

발간등록번호

11-1500000-001426-14

# 도로교표준시방서

2005

건설교통부

빈 면

## 머 리 말

1970년대 시작 된 급격한 산업 발전에 따라 다양한 사회기반시설의 건설 및 확충이 이루어졌으며 요즈음에는 기술의 선진화에 많은 노력을 기울이고 있습니다. 특히 도로의 가장 중요한 구조물인 교량의 경우 최근 들어 서해대교, 영종대교, 광안대교 등의 장대교량을 우리 손으로 건설할 수 있을 만큼 기술의 발전을 가져오게 됐습니다.

금회 도로교표준시방서 개정에 있어서는 이와 같은 교량 기술의 발전과 급속하게 개방되는 건설시장의 추세에 부응할 수 있도록 국제단위계인 SI 단위계를 사용하고, 최근 개발 된 신기술 및 신공법을 반영하였으며,

특히 강제 생산 기술의 발달로 개발 된 TMC(Thermo-Mechanical Process) 강재의 기준을 추가하고, 또한 선진국 수준으로 용접 기준을 개선하는 등 교량의 경제적이고, 안전한 시공이 되도록 도모하였습니다.

이번 개정 작업은 산·학·연의 많은 전문가들이 참여하여 많은 토론과 검증 그리고 자문을 통해 이루어졌으나, 일부 미흡한 부분이 있을 수 있으리라 생각 됩니다. 앞으로 지속적으로 추가·보완 작업을 통하여 더욱 발전되도록 할 것입니다.

끝으로 도로교표준시방서 개정 작업을 위해 참여해 주신 한국도로교통협회의 집행위원들과 자문위원, 중앙건설기술심의위원 그리고 관계 공무원 여러분의 노고에 감사드리며, 본 표준시방서가 도로 기술 발전과 국민의 안전에 도움이 되길 기대합니다.

2005년 2월

건설교통부 도로국장 강 영 일

강영일

빈 면

## 표준시방서 개정에 따른 경과조치

이 도로교표준시방서 발간시점에서 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사에 대하여는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있다.

빈 면

# 목 차

<b>제 1 장 총 칙</b> .....	1
1. 일반사항 .....	1
1.1 적용범위 .....	1
1.2 용어의 정의 .....	1
1.3 교량공사에 적용되는 법규 .....	2
1.4 설계도서의 검토 및 시공상세도 작성 .....	3
1.5 공정표 및 시공계획서 .....	3
1.6 시공허용오차 .....	4
1.7 환경오염 방지 .....	4
1.8 안전관리 .....	4
1.9 준공도의 작성 제출 .....	5
2. 재료 .....	5
3. 시공 .....	5
<b>제 2 장 강 교</b> .....	6
2-1 일반요건 .....	6
1. 일반사항 .....	6
1.1 적용범위 .....	6
1.2 용어의 정의 .....	6
1.3 관련시방서 .....	9
1.4 참조규격 .....	9
1.5 제출자료 .....	9
1.6 품질보증 .....	11
2. 재 료 .....	12
2.1 일반사항 .....	12
2.2 사용재료 .....	12
3. 시 공 .....	13
3.1 일반사항 .....	13

3.2 제작 및 시공 .....	13
<b>2-2 강 제</b> .....	15
1. 일반사항 .....	15
1.1 적용범위 .....	15
1.2 관련시방서 .....	15
1.3 참조규격 .....	15
1.4 제출자료 .....	18
1.5 품질보증 .....	19
1.6 운반, 보관 및 취급 .....	19
2. 재 료 .....	20
2.1 일반사항 .....	20
2.2 사용재료 .....	21
2.3 자재의 허용오차 .....	25
2.4 자재의 품질관리 .....	28
<b>2-3 제 작</b> .....	30
1. 일반사항 .....	30
1.1 적용범위 .....	30
1.2 관련시방서 .....	30
1.3 참조규격 .....	30
1.4 제출물 .....	30
1.5 품질보증 .....	32
2. 재 료 .....	33
2.1 사용재료 .....	33
3. 가 공 .....	33
3.1 현도작업 .....	33
3.2 마 킹 .....	34
3.3 절단 및 그루브가공 .....	34
3.4 구멍 뚫기 .....	38
3.5 휨가공 .....	40
3.6 지압면의 표면가공 .....	40
3.7 재편조립 .....	40

3.8	단품제작 검사	41
3.9	공장 가조립	41
3.10	강재의 표면처리	43
3.11	곡선거더	43
3.12	강바닥판	45
3.13	제작품 운송, 보관 및 관리	47
2-4	용 접	52
1.	일반사항	52
1.1	적용범위	52
1.2	관련시방서	52
1.3	참조규격	52
1.4	제출자료	54
1.5	품질보증	55
2.	재 료	57
2.1	사용재료	57
2.2	용접봉 사용구분	58
2.3	스터드형 전단연결재	58
2.4	자재의 품질관리	58
3.	시 공	61
3.1	공통사항	61
3.2	예 열	66
3.3	피복아크용접(SMAW)	69
3.4	서브머지드 아크용접(SAW)	70
3.5	가스메탈 아크용접(GMAW) 및 플럭스코어드 아크용접(FCAW)	73
3.6	일렉트로 슬래그 용접(ESW) 및 일렉트로 가스용접(EGW)	74
3.7	플러그 및 슬로트 용접	75
3.8	스터드의 용접	76
3.9	고리 및 가설용 공구 붙이기	78
3.10	용접의 검사	78
3.11	결함부의 보수	83
3.12	변형교정	85

3.13 열처리에 의한 응력제거 .....	85
3.14 현장품질관리 .....	87
<b>2-5 볼트연결 .....</b>	<b>89</b>
1. 일반사항 .....	89
1.1 적용범위 .....	89
1.2 관련 시방서 .....	89
1.3 참조규격 .....	89
1.4 용어의 정의 .....	90
1.5 제출물 .....	90
1.6 품질보증 .....	91
1.6 볼트 및 연결재 운반, 보관 및 관리 .....	91
2. 재 료 .....	92
2.1 사용재료 .....	92
3. 시 공 .....	93
3.1 공통사항 .....	93
3.2 고장력 볼트 .....	95
3.3 토크 전단형(T/S) 고장력 볼트 .....	96
3.4 용융아연도금 고장력 볼트 .....	97
3.5 타입식 고장력 볼트 .....	97
3.6. 핀 및 롤러 .....	98
3.7 아이바 .....	98
3.8 연결심사 .....	99
<b>2-6 조립 및 설치 .....</b>	<b>100</b>
1. 일반사항 .....	100
1.1 적용범위 .....	100
1.2 관련 시방서 .....	100
1.3 참조규격 .....	100
1.4 제출자료 .....	100
1.5 품질보증 .....	101
2. 재 료 .....	102
2.1 사용재료 .....	102

2.2 자재의 품질관리 .....	102
3. 시 공 .....	102
3.1 공통사항 .....	102
3.2 가설공 .....	103
3.3 교량의 형식별 가설검토 .....	105
3.4 현장 품질관리 .....	109
3.5 응력조정 .....	109
3.6 안전시설 .....	110
3.7 환경시설 .....	110
<b>2-7 상부 슬래브공 .....</b>	<b>111</b>
1. 일반사항 .....	111
1.1 적용범위 .....	111
1.2 관련시방서 .....	111
1.3 참조규격 .....	111
1.4 제출자료 .....	111
2. 재 료 .....	113
2.1 사용재료 .....	113
2.2 재료의 허용오차 .....	113
2.3 재료의 품질관리 .....	113
3. 시 공 .....	114
3.1 공통사항 .....	114
3.2 거푸집 및 동바리공 .....	114
3.3 철근공 .....	115
3.4 콘크리트공 .....	116
3.5 현장 품질관리 .....	117
<b>제 3 장 콘크리트교 .....</b>	<b>118</b>
<b>3-1 일반요건 .....</b>	<b>118</b>
1. 일반사항 .....	118
1.1 적용범위 .....	118
1.2 용어의 정의 .....	118

1.3	관련시방서	121
1.4	참조규격	121
1.5	제출자료	123
2.	재 료	124
3.	시 공	124
<b>3-2</b>	<b>일반콘크리트</b>	<b>125</b>
1.	일반사항	125
1.1	적용범위	125
1.2	품질요건	125
1.3	관련시방서	125
1.4	제출자료	125
2.	재 료	126
2.1	콘크리트 재료	126
2.2	재료의 저장	132
2.3	콘크리트 배합	134
2.4	계량 및 비비기	140
2.5	레디믹스트콘크리트	141
3.	시 공	144
3.1	일반사항	144
3.2	운 반	144
3.3	콘크리트 타설	145
3.4	양 생	147
3.5	이 음	148
3.6	표면 마무리	150
3.7	매스콘크리트	151
3.8	한중콘크리트	153
3.9	서중콘크리트	156
3.10	유동화콘크리트	157
<b>3-3</b>	<b>철근공</b>	<b>159</b>
1.	일반사항	159
1.1	적용범위	159

1.2	품질요건 .....	159
1.3	관련시방서 .....	159
1.3	제출자료 .....	159
2.	재 료 .....	160
2.1	철 근 .....	160
2.2	철근의 저장 .....	160
3.	시 공 .....	160
3.1	철근가공 .....	160
3.2	철근조립 .....	160
3.3	철근이음 .....	161
<b>3-4</b>	<b>거푸집 및 동바리 .....</b>	<b>162</b>
1.	일반사항 .....	162
1.1	적용범위 .....	162
1.2	관련시방서 .....	162
1.3	제출자료 .....	162
1.4	작용하중 .....	163
1.5	설계고려사항 .....	163
2.	재 료 .....	163
3.	시 공 .....	164
3.1	거푸집 및 동바리 설치 .....	164
3.2	거푸집 및 동바리 검사 .....	164
3.3	거푸집 및 동바리 떼어내기 .....	164
3.4	특수 거푸집 및 동바리 .....	165
<b>3-5</b>	<b>품질관리 및 검사 .....</b>	<b>166</b>
1.	일반사항 .....	166
1.1	적용범위 .....	166
1.2	품질요건 .....	166
1.3	관련시방서 .....	166
2.	재 료 .....	166
3.	시 공 .....	166
3.1	시 험 .....	166

3.2 콘크리트의 품질관리 .....	168
3.3 콘크리트의 품질검사 .....	168
3.4 구조물의 검사 및 시험 .....	169
<b>3-6 팽창콘크리트 .....</b>	<b>170</b>
1. 일반사항 .....	170
1.1 적용범위 .....	170
1.2 품질요건 .....	170
1.3 관련시방서 .....	170
1.3 제출자료 .....	171
2. 재 료 .....	171
2.1 사용재료 .....	171
2.2 배 합 .....	171
3. 시 공 .....	172
3.1 비비기 .....	172
3.2 양 생 .....	172
<b>3-7 섬유보강콘크리트 .....</b>	<b>173</b>
1. 일반사항 .....	173
1.1 적용범위 .....	173
1.2 품질요건 .....	173
1.3 관련시방서 .....	173
1.4 제출자료 .....	173
2. 재 료 .....	174
2.1 섬 유 .....	174
2.2 배 합 .....	174
3. 시 공 .....	174
3.1 비비기 .....	174
<b>3-8 수중콘크리트 .....</b>	<b>176</b>
1. 일반사항 .....	176
1.1 적용범위 .....	176
1.2 품질요건 .....	176
1.3 관련시방서 .....	176

1.4	제출자료	176
2.	재료 및 배합	176
2.1	일반적인 수중콘크리트	176
2.2	수중 불분리성콘크리트	177
2.3	현장타설 말뚝에 사용하는 수중콘크리트	178
3.	시 공	179
3.1	일반적인 수중콘크리트	179
3.2	수중 불분리성콘크리트	180
3.3	현장타설 말뚝에 사용하는 수중콘크리트	181
<b>3-9</b>	<b>해양콘크리트</b>	<b>182</b>
1.	일반사항	182
1.1	적용범위	182
1.2	품질요건	182
1.3	관련시방서	182
1.4	제출자료	182
2.	재료 및 배합	183
2.1	사용재료	183
2.2	배 합	183
3.	시 공	184
3.1	콘크리트 타설	184
3.2	콘크리트 표면의 보호	185
3.3	프리캐스트 콘크리트 부재 설치	185
<b>3-10</b>	<b>철골철근콘크리트</b>	<b>186</b>
1.	일반사항	186
1.1	적용범위	186
1.2	품질요건	186
1.3	관련시방서	186
1.4	제출자료	186
2.	재 료	186
2.1	사용재료	186
2.2	재료의 저장	186

3. 시 공	187
3.1 공장제작	187
3.2 가 설	187
3.3 콘크리트의 시공	187
3.4 시 힘	187
<b>3-11 프리스트레스트콘크리트</b>	<b>188</b>
1. 일반사항	188
1.1 적용범위	188
1.2 품질요건	188
1.3 관련시방서	188
1.4 제출자료	188
2. 재 료	189
2.1 콘크리트 재료	189
2.2 프리스트레싱 재료	189
2.3 재료의 저장	190
3. 시 공	191
3.1 긴장재의 배치	191
3.2 거푸집 및 동바리	192
3.3 프리스트레싱	192
<b>3-12 프리캐스트 부재</b>	<b>195</b>
1. 일반사항	195
1.1 적용범위	195
1.2 관련시방서	195
1.3 제출자료	195
2. 재 료	195
2.1 콘크리트 재료	195
2.2 강 재	195
2.3 접착제	196
3. 시 공	196
3.1 부재의 제작	196
3.2 검 사	196

3.3	운 반	196
3.4	보 관	196
3.5	접합면의 처리	197
3.6	프리캐스트 블록의 접합	197
<b>3-13</b>	<b>그라우트의 시공</b>	<b>198</b>
1.	일반사항	198
1.1	적용범위	198
1.2	품질요건	198
1.3	관련시방서	198
1.4	제출자료	198
2.	재 료	199
2.1	일반사항	199
2.2	그라우트의 품질	199
2.3	그라우트 재료	199
3.	시 공	200
3.1	일반사항	200
3.2	시공기구	200
3.3	비비기 및 휘젓기	200
3.4	그라우팅	200
3.4	한중 및 서중에서의 시공	201
<b>3-14</b>	<b>가설 및 시공 허용오차</b>	<b>202</b>
1.	일반사항	202
1.1	가설계획	202
1.2	안전성의 확인	202
1.3	시공정밀도의 확보	202
2.	재 료	202
3.	시 공	202
3.1	철근배치의 시공 허용오차	202
3.2	PS강재 배치의 시공 허용오차	203
3.3	부재치수의 시공 허용오차	203

<b>제 4 장 하부구조</b>	204
<b>4-1 일반요건</b>	204
1. 일반사항	204
1.1 적용범위	204
1.2 용어의 정의	204
1.3 관련시방서 및 기준	206
1.4 참조규격	206
1.5 제출자료	206
2. 재 료	206
3. 시 공	207
<b>4-2 교대 및 교각</b>	208
1. 일반사항	208
1.1 적용범위	208
1.2 관련시방서 및 기준	208
1.3 참조규격	208
1.4 제출자료	208
2. 재 료	208
2.1 콘크리트	208
2.2 철 근	208
3. 시 공	208
3.1 시공일반	208
3.2 교대공사	209
3.3 교각공사	210
3.4 교대 및 교각의 균열방지	210
<b>4-3 알은기초</b>	212
1. 일반사항	212
1.1 적용범위	212
1.2 관련시방서 및 기준	212
1.3 참조규격	212
1.4 제출자료	212
2. 재 료	213

2.1 콘크리트 .....	213
2.2 철근 .....	213
3. 시 공 .....	213
3.1 시공준비 .....	213
3.2 토공작업 .....	213
3.3 지지층 검사 .....	214
3.4 시공기록 .....	214
<b>4-4 기성말뚝기초 .....</b>	<b>215</b>
1. 일반사항 .....	215
1.1 적용범위 .....	215
1.2 관련시방서 및 기준 .....	215
1.3 참조규격 .....	215
1.4 제출자료 .....	216
2. 재 료 .....	217
2.1 H형강말뚝 .....	217
2.2 강관말뚝 .....	218
2.3 PS콘크리트말뚝 .....	218
3. 시 공 .....	218
3.1 시공일반 .....	218
3.2 말뚝 작업 .....	219
3.3 항타말뚝 .....	221
3.4 내부굴착말뚝 .....	222
3.5 선굴착말뚝 .....	222
3.6 시공기록 .....	222
3.7 재하시험 .....	223
<b>4-5 현장타설 콘크리트말뚝기초 .....</b>	<b>224</b>
1. 일반사항 .....	224
1.1 적용범위 .....	224
1.2 관련시방서 및 기준 .....	224
1.3 참조규격 .....	224
1.4 제출자료 .....	224

2. 재 료 .....	225
2.1 콘크리트 재료 및 배합 .....	225
3. 시 공 .....	225
3.1 시공일반 .....	225
3.2 굴 착 .....	226
3.3 공벽의 붕괴방지 .....	226
3.4 말뚝설치 .....	228
3.5 재하시험 .....	229
<b>4-6 케이슨기초 .....</b>	<b>230</b>
1. 일반사항 .....	230
1.1 적용범위 .....	230
1.2 관련시방서 및 기준 .....	230
1.3 참조규격 .....	230
1.4 제출자료 .....	230
2. 재 료 .....	230
2.1 콘크리트 재료 및 배합 .....	230
2.2 철근 .....	231
2.3 강판재와 용접 .....	231
3. 시 공 .....	231
3.1 시공일반 .....	231
3.2 공기케이슨 공법 .....	231
3.3 오픈케이슨 공법 .....	235
<b>4-7 강관 널말뚝기초 .....</b>	<b>238</b>
1. 일반사항 .....	238
1.1 적용범위 .....	238
1.2 관련시방서 및 기준 .....	238
1.3 참조규격 .....	238
1.4 제출자료 .....	238
2. 재 료 .....	238
3. 시 공 .....	238
3.1 시공일반 .....	238

3.2 말뚝작업 .....	239
<b>4-8 토류구조물 .....</b>	<b>241</b>
1. 일반사항 .....	241
1.1 적용범위 .....	241
1.2 관련시방서 및 기준 .....	241
1.3 참조규격 .....	241
1.4 제출자료 .....	241
2. 재 료 .....	241
2.1 용 벽 .....	241
2.2 가설토류벽 .....	241
2.3 보강토옹벽 .....	242
2.4 그라운드앵커 .....	242
3. 시 공 .....	242
3.1 용 벽 .....	242
3.2 가설토류벽 .....	242
3.3 보강토옹벽 .....	243
3.4 그라운드앵커 .....	244
<b>제 5 장 신축이음 및 받침부 .....</b>	<b>246</b>
<b>5-1 일반요건 .....</b>	<b>246</b>
1. 일반사항 .....	246
1.1 적용범위 .....	246
1.2 용어의 정의 .....	246
1.3 관련시방서 .....	246
1.4 참고규격 .....	247
<b>5-2 신축이음 .....</b>	<b>248</b>
1. 일반사항 .....	248
1.1 적용범위 .....	248
1.2 신축이음 설치의 요구조건 .....	248
1.3 작업도면 .....	248
2. 시 험 .....	239

2.1 일반사항 .....	249
2.2 재료 .....	249
2.3 시험항목 .....	249
3. 시 공 .....	249
3.1 일반사항 .....	249
3.2 제작 및 조립 .....	250
3.3 조 정 .....	251
3.4 임시 지지 부재 .....	252
3.5 현장 이음 .....	252
3.6 신축이음 설치 .....	252
<b>5-3 교량 받침 .....</b>	<b>255</b>
1. 일반사항 .....	255
1.1 적용범위 .....	255
1.2 교량받침의 구성 .....	255
1.3 작업 도면 .....	255
2. 재 료 .....	255
3. 시 공 .....	256
3.1 포장, 취급 및 보관 .....	256
3.2 제작 및 조립 .....	256
3.3 시공과 설치 .....	256
4. 탄성 받침 .....	258
4.1 일반사항 .....	258
4.2 재 료 .....	259
4.3 시 공 .....	259
5. 포트 받침 및 디스크 받침 .....	264
5.1 일반사항 .....	264
5.2 재 료 .....	264
5.3 시 공 .....	266
6. 록커, 롤러, 미끄럼 받침 및 스페리컬받침 .....	269
6.1 일반사항 .....	269
6.2 재 료 .....	269

6.3 시 공 .....	269
7 받침의 구성부품 및 설치 .....	270
7.1 일반사항 .....	270
7.2 재 료 .....	270
7.3 시 공 .....	273
<b>제 6 장 도 장</b> .....	<b>275</b>
<b>6-1 일반요건</b> .....	<b>275</b>
1. 일반사항 .....	275
1.1 적용범위 .....	275
1.2 용어의 정의 .....	275
1.3 관련시방서 .....	279
1.4 참조규격 .....	279
1.5 제출자료 .....	279
2. 시공 개요 .....	279
2.1 시공계획 .....	279
2.2 시공방법 .....	280
2.3 시공관리 .....	280
3. 시공 기록 .....	280
3.1 사용재료 .....	280
3.2 작업 진행 사항 .....	280
4. 공정관리 및 안전관리 .....	281
4.1 공정관리 .....	281
4.2 안전관리 .....	281
5. 강교량의 도장계열 선택기준 .....	281
5.1 강교량의 설치환경 구분 .....	281
5.2 설치형태의 구분 .....	282
<b>6-2 재 료</b> .....	<b>283</b>
1. 도료의 개요 .....	283
1.1 도료의 정의 .....	283
1.2 도로의 구성성분 .....	283

2. 강교용 중방식 도료 .....	284
2.1 금속의 부식기구 .....	284
2.2 중방식 도료 .....	284
2.2 중방식도료의 특성 .....	284
3. 강교용 중방식 도료의 종류 .....	285
3.1 연단계 방청페인트 .....	285
3.2 알키드계 마감도료 .....	285
3.2 무기질 아연도료 .....	285
4. 도장시방 .....	289
4.1 도장계열 .....	289
4.2 도장계열의 기호 .....	291
4.3 외부용 도장계열의 선정 .....	292
4.4 박스 거더형 내부 도장계열의 선정 .....	292
4.5 연결판 및 볼트의 도장계열 선정 .....	292
5. 일반환경용 도장 .....	293
5.1 일반환경의 재래식 도장 .....	293
5.2 일반환경의 중방식 도장 .....	294
5.3 일반환경의 세라믹 도장 .....	295
6. 특수환경용 도장 .....	296
6.1 특수환경용 외부도장 .....	296
6.2 특수환경용 내부도장 .....	296
6.3 특수환경용 중방식 도료 내외부도장(세라믹 계열) .....	300
<b>6-3 시공 .....</b>	<b>302</b>
1. 도장시공 .....	302
1.1 표면처리 관리 .....	302
1.2 표면처리 작업 .....	302
1.3 표면처리 연마재의 선택 .....	304
1.4. 표면처리 방법 .....	305
1.5 도료의 관리 .....	307
1.6 도료의 혼합 .....	308
1.7 도장 방법 .....	309

1.8 재도장 간격 .....	309
1.9 도장작업시의 기후조건 .....	311
1.10 용접부 및 볼트체결 부위의 도장 .....	312
1.11 연결부 틈새의 실란트 충전 작업 .....	312
1.12 터치 업(touch-up) .....	313
1.13 미스트 코트(mist coat) .....	313
1.14 도막외관 및 도막두께 .....	313
1.15 작업절차별 점검사항 .....	315
1.16 교각의 내염도장 .....	316
1.17 내후성 강제(무도장 강제)교량의 도장 .....	316
1.18 데크 플레이트(deck plate)의 노출부 도장 .....	317
2. 도장 검사 .....	317
2.1 검사항목 .....	317
2.2 도료의 품질검사 .....	318
2.3 도막두께 검사 .....	318
2.4 각 단계별의 검사항목 .....	318
2.5 검사기기 .....	321
2.6 강교용 도료의 품질관리 기준 .....	322

빈 면

# 제 1 장 총 칙

## 1. 일반사항

### 1.1 적용범위

#### 1.1.1 대상교량

도로교표준시방서(이하 「시방서」라 한다)는 우리나라의 일반적인 조건하에서 도로법에서 규정하는 도로상에 건설하는 교량에 적용함을 원칙으로 한다. 그러나 특수한 형식의 장대교량이나 독특한 환경하에서 이루어지는 교량공사에 특별하게 고려하는 규정을 제외하고는 본 시방서를 준용한다.

#### 1.1.2 외국시방서, 별도 규정 적용

- (1) 이 시방서에 규정되지 않은 사항에 대해서는 대한민국 제정 관련규정 및 시방서나 권위 있는 외국의 시방서를 인용하는 것으로 한다.
- (2) 객관적으로 품질, 성능이나 경제성이 본 시방서에 제시된 규정보다 동등 이상으로 유리하다고 판단되면 별도 규정을 적용해도 좋다.

#### 1.1.3 전문시방서와 공사시방서 작성

이 시방서는 도로교량공사의 시공에 관한 일반적인 표준을 제시한 것으로, 현장 적용에 필요한 세부적인 사항에 대해서는 전문시방서와 공사시방서를 작성하여 시행할 수 있다.

#### 1.1.4 이 시방서는 다음의 각 장으로 구성된다.

- (1) 제1장 총칙
- (2) 제2장 강교
- (3) 제3장 콘크리트교
- (4) 제4장 하부구조
- (5) 제5장 신축이음 및 받침부
- (6) 제6장 도장

### 1.2 용어의 정의

- (1) 감독자 : “건설기술관리법 제35조”의 규정에 의하여 발주기관장이 임명한 감독자를 말한다. 다만 건설기술관리법 제27조의 규정에 의하여 책임감리를 하는 공사에 있어서는 당해 공사의 감리를 수행하는 감리원을 말한다.

## 제 1 장 총칙

- (2) 감리원 : “건설기술관리법 제28조”의 규정에 의한 감리전문회사의 감리원으로 등록된 자로서 일정한 자격을 갖추고 감리전문회사에 종사하면서 책임감리업무를 수행하는 자를 말한다.
- (3) 납품자 : 공사에 사용할 제품을 공급하는 업체로서 납품업자 또는 공급업자를 말한다.
- (4) 발주자 : 해당공사의 시행주체로서 시공자에 대한 계약당사자이며, 시공주라고도 한다.
- (5) 설계도 : 과업계획에 의해 요구되는 구조물의 형상과 규격등을 표현하기 위하여 설계자에 의하여 작성된 도면을 말하며 물량산출과 내역산출의 기초도면으로서 시공상세도면을 작성할 수 있도록 모든 지침이 표현되어야 하고 구조물의 복잡한 부분은 혼동이 없도록 확대한 상세설계도면을 포함하여야 한다.
- (6) 시공상세도 : 시공자가 현장에서 공사를 충실하게 진행시키기 위하여 작성하는 도면, 계산서, 서류 및 카탈로그 등의 일체의 문건을 말하며 시공순서, 가시설 등 시공과 관련된 설치도(erection or placing drawing)와 공장제조를 위한 제작도(shop drawing)로 분류할 수 있다.
- (7) 시공자 : 발주자로부터 공사를 도급받아 공사를 실시하는 발주자의 계약상대자이며 수급인 이라고도 한다.
- (8) 제작자 : 공사에 사용할 제품을 제조 또는 제작하여 공급하는 제조업체 또는 제작업체를 말한다.

### 1.3 교량공사에 적용되는 법규

교량공사에 기본적으로 적용되는 법규는 다음과 같다.

- (1) 건설기술관리법
- (2) 건설산업기본법
- (3) 근로기준법
- (4) 대기환경보전법
- (5) 산업안전보건법
- (6) 수질환경보전법
- (7) 소음, 진동규제법
- (8) 폐기물관리법
- (9) 환경, 교통, 재해 등에 관한 영향평가법

## 1.4 설계도서의 검토 및 시공상세도 작성

### 1.4.1 도서검토, 시공상세도 작성

- (1) 교량공사 시공자는 설계도에 제시된 구조물을 완벽하게 축조하기 위하여 시공장소의 개별적인 현장조건과 동원 가능한 인력, 자재, 장비 및 기계기구 등을 종합적으로 검토하고 각종계산서와 설계도의 오류를 점검한 후 현장상황에 가장 적합한 시공상세도를 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 감독자의 승인을 받았다고 하더라도 시공의 안전, 재료나 구조물의 허용강도 및 세부치수 등에 대한 책임은 시공자에게 있다.

### 1.4.2 신기술, 신공법 활용

건설기술관리법 시행령 제33조에 의거 신기술로 지정 고시된 신기술, 신공법을 활용할 경우에는 주관부서(발주기관장 등)에게 신기술 활용 실적을 제출하여야 한다.

## 1.5 공정표 및 시공계획서

시공자는 공정표 및 시공계획서를 작성하여 시공전에 감독자의 승인을 받아야 하며, 시공계획서에는 다음 사항을 포함해야 한다.

### 1.5.1 강교

- (1) 재료 및 부품 조달계획
- (2) 제작계획(현도, 가공도, 용접)
- (3) 가조립계획
- (4) 공장도장
- (5) 수송계획
- (6) 가설계획
- (7) 바닥판 공사계획
- (8) 현장도장
- (9) 검사계획
- (10) 기타 필요한 사항

### 1.5.2 콘크리트교

- (1) 재료 및 부품 조달계획
- (2) 철근 및 강선의 가공계획 및 조립계획
- (3) 부재제작계획
- (4) 수송계획
- (5) 가설계획

## 제 1 장 총칙

- (6) 상부슬래브 공사계획
- (7) 인력 및 장비동원계획
- (8) 기타 필요한 사항

### 1.5.3 하부구조

- (1) 시공관리상 필요한 토질 및 주변조사
- (2) 재료 및 부품 조달계획
- (3) 시공공법 및 가설설비
- (4) 동원기계기구 및 가설설비 배치계획
- (5) 시공기록 작성계획
- (6) 기타 필요한 사항

## 1.6 시공허용오차

교량의 시공시는 현장여건과 동원할 수 있는 장비 및 기구에 따라 적합한 정도로 부위별, 재료별로 각종 치수의 시공 허용오차를 규제하기 위한 기준을 공사시방서에 제시하여야 한다.

## 1.7 환경오염 방지

### 1.7.1 방지대책

- (1) 도심이나 주거지역에 인접하여 시공되는 모든 교량건설 공사장에서는 시공기간 중 비산먼지, 소음, 진동, 오탍수, 건설폐기물 등으로 환경이 오염되지 않도록 최선을 다하여야 한다.
- (2) 비산먼지가 환경기준을 초과할 경우 비산먼지 발생 억제시설을 설치하여야 한다.

### 1.7.2 관련법규

환경오염 방지에 대해서는 대기환경보전법, 수질환경보전법, 폐기물관리법 및 소음, 진동규제법 등 관계법규의 정하는 바에 따른다.

## 1.8 안전관리

### 1.8.1 안전대책

교량시공 중에는 필요한 모든 안전대책을 강구하여야 한다.

### 1.8.2 관련법규

시공시의 안전대책에 관한 사항은 산업안전 보건법과 건설기술관리법상의 규정을 따라야 한다.

## 1.9 준공도의 작성 제출

### 1.9.1 준공도서제출

- (1) 교량시공자는 향후 발주자가 인수 후 유지관리 및 보수시 참고로 할 수 있는 준공도를 작성하여 감독자의 승인을 얻은 후 제출하여야 한다.
- (2) 준공도에는 사용재료의 규격, 강도, 철근의 위치, 용접의 크기와 길이 등 준공 후 육안으로 식별되지 않는 부분과 시공중 당초 설계를 변경한 부분을 유의해서 제시하여야 한다.
- (3) 지표나 수면 밑으로 묻히는 기초부분의 토질 및 수심과의 상관관계는 물론이고 인접한 장애물이나 구조물과의 관계를 상세히 제시하여야 한다.

### 1.9.2 1종 및 2종 시설물 준공도서 제출

시설물의안전관리에관한특별법 제2조 제2.3호의 1종 및 2종 시설물에 해당되는 시설물을 시공하는 계약상대자는 준공도서 사본을 주관부서(발주기관 및 한국시설안전기술공단, 시설안전관리공단 등)에 각각 1부씩을 제출하여야 한다.

## 2. 재료

해당사항 없음.

## 3. 시공

해당사항 없음.

## 제 2 장 강 교

### 2-1 일반요건

#### 1. 일반사항

##### 1.1 적용범위

이 장은 「도로교 설계기준」에 의해 설계된 강재의 공급, 제작, 조립 및 설치, 상부 슬래브에 관한 제반공사에 적용한다.

##### 1.2 용어의 정의

- (1) 가붙임용접(tack welding) : 본용접전에 용접되는 부재를 정해진 위치에 잠정적으로 유지시키기 위해서 비교적 짧은 길이로 된 용접
- (2) 가스메탈 아크용접(GMAW : gas metal arc welding) : 외부에서 용융금속을 대기 영향으로부터 보호하기 위하여 보호가스를 공급하면서 연속으로 공급되는 용가재를 사용하는 아크용접
- (3) 가조임 볼트(temporary tightening bolt) : 부재의 가조립 또는 가설(설치)시 연결부에 위치를 이음 고정하여 부재의 변형등을 막기 위해서 임시로 사용하는 볼트
- (4) 고장력강(high tensile strength steel) : 보통 인장강도 490 MPa 이상급의 압연재로서 용접성, 노치인성 및 가공성이 우수한 강재
- (5) 기공(blowhole, porosity) : 용융금속중에 발생한 기포가 응고시에 이탈하지 못하고 용접부내에 잔류하여 생기는 공동현상
- (6) 단강품(steel forging) : 단조품을 적당한 단련 성형비를 주도록 강피 또는 강편을 단련성형하여 보통 소정의 기계적 성질을 주기 위하여 열처리를 시행 한 것
- (7) 단조품(forging product) : 흑피품이라고도 하며 단조성형된 채로의 형상인 것으로 형태단조품, 자유단조품, 중공단조품 등이 있고 단조작업 온도에 따라 열간단조품, 온간단조품, 냉간단조품이 있다.
- (8) 단품제작 : 제작품의 증량, 설치 및 운송을 고려하여 일정규모의 단일 부재로 제작 하는 공정
- (9) 뒷담재(weld backing) : 맞대기 용접을 한면으로만 실시하는 경우 충분한 용입을

확보하고 용융금속의 용락을 방지할 목적으로 동종 또는 이종의 금속판, 입상 플럭스, 불성 가스 등을 루트 뒷면에 받치는 것

- (10) 브리넬경도(brinell hardness) : 강구압지를 사용하여 시험편에 구상의 압입자국을 만들었을 때의 하중을 압입자국의 직경으로부터 구한 압입자국의 표면적으로 나눈 값
- (11) 비커스경도(vickers hardness) : 대면각 136°의 정사각뿔인 다이아몬드 압자를 일정한 시험하중으로 시료의 시험면에 압입하여, 생긴 영구오목부의 표면적으로 나눈 값
- (12) 샬피충격시험(charpy impact test) : 샬피충격 시험기를 사용하여 시험편에 충격하중을 가하여 재료의 취성, 인성을 측정하는 시험법
- (13) 서브머지드 아크용접(SAW : submerged arc welding) 입상의 플럭스내에서 와이어와 모재사이 또는 와이어끼리의 사이에 아크를 발생시켜 열로 실시하는 용접을 말한다.
- (14) 스트롱백(strong back) : 맞대기 용접시에 이음판의 상호엇갈림 치수차를 수정함과 동시에 각변화를 방지하기 위해서 일시적으로 붙이는 보강재
- (15) 스파터(spatter) : 용접부의 일부를 이루지 않는 용융 용접중 배출된 금속입자
- (16) 아크에어가우징(arc air gouging) : 탄소봉을 전극으로하여 아크를 발생시켜 용융 금속을 홀더(holder)의 구멍으로부터 탄소봉과 평행으로 분출하는 압축공기로서 계속 불어내어 흠을 파는 방법
- (17) 엔드탭(end tab) : 용접이 시작되거나 또는 종료되는 곳에 설치되는 별도의 재료
- (18) 열가공 제어강(TMC강 : thermo-mechanical control processed steel) : 제어압연을 기본으로 하여 그후 공냉 또는 강제적인 제어 냉각을 하여 제조한 강재로서 일반 압연강재 보다 용접성이 우수함. 열가공 압연 및 가속냉각이 여기에 포함됨.
- (19) 열처리 고장력강(Q : quenched & tempered high tensile strength steel) : 강을 담금질(quenching)한후 뜨임질(tempering : 뜨임온도는 400℃ 이상)을 하여 강의 결정입자를 곱게해서 재질을 조정하고 강인화시켜 열처리를 하여 고장력강으로서의 성질을 지니도록 한 강재. 일명 조질고장력강이라고도 칭함.
- (20) 용락(burn-through) : 용접금속이 흠의 뒷면에 녹아내리는 현상. 박판용접에 봉 용극을 사용하거나 용접해야 될 판두께가 용융금속을 지탱할 수 있을 만큼의 루트면 치수가 없을 경우 또는 루트간격이 너무 클 경우 발생하는 현상
- (21) 일렉트로가스 용접(EGW : electrogas welding) : 용접할 모재 사이에 물로 냉각시

## 제 2 장 강교

- 킨 2매의 구리받침판을 이용하여 용융풀(molten pool) 위로부터 차폐가스를 공급하면서 와이어를 용융부에 연속적으로 공급하여 와이어 선단과 용융풀 사이에 아크를 발생시켜 그 열로 모재를 용융시켜 용접하는 방법
- (22) 일렉트로슬래그 용접(ESW : electroslag welding) : 용융슬래그와 용융금속이 용접부에서 흘러나오지 않게 용접의 진행과 함께 수냉시킨 구리판을 위로 이동시키면서 연속주조 방식에 의해 용접하는 방법
- (23) 재편조립(assembly of piece) : 재단도에 의하여 절단한 판재나 형강 등을 조립하는 공정
- (24) 저온균열(cold crack) : 약 200℃이하의 저온에서 발생하는 균열로 저온균열에는 루트균열, 토우균열, 비드하부균열등이 있다.
- (25) 주강품(steel casting) : 용해된 강을 주형에 주입하여 소요모양의 제품으로 한 것, 주입주강품, 주방 주강품등이 있다.
- (26) 층분할방식(split layer technique) : 용접층이 두꺼울 경우 단일층의 용접으로 시행하지 못하고 여러 층으로 나누어 용접을 시행하는 방법
- (27) 케스케이드법(cascade method) : 다층 용접을 할 경우 각 비드의 일부를 인접 비드위에 겹쳐 용착하는 방법
- (28) 코킹(caulking) : 불연속을 밀폐(seal) 시키거나 또는 감추기 위해 기계적인 방법으로 용접부나 모재의 표면에 소성변형을 가하는 작업
- (29) 크레이터(crater) : 용접비드가 끝나는 곳에 있는 함몰 자국
- (30) 탄소강(carbon steel) : 철과 탄소의 합금으로서 탄소함유량이 보통 0.02~약2% 범위의 강 또한 소량의 규소, 망간, 인, 유황 등을 함유하고 있다. 탄소 함유량에 따라 저탄소강, 중탄소강, 고탄소강으로 분류되고, 경도에 따라 극연강, 연강, 경강으로 구분된다.
- (31) 플럭스코어드 아크용접(FCAW : flux cored arc welding) : 코어드 와이어나 플럭스코어드 와이어 용접봉을 사용하는 용접
- (32) 피닝(peening) : 충격타를 가하여 금속을 기계적으로 가공하는 작업
- (33) 피복아크 용접(SMAW : shield metal arc welding) : 피복아크 용접은 용접하려는 모재표면과 피복 아크용접봉의 선단과의 사이에 발생하는 아크열에 의해 모재의 일부를 용융함과 동시에 용접봉에서 녹은 용융금속에 의해 결합하는 용접 방법
- (34) 합금강(alloy steel) : 강의 성질을 개선 향상시키기 위하여, 또는 소정의 성질을 구

비시킴을 위하여 합금원소를 1종 또는 2종이상 함유시킨 강철

- (35) PS강봉(steel bars for prestressed concrete) : 탄소강, 저합금강, 스프링강 등을 사용, 스트레칭, 냉간드로잉, 열처리 등 어느 특정한 방법 또는 이들의 조합으로서 끝맺임된 강봉

### 1.3 관련시방서

- 1.3.1 도로교 설계기준
- 1.3.2 토목공사 표준 일반시방서
- 1.3.3 콘크리트 표준시방서
- 1.3.4 건설기술관리법, 법시행령 및 법시행규칙

### 1.4 참조규격

한국산업규격

### 1.5 제출자료

#### 1.5.1 일반사항

시공자는 제작 착수 전 강교의 제작, 조립, 설치 등에 관한 시공계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

#### 1.5.2 시공계획서

시공계획서에는 제1장 총칙의 1.5.1절에 규정되어 있는 사항이 포함되어야 하고 또한 다음 사항이 포함되어야 한다.

- (1) 공정표 및 공정관리계획
  - ① 상세 설계도서 검토
  - ② 강제구입 및 조달
  - ③ 제작(현도, 가공, 용접)
  - ④ 가조립
  - ⑤ 도장(공장도장, 현장도장)
  - ⑥ 수송계획
  - ⑦ 조립 및 가설
  - ⑧ 상부슬래브공
- (2) 강제구입 및 조달
  - ① 강판 및 형강

## 제 2 장 강교

- ② 용접재료, 볼트 및 연결재 등
- ③ 구조품 및 부속품등
- (3) 제작 및 제작관리
  - ① 제작 시설용량 및 주요기기
  - ② 제작도
  - ③ 용접 시공시험 계획서
  - ④ 용접 시공요령 및 절차서
  - ⑤ 용접 검사 및 절차서
  - ⑥ 제작품 검사 계획서
- (4) 가조립
  - ① 가조립 계획서
  - ② 장비 사용계획
  - ③ 가조립 시공요령 및 절차서
  - ④ 가조립 검사 계획서
- (5) 도장계획(공장 및 현장도장)
  - ① 도료사용계획
  - ② 도장시공요령 및 절차서
  - ③ 도장검사 계획서
- (6) 수송계획
- (7) 조립 및 가설계획
  - ① 조립 및 가설(架設)계획도
  - ② 가설(假設) 상세도
  - ③ 장비사용계획
  - ④ 부재연결 시공요령 및 절차서
  - ⑤ 조립 및 가설 시공요령 및 절차서
  - ⑥ 가설검사 계획서
  - ⑦ 시공검측 및 측량계획
- (8) 상부 슬래브공
  - ① 철근가공 및 콘크리트 타설계획

- ② 가설계획
- ③ 콘크리트 혼화제 사용계획
- ④ 콘크리트 품질관리 계획
- ⑤ 응력조정계획
- ⑥ 시공검측 및 측량계획
- (9) 품질관리계획(시험 및 검사계획)
  - ① 강재류 및 부속품류
  - ② 제작도 및 제작공정(현도, 절단, 용접 등)
  - ③ 용접공자격, 용접기자재, 용접절차
  - ④ 공장도장 및 현장도장
  - ⑤ 조립 및 가설
  - ⑥ 상부 슬래브공
  - ⑦ 완성품검사
  - ⑧ 응력조정
  - ⑨ 시공검측 및 측량계획

### 1.5.3 추가사항

1.5.2항 이외에 필요한 추가 제출자료 및 일반자료 제출요건은 제1장 총칙 규정에 준한다.

## 1.6 품질보증

### 1.6.1 강교제작

강교제작은 건설기술관리법 제24조의 3의 규정에 의한 철강구조물제작 인증공장  
에서 시행해야 한다.

### 1.6.2 추가사항

이 시방서가 정한 제반규정 이외의 강교제작 및 품질관리에 필요한 추가사항에  
대해서는 「전문시방서 및 공사시방서」나 시공자 및 제작자가 작성한 절차서에  
의하여 시행하되 감독자의 승인을 받아 시행한다.

### 1.6.3 강교제작 공정과 제작 품질

강교제작 공정과 제작 품질에 대해서는 사전에 시간을 두고 검사를 받을 수 있도  
록 검사조서를 의뢰하여 감독자에게 승인을 받아야 한다.

### 1.6.4 공사실명제

강교제작 및 시공의 품질확보와 품질보증을 위하여 공사실명제를 실시해야 한다.

## 제 2 장 강교

제작 및 시공자는 해당공사의 시공계획서, 품질관리 절차서 및 품질검사 절차에 따라 시공한 시공자의 이름이 기명된 제작 및 시공보고서를 제출해야 한다.

### 1.6.5 가공시 구분

가공시 주요부재 및 2차 부재의 구분은 제작 전에 계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받아 시행해야 한다.

## 2. 재료

### 2.1 일반사항

#### 2.1.1 사용강재

사용강재는 각 재료의 밀시트, 재료시험 보고서, 제품검사 보고서 및 품질확인서 등을 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

#### 2.1.2 재료규격

강교제작에 필요한 재료의 규격은 「한국산업 규격품」(이하 「KS」라 칭함)을 사용하되 KS 규격품 이외의 것은 소정의 절차에 의하여 감독자의 승인을 받아 사용한다.

#### 2.1.3 재료의 시공시험

강재, 용접재, 볼트 및 연결재 등은 재료의 시공시험을 실시하여 그 결과를 확인하고 소정의 규격 또는 품질관리 시방규격에 합격한 재료를 사용해야 한다.

#### 2.1.4 재료의 운반, 저장관리

재료의 운반, 저장관리는 자재가 손실 또는 변형되지 않도록 강재 및 부재의 관리 규정에 적합하게 관리해야 한다.

### 2.2 사용재료

#### 2.2.1 강재, 용접재, 볼트 및 연결재

강재, 용접재, 볼트 및 연결재 등은 이 시방서 2-2, 2-4, 2-5의 해당규격에 준한다.

#### 2.2.2 예비부품 및 부속재료

해당재료의 예비부품 및 부속재료는 소정의 수량을 확보해야 한다.

#### 2.2.3 현장재료 관리시험

사용재료의 현장재료 관리시험은 필요시 감독자의 요구에 의하여 시행할 수 있다.

### 3. 시공

#### 3.1 일반사항

##### 3.1.1 시공자의 임무

시공자는 도로 기능에 적합한 교량이 될 수 있도록 교량의 평면 및 종단계획과 횡단계획에 맞추어 정밀한 제작과 시공을 해야 하며 배수시설 및 기타 부대시설 등은 교량의 유지관리에 편리하고 교량의 수명에 안전성을 갖도록 해야 한다.

##### 3.1.2 시공도면과 제작도 및 절차서 제출

시공자와 제작자는 강교의 가공(제작), 용접, 볼트연결, 부재의 조립 및 설치, 상부슬래브 공사에 대하여 각기 작성한 시공도면과 제작도 및 절차서를 제출하여 감독자가 승인한 도서에 한하여 제작 및 시공할 수 있다.

##### 3.1.3 제작 및 시공 허용기준

제작 및 시공의 허용기준은 각 해당분야의 시방서나 기준에 정한 규정에 적합해야 하며 이를 확인하기 위하여 측량 및 계측, 품질검사 및 시험성적서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

##### 3.1.4 현장품질 관리시험

현장품질 관리시험은 필요시 감독자의 요구에 의하여 시행하며 시험결과는 소정의 규격 및 시방에 적합해야 한다.

##### 3.1.5 선행 단계 승인

제작 및 시공은 단계별로 소정의 절차에 의하여 시행하되 선행시공 또는 제작분에 대하여 감독자의 승인을 받은 후 다음단계의 업무를 수행한다.

##### 3.1.6 환경 및 안전관리

제작자 및 시공자는 환경 및 안전관리를 제1장 총칙에 규정한 내용에 따라 완벽하게 준비해야 한다.

#### 3.2 제작 및 시공

##### 3.2.1 가공(제작), 용접, 볼트연결, 조립 및 설치, 상부슬래브공

가공(제작), 용접, 볼트연결, 조립 및 설치, 상부슬래브공은 이 시방서 2-3, 2-4, 2-5, 2-6, 2-7에 준하여 시행해야 한다.

##### 3.2.2 공구, 부속재료의 공급

## 제 2 장 강교

시공자는 강교제작과 설치에 필요한 주자재 및 부속품이외의 필요한 공구, 부속재료를 시공자 부담으로 공급한다.

### 3.2.3 제작 및 시공오차의 수정

가공(제작) 및 설치시 제작오차 및 시공오차는 시공자 부담으로 수정해야 한다.

## 2-2 강제

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

##### 1.1.1 일반사항

이 절은 강교제작에 필요한 강재의 종류와 규격, 운반 및 저장관리 업무에 적용한다.

##### 1.1.2 범위

강재는 구조용 강판, 강관 및 형강, 선재 및 봉강, 볼트 및 연결재, 주조품 및 정착재와 이들의 부속재료를 포함한다.

#### 1.2 관련시방서

##### 1.2.1 도로교 설계기준

##### 1.2.2 토목공사 표준 일반시방서

##### 1.2.3 콘크리트구조설계기준

#### 1.3 참조규격

KS A 3101	샘플링 검사통칙
KS A 0011	물체색의 색이름
KS A 0062	색의 3속성에 의한 표시방법
KS B 0101	나사용어
KS B 0161	표면거칠기 정의 및 표시
KS B 0201	미터 보통나사
KS B 0211	미터 보통나사의 허용한계 치수 및 공차
KS B 0233	강재볼트 작은나사의 기계적 성질
KS B 0239	나사부품의 정밀도 측정방법
KS B 0250	주조품-치수공차 및 절삭여유 방식
KS B 0401	치수공차 및 끼워맞춤
KS B 0405	주조품의 등글기
KS B 0418	주강품의 보통공차

제 2 장 강교

KS B 0500	철강제품의 표면가공 표준
KS B 0501	촉침식 표면거칠기 측정기
KS B 0507	비교 표면거칠기 표준편
KS B 0547	체결용부품 표면결함 - 제1부:일반용 볼트·나사 및 스테드 볼트
KS B 0617	제도-표면의 결 도시방법
KS B 0802	금속 재료 인장 시험방법
KS B 0804	금속 재료 굽힘 시험
KS B 0805	금속재료의 브리넬 경도 시험방법
KS B 0806	금속재료의 로크웰 경도 시험방법
KS B 0810	금속재료 충격 시험방법
KS B 0811	금속재료의 비커스 경도 시험방법
KS B 0816	침투탐상 시험방법 및 침투 지시모양의 분류
KS B 0817	금속재료의 펄스반사법에 따른 초음파탐상 시험방법 통칙
KS B 0905	조임용 부품-인수검사
KS B 1002	6각 볼트
KS B 1007	볼트 구멍지름 및 카운터 보어지름
KS B 1010	마찰접합용 고장력 6각볼트, 6각너트, 평와셔의 세트
KS B 1012	6각 너트
KS B 1016	기초볼트
KS B 1017	접시머리볼트
KS B 1320	평행핀
KS B 1321	분할핀
KS B 1322	테이퍼핀
KS B 1326	평와셔
KS B 2819	구조물용 토크-전단형 고장력 볼트, 6각너트, 평와셔의 세트
KS B 5221	미터 보통 나사용 한계 게이지
KS D 0001	강재의 검사통칙
KS D 0028	단강품의 검사통칙
KS D 0213	철강재료의 자분탐상 시험방법 및 자분 모양의 분류

KS D 0227	주강품의 방사선 투과시험 방법
KS D 0248	탄소강 및 저합금강 단강품의 초음파 탐상시험방법
KS D 0276	강판 및 평강의 두께 방향 특성
KS D 0401	주강품의 제조, 시험 및 검사통칙
KS D 0402	주강품 주물 표면의 결모양 시험방법 및 등급분류
KS D 3051	열간압연 봉강 및 코일봉강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용차
KS D 3500	열간압연 강판 및 강대의 모양, 치수, 무게 및 그 허용차
KS D 3502	열간압연 형강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용차
KS D 3503	일반구조용 압연강재
KS D 3509	피아노 선재
KS D 3514	와이어로프
KS D 3515	용접구조용 압연강재
KS D 3529	용접구조용 내후성 열간 압연강재
KS D 3530	일반구조용 경량형강
KS D 3542	고내후성 압연강재
KS D 3557	리벳용 원형강
KS D 3558	일반구조용 용접 경량 H형강
KS D 3559	경강선재
KS D 3566	일반구조용 탄소강판
KS D 3568	일반구조용 각형강판
KS D 3592	냉간 압조용 탄소강 선재
KS D 3698	냉간압연 스테인리스강판 및 강대
KS D 3701	스프링 강재
KS D 3710	탄소강 단강품
KS D 3752	기계구조용 탄소강재
KS D 4101	탄소강 주강품
KS D 4102	구조용 고장력 탄소강 및 저합금강 주강품
KS D 4106	용접구조용 주강품
KS D 4118	도로 교량용 주강품
KS D 4301	회주철품

제 2 장 강교

KS D 4302	구상흑연 주철품
KS D 6007	고강도 황동주물
KS D 7002	PC 강선 및 PC 강연선
KS D 7009	PC 경강선
KS M 6617	방진 고무용 고무재료

1.4 제출자료

1.4.1 강제 구입시 제출자료

시공자 및 제작자는 강제 구입시 강제 제조공정, 시험 및 검사계획, 운송계획등 강제 생산과 품질에 관련된 자료를 제출해야 한다.

1.4.2 강제 및 부속품 구입품 품질확인 및 검증

시공자는 강제 및 부속품 구입품의 품질확인 및 검증을 위하여 KS D 0001(강제의 검사통칙), KS D 0028(단강품의 제조, 시험 및 검사 통칙), KS D 0401(주강품 제조, 시험 및 검사통칙), KS A 3101(샘플링 검사통칙) 등에 의하여 작성된 각 재료의 밀시트, 재료시험보고서, 제품 검사보고서 및 제품 검사성적서 등을 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

1.4.3 구입품별 제출자료

다음 표 2.2.1에 따라 시행한다.

표 2.2.1 구입품별 제출자료

품 명	자 료
강 재	재료의 밀시트 및 입고명세서
교좌 및 부속품	재료시험보고서, 제품검사보고서, 재료의 밀시트
고장력 볼트	재료의 밀시트, 세트의 검사성적서
볼트 및 앵커볼트	재료의 밀시트(일반볼트 제외), 볼트의 제품 검사 성적서
스 터 드	재료의 밀시트

## 1.5 품질보증

### 1.5.1 강재의 제조

강재는 KS인정 업체에서 제조되어야 한다.

### 1.5.2 감독자 입회

주요 부품의 제조, 시험에 감독자가 입회할 수 있다.

## 1.6 운송, 보관 및 취급

### 1.6.1 일반사항

강재의 운송, 보관 및 취급시는 강재의 휨, 굽힘 및 과재응력은 피해야 한다. 휘거나 손상을 입을 수 있는 내면 부분은 나무로 막거나 다른 방법으로 보호해야 한다.

### 1.6.2 강종 식별방법의 강구

동일 교량에 여러 종류의 강재를 사용하는 경우는 혼동을 피하기 위하여 색칠 등에 의하여 강종을 식별하는 방법을 강구해야 한다.

### 1.6.3 식별색의 종류

KS A 0011(물체색의 색 이름)에 의하고 기준색은 KS A 0062(색의 3속성에 의한 표시방법)에 따른다.

### 1.6.4 색칠에 의한 강재의 식별

색칠에 의한 강재의 식별은 표 2.2.2에 준하며 색칠방법은 원칙으로 구조용 강재의 한쪽 단면에 직선으로 칠한다.

### 1.6.5 구조용 강재

구조용 강재는 금속이 깨끗하게 유지되고, 상처를 받지 않게 상처, 운송, 하차 및 보관해야 한다. 재료는 지상의 마루, 받침목 또는 기타 지지물 위에 보관하고, 부식되지 않게 덮어서 보호해야 한다.

### 1.6.6 볼트 및 연결재

볼트 및 연결재는 KS B 0905(조임용 부품 - 인수검사)에 의하여 인수검사가 완료된 것을 상자로 포장하여 운반하도록 하며 실내 보관관리를 원칙으로 한다. 다만, 제품의 표시와 포장의 표시방법은 사용강재의 해당 산업규격에 따른다.

제 2 장 강교

표 2.2.2 색칠에 의한 강재식별

강재종류		식별색		색칠방법
		색의종류	기준색	
SS 400		백색	N 9.5	1선
SM 400	A	녹색	5G 5.5/6	1선
	B			2선
	C			3선
SM 490	A	황색	2.5Y 8/12	1선
	B			2선
	C			3선
	TMC			4선
SM 490Y	A	등황색	2.5YR 6/13	1선
	B			2선
SM 520	B	분홍색	2.5YR 6.5/8	1선
	C			2선
	TMC			3선
SM 570	Q	적색	5R 4/13	1선
	N			2선
	T			3선
	TMC			4선
SMA 400 (1종)	A	은색-녹색	은색은 지정하지 않고 녹색은 5G 5.5/6	1선
	B			2선
	C			3선
SMA 490 (2종)	A	은색-황색	은색은 지정하지 않고 황색은 2.5Y 8/12	1선
	B			2선
	C			3선
SMA 570 (3종)	P	은색, 적색	은색은 지정하지 않고 적색은 5R 4/13	1선
	W			2선
한냉지용 구조용 강재		갈색	기준색 없음	재질을 식별하는 색선에 갈색1선 추가

2. 재료

2.1 일반사항

2.1.1 강재

강재는 한국산업규격에 적합한 재료를 사용하되 강재의 검사통칙 KS D 0001에 의하여 작성된 밀시트와 대조·확인해야 한다.

2.1.2 규격품 이외의 강재

강재의 종류는 해당 산업규격의 기준에 준하되 본 규격품 이외의 강재를 사용하고자 할 때는 사용강재의 해당 산업규격 절차에 의하여 제시함에 합격한 품질확인서를 제출하여 감독자의 승인을 받아 사용할 수 있다.

2.2 사용재료

2.2.1 강판

- (1) 일반구조용 압연강재 : KS D 3503
- (2) 용접구조용 압연강재 : KS D 3515
- (3) 용접구조용 내후성 열간 압연강재 : KS D 3529
- (4) 고내후성 압연강재 : KS D 3542

표 2.2.3 강재사용 규격

KS D 3515		두께 t(mm)	KS D 3529	
종 류	기 호		종 류	기 호
SM 400	A	$8 \leq t \leq 32$ (25)	SMA 400 (1종)	A
	B	$8 < t \leq 40$ (40)		B
	C	$8 < t \leq 100$ (100)		C
SM 490	A	$8 < t \leq 25$ (16)	SMA 490 (2종)	A
	B	$8 \leq t < 40$ (40)		B
	C	$8 < t \leq 100$ (100)		C
	TMC	$8 < t \leq 100$		
SM 490Y	A	$8 \leq t \leq 16$		
	B	$8 \leq t \leq 40$		
SM 520	B	$8 \leq t \leq 40$		
	C	$8 \leq t \leq 100$		
	TMC	$8 \leq t \leq 100$		
SM 570	-	$8 \leq t \leq 100$ (100)	SMA 570 (3종)	W
	TMC	$8 \leq t \leq 100$		P
SS 400	-	$8 \leq t \leq 100$		

주 : 1) 일반구조용 압연강재 기호 : SS(KS D 3503)

2) ( )내의 수치는 SMA 규격임

3) 교량용 주부재는 8 mm이상의 두께를 갖는 강판을 사용하는 것이 좋다.

다만, I형강 및 ㄷ형강의 복부판은 7.5 mm 이상의 두께 사용을 권장하며 플레이트 거더 및 박스형 거더의 리브 보강재는 환경부식이 좋거나 또는 부식을 고려할 경우 6 mm이상을 사용해도 좋다.

제 2 장 강교

4) 강재단위 조건표

KSD 3503	종래단위	SS 34	SS 41	SS 50	SS 55
	SI 단위	SS 330	SS 400	SS 490	SS 540
KSD 3529	종래단위	-	SMA 41	SMA 50	SMA 58
	SI 단위	-	SMA 400	SMA 490	SMA 570

5) 강재의 열처리 기호

- (가) 강재의 노멀라이징하는 경우 : N
- (나) 강재의 템퍼링하는 경우 : T
- (다) 강재의 퀴칭·템퍼링하는 경우 : Q
- (라) 강재의 열가공제어를 하는 경우 : TMC
- (마) SMA재를 압연그대로 또는 녹 안정화 처리의 경우 : W
- (바) SMA재를 보통도장하여 사용하는 강재 : P

6) 판두께 방향의 단면 수축률(KS D 0276)

등급번호	3개 시험편의 평균값	개개의 시험값
K15	15% 이상	10% 이상
K25	25% 이상	15% 이상
K35	35% 이상	25% 이상

용접에 의해 구속력을 받는 주요부재에서 판두께 방향으로 인장력을 받아 강재의 판두께 방향 특성을 고려해야 하는 경우에는 위와 같이 KS D 0276을 참고하여 판두께 방향의 단면수축률 값을 보증할 수 있는 강재를 사용하는 것이 좋다. 그리고 이러한 강재를 사용할 경우는 강종의 명칭 뒤에 등급번호를 부기한다(예: SM490C-K25)

2.2.2 강관 및 형강

- (1) 일반구조용 탄소강관 : KS D 3566
- (2) 일반구조용 각형강관 : KS D 3568
- (3) 일반구조용 경량형강 : KS D 3530
- (4) 일반구조용 용접경량H형강 : KS D 3558

2.2.3 선재 및 봉강

- (1) 와이어로프 : KS D 3514
- (2) 냉간 압조용 탄소강선재 : KS D 3592
- (3) PS강선 및 강연선 : KS D 7002
- (4) PS경강선 : KS D 7009

2.2.4 볼트 및 핀

- (1) 6각볼트 너트 : KS B 1002, KS B 1012
- (2) 마찰이음용 고장력 6각볼트·6각너트 평와셔의 세트 : KS B 1010
- (3) 구조물용 토크-전단형 고장력 볼트·6각너트 평와셔의 세트(T/S 고장력 볼트) :  
KS B 2819
- (4) 핀 : KS B 1320(평행핀)  
KS B 1321(분할핀)  
KS B 1322(테이퍼핀)
- (5) 접시머리볼트 : KS B 1017

표 2.2.4 마찰이음용 고장력볼트 및 일반볼트

종 별	규 격	볼 트 등 급
마찰이음용 고장력볼트	KS B 1010(6각볼트, 6각너트, 평와셔세트)	F8T, F10T
	T/S볼트, 6각너트, 평와셔	S10T
지압이음용 고장력볼트	KS B 1010(6각볼트, 6각너트, 평와셔세트)	B8T, B10T
일 반 볼 트	KS B 1002(6각볼트) KS B 1012(6각너트) KS B 1326(평와셔)	-

주 : 1) 볼트의 종류 및 규격은 2-5의 2.1.3항 참조

2.2.5 스테드형 전단연결재

- (1) 스테드 연결재는 상온에서 제작되어야 하며, 마무리된 스테드 연결재는 품질이 균일하고 해로운 겹침, 균열, 비틀림, 굽힘 또는 결함이 없어야 한다.
- (2) 스테드 연결재는 머리부분이나 몸부분에 단면축소나 깊은균열 및 터짐이 없어야 한다. 스테드의 형상, 치수 및 허용오차는 표 2.4.4에 준한다.
- (3) 스테드 연결재의 인장강도는 인장시험에 의하여 결정해야 하되 강도조건은 표 2.4.5에 준한다.
- (4) 스테드 연결재는 용접을 위해서 열저항성이 있는 세라믹으로 된 아크피복이나 기타 적합한 재료와 함께 공급해야 한다.

## 제 2 장 강교

### 2.2.6 주조품

교량 받침용 재료는 KS D 4118(도로교용 주강품)을 주로 사용하되 본 산업 규격 이외의 재료를 사용할 경우는 표 2.2.5에 준한다. 다만, 「동합금 받침판」과 함께 「고강도 롤러 및 받침판」은 그 성능이 확인된 것을 사용한다.

표 2.2.5 받침용 재료

종 별	규 격	기 호
단 강	KS D 3710(탄소강단강품)	SF 490A 및 SF 540A
	KS D 4101(탄소주강품)	SC450
주 강	KS D 4106(용접구조용 주강품)	SCW410 및 SCW480
	KS D 4102(구조용고장력 탄소강 및 저합금강 주강품)	SCMn 1A 및 SCMn 2A
주 철	KS D 4301(회주철품)	GC 150, GC 250
	KS D 4302(구상흑연 주철품)	GCD 400, GCD 450
합 금 강	KS D 3752(기계구조용 탄소강재)	SM35C 및 SM45C
스 프 링 강 재	KS D 3701(스프링강재)	SPS3
고강도 황동주물	KS D 6007(고강도 황동주물)	HBS C4
크롤로플렌계고무	KS M 6617(방진고무용 고무재료)	CO8-B1
보 강 강 판	KS D 3698(냉간 압연스테인리스 강판)	STS 304

### 2.2.7 기초 및 앵커볼트

- (1) 기초볼트 : KS B 1016
- (2) 앵커볼트 : KS D 3503(SS 400), KS D 3752(SM 35C, SM 45C)
- (3) 핀 : KS D 3503(SS 400), KS D 3752(SM 35C, SM 45C)

2.2.8 용접재료 : 2-4 용접의 해당요건 참조

2.2.9 페 인 트 : 제6장 도장의 해당요건 참조

## 2.3 자재의 허용오차

### 2.3.1 강판

- (1) 강판두께의 허용오차는 KS D 3500(열간압연강판 및 강대의 형상, 치수, 무게와 그 허용오차)의 표 4에 있는 두께의 허용오차를 적용하되, (-)측의 허용차는 공칭두께의 5%에 해당하는 값과 KS D 3500의 표 4의 값 중에서 절대치가 작은 값으로 한다.
- (2) 강판은 표면에 KS B 0161(표준거칠기 정의 및 표시)에 규정한 100S(0.1mm)를 초과하는 깊이의 흠이 없는 것을 사용해야 한다. 강판에 흠이 있을 경우 보수방법은 표 2.2.6에 준하여 시행하되 그라인더 손질후의 두께는 강판두께의 허용오차 범위 이내이어야 하며 강판의 손질부분은 깨끗해야 한다.
- (3) 용접보수는 강재의 종류에 따라 보수방법을 선정하되 강판에 용접시는 언더컷이나 오버랩이 없어야 하고 덧살용접은 압연면에서 적어도 1.5 mm 이상으로 하고 이것을 그라인더로 마무리하여 동일 높이로 한다.

표 2.2.6 강재결합의 보수방법

흠	보 수 방 법
깊이 0.1 mm-1 mm	그라인더로 갈아서 균일하게 한다.
깊이 1 mm이상	덧살용접 후 그라인더로 다듬질하고 비파괴 검사를 실시하여 건전성을 보장한다.

- (4) 강재의 층상 갈라짐 및 절단면의 결함은 이 시방서 2-3의 3.3.8항에 준하여 보수해야 한다. 다만, 보수한 강재의 표면은 KS B 0161에 규정한 100S(0.1 mm)를 초과해서는 안 된다.
- (5) 열처리한 강판은 용접보수 후 새로 강판 몸체에 열처리를 해야 한다. 열처리에 의한 응력제거는 이 시방서 2-4의 3.13항에 준하되 열처리대상 및 범위는 승인된 열처리계획 및 절차서에 준한다.

### 2.3.2 강판 및 형강

탄소용강판 및 각관(角管)의 제작 허용오차는 KS D 3566(일반구조용 탄소강판), KS D 3568(일반구조용 각형강판)의 5항과 7항을 기준으로 하며 형강은 KS D 3502(열간압연 형강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용차)에 준한다.

## 제 2 장 강교

### 2.3.3 선재 및 봉강

- (1) 와이어 로프의 소선지름의 허용오차는 KS D 3514(와이어로프) 표 6에 의하고 와이어 로프 지름의 허용오차는 로프의 지름이 10 mm 이하는 로프 지름의 +10%이내, 로프의 지름이 10 mm이상은 +7%이내 이어야 한다. 와이어 로프용 선재는 KS D 3559(경강선재)로서 선재의 허용오차는 선재지름의  $\pm 0.5$  mm이며 편경차는 0.5 mm이하 이어야 한다.
- (2) 냉간압조용 탄소강선재의 지름의 허용차 및 편경차는 KS D 3592(냉간압조용 탄소강선재)의 표 5에 준한다.
- (3) PS 강선 및 강연선의 치수 및 허용차는 KS D 7002(PS 강선 및 PS강연선) 표 4에 준하고 강연선 선재는 KS D 3509(피아노선재)에 준한다.
- (4) PS 경강선의 표시, 치수, 허용차, 공칭단면적 및 단위무게는 KS D 7009(PS 경강선)에 준하고 선의 제조에 사용하는 재료는 KS D 3559(경강선재)의 선재 또는 이와 동등이상의 선재로 한다.
- (5) KS D 3557(리벳용 원형강)의 허용오차는 KS D 3051(열간압연 봉강 및 코일 봉강의 모양, 치수 및 무게와 그 허용차)에 준한다.

### 2.3.4 볼트 및 연결재

- (1) 6각볼트 너트(「일반볼트」라 칭함)의 허용오차는 해당규격이 정한 규정에 준한다. 허용오차 측정은 KS B 0211(미터 보통나사의 허용 한계 치수 및 공차), KS B 0239(나사부품의 정밀도 측정방법), KS B 5221(미터 보통나사용 한계 게이지)에 준한다. 볼트의 결함 및 표면검사는 KS B 0547(체결용 부품 표면결함 - 제1부 : 일반용 볼트·나사 및 스테드 볼트), KS B 0507(비교 표면거칠기 표준편), KS B 0501(촉침식 표준거칠기 측정기)에 준한다.
- (2) 마찰 이음용 고장력 6각볼트·6각너트 및 평와셔(「고장력 볼트」라 칭함)의 허용오차는 해당규격이 정한 규정에 준한다. 허용오차의 측정은 KS B 0211(미터 보통나사의 허용한계 치수 및 공차), KS B 0239(나사부품의 정밀도 측정방법), KS B 5221(미터 보통나사용 한계 게이지)에 준한다. 겉모양 검사는 KS B 0547(체결용 부품-표면결함), KS B 0507(비교 표면 거칠기 표준편), KS B 0501(촉침식 표면거칠기 측정기)에 준하며 표면결함 시험은 KS B 0816(침투탐상 시험방법 및 지시모양의 분류) 및 KS D 0213(철강재료의 자분탐상 시험방법 및 결함자분 모양등급 분류)에 준한다.

- (3) 토크-전단형 고장력 볼트(T/S 볼트)6각너트 및 평와셔의 품질규격은 (2)항의 고장력볼트 규정에 준한다.
- (4) 스테드형 전단연결재는 (1)항의 기준과 동일하게 적용한다.
- (5) 핀(평행핀, 분할핀, 테이퍼핀)은 KS B 0401(치수공차 및 끼워맞춤) 및 KS B 0617(제도-표면의 결 도시 방법)에 준한다. 경도시험은 KS B 0806(금속재료의 로크웰 경도시험) 이나 KS B 0811(비커스 경도시험법)에 준한다.

### 2.3.5 주조품

- (1) 주조품은 압탕에서 제조된 것을 사용하되 주조응력을 제거한 주조품을 사용해야 하며 품질이 균일하고 틈, 변형 등의 해로운 결점이 없어야 한다.
- (2) 핀 및 롤러 지름의 허용오차는  $\pm 2$  mm 이내야 하며 롤러의 허용오차는 0.1 mm 이내로 한다.
- (3) 단강품의 검사방법은 KS D 0028(단강품의 검사통칙)에 준한다. 표면가공은 설계도에 명시한 수치에 준하되 특별히 명기하지 않았을 경우는 KS B 0500(철강제품의 표면가공표준)에 준하고 표면검사 및 시험은 KS B 0817(금속재료의 펄스반사법에 따른 초음파 탐상 시험방법), KS D 0248(탄소강 저합금강 단강품의 초음파 탐상시험에 따른 등급분류와 판정), KS D 0213(철강재료의 자분탐상 시험방법 및 결함 자분 모양 등급 분류)에 준한다.
- (4) 주강품의 허용오차는 KS B 0418(주강품의 보통허용차)에 준하되 검사방법은 KS D 0401(주강품의 제조, 시험 및 검사통칙)에 준한다. 표면가공은 설계도에 명시한 수치에 준하되 특별히 명기하지 않았을 경우는 KS D 0402(주강품 주물 표면의 결모양 시험방법 및 등급분류)에 준하고 표면검사 및 시험은 KS B 0817, KS D 0227(주강품의 방사선 투과시험 및 투과 사진의 등급분류방법) 또는 KS D 0213에 준한다.
- (5) 주철품의 허용오차는 KS B 0250(주조품의 치수공차 및 절삭여유 방식), KS B 0405(주조품의 등글기)에 준한다. 표면가공은 설계도에 명시한 수치에 준하되 특별히 명기 하지 않았을 경우는 KS B 0500에 준하고 표면검사 및 시험은 KS B 0817, KS D 0227, KS B 0816에 준한다.

### 2.3.6 기초 및 앵커볼트

- (1) 지름이 M36이하 기초볼트 사용규격은 KS B 1016(기초볼트)에 준하고 지름이 M42 이상은 앵커볼트 제작도면 및 시방서 기준에 준하되 사용재료는 KS D 3503

## 제 2 장 강교

(일반구조용 압연강재) SS 400 또는 인장강도 400 MPa 이상, 경도 HB 105~229의 재료나 그의 설계에서 지정한 강재에 준한다.

- (2) 볼트 및 나사는 KS B 0201(미터 보통나사)에 준하며 그 등급은 KS B 0211(미터 보통나사 허용한계 치수 및 공차)에 따른다.
- (3) 재료의 기계적 성질검사는 KS B 0233(강재볼트 작은 나사의 기계적 성질) 준하며 나사검사는 KS B 5221(미터 보통나사용 한계 게이지)에 준한다.
- (4) 기초 및 앵커볼트의 외관모양은 볼트의 터짐 및 사용상 유해한 잔금, 뒤말림 및 흠 등의 표면 결함이 없어야 한다. 또한 표면결함의 허용한계의 기준을 별도로 지정하지 않았을 경우는 KS B 0101(나사용어)의 참고에 따른다.
- (5) 기초판 베이스 플레이트는 설계도나 KS B 1007(볼트구멍 지름 및 카운터 보어지름)에 준한다.
- (6) 「강도로교 설계기준」이 정한 다듬볼트 제작의 경우 KS D 3503 강재는 「일반볼트」 제작 시방에 준하고 KS D 3752 및 KS D 3710 재료는 「고장력볼트」 기준에 준한다. 다만, 볼트의 결함검사는 KS B 0547(체결용 부품-표면결함-제1부 : 일반용 볼트·나사 및 스테드 볼트)에 준한다.
- (7) 핀제작의 경우 KS D 3503을 제외한 사용재료의 제작은 이 시방서 2-5의 3.6항에 준한다.

### 2.4 자재의 품질관리

#### 2.4.1 자재 품질관리시험이 필요한 경우

시공자는 KS규격 미제정 재료나 규격증명서와 제품의 대조가 불가능할 경우 또는 추가시험이 필요할 시에는 자재 품질관리시험을 실시하여 그 결과를 감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

#### 2.4.2 품질시험 또는 검사의 생략

품질검사 전문기관의 시험성적서가 제출된 자재, KS규격 표시품, 관계 법령에 의하여 품질검사를 받았거나 품질을 인증 받은 자재에 대해서는 품질시험 또는 검사를 실시하지 아니할 수 있다.

#### 2.4.3 일반시험

자재품질관리 시험 중 일반시험은 다음에 준하되 해당강재에 적합한 시험을 실시해야 한다. 다만, 이 시험 이외의 추가시험이 필요할 시는 해당강재 규격이 정한 제시험 기준에 준한다.

- (1) 금속재료 인장 시험방법 : KS B 0802
- (2) 금속재료 굽힘 시험방법 : KS B 0804
- (3) 브리넬 경도 시험방법 : KS B 0805
- (4) 로크웰 경도 시험방법 : KS B 0806
- (5) 금속재료 충격 시험방법 : KS B 0810
- (6) 버커스 경도 시험방법 : KS B 0811
- (7) 침투탐상 시험방법 및 지시모양의 분류 : KS B 0816
- (8) 철강재료의 자분탐상 시험방법 및 결함자분 모양등급분류 : KS D 0213
- (9) 주강품의 방사선 투과 시험방법 및 투과사진의 등급분류방법 : KS D 0227
- (10) 조임용 부품검사 - 인수검사 : KS B 0905
- (11) 체결용 부품 표면결함 - 제1부 : 일반용 볼트·나사 및 스테드볼트 : KS B 0547
- (12) 라미네이손 테스트
- (13) 용접성 시험

## 2-3 제작

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

##### 1.1.1 일반사항

이 절은 강교 제작에 필요한 가공, 용접 및 공장 가조립 공사에 적용한다. 또한 공장 제작이 완료된 재편 및 단품들의 공장 반출 및 현장 반입에 필요한 운송 계획 등이 포함된다.

##### 1.1.2 가공의 범위

가공은 현도, 마킹, 절단, 개선가공, 구멍뚫기, 굽힘가공 등과 지압면, 마찰면, 도장면 결합 등의 표면가공, 그리고 재편 조립 및 단품 제작검사를 포함한다.

##### 1.1.3 가조립 및 운송의 범위

가조립 및 운송은 조립 택용접 및 공장 가조립 방법과 검사기준 그리고 공장 제작품의 운송에 관한 내용을 포함한다.

#### 1.2 관련시방서

##### 1.2.1 도로교 설계기준

##### 1.2.2 토목공사 표준 일반시방서

#### 1.3 참조규격

KS B 0052 용접기호

KS B 0161 표면거칠기 정의 및 표시

KS B 0416 금속판 전단가공품 보통허용차

KS B 0428 가스절단가공 강판 보통허용차

KS B 5209 강제줄자

KS B 0810 금속재료 충격 시험방법

#### 1.4 제출물

##### 1.4.1 제작도

- (1) 제작자는 치수, 제작방법, 연결재(판), 정착재 및 부대품의 위치를 표기한 상세 제작도를 작성하여 제출해야 한다. 이 때 제작도의 종별 및 축척을 정확히 기입해야 한다. 제작도는 특별한 경우 감독자/감리원과 협의하여 변경할 수 있다.

- (2) 제작도는 작업관련자들이 명확하게 의사전달이 이루어지도록 작성하여야 하며 보관관리를 편리하게 하기 위하여 용지규격은 A1~A3로 한다.
- (3) 제작자는 발주자가 발행하는 설계도서, 공사시방서 및 특별시방서에 따라 제작도 및 재료표를 작성하여 제출한다.
- (4) 제작자는 발주자가 발행한 도서의 불명확한 부분에 대하여 가능한 한 빠른 시일 내에 감독자에게 통보하여야 하며, 감독자는 설계자의 의견을 접수하여 제작자에게 통보해야 한다. 모든 통보는 서면으로 해야 한다.
- (5) 제작도에는 부재의 기호, 용접기법, 절단, 커버플레이트, 연결, 구멍, 볼트 및 연결재, 솟음, 제작 및 설치허용 오차, 마무리 종류, 페인트 계열, 부재의 무게 및 주요 여유고 등 특기사항을 포함해야 한다.
- (6) 조립도는 현장에서 설치하는데 편리하도록 각 부재의 기호를 일정한 위치에 기입하여 설치자가 부재의 방향을 혼동하지 않도록 해야 한다.
- (7) 제작도에서 부재의 부분 상세도(코우프(cope)치, 홀(hole)의 간격 등)는 설계도서와 일치하지 않더라도 설계자 또는 해당부재 거동을 충분히 이해하는 전문기술자와 협의하여 구조적 영향이 없다고 판단된 경우, 감독자의 승인 하에 제작공장의 표준화된 설비에 적합하도록 작성할 수 있다.
- (8) 제작도에서 공장 및 현장용접은 「KS B 0052」의 표준 용접기호로 명시되어야 하고 각 도면마다 용접의 치수, 길이 및 형식을 명확히 나타내야 한다. 공사기록도면(준공도면)에는 개별용접공의 신원을 명시해야 한다. 다만, 기재가 불가능할 시는 용접자의 신원을 알 수 있도록 준공보고서에 수록해야 한다.

#### 1.4.2. 시공계획서

- (1) 제작자는 제작도, 필요하다면 현도, 마킹, 절단 등 가공은 물론 조립 택용접, 임시용접, 용접, 용접검사, 공장 가조립, 공장 가조립검사 등에 대한 시공계획서를 작성해야 한다.
- (2) 제작자는 다음과 같이 제작도, 현도, 마킹 및 절단에 대한 검사 및 시험계획을 수립해야 한다.
- (3) 가공 검사는 본용접하기 전에 형강 및 판의 절단 상태, 마무리 상태, 모양, 치수 등을 검사하여 가조립 전에 소재의 교정을 실시하는 것을 원칙으로 한다.
- (4) 제작자는 공장 내 조립에 대해 검사 및 시험계획을 수립해야 한다.

## 제 2 장 강교

- (5) 제품 검사는 제품 완성 후에 정밀도기준에 의거하여 검사한 후 검사성적표를 작성해야 한다. 또한 이를 감독자에게 제출하여 승인을 얻어야 한다.
- (6) 공정계획에는 상세 설계서 검토, 강재구입 및 조달, 제작(현도, 가공, 용접), 공장가조립, 도장(공장도장), 운송계획 등이 포함되어야 한다.
- (7) 제작자는 부재의 공장가조립 및 해체, 부재(제작품)의 운송계획을 수립해야 한다.
- (8) 부재의 운송 및 야적관리는 부재의 취급요령, 운송방법, 야적관리요령 등을 포함해야 한다.
- (9) 제작자는 필요에 따라 제작품의 현장 가설을 고려한 시공계획을 수립해야 한다.

### 1.4.3 제작보고서

- (1) 제작자는 제작완료 후 제작 완료보고서를 제출해야 한다.
- (2) 제작 완료보고서는 제작시험검정결과, 공장가조립 성적서 또는 최종가설 성적서, 사용재료에 대한 품질보증서, 제품자료, 품질확인서 등을 포함해야 한다.

## 1.5 품질보증

### 1.5.1 감독자에 대한 통지

제작자의 공장 또는 시설은 제작 작업을 시작하기 전에 감독자의 검사와 승인을 받아야 한다. 검사 및 승인대상은 품질관리계획, 품질관리조직, 품질관리자의 자격, 주요장비 및 시설능력 등으로 제작 작업을 시작하기 최소한 10일전에 서면으로 감독자에게 통지해야 한다. 다만, 건설기술관리법 제24조의3의 규정에 의한 철강구조물제작 인증공장에서 제작하는 경우에는 공장검사를 생략할 수 있다.

### 1.5.2 현도검사

제작자는 제작착수 전 현도 또는 그에 준하는 내용을 작성하여 검사를 받아야 한다. 현도작업 시 주요사항에 대해서는 필요시 감독자의 입회 검사를 받아야 한다.

### 1.5.3 제작 기준온도

강구조물 제작 시 온도 기준에 대하여 별도 명기한 것이 없으면 제작 기준온도를 10℃로 하여 구조물의 수축, 팽창을 제작에 반영해야 한다.

### 1.5.4 제작 허용오차

- (1) 제작의 허용오차는 이 시방서 2-3의 표 2.3.8의 규정에 의한다.
- (2) 보 또는 플레이트 거더의 솟음은 하중이 적재되지 않은 상태에서 부재의 형상을 고려하여 정밀하게 측정해야 한다.

### 1.5.5 측정장비와 시험기기

- (1) 제작 및 가설 시 사용되는 측정 장비와 시험기기는 사용 전 검사 또는 검정을 받아 합격품을 사용해야 한다.
- (2) 감독자는 검정장치의 정확성에 대하여 의문이 있을 경우에는 정확성을 확인 받도록 요구할 수 있다.

### 1.5.6 공장 내 기준자

공장 내에서 사용하는 기준자는 「KS B 5209」에 규정된 핸드테이프 1급(50 m) 이상으로 하며, 강제 줄자(기준자)는 24개월 이내에 교정 검사를 필한 것을 사용해야 한다.

### 1.5.7 용접공 및 용접기술자의 자격

용접공 및 용접기술자의 자격은 이 시방서 2-4 용접에서 규정한 용접공의 해당자격을 가진 자로서 2-4 용접의 해당요건에 따른다.

## 2. 재료

### 2.1 사용재료

공장제작에 사용되는 강재는 이 시방서 2-2의 해당재료에 준한다.

## 3. 가공

### 3.1 현도작업

#### 3.1.1 일반사항

현도작업은 제작도면을 기준으로 제작 전에 작성하되 제작물의 기본 형상과 제작상의 지장유무를 확인해야 한다. 다만, 문제가 있을 경우는 감독자의 지시에 따른다.

#### 3.1.2 추가사항

현도작업은 제작도를 기준으로 금긋기용 형판(템플레이트)과 띠철(타이플레이트)을 작성하되 형판과 띠철의 작성은 필요시 감독자의 입회검사를 받아야 한다. 다만, 자동가공기(CNC)를 사용할 경우는 형판과 띠철을 작성하지 않아도 된다.

### 3.2 마킹

#### 3.2.1 마킹 방향

강판위에 주요부재를 마킹할 때는 3.3.1의 절단 방향과 같이 고려해야 한다.

#### 3.2.2 마킹 작업기준

- (1) 마킹할 때는 원칙적으로 완성된 구조물의 부재로서 남을 곳에 상처가 나지 않도록 해야 한다.
- (2) 주요부재로 사용될 강판에 마킹할 때에는 펀치(punch)등을 사용하지 않는 것을 원칙으로 한다.
- (3) 절단, 용접 등 가공을 인한 수축 여유를 고려하여 최종 제작물이 정확한 치수를 확보할 수 있도록 마킹해야 한다.

### 3.3 절단 및 그루브 가공

#### 3.3.1 절단방향

축방향력을 받는 부재와 휨모멘트를 받는 부재의 압축 또는 인장플랜지 등 주로 수직응력이 작용하는 경우는 압연방향이 주된 수직응력의 방향과 일치하도록 강판을 절단하는 것을 원칙으로 한다. 전단, 또는 휨모멘트와 전단을 동시에 받는 복부판과 다이아프램 등은 압연방향이 전단력 작용방향과 수직이 되도록 강판을 절단하는 것을 원칙으로 한다. 경우에 따라서는 위에서 원칙적으로 제시한 절단방향을 어느 정도 조정하여 부재의 종방향과 압연방향이 일치되도록 할 수 있다.

#### 3.3.2 절단가공

주요 부재의 절단은 자동절단기로 해야 한다. 가스절단 및 가스가공한 강판의 허용오차는 「KS B 0428」에 준하되 절단면의 품질은 표 2.3.1에 따른다.

표 2.3.1 가스절단면의 품질

부재의 종류	주요 부재	2 차 부재
표면 거칠기 <sup>1)</sup>	50S 이하	100S 이하
노치 깊이 <sup>2)</sup>	노치가 없어야 한다.	1 mm 이하
슬래그	슬래그 덩어리가 점점이 부착되어 있을 경우 흔적이 남지 않게 제거해야 함.	
상연의 상태	약간은 둥근 모양을 하고 있지만 매끄러운 상태의 것	

주 : 1) 표면 거칠기란 KS B 0161에 규정하는 표면의 조도를 나타내며 50S라 함은 표면 거칠기 50/1,000 mm의 요철을 나타낸다.

2) 노치깊이는 노치 마루에서 골 밑까지의 깊이를 나타낸다.

### 3.3.3 전단가공

채움재, 띠철, 형강, 판두께 10 mm 이하의 연결판, 보강재 등은 전단 절단할 수 있다. 전단 가공품의 허용오차는 「KS B 0416」에 따른다. 절단선 부위가 손상을 입은 경우에는 손상부를 제거할 수 있도록 깎아 내거나 또는 그라인더로 평활하게 마무리해야 한다. 이때 마무리 표면의 품질은 표 2.3.1에 따른다.

### 3.3.4 절단재의 표면준비

절단할 강재의 표면에 녹, 기름, 도료가 부착되어 있는 경우는 제거 후 절단한다.

### 3.3.5 개선가공

개선각도(그루브 각도) 및 루트는 정밀하게 가공되어야 한다. 개선 가공면의 품질은 표 2.3.1에 따른다. 그루브용접을 위한 그루브 가공 허용오차는 규정값에  $-2.5^\circ$ ,  $+5^\circ$ (재편조립 정밀도의 1/2) 범위 이내, 루트면의 허용오차는 규정값에  $\pm 1.6$  mm 이내로 해야 한다. 그루브 가공은 자동가스절단기 또는 기계절단기로 하는 것을 원칙으로 한다.

### 3.3.6 부재의 모서리가공

- (1) 주요부재의 모서리는 약 1 mm 이상의 모따기 또는 반지름을 가지도록 그라인드 가공 처리한다.
- (2) 2차부재는 약 1 mm 정도의 모따기 또는 반지름을 가지도록 그라인드 가공 처리한다.

### 3.3.7 극후판의 가공

두께 50 mm를 초과하는 극후판의 경우 압연강재의 최외측 10 mm 부분은 자동 가스 절단하며, 절단면에 드래그라인(drag line)을 없애야 하는 정도로 절삭 처리 후 사용하는 것을 원칙으로 한다.

### 3.3.8 절단면 검사 및 결함보수

- (1) 절단면의 검사는 표 2.3.1을 기준으로 시행하며 이 값을 초과하는 거친 면, 노치 및 깊이는 기계연마나 그라인더로 다듬질하여 제거해야 한다.
- (2) 절단면의 보수는 보수된 강재가 적기에 사용될 수 있도록 재편 조립작업 전에 보수를 완료해야 하며 다음에 준하여 보수해야 한다.
  - ① 가스절단면 거칠기가 규정치를 초과하는 부분은 그라인더로 다듬질하여 규정치 이내로 한다. 그라인더로도 규정치 이내로 되지 않는 부분에 대해서는 그 부분을 덧살용접 후 그라인더로 다듬질한다.
  - ② 가스절단면 노치 깊이가 1 mm를 초과하는 것은 그 부분을 덧살용접 후 그라인더로 마무리한다.
  - ③ 가스 절단면의 직각도가 강판두께 20 mm 이하인 경우 1 mm 이하, 20 mm를 초과하는 경우는  $t/20$ (mm) 이하로서 이 규정치를 초과하는 부분은 그라인더로 다듬어 규정치 이내로 해야 한다.

제 2 장 강교

- (3) 절단면의 결함은 육안검사로 하고 용접이음부는 방사선 투과검사 또는 초음파 탐상 검사에 의하여 확인해야 한다. 절단면의 결함은 강재의 라미네이션 및 관상현상(파이프)으로 나타나는 가스공, 다공성뿐만 아니라 수축공극으로 요철, 슬래그 및 강재내의 이물질 용착으로 나타나는 내화물이나 산화물의 결함도 포함한다. 동일 평면에 존재하는 여러 개의 결함이 모재 두께의 5%이내, 또는 인접한 두 결함들이 이들 중 짧은 쪽 결함의 길이 이내에 존재하는 경우는 이들 결함이 연속인 것으로 간주하고, 이 연속 결함의 시종점 사이의 길이를 결함의 길이로 정한다.
- (4) 절단면의 결함 허용오차 및 보수는 표2.3.2에 준한다.
- (5) 결함 보수로 제거되는 강재량은 최소량이거나 그 허용범위를 초과해서는 안 된다.
- (6) 형강표면의 결함 보수는 제작자가 해당 산업규격에 준하여 시행해야 하며 절단면의 품질은 표 2.3.1에 준한다.

표 2.3.2 절단면의 결함 허용오차 및 보수방법

결 함	보 수 방 법
○ 길이 25 mm 이하의 결함	불필요, 조사 불필요
○ 길이 25 mm 초과 최대깊이 3 mm이하의 결함	불필요, 깊이는 조사
○ 길이 25 mm 초과 깊이 3 mm~6 mm 결함	제거, 용접할 필요는 없음
○ 길이 25 mm 초과 깊이 6 mm~25 mm인 결함	완전하게 제거 후 용접 용접부의 총길이는 보수하는 부재단부길이의 20%이하
○ 길이 25 mm 초과 깊이 25 mm 초과하는 결함	3.3.8의 (8)항에 의하여 보수

주 : 1) 결함의 길이는 강재 절단면의 긴 변(주된 응력 방향)의 치수이며 결함의 깊이는 절단면에서 강재방향으로 연장된 결함거리임  
 2) 품질저하의 우려가 되는 산소절단면의 결함 10%에 대해 깊이를 결정하기 위해서 절단면을 그라인딩하여 무작위 추출조사를 실시해야 한다. 이때 조사된 결함 중 하나라도 그 깊이가 3 mm를 초과하면 절단면의 나머지 부분도 깊이를 결정하기 위해 절단면을 그라인딩 조사해야 한다. 만약 10% 무작위 추출조사 때 어떠한 결함도 그 깊이가 3 mm를 초과하지 않을 경우 절단면의 나머지 부분은 조사할 필요가 없다.

- (7) 그림 2.3.1의 「Y-형」 과 같은 모재내의 결함은 결함 제거 후 실제 순단면적이 공칭 치수를 기준으로 계산한 순단면적의 98% 이상의 경우에만 기계연마나 그라인딩으

로 제거할 수 있다. 결함 제거의 경우 경사가 1/10를 초과하지 않도록 강재 단부를 균일하게 다듬질한다. 고장력강의 「Y-형」 결함은 용접보수를 하지 않아도 좋다.

- (8) 결함 길이가 25 mm를 초과하고 깊이가 25 mm보다 큰 결함의 보수는 다음에 준하여 시행한다.
- ① 그림 2.3.1에서 「W,X,Y-형」의 결함은 이음을 완료하기 전에 그 크기와 모양을 초음파 탐상검사 방법에 의하여 확인, 결정해야한다.
  - ② 「W,X,Z-형」의 결함 허용면적은 강판 면적의 4%를 초과해서는 안 된다. 또한 결함 길이나 깊이가 모재의 폭과 길이의 각각 20%를 초과해서는 안 된다.
  - ③ 위의 ②항의 허용면적을 초과하지 않는 「Z-형」 결함은 용접면에서 25 mm이상 떨어져 있을 경우는 보수할 필요가 없으나 25 mm이내일 경우는 용접열영향부에서 25 mm까지 치핑, 아크에어 가우징, 또는 그라인더에 의하여 가우징하고, 최소 4개층은 층당 3 mm를 초과하지 않는 가스메탈 아크용접을 실시하고, 나머지는 서브머지드 아크용접 또는 승인된 용접방법에 의하여 용접해야한다.
  - ④ 그림 2.3.1에서 「W,X,Y,Z-형」의 결함이 위의 ②항의 허용기준을 초과할 경우 다른 재료로 대체해야 한다.
  - ⑤ 용접보수의 전체길이가 모재 단부 길이의 20%를 초과하는 경우 다른 재료로 대체해야 한다.
  - ⑥ 그림 2.3.1에서 「W와 X-형」의 결함에 대한 고장력강의 용접보수는 지름 4 mm의 저수소계 용접봉을 사용해야 한다. 고장력강재의 용접부 검사는 용접보수 완료 후 48 시간 이후에 검사해야 하며 그루브용접 보수는 감독자의 승인을 받아 시행해야 한다.
  - ⑦ 모든 보수용접은 승인된 용접절차서에 준하여 시행해야 한다.

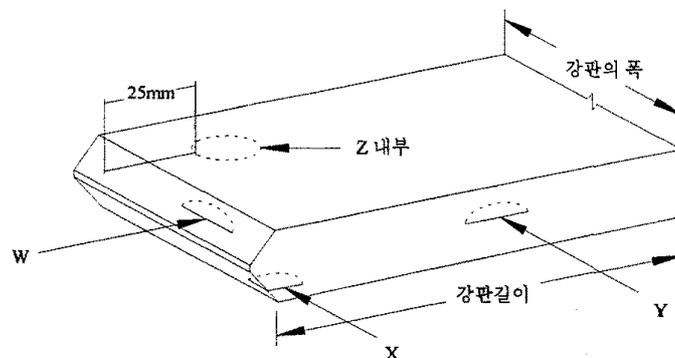


그림 2.3.1 절단강재의 단부 결함

제 2 장 강교

- (9) 가스절단면은 절단에 의한 강재의 변형이나 잔류응력이 발생하도록 해서는 안 된다. 만일 절단면에 허용치를 초과하는 변형이나 잔류응력이 발생했을 경우는 교정기나 또는 열간가공으로 교정·처리해야 한다. 열간가공 교정은 이 시방서 2-1의 해당요건에 따른다.
- (10) 불합격된 용접부재 모재의 뒷면 결합부는 백가우징, 기계연마 또는 치핑과 그라인더로 제거시켜야 한다. 가우징 표면의 탄소침전물 등은 그라인더로 제거해야 한다.
- (11) 상기한 결합 이외의 보수에 대해서는 감독자가 승인한 보수방법과 용접절차서에 준하여 보수해야 한다.

3.4 구멍 뚫기

3.4.1 구멍 뚫기

- (1) 구멍뚫기는 소정의 지름으로 정확하게 뚫어야 하되 드릴 및 리머 다듬질을 병용하여 마무리해야 한다. 가조립하기 이전에 소정의 지름으로 구멍을 뚫을 때에는 형판 또는 자동천공기를 사용해야 한다.
- (2) 2차부재에서 판두께 16 mm 이하 강재에 구멍을 뚫을 때는 눌러뚫기에 의하여 소정의 지름으로 뚫을 수 있으나 구멍 주변에 생긴 손상부는 깎아서 제거해야 한다.

3.4.2 볼트구멍의 지름 및 정밀도

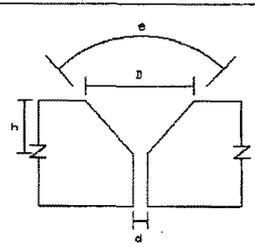
- (1) 볼트구멍의 지름은 표 2.3.3 및 표 2.3.4에 표시한 것으로 한다.

표 2.3.3 볼트 구멍의 지름 (단위 : mm)

볼트의 호칭	마찰이음	지압이음
M20	22.5	21.5
M22	24.5	23.5
M24	26.5	25.5

- 주 : 1) 고장력 볼트에는 토크-전단형 고장력 볼트, 비전해식 아연피막 고장력 볼트, 용융 아연 도금 고장력 볼트, 내후성 고장력 볼트를 포함한다.  
 2) 일반 볼트는 마찰이음의 경우와 동일하게 적용

표 2.3.4 접시머리형 볼트구멍의 형상 및 치수 (단위 : mm)

호칭	타입식고장력 접시머리형 볼트				보통접시 머리형 볼트				도 해
	$\theta$	h	D	d	$\theta$	h	D	d	
M12					90°	5	24.0	14.0	
M16				6		30.0	18.0		
M20	60°	9.5	32.2	21.2		7	36.5	22.5	
M22		11.0	35.9	23.2	60°	10	36.0	24.5	

(2) 볼트구멍 허용오차

볼트구멍의 직각도는 1/20 이하이어야 하며 볼트구멍의 허용차는 표2.3.5에 준한다. 그러나 마찰이음일 때에는 한 볼트군의 20%에 대하여 +1.0 mm까지 인정할 수 있다.

표 2.3.5 볼트 구멍의 허용오차

볼트의 호칭(mm)	허용오차(mm)	
	마찰이음	지압이음
M20	+ 0.5	± 0.3
M22	+ 0.5	± 0.3
M24	+ 0.5	± 0.3

(3) 볼트구멍의 직선도 및 구멍간격

제작 시 구멍중심선 축에서 구멍의 어긋남은 ±1 mm 이하로 하며 볼트그룹에서 처음 볼트와 마지막 볼트의 최대연단 거리의 오차는 ±2 mm 이하로 한다. 다만 볼트 구멍 간 허용오차는 ±0.5 mm 이하로 한다.

(4) 볼트구멍의 엇갈림

마찰이음으로 재편을 조립할 경우, 구멍의 엇갈림은 1.0 mm 이하로 하고, 지압이음으로 재편을 조립할 경우, 구멍의 엇갈림은 0.5 mm 이하로 한다.

### 3.5 휨 가공

#### 3.5.1 휨 가공의 곡률반경

- (1) 부재와 주요부재를 휨가공할 경우와 3.5.1 (2)항 이외의 부재를 냉간 휨가공을 할 경우에는 휨가공된 부재의 내측 곡률반경이 부재 두께의 15배 이상이어야 한다.
- (2) 강재의 화학성분 중 질소가 0.006%를 넘지 않는 재료로서 KS B 0810(금속재료 충격시험방법)에 규정하는 샤피 충격시험의 결과가 150J 이상인 경우는 내측 곡률반경을 강재두께의 7배 이상까지 할 수 있으며 200J 이상 강재는 내측 곡률반경을 강판두께의 5배 이상으로 할 수 있다. 압연직각 방향으로 냉간휨 가공을 할 경우는 압연직각 방향의 샤피흡수 에너지 값을 적용하는 것으로 한다.

#### 3.5.2 열간가공

SM 570 및 SMA 570이상의 열처리강(Q)과 열가공 제어강(TMC)의 열간 휨가공은 원칙적으로 해서는 안 된다.

#### 3.5.3 역변형

미리 역변형을 줄 필요가 있을 경우에는 강재의 품질에 손상이 없도록 주의해야 한다.

### 3.6 지압면의 표면가공

지압면의 면가공은 국제규격 또는 동등한 조건에 준한다.

### 3.7 재편조립

#### 3.7.1 일반사항

- (1) 용접이음에 의한 재편조립은 루트간격을 규정치에 맞추어 가급적 밀착시켜야 한다. 필릿 용접부는 될 수 있는 한 밀착시켜야 하며, 맞대기 용접부는 루트간격, 뒷댐판의 틈 및 부재의 어긋남에 주의해야 한다.
- (2) 정렬된 재편은 임시용접과 조립 택용접에 의해 그 위치를 유지시켜야 하며, 필요할 경우 임시 고정장치, 지그, 클램프, 볼트 등으로 그 형상을 유지시켜야 한다.
- (3) 용접에 의한 강재의 변형이나 수축에 의하여 용접응력이 발생하게 될 경우, 이를 최소화 할 수 있도록 용접순서를 정해야 한다. 필요에 따라서 임시 지지재를 사용할 수 있으나 임시 지지재를 모재에 붙이는 것은 가급적 피해야 한다. 부득이 임시 지지재의 임시용접으로 인하여 모재에 손상이 생겼을 때에는 이 시방서 2-4의 해당요건에 따라 보수해야 한다.

(4) 재편조립 시 설계도상에 표시했거나 특별히 감독자가 승인하지 않는 한 채움재를 사용해서는 안 된다.

3.7.2 재편 조립정밀도

- (1) 재편의 조립정밀도는 용접부의 응력전달이 원활하고 용접불량이 생기지 않는 정도라야 한다.
- (2) 재편의 조립정밀도는 표 2.3.6의 값을 표준으로 한다. 다만, 시공 시험에 의한 오차의 허용량이 확인된 경우에는 표 2.3.6 이상으로 할 수 있다. 이 규정 이외의 조립정밀도 규정에 대해서는 사전에 품질관리 계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받아 시행해야한다.

표 2.3.6 재편의 조립정밀도

구분	형상	허용오차
그루브용접	1) 루트 간격 오차	규정치 ±1.0 mm 이하
	2) 판두께 방향의 재편의 편심	얇은쪽 판두께의 10%이하
	3) 뒷담재를 사용할 때의 밀착도	0.5 mm이하
	4) 홈경사 각도	규정치 -5°, + 10°
필릿용접	재편의 밀착도	1.0 mm 이하

3.8 단품제작 검사

- (1) 단품제작이 완료된 부재는 정밀도를 검사해야 하며 단품제작의 허용기준은 이 시방서의 해당요건에 따른다.
- (2) 위의 (1)항 이외의 단품제작 정밀도 검사기준은 외국의 관련 규정과 동등한 조건에 준한다.

3.9 공장가조립

3.9.1 일반사항

- (1) 제작자는 공장가조립(이하 가조립)의 범위, 조립, 해체, 가조립검사 방법 등의 계획을 수립하여 사전에 감독자의 승인을 받아야 한다.

제 2 장 강교

- (2) 부재를 정밀 가공하고, 시공 실적이나 컴퓨터 시뮬레이션 또는 레이저측정 등의 방법으로 요구되는 조립 정밀도를 얻을 수 있음이 감독자/감리원의 입회 하에 확인된 경우 가조립을 완료한 것으로 인정할 수 있다. 그러나 다음의 경우는 필히 공장 가조립을 시행해야 한다.
- ① 새로운 구조형식 또는 아직 시공 경험이 없는 구조물
  - ② 복잡한 구조물 또는 감독자/감리원이 필요하다 요구하는 경우
  - ③ 현장 가설의 공정과 현장조건 등에 제약이 있을 경우
- (3) 가조립을 할 때에는 강교의 전구간을 동시에 일체로 시행하는 것을 원칙으로 하되, 구조물의 특성상 분리하여 가조립을 하더라도 전체구조계의 내용을 평가할 수 있을 경우는 승인된 절차서에 의하여 분리하여 시행할 수도 있다.
- (4) 가조립 장소는 전문 가조립장이나 가조립을 실시했을 때 제품 중량에 의해 침하되지 않는 견고한 지면이어야 한다. 각 부재가 가능한 한 무응력 상태가 되도록 적당한 지지물을 설치하여 가조립을 실시해야 한다.
- (5) 가조립 순서는 원칙적으로 현장의 제약조건과 가설방법을 고려하여 현장가설 순으로 하며, 도면에 지시된 솟음 및 경사가 일치 되도록 해야 한다.
- (6) 주요부재의 가조립 연결부는 드리프트 핀이나 볼트를 사용하여 견고히 조여야 한다. 가조립 연결부에 사용하는 드리프트 핀이나 볼트 수량은 연결부 볼트구멍 개수의 25% 이상, 복부판의 경우는 15% 이상을 표준으로 한다.

3.9.2 볼트구멍 관통율 및 정지율

볼트구멍의 관통율 및 정지율은 표2.3.7에 준하며 가조립용 볼트시공은 이 시방서 2-5의 해당요건에 따른다.

표2.3.7 볼트구멍의 관통률 및 정지율

	볼트의 지름 (mm)	관통 게이지 (mm)	관통률 (%)	정지 게이지 (mm)	정지율(%)
마찰이음	M20	21.0	100	23.0	80이상
	M22	23.0		25.0	
	M24	25.0		27.0	
지압이음	M20	20.7	100	21.8	100
	M22	22.7		23.8	
	M24	24.7		25.8	

### 3.9.3 가조립 검사

- (1) 가조립검사는 교량의 솟음, 비틀림, 각 격점의 위치, 소울플레이트의 중심간 거리 및 높이 등을 측정하여 허용차를 검사해야 한다.
- (2) 가조립검사는 일출 전·일몰 후 태양열에 의한 변형이 작은 시간에 실시해야 한다. 가조립검사 시간과 기온 등은 기록·유지하여 현장가설 시 온도보정에 참고토록 해야 한다.
- (3) 계측용 장비는 국가기관 검정에 합격한 것이어야 한다.

### 3.9.4 가조립 정밀도

- (1) 가조립의 정밀도는 표2.3.8를 표준으로 한다.
- (2) 주요부재 접합부의 틈은 설계도서 규정치보다 5 mm를 초과해서는 안된다.
- (3) 연결판과 모재는 밀착되어야 한다. 두께 차이가 있는 이음부재의 연결은 이 시방서 2-5의 3.1.6을 따른다.

### 3.9.5 가조립 해체

- (1) 가조립검사가 끝난 후 부재 연결부분에 맞춤표시를 실시하여 현장가설시 맞춤이 쉽도록 해야 한다.
- (2) 해체 후 가설시까지 연결용 이음판은 현장에서 바뀌지 않도록 관리해야 한다.

## 3.10 강제 표면처리

### 3.10.1 표면처리

강제면의 표면처리는 이 시방서 「제6장 도장」의 해당요건에 따른다.

### 3.10.2 페인트 및 바탕처리 시설

페인트칠하기 시설과 페인트칠하기를 위한 바탕처리 시설은 환경관리 규제에 저촉되지 않는 시설을 갖추어야 한다.

## 3.11 곡선거더

### 3.11.1 일반사항

- (1) 제작자는 곡선거더 제작에 앞서 강재의 절단 및 가공에 대한 계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받아 시행해야 한다. 열가공에 의한 곡선거더를 제작할 경우는 가열방법, 가열온도, 가열자세, 작업절차 등에 관련된 내용이 포함되어야 한다.
- (2) 최소 규정 항복강도 340 MPa 이상의 강재는 열가공해서는 안된다.
- (3) 곡선거더 가공에 필요한 마킹, 그루브가공, 구멍뚫기, 재편조립 등은 이 시방서의 해당요건에 따른다.

## 제 2 장 강교

(4) 곡선거더 제작에 필요한 용접이음 시공은 이 시방서 2-4의 해당요건에 따른다.

### 3.11.2 곡선거더 가공

- (1) 수평면내 곡선으로 된 거더교의 곡선 플랜지와 복부판의 수평보강재는 설계도에 표시된 곡률 반경에 맞추어 가스절단한 부품을 사용해야 한다. 상·하플랜지의 종방향 보강재와 복부판은 필요에 따라 롤러 가공하여 곡선화한 부품을 사용할 수 있다.
- (2) 아치리브재 등을 포함한 연직면내 곡선으로 된 거더교의 플랜지의 종방향 보강재와 복부판은 곡률 반경에 맞추어 가스절단한 부품을 사용해야 한다. 복부판 수평 보강재와 플랜지는 필요에 따라 롤러 가공하여 곡선화한 부품을 사용할 수 있다.
- (3) 형강재의 수평 및 종단곡선 가공은 기계가공 또는 열가공에 의하여 곡선화해야 한다. 플레이트 거더를 열가공에 의하여 곡선화 할 경우는 제작에 앞서 감독자의 승인을 얻어 시행해야 한다.
- (4) 열가공에 의한 곡선화 작업은 열가공 절차서 및 요령서에 준하되 일반 표준사항은 다음 사항에 준한다.

### 3.11.3 가열방법 및 가열온도

- (1) 보와 거더의 곡선화를 위한 가열방법은 V-형 가열 또는 연속 가열방법에 의하여 시행하되 가열범위 및 온도는 감독자가 승인한 열가공 절차서 및 요령서에 준한다.
- (2) 연속 가열방법은 상부 또는 하부 플랜지의 단부를 따라서 표면 또는 층상에 플랜지의 폭과 두께에 따라 연속적으로 가열해야 하며, 표면 가열 면적은 필요한 곡선을 이룰 수 있는 온도와 충분한 폭으로 시행해야 한다.
- (3) V-형 가열방법은 상부와 하부플랜지가 삼각원뿔이나 췌기모양의 가열로 각 플랜지를 따라 등간격으로 단부를 따라 가열해야 한다. 가열간격과 온도는 곡선을 얻을 수 있는 요건에 충족되어야 하며 가열은 상·하 플랜지에 같은 비율로 진행시켜야 한다.
- (4) 플랜지 두께가 30 mm이상인 경우는 플랜지 내,외면을 동시에 가열해야 한다.
- (5) 강판의 가열온도는 650℃를 초과해서는 안되며 350℃가 될 때까지 수냉을 해서는 안 된다. 인공냉각 방법은 감독자의 승인을 받아야 한다.

### 3.11.4 열가열 자세

- (1) 거더는 수직이나 수평자세로 복부판과 함께 곡선화해야 한다.
- (2) 수직자세로 곡선화 할 때는 가열에 의한 거더의 지나친 곡선화 방지를 위하여 횡방향으로 지지재나 사재를 설치해야 한다.

- (3) 수평자세로 곡선화 할 때는 거더의 단부와 중앙부를 지지해야 하며 거더 중량에 의하여 플랜지의 휨응력이 허용응력을 초과해서는 안 된다. 특히 플랜지가 소성 좌굴에 의하여 급격히 내려앉지 않도록 거더 중간부 플랜지의 변위가 50 mm 이 내가 되도록 해야 한다.

#### 3.11.5 작업절차

- (1) 거더는 페인트를 칠하기에 앞서 제작소에서 가공해야 한다. 열가열 작업은 거더의 수직보강재를 용접하기 전이나 후에 시행하되 거더의 수축이 없는 한 연결판 및 지압보강재는 가열 후 설치해야 한다.
- (2) 수평보강재가 필요할 시는 열가공이나 가스절단한 보강재를 거더에 용접해야 한다. 덮개판을 형강에 부착하고자 할 때, 플랜지 두께와 덮개판 두께의 합이 65mm 보다 적고 곡률반경이 300 m보다 클 경우는 열가공 전에 부착해야 한다.
- (3) 덮개판이 있는 형강의 경우, 보는 덮개판을 부착하기 전에 열가공하고, 덮개판은 가스절단이나 열가공한 것을 곡선보에 용접해야 한다.

#### 3.11.6 솟음

- (1) 거더는 열가공 전에 비틀림에 대한 처짐과 곡선에 대한 편경사 등을 고려하여 소정의 솟음을 주어야 한다. 플레이트 거더교의 복부판은 절단, 용접 및 열가공에 의한 수축에 적절한 솟음을 주도록 해야 한다.
- (2) 열가공 방법에 의한 솟음은 감독자의 승인을 받아 시행해야 한다.

#### 3.11.7 정밀도

곡선거더 제작완료 후 거더의 수평곡선도 및 솟음에 대하여 검측을 실시해야 한다. 부재의 정밀도는 표 2.3.8에 준하며 검측결과 보수작업이 필요한 경우는 감독자가 승인한 절차서에 의하여 보완해야 한다.

### 3.12 강바닥판

#### 3.12.1 일반사항

- (1) 강바닥판 제작은 상세설계도 또는 제작자의 제작상세도 및 용접시공 절차서 등에 의하여 제작되어야 한다.
- (2) 강바닥판의 규격은 교량의 형태에 따른 주부재나 부부재의 보강에 맞추어 제작하도록 하되 장폭비의 비가 1:1.5가 되는 것을 권장한다.
- (3) 강바닥판의 종방향 및 횡방향 보강재는 판의 이음부가 있을 경우 이음부에서 최소 판의 두께 15 mm 이상 떨어진 거리에 위치시키는 것이 바람직하다.

## 제 2 장 강교

- (4) 보강재 시공시 종방향 보강재와 횡방향 보강재가 만나는 지점은 가급적 응력집중이 작게 되도록 용접순서를 충분히 검토하여 감독자의 승인을 얻어 시행해야 한다.
- (5) 강바닥판은 판의 뒤틀림이나 구부러짐이 없도록 지지재나 클램프 등을 사용하여 정밀하게 제작해야 한다.
- (6) 강판 절단 및 가공은 이 장의 제규정에 준하며 용접시공은 이 시방서 2-4에 준하여 시행해야 한다.

### 3.12.2 평탄도 및 직선도

- (1) 평탄도는 강바닥판 블록 전체를 기준으로 하여 판단하는 경우와 보강재를 설치한 보강재 사이의 패널크기에 따른 평탄도를 규정할 수도 있다.
- (2) 패널의 평탄도나 곡선도의 최대편차는 다음 값 이상이 되어서는 안 된다.

$$\frac{15}{32} (mm) \text{ 또는 } \frac{D}{50} \sqrt{(T)}$$

여기서,  $D$  : 패널경계의 최소길이(mm)

$T$  : 패널 철판의 최소두께(mm)

- (3) 압축응력을 받는 종방향 보강재와 강바닥판 리브의 직선도  
직선도의 최대오차, 또는 복부판의 횡방향 보강재와 직각을 이루는 방향의 곡선도 및 압축응력을 받지 않는 기타 보강재의 직선도는 다음 값 이상이 되어서는 안 된다.

$$\frac{L}{480}$$

여기서,  $L$  : 보강재의 길이, 가로부재나 복부판의 리브 또는 플랜지 길이(mm)

- (4) 복부판 횡방향 보강재나 압축응력을 받지 않는 기타보강재  
직선도의 최대오차, 또는 복부판의 횡방향 보강재와 직각을 이루는 방향의 곡선도 및 압축응력을 받지 않는 기타 보강재의 직선도는 다음 값 이상이 되어서는 안 된다.

$$\frac{L}{240}$$

여기서,  $L$  : 보강재의 길이, 가로부재나 복부판의 리브 또는 플랜지 길이(mm)

### 3.12.3 제작검사

- (1) 강바닥판 제작완료 후 제작검사는 전체 크기 시험을 해야 하며 이때 시험에 필요한 시설이나, 재료 등은 제작자가 준비해야 한다.
- (2) 제작 검사 결과 강바닥판의 평탄도와 직선도가 허용오차를 초과할 경우는 감독자의 승인을 받아 조정해야 한다.

### 3.13 제작품 운송, 보관 및 관리

#### 3.13.1 제작품 운송

- (1) 제작자는 제작품이 안전하게 운송될 수 있도록 제작품의 규모, 중량, 형상 등과 교량가설지점까지 도로의 지형적 특성을 고려하여 운송방법을 계획해야 한다. 운송방법은 도로운송, 철도운송, 해상운송 등으로 분류하되 가장 안전하고 경제적인 방법을 선택해야 한다.
- (2) 도로운송 시 건설교통부에서 정한 운행제한 차량 등 법령에 의한 차량제한 규정을 검토하여 운송방법을 결정해야 한다.
- (3) 철도운송은 철도 노선별 최소곡선반경, 터널크기, 전철, 건축한계 제한구간, 적재장물차, 교량현장에 근접한 역, 하역조건 등을 검토하여 운송방법을 결정해야 한다.
- (4) 제작품 수송 절차 및 방법에 대해서는 감독자 및 검사원과 충분히 협의하여 결정해야 한다. 제작품 및 각 부재는 발송전에 조립기호를 기입하여 두어야 한다. 조립기호는 페인트로 기입함을 원칙으로 한다.
- (5) 중량이 50 kN 이상인 부재에는 그 중량 및 중심위치를 보기 쉬운 곳에 표시해야 한다. 중량물의 경우 리프팅 러그를 무게중심 또는 취급하기 편리한 위치에 견고하게 부착해야 한다.
- (6) 제작품은 운송 중에 변형을 방지할 수 있도록 적절한 조치를 취하여 감독자 및 검사원의 승인을 받은 후 발송해야 한다.
- (7) 제작품의 현장반입 시 현장 내에서는 가급적 2차 운송이 발생하지 않도록 조립장까지 운송하되 부득이 2차 운송이 필요할 경우는 안전하게 운송되도록 이에 대한 계획을 수립해야 한다.
- (8) 제작품 운송시 현장 가설순서에 따라 포장 목록표(packing list)를 작성하여 발송해야 한다.

#### 3.13.2 제작품의 보관 및 관리

제작품의 보관은 받침목 또는 지지목을 설치하여 제작품의 변형이 발생하지 않도록 해야 한다. 포갠 보관은 가급적 피해야하며 조립에 편리하도록 보관(야적) 관리해야 한다.

제 2 장 강교

표 2.3.8a 제작치수 허용오차 및 가조립 정밀도

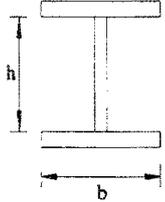
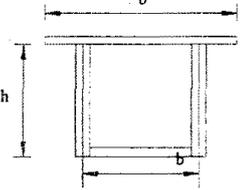
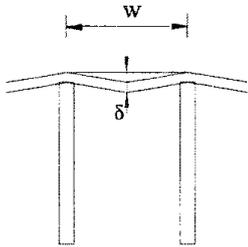
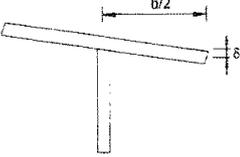
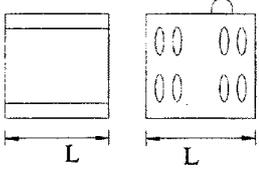
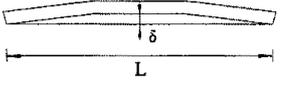
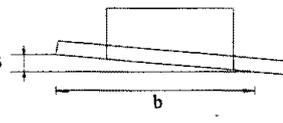
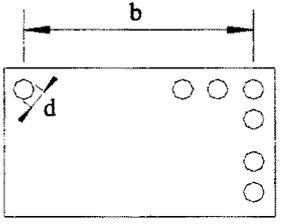
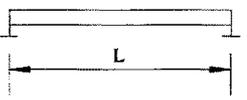
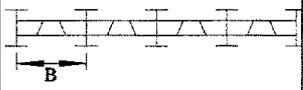
정밀도 대상	항 목	허용오차(mm)		측정기준	
1	·플랜지폭 ( $b$ ) ·부재높이 ( $h$ ) ·복판간격 ( $b'$ ) ( $b, h, b'$ 동일기준)	$b \leq 0.5(m)$	$\pm 2$		
		$0.5 < b \leq 1.0(m)$	$\pm 3$		
2	부재의 정밀도  판의 평탄도 ( $\delta mm$ )	플레이트 거더 및 트러스 복부판	$h/250$ ( $h$ : 복부판높이( $mm$ ))		
		박스거더, 트러스등의 플랜지, 강바닥판, 데크판	$W/150$ ( $W$ : 복부판 또는 리브간격( $mm$ ))		
3	플랜지 직각도 ( $\delta mm$ )	$b/200$ ( $b$ : 플랜지폭 ( $mm$ ))			

표 2.3.8b 제작치수 허용오차 및 가조립 정밀도(계속)

정밀도 대상		항 목	허용오차(mm)		측정기준
4	부재 길이	플레이트 거더	$L \leq 10(m)$ $L > 10(m)$	$\pm 3$ $\pm 4$	
		트러스, 아치교등	$L \leq 10(m)$ $L > 10(m)$	$\pm 2$ $\pm 3$	
		신축계수	$W \leq 10(m)$ $W > 10(m)$ (W: 차도폭원(m))	$-5 \sim +10$ $-5 \sim +(5 + W/2)$	
5	부재의 정밀도	압축 부재의 구부러짐 $\delta(mm)$	$L/1,000$ (L: 부재장(mm))		
6	강재 교각	기둥과 받침판 연직도 $\delta(mm)$	$b/500$ (b: 부재폭(mm))		
7		받침판	구멍 위치	$\pm 2$	
		구멍 크기	0~5		
8	가조립 정밀도	전장·지간장 L(m)	$\pm(10 + L/10)$		
9		주거더·트러스 중심간 거리 B(m)	$B \leq 2$ $B > 2$	$\pm 4$ $\pm(3 + B/2)$	

제 2 장 강교

표 2.3.8c 제작치수 허용오차 및 가조립 정밀도(계속)

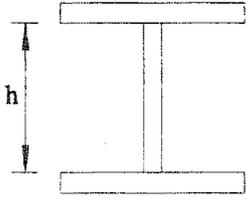
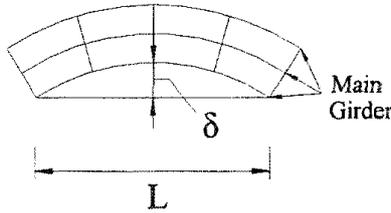
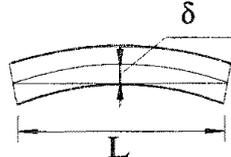
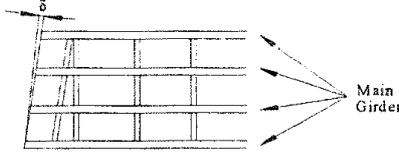
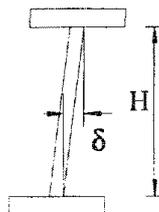
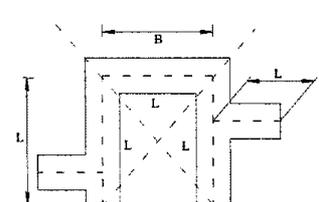
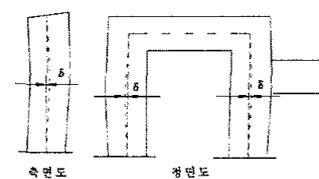
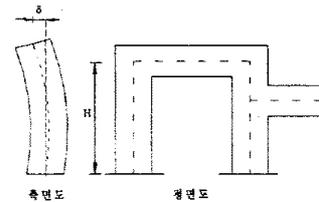
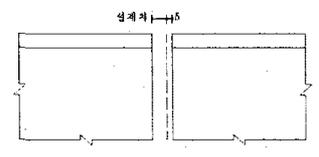
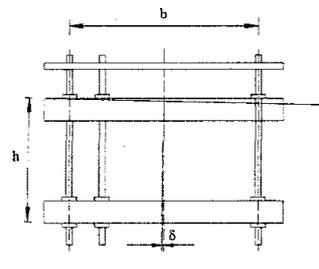
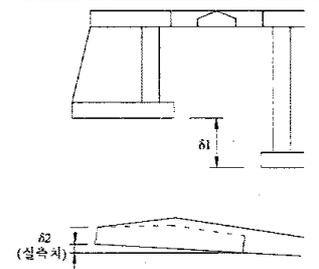
정밀도 대상	항 목	허용오차(mm)		측정기준
10	트러스의 조립높이 H(m)	$H \leq 5$ $H > 5$	$\pm 5$ $\pm(2.5 + H/2)$	
11	주거더.트러스의 직선도 $\delta$ (mm)	$L \leq 100$ $L > 100$	$5 + L/5$ 25 (L : m)	
12	가 조 립 정 밀 도  주거더.트러스의 숫음 $\delta$ (mm)	$L \leq 20$	-5 ~ +5	
$20 < L \leq 40$		-5 ~ +10		
$40 < L \leq 80$		-5 ~ +15		
$80 < L \leq 200$		-5 ~ +25		
13	주거더.트러스 단부의 직선도 $\delta$ (mm)	10		
14	주거더.트러스의 연직도 $\delta$ (mm)	$3 + H/1,000$ (H : 높이(mm))		

표 2.3.8d 제작치수 허용오차 및 가조립 정밀도 (계속)

정밀도 대상		항 목	허용오차(mm)		측정기준
15	가조립	기둥의 중심간격. 대각선장 L	$L \leq 10$ $10 < L \leq 20$ $20 < L$ (L : m)	$\pm 5$ $\pm 10$ $\pm (10 + \frac{L-20}{10})$	
		빔의 솟음 및 기둥의 구부러짐 $\delta$	$L/1,000$ (L : 축선장(m))		
		기둥의 연직도 $\delta$	$H \leq 10$ $H > 10$ (H : 높이(m))	10 H	
		현장접합부의 간격 $\delta$	$\pm 5$		
		상면의 수평도 $\delta_1$	$b/500$ (b : 볼트간격(mm))		
		연직도 $\delta_2$	$h/500$ (h : 높이(mm))		
높이 h	$\pm 5$				
20	신축장치	조립한 신축장치와의 높이차 $\delta_1$	$\pm 4$		
		평가 맞물림차이 $\delta_2$	2		

## 2-4 용접

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

이 절은 강교제작에 필요한 용접공사에 적용한다.

#### 1.2 관련시방서

1.2.1 도로교 설계기준

1.2.2 토목공사 표준 일반시방서

#### 1.3 참조규격

KS A 9001-9003	품질시스템 규격
KS B 0052	용접기호
KS B 0106	용접용어
KS B 0531	탄소강 및 저합금강용 서브머지드 아크 용착 금속의 품질구분
KS B 0801	금속재료의 인장 시험편
KS B 0802	금속재료의 인장 시험방법
KS B 0803	금속재료의 굽힘 시험편
KS B 0804	금속재료의 굽힘 시험방법
KS B 0809	금속재료 충격 시험편
KS B 0810	금속재료 충격 시험방법
KS B 0811	비커스 경도 시험방법
KS B 0816	침투탐상 시험방법 및 지시모양의 등급분류(PT)
KS B 0821	용착금속의 인장 및 충격시험
KS B 0823	용착금속의 수소량 측정방법
KS B 0825	아크용접이음의 한쪽인장 피로시험
KS B 0826	용착금속의 경도시험방법
KS B 0832	맞대기 용접이음의 굽힘 시험방법
KS B 0833	맞대기 용접이음의 인장 시험방법
KS B 0836	맞대기 용접이음의 notch 파단면 시험방법

KS B 0837	맞대기 용접이음의 반복굽힘 시험방법
KS B 0841	앞면 필릿 용접이음의 인장 시험방법
KS B 0842	측면 필릿 용접이음의 전단 시험방법
KS B 0843	필릿용접부의 파단면 시험방법
KS B 0844	T형 필릿 용접이음의 굽힘 시험방법
KS B 0845	강용접부의 방사선 투과 시험방법 및 투과사진의 등급분류 방법(RT)
KS B 0859	전개식 필릿 용접 터짐시험
KS B 0867	겹타설 이음 용접 균열시험
KS B 0869	U형 용접 균열시험
KS B 0870	경사 Y형 용접 균열시험
KS B 0872	C형 지그구속 및 맞대기 용접균열 시험방법
KS B 0878	서브머지드 아크용접 작업표준(박강판)
KS B 0885	용접기술 검정에 있어서의 시험방법 및 판정기준
KS B 0893	용접 열영향부의 최고 경도 시험방법
KS B 0896	강 용접부의 초음파탐상 시험방법 및 시험결과의 등급분류 방법(UT)
KS B 1062	머리붙이 스티드
KS D 0064	강용접부의 수소량 측정방법
KS D 0210	강의 매크로 조직시험
KS D 0213	철강재료의 자분탐상 시험방법 및 결합자분 모양 등급분류(MT)
KS D 7004	연강용 피복아크 용접봉
KS D 7005	연강용 가스용접봉
KS D 7006	고장력강용 피복아크 용접봉
KS D 7023	저온용 강용 피복아크 용접봉
KS D 7025	연강 및 고장력강 아크용접용 솔리드 와이어
KS D 7101	내후성 강용 피복아크 용접봉
KS D 7102	탄소강 및 저합금강용 서브머지드 아크용접 플럭스
KS D 7103	탄소강 및 저합금강용 서브머지드 아크용접 와이어
KS D 7104	연강, 고장력강 및 저온강용아크 용접플럭스 코어선
KS D 7105	일렉트론 가스 아크용접용 플럭스 코어선
KS D 7106	내후성 강용 탄산가스 아크용접 솔리드 와이어

## 제 2 장 강교

KS D 7109	내후성 강용 탄산가스 아크용접 플렉스 충전 와이어
KS D 7140	연강 및 저합금강용 티그용접봉 및 와이어
KS D 7141	저온용강에 사용하는 마그용접 솔리드 와이어
KS D 7201	용접용강 와이어 감기·모양, 감기 치수 및 무게

### 1.4 제출자료

#### 1.4.1 용접절차서

제작자는 용접시공에 앞서 용접방법과 용접절차서, 용접품질 검사방법 및 절차서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다. 용접절차서 및 검정기록서 작성에 필요한 용접기호 및 용접용어는 KS B 0052 및 KS B 0106에 준한다.

#### 1.4.2 용접공의 자격

- (1) 공사에 취업하는 각 용접공에 대한 자격시험기록의 사본을 제출해야 한다.
- (2) KS B 0885 또는 이에 준하는 외국의 관련규정 자격의 해당요건에 따라 자격을 갖추었거나, 해당작업에 2년이상 경험이 있는 자라야 한다.
- (3) 각 용접공에 대한 용접공 신분증을 자격증과 함께 제출해야 한다.

#### 1.4.3 용접시험 시공기록

용접 시험시공 기록을 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

#### 1.4.4 용접기록 및 자료

- (1) 제작이 완료되면 제작자는 용접재료, 용접시공 및 용접검사에 관한 기록을 제출해야 한다. 용접 검사기록은 KS B 0816, KS B 0845, KS B 0896, KS D 0213중 해당 검사를 실시한 시험기록서를 작성해야 한다.
- (2) 현장용접이 허용된 경우에는 현장용접기기에 대한 명세서와 용접기록서를 작성하여 제출해야 한다.

#### 1.4.5 제작확인서

- (1) 제작자는 제작이 완료되면 이 지방서에서 규정한 제시험과 KS 규격에 준한 모든 시험과 분석에 대한 자료 및 용접시공에 관한 실명날인한 보고서의 사본을 제출해야 한다.
- (2) 제작완료보고서에는 (1)항 이외에 부재의 변형교정, 응력제거 방법 및 내용, 용접 결함 보수사항 및 현장 품질관리기록서를 포함해야 한다.

## 1.5 품질보증

### 1.5.1 제작기기의 승인

강교제작을 위한 용접에 필요한 주요시설 및 기기 등은 사전에 감독자에게 승인을 받아야 한다. 다만, 건설기술관리법 제24조의3의 규정에 의한 철강구조물제작 인증공장인 경우에는 감독자의 사전승인을 생략할 수 있다.

### 1.5.2 용접공 자격

용접공은 KS B 0885에 의한 자격을 갖추었거나 해당작업에 2년이상 경험이 있는 자로서 공사전 2개월 이상 계속해서 해당 공장에서 용접공사에 종사한자라야 한다.

### 1.5.3 용접기술자 의무

강교 용접부의 품질을 확보하기 위하여 공장내에는 용접기술자가 상주하여 다음 사항의 관리 및 책임을 진다.

- (1) 용접공의 기량시험 및 기량관리
- (2) 용접장비, 용접치구, 용접시공 공장의 유지관리
- (3) 용접모재, 용접재료관리
- (4) 용접시공시험 및 용접절차서의 작성
- (5) 용접부의 파괴, 비파괴 검사관리
- (6) 용접부의 품질판정 및 보수용접관리

### 1.5.4 용접 절차서 및 절차검정 기록서

시공사는 용접시공에 필요한 모든 용접법에 대해서 용접 절차서와 절차 검정기록서를 작성해야 하며 이를 5년간 보관해야 한다.

### 1.5.5 용접검사원의 자격

시공자가 자체 품질관리의 일환으로 시행하는 용접검사는 최소 5년이상 경력자로서 자격있는 용접검사원이 검사하여 결함유무를 확인해야 하며, 특히 비파괴 시험 검사원은 비파괴 검정시험에 합격한 자이거나 감독자가 확인한 비파괴 교육과정을 이수한 자라야 한다.

### 1.5.6 강재의 용접성 시험

충격시험을 요하는 구조용 강재와 부식저항성이 있는 구조용 강재에 대해서는 강재의 용접성과 강재를 용접하는 절차를 정하여 시행한다.

또한 사용강재의 용접성 시험은 KS B 0859, KS B 0867, KS B 0869, KS B 0870, KS B 0872, KS B 0893의 해당시험 규격에 준하여 시행한다.

1.5.7 용접시공시험

(1) 아래 사항에 해당하는 경우는 용접시공시험을 하는 것을 원칙으로 하고 그 결과를 사전에 감독자에게 승인을 받아야 한다. 용접시공시험은 표 2.4.1에 준하되 필요에 따라 추가 용접성 시험을 실시할 수 있다. 그러나 동일 조건 또는 그 이상의 조건에서 용접시공시험을 실시하고, 또 시공 경험이 있는 공장에서는 그 당시의 시험 보고서를 제출하여 감독자의 승인을 받는 경우는 용접시공시험을 생략할 수 있다.

- ① 강판두께가 50 mm를 초과하는 용접구조용 압연강재(KS D 3515)나 강판두께가 40 mm를 초과하는 내후성 열간압연강재(KS D 3259)의 경우
- ② SM 570, SMA 570에 있어서 한 패스의 입열량(入熱量)이 7,000 Joule/mm을 초과할 경우
- ③ 피복아크용접법(수용접의 경우만), 가스메탈 아크용접법(CO<sub>2</sub> 가스 혹은 Ar과 CO<sub>2</sub>의 혼합가스), 서브머지드 아크용접법 이외의 용접을 할 경우
- ④ 과거에 사용실적이 없는 곳에서 재료공급을 받을 경우
- ⑤ 채용하고자 하는 용접방법이 시공실적이 없는 경우

(2) 용접시공시험을 할 경우에 시험강판의 선정, 용접조건의 선정, 기타에 대해서는 아래에 의하는 것을 원칙으로 한다.

- ① 시험강판으로는 같은 용접조건으로 취급하는 강판 중 가장 조건이 나쁜 것을 사용하는 것을 원칙으로 한다.
- ② 용접은 실제의 시공에 사용하는 용접조건으로 하고 용접자세는 실제로 행하는 자세 중 가장 불리한 것으로 한다.
- ③ 서로 다른 강재의 그루브 용접시험은 실제의 시공과 동등한 조합의 강재로 실시하며, 용접재료는 낮은 강도의 강재 규격을 따른다. 같은 강종으로 판두께가 다른 이음에 대하여는 판 두께가 얇은 쪽의 강재로 시험하여도 좋다.
- ④ 재시험은 처음 개수의 2배로 한다.

표 2.4.1 용접시공시험

시험의 종류	시험항목	시험편의 형상	시험편 개 수	시험방법	판정기준
그루브 용접 시험	인장시험	KS B 0801 1호	2	KS B 0833	인장강도가 모재의 규격치 이상
	형틀굽힘시험(19 mm 미만 뒤로 구부리기 / 19 mm 이상 옆구부리기)	KS B 0803 3호	2	KS B 0832 3호	균열이 생겨서는 안 된다
	충격시험	KS B 0809 4호	3	KS B 0810	용착금속으로 모재의 규격치 이상(3개의 평균치)
	마크로시험		1	KS D 0210 에 준한다	결함이 있어서는 안 된다
	방사선 투과시험		시험편 이음전장	KS B 0845	2류이상(인장측) 3류이상(압축측)
필릿용접 시험	마크로시험	KS D 0210	1	KS D 0210	균열이 있어서는 안 된다
최고경도 시험	최고 경도시험	KS B 0811	1	KS B 0811	Hv≤370
스터드 용접시험	스터드굽힘 시험	KS B 0529	10	KS B 0529	용접부에 균열이 생겨서는 안 된다

## 2. 재료

### 2.1 사용재료

#### 2.1.1 피복아크용접(SMAW)

- (1) 연강용 피복아크 용접봉 : KS D 7004
- (2) 고장력 강용 피복아크 용접봉 : KS D 7006
- (3) 저온용 강용 피복아크 용접봉 : KS D 7023
- (4) 내후성 강용 피복아크 용접봉 : KS D 7101

#### 2.1.2 서브머지드 아크용접(SAW)

- (1) 탄소강 저합금강용 서브머지드아크 용접 플럭스 : KS D 7102
- (2) 탄소강 및 저합금강용 서브머지드 아크용접 와이어 : KS D 7103

#### 2.1.3 가스메탈 아크용접(GMAW) 및 플럭스 코어드 아크용접(FCAW)

- (1) 연강용 가스용접봉 : KS D 7005
- (2) 내후성 강용 탄산가스 아크용접 플럭스 충전 와이어 : KS D 7109

## 제 2 장 강교

- (3) 연강 및 고장력강 마그마 용접용 솔리드 와이어 : KS D 7025
- (4) 연강, 고장력강 및 저온강용 아크용접 플렉스 코어선 : KS D 7104
- (5) 내후성 강용 탄산가스 아크용접 솔리드 와이어 : KS D 7106

### 2.1.4 일렉트로 슬래그 용접(ESW) 및 일렉트로 가스용접(EGW)

- (1) 일렉트로 가스 아크용접용 플렉스 코어선 : KS D 7105

## 2.2 용접봉 사용구분

- 2.2.1 강재의 종류 및 강도와 용접방법에 따른 용접봉의 사용구분 및 규격과 재질은 감독자의 승인을 받은 용접절차서에 준하며 사용용접봉의 재질은 모재의 화학적 성분과 기계적 성질과 동등하거나 그 이상의 재료를 사용해야 한다.
- 2.2.2 사용 용접봉은 이 장의 2.1항에 준하여 사용하되 이 규격 이외의 사용용접봉은 국제규격과 동등한 제품을 사용해야 한다.
- 2.2.3 사용 용접봉은 이 장의 1.5.7항 규정에 의한 용접시공 시험에 합격한 제품을 사용해야 한다. 다만, 피복아크 용접봉과 무도장 내후성 강재에 사용되는 용접재료는 표 2.4.2 및 2.4.3에 준한다.
- 2.2.4 KS D 3529(용접구조용 내후성강재)를 무도장 상태로 외부에 노출하여 사용하는 경우의 용접재료는 표 2.4.3을 기본으로 한다. 사용 용접봉은 모재의 화학적 성분과 기계적 성질이 동등하거나 그 이상의 재료를 사용해야 한다.

## 2.3 스티드형 전단연결재

### 2.3.1 스티드 규격

- (1) 스티드(머리붙이 스티드) : KS B 1062
- (2) 머리형 스티드 : 국제규격과 동등한 제품

### 2.3.2 스티드 종류 및 치수

합성형 교량에 사용되는 스티드의 지름은 19 mm, 22 mm, 25 mm를 표준으로 하며 형상, 치수 및 허용오차등은 표 2.4.4를 표준으로 한다.

### 2.3.3 스티드 기계적 성질

스티드의 재질 요구사항중 기계적 성질 및 화학성분은 표 2.4.5와 표 2.4.6의 요구치를 만족해야 하고 스티드 시공시험은 이 시방서 2-4의 1.5.7항에 준한다.

## 2.4 자재의 품질관리

### 2.4.1 일반사항

구조용 강판, 형강, 관, 단관 및 강봉에 사용할 전극은 해당 KS 규격에 합치해야 하며, 실제사용할 위치와 기타조건에 대하여 제작자가 추천하는 크기와 분류번호

를 가진 피복된 용접봉이나 철선이라야 한다. 채움금속재는 해당 KS 규격의 요건에 합치해야 한다.

2.4.2 용접봉

모재의 종류와 용접방법에 따라 사용할 용접봉은 해당사용 규격별 용접시험 결과와 성적서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다. 또한 용접봉은 제조년월일, 공급시기등이 가급적 동일한 제품이어야 한다. 다만, 용접용강 와이어 감기, 모양, 감기치수 및 무게는 KS D 7201기준에 준한다.

2.4.3 플럭스

서브머지드 아크용접에 사용되는 플럭스에 대해서는 용접봉과 플럭스의 조합 시험보고서를 제출해야 한다.

2.4.4 차폐가스나 차폐가스 혼합물

가스메탈 아크용접 및 플럭스코어드 아크용접에 사용되는 차폐가스나 차폐 가스 혼합물은 이슬점이 -40℃ 이하인 용접등급을 가져야 한다. 제작자는 사용하고자 하는 가스 및 가스혼합물이 사용기준에 적합해야 하며 이슬점 요구조건을 만족시킨다는 가스제조업자의 인증서를 제출해야 한다.

2.4.5 스티드 용접 인증시험

제작자는 스티드 제품의 품질확인서를 제출해야 하며 현장품질관리를 위하여 스티드의 추가 인장시험이 필요할 경우, KS B 0801의 표준시편 4호를 기준으로 KS B 0802(금속재료의 인장 시험방법)에 의하여 시험해야 한다. 스티드의 시공시험은 이 시방서 2-4의 1.5.7항에 준한다.

표 2.4.2 피복아크 용접봉 사용구분

피복아크 용접봉의 종류	적용 강종 및 판 두께(mm)
연강용 피복아크 용접봉	SS 400, SM 400(t<25) SS 400, SM 400(25≤t<33 : 예열을 할 때)
저수소계 피복아크 용접봉	SS 400, SM 400(25≤t<33 : 예열을 하지 않을 때) SM 490, SM 520, SM 570, SMA 400, SMA 490, SMA 570

제 2 장 강교

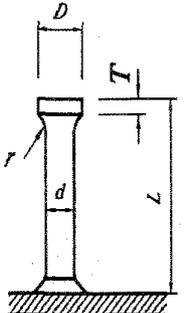
표 2.4.3 무도장 내후성 강재에 사용되는 용접재료

용접 방법	용접봉 규격	승인가능한 용접봉(mm)
피복아크용접	KS D 7101	1) 용접봉 등급(G,P,W)에 적합한 용착금속을 갖는 용접봉 2) 모재의 C,Si,Mn,P,S 이외에 Cu,Cr,Ni 함량에 만족하는 용착금속의 화학성분과 기계적 성질을 갖는 용접재료
서브머지드 아크용접	KS D 7102/ 7103 KS B 0531	
플릭스코어드 아크용접	KS D 7109	
가스메탈 아크용접	KS D 7106	

주: 1) 서브머지드 아크용접은 KS D 7102 및 D 7103에 의해 얻어진 용착금속의 품질을 KS B 0531의 규격에 의해 규정하는 것으로 함

표 2.4.4 스테드의 형상, 치수 및 허용오차

(단위 : mm)

호칭	줄기지름(d)		머리지름(D)		머리두께(T) 최 소	현치부 반지름(r)	표준형상 및 치수표시 기호
	기준치수	허용차	기준치수	허용차			
19	19.0	±0.4	32.0	±0.4	10	2~3	
22	22.0		35.0				
25	25.0		38.0				

주 : 1) 길이(L)의 허용오차는 ±1.6 mm를 기준으로 함

표 2.4.5 스테드의 기계적 성질

항복점 또는 0.2% 내력(耐力) MPa	인장강도 MPa	연신율 (%)
235이상	400~550	20이상

표 2.4.6 스티드의 화학성분

탈산형식 (脫酸形式)	화 학 성 분 (%)					
	C	Si	Mn	P	S	Al
실리콘 킬드강	0.20이하	0.15~0.35	0.30~0.90	0.040이하	0.040이하	-
알루미늄 킬드강	0.20이하	0.10이하	0.30~0.90	0.040이하	0.040이하	0.02이상

### 3. 시공

#### 3.1 공통사항

##### 3.1.1 용접전 부재의 청소와 건조

- (1) 용접을 하려는 부분에는 기공이나 균열을 발생시킬 염려가 있는 흑피(黑皮), 녹, 도료, 기름 등이 있어서는 안 된다. 다만, 결함발생이 없는 것으로 인정된 샷 프라이머는 제거하지 않아도 된다.
- (2) 재편에 수분이 있는 상태로 용접을 하여서는 안 된다. 또한 조립 후 12시간 이상 경과한 부재를 용접할 때는 용접선 부근을 충분히 건조시켜야 한다.

##### 3.1.2 용접봉 사용상 주의사항

- (1) 피복아크 용접봉 및 플럭스는 사용에 앞서 건조로에서 충분히 건조한 상태에서 사용해야 한다.
- (2) 피복아크 용접봉은 피복재가 벗겨지거나 나쁜 상태로 손상된 것을 사용해서는 안 된다.
- (3) 용접봉의 적열(赤熱)이 발생되지 않도록 사용에 주의해야 한다.
- (4) 강도가 같은 강재를 용접하는 경우에는 모재(母材)와 같거나 그 이상의 기계적 성질을 갖는 용접재료를 사용해야 한다.
- (5) 강도가 서로 다른 강재를 용접하는 경우에는 낮은 강재와 같거나 그 이상의 기계적 성질을 갖는 용접재료를 사용해야 한다.
- (6) 내후성 강재를 용접하는 경우는 내후성 강재용 용접재료를 사용해야 한다.
- (7) 피복아크 용접 시공에서 다음의 항목에 해당하는 경우는 저수소계 용접봉을 사용해야 한다.

- ① 내후성 강재를 용접하는 경우
- ② SM 490이상의 강재를 용접하는 경우

## 제 2 장 강교

### 3.1.3 용접시공 일반사항

- (1) 용접순서 및 방향은 가능한 한 용접에 의한 변형이 적고, 잔류응력이 적게 발생하도록 하고 용접이 교차하는 부분이나 폐합된 부분은 용접이 안되는 부분이 없도록 용접순서에 대하여 특별한 고려를 해야 한다.
- (2) 용접부에서 수축에 대응하는 과도한 구속은 피하고 용접작업은 조립하는 날에 용접을 완료하여 도중에 중지하는 일이 없도록 해야 한다.
- (3) 항상 용접열의 분포가 균등하도록 조치하고 일시에 다량의 열이 한 곳에 집중되지 않도록 해야 한다. 이러한 경우가 있을 때에는 용접순서를 조정해야 한다.
- (4) 완전용입용접을 수동용접으로 실시 할 경우의 뒷면은 건전한 용입부까지 가우징한 후 용접을 실시해야 한다.
- (5) 용접자세는 사용 용접기에 적합한 자세로 실시하는 것을 기본으로 한다. 다만, 용접부의 품질을 고려하면 회전지그를 이용하여 아래보기 또는 수평 자세로 하는 것이 바람직하다.
- (6) 결함이 존재하는 경우는 검사대장에 기입하고 결함의 보수는 표 2.4.14 기준에 준한다.
- (7) 아크 발생은 필히 용접부내에서 일어나도록 해야 한다.
- (8) 스켈럽이나 각종 브라켓 등의 재편의 모서리부에서 끝나는 필릿용접은 크레이터가 발생하지 않도록 모서리부를 돌려서 연속으로 용접해야 한다.
- (9) 용접 개시 전 용접의 종류, 전압, 전류 및 용접방향등을 점검하여 용접조건을 설정하고 이에 따라서 작업해야 한다.
- (10) 더돋기는 맞이음 용접에서 용접표면의 마무리 가공이 규정되어 있지 않는 경우는 본시방서 3-4의 표 2.4.16에 근거하여 더돋기 용접을 한 후 끝마무리를 해야 한다.
- (11) 한냉지용 강재의 주요부재 맞대기 용접은 원칙적으로 수동용접 및 탄산 가스 용접으로 해야 하며 특히 용착금속의 살피흡수에너지는 모재의 규격 값 이상이 되어야 한다.
- (12) 부재이음에는 용접과 볼트를 원칙적으로 병용해서는 안되나 불가피하게 병용 할 경우에는 용접 후에 볼트를 조이는 것을 원칙으로 한다.

### 3.1.4 용접시공상의 주의

#### (1) 엔드탭

그루브용접 및 거더의 플랜지와 복부판의 필릿용접 등의 시공에 있어서는 부재와

동등한 그루브를 가진 엔드탭을 붙여야 한다. 용접의 시단(始端) 및 종단(終端)의 처리는 엔드탭 위에서 50 mm 이상의 크레이터가 들어가지 않는 범위로 해야 한다.

엔드탭은 용접 종료후 가스절단법에 따라 제거하고 그 뒤를 그라인더로 다듬질해야 한다.

### (2) 부분용입 그루브용접의 시공

부분용입 그루브용접의 시공에서 연속된 용접선을 2종의 용접법으로 시공할 때에는 앞의 비드의 단부를 깎아 내고 결함이 없는 것을 확인한 다음에 용접을 해야 한다. 다만, 완전한 수동용접 비드가 선행할 때는 이에 한하지 않는다.

### (3) 필릿용접 및 부분용입 그루브용접의 시공

재편의 모서리부에서 끝나는 필릿용접은 모서리부를 돌면서 연속적으로 시공해야 한다. 서브머지드 아크용접법 또는 기타의 자동, 반자동 용접법을 사용할 때는 이음 도중에 아크를 중단해서는 안 된다. 서브머지드 아크용접으로 수평 필릿용접을 할 때는 1층 두께의 최대값은 8 mm를 원칙으로 한다.

## 3.1.5 가붙임 용접

(1) 본 용접의 일부가 되는 가붙임 용접에는 본 용접을 실시하는 용접공과 동등한 기술을 가진 자가 용접해야 한다.

(2) 용접 자세는 본 용접의 경우와 똑같은 자세로 용접한다.

(3) 모든 가붙임 용접부는 다음사항을 제외하고는 본 용접부와 동일한 품질조건을 가져야 한다.

① 연속되는 서브머지드 아크용접에 의해 채용되어 그 일부분으로 포함되는 단일 패스의 가붙임 용접부

② 언더컷, 채워지지 않은 크레이터 및 다공성과 같은 결함을 갖는 가붙임 용접부를 서브머지드 아크용접에 의해 용접을 실시하는 경우

(4) 최종용접부에 포함되는 가붙임 용접부는 본 용접에 사용되는 용접봉과 동일한 용접봉을 사용해야 하며 다층용접의 가붙임 용접부는 케스케이드단형으로 용접해야 한다.

(5) 최종용접부에 포함되지 않는 가붙임 용접부는 모재가 손상되지 않도록 제거시켜야 한다.

(6) 강제 뒷담재의 가붙임 용접은 일반적으로 이음부내에서 이루어지도록 하며 모든 가붙임 용접은 본용접시 채용되어 본용접에 포함되도록 해야 한다.

(7) 가붙임 용접의 층두께는 4 mm이상, 간격은 400 mm이하로 하고, 길이는 80 mm 이상으로 한다.

제 2 장 강교

- (8) 열처리 고장력강을 사용하는 부재의 가붙임 용접 층두께는 5 mm 이상, 간격 300 mm 이하, 길이 100 mm 이상을 표준으로 한다. 또, 트러스부재의 모서리 용접의 가붙임 용접두께는 본 용접시에 가붙임 용접부분이 재용용되는 크기로 하고, 균일한 용입선이 얻어지도록 해야 한다. 모서리 용접의 가붙임 용접은 반자동 용접으로 하고 용접은 직선비드로 한다. 또, 가붙임 용접간의 비드사이는 실링비드를 실시하고, 그 사이즈, 용접방법 등은 가붙임 용접과 동일하게 한다.
- (9) 가붙임 용접이 제품으로 남는 부재단부는 피하는 것을 원칙으로 한다. 부득이 한 경우는 부재단부를 둥근돌림 용접으로 하던가, 또는 부재단부에서 30 mm 이상을 띄워서 가붙임 용접을 해야 한다.
- (10) 가붙임 용접은 조립완료전까지 슬래그를 제거하고, 용접부 표면에 균열이 없는가를 확인 한다. 가붙임 용접부에 균열이 발견된 경우는 그 원인을 규명하고, 적당한 대책을 강구한 후에 그 근방에 새로운 가붙임 용접을 실시하고 균열이 발생한 가붙임 용접은 표 2.4.10에 준하여 제거 또는 보수해야 한다.
- (11) 가붙임시 모재의 예열작업은 이 시방서 2-4의 3.2항 규정에 준하고 용접 층간 최소온도는 표 2.4.7에 준한다.

표 2.4.7 가붙임 용접의 층간 최소온도(°C)

강 종	가붙임 용접방법	t 판 두께(mm)		
		t<25	25≤t<38	38≤t≤50
SS400 SM400	피복아크용접	-	50	50
	플렉스코어드 아크용접 가스메탈 아크용접	-	-	50
SM490 SM490Y SMA400	피복아크용접	-	50	100
	플렉스코어드 아크용접 가스메탈 아크용접	-	50	50
SM520 SM570 SMA490 SMA570	피복아크용접	50	100	100
	플렉스코어드 아크용접 가스메탈 아크용접	50	100	100

주 : 1) 강재 두께 50 mm 이상은 표 2.4.9 예열온도의 표준에 준한다

## 3.1.6 용접부 뒷담재

- (1) 강제 뒷담재를 사용한 그루브용접부는 용접금속이 뒷담재와 완전히 용융되도록 한다.
- (2) 강제 뒷담재는 각 용접부의 전 길이에 걸쳐 연속시키도록 하되 다음 조건에 합치하도록 해야 한다.
  - ① 모든 용접은 본 용접과 동일한 방법으로 완전용입 그루브용접을 실시한다.
  - ② 용접부는 초음파 탐상시험 또는 방사선 투과시험을 실시한다.
  - ③ 뒷담재의 용접과 시험은 뒷담재 사용 전에 실시해야 한다.
- (3) 응력방향에 직각으로 설치한 강제 뒷담재와 이음은 완만하게 다듬가공을 해야 한다. 다만, 감독자의 승인을 받은 경우 응력방향과 평행 하거나 또는 소요응력을 받지 않는 뒷담재는 제거시키지 않아도 된다.
- (4) 뒷담재가 용락을 방지할 수 있을 정도의 최소두께는 표 2.4.8을 기본으로 한다.

표 2.4.8 뒷담재의 최소두께

(단위 mm)

용 접 방 법	두께 최소값
피복 아크용접	5
가스메탈 아크용접	6
플럭스코어드 아크용접(차폐가스를 사용하지 않는 경우)	6
플럭스코어드 아크용접(차폐가스를 사용하는 경우)	9
서브머지드 아크용접	9

- (5) 강제 뒷담재는 모재와 밀착시켜 설치해야 하되, 강제 뒷담재와 모재 사이의 최대 간격은 2 mm로 한다.
- (6) 그루브용접부 및 필릿용접부는 적절한 뒷면 비드형상의 유지 또는 용락방지의 목적으로 동판, 플럭스, 유리테이프 또는 유사한 재료를 뒷담재로 사용할 수 있으나, 사전 감독자의 승인을 받아야 한다. 루트용접부는 저수소계 피복아크 용접봉이나 승인된 아크용접절차에 의하여 루트용접 방법으로 용착시켜야 한다. 용접아크가 동판을 녹일 가능성이 있을 경우에는 동판을 뒷담재로 사용해서는 안 된다.

## 제 2 장 강교

### 3.1.7 피닝 및 코킹

- (1) 균열을 방지하기 위해 두꺼운 용접부에서 수축응력을 제거할 목적으로 중간 용접층에서 피닝을 사용할 수 있다.
- (2) 용접부의 루트나 표면층 또는 용접부 단부에 있는 모재위에는 피닝을 실시해서는 안 된다.
- (3) 용접부의 루트나 표면층 또는 용접단부의 모재위에는 슬래그 및 스파터를 제거시킬 목적으로 수동 슬래그 해머, 끌 및 경량 진동장비를 사용할 수 있는데 이는 피닝으로 간주하지 않는다.
- (4) 용접부에 대한 코킹은 허용되지 않는다.

### 3.1.8 일렉트로 슬래그 용접법과 일렉트로 가스 용접법

일렉트로 슬래그 용접법(ESW)과 일렉트로 가스 용접법(EGW)은 열처리 고장력강에 사용해서는 안 되며, 또한 인장응력이나 교변응력을 받기 쉬운 부재의 용접에도 사용해서는 안 된다.

## 3.2 예열

### 3.2.1 일반사항

- (1) 모재의 최소예열과 용접층간 온도는 강재의 성분과 강재의 두께 및 용접구속 조건을 기초로 하여 설정해야 한다.  
최소예열 및 층간온도는 용접절차서에 규정되도록 해야 하며 최대 예열온도는 230℃ 이하로 해야 한다.
- (2) 이종금속간에 용접을 할 경우는 예열과 층간온도는 상위등급을 기준으로 하여 실시해야 한다.
- (3) 두꺼운 재료나 높은 구속을 받는 이음부 및 보수용접에서는 균열방지나 층상균열을 최소화하기 위해 규정된 최소온도 이상으로 예열해야 한다.
- (4) 용접부 부근의 대기온도가 -20℃보다 낮은 경우는 용접을 금지하는 것으로 한다. 그러나 적당한 방법으로 주위온도를 상승시킨 경우, -20℃ 또는 그 이상의 온도에서도 용접부 부근의 온도를 충분히 유지할 수 있으면 대기온도가 -20℃보다 낮아도 된다.
- (5) 모재의 표면온도가 0℃ 미만인 경우는 적어도 20℃이상 예열하도록 한다.
- (6) 2전극과 다전극 서브머지드 아크용접의 최소예열과 층간 온도는 감독자의 승인을 받아 조정할 수 있다.

3.2.2 예열온도

용접선의 양측 10 cm 및 아크 전방 10 cm의 범위내의 모재를 표 2.4.9에 표시한 표준에 따라 예열해야 한다.

다만, 특별한 실험자료에 의하여 균열방지가 확실히 보증될 수 있거나 강재의 용접균열 감응도 Pcm이 표 2.4.10의 표준 Pcm이하인 경우는 강종, 강판 두께 및 용접방법에 따라 표 2.4.9의 값을 조정할 수 있다. 표 2.4.11에 Pcm의 값에 따른 예열온도의 표준을 나타내었으므로 표준 Pcm값 이하인 경우에는 이 표를 따르도록 한다.

(1) 강재의 밀시트에서 다음 식에 따라서 계산한 탄소당량(當量)이 0.44%를 초과 할 때

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} + \left( \frac{C_u}{13} \right) (\%)$$

단, ( )항은  $C_u \geq 0.5$ 일 때에 더하는 것으로 한다.

(2) 경도시험에 있어서 예열하지 않고 최고 경도(Hv)가 370을 초과 할 때

(3) 모재의 표면온도가 0°C이하일 때

표 2.4.9 예열온도의 표준(°C)

강종	용접 방법	예열온도(°C)			
		판 두께 구분 (mm)			
		25이하	25~40	40~50	50~100
SM 400	저수소계 이외의 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	50	-	-
	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	50	50
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	예열없음	예열없음	예열없음
SMA 400W	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	50	50
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	예열없음	예열없음	예열없음
SM 490 SM 490Y	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	50	80	80
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	예열없음	50	50
SM 520 SM 570	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	80	80	100
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	50	50	80
SMA 490W SMA 570W	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	80	80	100
	SAW, 가스실드아크용접 (GMAW 또는 FCAW)	예열없음	50	50	80

주 : 1) 예열 없음에 대하여는 모재의 표면온도가 0°C 이하일 경우는 20°C정도로 가열한다.

제 2 장 강교

표 2.4.10 예열온도의 표준을 적용하는 경우의 Pcm 조건

강재두께	SM 400	SMA 400	SM 490 SM 490Y	SM 520 SM 570	SMA 490 SMA 570
t ≤ 25	0.24이하	0.24이하	0.26이하	0.26이하	0.26이하
25 < t ≤ 50	0.24이하	0.24이하	0.26이하	0.27이하	0.27이하
50 < t ≤ 100	0.24이하	0.24이하	0.27이하	0.29이하	0.29이하

주 : 1) Pcm 산정식

$$Pcm = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn}{20} + \frac{Cu}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Cr}{20} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B(\%)$$

표 2.4.11 Pcm값과 예열온도의 표준

Pcm	용접 방법	예열온도(℃)		
		판 두께 구분 (mm)		
		25이하	25초과 40이하	40초과 100이하
0.21	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	예열없음
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	예열없음	예열없음
0.22	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	예열없음
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	예열없음	예열없음
0.23	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	50
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	예열없음	예열없음
0.24	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	예열없음	50
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	예열없음	예열없음
0.25	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	50	50
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	예열없음	50
0.26	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	예열없음	50	80
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	예열없음	50
0.27	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	50	80	80
	SAW, 가스실드아크용접	예열없음	50	50
0.28	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	50	80	100
	SAW, 가스실드아크용접	50	50	80
0.29	저수소계 용접봉에 의한 피복아크용접	80	100	100
	SAW, 가스실드아크용접	50	80	80

주) 가스실드아크용접 : GMAW 또는 FCAW

### 3.2.3 예열방법

- (1) 예열방법은 전기저항 가열법, 고정버너, 수동버너 등에서 강종에 적합한 조건과 방법을 선정해야 하되 버너로 예열하는 경우는 직접적으로 개선면에 가열해서는 안 된다.
- (2) 온도관리는 용접선에서 75 mm 떨어진 위치에서 표면온도계 또는 온도초크 등에 의하여 온도관리를 해야 한다.
- (3) 온도저하를 고려하여 아크발생시의 온도가 규정온도인 것을 확인하고 이 온도를 기준으로 예열직후의 계측온도로 설정해야 한다.

### 3.2.4 가붙임 용접의 최소 예열온도

가붙임 용접의 최소 예열온도 및 용접층간 온도는 이 시방서 표 2.4.7에 준한다.

## 3.3 피복아크용접

### 3.3.1 일반사항

- (1) 피복아크용접(SMAW)은 강심선에 피복재를 도포하여 만든 용접봉과 모재사이에 아크를 발생시켜 그 열에 의해 용접봉과 피용접 강재가 녹아서 접합시키는 방법이다.
- (2) 용접자세는 가능한 한 아래보기를 원칙으로 한다.
- (3) 용접봉의 등급, 크기, 아크길이, 전압 및 전류는 재질의 두께, 그루브형상, 용접자세 및 작업과 관련된 기타 주변 환경 등에 적합하도록 한다. 용접전류는 용접봉 제조업자의 권장범위 이내로 한다.
- (4) 수직자세에서 하향 용접은 용접 승인시험에서 책임 용접기술자의 인증을 받지 못하면 모든 용접진행 방향은 상향으로 한다.
- (5) 강재 뒷담재를 사용하지 않는 완전용입 그루브용접이음부는 반대 면에서 우선적으로 가우징을 하고 용접을 실시하여 건전한 용접부가 되도록 한다.

### 3.3.2 용접봉 규격

용접봉의 최대지름은 다음을 기본으로 한다.

- (1) 루트용접을 제외한 아래보기 자세의 모든 용접 : 6 mm
- (2) 수평 필릿용접부 : 6 mm
- (3) 아래보기 자세 필릿용접부의 루트용접이나 뒷담재가 있고 루트간격이 6 mm이상의 그루브용접 : 6 mm
- (4) 수직자세 및 위보기 자세 용접 : 4 mm
- (5) 그루브용접부의 루트용접 및 위에서 언급한 경우를 제외한 기타 용접 : 5 mm

### 3.3.3 루트용접

루트용접의 최소 두께는 균열을 방지할수 있을 정도로 충분히 용접을 해야 하며

## 제 2 장 강교

사용용접봉은 다음 규격에 준한다.

- (1) 그루브용접부의 루트용접 최대두께 : 6 mm
- (2) 단일층 필릿용접과 다층 필릿용접부의 루트용접 최대치수는 다음에 준한다.
  - ① 아래보기 자세일 경우 : 10 mm
  - ② 수평자세 및 위보기 자세일 경우 : 8 mm
  - ③ 수직자세일 경우 : 12 mm

### 3.3.4 용접층의 최대두께

- (1) 그루브용접 및 필릿용접부의 루트용접후 후속 용접층의 최대두께는 다음을 기본으로 한다.
  - ① 아래보기 자세일 경우 : 3 mm
  - ② 수직자세, 위보기 자세 또는 수평자세일 경우 : 5 mm

## 3.4 서브머지드 아크용접

### 3.4.1 일반사항

- (1) 서브머지드아크용접(SAW)은 금속선과 모재사이에 아크를 발생한 열로 용접하는 방법으로 아크와 용융된 메탈은 가용성이 있는 입상플럭스의 브란케트 내에서 용융시키는 방법이다.
- (2) 서브머지드 아크용접은 하나 또는 하나 이상의 단전극이나, 하나 또는 하나 이상의 평행전극 또는 단전극과 평행전극을 조합하여 시행할 수 있다. 선행아크에 의해 형성된 용접금속의 슬래그가 후행아크에 의해 적절히 용착되도록 아크사이의 간격을 유지해야 한다. 다중전극을 사용하는 서브머지드 아크용접은 모든 그루브용접 또는 필릿용접에 대해서도 사용하는 것으로 한다.
- (3) 열처리 고장력강의 용접시 최대입열과 최대 예열온도는 강재 제조업체의 권장값을 따른다.
- (4) 용접봉의 지름은 6.4 mm를 초과하지 않도록 한다.
- (5) 서브머지드 아크용접에 의해 용착되는 모재 표면과 인접 주위의 수분, 녹, 페인트, 기름, 그리스 먼지 등은 각종 결함의 원인이 되므로 항상 깨끗이 청소해야 하며 습기가 없도록 한다.
- (6) 용접이음부의 루트용접 시 뒷면을 가우징하지 않고 용접을 할 경우는 방사선 투과 검사나 또는 기록된 검사자료에 의해 용접품질을 인증할 수 있도록 해야 한다.
- (7) 그루브용접에서 루트용접은 용융되는 강재 뒷담재나 또는 용융되지 않는 뒷담재를 사용할 수 있다. 필릿용접부의 루트는 모재의 용락을 방지하기 위해 뒷담재로 지

지해야 한다.

- (8) 각 용접층에서 용착금속 횡단면의 깊이와 최대 폭은 용접표면의 폭을 초과해서는 안 된다.
- (9) 서브머지드 아크용접은 원칙적으로 용접도중에 아크를 끊어서는 안되며 부득이 아크를 끊을 경우에는 비드 단부를 50 mm 이상 경사로 그라인딩 후 용접을 계속해야 한다.
- (10) 서브머지드 아크용접은 부재를 조립한 날 중에 용접을 실시하는 것을 원칙으로 한다. 다음날 이후에 시공할 경우는 발청이 없는 것을 확인한 다음 충분히 청소를 하고 습기를 제거한 후에 실시해야 한다.
- (11) 서브머지드 아크용접의 단부를 수동용접으로 연결시킬 경우에는 서브머지드 아크용접의 비드 단부를 50 mm 이상 가우징 후 수동용접을 실시해야 한다.
- (12) 서브머지드 아크용접은 비드의 개시점과 종료점의 처리는 원칙적으로 엔드탭 위에서 실시한다.
- (13) 서브머지드 아크용접에 사용되는 전극봉 및 플럭스는 이 장 3.14항의 규정에 의하여 건조한 것을 사용해야 하며 건조한 상태에서 용접을 실시해야 한다.
- (14) 개선 가공시 루트높이 치수는 별도 용접절차서에 따른다.
- (15) 루트용입부에 8 mm 이하의 가불임 용접은 본용접에 그대로 사용할 수 있으나 용접부의 표면과 외관을 급작스럽게 변화시키거나 용입을 감소시켜서는 안 된다. 이 조건에 충족되지 않은 용접은 본용접 이전에 완전히 제거한 후 본용접을 실시해야 한다. 두께 8 mm 미만의 강재 뒷면재를 가진 가불임 용접은 제거하거나 또는 저수소계 용접봉을 사용하여 피복아크용접(SMAW)으로 접합 전길이를 연결시켜야 한다.

#### 3.4.2 단전극을 사용한 서브머지드 아크용접 절차

- (1) 단전극은 하나 이상의 동력장치로 구성되나 하나의 동력원에만 연결된 1개의 전극을 의미한다.
- (2) 필릿용접을 제외한 모든 서브머지드 아크용접은 원칙적으로 아래보기 자세로 용접을 해야 한다. 필릿용접은 아래보기 자세나 또는 수평자세로 할 수 있으나 수평자세로 할 경우 단전극을 사용한 단일층 필릿용접의 각장 크기는 8 mm를 초과해서는 안 된다.
- (3) 루트 및 표면층을 제외하고 용접층의 두께가 6 mm를 초과하여서는 안 된다. 루트 간격이 12 mm 이상 또는 용접층의 폭이 16 mm를 초과할시는 다층용접의 층 분할 방식으로 실시해야 한다.

## 제 2 장 강교

- (4) 용접전력, 아크전압 및 진행속도는 각 용접층이 인접한 모재와 용접금속에 완전용융이 되도록 하고 오버랩 또는 과도한 언더컷이 발생되지 않도록 해야 한다.

### 3.4.3 평행전극을 사용한 서브머지드 아크용접절차

- (1) 평행전극은 동일한 동력원에 평행하게 연결시킨 2개의 전극으로 이 두개의 전극은 단전극공급기에 의해 공급된다. 용접전류가 명시된 경우의 용접전류는 2개의 전극을 합한 값으로 한다.
- (2) 필릿용접을 제외한 평행전극의 서브머지드 아크용접은 아래보기 자세로 한다. 필릿용접은 아래보기 자세 또는 수평자세로 할 수 있으나 수평자세로 할 경우, 평행전극을 사용한 단일층 필릿용접의 각장 크기는 8 mm를 초과해서는 안 된다.
- (3) 용접층 두께에 대한 제한사항은 없다. 그루브용접부의 루트용접을 할 경우에는 단전극이나 또는 평행전극을 사용할 수 있다. 뒷담재나 루트면은 용락을 방지할 수 있을 정도의 적당한 두께를 가져야 한다. 그루브용접에서 단일층의 표면폭이 12 mm를 초과할 경우는 평행 전극을 옆으로 서로 나란하게 배열하거나 또는 층 분할방식으로 용접금속과 개선 그루브의 면이 만나는 모서리에서 전극이 용융되도록 해야한다. 이미 형성된 용착층의 폭이 16 mm를 초과할 경우는 용접방향과 나란히 배열한 전극을 사용하여 층 분할방식으로 실시해야 한다.
- (4) 용접전류, 아크전압, 용접속도 및 전극의 위치는 각 용접층이 모재와 완전용융이 되도록 하고 용접부의 지단부에는 함몰자국이나 과도한 언더컷이 발생하지 않도록 해야 한다. 또, 구속된 이음부는 균열이 발생하지 않도록 최초 용접층은 지나친 오목한 비드형상을 피해야 한다.
- (5) 평행전극 서브머지드 아크용접시의 예열 및 층간 온도는 이 시방서 2-4의 3.2항에 따른다. 단일층 그루브용접 및 필릿용접에 대해서 감독자가 승인한 경우 모재의 최소 인장강도가 415 MPa이하인 강재는 열영향부의 경도가 비커스 경도지수로 225미만, 최소 인장강도가 415~485 MPa이하인 강재는 비커스 경도지수가 280미만이 되도록 예열 및 층간 온도를 충분히 유지시켜야 한다.

### 3.4.4 다중전극을 이용한 서브머지드 아크용접 절차

- (1) 다중전극은 둘 이상의 단전극 또는 평행전극을 조합한 것으로 각각의 전원과 독립적인 전극공급기를 가지고 있다.
- (2) 필릿용접을 제외한 다중전극을 사용한 서브머지드 아크용접은 아래보기 자세로 해야 한다. 필릿용접은 아래보기 자세나 또는 수평자세로 할 수 있으나 수평자세로

- 할 경우 다중전극을 사용한 단일층 필릿용접의 각장 크기는 12 mm를 초과해서는 안 된다.
- (3) 용접층의 두께는 원칙적으로 25 mm를 초과하지 않도록 한다. 그루브용접부의 루트용접은 단전극 또는 평행전극을 사용할 수 있다. 뒷담재나 루트면은 용락을 방지할 수 있을 정도의 적당한 두께를 가져야 한다. 그루브용접에서 단일층 용접의 표면 폭이 12 mm를 초과할 경우는 층 분할방식에 의한 모서리 용접을 확실히 해야 한다. 이미 형성된 용착의 폭이 25 mm를 초과할 경우에는 두 개의 전극을 사용하도록 하고 용접방향과 나란하게 배열한 전극을 사용하여 층 분할방식으로 용접을 실시해야 한다.
- (4) 용접전류, 아크전압, 용접속도 및 용접봉의 위치는 각 패스가 모재와 용접금속이 완전융합이 되도록 하고 용접부의 단부에는 함몰자국이나 과도한 언더컷이 발생되지 않도록 해야 한다. 또, 구속된 이음부에서 균열이 발생하지 않도록 최초 용접층은 지나친 오목한 모양의 비드형상을 피하도록 해야 한다.
- (5) 다중전극 서브머지드 아크용접시의 예열 및 층간 온도는 이 시방서 2-4의 3.2항에 따른다. 단일층 그루브용접 또는 필릿용접에 대해서 감독자가 승인한 경우, 모재의 최소 인장강도가 415 MPa이하인 강재에서는 열영향부의 정도를 비커스 경도지수로 225미만, 최소 인장강도가 415~485 MPa이하인 강재에서는 비커스 경도지수가 280미만이 되도록 예열 및 층간 온도를 충분히 유지시켜야 한다.

### 3.5 가스메탈 아크용접 및 플럭스코어드 아크용접

#### 3.5.1 일반사항

- (1) 가스메탈아크용접(GMAW) 및 플럭스코어드아크용접(FCAW)은 용접부를 차폐가스 CO<sub>2</sub>나 Ar 등을 대기와 차단하고 대기중의 질소와 산소를 용접금속내에 침투하는 것을 방지하므로서 양질의 용접부를 얻을 수 있도록 하는 방법이다.
- (2) 용접봉은 건조시켜야 하며 사용에 적합한 조건으로 관리되어야 한다.

#### 3.5.2 용접봉규격

용접봉의 최대직경은 아래보기 자세 및 수평자세일 경우 4.0 mm, 수직자세일 경우 2.4 mm, 위보기 자세일 경우 2.0 mm로 한다.

#### 3.5.3 용접층 두께

## 제 2 장 강교

- (1) 단일층으로 형성시키는 필릿용접부의 최대 각장 크기는 아래보기 자세 및 수직자세 일 경우 12 mm, 수평자세일 경우 10 mm, 위보기 자세일 경우 8 mm로 한다.
- (2) 가스메탈 아크용접 및 플릭스코어드 아크용접 루트와 표면층을 제외한 그루브용접부에서 용접층 두께는 6 mm를 초과하지 않아야 한다. 루트간격이 12 mm 이상일 경우는 다층용접의 층 분할방식으로 용접해야 한다. 아래보기 자세, 수평자세 또는 위보기 자세의 용접층 폭이 16 mm를 초과할 경우, 또는 수직자세 용접의 용접층 폭이 25 mm를 초과할 시는 다층용접의 층분할방식으로 실시해야 한다.

### 3.5.4 용접절차

- (1) 용접전류, 아크전압, 가스유동, 용접봉의 끝단에서 모재로 용착되어지는 금속의 이행형식, 진행속도는 각 층에서 인접모재와 용착금속이 완전한 융합이 이루어지도록 하며, 오버랩이나 과도한 기공 또는 언더컷이 발생하지 않도록 용접조건을 선정해야 한다.
- (2) 수직용접자세로 용접할 경우 모든 용접의 진행방향은 상향을 원칙으로 하며, 또 인증시험에서 용접 책임기술자의 승인을 받지 못할 경우는 하향 용접을 실시할 수 없다.
- (3) 뒷담재를 사용하지 않는 완전용입 그루브용접인 경우, 전면의 용접을 완료한 후 배면에서 용접을 시작하기 전에 용접부의 루트부를 먼저 가우징이나 치핑 또는 기타의 방법으로 전면에서 이루어진 건전한 용접금속이 나타날 때까지 루트부의 용착금속을 제거시켜야 한다.

### 3.5.5 방풍시설

가스메탈 아크용접 또는 플릭스코어드 아크용접은 바람이 심한 곳에서는 적당한 보호막을 설치하여 용접해야 한다. 이와 같은 보호막은 용접부 주변의 최대 풍속을 2.2 m/sec까지 감소시킬 수 있는 적절한 방풍시설을 갖추어야 한다.

## 3.6 일렉트로 슬래그 용접 및 일렉트로 가스 용접

### 3.6.1 일반사항

- (1) 일렉트로 슬래그 용접(ESW) 및 일렉트로 가스 용접(EGW)은 입상자동 용접의 일종으로 동계 몰드를 둘러싼 용접부의 노즐을 통하여 공급된 와이어가 슬래그 탕층을 통과하는 전류에서 발생하는 저항열에 의하여 노즐과 모재가 함께 용융되어 용착금속을 만들어 용접하는 방법이다.
- (2) ESW 및 EGW는 열처리한 강의 용접이나 인장응력 또는 교변응력을 받는 부재의 용접에 사용해서는 안 된다.

- (3) 용접에 쓰이는 차폐가스는 용접등급과 같은 것이어야 하며, 용접절차서의 모든 요구조건을 만족시켜야 한다. 용접현장에서 혼합할 경우는 적절한 측정장치를 사용하여 가스를 배합시키도록 한다. 가스비율은 용접절차서의 요건에 준한다.

### 3.6.2 용접봉 규격

사용 용접봉의 종류와 지름은 용접절차서의 요구조건에 준한다.

### 3.6.3 용접절차

용접부에 함몰이 생기기 앞서 이음부의 그루브표면까지 완전히 용착되도록 충분한 열축적(熱蓄積)을 갖게 해야 한다. 만약 슬래그나 용융액이 응고될 정도의 일정기간 용접을 중단할 경우는 용접부의 최소 150 mm 이상을 초음파 탐상검사 또는 방사선 투과검사에 의해 용접부의 건전성이 확인된 경우만 재용접을 할 수 있다.

### 3.6.4 모재의 예열

이 용접방법은 높은 입열특성으로 인해 통상적으로는 예열이 필요하지 않다. 그러나 용접시 모재의 온도가  $-20^{\circ}\text{C}$  미만일 경우는 용접을 해서는 안 된다. 함몰된 부분에서 용접을 시작하는 경우는 용접품질 개선을 위하여 용접절차서에 따른 예열을 해야 한다.

### 3.6.5 방풍시설

용접시 풍속이 2.2 m/sec 이상일 경우 차폐가스에 의한 일렉트로 가스 용접을 수행해서는 안 된다. 부득이 용접을 실시할 경우에는 최대풍속을 2.2 m/sec 이하까지 감소시킬 수 있는 적절한 방풍시설을 갖추어야 한다.

### 3.6.6 용접검사

주부재의 모든 맞대기 그루브용접은 용접검사 규정에 따라 방사선 투과시험을 실시해야 하며 용접결함은 이 시방서 2-4의 표 2.4.14에 의하여 교정해야 한다.

## 3.7 플러그 및 슬롯 용접

### 3.7.1 일반사항

플러그용접은 피복아크용접(SMAW), 가스메탈 아크용접(GMAW) 및 플렉스코어 드 아크용접(FCAW)에 의하여 시행한다.

### 3.7.2 용접절차

- (1) 아래보기 자세 용접 시는 구멍의 외각 접합점에서 구멍의 중심을 향하여 원주방향으로 용착시켜 바닥에서부터 소정의 두께만큼 반복하여 시행해야 한다. 용접이 완료될 때까지 용착된 부위의 슬래그는 용융상태로 유지시켜야 하되 아크가 중단되거나 슬래그가 냉각되면 슬래그를 완전히 제거한 후 재용접해야 한다.
- (2) 수직자세로 용접시는 구멍의 아래쪽 루트면에서 시작해서 윗쪽으로 향하여 용접하되

## 제 2 장 강교

구멍의 내측 철판면에서 구멍 바깥쪽으로 실시해야 한다. 아크는 구멍의 윗부분에서 끝내고 슬래그를 완전히 제거한 후 구멍의 반대편에서 다시 용접을 시작해야 한다.

- (3) 위보기 자세 용접 시는 아래보기 자세에 준하여 시행하되 슬래그는 소정의 두께만큼 용접을 완료한 후 냉각시켜 제거해야 한다.
- (4) 슬롯트 용접은 슬롯트길이가 용접폭의 3배이상 되는 부위나 단부부위를 제외하고는 플러그 용접과 동일한 방법으로 시행한다.
- (5) 플러그용접이나 슬롯트용접을 계속하고자 할 시는 아크의 중단, 스페터, 가스 초과 사용으로 인한 슬래그 끓음 등의 용접흠이 발생시는 용접을 중단하고 슬래그를 냉각시킨 후 슬래그나 용접층을 완전히 제거한 후 재용접 해야한다.

### 3.8 스티드의 용접

#### 3.8.1 일반사항

- (1) 스티드형 연결재 용접방법은 보통아크용접과 달리 큰 전류를 단시간내 흐르게 하여 연결재에 부착되어 있는 아크실드를 용해하여 모재에 용착시키는 방법이다.
- (2) 용접시 스티드에는 용접에 나쁜 영향을 주는 녹, 스케일, 기름, 습기 또는 이물질이 없어야 한다.
- (3) 모재와 접촉되는 스티드 베이스에는 용접전에 도장, 아연도금 또는 크롬 도금을 해서는 안 된다.

#### 3.8.2 모재의 준비

- (1) 스티드가 용접되는 모재의 부위는 충분한 용접이 이루어질 수 있도록 스케일, 녹, 습기 또는 기타 이물질이 없어야 한다.
- (2) 용접될 부위는 쇠술질, 스케일링, 프릭-펀치 또는 연마로 깨끗이 준비해야 한다.
- (3) 모재의 온도가  $-20^{\circ}\text{C}$  미만이거나 표면에 습기, 눈 또는 비에 노출된 경우에는 용접을 해서는 안 된다. 다만, 모재의 온도가  $-20^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$ 인 경우에는 추가의 육안검사와 굽힘시험 등을 통하여 감독자의 승인을 얻어 용접을 시행할 수 있다.

#### 3.8.3 스티드 용접

- (1) 스티드는 직류 역극성 전원에 연결된 자동시간조절 스티드 용접장비로 용접하는 것을 기본으로 한다.
- (2) 용접전압, 전류, 시간 및 스티드의 장전과 밀어 넣기를 위한 건의 조정은 과거의 경험과 스티드 용접 장비 제조자의 지침에 따라 최적상태로 조정해야 한다.

- (3) 두 개 이상의 스티드 용접 건을 동일한 전원으로 사용하는 경우, 한번에 하나의 건만이 작동하도록 하여 하나의 스티드를 용접한 후 다른 용접을 시작하기 전에 동력이 완전히 회복되도록 해야 한다.
- (4) 스티드 용접의 아크타임 허용오차는 목표치에 대하여  $\pm 5\%$  이내로 해야 한다.

#### 3.8.4 스티드 용접의 인증시험

- (1) 스티드 용접 시공시험은 이 시방서 2-4의 1.5.7항에 준하여 시행한다.

#### 3.8.5 스티드 자동용접사의 자격인증

- (1) 3.8.4의 용접성 시공시험이 만족스러울 경우 스티드 자동용접사는 자격이 인정된 것으로 하며 스티드 용접을 시공할 수 있다.
- (2) 시험에 관여하지 않은 자동용접사는 스티드 용접을 실시하기 전에 2개의 스티드를 이 시방서 2-4의 1.5.7항 규정에 따라 용접시공 시험을 실시하여 그 결과가 만족될 경우, 해당 용접자는 스티드 용접을 시공할 수 있다.

#### 3.8.6 스티드 용접보수

- (1) 스티드 자동용접에서 스티드가 완전한 360°의 용착부를 얻지 못할 경우 시공자는 누락된 용착부를 사전 인정된 플럭스코어드 아크용접(FCAW)이나 가스메탈 아크용접(GMAW) 또는 피복아크용접(SMAW) 방법을 사용하여 최소 필릿 용접으로 적절하게 보수해야 한다.
- (2) 보수용접은 보수하는 결합의 각 끝에서 최소 10 mm 이상을 연장하여 실시해야 한다.

#### 3.8.7 스티드 제거부위의 보수

- (1) 인장응력을 받는 부재에서 불합격 스티드를 제거한 부위는 매끄럽고 인접모재와 편평하게 마무리해야 한다.
- (2) 스티드 제거중에 손상된 모재부분은 사전 인정된 용접절차서에 따라 손상된 부위를 채우고 표면용접을 인접모재와 편평하게 마무리해야 한다.
- (3) 스티드를 교체하는 경우, 모재의 보수는 교체한 스티드의 용접전에 실시해야 한다.
- (4) 교체된 스티드는 본래의 축으로 부터 약 15°의 각도로 굽힘시험을 실시해야 한다.

#### 3.8.8 스티드 필릿용접

- (1) 스티드 용접은 스티드 건에 의한 자동용접을 원칙으로 하나 부득이 수동 필릿용접으로 할 경우, 사전 감독자의 승인을 받아 시행해야 한다. 사용 용접봉은 저수소계의 용접봉으로 용접봉 지름은 4~5 mm를 사용해야 한다.
- (2) 필릿용접의 최소 각장 크기는 표 2.4.12에 준한다.

표 2.4.12 필릿용접의 최소각장크기(mm)

스터드 지름	최소치수
$\phi \leq 10 \text{ mm}$	6
$10 \text{ mm} < \phi \leq 25 \text{ mm}$	8
$\phi > 25 \text{ mm}$	10

(3) 스테드의 필릿용접은 다음 규정에 준하여 시행해야 한다.

- ① 용접살의 높이 1 mm, 폭 0.5 mm 이상의 더뎂기가 주위에 둘러쌓이도록 해야 한다.
- ② 용접부의 균열 및 슬래그 혼입이 없어야 한다.
- ③ 날카로운 흠형상의 언더컷 및 깊이 0.5 mm이상의 언더컷이 없어야 한다.
- ④ 스테드의 마무리 높이는 설계치에 대해  $\pm 2 \text{ mm}$ 이내 이어야 한다.
- ⑤ 스테드의 기울기는 5°이내 이어야 한다.
- ⑥ 스테드 용접은 아래보기로 하는 것을 원칙으로 한다.

### 3.9 고리 및 가설용 공구 붙이기

운반 및 가설 등에 쓰이는 고리, 공구 등을 붙일 때의 용접은 원칙적으로 공장 내에서 하고 그 조건은 공장용접과 동등 이상인 것이라야 한다. 또한, 고리 및 공구 등의 제거는 모재에 유해한 결함을 남기지 않도록 주의하여 시행해야 한다.

### 3.10 용접의 검사

#### 3.10.1 용접검사의 종류

- (1) 용접의 비파괴시험은 구조물의 중요도 및 용접의 종류 등에 따라 결정하되 비파괴 검사 관련절차서를 제출하여 감독자의 승인을 받아 시행해야 한다.
- (2) 비파괴검사의 적용분류는 전수검사, 부분검사 및 지정검사로 나누어 시행한다.

#### 3.10.2 비파괴검사

- (1) 비파괴 검사를 실시하는 용접부는 육안검사에 합격한 부위에 실시하되 열처리 고장력강은 용접 후 48시간이 경과된 후에 실시하는 것으로 한다.
- (2) 육안검사

모든 용접부는 육안검사를 실시해야 하며, 육안검사 결과가 이 장 3.10.4 및 3.10.5 항의 기준을 만족하면 그 용접부는 합격된 것으로 한다. 육안검사자는 관련분야에 5년 이상 종사한 자가 실시하는 것을 기본으로 한다.

## (3) 침투탐상검사 및 자분탐상검사

침투탐상검사 및 자분탐상검사는 KS D 0213과 KS B 0816 기준에 준한다.

## (4) 방사선투과검사

방사선투과검사의 합격기준은 KS B 0845에 따라 등급을 분류하고 그 판정은 다음에 준한다.

- ① 인장 및 교번하중이 작용하는 부재의 용접부 : 2류 이상 합격
- ② 압축 및 전단응력이 작용하는 부재의 용접부 : 3류 이상 합격

## (5) 초음파 탐상검사

초음파 탐상검사의 합격기준은 KS B 0896에 따라 등급을 분류하고 그 판정은 다음에 준한다.

- ① 인장 및 교번하중이 작용하는 부재의 용접부 : 2류 이상 합격
- ② 압축 및 전단응력이 작용하는 부재의 용접부 : 3류 이상 합격

## 3.10.3 비파괴검사의 적용범위

## (1) 일반사항

- ① 완전용입 그루브용접부에 대한 비파괴검사는 방사선투과 검사 또는 초음파탐상검사를 기본으로 한다. 다만, 방사선투과검사의 적용이 곤란한 경우, 설계도서에 별도로 명시된 용접부, 판 두께가 50 mm이상인 경우에 대해서는 초음파 탐상검사를 실시하는 것으로 한다.
- ② 용접부에 대한 비파괴검사는 주로 주부재를 대상으로 실시하는 것을 기본으로 하며 2차 부재에 대해서는 주응력을 받는 부재에 한하여 시행하되 승인된 계획서 및 절차서에 의하여 실시해야 한다.

## (2) 완전용입 그루브용접부에 대해서는 방사선투과검사 또는 초음파 탐상검사를 다음과 같이 실시 한다.

- ① 인장 또는 교번하중을 받는 용접부의 검사는 시,종점부에는 방사선투과 검사(2매)로 하고, 나머지 길이는 초음파탐상으로 전수 검사를 실시해야 한다.
- ② 복부판의 수직맞대기 이음의 경우는 부분검사로 최대 인장점으로부터 복부판 높이의 1/2범위까지 초음파탐상 검사를 실시해야 한다. 다만, 교번부에 위치하는 이음부는 100% 초음파탐상검사를 실시해야 한다.

복부판의 수평맞대기 이음부는 부분검사로 용접부의 1/4길이에 대해 초음파탐상검사를 실시해야 한다.

제 2 장 강교

- ③ 압축응력이나 전단응력을 받는 맞대기 이음부는 50%의 초음파탐상 검사를 실시해야 한다.

크로스빔의 상부플랜지와 주 거더의 상부플랜지 또는 스트링거의 상부플랜지와 맞대기 이음부는 100%의 초음파탐상검사를 실시해야 한다.

방사선투과검사나 초음파탐상검사의 부분검사는 이음부 전체에 균등히 분포하여야 하며, 이때 결함이 발견될 경우에는 1로트의 나머지 용접부 전 길이에 대해 검사를 실시해야 한다. 여기서, 로트란 동일용접조건으로 실시된 용접이음을 말한다.

- ④ T이음부나 모서리 이음의 완전용입부는 초음파 탐상검사를 실시한다.
- ⑤ 초음파탐상 검사에서 결함이 발견된 경우에는 보수부와 보수부 양쪽으로 각 50 mm씩 추가검사를 실시해야 한다.

(3) 필릿용접부에 대해서는 다음과 같이 자분탐상검사를 실시하는 것을 기본으로 한다.

- ① SM-520 이하인 주거더의 복부판과 플랜지간의 필릿용접부는 자분탐상검사를 단부를 포함하여 매 용접길이 3 m당 300 mm의 길이에 대해 실시해야 하며 용접길이가 3 m가 되지 않는 경우 또는 용접이음형태가 바뀐 곳에서도 300 mm의 자분탐상검사를 실시해야 한다.

- ② SM570 이상인 주 거더의 복부판과 플랜지 또는 플랜지와 종리브간의 필릿용접부는 자분탐상검사를 단부를 포함하여 매 용접길이 3 m당 300 mm의 길이에 대해 실시해야 한다.

자분탐상검사서 중대한 결함이 발견 또는 예상될 경우에는 감독자는 검사량을 증가시킬 수 있다.

- ③ 용접결함이 발견될 경우에는 용접의 전체길이 또는 용접결함이 발견된 위치로부터 양쪽으로 각 1.5 m 가운데 작은 쪽을 선택하여 자분탐상검사를 다시 실시해야 하며, 비록 용접결함 구간이 3.0 m 이하라도 이를 실시해야 한다. 기타 다른 주요 부재의 필릿용접은 육안검사를 실시하는 것을 기본으로 하고 균열의 의심이 있는 경우에만 위의 기준에 준하여 실시한다.

- (4) 부분용입 그루브용접부에 대해서는 단부를 포함하여 매 용접길이 3 m당 300 mm의 길이에 대해 초음파탐상검사를 실시하며 용접길이가 3 m가 되지 않는 경우, 또는 용접이음형태가 바뀐 곳에서도 300 mm의 초음파탐상검사를 실시해야 한다. 이때, 용접결함이 발견될 경우에는 용접 전체길이 또는 용접결함이 발견된 위치로부터 양쪽으로 각 1.5 m가운데 작은 쪽을 초음파탐상검사를 다시 실시해야 하며, 비록 용접결함 구간이 3.0 m 이하라도 이를 실시해야 한다.

단, 판정기준은 용입깊이 및 용입깊이내의 중요 결함을 확인하는 것으로 해야 한다.

(5) 일렉트로 슬래그 용접(ESW) 또는 일렉트로 가스 용접(EGW)에 의해 용접된 용접부에 대해서는 방사선투과검사를 기본으로 한다. 만약, 초음파탐상검사를 실시할 경우에는 보완적으로 방사선투과검사를 실시해야 한다.

(6) 현장용접의 검사는 다음에 준한다.

① 강바닥판을 제외한 주거더의 플랜지, 복부판, 종리브 그리고 강재교각의 보와 기둥의 용접부는 방사선투과 또는 초음파탐상 검사로 전수검사를 해야 한다.

② 강바닥판의 데크프레이트간 용접부는 방사선투과검사 또는 초음파탐상검사를 실시해야 한다.

방사선투과검사를 할 경우에는 시·종단에 연속해서 2매 중간부에서 1 m당 1매 또는 용접와이어의 시, 종점부에서 1매를 검사해야 한다. 또한 십자 교차점에서는 사방으로 각 2매씩 검사해야 한다.

여기서, 이음부란 단부에서 교차부 또는 교차부에서 교차부를 의미한다.

방사선투과검사에 의한 샘플링 검사를 실시한 경우에는 결함부의 양측 각 1 m의 범위에 대해서는 추가검사를 실시하고, 이들 개소에서도 결함이 발생된 경우에는 그 이음부 전체를 검사해야 한다.

방사선투과 검사 대신 초음파탐상검사로 할 경우에는 용접이음부 전 길이에 대해 실시하는 것으로 해야 한다.

③ 판정기준은 이 장 3.10.2의 (4) 및 (5)에 준한다.

④ 현장용접에 필릿용접부 및 부분용입 그루브용접부가 있는 경우에는 이 장의 3.10.3의 (3) 및 (4)항에 준한다.

### 3.10.4 육안검사

(1) 용접균열의 검사

용접비드 및 그 근방에서는 어느 경우도 균열이 있어서는 안 된다.

균열검사는 육안으로 하되 특히 의심이 있을 때에는 자분탐상법(磁粉探傷法) 또는 침투액탐상법 등을 이용하여 실시해야 한다.

(2) 용접비드 표면의 피트

주요 부재의 맞대기이음 및 단면을 구성하는 T 이음, 모서리이음에서는 비드 표면에 피트가 있어서는 안 된다. 기타의 필릿용접 또는 부분용입 그루브용접에 관해서는 한 이음에 대해 3개 또는 이음길이 1 m에 대해 3개까지 허용한다. 다만, 피트 크기가 1 mm이하일 때는 3개를 한 개로 본다.

(3) 용접비드 표면의 요철

제 2 장 강교

비드 표면의 요철은 비드길이 25 mm 범위에서의 고저차로 나타내고, 3 mm를 넘는 요철이 있어서는 안 된다.

(4) 언더컷

언더컷의 깊이는 표 2.4.13의 값을 초과해서는 안 된다.

표 2.4.13 언더컷의 깊이

언더컷의 위치	허용차(mm)
주요부재의 재편에 작용하는 1차응력에 직교하는 비드의 종단부	0.3
주요부재의 재편에 작용하는 1차응력에 평행하는 비드의 종단부	0.5
2차부재의 비드 종단부	0.8

(5) 오버랩

오버랩이 있어서는 안 된다.

(6) 필릿용접의 크기

필릿용접의 변의 길이 및 목두께는 지정 필릿 치수 및 그것에 상당하는 목두께보다 작아서는 안 된다. 그러나, 한 용접선의 양단의 각각 50 mm를 제외한 부분에서는 용접길이의 10% 까지의 범위에서 -1.0 mm의 오차를 인정한다.

3.10.5 스테드의 검사

(1) 스테드의 검사

스테드의 외관검사는 전체에 대해 행하며 다음 표 2.4.14를 만족해야 한다.

(2) 해머타격검사

외관검사의 결과가 불합격으로 판정된 스테드는 전부 해머타격에 의한 굽힘검사를 해야 한다. 더돌기가 형성되지 않은 스테드는 더돌기가 형성되지 않은 반대 방향으로 15°까지 굽히는 것으로 한다. 모재의 온도가 0℃ 미만일 때 용접된 것은 총 스테드 수의 1%를 발췌하여 굽힘검사를 해야 한다. 또한 굽힘검사를 실시한 스테드는 굽혀진 상태 그대로 콘크리트 속에 타설한다.

표 2.4.14 스티드용접부의 외관검사

결 합	판 정 기 준
더돋기형상의 부조화	더돋기는 스티드의 반지름 방향으로 균일하게 형성되어야 한다. 여기에서 더돋기는 높이 1 mm 폭 0.5 mm 이상의 것을 말한다.
균열 및 슬래그 혼입	허용되지 않는다.
언 더 컷	날카로운 노치 형상의 언더컷 및 깊이 0.5 mm 이상의 언더컷은 허용되지 않는다. 다만, 그라인드 양이 0.5 mm이내로 처리될 수 있는 것은 그라인드 처리로 합격하는 것으로 한다.
스 티 드	설계치에서 $\pm 2$ mm를 넘어서는 안 된다.

### 3.11 결함부의 보수

#### 3.11.1 결함의 종류 및 보수방법

용접결함부의 종류 및 보수방법은 표 2.4.15에 표시한 요령으로 한다.

이 요령 이외의 주요부재 및 2차부재의 용접부 결함 보수방법 및 보수 허용규정  
치는 「전문시방서나 공사시방서」에 준하되 사전에 그 요령과 절차서를 제출하여  
감독자의 승인을 받아 시행해야 한다.

#### 3.11.2 용접의 더돋기와 마무리

##### (1) 그루브용접

설계에서 마무리를 지정하지 않은 그루브용접을 하는 경우는 표 2.4.16에 표시한  
범위내의 더돋기는 용접한 대로 두어도 좋다. 다만, 더돋기가 표의 값을 초과 할  
때는 비드 형상의 끝단부를 매끄럽게 마무리 해야 한다.

##### (2) 필릿용접

한 용접선의 양단 각 50 mm 이외 부분에서 용접길이의 10%까지 -1 mm의 오차  
를 허용하나 비드 형상이 불량한 경우는 결함보수 기준에 따라 덧살용접으로 보수  
해야 한다.

표 2.4.15 용접결합부의 보수

순번	결합의 종류	보 수 방 법
1	강재의 표면상처로 그 범위가 분명한 것	덧살용접후, 그라인더 마무리, 용접 비드는 길이 40 mm 이상으로 한다.
2	강재의 표면상처로서 그 범위가 불분명한 것	정이나, 아크에어가우징에 의하여 불량 부분을 제거 하고, 덧살용접을 한 후 그라인더 마무리를 한다.
3	강재 끝면의 층상 균열	판 두께의 1/4정도의 깊이로 가우징을 하고, 덧살용접을 실시한 후, 그라인더 마무리를 한다.
4	아크 스트라이크	모재표면에 오목부가 생긴곳은 덧살용접을 한후 그라인더 마무리를 한다. 작은 흔적이 있는 정도의 것은 그라인더 마무리만으로 좋다, 용접비드의 길이는 이 표의 1의 경우와 같다.
5	가붙임 용접	용접비드는 정 또는 아크에어스커핑법으로 제거한다. 모재에 언더컷이 있을때는 덧살용접후, 그라인더 마무리를 한다. 용접비드의 길이는 이 표의 1의 경우와 같다.
6	용접 균열	균열부분을 완전히 제거하고 발생원인을 규명하여 그것에 따른 재용접을 한다.
7	용접비드 표면의 피트, 오버랩	아크에어가우징으로 그 부분을 제거하고 재용접 한다. 용접비드의 최소길이는 40 mm로 한다.
8	용접비드 표면의 요철	그라인더 마무리를 한다.
9	언더컷	비드 용접한 후 그라인더 마무리를 한다. 용접비드의 길이는 40 mm 이상으로 한다.
10	스터드용접의 결함	해머 타격검사로 파손된 용접부는 완전히 제거하고 모재면을 절리한 다음 재용접한다.

표 2.4.16 그루브용접의 더돋기(mm)

비드폭(B)	더돋기 높이(h)
B < 15	h ≤ 3
15 ≤ B < 25	h ≤ 4
B ≥ 25	h ≤ 4B/25

### 3.12 변형교정

#### 3.12.1 강재의 표면온도

용접에 의해서 생긴 부재의 변형은 프레스나 가스화염법 등에 의하여 교정할 수 있다. 가스화염법에 의해 교정을 실시하는 경우의 강재 표면온도 및 냉각법은 표 2.4.17에 의한다.

표 2.4.17 가스화염법에 의한 선상가열시의 강재 표면온도 및 냉각법

강 재		강재 표면온도	냉 각 법
조질강(Q)		750℃이하	공냉 또는 공냉 후 600℃이하에서 수냉
열가공제어강 (TMC)	Ceq>0.38	900℃이하	공냉 또는 공냉 후 500℃이하에서 수냉
	Ceq≤0.38	900℃이하	가열 직후 수냉 또는 공냉
기타 강재		900℃이하	적열상태에서의 수냉은 피한다

#### 3.12.2 교정방법의 승인

이 규정 이외의 비틀림 제어 및 수축에 따른 변형교정은 교정방법과 절차서를 제출하여 감독자의 승인을 받아 시행해야 한다.

### 3.13 열처리에 의한 응력제거

#### 3.13.1 일반사항

용접 구조물에 대해서는 열처리에 의해 응력을 제거시켜야 하되, 열처리대상 및 범위는 승인된 열처리계획서에 준하여 시행해야 한다. 다만, 용접 후 기계가공이 필요시는 응력제거 후에 기계가공을 시행해야 한다.

#### 3.13.2 응력제거 열처리 실시방법

- (1) 용접된 조립품(부재)을 열처리로에 투입할 때 노내 온도가 315℃를 초과해서는 안 된다.
- (2) 315℃ 이상에서의 가열비(℃/hr)는 가장 두꺼운 부재를 기준으로 25 mm당 1시간에 220℃를 초과해서는 안 된다. 또한 어떠한 경우도 단위 시간당의 가열온도가 220℃를 초과해서는 안 된다. 가열 중에 가열시키는 부재의 전 부위의 온도편차는 5 m 길이 이내에서 140℃이하가 되도록 해야 한다.

제 2 장 강교

(3) 열처리 고장력강이 최대온도 600℃에 도달된 후 또는 기타 다른 강재가 평균온도 범위 590℃와 650℃ 사이에 도달된 후에는, 용접두께에 따라 표 2.4.18의 규정시간 이상 동안 조립품의 온도를 유지시켜야 한다.

응력제거가 치수안정을 목적으로 하는 경우, 유지시간은 두꺼운 쪽의 부재를 기준으로 하여 표 2.4.18에 기록된 시간 이상으로 유지시켜야 한다. 또한 유지시간 동안 가열된 부재의 전 부분에 걸쳐서 최고온도와 최저온도 차이가 80℃이상이 되어서는 안 된다.

표 2.4.18 최소유지시간

두께 6.0 mm 이하	두께 6.0 mm초과 ~50 mm이하	50 mm 초과
15분	1시간/25 mm	2시간 + 50 mm를 초과하는 두께에 대해서 25 mm당 15분 추가

(4) 315℃ 이상에서의 냉각비(℃/hr)는 밀폐된 노(爐) 또는 용기내에서 가장 두꺼운 부재를 기준으로 25 mm당 1시간에 315℃ 이하가 되어야 하며, 어떠한 경우에도 단위시간당의 냉각온도가 260℃를 초과해서는 안 된다. 또, 315℃ 미만에서는 조립품을 공냉(空冷)시킬 수 있다.

3.13.3 응력제거 열처리의 다른 방법

다른 방법으로 앞의 3.13.2항에 기술한 온도까지 후열처리 시키는 것이 비현실적인 경우 용접시킨 조립품은 표 2.4.19에 준하여 더 긴 시간동안 더 낮은 온도에서 응력을 제거시킬 수도 있다.

표 2.4.19 응력제거 열처리의 다른 방법

최소규정온도 이하의 온도감소(℃)	온도감소시의 최소지속시간 두께 25 mm당의 최소 유지시간
28	2
56	3
84	5
112	10

### 3.14 현장품질관리

#### 3.14.1 용접재료

- (1) 용접재료는 적절하게 보관, 관리되고 있는 것을 확인한 후에 사용해야 한다.
- (2) 피복아크용접봉건조는 표 2.4.20에 따른다.

표 2.4.20 용접봉의 건조

용접봉 종류	용접봉건조상태	건조온도	건조시간
연강용 피복아크용접봉	건조(개봉)후 12시간 이상 경과한 경우 또 는 용접봉이 흡습할 우려가 있는 경우	100~150℃	1시간이상
저수소계 피복 아크용접봉	건조(개봉)후 4시간 이상 경과한 경우 또는 용접봉이 흡습할 우려가 있는 경우	300~400℃	1시간이상

- (3) 용접봉은 한번 이상 재건조 시켜서는 안 되며, 또한 젖은 용접봉을 사용해서도 안 된다.

#### 3.14.2 플럭스

- (1) 서브머지드 아크용접에 사용되는 플럭스는 건조상태를 유지하여야 하며, 먼지, 밀스케일 또는 기타 이물질 등의 오염물질이 없어야 한다.
- (2) 서브머지드아크용접용 플럭스의 건조는 표 2.4.21에 따른다.

표 2.4.21 플럭스 건조

플럭스 종류	건조온도	건조시간
용융플럭스	150~200℃	1시간이상
소결플럭스	200~250℃	1시간이상

- (3) 용접장비, 호퍼, 탱크 등의 모든 플럭스는 용접작업이 48시간 이상 중단될 때는 언제든지 새로운 플럭스로 대체시켜야 한다. 플럭스는 항상 습기 및 오염물질로부터 보호되어야 하며, 젖은 플럭스를 사용해서는 안 된다.

## 제 2 장 강교

(4) 용접시 용융된 플럭스의 재사용은 금지한다.

### 3.14.3 용접 품질관리시험

시공자는 이 장의 1.5.7항의 시공시험 이외의 추가 용접시험이 필요시는 감독자의 승인을 받아 다음 중 해당시험을 실시해야 한다.

- (1) 용착금속의 인장 및 충격시험 : KS B 0821
- (2) 아크용접 이음의 한쪽 인장파괴시험 : KS B 0825
- (3) 용착금속의 수소량 측정방법 : KS B 0823
- (4) 용착금속의 경도시험방법 : KS B 0826
- (5) 맞대기 용접이음의 노치 파단면 시험방법 : KS B 0836
- (6) 맞대기 용접이음의 반복굽힘 시험방법 : KS B 0837
- (7) 앞면 필릿 용접이음의 인장시험방법 : KS B 0841
- (8) 측면 필릿 용접이음의 전단시험방법 : KS B 0842
- (9) 필릿용접부의 파단면 시험방법 : KS B 0843
- (10) T형 필릿 용접이음의 굽힘시험방법 : KS B 0844
- (11) 강용접부의 수소량 측정방법 : KS D 0064

## 2-5 볼트연결

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

이 절은 강교제작 및 조립시공에 필요한 볼트 및 연결재 시공에 적용한다.

#### 1.2 관련 시방서

1.2.1 도로교 설계기준

1.2.2 토목공사 표준 일반시방서

#### 1.3 참조규격

##### 1.3.1 한국 산업규격

KS A 3103	계량 기준형 1회 샘플링 검사 (표준편차를 알고 있을 때, 로트의 평균치를 보증하는 경우와 로트의 불량률을 보증하는 경우)
KS A 3109	계수 조정형 샘플링 검사 (공급자를 선택할 수 있을 경우의 수입 검사)
KS A 9001-9003	품질시스템 규격
KS B 0052	표준 용접기호
KS B 0553	웨스너-비전해식 아연말 피막처리
KS B 0809	금속재료 충격시험편
KS B 0810	금속재료 충격시험
KS B 0885	용접기술 검정에 있어서의 시험방법 및 판정기준
KS B 0905	조임용 부품 - 인수검사
KS B 1002	6각 볼트
KS B 1010	마찰접합용 고장력 6각볼트, 6각너트, 평와셔의 세트
KS B 1012	6각 너트
KS B 1101	냉간성형 리벳
KS B 1102	열간성형 리벳
KS B 1320	평행편
KS B 1321	분할편

## 제 2 장 강교

KS B 1322	테이퍼핀
KS B 1326	평와셔
KS B 2819	구조물용 토크-전단형고장력볼트·6각너트·평와셔의 세트
KS B 5221	미터 보통 나사용 한계 게이지
KS D 3710	탄소강 단강품
KS D 4101	탄소강 주강품
KS D 4118	도로교용 주강품

### 1.4 용어의 정의

- (1) 토크-전단형(T/S) 고장력 볼트 : 제작 시 만들어진 핀꼬리(Pintail)의 노치부분이 체결시 볼트 조임력에 의한 전단파단으로 절단될 때 볼트에 도입되는 축력을 공장에서 규격화시킨 제품으로 볼트머리 부에는 와셔를 두지 않는다.
- (2) 병용이음 : 이음에 전달되는 한 종류의 힘에 대하여 복수의 연결방법을 적용한 것.
- (3) 혼용이음 : 이음에 전달되는 복수의 힘들에 대하여 각각 별도의 연결방법을 적용시킨 것.

### 1.5 제출물

#### 1.5.1 시공계획서 및 시공도서

이 지방서 2-6의 1.4항에 준한다

#### 1.5.2 제품검사기록 및 시험성적서

볼트 및 연결재의 제품검사기록, 시험성적서 등을 제출한다.

#### 1.5.3 사용 볼트 목록 및 수량서

부재의 이음부별 사용 볼트 및 연결재의 규격 및 종류를 명기한 목록과 수량서를 제출한다.

#### 1.5.4 시공방법 및 검사요령서

볼트 및 연결재의 시공방법과 검사요령서를 작성 제출한다.

#### 1.5.5 볼트 체결기구 검사 기록서

볼트조임 기구 및 연결재용 장비의 검사결과와 조정 또는 보정 기록서를 제출한다.

#### 1.5.6 볼트시공 완료보고서

볼트시공이 완료될 시는 볼트 및 연결재의 제품검사기록, 시험성적서, 각종 시공 기록을 실명날인한 보고서를 제출해야 한다.

## 1.6 품질보증

### 1.6.1 볼트세트의 확인

볼트, 너트, 와셔 등의 등급에 따른 기계적 성질에 대한 시험 및 검사가 필요할 경우에는 다음에 의한 시험을 실시한다.

- (1) 모양, 치수에 대해서는 KS B 1010의 부표 1-3에 준한다.
- (2) 외관은 KS B 1010의 8항 겉모양에 준한다.
- (3) 나사정밀도는 KS B 5221의 규정에 맞는 6H/6g용 한계 게이지로 검사하는 것을 원칙으로 하며 2급 나사용 한계 게이지로 대신할 수 있다.
- (4) 표본 추출검사 방식에서 외관, 모양, 치수 및 나사정밀도는 KS A 3109, 기계 성질은 KS A 3103에 의하여 확인 검사한다.

### 1.6.2 토크계수값 시험

토크계수값 시험은 각 로트의 고장력 볼트세트에 대해 5개 이상 실시하고 토크값의 평균과 편차를 조사하여 제작자 검사결과와 비교하되 토크값이 5%이상 다를 경우는 재검사를 실시해야 한다.

### 1.6.3 볼트조임 기구의 교정

볼트조임 기구는 반입시 1회, 사용중에는 6개월에 1회 이상 교정을 받아야 한다.

### 1.6.4 축력계의 교정

축력계는 반입시 1회, 사용중에는 최소 12개월에 1회이상 교정을 실시해야 하며 정밀도는  $\pm 3\%$ 의 오차범위가 되도록 해야 한다.

### 1.6.5 볼트이음면의 상태

볼트이음면의 미끄럼 상태는 규정값 이상의 마찰계수를 가져야 되며, 볼트이음면에 도장되는 도장재는 미끄럼 내력시험에 인증된 것을 사용한다.

## 1.7 볼트 및 연결재 운송, 보관 및 관리

### 1.7.1 볼트 및 연결재의 운송

볼트 및 연결재의 운송은 이 시방서 2-2의 1.6항 제규정에 준한다.

### 1.7.2 볼트세트의 보관 및 관리

- (1) 볼트세트는 공장출하시의 상태가 현장시공시까지 유지될 수 있도록 포장 및 보관에 주의해야 한다. 관련규정은 KS B 0905에 준한다.

## 제 2 장 강교

- (2) 1일 작업이 종료했을 때 남은 볼트는 신속히 포장하여 보관하도록 하되 미사용 볼트는 현장에 방치해서는 안된다.
- (3) 제작 후 6개월 이상 된 볼트는 현장예비시험을 기준으로 하여 토크계수값으로 측정해야 한다.

## 2. 재료

### 2.1 사용재료

#### 2.1.1 볼트의 종류

- (1) 마찰이음용 고장력 6각볼트, 6각너트, 평와셔의 세트 : KS B 1010
- (2) 토크-전단형(T/S) 고장력 볼트  
구조물용 토크-전단형 고장력볼트, 6각너트 평와셔의 세트 : KS B 2819
- (3) 용융아연도금 고장력 볼트  
볼트재료 세트 : KS B 1010의 제1종(F8T) A  
마찰계수 0.4를 얻기위해 표면거칠기를 50S 이상이 되도록 블라스트 처리하고 너트회전법으로 체결하는 볼트.
- (4) 비전해식 아연말 피막처리 고장력 볼트 : KS B 0553  
비전해식 아연말 피막은 아연말 화성피막과 같다.
- (5) 기타 피막처리 고장력 볼트  
기타 피막처리방법, 피막두께, 내식성 및 기계적, 물리적 성질에 따른 제 성질이 국내 및 국제규격과 동등 이상인 제품
- (6) 일반볼트  
6각볼트 : KS B 1002  
6각너트 : KS B 1012  
평와셔 : KS B 1326

#### 2.1.2 연결재

스터드형 전단연결재는 이 시방서 2-2의 2.2.5 및 2-4의 2.3항 규정에 준한다.

#### 2.1.3 볼트의 종류 및 규격

사용볼트의 종류 및 규격은 위 2.1.1항의 규정을 만족하는 표 2.5.1에 준하되, 체결방법 및 연결방법에 따라 필요한 기계적성질 등의 특성 및 품질을 만족하는 것으로 한다.

표 2.5.1 사용볼트의 종류 및 규격

구 분	종류	토크계수값	등 급		
			볼 트	너 트	와 셔
마찰이음용 고장력볼트	1종	A	F8T	F10	F35
		B			
	2종	A	F10T		
		B			
	토크-전단형 고장력볼트		S10T		
지압이음용 고장력볼트	1종	A	B8T	F10	F35
		B			
	2종	A	B10T		
		B			
일반볼트	6각볼트(C)		-	5	-

주) 토크계수값의 A는 윤활유 처리 등으로 1제조 로트의 토크계수값의 평균치가 0.11~0.15사이, B는 방청유 도포 등으로 토크계수값의 평균치가 0.15~0.19사이의 값을 나타낸다.

#### 2.1.4 핀 및 롤러

핀 및 롤러의 사용재는 이 시방서 2-2의 2.2.4 및 2.2.6항에 준하되 다음 재료 중에서 사용한다.

- (1) 탄소강 단강품 : KS D 3710
- (2) 탄소주강품 : KS D 4101
- (3) 도로교용 주강품 : KS D 4118

### 3. 시공

#### 3.1 공통사항

##### 3.1.1 일반사항

- (1) 볼트는 나사를 손상하지 않고 정확하게 구멍속에 끼워 넣어야 하며 볼트끼우기 중 나사부분과 볼트머리는 손상되지 않게 보호해야 한다. 모든 볼트머리와 너트 밑에는 와셔를 끼우고 와셔는 볼트머리와 너트에 평행하게 놓아야 한다. 다만, T/S볼트는 너트측에만 1개의 와셔를 사용해야 한다.

제 2 장 강교

- (2) 볼트가 볼트축에 직각인 평면과 1/20보다 큰 경사를 갖는 경사표면(傾斜表面)이나 원형면(圓形面)위에 사용될 경우에는 볼트머리나 너트가 완전히 지지 되도록 경사진 와셔나 원형 와셔를 갖추어야 한다.
- (3) 볼트의 나사는 하나 이상의 나사산이 연결되는 부재 안쪽에 남아있도록 해야 한다.

3.1.2 그룹볼트의 조임

그룹볼트의 조임은 중앙볼트에서 단부의 볼트로 향하여 행하고 볼트조임에는 1차 예비조임과 본조임으로 나누어 2회 시공한다.

1차 조임은 소요 토크값의 60%정도로 전체볼트를 조인다.

3.1.3 볼트연결부의 이음면처리

- (1) 볼트연결부의 이음 표면처리는 블라스트 등에 의해 녹, 흑피 등을 제거하여 마찰계수가 0.4이상 얻어지도록 처리한다.
- (2) 볼트조임에 앞서 연결부의 들뜬녹, 기름, 먼지 등을 충분히 청소하여 제거한다.
- (3) 마찰이음의 경우도 연결부 이음면에는 도장을 해서는 안되나 지압이음일 때는 프라이머 도장의 제거를 생략할 수 있다. 다만, 마찰이음의 경우 도장을 할 경우는 표 2.5.2에 준하여 시행하는 것이 좋으나 무기질 아연말 프라이머(징크리치 페인트)를 사용하는 것으로 한다.

표 2.5.2 무기질 아연말 프라이머를 도장할 경우의 조건

항 목	조 건
접촉면 편면 당 최소건조 도막두께	30 $\mu\text{m}$ 이상
접촉면의 합계 건조 도막두께	90-200 $\mu\text{m}$
건조 도막 중 아연함유량	80% 이상
아연분말 입경(50% 평균입경)	10 $\mu\text{m}$ 정도 이상

3.1.4 두께차이가 있는 연결부재의 이음

연결되는 부재와 이음판은 볼트조임에 의하여 밀착하도록 해야 한다. 두께의 차이가 있는 연결부재를 이음시공 할 때에는 표 2.5.3에 준하여 시행해야 한다.

표 2.5.3 표면에 두께 차이가 있는 연결부재의 이음

실제차이량	처 리 방 법
1 mm 이하	처리 불필요
1 mm 초과 3 mm 미만	모재의 차이량을 경사지게 가공한다.
3 mm 이상	채움판을 채운다

### 3.1.5 주의사항

- (1) 볼트연결시 2차 본조임은 원칙적으로 강우 및 결로 등 습한 상태에서 조임 해서는 안 된다.
- (2) 토크치를 줄이기 위해서 표면처리를 실시한 와셔를 사용할 경우는 이것을 너트 측에만 사용하고 볼트머리 측에는 표면처리를 하지 않은 것을 사용한다.
- (3) 용접과 고장력볼트의 마찰이음을 병용할 때에는, 용접완료 후에 고장력볼트의 조임 시공을 실시하는 것을 원칙으로 한다. 고장력볼트를 조인 후에 용접할 때에는 구속에 의한 영향을 고려해야 한다.
- (4) 볼트조임 토크계수값 시험은 이 장의 1.6.2항에 준하여 시행해야 한다.

## 3.2 고장력 볼트

### 3.2.1 볼트의 조임

- (1) 볼트의 조임을 위한 기구(機具)의 보정은 적당한 시기에 행하여 그 정밀도를 확인해야 한다.
- (2) 볼트축력의 도입은 너트를 돌리면서 행함을 원칙으로 한다.  
볼트돌림을 할 때는 토오크 계수치의 변화를 확인해 두어야 한다.  
볼트의 조임을 토오크법에 따라 할 때에는 표준 볼트축력이 균일하게 도입되도록 조임 토오크를 조정해야 한다.
- (3) 볼트의 조임을 회전법에 따라 할 때에는 접촉면의 틈이 없을 정도로 토오크 렌치로 조인 상태, 또는 조립용 스패너로 힘있게 조인 상태에서 표 2.5.4에 표시한 회전각을 주는 것으로 한다. 그러나 회전법은 F8T만이 허용된다.

제 2 장 강교

표 2.5.4 회전법에 의한 볼트체결

구 분	회 전 각
(가) 볼트 길이가 지름의 5배 이하일 때	1/3회전(120°) ± 30°
(나) 볼트 길이가 지름의 5배를 초과할 때	시공조건과 일치하는 예비시험을 통하여 목표회전각을 결정한다.

3.2.2 볼트의 축력

- (1) 마찰이음 및 지압이음의 볼트는 표 2.5.5에 표시된 설계볼트축력을 얻을 수 있도록 조여야 한다.
- (2) 볼트조임 축력은 설계볼트축력에 10%를 증가시킨 값을 표준으로 한다.

표 2.5.5 볼트축력 및 볼트조임축력

(단위 : kN)

등 급	볼트호칭	설계볼트 축력	조임축력	5본 이상 볼트의 평균축력 <sup>1)</sup>	
				하 한 치	상 한 치
F8T B8T	M20	130	145	135	150
	M22	160	180	170	185
	M24	190	210	195	215
F10T B10T	M20	160	180	170	185
	M22	200	220	210	230
	M24	235	260	245	270

주) 시공 전 시험시공 검사값의 상하한치

3.3 토크-전단형(T/S) 고장력 볼트

3.3.1 볼트의 조임

- (1) 볼트의 본조임은 상온(10~30℃)에서 조임 시공하는 것을 원칙으로 하며 상온 이외의 경우는 적절한 조임축력을 갖도록 조임 시공 해야 한다.
- (2) 본조임은 전용조임기를 사용하여 핀꼬리가 파단(破斷) 될 때까지 조임 시공한다. 다만, 본조임에서 적절한 조임력이 얻어지지 않은 볼트는 신제품으로 교체한다.
- (3) 와셔는 너트축에만 1매를 사용한다.

### 3.3.2 볼트의 축력

- (1) 볼트의 조임축력은 표 2.5.6에 준한 조임축력을 갖도록 시공해야 한다.
- (2) T/S 볼트는 온도변화에 의한 영향이 크므로 조임 시 온도를 확인한 후 시공해야 한다.

표 2.5.6 T/S 볼트의 조임축력

(단위 : kN)

등 급	볼트호칭	설계볼트 축력	온도 10°~30°		0°~10°/ 30°~60°	
			하 한	상 한	하 한	상 한
F10T (S10T)	M20	160	170	205	160	210
	M22	200	210	250	200	260
	M24	235	240	290	230	305

## 3.4 용융아연도금 고장력 볼트

### 3.4.1 볼트의 조임

- (1) 볼트의 본조임 방법은 너트 회전각법에 따르고 1차조임은 프리-세트형 토크렌치를 사용 한다.
- (2) 1차 조임 후 볼트, 너트, 와셔 및 부재에는 금메김을 하고 본조임은 1차 조임 후 금메김 위치에서 너트가 120°±30°(1/3회전)의 위치까지 회전시켜 조임 시공 한다.

### 3.4.2 연결부재의 이음면 상태

연결부재의 이음면의 거칠기는 50S 정도로 마무리하고 미끄럼 계수는 0.4 이상이 되어야 한다.

### 3.4.3 볼트의 축력

볼트의 축력은 표 2.5.5에 준한다.

## 3.5 타입식 고장력 볼트

### 3.5.1 볼트의 조임

- (1) 타입식 고장력볼트의 와셔는 너트측에만 1매를 사용한다.
- (2) 지압접합에 타입식 고장력볼트를 이용할 경우에는 체결 시공전에 구멍의 어긋남에 대해 확인하여 타입 작업성에 문제가 발생하지 않도록 해야 한다. 또한 볼트 타입 시 구멍 주위 연단에 유해한 손상이 가지 않도록 주의해야 한다.
- (3) 타입식 고장력볼트 체결은 볼트의 나사부에 너트가 걸릴 때까지 타입한 후에 너트를 회전하여 볼트속으로 끌어넣는 방법을 택한다.

### 3.5.2 볼트의 축력

볼트의 축력은 표 2.5.5에 준한다.

### 3.6 핀 및 롤러

#### 3.6.1 일반사항

- (1) 핀과 롤러는 도면에 명기한 치수에 맞추어 표면의 흠을 제거하고 평탄하고 매끄럽게 제작해야 한다.
- (2) 지름이 230 mm 이상 되는 핀과 롤러는 KS D 3710의 소둔한 제품을 사용해야 하며 230 mm 보다 작은 지름의 롤러나 핀은 단조강이나 소둔한 제품 또는 냉간 탄소강을 사용할 수 있다. 다만, 냉간 탄소강을 사용할 때에는 품질확인서를 제출 감독자의 승인을 받아야 한다. 제작품의 검사는 이 시방서 2-2의 2.3.5항에 준한다.
- (3) 지름이 230 mm보다 큰핀의 경우는 단조강을 소둔하기 전에 단조강을 임계온도 범위 이하로 냉각시키되 급속냉각에 의하여 흠이 발생하지 않도록 하고 이 상태에서 봉의 축을 따라 전체길이에 걸쳐 구멍을 뚫어야 한다.

#### 3.6.2 핀구멍의 허용오차

핀과 핀구멍의 차이는 핀지름 130 mm 미만에 대해서는 0.5 mm, 핀지름 130 mm 이상의 것에 대해서는 1 mm를 표준으로 한다.

#### 3.6.3 핀의 길이

핀의 마무리부의 길이는 나사부가 부재에 닿지 않도록 부재의 외면간(外面間) 거리 보다 6 mm이상 길게 하고 핀의 양단에는 로마스 너트 또는 와셔가 붙은 보통 너트를 사용해야 한다.

#### 3.6.4 주의사항

- (1) 핀의 나사는 미터나사를 쓰며 그 피치는 4 mm를 표준으로 한다.
- (2) 핀의 끝마무리 다듬기 및 핀구멍의 면 처리는 설계도 기준에 준한다.
- (3) 핀구멍이 있는 부분의 인장부재의 복부판 두께는 인장부재 순폭의 1/8 이상이어야 한다.

### 3.7 아이바

#### 3.7.1 아이바의 단면적

아이바의 단면적은 계산상 필요단면적의 135% 이상으로 한다.

#### 3.7.2 아이바의 머리모양

아이바의 머리모양은 핀구멍과 동심원으로 한다.

#### 3.7.3 주의사항

아이바의 두께는 최소 25 mm 이상으로 하고 핀의 지름은 아이바 폭의 8/10 보다 크게 하는 것이 좋다.

### 3.8 연결검사

#### 3.8.1 일반사항

볼트연결 검사는 이음면의 처리, 연결이음부의 두께차이, 볼트구멍의 엇갈림, 볼트 조임 상태 등을 제규정에 맞추어 시공했는지를 확인해야 한다.

#### 3.8.2 토크법에 의한 조임

- (1) 볼트조임 검사는 조임 후 신속히 해야 한다.
- (2) 자동기록계의 기록용지에 따라 검사를 할 경우는 기록용지 전부를 검사하는 것을 원칙으로 한다.
- (3) 토크관리법에 의한 볼트의 조임검사는 각 볼트군의 10%의 볼트 갯수를 표준으로 하여 토크렌치에 의하여 조임 검사를 실시한다. 이 경우 검사의 적부판정기준은 체결토크값이 캘리브레이션 검사시에 설정한 토크값의  $\pm 10\%$  범위내에 올 때 합격으로 한다.
- (4) 불합격한 볼트군에 대하여는 다시 그 배수의 볼트를 선택하여 재검사하되, 재검사 에서 다시 불합격한 볼트가 발생하였을 때는 그 군의 전체를 검사한다. 정해진 토크값에 못 미치는 볼트에 대하여는 정해진 토크값까지 추가 체결하고, 정해진 토크값을 10% 이상 초과한 볼트에 대하여는 새로운 볼트로 교체해야 한다.
- (5) 일정한 축력에 달하면 자동적으로 체결이 완료되는, 예를들면 T/S 볼트, 또는 NUT RUNNER와 같은 캘리브레이티드 렌치 등의 보증된 체결방법이 아닌 일반 토크관리법에 의한 볼트에 대하여는 위 규정에 의하여 소정의 체결이 이루어지고 있는 것을 검사에 의해 확인해야 한다.
- (6) 너트나 와셔가 뒤집혀 끼어있는 볼트는 재시공 한다.

#### 3.8.3 너트 회전법에 의한 조임

- (1) 너트 회전법에 의한 조임볼트의 조임검사는 1차조임을 완료한 후에 표시한 금매김 에서 너트의 회전량을 육안으로 검사한다. 조임결과의 판정은 1차조임후 너트의 회전량이 3.2.1의 (3)에서 규정한 범위에 있으면 합격으로 한다.
- (2) 불합격한 볼트세트는 새로운 것으로 교체해야 한다.

#### 3.8.4 T/S 볼트의 조임검사

- (1) 검사는 볼트조임 후 실시한다.
- (2) 너트나 와셔가 뒤집혀 끼어있는지 확인해야 한다.
- (3) 핀꼬리의 파단 및 금매김의 어긋남을 육안으로 확인하여 검사한다.

핀꼬리가 정상적인 모습으로 파단되고 있으면 적절한 체결이 이루어진 것으로 판정하되, 금매김의 어긋남이 없는 볼트에 대하여는 기타의 방법으로 체결을 실시하여 공회전이 확인될 경우에는 새로운 볼트셋트로 교체해야 한다.

## 2-6 조립 및 설치

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

이 절은 강교제작에 따른 현장조립 및 설치공사에 적용한다.

#### 1.2 관련 시방서

1.2.1 토목공사 표준 일반시방서

1.2.2 콘크리트 표준시방서

#### 1.3 참조규격

해당 한국 산업규격은 이 시방서 2-2, 2-3, 2-4, 2-5에 준한다.

#### 1.4 제출자료

##### 1.4.1 시공계획서

- (1) 시공자는 공사착수 전 교량시공계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.  
시공계획서는 이 시방서 2-1의 1.5항이 정한 내용이 포함되어야 한다.
- (2) 시공계획서는 교량가설지점의 지형, 지세의 지리적 조건과 교량형식, 사용 장비계획 및 환경조건을 고려하여 세밀히 작성해야 한다.

##### 1.4.2 시공도서

- (1) 시공도서에는 가설 설계도 및 시공상세도, 부재의 조립 및 설치도를 포함해야 하며, 가설(架設) 시공요령서, 부재이음 시공요령서, 시공시험 및 검사요령서 등을 포함해야 한다.
- (2) 가설 설계도와 시공상세도는 교량형식과 교량설치 지점의 지형, 지세 등을 고려한 설계도와 가설방법에 따른 시공도면을 작성하여 제출해야 한다.
- (3) 부재의 조립 및 설치도에는 부재의 크기와 중량, 조립순서 및 조립방법, 조립위치, 솟음, 제작 및 설치허용오차, 정착재, 받침재의 위치 및 설치요령서 등이 포함되어야 한다.
- (4) 현장 용접시공도는 KS B 0052의 표준용접기호를 사용하여 작성해야 하며 현장용접의 위치, 용접규모, 용접방법 및 절차서, 품질검사방법 및 검사 절차서 등을 포함해야 한다. 공사기록 도면에는 용접공의 개별 신원을 명기해야 한다.

- (5) 볼트연결 시공은 볼트연결 위치, 연결판, 구멍, 볼트의 종류, 조임방법 및 시공 절차서를 포함해야 한다.
- (6) 가설시 또는 가설 후 응력계측 및 응력조정이 필요할 때는 계측장비 사용계획 및 계측위치, 응력조정방법 및 절차서를 포함해야 한다. 또한 가설응력의 발생이 예견될 시는 사전에 응력검토를 실시하여 안전여부를 확인해야 하며 그 결과를 보고서로 제출해야 한다.
- (7) 구조물의 구체, 정착볼트, 지지판 및 기타 매설물의 설치를 위한 설치도, 규준틀 및 지침을 제시해야 한다.
- (8) 시공자는 제작오차와 구조부재의 정확한 조립에 대하여 책임을 져야 한다.

#### 1.4.3 안전 및 환경시설

- (1) 시공자는 교량가설에 필요한 중요 안전시설 계획을 수립하고 이에 따른 보호 시설도와 안전장비 등의 사양서 등을 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 공사시 발생하는 소음, 진동 등 자연훼손에 대한 보호시설과 건설폐자재 등의 처리 등 환경보호 시설계획을 수립하여 제출해야 한다.

#### 1.4.4 제품자료

- (1) 부재의 조립 및 설치에 사용되는 주요 재료의 제품 견본을 필요시 제출해야 한다.
- (2) 하중지시와서(압축성 와셔형의 직접 장력지시계)를 사용할 때는 제작자의 제품 자료를 제출해야 한다.

### 1.5 품질보증

#### 1.5.1 현장조립 또는 용접

현장조립 또는 현장용접시는 공장용접과 상응한 보호시설을 해야 하며 용접공 및 용접기술자의 자격과 용접절차는 이 시방서 2-4의 1.5항 품질보증 기준에 준한다.

#### 1.5.2 현장조립의 허용오차

현장조립의 허용오차는 공장가조립의 허용오차범위내의 기준치를 적용한다.

#### 1.5.3 토크렌치의 교정

현장볼트 연결에 따른 토크렌치의 교정은 다음에 준한다.

- (1) 검정된 토크렌치를 설정하는 검정장치는 시공자의 자격있는 직원이 공사에 처음 사용하기 30일전에 정확성을 점검해야 하며, 그 이후에는 매 6개월마다 1회이상 점검해야 한다.
- (2) 감독자가 교정장치의 정확성에 대하여 의문을 갖는 경우에는 제작자에게 반환해서 정확성을 확인받도록 요구할 수 있다.

## 제 2 장 강교

### 1.5.4 현장품질관리 성적서 제출

현장품질관리 성적서를 제출하여 감독자의 확인을 받아야 한다.

### 1.5.5 재가공 또는 수정보완

현장조립시 제작오류에 의하여 재가공 또는 수정보완시는 시공자의 책임하에 재 제작 또는 시공해야 한다.

## 2. 재료

### 2.1 사용재료

이 공사에 사용되는 재료는 다음에 준한다.

- (1) 용접재료는 이 지방서 2-4 용접 제규정에 준한다.
- (2) 볼트 및 연결재는 이 지방서 2-2 강재 제규정에 준한다.
- (3) 콘크리트용 재료는 이 지방서 2-7 상부 슬래브공 제규정에 준한다.
- (4) 교좌장치 및 신축이음 설치는 이 지방서 제5장 규정에 준한다.
- (5) 현장 페인트공은 이 지방서 제6장 규정에 준한다.

### 2.2 자재의 품질관리

#### 2.2.1 강재

강재의 품질관리는 이 지방서 2-2의 2.4항에 준한다.

#### 2.2.2 용접재료

용접재료의 품질관리는 이 지방서 2-4의 2.4항에 준한다.

## 3. 시공

### 3.1 공통사항

#### 3.1.1 일반요건

이 공사에 적용할 일반요건은 이 지방서 2-1의 3.1항에 준한다.

#### 3.1.2 강재의 운반, 보관관리

이 공사에 사용될 강재의 운반, 보관관리는 이 지방서 2-2의 1.6항에 준한다.

#### 3.1.3 시공오차

조립 및 설치의 시공오차는 이 지방서 2-3의 3.9항의 표 2.3.8에 준한다.

### 3.1.4 부재의 운반, 보관관리

부재의 운반, 보관관리는 이 시방서 2-3의 3.13항에 준한다.

### 3.1.5 용접재료의 현장품질관리

용접재료의 현장품질관리는 이 시방서 2-4의 3.14항에 준한다.

## 3.2 가설공

### 3.2.1 받침장치

- (1) 받침장치 및 앵커볼트 설치에는 무수축재를 혼합한 고강도 모르타르를 사용하는 것을 원칙으로 하되 그 종류는 감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 상부공사 시공 전 받침장치의 시공 상태를 정밀히 측정하여 그 결과를 확인하되 받침의 조정 또는 보정이 필요시는 교좌 설치시 온도보정과 설치 후 사하중에 의한 주거더의 이동량에 의하여 보정한다.
- (3) 받침장치용 앵커볼트 설치의 허용기준은 표 2.3.8의 19항에 준하며 받침장치 설치 는 이 시방서 제5장에 준한다.

### 3.2.2 부재의 설치와 조립

부재의 설치는 승인된 시공도면에 따라 설정된 기선과 표고에 맞추어 정확하게 설치해야 한다. 부재의 조립은 조립 기호, 소정의 조립순서, 솟음 등에 따라 정확하게 시행하고 조립 중 부재는 신중하게 취급하여 손상이 없도록 한다.

### 3.2.3 임시조임용 볼트 및 드리프트핀

임시조임용 볼트 및 드리프트핀의 합계는 볼트수의 1/2을 표준으로 하고 드리프트핀의 수는 구멍을 맞추기에 필요한 정도로 하고 임시조임용 볼트의 수를 될 수 있는 한 증대시켜야 한다.

### 3.2.4 부재의 현장조립

- (1) 부재를 사용 장비 및 시공계획에 따라 몇 개를 지상에서 조립하여 일체로 가설하고자 할 때는 현장조립을 위한 받침대 및 비계는 부재의 휨이나 변형이 발생하지 않도록 견고하게 설치해야 한다.
- (2) 강교의 조립에는 소요리벳 또는 고장력 볼트수의 1/2 이상의 가조임볼트 및 드리프트핀을 사용하고 볼트구멍을 잘 맞추어 볼트조임을 해야 한다. 이때 드리프트핀에 의하여 구멍을 확대시키거나 손상시키지 않도록 해야 한다.
- (3) 강구조물에 부득이 구멍을 뚫어야 할 때에는 감독자의 승인을 받아야 한다.
- (4) 현장 조립품을 일체로 운반하여 설치할 경우는 조립부재의 길이, 중량 및 형상을 고려하여 충분한 용량의 장비와 소요대수를 계획해야 하며 부재의 변형이 발생하지 않도록 안전하게 설치해야 한다.

## 제 2 장 강교

### 3.2.5 임시 버팀대

임시 버팀대에 의하여 부재를 설치할 때는 가설이 완료될 때까지 버팀대를 유지시켜야 하며 구조물의 솟음을 고려한 높이 조정과 비틀림이나 손상이 발생하지 않도록 견고하게 버팀대를 시공해야 한다.

### 3.2.6 공법 변경

설계된 공법에 의하여 부재를 설치하지 않고 다른 공법으로 순서를 변경시는 변경된 공법에 따라 가설응력과 변형을 검토하여 안전성 여부를 확인해야 한다.

### 3.2.7 가설시 볼트조임

가설시 볼트조임은 1차 예비조임 후 2차 본조임은 구조전체가 완전히 시공된 상태에서 계측을 하거나 또는 시공측량 및 검측을 완료한 후 시행한다. 다만, 접합면의 청결상태를 확인하고 녹, 기름 등 불순물이 있을 경우는 깨끗이 청소한다.

### 3.2.8 임시 가조임 볼트

부재의 이음이 용접이음인 경우 임시 가조임볼트는 제거해야 하나 특별히 제거하도록 규정된 사항이 아니면 볼트시공 규준에 맞추어 조임시공하여 영구볼트로 사용할 수 있다. 다만, 가조임 볼트를 제거할 경우는 볼트를 제거 후 볼트구멍을 플러그 용접으로 채우고, 용접면은 철판표면정도 규준에 맞게 매끈하게 마무리해야 한다.

이때, 용접재는 강교의 사용강판 재질에 맞는 용접봉을 사용해야 한다.

### 3.2.9 구멍맞춤 교정

구멍맞춤이 규정치 이상으로 당초계획 볼트를 사용할 수 없을 경우는 당초 사용 규격보다 큰 볼트를 사용하도록 볼트홀을 조정하되 천공을 위해 가스화염을 사용해서는 안 된다.

### 3.2.10 드리프트핀

- (1) 드리프트핀은 여러부재를 함께 조립하는 데에만 사용해야 하며 허용오차를 벗어나 제작된 부재나 부품을 조립하는 데 사용해서는 안 된다.
- (2) 부재의 조립에 사용하는 가조임 볼트와 드리프트핀의 합계는 1개군의 연결 고장력 볼트수의 1/2 이상을 표준으로 하고 그 중 30% 이상을 드리프트핀으로 사용할 수 있다.
- (3) 드리프트핀은 재료가 비틀리게 하거나 손상될만한 힘을 주어서 사용해서는 안 되며, 정교하게 제작되지 않은 부재가 있을 시는 감독자의 승인을 받아 처리한다.

### 3.2.11 제작오차의 교정 및 결함보수

- (1) 제작오차의 교정은 감독자가 승인한 방법에 의하여 수행하되 주요부재의 제작오차를 교정하기 위해 현장에서 가스절단 화염을 사용해서는 안 된다.
- (2) 용접결함 보수방법은 이 시방서 2-4의 3.11, 12항의 규정에 준한다.

### 3.2.12 접합시공

- (1) 현장조립은 가급적 볼트연결을 원칙으로 하나 현장용접이 불가피할 경우는 사전에 현장용접 계획과 절차서를 제출하여 감독자의 승인을 받아 실시하되 공장용접 규정에 준하는 보호시설을 설치한 후 시공해야 한다.
- (2) 볼트연결 시공은 이 시방서 2-5의 제규정에 준한다.
- (3) 용접 시공은 이 시방서 2-4의 제규정에 준한다.

현장용접시 기상조건이 다음에 해당할 경우에는 용접결함의 발생을 방지하기 위하여 용접을 해서는 안 된다. 다만, 방풍, 방우설비 및 예열 등이 공장용접 조건을 갖춘 경우는 예외로 한다.

- ① 우천시 및 우천의 가능성이 있는 경우
- ② 우천 직후
- ③ 풍속이 2.2 m/s 이상인 경우
- ④ 대기온도가  $-20^{\circ}\text{C}$  이하인 경우, 단 모재의 온도가  $0^{\circ}\text{C}$  이하이면 모재를 최소  $20^{\circ}\text{C}$  이상으로 예열해야 한다.

## 3.3 교량의 형식별 가설검토

### 3.3.1 플레이트 거더교

- (1) 횡전도 좌굴을 막기 위하여 지지점에 전도방지 시설을 갖추고 아울러 지간 내에도 버팀줄 등으로 전도가 되는 것을 방지해야 한다.
- (2) 바닥판 콘크리트를 타설할 때 일어나는 전체좌굴에 의한 횡전도를 방지할 수 있도록 횡브레이싱을 설치해야 한다.
- (3) 주거더는 자중이 작은 것에 비하여 풍압면적이 크므로 바람에 의하여 전도될 염려가 크므로 전도가 되지 않도록 방지 시설을 확실히 해야 한다.

### 3.3.2 박스거더교

- (1) 박스거더교의 주거더는 일조(日照)의 영향이 크므로 한 장소에서 연결 작업시는 온도차에 의한 변형과 응력차가 크지 않도록 연속해서 설치해야 한다.

## 제 2 장 강교

- (2) 박스형 주거더를 여러 개소의 지지점을 갖는 공법으로 설치할 시는 잭 등에 의해서 올리고 내리는 지지점을 보장해야 한다.
- (3) 박스형 주거더는 한 부재의 블록 중량이 크기 때문에 취급이 용이하도록 미리 공장에서 무게 중심부에 리프팅러그를 설치해야 한다.
- (4) 주거더를 횡이동시킬 경우는 각지점의 이동량이 일정하도록 관리해야 한다.

### 3.3.3 연속교

- (1) 연속교의 주거더를 캔틸레버식 공법이나 블록공법으로 가설할 경우는 가설응력 조정 내용을 사전에 예측해 두어야 한다.
- (2) 끼어넣기식 공법에 의하여 가설할 경우는 사전에 셋백량을 고려해야 한다.
- (3) 주거더를 양측에서 올리고 내리는 공법에 의하여 가설할 경우는 각점의 변위로 인한 초과응력이 발생되지 않도록 해야 한다.
- (4) 횡이동시는 각 지점의 이동량이 일정하도록 관리해야 한다.
- (5) 연속교의 바닥판 슬래브 콘크리트 타설 시는 경간 중앙부를 먼저 타설하고 경간 지점부를 향하여 타설함으로써 지점부에서 발생할 수 있는 균열을 방지하도록 한다.

### 3.3.4 곡선교

- (1) 곡선교의 주거더를 가설시는 전도(轉倒)되지 않도록 주거더의 중량을 고려해서 보의 중심 위치를 확인하여 둔다. 횡이동 또는 마주 들어 올리고 내릴 때는 하중의 편심을 예견해서 지지점을 보장해야 한다.
- (2) 곡선 주거더의 경우 조립방향을 정확히 측정하는 것이 곤란하므로 사전에 그 방향을 검토하여 둔다.
- (3) 주거더 가설 후 가로보(크로스 빔)를 연결할 경우 주거더의 비틀림이나 주거더의 처짐으로 인해 가로보의 연결이 곤란할 경우, 가로보 연결부의 유간(遊間) 확보나 연결볼트를 위한 긴 구멍뚫기나 공구연결 등의 대책이 필요하다.

### 3.3.5 사교

- (1) 가로보를 주거더에 직각으로 연결시킬 경우는 주거더마다 가로보의 연결 지점이 다르므로 주거더의 처짐 변위차이를 고려하여 연결방안을 수립해야 한다.
- (2) 지지점에 설치할 가로보는 지지점과 같은 방향으로 배치해야 한다.
- (3) 신축이음장치는 사각방향으로 정확하게 이동할 수 있도록 배치해야 한다.

### 3.3.6 트러스교

- (1) 캔틸레버공법 및 대블럭공법에 의하여 가설할 때 인장재가 압축재로 되는 경우가 있으므로 가설시의 응력을 검토하여 필요한 조치를 해야 한다.
- (2) 축력 부재로서 설계된 현재에 자주식 크레인 등의 가설중기를 주행시켜 가설하는 경우는 이들의 중량을 합해서 휨의 영향을 검토해야 한다.
- (3) 트러스교는 부재수가 많으므로 부재의 연결위치 및 격점부의 조립순서를 사전에 결정하여 가설해야 한다.
- (4) 지간이 긴 트러스교는 가로보의 연결부에 슬롯 구멍 등으로 조정부를 두어야 한다.

### 3.3.7 상로 아치교

- (1) 아치를 우선 가설하고 보강거더를 나중에 가설하는 경우 아치의 변형이 커서 보강 거더의 연결이 곤란한 경우가 있으므로 이 경우 변형에 관한 응력을 사전에 검토하여 보강거더의 가설순서 및 방법을 정해야 한다. 보강거더의 가설순서는 일반적으로 중앙부에서 양대칭으로 가설해야 하며, 지점의 고저차가 큰 아치에서는 변형이 비대칭으로 되어 수평변위가 크게 되므로 주의가 필요하다.
- (2) 아치의 폐합은 일조의 영향이 크므로 영향이 작을 때 실시해야 한다. 가설중 아치는 지간장에 비해 휨강성이 작고 처짐 변형이 크므로 폐합시에는 결합부의 맞닿는 면의 형상이 소정의 치수가 되도록 검측하여 조정할 필요가 있다.
- (3) 아치 슈는 측량작업을 실시하여 정확하게 거치해야 하며 받침부의 소정 회전량이 넘지 않도록 관리해야 한다.
- (4) 아치설치 후 스펀드럴 기둥은 수직도가 정확해야 하며, 기둥변위에 의하여 아치에 응력 및 변위가 발생하지 않도록 하며 가급적 보강재와 함께 가설해야 한다.
- (5) 바닥판가설시 주거더 및 횡거더, 가로보 및 세로보는 아치 및 스펀드럴 기둥의 면외 변형으로 정확하게 맞지 않는 경우가 있으므로 설치 전에 검측을 실시하여 정확하게 시공해야 한다.

### 3.3.8 하로 아치교

- (1) 타이드 아치, 로제 아치 및 랭거 아치교의 아치를 선행으로 가설할 때에는 상로교의 아치 설치와 동일하게 한다.
- (2) 수직재 가설은 아치의 각 접합점의 변위가 각각 다르므로 변위를 고려하여 부재길이 및 설치포인트를 정해야 한다.

## 제 2 장 강교

- (3) 하로교 교면의 주거더, 보강거더 및 가로보, 세로보는 상로아치교 가설과 동일한 방법으로 시행하는 것이 좋다.
- (4) 하로교 중 가벤트에 의하여 하로교의 주거더 및 교면을 우선 설치한 후 아치를 설치할 경우는 가벤트 철거 후 전체 구조계의 변위를 고려하여 아치재, 수직재를 설치해야 한다. 다만, 아치부재의 좌굴방지용 보강재는 중앙부로부터 대칭이 되도록 설치해야 한다.
- (5) 널센 아치교는 케이블 설치 이전에 아치와 바닥판에 가설재를 설치한 후 케이블을 2차로 설치 할 수 있다.

### 3.3.9 라멘교

- (1) 선정된 공법에 따라 부재의 폐합과 응력조정을 사전에 검토해야 한다.
- (2) 교량받침의 거치정도에 따라 부재의 솟음과 응력에 영향을 주므로 정확하게 시공이 되도록 해야 한다.

### 3.3.10 강바닥판교

- (1) 강바닥판은 강성이 작기 때문에 설치시 변형이 적도록 해야 한다.
- (2) 강바닥판을 주거더에 먼저 설치한 후 중간에 강바닥판을 설치할 때에는 교축방향으로 연결차가 생기므로 사전 대책이 필요하다.
- (3) 용접 수축에 의한 추가 솟음을 고려해야 한다.

### 3.3.11 강재교각

- (1) 강재교각은 기둥부분과 보부분이 상자형일 경우는 일조에 의한 영향이 크므로 가급적 기온이 일정한 상태에서 조립한 후 가설해야 한다.
- (2) 강재교각의 기둥부 이음이 볼트연결일 경우는 메탈터치에 의하여 접합할 수 있도록 하고 상부이음부재는 가설용 내부 라이너를 설치하여 가설이 용이하도록 해야 한다. 볼트연결 시공순서는 기둥부의 플랜지나 복부판을 우선 연결하고 보강재를 연결하도록 한다.
- (3) 강재교각의 기둥부 이음이 현장용접 연결일 경우는 뒷댐재를 사용하는 것이 유리하나 뒷댐재를 사용하지 않을 때에는 별도 내부 라이너를 설치하도록 하고 루트 간격 유지를 위해 내부 라이너에 스톱퍼를 두도록 한다.
- (4) 교각의 보부분은 지상에서 미리 조립하도록 하며 특히 교좌장치용 앵커볼트는 설치 기준에 맞추어 정확히 설치해야 한다. 다만 기둥부가 현장용접 이음일 경우는 용접에 의한 변형을 고려하여 앵커볼트 구멍을 뚫어야 한다.

- (5) 현장용접시 용접순서 및 용접규모 등은 부재의 변형이 최소가 되도록 관리해야 한다.
- (6) 현장용접시 교각 내에는 적절한 환기관리 시설을 해야 한다.

### 3.4 현장 품질관리

#### 3.4.1 강제 및 제작품

- (1) 사용강재의 품질관리는 이 시방서 2-2의 제규정에 준한다.
- (2) 제작품 관리는 이 시방서 2-3의 3.13항 제규정에 준한다.

#### 3.4.2 시공시험 및 검사

- (1) 용접재료 및 시공시험은 이 시방서 2-4의 1.5.7항 제규정에 준한다.
- (2) 볼트 및 연결재 시험은 이 시방서 2-4의 1.5.7 및 2-5의 1.5항 제규정에 준한다.

#### 3.4.3 측량, 계측 및 검사

- (1) 시공측량은 부재의 조립설치시 본조임 전후에 실시하여 시공 상태를 확인 점검해야 한다.
- (2) 주요부재는 시공시 설치공법에 따른 변형과 응력상태를 확인하기 위하여 필요한 곳에 소정의 계측장비를 설치하여 시공 상태를 확인 점검한다.
- (3) 가설이 완료되면 조립완료 검사를 실시해야 한다. 조립완료 검사는 부재의 휨 및 솟음의 계측, 이음부 구멍의 정밀정도 및 이음부재면 사이의 표면간격 등을 검사한다. 부재의 조립 정밀도는 표 2.3.9에 준한다.

### 3.5 응력조정

#### 3.5.1 일반사항

응력조정 시공의 경우 적당한 방법에 의하여 도입응력이 설계조건을 만족하고 있는가를 확인해야 한다. 응력조절을 할 때에는 한 번에 전 도입량을 주지 않고 몇 회로 나누어 주거더에 무리가 생기지 않도록 하는 것이 좋다.

#### 3.5.2 응력조정에 의한 교량길이 및 솟음의 변화

응력조정에 의한 교량길이 및 솟음의 변화를 고려하여 주거더의 제작 치수, 받침 설치에 대하여 충분히 검토해야 한다.

#### 3.5.3 가설공법에 의한 응력조정

가설공법에 의한 응력조정시에는 설계에서 정해진 주거더의 상호관계에 변화가 생기지 않도록 주거더의 이동에 주의해야 한다.

## 제 2 장 강교

### 3.5.4 프리스트레스재에 의한 응력

프리스트레스재를 사용하여 응력조정을 할 때에는 PS재의 굴곡부에서 접촉면과의 마찰을 감소시키도록 주의할 뿐만 아니라 국부적인 변형이 최소화되도록 정착부의 시공을 확실히 해야 한다.

## 3.6 안전시설

### 3.6.1 일반사항

시공자는 현장조립 및 설치시 고소작업과 현장상황에 적합한 안전시설을 설치해야 한다.

### 3.6.2 안전시설용 장비

안전시설용 장비는 성능시험에 합격한 장비를 사용해야 한다.

### 3.6.3 안전관리

공사에 대한 안전관리는 산업안전보건법 관리규정에 적합해야 한다.

## 3.7 환경시설

### 3.7.1 일반사항

시공자는 공사시 소음, 진동, 먼지 등 환경에 영향을 주는 사항에 대해서는 주위에 영향이 없도록 보완시설을 해야 한다.

### 3.7.2 파괴나 피해시 조치

시공으로 인하여 자연환경파괴나 피해가 발생시는 관련 환경법규에 따라 조치해야 한다.

## 2-7 상부 슬래브공

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

##### 1.1.1 일반사항

이 절은 강교의 바닥판 콘크리트 공사에 적용한다.

##### 1.1.2 프리스트레스트 바닥판 콘크리트

강교의 바닥판 콘크리트가 프리스트레스트 콘크리트일 경우 제3장 콘크리트교의 3-11 프리스트레스트 콘크리트에 준하여 시행한다.

#### 1.2 관련시방서

##### 1.2.1 도로교 설계기준

##### 1.2.2 콘크리트 표준시방서

##### 1.2.3 토목공사 표준 일반시방서

#### 1.3 참조규격

KS A 9001-9003	품질 시스템 규격
KS D 0244	철근콘크리트용 봉강의 가스압접 이음의 검사방법
KS D 0273	철근콘크리트용 이형봉강 가스압접부의 초음파탐상 시험방법 및 판정기준
KS D 3504	철근콘크리트용 봉강
KS D 3527	철근콘크리트용 재생봉강
KS D 3613	철근콘크리트용 아연도금 봉강
KS F 3110	콘크리트 거푸집용 합판
KS F 8006	금속재 거푸집 패널

#### 1.4 제출자료

##### 1.4.1 시공상세도면

##### (1) 거푸집 및 동바리공

① 시공자는 콘크리트 시공 전에 거푸집 및 동바리 제작도면과 구조계산서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

② 동바리 제작 및 설치도면은 동바리 사용자재, 치수, 동바리 공법 및 설치방안, 지

## 제 2 장 강교

반지지 방안 및 침하대책, 지상통로계획, 임시난간, 솟음, 보정방법, 적재 하중 및 부가하중 등이 포함되어야 한다.

- ③ 거푸집 동바리 설치도면에는 콘크리트 타설 순서, 시공이음 위치를 나타낸 상부구조물 설치도를 포함해야 한다.
- ④ 거푸집 제작도면에는 도관, 개구부, 덕트 등 부착품의 치수와 위치를 표시해야 한다.
- ⑤ 누수 방지재료 및 거푸집 박리제 사용계획
- ⑥ 거푸집 철거계획

### (2) 철근공

- ① 시공자는 모든 철근에 대한 무게를 기재한 목록, 굽힘 상세도, 수량표 및 철근가공 및 설치계획서를 제출해야 한다.
- ② 시공자는 철근이음 방법에 대한 계획서 및 설명서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다. 철근이음이 용접이나 압접일 경우는 용접기술자, 용접장치, 작업공정, 압접부의 품질 및 안전관리 등에 대한 계획서를 포함해야 한다.
- ③ 용접에 대해서는 이 시방서 2-4 용접의 제규정에 준한다.
- ④ 압접 또는 용접이음시는 접합부의 외관검사 또는 비파괴 및 파괴검사를 실시하여 그 성적서를 제출해야 한다. 각 시험에 대한 제규정은 각기 시험에 따른 공업규격에 준한다.

### (3) 콘크리트공

- ① 콘크리트 혼화재료의 사용계획  
콘크리트 혼화재를 사용할 경우는 사용 전에 이들의 사용계획을 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.
- ② 콘크리트 타설공법 및 시공 이어타설 방법
- ③ 콘크리트 양생계획
- ④ 시멘트, 골재 및 혼화재에 관하여 시방요건에 합치하는 보증서를 제출해야 한다. 다만, KS규격에 합치하는 공장시험 성과나 제작자의 보증서는 이들 시험을 대신 할수 있다.
- ⑤ KS F 4009의 요건에 합치하도록 현장에 운반되는 콘크리트의 계량표를 제출해야 한다.
- ⑥ 시공자는 콘크리트 배합시 배합설계 요건과 합치된 재료의 관리 및 균일성을 보증하기 위하여 품질관리 계획서를 제출해야 한다.

## 1.4.2 품질보증

### (1) 가설공

강재동바리 및 철재 거푸집은 제작자의 제품자료 및 설치요령서, 품질시험 성적서를 제출해야 한다.

## (2) 철근공

- ① 현장에 매회 반입된 철근에 대해서는 철근의 등급과 물리, 화학적 성질은 KS B 0802, KS B 0804, KS B 0814, KS B 0815를 포함한 KS 규격에 합치하는 제증명서나 시험보고서 또는 품질을 보증할 수 있는 확인서를 제출해야 한다.
- ② 도금한 철근에 대해서는 아연도금 봉강에 대한 KS D 3613의 요구에 합치하는 확인서를 제출해야 한다.
- ③ 용접공에 대해서는 용접확인서나 KS B 0885의 해당요건에 따라 명시된 용접을 할 수 있는 용접공의 자격증명서를 제출해야 한다.
- ④ 철근의 압접 또는 용접이음시는 본공사에 앞서 시험시공을 실시하여 품질을 확인해야 하며 외관검사, 비파괴 검사 또는 파괴검사를 실시하여 그 성적서(보고서) 등을 제출해야 한다.

## (3) 콘크리트공

- ① 시공자는 시멘트, 골재의 시험을 실시해야 한다. 다만, KS 규격에 합치하는 공장 시험 및 공급자의 보증서는 이들 시험을 대신하여 인정할 수도 있다.
- ② 시험은 다음 사항을 포함한다.
  - 가. KS L 2501에 합치하는 포틀랜드 시멘트 시험
  - 나. KS F 2526에 합치하는 골재와 KS F 2502에 합치하는 잔골재 및 굵은 골재의 체가름
  - 다. 건조수축과 크리프를 감소시키기 위한 특수골재 시험
- ③ 시험 및 분석을 위해 필요한 재료는 필요한 양만큼 비치 또는 제출해야 한다.

**2. 재료****2.1 사용재료**

제3장 콘크리트교 참조

**2.2 재료의 허용오차**

사용재료의 허용오차는 해당 산업규격 허용오차 기준에 준한다.

**2.3 재료의 품질관리****2.3.1 가설재 및 철근**

가설재 및 철근의 재료시험 및 검사기준은 콘크리트 표준시방서 또는 이 시방서 2-2 강재의 제규정에 준한다.

## 제 2 장 강교

### 2.3.2 골재

콘크리트용 골재의 사용규격, 배합설계, 운반, 검사 및 시험은 콘크리트 표준 시방서 제규정에 준한다.

## 3. 시공

### 3.1 공통사항

#### 3.1.1 일반사항

시공자는 거푸집, 동바리공, 철근공 및 콘크리트공사 시행시 주간 및 일간공사 추진계획을 감독자와 사전협의하고 각 공사 단계별 시공결과를 감독자에게 승인을 받아 다음 단계의 공사를 시행해야 한다.

#### 3.1.2 매입시설

콘크리트 시공 전 콘크리트의 매입시설인 배수구, 통신전선관 및 전력구등 각종 부대시설에 대한 시공도면을 검토하고 시공절차와 요령서를 제출하여 감독자의 승인을 받아 시공해야 한다.

#### 3.1.3 교량부대시설

철근조립 및 콘크리트 시공 전 교량부대시설인 신축이음장치, 방호 울타리, 중앙 분리대, 가로등 설치 등을 사전검토하고, 이에 대한 시공절차와 요령서를 제출하여 감독자의 승인을 받아 시공해야 한다.

#### 3.1.4 기타사항

이 시방서에 기술한 이외의 시공기준, 시공허용오차, 보수 및 재시공 현장 품질관리 등 제반사항에 대해서는 제3장 콘크리트교 및 콘크리트 표준시방서에 준하여 시행해야 한다.

### 3.2 거푸집 및 동바리공

#### 3.2.1 일반사항

거푸집과 동바리는 정확하게 배치할 수 있도록 모든 기선과 수평 및 표고를 설정하고 승인된 도면에 합치하도록 정확하게 시공해야 한다.

#### 3.2.2 거푸집의 이음부와 접합부

거푸집의 이음부와 접합부는 모르타르가 새지 않도록 완전히 봉합해야 하며 콘크리트 타설시 움직이지 않도록 단단히 결속해야 한다.

#### 3.2.3 거푸집 설치시 고려사항

도관, 관슬리브, 설비박스, 배수구, 금속긴결봉, 삼입재, 접지 및 정착물 등 다른 공사의 부착에 필요한 긴결장치 등을 설치해야 한다.

3.2.4 강재 거푸집

강재 거푸집은 녹슨거푸집을 사용할 수 없으며 거푸집면에 승인된 박리제를 도포하여 사용할 수 있다.

3.2.5 거푸집 철거 최소기간

거푸집 철거 최소기간은 표2.7.1에 준한다.

다만, 동바리를 필요로 하는 시공에서는 마지막 콘크리트를 치고 21일 이전이나 부재가 설계 압축강도의 90%에 달하기 전에 거푸집을 제거해서는 안 된다.

표 2.7.1 거푸집 철거시 콘크리트 강도

부재면의 종류	예	콘크리트 압축 강도(MPa)
두꺼운 부재의 연직 또는 연직에 가까운 면 경사진 상면 작은 아치의 외면	확대 기초의 측면	3.5
얇은 부재의 연직 또는 연직에 가까운 면 45°보다 급한 경사의 하면, 작은 아치의 내면	기둥, 벽, 보의 측면	5
교량, 건물 등의 슬래브 및 보 45°보다 느린 경사면의 하면	슬래브, 보의 저면 아치의 내면	14

3.3 철근공

3.3.1 철근가공

- (1) 철근의 품질은 KS 규격품 이상이어야 하며 가공은 감독자의 승인을 받은 가공도에 의하여 정확히 가공해야 한다.
- (2) 철근이음을 가스압접에 의하여 시행할 경우 이와 관련된 품질시험은 KS D 0244 (철근 콘크리트용 봉강의 가스압접 이음의 검사방법), KS D 0273(철근콘크리트 이형봉강 가스압접부의 초음파 탐상시험)에 의하여 시행한다.
- (3) 철근이음이 용접합일 경우는 사용 용접봉은 KS D 7004에 의하여 시행하고 이와 관련된 품질시험은 KS B 0802(금속재료의 인장시험방법), KS B 0833(맞대기 용접이음의 인장시험 방법), KS B 0845, KS B 0896 규정에 준한다.

3.3.2 철근조립

## 제 2 장 강교

철근은 설계도면에 준하여 간격 맞추기를 정확히 하고 이음부는 동일 선상에 두지 않도록 하며 철근이 움직이지 않도록 결속을 단단히 해야 한다. 철근간격의 허용오차는  $\pm 20\text{mm}$  이내로 해야 하며 철근 간격이 넓은 곳은  $10\text{mm}$  이내가 되어야 한다.

### 3.3.3 콘크리트 피복과 간격재

콘크리트 피복은 콘크리트 표준시방서에 준하고 간격을 유지할 수 있도록 간격재를 설치해야 한다.

### 3.3.4 청소

철근조립 후는 콘크리트를 시공할 수 있도록 깨끗이 청소를 해야 한다.

## 3.4 콘크리트공

### 3.4.1 콘크리트 품질

- (1) 콘크리트 품질은 설계기준 강도를 기준으로 하되 비합성인 경우 사용콘크리트 최소강도는  $24\text{ MPa}$  이상, 합성형인 경우  $27\text{ MPa}$  이상으로 하고, 목표 슬럼프치는  $80\text{ mm}$ 를 기준으로 하되  $100\text{ mm}$ 를 초과할 수 없다.
- (2) 콘크리트의 공기함유량은  $4\pm 1\%$ 를 기준으로 한다.

### 3.4.2 콘크리트 시공시기

- (1) 콘크리트 타설은 우천 또는 강풍시에는 시행하지 않는 것을 원칙으로 한다. 부득이 콘크리트 타설을 하고자 할 경우는 방풍 및 방우 시설을 해야 한다.
- (2) 기온이 영하가 되는 시기에는 원칙적으로 시행하지 않는 것으로 한다.
- (3) 기온이  $4^{\circ}\text{C}$ 이하가 되는 예상되는 시기에 시공을 할 경우는 바람을 차단하고 더욱이 적절한 보온을 유지할 수 있는 설비를 준비해야 한다.
- (4) 서중 콘크리트를 시공할 경우는 타설시 콘크리트의 온도 및 양생 등에 충분히 주의를 해야 한다.

### 3.4.3 콘크리트 타설

- (1) 콘크리트 공사는 시공 전 최소 24시간내에 콘크리트 반입과 시공계획을 감독자에게 통지해야 하며, 콘크리트 타설은 가급적 정상 작업시간 내에 이루어지도록 해야 한다.
- (2) 레디믹스트 콘크리트 운반시 콘크리트 배합의 물-시멘트비, 슬럼프, 공기량 등의 변화로 콘크리트 품질의 균일성과 물성이 나쁘게 변동하지 않도록 해야 한다.
- (3) 콘크리트 타설은 콜드조인트가 생기지 않고 재료의 분리나 손실이 없이 타설해야 하며 콘크리트 다짐을 충분히 하여 콘크리트의 불량면이 없도록 해야 한다.  
콘크리트 다짐은 바이브레이터를 사용해야 하되 바이브레이터를 철근에 닿게 해서 안 된다.

- (4) 콘크리트를 이어타설 할 경우는 면을 치핑 또는 정리하여 콘크리트가 일체가 될 수 있도록 해야 한다.

#### 3.4.4 양생

- (1) 콘크리트 양생기간은 보통 포틀랜드 시멘트를 사용할 경우는 적어도 10일간, 조강포틀랜드 시멘트를 사용할 경우는 적어도 5일간은 충분히 습윤양생을 유지해야 한다.
- (2) 기온이 낮은 시기에는 콘크리트의 압축강도가 15 MPa 정도에 달할 때까지 적당한 보온 설비에 의하여 양생을 해야 한다.
- (3) 서중 콘크리트는 콘크리트 표면이 늘 습윤상태가 유지되도록 충분히 주의하여 양생하지 않으면 안 된다.

#### 3.4.5 방수층

- (1) 철근콘크리트 바닥판, 특히 강교의 상부 슬래브는 방수층을 두어야 한다. 단, 온도변화 및 운영 중 차량하중, 교량진동 등에 의해 균열의 우려가 없으며 방수기능을 갖는 특수포장 적용시 별도로 감독자의 협의를 거쳐 포장층 일부를 방수층으로 볼 수 있다.
- (2) 시공 전에 시공계획서를 작성, 검토하고 시공시기, 기후조건 등을 감안하여 방수기능 저하가 없도록 해야 한다.

#### 3.4.6 슬래브의 시공허용오차

- (1) 콘크리트 표면은 기복이 없이 면이 일정해야 하며 표면마무리 계획에 준하여 시공해야 한다. 콘크리트 슬래브 두께의 허용오차는 최소 -10 mm, +20 mm 이내가 되어야 한다.

### 3.5 현장 품질관리

#### 3.5.1 거푸집 및 동바리

거푸집의 조립설치의 허용오차한계, 박리제 사용 및 동바리공의 지지하중, 좌굴 등에 대한 검사를 해야 한다.

#### 3.5.2 철근공

- (1) 철근의 압접 및 맞대기 이음에는 외관검사, 파괴 및 비파괴 검사를 실시하여 접합의 품질정도를 확인해야 한다.
- (2) 철근의 간격, 간격재의 사용 및 피복 두께에 대한 검사

#### 3.5.3 콘크리트공

콘크리트공의 현장 품질관리 시험 등은 이 지방서 제3장 콘크리트교 또는 콘크리트 표준지방서의 제규정에 준한다.

## 제 3 장 콘크리트교

### 3-1 일반요건

#### 1. 일반사항

##### 1.1 적용범위

###### 1.1.1 일반사항

이 장은 「도로교설계기준」의 규정에 바탕을 두고 설계된 철근콘크리트교 및 프리스트레스트콘크리트교의 시공에 관한 일반적인 표준을 규정한 것이다. 현장여건상 이 장의 규정을 따르기가 어려운 경우에는 설계에 대한 안전도 등을 별도로 검토해야 한다.

###### 1.1.2 특별시방 사항

콘크리트 교량의 구조형식 및 공사여건에 따른 특별시방 사항에 대해서는 발주기관별 전문시방서 또는 설계도서와 같이 작성되는 공사시방서에서 규정하여 시공해야 한다.

##### 1.2 용어의 정의

- (1) 가외철근 : 콘크리트의 건조수축, 온도변화, 기타의 원인에 의하여 콘크리트에 일어나는 인장응력에 대비해서 더 넣는 보조적인 철근이다.
- (2) 감수제 : 시멘트 입자를 분산시켜 콘크리트의 워커빌리티를 얻기에 필요한 단위수량을 감소시키는 것을 주목적으로 사용하는 혼화제의 일종이다.
- (3) 강재(鋼材) : 철을 주성분으로 한 구조용 탄소강의 총칭으로서 철근콘크리트용 봉강, PS강재, 형강, 강판 등을 포함한다.
- (4) 건조수축 : 경화 중이거나 경화한 콘크리트의 수분이 증발하면서 발생하는 수축이다.
- (5) 결합재 : 물과 반응하여 콘크리트 강도발현에 기여하는 물질을 생성하는 것의 총칭이며, 시멘트, 고로슬래그 미분말, 플라이애쉬 등을 함유하는 것이다.
- (6) 고성능 감수제 : 감수제 보다도 높은 감수성능 및 양호한 슬럼프 유지성능을 가지는 혼화제의 일종이다.

- (7) 골재 : 모르터 또는 콘크리트를 만들기 위하여 시멘트 및 물과 혼합하는 모래, 부순 잔골재, 자갈, 부순자갈, 부순돌, 바닷모래, 기타 이와 비슷한 재료이다.
- (8) 골재의 조립률(粗粒率) : 80mm, 40mm, 20mm, 10mm, 5mm, 2.5mm, 1.2mm, 0.6mm, 0.3mm, 0.15mm체 등 10개의 체를 1조로 하여 체가름 시험을 하였을 때, 각체에 남는 누계량의 전체 시료에 대한 질량백분율의 합을 100으로 나눈 값이다.
- (9) 굵은골재 : ① 5mm체에 거의 다 남는 골재, ② 5mm체에 다 남는 골재이다.
- (10) 굵은골재의 최대치수 : 질량비로 90% 이상을 통과시키는 체 중에서 최소치수의 체눈을 체의 호칭치수로 나타낸 굵은골재의 치수이다.
- (11) 내구성(durability) : 콘크리트가 설계조건 하에서 시간경과에 따른 성능저하가 적고, 소요의 사용기간 중 요구되는 성능의 수준을 지속시킬 수 있는 성질이다.
- (12) 레디믹스트콘크리트(ready mixed concrete) : 정비된 콘크리트 제조설비를 갖춘 공장에서부터 구입자에게로 배달되는 지점에 있어서의 품질을 지시하여 구입할 수 있는 굳지 않은 콘크리트이다.
- (13) 레이턴스(laitance) : 블리딩으로 인하여 콘크리트나 모르터의 표면에 떠올라서 가라앉은 물질로서 시멘트나 골재 중의 미립자로 되어 있다.
- (14) 모르터 : 시멘트, 잔골재, 물 및 필요에 따라 첨가하는 혼화재료를 구성재료로 하여, 이들을 비벼서 만든 것이다.
- (15) 물-시멘트비 : 굳지 않은 콘크리트 또는 굳지 않은 모르터에 포함되어 있는 물과 시멘트의 질량비이다(기호 : W/C). 단 결합재로서 포졸란반응성 및 잠재수경성을 갖는 혼화재를 사용할 경우 물-시멘트비는 물-결합재비가 된다(기호 W/B).
- (16) 반죽질기(consistency) : 주로 물의 양이 많고 적음에 따른 반죽이 되고 진 정도를 나타내는 굳지 않은 콘크리트의 성질이다.
- (17) 배합강도 : 콘크리트의 배합을 정하는 경우에 목표로 하는 압축강도를 말한다. 일반적으로 재령 28일의 압축강도를 기준으로 한다. (기호 : fcr)
- (18) 블리딩(bleeding) : 굳지 않은 콘크리트나 모르터에서 물이 상승하는 현상이다.
- (19) 설계기준강도 : 콘크리트 부재의 설계에 있어서 기준으로 한 압축강도를 말하며, 일반적으로 재령 28일의 압축강도를 기준으로 한다. (기호 : fck)
- (20) 시멘트풀 : 시멘트와 물 및 필요에 따라 첨가하는 혼화재료를 구성재료로 하여 이들을 비벼서 만든 것이다.

### 제 3 장 콘크리트교

- (21) 시방배합(示方配合) : 소정의 품질을 갖는 콘크리트가 얻어지도록 시방서 또는 감독자가 지시한 배합이며, 배합비는 비빈 콘크리트의 1m<sup>3</sup>에 대한 재료 사용량으로 나타낸다.
- (22) AE공기(entrained air) : AE제, AE감수제, 고성능 AE감수제 등의 표면활성 작용에 의하여 콘크리트 속에 생기게 되는 미소하고 독립된 기포로서 연행공기라고도 한다.
- (23) 에폭시도막철근 : 에폭시를 정전분사(靜電噴射)도장한 이형철근 및 원형철근이다.
- (24) 온도 균열지수 : 매스콘크리트의 균열발생 검토에 쓰이는 것으로, 콘크리트의 인장 강도를 온도응력으로 나눈 값이다.
- (25) 워커빌리티(workability) : 재료분리를 일으키는 일 없이 운반, 타설, 다지기 및 마무리 등의 작업이 용이하게 될 수 있는 정도를 나타내는 균지 않은 콘크리트의 성질이다.
- (26) 유동화콘크리트 : 미리 비빈 콘크리트에 유동화제를 첨가하여 이를 교반해서 유동성을 증대시킨 콘크리트이다.
- (27) 이형철근 : 표면에 리브와 마디 등의 돌기가 있는 봉강으로서 KS D 3504에 규정되어 있는 이형철근 또는 이와 동등한 품질과 형상을 가지는 철근이다.
- (28) 잔골재 : ① 10mm체(호칭 치수)를 전부 통과하고 5mm체를 거의 통과하며, 0.08mm체에 거의 다 남는 골재, ② 5mm체를 다 통과하고, 0.08mm체에 다 남는 골재이다.
- (29) 잔골재율 : 골재 중 5mm체를 통과한 부분을 잔골재로 보고, 5mm체에 남은 부분을 굵은골재로 보아 산출한 잔골재량의 전체 골재량에 대한 절대용적비를 백분율로 나타낸 것이다. (기호 : s/a)
- (30) 주철근 : 설계하중에 의하여 그 단면적이 정해지는 철근이다.
- (31) 증가계수 : 배합강도를 정하는 경우 품질의 변동을 고려하여 설계기준강도를 증가시키기 위해 곱하는 계수이다.
- (32) 철골철근콘크리트 : 철골과 철근으로 보강한 콘크리트이다.
- (33) 철근콘크리트 : 철근을 사용한 콘크리트로서 외력에 대해 양자가 일체로 작용하도록 한 것이다.
- (34) 콘크리트 : 시멘트, 물, 잔골재, 굵은골재 및 필요에 따라 첨가하는 혼화재료를 구성재료로 하여 이들을 비벼서 만든 것이다.
- (35) 콜드조인트(cold joint) : 계속하여 콘크리트를 칠 때, 먼저 친 콘크리트와 나중에 친 콘크리트 사이에 완전히 일체화가 되지 않은 시공불량한 이음이다.

- (36) 크리프(creep) : 응력을 작용시킨 상태에서 탄성변형 및 건조수축 변형을 제외시킨 변형이 시간과 더불어 증가되어 가는 현상이다.
- (37) 표준양생 :  $20\pm 3^{\circ}\text{C}$ 로 유지하면서 수중 또는 습도 100%에 가까운 습윤상태에서 실시하는 양생이다.
- (38) 프리스트레스트콘크리트 : 외력에 의하여 일어나는 응력을 소정의 한도까지 상쇄할 수 있도록 미리 인공적으로 그 응력의 분포와 크기를 정하여 내력을 준 콘크리트를 말하며, PS콘크리트 또는 PSC라고 약칭하기도 한다.
- (39) 프리캐스트콘크리트 : 콘크리트가 굳은 후에 제자리에 옮겨 놓거나 또는 조립하는 콘크리트 부재를 말하며 PC콘크리트라고 약칭하기도 한다.
- (40) PS강재 : 프리스트레스트를 주기 위하여 사용하는 고강도의 강재이다.
- (41) 현장배합 : 시방배합을 현장조건에 맞도록 현장에서 재료의 상태와 계량방법에 따라 정한 배합이다.
- (42) 호칭강도 : 레디믹스트콘크리트에 있어 콘크리트의 강도구분을 나타내는 호칭으로서 호칭강도는 설계기준강도를 의미한다.
- (43) 혼화재 : 혼화재료 중 사용량이 비교적 많아서 그 자체의 부피가 콘크리트의 배합 계산에 관계되는 것이다.
- (44) 혼화재료 : 시멘트, 골재, 물 이외의 재료로서 혼합할 때 필요에 따라 콘크리트의 한 성분으로 더 넣는 재료로서 혼화재와 혼화제로 구분된다.
- (45) 혼화제 : 혼화재료 중 사용량이 비교적 적어서 그 자체의 부피가 콘크리트의 배합 계산에서 무시되는 것이다.

### 1.3 관련시방서

- 1.3.1 도로교 설계기준
- 1.3.2 콘크리트 표준시방서
- 1.3.3 콘크리트 구조설계기준
- 1.3.4 토목공사 표준일반시방서
- 1.3.5 도로공사 표준시방서

### 1.4 참조규격

- KS A 5101 표준체
- KS D 3503 일반구조용 압연강재

### 제 3 장 콘크리트교

- KS D 3504 철근콘크리트용 봉강
- KS D 3505 PC 강봉
- KS D 3515 용접구조용 압연 강재
- KS D 3527 철근콘크리트용 재생봉강
- KS D 7002 PC 강선 및 PC 강연선
- KS F 2401 굳지 않은 콘크리트의 시료채취방법
- KS F 2402 포틀랜드 시멘트 콘크리트의 슬럼프 시험방법
- KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험방법
- KS F 2409 굳지 않은 콘크리트의 단위용적질량 및 공기량 시험방법(질량방법)
- KS F 2426 주입 모르타의 압축강도 시험방법
- KS F 2432 주입 모르타의 컨시스턴시 시험방법
- KS F 2433 주입 모르타의 블리딩률 및 팽창률 시험방법
- KS F 2455 믹서로 비빈 콘크리트 중의 모르타와 굵은골재량의 변화율(차) 시험방법
- KS F 2502 골재의 체가름 시험방법
- KS F 2503 굵은골재의 밀도 및 흡수량 시험방법
- KS F 2504 잔골재의 밀도 및 흡수율 시험방법
- KS F 2505 골재의 단위용적질량 및 공극율 시험방법
- KS F 2507 골재의 안정성 시험방법
- KS F 2508 로스엔젤레스 시험기에 의한 굵은골재의 마모 시험방법
- KS F 2509 잔골재의 표면수 측정방법
- KS F 2510 콘크리트용 모래에 포함되어 있는 유기불순물 시험방법
- KS F 2511 골재에 포함된 잔입자(0.08mm체를 통과하는) 시험방법
- KS F 2512 골재중에 함유되는 점토 덩어리량의 시험방법
- KS F 2513 골재에 포함된 경량편 시험방법
- KS F 2514 모르타의 압축강도에 의한 잔골재 시험방법
- KS F 2515 골재 중의 염화물 함유량 시험방법
- KS F 2516 굵기경도에 의한 굵은골재의 연석량 시험방법
- KS F 2526 콘크리트용 골재
- KS F 2527 콘크리트용 부순골재
- KS F 2560 콘크리트용 화학 혼화제

KS F 2561	철근콘크리트용 방청제
KS F 2562	콘크리트용 팽창재
KS F 2563	콘크리트용 고로슬래그 미분말
KS F 3110	콘크리트 거푸집용 합판
KS F 4009	레디 믹스트 콘크리트
KS F 8008	가경식 믹서
KS F 8009	강제혼합 믹서
KS L 5102	수경성 시멘트의 표준 주도 시험방법
KS L 5104	수경성 시멘트 모르타의 인장강도 시험방법
KS L 5105	수경성 시멘트 모르타의 압축강도 시험방법
KS L 5106	공기투과장치에 의한 포틀랜드 시멘트의 분말도 시험방법
KS L 5110	시멘트의 밀도 시험방법
KS L 5201	포틀랜드 시멘트
KS L 5210	고로슬래그 시멘트
KS L 5211	플라이애쉬 시멘트
KS L 5401	포틀랜드 포졸란 시멘트
KS L 5405	플라이애쉬

## 1.5 제출자료

### 1.5.1 시공계획서

시공자는 공사단계별로 콘크리트의 재료, 배합설계, 시공, 철근과 PS강재의 설치, 또는 부재의 가설 등에 관한 시공계획서를 제출하여 감독자의 승인을 받은 후 공사를 착수해야 한다. 또한 시공계획서에는 제1장 총칙의 1.5.2절에 규정되어 있는 사항이 포함되어야 한다.

### 1.5.2 공사단계별 제출자료

공사단계별로 필요한 시공상세 도면, 재료의 품질관리 계획 등이 추가되어야 한다.

## 2. 재 료

콘크리트교의 시공에 이용되는 재료는 「도로교설계기준」, 「콘크리트 구조설계기준」 및 이 장의 규정에 준하며, 제반규정에 의하여 품질이 확인된 것을 사용하여 그 사용목적에 적합한 품질이 보증되어야 한다.

## 3. 시 공

시공은 설계 시 의도한 구조물의 안전성, 내구성, 기능성 및 미관이 확보되도록 이루어져야 하며, 설계된 평면 및 종단계획, 횡단 및 배수계획 그리고 사하중에 대한 솟음 계획 등을 시공시 반영하여 원만한 도로기능을 갖춘 교량이 되도록 해야 한다. 시공에 있어서는 공사개시 전에 품질관리 및 공정관리 등을 포함한 충분한 시공계획을 세워 시공계획서 및 시공상세도를 작성해야 한다.

## 3-2 일반콘크리트

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

이 절은 포틀랜드시멘트를 사용한 콘크리트의 재료, 배합, 비비기, 운반, 타설, 양생, 이음 및 마무리 그리고 레디믹스트콘크리트, 매스콘크리트, 한중콘크리트, 서중콘크리트, 유동화콘크리트의 시공에 관한 일반적인 표준을 규정한 것이다.

#### 1.2 품질요건

도로교 구조물에 사용할 콘크리트는 소요의 강도, 내구성, 수밀성 및 강재보호성능을 가지며 품질이 균일한 것이어야 하며, 시공 시에는 작업에 적합한 워커빌리티를 갖고 있어야 한다.

#### 1.3 관련시방서

- 1.3.1 도로교 설계기준
- 1.3.2 콘크리트 표준시방서
- 1.3.3 콘크리트 구조설계기준
- 1.3.3 토목공사 표준일반시방서
- 1.3.4 도로공사 표준시방서

#### 1.4 제출자료

##### 1.4.1 재료에 관한 자료 제출

- (1) 시멘트, 골재, 혼화재료, 이음재료 등에 관해 시방규정에 합치하는 보증서를 제출해야 한다.
- (2) 콘크리트 혼화재료는 사용 전에 이들의 사용계획을 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

##### 1.4.2 배합설계 성과 제출

시험결과를 포함하여 배합설계 성과를 제출해야 하며 시험시료를 비치해야 한다.

##### 1.4.3 품질관리 계획서 제출

이 시방서의 품질요건에 합치하도록 승인된 배합설계에 알맞은 재료의 관리 및 균일성을 보증하기 위한 품질관리 계획서를 제출해야 한다. 품질관리 계획서는 시

## 제 3 장 콘크리트교

공자가 시방요건에 합치함을 보여주는 모든 시험을 포함하며 시공자는 필요한 시험을 실시해야 한다.

### 1.4.4 시공 상세도면 제출

콘크리트 타설순서, 이음위치, 양생방법 등을 명시한 시공상세 도면을 제출해야 한다.

### 1.4.5 레디믹스트콘크리트에 관한 자료 제출

레디믹스트콘크리트는 KS F 4009의 요건에 합치되도록 현장에 운반되는 콘크리트의 계량표를 제출해야 한다.

## 2. 재 료

### 2.1 콘크리트 재료

#### 2.1.1 시멘트

- (1) 보통포틀랜드시멘트, 중용열포틀랜드시멘트, 조강포틀랜드시멘트, 저열포틀랜드시멘트, 내황산염포틀랜드시멘트는 KS L 5201, 고로슬래그시멘트는 KS L 5210, 플라이애쉬시멘트는 KS L 5211, 포틀랜드 포졸란시멘트는 KS L 5401에 적합한 것 이어야 한다.
- (2) 상기 이외의 시멘트에 대해서는 그 품질을 확인하고, 그 사용법을 충분히 검토하여 신뢰할 수 있을 때 사용해야 한다.

#### 2.1.2 물

물은 기름, 산, 유기불순물, 혼탁물 등의 유해량을 함유하지 않는 것으로 하며, 바닷물을 혼합수로 사용해서는 안 된다.

#### 2.1.3 잔골재

- (1) 일반사항
  - ① 잔골재는 KS F 2526의 규정에 적합한 것 이어야 한다.
  - ② 잔골재는 깨끗하고, 강하고, 내구적이고, 알맞은 입도를 가지며, 먼지, 흙, 유기불순물, 염화물 등의 유해량을 함유하지 않아야 한다.
- (2) 물리적 품질
  - ① 잔골재의 절대건조밀도는 원칙적으로  $2.5 \text{ g/cm}^3$  이상이어야 한다.
  - ② 잔골재의 흡수율은 원칙적으로 3.0% 이하이어야 한다.

(3) 입도

- ① 잔골재의 입도는 표 3.2.1의 범위를 표준으로 하고, 체가름 시험은 KS F 2502에 따른다.

표 3.2.1 잔골재 입도의 표준

체의 호칭 치수(mm)	체를 통과한 것의 질량 백분율(%)
10	100
5	95~100
2.5	80~100
1.2	50~85
0.6	25~60
0.3	10~30
0.15	2~10

- ② 조립률이 2.3~3.1인 잔골재를 사용하는 것이 바람직하고, 조립률이 이 범위를 벗어난 잔골재를 쓰는 경우에는 2종류 이상의 잔골재를 혼합하여 입도를 조정해서 쓰는 것이 좋다.
- ③ 잔골재의 조립률이 콘크리트 배합을 정할 때 가정한 잔골재의 조립률에 비하여  $\pm 0.20$  이상의 변화를 나타내었을 때는 배합을 변경해야 한다.

(4) 유해물 함유량의 한도

- ① 잔골재의 유해물 함유량의 한도는 표 3.2.2의 값으로 한다. 표 3.2.2에 지시하지 않은 종류의 유해물에 관해서는 감독자의 지시를 받아야 한다.

표 3.2.2 잔골재의 유해물 함유량의 한도 (질량백분율)

종 류	최 대 치
점토 덩어리	1.0
0.08 mm 체 통과량	
콘크리트의 표면이 마모작용을 받는 경우	3.0
기타의 경우	5.0
석탄, 갈탄 등으로 밀도 $2.0 \text{ g/cm}^3$ 의 액체에 뜨는 것	
콘크리트의 외관이 중요한 경우	0.5
기타의 경우	1.0
염화물(염소 이온량)	0.02

### 제 3 장 콘크리트교

점토덩어리 시험은 KS F 2512, 0.08mm 체 통과량 시험은 KS F 2511, 석탄, 갈탄 등 밀도  $2.0 \text{ g/cm}^3$ 의 액체에 뜨는 것에 대한 시험은 KS F 2513에 따른다. 또 염화물 함유량의 시험은 KS F 2515에 따른다.

#### ② 유기불순물

가. 잔골재에 함유되는 유기불순물은 KS F 2510에 의하여 시험해야 한다. 이때 모래 위에 있는 용액의 색깔은 표준색보다 진하지 않아야 한다.

나. 모래 위에 있는 용액의 색깔이 표준색보다 진한 경우라도 그 모래로 만든 모르터 공시체의 압축강도가 그 모래를 3%의 수산화나트륨 용액으로 씻고, 다시 물로 씻어서 사용한 모르터 공시체의 압축강도의 90%이상으로 된다면, 감독자의 승인을 얻어 그 모래를 사용해도 좋다. 이 때 모르터 공시체의 재령은 보통포틀랜드시멘트, 중용열포틀랜드시멘트 및 혼합시멘트에 대해서는 7일과 28일, 조강포틀랜드시멘트에 대해서는 3일과 7일로 한다. 모르터의 압축강도에 의한 잔골재의 시험은 KS F 2514에 따른다.

#### (5) 내구성

① 잔골재의 내동해성은 KS F 2507에 따라 시험한다.

② 황산나트륨에 의한 안전성 시험을 할 경우, 조작을 5번 반복했을 때의 잔골재의 손실질량 백분율의 한도는 일반적으로 10%로 한다.

③ 손실질량이 ②에서 지시한 한도를 넘는 잔골재는 이것을 사용한 같은 정도의 콘크리트가 예상되는 기상작용에 대하여 만족스러운 내동해성을 나타낸 실례가 있다면 감독자의 승인을 얻어 이것을 사용할 수 있다.

④ 손실질량이 ②에서 지시한 한도를 넘는 잔골재는 이것을 사용한 실례가 없는 경우라도 이것을 사용해서 만든 콘크리트의 동결융해 시험결과로부터 감독자이 만족할 만한 것이라고 인정된 경우에는 이것을 사용할 수 있다.

⑤ 내동해성을 고려할 필요가 없는 구조물에 쓰이는 잔골재는 위의 ①, ②, ③ 및 ④에 관하여 고려할 필요가 없다.

⑥ 화학적 혹은 물리적으로 불안정한 잔골재는 이것을 사용하지 않아야 한다. 다만, 그 사용실적, 사용조건, 화학적 혹은 물리적 안전성에 관한 시험결과 등에서 유해한 영향을 주지 않는다고 인정되는 경우에는 이것을 사용할 수 있다.

#### (6) 바닷모래

① 바닷모래는 콘크리트의 품질에 나쁜 영향을 미치는 않는 품질의 것이어야 한다. 바닷모래에 함유된 염화물의 양이 (2)항의 허용한도를 넘을 경우 물세척이나, 기타 다른 방법으로 염화물 함유량을 허용한도 이하로 하여 사용해야 한다.

② 바닷모래에 포함되는 염화물 함유량의 시험은 KS F 2515에 따른다.

(7) 부순 잔골재

- ① 부순 잔골재는 KS F 2527에 적합한 것이어야 한다.
- ② 부순 잔골재의 입형은 주로 원석의 종류나 제조시의 파쇄방법에 따라 달라지므로 이의 적합성 여부가 콘크리트의 소요 단위수량이나 워커빌리티에 미치는 영향은 상당히 크다. 따라서 부순 잔골재를 쓸 경우에는 석질이 좋은가를 확인함과 동시에 되도록 모가 적고 긴 것이나 편편한 알갱이가 적은 것을 선정해야 한다.
- ③ 부순 잔골재를 분류할 때에는 습식인 경우에는 물로 충분히 씻어서 하고 건식인 경우에는 미분말을 제거하기가 쉽도록 충분히 건조시킨 원석을 사용해야 한다.
- ④ 부순 잔골재의 물리적 성질 및 입도는 각각 표 3.2.3 및 표 3.2.4에 적합한 것이어야 한다.

표 3.2.3 부순 잔골재의 물리적 성질

시험 항목	품질 기준
절대건조밀도( $g/cm^3$ )	2.50 이상
흡수율(%)	3.0 이하
안정성(%) <sup>①</sup>	10 이하
0.08 mm체 통과량(%)	7.0 이하

주 : ① 안정성 시험은 황산나트륨으로 5회 실시한다.

표 3.2.4 부순 잔골재의 입도의 표준

체의 호칭치수 (mm)	체를 통과한 것의 질량 백분율(%)						
	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
종 류							
부순 잔골재	100	90~100	80~100	50~90	25~65	10~35	2~15

2.1.4 굵은골재

(1) 일반사항

- ① 굵은골재는 KS F 2526의 규정에 적합한 것이어야 한다.
- ② 굵은골재는 깨끗하고 강하고 내구적이고 알맞은 입도를 가지며 얇은 석편, 가느다란 석편, 유기불순물, 염화물 등의 유해량을 함유하지 않아야 한다. 특히 고강도 콘크리트에 사용하는 굵은골재의 경우에는 실제의 제조조건과 거의 같은 조건하에서 콘크리트를 만들어 소요의 강도가 충분히 얻어질 수 있는가를 확인해야 한다.

제 3 장 콘크리트교

(2) 물리적 품질

- ① 굵은골재의 절대건조밀도는 원칙적으로  $2.5\text{g/cm}^3$  이상이어야 한다.
- ② 굵은골재의 흡수율은 원칙적으로 3.0% 이하이어야 한다.

(3) 입도

굵은골재의 입도는 표 3.2.5의 범위를 표준으로 하며, 체가름시험은 KS F 2502에 따른다.

표 3.2.5 굵은골재 입도의 표준

골재 번호	체의 호칭 (mm) 골재의 크기 (mm)	각 체를 통과하는 것의 질량 백분율												
		100	90	80	65	50	40	25	20	13	10	5	2.5	1.2
1	90~40	100	90~ 100		25~ 60		0~15		0~5					
2	65~40			100	90~ 100	35~ 70	0~15		0~5					
3	50~25				100	90~ 100	35~ 70	0~15		0~5				
357	50~5				100	95~ 100		35~ 70		10~ 30		0~5		
4	40~20					100	90~ 100	20~ 55	0~15		0~5			
467	40~5					100	95~ 100		35~ 70		10~ 30	0~5		
57	25~5						100	95~ 100		25~ 60		0~10	0~5	
67	20~5							100	90~ 100		20~ 55	0~10	0~5	
7	15~5								100	90~ 100	40~ 70	0~15	0~5	
8	10~2.5									100	85~ 100	10~ 30	0~10	0~5

## (4) 유해물 함유량의 한도

굵은골재의 유해물 함유량의 한도는 표 3.2.6의 값으로 한다. 표 3.2.6에 지시하지 않은 종류의 유해물에 관해서는 감독자의 지시를 받아야 한다.

표 3.2.6 굵은골재의 유해물 함유량의 한도 (질량백분율)

종 류	최 대 치
점토 덩어리	0.25①
연한 석편	5.0②
0.08mm체 통과량	1.0③
석탄, 갈탄 등으로 밀도 2.0 g/cm <sup>3</sup> 의 액체에 뜨는 것	0.5④
콘크리트의 외관이 중요한 경우	1.0④
기타의 경우	1.0④

주 : ① 시료는 KS F 2511에 의한 0.08 mm체 통과량의 시험을 실시한 후에 체에 남는 것으로 부터 채취한다.

② 교통량이 많은 슬래브 또는 표면의 경도(硬度)가 특히 요구되는 경우에 적용한다.

③ 부순자갈의 경우, 0.08 mm체를 통과하는 재료가 돌가루인 경우에는 최대치를 1.5 %로 해도 좋다. 다만, 고로슬래그 굵은골재의 경우에는 최대치를 5.0 %로 해도 좋다.

④ 고로슬래그 굵은골재에는 적용되지 않는다.

점토덩어리 시험은 KS F 2512, 연한 석편의 시험은 KS F 2516 0.08 mm체 통과량의 시험은 KS F 2511, 석탄 및 갈탄 등 밀도 2.0 g/cm<sup>3</sup>의 액체에서 뜨는 것에 대한 시험은 KS F 2513에 따른다.

## (5) 내구성

① 굵은골재의 내동해성은 KS F 2507에 따라 시험한다.

② 황산나트륨에 의한 안정성 시험을 할 경우, 조작을 5번 반복했을 때 굵은골재의 손실질량 백분율의 한도는 일반적으로 12%로 한다.

③ 손실질량이 ②에서 지시한 한도를 넘는 굵은골재는 이것을 사용한 같은 정도의 콘크리트가 예상되는 기상작용에 대하여 만족스러운 내동해성을 나타낸 실례가 있다면 감독자의 승인을 얻어 이것을 사용할 수 있다.

④ 손실질량이 ②에서 지시한 한도를 넘는 굵은골재는 이것을 사용한 실례가 없는 경우라도 이것을 사용해서 만든 콘크리트의 동결융해 시험결과로부터 감독자가 만족할 만한 것이라고 인정한 경우에는 이것을 사용할 수 있다.

## 제 3 장 콘크리트교

- ⑤ 내동해성을 고려할 필요가 없는 구조물에 쓰이는 굵은골재는 이 조항의 ①, ②, ③ 및 ④에 관하여 고려할 필요가 없다.
  - ⑥ 화학적 혹은 물리적으로 불안정한 굵은골재는 이것을 사용하지 않아야 한다. 다만, 그 사용실적, 사용조건, 화학적 혹은 물리적 안정성에 관한 시험결과 등에서 유해한 영향을 주지 않는다고 인정되는 경우에는 이것을 사용할 수 있다.
- (6) 굵은골재로 사용할 부순돌은 KS F 2527에 적합한 것이어야 한다.

### 2.15 혼화재료

혼화재료로서 사용하는 혼화제 및 혼화제는 그 품질을 충분히 확인한 후에 사용해야 한다.

#### (1) 혼화제

- ① 혼화제로 사용할 플라이애쉬는 KS L 5405에 적합한 것이어야 한다.
- ② 혼화제로 사용할 콘크리트용 팽창재는 KS F 2562에 적합한 것이어야 한다.
- ③ 혼화제로 사용할 고로슬래그 미분말은 KS F 2563에 적합한 것이어야 한다.
- ④ ①, ② 및 ③이외의 혼화제에 대해서는 그 품질을 확인하고, 사용방법을 충분히 검토해야 한다.

#### (2) 혼화제

- ① 혼화제로 사용할 AE제, 감수제, AE감수제 및 고성능 AE감수제는 KS F 2560에 적합한 것이어야 한다.
- ② 혼화제로 사용할 유동화제는 한국콘크리트학회 기준 KCI-AD 101 「콘크리트용 유동화제의 품질 기준」에 적합한 것이어야 한다.
- ③ 혼화제로 사용할 수중 불분리성 혼화제는 한국콘크리트학회 기준 KCI-AD 102 「콘크리트용 수중 불분리성 혼화제의 품질 기준」에 적합한 것이어야 한다.
- ④ 혼화제로 사용할 철근콘크리트용 방청제는 KS F 2561에 적합한 것이어야 한다.
- ⑤ ①, ②, ③ 및 ④이외의 혼화제에 대해서는 그 품질을 확인하고 사용방법을 충분히 검토해야 한다.

## 2.2 재료의 저장

재료는 품질이 변하지 않도록 저장해야 한다.

### 2.2.1 시멘트의 저장

- (1) 시멘트는 방습적인 구조로 된 사일로 또는 창고에 품종별로 구분하여 저장해야 한다.
- (2) 시멘트를 저장하는 사일로는 시멘트가 바닥에 쌓여서 나오지 않는 부분이 생기지 않도록 해야 한다.

- (3) 저장 중에 약간이라도 굳은 시멘트는 공사에 사용하지 않아야 한다. 3개월 이상 장기간 저장한 시멘트는 사용하기에 앞서 시험을 하여 그 품질을 확인해야 한다.
- (4) 시멘트의 온도가 너무 높을 때는 그 온도를 낮추어서 사용해야 한다.

### 2.2.2 골재의 저장

- (1) 잔골재, 굵은골재 및 종류와 입도가 다른 골재는 각각 구분하여 따로따로 저장해야 한다. 특히, 원석의 종류나 제조방법이 다른 부순 잔골재는 분리하여 저장해야 한다.
- (2) 골재의 받아들이기, 저장 및 취급에 있어서는 대소의 알이 분리되지 않도록, 먼지, 잡물 등이 혼입하지 않도록 또 굵은골재의 경우에는 골재알이 부서지지 않도록 설비를 정비하고 취급작업에 주의해야 한다.
- (3) 골재의 저장설비에는 적당한 배수시설을 설치하고 그 용량을 알맞게 하며, 표면수가 균일한 골재를 사용할 수 있도록, 또 받아들여진 골재를 시험한 후에 사용할 수 있도록 되어 있어야 한다.
- (4) 골재는 겨울에 빙설의 혼입 또는 동결을 방지하기 위한 대책을 강구해야 한다.
- (5) 골재는 여름에 골재의 건조나 온도의 상승을 방지하기 위하여 일광의 직사를 피할 수 있는 대책을 강구해야 한다.

### 2.2.3 혼화제의 저장

- (1) 혼화제는 방습적인 사일로 또는 창고 등에 품질별로 구분하여 저장하고, 입하의 순서대로 사용해야 한다.
- (2) 장기 저장한 혼화제는 이것을 사용하기 전에 시험하여 품질을 확인해야 한다.
- (3) 혼화제는 날리지 않도록 취급에 주의해야 한다.

### 2.2.4 혼화제의 저장

- (1) 혼화제는 먼지, 기타의 불순물이 혼입되지 않도록, 분말상의 혼화제는 습기를 흡수하거나 굳어지는 일이 없도록 하고 액상의 혼화제는 분리하거나 변질하거나 하는 일이 없도록 저장해야 한다.
- (2) 장기간 저장한 혼화제나 이상이 인정된 혼화제는 이것을 사용하기 전에 시험하여 그 성능이 떨어져 있지 않다는 것을 확인한 후에 사용해야 한다.

2.3 콘크리트 배합

2.3.1 일반사항

콘크리트의 배합은 소요의 강도, 내구성, 수밀성, 균열저항성, 철근 또는 강재를 보호하는 성능을 갖도록 해야 한다. 또한 작업에 적합한 워커빌리티를 갖는 범위 내에서 단위수량을 될 수 있는 대로 적게 하여 양질의 콘크리트를 만들 수 있도록 해야 한다. 특히 염해의 영향을 받는 해안지역이나 심한 동결융해 작용을 받는 한랭지에 가설되는 콘크리트교의 경우 배합에 대해서 충분히 검토해야 한다.

2.3.2 배합강도

- (1) 구조물에 사용된 콘크리트의 압축강도가 설계기준강도보다 작아지지 않도록 콘크리트의 배합강도( $f_{cr}$ )를 설계기준강도( $f_{ck}$ )보다 충분히 크게 정해야 한다.
- (2) 콘크리트의 배합강도는 다음의 두 식에 의한 값 중 큰 값으로 정한다.

$$f_{cr} = f_{ck} + 1.34s \text{ (MPa)}$$

$$f_{cr} = (f_{ck} - 3.5) + 2.33s \text{ (MPa)}$$

s : 압축강도의 표준편차 (MPa)

- (3) 콘크리트 압축강도의 표준편차는 실제 사용한 콘크리트의 30회 이상의 시험실적으로부터 결정하는 것을 원칙으로 한다. 그러나 압축강도의 시험횟수가 29회 이하이고 15회 이상인 경우는 그것으로 표준편차에 표 3.2.7의 보정계수를 곱한 값을 표준편차로 사용할 수 있다.

표 3.2.7 시험횟수가 29회 이하일 때 표준편차의 보정계수

시험횟수	표준편차의 보정계수
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 이상	1.00

주 : 위 표에 명시되지 않은 시험횟수에 대해서는 직선 보간한다.

- (4) 콘크리트 압축강도의 표준편차를 알지 못할 때, 또는 압축강도의 시험횟수가 14회 이하인 경우, 콘크리트의 배합강도는 표 3.2.8과 같이 정한다.

표 3.2.8 압축강도의 시험횟수가 14회 이하인 경우의 배합강도

설계기준강도 $f_{ck}$ (MPa)	배합강도 $f_{cr}$ (MPa)
21 미만	$f_{ck} + 7$
21 이상 35 이하	$f_{ck} + 8.5$
35 초과	$f_{ck} + 10$

## 2.3.3 물-시멘트비

물-시멘트비는 2.3.2항에서 규정하는 콘크리트의 배합강도, 내구성, 수밀성 및 균열저항성 등을 고려하여 정해야 한다. 단 결합재로서 포졸란반응성 및 잠재수경성을 갖는 혼화재를 사용할 경우 물-시멘트비는 물-결합재비가 된다.

(1) 콘크리트의 압축강도를 기준으로 하여 물-시멘트비를 정할 경우

- ① 압축강도와 물-시멘트비와의 관계는 시험에 의하여 정하는 것을 원칙으로 한다. 이 때 공시체는 재령 28일을 표준으로 한다.
- ② 배합에 사용할 물-시멘트비는 기준 재령의 시멘트-물비와 압축강도와의 관계식에서 배합강도에 해당하는 시멘트-물비 값의 역수로 한다.

(2) 콘크리트의 내동해성을 기준으로 하여 물-시멘트비를 정할 경우 그 값은 표 3.2.9의 값 이하이어야 한다.

표 3.2.9 콘크리트의 내동해성을 기준으로 하여 물-시멘트비를 정하는 경우의 AE콘크리트의 최대 물-시멘트비(%)

구조물의 노출상태	기 상 조 건 단 면	기상작용이 심한 경우 또는 동결융해가 종종 반복되는 경우		기상작용이 심하지 않은 경우, 빙점 이하의 기온으로 되는 일이 드문 경우	
		얇은 경우 <sup>②</sup>	보통의 경우 <sup>③</sup>	얇은 경우 <sup>②</sup>	보통의 경우 <sup>③</sup>
(가) 계속해서 또는 종종 물로 포화되는 부분 <sup>①</sup>		45	50	50	55
(나) 보통의 노출상태에 있으며 (가)에 해당하지 않는 경우		50	55	55	60

주 : ① 교대, 교각, 옹벽 등으로서 수면에 가까워 물로 포화되는 부분 및 이들 구조물 외에 보, 슬래브 등으로서 수면으로부터 떨어져 있기는 하나 융설(融雪), 유수, 물보라 등 때문에 물로 포화되는 부분

② 단면 두께가 약 200 mm 이하인 구조물

③ 단면이 두꺼운 경우에도 보통의 경우와 같다.

제 3 장 콘크리트교

(3) 콘크리트의 황산염에 대한 내구성능 기준으로 하여 물-시멘트비를 정하는 경우 그 값은 표 3.2.10의 값 이하이어야 한다.

표 3.2.10 황산염을 포함한 용액에 노출된 콘크리트의 최대 물-시멘트비

황산염 노출정도	토양내의 수용성 황산염(SO <sub>4</sub> ) 질량(%)	물 속의 황산염(ppm)	시멘트 종류	물-시멘트비 (물-결합재비) (%)
무시할 수 있음	0.00~0.10	0~150	-	-
보 통 <sup>①</sup>	0.10~0.20	150~1,500	중용열포틀랜드시멘트 보통포틀랜드시멘트 + 포졸란 <sup>②</sup> 플라이애쉬시멘트 고로슬래그시멘트	50
심 함	0.20~2.00	1,500~10,000	내황산염포틀랜드시멘트	45
매우 심함	2.00 초과	10,000 초과	내황산염포틀랜드시멘트 + 포졸란 <sup>③</sup>	45

주 : ① 바닷물은 노출 정도를 보통으로 함

② 여기서 포졸란이란 플라이 애쉬, 고로슬래그 미분말 등의 혼화재를 말한다.

③ 황산염에 대한 저항성을 개선시킬 수 있다는 입증된 자료가 있거나 실험에 의해 그 효과가 증명된 포졸란을 말한다.

(4) 제빙화학제가 사용되는 콘크리트의 물-시멘트비는 45% 이하로 해야 한다.

(5) 콘크리트의 수밀성을 기준으로 하여 물-시멘트비를 정할 경우에는 50% 이하를 표준으로 한다.

(6) 해양구조물에 쓰이는 콘크리트의 물-시멘트비를 정할 경우에는 3-9 해양콘크리트의 2.2 배합에 따라야 한다.

(7) 콘크리트의 탄산화 저항성을 고려해야 하는 경우 물-시멘트비는 55% 이하로 해야 한다.

2.3.4 단위수량

단위수량은 작업이 가능한 범위 내에서 될 수 있는 대로 적게 되도록 시험에 의해 정해야 한다.

## 2.3.5 단위시멘트량

단위시멘트량은 단위수량과 물-시멘트비에서 정하는 것으로 한다. 다만, 최소 단위시멘트량은 표 3.2.11의 값을 표준으로 한다.

표 3.2.11 최소 단위 시멘트량(kg/m<sup>3</sup>)

부재의 종류		최소 단위시멘트량
철근콘크리트부재		250
프리스트레스트 콘크리트부재	프리텐션 방식	350
	포스트텐션 방식	300

## 2.3.6 굽은골재의 최대치수

굽은골재의 최대치수는 40 mm 이하로서 부재 최소치수의 1/5 이하 또 철근의 최소 수평, 연직 순간격의 3/4 이하로 하며, 표 3.2.12와 같다.

표 3.2.12 굽은골재의 최대치수

구조물의 종류	굽은골재의 최대치수(mm)
일반적인 경우	20 또는 25
단면이 큰 경우	40
무근콘크리트	40 부재 최소치수의 1/4을 초과해서는 안됨

## 2.3.7 잔골재율

- (1) 잔골재율은 소요의 워커빌리티를 얻을 수 있는 범위 내에서 단위수량이 최소가 되도록 시험에 의해 정해야 한다.
- (2) 공사 중에 잔골재의 입도가 변하여 조립률이  $\pm 0.20$  이상 차이가 있을 경우에는 워커빌리티가 변화하므로 배합을 수정할 필요가 있다. 이 때 잔골재율에 대해서도 그 적합 여부를 시험에 의해 확인해 놓을 필요가 있다.
- (3) 유동화콘크리트의 경우, 유동화 후 콘크리트의 워커빌리티를 고려하여 잔골재율을 결정할 필요가 있다.
- (4) 고성능 AE감수제를 사용한 콘크리트의 경우로서 물-시멘트비 및 슬럼프가 같으면, 일반적인 AE감수제를 사용한 콘크리트와 비교하여 잔골재율을 1~2% 정도 크게 하는 것이 좋다.

제 3 장 콘크리트교

2.3.8 슬럼프

- (1) 콘크리트의 슬럼프는 운반, 타설, 다짐 등의 작업에 알맞은 범위 내에서 될 수 있는 대로 작은 값으로 정해야 한다. 콘크리트를 타설할 때의 슬럼프 값은 표 3.2.13 과 같다.

표 3.2.13 슬럼프의 표준값(mm)

종 류		슬럼프 값
철근콘크리트	일반적인 경우	80~150
	단면이 큰 경우	60~120
무근콘크리트	일반적인 경우	50~150
	단면이 큰 경우	50~100

- (2) 콘크리트의 운반시간이 길 경우 또는 기온이 높을 경우에는 슬럼프가 크게 저하하므로 운반중의 슬럼프 저하를 고려한 배합을 정해주어야 한다.
- (3) 유동화 콘크리트의 슬럼프는 3.10.2 (4)항과 (5)항을 참고한다.
- (4) 콘크리트의 슬럼프 시험은 KS F 2402에 따른다.

2.3.9 공기량

- (1) 콘크리트는 AE 콘크리트로 하는 것을 원칙으로 하고, 공기량은 굵은골재 최대치수와 내동해성을 고려하여 표 3.2.14와 같이 정하며, 운반 후 공기량은 이 값에서  $\pm 1.5\%$  이내이어야 한다.

표 3.2.14 AE콘크리트 공기량의 표준값

굵은골재의 최대치수(mm)	공기량(%)	
	심한 노출 <sup>①</sup>	보통 노출 <sup>②</sup>
10	7.5	6.0
15	7.0	5.5
20	6.0	5.0
25	6.0	4.5
40	5.5	4.5

주 : ① 동절기에 수분과 지속적인 접촉이 이루어져 결빙이 되거나, 또는 제빙화학제가 사용되는 경우

② 동절기에 가끔 수분과 접촉하여 결빙되지만, 제빙화학제를 사용되지 않는 경우

- (2) AE콘크리트의 공기량은 같은 단위 AE제량을 사용하는 경우라도 여러 조건에 따라 상당히 변화하므로 AE 콘크리트 시공에서는 반드시 KS F 2409 또는 KS F 2421에 따라 공기량 시험을 해야 한다.

2.3.10 혼화재료의 단위량

- (1) AE제, AE감수제 및 고성능 AE감수제 등의 단위량은 소요의 슬럼프 및 공기량을 얻을 수 있도록 시험에 의해 정한다.
- (2) (1) 이외의 혼화재료의 단위량은 시험결과나 기존의 경험 등을 바탕으로 효과를 얻을 수 있도록 정한다.
- (3) 제빙화학제에 노출된 콘크리트에 있어서 플라이애쉬, 고로슬래그 미분말 또는 실리카폼을 시멘트 재료의 일부로 치환하여 사용하는 경우 이들 혼화재의 사용량은 표 3.2.15의 값을 초과하지 않도록 한다.

표 3.2.15 제빙화학제에 노출된 콘크리트에서의 최대 혼화재 비율

혼화재의 종류	시멘트와 혼화재 전체에 대한 혼화재의 질량백분율(%)
플라이애쉬	25
고로슬래그 미분말	50
실리카폼	10
플라이애쉬, 고로슬래그 미분말 및 실리카 폼의 합계	50 <sup>①</sup>
플라이 애쉬와 실리카폼의 합계	35 <sup>①</sup>

주 : ① 플라이애쉬와 실리카폼은 시멘트와 이들 혼화재를 합한 질량에 대해 각각 25% 및 10%를 넘지 않아야 한다.

2.3.11 배합의 표시법

- (1) 배합의 표시법은 일반적으로 표 3.2.16과 같이 한다.

표 3.2.16 콘크리트 배합의 표시법

굵은골재의 최대치수 (mm)	슬럼프 범위 (mm)	공기량 범위 (%)	물-시멘트비 <sup>①</sup> W/C (%)	잔골재율 S/a (%)	단 위 량 (kg/m <sup>3</sup> )							
					물 W	시멘트 C	잔골재 S	굵은골재 G		혼화재료		
								mm~mm	mm~mm	혼화재 <sup>①</sup>	혼화재 <sup>②</sup>	

주 : ① 포졸란 반응성 및 잠재수경성을 갖는 혼화재를 사용할 경우 물-시멘트비는 물-결합재비가 된다.  
 ② 같은 종류의 재료를 여러 가지 사용할 경우에는 각각의 난을 나누어 표시한다. 이 때 사용량에 대하여는 ml/m<sup>3</sup> 또는 g/m<sup>3</sup>로 표시하며, 희석시키거나 녹이거나 하지 않은 것으로 나타낸다.

제 3 장 콘크리트교

- (2) 시방배합에서 잔골재는 5 mm를 전부 통과하는 것을 말하고 굵은골재는 5 mm 체에 전부 남는 것을 말하며, 잔골재 및 굵은골재는 각각 표면건조포화상태이어야 한다.
- (3) 시방배합을 현장배합으로 변경할 경우에는 골재의 함수상태, 5 mm 체에 남는 잔골재의 양과 5 mm 체를 통과하는 굵은골재의 양 및 혼화제를 희석시킨 희석수량을 고려해야 한다.

2.4 계량 및 비비기

2.4.1 계량

- (1) 콘크리트의 각 재료는 소정의 품질을 얻을 수 있도록 정확하게 계량해야 한다.
- (2) 각 재료의 계량방법 및 계량장치는 공사에 적합하고 또 각 재료를 소정의 계량 오차 내에서 계량할 수 있는 것이어야 한다.
- (3) 각 재료의 계량장치는 공사 개시 전 및 공사 중에 정기적으로 점검하여 조정해야 한다.
- (4) 재료는 시방배합을 현장배합으로 고친 다음 현장배합에 의해 계량한다. 골재의 표면수량 시험은 KS F 2509 및 KS F 2550 방법에 따라야 한다. 골재가 건조되어 있을 때의 유효 흡수율의 값은 골재를 적절한 시간 흡수시켜서 구한다.
- (5) 1회분의 비비기 양은 공사의 종류, 콘크리트 타설의 양, 비비기 설비, 운반방법 등을 고려하여 정해야 한다.
- (6) 각 재료는 1회의 비비기 양마다 중량으로 계량한다. 다만 물과 혼화제 용액은 용적으로 계량할 수 있다.
- (7) 계량오차는 1회 계량분에 대하여 표 3.2.17의 값 이하라야 한다.

표 3.2.17 계량의 허용오차

재료의 종류	허용오차 (%)
물, 시멘트	1
혼 화 재 <sup>①</sup>	2
골 재	3
혼화제 용액	3

주 : ① 고로슬래그 미분말의 계량오차의 최대치는 1%로 한다.

## 2.4.2 비비기

- (1) 콘크리트의 재료는 반죽된 콘크리트가 균등질이 될 때까지 충분히 비벼야 한다.
- (2) 믹서는 KS F 2455에 의해 비비기 성능시험을 하여 소요의 비비기 성능을 가지고 있음을 확인해야 한다.
- (3) 가경식 믹서 및 강제혼합 믹서는 원칙적으로 각각 KS F 8008 및 KS F 8009에 적합한 것이어야 한다.
- (4) 믹서는 비빈 콘크리트를 배출할 때 재료분리를 일으키지 않는 것 이어야 한다.
- (5) 재료를 믹서에 넣는 순서는 미리 적절하게 정해 놓아야 한다.
- (6) 비비기 시간은 시험에 의해 정해야 한다. 비비기 시간은 믹서 안에 재료를 투입한 후 가경식 믹서일 경우에는 1분 30초 이상, 강제혼합 믹서일 경우에는 1분 이상을 표준으로 한다.
- (7) 비비기는 미리 정해 둔 비비기 시간의 3배 이상 계속하지 않아야 한다.
- (8) 비비기를 시작하기 전에 미리 믹서 내부를 모르터로 부착시켜야 한다.
- (9) 믹서 안의 콘크리트를 전부 꺼낸 후가 아니면 믹서 안에 다음 재료를 넣지 않아야 한다.
- (10) 믹서는 사용 후후에 충분히 청소해야 한다.
- (11) 비벼놓아 굳기 시작한 콘크리트는 되비벼서 사용하지 않아야 한다.

## 2.5 레디믹스트콘크리트

### 2.5.1 일반사항

레디믹스트콘크리트를 쓰는 경우에는 이 절의 2.5.2항에 규정하는 공장에서 비비고 KS F 4009에 규정하는 품질을 만족하는 콘크리트를 쓰는 것으로 한다.

### 2.5.2 공장 선정

- (1) 레디믹스트콘크리트를 쓰는 경우에는 현장까지의 수송시간, 콘크리트의 제조능력, 운반차의 수, 공장의 제조설비, 품질관리 상태 등을 고려하여 공장을 선정하는 것으로 한다.
- (2) 공장은 KS 표시허가를 받은 공장으로서 재료시험 기사자격을 가진 기술자 또는 이와 동등 이상의 기술자가 상주하는 공장을 선정해야 한다.

제 3 장 콘크리트교

2.5.3 품질 지정 사항

레디믹스트콘크리트의 품질에 대해서는 다음 사항에서 필요한 사항을 지정해야 한다.

- (1) 설계기준강도
- (2) 슬럼프
- (3) 굵은골재의 최대치수
- (4) 시멘트의 종류
- (5) 골재의 종류
- (6) 혼화재료의 종류
- (7) 염소이온 함유량의 한도
- (8) 최대 물-시멘트비 및 최대 단위수량
- (9) 최소 단위시멘트량
- (10) 공기량
- (11) 콘크리트의 최고온도 또는 최저온도
- (12) 기타 필요한 사항

2.5.4 품질관리 규정

- (1) 레디믹스트콘크리트의 종류는 보통콘크리트, 경량콘크리트로 하고, 구입자는 굵은골재의 최대치수, 슬럼프 및 호칭강도를 조합한 표 3.2.18에 표시한 O표를 한 범위 내에서 종류를 지정하는 것으로 원칙으로 한다.

표 3.2.18 레디믹스트콘크리트의 종류

콘크리트의 종류	굵은골재 최대치수 (mm)	슬럼프 (mm)	호칭강도 MPa(=N/mm <sup>2</sup> )								
			18	21	24	27	30	35	40	45	50
보통 콘크리트	20, 25	25, 65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		80, 120, 150	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		180	○	○	○	○	○	○	○	-	-
		210	-	○	○	○	○	○	○	-	-
	40	25, 65	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		50, 80, 120, 150	○	○	○	○	○	-	-	-	-
경량 콘크리트	15, 20	80, 120, 150, 180, 210	○	○	○	○	○	-	-	-	-

주 : 1) 호칭강도를 보증할 재령에 대하여 강도시험에서 공시체의 재령은 지정이 없는 경우 28일, 지정이 있는 경우는 구입자가 지정한 일수로 한다.

- (2) 콘크리트 강도는 1회의 시험결과 호칭강도의 85% 이상, 3회의 시험결과 평균치는 호칭강도 이상이어야 한다.
- (3) 슬럼프의 허용차는 표 3.2.19의 값 이내이어야 한다.

표 3.2.19 슬럼프의 허용차 (단위 : mm)

슬 럽 프	허 용 차
25	±10
50 및 65	±15
80 이상 180 이하	±25
210	±30

- (4) 공기량은 보통콘크리트의 경우 4.5%이며, 경량콘크리트의 경우 5%로 하되, 그 허용오차는 ±1.5% 이내이어야 한다.
- (5) 콘크리트에 포함된 염화물량은 출하지점에서 염소이온으로 0.3 kg/m<sup>3</sup> 이하이어야 한다. 다만, 구입자의 승인을 얻은 경우에는 0.6 kg/m<sup>3</sup> 이하로 할 수 있다.

#### 2.5.5 받아들이기

- (1) 콘크리트 타설에 있어서는 미리 납품일시, 콘크리트의 종류, 수량, 짐을 내릴 장소 및 방법, 배차의 간격 등을 검토하여 원활하게 될 수 있도록 해야 한다.
- (2) 콘크리트 타설 중에도 생산자와 긴밀하게 연락을 취하여 콘크리트 타설이 중단 되는 일이 없도록 해야 한다.
- (3) 콘크리트를 배출하는 장소는 운반차가 안전하고 원활하게 출입할 수 있으며 배출하는 작업이 쉽게 될 수 있는 장소이어야 한다.
- (4) 콘크리트 배출시 재료분리가 일어나지 않도록 해야 한다.
- (5) 콘크리트의 품질은 슬럼프, 공기량 및 염소이온 함유량 등의 시험에 의하여 확인해야 한다. 또 콘크리트의 강도에 대해서는 시험용 공시체를 만드는 것으로 한다.
- (6) 받아들이기 검사는 KS F 4009에 따라야 한다.

### 3. 시 공

#### 3.1 일반사항

##### 3.1.1 계획

콘크리트의 운반방법 운반로, 타설 방법, 타설 순서, 1회 타설 양, 시공이음의 위치 등에 대하여 미리 충분한 계획을 세워 놓아야 한다.

##### 3.1.2 타설 시간

- (1) 콘크리트는 재료분리가 적게 되도록 신속하게 운반하여 즉시 타설하고 충분히 다져야 한다.
- (2) 비비기로부터 타설이 끝날 때까지의 시간은 원칙적으로 외기온도가 25℃ 이상일 때에는 1.5시간, 25℃ 미만일 때에는 2시간을 넘지 않아야 한다. 다만, 양질의 지연제 등을 사용하여 응결을 지연시키는 등의 특별한 조치를 강구한 경우에는 콘크리트의 품질변동이 없는 범위 내에서 감독자의 승인을 얻어 상기 시간제한을 변경할 수 있다.

#### 3.2 운 반

##### 3.2.1 운반용 자동차

운반용 자동차를 사용하는 경우에는 내리는 작업이 쉬운 것이어야 하며 교반기(agitator), 보온덮개 등의 설비를 설치해야 한다.

##### 3.2.2 버킷

버킷을 사용하여 콘크리트를 타설할 장소로 최종 운반하는 경우에는 배출 시에 재료분리가 없고 배출이 신속 용이한 것이어야 한다.

##### 3.2.3 콘크리트 펌프

콘크리트 펌프를 사용하는 경우에는 콘크리트의 품질, 타설 장소, 1회 타설 양 등을 고려하여 적절한 콘크리트 펌프의 기종(機種)을 선정해야 한다. 수송관의 배치에 있어서는 철근, 거푸집 및 동바리에 유해한 진동이나 변형을 주지 않도록 해야 한다. 또 압송조건은 관내에 콘크리트가 막히는 일이 없도록 정해야 한다.

##### 3.2.4 콘크리트 플레이서

콘크리트 플레이서를 사용할 경우에는 그 기종, 형식 및 사용방법에 대하여 감독자의 지시를 받아야 한다.

### 3.2.5 벨트컨베이어

벨트컨베이어를 사용할 경우에는 콘크리트의 품질을 해치지 않도록 벨트컨베이어를 적당한 위치에 배치하고, 또 벨트컨베이어의 끝부분에는 조절판 및 깔때기를 설치하여 재료분리를 방지해야 한다.

### 3.2.6 슈트

슈트를 사용하는 경우에는 원칙적으로 연직슈트를 사용해야 하며, 연직슈트는 깔대기 등을 이어대서 만들어 재료분리가 적게 일어나도록 해야 한다. 부득이 경사슈트를 사용할 경우에는 경사슈트는 전 길이에 걸쳐 거의 일정한 경사를 가져야 하며, 그 경사는 콘크리트의 재료분리를 일으키지 않는 것이어야 한다.

## 3.3 콘크리트 타설

### 3.3.1 준비

- (1) 콘크리트 타설은 우천 또는 강풍 시에는 실시하지 않아야 한다.
- (2) 콘크리트를 타설하기 전에 철근, 거푸집, 동바리 등에 관해서는 시공상세도 및 철근 가공조립도에 정해진 대로 배치되었는지를 확인해야 한다.
- (3) 콘크리트 타설 전에 운반 및 타설 설비 등이 타설 계획에 충분히 일치하는가를 확인해야 한다.
- (4) 콘크리트를 타설할 때는 미리 타설 설비 및 거푸집 내를 청소하여 콘크리트 속에 잡물이 들어가지 않도록 해야 한다. 콘크리트의 수분을 흡수할 염려가 있는 부분에는 미리 습윤상태로 해놓아야 한다.
- (5) 터파기안의 물은 타설 전에 제거해야 하며 터파기안에 흘러 들어온 물에 새로 타설한 콘크리트가 씻기지 않도록 적당한 조치를 강구해야 한다.

### 3.3.2 타설 순서

- (1) 콘크리트의 타설 순서는 다음 사항을 고려해서 결정해야 한다.
  - ① 거푸집 및 동바리가 유해한 침하를 일으키지 않아야 한다.
  - ② 먼저 타설한 콘크리트에 유해한 균열이 발생하지 않도록 침하량이 큰 곳부터 타설한다.
  - ③ 충분한 다짐을 행하기 위해서 적당한 층 두께로 한다.
  - ④ 경사면에 타설할 경우는 일반적으로 낮은 쪽부터 타설한다.
- (2) 거더 높이가 큰 I형, T형 또는 박스형 단면의 경우 먼저 복부 상단까지 콘크리트를 타설한 후 약간의 시간을 두고 상부 플랜지의 콘크리트를 타설해야 한다.
- (3) 박스형 단면의 경우 하부 플랜지에 콘크리트가 골고루 치밀하게 투입되도록 타설해야 하고, 각 복부에 콘크리트 높이가 균등하게 되도록 타설해야 한다.

### 3.3.3 콘크리트 타설

- (1) 콘크리트의 타설 작업을 할 때에는 철근 및 강재의 배치나 거푸집이 변형되거나 손상되지 않도록 주의해야 한다.
- (2) 타설한 콘크리트는 거푸집 안에서 횡방향으로 이동시키지 않아야 하며 한 구획내의 콘크리트는 타설이 완료될 때까지 연속해서 타설해야 한다.
- (3) 타설 도중에 심한 재료분리가 생겼을 때에는 재료분리를 방지할 방법을 강구해야 한다.
- (4) 콘크리트는 그 표면이 한 구획내에서는 거의 수평이 되도록 타설하는 것을 원칙으로 한다. 콘크리트 타설의 1층 높이는 다짐 능력을 고려하여 결정해야 한다.
- (5) 콘크리트를 2층 이상으로 나누어 타설할 경우, 상층의 콘크리트는 원칙적으로 하층의 콘크리트가 굳기 시작하기 전에 타설해야 하며 상층과 하층이 일체가 되도록 시공해야 한다.
- (6) 거푸집의 높이가 높을 경우, 재료분리를 방지하기 위하여 상부의 철근 또는 거푸집에 콘크리트가 부착하여 경화하는 것을 방지하기 위해 거푸집에 투입구를 설치하거나, 연직슈트 또는 펌프배관의 배출구를 타설면 가까운 곳까지 내려서 콘크리트를 타설해야 한다. 이 경우 슈트, 펌프배관, 버킷, 호퍼 등의 배출구와 타설면까지의 높이는 1.5 m 이하로 해야 한다.
- (7) 콘크리트 타설 도중 표면에 떠올라 고인 블리딩수가 있을 경우에는 적당한 방법으로 이 물을 제거한 후가 아니면 그 위에 콘크리트를 타설하지 않아야 한다.
- (8) 벽 또는 기둥과 같이 높이가 높은 콘크리트를 연속해서 타설할 경우에는 타설 및 다질 때 재료분리가 될 수 있는 대로 적게 되도록 콘크리트의 반죽질기 및 타설 속도를 조정해야 한다.

### 3.3.4 다지기

- (1) 콘크리트의 다지기는 내부 진동기를 쓰는 것을 원칙으로 하고, 얇은 슬래브 등에서 내부 진동기의 사용이 곤란한 곳에서는 거푸집 진동기를 병용하는 것으로 한다.
- (2) 콘크리트는 타설 후에 바로 충분히 다지고 콘크리트가 철근 또는 강재의 주위 및 거푸집의 구석구석에 잘 채워지도록 해야 한다.
- (3) 층상으로 쳐진 콘크리트의 다지기에 있어서는 진동기를 하층의 콘크리트 속에 10 cm 정도 들어가도록 해야 한다. 또 진동기는 콘크리트에서 천천히 빼고, 뒤에 구멍이 남아 있지 않도록 해야 한다.

- (4) 내부 진동기는 연직으로 쥘러 넣으며, 그 간격은 진동이 유효하다고 인정되는 범위의 지름 이하로서 일정한 간격으로 한다. 삽입간격은 일반적으로 0.5 m 이하로 하는 것이 좋다.
- (5) 1개소 당 진동시간은 5~15초로 한다.
- (6) 단면이 변하는 경계부나 철근의 상부에서는 콘크리트 침하의 정도에 차이가 생겨 균열이 발생할 우려가 있으므로 이를 방지할 방법을 강구해야 하며, 침하균열이 발생한 경우에는 즉시 탬핑(tamping)을 하여 균열을 제거해야 한다.
- (7) 거푸집 진동기는 거푸집의 적절한 위치에 단단히 설치해야 한다.
- (8) 재진동을 할 경우에는 콘크리트에 나쁜 영향이 생기지 않도록 초결이 일어나기 전에 실시해야 한다.

### 3.4 양 생

#### 3.4.1 일반사항

콘크리트는 타설한 후 소요기간까지 경화에 필요한 온도, 습도조건을 유지하며 유해한 작용의 영향을 받지 않도록 충분히 양생을 실시해야 한다. 구체적인 방법이나 필요한 일수는 각각 해당하는 조항에 따라 구조물의 종류, 시공조건, 입지조건, 환경조건 등 각각의 상황에 따라 정한다.

#### 3.4.2 습윤양생

- (1) 콘크리트를 타설한 후 경화를 시작할 때까지 직사광선이나 바람에 의해 수분이 증발하지 않도록 방지해야 하며, 거푸집판이 건조할 염려가 있을 때에는 살수해야 한다.
- (2) 콘크리트의 표면을 해치지 않고 작업이 될 수 있을 정도로 경화하면 콘크리트의 노출면은 양생용 매트, 모포 등을 적셔서 덮거나 또는 살수를 하여 습윤상태로 보호해야 한다. 습윤상태로 보호하는 기간은 표 3.2.20을 표준으로 한다.

표 3.2.20 습윤양생 기간의 표준

일평균기온	보통포틀랜드시멘트	고로슬래그시멘트 플라이애쉬시멘트 B종	조강포틀랜드시멘트
15℃ 이상	5일	7일	3일
10℃ 이상	7일	9일	4일
5℃ 이상	9일	12일	5일

- (3) 막양생을 할 경우에는 충분한 양의 막양생제를 적절한 시기에 균일하게 살포해야 한다.

### 3.4.3 온도제어 양생

- (1) 콘크리트는 경화가 충분히 진행될 때까지 경화에 필요한 온도조건을 유지하여 저온, 고온, 급격한 온도변화 등에 의한 유해한 영향을 받지 않도록 양생해야 한다.
- (2) 온도제어 양생을 실시할 경우에는 온도제어 방법 및 양생일수를 콘크리트의 종류, 형상 및 치수 등을 고려하여 적절히 정해야 하고 콘크리트에 국부적으로 온도차가 생기지 않도록 해야 한다.

### 3.4.4 유해한 작용에 대한 보호

콘크리트의 양생기간에는 유해한 영향을 주는 진동, 충격, 하중 등을 받지 않도록 보호해야 한다.

### 3.4.5 촉진양생

- (1) 증기양생을 실시할 경우에는 콘크리트를 타설한 후 3시간 이상 경과한 후에 가열을 시작해야 하고 양생실의 온도상승은 원칙적으로 1시간당의 온도차를 15℃ 이하로 한다. 또 양생실의 온도는 65℃를 넘지 않아야 한다.
- (2) 기타 촉진양생을 실시할 경우에는 콘크리트에 나쁜 영향을 미치지 않도록 양생을 개시하는 시기, 온도의 상승속도, 양생온도 및 양생시간 등을 정해야 한다.

## 3.5 이음

### 3.5.1 일반사항

- (1) 설계에 정해져 있는 이음의 위치와 구조는 지켜야 한다.
- (2) 설계에 정해져 있지 않은 이음을 설치할 경우에는 구조물의 강도, 내구성 및 외관을 해치지 않도록 위치, 방향 및 시공방법을 시공계획서 및 시공상세도에 정해 놓아야 한다.

### 3.5.2 시공이음

- (1) 시공이음은 될 수 있는 대로 전단력이 작은 위치에 설치하고, 부재의 축력이 작용하는 방향과 직각되게 설치해야 한다.
- (2) 부득이 전단이 큰 위치에 시공이음을 설치할 경우에는 시공이음에 장부(요철) 또는 홈을 만들든가 적절한 강재를 배치하여 보강해야 한다.
- (3) 시공이음을 계획할 때 온도, 건조수축 등에 의한 균열의 발생에 대해서도 고려해야 한다.

### 3.5.3 수평 시공이음

- (1) 수평 시공이음이 거푸집에 접하는 선은 될 수 있는 대로 수평한 직선이 되도록 주의해야 한다.
- (2) 콘크리트를 이어타설 할 경우에는 구 콘크리트 표면의 레이턴스, 품질이 나쁜 콘크리트, 딱 달라붙지 않은 골재알 등을 완전히 제거하고 충분히 흡수시켜야 한다.
- (3) 신 콘크리트를 타설하기 전에 거푸집을 바로잡고 신 콘크리트를 타설할 때 구 콘크리트와 밀착되게 다짐을 잘 해야 한다.
- (4) 시공이음부가 될 콘크리트면은 느슨해진 골재알 등이 없도록 마무리하고, 경화가 시작되면 되도록 빨리 와이어브러시나 모래분사 등으로 면을 거칠게 하며 충분히 습윤상태로 양생해야 한다.
- (5) 역방향 타설 콘크리트의 시공시에는 콘크리트의 침하를 고려하여 시공이음이 일체가 되도록 콘크리트의 재료, 배합 및 시공방법을 선정해야 한다.

### 3.5.4 연직 시공이음

- (1) 연직 시공이음면에는 거푸집을 설치해야 한다.
- (2) 연직 시공이음의 시공에 있어서는 시공이음면의 거푸집을 견고하게 지지하고 이음부분의 콘크리트는 진동기를 써서 충분히 다져야 한다.
- (3) 구 콘크리트의 시공이음면은 와이어브러시로 그 표면을 제거하든가 또는 쪼아내기(chipping) 등에 의하여 거칠게 하고, 충분히 흡수시킨 후에 시멘트풀, 모르터 또는 습윤면용 에폭시수지 등을 바른 후 신 콘크리트를 타설하여 이어나가야 한다.
- (4) 신 콘크리트를 타설할 때는 신·구 콘크리트가 충분히 밀착되도록 잘 다져야 한다. 신 콘크리트를 타설한 후 적당한 시기에 재진동 다지기를 하는 것이 좋다.

### 3.5.5 바닥틀과 일체로 된 기둥, 벽의 시공이음

바닥틀과 일체로 된 기둥 또는 벽의 시공이음은 바닥틀과의 경계부근에 설치해야 한다. 헨치는 바닥틀과 연속해서 콘크리트를 타설해야 하며 내민부분을 가진 구조물의 경우에도 마찬가지로 시공해야 한다. 헨치부 콘크리트는 다짐이 불량하기 쉬우므로 다짐에 각별히 주의하여 조밀한 콘크리트가 얻어지도록 해야 한다.

### 3.5.6 바닥틀의 시공이음

바닥틀의 시공이음은 슬래브 또는 보의 지간중앙 근처에 두어야 한다. 다만, 보가 그 지간 중앙부에서 작은 보와 교차할 경우에는 작은 보 폭의 약 2배 거리만큼 떨어진 곳에 보의 시공이음을 설치하고, 시공이음을 통하는 45°의 경사진 인장철근을 배치하여 전단력에 대하여 보강해야 한다.

## 제 3 장 콘크리트교

### 3.5.7 아치의 시공이음

아치의 시공이음은 아치축에 직각이 되도록 설치해야 하며 아치의 폭이 넓을 때는 지간방향의 연직 시공이음을 설치해야 한다.

### 3.5.8 신축이음

신축이음에는 구조물이 서로 접하는 양쪽부분을 절연시켜야 하며 필요에 따라 이음재, 지수판 등을 배치해야 한다.

### 3.5.9 균열유발 줄눈

균열 제어를 목적으로 균열유발 줄눈을 설치할 경우에는 구조물의 강도 및 기능을 해치지 않도록 그 구조 및 위치를 정해야 한다.

## 3.6 표면 마무리

### 3.6.1 일반사항

노출면에서 균일한 외관을 얻고자 할 경우에는 재료, 배합, 콘크리트의 타설방법 등이 바뀌지 않도록 하여 미리 정해진 구획의 콘크리트를 연속해서 타설해야 한다.

### 3.6.2 거푸집판에 접하지 않은 면의 마무리

- (1) 다지기를 끝내고 거의 소정의 높이와 형상으로 된 콘크리트의 상면은 스며 올라온 물이 없어진 후나 또는 물을 처리한 후에 마무리해야 한다. 마무리에는 나무흙손이나 적절한 마무리 기계를 사용해야 하며 마무리 작업은 과도하게 되지 않도록 주의해야 한다.
- (2) 마무리 작업 후 콘크리트가 굳기 시작할 때까지의 사이에 일어나는 균열은 탬핑 또는 재마무리에 의해서 제거해야 한다.
- (3) 매끄럽고 치밀한 표면이 필요할 때는 작업이 가능한 범위에서 될 수 있는 대로 늦은 시기에 쇠흙손으로 강하게 힘을 주어 콘크리트 윗면을 마무리해야 한다.

### 3.6.3 거푸집판에 접하는 면의 마무리

- (1) 노출면이 되는 콘크리트는 평활한 모르타르 표면이 얻어지도록 해야 한다.
- (2) 콘크리트 표면에 혹이나 줄이 생긴 경우에는 이들을 매끈하게 따내야 하고, 곰보와 흠이 생긴 경우에는 그 언저리의 불완전한 부분을 쪼아내고 물로 적신 후 적당한 배합의 콘크리트 또는 모르타르로 땀질을 하여 매끈하게 마무리해야 한다.
- (3) 거푸집을 떼어낸 후 온도응력, 건조수축 등에 의하여 표면에 발생한 균열은 필요에 따라 적절히 보수해야 한다.

### 3.6.4 마모를 받는 면의 마무리

슬래브 등과 같이 마모를 받는 면의 경우에는 콘크리트의 마모에 대한 저항성을 높이기 위해 강경하고 마모저항이 큰 양질의 골재를 사용하는 동시에 물-시멘트 비를 작게 해야 하며, 밀실하고 균등질의 콘크리트로 되게 하기 위해 꼼꼼하게 다져서 매끈하게 마무리한 후 충분히 양생해야 한다.

### 3.6.5 특수마무리

특수한 마무리는 구조물 본체의 표면을 특수한 방법으로 마무리하는 것이며 이로 인하여 단면의 결손, 조직의 이완 등 구조물 본체에 나쁜 영향을 미치지 않도록 해야 한다.

## 3.7 매스콘크리트

### 3.7.1 온도균열의 제어

- (1) 매스콘크리트에서는 구조물에 필요한 기능 및 품질을 손상시키지 않도록 시멘트의 수화열에 의한 온도균열을 제어하기 위해 적절한 콘크리트의 품질 및 시공방법의 선정, 균열제어 철근의 배치 등에 대한 조치를 강구해야 한다.
- (2) 매스콘크리트의 재료 및 배합을 결정할 때에는 설계기준강도와 소정의 워커빌리티를 만족하는 범위 내에서 콘크리트의 온도상승이 최소가 되도록 해야 한다.
- (3) 온도균열을 제어하기 위하여 균열유발 줄눈을 둘 경우에는 구조물의 기능을 해치지 않도록 그 구조 및 위치를 정해야 하며 균열유발 줄눈에 발생한 균열이 내구성 등에 유해하다고 판단될 때에는 보수를 해야 한다.
- (4) 매스콘크리트의 타설구획의 크기, 이음의 위치 및 구조는 온도균열의 제어 및 1회 콘크리트 타설능력 등 시공 상의 여러 조건을 고려하여 정해야 한다.
- (5) 매스콘크리트의 타설 시간간격은 균열제어의 관점으로부터 구조물의 형상과 구속 조건에 따라서 적절히 정해야 한다. 매스콘크리트를 몇 개의 평면블럭 혹은 수평 리프트로 나누어 타설할 경우, 새로 타설하는 콘크리트는 먼저 타설한 콘크리트의 구속을 받아서 온도변화에 의한 응력이 발생한다. 이 응력은 신규 콘크리트의 유효 탄성계수 및 온도차이가 크면 클수록 커지므로 신규 콘크리트의 타설 시간간격을 지나치게 길게 하는 일은 피해야 한다.
- (6) 매스콘크리트의 거푸집은 온도균열 제어의 관점으로부터 그 재료 및 구조의 선정, 존치기간의 결정 등을 해야 한다.

제 3 장 콘크리트교

- (7) 매스콘크리트의 타설온도는 온도균열 제어의 관점에서 될 수 있는 대로 낮게 해야 한다. 콘크리트의 타설온도를 낮추는 것은 부재 내외부의 온도차와 최고온도를 줄여 주므로써 온도균열을 제어하는 데 매우 효과가 있다. 또한, 콘크리트 타설온도를 낮추는 방법으로는 물, 골재 등의 재료를 미리 냉각시키는 프리쿨링 방법이 있으며, 프리쿨링 방법에는 냉수나 얼음을 따로따로 혹은 조합해서 사용하는 방법, 냉각한 골재를 사용하는 방법, 액체질소를 사용하는 방법 등이 있으므로 이를 고려한다.
- (8) 매스콘크리트의 양생은 콘크리트의 온도변화를 제어하기 위하여 적절한 방법에 따라 실시해야 한다. 콘크리트 온도를 가능한 천천히 외기 온도에 가까워지도록 하기 위해 필요에 따라 콘크리트 표면의 보온 및 보호조치 등을 강구해야 한다.
- (9) 매스콘크리트를 타설한 후의 온도제어 대책으로서 파이프쿨링은 유효한 방법이다. 파이프쿨링을 할 때에는 소정의 효과를 거둘 수 있도록 파이프의 지름, 간격, 쿨링수의 온도와 양 및 기간 등을 조절해야 한다.

3.7.2 온도균열 발생의 검토

- (1) 매스콘크리트의 온도균열 발생에 대한 검토는 온도 균열지수에 의한 평가방법에 따라 실시해야 한다.
- (2) 온도균열지수는 다음 식과 같이 임의의 재령에서의 콘크리트 인장강도와 수화열에 의한 온도응력의 비로서 구한다.

$$\text{온도균열 지수 } I_{cr}(t) = \frac{f_{sp}(t)}{f_t(t)}$$

여기서,  $f_t(t)$ 는 재령  $t$ 일에서의 수화열에 의하여 생긴 부재 내부의 온도응력 최대값이고,  $f_{sp}(t)$ 는 재령  $t$ 일에서의 콘크리트의 인장강도로서, 재령 및 양생온도를 고려하여 구해야 한다.

- (3) 온도균열 지수는 구조물의 중요도, 기능 및 환경조건 등에 대응할 수 있도록 선정해야 하며, 철근이 배치된 일반적인 구조물에서의 표준적인 온도균열 지수의 값은 다음과 같다.
  - ① 균열발생을 방지해야 할 경우 : 1.5 이상
  - ② 균열 발생을 제한할 경우 : 1.2 이상 1.5 미만
  - ③ 유해한 균열발생을 제한할 경우 : 0.7 이상 1.2 미만

### 3.7.3 시공관리

매스콘크리트의 시공관리에서는 일반콘크리트에서의 품질관리 외에 온도균열의 제어를 목적으로 콘크리트의 온도관리를 실시해야 한다.

### 3.7.4 검사 및 보수

- (1) 매스콘크리트 구조물을 완성한 후 구조물의 균열검사를 하여 해로운 균열이 발생한 경우 이에 대한 조치를 해야 한다.
- (2) 매스콘크리트 구조물에 발생한 균열의 상태 및 보수의 필요여부에 대한 판정을 하고 이 판정에 근거하여 적절한 보수방법을 선정해야 하며, 보수는 구조물이 소요의 품질 및 기능을 만족시키도록 적절한 재료 및 공법에 의해 실시해야 한다.

## 3.8 한중콘크리트

### 3.8.1 일반사항

일(日)평균 기온이 4℃이하로 되는 것이 예상될 때는 콘크리트가 동결할 염려가 있으므로 한중콘크리트로서 시공해야 한다.

### 3.8.2 재료 및 배합

- (1) 동결되어 있든가 또는 빙설이 혼입되어 있는 골재는 그대로 사용하지 않아야 한다.
- (2) 고성능 감수제, 고성능 AE감수제, 방동(防凍)·내한(耐寒)제 등의 특수한 혼화제를 사용할 경우에는 품질이 확인된 것을 사용해야 한다.
- (3) 재료를 가열할 경우에는 물 또는 골재를 가열해야 하며, 시멘트는 어떠한 경우라도 직접 가열하지 않아야 한다. 골재는 온도가 균등하게 되고 과도하게 건조되지 않는 방법으로 가열해야 하며, 물과 골재를 가열하는 장치, 방법 및 온도 등에 대해서는 감독자의 승인을 얻어야 한다. 재료를 가열했을 때 비빈 직후 콘크리트의 대체적인 온도  $T(°C)$ 는 다음 식으로 계산할 수 있다.

$$T = \frac{C_s(T_a W_a + T_c W_c) + T_m W_m}{C_s(W_a + W_c) + W_m}$$

여기서,  $T$  : 콘크리트 온도(℃)

$W_a$  및  $T_a$  : 골재의 질량(kg) 및 온도(℃)

$W_c$  및  $T_c$  : 시멘트의 질량(kg) 및 온도(℃)

$W_m$  및  $T_m$  : 비빈 때 사용되는 물의 질량(kg) 및 온도(℃)

$C_s$  : 시멘트 및 골재의 물에 대한 비열의 비로서 0.2로 가정해도 좋다.

### 제 3 장 콘크리트교

- (4) 한중콘크리트에는 AE콘크리트를 사용해야 하며 단위수량은 초기동해를 작게 하기 위하여 소요의 워커빌리티를 유지할 수 있는 범위 내에서 가능한 한 적게 해야 한다.
- (5) 한중콘크리트의 배합은 초기동해 방지에 필요한 압축강도가 초기양생기간 내에 얻어지도록 하고 또한, 콘크리트의 설계기준강도가 소정의 재령에서 얻어지도록 정해야 한다.

#### 3.8.3 운반 및 타설

- (1) 콘크리트를 비빈 직후의 온도는 기상조건, 운반시간 등을 고려하여 타설할 때에 소요의 콘크리트 온도가 얻어지도록 해야 하며 각 배치마다 변동이 작아지도록 관리해야 한다.
- (2) 콘크리트의 운반 및 타설은 열량손실이 가능한 한 적게 되도록 해야 한다.
- (3) 콘크리트 타설 온도는 구조물의 단면치수, 기상조건 등을 고려하여 5~20℃의 범위에서 정해야 한다.
- (4) 콘크리트를 타설할 때에는 철근이나 거푸집 등에 빙설이 부착해 있지 않아야 하며 동결된 지반에 타설하지 않아야 한다.
- (5) 시공이음부에서 구(舊)콘크리트가 동결되어 있는 경우에는 적당한 방법으로 이것을 녹이고 이 절의 3.5항의 방법으로 콘크리트를 이어 타설해야 한다.
- (6) 타설이 끝난 콘크리트는 노출면이 외기에 장시간 방치되는 일이 없도록 해야 한다.

#### 3.8.4 양생

- (1) 양생방법 및 양생기간은 이 절의 3.4항에 따르는 외에 외기온도, 배합, 구조물의 종류 및 크기 등을 고려하여 정해야 한다.
- (2) 콘크리트는 타설한 후 동결하지 않게 충분히 보호하고 특히 바람을 막아야 한다. 보호방법은 감독자의 승인을 얻은 것이어야 한다.
- (3) 심한 기상작용을 받는 콘크리트는 표 3.2.21의 압축강도가 얻어질 때까지 콘크리트의 온도를 5℃ 이상으로 유지해야 하며, 특히 2일간은 구조물의 어느 부분이라도 0℃ 이상이 되도록 유지해야 한다.
- (4) 표 3.2.21의 강도를 얻기에 필요한 양생일수는 시험에 의해 정하는 것이 원칙이나 5℃ 및 10℃에서 양생할 경우의 일반적인 표준은 표 3.2.22와 같다.
- (5) 콘크리트에 열을 공급하는 경우에는 콘크리트가 건조하거나 국부적으로 가열되지 않게 주의해야 한다. 보온양생 또는 열공급 양생을 끝낸 후 콘크리트를 급격히 한기에 노출시키지 않아야 한다.

표 3.2.21 심한 기상작용을 받는 콘크리트의 양생종료 시의 소요 압축강도의 표준(MPa)

단 면 구조물의 노출	얇은 경우	보통의 경우	두꺼운 경우
① 계속해서 또는 자주 물로 포화되는 부분	15	12	10
② 보통의 노출상태에 있고 ①에 속하지 않는 부분	5	5	5

표 3.2.22 소요의 압축강도를 얻는 양생일수의 표준(보통의 단면)

구조물의 노출상태	시멘트의 종류		보통포틀랜드 시멘트	조강포틀랜드 + 보통포틀랜드 + 촉진제	혼합시멘트 B종
	5℃	10℃			
① 계속해서 또는 자주 물로 포화되는 부분	5℃		9일	5일	12일
	10℃		7일	4일	9일
② 보통의 노출상태에 있고 ①에 속하지 않는 부분	5℃		4일	3일	5일
	10℃		3일	2일	4일

### 3.8.5 거푸집 및 동바리

- (1) 거푸집은 보온성이 좋은 것을 사용해야 하며 거푸집 떼어내기는 콘크리트의 온도를 갑자기 저하시키지 않도록 해야 한다.
- (2) 동바리의 기초는 지반의 동상(凍上)이나 동결된 지반의 융해에 의하여 변위를 일으키지 않도록 해야 한다.

### 3.8.6 관리

- (1) 소정의 품질을 갖는 콘크리트를 만들기 위해서는 일반적으로 실시하는 관리시험 외에, 콘크리트의 타설온도와 양생중의 콘크리트 온도 또는 보온된 공간의 온도를 측정해야 한다.
- (2) 양생을 끝낼 시기 거푸집 및 동바리의 떼어낼 시기 등에 대해서는 현장의 콘크리트와 가급적 동일한 상태에서 양생한 공시체의 강도시험에 의하거나 콘크리트의 온도기록으로부터 추정된 강도에 의해 정한다.

### 3.9 서중콘크리트

#### 3.9.1 일반사항

일(日)평균 기온이 25℃ 또는 일(日)최고 기온이 30℃를 넘는 시기에 시공할 때는 그 재료, 타설, 양생 등에 대하여 콘크리트의 품질이 저하되지 않도록 서중콘크리트로서 시공할 수 있도록 준비해 두어야 한다.

#### 3.9.2 재료 및 배합

- (1) 콘크리트의 재료는 온도가 될 수 있는 대로 낮아지도록 배려하여 사용해야 한다.
- (2) 감수제, AE감수제 및 고성능 AE감수제는 KS F 2560의 「콘크리트용 화학혼화제」에 적합한 지연형을 사용해야 한다.
- (3) 유동화제는 한국콘크리트학회 기준 KCI-AD 101 「콘크리트용 유동화제의 품질 기준」에서 정한 지연형을 사용해야 한다.
- (4) 콘크리트의 배합은 소요의 강도 및 워커빌리티를 얻을 수 있는 범위 내에서 단위수량 및 단위시멘트량이 될 수 있는 대로 적게 되도록 시험 비비기에 의해 정해야 한다.

#### 3.9.3 운반 및 타설

- (1) 비빈 직후의 콘크리트 온도는 기상조건, 운반시간 등의 영향을 고려하여 타설할 때 소요의 콘크리트 온도가 얻어지도록 해야 한다.
- (2) 콘크리트를 운반할 때에는 운반 도중 콘크리트가 건조되거나 가열되거나 하는 일이 발생하지 않도록 적절한 조치를 강구해야 한다.
- (3) 콘크리트를 타설하기 전에는 지반, 거푸집 등 콘크리트로부터 물을 흡수할 우려가 있는 부분을 습윤상태로 유지해야 한다. 또 거푸집, 철근 등이 직사광선을 받아서 고온이 될 우려가 있는 경우에는 살수, 덮개 등의 적절한 조치를 해야 한다.
- (4) 콘크리트의 타설은 될 수 있는 대로 빨리 실시해야 하며, 비벼서 타설이 완료될 때까지의 시간은 1.5시간을 초과하지 않아야 한다.
- (5) 타설할 때의 콘크리트 온도는 35℃ 이하라야 한다.
- (6) 콘크리트 타설은 콜드조인트가 생기지 않도록 적절한 계획에 따라 실시해야 한다.

#### 3.9.4 양생

콘크리트 타설이 끝났을 때에는 즉시 양생을 시작하여 콘크리트 표면이 건조하지 않도록 보호해야 한다. 특히 기온이 높고 습도가 낮은 경우에는 타설 직후의 급격한 건조에 의해 균열이 발생하는 수가 있으므로 직사광선, 바람 등을 방지하기 위하여 필요한 조치를 취해야 한다.

### 3.10 유동화콘크리트

#### 3.10.1 일반사항

유동화콘크리트의 시공 시에는 유동화 후 소요의 품질이 얻어지도록 사전에 베이스콘크리트(base concrete)의 재료, 배합, 유동화 방법, 품질관리 방법 등에 대하여 충분히 검토해야 한다.

#### 3.10.2 재료 및 배합

- (1) 유동화제는 한국콘크리트학회 기준 KCI-AD 101 「콘크리트용 유동화제의 품질 기준」의 유동화제 품질에 적합한 것이어야 한다.
- (2) AE제, 감수제, AE감수제 및 고성능 AE감수제는 KS F 2560에 적합하고 또한 유동화제와 병용할 경우에 유동화콘크리트에 나쁜 영향을 미치지 않아야 한다.
- (3) 베이스콘크리트의 배합은 소요의 강도, 내구성, 수밀성 및 작업에 적당한 워커빌리티를 가지며, 품질의 변동이 적어지도록 콘크리트의 배합 및 유동화제의 첨가량을 정해야 한다.
- (4) 유동화콘크리트의 슬럼프는 작업에 적절한 범위로서 210 mm 이하로 결정해야 하며, 슬럼프의 증가량은 50~80 mm를 표준으로 한다.
- (5) 베이스콘크리트의 슬럼프는 콘크리트의 유동화에 지장이 없는 범위로 정해야 하며, 구조물별 유동화콘크리트의 일반적인 슬럼프의 표준범위는 표 3.2.23과 같다.

표 3.2.23 유동화콘크리트의 슬럼프의 표준범위(콘크리트 타설 위치에서의 슬럼프)

구조물의 종류		슬럼프(mm)	
큰 교각, 큰 기초 등 매시브한 콘크리트		80~120	
교각, 두꺼운 벽체, 기초, 큰 아치 등 비교적 매시브한 콘크리트		100~150	
두꺼운 판		80~120	
일반적인 철근콘크리트		120~180	
프리스트레스트콘크리트 보		80~150	
수밀콘크리트		100~150	
경량골재 콘크리트	철근콘크리트	슬래브	150~180
		보	120~180
		벽체 및 기둥	120~180
	프리스트레스트콘크리트 보		100~150

### 3.10.3 콘크리트의 유동화

(1) 다음 중 한 가지 방법에 따라서 콘크리트를 유동화시킨다.

- ① 콘크리트 플랜트에서 운반한 콘크리트에 공사현장에서 유동화제를 첨가하여 균일하게 될 때까지 휘저어 유동화시킨다.
- ② 콘크리트 플랜트에서 트럭 애지테이터 내의 콘크리트에 유동화제를 첨가하여 즉시 고속으로 휘저어 유동화시킨다.
- ③ 콘크리트 플랜트에서 트럭 애지테이터 내의 콘크리트에 유동화제를 첨가하여 저속으로 휘저으면서 운반하고 공사현장 도착 후에 고속으로 휘저어 유동화시킨다.

(2) 유동화콘크리트의 재 유동화는 원칙적으로 금지한다. 부득이한 경우 감독자의 승인을 받아 1회에 한하여 재 유동화할 수 있다. 그러나 처음 비비기로부터 타설이 끝날 때까지의 시간은 원칙적으로 일반콘크리트의 규정에 따른다.

(3) 유동화제는 원액으로 사용하고 미리 정한 소정량을 한꺼번에 첨가하며, 계량은 질량 또는 용적으로 계량하고 그 계량 오차는 1회에 3% 이내로 한다.

### 3.10.4 품질관리 및 검사

베이스콘크리트 및 유동화콘크리트의 슬럼프 및 공기량 시험은 50 m<sup>3</sup>마다 1회씩 실시해야 하며 그 외의 조항에 대해서는 3-5절에 따른다.

## 3-3 철근공

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

이 절은 철근의 공급, 가공, 조립, 이음에 관한 일반적인 시공표준을 규정한 것이다.

#### 1.2 품질요건

철근은 설계에 정해진 원칙에 의해 그려진 철근가공 조립도에 따라 정확한 치수 및 형상을 가지도록 재질을 해치지 않는 적절한 방법으로 가공하고, 이것을 소정의 위치에 정확하고 견고하게 조립해야 한다.

#### 1.3 관련시방서

- 1.3.1 도로교 설계기준
- 1.3.2 콘크리트 표준시방서
- 1.3.3 콘크리트 구조설계기준
- 1.3.4 토목공사 표준일반시방서
- 1.3.5 도로공사 표준시방서

#### 1.4 제출자료

##### 1.4.1 시공상세도면

- (1) 모든 철근에 대한 무게를 기재한 철근목록, 가공상세도, 수량표 및 설치작업 계획서와 상세자료 등을 제출해야 한다.
- (2) 철근에 대한 설명, 상세, 치수, 배근, 조립 및 위치를 명시하고, 겹침이음과 맞대기, 지지물과 부대품, 그리고 가공 및 설치에 필요한 사항을 명시해야 한다.

##### 1.4.2 기타 제출자료

- (1) 시공자는 철근이음 방법에 대한 계획서 및 설명서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 압접 또는 용접이음 시는 접합부의 품질검사를 실시하여 그 성적서를 제출해야 한다.
- (3) 현장에 반입된 매회 운반분의 철근에 대해서 철근의 등급과 물성을 증명하는 품질확인서를 제출해야 한다.
- (4) 용접공과 압접공에 대해서는 자격증명서를 제출해야 한다.

## 2. 재 료

### 2.1 철근

#### 2.1.1 일반사항

- (1) 철근은 깨끗해야 하며 들뜬 녹 등의 유해한 부식, 더러움, 흙, 변형 등이 없는 것 이어야 한다.
- (2) 철근은 KS D 3504에 적합한 것이어야 하며, 그렇지 않은 경우에는 시험을 하여 설계강도 및 사용여부를 결정해야 한다.

#### 2.1.2 에폭시 도막 철근

에폭시로 도막할 철근은 KS D 3504에 적합해야 하고, 에폭시도막철근의 사용에 있어서는 한국콘크리트학회 기준 「에폭시도막 철근콘크리트의 설계 및 시공지침」에 적합해야 한다.

### 2.2 철근의 저장

철근은 땅에 닿지 않도록 하고 적당한 간격으로 지지하여 창고 내에 저장해야 한다. 단, 옥외에 적치할 경우에는 방수기능이 있는 씩우개로 덮어서 저장해야 한다.

## 3. 시 공

### 3.1 철근가공

- 3.1.1 철근은 설계도에 따라 작성된 철근가공 조립도에 표시된 형상과 치수에 일치하도록 재질을 해치지 않는 방법으로 가공해야 한다.
- 3.1.2 철근가공 조립도에 철근의 구부리는 반지름이 명시되어 있지 않은 경우에는 「도로교 설계기준」의 관련규정에 의하여 철근을 가공해야 한다.
- 3.1.3 철근은 재질을 손상하지 않도록 상온에서 가공해야 하며, 한번 구부린 철근은 다시 가공해서 사용하지 않아야 한다.

### 3.2 철근조립

#### 3.2.1 사전 준비사항

철근조립 전의 철근을 조립함에 있어서는 미리 들뜬, 녹 등 콘크리트와의 부착을 해칠 염려가 있는 것은 제거해야 한다.

#### 3.2.2 시공허용오차

철근은 표 3.14.1에 규정하는 시공허용오차를 만족하도록 배치해야 한다.

### 3.2.3 철근조립 시 유의사항

철근은 콘크리트를 타설하는 동안 움직이지 않도록 필요에 따라 조립용 강재, 폴립 철선 또는 클립(clip) 등을 써서 견고하게 조립해야 한다.

### 3.2.4 간격재

철근의 피복두께를 정확하게 확보하기 위해 적절한 간격으로 간격재를 배치해야 한다. 거푸집에 접하는 간격재는 콘크리트제 혹은 모르타르제를 사용해야 한다.

### 3.2.5 철근조립 후 유의사항

- (1) 철근은 조립이 끝난 후 철근가공 조립도에 의하여 조립되어 있는지를 반드시 검사해야 한다.
- (2) 철근을 조립한 다음 장기간 경과한 경우에는 콘크리트를 타설하기 전에 다시 조립 검사를 하고 청소해야 한다.

## 3.3 철근이음

### 3.3.1 일반사항

- (1) 철근가공 조립도에 표시되어 있지 않은 철근 이음을 둘 경우에는 이음의 위치 및 방법은 「도로교 설계기준」의 관련규정에 따라야 한다.
- (2) 철근의 이음에 용접이음, 기계적이음, 슬리브이음 등을 쓸 경우에는 그 성능을 사전에 시험 등에 의한 방법으로 확인한 다음 철근의 종류, 지름 및 시공장소 등을 고려하여 적절한 시공방법을 선정해야 한다.
- (3) 장래의 이음을 위해 구조물에서 노출시켜 놓은 철근은, 손상이나 부식 등을 받지 않도록 보호해야 한다.

### 3.3.2 겹침이음

철근의 겹침이음은 소정의 길이를 겹쳐서 지름 0.9 mm 이상의 폴립 철선으로 긴결해야 한다.

### 3.3.3 가스압접 이음

가스압접 이음은 압접공(壓接工)의 자격을 가진 기술자가 해야 하며, 압접 후에는 외관조사 및 절취 혹은 비파괴검사를 하여 품질을 확인해야 한다.

### 3.3.4 용접이음과 기계적 연결에 대한 안전을

- (1) 용접이음은 철근의 기계적 설계기준항복강도  $f_y$ 의 125% 이상을 발휘할 수 있는 완전용접이어야 한다.
- (2) 기계적 연결은 철근의 기계적 설계기준항복강도  $f_y$ 의 125% 이상을 발휘할 수 있는 완전 기계적 연결이어야 한다.

## 3-4 거푸집 및 동바리

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

이 절은 계획된 형태로 교량구조물을 완성하기 위해 콘크리트 시공에 필요한 거푸집 및 동바리에 관해 일반적인 시공표준을 규정한 것이다.

#### 1.2 관련시방서

1.2.1 도로교 설계기준

1.2.2 콘크리트 표준시방서

1.2.3 콘크리트 구조설계기준

1.2.4 토목공사 표준일반시방서

1.2.5 도로공사 표준시방서

#### 1.3 제출자료

##### 1.3.1 공통사항

- (1) 시공자는 콘크리트 시공 전에 거푸집 및 동바리 제작도면과 구조 계산서를 제출하여 감독자의 승인을 받아야 한다.
- (2) 거푸집 및 동바리 설치도면에는 콘크리트 타설순서, 시공이음 위치를 나타낸 상부 구조물 설치도를 포함해야 한다.
- (3) 거푸집 및 동바리의 철거시기, 순서, 안전대책 등이 제시되어야 한다.

##### 1.3.2 동바리

동바리 제작 및 설치도면은 동바리 사용자재, 치수, 동바리 공법 및 설치방안, 지반지지방안 및 침하대책, 지상통로계획, 임시난간, 솟음 보정방법, 적재하중 및 부가하중 등이 포함되어야 한다.

##### 1.3.3 거푸집

거푸집 제작도면에는 도판, 개구부, 덕트 등 부착품의 치수와 위치, 누수방지 재료 및 거푸집 박리제 사용계획을 표시해야 한다.

## 1.4 작용하중

### 1.4.1 거푸집

거푸집의 설계에 있어서는 연직방향 하중으로 거푸집, 콘크리트, 철근, 작업원, 시공기계기구, 가설비 등의 중량 및 충격 등을 또 수평방향 하중으로는 아직 굳지 않은 콘크리트의 측압(側壓)을 고려해야 한다.

### 1.4.2 동바리

동바리의 설계에 있어서는 연직방향 하중으로 거푸집, 동바리, 콘크리트, 철근, 작업원, 시공기계기구, 가설비 등의 중량 및 충격, 프리스트레스의 영향 등을 고려하고, 수평방향 하중으로는 작업할 때의 충격, 진동, 시공오차, 경사의 영향, 프리스트레스의 영향 이외에 필요에 따라서 풍압, 유수압 등을 고려해야 한다.

## 1.5 설계고려 사항

### 1.5.1 일반사항

- (1) 거푸집 및 동바리는 시공 중에 작용하는 하중으로 일어나는 가장 불리한 조합에 대해 충분한 강도와 안전성을 갖는 것이어야 한다.
- (2) 거푸집 및 동바리는 조립과 해체가 용이한 구조로 해야 한다.

### 1.5.2 개구부 설치

필요한 경우에는 거푸집의 청소, 검사 및 콘크리트 타설에 편리하도록 적당한 위치에 일시적인 개구부를 만들어야 한다.

### 1.5.3 동바리 형식

동바리는 적당한 형식으로 선택하여 받는 하중을 완전하게 기초에 전달해야 하며, 그 기초는 과도한 침하나 부등침하가 일어나지 않도록 해야 한다.

### 1.5.4 콘크리트 자중

동바리 설계에 있어서는 시공 시 및 완성 후의 콘크리트 자중에 따른 침하, 변형을 고려해야 한다.

## 2. 재 료

거푸집 및 동바리에 사용하는 재료는 강도, 강성, 내구성, 작업성, 타설해야 할 콘크리트에 대한 영향 및 경제성 등을 고려해서 선정해야 하며, KS에 규정된 규격재 또는 이와 동등 이상의 것을 사용해야 한다.

### 3. 시 공

#### 3.1 거푸집 및 동바리 설치

##### 3.1.1 거푸집

- (1) 거푸집은 형상 및 위치를 정확하게 유지하도록 적당한 조임재 등을 사용하여 고정시켜야 한다.
- (2) 거푸집은 모르타가 새지 않는 구조로 해야 하며, 거푸집의 이음을 부재축에 직각 또는 나란하게 되도록 해야 한다.
- (3) 거푸집판 내면에는 박리제를 도포해야 한다.
- (4) 부재의 모서리는 모따기를 해야 한다.
- (5) 거푸집의 조임재는 거푸집을 제거한 다음 콘크리트 표면에 남아 있지 않아야 한다.

##### 3.1.2 동바리

- (1) 동바리는 충분한 강도와 안정성을 갖도록 시공해야 한다.
- (2) 동바리 부재의 이음부나 접속부등은 간극이나 느슨한 곳이 생기지 않도록 해야 하며, 특히 이음에서는 축선을 일치시켜야 한다.
- (3) 동바리의 기초가 세굴될 가능성이 있는 경우에는 특히 물의 처리에 유의해야 한다.
- (4) 동바리는 필요에 따라서 적당한 솟음을 두어야 한다.

#### 3.2 거푸집 및 동바리 검사

거푸집 및 동바리는 콘크리트를 타설하기 전에 감독자의 검사를 받아야 하고, 콘크리트를 타설하는 동안 그 상태를 검사해야 한다.

#### 3.3 거푸집 및 동바리 떼어내기

##### 3.3.1 거푸집 및 동바리 떼어내기

- (1) 거푸집 및 동바리는 콘크리트가 자중 및 시공 중에 가해지는 하중에 충분히 견딜 만한 강도를 가질 때까지 떼어내지 않아야 한다.
- (2) 거푸집 및 동바리를 떼어내는 시기 및 순서는 시멘트의 성질, 콘크리트의 배합, 구조물의 종류와 중요도, 부재의 종류 및 크기, 부재가 받는 하중, 기온, 통풍 등을 고려하여 정하되 감독자의 승인을 얻어야 한다.

##### 3.3.2 거푸집 및 동바리를 떼어낸 직후의 재하

거푸집 및 동바리를 떼어낸 직후의 구조물에 재하할 경우에는 콘크리트의 강도, 구조물의 종류, 작용하중의 종류와 크기 등을 고려하여 유해한 균열이나 기타 손상을 받지 않도록 해야 한다.

### 3.4 특수 거푸집 및 동바리

#### 3.4.1 유의사항

높은 교각이나 특수가설 공법을 적용하는 콘크리트 교량에 쓰이는 특수 거푸집 및 동바리는 사용 시 각각에 요구되는 특별한 주의사항을 준수해야 한다.

#### 3.4.2 슬립폼

- (1) 슬립폼(slip form)의 설계에는 본 절의 1.3항에 규정한 하중 외에 활동에 대한 저항력도 고려해야 한다.
- (2) 슬립폼은 구조물이 완성될 때까지 또는 소정의 시공구간이 완료될 때까지 연속해서 이동시켜야 한다. 또 슬립폼은 충분한 강성을 가지는 구조여야 하며, 부속장치는 소정의 성능과 안전성을 가지는 것이어야 한다.
- (3) 슬립폼의 활동속도는 슬립폼 떼어내기 직후 콘크리트의 압축강도가 그 부분에 걸리는 전 하중에 견딜 수 있도록 콘크리트의 품질과 시공조건에 따라 결정해야 한다.

#### 3.4.3 이동 동바리

- (1) 이동 동바리는 충분한 강도와 안전성 및 소정의 성능을 가진 것이어야 한다.
- (2) 이동 동바리에 작용하는 하중을 기설 구조물이 받게 될 경우에는 그것이 받는 모든 하중상태에 대하여 기설 구조물이 안전한가를 확인해야 한다.
- (3) 이동 동바리의 이동은 정확하고 안전하게 해야 한다.
- (4) 이동 동바리는 조립 후 및 사용 중 콘크리트에 유해한 변형을 생기게 하지 않는 것이어야 한다.
- (5) 이동 동바리는 필요에 따라 적당한 솟음을 붙여야 한다.

## 3-5 품질관리 및 검사

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

이 절은 콘크리트 교량 시공시의 시험, 품질관리 및 품질검사 그리고 완성 후 구조물의 검사 및 시험에 관한 일반적인 표준을 규정한 것이다.

#### 1.2 품질요건

소요의 품질을 가지는 콘크리트 구조물을 경제적으로 만들기 위해서는 콘크리트의 재료, 강재, 기계설비, 작업과정 등을 관리해야 한다.

#### 1.3 관련시방서

1.3.1 도로교 설계기준

1.3.2 콘크리트 표준시방서

1.3.3 콘크리트 구조설계기준

1.3.4 토목공사 표준일반시방서

1.3.5 도로공사 표준시방서

### 2. 재 료

해당사항 없음

### 3. 시 공

#### 3.1 시험

##### 3.1.1 시험방법

시험방법은 원칙적으로 KS 등에 정해진 방법에 따르는 것으로 하고 재료시험은 소정의 자격을 갖춘 전문기술자가 해야 한다.

##### 3.1.2 콘크리트용 재료의 시험

- (1) 공사개시 전에 필요한 모든 재료의 시험을 실시하여 각각의 품질을 확인해야 한다.
- (2) 공사 중 재료의 품질 및 그 변동을 확인하기 위하여 필요에 따라 모든 재료의 시험을 실시한다.

## 3.1.3 콘크리트의 시험

- (1) 공사개시 전에 콘크리트의 배합을 정하기 위한 시험을 실시함과 아울러 기계 및 설비의 성능을 확인해야 한다.
- (2) 공사 중에는 필요에 따라 다음의 시험을 실시한다.
  - ① 슬럼프 시험
  - ② 공기량 시험
  - ③ 콘크리트의 단위용적질량 시험
  - ④ 콘크리트의 압축강도 시험
  - ⑤ 굳지 않은 콘크리트의 염소이온 함유량 시험
  - ⑥ 콘크리트의 온도
  - ⑦ 그 밖의 시험
- (3) 양생이 적당한지의 여부와 거푸집을 떼어 낼 시기 및 프리스트레스의 도입 시기를 정할 경우, 또는 조기에 재하할 때의 안전여부를 확인하고자 할 경우에는 될 수 있는 대로 현장의 콘크리트와 동일한 상태로 양생한 공시체를 사용하여 강도를 시험해야 한다.
- (4) 공사종료 후 필요한 경우에는 콘크리트의 비파괴 시험, 구조물에서 절취한 콘크리트 공시체에 대한 시험을 실시한다.

## 3.1.4 강재의 시험

- (1) 철근은 사용하기 전에 그 품질을 확인하기 위한 시험을 실시해야 하며, KS D 3504에 규정한 방법을 따라야 한다.
- (2) 철근이음에 용접이음, 기계적 이음 등을 사용할 경우에는 사전에 그 이음의 강도를 확인하기 위한 시험을 실시해야 한다.
- (3) PCS강재는 이것을 사용하기 전에 그 품질을 확인하기 위한 시험을 실시해야 한다. PS강선, 이형 PS강선 및 PS강연선의 경우는 KS D 7002, PS강봉 및 이형 PS강봉의 경우는 KS D 3505에 규정한 방법을 따라야 한다.
- (4) 정착장치, 접속장치 및 쉬스 등은 사용하기 전에 그 품질을 확인하기 위한 시험을 해야 한다. 다만, 그 품질이 보증되고 실적이 있는 것은 시험을 생략할 수 있다.

## 3.1.5 보고

시험결과는 신속히 감독자에게 보고해야 한다.

### 3.2 콘크리트의 품질관리

#### 3.2.1 압축강도에 의한 콘크리트의 관리

- (1) 압축강도에 의한 콘크리트의 관리는 일반적인 경우 조기재령의 압축강도에 의한 다. 이 경우 공시체는 구조물의 콘크리트를 대표하도록 채취해야 한다.
- (2) 콘크리트의 관리에 사용할 압축강도의 1회 시험값은 일반적인 경우 동일배치에서 취한 공시체 3개에 대한 압축강도의 평균값으로 한다.
- (3) 시험하기 위하여 시료를 채취하는 시기 및 회수는 일반적인 경우 하루에 타설하는 콘크리트마다 적어도 1회 또는 구조물의 중요도와 공사의 규모에 따라 연속하여 타설하는 콘크리트의 50~150 m<sup>3</sup>마다 1회로 한다.
- (4) 시험값에 의하여 콘크리트의 품질을 관리할 경우에는 관리도 및 히스토그램을 사용한다.

#### 3.2.2 물-시멘트비에 의한 콘크리트의 관리

- (1) 물-시멘트비에 의하여 콘크리트를 관리할 경우에는 굳지 않은 콘크리트를 분석해서 얻어진 물-시멘트비에 의하여 실시한다.
- (2) 콘크리트를 관리하기 위하여 사용하는 물-시멘트비의 1회 시험값은 동일배치에서 취한 2개 시료의 물-시멘트비의 평균값으로 한다.
- (3) 시험하기 위하여 시료를 채취하는 시기 및 회수는 3.2.1(3)항에 따른다.
- (4) 시험값에 의하여 콘크리트의 품질을 관리할 경우에는 관리도 및 히스토그램을 사용한다.

### 3.3 콘크리트의 품질검사

#### 3.3.1 일반사항

시험값에 의하여 콘크리트의 품질을 검사할 경우에는 감독자의 지시에 따라 얻어진 전부의 시험값 및 일부의 연속되는 시험값을 1조로 하여 검사해야 한다.

#### 3.3.2 압축강도로부터 물-시멘트비를 정한 경우

압축강도로부터 물-시멘트비를 정한 경우, 콘크리트의 품질을 검사하는 데는 일반적인 경우 원주공시체에 의한 압축강도의 시험값이 설계기준강도 이하로 되는 확률이 5% 이하라야 하고 또한, 압축강도 시험값이 설계기준강도의 85% 이하로 되는 확률은 0.13% 이하라야 한다. 이 검사는 일반적인 경우 재령 28일의 압축강도에 의하여 실시하는 것으로 한다.

### 3.3.3 내구성 및 수밀성으로부터 물-시멘트비를 정한 경우

내동해성, 화학적 내구성, 수밀성 등으로부터 물-시멘트비를 정할 경우, 콘크리트의 품질을 검사하는 데는 시험값의 평균값이 소요의 물-시멘트비보다 작거나 또는 이에 해당하는 압축강도를 상회하고 있으면 그 콘크리트는 소요의 품질을 확보한 상태라고 생각해도 좋다.

### 3.3.4 품질이 적당하지 않다고 판정되었을 경우

검사결과 콘크리트의 품질이 적당하지 않다고 판정되었을 경우에는 감독자의 지시에 따라 배합의 수정, 기계설비의 성능검사, 작업방법의 개선 등 적절한 조치를 취하는 동시에 구조물에 타설하고 있는 콘크리트가 소요의 목적을 달성할 수 있는가 어떤가를 확인하고 필요에 따라 적당한 조치를 강구해야 한다.

## 3.4 구조물의 검사 및 시험

### 3.4.1 구조물의 검사

콘크리트 구조물을 완성한 후에는 구조물의 검사를 해야 한다.

### 3.4.2 재하시험

- (1) 콘크리트 구조물의 완성 후 재하시험이 필요한 경우에는 그 목적에 적합하도록 시험방법을 결정해야 한다. 이 경우 재하방법, 하중의 크기 등은 구조물에 위험한 영향을 주지 않도록 정해야 한다.
- (2) 재하하중 및 재하 후의 처짐, 변형률 등이 설계에서 고려한 값에 대하여 이상이 있는지를 확인해야 한다.
- (3) 시험결과, 구조물의 강도, 내구성 등에 결함이 있다고 판단될 때에는 감독자의 지시에 따라 구조물을 보강하는 등의 적절한 조치를 강구해야 한다.

## 3-6 팽창콘크리트

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

이 절은 수축보상용 콘크리트 및 화학적 프리스트레소용 콘크리트를 대상으로 하는 팽창콘크리트의 시공에서 특히 필요한 사항에 대하여 일반적인 표준을 규정하는 것이다.

#### 1.2 품질요건

##### 1.2.1 일반사항

팽창콘크리트는 소요의 팽창성능, 강도, 내구성, 수밀성 및 강재를 보호하는 성능 등을 가지며, 품질에 대한 변동이 적은 것이어야 한다.

##### 1.2.2 팽창률

콘크리트의 팽창률은 일반적으로 재령 7일에 대한 시험치를 기준으로 하며, KS F 2562 「콘크리트용 팽창재」의 규정에 따른다.

- (1) 수축보상용 콘크리트의 팽창률은  $150 \times 10^{-6}$  이상,  $250 \times 10^{-6}$  이하이어야 한다.
- (2) 화학적 프리스트레소용 콘크리트의 팽창률은  $200 \times 10^{-6}$  이상,  $700 \times 10^{-6}$  이하이어야 한다.
- (3) 공장제품에 사용하는 화학적 프리스트레소용 콘크리트의 팽창률은  $200 \times 10^{-6}$  이상,  $1,000 \times 10^{-6}$  이하이어야 한다.

##### 1.2.3 압축강도

팽창콘크리트의 강도는 일반적으로 재령 28일의 압축강도를 기준으로 하며, 수축보상용 콘크리트의 압축강도시험은 KS F 2403 및 KS F 2405에 따르고, 화학적 프리스트레소용 콘크리트의 압축강도 시험은 KS F 2562의 규정에 따른다.

### 1.3 관련시방서

#### 1.3.1 도로교 설계기준

#### 1.3.2 콘크리트 표준시방서

#### 1.3.3 콘크리트 구조설계기준

#### 1.3.4 토목공사 표준일반시방서

#### 1.3.5 도로공사 표준시방서

## 1.4 제출자료

- 1.4.1 팽창재에 대한 시험성적서
- 1.4.2 팽창콘크리트의 배합설계 성과
- 1.4.3 기타 필요한 자료는 3-2절의 해당요건 참조

## 2. 재 료

### 2.1 사용재료

#### 2.1.1 시멘트

시멘트는 KS L 5201, KS L 5210 및 KS L 5211에 적합하고 또 팽창콘크리트로서의 소요의 성능을 얻을 수 있어야 한다.

#### 2.1.2 팽창재

팽창재는 KS F 2562에 적합한 것으로서 팽창재를 저장할 때에는 그 품질이 변하지 않도록 충분히 주의해야 하며 그 이외의 팽창재를 사용할 경우에는 품질을 확인하고 사용방법을 충분히 검토해야 한다.

### 2.2 배합

#### 2.2.1 일반사항

- (1) 팽창콘크리트의 배합은 소요의 강도, 내구성, 수밀성 및 워커빌리티를 만족하도록 정합과 동시에 건조수축 보상에 의한 균열감소 혹은 화학적 프리스트레스 도입에 의한 인장 또는 휨내력의 증대 등 그 목적에 따라 필요한 팽창성능을 갖도록 정해야 한다.
- (2) 콘크리트의 단위수량 및 슬럼프는 작업에 적합한 워커빌리티를 갖는 범위 내에서 작은 값을 정해야 한다.

#### 2.2.2 단위 팽창재량

단위 팽창재량은 소요의 팽창률이 얻어지도록 시험에 의해 정해야 한다.

#### 2.2.3 단위 시멘트량

화학적 프리스트레스용 콘크리트의 단위 시멘트량은 단위 팽창재량을 제외한 값으로서  $260 \text{ kg/m}^3$  이상으로 한다.

### 3. 시 공

팽창콘크리트의 시공은 팽창재의 성질 및 팽창콘크리트의 성질을 충분히 고려하여 실시해야 한다.

#### 3.1 비비기

팽창재의 믹서 투입순서는 소정의 팽창콘크리트를 얻을 수 있도록 미리 정해 두어야 한다.

#### 3.2 양생

팽창콘크리트는 타설한 후 적어도 5일간 늘 습윤상태로 유지시켜야 하며 증기양생, 그 밖의 촉진양생을 실시할 경우에는 소요의 품질이 얻어지는지를 시험에 의해 확인해 두어야 한다.

## 3-7 섬유보강콘크리트

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

- 1.1.1 이절은 섬유보강콘크리트의 시공에서 특히 필요한 사항에 관한 일반적인 표준을 나타낸 것이다.
- 1.1.2 건재용 콘크리트 보강용 섬유는 섬유보강콘크리트의 물리적 및 역학적 성능시험과 구조성능에 미치는 영향에 대한 확인 시험 후 감독자의 승인을 얻어 관련 설계·시공지침 등에 준하여 사용해야 한다.

#### 1.2 품질요건

- 1.2.1 섬유보강콘크리트의 시공은 소요의 품질이 얻어지도록 재료, 배합, 비비기 설비, 시공관리 등에 대해 충분히 고려하여 실시해야 한다.
- 1.2.2 섬유보강콘크리트는 소요의 강도, 인성, 내구성, 수밀성, 강재를 보호하는 성능, 작업에 적합한 워커빌리티를 가지고 품질의 변동이 적은 것이어야 한다.

#### 1.3 관련시방서

- 1.3.1 도로교 설계기준
- 1.3.2 콘크리트 표준시방서
- 1.3.3 콘크리트 구조설계기준
- 1.3.4 토목공사 표준일반시방서
- 1.3.5 도로공사 표준시방서

#### 1.4 제출자료

- 1.4.1 보강용 섬유에 대한 시험성적서
- 1.4.2 섬유보강콘크리트의 배합설계 성과
- 1.4.3 작업방법과 장비명세를 포함한 시공계획서
- 1.4.4 기타 필요한 자료는 3-2절의 해당요건 참조

## 2. 재 료

### 2.1 섬유

#### 2.1.1 일반사항

시멘트계 복합재료용 섬유는 사용목적에 따라 차이가 있으나 일반적으로 섬유와 시멘트 결합재 사이의 부착성이 양호하고, 섬유의 인장강도가 크며, 섬유의 탄성계수는 시멘트 결합재의 탄성계수의 1/5 이상, 형상비(aspect ratio)는 50 이상이며 내구성, 내열성 및 내후성이 우수해야 한다.

#### 2.1.2 비친수성 섬유의 주의사항

비친수성 섬유는 장기적으로 수분의 증발로 인해 콘크리트의 공극률을 증가시켜 내구성 저하물질의 침투가 쉬워져 구조물의 내구성 저하가 우려되므로 사용 시 특별히 주의를 해야 한다.

#### 2.1.3 품질규격

강섬유를 사용할 경우에는 KS F 2564 「콘크리트용 강섬유」의 품질규격에 적합한 것이어야 한다.

### 2.2 배합

#### 2.2.1 단위수량

섬유보강콘크리트의 배합은 소요의 품질을 만족하는 범위 내에서 단위수량이 될 수 있는 대로 적게 되도록 정해야 한다.

#### 2.2.2 섬유의 종류 및 혼입률

섬유의 형상, 치수 및 혼입률은 섬유보강콘크리트의 소요의 휨강도, 인성, 배합성 및 시공성을 고려하여 정해야 한다.

## 3. 시 공

### 3.1 비비기

#### 3.1.1 비비기 시간

섬유보강콘크리트는 소요의 품질이 얻어지도록 충분히 비벼야 하며 비비기 시간은 시험에 의해 정해야 한다.

### 3.1.2 믹서

믹서는 가경식 또는 강제혼합식 배치믹서를 이용할 수 있으나, 섬유를 콘크리트 중에 균일하게 분산시킬 수 있는 믹서를 사용해야 한다.

### 3.1.3 섬유를 믹서에 투입하는 방법

섬유를 믹서에 투입할 때에는 콘크리트 속에 균일하게 분산시킬 수 있는 방법으로 해야 한다.

## 3-8 수중콘크리트

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

이 절은 일반적인 수중콘크리트, 수중 불분리성 콘크리트, 현장타설 콘크리트 말뚝에 사용하는 수중콘크리트의 시공에서 특히 필요한 사항에 대하여 일반적인 표준을 규정하는 것이다.

#### 1.2 품질요건

수중콘크리트는 그 성질을 충분히 고려하여 재료, 배합, 타설 및 시공장비 등에 특히 주의하여 재료분리가 될 수 있는 대로 적게 되도록 시공해야 한다.

#### 1.3 관련시방서

1.3.1 도로교 설계기준

1.3.2 콘크리트 표준시방서

1.3.3 콘크리트 구조설계기준

1.3.4 토목공사 표준일반시방서

1.3.5 도로공사 표준시방서

#### 1.4 제출자료

1.4.1 수중콘크리트용 혼화재료에 대한 시험성적서

1.4.2 수중콘크리트의 배합설계 성과

1.4.3 작업방법과 장비명세를 포함한 시공계획서

1.4.4 기타 필요한 자료는 3-2절의 해당요건 참조

### 2. 재료 및 배합

#### 2.1 일반적인 수중콘크리트

##### 2.1.1 배합

- (1) 수중콘크리트는 다짐이 불가능하기 때문에 큰 유동성이 필요하며, 재료분리를 적게하기 위하여 단위 시멘트량을 많게 하고 잔골재율을 크게 한 점성이 풍부한 콘크리트를 사용해야 한다.

- (2) 슬럼프는 130~180 mm를 표준으로 한다.
- (3) 잔골재율은 40~45%를 표준으로 한다.
- (4) 물-시멘트비는 50% 이하, 단위 시멘트량은  $370 \text{ kg/m}^3$  이상으로 해야 한다. 2.2 수중 불분리성 콘크리트

## 2.2 수중 불분리성 콘크리트

### 2.2.1 수중 불분리성 혼화제

- (1) 수중 불분리성 혼화제는 한국콘크리트학회 기준 KCI-AD 102 「콘크리트용 수중 불분리성 혼화제의 품질 기준」에 적합한 것이어야 한다.
- (2) 감수제, AE감수제, 고성능 감수제 등의 혼화제는 품질이 확인된 것으로서 수중 불분리성 혼화제와 병용하여 나쁜 영향을 미치지 않는 것이어야 한다.

### 2.2.2 배합

- (1) 수중 불분리성 콘크리트의 배합은 콘크리트가 소정의 수중 불분리성, 강도, 유동성 및 내구성을 가지도록 시험에 의하여 정해야 한다.
- (2) 수중 불분리성 콘크리트의 배합강도는 설계기준강도 및 콘크리트의 품질변동을 고려하여 정해야 한다.
- (3) 배합강도는 한국콘크리트학회 기준 KCI-CT 102 「수중 불분리성 콘크리트의 압축강도 시험용 수중 제작 공시체의 제작방법」에 의한 수중 제작 공시체의 재령 28일에 있어서의 압축강도를 기준으로 정한다.
- (4) 수중 불분리성 콘크리트의 화학작용 및 철근의 부식작용 등을 고려하여 물-시멘트비를 정할 경우 그 최대값은 표 3.8.1의 값을 표준으로 한다.

표 3.8.1 내구성으로부터 정해진 수중 불분리성 콘크리트의 최대 물-시멘트비(%)

환경	콘크리트의 종류	무근콘크리트	철근콘크리트
	담수중	65	55
해수중	60	50	

- (5) 굵은골재의 최대치수는 40 mm 이하를 표준으로 하고, 부재 최소치수의 1/5 및 철근 최소간격의 1/2를 넘지 않아야 한다.
- (6) 수중 불분리성 콘크리트의 유동성은 그 시공조건에 따라 표 3.8.2에 나타낸 슬럼프 플로로서 설정한다. 슬럼프 플로 시험은 한국콘크리트학회 기준 KCI-CT 103 「콘크리트의 슬럼프 플로 시험방법」에 의한다.

표 3.8.2 수중 불분리성 콘크리트의 슬럼프 플로

시공 조건	슬럼프 플로의 범위(mm)
급경사면의 장석(1:1.5~1:2)의 고결, 사면의 얽은 슬래브(1:8 정도까지)의 시공 등에서 유동성을 작게 하고 싶은 경우	350~400
단순한 형상의 부분에 칠 경우	400~500
일반적인 경우, 표준적인 철근콘크리트 구조물에 칠 경우	450~550
복잡한 형상의 부분에 칠 경우 특별히 양호한 유동성이 요구되는 경우	550~600

(7) 공기량은 4% 이하로 해야 한다.

### 2.3 현장타설 말뚝에 사용하는 수중콘크리트

#### 2.3.1 배합강도

현장타설 콘크리트 말뚝에 사용하는 콘크리트는 수중 시공 시 강도가 대기 중 시공시 강도의 0.8배, 안정액 중 시공시 강도가 대기 중 시공시 강도의 0.7배로 하여 배합강도를 설정해야 한다.

#### 2.3.2 슬럼프

슬럼프 값은 180~210 mm로 해야 한다. 특히 철근간격이 좁은 경우 등 슬럼프가 큰 콘크리트 타설이 필요할 때는 유동화제를 사용한 부배합 콘크리트로서 슬럼프가 240 mm를 넘지 않아야 한다.

#### 2.3.3 물-시멘트비

물-시멘트비는 55% 이하로 해야 한다.

#### 2.3.4 단위 시멘트량

단위 시멘트량은 350 kg/m<sup>3</sup> 이상으로 해야 한다.

#### 2.3.5 굵은골재의 최대치수

굵은골재의 최대치수는 철근 순간격의 1/2 이하 또는 25 mm 이하로 해야 한다.

### 3. 시 공

#### 3.1 일반적인 수중콘크리트

##### 3.1.1 콘크리트 타설의 원칙

- (1) 콘크리트는 물막이를 설치하여 정수중(靜水中)에서 타설해야 한다. 완전히 물막이를 할 수 없는 경우에도 유속은 50 mm/s 이하로 해야 한다.
- (2) 콘크리트는 수중에 낙하시키지 않아야 한다.
- (3) 콘크리트면을 가능한 한 수평하게 유지하면서 소정의 높이 또는 수면상에 이를 때까지 연속해서 타설해야 한다.
- (4) 레이턴스의 발생을 되도록 적게 하기 위하여 타설하는 도중에 될 수 있는 대로 콘크리트가 흐트러지지 않도록 주의해야 한다.
- (5) 콘크리트가 경화될 때까지 물의 유동을 방지해야 한다.
- (6) 한 구획의 콘크리트 타설이 완료된 후 레이턴스를 완전히 제거하고 다시 타설해야 한다.
- (7) 콘크리트는 트레미나 콘크리트 펌프를 사용해서 타설해야 하며, 부득이한 경우 및 소규모 공사의 경우 밀열림 상자나 밀열림 포대를 사용할 수 있다.

##### 3.1.2 트레미에 의한 타설

- (1) 트레미는 수밀성을 가지며 콘크리트가 자유롭게 낙하할 수 있는 크기를 가져야 하므로 트레미의 안지름은 수심 3m 이내에서 250 mm, 3~5 m에서 300 mm, 5 m 이상에서 300~500 mm 정도가 좋으며 굵은골재 최대치수의 8배 정도가 필요하다.
- (2) 트레미 1개로 타설할 수 있는 면적이 과대하지 않아야 한다.
- (3) 트레미는 콘크리트를 타설하는 동안 그 하반부를 타설한 콘크리트 면보다 0.3~0.4 m 아래로 유지해야 한다.
- (4) 트레미는 콘크리트를 타설하는 동안 수평이동 시키지 않아야 한다.
- (5) 트레미의 취급은 각 단계에서의 상태를 미리 상세히 검토하여, 타설하는 동안 콘크리트에 좋지 않은 상태가 일어나지 않도록 예방조치를 강구해야 한다.
- (6) 특수한 트레미를 사용할 경우에는 그 적합성을 확인하고 사용방법을 충분히 검토해야 한다.

## 제 3 장 콘크리트교

### 3.1.3 콘크리트 펌프에 의한 타설

- (1) 콘크리트 펌프의 배관은 수밀해야 한다.
- (2) 콘크리트 펌프의 안지름은 0.10~0.15 m 정도가 좋으며, 수송관 1개로 콘크리트를 타설할 수 있는 면적은 5 m<sup>2</sup> 정도이다. 콘크리트를 타설하는 방법은 트레미에 준한다.
- (3) 배관을 이동할 때에는 배관 속으로 물이 역류하거나 배관 속의 콘크리트가 수중낙 하하는 일이 없도록 대책을 취해야 한다.

### 3.1.4 밀열림 상자 및 밀열림 포대에 의한 타설

- (1) 밀열림 상자 및 밀열림 포대는 그 바닥이 콘크리트를 타설하는 면 위에 도달해서 콘크리트를 쏟아낼 때 쉽게 열릴 수 있는 구조여야 한다.
- (2) 콘크리트를 타설할 때는 밀열림 상자, 밀열림 포대를 조용히 수중에 내려 콘크리트를 배출한 후, 콘크리트면으로부터 상당한 거리가 떨어질 때까지 천천히 끌어 올려야 한다.
- (3) 밀열림 상자나 밀열림 포대를 사용하여 수중콘크리트를 타설할 경우, 수심을 측정하여 깊은 곳에서부터 콘크리트를 타설해야 한다. 또한, 이 방법에 의한 수중콘크리트는 1상자 또는 1포대별로 콘크리트 경계부분에서 일체성이 떨어지는 것을 고려하여 그 용도를 선정해야 한다.

## 3.2 수중 불분리성 콘크리트

### 3.2.1 비비기

- (1) 수중 불분리성 콘크리트의 비비기는 제조설비가 갖추어진 플랜트에서 물을 투입하기 전에 20~30초 간 건식으로 비빈 후 전 재료의 비비기를 해야 한다.
- (2) 믹서는 강제식 배치믹서를 사용해야 한다.
- (3) 1회 비비기 양은 믹서의 공칭용량의 80% 이하로 해야 한다.
- (4) 비비기 시간은 시험에 의해 정해야 하며 90~180초를 표준으로 한다.

### 3.2.2 콘크리트 타설

- (1) 타설은 유속이 50 mm/s 이하의 정수(靜水) 중에서 수중낙하 높이 0.5 m 이하로 해야 한다.
- (2) 타설은 콘크리트 펌프 또는 트레미를 사용하는 것을 원칙으로 하고 수중 불분리성 콘크리트의 품질을 저하시키지 않도록 해야 한다.

- 3.2.3 콘크리트는 타설 후 경화할 때까지 유수(流水), 파도 등에 씻겨져서 표면이 세굴되지 않도록 보호해야 한다.

### 3.3 현장타설 말뚝에 사용하는 수중콘크리트

#### 3.3.1 철근망태

- (1) 철근망태는 보관 운반 설치할 때 유해한 변형이 생기지 않도록 견고한 것으로 해야 한다.
- (2) 철근의 피복두께는 100 mm 이상으로 충분히 취해야 한다.
- (3) 간격재는 설계에서와 같은 철근의 피복두께가 확보되도록 적정한 형상, 배치가 되도록 한다.
- (4) 철근망태를 설치할 때 굴착 종료 후 될 수 있는 대로 빠른 시기에 실시하고 그 위치와 연직도를 정확히 유지하여 휨, 좌굴, 탈락, 공벽(孔壁)에 접촉되지 않도록 해야 한다.

#### 3.3.2 콘크리트 타설

- (1) 콘크리트 타설에 앞서 공바닥 슬라임의 제거를 확실히 해야 한다.
- (2) 콘크리트는 트레미를 써서 연속해서 타설해야 한다.
- (3) 콘크리트를 타설하는 도중에는 콘크리트 속의 트레미 삽입깊이는 2 m 이상으로 해야 한다.
- (4) 콘크리트의 처 올라가는 속도는 일반적으로 먼저 타설하는 부분의 경우 4~9 m/h, 나중에 타설하는 부분의 경우 8~10 m/h로 실시해야 한다.
- (5) 콘크리트 상면에서는 설계면 보다 0.5 m 이상의 높이로 여유 있게 타설하고, 경화한 후 이것을 제거해야 한다.
- (6) 사용한 안정액의 처리는 침전탱크, 진공차 등의 처리시설을 정비해 놓는 등의 충분한 배려가 필요하다.

## 3-9 해양콘크리트

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

이 절은 해양환경이라고 총칭되는 항만, 해안 혹은 해양에 위치하여 해수, 파랑, 물보라, 조풍(潮風) 등의 작용을 받는 콘크리트 교량의 시공에서 특히 필요한 사항에 대한 일반적인 표준을 규정하는 것이다.

#### 1.2 품질요건

##### 1.2.1 재료 및 배합을 고려한 요건

해양환경에 설치되는 콘크리트 교량은 사용기간 중에 콘크리트의 내구성능 저하 및 강재의 부식 등에 의해 그 기능이 손상되지 않도록 해야 한다.

##### 1.2.2 시공조건을 고려한 요건

해양콘크리트 교량의 시공은 환경조건, 항행선박의 영향 등을 충분히 고려해야 한다.

##### 1.2.3 환경보전을 위한 요건

해양콘크리트 교량의 시공 시에는 해역오염, 생태계의 영향 등이 야기되지 않도록 환경보전에 충분히 주의해야 한다.

#### 1.3 관련시방서

##### 1.3.1 도로교 설계기준

##### 1.3.2 콘크리트 표준시방서

##### 1.3.3 콘크리트 구조설계기준

##### 1.3.4 토목공사 표준일반시방서

##### 1.3.5 도로공사 표준시방서

#### 1.4 제출자료

##### 1.4.1 해양콘크리트의 제품자료

##### 1.4.2 해양환경 조사자료

##### 1.4.3 해양콘크리트의 내구성 확보방안을 포함한 시공계획서

##### 1.4.4 기타 필요한 자료는 3-2절의 해당요건 참조

## 2. 재료 및 배합

### 2.1 사용재료

#### 2.1.1 일반사항

해양콘크리트 교량에 사용하는 재료는 해수의 물리·화학적 작용, 기상작용, 파랑이나 표류물에 의한 충격과 마모, 염해 등에 대한 내구성을 가지는 것이어야 한다.

#### 2.1.2 시멘트

시멘트는 해수의 작용에 대하여 내구성이 좋은 고로슬래그시멘트, 중용열포틀랜드시멘트, 플라이애쉬시멘트 등을 사용하는 것이 바람직하다.

#### 2.1.3 강재

강재는 KS규격에 적합한 것이어야 한다. PS강재와 같은 고장력강에서 작용응력이 인장강도의 60%를 넘을 때에는 응력부식 및 강재의 부식피로에 대하여 검토해야 한다.

#### 2.1.4 기타

상기 사용재료 이외의 규정에 대해서는 3-2절 콘크리트의 해당 규정에 따른다.

### 2.2 배합

#### 2.2.1 물-시멘트비

해양콘크리트 교량에서는 내구성으로부터 정하여지는 물-시멘트비의 최대값을 표 3.9.1과 같이 한다.

표 3.9.1 내구성으로 정해지는 최대 물-시멘트비 (%)

환경구분 \ 시공조건	일반 현장시공의 경우	공장제품 또는 동등이상의 품질이 보증될 경우
(1) 해 중	50	50
(2) 해상대기중 또는 조풍 작용지역	45	50
(3) 물보라 지역	45	45

### 제 3 장 콘크리트교

#### 2.2.2 단위 시멘트량

단위 시멘트량은 교량의 규모, 중요성, 환경조건 등을 고려하여 소요의 내구성이 얻어지도록 표 3.9.2의 값 이상으로 해야 한다.

표 3.9.2 내구성으로 정해지는 최소 단위시멘트량 (kg/m<sup>3</sup>)

환경구분	굵은골재최대치수	25 mm	40 mm
	물보라지역 및 해상대기중		330
해 중		300	280

#### 2.2.3 공기량

해양콘크리트 교량에 사용되는 AE콘크리트의 공기량은 표 3.9.3의 값을 표준으로 한다.

표 3.9.3 해양콘크리트 공기량의 표준값 (%)

환 경 조 건		굵은골재 최대치수	
		25 mm	40 mm
동결융해 작용을 받을 염려가 있는 경우	(1) 물보라지역	6	5.5
	(2) 해상대기 중	5	4.5
동결융해 작용을 받은 염려가 없는 경우 <sup>①</sup>		4	4

주: ① 동결융해 작용을 받을 우려가 없는 경우란 항상 해중에 있는 구조물로서 기온이 0℃ 이하가 되는 일이 거의 없는 경우를 말함

## 3. 시 공

### 3.1 콘크리트 타설

#### 3.1.1 일반사항

해양콘크리트는 타설, 다지기, 양생 등에 대하여 특히 주의하여 시공해야 한다.

#### 3.1.2 시공이음

- (1) 시공이음은 될 수 있는 대로 피하는 것이 바람직하다. 특히 최고 조위로부터 위로 0.6 m, 최저 조위로부터 아래로 0.6 m 사이의 감조부분에는 시공이음이 생기지 않도록 시공 계획을 세워야 한다.
- (2) 부득이한 사정으로 시공이음을 피할 수 없는 경우에는 3-2절의 3.5항 규정에 따르며 내구성에 결함이 없도록 충분한 조치를 강구해야 한다.

### 3.1.3 보호기간

콘크리트는 보통 포틀랜드 시멘트를 사용할 경우 재령 5일이 되기까지는 해수에 씻기지 않도록 보호해야 한다. 또 고로슬래그 시멘트 등 혼합시멘트를 사용할 경우에는 소정의 강도 및 수밀성이 얻어질 때까지 이 기간을 연장해야 한다.

### 3.1.4 강재와 거푸집판과의 간격

강재와 거푸집판과의 간격은 소정의 피복두께를 확보하도록 간격재의 사용 등 적절한 조치를 취해야 한다.

## 3.2 콘크리트 표면의 보호

마모, 충격 등의 심한 영향을 받는 부분은 적당한 재료로 콘크리트 표면을 보호하거나 철근의 피복두께 또는 단면을 증가시켜야 한다. 또 조풍의 영향으로 비래염분이 콘크리트 표면에 흡착될 우려가 있는 부분은 장기적인 내구성능 저하를 고려하여 콘크리트 표면을 보호할 수 있는 추가 조치를 강구하는 것이 바람직하다.

## 3.3 프리캐스트 콘크리트 부재 설치

### 3.3.1 프리캐스트 콘크리트 부재의 설치 시 주의사항

- (1) 프리캐스트 콘크리트 부재의 설계 및 시공을 할 때에는 부재를 설치 장소까지 안전하게 운반 또는 예항(曳航)할 수 있도록 배려해야 한다.
- (2) 프리캐스트 콘크리트 부재의 설치에 있어서는 소요의 정밀도를 얻을 수 있도록 시공지반, 설치방법 등을 고려해야 한다.

### 3.3.2 프리캐스트 콘크리트의 연결 시 주의사항

프리캐스트 콘크리트 부재의 연결방법 또는 다른 재료 부재와의 연결방법에 대해서는 충분한 내수성, 내염성을 가진 접합방법을 사용하고 소요의 내하력 및 내구성을 갖도록 한다.

## 3-10 철골철근콘크리트

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

이 절은 강재 교각 등에 사용되는 철골철근콘크리트의 시공에서 주로 철골의 제작, 운반, 가설, 시험 등에 대한 일반적인 표준을 규정하는 것이다.

#### 1.2 품질요건

철골철근콘크리트의 시공에는 공사를 시작하기 전에 충분한 시공계획을 세워 시공 계획서 및 시공상세도를 작성해야 하며, 사용기간 중에 강재의 부식이나 콘크리트의 균열에 의해 그 기능이 손상되지 않도록 품질관리에 철저를 기해야 한다.

#### 1.3 관련시방서

1.3.1 도로교 설계기준

1.3.2 콘크리트 표준시방서

1.3.3 콘크리트 구조설계기준

1.3.4 토목공사 표준일반시방서

1.3.5 도로공사 표준시방서

#### 1.4 제출자료

1.4.1 제작, 운반 및 가설계획을 명시한 시공상세도면 및 시공계획서

1.4.2 철골용 강재 및 부속재료에 대한 시험성적서

## 2. 재 료

### 2.1 사용재료

#### 2.1.1 철골용 강재

철골용 강재는 KS D 3503 또는 KS D 3515에 적합한 것이어야 한다.

#### 2.1.2 용접용 재료 및 접합용 재료

용접용 재료, 고장력 볼트 등의 접합용 재료는 원칙적으로 KS 등에 적합한 것이어야 한다.

### 2.2 재료의 저장

철골용 강재는 땅에 닿지 않도록 하고 적당한 간격으로 지지하여 창고 내에 저장해야

한다. 단, 옥외에 적치할 경우에는 방수기능이 있는 씌우개로 덮어서 저장해야 한다.

### 3. 시 공

#### 3.1 공장제작

철골철근콘크리트의 공장제작에는 철골용 강재의 가공, 용접, 가조립 및 수송 등에 대하여 충분히 검토해야 한다.

#### 3.2 가설

##### 3.2.1 설계도와 시공순서가 다른 경우

설계 시에 정해진 시공순서와 다른 방법으로 철골구조물을 가설할 때에는 가설시의 응력과 변형을 다시 검토하여 안전성을 확인해야 한다.

##### 3.2.2 현장에서 가설치하는 경우

철골구조를 현장에서 가설치하거나 조립할 때에는 철골구조의 손상이나 부식이 생기지 않도록 적당한 방법을 강구해야 한다.

##### 3.2.3 고장력 볼트 및 현장용접에 의하여 접합하는 경우

철골구조물을 고장력 볼트나 현장용접에 의하여 접합할 경우에는 그 구조물이 외력에 대하여 충분한 강성을 갖도록 세심한 검토를 해야 한다.

#### 3.3 콘크리트의 시공

##### 3.3.1 일반사항

콘크리트의 시공은 원칙적으로 시공계획서 및 시공상세도에 따라야 한다.

##### 3.3.2 타설 및 다짐 시 유의사항

콘크리트 타설 및 다짐기는 콘크리트와 강재가 일체가 되도록 실시해야 한다.

#### 3.4 시험

##### 3.4.1 콘크리트 시험

철골철근콘크리트에 사용하는 콘크리트의 시험은 3-5절의 3.1.3항에 따라 실시해야 한다.

##### 3.4.2 강재, 용접용 재료 및 고장력 볼트의 시험

철골용 강재, 철근, 용접용 재료 및 고장력 볼트의 시험은 KS 등에 규정되어 있는 방법에 따라야 한다.

## 3-11 프리스트레스트콘크리트

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

이 절은 PS강재를 사용하는 프리스트레스트콘크리트 교량의 시공에 관한 일반적인 표준을 규정한 것이다.

#### 1.2 품질요건

프리스트레스트콘크리트 교량을 시공하는 경우에는 시공계획서 및 시공상세도에 기재되어 있는 시공순서에 따라야 하며, 각 시공단계에 있어서의 시공정밀도가 구조물의 안전도에 미치는 영향을 고려하여 주의 깊게 시공해야 한다.

#### 1.3 관련시방서

1.3.1 도로교 설계기준

1.3.2 콘크리트 표준시방서

1.3.3 콘크리트 구조설계기준

1.3.4 토목공사 표준일반시방서

1.3.5 도로공사 표준시방서

#### 1.4 제출자료

1.4.1 다음 사항을 명시한 시공계획서와 시공 상세도면을 작성하여 제출해야 한다.

- (1) 사용할 프리스트레싱 장비의 명세 및 프리스트레스트콘크리트 제작절차
- (2) 부재의 조작, 운반, 보관 및 설치 등 절차
- (3) 프리스트레싱 작업에 사용할 재료와 방법에 관한 상세
- (4) PS강재의 응력·변형 곡선
- (5) 재료 수량표, 설치도 및 다른 공사와의 연관도
- (6) 정착장치의 치수와 두께 및 철근 등에 대한 설계 계산서와 상세도
- (7) 거푸집 및 동바리에 대한 계산서와 상세도
- (8) 솟음계산서
- (9) 프리스트레싱하는 부재에 작용하는 하중, 힘 및 응력계산서 등

1.4.2 PS강재 및 기타 프리스트레싱 재료에 대한 시료 또는 시편과 함께 제조업체의 시험성적서와 보증확인서를 제출해야 한다.

1.4.3 이외의 제출자료는 3-2절, 3-3절 및 3-4절의 해당요건을 참조한다.

## 2. 재 료

### 2.1 콘크리트 재료

#### 2.1.1 일반사항

프리스트레스트콘크리트 교량에 사용하는 콘크리트는 높은 프리스트레스 응력을 받을 수 있도록 고강도 콘크리트이어야 하며, 또한 콘크리트의 건조수축 및 크리프 변형이 적은 안정된 콘크리트이어야 한다.

#### 2.1.2 굵은골재의 최대치수

프리스트레스트콘크리트에 사용하는 굵은골재의 최대치수는 PS강재, 쉬스, 철근, 정착장치 등의 주위에 콘크리트가 잘 채워질 수 있도록 정해야 한다. 이를 위해 굵은골재의 최대치수는 보통의 경우 25 mm를 표준으로 하나, 부재치수, 철근간격, 펌프압송 등의 사정에 따라 20 mm를 사용할 수 있다.

### 2.2 프리스트레싱 재료

#### 2.2.1 PS강재

- (1) PS강선 및 PS강연선은 KS D 7002에 적합한 것이어야 한다.
- (2) PS강봉은 KS D 3505에 적합한 것이어야 한다.
- (3) (1) 및 (2)에 규정되지 않은 PS강재를 사용할 때에는 시험에 의하여 그 품질을 확인하여 알맞은 강도, 기타의 설계용 값을 별도로 정해야 한다.
- (4) 정착, 접속, 조립 혹은 배치를 위하여 PS강재를 재가공하거나 열처리를 할 경우에는 이와 같은 처리를 함으로써 PS강재의 품질이 저하되지 않는다는 사실을 시험에 의하여 확인해 두어야 한다. 이와 같은 처리에 의하여 PS강재의 품질이 저하하는 경우에는 시험에 의하여 그 저하의 정도를 확인하여 그에 알맞은 강도, 기타의 설계용 값을 별도로 정해야 한다.
- (5) PS강재는 깨끗해야 하며 유해한 녹, 더러움, 흠 등이 없는 것이어야 한다.

## 제 3 장 콘크리트교

### 2.2.2 쉬스

쉬스(sheath)는 콘크리트를 타설할 때 쉽게 변형되지 않는 것이어야 하며 이음부에서 시멘트풀이 유입되지 않아야 한다.

### 2.2.3 정착장치와 접속장치

정착장치 및 접속장치는 PS강재의 규격에 정해진 인장강도 값의 95%에 이르기 전에 유해한 변형이나 파단이 생기지 않는 것이어야 한다. 또한 정착장치는 PTI(Post-Tensioning Institute) 또는 FIP (Fédération Internationale de la Précontrainte)와 같은 국제적인 기준에서 제시되고 있는 하중전달시험, 정적재하시험 및 동적재하시험 등의 조건을 만족시켜야 한다.

### 2.2.4 긴장재 피복재료

부착시키지 않는 경우의 긴장재 피복재료는 긴장재를 녹슬지 않게 하고 콘크리트에 해를 주지 않으며 프리스트레스 도입 시에 긴장재와 콘크리트 사이를 부착시키지 않는 것이어야 한다.

### 2.2.5 마찰감소제

마찰감소제는 긴장재, 쉬스 및 콘크리트에 유해한 영향을 주지 않는 것이어야 한다.

## 2.3 재료의 저장

### 2.3.1 PS강재

PS강재는 직접 지상에 놓지 않아야 하며 창고 내에 저장하거나 창고에 들 수 없는 경우에는 적절한 방법으로 덮어서 저장하며, 유해한 기름, 염분, 먼지 등이 부착하지 않도록 하고 유해한 부식, 흠, 변형 등이 생기지 않도록 해야 한다.

### 2.3.2 정착장치와 접속장치

정착장치 및 접속장치는 창고 내에 저장하되 나사부가 부식되지 않도록 하고, 콘크리트의 접속부분에는 기름, 먼지 등이 부착하지 않도록 해야 한다.

### 2.3.3 쉬스

쉬스는 창고 내에 저장하든가 또는 창고에 들 수 없는 경우에는 적절한 방법으로 덮어서 유해한 부식이 되지 않게 하며, 유해한 기름, 염분, 먼지 및 진흙 등의 부착을 막고 유해한 흠이나 변형이 생기지 않도록 해야 한다.

## 3. 시 공

### 3.1 긴장재의 배치

#### 3.1.1 긴장재의 가공 및 조립

- (1) PS강재는 설계에 나타낸 형상 및 치수와 일치하도록 재질이 손상되지 않게 하는 방법으로 가공하고 조립해야 한다. 심하게 구부러진 PS강재, 급격한 열의 영향을 받은 PS강재 및 높은 온도에 접한 PS강재는 사용하지 않아야 한다.
- (2) 프리텐션 방식의 시공에 사용되는 PS강재 및 프리스트레싱 후에 부착시키는 PS강재는 조립 전에 부착을 해칠 우려가 있는 들뜬, 녹, 기름, 기타 이물질을 제거해야 한다.

#### 3.1.2 덕트

덕트(duct)를 형성하는 재료 및 방법은 긴장재 및 콘크리트에 유해한 영향을 주지 않는 것이어야 한다.

#### 3.1.3 쉬스 및 긴장재의 배치

- (1) 프리텐션 방식의 경우의 긴장재, 포스트텐션 방식의 경우의 쉬스는 표 3.14.2에 규정하는 시공 허용오차를 만족하도록 배치하고, 콘크리트 타설에 의해 움직이지 않도록 스페이서나 평평한 강재 등으로 견고하게 지지해야 한다.
- (2) 쉬스는 콘크리트를 타설할 때 변형되거나 파손되지 않는 적절한 강성을 갖는 것이어야 한다. 또한 손상된 쉬스나 내면에 녹이 심하게 슬어 있는 쉬스는 사용하지 않아야 한다.
- (3) 쉬스는 소정의 위치 및 방향이 정확하게 그리고 손상되지 않게 배치해야 한다. 쉬스의 이음은 콘크리트를 타설할 때 시멘트 풀이 새어 들어가지 않도록 충분히 견고해야 한다.
- (4) 포스트텐션 방식의 경우에 긴장재는 서로 엉키지 않도록 덕트 내에 배치해야 한다.
- (5) 부착시키지 않는 경우의 긴장재는 그 피복을 해치지 않도록 각별히 주의하여 배치해야 한다.
- (6) 쉬스 및 긴장재의 배치가 끝난 후 반드시 검사를 하여 파손이나 위치의 변동 등이 있으면 보수, 수정해야 한다.

## 제 3 장 콘크리트교

### 3.1.4 정착장치 및 접속장치의 조립과 배치

- (1) 정착장치 및 접속장치는 설계도에 나타난 형상 및 치수와 일치하도록 조립하고 위치 및 방향을 정확하게 배치해야 한다.
- (2) 정착장치의 지압면은 긴장재와 수직이 되도록 해야 하고 정착장치 부근의 긴장재에는 적당한 길이의 직선부를 두어야 한다.
- (3) 긴장재를 이어낼 경우 접속장치는 긴장재에 인장력을 줄 때 인장측으로 충분히 이동할 수 있도록 해야 한다.
- (4) 정착장치 및 접속장치의 배치가 끝나면 반드시 검사를 하여 파손된 것은 갈아 넣든가 보수를 해야 한다. 또한 위치의 변동이 생긴 것은 바로 잡아야 한다.
- (5) 긴장재의 정착장치 및 접속장치는 각 PSC공법 특유의 사항에 대하여 검토해야 한다.

### 3.1.5 정착장치 및 부재 끝단면의 보호

- (1) 프리텐션 방식의 부재는 프리스트레스를 준 후 부재 끝단면의 긴장재를 가지런하게 끊고 긴장재가 부식되지 않도록 보호해야 한다.
- (2) 포스트텐션 방식의 부재는 정착장치 및 부재 끝단면이 파손 또는 부식되지 않도록 보호해야 한다.

## 3.2 거푸집 및 동바리

3.2.1 거푸집 및 동바리는 프리스트레싱을 할 때 콘크리트 부재의 변형을 방해하지 않는 구조이어야 한다.

3.2.2 거푸집은 부재가 완성된 후 소정의 형상이 되도록 프리스트레싱에 의한 콘크리트 부재의 변형을 고려하여 적절한 솟음(camber)을 붙여야 한다.

3.2.3 프리스트레싱 중의 부재의 변형을 막는 거푸집은 콘크리트 부재에 나쁜 영향을 주지 않는 범위에서 프리스트레싱 작업 전에 떼어내는 것이 좋다. 다만, 프리스트레싱이 끝난 후에 자중 등의 반력을 받는 부분의 거푸집 및 동바리는 떼어내지 않아야 한다.

## 3.3 프리스트레싱

### 3.3.1 일반 요구사항

- (1) 긴장재는 이것을 구성하는 PS강재의 각각에 소정의 인장력이 주어지도록 인장해야 한다. 이때 인장력을 설계값 이상으로 주었다가 다시 설계값으로 낮추는 식의 시공을 하지 않아야 한다.

- (2) 프리텐션 방식의 경우 긴장재에 주는 인장력은 고정장치에서의 활동(slip), 고온축진 양생을 하는 경우의 고온으로 인한 유해한 영향 등을 고려하여 소정의 값이 되도록 해야 한다. 프리스트레스를 줄 때는 고정장치를 서서히 풀어서 각 긴장재가 고르게 풀어지도록 해야 한다.
- (3) 포스트텐션 방식의 경우 긴장재에 주는 인장력은 마찰손실, 정착장치의 변형 또는 활동 등을 고려하여 소정의 값이 되도록 해야 한다. 긴장재를 차례로 인장하는 경우에는 설계도에 명시된 순서에 따라야 하며, 각 단계마다 콘크리트에 유해한 응력이 생기지 않도록 해야 한다. 또한 이 경우에는 콘크리트의 탄성변형에 의하여 각 긴장재에 주어지는 인장력이 변화하므로 이 영향을 고려하여 인장력을 정해야 한다.
- (4) 긴장재를 인장하는 방향은 설계내용, 현장조건, 시공방법 등에 따라 결정해야 하며, 일방향 인장 시에는 프리스트레스가 균등하게 분포되도록 긴장재마다 인장하는 방향을 바꾸어야 한다.
- (5) 프리스트레싱 시에는 긴장재의 파단 또는 부재의 좌굴 등에 의한 안전사고대책에 대해서 특히 유의해야 한다.

### 3.3.2 프리스트레싱 장치의 검정

- (1) 프리스트레싱 장치의 검정은 현장에 다이내모미터 또는 쌍침식(雙針式) 표준계이지를 준비해 두고 프리스트레싱 장치를 사용하기 전에 실시하고 필요에 따라서 사용 중에도 실시하여 그 결과를 기록해 두어야 한다.
- (2) 특정의 PSC공법에 대하여 정해진 프리스트레싱 장치가 있는 경우에는 그것을 사용해야 한다. 정해진 프리스트레싱 장치 및 하중계가 없는 경우에는 정확히 프리스트레스를 줄 수 있는 형식 및 용량의 프리스트레싱 장치를 사용해야 한다.

### 3.3.3 프리스트레싱 시의 콘크리트의 압축강도

- (1) 프리스트레싱 시의 콘크리트의 압축강도는 프리스트레싱 직후의 콘크리트에 생기는 최대 압축응력의 1.7배 이상, 또는 28 MPa 이상이어야 한다. 프리텐션 방식의 경우 콘크리트의 압축강도는 30 MPa 이상이어야 한다. 이 때 압축강도의 확인은 구조물과 똑같은 양생조건인 공시체에 대하여 한다.
- (2) 프리스트레싱 시의 정착부 부근의 콘크리트의 강도는 정착에 의해 생기는 지압응력에 견디는 강도 이상이 되어야 한다.

3.3.4 초기재령에 프리스트레스를 주는 경우의 유의사항

- (1) 교량의 규모, 구조, 시공방법, 시공시기 및 현장조건 등에 따라 초기재령의 콘크리트에 프리스트레스의 일부를 주는 경우에도 3.3.3항의 규정을 준수하도록 특히 유의해야 한다.
- (2) 캔틸레버공법(free cantilever method)으로 시공하는 교량인 경우에는 콘크리트 강도가 비교적 낮은 시기에 프리스트레싱이 순차적으로 수행되기 때문에 매 단계별로 면밀히 검토해야 한다.

3.3.5 프리스트레싱의 관리

- (1) 프리스트레싱의 관리는 하중계의 지시값과 긴장재의 늘임량에 의해 해야 하고 하중이 증가함에 따라 그의 관계가 직선으로 되어가는 것을 확인해야 한다. 직선이 되지 않는 경우에는 프리스트레싱을 다시 해야 하고 다시 한 후에도 이상상태를 나타내는 경우에는 작업을 중지하고 그 원인을 확인해야 한다. 늘임량은 mm 단위로 측정이 되어야 하고, 이론적인 계산값과의 차이는 각각의 텐던에 대하여  $\pm 7\%$ 를 넘지 않아야 하며, 한 단면에 위치하는 전체 텐던에 대한 오차는  $\pm 5\%$ 를 넘지 않아야 한다.
- (2) 프리스트레싱의 관리에 있어서는 여러 가지 원인에 의한 마찰계수 및 탄성계수 등의 변동을 고려하여 긴장재에 도입하는 인장력은 소정의 값 이하가 되지 않도록 해야 한다.
- (3) 강연선 및 강봉의 탄성계수는 인정된 실험실에서 수행하여 공급자가 제출한 시험 성적서에 기준하도록 한다. 이때 탄성계수와 늘임량에 적용되는 단면적은 공칭단면적을 기준으로 한다.
- (4) 감독자에 의해 요구되는 경우 각각의 텐던 크기를 대표할 수 있는 두 개의 텐던에 대하여 마찰시험을 수행한다. 시험은 인장 및 고정단에 로드셀을 설치하여 수행된다. 시험 텐던에 대하여는 파단하중의 80%까지 10단계로 나누어 인장하며 각 단계에서의 늘임량과 하중값을 기록해야 한다. 필요하다고 판단되는 경우, 이론적인 계산 늘임량은 이 시험값에 의해 수정될 수 있으며 이 수정된 인장량은 감리 또는 감독자의 승인을 득해야 한다.

## 3-12 프리캐스트 부재

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

이 절은 프리캐스트 부재의 제작, 검사, 운반, 보관 및 접합에서 특히 필요한 사항을 규정한 것이다.

#### 1.2 관련시방서

1.2.1 도로교 설계기준

1.2.2 콘크리트 표준시방서

1.2.3 콘크리트 구조설계기준

1.2.4 토목공사 표준일반시방서

1.2.5 도로공사 표준시방서

#### 1.3 제출자료

1.3.1 다음 사항을 명시한 시공 계획서와 시공상세도면을 작성하여 제출해야 한다.

(1) 부재 및 부품의 치수와 단면을 나타낸 상세도

(2) 슬리브, 앵커, 브라켓, 삽입재, 철근, 고리장치, 부대품 등의 수량, 치수 및 위치 그리고 거푸집 속에 이들을 고정시키는 방법

1.3.2 사용재료에 대한 제조업체의 시험성적서와 보증확인서를 제출해야 한다.

## 2. 재 료

### 2.1 콘크리트 재료

프리캐스트 부재에 사용하는 콘크리트는 소요의 강도, 내구성, 수밀성, 강재보호성능 등을 가지며 품질변동이 적은 것이어야 하며, 3-2절의 2.1항과 3-11절의 2.1항의 규정을 만족하는 것이어야 한다.

### 2.2 강재

프리캐스트 부재에 사용하는 철근, PS강재 등은 3-3절의 2.1항과 3-11절의 2.2항의 관련규정을 만족하는 것이어야 한다.

### 2.3 접착제

#### 2.3.1 일반사항

프리캐스트 부재의 접합에 사용하는 접착제는 소요의 강도, 내구성 및 수밀성을 갖고 접합부의 시공조건에 적합한 것이어야 한다.

#### 2.3.2 저장시 유의사항

재료분리, 변질, 먼지 등의 불순물이 혼입하지 않도록 저장해야 한다. 또 저장기간이 오래된 것은 사용 전에 시험하여 그 품질에 이상이 없는가를 확인해야 한다.

## 3. 시 공

### 3.1 부재의 제작

#### 3.1.1 부재의 제작대

부재의 제작대는 프리캐스트 부재의 형상, 치수가 표 3.14.3에 규정하는 시공 정밀도를 만족함과 동시에 프리스트레싱에 의한 부재변형을 고려한 것이어야 한다.

#### 3.1.2 블록공법

블록공법에 있어서 프리캐스트 블록의 형상치수, 접합면에서의 쉬스 및 전단키(shear key) 등의 위치와 치수는 부재의 접합, 조립이 정확하게 이루어질 수 있는 것이어야 한다.

### 3.2 검사

프리캐스트 부재는 그 재료의 품질, 프리스트레스의 양, 균열의 유무, 외관, 치수, 기타 필요한 사항에 대하여 검사해야 한다.

### 3.3 운반

프리캐스트 부재의 운반에 있어서는 부재에 유해한 응력이 생기지 않도록 지지함과 동시에 충격이나 비틀림을 주지 않도록 해야 한다.

### 3.4 보관

3.4.1 프리캐스트 부재를 보관할 때는 소정의 위치에서 지지하도록 해야 한다. 또한 지진, 기타의 예상외의 하중에 의하여 옆으로 넘어지는 일이 없도록 해야 한다. 부재를 포개 쌓아서 보관할 때는 지지재를 소정의 위치에 확실하게 두고 부재에 예기치 않은 하중이 작용하거나 무너지지 않도록 해야 한다.

3.4.2 그라우트를 주입하지 않은 포스트텐션 부재를 한냉기에 장기간 보관하지 않아야 한다. 다만, 부득이한 경우에는 덕트 내에 물이 고여서 얼지 않도록 하고 또 덕트 내의 긴장재가 부식하는 것을 막을 수 있는 대책을 강구해 두어야 한다.

### 3.5 접합면의 처리

프리캐스트 부재의 접합면은 느슨하게 붙어 있는 골재 알, 품질이 나쁜 콘크리트, 레이턴스, 진흙, 기름 등 부착을 해칠 만한 것을 완전히 제거하고 보수를 하여 건전하고 깨끗한 상태로 해야 한다.

### 3.6 프리캐스트 블록의 접합

#### 3.6.1 모르타 및 콘크리트의 압축강도

프리캐스트 블록의 접합에 사용하는 모르타 또는 콘크리트는 블록 콘크리트와 동등 이상의 압축강도를 갖고 있어야 한다.

#### 3.6.2 접착제

블록의 접합에 쓰이는 접착제는 적절한 온도에서 접합면을 충분히 건조시킨 상태에서 사용해야 한다.

#### 3.6.3 유의사항

- (1) 접합할 때에는 부재의 위치, 형상 및 덕트가 잘 일치하도록 부재를 설치하고 접합 작업 및 프리스트레싱 중에 어긋나거나 비틀림이 생기지 않도록 해야 한다.
- (2) 동바리는 접합작업 중의 하중 및 프리스트레싱에 의한 부재의 변형에 대응할 수 있는 것이어야 한다.
- (3) 프리캐스트 블록의 설치 시에는 설계도서에 나타난 조립순서와 프리스트레싱 순서를 따라야 한다.

## 3-13 그라우트의 시공

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

이 절은 프리스트레스트콘크리트에서 PS강재의 인장 후에 덕트 내부를 충전시키기 위한 주입용 그라우트의 시공에 관한 일반적인 표준을 규정한 것이다.

#### 1.2 품질요건

그라우트는 프리스트레스트콘크리트 교량의 내구성에 큰 영향을 주므로 항상 최선의 방법으로 시공하여 PS강재를 부식으로부터 보호하고, PS강재와 부재 콘크리트 사이의 일체성을 확보시킬 수 있도록 해야 한다. 그라우트의 시공은 프리스트레싱이 끝난 후 될 수 있는 대로 빨리 해야 한다. 강재에 대한 별도의 부식방지 대책이 없는 경우, 강재설치로부터 다음의 기간 내에 그라우팅이 이루어져야 한다.

1.2.1 습한 지역 및 해상 (습도 > 70%)	7일
1.2.2 습도 40% 이상 70% 이하	20일
1.2.3 40% 이하의 건조한 조건	40일

#### 1.3 관련시방서

- 1.3.1 도로교 설계기준
- 1.3.2 콘크리트 표준시방서
- 1.3.3 콘크리트 구조설계기준
- 1.3.4 토목공사 표준일반시방서
- 1.3.5 도로공사 표준시방서

#### 1.4 제출자료

- 1.4.1 그라우트에 사용되는 재료에 대한 시험성적서
- 1.4.2 그라우트의 배합설계 성과
- 1.4.3 그라우팅 작업방법과 장비명세를 포함한 시공계획서

## 2. 재 료

### 2.1 일반사항

그라우트는 덕트 내를 완전히 채워서 PS강재를 보호함과 동시에 부재 콘크리트와 PS강재를 부착에 의하여 일체로 할 수 있는 것이어야 한다.

### 2.2 그라우트의 품질

#### 2.2.1 유하시간

그라우트의 유하시간은 KS F 2432에 의해 측정하고, 유하시간은 6~12초를 표준으로 한다.

#### 2.2.2 팽창률 및 불리딩률

그라우팅의 팽창률 및 불리딩률은 KS F 2433에 의해 측정하며 팽창률은 10% 이하로 하고 불리딩률은 가능한 0%에 가깝도록 한다.

#### 2.2.3 압축강도

그라우팅의 압축강도는 KS F 2426에 의해 측정하고 재령 28일의 압축강도 20 MPa 이상을 표준으로 한다.

### 2.3 그라우트 재료

#### 2.3.1 시멘트

그라우트에 사용하는 시멘트는 KS L 5201에 적합한 것이어야 한다.

#### 2.3.2 물-시멘트비

그라우트의 물-시멘트비는 45% 이하로 해야 한다.

#### 2.3.3 염소이온의 총량

그라우트 중의 염소이온의 총량은  $0.3 \text{ kg/m}^3$  이하를 원칙으로 한다.

2.3.4 그라우트에 사용하는 혼화재료의 사용여부, 사용방법 및 품질에 대해서는 감독자의 승인을 얻어야 한다.

### 3. 시 공

#### 3.1 일반사항

그라우팅 시공은 프리스트레싱이 끝난 후 8시간이 경과한 다음 가능한 빨리 해야 하며, 어떤 경우라도 프리스트레싱이 끝난 후 7일 이내에 실시해야 한다.

#### 3.2 시공기구

3.2.1 그라우트 믹서는 5분 이내에 그라우트를 충분히 비빌 수 있는 것이어야 한다. 또한 주입작업을 중단하지 않고 계속할 수 있는 충분한 용량을 갖는 것이어야 한다.

3.2.2 애지테이터는 그라우트를 천천히 휘저을 수 있는 것이어야 한다.

3.2.3 그라우트 펌프는 그라우트를 천천히 그리고 공기가 혼입되지 않게 주입할 수 있는 것이어야 한다.

#### 3.3 비비기 및 휘젓기

##### 3.3.1 비비기

그라우트의 비비기는 그라우트 믹서로 해야 한다. 재료는 물 및 감수제, 시멘트, 기타의 고운 분말의 순서로 투입해야 하며 균질한 그라우트가 얻어질 때까지 비벼야 한다.

##### 3.3.2 휘젓기

그라우트는 주입이 끝날 때까지 천천히 휘저어야 한다.

#### 3.4 그라우팅

##### 3.4.1 일반사항

그라우팅에 있어서는 미리 덕트 내에 압축공기를 통과시켜 공기의 통과가 원활하고, 또 기밀성이 확보되어 있다는 사실을 확인해야 한다.

##### 3.4.2 그라우트 펌프

(1) 그라우팅은 비빈 후 곧 그라우트 펌프를 써서 서서히 해야 한다. 그라우트 펌프는 공기가 들어가지 않도록 주입할 수 있는 것이어야 한다.

(2) 그라우트는 그라우트 펌프에 넣기 전에 1.2 mm 체로 걸러야 한다.

##### 3.4.3 그라우팅 시 압력

그라우팅은 유출구에서 균등질의 그라우트가 유출될 때까지 중단하지 말아야 하며, 그라우팅시의 압력은 최소 0.3 MPa 이상으로 해야 한다.

#### 3.4.4 덕트가 긴 경우

덕트가 긴 경우에는 주입구 및 배기구를 적당한 간격으로 설치해 두어야 한다.

#### 3.4.5 그라우팅 호스

그라우팅에 사용하는 호스는 소요의 재질과 단면적을 갖는 것이어야 한다.

### 3.5 한중 및 서중에서의 시공

#### 3.5.1 한중 시공

한중에서 시공하는 경우에는 덕트 주변의 온도를 주입 전에 5℃ 이상으로 해 놓아야 한다. 주입시의 그라우트의 온도는 10~25℃로 하며 그라우트의 온도는 주입 후 적어도 5일간 5℃ 이상으로 유지시켜야 한다.

#### 3.5.2 서중 시공

서중에서 시공하는 경우에는 그라우트의 온도 상승, 그라우트의 급격한 경화 등이 생기지 않도록 해야 한다.

### 3-14 가설 및 시공 허용오차

#### 1. 일반사항

##### 1.1 가설계획

1.1.1 가설에 있어서는 부재 및 구조의 특성을 충분히 고려해서 가설설비 및 가설작업에 대한 계획을 검토하여 안전하게 이를 수 있어야 한다.

1.1.2 설계 시에 고려한 가설방법과 다르게 가설하는 경우에는 미리 가설 시의 응력과 변형에 대해 검토해야 한다.

##### 1.2 안전성의 확인

가설에 있어서는 필요에 따라서 각 부재에 생기는 응력 및 변형에 대해 검토하고 안전성을 확인해야 한다. 그리고 가설 시에 있어서 부재의 안전검토는 「도로교 설계기준」의 관련 규정에 따라야 한다.

##### 1.3 시공 정밀도의 확보

강재의 배치 및 부재치수는 소정의 시공 허용오차 이내에 들도록 시공정밀도를 확보해야 한다.

#### 2. 재 료

(해당사항 없음)

#### 3. 시 공

##### 3.1 철근 배치의 시공 허용오차

철근 배치에 관한 시공 허용오차는 표 3.14.1의 값으로 해야 한다.

표 3.14.1 철근배치에 관한 시공 허용오차

항 목	시 공 허 용 오 차
유효 높이	설계치수의 $\pm 3\%$ 또는 $\pm 30$ mm 중에서 작은 값. 다만, 최소 피복두께는 확보해야 한다. 바닥판의 경우 설계치수의 $\pm 10$ mm로 하고 소요 피복두께를 확보해야 한다.

### 3.2 PS강재 배치의 시공 허용오차

PS강재 배치에 관한 시공 허용오차는 표 3.14.2의 값으로 해야 한다.

표 3.14.2 PS강재 배치에 관한 시공 허용오차

항 목		시 공 허 용 오 차
PS강재 중심과 부재연단과의 거리	주요한 설계단면의 양측 $l/10$ 의 범위 ( $l$ :지간)	설계치수의 $\pm 5\%$ 또는 $\pm 5$ mm 중에서 작은 값
	기타의 범위	설계치수의 $\pm 5\%$ 또는 $\pm 30$ mm 중에서 작은 값. 다만, 최소 피복두께는 확보해야 한다.

주 : 주요한 설계단면이란 단면력이 크고, 지간 중앙부근, 지점상 부근 등의 위치의 단면을 말한다.

### 3.3 부재치수의 시공 허용오차

부재치수의 시공 허용오차는 표 3.14.3의 값을 표준으로 한다.

표 3.14.3 부재치수의 시공 허용오차

항 목	시 공 허 용 오 차
수직부재의 길이치수	설계치수의 $\pm 1\%$ 또는 $\pm 30$ mm 중에서 작은 값
수평부재의 길이치수	설계치수의 $\pm 1\%$ 또는 $\pm 30$ mm 중에서 작은 값
기둥 및 보의 단면치수	설계치수의 $\pm 2\%$ 또는 $\pm 20$ mm 중에서 작은 값
바닥판의 두께	+20 ~ -10 mm

## 제 4 장 하부구조

### 4-1 일반요건

#### 1. 일반사항

##### 1.1 적용범위

1.1.1 이 장은 도로교 설계기준에 의해 설계된 하부구조 시공의 일반적인 표준을 규정하는 것이다. 시공이 이 장의 규정을 따르기가 어려운 경우에는 설계상의 안전도나 시공법 등에 관해서 별도로 검토해야 한다.

##### 1.2 용어의 정의

- (1) 가물막이 겸용방식 : 강관 널말뚝기초 본체의 강관 널말뚝을 가물막이에 겸용하여 상부슬래브, 구체를 축조한 후 상부슬래브 상단보다 윗부분의 가물막이 강관 널말뚝을 전단, 철거하는 방식의 기초
- (2) 공기케이슨 : 케이슨 하부에 작업실을 설치하고 작업실내에 압축공기를 불어넣어 작업실내의 물을 배제하고 인력 또는 기계로 토사를 굴착 배출하면서 침하시켜 소정의 지지층에 도달되게 하는 공법으로 잠함 또는 뉴메틱케이슨이라고도 부른다.
- (3) 구체(stem) : 교대, 교각의 기초를 제외한 몸체.
- (4) 그라운드앵커 : 그라운드앵커는 자유길이를 갖는 인장재의 선단부를 지반 속에 그라우팅으로 정착시킨 후 인장재에 프리스트레스를 주어 지반과 구조물을 일체화하여 안정을 도모하는 장치로서 구성요소는 PS강재의 인장력에 대한 저항부분인 앵커체, 인장력을 앵커체에 전달시키는 인장부, 구조물에서의 힘을 인장부에 무리 없이 전달시키기 위한 앵커머리이며 지반조건에 따라 토사에 타설되는 지반앵커와 암반에 타설되는 록앵커로 분류된다.
- (5) 깊은기초(deep foundation) : 얕은기초 형식으로 불가능한 지층에 적용하는 기초형식으로 지표면 가까운 곳에 지지층이 존재하지 않을 때 말뚝이나 케이슨 등으로 구조체의 하중을 깊은 곳의 지지층까지 도달되게 하여 안전하게 지지되게 하는 기초형식이다.
- (6) 내부굴착말뚝(pile installation by inner excavation) : 선단개방형 말뚝의 내부에 오

- 거 등을 삽입하여 굴착하면서 말뚝을 소정의 깊이까지 압입이나 경타(輕打)로 지중에 박은 뒤 소정의 지지력이 얻어지도록 해머로 두드려 박거나 말뚝 끝부분을 시멘트풀 또는 콘크리트로 처리하는 말뚝이다.
- (7) 내부브레이싱(internal bracing) : 지하구조물을 만들기 위해 지반을 굴착할 때 지반의 붕괴나 변형을 방지하기 위해 설치하는 버팀보, 레이커(raker)등의 지지체를 말하며 주로 H형강을 이용한다. 앵커나 타이로드(tie-rod) 등의 목적물 외부에서 지지하는 방식과 구분하여 내부브레이싱이란 표현을 사용한다.
- (8) 백타이(back-tie) 시스템 : 흙막이벽체에 설치된 지보재에 인장력이 작용되는 구조시스템으로 지보재와 주변지반 또는 암반의 마찰저항으로 흙막이벽체에 작용하는 토압 및 수압 등의 외력에 대응하는 방법이다.
- (9) 시험말뚝(test pile) : 재하시험 또는 말뚝박기 시험을 하는 말뚝을 말하며 시공성이나 시공시의 소음, 진동영향 및 말뚝박기 종료 조건 등을 파악하고 시공관리에 필요한 자료를 얻기 위해 실시한다. 시험말뚝은 설계말뚝과 동일한 단면 및 중량을 가지며 실제 시공조건과 동일하게 시공해야 한다.
- (10) 얕은기초(shallow foundation) : 구조체를 지지하기에 적당한 지지층이 지표면 가까운 곳에 존재하여 구조체 하중을 푸팅(footing)에 의해 지반에 직접 전달되도록 설치하는 기초형식이다.
- (11) 오픈케이슨 : 철근콘크리트 등의 통모양 구조체의 저면에 크랩셀이나 그레브버킷으로 굴착을 하고 토사를 배출함에 따라 침하시켜 정해진 지지기반에 도달시키고 그 후에 바닥콘크리트와 상부슬래브를 타설하여 시공을 완료하는 기초구조를 말한다. 우물통 또는 웰이라고도 부른다.
- (12) 임시설비(假設備) : 건설공사 중 본 공사를 수행하기 위해 필요한 임시용 설비를 말한다.
- (13) 케이슨기초 : 바닥부위가 개방된 콘크리트 통(筒)모양의 구조물을 지상에 구축하여 그 통내의 토사를 배출하면서 지중 속에 침하시켜 소정의 지지층에 침하시키는 기초를 말하며 시공법에 따라 크게 공기케이슨과 오픈케이슨으로 분류된다.
- (14) 텐던(tendon) : 프리스트레스트 구조물이나 앵커 등에서 인장력을 전달하기 위한 부재를 말한다. 앵커케이블로 사용되는 텐던은 PS강선이 가장 일반적이며 PS강연선, PS강봉, 다중 PS강연선 등도 이용된다.
- (15) 향타말뚝(driven pile) : 향타말뚝은 기성말뚝을 지반내로 타입하여 설치하는 말뚝

## 제 4 장 하부구조

을 말하며 타입장비는 디젤해머가 주로 사용되며 증기해머, 드롭해머, 바이브로 해머도 이용한다. 최근에는 소음이 적은 유압해머(hydraulic hammer)도 많이 이용되고 있다.

- (16) 현장타설 말뚝 : 각종의 기계 또는 인력에 의해 굴착을 실시하여 굴착된 구멍에 콘크리트를 타설한 말뚝을 말하며 굴착된 공법에 따라 케이싱, 정수압, 안정액 등을 이용하여 유지한다.

### 1.3 관련시방서 및 기준

- 1.3.1 토목공사 표준일반시방서
- 1.3.2 콘크리트 표준시방서
- 1.3.3 도로공사 표준시방서
- 1.3.4 도로교 설계기준
- 1.3.5 구조물 기초설계기준

### 1.4 참조규격

- 1.4.1 한국산업규격

### 1.5 제출자료

- 1.5.1 이 시방서 제1장의 1.5.3에 준한 공정표 및 시공계획서

- 1.5.2 설계도서 검토 및 시공상세도

설계도서 검토에는 지반조사 내용에 대해 충분히 검토하고, 하부구조의 기초형식이나 지반조건에 따라 정밀한 지반조사의 실시도 포함한다.

- 1.5.3 시험 및 검사계획서

## 2. 재료

하부구조의 시공에 이용되는 콘크리트와 강재는 이 시방서 콘크리트교편 및 강교편에 준하며, 제반 규격에 의한 품질이 확인된 것으로 감독자의 승인을 받아 사용해야 한다.

### 3. 시공

시공은 설계도서에 따라 합리적인 공사가 수행되도록 공사착수 전에 충분한 시공 자료조사와 품질관리 및 공정관리 등을 포함한 시공계획을 세워 시공에 임해야 한다.

## 4-2 교대 및 교각

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

1.1.1 이 절은 상부구조로부터의 하중을 기초로 전달하는 구체의 시공에 적용한다.

#### 1.2 관련시방서 및 기준

1.2.1 콘크리트 표준시방서

1.2.2 도로교 설계기준

#### 1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격

#### 1.4 제출자료

1.4.1 이 시방서 제1장의 1.5.3에 준한 공정표 및 시공계획서

1.4.2 설계도서 검토 및 시공상세도

1.4.3 품질 검사계획서

### 2. 재 료

#### 2.1 콘크리트

이 시방서 3-2의 2에 준한다.

#### 2.2 철 근

이 시방서 3-3의 2에 준한다.

### 3. 시공

#### 3.1 시공일반

##### 3.1.1 시공준비 및 토공작업

(1) 기초터파기는 공사착수 전에 지반조건을 충분히 검토하여 자연경사에 의한 굴착

또는 토류벽 설치를 신중히 결정해야 한다.

- (2) 기초터파기가 완료되면 기초지반검사를 통해 실제 지반조건이 설계된 기초공법에 부합되는지를 확인해야 한다.
- (3) 지반이 연약한 경우에는 측방유동과 깊은 활동파괴에 대한 안정성을 정밀히 검토해야 한다.
- (4) 지하수위가 기초터파기 바닥면보다 높이 존재하는 경우에는 임시배수로와 집수정을 설치하여 지하수를 배제시켜 지하수위를 저하시키면서 터파기를 해야 한다.

### 3.1.2 시공시 유의사항

- (1) 교대 및 교각의 완성위치는 상부구조의 가설에 직접적인 영향을 미치므로 정확히 마무리해야 한다.
- (2) 마무리면은 평탄하게 미관성을 고려하여 시공해야 한다.
- (3) 지하수위 아래에 축조되는 구체의 이음부는 철근부식에 취약하므로 부식방지공법으로 시공해야 한다.
- (4) 구체의 돌출부위에 대한 콘크리트 타설은 연속적으로 시공해야 한다.

## 3.2 교대공사

### 3.2.1 활동방지벽

- (1) 거푸집 설치시 기초부위에 먼저 타설한 콘크리트바닥과 거푸집이 접하는 부위에 틈이 발생하는 경우 반드시 모르타 등으로 틈을 메워야 한다.
- (2) 거푸집 설치완료 후 나타나는 여굴부분에 대해서는 채움콘크리트를 타설하여 채워야 한다.
- (3) 채움콘크리트 양생 후 거푸집을 해체하고 활동방지벽과 바닥판의 철근배근 및 콘크리트를 일체로 시공해야 한다.

### 3.2.2 벽체콘크리트 타설

- (1) 벽체구조의 특성상 하단부분의 콘크리트는 재료분리가 발생할 우려가 있으므로 주의해야 한다.
- (2) 콘크리트 타설 중단으로 인한 콜드조인트가 발생하지 않도록 해야 한다.
- (3) 벽체콘크리트가 설계강도 이상이 되도록 양생된 후에 벽체 배면 뒷채움을 시행해야 한다.

### 3.2.3 콘크리트공

이 시방서 3-2의 3에 준한다.

## 제 4 장 하부구조

### 3.2.4 철근공

이 시방서 3-3의 3에 준한다.

### 3.2.5 뒷채움 및 배수공

- (1) 교대의 뒷채움 작업은 구조물에 손상이 없도록 콘크리트가 충분히 양생된 후에 시행해야 한다.
- (2) 뒷채움 부분이 좁아 다짐작업이 곤란한 경우 탬퍼, 램머 등을 사용하여 설계에 제시한 조건에 맞게 다짐작업을 해야 한다.
- (3) 교대 뒷면에는 유입수가 고이지 않도록 뒷채움재료를 양질의 토사(잘다져지고 투수성이 좋은 재료)로 하고 적절한 배수조치를 해야 한다.

## 3.3 교각공사

### 3.3.1 시공준비

- (1) 작업지반과 각종 중장비의 진·출입로를 정비하여 작업효율을 높인다.
- (2) 자재적치장 및 작업공간을 확보해야 한다.
- (3) 각종 기계·기구의 점검 및 정비를 철저히 한다.
- (4) 교각의 위치와 표고를 확인하고 시공 중 검측이 용이하도록 수준점이나 점검말뚝을 설치한다.

### 3.3.2 거푸집 및 동바리 공사

- (1) 이 시방서 3-4의 3에 준한다.
- (2) 교각의 높이가 높을 경우에는 안정성과 경제성을 고려하여 활동식거푸집 공법(slip form) 및 이동식거푸집 공법(climbing form) 등과 같은 특수거푸집 공법을 충분히 검토하여 시공해야 한다.
- (3) 특수거푸집 공법으로 시공할 경우는 별도의 공사시방을 규정해야 한다.

## 3.4 교대 및 교각의 균열방지

### 3.4.1. 교축방향의 수평력에 의한 균열

- (1) 교량 받침부 앵커볼트 부위의 균열방지를 위해 받침부와 교대 연단과의 일정한 거리를 확보하고 철근으로 보강해야 한다.
- (2) 교량 받침부의 불완전한 기능이나 온도변화 또는 지진 등의 영향에 의해 발생하는 균열방지를 위해 교량 받침 밑의 철근을 관통하여 배치해야 한다.

### 3.4.2 짧은 내민보를 갖는 교각의 균열

- (1) 철근은 내민보의 고정부에서 45°로 그은 선까지 길이로 철근을 연장한다.
- (2) 교각 두부의 중앙부분 균열방지를 위해 철근을 두부 도중에서 끊지 않고 전장에 걸쳐 배근해야 한다.
- (3) 주철근을 2단 또는 3단으로 배근하는 경우 2단 이하의 철근은 보의 끝에 폐합부를 갖는 수평한 U자형으로 하고, 3단 철근은 집중하중까지의 1/2 위치에서 15° 휘어 내린다.
- (4) 거더의 복부에는 주철근량의 1/4의 수평한 용심철근을 배치하며 용심철근은 U자 폐합형으로 하여 휘어내려 거더 주철근을 둘러싸도록 배치해야 한다.
- (5) 교각의 구체와 내민보의 콘크리트 타설은 내민보의 하부에서 일단중지하고 2시간 정도 경과 후에 내민보의 콘크리트를 타설해야 한다.

### 3.4.3 구체의 균열

구체의 종방향 또는 횡방향의 균열에 대비하여 수평방향과 연직방향으로 용심철근을 배치해야 한다.

## 4-3 얇은기초

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

- 1.1.1 이 시방서는 양질의 지지층이 지표면 가까운 곳에 존재하여 얇은기초 형식으로 지지층에 직접 지지되는 교량 기초공사에 적용한다.
- 1.1.2 지지층아래 압축성이 큰 토층이 존재하지 않아서 침하량이 허용치를 초과할 가능성이 없을 때 적용한다.
- 1.1.3 지지층아래 압축성이 큰 토층이 있다면 깊은기초를 선택하거나 지반개량을 전제로 한 얇은기초를 고려해야 한다.
- 1.1.4 기초형식 적용의 적합성 여부를 판단하기 위해서는 다음사항을 검토해야 한다.
  - (1) 기초지반이 전단파괴에 대해 안전해야 한다.
  - (2) 전체침하나 부등침하가 허용범위를 초과하지 않아야 한다.

#### 1.2 관련시방서 및 기준

- 1.2.1 도로공사 표준시방서
- 1.2.2 토목공사 표준일반시방서
- 1.2.3 콘크리트 표준시방서 및 이 시방서 3-2 및 3-3
- 1.2.4 구조물기초설계기준
- 1.2.5 도로교 설계기준

#### 1.3 참조규격

- 1.3.1 한국산업규격

#### 1.4 제출자료

- 1.4.1 이 시방서 제1장의 1.5.3에 준한 공정표 및 시공계획서
- 1.4.2 지반조건

설계시에 행하였던 지반조사 결과에 관하여는 충분히 검토하고, 하부구조의 기초 형식이나 지반의 상황에 따라 정밀한 보링이나 각종 시험을 보충하는 등 보다 면밀한 조사를 시행해야 한다.

### 1.4.3 시험 및 검사

필요한 각종 시험과 검사에 대한 계획서를 공사착수 전에 제출해야 한다.

## 2. 재료

### 2.1 콘크리트

이 시방서 3-2의 2에 준한다.

### 2.2 철근

이 시방서 3-3의 2에 준한다.

## 3. 시공

### 3.1 시공준비

#### 3.1.1 공사착수 전 조사 및 확인사항

- (1) 지하매설물 및 지상장애물에 대한 조사를 해야 한다.
- (2) 지반조건 및 현장조건이 설계된 기초공법에 적합한 지 확인해야 한다.

#### 3.1.2 기존시설물의 처리

- (1) 공사착수 전에 관련되는 모든 기존시설에 대한 설치깊이와 규모를 확인하여 토공 작업으로 인한 피해가 없도록 해야 한다.
- (2) 도면에 표시되지 않은 사용 중인 지하시설물이 발견되면 감독자에게 통보하고 적법한 절차에 따라 이설해야 한다.

### 3.2 토공작업

#### 3.2.1 기초터파기 및 바닥면 마무리

- (1) 기초터파기 경사는 토질조건과 지하수의 상태 등에 따라 안전한 경사를 유지해야 하고 필요시 가설토류벽을 설치해야 한다.
- (2) 기초바닥면은 평탄하게 마무리해야 한다.
- (3) 바닥면에 용수, 우수 등의 유입이 우려될 경우에는 적절한 배수처리를 해야 한다.
- (4) 바닥면이 암반일 경우에는 돌부스러기 등 이물질을 완전히 제거해야 하고 토사일 경우에는 적절한 다짐장비로 충분한 다짐을 해야 한다.

## 제 4 장 하부구조

### 3.2.2 비탈면 안정

경사가 급한 위치에 놓이는 교대의 기초터파기에 있어서는 시공 중이나 교량구조체 완성후의 비탈면 안정에 대한 검토를 해야 한다.

### 3.3 지지층 검사

3.3.1 기초바닥면의 실제조건과 지반조사 자료를 비교 검토하고 감독자의 검사를 받아야 한다.

3.3.2 지지층이 암반이 아닐 경우 평판재하시험 등을 실시하여 지반강도를 확인해야 한다.

3.3.3 지지층 검사가 끝나면 즉시 고르기콘크리트를 칠 수 있도록 준비해야 한다.

### 3.4 시공기록

기초공의 시공에 관한 전반적 기록은 다음사항이 포함되어야 한다.

3.4.1 공사명, 공사개소, 사업주체, 시공자, 시행공정

3.4.2 완성된 기초공의 제원, 배치도, 구조도, 지반의 개요

3.4.3 임시가설비의 배치와 능력, 시공방법, 기계기구

3.4.4 각종 조사 및 시험성과

3.4.5 환경대책 및 안전대책

3.4.6 시공중에 발생한 특수상황과 그 대책

3.4.7 각 공정의 시공기록, 사진 등

## 4-4 기성말뚝기초

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

1.1.1 이 절은 말뚝 기초공사를 수행함에 있어 시험말뚝을 포함한 모든 말뚝의 박기, 말뚝의 이음 및 품질관리사항, 운반 및 저장관리, 그리고 이들 사항들을 행하는데 필요한 부속자재와 장비의 공급을 포함한다.

#### 1.2 관련시방서 및 기준

1.2.1 토목공사 표준일반시방서 03120

1.2.2 이 시방서 2-4절

1.2.3 도로교 설계기준

1.2.4 구조물기초설계기준

#### 1.3 참조규격

##### 1.3.1 한국산업규격

KS A 9001~9003 : 품질시스템 - 설계, 개발, 생산, 설치 및 부가 서비스에 대한 품질 보증 모델

KS B 0885 용접기술 검정에 있어서의 시험방법 및 그 판정기준

KS B 0896 강 용접부의 초음파탐상 시험방법 및 시험결과의 등급분류 방법

KS D 3503 일반구조용 압연강재

KS D 3504 철근콘크리트용 봉강

KS D 3515 용접구조용 압연강재

KS D 3566 일반구조용 탄소강관

KS F 2445 축하중에 의한 말뚝 침하 시험방법

KS F 4021 철근콘크리트 널말뚝

KS F 4208 콘크리트 널말뚝

KS F 4301 원심력 철근콘크리트말뚝

KS F 4303 프리텐션방식 원심력 PC말뚝

KS F 4306 프리텐션방식 원심력 고강도 콘크리트말뚝

## 제 4 장 하부구조

KS F 4307 프리텐션방식 진동 PC말뚝

KS F 4602 강관말뚝

KS F 4603 H형강말뚝

KS F 4604 열간 압연강 널말뚝

KS F 4605 강관 시트파일

### 1.4 제출자료

#### 1.4.1 시공계획서

시공에 관한 계획서를 공사착공 전에 작성해야 하며, 시공조건에 변경이 있을 때는 즉시 수정계획서를 작성해야 한다.

시공계획서의 주된 내용은 다음과 같다.

##### (1) 인원조직표

각종 작업에 종사할 주된 인원의 조직표로서 관련법규상 의무화되어 있는 담당자의 명단도 포함되어야 한다.

##### (2) 공정표

기초공에 대한 시공공정 및 임시설비를 포함한 공사전체의 공정, 또 몇기의 기초를 시공할 경우에는 착수순서를 기입한 평면도 등도 첨부한다.

##### (3) 시공방법

임시설비, 본체공과 아울러 기본적인 계획내용을 명기한다.

##### (4) 공사용 기계 기구 및 임시설비

사용 예정된 기계 기구라든지 임시설비에 관하여 계획 내용이나 그 배치를 명기한다.

##### (5) 품질관리 및 검사방법

본체뿐만 아니라 임시설비의 주요부분까지도 품질관리의 대상부위, 검사방법, 검사횟수 등을 포함한 계획 내용을 작성한다.

##### (6) 재하능력 확인방법

본체 및 임시설비의 주요부분에 대하여, 설계하중에 대한 재하능력 확보여부를 확인할 수 있는 직접 또는 간접방법을 수립한다.

##### (7) 시공기록의 방법

시공기록은 작업일 마다의 기록 외에, 개개의 기초 시공상황이 전체가 쉽게 이해될 수 있도록 되어야 한다.

**(8) 환경의 보존대책**

기초공의 시공에 따른 환경보전에 관해서는, 시공지점의 제조건을 충분히 고려하고 주변환경의 변화에 관하여 검토하여 그 대책을 세워 놓아야 한다.

**(9) 안전대책**

시공시의 안전확보에 대하여는 시공지점의 제조건을 충분히 고려하여 안전대책을 세워야 한다.

**1.4.2 공사보고서**

공사계획 및 진도, 현장작업원 목록, 자재반입, 지시사항 협의 및 조정내용, 박기장비 투입현황 등을 기재한 공사보고서를 작성한다.

**1.4.3 일일 작업보고서 (박기작업 기록)**

시험말뚝을 포함한 모든 말뚝에 대한 일일보고서를 작성한다.

**1.4.4 말뚝위치도**

말뚝이 시공된 1주일 내에 말뚝설치 위치도를 작성한다. 도면은 설계된 위치와 실제 박힌 위치가 표시되어 두 위치의 오차도 포함되어야 한다.

**1.4.5 말뚝 재하시험 계획서**

시험 1주일 전에 시험말뚝 박기 및 본말뚝 박기에 대한 재하시험 계획서를 작성해야 한다. 여기에는 시험자 및 검토자의 분야 및 자격기준, 독립된 시험기관에 의해 검증된 유압장치, 하중계 및 변위측정기 등의 검증서(2년내)를 포함한다.

**1.4.6 말뚝 박기장비의 운용계획**

말뚝 박기가 시작되기 적어도 1주일 전에 감독자에게 해머와 크레인 등이 포함된 모든 말뚝 박기장비의 상세와 운용계획서를 제출하여 승인을 받아야 한다.

**1.4.7 파동이론분석결과**

공사착수 전에 공사에 투입예정인 모든 말뚝 박기장비를 대상으로 하여 파동이론 분석결과를 작성하여 감독자의 승인을 받아야 한다.

**2. 재료****2.1 H형강말뚝**

KS F 4603 H형강 말뚝의 요건에 합치해야 한다.

## 제 4 장 하부구조

### 2.2 강관말뚝

#### 2.2.1 강관

KS F 4602 및 KS D 3566 강관말뚝의 요건에 합치하고, 명시된 지름과 두께를 가진 것이라야 한다.

#### 2.2.2 철근

이 시방서 3-3의 2에 준한다.

#### 2.2.3 채움콘크리트

이 시방서 3-2의 2에 준한다.

### 2.3 PS콘크리트말뚝

KS F 4303, KS F 4306 및 KS F 4307 등의 요건에 합치하고, 토목공사 표준일반시방서 04410의 해당요건에 준한다.

## 3. 시 공

### 3.1 시공일반

#### 3.1.1 공법적용

기성말뚝기초의 시공은 항타말뚝공법, 내부굴착말뚝공법 및 선굴착공법에 의하는 것으로 하였으나, 작업요인이나 환경조건으로 인하여 다른 공법을 채용 할 경우 그 내용을 충분히 검토한 후 신중히 시공해야 한다.

#### 3.1.2 시공기계 기구의 선정

- (1) 시공기계 기구의 선정에 있어서는 말뚝의 제원, 하중조건, 작업지점의 환경, 지반의 상태, 작업의 안전성 등에 대하여 충분히 검토해야 하며, 설계도서에 표시된 치수와 기능을 만족하도록 해야 한다.
- (2) 말뚝박기 장비는 실 시공에 앞서 동재하시험기를 사용하여 시험시공을 실시하여 말뚝에 걸리는 응력 및 에너지 측정, 지지력 확인을 거친 후 최종적으로 해머를 승인해야 한다.

#### 3.1.3 시험말뚝

##### (1) 관련시방서

토목공사 표준일반시방서 03110에 준한다.

- (2) 시공성이나 시공시의 소음 및 진동영향, 말뚝 설치 종료조건 등을 파악하고 시공 관리에 필요한 자료를 얻기 위하여 공사착수 전에 시험말뚝을 시공해야 한다. 다만 시공지점에서의 말뚝의 시공성이 충분히 파악되어 있는 경우에는 시험말뚝을 생략할 수 있다.

### 3.1.4 운반, 저장 및 검사

- (1) 말뚝의 운반, 쌓기, 저장 등 말뚝의 취급에 있어서는 손상 방지에 유의해야 한다.
- (2) 말뚝의 현장 반입시에는 말뚝의 외관, 형상, 치수 등에 대하여 KS F 4301, KS F 4303, KS F 4306, KS F 4602, KS F 4603에 따라 검사해야 한다.

### 3.1.5 안전관리

- (1) 안전시공을 위하여는 관련법규를 준수해야 한다.
- (2) 임시설비의 중요성과 안전성은 본구조체와 동등하게 해야 하므로 현장여건의 변화로 임시설비를 변경할 시에는 본구조체 변경과 같은 절차로 안전검토를 해야 한다.
- (3) 기초공의 시공은 지하 또는 수면하에서 행해지는 특수성이 있으므로 시공법을 충분히 이해하여 안전성이 확보되도록 해야 한다.

### 3.1.6 재하능력 확인

시공과정 중간에 나타나는 토성 및 계측자료 또는 실제 재하시험을 통해 해당 기초공과 주요 임시설비의 능력을 반드시 확인해야 한다.

### 3.1.7 계측관리

시공 중에는 소음, 진동측정과 지하수위, 수질 및 지반침하, 구조물의 변위 등의 계측이라든지 인접구조물의 거동에 관한 관측을 하는 등 주변에 미치는 환경 변화에 관하여 필요에 따라 조사를 실시해야 한다.

## 3.2 말뚝 작업

### 3.2.1 시공준비

말뚝의 시공에 앞서 설계도서 및 시공계획서에 표시된 내용에 따라서 다음 사항의 준비작업을 해야 한다.

#### (1) 작업지반

사용되는 말뚝박기 기계의 접지압에 충분히 견딜 수 있도록 미리 원지반의 정비를 해 두어야 한다. 원지반이 연약하거나, 수상작업일 경우에는 안전성을 위한 특별한 대책이 강구해야 한다.

## 제 4 장 하부구조

### (2) 말뚝 임시쌓기

현장에서 말뚝을 임시로 쌓아 두는 경우에는 말뚝에 유해한 변형을 주지 않도록 해야 하며 또한, 원지반의 지지력이나 주변의 상황을 고려하여 쌓는 높이를 결정해야 한다.

### (3) 측량

말뚝의 중심위치와 말뚝머리의 높이를 측정하기 위한 기준틀 설치는 현장상황에 의해 변위가 발생되지 않도록 견고하게 설치해야 한다.

### (4) 기계 기구의 점검, 정비

기계 기구 및 부속설비는 작업을 개시하기 전에 취급설명서에 따라서 점검·정비하여 기계가 그 기능을 충분히 발휘할 수 있게 한다.

### (5) 장애물 제거

지중장애물은 제거해야 하고, 영향범위에 있는 지하매설물은 보호 또는 이설해야 한다.

## 3.2.2 말뚝세우기

말뚝은 설계도서 및 시공계획서에 따라 정확하고 안전하게 세워야 한다.

(1) 시공기계는 말뚝이 소정의 위치에 정확하게 설치될 수 있도록 견고한 지반위의 정확한 위치에 설치해야 한다.

(2) 말뚝을 정확하고도 안전하게 세우기 위해서는 정확한 기준틀을 설치하고 중심선 표시를 용이하게 해야 하며, 말뚝을 세운 후 검측은 직교하는 2방향으로부터 해야 한다.

(3) 말뚝의 연직도나 경사도는 1/75 이내로 하고, 말뚝박기후 평면상의 위치가 설계도면의 위치로부터  $D/4$  ( $D$ 는 말뚝의 직경)와 100 mm중 큰값 이상으로 벗어나지 않아야 한다.

## 3.2.3 현장용접 이음

(1) 말뚝의 현장이음은 아크용접 이음으로 하고 용접시는 수동용접기 또는 반자동 용접기를 사용한다.

(2) 현장용접에 있어서는 지식과 경험이 있는 용접시공 관리기술자를 상주시켜야하며, 용접 시공관리기술자는 양호한 용접이 이루어지도록 관리, 지도, 검사해야 한다.

(3) 이음부의 허용오차 등은 KS F 4602에 준해야 하며 상·하 말뚝의 축선은 동일한 직선상에 위치하도록 조합시켜야 한다.

- (4) 용접 완료후 설계도서에 표시된 방법 각각에 대하여 지정된 개소에 대한 검사를 해야한다. 말뚝연결 용접부위 25개소마다 1회 이상 비파괴검사를 KS B 0896의 각 용접부의 초음파탐상 시험방법 및 시험결과의 등급분류방법에 의하여 중급기술자 이상의 자격을 갖춘자가 시행한다.
- (5) 말뚝의 현장용접 이음에 있어서는 용접조건, 용접작업, 검사결과 등을 기록해야 한다.

### 3.2.4 말뚝머리 정리

- (1) 말뚝박기가 완료되면 설계도면에 따라 말뚝머리를 정리해야 한다.
- (2) 말뚝머리 정리시 말뚝본체를 손상시키지 않도록 해야 한다.
- (3) 강관말뚝의 경우 절단하여 발생하는 스크랩(scrap)은 깨끗이 절단하여 지정장소에 운반 정리해야 한다. 이 경우 말뚝 잔여길이가 5 m 이상일 경우에는 이를 가공하여 말뚝이음시 재사용 할 수 있다.

### 3.2.5 시공기록

시공에 있어서 각 말뚝에 대하여 각 작업단계마다 일정 양식에 따라 기록을 해야 한다.

## 3.3 향타말뚝

### 3.3.1 말뚝박기

- (1) 말뚝박기 순서는 공정, 지반조건, 말뚝형상 및 배치, 시공방법과 시공기계, 주변상황등을 종합적으로 고려하여 정해야 한다.
- (2) 경사말뚝의 박기는 말뚝이 어그러지거나 말뚝 본체의 손상이 없도록 해야 하고, 기계의 중심(重心)이동으로 인한 문제 등에 대해 충분히 검토 후 수행해야 한다.

### 3.3.2 말뚝박기 종료

- (1) 설계도상의 말뚝박힘 깊이는 조사지점의 주상도에 의해 추정된 것으로 실제 말뚝 박기에서는 차이가 있을 수 있으므로 시공자료 또는 시험말뚝 결과에서 확인된 자료에 따라 재 산정해야 한다.
- (2) 말뚝종류에 따른 제한 총 타격 횟수 및 박기 종료시의 1 타격당 박힘량은 말뚝과 해머의 손상이 없는 범위에서 설정되어야 한다.

## 제 4 장 하부구조

- (3) 동적 공식에 의한 축방향 지지력 추정은 공식의 신뢰도를 확인한 후 시공관리용 목적으로만 사용해야 한다.
- (4) 지지층에 기복이 있어 목표깊이까지 도달해도 정해진 지지력이 얻어지지 않거나 목표깊이에 도달하기 전에 박기가 곤란하게 되는 경우는 설계조건 및 시공조건을 충분히 검토하여 대처해야 한다.

### 3.4 내부굴착말뚝

#### 3.4.1 굴착 및 침설

말뚝 중공내부를 굴착하면서 말뚝을 침설함에 있어서는 토질성상의 변화나 말뚝의 침설상황을 충분히 관찰하여 말뚝선단부 및 말뚝둘레의 지반이 교란되지 않도록 해야 하며 소정의 깊이까지 침설해야 한다.

#### 3.4.2 굴착토사의 처리

굴착방법에 따라서는 니수를 사용하는 일이 있으므로 배출토사가 제3자 또는 환경오염의 원인이 되지 않도록 조치를 해야하고, 폐기장소 등에 대해서도 사전에 검토하여 배출토사로 인한 문제가 발생되지 않도록 해야 한다.

#### 3.4.3 선단처리

말뚝선단이 소정의 깊이에 도달하면 설계도서에 표시된 방법으로 확실하게 선단처리를 해야 한다.

### 3.5 선굴착말뚝

#### 3.5.1 굴착

말뚝삽입용 구멍의 굴착은 말뚝직경보다 약 30~100 mm 크게 수직이 되도록 하여야 하며, 굴착시 공벽의 붕괴 우려가 있거나 붕괴되는 토질에서는 케이싱을 사용한다. 최종 굴착깊이는 소요지지력을 만족할 수 있도록 결정하되, 이 깊이는 시험시공자료를 바탕으로 확인된 것이어야 한다.

#### 3.5.2 굴착토사의 처리

- (1) 굴착후 배토된 흙은 즉시 제거함으로서 공벽에 유입되는 것을 막고 다음 굴착시 말뚝위치를 명확히 확인 가능하도록 하며 경타기록시 장애가 되지 않도록 한다.
- (2) 굴착방법에 따라서는 니수를 사용하는 일이 있으므로 배출토사가 제3자 또는 환경오염의 원인이 되지 않도록 조치를 해야 하고, 폐기장소 등에 대해서도 사전에 검토하여 배출토사로 인한 문제가 발생되지 않도록 해야 한다.

### 3.5.3 최종 경타

굴착 후 구멍에 안착된 말뚝은 수준기로 수직상태를 확인한 다음 경타용 해머로 두부가 파손되지 않도록 박아서 가능한 말뚝선단이 천공깊이 이상 도달되도록 한다. 이것이 만족스럽지 못할 경우는 시멘트풀의 배합을 부배합으로 하는 방안을 강구한다. 이와 같은 상황의 판단은 시험확인을 통해 결정하도록 한다. 말뚝선단이 소정의 깊이에 도달하면 설계도서에 표시된 방법으로 확실하게 선단처리를 해야 한다.

### 3.6 시공기록

이 시방서 4-3의 3.4에 준한다.

### 3.7 재하시험

- (1) 말뚝재하시험에는 압축시험, 인발시험 및 횡방향 재하시험이 있다.
- (2) 말뚝재하시험을 실시하는 방법으로는 정재하시험 방법과 동재하시험 방법이 있다.
- (3) 말뚝재하시험을 실시하는 목적은 말뚝의 지지력 및 변위량, 건전도, 시공방법 및 시공장비의 적합성, 부주면 마찰력, 하중전이 특성 등을 전부 또는 필요에 따라 부분적으로 파악하기 위한 것이다.
- (4) 말뚝재하시험은 시험이 목적에 따라 시험횟수, 시험방법, 시험실시 시기 등을 충분히 검토하여 계획해야 한다. 이에 대한 상세는 구조물기초설계기준 및 해설(2003)의 해당요건에 준한다.

## 4-5 현장타설 콘크리트말뚝기초

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

- 1.1.1 지반에 구멍을 뚫고 그 구멍 속에 철근 및 콘크리트를 넣어 지중에서 양생 제작하는 말뚝으로 시공법에 따라 케이싱박기공 현장말뚝(driven cast-in-place pile)과 RCD공법 (reverse circulation drill method), 오거드릴공법(auger drill method)을 기본으로 한다.
- 1.1.2 소음 및 진동 문제로 인해 항타말뚝으로 시공하기 어렵거나 상부구조물의 대형화에 따라 대구경 또는 대심도 말뚝이 필요할 때 채택한다.
- 1.1.3 현장타설 콘크리트말뚝은 그 시공법이 다양하고 각 공법마다 특허로 되어 있는 경우가 많고, 명칭도 다양하여 실제 현장에 적용함에 있어서는 적합한 공법인지 신중히 검토해야 한다.

#### 1.2 관련시방서 및 기준

- 1.2.1 토목공사 표준일반시방서 03210, 04310 및 04320
- 1.2.2 이 시방서 3-2 및 3-3
- 1.2.3 도로교 설계기준
- 1.2.4 구조물기초설계기준

#### 1.3 참조규격

- 1.3.1 한국산업규격

#### 1.4 제출자료

- 1.4.1 시공계획서  
이 시방서 4-4의 1.4.1에 준한다.
- 1.4.2 공사보고서  
공사계획 및 진도, 현장작업원 목록, 자재반입, 지시사항 협의 및 조정내용, 소요 장비의 투입현황 등을 기재한 공사보고서를 작성한다.

## 2. 재 료

### 2.1 콘크리트 재료 및 배합

2.1.1 이 시방서 3-2의 2.에 준한다.

2.1.2 토목공사 표준일반시방서 04320의 2.1에 준한다.

## 3. 시 공

### 3.1 시공일반

#### 3.1.1 시공준비

- (1) 관련되는 시공기계의 안전한 설치 및 작업의 안전성 확보를 위해 작업지반을 정비해야 한다.
- (2) 각 공법마다 본체 점유면적 이외에 크레인차, 굴착토사의 반출차, 트럭믹서의 진입이나 출로의 면적, 케이싱 튜브의 적치장 등의 부지를 확보해야 한다.
- (3) 현황측량을 실시하여 말뚝의 평면위치와 표고를 명확히 하고 시공 중에 용이하게 검측할 수 있도록 수준점과 점검말뚝을 설치하도록 한다.

#### 3.1.2 시공기계 기구의 선정

시공기계 기구의 선정에 있어서는 말뚝의 제원, 작업지점의 환경, 지반의 상태, 작업의 안전성 등에 대하여 충분한 검토를 하고, 설계도서에 표시된 치수와 기능을 만족하도록 기계 기구를 선정해야하며, 정비와 점검을 하여 원활한 작업이 연속적으로 유지되도록 한다. 또한 굴착중 공내수의 관리, 공바닥슬라임, 공내수나 굴착토의 처리 등에 대해서는 말뚝이 갖는 기능이나 시공여건 등을 고려하여 적합한 방법을 선정해야 한다.

#### 3.1.3 시험말뚝

공사착수 전에 시험말뚝을 시공하는 것을 원칙으로 한다. 다만 시공지점에 대해 말뚝의 시공성이 충분히 파악되어 있는 경우는 시험말뚝의 시공을 생략할 수도 있다. 시험말뚝을 통해 공내수의 비중, 굴착속도, 보일링 및 히빙여부, 용수량, 스탠드파이프의 길이, 슬라임 제거, 굴착깊이 등 본 공사를 위한 자료를 파악하여 활용되도록 한다.

### 3.2 굴착

#### 3.2.1 공통사항

- (1) 굴착은 항상 연직을 유지해야 한다.
- (2) 지질에 적합한 속도로 굴착해야 한다.
- (3) 소정의 깊이까지 확실하게 굴착해야 한다.
- (4) 인접한 구조물이나 이미 시공 완료된 말뚝에 나쁜 영향이 미치지 않도록 해야 한다.
- (5) 굴착토사와 공내수는 공사에 나쁜 영향을 미치지 않도록 적절한 방법으로 처리해야 한다.

#### 3.2.2 케이싱박기공 현장말뚝

- (1) 최초에 설치되는 케이싱튜브의 압입방향이 연직도를 결정하는 중요한 요인이 되므로 짧은 것을 사용하지 않아야 한다.
- (2) 중간층이나 지지층 등에서 케이싱튜브의 관입을 용이하게 하기 위하여 먼저 굴착해두는 경우를 제외하고는 해머그라브와 케이싱튜브 날끝은 거의 같은 깊이를 유지하면서 굴착해야 한다.

#### 3.2.3 RCD 공법 및 오거드릴공법

연직성 유지를 위해 굴착로트 등에 대해 직교 2방향으로 측량을 하며 경연(硬軟)이 있는 지층, 단단한 지층은 굴착속도를 다소 느리게 하며 안정기나 웨이트(weight)의 부착을 고려해야 한다.

### 3.3 공벽의 붕괴방지

#### 3.3.1 공통사항

굴착기계의 종류, 지반조건 및 시공내용에 따라 공 전체에 케이싱을 박고 콘크리트를 타설하면서 케이싱을 뽑아내는 케이싱박기공 현장말뚝이나, 공속에 니수를 넣어 수압에 의해 공벽을 보호하고 지표면 근처에는 케이싱을 박는 슬러리공법 등으로 공벽의 붕괴를 방지하도록 한다.

#### 3.3.2 케이싱박기공 현장말뚝

- (1) 케이싱튜브는 이중관을 사용하도록 하며, 부득이 단일관을 사용하는 경우에는 작업시의 상황에 충분히 견딜 수 있는 안전성과 강성을 갖는 것을 사용해야 한다.
- (2) 케이싱튜브의 조립은 일반적으로 공저로부터 길이 6 m인 규격품으로 된 것을 잇

고 상부에서 짧은 치수의 것을 잇는 것이 원칙이다.

- (3) 지반조사 과정에서 피압수의 존재가 확인되면 이 지반은 굴착도중에 보일링이 발생할 수 있으므로 공속에 물을 넣어 공 밖의 수두와 균형을 이루도록 해야 한다.

### 3.3.3 RCD 공법

- (1) 스탠드파이프는 유해한 변형이 생기지 않는 강성이 있는 것을 사용해야 한다.
- (2) 스탠드파이프의 설치시 파이프 주변지반의 교란을 방지하기 위하여 1회의 작업으로 확실하게 완료해야 하며, 지반에 따라서는 설치후의 방치시간이 지수성(止水性) 향상을 위하여 필요한 경우도 있으므로 이에 대해서는 신중한 배려가 있어야 한다.
- (3) 스탠드파이프의 길이는 지반이나 지하수의 상황과 밀접한 관계가 있으므로 시험말뚝의 결과를 참고로 하여 결정해야 한다.
- (4) 굴착중에 공내수위를 바깥 수위보다 저하시켜서는 안된다.
- (가) 지하수위가 공저보다 낮은 경우에는 공벽은 케이싱튜브에 의하여 보호되므로 굴착깊이와 튜브 하단 위치와의 관계를 엄수하면서 굴착해야 한다.
- (나) 지하수위가 높은 경우에는 그 수위 이상으로 공내수위를 유지하여 보일링 발생을 방지해야 한다.

### 3.3.4 오거드릴공법

- (1) 이 공법은 안정액에 의하여 공벽의 붕괴를 방지하면서 굴착해야 한다.
- (2) 지표근처에서 붕괴의 위험이 있는 지반에 대해서는 케이싱을 삽입해야 한다.
- (3) 굴착중에 공내수위를 바깥 수위보다 저하시켜서는 안 된다.
- (가) 공벽의 붕괴 방지를 위하여 바깥 수위보다 2 m정도 높은 공내수위를 유지시킬 때 지하수위가 지표면으로부터 2 m이상의 경우와 2 gm이내에 위치할 경우로 구분하여 스탠드파이프의 길이에 대해서는 신중한 배려를 해야 한다.
- (나) 굴착중 투수에 따른 급격한 공내수위의 저하나, 압력을 동반하는 지하수 공급에 의한 공내수위의 상승 등 수위의 변화에 대응 가능한 설비를 비치하여 적절한 공내수위를 유지해야 한다.
- (다) 굴착중에는 중간 불투수층을 뚫고 순간적으로 수위가 변동하는 등 긴급한 사태가 발생할 우려가 있는 경우에는 그에 대처할 수 있는 급수설비를 비치해야 한다.

### 3.4 말뚝설치

#### 3.4.1 공바닥 처리

- (1) 공간에 슬라임이 많이 퇴적하면 시공이 완료된 후 말뚝의 선단지지력이 저하되므로 굴착 중에는 슬러리 농도를 잘 관리하여 슬라임이 많이 생기지 않도록 하고 콘크리트를 타설 전에는 슬라임을 제거해야 한다.
- (2) 슬라임 처리방법은 에어리프트방식, 수중펌프방식과 흡입펌프방식 등이 있으며 현장여건을 고려하여 효과적인 것을 선정해야 한다.

#### 3.4.2 철근설치

- (1) 철근의 가공 및 조립은 설계도서에 따라야 하며 견고하도록 해야 한다.
- (2) 철근의 세워넣기 중에는 연직도와 위치를 정확히 유지해야 하고, RCD공법이나 어스드릴공법에서는 공벽에 접촉하여 토사의 붕괴를 일으키지 않도록 주의하여 굴착공 내에 강하시켜야 한다.
- (3) 철근을 세워 넣는 중이나 넣은 후 비틀림, 휨, 좌굴탈락 등을 방지해야 한다.
- (4) 철근망태의 매달아 넣기는 철물로 철근망태 상단의 조립용 띠철근을 매어 연직성을 유지하면서 흔들리는 것을 방지해야 한다.
- (5) 철근망태에는 반드시 스페이서를 붙여서 소정의 덮개를 확보해야 한다. 스페이서는 철근망태 삽입시에 떨어져 나가거나 공벽을 짚는 일이 없는 형상이어야 한다.
- (6) 콘크리트 타설 및 케이싱 인발시 철근망태의 부상을 방지하기 위하여 방석철근을 하단부에 배열하거나 기타방법을 강구해야 한다.
- (7) 해양환경에 설치되는 말뚝의 철근은 KS D 3504에 적합하게 도막된 철근 사용 등으로 부식에 대한 고려가 있어야 한다.

#### 3.4.3 콘크리트타설

- (1) 현장타설 콘크리트말뚝의 콘크리트타설은 수중콘크리트에 의하는 것이 일반적으로 수중에서 콘크리트를 타설하여야 하는 경우에는 승인을 받은 트레미방법으로 연속성 있게 타설해야 한다.
- (2) 콘크리트의 유출시에 타설면 부근의 레이탄스 및 밀고 올라가는 공바닥 침전물 등의 혼입을 막기 위하여 트레미를 굴착공의 중심에 설치하고 유출단은 콘크리트 속에 항상 2 m이상 묻혀 있어야 한다.
- (3) 케이싱튜브 하단을 콘크리트타설 면으로부터 올리면 공벽토사가 붕괴되어 콘크리트 속으로 혼입되는 일이 있으므로 케이싱튜브 하단은 콘크리트 상면으로부터 2

m이상 내려두어야 한다.

- (4) 콘크리트 타설량 및 타설높이는 항상 정확히 계측해야 한다.
- (5) 말뚝머리에 대해서는 콘크리트의 품질이 저하된 부분을 예측하여 여유 있게 타설하고, 굳은 후에 설계높이까지 깨 내야 한다.
- (6) 타설한 콘크리트의 양생에 주의하고 해로운 영향이 주어지지 않도록 해야 한다.
- (7) 콘크리트의 수화열이 문제가 될만한 지름의 말뚝에 대해서는 수화열 검토를 할 필요가 있다.

#### 3.4.4 품질검사

현장타설 콘크리트말뚝기초는 물이 있는 지중에서 시행되는 것이 일반적이므로 시공완료 후 품질에 대한 검사가 필요하며, 검사방법은 다음 중에서 필요에 따라 일부 또는 전부를 실시해야 한다.

- (1) 시편채취에 의한 직접검사방법
- (2) 초음파 탐사에 의한 간접검사방법
- (3) 탄성과 탐사에 의한 간접검사방법
- (4) 말뚝재하시험에 의한 방법
- (5) 기타 지내력 확인시험 방법

#### 3.5 재하시험

- (1) 말뚝재하시험에는 압축시험, 인발시험 및 횡방향 재하시험이 있다.
- (2) 말뚝재하시험을 실시하는 방법으로는 정재하시험 방법과 동재하시험 방법이 있다.
- (3) 말뚝재하시험을 실시하는 목적은 말뚝의 지지력 및 변위량, 건전도, 시공방법 및 시공장비의 적합성, 부주면 마찰력, 하중전이 특성 등을 전부 또는 필요에 따라 부분적으로 파악하기 위한 것이다.
- (4) 말뚝재하시험은 시험이 목적에 따라 시험횟수, 시험방법, 시험실시 시기 등을 충분히 검토하여 계획해야 한다. 이에 대한 상세는 구조물기초설계기준 및 해설(2003)의 해당요건에 준한다.

## 4-6 케이슨기초

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

- 1.1.1 케이슨기초는 공기케이슨(pneumatic caisson)과 오픈케이슨(open caisson)으로 대별되는데 도로교의 기초로서 일반적으로 사용되고 있는 이 2종의 케이슨에 대하여 규정한다.
- 1.1.2 공기케이슨 기초공법은 지상작업과 함께 압축공기 상태에 있는 작업실내에서 건조(dry) 상태로 굴착을 하며, 오픈케이슨 공법은 지상에서 수중굴착을 주 작업으로 하는 것으로 이 두 공법 모두 공종은 본체의 구축, 굴착 침설의 반복작업으로 동일하다.

#### 1.2 관련시방서 및 기준

- 1.2.1 토목공사 표준일반시방서 04210, 04310 및 04320
- 1.2.2 이 시방서 3-2절 및 3-3절
- 1.2.3 도로교 설계기준
- 1.2.4 구조물기초설계기준

#### 1.3 참조규격

- 1.3.1 한국산업규격

#### 1.4 제출자료

- 1.4.1 시공계획서  
이 시방서 4-4의 1.4.1에 준한다.
- 1.4.2 공사보고서  
이 시방서 4-5의 1.4.2에 준한다.

### 2. 재 료

#### 2.1 콘트리트 재료 및 배합

- 2.1.1 이 시방서 3-2의 2에 준한다.

2.1.2 토목공사 표준일반시방서 04320의 2.1에 준한다.

## 2.2 철근

2.2.1 이 시방서 3-3의 2에 준한다.

## 2.3 강판재와 용접

토목공사 표준일반시방서 05110의 2.1 및 05210의 2.1에 준한다.

# 3. 시 공

## 3.1 시공일반

### 3.1.1 시공준비 및 자료검토

케이슨의 시공계획 수립에 있어 다음에 열거한 자료를 조사·수집하고, 면밀히 검토하여 최적의 공사가 되도록 해야 한다.

- (1) 공사내용 및 현장의 개황
- (2) 설계 및 시공자료
- (3) 자연조건 : 지층구조, 지하수, 기상, 홍수위, 설치 위치의 수심, 조류 하상재료
- (4) 현장설비 및 준비자료 : 공사용지(工事用地), 공사용 자재, 운반관계
- (5) 공사비 분석자료, 기계기구, 전력, 전력설비
- (6) 시험케이슨 제작 및 시험 침하계획

### 3.1.2 시공기계 기구의 선정

본체의 구축, 굴착, 침설 중 굴착과 침설에 대해서는 특수한 기계 기구를 필요로 한다. 따라서 시공기계 기구선정에 있어서는 케이슨 기초의 제원, 시공기수(基數)와 그 배치, 지반의 상태, 공사기간, 작업지점의 환경, 작업의 안전성 등 시공에 관한 제조건을 충분히 검토하고, 설계도서상의 치수와 기능을 만족할 수 있도록 해야 한다.

## 3.2 공기케이슨 공법

### 3.2.1 시공장비

- (1) 본체의 구축, 굴착, 침설 등 기본 작업 중, 지상작업에 더하여 압축공기 상태에 있는 작업실 내 건조상태에서 굴착을 원칙으로 한다. 따라서 본 공법에서는 송기(送氣), 의장(艤裝), 굴착 및 통신수단 등의 설비가 주된 대상이 된다.

## 제 4 장 하부구조

- (2) 시공을 위한 일반적인 장비로는 안전용 설비, 시공관리용 설비, 작업대, 운반설비, 콘크리트타설 장비, 동력설비, 조명 및 급수시설, 굴착 및 침설설비, 송기설비, 의장설비 등이 있으나 시공규모나 현장여건에 따라 제외되거나 다른 특수한 장비가 추가 될 수 있다.

### 3.2.2 주요 임시설비 계획

케이슨의 임시설비는 시공계획서에 의거 확실하게 설치할 것이며, 시공 중에는 항상 점검과 보수를 시행하여, 안전시공에 만전을 기해야 한다. 더욱이 케이슨 공법은 신속한 시공을 요하고 작업상 상당한 위험이 따르므로 현장설비의 용량 및 안전도에 있어 충분한 여유를 확보해야 한다.

#### (1) 가교 및 작업대

하천 양안을 연결하는 접근로 및 작업대는 그 구조형상, 제원 및 재질 등에 대하여는 공사기간 중 예상할 수 있는 각종 하중 및 외력에 대하여 충분히 안전하도록 계획하여야 하며 사전에 감독자의 승인을 얻어야 한다.

#### (2) 콘크리트설비

케이슨의 침설작업은 통상 주야로 계속되므로 콘크리트 작업도 이와 병행하여 시행될 수 있도록 콘크리트의 생산, 운반 및 타설장비를 준비해야 한다. 콘크리트의 품질, 운반, 타설 등은 콘크리트 표준시방서에 따른다.

#### (3) 전력, 조명, 급수설비

#### (4) 송기설비

송기설비는 공기압축기, 공기냉각장치, 공기청정장치, 공기조 및 송기 본관으로 구성된다.

#### (5) 굴착설비

굴착설비는 일반적으로 크레인을 설치하고 있으며 크레인은 굴착작업 뿐만 아니라 의장, 콘크리트타설, 거푸집제거, 기타 재료의 운반 등 여러 용도로 사용되기 때문에 굴착작업에 지장이 없도록 계획해야 한다.

#### (6) 구급, 보안설비

실내압( $100 \text{ kN/m}^2$ )이상의 공기케이슨을 시공하는 공사장에서는 필히 호스피탈 록크(hospital lock)를 설치하되 케이슨의 크기나 수효에 따라 1기 이상을 설치해야 한다. 호스피탈 록크의 조작은 고압작업 안전규칙에 의해야만 한다.

### 3.2.3 케이슨거치

- (1) 케이슨의 거치는 본체, 거푸집, 동바리 등의 중량을 충분히 지지할 수 있고, 초기의 침설이 안전하게 이루어질 수 있는 지반에서 행해져야 한다.
- (2) 케이슨거치는 육상공법, 축도공법, 수중공법 등이 있는데 시공조건, 수심 및 콘크리트 중량 등을 검토한 후 적절한 공법을 선정하도록 한다.

### 3.2.4 날끝

- (1) 케이슨의 날끝(shoe)은 설계도 및 시공계획서에 따라 정확히 시공해야 한다.
- (2) 날끝 쇠붙이의 제작은 이 시방서 제2장 강교에 준한다.
- (3) 날끝 쇠붙이를 현장용접 할 때에는 변형이 가급적 작은 용접방법을 채택해야 한다.

### 3.2.5 동바리

- (1) 동바리의 구조는 날끝 및 작업실 천정슬래브를 구축할 때의 전 하중에 대하여 충분히 견고한 것이어야 한다.
- (2) 동바리를 거치하는 지반은 동바리, 날끝 및 작업실 천정슬래브 등의 자중에 대하여 안전하게 지지할 수 있도록 지반의 지지력이 확보되어야 한다.
- (3) 동바리 해체에 있어서는 콘크리트의 강도를 검토하여 구조물에 악영향을 미치지 않도록 주의해야 한다. 동바리를 해체해도 좋은 시기의 콘크리트 압축강도와 콘크리트 타설 후 동바리 존치 기간 등은 콘크리트 표준시방서 규정에 준한다.

### 3.2.6 본체의 제작

케이슨 본체의 제작은 작업실, 본체 및 구체와의 접속부 등으로서, 의장 및 가설 작업과의 조합으로 이루어지는데, 전 공정을 통하여 안전하면서도 원활한 시공이 가능하도록 계획되어야 한다. 철근콘크리트에 의한 본체 제작의 경우 주요공종은 거푸집의 조립, 철근의 가공이나 조립, 그리고 콘크리트의 타설 및 양생 등으로 이들 작업은 콘크리트 표준시방서 규정에 준한다.

### 3.2.7 의장

공기케이슨 공법에 있어서 케이슨을 지하수위까지 침설한 후 그 이하의 굴착 및 침설에 필요한 일체의 장치를 설치하는 것을 의장(艤裝)이라 하며 록크, 샤프트, 송기관, 배기관, 배선관 등의 모든 설비는 설계도서에 의거 정확하게 설치되어야 하며, 일상 정비점검을 하도록 한다. 또한, 의장의 철거는 시공계획서에 의거 확실하게 시행되어야 한다.

### 3.2.8 굴착 및 침설

## 제 4 장 하부구조

- (1) 굴착은 시공상황, 지질의 상태 등에 따라 침하관계도를 적절히 수정해 가면서 행하고, 케이슨 경사, 이동 및 회전에 주의함과 동시에 급격한 침하를 피해야 한다.
- (2) 발파에 의한 암반 절취시에는 안전대책이 강구되어야 하고 케이슨에 손상이 가지 않도록 해야 한다.
- (3) 침설은 케이슨 자중, 적재하중, 마찰저항의 감소 등에 의해 행해지는 것을 원칙으로 한다. 부득이 감압(減壓)침하를 병용할 경우에는, 케이슨 본체의 안정성과 작업원의 대피를 확인하고, 재차 인접구조물에 미칠 영향 등을 충분히 검토해야 한다.

### 3.2.9 마찰력의 감소

케이슨 침설시 침하에 대한 저항이 클 것으로 예상되는 경우 본체 외벽면과 지반 사이의 마찰력 감소의 방법으로 가장 일반적인 것은 케이슨 날끝부에 설치되는 50~100 mm의 마찰끊기(friction cut)이며 케이슨의 형상, 치수 및 토질의 성질에 따라 다른 방법을 병용하여 원활한 침하를 도모하는 방안을 공사착수 전에 검토할 필요가 있다.

### 3.2.10 기초지지력 및 변형특성의 평가

공기케이슨이 소정의 깊이에 도달하게 되면 지반의 지지력과 지반반력계수를 확인하기 위하여 작업실 천정슬래브를 이용하여 평판재하시험을 실시해야 한다. 재하시험의 방법은 케이슨 작업실내라는 환경을 고려하여, 다(多)사이클 방식에 의한 급속재하시험을 원칙으로 한다. 지반공학적 측면에서 평판재하시험외에 공내재하시험에 의한 평가도 가능하다.

### 3.2.11 속채움 콘크리트타설

속채움콘크리트(sealing concrete)의 시공에 있어서는 먼저 케이슨 바닥면에 돌출한 부분을 다듬어 고르고, 굴착시 완료되어 있는 토사나 암벼력을 완전히 제거하고 작업실내를 청소한 다음, 실내의 기압을 관리해 가면서 작업에 적당한 위커빌리티의 콘크리트를 사용하여 실내를 충전해야 한다.

### 3.2.12 상부슬래브

케이슨의 상부슬래브는 작용하는 하중이 케이슨 본체에 확실히 전달될 수 있도록 시공해야 한다.

### 3.2.13 가설토류벽 및 차수벽

- (1) 가설토류벽 및 차수벽은 소요의 차수성을 가짐과 동시에 케이슨 침설중의 토압과 수압 등 외력에 대하여 변형되거나 파손되지 않는 견고한 구조이어야 한다.

- (2) 구조물이 완료된 후 가설구조물이 본 구조물의 안전이나 주변환경에 영향을 미칠 수 있는 경우에는 가설구조물을 반드시 철거해야 한다.

#### 3.2.14 시공기록

- (1) 이 시방서 4-3의 3.4를 참조하여 작성하도록 한다.
- (2) 공사기간중의 공사현황을 각 단계별로 사진 또는 비디오 촬영으로 기록을 남기고, 후일의 증거 또는 참고자료로 보관해야 한다.
- (3) 케이슨기초의 시공완료 후 설치된 상태의 위치, 경사 및 제치수를 실측하고 철근 배근이나 철제류 등의 제작도, 설치도 등을 표기한 준공도면을 작성해야 한다. 이외에 공사단계별로 채택된 단계별 시공도, 각종 가시설의 시공도도 기록으로 보관해야 한다.
- (4) 품질관리 계획 및 이행성과 또는 성적서는 공종별로 분류, 유지해야 한다.

### 3.3 오픈케이슨 공법

#### 3.3.1 공법적용

오픈케이슨은 연약한 점토, 실트, 모래 또는 자갈층 등 어느 지반에서나 그 내부로부터 흙을 퍼 올림으로써 침설시킬 수 있으나 전석이나 호박돌이 섞인 지층에는 부적당하다. 또 지지암반이 경사져 있든가 불규칙한 경우에는 케이슨이 암반에 도달한 후에 기울어질 우려가 있으므로 오픈케이슨 공법적용에 있어서는 침설에 특히 유의해야 한다.

#### 3.3.2 주요 임시설비 계획

이 시방서 4-6의 3.2.2에 준한다.

#### 3.3.3 케이슨거치

오픈케이슨 공법의 경우는 케이슨 침설을 개시하면 공기케이슨과는 달리 작업기압에 의한 양압력이 없기 때문에 급격한 침하나 경사가 발생할 우려가 있다. 따라서 이에 대한 사전 예방대책을 마련해야 한다.

#### 3.3.4 날끝

이 시방서 4-6의 3.2.4에 준한다.

#### 3.3.5 본체의 제작

케이슨 본체는 시공상의 모든 조건을 감안하여 그의 치수, 기능을 만족할 수 있도록 시공해야 한다.

## 제 4 장 하부구조

### 3.3.6 굴착 및 침설

이 시방서 4-6의 3.2.8에 준한다.

### 3.3.7 마찰력의 감소

이 시방서 4-6의 3.2.9에 준한다.

### 3.3.8 기초지반 검사

기초지반으로 예상되는 지층은 단단한 토사층 또는 기반암층이다. 따라서 토사층 일 때에는 지지력시험과 세굴에 대한 검토가 시행되어야 하고, 기반암층 일 때에는 다음과 같은 방법에 따라 기초지반의 안정성을 확인해야 한다.

- (1) 육안관찰에 의한 암반특성 검사
- (2) 시료채취에 의한 암반의 강도측정
- (3) 사진촬영에 의한 간접검사
- (4) 기타방법에 의한 기초바닥면 검사

### 3.3.9 저면슬래브

- (1) 케이슨 침하 완료 후 날끝 내면이나 칸막이 선단부 등에 부착된 흙을 사수(射水) 등을 이용하여 제거하고, 먼저 타설한 바닥 콘크리트사이에 잡물이 혼입되지 않도록 해야 한다.
- (2) 육상으로 굴착하는 경우를 제외하고, 케이슨 내의 수위에 변동이 없는지를 확인한 후 수중콘크리트를 타설해야 한다.
- (3) 콘크리트타설은 트레미 또는 콘크리트펌프를 사용하는 것을 원칙으로 하고 수중콘크리트는 반드시 연속적으로 타설하여야 하며, 시멘트 풀의 유출을 방지하기 위해 관의 선단은 늘 콘크리트 내에 관입된 상태로 두어야 한다. 또 콘크리트의 타설 중에는 콘크리트량과 타설 높이를 항상 계측하면서 시공한다.
- (4) 바닥슬래브 콘크리트를 타설한 후 바닥 슬래브의 상면에 철근콘크리트 슬래브를 구축할 목적으로 케이슨내의 담수(湛水)를 배제하는 일이 있는데, 지하수의 양압력에 의한 바닥 슬래브의 파괴나 케이슨 본체의 균열발생 등, 심한 경우는 기초의 목적을 벗어나는 결과를 초래할 수도 있으므로 케이슨내의 담수를 배제할 때에는 신중하게 검토해야 한다.

### 3.3.10 상부슬래브

이 시방서 4-6의 3.2.12에 준한다.

### 3.3.11 가설토류벽 및 차수벽

이 시방서 4-6의 3.2.13에 준한다.

3.3.12 시공기록

이 시방서 4-6의 3.2.14에 준한다.

## 4-7 강관 널말뚝기초

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

- (1) 강관 널말뚝기초의 시공은 원칙적으로 박기공법에 의하는 것으로 한다. 박기공법 이외의 공법을 채용하는 경우에는 그 내용을 충분히 이해하여 별도로 검토한 후 시공해야 한다.
- (2) 강관에 용접으로 이음금속을 붙여 서로 연결하여 널말뚝을 구성하므로써 강 널말뚝의 특징을 갖고 있을 뿐만 아니라 강 널말뚝에 비해 단면계수가 커 수평저항력이 크고, 강관말뚝의 특징인 연직지지력도 크게 받을 수 있다.

#### 1.2 관련시방서 및 기준

이 시방서 4-4의 1.2에 준한다

#### 1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격

#### 1.4 제출자료

이 시방서 4-4의 1.4에 준한다.

### 2. 재료

이 시방서 4-4의 2.1 및 2.2에 준한다.

### 3. 시공

#### 3.1 시공일반

##### 3.1.1 시공기계 기구의 선정

- (1) 이 시방서 4-4의 3.1.2에 준한다.
- (2) 해머의 선정시 박기 중에 강관 널말뚝의 이동이나 회전에 따라 이웃한 강관말뚝 상호간의 이음관의 영향에 의하여 박힘저항이 커지는 것을 고려해야 한다.

### 3.1.2 시험시공

강관 널말뚝의 시공에 있어서는 지지층의 확인, 말뚝박기 마감위치의 박힌량, 시공기계의 적부나 시공정도 등 시공관리상 필요한 자료를 얻기 위하여 시험시공을 하는 것을 원칙으로 한다. 시험시공은 기초마다 최초에 지지층에 이르는 강관 널말뚝으로 실시하는 것으로 하나, 지지층의 상황에 따라서는 기초 1기 마다 몇개의 시험시공을 하는 것이 좋다. 다만 시공지점에 있어서의 강관 널말뚝의 시공성이 충분히 파악되어 있는 경우는 시험시공을 생략할 수 있다.

### 3.1.3 운반, 저장 및 검사

- (1) 이 시방서 4-4의 3.1.4에 준한다.
- (2) 검사는 KS F 4605에 준한다.

## 3.2 말뚝작업

### 3.2.1 유도재의 설치

구조물의 안정성에 영향을 주는 박기 정밀도의 확보와 시공성의 향상을 목적으로 박기방법에 알맞는 형상으로 필요한 강도를 갖는 유도재를 설치하여 시공하는 것으로 한다. 일반적으로 유도재는 정규재로서 유도거푸집과 이를 지지하는 유도말뚝으로 구성된다. 유도재는 H형강 등을 사용하되 강관 널말뚝의 치수, 동바리로서의 강도, 지반의 강도, 유도말뚝의 돌출길이 및 반복사용의 유무 등을 고려하여 그 치수 및 형상을 결정한다.

### 3.2.2 말뚝세우기 및 박기 끝마감

- (1) 이 시방서 4-4의 3.2.1 및 3.2.2에 준한다.
- (2) 강관 널말뚝의 세우기에는 진동해머 사용을 원칙으로 하고, 세우기에 있어서는 유도거푸집의 표시위치에 강관 널말뚝을 설치하고 직교하는 2방향으로부터 연직성을 확인하면서 세워 넣는다. 강관 널말뚝을 세워 넣는 위치가 어긋나거나 경사지는 경우에는 강관 널말뚝을 뽑아내어 재차 세워 넣어야 한다.
- (3) 강관 널말뚝은 설계도서 혹은 시험시공의 결과 확인된 박힌 깊이에서 박기 끝마감을 하는 것을 원칙으로 한다.

### 3.2.3 현장용접 이음

- (1) 이 시방서 4-4의 3.2.3에 준한다.
- (2) 강관 널말뚝은 이음관과 방향성을 가지고 있어 상하의 강관 널말뚝이 어그러지는 경우 수정이 어려우므로 현장 용접에 있어서도 각 시공단계에 있어서 충분한 시공

## 제 4 장 하부구조

관리가 필요하다.

### 3.2.4 속채움 콘크리트 및 이음관의 처리

- (1) 가물막이 겸용방식의 경우 상부 슬래브 결합부 부근의 강관 널말뚝 본체를 보강하기 위하여 속채움 콘크리트를 타설하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 강관 널말뚝 우물통부의 강성을 확보하기 위해서 이음관 내부의 토사를 워터젯트 등을 이용하여 배제한 후 이음관 전장에 걸쳐서 모르터를 채우는 것을 원칙으로 한다.

### 3.2.5 가물막이의 시공

가물막이 겸용방식에서 가물막이 부분의 시공은 설계도서 및 시공계획서에 표시된 시공방법 및 시공순서대로 가물막이내의 굴착, 동바리의 설치 및 밑바닥 콘크리트 타설을 해야 한다.

### 3.2.6 상부슬래브 결합부 및 상부슬래브

상부슬래브와 강관 널말뚝과의 결합부 및 상부슬래브는 상부슬래브에 작용하는 하중이 강관 널말뚝에 확실하게 전달되도록 시공해야 한다.

### 3.2.7 동바리 및 가물막이 강관 널말뚝의 철거

가물막이 겸용방식의 경우 상부 슬래브, 구체 완성 후 동바리 및 가물막이 부분의 강관 널말뚝을 설계도서 및 시공계획서에 표시된 시공방법, 시공순서에 따라 철거해야 한다.

### 3.2.8 시공기록

시공에 있어서는 각 강관 널말뚝에 대해서 각 작업단계마다 일정양식에 따라 기록을 해야 한다.

## 4-8 토류구조물

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

토류구조물로 시공되는 콘크리트옹벽, 철근콘크리트옹벽, 석조 중력식옹벽, 널 말뚝벽과 엄지말뚝 토류판벽, 그리고 보강토옹벽에 대한 시공에 적용한다. 여기서 널 말뚝벽과 엄지말뚝 토류판벽은 일반적으로 가설 토류구조물로 설치되는 것으로 한다.

#### 1.2 관련시방서 및 기준

1.2.1 콘크리트옹벽 및 철근콘크리트옹벽은 다음의 시방서에 준한다.

- (1) 토목공사 표준일반시방서 04310 및 04320
- (2) 콘크리트 표준시방서

1.2.2 널 말뚝벽과 엄지말뚝벽은 다음의 시방서에 준한다.

- (1) 이 시방서 4-4절
- (2) 토목공사 표준일반시방서 05210
- (3) 구조물 기초설계기준

1.2.3 석조 중력식옹벽 및 보강토옹벽은 전문시방서 또는 공사시방서에 준한다.

#### 1.3 참조규격

1.3.1 한국산업규격

#### 1.4 제출자료

이 시방서 4-3의 1.4에 준한다.

### 2. 재료

#### 2.1 옹벽

이 시방서 4-5의 2.1 및 2.2에 준한다.

#### 2.2 가설토류벽

## 제 4 장 하부구조

이 시방서 4-4의 2.1 및 4-6의 2.3에 준한다.

### 2.3 보강토옹벽

#### 2.3.1 보강재 및 뒤채움 재료

- (1) 보강토옹벽용 보강재는 인장강도, 변형율, 마찰계수 및 내구성이 설계조건에 만족되어야 한다.
- (2) 보강토옹벽은 뒤채움 흙과 보강재 사이의 마찰저항 효과를 전제로 하는 토류구조물이므로 소정의 내부마찰각을 갖는 사질토를 뒤채움 재료로 사용해야 한다.

### 2.4 그라운드앵커

- 2.4.1 강판재와 용접은 이 시방서 4-4의 3.2.3 및 토목공사 표준일반시방서 05110과 05210에 준한다.
- 2.4.2 토목공사 표준일반시방서 04310에 준한다.

## 3. 시공

### 3.1 옹벽

- 3.1.1 이 시방서 4-4의 1.4.1에 준하여 시공계획서를 수립하여 시공에 임해야 한다.
- 3.1.2 설계도서에 따라 기초지반을 굴착하고 면정리를 하며, 지반조건이 설계시 가정한 조건과 다를 경우에는 지반개량 또는 기초처리에 대한 검토를 한다.

### 3.2 가설토류벽

- 3.2.1 가설토류벽은 설계도서 및 시공계획서에 의거 시공을 하되 현장상황에 따라 적절히 대처해야 한다.
- 3.2.2 널말뚝벽은 목재, 강재, 콘크리트 널말뚝으로 연속벽체를 형성하는 것으로 흙막이의 기능을 충분히 발휘해야 하고, 안전성이 확보되는 규격으로 시공해야 한다.
- 3.2.3 엄지말뚝 토류판벽은 일정간격의 강재 엄지말뚝사이에 토류판을 끼워 형성시킨 벽체로 토압에 안전하게 견뎌야하고, 필요에 따라 보조공법으로 차수 그라우팅을 시행하여 설치목적에 부합되도록 해야 한다. 이때 토류판 설치를 위한 굴토는 1.5 m 높 이내에서 이루어져야 하고 여굴이 많은 경우에는 굴토높이를 줄여야 한다.
- 3.2.4 엄지말뚝은 박기식에 의하거나 천공식으로 설치한다. 이때 설계 도서상의 말뚝간격과 근입깊이는 필히 준수하고 말뚝의 연직오차는  $\pm 1.0\%$  이내로 유지되어야 하

며, 인근시설물의 변위 및 파손을 극소화해야 한다.

3.2.5 토류판 배면의 공간은 양질의 토사로 채운 후 잘 다지거나, 흙-시멘트 등으로 충전해야 한다.

3.2.6 가설토류벽을 지탱하는 지지구조로는 타이백(tie-back)시스템과 내부브레이싱이 있는데 현장여건에 따라 적절한 방법을 선택하고, 안정성이 확보될 수 있도록 설계도서에 따라 시공해야 한다.

### 3.3 보강토옹벽

보강토 옹벽은 사질토의 뒷채움 흙에 인장력이 크고, 마찰력이 좋은 보강재를 수평으로 삽입하여 흙의 횡방향 변위를 억제함으로써 토체의 안정을 기하도록 한 것으로 보강재, 뒷채움용 사질토, 전면판 또는 전면보호재(facing armor)로 구성되며 설계도서 및 시공계획서에 따라 적합하게 시공해야 한다.

#### 3.3.1 배수대책

투수성이 양호한 뒷채움 재료를 이용하는 것이 원칙이나, 투수성이 불량한 뒷채움 재료를 이용할 경우에는 일정간격의 배수층 설치 및 지표수의 유입억제등의 대책을 강구해야 한다. 또한 보강토체 전면판의 이음부에는 투수성이 좋은 필터 재료를 설치해야 한다.

#### 3.3.2 전면판과 보강재의 시공

전면판은 1매씩 신중하게 조립하고 기준점이나 기준틀을 설치하여 항상 전면판의 수직도를 확인하면서 시공하고, 보강재는 설계도에 표시된 소정의 규격, 형상, 길이로 정해진 위치에 부착한다.

#### 3.3.3 뒷채움 포설 및 다짐

- (1) 뒷채움 포설 및 다짐중에 전면판에서 변위가 발생할 경우는 즉시 작업을 중단하고 원인조사를 하여 대책을 수립한다.
- (2) 벽면에서 1.5 m 이내의 포설은 인력으로 하고 소형 다짐기계로 신중하게 다져야 하며, 토공기계의 주행은 벽면에서 1.5 m 이상 떨어져서 벽면에 평행하게 주행한다.

#### 3.3.4 전면판의 기초지반

전면판의 기초지반에 대한 안정성 검토는 필요한 조사와 시험결과를 토대로 하여 시행해야 한다.

### 3.4 그라운드앵커

#### 3.4.1 시공준비 및 계획

지중에 시멘트 그라우트되는 영구앵커의 시공과 관련된 규정으로 설계도서, 현장 여건, 인근시설물, 지하매설물, 지반조건, 지하수위 등을 파악하여 시공계획을 수립해야 한다. 특히 지중앵커의 시공은 지반조건 등의 변화에 따라 시공여건이 변경되는 경우가 많으므로 그럴 때에는 시공계획을 즉시 수정하여 공사에 임해야 한다.

#### 3.4.2 인장재의 설치

- (1) 인장재는 건조상태에서 유해한 녹이나 물질이 부착되지 않도록 보관하고, 숙달된 작업원에 의해 공장이나 현장에서 조립을 해야 한다.
- (2) 천공방법은 천공구멍 주변의 지반손실을 방지하는 천공방법이어야 하며, 천공된 구멍의 위치, 경사 및 배열은 설계도서에 표시된 것과 같아야 한다.
- (3) 천공작업 중 인접 지하매설물이나 이상 물체에 부딪히는 경우에는 즉시 작업을 중단하고 매설물을 조사한 후 감독자/감리원의 승인을 얻어 공사를 재개해야 한다.
- (4) 텐던은 어려움 없이 천공된 구멍 안에 소요의 깊이까지 장착되어야 한다.
- (5) 그라우팅을 위한 펌프는 주입압을 측정할 수 있는 압력게이지가 있어야 하고, 주입방법, 물-시멘트비등은 설계도서에 표시된 대로 시행해야 한다.
- (6) 영구 그라운드앵커의 경우 텐던의 비정착부분, 트럼펫 및 정착부는 부식방지를 위한 조치가 있어야 한다.

#### 3.4.3 긴장 및 정착

- (1) 성과시험 또는 강도시험에서 안전성이 확인된 후 소정의 긴장하중으로 정착해야 한다.
- (2) 긴장을 하는 시기는 주입재의 강도가 일정기준 이상의 값에 도달했을 때 실시해야 한다.
- (3) 정착은 적합한 긴장용 재를 사용하여 신뢰성이 높은 인장재의 공칭 파단하중 이상의 정착내력이 있는 정착장치를 사용해야 한다.

#### 3.4.4 시험

그라운드앵커의 5%나 최소 3개의 그라운드앵커에 대해 인장시험을 실시해야 하며, 나머지 앵커는 확인시험 절차에 따라 시험을 실시해야 한다.

#### 3.4.5 시공기록

시공에 있어서는 각 작업단계마다 지반조건, 작업공정, 시공방법, 시험결과 및 기타 특이한 사항을 기록하여 유지관리나 타공사에 참고자료가 되도록 해야 한다.

## 제 5 장 신축이음 및 받침부

### 5-1 일반요건

#### 1. 일반사항

##### 1.1 적용범위

이 장은 교량의 신축이음 및 받침의 제작, 설치, 시험, 출하에 관하여 요구되는 일반적인 표준을 규정하는 것이다.

##### 1.2 용어의 정의

- (1) 가동받침 : 1방향 혹은 2방향으로 이동이 가능한 받침
- (2) 교량받침 : 교량의 상부구조를 지지하면서 필요시 회전, 활동 등에 적절히 대응하고 하중을 하부구조로 원활하게 전달하기 위한 장치
- (3) 록커받침 : 가동받침중의 하나로 부품과 부재로 진자(振子)와 같이 움직임이 가능한 받침
- (4) 롤러받침 : 구름 축 받침의 일종으로 원통롤러, 테이퍼롤러, 구면롤러, 니들 롤러등
- (5) 소울플레이트 : 교량받침의 윗면과 거더하단면 사이에 설치되는 강판
- (6) 스페리컬받침 : 한쪽 접촉면은 평면, 다른 쪽을 구면으로 한 베어링플레이트를 사용하여 평면접촉부는 신축기능, 곡면접촉부는 회전기능을 갖게 한 받침.
- (7) 신축이음 : 교량의 접합부에 있어서 온도팽창수축 및 휨, 크리프, 건조수축 등에 의한 신축량을 흡수하기 위한 장치
- (8) 저판 : 교량받침의 아래 부분에 설치되는 강판
- (9) 탄성받침 : 탄성체의 변형에 의해 변위나 회전이 가능한 받침
- (10) 포트받침 : 냄비모양의 지지철물, 그 속의 고무판, PTFE(poly tetra fluoro ethylene), 미끄럼판 등으로 이루어진 교량받침

##### 1.3 관련시방서

###### 1.3.1 도로교 설계기준

###### 1.3.2 토목공사 표준일반시방서

## 5-1 일반요건

### 1.4 참고규격

#### 1.4.1 한국산업규격

KS B 1002 육각볼트

KS B 1012 육각너트

KS B 1016 기초볼트

KS D 0001 강재의 검사통칙

KS D 0028 단강품의 제조, 시험 및 검사통칙

KS D 0233 압력용기용 강판의 초음파 탐상방법(UT)

KS D 3501 열간압연 연강판 및 강대

KS D 3503 일반구조용 스테인레스 강판

KS D 3515 용접구조용 압연강재

KS D 3698 냉간압연 스테인레스 강판

KS D 6002 청동주물

KS D 6008 고강도 황동주물

KS D 6010 인칭동주물

KS F 4420 교량지지용 탄성받침

KS F 4424 교량지지용 포트받침

KS F 4425 교량 신축이음장치 시험방법

KS M 6518 가황고무 물리시험방법

KS M 6676 가황고무 및 플라스틱의 저온충격에 의한 취약온도 측정방법

## 5-2 신축이음

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

해당사항 없음.

#### 1.2 신축이음 설치의 요구조건

##### 1.2.1 신축이음의 구분

신축이음은 정위치에 설계도에 따라 시공해야 한다. 신축이음은 개방식 신축이음, 밀폐식 혹은 방수 신축이음, 강제보호장치의 신축이음, 이러한 특성들이 결합된 신축이음, 압축봉합 신축이음, 교량바닥판 신축이음 조립체 등을 포함한다.

##### 1.2.2 신축이음 봉합재

각각의 위치에서 신축이음에 대한 형식, 치수 또는 이동량은 설계도에 나타나거나 감독자에 의해 지시된 것과 같아야 한다. 모든 신축이음 봉합재는 신축이음장치로부터 이물질과 물의 침투를 방지해야 한다.

##### 1.2.3 신축이음의 기능

신축이음은 접속부에서 구조물의 이동과 회전을 수용해야 하며 차량 운행에 안전하고 유지보수가 용이한 구조이어야 한다.

### 1.3 작업도면

#### 1.3.1 작업 도면의 제출 및 승인

- (1) 신축이음 설치를 위한 계산량이 설계도상에 주어지지 않은 경우, 신축이음 설치 승인을 받기 전에 신축이음 설치를 위한 계산을 실시해야 한다. 시공자는 특정 신축이음장치를 사용하기 위해서는 설치절차와 신축이음 부품을 나타낸 작업도면을 감독자에게 제출해야 한다.
- (2) 작업도면은 관련된 작업을 실행하기 전에 반드시 감독자로부터 승인을 얻어야 한다. 그러나 그러한 승인이 있다 할지라도 작업의 성공적인 완수를 위한 시공자의 계약상의 책임이 면제되지는 않는다.

#### 1.3.2 제작 도면의 제출 및 승인

총 이동량이 45 mm 이상인 신축이음에 대해서는 감독자에게 제작도면을 제출하

여 사전 승인을 받아야 한다.

## 2. 시험

### 2.1 일반사항

신축이음의 기능을 확인하고 품질관리를 위하여 재료의 시험과 제품에 대하여 시험을 실시해야한다.

### 2.2 재료

재료는 탄성적으로 그리고 온도나 화학적으로 적합한 것을 선정해야 한다. 재질적 차이가 있는 곳에서 재료의 접촉면은 완전하게 제기능을 발휘할 수 있도록 처리해야 한다.

교통에 노출된 신축이음은 미끄럼 방지 표면을 가져야 하며 모든 부분에서 마모와 차량의 충격에 저항할 수 있어야 한다.

용빙제에 노출되는 신축이음의 경우 고장력 볼트를 제외한 나머지 고정장치는 스테인레스강재, 알루미늄 등의 부식저항 재료로 만들어져야 한다.

### 2.3 시험항목

#### 2.3.1 재료시험

고무는 인장시험, 경도시험, 인열시험, 노화시험, 압축영구줄음을 시험, 오존균열시험을 실시하고, 강재는 항복점(또는 내력), 인장강도, 연신율, 굽힘성 등의 기계적 성질을 시험해야한다.

#### 2.3.2 제품시험

제품시험은 수축신장시험과 피로반복시험을 실시한다. 시험방법은 KS F 4425 “교량 신축이음장치 시험방법”에 따른다.

## 3. 시공

### 3.1 일반사항

#### 3.1.1. 신축이음 설치

(1) 현장에 보관되는 모든 신축이음 재료와 조립품은 그것의 실제 형상과 배열 상태를

## 제 5 장 신축이음 및 받침부

유지하도록 해야 한다.

- (2) 바닥판 신축이음은 평탄한 승차감을 제공할 수 있도록 설치해야 한다.
- (3) 바닥판 신축이음을 설치한 후에, 바닥판을 최종적으로 정리할 때까지 바닥판 신축이음을 보호 장치로 덮어주어야 한다.
- (4) 설치 후 그리고 최종 승인 전에 바닥판 신축이음은 감독자의 입회하에 신축이음을 통한 누수여부 시험을 실시해야 한다.

### 3.1.2 신축이음 누수시험

- (1) 신축이음장치가 완전히 설치된 후 최소한 5일 이내에 방수성을 입증하기 위해서 신축이음장치의 전체길이에 대해서 시험을 실시해야 한다.
- (2) 신축이음장치 전 구간에 대해서 깊이 25 mm 이상 정도의 물을 흐르게 하거나 고이게 하여 15분 이상 차수시켜야 한다. 이와 같이 물이 공급되는 15분 동안 신축이음이 설치된 콘크리트면에 대해서 누수여부를 조사하여야 하며, 물 공급이 끝난 후 45분 동안 신축이음이 설치된 부위의 콘크리트면에서 물이 떨어지거나 습윤상태를 나타내는지를 조사해야 한다.
- (3) 신축이음 아래의 콘크리트면에 물방울이 맺혀 떨어지지 않는 경우 누수가 없다고 판단하여도 좋다. 그러나 극히 일부분에 나타나는 습윤면은 불합격의 요인으로 간주되지 않는다.
- (4) 신축이음 설치 후 누수여부시험 과정에서 누수가 발생한 경우 누수가 발생하는 위치를 찾아서 누수를 차단하는데 필요한 모든 조치를 취하여야 하며 원래의 시험과 동일한 방법으로 누수여부 시험을 재 실시해야 한다.

### 3.1.3 무수축콘크리트 타설

콘크리트 바닥판에 매입되는 앵커는 견고하게 설치하고, 신축이음 장치밑에 공동이 발생치 않도록 무수축콘크리트를 밀실하게 채워야 한다.

### 3.1.4 배수처리

노면수가 하부구조로 유입되지 않도록 필요시 신축이음 단부를 적절한 높이까지 연장하거나 신축이음 단부에 배수장치를 설치해야 한다.

## 3.2 제작 및 조립

### 3.2.1 재료의 선정

형강이나 평판은 조립품을 견고하게 하고 용접에 의한 변형을 최소화하기 위해 충분한 두께를 가져야 한다.

### 3.2.2 조립시 주의사항

신축이음장치의 적합성과 기능을 확보하기 위해 다음과 같은 사항들이 보장되어야 한다.

- (1) 신축이음 부재는 검사 및 승인을 받기 위해서 공장에서 완전 공장 조립되어야 한다.
- (2) 신축이음과 봉합재는 완전히 조립된 상태에서 현장으로 수송되어야 한다.
- (3) 길이 18 m 이하로 조립된 신축이음은 중간에 현장이음이 없이 반입되어야 한다.

## 3.3 조정

### 3.3.1 신축이음의 유간조정

- (1) 신뢰할 만한 자료가 없는 경우, 설치시 온도는 콘크리트 구조물에서는 신축이음 설치 전 48시간 동안의 구조물아래의 평균 그늘 온도를 취하여야 하고, 주부재가 강재인 구조물에 대해서는 신축이음 설치 전 24시간 동안의 평균 그늘 온도를 취해야 한다.
- (2) 장대 구조물의 경우 설치시 온도의 부정확성과 신축이음 유간 설정 시와 신축이음 설치 완료시간 사이에 발생할 수 있는 상부구조의 이동에 대응하도록 규정된 신축이음 유간에 허용오차를 포함시켜야 한다.
- (3) 장대 구조물의 신축이음 설계시 최단 시간 내에 신축이음 조정과 설치가 가능한 장치, 세목 및 절차를 우선적으로 고려해야 한다.
- (4) 주부재에 대한 신축이음 지지부의 연결은 수평, 수직, 회전의 조정이 가능해야 한다.
- (5) 시공 줄눈과 블록아웃은 신축이음의 설치와 조정 전에 뒤채움 및 주요 구조부재 요소의 설치가 실질적으로 가능한 곳에 사용해야 한다.

### 3.3.2 설치시 유간 계산

- (1) 설치시 신축이음의 유간( $\Delta l_{set}$ )은 다음과 같아야 한다.

$$\Delta l_{set} = \alpha \cdot (T_{max} - T_{set}) \cdot L + \text{여유량}$$

여기서 ;  $\Delta l_{set}$  : 설치시 유간,  $\alpha$  : 선팽창계수

$T_{max}$  : 최고온도 (°C),  $T_{set}$  : 설치시 온도 (°C),

$L$  : 신축길이 (m)

여유량 : 도로교설계기준 2.4.22 설계신축량의 여유량에 따른다.

## 제 5 장 신축이음 및 받침부

- (2) 신축이음의 이동량이 중간값으로 설정되어 현장으로 반입되는 제품은 (1)과 같은 설치시 유간을 확보하기 위해 다음식만큼 유간을 조정하여 설치해야 한다.

$$\text{여기서 ; } \Delta l_{cal} = \Delta l_{set} - \Delta l_m$$

$\Delta l_{cal}$  : 제품의 유간 조정량

$\Delta l_{set}$  : 설치시 유간

$\Delta l_m$  : 반입시 제품의 유간

### 3.4 임시 지지 부재

신축이음은 영구 연결부재가 만들어질 때까지 또는 타설 콘크리트의 초결이 끝날 때 까지는 적정 위치에서 연결부재를 지지하기 위한 임시장치를 설치해야 한다. 이와 같은 임시 지지부재는 설치온도의 변동에 따른 신축이음의 유간 조정을 위해 설치된다.

### 3.5 현장이음

#### 3.5.1 현장이음 위치

- (1) 단계별 시공과 18 m보다 긴 신축이음을 사용하는 경우에는 교축직각방향 현장이음에 대한 설계세목에 따라 설치해야 한다. 가능하면 이음부는 바뀌가 지나가는 곳이나 배수지역에 위치하지 않도록 해야 한다.
- (2) 이음부는 피로수명을 최대한으로 할 수 있도록 선정해야 한다.
- (3) 단계별 시공을 위해 설치되는 현장이음은 이음 연결을 하기 위한 충분한 공간을 확보하기 위해서 다른 시공 줄눈과 연관해서 위치시켜야 한다.

#### 3.5.2 신축이음 봉합재

신축이음 설치가 완전히 끝날 때까지는 영구적인 봉합재를 설치하지 않아야 하며 가능한 하나의 연속 부재로 된 봉합재를 사용해야 한다. 고무를 사용한 신축이음의 경우 현장 이음을 피할 수 없는 곳에서는 이음부를 가황 처리해야 한다.

### 3.6 신축이음 설치

#### 3.6.1 봉합재의 설치

- (1) 개방식 신축이음은 나무재료, 금속판 또는 승인된 다른 재료의 삽입 및 제거로 시공해야 한다. 형판의 삽입 및 제거는 콘크리트에 손상을 주지 않고 수행해야 한다. 금속 보호판이 사용되지 않을 때 바닥판과 보도부위의 개방식 신축이음은 가장자

리를 마감하는 도구를 이용하여 마감해야 한다.

- (2) 주입형 봉합 신축이음 시공 전에 신축이음 주변의 이물질들을 깨끗이 청소하여야 하며 충전재료는 승인된 길이로 잘라야 된다. 봉합재와 접촉하는 콘크리트면은 샌드 블라스팅을 해야 한다. 설치 후 24시간 안에 신축이음면에 결합되지 않은 재료는 제거하고 다시 설치해야 한다.
- (3) 금속, 고무나 플라스틱 등의 적절한 봉합재는 설계에 따라 설치해야 한다. 봉합재는 손상 없이 설계 이동량을 허용하는 형식이어야 한다. 신축이음이 연속적인 방수가 되도록 이음, 용접 및 결합 등을 실시해야 한다. 봉합재가 시공작업이나 다른 방법에 의해 잘못 놓이거나 손상을 받지 않도록 주의해야 한다.
- (4) 방수봉합재가 콘크리트에 묻힐 때 봉합재의 모든 표면은 기름이나 그리스, 건조한 모르타르 혹은 다른 이물질이 없어야 하며 매입되는 봉합재는 밀실한 콘크리트로 마감해야 한다.

### 3.6.2 신축이음설치

- (1) 신축이음 상부면은 인접한 콘크리트 마감면과 일치하도록 시공해야 한다. 콘크리트 타설 동안 정확한 위치에 놓이게 하기 위해 적당한 방법을 사용해야 한다.
- (2) 신축이음은 3.3.2와 같이 설치시 온도를 고려하여 유간을 결정하여야 하며, 어떠한 경우에도 유간이 감소되지 않도록 시공해야 한다.
- (3) 슬래브 콘크리트 타설을 위한 블록아웃 부분의 거푸집은 돌출 철근을 고려하여 설치해야 한다. 설치된 거푸집은 타설된 콘크리트의 다짐이 충분히 이루어질 수 있도록 튼튼하여야 하며, 블록아웃부로 굳지 않은 콘크리트가 흘러나오지 않도록 조치해야 한다.
- (4) 포장을 하기 위해서 블록아웃 부분에 모래 등을 임시로 채워 포장시 침하에 의한 평탄성에 악영향을 주지 않도록 해야 한다.
- (5) 포장이 완료된 후에 블록아웃부는 커팅을 실시하여 포장체에 균열이 발생하는 것을 방지해야 한다. 필요한 크기의 포장을 잘라내고 블록아웃 부분의 모래 및 각종 이물질을 제거하고 다시 유입되지 않도록 해야 한다.
- (6) 블록아웃부의 포장부는 주변포장과의 관계를 고려하여 필요한 측량(레벨, 종·횡 방향 경사 등)을 실시하여 양호한 평탄성을 확보할 수 있도록 신축이음을 거치하고 콘크리트 타설전에 설치온도 보정을 실시하도록 해야 한다.
- (7) 신·구 콘크리트의 접착이 잘 되도록 하기 위하여 블록아웃 부분의 콘크리트면을

## 제 5 장 신축이음 및 받침부

조아내기 하고 신축이음의 앵커를 돌출철근에 용접 등으로 견고히 고정하여 횡방향 철근을 배근해야 한다.

- (8) 블록아웃부에 타설되는 콘크리트는 강도가 바닥판 콘크리트의 강도 이상으로서, 유동성이 우수한 무수축 콘크리트로 하여야 하며, 콘크리트 타설할 때의 온도는 5℃ 이상이어야 한다.
- (9) 블록아웃부의 콘크리트에 발생하는 균열을 방지하기 위해서 철저한 양생을 하여야 하며, 충분한 양생이 될 때까지 어떠한 하중도 작용하지 않도록 신축이음을 보호해야 한다.

## 5-3 교량받침

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

해당사항없음

#### 1.2 교량받침의 구성

##### 1.2.1 교량받침형식 및 구성요소

- (1) 받침형식에는(비록 다음의 것들에 국한되어 있지는 않지만) 탄성받침, 록커, 롤러, 포트, 스페리컬, 디스크, 미끄럼판받침 등이 있다.
- (2) 받침의 구성 부품에는 저판, 소울 플레이트, 쉐기판(shim plate), 황동이나 구리 합금 받침, 가동판, 앵커볼트, PTFE판, 윤활제, 접착제 등이 있다. 또한 본 사항에는 저판 아래에 사용되는 안치재료의 공급과 설치도 포함되어 있다.

##### 1.2.2 교량받침의 선정

받침은 설계도에 표시되고 규정된 세부 사항에 따라서 시공해야 한다. 받침에 대한 세부사항들이 완전하게 명시되지 않았을 경우, 받침은 도면에 나타나 있는 세부 사항에 적합하여야 하며, 하중 및 이동량에 대한 설계기준과 규정된 공용특성을 만족해야 한다.

#### 1.3 작업도면

도면에 받침과 그 정착 장치에 대한 세부사항이 구체적으로 나타나 있지 않으면 시공자는 받침에 대한 작업 도면을 준비하여 제출해야 한다. 작업 도면에 사용할 받침과 자재의 모든 세부사항을 나타내고 받침제작을 시작하기 전에 감독자의 승인을 받아야 한다. 이러한 승인이 있다고 하더라도 계약상의 성공적인 작업 완료에 대한 시공자의 책임이 면제 되는 것은 아니다.

## 2. 재료

해당사항 없음.

### 3. 시공

#### 3.1 포장, 취급 및 보관

##### 3.1.1 포장

받침은 제작장에서 출하 전, 출하 및 보관 중에 취급, 기후 및 통상적인 위험에 대해서 손상을 방지할 수 있도록 포장을 해야 한다.

##### 3.1.2 취급

- (1) 각각의 받침 완제품은 그 구성품들을 명백하게 밝히고, 안전하게 불팅하여야 하며, 줄을 매거나 고정시켜서 움직임을 방지한 후 공사의 각 구조물에서의 설치위치 및 방향이 도면과 일치하도록 윗부분에 표시해야 한다.
- (2) 검사와 설치에 반드시 필요한 경우가 아니라면 현장에서 분해하는 일이 있어서는 안 된다.

##### 3.1.3 보관

모든 받침 장치와 부품들은 환경적 손상 및 물리적 손상으로부터 보호받을 수 있는 장소에 보관해야 한다. 설치가 완료되었을 때 받침은 청결히 하여 이물질이 없도록 해야 한다.

#### 3.2 제작 및 조립

##### 3.2.1 교량받침의 제작 및 조립

- (1) 받침 장치나 그 조립품은 본 장에 규정된 재료 규정을 만족하는 부재들로 구성되어야 한다.
- (2) 받침 조립품은 공급자가 공장에서 미리 조립하여 현장으로 출하하기 전에 적절한 완전도와 형상에 대해서 검사를 해야 한다.
- (3) 일방향 가이드받침은 이동에 저항하지 않도록 미끄럼판을 설치해야 한다.

##### 3.2.2 방식처리

달리 규정되어 있지 않으면 스테인레스 강재가 아닌 강재 받침부재(앵커볼트 포함)는 아연 도금, 아연용사, 또는 도장을 실시해야 한다.

#### 3.3 시공과 설치

##### 3.3.1 교량받침의 시공

- (1) 받침은 자격을 갖춘 사람이 도면에 나타난 위치에 설치해야 한다. 받침은 설치시

에 제조자나 기술자가 기술한 내용 또는 도면에 나타난 배치대로 설치하고, 온도 및 설치 후 교량의 이동을 고려하여 필요한 만큼 조정한다. 교량의 받침은 정확한 위치에 수평으로 설치되어야 하고 받침 평면상에서 완전하고 균일한 지지력을 가져야 한다.

- (2) 받침면의 높이가 부적절하거나 수평이 아니며 도면과 일치하지 않는 경우, 받침 수정량을 최소로 해서 원 설계에서 의도한 것과 같이 받침이 설치되도록 면을 그라인딩하거나 받침부의 그라우팅 또는 받침을 수정해야 한다.
- (3) 콘크리트에 묻히지 않는 금속받침 부품은 「7.2.5 저판의 설치」에 따르는 채움재나 섬유 재료와 함께 콘크리트상에 안치시켜야 한다. 탄성 받침 패드는 안치재료를 사용하지 않고 적절히 준비된 콘크리트 표면에 직접 설치해야 한다. 강재 위에 직접 받침이 설치될 경우, 수평 및 평탄성을 유지할 수 있도록 설치될 표면을 가공해야 한다.
- (4) 하부구조 설계시 받침형상을 고려하여 설계도에 블록아웃도를 작성하고, 앵커볼트 위치와 하부구조 주철근의 간섭이 없도록 견고히 결합하도록 시공해야 한다.
- (5) 교량받침은 설계시 계산된 반력이 작용하도록 상부구조물과 밀착되도록 시공해야 한다.

### 3.3.2 설치시 검사기준

설치된 받침이 표 5.3.1의 검사기준을 만족하지 못하면 교정하거나, 감독자의 지시에 따라야 한다.

표 5.3.1 받침 설치 검사기준

검사항목		콘크리트교	강 교
받침중심간격(교축직각방향)		±5 mm	4+0.5(B-2) mm <sup>1)</sup>
가동받침의 이동가능량		설계이동량 + 10 mm 이상	
가동받침의 교축방향의 이동편차 동일 받침선상의 상대오차		5 mm	
설치 높이		±5 mm	
교량 전체 받침의 상대높이 오차		6 mm	
단일 BOX를 지지하는 인접 받침의 상대높이 오차		3 mm <sup>3)</sup>	
받침의 수평도 <sup>2)</sup> (교축 및 직각방향)	포트받침	1/300	
	기타받침	1/100	
앵커볼트의 연직도		1/100	

주 1) B:받침중심간격(m)

2) 받침의 상·하면 사이의 수평도

3) 받침에 유해한 영향이 있는 경우는 감독자의 지시에 따른다.

## 4. 탄성받침

### 4.1. 일반사항

#### 4.1.1 적용범위

여기에 정의된 탄성받침에는 비보강 패드(고무로만 구성된)와 강판 또는 섬유층을 갖는 보강탄성받침이 포함된다.

#### 4.1.2 일반요구사항

- (1) 탄성받침은 도면에서 요구하는 치수와 재질, 그리고 적층형식을 가지고 있는 것을 공급해야 한다. 설계방법과 설계하중을 도면에 나타내어야 하고, 시험도 그것에 따라서 실행해야 한다.
- (2) 특별한 사항이 없는 경우 탄성받침은 고무와 보강강재로 구성되며, 강제보강 탄성받침에 대한 설계방법에 상응하는 하중시험 요구사항에 따라야 한다.

## 4.2. 재료

### 4.2.1 고무의 재질

- (1) 고무 원료는 신생 합성고무(polychloroprene) 또는 신생 천연고무이어야 한다. 고무 혼합물은 설계도서에 의해 별도로 규정되지 않았으면 KS F 4420의 요구사항을 만족해야 한다.
- (2) 시험규정은 중간경도의 고무에 대해서 보간법을 이용하여 결정할 수 있다. 재료가 전단강도로 규정되어 있다면 측정된 전단강도는 규정된 값의  $\pm 15\%$  이내에 존재해야 한다. KS F 4420의 시험을 위한 한계를 규정하기 위해 적합한 값의 경도를 제공해야 한다.
- (3) 완제품에서 시편을 얻었을 경우에는 그 물리적 특성이 KS F 4420에 규정된 값의 10%이내의 변화를 허용한다. 모든 재료 시험은 달리 표시되어 있지 않으면  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 에서 수행해야 한다.

### 4.2.2 강재 보강판

보강을 위해 사용하는 강판은 기술자에 의해 달리 규정되어 있지 않으면, KS D 3501 또는 KS D 3503에 따르는 압연강재로 만들어야 한다. 제작하기 위해 뚫는 판의 구멍은 설계에서 고려되지 않았다면 뚫지 않아야 한다.

### 4.2.3 보강 직물

보강직물은 연속된 섬유로 된 E형 실의 100% 유리섬유로 직조한 것이어야 한다. 각 방향의 실의 가닥수는 최소한 mm당 1 가닥은 되어야 한다. 직물은 줄 또는 경도 8의 공단으로 만들어져야 한다. 각 섬유 가닥의 최소 파단강도는 각 가닥 방향으로의 폭에 대해  $140 \text{ kN/m}$  이상 이어야 한다. 직물에 구멍이 있어서는 안 된다.

### 4.2.4 접착

직물과 보강재 사이의 가황처리 접착제의 접착강도는 최소한  $0.7 \text{ MPa}$  이상이어야 한다. 박리 강도 시험은 KS M 6518에 따른다.

## 4.3. 시공

### 4.3.1 조립

- (1) 강판을 갖고 있는 탄성받침은 몰드에서 일체로 형을 떠서 완성하여 열과 압력 하에서 접착하고 가황처리를 해야 한다. 몰드 마감은 공장 표준 실무에 적합하도록 한다.

표 5.3.2 치수 허용차

(단위 : mm)

구 분		허용차
완제품 치수	길 이	+6, -0
	나 비	
	전체 평균두께(H)	H ≤ 32 : -0, +3 H > 32 : -0, +6
내부 고무층 두께 (t)	받침 내부의 모든 곳	설계값의 ± 20% (다만 ± 3 mm 이하)
반대편 면과의 평행성	상단과 하단	0.005 rad 이하
	측 면	0.002 rad 이하
연결 부재의 노출 위치	구멍, 끼움새나 홈	±3 mm
고무 덮개층	상하 두께	설계값의 -0, ±2.0 mm와 공칭 표층두께의 ±20% 중 작은 값
	측면 두께	설계값의 -0, -3 mm
크 기	구멍, 끼움새나 홈	설계값의 ±3 mm
내부 보강 강판	길 이	설계값의 ±3 mm
	나 비	+2, -1(최소두께 : 2 mm)

(2) 형상 및 치수는 도면에 의한다.

(3) 탄성받침은 유해한 상처, 흠이나 기공 등이 없어야한다.

#### 4.3.3 표기 및 품질보증

(1) 제조자는 각 탄성받침이 설계의 요구조건을 만족하고 있음을 보증하여야 하며 재료시험 결과 보증서 사본을 제출해야 한다.

(2) 각각의 탄성받침은 지워지지 않는 잉크나 유연성이 있는 페인트로 제조장소, 주문 번호, 로트(lot)번호, 받침 인식번호, 그리고 고무 종류를 표기해야 한다. 계약도서에 별도로 규정되어 있지 않으면 교량을 가설한 후에 보일 수 있는 면에 표기해야 한다.

#### 4.3.4 시험

(1) 범위

탄성받침의 재료와 완성된 탄성받침은 이 절에 기술된 시험을 거쳐야 한다. 재료

시험은 KS F 4420과 일치해야 한다.

(2) 성능시험

- ① 탄성받침의 성능시험은 KS F 4420에 규정된 완제품 성능시험 규정 및 시험방법에 따라 시험하며 그 기준을 요약하면 표5.3.3과 같다.

표5.3.3 탄성받침 완제품 성능규정

시험 항목		품 질 기 준			비 고
전단 계수	(G <sub>k</sub> ) kgf/cm <sup>2</sup> (MPa)	7.14 (0.7)	9.18 (0.9)	11.73 (1.15)	23±2℃
	저온	G(저온) ≤ 3G <sub>k</sub>			-25±2℃에서 7일간 냉각
	노화후	G(노화후) ≤ G <sub>k</sub> + 1.53kgf/cm <sup>2</sup> (0.15MPa)			70℃에서 3일간
전단 부착	대기온도	최대 변형률에서 고무의 균열이 없어야 한다			23±5℃
	노화후	"			70℃에서 3일간
압축강도		- 최대 하중에서 고무에 균열이 없어야 하고 보강강판의 배치가 정확해야 한다. - 정적압축 탄성계수(E <sub>cs</sub> )는 최대하중 30~100% 사이에 결정			23±2℃
압축반복 재하 (피로시험)		- 압축계수 증가율이 피로시험전의 12% 이내 - 접촉흡, 균열이 없어야 한다.			시험반복횟수 : 2,000,000회 주파수 < 3Hz 응력변화는 7.5~25MPa 이내
정적 회전	편심 재하시험	편심이 가해진 상태에서 최대화전각의 검증			23±2℃
	복원모멘트시 험(Me)	설계값 이내			23±2℃ 압축하중 7MPa로 회전 0.03Hz이하 주파수로 10회 반복재하
오존저항시험		균열이나 부착결함이 없어야 함			압축응력 1.3G-SF, 전단변형률 V <sub>x</sub> = 0.7·T <sub>o</sub> , 40±2℃에서 72시간

- ② KS F 4420에 주어진 규격 이외의 이형규격에 대해서는 실 규격의 제품을 이용하여 시험한다.

- ③ 제품 시험이나 검사결과가 만족스럽지 못하면 즉시 이를 보완하기 위해서 필요한 조치를 하여야 하고 그 요건에 부적합한 제품은 구분하여 표기한다.

(3) 시험빈도

- ① 시험

제 5 장 신축이음 및 받침부

가. 형식시험 : 생산의 중대한 변화로 규격과의 일치에 영향을 미칠 때 승인된 시험기관에서 반복적으로 실시하여야 하는 일종의 선정시험

나. 정기시험 : 제조자가 지속적으로 실시하는 일종의 관리시험

② 시료크기

표 5.3.4 시료형식에 따른 크기

(단위:mm)

시료형식 (TYPE)	a	b	고무층수	고무층과 보강판의 두께
I	200	300	3	8(te)+3(ts)
II	400	500	5	12(te)+4(ts)
III	600	700	7	16(te)+5(ts)

여기서, a: 가로길이 b: 세로길이 te:고무층두께 ts: 보강판두께

③ 재료특성 시험형식 및 시험빈도

표 5.3.5 시험항목에 따른 시험형식 및 빈도수

시험항목	시험형식	시험 빈도수(회)
인장강도	형식시험	1/년
	정기시험	각 배치별
신장률	형식시험	1/년
인열저항시험	형식시험	1/년
	정기시험	4/년
압축영구줄임률	형식시험	1/년
	정기시험	4/년
노화시험	형식시험	1/년
	정기시험	4/년
오존저항시험	형식시험	1/년
	정기시험	4/년

## ④ 완제품의 시료형식 및 시험빈도

표 5.3.6 시험항목에 따른 시험·시료형식 및 시험 빈도수

No.	시험항목	시험형식	시료형식	빈도수 (회/년)
1	전단계수(G) 대기온도(상온)	형식시험 정기시험	I, II, III 생산되는 전 규격	1 생산 시마다
2	저온	형식시험	I	1
3	노화 후	형식시험	I, II, III	1
4	전단부착 대기온도(상온)	형식시험 정기시험	I, II, III I	1 생산 시마다
5	노화 후	형식시험	I, II, III	1
6	압축강도	형식시험 정기시험	I, II, III 생산되는 전 규격	1 생산 시마다
7	반복압축재하	형식시험	I	1
8	복원모멘트 또는 편심률재하	형식시험	I I, II, III	1 1
9	오존저항	형식시험	I	1

주) : 압축강도시험은 제품의 특성(G : 전단계수)값의 차이로 상이함

## 4.3.5 설치

- (1) 탄성받침의 외부판은 용접부와 고무사이에 적어도 38 mm의 이격이 존재하지 않는다면 용접을 해서는 안 된다. 어떠한 경우라도 고무와 부착부는 200℃ 이상으로 가열되어서는 안 된다.
- (2) 탄성받침은 상부구조 설치시 미끄럼이 일어나지 않도록 주의하여야 한다. 최소반력이 작을 경우 미끄럼에 대한 저항시스템을 설치해야 한다.

## 5. 포트 받침 및 디스크 받침

### 5.1. 일반사항

#### 5.1.1 적용범위

포트 및 디스크 받침은 작업 도면에 표시되거나 규정된 설계하중 및 이동량을 만족해야 한다.

#### 5.1.2 작업도면

작업도면에는 다음사항이 표시되어야 한다.

- (1) 요구되는 종류(고정, 일방향 가동, 양방향 가동)별, 받침의 형태(하중범위)에 따라 그리고 실제 설계용량에 따라 분류된 받침의 총 수
- (2) 각 받침의 상대적인 치수를 나타낸 도면 및 단면도
- (3) 계약도서에 나타낸 것과 같은 최대 설계 마찰 계수
- (4) 모든 받침 부재에 사용되는 재료의 형태
- (5) 받침의 제조에 사용된 용접 방법이 공인된 방법과 다른 경우의 제조방법
- (6) 수직·수평하중, 회전량 및 이동량
- (7) 도장이나 코팅에 대한 요구사항
- (8) 배치도
- (9) 설치계획
- (10) 기술자가 요구하는 경우 본 시방서에 준용하여 설계한 완전한 설계 계산서.
- (11) 정착부의 상세
- (12) 가능한 받침 설치 상세
- (13) 제조공장의 위치
- (14) 제조자의 이름과 생산과 검사, 표본선정 및 시험에 책임이 있는 대표자의 이름

### 5.2 재료

제조된 받침에 들어가는 모든 재료는 재생되지 않은 것으로 사용된 적이 없는 것이어야 한다.

#### 5.2.1 고무판

- (1) 포트받침 제조에 사용되는 고무판의 원료는 폴리머로서 신생재료이고, 결정화에 저항성이 있는 폴리크로로프렌(합성고무)이나 신생의 자연산 폴리아이소프렌(천연

고무)을 사용한다.

- (2) 합성고무와 천연고무의 물리적 특성은 5.2.1(3)과 함께 KS F 4424의 요구사항을 만족해야 한다.
- (3) 영구 압축률 시험용 표본은 지름  $13.0 \pm 0.2$  mm, 두께  $6.0 \pm 0.2$  mm로 준비해야 한다.

#### 5.2.2 봉합재

봉합재(sealant)를 사용하는 경우 강재 포트와 상부 받침판사이에 들어가는 봉합재 형태는 제조자가 추천한 것과 같아야 한다.

#### 5.2.3 봉합 링(sealing ring)

포트받침의 강재 피스톤과 고무판 사이의 봉합 링은 제조자에 의해 추천한 크기로 만들어진 황동이어야 한다. 두 개 이상의 판형 봉합 링이 사용되는 경우 링과 링 사이의 틈은 링의 원주상에서 일정해야 한다.

#### 5.2.4 강재

받침의 스테인레스강 부재를 제외한 모든 강재는 탄소강 또는 용접용 고강도 저합금 구조강에 대해 규정된 요구조건에 따라야 한다.

#### 5.2.5 스테인레스강

스테인레스강은 KS D 3698, STS 316의 요구사항에 따라야 한다. PTFE판과 접촉하는 스테인레스강은 Mirror #8 이상으로 마무리되어 제공되어야 한다. 스테인레스강의 두께는 1.3 mm 이상이어야 한다.

#### 5.2.6 PTFE판

- (1) PTFE판은 순수한 신생(재처리 되지 않은) 불포화 PTFE 수지, 15% 유리섬유나 25% 탄소(중량백분율로 최대 충전재)를 균일하게 혼합한 PTFE수지, 또는 PTFE 섬유를 포함하는 섬유로 만든다. PTFE판은 3절의 적용하는 재료의 사용성 요구조건을 만족해야 한다.
- (2) 수평으로 설치된 PTFE는 강재에 부착시켜 홈에 끼워 넣어야 한다. 연직으로 설치되는 PTFE는 강재에 부착시키고 홈에 끼워 넣거나, 부착시키고 기계적으로 고정시킨다. 이때 PTFE판 두께의 절반 이상이 강판의 홈에 끼워져야 한다.

#### 5.2.7 폴리에테르 우레탄 구조요소

디스크 받침의 제작에 사용되는 폴리에테르 우레탄 구조요소는 폴리에테르 우레탄 혼합물을 성형하여 일체로 제작해야 한다. 폴리에테르 우레탄의 물리적 성질은 표5.3.7에 수록된 요구조건 중 한 가지를 만족해야 한다.

표 5.3.7 폴리에테르 우레탄

물리적 성질	필요 조건			
	화합물 A		화합물 B	
	최소	최대	최소	최대
경도(D형 경도)	46	50	60	64
인장응력, MPa				
100%	10.3	-	13.8	-
200%	19.3	-	25.5	-
인장강도, MPa	27.6	-	34.5	-
극한 신장률, %	350	-	220	-
영구압축률 (70°C에서 22시간)	-	40	-	40

### 5.3 시공

#### 5.3.1 제조 세목

- (1) 시공자는 감독자에게 받침 제작을 시작하기 30일 전에 문서로 통보해야 한다.
- (2) 포트 받침의 고무판 또는 디스크 받침의 폴리에테르 우레탄 구조요소를 만들기 위해 사용되는 몰드는 기계 제작장의 실무에 적합해야 한다.
- (3) PTFE판은 접착제 제조자의 지시에 따라, 조절 가능한 공장조건하에서 에폭시수지 접착제를 사용하여 샌드브라스팅을 한 강재에 부착되어야 한다. PTFE판은 두께의 1/2 이상이 강재의 홈에 끼워져야 한다. 수직면의 경우에는 PTFE판을 강재에 기계적으로 고정시킬 수 있다.
- (4) 제조 후 공기에 노출되는 표면 중에서 스테인레스강판을 제외한 강판표면은 계약 도어나 시방서에 따라 부식을 방지하기 위한 공장 도장이나 코팅을 해야 한다. 코팅을 하기에 앞서 코팅 제조자의 추천에 따라 노출된 강판의 표면을 청결하게 해야 한다.
- (5) 현장 용접되는 금속표면이 용접을 실시하기 전에 노출되는 기간이 3개월 이상이면 현장용접되는 면을 깨끗한 도료로 코팅하거나 감독자가 승인한 보호코팅을 해야 한다. 용접시 래커 코팅은 제거해야 한다. 이러한 면의 최종 도장과 코팅은 용접을 완료한 후에 실시해야 한다.

- (6) 스테인레스 강판은 완전한 접촉이 이루어지도록 하기 위해 공인된 에폭시를 사용하여 강재에 부착시킨 후 연속 봉인 용접으로 밀폐시킨다.
- (7) 포트 받침용 강재 피스톤과 강재 포트는 각각 일체로 된 강재를 가공하여 제작해야 한다. 모든 받침의 강재 포트는 일체로 가공하여 홈을 만들거나 하부 저판에 연속으로 용접하여 제작해야 한다.
- (8) 피스톤의 외경은 피스톤과 고무판이 접하는 높이에서 포트의 내경에 비해 0.7 mm 보다 작아서는 안 된다. 피스톤의 측면은 회전을 원활하게 하기 위해 경사를 주어야 한다.
- (9) 디스크 받침용 폴리에테르 우레탄 구조요소는 상·하부 받침판에 링을 용접하거나 받침판에 홈을 내어 만든 구속링에 의해 구속되어야 한다. 링의 내경은 디스크 요소의 직경보다 4~6% 커야 한다.
- (10) 전단 저항 장치는 용접이나 그 밖의 가능한 방법으로 받침판에 연결해야 한다. 공인된 용접방법에 의한 요구조건에 따라 모든 용접이 실시되어야 하며 용접기술자는 자격요건을 구비해야 한다.
- (11) 앞에서 언급한 사항 이외에 강판으로 된 모든 받침의 표면은 0.8 mm/m 이내로 평평하게 마무리하거나 가공해야 한다. 0.8 mm/m 보다 편평도가 크면 불합격이다. 받침 패드에 놓이도록 설계된 하부 받침판(저판)의 하면은 편평도가 5.2 mm/m 이내가 되도록 해야 한다. 산소용접기로 절단한 면은 조도가  $25 \times 10^{-3}$  mm 를 넘지 않도록 해야 한다. 전체 받침의 허용치수는 -0, +3 mm 이내이어야 한다.
- (12) 모든 받침은 공사 식별번호, 로트번호 그리고 개개의 받침번호를 설치 후에도 볼 수 있도록 한쪽 면에 잉크로 지워지지 않게 표기해야 한다.

### 5.3.2 표본선정과 시험

#### (1) 로트 크기

표본선정, 시험 그리고 승인여부는 로트를 근거로 하여 결정한다. 로트는 특정 시간이나 날짜에 검사를 위해 제출하는 받침으로 정의한다. 로트는 더 나아가서 다음 기준에 의해 결정되는 가장 적은 받침수량으로 정의한다.

- ① 1로트는 하나의 계약 또는 공사 물량을 넘지 않아야 한다.
- ② 1로트는 하중용량에 관계없이 같은 형식의 받침으로 구성된다. 받침 형식은 고정, 가동 형식으로 분류된다. 일방향 가동과 양방향 가동받침은 동일 형식으로 취급된다.

제 5 장 신축이음 및 받침부

다.

(2) 표본선정 및 시험 요구사항

① 제조자가 하는 시험

제조자는 「제조자가 하는 시험」을 하기 위해 완료된 받침의 로트로부터 임의로 표본을 선정해야 한다. 제조자는 필요한 시험을 모두 끝내고 품질승인, 검사, 시험, 가부판정을 위해 로트를 제출하기 전에 본 시방서와 일치한지를 결정해야 한다. 제조자는 시험결과를 감독자에게 제공해야 한다.

② 감독자가 하는 시험

가. 특정한 규정에 의해 품질승인 시험이 요청되는 경우에 제조자는 감독자에게 표 5.3.8에 따라 품질승인 시험에 요구되는 소요개수의 표본을 제공해야 한다. 받침과 부품재료의 시험, 검사 그리고 품질 승인 시험을 위해 최소 30일이 허용되어야 한다.

나. 표본 받침의 모든 외부면은 평평하여야 하고 시험과정에 장애를 주는 불규칙성이나 돌출이 없도록 해야 한다. 시험을 하기위해 선정된 받침의 소울 플레이트가 경사져 있다면, 그것에 맞는 부착되지 않은 경사판이 있는 시험장소로 운반해야 한다. 이러한 판은 경사진 판과 동일한 재료와 크기를 가져야 한다. 또한 경사판은 경사진 소울 플레이트와 접하게 놓을 때 두 물체는 일체, 직사각형, 균일한 두께를 이루도록 제작해야 한다.

다. 감독자는 품질승인시험을 위해 무작위로 받침의 완성된 로트로부터 표본받침을, 그리고 고무 및 PTFE 재료로부터 표본을 선정할 수 있다.

표 5.3.8 표본추출

시 험	표 본 의 요 건
재하시험	로트당 한 개의 받침
고무판의 물리적 성질	로트당 한 개의 고무 요소
PTFE판의 물리적 성질	공사당 PTFE 250 mm×125 mm판 한개
폴리에테르 우레탄 구조 요소의 물리적 성질	로트당 폴리에테르 우레탄 250 mm×125 mm 판 한 개 (두께 1.6 mm× 3 mm)

**(3) 성능시험**

- ① 포트받침의 성능시험은 KS F 4424(포트받침)에 따라 실시한다.
- ② 디스크받침의 성능시험은 이절에 따라 실시한다. 시험용 받침은 1시간 동안 설계 용량의 150%까지의 하중과 0.02rad의 회전과 설계회전 용량 중에서 큰 회전을 함께 가해서 실시한다.
- ③ 받침은 시험동안에 그리고 시험 후에 분해하여 육안으로 검사해야 한다. 돌출되거나 변형된 폴리에테르 우레탄 또는 PTFE, 손상된 구속링 또는 균열이 발생한 강재등과 같이 육안으로 관찰되는 결함은 불합격의 원인이 된다. 시험하는 동안에 폴리에테르 우레탄 요소와 받침판 사이에서 그리고 상부 미끄럼 강판과 상부 받침판 사이에서 연속적이고 균일한 접촉이 유지되어야 한다. 들뜬 것이 발견되면, 이것은 해당 로트의 불합격 요인이 된다.

**5.3.3 설치**

포트 및 디스크 받침은 계약도서와 승인된 작업도면에 나타난 배치 및 설치계획과 일치하도록 설치해야 한다.

**6. 록커, 롤러, 미끄럼 받침 및 스페리컬 받침****6.1. 일반사항****6.1.1 적용범위**

해당사항 없음.

**6.2. 재료**

록커, 롤러, 미끄럼 받침에 사용되는 강재의 종류 및 등급은 도면에 표시되거나 규정된 것이어야 한다. PTFE 코팅이 필요한 경우에는 7.2.3절에 따라야 한다.

**6.3. 시공****6.3.1 제조**

록커, 롤러, 미끄럼 받침의 제조는 도면에 나타난 세부사항과 일치해야 한다. 제조는 현대적인 작업장에서 실무에 맞는 능숙한 방법으로 실시되어야 한다. 군더더기, 날카롭고 거친 모서리나 다른 흠집은 제거해야 한다.

**6.3.2 설치**

## 제 5 장 신축이음 및 받침부

- (1) 록커, 톨러, 미끄럼 받침의 설치는 가시설물 제거와 프리스트레싱에 의해 수축된 후에 평균 온도하에서 록커 및 톨러 받침이 수직이 되도록 하기 위해 설치시에 지지 지간의 평균온도의 변화 그리고 지지 지간의 길이에 영향을 미칠 수 있는 다른 요인 등을 고려해야 한다. 부적절하게 받침을 설치하거나 조정하므로써 가동 받침에서 상부구조물의 자유로운 이동을 제한하지 않도록 주의해야 한다.
- (2) 시공자는 톨러받침을 설치하기 직전에 모든 접촉표면을 오일이나 흑연으로 완벽하게 코팅해야 한다. 실린더형 받침은 그 회전축이 상부구조물의 회전축과 일치하도록 주의해서 설치해야 한다.
- (3) 스페리컬받침  
스페리컬받침은 설계에 나타난 것이나 특정 규정에 제시된 요구사항에 따라 제조되고 시험, 설치되어야 한다.

## 7. 받침의 구성부품 및 설치

### 7.1. 일반사항

#### 7.1.1 적용범위

이 절에서는 받침 구성부품의 재료 및 제조에 관한 일반적인 내용과 제작 설치에 필요한 공사에 적용한다.

### 7.2. 재료

#### 7.2.1 받침용 황동 및 구리 합금판

황동판과 구리 합금판은 설계도에 나타난 세부 사항에 따라 주조 및 제작되어야 한다. 별도의 세부사항이 규정되어 있지 않다면, 미끄럼면은 그 경간의 이동방향에 평행하게 계획되어야 하며 매끈하게 마무리되어야 한다. 평평하고 매끄러운 표면을 가진 압연 판의 마무리는 필요하지 않다.

#### 7.2.2 받침용 저판, 소울 플레이트, 쉘기형 판

##### (1) 재료

받침판, 소울 플레이트, 그리고 쉘기형 판에 사용되는 금속판은 달리 규정되어 있지 않으면 KS D 3503 또는 KS D 3515에 따라야 한다. 황동받침 및 가동판은 7.2.1절의 요구사항에 따라야 한다.

##### (2) 제조

받침판의 구멍은 드릴, 펀칭 또는 정확하게 조절되는 산소절단에 의해 형성되어야 한다. 모든 군더더기는 그라인딩으로 제거해야 한다.

### 7.2.3 받침용 PTFE판

#### (1) 재료

PTFE 수지는 신생재료이어야 하며, 비중은 2.13~2.19, 녹는점은  $328\pm 1^{\circ}\text{C}$ 이어야 한다. 채움재 사용시, 채움재는 유리섬유, 탄소 또는 활성이 없는 승인된 채움재이어야 한다. 접착제는 감독자에 의해 승인된 것 또는 동등한 요구사항을 만족하는 에폭시수지이어야 한다.

- ① 채움재를 넣지 않은 PTFE 판은 신생 PTFE 수지로 만들어져야하며, 인장강도는 최소 19 MPa이상, 신장율은 최소 200% 이상이어야 한다.
- ② 채움재를 넣은 PTFE 판은 활성이 없는 채움재와 균일하게 혼합된 신생의 PTFE 수지로 만들어야 한다. 유리섬유나 탄소 등의 채움재를 넣은 PTFE 판은 다음의 요구사항에 따라야 한다.

표 5.3.9 PTFE 채움재

구 분		15% 유리섬유	25% 탄소
역학적	인장강도(최소)	14 MPa	9 MPa
	신 장 율(최소)	150%	75%
물리적	비 중(최소)	2.20	2.10
	녹 는 점	$327^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$	$327^{\circ}\text{C}\pm 10^{\circ}\text{C}$

- ③ 직물은 질이 좋은 복수의 섬유 PTFE 플루오르화 탄소섬유와 독점설계에서 요구되는 다른 섬유로 제조된다. 전형적인 PTFE 섬유의 인장강도는 17 MPa이상, 신장율은 75% 이상이어야 한다.
- ④ 맞물려있는 청동과 채움재를 넣은 PTFE 구조물은 납/ PTFE 합성물이 들어간 두께 0.25 mm의 다공성 청동 표층을 가진 인청동판으로 구성되어야 한다. 그리고 두께 0.025 mm보다 작지않은 합성 PTFE로 덧씌워야 한다. 인청동 후판은 KS D 6010을 따라야 하고, 다공성 청동층은 KS D 6002에 따라야 한다.
- ⑤ PTFE 금속 합성물은 각 측면에서 33.5 mm의 구멍이 있는 스테인레스 강 KS D 3698, STS 316 판을 완전히 통과하여 성형된 한번도 사용하지 않은 PTFE로 이

## 제 5 장 신축이음 및 받침부

투어져야 한다.

- ⑥ PTFE 판을 에폭시로 부착하는 경우, 승인받은 제조자가 PTFE 판의 한쪽면을 염화 나프탈렌 또는 염화 암모니아 공정에 의해 공장 처리해야 한다.
- ⑦ 스테인레스 강재 접촉면이 사용되는 경우, 그 두께는 1.3 mm 이상이어야 하며, Mirror #8 이상의 표면 마무리를 갖는 KS D 3698, STS316에 따라야 한다. 스테인레스 강재 접촉판은 이 시방서의 마찰 요구조건을 만족시키도록 마무리되거나 압연되어야 한다.

### 7.2.4 앵커 볼트

#### (1) 재료 및 제작

앵커볼트는 KS D 0233 또는 설계도에 나타난 것과 같거나 또는 특별 규정에서 규정된 요구사항을 만족해야 한다.

- (2) 앵커볼트를 볼트구멍에 문을 때 사용하는 재료는 만족할 만한 정착을 확보하기 위해 요철을 만들거나 끝을 블록하게 해야 한다.

### 7.2.5 저판의 설치

#### (1) 일반

설계도에 나타내거나 별도 규정된 경우 저판아래의 안치부 재료로써 채움재 또는 섬유 재료를 사용해야 한다. 이러한 재료는 규정되거나 감독자에 의해 주문 또는 승인된 형태이어야 하고, 접촉면에서 완전하게 지지되도록 설치해야 한다. 안치재료와 받침, 저판 등을 설치하기 바로 전에는 콘크리트 또는 강재의 접촉면을 깨끗하게 유지해야 한다.

#### (2) 재료

- ① 안치부로서 사용되는 미리 성형된 직물 패드는 고품질의 천연고무를 넣어 부착시킨 여러 겹의 8온스 면사 또는 이와 동등한 재료를 일정두께로 압축한 탄성패드로 구성되어야 한다. 가닥수는 압축 및 가황처리를 한 후에 규정된 두께가 될 정도이어야 한다.
- ② 완성된 패드는 두께의 감소 또는 밀려남이 없이 적어도 69 MPa의 면에 수직인 압축하중에 견디어야 한다.
- ③ 안치부로 사용되는 납판은 두께가 일정하여야 하고 균열, 주름, 조각 및 다른 결함이 없어야 한다. 별도의 규정이 없는 경우, 납판의 두께는 3.2 mm로 허용범위  $\pm 0.8$  mm에 들어야 한다. 안치부에 사용되는 콜크재료는 비침하 다황화물 또는 폴

리우레탄으로 한다. 저판 아래를 채우는데 쓰이는 모르타르는 7.2.6에 따른다.

### 7.2.6 모르타르 및 그라우트

#### (1) 재료 및 배합

- ① 저판아래에 사용되는 모르타르는 공간의 폭 및 깊이가 20 mm보다 작으면, 사용하는 모래는 모두 2.5 mm 체를 통과해야 한다. 달리 규정되거나, 감독자가 요구한 경우가 아니라면, 모르타르에서 시멘트와 모래의 비율은 1:2로 하며, 그라우트에서 시멘트와 모래의 비율은 1:1로 한다.
- ② 이 비율은 느슨한 체적비율이다. 무수축 모르타르나 그라우트로 규정된 경우, 감독자에 의해 승인 받은 무수축 혼화제나 팽창 수화 시멘트가 사용되어야 한다. 타설(placing) 및 채워넣기(packing)에 충분한 물만이 있어야 한다.
- ③ 모르타르의 경우 손에 부드럽게 쥐어서 공 모양을 만들기에 충분한 물만이 있어야 한다. 배합은 손으로 하거나 회전하는 배합기로 모든 성분이 완전히 섞일 때까지 해야 한다. 일단 배합이 되면 모르타르나 그라우트에 물을 더 붓지 말고 1시간 이내에 타설해야 한다.

## 7.3 시공

### 7.3.1 받침용 황동 및 구리 합금판

### 7.3.2 받침용 저판, 소울 플레이트, 썸기형판

- (1) 받침판은 설계도에 나타난 것과 같은 제 높이 및 위치에 정확하게 설치되어야 하고, 전체 면적에 걸쳐 균등하게 지지되어야 한다.
- (2) 판을 콘크리트에 물을 때, 콘크리트 타설 동안에 판이 정확한 위치에 놓이도록 하기 위한 설비가 있어야 한다.

### 7.3.3 받침용 PTFE 판

- (1) PTFE 재료는 설계도에 나타난 것과 같이 공장부착하거나, 기계적인 연결, 또는 지지재료의 홈에 끼워야 한다.
- (2) 부착은 조절된 상태에서 그리고 승인된 접착제품의 제조자의 지시서에 따라 받침 제조 공장에서 수행되어야 한다. 부착 공정이 끝난 후에 PTFE 표면은 매끈하여야 하며 거품이 없어야 한다. 또한 채움재를 놓은 PTFE 표면은 매끈하여야 된다.
- (3) 기계적으로 고정하는 경우, PTFE판은 PTFE판과 지지재료에 사용되는 고정부품을 완전히 갖춘 받침이 되도록 주의하여 설계도에 나타난 것과 같은 크기와 형태, 그리고 개수의 고정부품을 가지고 고정해야 한다.

## 제 5 장 신축이음 및 받침부

- (4) 이 직물은 단단한 지지재료에 부착하거나 기계적으로 정착해야 한다. 이 직물은 한랭유동(cold flow)이 없이 69MPa 단위 하중을 견딜 수 있어야 한다. 직물과 지지재료의 부착은 자연적인 받침마찰 전단력에 의해 유발되는 전단력에 더해서 수직하중 또는 공칭작용하중의 10%에 해당하는 하중에 의해 분리되어서는 안 된다.

### 7.3.4 앵커볼트

- (1) 시공자는 앵커볼트를 위한 구멍을 뚫고 포틀랜드시멘트로 그라우팅 하여 설치하거나, 설계도에 나타난 바와 같이 또는 감독자에 의해 규정되거나 지시된 바와 같이 앵커볼트를 미리 설치해야 한다.
- (2) 앵커볼트의 위치를 정할 때에는 설치시의 상부 구조물의 평균온도 변화와 설치 후 고정하중에 의한 하현재 또는 하부 플랜지의 예상 신축량 등을 고려하여, 평균온도와 고정하중하에서 가동받침의 고정 볼트가 가능하면 구멍의 중심부에 위치하도록 주의를 기울여야 한다.
- (3) 가동받침에서는 상부구조물의 완전하고 자유로운 이동이 너트나 앵커볼트에 의해 방해받지 않도록 주의해야 한다.

### 7.3.5 저판

해당사항 없음.

### 7.3.6 모르타르 및 그라우트

- (1) 모르타르나 그라우트와 접촉하는 콘크리트부는 부착을 방해할 수 있는 이물질을 제거하여 청결히 하고, 물을 부어 모르타르를 타설하기 직전에 표면건조상태가 되도록 해야 한다.
- (2) 모르타르나 그라우트를 완전히 채우고 흠 및 구멍 안으로 조밀하게 채워 넣어야 한다. 타설 후 3일 이상 수분 양생해야 한다. 감독자에 의해 달리 허용되지 않는다면, 타설 후 72시간 이내의 모르타르에 어떠한 하중도 재하 되어서는 안 된다.
- (3) 모르타르가 부적절하게 양생되거나 또는 다른 결함을 가지고 있다면, 시공자는 자비로 모르타르를 제거하고 교체해야 한다.

# 제 6 장 도 장

## 6-1 일반요건

### 1. 일반사항

#### 1.1 적용범위

본 시방은 강교량 등의 신설 및 유지보수시의 도료 및 도장에 대한 선택기준, 시공 방법 및 검사방법 등에 대한 도장공사에 적용한다.

#### 1.2 용어의 정의

- (1) 가사시간(pot life, pot stability) : 2액형 이상의 도료를 사용하기 위해 혼합했을 때 겔화, 경화 등이 일어나지 않고 사용하기에 적합한 유동성을 유지하고 있는 시간.
- (2) 가열건조(baking, stoving) : 칠한 도료의 층을 가열하여 경화시키는 공정. 가열은 더운 공기의 대류, 적외선의 조사 등에 따른다. 가열하여 건조시켜서 얻은 도막은 일반적으로 단단하다. 보통 66℃(150°F) 이상의 온도에서 건조시킬 경우를 말한다.
- (3) 가열잔분(불휘발분)(non volatile content, solid content, heating residue) : 도료를 일정한 조건에서 가열했을 때에 도료 성분의 일부가 휘발 또는 증발한 후 남은 무게를 본래 무게에 대한 백분율로 계상한 값. 잔분은 주로 전색재 속의 불휘발분 또는 안료이다. 도료 일반 시험방법에서는 가열 조건은 105±2℃에서 3시간으로 규정되어 있다.
- (4) 건조(drying) : 칠한 도료의 얇은 층이 액체에서 고체로 변화되는 현상. 도료 건조의 기구에는 용매의 휘발, 증발, 도막 형성 요소의 산화, 중합, 축합 등이 있고, 건조의 조건에는 자연건조, 강제건조, 가열건조 등이 있다. 또 건조 상태에 따라 다음의 용어로 구분한다.
  - ① 지촉건조(set to touch) : 도막을 손가락으로 가볍게 대었을 때 접착성은 있으나 도료가 손가락에 묻지 않는 상태
  - ② 점착건조(dust free)  
가. 손가락에 의한 방법 - 손가락 끝에 힘을 주지 않고 도막면을 가볍게 좌우로 스칠 때 손톱자국이 심하게 나타나지 않는 상태

## 제 6 장 도장

- 나. 숨에 의한 방법 - 탈지면을 약 3 cm 높이에서 도막 면에 떨어뜨린 다음, 입으로 불어 탈지면이 쉽게 떨어져 완전히 제거되는 상태
- ③ 고착건조(take free) : 도막 면에 손끝이 닿는 부분이 약 1.5 cm가 되도록 가볍게 눌렀을 때 도막 면에 지문 자국이 남지 않는 상태
  - ④ 경화건조(dry-through) : 도막 면에 팔이 수직이 되도록 하여 힘껏 엄지손가락으로 누르면서 90℃ 각도로 비틀어 볼 때 도막이 늘어나거나 주름이 생기지 않고 다른 이상이 없는 상태
  - ⑤ 완전건조(full hardness) : 도막을 손톱이나 칼끝으로 긁었을 때 흠이 잘 나지 않고 힘이 든다고 느끼는 상태
- (5) 건조시간(drying time) : 도료가 건조하는 때에 필요한 시간, 가열 건조에서는 가열 장치에 넣고부터 건조 상태로 될 때까지의 시간
- (6) 겔화(gel, gelation, livering) : 액상인 것이 불용성의 겔 상으로 되는 것, 도료에서는 용기 속에서 굳어져서 회석제를 가하여 휘저어도 전색제가 고르게 녹지 않는 상태
- (7) 경도(hardness) : 도막의 단단한 정도.
- (8) 경화(curing) : 도료를 열 또는 화학적인 수단으로 축합, 중합시키는 공정. 요구하는 성능의 도막이 얻어진다.
- (9) 경화제(hardener curing agent) : 도막을 경화시키는 물질
- (10) 광명단(red lead) : 사삼 산화납을 주성분으로 한 오렌지색 안료, 방청 안료로서 사용한다.
- (11) 광택(gloss) : 물체 표면에서는 받는 정반사광 성분의 다소에 따라서 일어나는 감각의 속성. 일반적으로 정반사광 성분이 있을 때에 광택이 많다고 말한다. 도막에서는 광택을 사용해서 입사각, 반사각을 45°: 45° , 60°: 60°등으로 하여 거울면 광택도를 측정해서 광택의 대소의 척도로 한다.
- (12) 균열(cracking) : 노화된 결과 도막에 나타나는 부분적인 절단, 균열의 상태에 따라서 다음과 같이 분류된다.
- ① 헤어크랙(hair cracking) : 가장 위층 도막의 표면에서만 생기는 아주 가느다란 균열, 모양은 불규칙하고 장소에 관계없이 생긴다.
  - ② 얇은 균열 : 가장 위층 도막의 표면에만 생기는 가느다란 균열로 분산된 무늬가 되어서 분포한다.
  - ③ 크레이징(crazing) : 얇은 균열과 비슷하며 그보다도 깊고 폭이 좁은 것.

- ④ 악어가죽 균열 : 깊은 균열이 심한 것. 악어가죽 무늬로 생긴 것.
- (13) 내구성(durability) : 물체의 보호. 미장 등 도료의 사용 목적을 달성하기 위한 도막 성질의 지속성
- (14) 내수성(water resistance, waterproof) : 도막이 물의 화학적 작용에 대해서 잘 변화되지 않는 성질. 내수시험에서는 시험편을 물에 담가서 주름, 팽창, 균열, 벗겨짐, 광택의 감소, 흐림, 변색 등의 유무나 정도를 조사 한다
- (15) 내후성(weathering, weather resistance, weatherproof) : 옥외에서 일광, 풍우 이슬, 서리, 한난, 건습 등 자연의 작용에 저항해서 잘 변화하지 않는 도료의 성질
- (16) 노화(aging, ageing) : 시간의 경과에 따라서 도막의 성질, 성능, 외관이 열화 하는 것.
- (17) 녹(rust) : 보통은 철 또는 강의 표면에 생기는 수산화물 또는 산화물을 주체로 하는 화합물. 넓은 의미로는 금속이 화학적 또는 전기 화학적으로 변화해서 표면에 생기는 산화 화합물.
- (18) 도포량(quantity for application) : 일정한 면적에 칠하는 도료의 양( $\text{kg/m}^2$ ,  $\ell/\text{m}^2$ )
- (19) 밀스케일(mill scale) : 철재의 표면에 생기는 검은 껍질.
- (20) 변색(discoloration) : 도막의 색의 색상, 채도, 명도 중 어느 하나 또는 하나 이상이 변화하는 것,
- (21) 부착성(adhesive property, adhesion, adhesive strength) : 도막이 지지 면에 부착되어 잘 떨어지지 않는 성질
- (22) 상도도료(top coat) : 도료를 여러 번 칠하여 도장 마무리를 할 때 마감도료로 사용되는 도료
- (23) 상용성(compatibility, compatible) : 2종류 또는 그 이상의 물질이 서로 친화성을 가지고 있어서 혼합했을 때에 용액 또는 균질의 혼합물을 형성하는 성질, 도료에 있어서는 2종류 또는 그 이상의 도료를 혼합시 침전, 응고, 겔화와 같은 불량한 결과로 나타나지 않는 성질
- (24) 흐림현상(sagging, run, curtaining) : 수직면에 칠했을 때 건조까지의 사이에 도료의 층이 부분적으로 아래쪽으로 흘러서 두께가 불균등한 곳이 생겨 반원상, 고드름상, 액상 등이 되는 현상. 너무 두껍게 칠했을 때 도료의 유동 특성의 부적합 내지 상태의 부적합 등에 의해서 일어나기가 쉽다
- (25) 샌드블라스트(sandblasting, blast cleaning) : 금속 제품에 건조된 규사 등의 연마재를 고압의 공기와 함께 분사하여 표면의 녹을 제거하여 깨끗하게 하는 것

## 제 6 장 도장

- (26) 스프레이 도장(spray coating) : 스프레이 건으로 도료를 미립화하여 뿜어내면서 칠하는 방법
- (27) 아연말(zinc dust) : 금속 아연을 주성분으로 한 회색 분말, 방청 안료로서 사용한다.
- (28) 안료(pigment) : 물이나 용매에 녹지 않는 무기체 또는 유기체의 분말. 착색, 보강, 중량 등의 목적으로 도료, 인쇄잉크, 플라스틱 등에 사용한다. 굴절률이 큰 것은 은폐력이 크다.
- (29) 에폭시 수지(epoxy resin) : 분자 속에 에폭시기를 2개 이상 함유한 화합물을 중합하여 얻은 수지 모양 물질로, 에피클로로히드린과 비스페놀을 중합하여 만든 것이 대표적이다. 에폭시 수지를 사용해서 만든 도료는 경화시간(건조시간)이 짧고, 도막은 화학적, 기계적 저항성이 대체로 크다
- (30) 열경화성(thermosetting property) : 수지 등이 가열하면 경화되어서 불용성이 되어 본래의 연성으로 되돌아가지 않는 성질
- (31) 염수분무 시험(salt spray testing, salt spray test) : 식염수 용액을 분무상으로 해서 뿜어 넣는 용기 속에 시험판을 넣고 금속재료, 피복 금속재료, 도장 금속재료 등의 방식성을 비교하는 시험
- (32) 염화고무(chlorinated rubber) : 염소화 시킨 고무 폴리에틸렌 및 폴리프로필렌의 염소화물도 이에 포함된다.
- (33) 용제(solvent) : 도료에 사용하는 휘발성의 액체로, 도료의 유동성을 증가시키기 위해서 사용한다. 협의로는 도막 형성요소의 용매를 말하고 달리 조용제, 희석제가 있다. 본래는 증발 속도의 대소에 의해서 구분하지만, 비등점의 고저에 따라서 고비등점 용제, 중비등점 용제, 저비등점 용제로 분류되는 수도 있다.
- (34) 유기안료(organic color, organic pigment) : 유기물을 발색 성분으로 하는 안료
- (35) 자연건조(air drying, cold curing) : 도료가 상온의 공기 속에서 건조하는 것.
- (36) 전색제(vehicle) : 도료 속에서 안료를 분산시키고 있는 액상의 성분.
- (37) 주도(consistency) : 액체를 변형할 때에 발생하는 역학적인 저항, 유체의 유동에는 점성 유동, 소성 유동, 칙소트로픽 등이 있어 저항의 상태에 차이가 있다. 정량적으로는 응력 미끄럼 속도 특성을 사용해서 점도 변화, 항복치 등으로 나타낼 수 있다.
- (38) 중도(intermediate coat) : 하도 상도의 중간층으로서 중도용의 도료를 칠하는 것.

하도 도막과 상도 도막 사이의 부착성의 향상, 종합 도막층 두께의 증가, 평면 또는 입체성의 개선 등을 위해서 한다. 영어에서는 목적에 따라서 under coat, ground coat, surfacer 등으로 말한다.

- (39) 체질안료(extendor, filler, extendor pigment) : 도막의 보강, 증량의 목적으로 사용하는 굴절률이 작은 흰색 안료.
- (40) 촉진내후성 시험(accelerated weathering test, accelerated weathering, artificial weathering) : 도막은 옥외에 노출되면 일광, 풍우 등의 작용을 받아서 열화 한다. 열화하는 경향의 일부를 단시간에 시험하기 위해서 자외선 또는 태양빛에 근사한 광선 등을 조사하고 물을 뿜어내는 등의 인공적인 실험실적 시험.
- (41) 프라이머(primer) : 도장재 중에서 소지에 최초로 사용되는 도료. 프라이머는 소지의 종류나 도장재의 종류에 따라 여러 가지 종류가 있다.
- (42) 핀홀(pin hole) : 도막에 생기는 극히 작은 구멍
- (43) 하지(substrate) : 도료를 칠할 소지면
- (44) 희석제(thinner) : 도료의 점도를 낮추기 위하여 사용하는 휘발성 액체

### 1.3 관련 시방서

#### 1.3.1 토목공사일반시방서

### 1.4 참조규격

#### 1.4.1 한국산업규격

### 1.5 제출자료

- 1.5.1 시공계획서는 시방서 제1장 총칙의 1.5.2절에 규정되어 있는 사항이 포함되어 있어야 한다.

## 2. 시공 개요

시공자는 시공 전 다음과 같은 시공계획을 수립해야 한다.

### 2.1 시공계획

- (1) 공사개요 : 공사명, 공사기간, 공사장소, 시공내용, 기준 및 사양서
- (2) 공정표
- (3) 현장조직 : 현장조직도, 작업자명부 (경험년수, 취득자격 포함)

## 제 6 장 도장

- (4) 사용도료 : 품명, 규격, 색, 제조회사명, 사용량
- (5) 사용기기 : 표면처리 및 도장작업에 필요한 기기의 명칭, 규격, 형상, 성능 및 대수.
- (6) 안전대책 : 현장의 안전관리조직, 비상연락망, 환기대책, 화재대책, 안전회의 및 안전순찰자
- (7) 환경대책 : 주변지역에 대한 오염, 소음방지 대책
- (8) 가설준비계획 : 현장사무소나 창고 등의 위치도, 구조약도 및 전화번호

### 2.2 시공방법

- (1) 일반사항 : 시공순서, 기상조건, 주야간별
- (2) 표면처리 : 표면처리의 방법, 정도
- (3) 도장작업 : 도장방법, 터치 업(touch up) 방법
- (4) 작업대 : 작업대 구조, 설치방법
- (5) 조명, 환기 : 조명, 환기방법

### 2.3 시공관리

- (1) 공정관리 : 日(週, 月) 진척도, 관리도
- (2) 품질관리 : 도료의 희석율, 도장횟수, 도막두께, 건조, 재도장간격, 도막외관
- (3) 사진관리 : 공정사진, 작업사진
- (4) 관리용 기구 : 온도계, 습도계, 표면온도계, 도막측정기기 및 검사에 필요한 제반 기기

## 3. 시공 기록

시공기록에는 다음 사항을 기록하고 유지하는 것으로 한다.

### 3.1 사용재료

- (1) 사용재료의 명칭
- (2) 사용도료의 종류

### 3.2 작업진행사항

- (1) 기상상태
- (2) 표면처리 상태

- (3) 도장작업 내용
- (4) 중복도장의 간격

## 4. 공정관리 및 안전관리

### 4.1 공정관리

- (1) 적절한 공정관리를 위해서는 공사착수 전에 현지의 상황을 충분히 조사하여 세밀한 관리계획을 입안하도록 해야 한다.
- (2) 공정관리에서는 도장공정에 맞는 도료 및 작업원의 수급, 각 층간의 중복도장 간격 등을 충분히 배려하도록 해야 한다.

### 4.2 안전관리

- (1) 도장작업에서의 사고방지를 위한 계획을 수립하고, 확인해야 한다.
- (2) 도로나 철도상에서 작업하는 경우는 각 관리자는 시공시간, 시공범위, 보안설비, 연락체계 등을 충분히 협의하고, 그 내용을 시공계획서에 명기하도록 한다.
- (3) 박스 거더형 강교 내부에서의 작업에서는 충분한 조명과 환기를 유지하도록 한다.
- (4) 도료는 일반적으로 인화성의 액체이고, 용제가 함유되어 있어, 그러한 것들이 고농도로 인체에 작용하는 경우에는 건강상 유해하다. 따라서 도료의 운반, 보관 및 도장작업 등의 각 단계에서 안전관리 방법 및 대책을 수립해야 한다.
- (5) 현장에서의 도장작업은 지상 작업 이외에는 거의 대부분이 작업대에 의한 고공작업이므로, 작업원의 추락이나 도료의 비산에 의한 제3자의 피해가 발생하기 쉽다. 또한 가설발판의 해체, 철거작업은 위험도가 높으므로 주의를 요한다.

## 5. 강교량의 도장계열 선택기준

### 5.1 강교량의 설치환경 구분

#### 5.1.1 일반환경

전원, 산간계곡 및 도시 : 강재의 부식이 경미하다고 예측되는 지구

#### 5.1.2 특수환경

- (1) 해안지구 : 해염 입자의 영향으로 강재의 부식이 빠른 지구

## 제 6 장 도장

- (2) 공장지구 : 공장과 근접한 지구로 질산화물 등의 영향으로 강재의 부식이 빠른 지구
- (3) 대기오염지구 : 도시 등에서 대기오염도가 대단히 높아서 강재의 부식이 빠른 지구
- (4) 해상지구 : 해상에 설치된 강구조물 또는 이와 동등한 부식환경에 놓여 있는 지구
- (5) 해안공업지구 : 해안과 공장의 환경조건이 중복된 지구

### 5.2 설치형태의 구분

- (1) 교량의 외부표면
- (2) 박스 거더형 내부표면(밀폐상태에 있는 부분)
- (3) 외부 연결판 및 볼트 부분
- (4) 내부 연결판 및 볼트 부분
- (5) 콘크리트와 접촉하는 강부재
- (6) 기타

## 6-2 재료

### 1. 도료의 개요

#### 1.1 도료의 정의

도료란 물체의 표면에 도포하여 건조된 피막층을 형성시켜 물체에 소기의 성능을 부여하는 유동상태의 화학제품을 말한다. 도료가 도막으로 되어 발휘할 수 있는 소기의 성능이란 다음 중 어느 하나 또는 그 이상의 성능을 가져야 한다.

- (1) 물체의 보호 : 방습, 방청, 방식, 내유, 내약품성 등
- (2) 외관이나 형상의 변화 : 색, 광택의 변화, 미관, 표식, 평활화, 입체화 등
- (3) 특수기능 : 기타 파동의 발산, 반사 및 흡수, 색에 의한 온도의 지시, 전자파 차폐, 대전방지, 곰팡이 방지, 착빙 방지, 태양열 반사 또는 흡수 등

도료의 구성성분을 기준으로 분류하면 도막을 형성하는 수지 및 안료와 도막형성 과정에 휘발하는 용제로 나누어지며, 또 도료를 제조, 보관, 도장 및 건조하는 과정을 도와주는 기능과 문제발생을 억제하는 기능을 갖는 소량의 첨가제로 이루어져 있다. 도장의 결과로 얻어지는 도막의 성능은 주로 수지와 안료의 성능에 의해서 결정된다. 따라서 도료의 좋고 나쁨은 수지와 안료의 선택에 기인된다.

#### 1.2 도료의 구성성분

도료의 조성을 크게 나누면 수지, 안료, 용제, 첨가제의 4가지 성분으로 나눌 수 있으며,

- (1) 수지는 도막 내에서 접착(binder) 역할을 하며 도막의 물성을 좌우하는 요소이며, 특히 에폭시계 수지 또는 우레탄계 수지는 화학반응형 2액형 도료용 수지로서 각종 물성이 탁월하다.
- (2) 안료는 색이 있는 분말상의 물질로서 수지와 혼합하여 물체의 표면을 착색하거나 방청 등의 기능을 부여하기 위하여 사용된다. 철의 부식을 방지하기 위한 방청안료로서 광명단과 같이 철의 부식을 억제하는 효과가 있는 억제제(inhibitor)류와 편상의 알루미늄 박편(flake), 운모상산화철(MIO)과 같이 차단(barrier)효과를 갖는 것과 금속아연말과 같이 전기화학적으로 철을 보호하는 음극보호방식의 방청안료가 사용

된다.

- (3) 첨가제는 도료의 제조에서부터 도료가 건조되어 내구력을 지속시킬 때까지 각각의 단계에서 도료에 필요한 기능을 충분히 발휘할 수 있도록 가하여지는 보조적인 역할을 하는 약품이다.
- (4) 용제는 문자 그대로 수지를 녹이거나 도료를 묽게 할 때 쓰이는 액체이다.

## 2. 강교용 중방식도료

### 2.1 금속의 부식기구

부식은 크게 나누어 건식(dry corrosion)과 습식(wet corrosion)으로 나눌 수 있으며 건식은 금속표면에 액체인 물의 작용이 없이 발생하는 부식이며, 습식은 액체인 물 또는 전해질 용액에 접하여 발생하는 부식으로 우리 주변에서 경험하는 부식의 대부분이다. 그리고 부식기구는 현재까지 물에 관여하는 부식의 대부분은 전기 화학적인 기구에 의한 것으로 알려져 있다.

즉, 부식은 물과 산소의 존재하에 철이 산화철로 변화하는 과정이다.

### 2.2 중방식 도료

중방식도료로서의 방청효과는 위의 발청(부식)의 원인을 억제시키거나 근본적으로 역행시킴으로서 얻어진다.

도장으로 얻어지는 방청은 앞서서 설명한 바와 같이 부식의 원인이 되는 물 및 공기의 침투를 차단하는 방법으로서 차단효과는 도료 중에 차단효과가 큰 전색제(예 : 화학반응 경화형인 에폭시 또는 우레탄수지) 및 안료(알루미늄 또는 M.I.O 안료)의 선택에 따른 경우, 광명단과 같은 방청안료를 사용하여 철 표면이 알칼리성이 되도록 하여 부동태화 시키는 경우 및 철보다 이온화 경향이 큰 안료(아연말)를 사용하여 금속아연이 전지의 양극화가 되어 철이 이온화하는 것을 막아주는 방법이 있다.

### 2.3 중방식도료의 특성

- (1) 내수성, 내습성이 좋아야 한다.
- (2) 내이온 투과성, 내산성, 내알칼리성이 우수해야 한다.
- (3) 물리적 성질이 우수해야 한다.
- (4) 내후성, 내구성이 우수해야 한다.

- (5) 보수도장성, 도장작업성이 우수해야 한다.
- (6) 금속면이나 상도에 대한 밀착성이 우수해야 한다.
- (7) 1회에 두꺼운 도막으로 도장이 가능해야 한다.

### 3. 강교용 중방식도료의 종류

본 시방에 언급된 도료를 제품별로 요약하면 다음과 같다.

#### 3.1 연단계 방청페인트

연단계 방청페인트는 주로 오일 또는 알키드 수지와 연단(일명 광명단)을 배합하여 제조한 방청목적의 하도용 도료로서 재래로부터 많이 사용되었다. 오일 또는 알키드계 수지는 공기 중의 산소와 반응하는 산화경화형으로 망상구조에 의해 단단한 도막을 형성한다. 또 연단(광명단)은 수분 및 산소에 의한 철재의 부식을 억제하는 기능(inhibitor)을 갖는 방청안료이다.

이 도료는 근래에 개발된 중방식 도료와 비교하여 방청력이 열세하여 대기중에 노출되지 않는 건축구조물이나 일시적으로 사용되는 임시구조물에 적용되는 것으로 용도가 제한된다. 값이 비교적 싸고 작업하기에 편리하며 블라스팅방법에 의한 표면 처리가 불가능한 경우에 사용할 수 있다는 장점이 있다.

#### 3.2 알키드계 마감도료

알키드계 도료는 주로 산과 알콜의 축합반응(에스테르 반응)에 의하여 만들어진 알키드 수지나 혹은 여기에 오일 등으로 변성하여 만든 수지에 착색안료를 배합하여 만든 마감도료(일명 에나멜)를 총칭한다. 이 도료는 다른 중방식도료에 비해 도막의 물성(내수성, 내약품성, 내구성 등)이 열세하므로 연단계 방청페인트의 상도로서 주로 사용된다. 값이 비교적 싸며 작업이 편리하다는 장점이 있다.

#### 3.3 무기질 아연말 도료

무기질 아연말 도료는 반응기구(反應機構)에 따라 여러 가지 형태가 있는데, 이 도료는 내구성이 특히 우수한 무기질 수지(주로 에틸 실리케이트가 사용됨)에 음극보호 방식에 의한 탁월한 방청력을 갖는 아연말을 배합하여 만든 도료로서 장기 내구성 및 방청력을 갖는 방청목적의 하도 도료이다.

이 무기질 아연말 도료는 도장 후 공기 중의 수분과 반응하여 실리케이트 망상구조

## 제 6 장 도장

$[(\text{SiO}_2)_n]$ 를 이루어 치밀하고 강인한 도막을 이루는 무기질 형태이므로 내수성, 내유성, 내용제성 및 각종 기계적 물성이 우수하다.

무기질 아연말 도료는 건조가 빠르고 후도막으로 도장이 가능하여 작업이 편리하고 생산성을 높일 수 있다. 또 내열성이 우수하므로 400℃까지 온도가 올라가는 철재의 하도로서도 그 적용이 가능하다. 무기질 아연말 도료의 방청력 및 마찰계수는 건조도막중의 아연말의 함량에 따라 좌우되며, 최상의 방청 품질을 유지하기 위하여 건조도막중의 아연말의 함량이 85%(무게비) 이상인 제품을 사용해야 한다.

### 3.4 염화고무계 도료

염화고무계 도료는 수(水)투과성 및 공기투과성이 아주 낮은 염화고무수지에 체질안료 및 착색안료를 배합하여 만든 도료로서, 건조가 빠르며, 층간 밀착성이 우수하고, 내수성 및 내약품성이 우수한 특성을 갖는 일액형 도료이다. 염화고무 수지의 제조중에 환경에 유해한 물질의 발생문제 및 휘발성 유기용제의 저감화가 어렵다는 문제 등으로 인하여 사용이 제약되고 있다. 따라서 기존교량의 보수 등을 제외한 신설교량에 대한 도장 시방에서는 제외한다.

### 3.5 역청질계 도료

역청질계 도료는 내수성이 우수한 역청질 수지(bitumen)를 용제에 녹인 상태로 체질안료를 배합하여 만든 도료로서 내수성이 우수하고 값이 아주 싸다는 장점이 있다. 그러나 색상이 흑색이고 내후성이 불량(햇볕에 의한 변색)하므로 외부 환경에 노출되는 구조물에는 사용이 제한된다는 단점이 있다. 장기 내구성에 한계가 있고 어두운색(흑색)으로 인하여 교량 내부의 검사 및 점검시 결함의 발견이 어렵다는 점이 있다. 따라서 기존교량의 보수 등을 제외한 신설교량에 대한 도장 시방에서는 제외한다.

### 3.6 에폭시계 도료

에폭시 수지계 도료는 에폭시기를 2개 이상 가진 화합물(주제)이 활성수소기를 가진 경화제(아민 또는 아마이드계)와 부가, 중합하여 얻어지는 고분자 화합물을 형성하는 2액형 도료이다. 화학반응에 의한 망상구조를 가지므로 부착력, 내약품성, 내수성 및 기계적 물성(내마모성, 내충격성 등)이 아주 우수한 강인한 도막을 형성한다. 단, 화학구조상의 특성 때문에 자외선에 대한 내후성이 약하므로 외부에 노출되는 구조물의 마감재로서는 부적합하다.

### 3.6.1 에폭시계 프라이머

에폭시계 프라이머는 전술한 에폭시 수지에 방청안료를 배합하여 만든 도료로서 철재의 방청 프라이머로서 유용하다. 강교용으로는 무기질 아연말 프라이머를 사용하기에 적합한 정도의 표면처리(SSPC SP 10 정도의 표면처리)를 할 수 없는 부위(현장에서 발생한 부분적인 손상부위, 볼트 및 연결판을 체결한 부위에 대한 현장도장 등)에 프라이머로 사용된다.

### 3.6.2 후막형 에폭시계 도료(교량 외부용 중도)

후막형 에폭시계 도료는 에폭시 수지에 체질안료 및 착색안료를 배합하여 제조한 도료로서 하도(무기질 아연말 도료 등)와 상도(폴리우레탄계도료, 자연건조형 불소수지 도료 등)의 가교 역할 및 중도로서 차단(barrier)역할을 하는 도료로 사용된다. 교량 외부의 중도용의 후막형은 건조도막 기준으로 1회 100  $\mu\text{m}$  또는 그 이상 도장할 수 있는 제품을 기준으로 한다.

### 3.6.3 고고형분 에폭시계 도료 및 고고형분 후막형 에폭시계 도료(교량 내부용 중상도)

고고형분 후막형 에폭시계 도료는 에폭시 수지에 약간의 체질안료 및 착색안료를 배합하여 제조한 도료로서 하도(무기질 아연말 도료 등)와 부착력이 우수하며 내수성, 방청력 등을 고려하여 설계된 제품이다. 교량내부에서 작업시 용제에 의한 작업자의 작업환경을 고려하여 가능한 한 용제의 사용을 저감시킨 고고형분 에폭시계 도료로 고형분 용적비 기준으로 최소한 80% 이상인 것을 원칙으로 한다. 교량 내부의 중상도로서 후막형은 건조도막 기준으로 1회 150  $\mu\text{m}$  또는 그 이상 도장할 수 있는 제품을 기준으로 한다.

## 3.7 폴리우레탄계 도료

폴리우레탄계 도료는 이소시아네이트기(-NCO)를 다수 가진 가교성분과 하이드록시기(-OH)를 가진 폴리올 성분이 반응하여 도막을 형성하는 도료로서 에폭시도료와 같이 화학반응에 의한 경화기구를 갖는 도료이므로 치밀하고 단단한 도막을 형성한다. 일반적으로 에폭시계 도료와 같이 물성이 우수하고 에폭시의 단점(내후성이 불량)을 극복할 수 있는 도료로서 내후성이 우수하여 해안 또는 도시환경의 강교량의 상도도료로서 적합하다.

## 3.8 자연건조형 불소도료

자연건조형 불소도료는 플루오로 올레핀(fluoro olefin)과 비닐에테르(vinyl ether)를

## 제 6 장 도장

공중합시켜 유기용제에 용이하게 용해되는 상온건조가 가능한 도료이다.

불소의 특성은 탄소원자와 불소원자간(C-F)의 결합 에너지가 유기화합물중 가장 크기 때문에 자외선이나, 대기오염, 산성비 등의 공격에 대해 20년 이상의 내후성과 내구력이 가능하다. 또한 비닐에테르에 결합되는 특수한 물질이 도막의 광택, 투명성, 경도, 굴곡성, 부착성, 안료와의 상용성 등을 부여하므로 유기계 자연 건조형 도료중 가장 우수한 성능을 발휘하는 도료로서 알려져 있다. 그러므로 장기간의 내구력이 요구되거나 보수도장이 어렵거나, 보수도장 기간을 연장시키기 위한 목적으로 사용된다.

자연건조형 불소도료의 특성을 열거하면 다음과 같다.

- (1) 초내후성 : 수지의 화학구조상 내자외선에 대한 저항성이 크기 때문에 광택유지율이 매우 높다.
- (2) 경화방식 : 우레탄 결합으로 치밀한 도막을 형성하여 내약품성 등의 물성이 우수하다.
- (3) 방청성 : 공기중 산소에 대한 투과계수가 적으므로 방청성이 우수하다.
- (4) 약품성 : 내산성, 내알칼리성 등의 내화학성이 탁월하여 중화학공장의 플랜트나 임해지역 등의 가혹한 조건하에서 탁월한 성능을 발휘한다.
- (5) 보수도장 : 타도막 및 불소도료와의 부착성이 우수하여 재도장이 가능하다.

### 3.9 콜탈 에폭시계 도료

콜탈 에폭시계 도료는 위에서 설명한 에폭시 수지에 내수성이 특히 탁월한 콜탈을 배합하여 만든 내수성 및 방청력이 우수한 도료이다. 가격면에서도 순수 에폭시에 비해 저렴하고, 내수성 등이 우수하므로 강재를 장기적으로 보호하기에 적합하다. 그러나 콜탈 에폭시계 도료는 내후성이 불량하고 색상이 제한(흑색 및 적갈색)되므로 노출 구조물에는 적용이 제한된다. 주로 침수부위 또는 시각적으로 문제가 되지 않는 내부구조에 적용하기 적합한 도료이다. 교량 내부에 내수성이 우수하고, 가격적인 문제로 많이 사용되었으나, 교량 내부에서 도장작업시 콜탈 성분의 취기로 인하여 작업자의 작업환경이 열악하며 어두운색(흑색)으로 인하여 교량 내부의 검사 및 점검시 결함의 발견이 어렵다는 점이 있다. 따라서 기존교량의 보수 등을 제외한 신설교량에 대한 도장 시방에서는 제외한다.

### 3.10 세라믹계 도료

우수한 세라믹의 기능과 방청성 금속분말을 폴리머재료로 결합시킨 도료로서 접착력, 마모성, 충격성, 내후성, 방청성 등 여러 기능에서 우수하며, 특히, 세라믹재료 자체가 내구성 및 내후성에서 우수한 장점을 갖음으로 보수 및 용접 부위 등 여러 가지 용도로 사용이 가능한 도료이다

## 4. 도장시방

### 4.1 도장계열

강교량에 쓰이는 일반환경용 및 특수환경용의 도장계열은 표 6.2.1에 따라야 한다.

표 6.2.1 도장계열

환경	구분	계열	표면처리	제1층	제2층	제3층	제4층	제5층
일반 환경	외부	GEA	SSPC-SP3	연단계 방청페인트	연단계 방청페인트	알키드계 마감도료	알키드계 마감도료	
		GEB	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	후막형 에폭시계도료	폴리 우레탄계 도료	폴리 우레탄계 도료
		GED	SSPC-SP10	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료	세라믹계 우레탄		
	내부	GIA	SSPC-SP3	연단계 방청페인트	연단계 방청페인트			
		GIB	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	고고형분 에폭시계 도료		
		GID	SSPC-SP10	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료	세라믹계 우레탄		
특수 환경	외부	SED	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	후막형 에폭시계도료	폴리 우레탄계 도료	폴리 우레탄계 도료
		SEE	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	후막형 에폭시계 도료	자연건조형 불소수지도료	자연건조형 불소수지도료
		SEH	SSPC-SP10	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료	세라믹계 우레탄		
특수 환경	내부	SID	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	
		SIE	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	고고형분 후막형 에폭시도료		
		SIF	SSPC-SP10	무기질 아연말도료	미스트코트	고고형분 후막형 에폭시도료	고고형분 후막형 에폭시도료	
		SIG	SSPC-SP10	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료	세라믹계 우레탄		

제 6 장 도장

환경	구분	계열	표면처리	제1층	제2층	제3층	제4층	제5층
연결 판	내부 외부	SJ	SSPC-SP10	무기질 아연말도료				
		SK	SSPC-SP10	세라믹계 방식도료				
포장 면		DK	SSPC-SP10	무기질 아연말도료				
		DL	SSPC-SP10	세라믹계 방식도료				
볼트 및 연결 판	외부	GEC	SSPC-SP3	에폭시계 도료	후막형 에폭시계 도료	폴리 우레탄계 도료	폴리 우레탄계 도료	
		GEF	SSPC-SP3	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료	세라믹계 우레탄		
		SEI	SSPC-SP3	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료	세라믹계 우레탄		
		SEF	SSPC-SP3	에폭시계 도료	후막형 에폭시계 도료	폴리 우레탄계 도료	폴리 우레탄계 도료	
		SEG	SSPC-SP3	에폭시계 도료	후막형 에폭시계 도료	자연건조형 불소수지도료	자연건조형 불소수지도료	
		GIC	SSPC-SP3	에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료			
	내부	GIF	SSPC-SP3	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료	세라믹계 우레탄		
		SIJ	SSPC-SP3	세라믹계 방식도료	세라믹계 방식도료	세라믹계 우레탄		
		SIG	SSPC-SP3	에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료	고고형분 에폭시계 도료		
		SIH	SSPC-SP3	에폭시계 도료	고고형분 후막형 에폭시도료			
		SII	SSPC-SP3	에폭시계 도료	고고형분 후막형 에폭시도료	고고형분 후막형 에폭시도료		

## 4.2 도장계열의 기호

본 시방서의 도장계열에 대한 기호의 규정은 표 6.2.2에 따른다.

표 6.2.2 도장계열의 기호

NO.	계열	약어해설	상세 도장사양 내용
1	GEA	General Exterior A	일반환경용 외부도장계 A (일시 가설구조물)
2	GEB	General Exterior B	일반환경용 외부도장계 B (영구 구조물)
3	GED	General Exterior D	일반환경용 외부도장계 D (영구 구조물)
4	GIA	General Interior A	일반환경용 내부도장계 A
5	GIB	General Interior B	일반환경용 내부도장계 B
6	GID	General Interior D	일반환경용 내부도장계 D
7	SED	Special Exterior D	특수환경용 외부도장계 D
8	SEE	Special Exterior E	특수환경용 외부도장계 E
9	SEH	Special Exterior H	특수환경용 외부도장계 H
10	SID	Special Interior D	특수환경용 내부도장계 D
11	SIE	Special Interior E	특수환경용 내부도장계 E
12	SIF	Special Interior F	특수환경용 내부도장계 F
13	SIG	Special Interior G	특수환경용 내부도장계 G
14	SJ	Splice J	연결판 도장계(일반, 특수환경용) J
15	SK	Splice K	연결판 도장계(일반, 특수환경용) K
16	DK	Deck K	포장면 도장계(일반, 특수환경용) K
17	DL	Deck L	포장면 도장계(일반, 특수환경용) L
18	GEC	General Exterior C	일반환경용 외부볼트 및 연결판 도장계 C
19	GEF	General Exterior F	일반환경용 외부볼트 및 연결판 도장계 F
20	SEF	Special Exterior F	특수환경용 외부볼트 및 연결판 도장계 F
21	SEG	Special Exterior G	특수환경용 외부볼트 및 연결판 도장계 G
22	SEI	Special Exterior I	특수환경용 외부볼트 및 연결판 도장계 I
23	GIC	General Interior C	일반환경용 내부볼트 및 연결판 도장계 C
24	GIF	General Interior F	일반환경용 내부볼트 및 연결판 도장계 F
25	SIG	Special Interior G	특수환경용 내부볼트 및 연결판 도장계 G
26	SIH	Special Interior H	특수환경용 내부볼트 및 연결판 도장계 H
27	SII	Special Interior I	특수환경용 내부볼트 및 연결판 도장계 I
28	SIJ	Special Interior J	특수환경용 내부볼트 및 연결판 도장계 J

### 4.3 외부용 도장계열의 선정

- (1) 일반환경의 경우 구조물의 내구성을 고려하여 도장계열을 선정한다.
- (2) 일반환경의 일시적인 가설구조물에 대하여는 GEA계의 도장계열을 선정할 수 있으나 일반환경의 영구구조물인 경우 GEB 또는 GED계의 도장계열을 선정해야 한다.
- (3) 특수환경의 경우 SED, SEE 및 SEH 계 중에서 선정해야 한다. 특히 미관 및 구조물의 상징성을 고려하여 선택한다. 단, 상대적으로 보수도장이 어렵거나, 고내후성이 요구되거나 또는 보수도장 기간을 연장시키기 위해서는 SEE 및 SEH 도장계열을 선택한다.
- (4) 플레이트 거더인 경우는 콘크리트와 접촉하는 부분은 DK, DL(포장면) 도장계열을 선정하고 기타 모든 부위를 외부용으로 선정해야 한다.

### 4.4 박스 거더형 내부 도장계열의 선정

- (1) 외부가 일반환경의 GEA 도장계열일 경우, 내부는 GIA 도장계열을 선정한다.
- (2) 외부가 일반환경의 GEB 도장계열일 경우, 내부는 GIB 도장계열을 선정한다.
- (3) 외부가 일반환경의 GED 도장계열일 경우, 내부는 GID 도장계열을 선정한다.
- (4) 외부가 특수환경의 SEH 도장계열일 경우, 내부는 SIG 도장계열을 선정한다.
- (5) 외부가 특수환경의 SED, SEE 도장계열일 경우, 내부도장계열은 SID, SIE, SIF도장계열 중에서 환경을 고려하여 택일한다.

### 4.5 연결판 및 볼트의 도장계열 선정

4.5.1 연결판 및 볼트의 외부와 내부의 도장계열은 본체의 외부 및 내부의 도장계열과 같은 도장계열을 사용한다.

4.5.2 설치후 도장작업시 예상되는 주변의 환경문제(대기 중의 먼지, 분진의 비산, 수자원오염 등)를 고려하여 동력공구 세정(SSPC-SP3)만 가능한 경우는 다음의 도장계열을 사용한다.

- (1) 외부가 일반환경의 GEA 도장계열일 경우, 현장의 볼트 및 연결판 부위의 외부는 GEA, 내부는 GIA 도장계열을 사용한다.
- (2) 외부가 일반환경의 GED 도장계열일 경우, 현장의 볼트 및 연결판 부위의 외부는 GEF, 내부는 GIF 도장계열을 사용한다.
- (3) 외부가 일반환경의 GEB 도장계열이고 내부는 일반환경의 GIB 도장계열인 경우, 현장의 볼트 및 연결판 부위의 외부는 GEC, 내부는 GIC 도장계열을 사용한다.

- (4) 외부가 특수환경의 SEH 도장계열이고 내부는 특수환경의 SIG인 경우, 현장의 볼트 및 연결판 외부 부위는 SEI 도장계열, 내부부위는 SIJ 도장계열을 사용한다.
- (5) 외부가 특수환경의 SED, SEE 도장계열이고 내부는 특수환경의 SID, SIE, SIF인 경우, 현장의 볼트 및 연결판 외부 부위는 SEF, SEG 도장계열, 내부부위는 SIG, SIH, SII 도장계열 중 본체와 같은 도장계열을 사용한다.

4.5.3 연결판, 볼트의 도장은 환경별 도장계열에 따라 사용한다.

## 5. 일반환경용 도장

### 5.1 일반환경의 재래식 도장

일반환경의 재래식 도장계열(일시사용)은 표 6.2.3에 따라야 한다.

표 6.2.3 일반환경의 재래식 도장 계열

구분	도장 계열	공정	도료명칭 또는 방법	추천도막 두께(μm)	도장 횟수	비고	
교량 외부	GEA	표면처리		SSPC - SP3			
		공장 도장	제1층	연단계 방청페인트	35	1	
			제2층	연단계 방청페인트	35	1	
		공장/ 현장도장	제3층	알키드계 마감도료	35	1	
			제4층	알키드계 마감도료	35	1	
		계			140		
교량 내부	GIA	표면처리		SSPC - SP3			
		공장 도장	제1층	연단계 방청페인트	35	1	
			제2층	연단계 방청페인트	35	1	
		계			70		
외부 볼트 및 연결판	GEA	표면처리		SSPC - SP3			
		현장 도장	제1층	연단계 방청페인트	35	1	
			제2층	연단계 방청페인트	35	1	
			제3층	알키드계 마감도료	35	1	
			제4층	알키드계 마감도료	35	1	
		계			140		
내부 볼트 및 연결판	GIA	표면처리		SSPC - SP3			
		현장 도장	제1층	연단계 방청페인트	35	1	
			제2층	연단계 방청페인트	35	1	
		계			70		

제 6 장 도장

5.2 일반환경의 중방식 도장

일반환경의 중방식 도장계열은 표 6.2.4.1에 따라야 한다.

표 6.2.4.1 일반환경용 중방식 도장

구 분	도장계열	공 정	도료명칭 또는 방법	추천도막두께(μm)	도장횟수	비 고	
교량외부	GEB	1차 표면처리	SSPC - SP10				
		샙 프라이머	무기질 아연말 샙프라이머	20	1		
		2차 표면처리	SSPC - SP10				
		공장도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	80	1	
			제3층	후막형 에폭시계도료		1	
		공장/현장도장	제4층	폴리 우레탄계도료	30	1	
제5층	폴리 우레탄계도료		30	1			
계			215				
교량내부	GIB	1차 표면처리	SSPC - SP10				
		샙 프라이머	무기질 아연말 샙프라이머	20	1		
		2차 표면처리	SSPC - SP10				
		공장도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	고고형분 에폭시계도료		1	
계			175				
연결판(내,외부)	SJ	표면처리	SSPC - SP10				
		공장도장 제1층	무기질 아연말도료	50	1		
		계		50			
교량외부볼트 및 연결판	GEC	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	화성피막처리			
		현장도장	제1층	에폭시계 도료	75	1	
			제2층	후막형 에폭시계도료	80	1	
			제3층	폴리 우레탄계도료	30	1	
제4층	폴리 우레탄계도료	30	1				
계			215				
교량내부볼트 및 연결판	GIC	표면처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	화성피막처리			
		현장도장	제1층	에폭시계 도료	75	1	
			제2층	고고형분 에폭시계도료	100	1	
계			175				
콘크리트접합부위	DK	표면처리	SSPC - SP10				
		공장도장 제1층	무기질 아연말도료	75	1		
		계		75			

## 5.3 일반환경의 세라믹 도장

일반환경의 세라믹 도장계열은 표 6.2.4.2에 따라야 한다.

표 6.2.4.2 일반환경의 세라믹 도장

구 분	도장 계열	공 정	도료명칭 또는 방법	추천도막 두께(μm)	도장 횟수	비 고	
교량 외부	GED	1차 표면처리	SSPC - SP10				
		샙 프라이머	무기질 아연분말 샙프라이머	20	1		
		2차 표면처리	SSPC - SP10				
		공장 도장	제1층	세라믹계 방식도료	60	1	
			제2층	세라믹계 방식도료	60	1	
			제3층	세라믹계 우레탄	40	1	
계		160					
교량 내부	GID	1차 표면처리	SSPC - SP10				
		공장 도장	제1층	세라믹계 방식도료	50	1	
			제2층	세라믹계 방식도료	50	1	
			제3층	세라믹계 우레탄	40	1	
계		140					
연결판 (내.외부)	SK	표면처리	SSPC - SP10				
		공장도장	제1층	세라믹계 방식도료	40	1	
		계		40			
교량 외부 볼트 및 연결판	GEF	표면 처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	화성피막처리			
		현장 도장	제1층	세라믹계 방식도료	60	1	
			제2층	세라믹계 방식도료	60	1	
			제3층	세라믹계 우레탄	40	1	
계		160					
교량 내부 볼트 및 연결판	GIF	표면 처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	화성피막처리			
		현장도장	제1층	세라믹계 방식도료	50	1	
			제2층	세라믹계 방식도료	50	1	
제3층	세라믹계 우레탄		40	1			
계		140					
콘크리트 접합부위	DL	표면처리	SSPC - SP10				
		공장도장	제1층	세라믹계 방식도료	60	1	
		계		60			

## 6. 특수환경용 도장

### 6.1 특수환경용 외부도장

- (1) 특수환경의 중방식도료 외부도장(우레탄 계열)

특수환경의 내후성 중방식 도장은 표 6.2.5에 따라야 한다.

- (2) 특수환경의 중방식도료 외부도장(자연건조형 불소수지 계열)

특수환경의 초내후성 중방식 도장은 표 6.2.6에 따라야 한다.

### 6.2 특수환경용 내부도장

- (1) 특수환경용 내부도장 (고고형분 에폭시계 도료 2회도장 마감)

특수환경용 고고형분 에폭시 2회도장 마감사양은 표 6.2.7에 따라야 한다

- (2) 특수환경용 내부도장 (고고형분 후막형 에폭시계 도료 마감)

특수환경용 고고형분 후막형 에폭시 마감사양은 표 6.2.8에 따라야 한다

- (3) 특수환경용 내부도장 (고고형분 후막형 에폭시계 도료 2회도장 마감)

특수환경용 고고형분 후막형 에폭시 2회도장 마감사양은 표 6.2.9에 따라야 한다

표 6.2.5 특수환경용 중방식도장(우레탄계 마감)

구 분	도장 계열	공 정	도료명칭 또는 방법	추천도막 두께( $\mu\text{m}$ )	도장 횟수	비고	
교량 외부	SED	1차 표면처리	SSPC - SP10				
		샙 프라이머	무기질 아연말 샙프라이머	20	1		
		2차 표면처리	SSPC - SP10				
		공장 도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	후막형 에폭시계 도료		1	
			제4층	폴리우레탄계 도료	40	1	
		공장/ 현장 도장	제5층	폴리우레탄계 도료	40	1	
계			255				
교량 내부		[표6.2.7 , 6.2.8 , 6.2.9]의 내부 도장 사양에 따른다.					
연결판 (내.외부)	SJ	표면처리	SSPC - SP10				
		공장 도장	제1층	무기질 아연말 도료	50	1	
			계		50		
교량외부 볼트 및 연결판	SEF	표면 처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	화성피막처리			
		현장 도장	제1층	에폭시계 프라이머	75	1	
			제2층	후막형 에폭시계 도료	100	1	
			제3층	폴리우레탄계 도료	40	1	
			제4층	폴리우레탄계 도료	40	1	
계			255				
교량내부 볼트 및 연결판		[표6.2.7 , 6.2.8 , 6.2.9]의 내부 볼트 및 연결판 도장 사양에 따른다.					
콘크리트 접합부위	DK	표면처리	SSPC - SP10				
		공장 도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
			계		75		

제 6 장 도장

표 6.2.6 특수환경용 중방식도장 (자연건조형 불소수지 마감)

구분	도장 계열	공 정	도료명칭 또는 방법	추천도막 두께(μm)	도장 횟수	비고	
교량 외부	SEE	1차 표면처리		SSPC - SP10			
		샙 프라이머		무기질 아연말 샙프라이머	20	1	
		2차 표면처리		SSPC - SP10			
		공장 도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	후막형 에폭시계 도료		1	
			제4층	자연 건조형 불소수지 도료	25	1	
		현장/ 공장도장	제5층	자연 조건형 불소수지 도료	25	1	
계			225				
교량 내부		[표6.2.7 , 6.2.8 , 6.2.9]의 내부 도장 사양에 따른다.					
연결판 (내.외부)	SJ	표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	50	1	
		계			50		
교량외부 볼트 및 연결판	SEG	표면 처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	화성피막처리			
		현장 도장	제1층	에폭시 프라이머	75	1	
			제2층	후막형 에폭시계 도료	100	1	
			제3층	자연 건조형 불소수지 도료	25	1	
			제4층	자연 건조형 불소수지 도료	25	1	
계			225				
교량내부 볼트 및 연결판		[표6.2.7 , 6.2.8 , 6.2.9]의 내부 볼트 및 연결판 도장 사양에 따른다.					
콘크리트 접합부위	DK	표면처리		SSPC - SP10			
		공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
		계			75		

표 6.2.7 특수환경용 내부도장(고고형분 에폭시 2회도장 마감)

구분	도장 계열	공 정	도료명칭 또는 방법	추천도막 두께( $\mu\text{m}$ )	도장 횟수	비고	
교량 내부	SID	1차 표면처리	SSPC - SP10				
		샵 프라이머	무기질 아연말 샵프라이머	20	1		
		2차 표면처리	SSPC - SP10				
		공장 도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	고고형분 에폭시계 도료		1	
			제4층	고고형분 에폭시계 도료	100		
계		275					
교량 내부 볼트 및 연결판	SIG	표면 처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	화성피막처리			
		현장 도장	제1층	에폭시 프라이머	75	1	
			제2층	고고형분 에폭시계 도료	100	1	
			제3층	고고형분 에폭시계 도료	100		
		계		275			

표 6.2.8 특수환경용 내부도장 (고고형분 후막형 에폭시도료 마감)

구분	도장 계열	공 정	도료명칭 또는 방법	추천도막 두께( $\mu\text{m}$ )	도장 횟수	비고	
교량 내부	SIE	1차 표면처리	SSPC - SP10				
		샵 프라이머	무기질 아연말 샵프라이머	20	1		
		2차 표면처리	SSPC - SP10				
		공장 도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	150	1	
			제3층	고고형분 후막형 에폭시계 도료		1	
		계		225			
교량 내부 볼트 및 연결판	SIH	표면 처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	화성피막처리			
		현장 도장	제1층	에폭시 프라이머	75	1	
			제2층	고고형분 후막형 에폭시계 도료	150	1	
		계		225			

제 6 장 도장

표 6.2.9 특수환경용 내부도장 (고고형분 후막형 에폭시 2회도장 마감)

구분	도장 계열	공 정	도료명칭 또는 방법	추천도막 두께(μm)	도장 횟수	비고	
교량 내부	SIF	1차 표면처리	SSPC - SP10				
		샙 프라이머	무기질 아연말 샙프라이머	20	1		
		2차 표면처리	SSPC - SP10				
		공장 도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	150	1	
			제3층	고고형분 후막형 에폭시계 도료		1	
			제4층	고고형분 후막형 에폭시계 도료	150	1	
계			375				
교량 내부 볼트 및 연결판	SII	표면 처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	화성피막처리			
		현장 도장	제1층	에폭시 프라이머	75	1	
			제2층	고고형분 후막형 에폭시계 도료	150	1	
			제3층	고고형분 후막형 에폭시계 도료	150	1	
		계			375		

6.3 특수환경의 중방식도료 내·외부도장( 세라믹 계열)

특수환경의 세라믹계 초내후성 도장은 표6.2.10에 따른다.

표 6.2.10 특수환경용 세라믹 도장 (세라믹계 방식도료 마감)

구분	도장 계열	공 정	도료명칭 또는 방법	추천도막 두께(μm)	도장 횟수	비고	
교량 외부	SEH	1차 표면처리	SSPC - SP10				
		샙 프라이머	무기질 아연분말 샙프라이머	20	1		
		2차 표면처리	SSPC - SP10				
		공장 도장	제1층	세라믹계 방식 도료	70	1	
			제2층	세라믹계 방식 도료	70	1	
			제3층	세라믹계 우레탄	60	1	
계			200				
교량 내부	SIG	1차 표면처리	SSPC - SP10				
		공장 도장	제1층	세라믹계 방식 도료	60	1	
			제2층	세라믹계 방식 도료	60	1	
			제3층	세라믹계 우레탄	60	1	
계			180				
연결판 (내.외부)	SK	표면처리	SSPC - SP10				
		공장도장	제1층	세라믹계 방식 도료	40	1	
		계			40		
교량 외부 볼트 및 연결판	SEI	표면 처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	화성피막처리			
		현장 도장	제1층	세라믹계 방식 도료	70	1	
			제2층	세라믹계 방식 도료	70	1	
			제3층	세라믹계 우레탄	60	1	
계			200				
교량 내부 볼트 및 연결판	SIJ	표면 처리	연결판	SSPC - SP3			
			볼트	화성피막처리			
		현장 도장	제1층	세라믹계 방식 도료	60	1	
			제2층	세라믹계 방식 도료	60	1	
			제3층	세라믹계 우레탄	60	1	
계			180				
콘크리트 접합부위	DL	표면처리	SSPC - SP10				
		공장도장	제1층	세라믹계 방식 도료	70	1	
		계			70		

## 6-3 시공

### 1. 도장시공

#### 1.1 표면처리 관리

##### 1.1.1 표면처리의 중점관리사항.

표면처리에 관한 것은 기록, 보관하여야 하며, 확인사항은 다음과 같다.

- (1) 표면처리의 규정 및 그 결과
- (2) 표면조도의 규정 및 그 결과
- (3) 표면처리 방법의 준수 및 그 과정
- (4) 연마재의 입자크기, 형상
- (5) 표면처리 장비의 적합성

##### 1.1.2 블라스트 장치

블라스트의 장치에서 노즐의 구경과 형상은 작업에 적절한 것을 선택하여 사용해야 한다. 블라스트의 일반적인 사항은 다음과 같다.

- (1) 노즐의 구경은 일반적으로 8~10 mm를 사용한다.
- (2) 연마재의 입경은 쇼트 볼(shot ball)에서 0.7~1.2 mm, 규사에서는 0.9~2.5 mm를 사용하는 것이 보통이며 종류로는 6-3의 1.3항 “표면처리 연마재 선택”에 따른다.
- (3) 분사거리는 연강판의 경우는 150~200 mm, 강판의 경우는 300 mm정도로 유지한다.
- (4) 연마재의 분사각도는 피도물에 대하여 50~60°정도로 유지한다.

##### 1.1.3 표면처리 기준

표면처리에 대한 기준(규정)은 보편적으로 SSPC, NACE 및 ISO규격을 사용하고 있으며 약어는 아래와 같다.

- (1) SSPC : 미국중방식도장학회(The Society for Protective Coatings)
- (2) NACE : 미국부식학회(National Association of Corrosion Engineers)
- (3) ISO : 국제표준화기구(International Organization for Standardization)

#### 1.2 표면처리 작업

우수한 강교량의 도장은 엄정한 표면처리의 결과로부터 얻어지므로 강교량 도장의 성패는 강재의 표면처리 기술에 좌우된다. 표면처리 방법은 화학적인 처리와 기계적 처리 등 여러 종류가 있으나 일반적으로 제청 또는 탈청에 대해서는 기계적인 표면

처리가 주로 사용된다.

### 1.2.1 표면처리의 목적

표면처리의 목적은 다음과 같다.

- (1) 소지면을 불활성화(안정화)하여 내식성을 향상시킨다.
- (2) 소지면에 부착, 생성된 이물질을 완전히 제거하고 표면의 조도를 형성시키므로써 도료의 밀착성을 높인다.
- (3) 소지면과 도료의 친화력과 습윤성을 준다.
- (4) 소지면의 돌출부를 제거하여 소지면을 평탄하게 한다.

### 1.2.2 원판의 표면처리 기준

원판의 표면처리 기준은 다음과 같다.

- (1) 가능한 한 자동전처리 라인(line)에서 실시해야 한다.
- (2) 표면처리 작업은 반드시 블라스트 세정 방법으로 해야 한다.
- (3) 표면처리 정밀도는 표면처리 등급으로 SSPC-SP10 (준나금속 블라스트 세정) 이상이어야 한다.
- (4) 표면처리된 강판의 표면조도는 녹발생이 없거나 아주 적은 상태의 철판을 표면처리한 경우를 기준으로 별도의 규정이 없으면 25~75  $\mu m$  을 기준으로 한다.
- (5) 연마재의 종류 및 크기는 목표로 하는 표면조도에 따라 선택되어야 한다.
- (6) 안개 및 고습도 조건에서는 제습기 등을 사용하여 규정조건이 되도록 한다.

### 1.2.3 샵프라이머의 도장 기준

- (1) 원판 블라스트 세정이 끝난 직후 온라인(on line) 상태에서 즉시 샵프라이머가 도장되어야 한다.
- (2) 샵프라이머는 규정된 도막두께로 도장되어야 한다.
- (3) 샵프라이머 도장이 향후 가스절단, 용접 등에 영향을 미치는가의 여부를 확인하고 사용해야 한다.

### 1.2.4 2차 표면처리 기준

제작 및 가조립이 완료된 상태에서 블라스트 세정에 의한 방법으로 규정 등급 및 조도에 도달되도록 표면처리를 해야 한다.

- (1) 용접시 발생한 결함은 표면처리 전에 수정작업을 한다.
- (2) 표면처리는 별도의 규정이 없으면 SSPC-SP10 등급으로 처리한다.
- (3) 표면조도는 별도의 규정이 없으면 25~75  $\mu m$  을 기준으로 한다.

## 제 6 장 도장

- (4) 표면처리가 완료되어 검사된 후 양호한 기후에서는 당일 내로 프라이머를 반드시 도장하여야 하며, 다시 녹이 발생한 경우에는 표면처리를 다시 실시해야 한다.

### 1.2.5 용접부의 표면처리

용접부의 표면처리는 다음과 같이 실시한다.

- (1) 용접부는 특히 발청되기 쉬운 부분이므로 별도의 언급이 없는 한 반드시 블라스팅 방법에 의해 표면처리 등급 기준 SSPC-SP10 이상으로 처리한다.  
단, 무기질 징크계 하도가 도장된 후 용접수정이 필요한 극소부위일 경우에는 동력공구세정 등급인 SSPC-SP3로 처리 후 동일계열의 도장재나 또는 유기계(에폭시)징크리치 프라이머로 터치 업을 실시할 수 있다.
- (2) 용접과정에서 발생한 용접비드의 결함은 완전히 수정한 후에 표면처리를 한다.
- (3) 용접시에 발생한 용접주위의 스패터 및 잔류물은 사전에 제거해야 한다.
- (4) 용접부 주위에 스패터의 부착을 방지하기 위해 처리약품 등이 사용되었을 경우에는 표면처리 작업시에 이들을 제거해야 한다.
- (5) 용접부는 72시간 방치한 후 전처리 및 도장을 해야 한다.

### 1.2.6 고장력 볼트 및 현장표면처리 (설치 후)

볼트는 형상에 요철이 많고 부식이 쉬우므로 도장하기 전에 방식 대책을 철저히 수립해야 한다.

- (1) 볼트를 표면처리하지 않은 상태에서 연결판을 체결한 경우에는 볼트 및 연결판에 동력공구세정(SSPC-SP3)으로 처리하고 후속도장을 실시한다.
- (2) 볼트를 체결하기 전에 볼트에 적절한 전처리 후 도금, 화성피막처리 또는 무기질 징크리치 페인트를 한 경우에는 연결판에 볼트를 체결한 후 설계된 도장사양에 따라 후속도장을 실시한다. 이 경우 도금 또는 화성피막을 처리한 볼트가 제반성능에 문제가 없는지를 검증하고 확인해야 한다.
- (3) 콘크리트 타설시 강교에 부착된 시멘트 오염물은 제거한 후 도장해야 한다.

## 1.3 표면처리 연마재의 선택

표면처리 연마재는 작업효율 및 조도를 고려하여 선택해야 한다.

### 1.3.1 연마재의 종류

연마재의 종류로는 규사, 쇼트, 그리트 등을 사용하는 것이 보통이나, 기타 슬래그류(구리등의 환원 부산물), 천연 연마재(석류석, 부싯돌 등) 및 비금속류(탄화규소, 산화 알루미늄)도 사용된다.

### 1.3.2 연마재의 청결성

연마재는 유분 및 염분이 규정치 이하인 깨끗하고 건조한 것이어야 한다.

### 1.3.3 연마재의 크기

연마재 입자의 크기 및 형상은 블라스트 세정작업 및 요구되는 표면조도 규정에 적합하여야 하며, 6-3의 1.1.2에 따른다.

## 1.4. 표면처리 방법

### 1.4.1 기계적인 표면처리

표면의 기계적인 표면처리는 다음과 같이 실시한다.

- (1) 강교량 도장의 표면처리 방법은 기계적인 표면처리 방법으로 처리해야 한다.
- (2) 기계적인 표면처리 방법중 블라스트 세정으로 처리하는 것을 기본으로 한다.
- (3) 특별히 허용되는 경우에는 동력공구 방법으로 표면처리를 실시할 수도 있다.

### 1.4.2 블라스트 세정에 의한 표면처리

블라스트 세정에 의한 표면처리는 다음과 같이 실시한다.

- (1) 원판 표면처리 및 제품 표면처리는 원칙적으로 블라스트 세정으로 실시한다.
- (2) 연마재 및 장비의 선택은 표면처리 기준을 만족할 수 있는 수준이어야 한다.

### 1.4.3 기계적 표면처리 기준

표면처리시 기계 및 공구에 의한 표면처리 기준은 표 6.3.1 및 표6.3.2와 같다.

표 6.3.1 표면처리 규격요약(SSPC 및 NACE 규격)

등 급			정 의	비 고
NACE	SSPC	명 칭		
	SP 2	수공구 세정	느슨하게 부착되어 있는 밀스케일, 녹, 페인트, 기타 이물질을 제거한다. 밀착 되어있는 밀스케일, 녹, 페인트는 제대로 제거하지 못한다.	Hand Tool Cleaning
	SP 3	동력공구 세정	느슨하게 부착되어 있는 밀스케일, 녹, 페인트, 기타 이물질을 제거한다. 밀착 되어있는 밀스케일, 녹, 페인트는 제대로 제거하지 못한다.	Power Tool Cleaning
	SP 11	나금속 동력공구 세정	육안으로 관찰시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 페인트, 산화물, 부식생성물, 기타 이물질이 없어야 한다. 단 피팅이 있는 소지의 피트 하부에는 녹과 현도막의 잔류상태가 미량 허용되며, 표면조도는 최소 25 $\mu$ m 이상 이어야 한다.	Power tool cleaning to Bare Metal
	SP 14	산업등급 세정	육안으로 관찰시 기름, 그리스, 먼지가 없어야 한다. 단 밀착하여 붙어있는 밀스케일, 녹, 현도막은 최대 10%까지 허용된다.	Industrial Blast Cleaning
	SP 15	상용등급 동력공구 세정	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 현도막, 산화물, 부식생성물, 기타, 이물질이 없어야 한다. 단, 밀스케일, 또는 현도막의 얼룩(때)에 의하여 생긴 가벼운 색바램이나 흔적의 합이 고루 퍼져 있으며 33%를 초과해서는 안 되며, 표면조도는 최소 25 $\mu$ m 이상이어야 한다.	Commercial Grade Power tool Cleaning
No.1	SP 5	나금속 세정	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 현도막, 산화물, 부식생성물, 기타 이물질이 없어야 한다.	White Metal Blast Cleaning
No.2	SP 10	준나금속 세정	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 현도막, 산화물, 부식생성물, 기타 이물질이 없어야 한다. 단, 녹, 밀스케일, 또는 현도막의 얼룩(때)에 의하여 생긴 가벼운 색바램이나 흔적의 합이 고루 퍼져 있으며 5%를 초과해서는 안 된다.	Near-White Metal Blast Cleaning
No.3	SP 6	상용등급 세정	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 현도막, 산화물, 부식생성물, 기타 이물질이 없어야 한다. 단, 밀스케일, 또는 현도막의 얼룩(때)에 의하여 생긴 가벼운 색바램이나 흔적의 합이 고루 퍼져 있으며 33%를 초과해서는 안 된다.	Commercial Blast Cleaning
No.4	SP 7	경등급 세정	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 느슨하게 부착되어 있는, 녹, 밀스케일, 현도막이 없어야 한다. 단, 밀착된 밀스케일, 녹, 현도막은 허용된다. 이때 둔한 퍼티용 칼로 제거하려 해도 안 될 경우에는 밀착된 것으로 간주한다.	Brush-off Blast Cleaning

표 6.3.2 표면처리 규격요약(ISO 8501-1)

구 분	등 급	정 의	비 고
블라스트에 의한 표면처리	Sa 1	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 느슨하게 붙어 있는 밀스케일, 녹, 페인트 도막 및 기타 이물질이 없어야 한다.	Light Blast Cleaning
	Sa 2	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지가 없어야 한다. 단 밀스케일, 녹, 페인트 도막과 기타 이물질 중 소지에 밀착되어 있는 것은 소량 허용된다.	Thorough Blast Cleaning
	Sa 2½	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 페인트 도막, 기타 이물질이 없어야 한다. 오염의 잔류 흔적은 작은 점이나 줄무늬 형태로 아주 가벼운 상태이면 허용 된다	Very Thorough Blast Cleaning
	Sa 3	육안으로 관찰 시 기름, 그리스, 먼지, 밀스케일, 녹, 페인트 도막 기타 이물질이 전혀 없어야 한다. 그리고 균일한 금속 광택을 띄어야 한다.	Blast Cleaning to Visually Clean Steel
수공구 또는 동력공구에 의한 표면처리	St 2	기름, 그리스, 먼지, 소지에 느슨하게 부착되어 있는 밀스케일, 녹, 페인트 도막, 기타 이물질이 없어야 한다.	Thorough Hand and Power Tool Cleaning
	St 3	기름, 그리스, 먼지, 소지에 느슨하게 부착되어 있는 밀스케일, 녹, 페인트 도막, 기타 이물질을 제거하여 금속 광택을 띄는 정도 이어야 한다.	Very Thorough Hand and Power Tool Cleaning

## 1.5 도료의 관리

### 1.5.1 도료의 품질 관리

도료의 품질관리는 다음과 같이 실시한다.

- (1) 도장작업 개시 전에 도료의 품질, 제조년월일, 제조번호, 색상, 수량을 도료캔에 부착된 라벨에 의해서 확인해야 한다.
- (2) 도료가 저장가능기간(shelf life)을 초과하였는지의 여부를 확인해야 한다.
- (3) 도료의 품질에 이상이 있는 경우에는 그것과 동일한 제조번호의 도료는 사용을 금한다.

## 제 6 장 도장

### 1.5.2 도료의 소요량 관리

도료가 도장면적과 대비하여 적절한 물량이 사용되고 있는가를 확인해야 한다.

### 1.5.3 도료의 보관

- (1) 도료 및 희석제는 인화의 위험성이 있으므로 보관이나 취급시에는 각별히 주의해야 한다.
- (2) 건냉압소에 보관하는 것이 원칙이며, 특별한 경우에는 도료제조회사의 지시에 따른다.

## 1.6 도료의 혼합

### 1.6.1 도료 품질의 확인

도료의 품질확인은 다음과 같이 실시한다.

- (1) 도료는 사용 전에 저장가능기간을 경과하였는지의 여부를 확인한 다음 캔을 개봉하는 것으로 한다.
- (2) 용기 내에 있는 도료상태의 이상 유무를 확인하고 사용해야 한다.

### 1.6.2 교반

- (1) 도료를 사용할 때에는 교반봉이나 교반기를 사용하여 충분히 저어서 섞은 다음, 통안의 도료를 균일한 상태로 만든 후 사용해야 한다. 특히 밀도가 큰 금속안료(연단, MIO, 아연말 등)를 함유한 도료나 또는 다액형 도료인 경우 균일하게 혼합되도록 특별한 주의를 한다.
- (2) 혼합된 도료가 덩어리 등이 있어 작업성 및 도막외관에 영향을 줄 우려가 있는 경우는 적절한 크기의 망으로 거른 후 사용한다.
- (3) 도료의 시료검사를 할 경우에도 도료를 충분히 교반하고 나서 시료를 채취한다.

### 1.6.3 가사시간과 숙성시간

가사시간과 숙성시간은 다음과 같이 실시한다.

- (1) 다액형 도료는 사용직전에 주제(主劑), 경화제등을 혼합하여 사용하는데, 혼합 후에는 서서히 반응이 진행되어 고화되기 때문에 사용가능시간(가사시간)내에 사용해야 한다.
- (2) 사용 중 가사시간이 경과한 경우는 사용을 중지하고 혼합된 잔여물은 폐기한다.
- (3) 가사시간은 제조회사의 기술자료에 따른다.

### 1.6.4 점도와 희석

점도와 희석은 다음에 준하여 실시한다.

- (1) 도료는 사용에 적절한 점도로 조정후 사용하며, 제조사의 허용범위를 준수한다.
- (2) 회석은 작업성을 향상시키기 위해 실시되는데 작업시의 온도, 도장방법, 도장면의 상태에 적합한 점도가 우선적으로 유지되어야 한다.

## 1.7 도장 방법

강교량의 도장작업에는 주로 에어리스 스프레이(airless spray)도장이 가장 많이 사용되며, 붓도장, 로울러 도장도 병행되는데 도장방법의 선택은 도료의 종류, 지정된 도막두께, 주위환경 등을 고려하여 결정한다.

### 1.7.1 에어리스 스프레이 도장

에어리스 스프레이 도장은 도장기에 의해 도료를 직접 가압하고, 노즐팁으로부터 무화(霧化)가 된 도료를 분사하는 방법이다. 시공능률이 높고 도료를 균일한 두께로 도장하기 쉬운 방법으로서, 에폭시수지 도료나 징크리치 페인트 등의 후막형 도료의 도장에도 적합하며, 에어리스 스프레이 도장은 다음과 같이 실시한다.

- (1) 무기질 아연말 도료, 후막형 에폭시 도료 등은 특별한 이유가 없으면 에어리스 스프레이로 도장한다.
- (2) 스프레이도장을 할 경우에는 비산방지대책을 사전에 강구하여 작업한다.
- (3) 세밀한 부분이나 각진 부분, 요철부분, 협소한 부분 등에 대해서는 붓도장을 먼저 하고 나서 스프레이도장을 실시한다.
- (4) 에어리스 스프레이 도장을 효과적으로 실행하기 위해서는 피도물과 도장 건(gun)과의 거리, 도장 건의 이동속도, 분사압력, 노즐팁 등이 조건에 맞도록 선정 및 작업되어야 한다.

### 1.7.2 붓 또는 로울러 도장

별도 지정된 부분이나, 스프레이 도장이 어려운 부분, 부분적인 보수도장 등에는 붓 또는 로울러 도장을 할 수도 있다.

## 1.8 재도장 간격

동일한 도료를 추가로 도장하거나 다른 도료로 후속도장하는 경우에는 반드시 재도장 간격을 준수하여 도장해야 한다. 재도장 간격은 최소 및 최대의 간격이 경과하기 전에 후속도장을 해야 한다. 재도장 간격이 경과한 경우에는 샌드페이퍼로 표면을 거칠게하거나 또는 도료 제조회사의 지침에 따라 표면처리를 한 후에 후속도장을 해야 한다. 각 사양별 일반적인 재도장 간격은 표6.3.3과 같다.

표 6.3.3 각 사양의 도료별 재도장 간격

도장부위	도장계열	도장공정	도료명칭	재도장 간격(20℃기준)
외부	GEA	제1층	연단계 방청페인트	48시간 ~ 1개월
		제2층	연단계 방청페인트	48시간 ~ 1개월
		제3층	알키드계 마감 도료	24시간 ~ 15일
		제4층	알키드계 마감 도료	
	GEB	제1층	무기질 아연말 도료	24시간 ~ 3개월
		제2층	미스트 코트	10분 ~ 4시간
		제3층	에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
		제4층	폴리 우레탄계 도료	24시간 ~ 3개월
		제5층	폴리 우레탄계 도료	
	GED SEH	제1층	세라믹계 방식 도료	24시간 ~ 15일
		제2층	세라믹계 방식 도료	24시간 ~ 15일
		제3층	세라믹계 우레탄 도료	24시간 ~ 15일
	SED	제1층	무기질 아연말 도료	24시간 ~ 3개월
		제2층	미스트 코트	10분 ~ 4시간
		제3층	에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
		제4층	폴리 우레탄계 도료	24시간 ~ 3개월
		제5층	폴리 우레탄계 도료	
	SEE	제1층	무기질 아연말 도료	24시간 ~ 3개월
		제2층	미스트 코트	10분 ~ 4시간
		제3층	에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
제4층		자연건조형 불소 도료	24시간 ~ 3개월	
제5층		자연건조형 불소 도료		
내부	GIA	제1층	연단계 방청페인트	48시간 ~ 1개월
		제2층	연단계 방청페인트	
	GIB	제1층	무기질 아연말 도료	24시간 ~ 3개월
		제2층	미스트 코트	10분 ~ 4시간
		제3층	에폭시계 도료	
	GID SIG	제1층	세라믹계 방식 도료	24시간 ~ 15일
		제2층	세라믹계 방식 도료	24시간 ~ 15일
		제3층	세라믹계 우레탄 도료	24시간 ~ 15일
	SID	제1층	무기질 아연말 도료	24시간 ~ 3개월
		제2층	미스트 코트	10분 ~ 4시간
		제3층	에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
		제4층	에폭시계 도료	
	SIE	제1층	무기질 아연말 도료	24시간 ~ 3개월
		제2층	미스트 코트	10분 ~ 4시간
		제3층	에폭시계 도료	
	SIF	제1층	무기질 아연말 도료	24시간 ~ 3개월
제2층		미스트 코트	10분 ~ 4시간	
제3층		에폭시계 도료	24시간 ~ 14일	
제4층		에폭시계 도료		

도장부위	도장계열	도장공정	도료명칭	재도장 간격(20℃기준)
볼트 및 연결판	GEC	제1층	에폭시계 프라이머	24시간 ~ 14일
		제2층	에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
		제3층	폴리 우레탄계 도료	
	GIC	제1층	에폭시계 프라이머	24시간 ~ 14일
		제2층	에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
	SEF SEG	제1층	에폭시계 프라이머	24시간 ~ 14일
		제2층	에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
		제3층	우레탄 또는 불소도료	24시간 ~ 3개월
		제4층	우레탄 또는 불소도료	
	SIG SIH SII	제1층	에폭시계 프라이머	24시간 ~ 14일
		제2층	에폭시계 도료	24시간 ~ 14일
		제3층	에폭시계 도료	
	GEF SEI GIF SIJ	제1층	세라믹계 방식도료	24시간 ~ 15일
		제2층	세라믹계 방식도료	24시간 ~ 15일
		제3층	세라믹계 우레탄도료	24시간 ~ 15일

주) 위에 표시한 재도장 간격은 각 제품에 대한 일반적인 기준으로 실제 제품에 따라 다를 수 있으므로 실 제품에 대한 것은 별도로 확인하여 관리해야 한다.

### 1.9 도장작업시의 기후조건

도장작업시의 기후조건은 도장작업뿐만이 아니라 도막의 내구성에 큰 영향을 미치므로 다음 사항을 반드시 준수하여 작업해야 한다.

1.9.1 일반적인 도장작업은 대기온도가 5℃ 이상, 상대습도 85% 이하인 조건에서 작업해야 한다. 제품에 따라 이보다 악조건에서 작업이 가능한 제품의 경우에는 제조업체의 기술 자료에 따라 감리원이 작업가능 여부를 판단한다.

1.9.2 온도가 너무 높은 경우에 건조가 비정상적으로 빨라지고 가사시간이 짧아지므로 제조사의 안내서를 참조하고 특별한 규정이 없는 경우는 43℃ 이상에서는 작업을 하지 않는다.

1.9.3 소지 표면온도는 이슬점 온도보다 3℃ 이상 높아야 한다.

1.9.4 옥외에서 시공시 비, 눈, 이슬이 내리는 환경에서는 작업을 중지한다.

1.9.5 강풍이 부는 환경에서는 작업을 중지한다.

## 제 6 장 도장

### 1.10 용접부 및 볼트체결 부위의 도장

#### 1.10.1 용접부 도장

용접부는 일반부위에 비해 도막결함이 발생하기 쉽고, 조기에 발청하기 쉬운 부분 이므로 6-3의 1.2항에 따라 표면처리를 실시한 후 도장해야 한다. 도막의 성능 및 내구력을 높이기 위해서 하도를 1회 추가 도장하고 도장사양에 따라 작업해야 한다.

#### 1.10.2 고장력 볼트 체결부위 도장

부재를 고장력볼트로 접합하는 연결판부위는 볼트를 체결한 후 연결판 및 볼트를 표면처리한 다음 설계시방에 따라 도장해야 한다.

- (1) 하도가 무기질 아연말 도료로 설계된 경우에는 연결판이 부착될 면에 규정된 표면 처리를 한 후에 무기질 아연말 도료를 도장할 수 있다. 단, 무기질 아연말 도료는 구조물이 요구하는 수준의 마찰계수를 만족하여야 하며 도막두께는 과도막이 되지 않도록 주의해야 한다.
- (2) 작은 붓을 이용하여 세밀한 부분까지 충분히 도장하여야 하며, 도막의 성능 및 내구력을 높이기 위해서 하도를 1회 추가 도장하여 보완하는 것이 좋다.
- (3) 볼트와 볼트링이 접하는 가장자리부분에 균일한 도막두께로 도장하기가 어려워 방청성의 차이가 우려될 경우, 가장자리 부분은 특수한 도장구를 사용하여 고점도 초후막형 에폭시수지계 도료를 감독자의 승인을 받은 후에 사용할 수 있다.

### 1.11 연결부 틈새의 실란트 충전 작업

강교의 연결부분에 틈이 발생되며, 이 틈으로 수분이 유입되어 내부에 물이 고일 수 있으므로 이를 차단하기 위한 충전재 작업은 다음과 같이 실시한다.

#### 1.11.1 적용부위

박스 거더형 강교의 맨 바깥쪽부분 중 수직 및 수평 연결부위의 틈새에 적용한다.

#### 1.11.2 충전방법

- (1) 바탕면에 묻은 이물질 등은 신나로 깨끗이 닦아내고, 건조시킨다.
- (2) 도장면이 오염되거나 손상될 우려가 있는 곳은 마스킹 작업을 한다.
- (3) 후면과 관통되어 있는 곳은 후면에 종이테이프를 부착하여 충전재가 손실되지 않도록 한다.
- (4) 두께가 균일하고 평활하도록 충전재를 시공한다.

### 1.11.3 충전재의 재료

- (1) 강교량의 도장계열 중 외부에 마감되는 하도 및 상도와의 상용성이 좋은 재료로서 현장에서 시공이 용이한 1액형 우레탄 실란트를 사용한다.
- (2) 1액형 우레탄 실란트는 KS F 4910 “건축용 실링재” 규격에 만족해야 한다.
- (3) 색상은 강교의 마감색상을 고려하여 백색, 회색 중 택일하며, 특별한 규정이 없는 한 백색을 사용한다.

### 1.12 터치 업(touch up)

운송, 가설, 설치 및 부분용접 등으로 손상이 발생한 부분은 원칙적으로 최초와 동일한 표면처리 및 도장시방대로 도장해야 한다. 단 별도로 규정된 경우에는 예외로 적용한다.

손상부분이 극소일 경우, 동력공구로 녹을 제거하고 손상된 도막면은 샌드페이퍼를 사용하여 주변 도막과의 단차를 적게 하여야 하며, 손상된 면주위를 활성화시켜 도료가 부착하기 쉽게 해야 한다. 터치 업 재료는 본체에 적용되는 동일계열의 하도로 도장하며 동력공구 세정조건에 적합한 재료를 사용한다. 터치 업 부분의 면적이 큰 경우에는 블라스트 세정 방법으로 처리한 후 도장하는 것을 원칙으로 한다.

### 1.13 미스트 코트(mist coat)

무기질 아연말 도료를 도장하고 후도막형 중도 도료를 도장할 경우에는 부풀음 현상(popping) 및 미세한 기공(pinhole)등이 발생되므로 이런 결함을 차단하기 위해서 반드시 미스트코트를 실시해야 한다. 미스트코트 방법은 무기질 아연말 도막위에 후속도장되는 도료에 신나를 약 50%정도 희석하여 30~50 $\mu$ m 두께로 도장 한 다음 약간 건조된 상태에서 추가도장을 하는 방법이며, 이때 후속 도장되는 도료는 최초 설계된 도막과 일치하도록 도막두께를 관리해야 한다.

### 1.14 도막외관 및 도막두께

#### 1.14.1 도막외관

도장 중 또는 건조 후 도막외관을 관찰하여 평가하여야 하며 결함이 발견될 경우에는 발견 즉시 수정해야 한다.

#### 1.14.2 도막두께

도막두께에 대한 규정은 다음과 같다.

- (1) 도막두께는 규정에 따라 검사하여야 하며, 그 결과는 반드시 기록하고 유지되어야

## 제 6 장 도장

한다. 단 도막두께가 미달되는 경우에는 후속 도장 전에 이에 대한 보정이 되어야 한다.

- (2) 도막두께의 편차를 최소화하기 위해서는 도장작업시 사용량, 작업성 등에 충분히 유의해야 한다.
- (3) 습도막 두께의 측정은 건도막두께의 정확한 관리를 위한 방법으로서 도장작업 과정에서 수시로 습도막 두께를 측정하여 작업표준을 설정하고 유지하여야 하며, 건조도막 두께와의 관계를 사전에 인지하고 측정하여 그 변화를 확인해야 한다.
- (4) 건도막두께의 측정은 건조가 완료된 후 시행하여야 하며 그 결과를 반드시 기록 유지해야 한다.
- (5) 도막두께측정기의 정확성을 확보하기 위하여 검교정된 기기를 사용해야 한다.
- (6) 건도막의 두께 측정방법과 판정방법은 SSPC-PA2에 따르며, 그 요건의 개요는 다음과 같다.
  - ① · 10 m<sup>2</sup>당 5개소(Spot)를 기본으로 측정한다. 1개소는 직경 4 cm로서 3개 지점값(gage reading)을 1개소에서 측정한다.
    - 1개소내의 3개 지점값은 값에 제한이 없으나, 3개 지점의 평균값, 즉 1개소의 평균값은 시방서 요건인 최소값의 80% 이상이어야 한다
    - 5개소의 최종 평균값은 시방서의 범위값에 들어와야 한다.
  - ② 총면적이 30 m<sup>2</sup> 이하: 10 m<sup>2</sup>씩 5개소를 측정한다.
  - ③ 총면적이 100 m<sup>2</sup> 이하: 10 m<sup>2</sup>씩 3블록 선정, 1블록당 5개소를 측정한다.
  - ④ 총면적이 100 m<sup>2</sup> 초과: 처음 100 m<sup>2</sup>당 10 m<sup>2</sup>씩 3블록을 선정, 1블록당 5개소를 측정한다. 추가 100 m<sup>2</sup>마다 10 m<sup>2</sup> 크기의 블록을 임의로 한군데 선정하여 5개소를 측정한다.
  - ⑤ 10 m<sup>2</sup>블록 측정결과가 기준에 벗어나면 그 부위는 부적합 부위로 처리하고 추가로 10 m<sup>2</sup>을 선정하여 측정한다
  - ⑥ 두께 요건: 건도막 두께 요건은 최소값과 최대값이 제시되어야 하며 만약 최대값이 주어지지 않았으면 명시된 두께요건은 최소값 요건으로 간주한다.
- (7) 도막두께 기준에 미달되는 부위는 최상층도료를 추가 도장하여 수정하거나 도장감리원의 의견에 따른다. 도막두께 기준에 초과한 도막이 심한 균열, 주름 등 외관에 문제가 발생한 경우에는 문제가 발생한 도막부분을 제거하고 수정 작업을 하여야 하며, 외관 및 경화상태가 양호하며 상기와 같은 결함이 없는 경우에는 도료제조 회사의 의견에 따라 도장 감리원이 수정여부를 결정한다.

## 1.15 작업절차별 점검사항

도장작업에서 품질의 확보 및 오류를 미연에 방지하기 위해서는 다음과 같은 사항을 지켜서 작업하고 표 6.3.4에서 기술한 작업절차별의 각 항목을 중점 점검해야 한다.

표 6.3.4 작업절차별 점검항목

NO	작업내용	중점 점검 사항
1	1차 표면처리(원판상태)	·표면처리정도 (SSPC-SP10) ·표면조도 (25-75 $\mu$ m) ·연마재의 적정성 여부
2	샵프라이머(shop primer) 도장(무기질 아연말 도료)	·도막두께 ·경화상태
3	절단	·샵프라이머의 절단장애 여부
4	용접 제작	·샵프라이머의 용접장애 여부
5	2차 표면처리(용접 및 절단면)작업	·표면처리정도 (SSPC-SP10) ·표면조도 (25-75 $\mu$ m) ·연마재의 적정성 여부
6	하도도장(무기질 아연말 도장)	·도막두께, 도장작업중 교반 여부 ·도막상태 (경화, 외관) ·마찰계수의 설계상 이상유무 (연결판 접촉면)
7	중도도장 및 내부 상도도장	·도막두께 ·2액형 도료의 혼합 및 교반 ·미스트코트 작업 여부 ·도장이 난해한 부위의 선행작업 여부 ·작업환경 (온도, 습도) ·연결판 접촉면의 마스킹(masking) 여부
8	설치	·기계적 손상의 유무
9	현장 표면처리(볼트 및 연결판)	·표면처리정도 (SSPC-SP3) ·주위도막의 보호 ·연마재의 비산대책
10	연결판 및 볼트부분도장	·도막두께 ·재도장 간격 ·작업환경 (온도, 습도) ·도장시의 비산대책
11	현장 마감도장	·오염물 제거여부 ·도장시의 비산대책 ·도막두께 ·재도장 간격 ·도막의 외관

### 1.16 교각의 내염도장

콘크리트는 잠재적으로 발생하는 미세한 균열, 공극부 등으로 침투되는 수분, 이산화탄소, 염소 및 기타 이온화합물 등의 투과를 억제하므로 콘크리트의 중성화 및 알칼리 골재 반응을 막아 균열, 백화, 열화 및 중성화 진행을 감소시키기 위한 부위에는 침투성이 우수한 콘크리트 보호재를 시공할 수 있으며, 아래와 같은 특성이 있는 내염성 도료를 사용한다.

#### 1.16.1 내염도장의 요구물성

- (1) 부착성이 우수해야 한다.
- (2) 침투성이 우수해야 한다.
- (3) 통기성, 호흡성이 있는 도막이어야 한다.
- (4) 내후성이 우수해야 한다.
- (5) 내약품성, 내염해성이 우수해야 한다.
- (6) 내수성, 내마모성이 우수해야 한다.

### 1.17 내후성 강재(무도장 강재)교량의 도장

내후성 강재는 무도장을 원칙으로 하지만, 다음과 같은 부위에 대해서는 부분적으로 공장이나 현장에서 도장을 해야 한다.

#### 1.17.1 박스 거더형 강교의 내부

박스 거더형 교량의 내면은 통풍이 나쁘기 때문에 빗물의 침투 및 결로현상 등에 의해서 다습한 상태가 되기 쉽다. 이와 같은 부위에는 안정화된 녹층의 생성이 곤란하기 때문에 도장을 실시해야 한다. 단, 도장을 하지 않는 경우에는 아래의 각 사항이 반드시 지켜져야 한다.

- (1) 내부의 모든 표면은 블라스팅 방법에 의하여 표면의 흑피를 완전히 제거해야 한다.
- (2) 강교 내부에 물이 고이지 않도록 배수구를 설치하는 등의 조치를 해야 한다.
- (3) 3년 이내의 주기로 주기적으로 내부의 녹 발생 정도 등 이상 유무를 확인해야 한다.

#### 1.17.2 신축이음부 주변 및 특히 부식이 쉬운 환경에 있는 부위

강교의 시점, 신축이음부 주변 및 기타 부식이 쉬운 환경에 있는 개소에는 도장을 실시해야 한다. 신축이음부 주변의 내측은 끝단에서 첫 번째 Diaphragm까지, 외측은 끝단에서 3 m까지 도장한다.

#### 1.17.3 도장전 표면처리는 블라스팅 방법으로 하며 도장사양은 표6.2.1의 도장계열 중

교량의 내면은 SID(SIG), SIE(SIH), SIF(SII)중에서 택일하여 사용하며, 신축이음부 주변의 내면 및 외면은 SED를 선정하여 도장한다.

**1.18 데크 플레이트(deck plate)의 노출부 도장**

강교량의 데크플레이트 노출부분은 외부의 마감도장계열과 동일하게 마감하되 소지의 종류에 따라 하도가 다르며, 다음과 같다.

1.18.1 아연도금 소재 : 신나로 표면의 오염물 등을 깨끗이 닦아내고 건조시킨 후 비닐계 워시프라이머나 또는 비철금속 바탕에 부착력이 양호한 에폭시계 하도를 선행 도장한 후 외부도장계열의 마감 상도를 도장하여 마감한다. 이때 상도는 하도와의 상용성에 문제가 없어야 한다.

1.18.2 철재 : 블라스트 세정방법으로 바탕처리를 한 후 외부와 동일한 계열의 도장사양으로 도장되어야 한다. 단, 현장조건상 블라스팅 처리가 불가능한 경우는 공장에서 노출면을 도장한 후 현장에 설치하고 외부 도장계열과 동일한 사양으로 도장해야 한다.

**2. 도장 검사**

**2.1 검사항목**

2.1.1 작업상황과 작업방법 등에 대한 검사항목은 표 6.3.5와 같다

표 6.3.5 검사항목

검 사 항 목	검 사 실 시 요 령
도 료	시험 성적표의 심사
공장도장	1. 시행관리의 기록
	2. 건조도막두께의 관리 및 기록
보수도장 및 현장도장	1. 시행관리 기록
	2. 시행 전·후 도막상태 및 건조도막 관리 및 기록
	3. 소지조정
	4. 사용도료의 시험성적표 심사

## 제 6 장 도장

### 2.1.2 도장검사자의 자격

도장검사는 대외적으로 인정되어 있는 공인 받은 교육기관(NACE, KACE, FROSIO 등)에서 자격을 인증한 고급이상의 전문도장 검사자에 의하여 수행되어야 한다.

## 2.2 도료의 품질검사

### 2.2.1 제작자 시험성적표

모든 도료에 대한 시험성적표를 감리원에게 제출하여야 하며, 감리원은 제조자의 시험성적표가 규격에 적합한 것인지 또는 동등 이상인지를 해당도료를 사용하기 전에 확인해야 한다. 시험성적표는 도료의 종류별, 제조 롯트별로 확인해야 한다.

### 2.2.2 용기의 표기사항 확인

감리원은 용기에 표시된 제품명, 규격번호, 색상 및 롯트 번호 등이 정확하게 표기되었는지 확인해야 한다.

2.2.3 감독자는 도장면적이 대단히 넓은 장대교량인 경우 임의의 롯트로 시료를 채취하여 공인된 시험기관에 의뢰하여 품질검사를 실시할 수 있다.

## 2.3 도막두께 검사

도막의 두께를 측정하여 기준값에 적합한가를 검사해야 한다.

## 2.4 각 단계별의 검사항목

도장작업 전, 중 또는 후에 작업과정을 검사하여 성공적인 도장 작업 및 결과를 얻을 수 있도록 해야 한다. 도장작업은 완벽한 장비 및 시설, 작업자의 숙련도, 양질의 도료사용 등이 충족되는 경우에만 도막이 제반기능을 발휘한다. 표면처리는 작업 성패에 대한 영향이 지대하므로 검사 전에 규격을 숙지하고 검사에 임해야 한다. 전 과정을 절차에 따라 검사하고 그 결과를 기록 유지해야 한다.

### 2.4.1 표면처리 검사항목

표면처리 작업시의 검사항목사항은 표 6.3.6과 같다.

표 6.3.6 표면처리 작업시 검사항목

확 인 사 항	비 고
(1) 표면처리 연마재의 적합성 여부 검토	
(2) 표면조도 및 표면처리 정도는 적합한가	표6.3.12의 (4),(6),(7),(10)
(3) 용접 불량부 즉 노치, 스패터, 슬래그 잔존 및 표면 들출의 제거여부	
(4) 온도, 습도의 영향은 없는가	표6.3.12의 (1),(2)
(5) 철표면 온도는 이슬점보다 3℃ 이상 높은가	표6.3.12의 (1),(2)

## 2.4.2 도장 작업 전 검사항목

도장작업전의 검사항목사항은 표 6.3.7과 같다.

표 6.3.7 도장작업 전 검사항목

확 인 사 항	비 고
(1) 공사기간에 따른 계절적인 변화 및 주위환경을 파악 하여 도장 사양상의 문제점 여부 검토.	
(2) 공사에 필요한 장비의 구비 여부 확인.	표6.3.12
(3) 도장사양의 관계자 인지 및 배포 여부.	
(4) 온도조건은 5~43℃ (제조업체의 기술자료에 따름)	표6.3.12의 (1)
(5) 습도조건은 85% 이하 (제조업체의 기술자료에 따름)	표6.3.12의 (2)
(6) 철표면 온도는 이슬점보다 3℃ 이상 높은가?.	표6.3.12의 (5),(14)

## 2.4.3 프라이머 도장 작업시 검사항목

프라이머 도장 작업시의 검사항목사항은 표 6.3.8과 같다.

제 6 장 도장

표 6.3.8 프라이머 도장 작업시의 검사항목

확 인 사 항	비 고
(1) 표면처리 후 장시간 방치하지 않았는가.	4시간 이내
(2) 온도, 습도, 이슬점 및 안개, 바람의 영향은 없는가.	표6.3.12의 (1),(2),(5),(14)
(3) 도장기의 팁사이즈(tip size), 분사각은 적절한가.	
(4) 2액형 도료의 경화제 및 경화제 혼합비율은 정상인가.	교반기 사용
(5) 도료의 희석율은 적합하며, 규정 희석제인가.	
(6) 도장사양에 따른 습도막 관리두께는 적정한가.	표6.3.12의 (12)
(7) 도료는 가사시간 내 사용하고 있는가.	
(8) 도장 시 주위환경에 문제는 없는가. (조명, 환기, 안전)	
(9) 도장 외관상 결함 발생은 없는가.	
(10) 기타 사용도료의 제조번호 및 제조일자 확인	
(11) 도장 순서는 내부 또는 끝부분의 작업이 난이한 곳부터 작업이 진행되는가.	

2.4.4 중도 및 상도 작업시의 검사항목

중도 및 상도 도장작업시의 검사항목사항은 표 6.3.9와 같다.

표 6.3.9 중·상도 도장작업시 검사항목

확 인 사 항	비 고
(1) 하도도장시의 확인사항은 공통.	
(2) 1회 도장된 도막은 표준에 미달 또는 과도하지 않은가.	표6.3.12의 (11)
(3) 1회 도장의 건조상태, 부착상태 등 도막결함은 없는가.	
(4) 재도장 간격은 적절한가.	
(5) 1회 도장이 무기아연계인 경우 미스트코트는 실시하는가.	
(6) 용접선, 구석진 부분 등 도장작업이 난이한 곳과 도막 누락을 막기 위해 선행 터치 업 도장은 실시되었는가.	용접부, 볼트구멍, 스캘럽
(7) 해상 수송을 하는 경우나, 해안가에 설치되는 부재의 경우 표면에 부착된 염분량을 측정하고, 부착염분량이 150 mg/m <sup>2</sup> 이상인 경우는 수세하여 염분을 제거하였는가.	표6.3.12의 (16)

## 2.4.5 도장작업후의 검사항목

각 도장작업후의 검사항목사항은 표 6.3.10과 같다.

표 6.3.10 도장작업후의 검사항목

확 인 사 항	비 고
(1) 외관상태는 양호하며, 도막 결함은 없는가.	마감상태의 색상, 광택정도
(2) 건조, 경화, 부착상태는 양호하며, 도막두께도 문제는 없는가.	표6.3.12의 (8),(9),(11),(22)
(3) 피도물의 침적조건 또는 폭로조건에 따른 도장조건은 되었는가.	시공 전, 후
(4) 도장장비 및 도구의 세척은 되었는가.	
(5) 도료 보관은 적당한 곳에 조치되었는가.	건냉암소
(6) 작업 보고서는 작성하였는가.	

## 2.4.6 도막의 품질기준

도장작업이 완료된 도막의 품질기준은 표6.3.11과 같다.

표 6.3.11 도막의 품질기준

항 목	품 질 기 준	비 고
건조도막의 기준	“1.14.2 도막두께“ 에 따른다.	
부 착 력 <sup>1)</sup>	x-cut test 3A 이상일 것	테이프 부착시험
외관상태	핀홀 등이 없고 양호할 것	육안판정

주 1) 부착력시험은 도막 층간의 부착력에 문제가 있을 것으로 의심되는 경우에 한하여 실시하며 시험횟수를 최소화하여 도막손상을 방지해야 한다.

## 2.5 검사기기

## 2.5.1 검사기기 및 장비

도장작업에 있어서 완벽한 관리를 수행하기 위해서는 표 6.3.12의 기기 및 장비가 필요하며, 기기는 항상 사용할 수 있도록 준비되어야 한다.

표 6.3.12 검사기기 및 장비

확 인 사 항	비 고
(1) 온도계/대기측정용 또는 소지 및 대기검용	
(2) 상대 습도 측정기	
(3) 카메라	
(4) 표면처리 표준사진첩 (ISO, SSPC 또는 ISO 책자)	
(5) 소지표면 측정 온도계	
(6) 표면조도 측정 게이지	
(7) 조도 표준판	
(8) 핀홀 탐지기 (pinhole detector)	
(9) 부착력 시험기기 (adhesion tester) 또는 컷 칼 (cut-knife)	
(10) 확대경	
(11) 건도막 두께 측정기 (DFT gauge)	
(12) 습도막 두께 측정기 (WFT gauge)	
(13) 검사용 거울 (inspection mirror)	
(14) 이슬점 환산표 또는 이슬점 계산자	
(15) 리트머스지 (pH 측정용)	
(16) 염분도 측정기	
(17) 작업복 (boiler suit)	
(18) 손전등 (flash)	
(19) 작업 안전화	
(20) 작업 안전모	
(21) 검사용 분필 또는 마킹펜 (marking pen)	
(22) 검사용 스크레이퍼 (scraper)	

2.6 강교용 도료의 품질관리 기준

강교에 적용되는 도료는 제품별로 아래의 각 시험항목의 품질 기준을 만족해야 한다. 시험소요기간이 장시간이 걸리는 시험항목(도료를 도장한 후 도막을 경화시켜서 시험하는 항목)에 대하여는 선정시험에서만 적용하고 관리시험에서는 생략한다.

여기에 언급되지 않은 제품은 발주자와 공급자간에 별도로 규격을 정하여 관리한다.

2.6.1 무기질 아연말 도료

무기질 아연말 샵 프라이머의 품질관리기준은 다음 표 6.3.13과 같고, 무기질 아연

말 도료의 품질관리기준은 다음 표 6.3.14와 같다.

#### 2.6.2 염화고무계 중도도료

염화고무계 중도도료의 품질관리기준은 다음 표 6.3.15와 같다.

#### 2.6.3 염화고무계 상도도료

염화고무계 상도도료의 품질관리기준은 다음 표 6.3.16과 같다.

#### 2.6.4 염화고무 MIO도료

염화고무 MIO도료의 품질관리기준은 다음 표 6.3.17과 같다.

#### 2.6.5 역청질계 도료

역청질계 도료의 품질관리기준은 다음 표 6.3.18과 같다.

#### 2.6.6 에폭시계 프라이머

에폭시계 프라이머의 품질관리기준은 다음 표 6.3.19와 같다.

#### 2.6.7 후막형 에폭시계 중도도료(외부용)

후막형 에폭시계 중도도료의 품질관리기준은 다음 표 6.3.20과 같다.

#### 2.6.8 우레탄계 상도도료

우레탄계 상도도료의 품질관리기준은 다음 표 6.3.21과 같다.

#### 2.6.9 자연건조형 불소계 상도도료

자연건조형 불소계 상도도료의 품질관리기준은 다음 표 6.3.22와 같다.

#### 2.6.10 콜탈 에폭시계 도료

콜탈 에폭시계 도료의 품질관리기준은 다음 표 6.3.23과 같다.

#### 2.6.11 우레탄 실란트

1액형 우레탄 실란트의 품질관리기준은 다음 표 6.3.24와 같다.

#### 2.6.12 내염도료(침투성 콘크리트 보호재)

내염도료의 품질관리기준은 다음 표 6.3.25와 같다.

#### 2.6.13 고고형분(후막형) 에폭시계 도료(내부용)

고고형분(후막형) 에폭시계 도료 및 고고형분 알미늄 도료의 품질관리기준은 다음 표 6.3.26과 같다.

#### 2.6.14 세라믹계도료(세라믹계 방식도료,우레탄)

세라믹계 도료의 품질관리 기준은 다음 표 6.3.27과 같다.

제 6 장 도장

표 6.3.13 무기질 아연말 샵프라이머 도료

시 험 항 목	단 위	품 질 기 준	시 험 방 법
건도막의 상태	-	이상 없을것	KS M 5000-2421
용기내의 상태	-	덩어리, 응결피막이 없을 것	KS M 5000-2011
가사시간 (혼합)	h	5 이상	KS M 5307
건조시간 (경화)	h	24 이내	KS M 5000-2511
불휘발분 (혼합)	%	45 이상	KS M 5000-2113
가열잔분(혼합)중 금속아연분	%	75 이상	KS M 5000-5051

표 6.3.14 무기질 아연말계 도료

시 험 항 목	단 위	품 질 기 준	시 험 방 법
건도막의 상태	-	이상 없을것	KS M 5000-2421
용기내의 상태	-	덩어리, 응결피막이 없을것	KS M 5000-2011
가사시간 (혼합)	h	5 이상	KS M 5307
불휘발분 (주제)	%	30 이상	KS M 5000-2113
비 중 (주제)	-	1.00 - 1.10	KS M 5000-2131
건조시간   경화(혼합)	h	48 이내	KS M 5000-2512
금속아연 (아연말중)	%	90 이상	KS M 5000-5171
전아연 (아연말중)	%	95 이상	KS M 5000-5051

표 6.3.15 염화고무계 중도도료

시 험 항 목	단 위	품 질 기 준	시 험 방 법
연 화 도	NS	3 이상	KS M 5000-2141
주 도	KU	90 - 100	KS M 5000-2122
용기내의 상태	-	덩어리, 응결 피막이 없을 것	KS M 5000-2011
비 중	-	1.1 이상	KS M 5000-2131
흐 름 성	Mil	12 이상	KS M 5980
인 화 점	℃	25 이상	KS M 5000-6011
불휘발분	%	50 이상	KS M 5000-2113
건조시간	지축	h	KS M 5000-2511
	경화		
		1 이내	
		24 이내	

표 6.3.16 염화고무계 상도도료

시 험 항 목	단 위	품 질 기 준	시 험 방 법
연 화 도	NS	5 이상	KS M 5000-2141
주 도	KU	70 - 85	KS M 5000-2122
용기 내 상태	-	덩어리, 응결피막이 없을 것	KS M 5000-2011
비 중	-	0.9 이상	KS M 5000-2131
흐 름 성	Mil	4 이상	KS M 5980
인 화 점	℃	25 이상	KS M 5000-6011
불휘발분	%	35 이상	KS M 5000-2113
건조시간	지축	h	KS M 5000-2511
	경화		
		1 이내	
		24 이내	

제 6 장 도장

표 6.3.17 염화고무 MIO 도료

시 험 항 목	단 위	품 질 기 준	시 험 방 법
건조도막의 상태	-	이상없을것	KS M 5000-2421
용기내의 상태	-	덩어리, 응결피막이 없을 것	KS M 5000-2011
주 도	KU	80 - 95	KS M 5000-2122
비 중	-	1.30 이상	KS M 5000-2131
불휘발분	%	55 이상	KS M 5000-2113
흐 름 성	Mil	14 이상	KS M 5980

주) MIO : Micaceous Iron Oxide(운모상 산화철)

표 6.3.18 역청질계 도료

시 험 항 목	단 위	품 질 기 준	시 험 항 목
연 화 도	NS	1 이상	KS M 5000-2141
주 도	KU	90 - 110	KS M 5000-2122
용기내의 상태	-	덩어리, 응결피막 없을 것	KS M 5000-2011
비 중	-	1.15 이상	KS M 5000-2131
인 화 점	℃	25 이상	KS M 5000-6011
건조시간	지축	2 이내	KS M 5000-2511
	경화	24 이내	

표 6.3.19 에폭시계 프라이머

시 험 항 목	단 위	품 질 기 준	시 험 항 목
건조도막의 상태	-	이상없을 것	KS M 5000-2421
용기내의 상태(주제)	-	덩어리, 응결피막 없을 것	KS M 5000-2011
주 도 (혼합)	KU	80 - 98	KS M 5000-2122
비 중 (혼합)	-	1.41 - 1.51	KS M 5000-2131
불휘발분 (혼합)	%	65 - 75	KS M 5000-2113
건조시간   경화(혼합)	h	10 이내	KS M 5000-2511
흐름성 (혼합)	Mil	12 이상	KS M 5980

표 6.3.20 후막형 에폭시계 도료

시 험 항 목	단 위	품 질 기 준	시 험 방 법
용기내의 상태	-	덩어리, 응결피막 없을 것	KS M 5000-2011
연화도 (주제)	NS	5이상	KS M 5000-2141
건조시간   경화(혼합)	h	24 이내	KS M 5000-2511
가사시간 (혼합)	h	4 이상	KS M 5307
외 관	-	도막 외관이 정상일 것	KS M 5000-2421
흐름성 (혼합) (85KU 점도조절 후)	Mil	8 이상	KS M 5980
불휘발분(주제)	%	55 이상	KS M 5000-2113
비 중 (주제)	-	1.3 이상	KS M 5000-2131
주 도 (주제)	KU	95 이상	KS M 5000-2122

제 6 장 도장

표 6.3.21 우레탄계 상도도료

시 험 항 목	단 위	품 질 기 준	시 험 방 법	
색 상	-	STD와 비교 차이가 없을 것	KS M 5000-3011	
건조도막의 상태	-	이상 없을 것	KS M 5000-2421	
용기내의 상태 (주제)	-	덩어리, 응결피막 없을 것	KS M 5000-2011	
작 업 성 (혼합)	-	이상 없을 것	KS M 5000-2412	
주 도 (주제)	KU	70 - 90	KS M 5000-2122	
비 중 (주제)	-	1.12 이상	KS M 5000-2131	
불휘발분 (주제)	%	60 - 70	KS M 5000-2113	
연 화 도 (주제)	NS	6 이상	KS M 5000-2141	
흐 림 성 (혼합)	Mil	5 이상	KS M 5980	
광택 (60°)	%	80 이상	KS M 5000-3312	
건조시간	경화(혼합)	h	24 이내	KS M 5000-2511

표 6.3.22 자연건조형 불소계 상도도료

시험항목		단위	품질기준	시험방법
용기내의 상태		-	덩어리, 응결피막 없을 것	KS M 5000-2011
건조시간 (혼합)	20℃	h	8 이내	KS M 5000-2511
	5℃		16 이내	
도막외관 (시편)		-	양 호	KS M 5000-2421
가사시간 (혼합)		h	5 이상	KS M 5307
은폐율 (혼합)	백색	-	0.9 이상	KS M 5000-3111
	적, 황색		0.5 이상	
	기타색상		0.8 이상	
광택 (60°)		%	70 이상	KS M 5000-3312
후속 도장성 (혼합)		-	이상 없을 것	
유연성		-	이상 없을 것	직경:10mm, 0.3T
연화도 (주제)		NS	6 이상	KS M 5000-2141
내충격성		-	균열, 벗겨짐(peeling) 이 없을 것	높이:500mm, 무게:300g
층간부착성 (중/상도)		-	이상 없을 것	
내알칼리성		-	이상 없을 것	5%-NaOH, 7일침적 / 20℃
내산성		-	이상 없을 것	5%-H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 7일침적 / 20℃
내한열성		-	이상 없을 것	[10cycles, 1cycle = 20℃X18hrs(청수침적)+ (-20℃)X3hrs+50℃X3hrs]
불휘발분 (주제)	백색	%	50 이상	KS M 5000-2113
	기타		40 이상	
주제의 용제 가용분중의 불소		%	15 이상	
촉진 내후성	외관	-	양 호	KS M 5000 (WOM Test : Weather-o-meter , Carbon arc lamp)
	색차	-	양 호	
	광택 유지율	%	80이상(1,000hrs) 90이상(300hrs)	
	초킹 (chalking)	-	8이상(300hrs)	

주) 내알칼리성, 내산성, 내한열성 시험은 중도/상도를 도장한 상태에서 시험함.

표 6.3.23 콜탈 에폭시계 도료

시 험 항 목	단 위	품 질 기 준	시 험 방 법
용기내의상태(주제)		덩어리, 응결피막이 없을 것	KS M 5000-2011
혼 합 성 (혼합)		균일하게 혼합되어야 한다	
작 업 성 (혼합)		에어리스 작업에 지장이 없을 것	KS M 5307
고화건조 (혼합)	h	24 이내	KS M 5000-2511
도막의 상태(시편)		이상 없을 것	KS M 5000-2421
가사시간 (혼합)	h	3 이상	KS M 5307
불휘발분 (혼합)	%	60 이상	KS M 5000-2113
비 중 (주제)		1.3 이상	KS M 5000-2131
흐 름 성 (혼합)	Mil	20 이상	KS M 5980
분 산 도 (주제)	NS	1 이상	KS M 5000-2141
주 도 (주제)	KU	90 이상	KS M 5000-2122

표 6.3.24 1액형 우레탄 실란트

시 험 항 목	단 위	품 질 기 준	시 험 방 법
슬럼프	mm	3 이하	KS F 4910
가열감량	%	표시값 이하일 것	KS F 4910
압출성	s	24 이내	KS F 4910
비 중		표시값의 ± 0.10	KS F 4910
지축건조	h	표시값 이하일 것	KS F 4910
저온저장 안정성	-	응고, 분리 등의 이상이 없을 것	KS F 4910

표 6.3.25 내염도료

시 험 항 목	단 위	품 질 기 준	시 험 방 법
건조도막의 외관	-	이상 없을 것	KS M 5000-2421
도장 작업성	-	이상 없을 것	KS M 5000-2412
건조시간 (경화)	h	12 이내일 것	KS M 5000-2511
부 착 력	-	3A 이상일 것	테이프 부착시험
내 수 성	-	도막상태 양호할 것	청수, 240hrs 침적
내염수성	-	도막상태 양호할 것	10%-NaCl, 240hrs
내한열성	-	도막상태 양호할 것	[10cycles, 1cycle = 20°CX18hrs(청수침적) +(-20°C)X3hrs+50°CX3hrs]
촉진내후성	-	외관 양호할 것	240 hrs 시험 (WOM test : Weather-o-meter , Carbon arc lamp)

표 6.3.26 고고형분 (후막형)에폭시계 도료 및 에폭시 고고형분 알미늄도료

시 험 항 목	단 위	품 질 기 준	시 험 방 법
용기내의 상태	-	덩어리, 응결피막 없을 것	KS M 5000-2011
혼합성(혼합)	-	균일하게 혼합될 것	
건조시간 (경화)	h	24 이내	KS M 5000-2511
가사시간 (혼합)	h	4 이상	KS M 5307
외 관	-	양호할 것	KS M 5000-2421
흐름성 (혼합) (85KU 점도조절 후)	Mil	8 이상	KS M 5980
상도적합성	-	상도에 지장 없을 것	
불휘발분 (주제)	%	80 이상	KS M 5000-2113
비중 (주제)	-	1.3 이상	KS M 5000-2131
주도 (주제)	KU	90 이상	KS M 5000-2122

제 6 장 도장

표 6.3.27 세라믹계 도료(세라믹계 방식도료, 세라믹계 우레탄)

시험항목	단위	품질기준	시험방법
용기내 상태	-	덩어리가 없을 것	KS M 5000-2011
도포작업성	-	도포에 지장이 없을 것	KS M 5037
건조시간	h	24 이내	KS M 5000
내투수성	-	투수되지 않을 것	KS F 4926
내알카리성	-	이상 없을 것	5%-NaOH, 7일침적 / 20℃
내산성	-	이상 없을 것	5%-H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , 7일침적 / 20℃
저온, 고온 반복저항성	-	이상 없을 것	KS F 4921
염수분무시험 (168h)	-	녹과 부풀음이 없을 것	KS D 9502

2.6.14 고형분 용적비의 관리

도료 중 도막형성의 주요소인 고형분에 대한 부피비(고형분, 용적비)의 관리기준은 표 6.3.28에 따른다.

표 6.3.28 고형분 용적비의 관리기준

도료 명칭	고형분 용적비 관리기준	비 고
무기질 아연말계 도료	60 % 이상	ASTM D 2697
에폭시계 프라이머	50 % 이상	
후막형 에폭시계도료 (교량외부용 중도)	70 % 이상	
폴리우레탄계 상도도료	50 % 이상	
자연건조형 불소수지계 상도도료	30 % 이상	
고고형분 에폭시계도료 (교량내부용 중상도)	80 % 이상	
고고형분 후막형 에폭시계도료 (교량내부용 중상도)	80 % 이상	

## ◎ 집 필 위 원 ◎

### 1. 총 괄

담 당	성 명	소 속	직 위	비 고
위 원 장				
부위원장				
간 사				

### 2. 총 칙

담 당	성 명	소 속	직 위	TEL	e-mail
책 임					

### 3. 강 교 편

담 당	성 명	소 속	직 위	TEL	e-mail
책 임					
집 필 진					

### 4. 콘크리트교

담 당	성 명	소 속	직 위	TEL	e-mail
책 임					
집 필 진					

담당	성명	소속	직위	TEL	e-mail
집필진					

5. 하부구조

담당	성명	소속	직위	TEL	e-mail
책임					
집필진					

6. 신축이음 및 받침

담당	성명	소속	직위	TEL	e-mail
책임					
집필진					

7. 도 장

담당	성명	소속	직위	TEL	e-mail
책임					
집필진					

◎ 자체 자문 위원 ◎

성명	소속	직위	비고



빈 면