제 방

안전점검 및 정밀안전진단

세 부 지 침

2009. 3.

국토해양부

한국시설안전공단

이 책자는 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 제13조 및 같은 법 시행령 제13조에 따라 제정한 「안전점검 및 정밀안전진단 지침」(국토해양부 고시, 제2008-838호, '08. 12. 31)의 시행을 위하여 세부지침을 정한 것으로 안전점검 및 정밀안전진단 종사자는 본 세부지침에 따라 실시하되, 개별 시설물의 특성 및 제반여건 등을 고려하여 적절히 응용 실시할 수 있습니다.

제 목 차 례

제1장 서 론 ····· 1

1.1 목적 ····· 3

1.2 적용 범위 ····· 4

1.3 용어 정의 ····· 5

제2장 시설물의 안전 관리 ····· 9

2.1 시설물 관리일반 ····· 11

2.1.1 시설물 관리 목적 ····· 11

2.1.2 시설물의 안전 및 유지관리계획 수립·제출 ····· 11

2.1.3 설계도서 등의 보존 ····· 12

2.1.4 감리보고서, 설계도서 등 관련서류 및 시설물관리대장 작성·제출 ····· 14

2.1.5 안전점검·정밀안전진단 및 유지관리의 실적 제출 ····· 15

2.2 안전점검 및 정밀안전진단 계획수립 ····· 16

2.2.1 계획 일반 ····· 16

2.2.2 안전점검 및 정밀안전진단 준비 사항 ····· 18

2.2.3 예산의 확보 ····· 21

2.2.4 안전점검 및 정밀안전진단 실시자의 자격 ····· 21

2.3 안전관리 ····· 22

2.3.1 일반 ····· 22

2.3.2 안전점검 및 정밀안전진단 종사자의 안전 ····· 22

2.3.3 공공의 안전 ····· 24

2.4 진단측정장비 관리 ····· 25

2.4.1 진단측정장비 선정 요건 ····· 25

2.4.2 진단측정장비 관리 ····· 25

2.5 안전점검 및 정밀안전진단 사전조사 ····· 28

2.5.1 사전조사 계획 수립 ····· 28

2.5.2 사전조사 실시계획 수립 ····· 28

2.6 실시결과의 이행 ····· 30

2.6.1 중대한 결함의 분류 ····· 30

2.6.2 중대한 결함의 정도 ····· 31

제3장 안전점검 ····· 33
3.1 안전점검 일반 ····· 35
3.1.1 안전점검 종류 ····· 35
3.1.2 안전점검 시 고려사항 ····· 35
3.1.3 안전점검 계획 ····· 36
3.2 정기점검 ····· 37
3.2.1 정기점검 목적 ····· 37
3.2.2 정기점검 절차 ····· 37
3.2.3 정기점검 방법 ····· 37
3.2.4 정기점검 실시결과의 이용 ····· 38
3.2.5 정기점검 결과표 작성 ····· 39
3.3 정밀점검 ····· 42
3.3.1 정밀점검 목적 ····· 42
3.3.2 정밀점검 절차 ····· 42
3.3.3 정밀점검 시기 ····· 42
3.3.4 정밀점검 과업 ····· 43
3.3.5 정밀점검 실시결과의 이용 ····· 46
3.3.6 정밀점검 결과표 작성 ····· 46
3.3.7 보고서 작성 방법 ····· 51
3.4 긴급점검 ····· 55
3.4.1 손상점검 ····· 55
3.4.2 특별점검 ····· 55
3.5 초기점검 ····· 56
3.5.1 초기점검 목적 ····· 56
3.5.2 초기점검 실시 ····· 56
3.5.3 시설물의 예방적 유지관리를 위한 체계 ····· 57

제4장 정밀안전진단 ····· 61
4.1 정밀안전진단 일반 ····· 63
4.1.1 정밀안전진단 목적 ····· 63
4.1.2 정밀안전진단의 시기 ····· 63
4.1.3 정밀안전진단 절차 ····· 64
4.1.4 정밀안전진단의 범위 ····· 66
4.2 정밀안전진단 과업 ····· 67

4.3 정밀안전진단 결과표 작성 ····· 69
4.4 보고서 작성 방법 ····· 74

제5장 현장조사 ····· 79
5.1 현장조사 일반 ····· 81
5.1.1 일반 ····· 81
5.1.2 목적 ····· 81
5.2 시설물의 세부시설별 점검 사항 ····· 82
5.2.1 시설물별 상태변화의 평가항목 ····· 82
5.2.2 현장조사 및 재료시험의 요령 ····· 86
5.3 시설물 현장조사 요령 ····· 88
5.3.1 정밀점검 현장조사 요령 ····· 88
5.3.2 정밀안전진단 외관조사 요령 ····· 93
5.4 균열조사 요령 ····· 95
5.4.1 일반 ····· 95
5.4.2 균열조사 ····· 95
5.4.3 비파괴시험에 의한 균열깊이 조사 ····· 98

제6장 재료시험 ····· 101
6.1 재료시험 일반 ····· 103
6.1.1 일반 ····· 103
6.1.2 현장 재료시험 ····· 103
6.1.3 실내시험 ····· 103
6.1.4 시험결과의 해석 및 평가 ····· 104
6.1.5 시험 보고서 ····· 104
6.2 반발경도시험 ····· 105
6.2.1 일반 ····· 105
6.2.2 시험 등의 절차 ····· 106
6.2.3 콘크리트 비파괴강도 추정 ····· 108
6.2.4 시험 보고서 ····· 110
6.3 초음파전달속도시험 ····· 111
6.3.1 일반 ····· 111
6.3.2 시험 등의 절차 ····· 112
6.3.3 초음파전달속도시험 ····· 114

6.3.4 콘크리트 비파괴강도 추정 ····· 116
6.3.5 시험 보고서 ····· 117
6.4 콘크리트 코어시험 ····· 119
6.4.1 일반 ····· 119
6.4.2 코어채취 ····· 120
6.4.3 코어강도에 미치는 영향인자 ····· 122
6.4.4 시험 보고서 ····· 123
6.5 철근탐사시험 ····· 124
6.5.1 일반 ····· 124
6.5.2 시험 등의 절차 ····· 125
6.5.3 시험 보고서 ····· 126
6.6 철근부식도시험 ····· 128
6.6.1 일반 ····· 128
6.6.2 시험 등의 절차 ····· 129
6.6.3 철근부식 판정 ····· 132
6.6.4 시험 보고서 ····· 133
.7 콘크리트 탄산화 깊이 측정 ····· 134
6.7.1 일반 ····· 134
6.7.2 시험방법 ····· 135
6.7.3 탄산화 깊이 측정 ····· 136
6.7.4 탄산화속도계수 산정 ····· 137
6.7.5 시험 보고서 ····· 137
6.8 강재 용접부 비파괴시험 ····· 139
6.8.1 일반 ····· 139
6.8.2 초음파탐상시험 ····· 139
6.8.3 자분탐상시험 ····· 143

제7장 재료시험 항목 및 수량 ····· 147
7.1 일반 ····· 149
7.2 재료시험 항목 및 기준수량 ····· 150
7.2.1 정기점검 ····· 150
7.2.2 긴급점검 ····· 150
7.2.3 정밀점검 ····· 150
7.2.4 정밀안전진단 ····· 152

제8장 상태평가 기준 및 방법 ····· 155
8.1 일반 ····· 157
8.2 상태평가 기준 ····· 158
8.3 상태평가 항목 및 기준 ····· 159
8.3.1 평가유형 및 영향계수 ····· 159
8.3.2 표준제방 ····· 160
8.3.3 특수제방 ····· 167
8.3.4 배수통관 ····· 173
8.4 상태평가 결과 산정 방법 ····· 175
8.4.1 제방 상태평가 단계별 절차 ····· 175
8.4.2 상태평가 산정 방법 ····· 176

제9장 안전성평가 기준 및 방법 ····· 183
9.1 일반 ····· 185
9.1.1 안전성평가의 절차 ····· 185
9.1.2 제방의 안전성평가 항목 ····· 186
9.2 안전성평가 기준 ····· 189
9.3안전성평가 결과 산정 방법 ····· 192
9.3.1 안전성평가 결과 산정 ····· 192
9.3.2 안전성평가 결과 산정 방법 ····· 192

제10장 종합평가 기준 및 방법 ····· 195
10.1 일반 ····· 197
10.2 종합평가 결과 산정 방법 ····· 198
10.2.1 종합평가 결과 산정 ····· 198
10.2.2 종합평가 결과 산정 방법 ····· 198
제11장 안전등급 지정 ····· 201

제12장 보수·보강 방법 ····· 205
12.1 일반 ····· 207
12.2 보수·보강 우선순위의 결정 ····· 207
12.3 보수·보강 방법 ····· 208
12.3.1 보수·보강의 필요성 판단 ····· 208

12.3.2 보수·보강의 수준 결정 ····· 208
12.3.3 보수·보강공법의 선정 ····· 208
12.4 유지관리 방안 제시 ····· 210

부록 ····· 211
A. 평가단계별 평가표 ····· 213
B. 과업지시서 예시 ····· 221
C. 사전검토 보고서 예시 ····· 241
D. 시설물관리대장 입력 요령 ····· 251

표 차 례

[표 2.1] 법정 진단측정장비의 교정주기 ····· 26
[표 2.2] 법정 진단측정장비 이외의 진단기구 교정주기 ····· 27
[표 2.3] 시설물별 구조안전에 영향을 주는 결함 ····· 31
[표 3.1] 정밀점검 실시주기 ····· 43
[표 3.2] 정밀점검 과업 내용 ····· 44
[표 3.3] 이미지 및 동영상 파일의 종류 ····· 54
[표 4.1] 정밀안전진단 실시 시기 ····· 64
[표 4.2] 정밀안전진단 과업 내용 ····· 68
[표 5.1] 안전성평가의 점검 내용 ····· 88
[표 5.2] 비탈덮기 점검요령 ····· 92
[표 5.3] 수중구조물 점검사항 ····· 94
[표 6.1] 기존의 비파괴강도 추정 제안식 ····· 109
[표 6.2] 재령보정계수, α의 값 (F28 = Fc × α) ····· 109
[표 6.3] 기존의 비파괴강도 추정 제안식 ····· 117
[표 6.4] 철근의 부식진단에 관한 전기화학적 비파괴시험 방법 ····· 128
[표 6.5] 철근부식 유무의 판정기준 (자연전위 : CSE 기준) ····· 132
[표 6.6] 페놀프탈레인 분무 시기와 측정 시기 ····· 137
[표 6.7] 결함의 등급분류 ····· 142
[표 7.1] 정밀점검의 재료시험 항목 ····· 150
[표 7.2] 정밀점검 재료시험 평가방법 ····· 151
[표 7.3] 정밀점검의 기본과업 재료시험 기준수량 ····· 152
[표 7.4] 정밀점검의 선택과업 재료시험 기준수량 ····· 152
[표 7.5] 정밀안전진단의 재료시험 항목 ····· 153
[표 7.6] 정밀안전진단 재료시험 평가방법 ····· 153
[표 7.7] 정밀안전진단의 기본과업 재료시험 기준수량 ····· 154
[표 7.8] 정밀안전진단의 선택과업 재료시험 기준수량 ····· 154
[표 8.1] 표준제방의 평가항목별 평가유형 및 영향계수 ····· 160
[표 8.2] 제체 침하의 상태평가 기준 ····· 161
[표 8.3] 활동의 상태평가 기준 ····· 161

[표 8.4] 누수의 상태평가 기준 ····· 162
[표 8.5] 호안의 기초·밑다짐공 세굴에 대한 상태평가 기준 ····· 162
[표 8.6] 비탈덮기의 활동에 대한 상태평가 기준 ····· 163
[표 8.7] 제체의 세굴 및 침식에 대한 상태평가 기준 ····· 163
[표 8.8] 비탈덮기의 손상(줄눈이격, 파손, 탈락)에 대한 상태평가 기준 ····· 164
[표 8.9] 호안머리보호공 손상(균열, 파손, 들뜸)에 대한 상태평가 기준 ····· 164
[표 8.10] 제체의 훼손에 대한 상태평가 기준 ····· 165
[표 8.11] 수목의 식생에 대한 상태평가 기준 ····· 165
[표 8.12] 호안 구조이음눈 손상에 대한 상태평가 기준 ····· 166
[표 8.13] 하상부의 세굴 및 퇴적에 대한 상태평가 기준 ····· 166
[표 8.14] 특수제방의 평가항목별 평가유형 및 영향계수 ····· 167
[표 8.15] 직립구조물 침하의 상태평가 기준 ····· 168
[표 8.16] 경사/전도의 상태평가 기준 ····· 168
[표 8.17] 말뚝구조의 활동에 대한 상태평가 기준 ····· 169
[표 8.18] 말뚝구조의 변형에 대한 상태평가 기준 ····· 169
[표 8.19] 신축이음부 및 사석블록의 이격에 대한 상태평가 기준 ····· 170
[표 8.20] 직립구조물의 기초부 세굴에 대한 상태평가 기준 ····· 170
[표 8.21] 직립구조물의 파손에 대한 상태평가 기준 ····· 170
[표 8.22] 균열의 상태평가 기준 ····· 171
[표 8.23] 박리의 상태평가 기준 ····· 171
[표 8.24] 마모/침식의 상태평가 기준 ····· 172
[표 8.25] 탄산화 잔여 깊이의 상태평가 기준 ····· 172
[표 8.26] 전염화물 이온량의 상태평가 기준 ····· 173
[표 8.27] 배수통관 평가항목별 평가유형 및 영향계수 ····· 173
[표 8.28] 배수통관의 배수암거 구조물 손상의 상태평가 기준 ····· 174
[표 8.29] 배수통관 문짝 기능의 상태평가 기준 ····· 174
[표 8.30] 배수통관 배수암거 배수기능에 대한 상태평가 기준 ····· 174
[표 8.31] 제방의 평가단계별 구분표 ····· 176
[표 8.32] 부재(부위)별 손상상태평가표 (예) ····· 177
[표 8.33] 평가기준별 평가지수 및 결함유형별 영향계수 ····· 178
[표 8.34] 개별부재 평가표 (예) ····· 178
[표 8.35] 평가지수에 따른 조정계수 ····· 179
[표 8.36] 중요도 조정방법 (예) ····· 179
[표 8.37] 복합부재 평가표 (예) ····· 180

[표 8.38] 개별시설 평가표 (4단계 평가표 부분 예시) ····· 181
[표 9.1] 계획홍수량에 따른 여유고 ····· 187
[표 9.2] 제체활동에 대한 안전율 ····· 187
[표 9.3] 월류에 대한 안전성평가 기준 ····· 189
[표 9.4] 활동에 대한 안전성평가 기준 ····· 190
[표 9.5] 누수에 대한 안전성평가 기준 ····· 190
[표 9.6] 특수제방 옹벽 및 말뚝의 활동, 전도에 대한 안전성평가 기준 ····· 191
[표 9.7] 특수제방 옹벽 및 말뚝의 내하력에 대한 안전성평가 기준 ····· 191
[표 9.8] 안전성평가지수(Es) 범위에 따른 안전성평가 기준 ····· 193
[표 9.9] 제방시설물의 안전성 평가표 (4단계 평가표 부분예시) ····· 193
[표 10.1] 종합평가지수에 따른 종합평가 기준 ····· 197
[표 10.2] 개별시설 평가표 (예) ····· 199
[표 10.3] 복합시설 평가표 (예) ····· 200
[표 11.1] 안전등급 ····· 203
[표 12.1] 콘크리트 균열의 보수공법 적정성 비교 ····· 210

그 림 차 례

[그림 2.1] 안전관리 업무 흐름도 ····· 20
[그림 3.1] 정기점검 흐름도 ····· 38
[그림 3.2] 정밀점검 및 긴급점검 흐름도 ····· 45
[그림 4.1] 정밀안전진단 흐름도 ····· 65
[그림 5.1] 균열 길이의 기록 예 ····· 97
[그림 5.2] T-법 ····· 99
[그림 5.3] Tc-To 법 ····· 99
[그림 5.4] BS 법 ····· 100
[그림 6.1] 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차 ····· 106
[그림 6.2] 초음파전달속도시험 및 측정기 점검 등의 절차 ····· 112
[그림 6.3] 초음파 펄스 시험을 위한 탐촉자 배치 방법 ····· 115
[그림 6.4] 표면법에 의한 초음파전달속도의 측정 ····· 116
[그림 6.5] 코어채취 방법 및 기기 점검 등의 절차 ····· 120
[그림 6.6] 전자기유도 방식에 의한 철근탐사장비의 구성 ····· 125
[그림 6.7] 전자파 레이더법에 의한 철근탐사장비의 장치 구성도 ····· 125
[그림 6.8] 철근탐사 및 장비 점검 등의 절차 ····· 126
[그림 6.9] 동-황산동 반전지의 단면 ····· 129
[그림 6.10] 철근부식도시험 및 측정기 점검 등의 절차 ····· 130
[그림 6.11] 자연전위의 측정방법 ····· 131
[그림 6.12] 측정범위의 표시 ····· 131
[그림 6.13] 드릴에 의한 탄산화깊이 측정 ····· 136
[그림 6.14] 강재 초음파시험 및 탐상기 점검 등의 절차 ····· 140
[그림 6.15] 자분탐상 및 탐상기 점검 등의 절차 ····· 144
[그림 8.1] 제방시설물 평가단계별 절차 ····· 175

제 1 장

서 론

1.1 목 적

1.2 적용범위

1.3 용어 정의

제1장 서 론

1.1 목적

본「시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」(이하「세부지침」이라 한다)은「시설물의 안전관리에 관한 특별법」(이하「법」이라 한다) 제13조 및 같은 법 시행령(이하「영」이라 한다) 제13조에 따라 「시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 지침」(국토해양부 고시 제2008-838호, 이하「지침」이라 한다)에서 정하는 안전점검 및 정밀안전진단의 실시방법·절차 등에 관한 필요사항을 시설물별로 보다 상세히 제시하고 그 실시요령을 정하여 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물 기능 및 성능저하, 상태 등을 신속·정확하게 조사·평가하고, 그에 대한 적절한 안전조치를 취하여 재해 및 재난을 예방하며, 시설물의 안전성 및 기능성을 보완·보전케 함으로써 시설물의 효용성을 증진시킴과 더불어 과학적 유지관리를 체계화하는데 그 목적이 있다.

1.2 적용 범위

본「세부지침」은「법」제2조(정의) 및「영」제2조(시설물의 범위)의 규정에서 정하고 있는 시설물 중 제방 시설물에 적용한다.

○ 2종 시설물

- 국가하천의 제방 및 그 부속시설
- 구 지방1급[1] 하천의 제방 및 그 부속시설

※ 제방의 안전점검·정밀안전진단 시 수문시설이 포함될 경우에도 수문에 대하여는 수문세부지침 규정을 따라 제방시설물과 별도로 안전등급을 부여한다.

제방 시설물의 특성에 따라 본「세부지침」의 서식을 적절히 응용하여 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하며, 본「세부지침」에서 제시되지 않은 사항은 다음의 법규나, 기준을 따른다.

○ 시설물의 안전관리에 관한 특별법, 시행령, 시행규칙

○ 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 지침

○ 콘크리트 구조설계기준

○ 콘크리트 표준시방서

○ 제방관련 설계기준 및 표준시방서

○「산업표준화법」에 의한 한국산업규격(KS)

한편, 본「세부지침」에서 기술된 내용과 다르더라도 널리 알려진 이론이나 시험에 의해 기술적으로 증명된 사항에 대해서는 발주자와 사전협의하여 적용 할 수 있다.

---

1) 법률 제8338호로 개정되기 전의 하천법 제7조제1항에 따라 지정된 지방1급하천은 국가하천으로 본다.

1.3 용어 정의

「법」 및 「지침」에서 규정하고 있는 용어 위주로 정리하였으며, 다음과 같다.

○ 시설물(施設物)

건설공사를 통하여 만들어진 구조물과 그 부대시설로서 1종 시설물 및 2종 시설물

○ 1종 시설물

도로·철도·항만·댐·교량·터널·건축물 등 공중의 이용편의와 안전을 도모하기 위하여 특별히 관리할 필요가 있거나, 구조상 유지관리에 고도의 기술이 필요하다고 인정하여 대통령령이 정하는 시설물[1)]

○ 2종 시설물

1종 시설물외의 시설물로서 대통령령이 정하는 시설물[2)]

○ 관리주체(管理主體)

관계법령에 따라 해당시설물의 관리자로 규정된 자 또는 해당시설물의 소유자를 말한다. 이 경우 해당시설물의 소유자와의 관리계약 등에 따라 시설물의 관리책임을 진 자는 관리주체로 보며, 관리주체는 공공관리주체와 민간관리주체로 구분

○ 공공관리주체(公共管理主體)

- 국가·지방자치단체
- 「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조에 따른 공공기관
- 「지방공기업법」에 따른 지방공기업

○ 민간관리주체(民間管理主體)

공공관리주체외의 관리주체

○ 안전점검(安全點檢)

경험과 기술을 갖춘 자가 육안이나 점검기구 등으로 검사하여 내재되어 있는 위험요인을 조사하는 행위

○ 정밀안전진단(精密安全診斷)

시설물의 물리적·기능적 결함을 발견하고, 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 하기 위하여 구조적 안전성과 결함의 원인 등을 조사·측정·평가하여 보수·보강 등의 방법을 제시하는 행위

○ 내진성능평가(耐震性能評價)

지진으로부터 시설물의 안전성을 확보하고 기능을 유지하기 위하여 「지진재해대책법」 제14조(내진설계기준의 설정)제1항에 따라 시설물별로 정하는 내진설계기준에 따라 시설물이 지진에 견딜 수 있는 능력을 평가하는 것

---

1) 「영」 제2조(시설물의 범위) 및 [별표 1] 참조
2) 「영」 제2조(시설물의 범위) 및 [별표 1] 참조

○ 도급(都給)

원도급・하도급・위탁 그 밖에 명칭여하에 불구하고 안전점검이나 정밀안전진단을 완료하기로 약정하고, 상대방이 그 일의 결과에 대하여 대가를 지급하기로 약정하는 계약

○ 하도급

도급받은 안전점검이나 정밀안전진단 용역의 전부 또는 일부를 도급하기 위하여 수급인이 제3자와 체결하는 계약

○ 유지관리(維持管理)

완공된 시설물의 기능을 보전하고 시설물이용자의 편의와 안전을 높이기 위하여 시설물을 일상적으로 점검・정비하고 손상된 부분을 원상복구하며, 경과시간에 따라 요구되는 시설물의 개량・보수・보강에 필요한 활동을 하는 것

○ 시설물정보관리종합시스템(FMS)

「법」 제3조제2항제5호[1]에 따른 시설물의 안전과 유지관리에 관련된 정보체계를 구축하기 위하여 국토해양부장관이 시설물의 정보와 「법」 제9조제1항[2]에 따른 안전진단전문기관, 제25조에 따른 한국시설안전공단과 「건설산업기본법」 제9조[3]에 따라 등록한 유지관리업자에 관한 정보를 종합관리하는 시스템

○ 하자담보책임기간

「건설산업기본법」과 「주택법」 등 관계법령에 따른 하자담보책임기간 또는 하자보수기간 등

○ 시설물관리체계(施設物管理體系)

시설물의 안전점검, 정밀안전진단 등 유지관리를 함에 있어서 비용 및 시기를 최적화할 수 있도록 계획된 체계

○ 사전조사

정밀점검 및 정밀안전진단 용역을 수주하여 실시하는 사람은 당해시설물의 설계도서 등 유지관리 자료와 과업지시서 등이 법령 및 지침, 세부지침 등에 부합되는지의 여부를 검토하는 행위

○ 현장조사

기존 시설물에 관한 기초자료를 얻고, 시간이 경과함에 따라 구조물의 상태변화(결함, 손상, 열화 등) 및 균열폭과 길이 등 구성재료의 변화를 추적하기 위하여 수행하는 행위

○ 상태평가(狀態評價)

시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위

---

1)「법」 제3조제2항제5호 : 시설물의 안전 및 유지관리에 관련된 정보체계의 구축
2)「법」 제9조제1항 : 안전진단전문기관의 등록 등
3)「건설산업기본법」 제9조 : 건설업의 등록 등

○ 안전성평가(安全性評價)

현장조사를 통하여 수집된 자료를 기초로 하고 설계도서 및 기존의 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과를 참고하여 시설물의 구조·수리·수문해석 등 안전성을 평가하는 행위

○ 종합평가(綜合評價)

상태평가와 안전성평가 결과에 의하여 시설물의 안전상태를 종합적으로 평가하는 행위

○ 안전등급(安全等級)

정밀점검 또는 정밀안전진단 실시결과 종합평가에 따른 당해 시설물의 안전상태를 나타내는 등급

○ e-보고서

안전점검 및 정밀안전진단 실시결과 작성한 보고서를 보관 및 활용 등 유지관리 업무에 효율적으로 활용할 수 있도록 전자매체에 의하여 작성한 보고서

○ 복합시설물

기능과 역할이 각각 다른 개별 시설물들이 집합된 시설물

○ 보수(補修)

시설물의 내구성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 유지관리 대책

○ 보강(補强)

시설물의 부재나 구조물의 내하력과 강성 등의 역학적인 성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 대책

○ 장비관리(裝備管理)

점검 및 진단에 사용하는 장비는 소요성능 및 측정의 정밀·정확도를 유지하도록 관리하여야 하며, “국가표준기본법” 및 “계량에관한법률”에 의하여 검·교정을 받아야 하는 행위

○ 기본과업(基本課業)

시설물의 안전점검 및 정밀안전진단을 실시함에 있어 시설물의 구분없이 기본적으로 실시하여야 하는「지침」에서 정하고 있는 과업

○ 선택과업(選擇課業)

시설물의 안전점검 및 정밀안전진단을 실시함에 있어 시설물의 여건에 따라 실시하여야하는「지침」에서 정하고 있는 과업으로서 안전점검 및 정밀안전진단 목적을 달성하기 위하여 현지여건을 감안하여 실시

○ 현장 재료시험

시설물이 위치하는 현장에서 구조물에 손상을 입히지 않고 강도 및 결함 등을 측정하는 것

○ 실내시험(室內試驗)

시설물의 특정부분에 대한 자료가 필요할 경우 구조물로부터 재료의 일부를 채취하여 시험실에서 실시하는 실내시험

○ 콘크리트의 상태변화

2005년 제정된 콘크리트표준시방서 유지관리편 참조

- 상태변화 : 초기결함, 손상, 열화 등을 총칭
- 초기결함 : 시공 시에 발생한 균열, 콜드조인트, 초기균열 등
- 손　　상 : 지진이나 충돌 등에 의해 균열이나, 박리 등이 단시간에 발생하는 것을 나타내며, 시간의 경과에 따라서 진행하지 않음.
- 열　　화 : 구조물의 재료적 성질 또는 물리, 화학, 기후적 혹은 환경적인 요인에 의해서 주로 시공 이후에 장기적으로 발생하는 내구성능의 저하현상으로써 시간의 경과에 따라 진행함.

○ 제방(堤防)

유수가 하도 밖으로 넘치는 것을 방지하기 위하여 하천을 따라 토사 등으로 축조한 구조물로서, 본「세부지침」에서의 제방은 축조재료에 따라 표준제, 특수제를 말하며, 호안과 기타 시설물을 포함한다.

- 표준제 : 토사로 축조된 비탈면을 갖는 경사제.
- 특수제 : 특수한 목적으로 토사와 함께 콘크리트, 석재 등의 재료로 축조되며, 석축, 옹벽, 말뚝 등으로 앞비탈의 구조가 수직(경사도가 45°이상)인 제방.
- 호　안 : 제방 또는 하안을 유수에 의한 파괴와 침식으로부터 직접 보호하기 위하여 제방 앞비탈 또는 하안에 설치하는 구조물로서 비탈덮기, 기초(비탈멈춤), 밑다짐공으로 구성되며, 고수호안·저수호안·제방호안으로 구분된다.
- 비탈멈춤 : 비탈덮기의 활동과 비탈덮기 이면의 토사유출을 방지하기 위하여 설치 (기초와 병행하여 설치하는 경우도 있음)
- 호안머리보호공 : 저수호안을 유수로부터 보호하기 위하여 고수부지와의 접합부에 설치 또는 제방호안을 전단면에 설치할 경우 제방 상단부에 설치하는 구조물.
- 구조이음눈 : 비탈덮기 일부분의 파괴가 전체에 미치지 않도록 비탈덮기 종단방향 (10～20m 간격)에 이음부를 둔 것.

제 2 장

시설물의 안전 관리

2.1 시설물 관리일반

2.2 안전점검 및 정밀안전진단 계획수립

2.3 안전관리

2.4 진단측정장비 관리

2.5 안전점검 및 정밀안전진단 사전조사

2.6 실시결과의 이행

제2장 시설물의 안전 관리

2.1 시설물 관리일반

2.1.1 시설물 관리 목적

시설물의 관리는「법」제4조 및 제11조의2에 따라 시설물의 안전 및 유지관리계획, 안전점검 및 정밀안전진단의 실적, 보수·보강 결과의 통보내용과 「법」제17조에 규정에 의하여 설계도서, 관련서류 등의 시설물 정보를 관리하며, 또한,「지침」규정에 따라 시설물에 대한 시설물관리대장을 작성으로 정확한 기록 및 자료 등의 보존과 안전점검 및 정밀안전진단 실시의 안전에 관한 상황 등에 관한 시설물의 관리일반을 목적으로 한다.

2.1.2 시설물의 안전 및 유지관리계획 수립·제출

관리주체는 「법」제4조 및 「영」제5조에 따라 안전 및 유지관리계획을 소관 시설물별로 매년 수립·시행하여야 한다.

공공관리주체는 「법」제4조제2항 및 동법 시행규칙(이하 "규칙"이라 한다) 제3조에 따라 소속 중앙행정기관의 장, 특별시장·광역시장·도지사 또는 특별자치도지사(이하 "시·도지사"라 한다)에게 안전 및 유지관리 계획을 매년 2월 15일까지 제출하여야 한다.

민간관리주체는 「법」제4조제3항 및 규칙 제3조에 따라 특별자치도지사·시장·군수·구청장(자치구의 구청장을 말한다. 이하 같다)에게 안전 및 유지관리 계획을 매년 2월 15일까지 제출하여야 한다.

안전 및 유지관리 계획 제출은「시설물정보관리종합시스템 운영 규정」(이하 "FMS 운영규정"이라 한다)에 따라 FMS를 이용하여 제출하여야 한다.

2.1.3 설계도서 등의 보존

관리주체는 「법」 제17조제3항에 따라 감리보고서·시설물관리대장 및 설계도서 등 관련서류를 보존하여야 하여야 하며, 다음에 명시된 자료 등도 보존한다.

○ 관리주체는 시설물 관리를 위하여 설계도서, 시공관련자료, 안전점검 및 정밀안전진단자료, 보수·보강공사 자료 등 다음에 명시한 자료를 보존하여야 한다.

○ 「법」 제17조2항에 의하여 「지침」에 명시되지 않은 시설물의 유지관리에 필요한 자료는 관리주체가 보존하고 필요시 자료를 제공하도록 한다.

가. 설계도서

시설물의 준공도서로서 종·평면도, 단면도, 구조물도, 시공상세도, 구조계산서, 수리·수문계산서, 공사시방서 등 시설물의 유지관리에 필요한 도서

1) 공통

- 준공보고서, 설계보고서(하천정비기본계획보고서 포함)
- 공사시방서(특별시방서 포함)
- 각종계산서(구조, 수리, 수문, 강재, 용량, 기전설비 등)
- 토질 및 지반조사 보고서
- 그 밖에 시공 상 특기한 사항에 관한 보고서

2) 설계도면

위치도(또는 배치도), 평면도, 단면도(종·횡), 제방표준 단면도, 횡단도 및 종단도, 제방 횡단구조물 상세도 (수문, 암거, 육갑문등), 제방 접합부 상세도(교량, 보 접합부등) 등

나. 시설물관리대장

본 세부지침의 부록에 수록된 시설물관리대장을 참조하여 「법」 제16조 및 「영」 제16조의2제2항에 따른 "시설물정보관리종합시스템 운영규정"(이하 "FMS 운영규정"이라 한다)에 따라 해당 시설물의 관리대장을 작성한다.

부록의 시설물관리대장의 구성은 다음과 같다.

① 기본현황

② 상세제원

③ 유지관리 이력

다. 시공관련 자료 등

1) 시공관련 자료

① 사진

- ○ 공사 현장 및 시설물의 정면·측면 사진
- ○ 주요 결함부 및 주요공종 시공 사진

② 기타

- ○ 제작 및 작업도면 : 붕괴유발부재를 포함한 시설물 부재의 상세도면
- ○ 토질·지반조사 자료
- ○ 건설공사 안전점검 보고서 등
- ○ 수문 내·외측 하천의 하천정비기본계획보고서 등
- ○ 주요 설계변경 내역, 중요부분 감독일보
- ○ 설계 및 시공회사, 시행자, 감독자

2) 품질관리 관련자료

① 재료증명서 : 시공재료의 종류, 등급, 품질을 기록한 공장 재료증명서

② 품질시험기록

③ 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록

④ 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료

- ○ 계측 대상 시설물, 계측위치, 계측기의 종류, 계측결과의 데이터베이스 등

3) 사고기록

① 사고의 날짜, 장소, 경위

② 사고의 원인 및 대책공법 등의 조치사항

③ 사고발생 당시 사진

4) 점검 및 진단시 필요사항

- ○ 현장조사 및 시험·측정을 원활히 수행하기 위한 특수장비 목록, 접근방법 등의 기록 및 각 시설물별 운영계획
- ○ 점검 및 진단종사자나 공공의 안전을 확보하기 위한 특별한 조치사항의 기록
- ○ 현장조사 및 시험·측정 시 특별히 주의하여야 할 사항 및 사용제한 계획 등

라. 안전점검 및 정밀안전진단 자료

「법」 제6조 및 제7조에 따라 실시하는 안전점검 및 정밀안전진단 실시자료와 「건설기술관리법」 제26조의2[1]제2항에 따라 실시한 안전점검 실시자료 등 일체의

자료를 보존한다.

1) 일반

시설물의 점검 및 진단자료는 점검 및 진단 시 마다 그 결과에 따라 변경될 수 있으며, 필요한 경우 당해 시설물의 규모, 공법, 점검 및 진단 실적(보고서 등)에 따라 자료를 수집하며, 다음 사항을 고려하여 수집한다.

- ○ 사용제한 사항
- ○ 부대 시설물
- ○ 환경조건 : 구조물의 내구성과 안전에 영향을 주는 조건
- ○ 기타 : 최고수위 등

2) 안전점검 및 정밀안전진단 자료 갱신

보수·보강 작업이나 개량작업 등으로 시설물의 구조가 변경된 경우는 시설물관리대장에 구체적인 내용과 치수 등 관련 사항을 기록한다.

마. 보수·보강공사 자료

안전점검 및 정밀안전진단 실시결과에서 발견된 결함에 대하여 실시한 보수·보강공사 자료의 일체로서 다음의 내용을 포함하여야 한다.

- ○ 보수·보강의 경위
- ○ 보수·보강 적용공법 및 적용범위
- ○ 보수·보강 기간 및 시행자(감독, 시공자) 등

2.1.4 감리보고서, 설계도서 등 관련서류 및 시설물관리대장 작성·제출

「법」 제17조제1항에 따라 시설물의 발주자는 감리보고서를 공단에, 시설물의 시공자는 설계도서 등 관련서류를 관리주체와 공단에, 관리주체는 시설물관리대장을 공단에 각각 제출한다.

감리보고서·설계도서 등 관련서류 및 시설물관리대장의 제출은 FMS 운영규정에 따라 작성·제출한다.

중요한 보수·보강의 경우에도 같으며, 그 내용은 다음과 같다.

가. 철근콘크리트구조부 또는 철골구조부

---

1) 「건설기술관리법」 제26조의2(건설공사의 안전관리)

나. 건축물의 내력벽·기둥·바닥·보·지붕틀 및 주계단
(단, 사이기둥·최하층바닥·작은보·차양·옥외계단 기타 이와 유사한 것으로 건축물의 구조상 중요하지 아니한 부분 제외)

다. 교량의 교좌장치(교량받침)

라. 터널의 복공부위

마. 하천제방의 수문문비

바. 댐의 본체, 시공이음부 및 여수로

사. 조립식 건축물의 연결부위

아. 상수도 관로이음부

자. 항만시설 중 갑문문비 작동시설과 계류시설의 구조체

2.1.5 안전점검·정밀안전진단 및 유지관리의 실적 제출

관리주체 및 안전진단전문기관·유지관리업자는 「법」 제11조의2에 따라 안전점검·정밀안전진단·유지관리의 실적을 해당 실적이 발생한 날부터 30일 이내에 규칙 별지 제13호 서식에 따라 FMS를 이용하여 제출하여야 한다.

2.2 안전점검 및 정밀안전진단 계획수립

2.2.1 계획 일반

가. 목적

관리주체는 시설물의 안전 및 유지관리 계획에 의하여 시설물의 안전점검과 정밀안전진단을 실시한다.

안전점검과 정밀안전진단의 목적은 현장조사 및 각종 시험에 의해 시설물의 물리적·기능적 결함과 내재되어 있는 위험요인을 발견하고, 이에 대한 신속하고 적절한 보수·보강 방법 및 조치방안 등을 제시함으로써 시설물의 안전을 확보하고자 함에 있다.

관리주체는「법」제4조(시설물의 안전 및 유지관리계획의 수립·시행 등)의 규정에 의한 소관 시설물별로 안전 및 유지관리계획을 수립하여 체계적이고 일관성 있는 안전점검 및 정밀안전진단이 실시될 수 있도록 한다.

성공적인 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단을 위해서는 적절한 계획과 기법, 필요한 장비의 확보 그리고 책임기술자를 포함한 점검자의 경험과 신뢰성이 필요하며, 보이는 결함의 발견은 물론이고 발생 가능한 문제의 예측까지도 포함한다.

그러므로 안전점검 및 정밀안전진단은 정확해야 할 뿐만 아니라 재해 및 재난의 예방적 차원에서 시설물의 과학적 관리체계 개발을 위하여 수행하여야 한다.

나. 계획수립 주요 검토내용

○ 안전점검 및 정밀안전진단을 수행하는데 필요한 인원, 장비 및 기기의 결정
○ 기 발생된 결함의 확인을 위한 기존 안전점검 및 정밀안전진단 자료 검토
○ 안전점검 및 정밀안전진단 기간과 소요 작업시간의 예측
○ 타 기관 또는 주민과의 협조관계
○ 재하시험 및 수중조사 등 선택과업에 대한 조사범위, 장비 및 인력 동원계획
○ 비파괴 시험을 포함한 기타 재료시험의 실시 위치 및 시험 실시계획
○ 붕괴유발부재, 피로취약부위 등과 같이 특별한 주의를 필요로 하는 부재·부위
○ 시설물의 기초와 주위지반에 대한 조사방법, 조사항목 및 범위

다. 안전점검 및 정밀안전진단 실시 시기의 선정

시설물의 철저한 점검 및 진단을 위하여 기후·온도·현지여건 등을 고려하여 가장 바람직한 기간 중에 실시되어야 한다.

라. 진단측정장비의 선정

시설물의 안전점검 및 정밀안전진단에 사용하는 장비는 접근에 필요한 장비와 실제 조사, 시험 및 측정을 수행하는데 사용되는 진단측정장비를 말한다.

안전점검 및 정밀안전진단을 실시하는 사람은 구조부재에 접근할 필요가 있으며, 이 경우 가장 편리하고 안전한 장비를 선정하여야 한다.

안전점검 및 정밀안전진단 방법과 진단장비의 선정에 있어 책임기술자는 사전에 현장조사를 하여야 하며 도면이 있는 경우는 도면을 가지고 수행함으로써 구조물의 형상이나 세부 사항들에 대하여 가장 알맞은 장비가 선정되도록 하여야 한다.

마. 관리기준이 변경된 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단

사용 중인 시설물의 시설 관리기준 등이 변경된 경우에는 그 변경기준을 반영하여 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

바. 안전점검 및 정밀안전진단 실시 범위

안전점검 및 정밀안전진단 대상시설물의 범위는 법의 적용을 받는 대상시설물 전체를 원칙으로 한다.

다만, 다음과 같은 경우에는 대상시설물의 범위를 조정할 수 있다.

① 복합시설물을 이루는 시설물의 일부가 완공 또는 사용승인 시기가 다른 경우

② 2종 시설물로서 안전점검 결과, 시설물의 일부를 특별히 정밀안전진단이 필요하다고 판단하여 실시하는 경우

③ 시설물의 용도상 구조 및 기능에 영향을 주지 않는 시설물

④ 기타, 다른 법령에 의해 안전점검 또는 정밀안전진단 수준을 주기적으로 실시하는 경우

⑤ 기타 실시범위에 대한 세부사항은 세부지침에서 규정한다.

2.2.2 안전점검 및 정밀안전진단 준비 사항

안전점검 및 정밀안전진단의 실시를 위하여 준비해야 할 사항은 다음과 같다.

가. 안전점검 및 정밀안전진단 과업지시서 등의 작성

공공관리주체 및 민간관리주체가 소관 시설물에 대한 안전점검 및 정밀안전진단을 발주할 때에는 「법」 제6조제1항 및 「법」 제7조제1항에 따라 안전점검 및 정밀안전진단이 성실히 수행되도록 지침 및 본 세부지침을 준수하여 과업지시서 또는 용역설계서를 작성하여야 한다.

나. 안전점검 및 정밀안전진단 과업지시서 등의 검토

시설물의 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하는 사람은 지침 3.9.2절에 따른 사전검토 결과 당해 시설물의 과업지시서 또는 용역설계서 내용이 지침 및 본 세부지침과 위배되는 경우에 그 내용을 관리주체에게 보고하고, 과업수행계획서에 수록하여야 한다.

다. 안전점검 및 정밀안전진단 실시를 위한 준비 사항

① 설계도면 검토 및 숙지
② 구조물의 특성 파악
③ 구조물의 이력 숙지
④ 주요 결함사항 및 상태 파악
⑤ 현장 주변 환경 숙지
⑥ 공동 혹은 위탁수행 등의 필요성 결정
⑦ 정밀조사 대상부위 선정
⑧ 비파괴시험 및 재하시험(계측) 적정성 여부 판단 및 범위 결정
⑨ 수중점검의 범위 결정
⑩ 인력투입 계획 결정
⑪ 접근방법 및 장비사용계획 결정
⑫ 교통통제 계획 결정
⑬ 수행일정 계획 결정
⑭ 작업안전 확보 계획 수립 및 안전사고 응급 대처방안 확립
⑮ 기타 협조사항

라. 조사・시험 항목을 선정 할 때의 고려 사항

안전점검 및 정밀안전진단을 위한 조사·시험 항목을 선정할 때는 다음 사항을 고려하여야 한다.

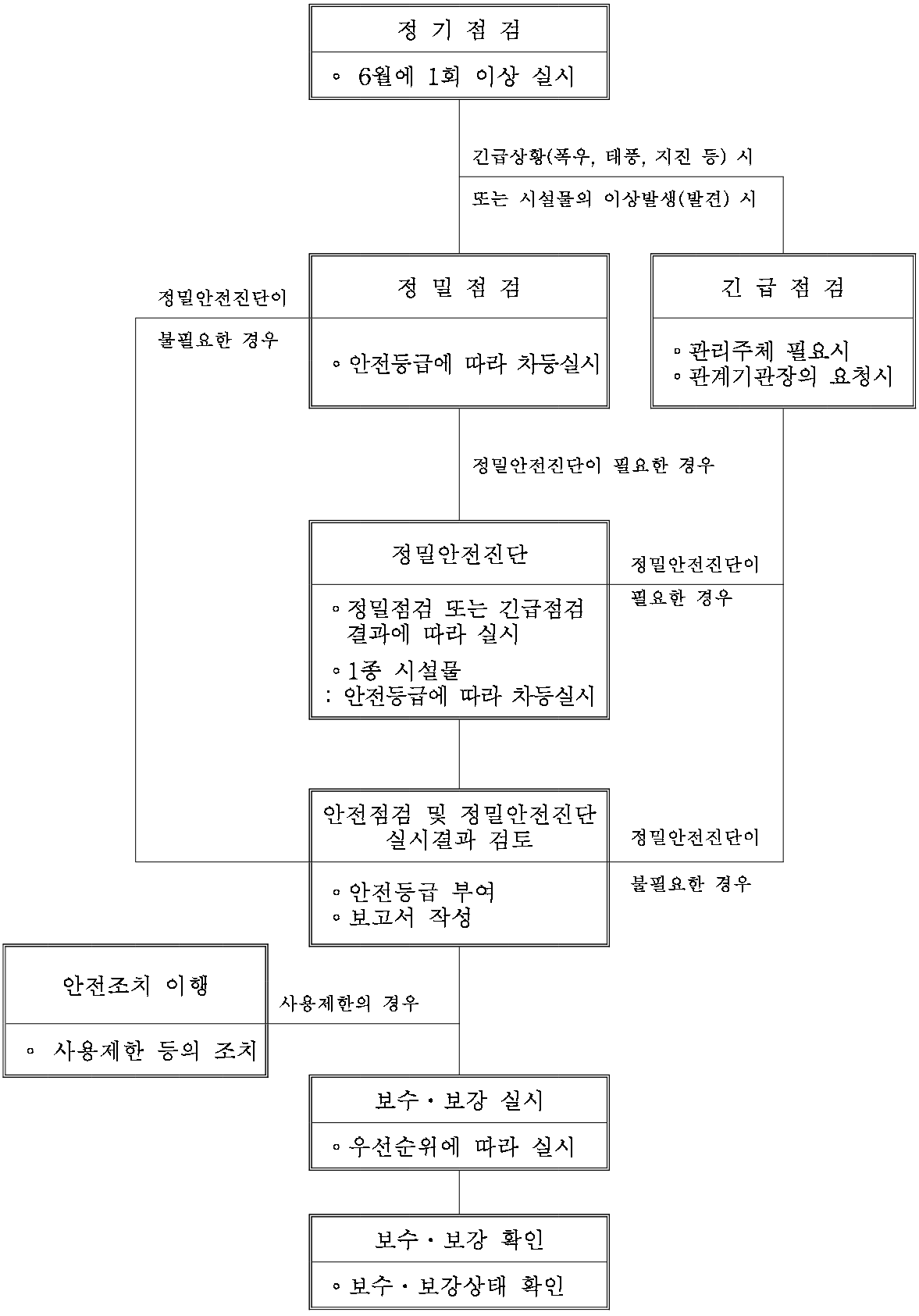
① 시설물에 대한 구조적 특수성 검토

② 최신 기술과 실무 경험의 적용

③ 책임기술자는「영」제7조의 규정에 의한 자격기준에 따라 선정

마. 안전점검 및 정밀안전진단 실시 시기

시설물의 철저한 점검 및 진단을 위하여 기후・온도・현지여건 등을 고려하여 가장 바람직한 기간 중에 실시되어야 한다.



[그림 2.1] 안전관리 업무 흐름도

2.2.3 예산의 확보

「법」 제33조 및 「영」 제25조에 따라 공공관리주체는 매년 소관시설물의 유지관리에 필요한 예산을 확보하여야 한다. 또한 민간관리주체도 시설물 및 공중의 안전 확보를 위하여 시설물의 유지관리에 필요한 예산을 확보하여 적절한 유지관리를 하여야 한다.

유지관리 예산에는 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하는 비용이 포함되어야 하며 이 비용은 안전점검 및 정밀안전진단 대가기준을 기초로 한다.

○ 유지관리 예산은 시설물의 안전성·기능·사용빈도·성능 등에 의하여 보수·보강·교체 등이 시급하다고 판단되는 시설물에 대하여 우선 계상되어야 한다. 이 경우 중대한 결함이 있는 시설물에 대하여는 유지관리·보수·보강·교체비용을 종합적으로 검토하되, 가급적 당해 시설물의 기능을 유지시키는 방안이 우선적으로 강구되어야 한다.

○ 관리주체는 소관시설물에 대하여 전산기법을 이용한 시설물관리체계에 의하여 시설물의 유지관리를 과학적으로 시행하도록 노력하여야 하며, 이에 따라 유지관리 예산 및 보수·보강 시기 등을 결정할 수 있도록 하여야 한다.

2.2.4 안전점검 및 정밀안전진단 실시자의 자격

안전점검 또는 정밀안전진단을 자신의 책임 하에 실시할 수 있는 사람(이하 “책임기술자”라 한다)은 영 별표 2에 따른 기술자격자로서 규칙 제4조에 따른 교육기관에서 시행하는 해당분야의 안전점검 및 정밀안전진단 교육과정을 10일 이상 이수한 사람으로 하여금 안전점검 또는 정밀안전진단을 실시하도록 하여야 한다.

책임기술자는 안전점검 및 정밀안전진단 전반에 대한 총괄책임자로서 설계, 안전성 평가, 성능회복과 유지관리를 포함한 공학적 및 기술적인 면에서의 전반적인 지식을 갖추어야 한다.

또한, 「영」 제7조제2항에 따라 책임기술자의 감독아래 정밀안전진단을 하려는 사람은 영 별표 3의 등록기준에 규정된 기술인력의 자격요건을 갖춘 사람으로 규칙 제4조에 따른 교육기관에서 시행하는 해당분야의 정밀안전진단 교육과정을 10일 이상 이수하여야 한다.

2.3 안전관리

2.3.1 일반

안전점검 및 정밀안전진단 종사자의 안전은 물론 공공의 안전을 위하여 기구와 장비를 안전하게 운용하고 작업을 안전하게 수행하도록 안전관리계획을 수립하여야 한다.

본「세부지침」에서 열거되지 않은 사항이라도 관련규정에 따라 안전하게 안전점검 및 정밀안전진단을 실시한다.

2.3.2 안전점검 및 정밀안전진단 종사자의 안전

안전점검 및 정밀안전진단 종사자는 안전모, 작업복, 작업화와 필요한 경우 청각, 시각 및 안면 보호 장비 등을 포함한 개인용 보호 장구를 항시 착용하여야 하며, 장구 및 기계를 항상 최적의 상태로 정비하여야 한다. 밀폐된 공간에서의 작업이 필요할 경우에는 유해물질, 가스 및 산소결핍 등에 대한 조사와 대책을 사전에 마련하여야 한다.

가. 안전관리 조직

안전점검 및 정밀안전진단을 실시하는 기관은 종사자를 중심으로 안전관리 조직을 구성하도록 하며, 협력업체가 있는 경우에는 협력업체를 포함하도록 하고, 안전관리책임자를 선임하도록 한다.

나. 안전교육

안전점검 및 정밀안전진단 대상 시설물의 특성과 현장조사의 난이도, 위험도를 고려하여 안전수칙 등을 제정하고 이에 따라 안전교육을 실시하도록 한다.

다. 보호구

안전점검 및 정밀안전진단 종사자는 노동부장관 검정 합격품을 사용하고, 적정한 보호구를 착용하며, 적합한 안전시설을 설치하여 사용한다.

다음의 각 사항의 작업 시에는 반드시 보호구를 착용하여야 한다.

○ 높이 2m이상의 추락의 위험이 있는 장소에서는 안전벨트를 착용한다.

○ 낙하물에 의한 위험이 있는 장소에서는 안전모 및 안전화를 착용한다.

○ 분진 등이 현저하게 발생되는 장소에서는 방진 마스크를 착용한다.

○ 유해물질 및 가스발생, 산소결핍 등 질식위험이 있는 장소에서는 방독 마스크 또는 방독면을 착용한다.

○ 그라인더 작업 등 비산물에 의한 위험이 있는 작업은 보안경 또는 보안면을 착용한다.

○ 현저한 소음이 발생되는 작업 장소에서는 귀마개를 착용한다.

○ 수상 부분에서 작업을 할 때에는 구명장구 및 비상로프를 착용, 휴대한다.

○ 기타 위험 요소가 있는 장소에서의 작업 시에는 적절한 보호용구를 사용한다.

라. 안전사고의 처리

안전관리자는 안전사고 발생 시 응급조치를 취하고 신속하게 인근 병원으로 후송하며, 관련법의 규정에 따라 처리한다.

마. 안전수칙

○ 일기 조건으로 작업 수행이 곤란한 경우에는 작업을 하지 아니한다.

○ 위험한 작업 시에는 안전관리자가 입회하도록 하며, 특별교육을 실시한다.

○ 작업 실시 전에 작업에 지장을 주는 요인이 있을 경우 관리주체의 협조를 얻어 안전 조치를 취한 후에 작업을 실시한다.

○ 공공의 안전과 관계가 있을 경우에는 적절한 조치(출입 금지, 접근 금지 등의 표지판 설치, 교통신호수, 감시인 배치 등)를 한다.

○ 안전관리자는 위험물 저장소, 통제구역 등의 출입에 대하여는 관리주체와 사전 협의를 하여야 하며, 관리주체는 이에 적극 협조한다.

○ 야간 또는 어두운 곳에서의 작업 시에는 충분한 밝기의 조명 시설을 갖추어야 하고 식별이 용이하도록 조치를 하여야 하며, 수시로 작업자 상호간에 연락을 취할 수 있도록 한다.

○ 밀폐된 장소에서의 산소결핍이 예상되는 장소는 작업 전에 반드시 산소 농도를 측정하고 적절한 조치를 취한다.

○ 유해 가스 발생 및 잔류가 예상되는 장소는 반드시 사전에 정밀 측정기에 의한 측정 및 확인, 안전조치를 한 후에 작업한다.

○ 전기를 사용 할 경우에는 감전사고 예방 조치를 취한다.

○ 각종 측정장비의 사용 시 주의사항을 숙지하여야 하며 무리한 사용과 조작을 하지 않는다.

○ 장비 사용에 있어 취급 자격이 요구되는 장비는 유자격자 이외에는 사용하지

않아야 한다.

○ 점검차량을 사용할 때는 굴절붐(Boom) 및 암(Arm) 회전 시 주의하고 자체적으로 작성한 안전수칙에 따라 장비운용을 시행한다.

2.3.3 공공의 안전

공공의 안전측면에서 관리주체는 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 실시 기간 동안에 교통통제와 작업 공간 확보 등을 위하여 적절한 계획을 수립하여 시행하여야 한다.

2.4 진단측정장비 관리

2.4.1 진단측정장비 선정 요건

진단측정장비는 접근에 필요한 장비와 실제조사, 시험 및 측정을 수행하는데 사용되는 장비를 말하며, 안전점검 및 정밀안전진단을 수행하는 사람은 구조 부재에 접근할 가장 편리하고 안전한 진단측정장비를 선정하여야 한다.

안전점검 및 정밀안전진단 실시 방법과 진단측정장비의 선정에 있어 책임기술자는 사전에 현장조사를 하여야 하며, 도면이 있는 경우는 도면을 통하여 구조물의 형상이나 세부사항들에 대하여 가장 알맞은 진단측정장비가 선정되도록 하여야 한다.

2.4.2 진단측정장비 관리

가. 관리일반

안전점검 및 정밀안전진단 실시에 사용하는 진단측정장비는 소요성능 및 측정의 정밀·정확도가 유지되도록 관리하여야 하며, 「국가표준기본법」[1]및 「계량에관한법률」[2]에 의하여 검·교정을 받아야 한다.

또한, "「국가표준기본법」 제14조(국가교정제도의 확립) 규정에 의한 국가측정표준과 국가사회의 모든 분야에서 사용하는 측정기 기간의 소급성 제고를 위하여 측정기를 보유 또는 사용한 자는 주기적으로 해당 측정기를 교정하여야 하며, 이를 위하여 교정대상 및 적용범위를 자체규정으로 정하여 운용할 수 있다" 고 "국가교정기관지정제도운영요령" 제41조(교정대상 및 주기)에 규정되어 있다.

나. 검·교정 대상 진단측정장비

「규칙」 별표1에서 정하고 있는 진단측정장비는 5분야 19종으로 이 진단측정장비 중에서 「국가표준기본법」 규정에 의한 교정대상이 되는 진단측정장비는 [표 2.1]의 6종이 해당된다.

---

1) 「국가표준기본법」 법률 제7219호 2004.9.23
2) 「계량에관한법률」 법률 제8486호 2007.5.25

[표 2.1] 법정 진단측정장비의 교정주기

전문분야	진단장비명		교정주기 (월)	비 고
공통	염분측정장비		12	
	도막두께측정장비		12	
	측량기	수준기	24	레벨
		각도측정기	24	데오드라이트
		거리측정기	24	광파측정기
교량 및 터널	내공변위측정기		12	
항만	유속계		12	
건축	진동측정기		18	

한편, 교정주기 및 대상은 매년 변동이 있으므로 “국가교정기관지정제도운영요령”[1](이하 “운영요령”이라 한다) 및 “국가교정기관지정제도운영세칙”[2](이하 “운영세칙”이라 한다) 등에서 확인이 필요하다.

다. 교정주기의 설정

“운영세칙”에서 정한 표준교정주기는 가장 보편적인 상황 하에서 사용하였을 때 그 측정기의 정밀정확도가 유지될 수 있는 기간을 추정한 교정주기이다.

“운영세칙”에서 25개 측정분야 총 448종의 측정기에 대하여 표준교정주기를 정하고 있으나, 각 산업체에 측정기를 사용하고 있거나 보유하고 있는 자는 측정기의 정확도, 안정성, 사용목적, 환경조건 및 사용빈도를 감안하여 주기를 조정토록 권고하고 있다.

라. 기타 진단기기의 검・교정

「법」에서 정하고 있는 진단측정장비 이외에 안전점검 및 정밀안전진단 실시에서 사용되는 각종 기기 또는 장비 및 센서 등에 대해서도 “운영요령” 및 “운영세칙”에 근거하여 검・교정을 받아야 한다.

안전점검 및 정밀안전진단 실시에서 사용되는 법정 진단측정장비 이외의 검・교정이 필요한 대표적인 진단기기는 [표 2.2]와 같다.

---

1) “국가교정기관 인정제도운영요령” 산업자원부 고시 제2007-48호 2007.4.2
2) “국가교정기관 지정제도운영세칙” 기술표준원 고시 제2005-201호 2005.4.16

[표 2.2] 법정 진단측정장비 이외의 진단기구 교정주기

진단기기	교정주기 (월)	비 고
디지털고무경도측정기	12	
버어니어캘리퍼스	12	
이산화탄소측정기	12	
산소측정기	12	
전자 저울	12	
디지털 토크렌치	12	
토크렌치	6	볼트 체결력 측정

마. 교정기관

「국가표준기본법」에 의거 기술표준원에서 운영하고 있는 KOLAS[1]으로 부터 국가교정기관 및 시험검사기관으로 승인을 받은 교정기관에 해당 진단측정장비 및 각종 기구 및 센서 등에 대해서 검·교정을 받아야 한다.

1) KOLAS : 한국인증기구(Korea Laboratory Accreditation Scheme)
KOLAS는 국가표준제도의 확립 및 산업표준화제도 운영, 공산품의 안전/품질 및 계량·측정에 관한 사항, 산업기반 기술 및 공업기술의 조사/연구 개발 및 지원, 교정기관, 시험기관 및 검사기관 인정제도의 운영, 표준화 관련 국가간 또는 국제기구와의 협력 및 교류에 관한 사항 등의 업무를 관장하는 기술표준원 조직으로서, 기술표준원장이 KOLAS장의 역할을 수행하고 있음.

2.5 안전점검 및 정밀안전진단 사전조사

2.5.1 사전조사 계획 수립

사전조사 계획의 수립은 안전점검 및 정밀안전진단의 기본방향 설정 단계에서 관리주체와 충분한 협의 과정을 거쳐 최종적으로 중점 조사 및 분석 대상을 도출하고, 안전점검 및 정밀안전진단 규모를 결정 하여야 하며, 이를 위하여 관리주체는 최대한 협조를 해야 한다.

안전점검 및 정밀안전진단 규모는 협의 결과에 의하여 정해지는 것이지만 관리주체의 예산 규모에 의해서 왜곡 축소되어서는 아니 된다.

2.5.2 사전조사 실시계획 수립

가. 설계도서 등 관련서류 사전검토

정밀점검 및 정밀안전진단 용역을 수주하여 실시하는 사람은 당해 시설물의 설계도서 등 유지관리자료와 과업지시서 등이 법령 및 지침, 본 세부지침 등에 부합되는지의 여부를 검토하여 용역 착수일로부터 15일 이내에 관리주체에게 서면으로 보고하고 그 방침을 받아 용역 업무를 진행하여야 한다. 다만, 용역업무의 특수성 등으로 인하여 별도로 기간을 정할 경우에는 그 기간으로 한다.

사전검토의 주요 내용은 다음과 같으며, 사전검토 보고서 작성은 부록에 수록된 「사전검토 보고서 예시」를 참고하여 작성한다.

○ 대상시설물의 정밀점검·정밀안전진단 실시범위

○ 유지관리 자료 보유 현황

○ 과업의 범위

- 기본과업 항목
- 선택과업 항목

○ 기본과업 재료시험 수량

○ 기타 법령, 지침 및 세부지침과의 부합여부

한편, 관리주체가 안전진단전문기관 등에 해당시설물의 정기점검을 발주하여 실시하는 경우에도 「사전검토 보고서 예시」를 참고하여 수행할 수 있다.

나. 과업수행계획서 작성

설계도서 등의 사전검토를 거쳐 관리주체의 방침을 받은 결과를 반영한 과업수행계획서를 작성하여 관리주체에게 서면으로 보고하고 승인을 받아 용역 업무를 진행하여야 한다.

과업수행계획서는 다음에 열거한 순서로 하여 해당되는 사항을 일목요연하게 작성하여야 한다.

가. 과업의 목적

나. 과업의 개요

1) 대상 시설물 현황

2) 과업범위

3) 과업기간

다. 과업 수행방법

1) 안전점검 및 정밀안전진단

(가) 조사 및 시험·측정

(나) 상태 평가

(다) 안전성 평가

(라) 종합평가

(마) 보수·보강 및 유지관리 방안

2) 조사·시험관련 진단측정장비

라. 과업수행 일정

마. 과업수행 조직

1) 과업수행 조직체계

2) 인원투입 계획

바. 안전관리 계획

사. 사전검토 보고서 내용

다. 서류 관리

설계도서 등의 사전검토 보고서와 과업수행계획서에 관한 일체의 서류는 정밀점검 및 정밀안전진단 실시결과 보고서에 수록하여야 한다.

2.6 실시결과의 이행

2.6.1 중대한 결함의 분류

「법」 제11조에 따라 안전점검 또는 정밀안전진단 실시결과를 통보받은 관리주체는 실시결과 구조안전에 영향을 줄 수 있는 다음과 같은 중대한 결함사항이 포함되어 있는 경우에는 「법」 제15조 및 「영」 제16조에 따라 통보를 받은 날부터 2년 이내에 그 결함사항에 대한 보수·보강 등의 필요한 조치에 착수하여야 하며, 특별한 사유가 없는 한 착수한 날부터 3년 이내에 이를 완료하여야 한다.

① 시설물 기초의 세굴

② 교량 교각의 부등침하

③ 교량 교좌장치(받침장치)의 파손

④ 터널 지반의 부등침하

⑤ 항만 계류시설 중 강관 또는 철근콘크리트 파일의 파손·부식

⑥ 댐 본체의 균열 및 시공이음의 시공불량 등에 의한 누수

⑦ 건축물의 기둥·보 또는 내력벽의 내력손실

⑧ 하구둑 및 제방의 본체, 수문, 교량의 파손·누수 또는 세굴

⑨ 폐기물매립시설의 차수시설 파손에 의한 침출수의 유출

⑩ 시설물의 철근콘크리트의 염해 또는 탄산화에 따른 내력손실

⑪ 절토·성토사면의 균열·이완 등에 따른 옹벽의 균열 또는 파손

⑫ 기타 시설물의 구조안전에 영향을 주는 결함으로서 [표 2.3]과 같다.

[표 2.3] 시설물별 구조안전에 영향을 주는 결함

시 설 물 명	주요부위의 중대한 결함
1. 교량	- 주요 구조부위 철근량 부족 - 주형(거더)의 균열 심화 - 철근콘크리트 부재의 심한 재료분리 - 철강재 용접부의 불량용접 - 교대·교각의 균열발생
2. 터널	- 벽체균열 심화 및 탈락 - 복공부위 심한 누수 및 변형
3. 하천	- 수문의 작동불량
4. 댐	- 물이 흘러넘치는 부분의 콘크리트 파손 및 누수 - 기초지반의 누수, 파이핑 및 세굴 - 수문의 작동불량
5. 상수도	- 관로이음부의 불량접합 - 관로의 파손, 변형 및 부식
6. 건축물	- 조립식 구조체의 연결부실로 인한 내력상실 - 주요 구조부재의 과다한 변형 및 균열심화 - 지반침하 및 이로 인한 활동적인 균열 - 누수 · 부식 등에 의한 구조물의 기능상실
7. 항만	- 갑문시설 중 문비작동시설 부식 노후화 - 갑문 충·배수 아키덕트 시설의 부식 노후화 - 잔교·시설 파손 및 결함 - 케이슨구조물의 파손 - 안벽의 법선변위 및 침하

2.6.2 중대한 결함의 정도

제방 시설물에서 대통령령이 정하는 중대한 결함의 적용 범위는 다음과 같다. 다만, 시설물의 전반적인 상태 및 환경 여건에 따라 책임기술자가 조정할 수 있다.

1) 토사 제체의 비탈사면의 활동으로 제체의 연직붕괴 우려

○ [표 8.3]의 제체 비탈사면활동에 대한 상태평가 기준이 “d” 이하인 경우

2) 호안공 또는 직립구조물의 기초부 세굴로 구조물 붕괴 우려

○ [표 8.5]의 호안의 기초·밑다짐공의 세굴에 대한 상태평가 기준이 “d” 이하인 경우

○ [표 8.20]의 직립구조물 기초부 세굴에 대한 상태평가 기준이 “d” 이하인 경우

3) 제체의 누수 또는 세굴 및 침식으로 제체 붕괴 우려

○ [표 8.4]의 누수의 상태평가의 제체누수에 대한 상태평가 기준이 “d” 이하인 경우

○ [표 8.7]의 제체의 세굴 및 침식에 대한 상태평가 기준이 “e”인 경우

4) 직립구조물 철근콘크리트의 염해 또는 탄산화에 따른 내력손실

○ [표 8.25] 탄산화 잔여 깊이 또는 [표 8.26] 전염화물 이온량 등에 대한 상태평가 기준이 “d” 판정으로 철근노출 부식 등의 외관상태를 동반하는 경우

제 3 장

안전점검

3.1 안전점검 일반

3.2 정기점검

3.3 정밀점검

3.4 긴급점검

3.5 초기점검

제3장 안전점검

3.1 안전점검 일반

3.1.1 안전점검 종류

안전점검은「법」제6조에서 정기점검, 정밀점검 및 긴급점검으로 구분하여 규정하고 있으며, 이를 바탕으로「지침」제3장에서는 정기점검, 정밀점검은 초기점검과 정기적 정밀점검으로 긴급점검은 손상점검과 특별점검으로 세분하여 규정하고 있다.

3.1.2 안전점검 시 고려사항

효과적인 안전점검을 수행하기 위해서는 현장의 사전조사를 통해 철저한 점검계획이 수립되고 적절한 점검방법이 강구되어야 함은 필수적이며, 아래의 사항을 고려하여야 한다.

○ 점검의 범위 및 내용, 장비에 관한 사항
○ 시설물의 기초와 주위지반에 대한 조사여부, 조사항목 및 범위
○ 점검대상 시설물의 설계자료, 관리이력
○ 개개 시설물에 대한 독특한 구조적 특성 및 특별한 문제여부
○ 시설물의 규모 및 안전점검의 난이도
○ 최근의 안전점검 기술 및 장비 등의 적용
○ 안전점검자의 자격 및 안전관리에 관한 사항
○ 기상조건, 현장여건 및 주변환경
○ 기타 관련사항

3.1.3 안전점검 계획

「지침」 3.6절에 따르고, 이의 계획수립을 위해서는 2.5절의 안전점검 및 정밀안전진단 사전조사에 따른 계획 수립이 필요하며, 안전점검 계획에 포함하여야 할 내용을 요약하면 아래와 같다.

단, 필요에 따라서 안전관리에 대한 사항은 관리주체에서 정하고 있는 안전관리 규정에 따라 시설물별 안전관리계획서를 별도로 작성하여 시행한다.

○ 안전점검 형식의 결정

○ 안전점검을 수행하는데 필요한 인원, 장비 및 기기의 결정

○ 기 발생된 결함의 확인을 위한 기존 안전점검 및 정밀안전진단자료의 검토

○ 안전점검·정밀안전진단 기간과 계획된 작업시간의 예측

○ 교통통제 계획 및 타 기관 또는 주민과의 협조 사항

○ 현장기록의 서식을 취합하고 대표부위에 대한 적절한 사전 스케치

○ 필요한 수중점검의 범위와 세굴의 위험성에 대한 판단 그리고 잠수·세굴과 관련된 자료와 같은 특기사항에 대한 확인

○ 현장시험(비파괴시험, 재하시험 등) 및 재료시험의 실시위치 및 시험 실시계획에 대한 적정성 판단

○ 구조물의 붕괴유발부재, 피로 취약구조부위, 단재하경로 부재와 같이 특별한 주의를 필요로 하는 부재와 부위 확인

○ 시설물의 주변환경에 대한 조사여부, 조사항목 및 범위의 판단

○ 기타 관련사항

3.2 정기점검

3.2.1 정기점검 목적

정기점검은 경험과 기술을 갖춘 사람에 의한 세심한 외관조사 수준으로 점검을 실시하며, 시설물의 기능적 상태를 판단하고 시설물이 현재의 사용 요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위한 관찰로 이루어진다.

3.2.2 정기점검 절차

점검자는 시설물의 전반적인 외관형태를 관찰하여 중대한 결함을 발견할 수 있도록 세심한 주의를 기울여야 하며, 외관상 확연히 나타나는 손상 및 결함은 특기사항으로 야장에 기입하고, 상태평가 결과는 매기지 않는다.

점검자 및 관리주체는 정기점검 실시결과 중대한 결함이 있는 경우에는 「법」 제11조에 따라 즉시 관계행정기관의 장에게 통보하여야 한다.

관리주체는 정기점검 실시결과 필요할 경우 결함의 정도에 따라 긴급점검 또는 정밀안전진단을 실시하는 등 필요한 조치를 취하여야 한다.

3.2.3 정기점검 방법

가. 정기점검 시기

관리주체는 소관 시설물에 대하여 「영」 제6조제1항 및 「영」 제9조제2항에 따라 정기적으로 정기점검을 실시하여야 하며, 「법」 제4조에 따른 시설물의 안전 및 유지관리계획 수립시 안전점검 실시 계획이 포함되어야 한다. 다만, 시설물의 중대한 결함으로 인한 보수·보강 공사나 철거 등의 사유로 안전점검을 실시하는 것이 현저히 불합리하다고 판단되는 경우 국토해양부장관의 협의를 거쳐 안전점검 및 정밀안전진단의 실시시기를 연기하거나 생략할 수 있다.

① 정기점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시사용 포함)로부터 6개월에 1회 이상 실시하여야 한다.

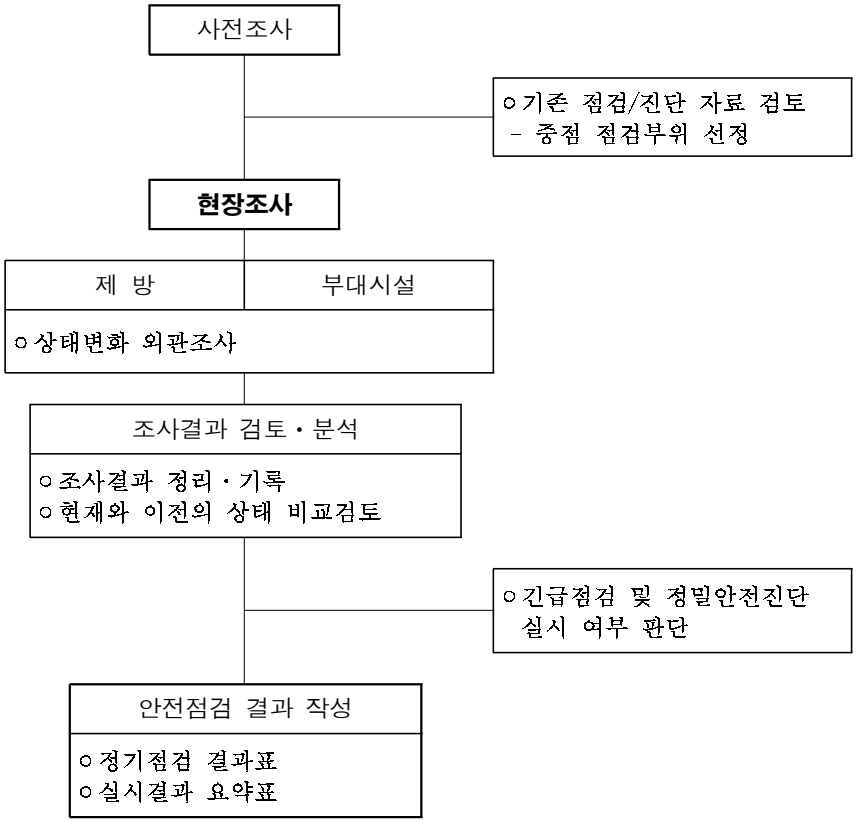
② 정밀점검, 긴급점검 및 정밀안전진단의 실시기간과 중복되는 경우에는 생략할 수 있다. 다만, 공동주택의 경우에는 「주택법시행령」 제65조에 따른 안전점

검으로 갈음한다.

③ 시설물의 철저한 정기점검을 위하여 기후·온도·현지여건 등을 고려하여 가장 바람직한 기간 중에 실시되어야 한다.

나. 정기점검 실시범위

제방 시설물의 정기점검 실시범위는 [표 2.1]에서 전체 시설물(기본, 부대, 기타)에 한한다.



[그림 3.1] 정기점검 흐름도

3.2.4 정기점검 실시결과의 이용

관리주체는 정기점검 실시결과 필요할 경우에는 결함의 정도에 따라 긴급점검 또는 정밀안전진단을 실시하는 등 필요한 조치를 취하여야 한다.

3.2.5 정기점검 결과표 작성

정기점검을 실시한 사람은 지체없이 그 실시결과를 관리주체에게 통보하여야 하며, 시설물에 「영」 제12조의 중대한 결함이 있는 경우에는 시장·군수 또는 구청장에게도 통보하여야 한다.

정기점검 결과 및 조치해야 할 사항은 정기점검 서식에 의해 작성하여야 하며, 작성요령은 다음을 참조한다.

가. 정기점검표

정기점검표에는 실시결과에 따른 상태변화 정도, 위치 형상, 진행성 등을 상세히 기록한다.

나. 정기점검 실시결과 요약표

정기점검 실시결과 요약표의 작성 요령은 다음과 같다.

① 부재(부위) : 상태변화(결함, 손상 및 열화 등)가 발견된 부재(부위)의 위치 또는 명칭

② 점검결과 : 상태변화(결함, 손상 및 열화 등) 내용을 간단히 기입

③ 조치필요사항 : 상태변화(결함, 손상 및 열화 등) 내용에 대한 필요한 조치내용 기입

다. 외관조사 사진

외관조사에서 조사된 상태변화 등에 대한 사진으로 시설물별 및 부재별로 구분하여 요약 설명이 첨부되어야 하며, 전차 점검결과와의 비교, 구분되도록 구성되어야 한다.

- 보수·보강이력에 대한 확인
- 손상 및 결함의 진행성 여부의 파악
- 조사시점 발생되어 있는 손상 및 결함에 대한 유지관리 지도

정 기 점 검 표

시 설 물 명			○○제방	관리주체	
준공년월일			년 월 일	최종점검년월일	년 월 일
세부시설명			점 검 결 과		
표준제	제체	앞비탈			
		앞턱			
		둑마루			
		뒷비탈			
		뒷턱			
		축단및기타			
	호안	비탈덮기			
		기초			
		밑다짐			
		떼붙임			
		기타시설물			
특수제	제체	앞비탈			
		앞 턱			
		둑마루			
		뒷비탈			
		뒷 턱			
		축단및기타			
	옹 벽				
	말 뚝				
	석 축				
	기타시설물				
기 타			(각 제방의 특성 및 손상상태를 고려하여 추가 점검항목을 판단)		
점검자 의견					

※ 본 결과표 다음에 정기점검 실시결과 요약표 첨부
※ 정기점검 실시결과 상태변화(손상, 결함) 등의 정도, 위치, 형상, 진행성 등을 상세히 기술

점검일자 : 년 월 일 **점검자 :**

정기점검 실시결과 요약표

부재(부위)	점 검 결 과	조치 필요사항

※ 작성요령

1. 부재(부위) : 상태변화(결함, 손상 및 열화 등)가 발견된 부재(부위)의 위치 또는 명칭
2. 점검결과 : 상태변화(결함, 손상 및 열화 등) 내용을 간단히 기입
3. 조치필요사항 : 상태변화(결함, 손상 및 열화 등) 내용에 대한 필요한 조치내용 기입

<기입 예>

· 보수실시 (공법제시)
· 보강실시 (공법제시)
· 주의관찰 필요 (관찰주기 · 방법 제시)

3.3 정밀점검

3.3.1 정밀점검 목적

정밀점검은 시설물의 현 상태를 정확히 판단하고 최초 또는 이전에 기록된 상태로부터의 변화를 확인하며, 구조물이 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위하여 면밀한 외관조사와 간단한 측정·시험장비로 필요한 측정 및 시험을 실시한다.

3.3.2 정밀점검 절차

① 외관조사 및 측정·시험 결과와 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과에서 발견된 결함의 진전 및 신규 발생을 파악하여 시설물의 주요 부재별 상태를 평가하고 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과의 상태평가 결과와 비교·검토하여 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하여야 한다.

② 결함부위 등 주요 부위에 대한 외관조사망도 작성 등 조사결과를 도면으로 기록하여야 한다.

③ 내진설계 여부를 확인하여야 한다.

④ 시설물에 「영」 제12조의 중대한 결함이 발생하는 등 필요한 경우에는 해당 부위에 대하여 안전성평가를 실시할 수 있다.

⑤ 정밀점검 실시결과 결함이 광범위하게 발생하는 등 정밀안전진단이 필요하다고 판단될 경우에는 점검자는 관리주체에게 즉시 보고하여야 하며, 관리주체는 「법」 제7조제1항에 따라 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

3.3.3 정밀점검 시기

관리주체는 소관시설물에 대하여 「영」 제6조제1항에 따라 정기적으로 정밀점검을 실시하여야 하며, 「법」 제4조에 따른 시설물의 안전 및 유지관리계획 수립시 정밀점검 실시계획이 포함되어야 한다. 다만, 시설물의 중대한 결함으로 인한 보수·보강 공사나 철거 등의 사유로 정밀점검을 실시하는 것이 현저히 불합리하다고 판단되는 경우 국토해양부장관의 협의를 거쳐 정밀점검의 실시시기를 연기하거나 생략할 수 있다.

해당 시설물의 안전등급에 따라 다음 표의 실시주기에 의해서 정기적으로 정밀점검을 실시 완료하여야 한다.

[표 3.1] 정밀점검 실시주기

안전등급	정밀점검	
	건축물	그 외 시설물
A 등급	4년에 1회 이상	3년에 1회 이상
B·C 등급	3년에 1회 이상	2년에 1회 이상
D·E 등급	2년에 1회 이상	1년에 1회 이상

① 건축물에는 그 건축물의 부대시설인 옹벽과 절토사면을 포함하며, 항만시설물 중 썰물시 바닷물에 항상 잠겨있는 부분은 4년에 1회 이상 정밀점검을 하여야 한다.

② 최초로 실시하는 정밀점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시 사용승인 포함)을 기준으로 3년 이내(건축물은 4년 이내)에 실시하여야 한다.

③ 정밀점검 또는 정밀안전진단을 받은 경우 그 날(완료일)을 기준으로 정밀점검의 실시주기를 정한다. 또한 정밀안전진단 실시 기간과 중복되는 경우에는 생략할 수 있다.

3.3.4 정밀점검 과업

가. 과업의 구분

정밀점검은「지침」3.8항에 따라 기본과업과 선택과업으로 구분하여 실시하며,「지침」에서 규정하고 있는 정밀점검(긴급점검 포함)의 과업 구분은 [표 3.2]와 같다.

○ 기본과업은 시설물의 구분 없이 기본적으로 실시하여야 하는 과업을 말한다.

○ 선택과업은 시설물의 여건에 따라 실시하여야 하는 과업으로서 정밀점검의 목적을 달성하기 위하여 현지여건을 감안하여 실시하여야 한다.

[표 3.2] 정밀점검 과업 내용

과업항목	기본과업	선택과업 (필요시)
자료수집 및 분석	•준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리·수문계산서 •시공 · 보수 · 보강도면, 제작 및 작업도면 •재료증명서, 품질시험기록, 재하시험 자료, 계측자료 •시설물관리대장 •기존 안전점검·정밀안전진단 실시결과 검토·분석 •보수·보강이력 검토·분석	•구조 · 수리 · 수문 계산 (계산서가 없는 경우) •실측도면 작성 (도면이 없는 경우)
현장조사 및 시험	•기본시설물 또는 주요부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 – 콘크리트 구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등 – 강재 구조물 : 균열, 도장상태, 부식상태 등 •수문(水文)자료 조사 •간단한 현장 재료시험 등 – 콘크리트 비파괴강도(반발경도시험) – 콘크리트 탄산화 깊이 측정 – 균열깊이 조사 – 제방 종 · 횡단 측량	•전체부재에 대한 외관조사망도 작성 •시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등 •조사용 접근장비 운용 •조사부위 표면청소 •마감재의 해체 및 복구 •수중조사 •기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성 평가 등에 필요한 조사·시험
상태평가	•외관조사 결과분석 •현장 재료시험 결과 분석 •대상 시설물(부재)에 대한 상태평가 •시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임기술자의 소견 (안전등급 지정)	–
안전성 평가	–	•필요한 부위의 구조·지반·수리·수문 해석 등 안전성평가 •임시 고정하중에 대한 안전성평가
보수 · 보강 방법	–	•보수·보강 방법 제시
보고서 작성	•CAD 도면 작성 등 보고서 작성	–

나. 정밀점검 실시범위

제방 시설물의 정밀점검 실시범위는 다음의 주요부재에 한한다.

① 제체

– 표준제 : 앞비탈, 앞턱, 둑마루, 뒷비탈, 뒷턱 등

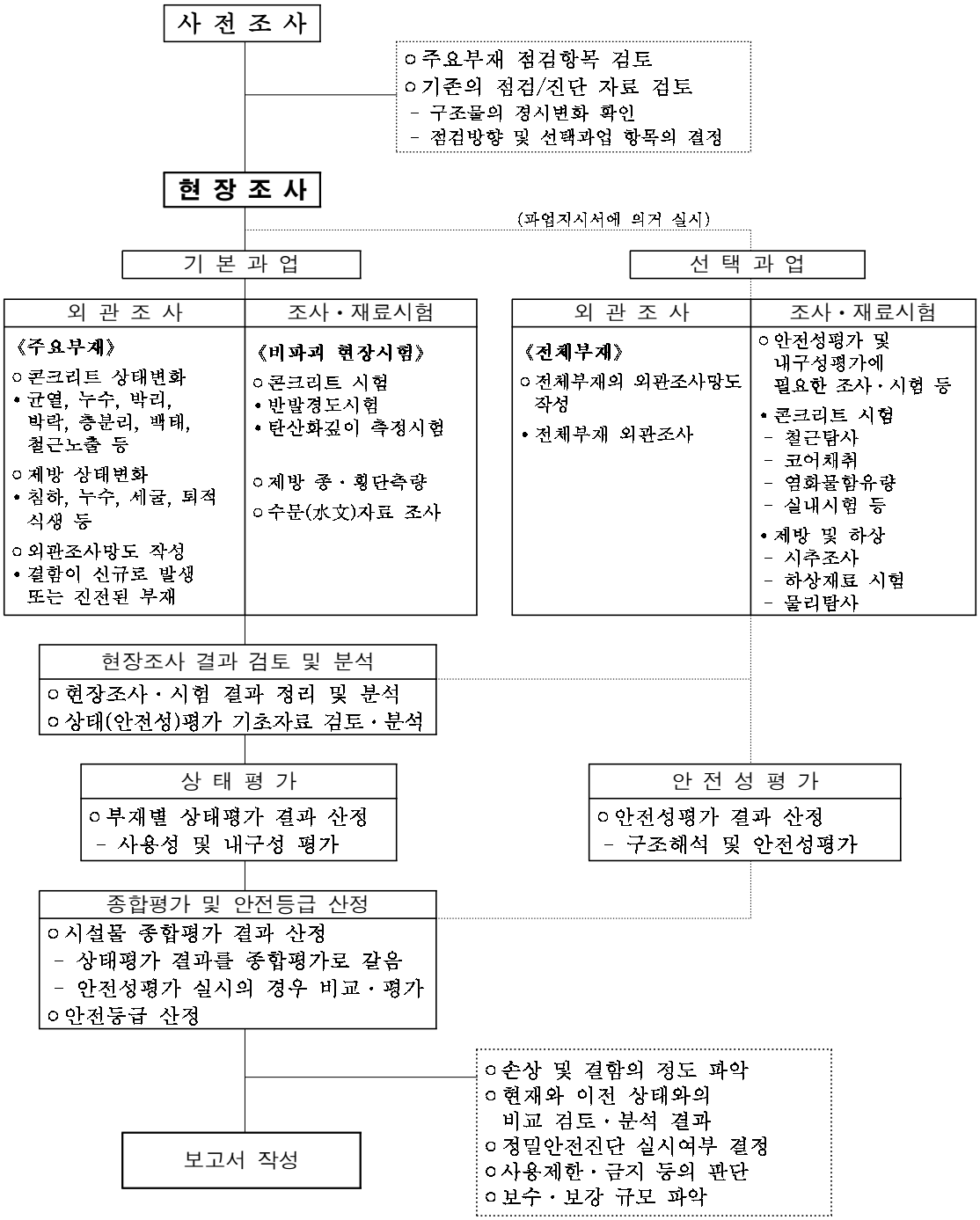
– 특수제 : 토사제체, 직립구조물(옹벽공, 말뚝공, 석축공, 흉벽) 등

② 호안 : 비탈덮기, 기초(비탈멈춤), 호안머리공, 구조이음줄눈 등

③ 하상부 : 하상보호사석 등 밑다짐공 상태

④ 배수통관 : 배수암거, 문짝 등

※ 배수통관의 정밀점검 요령은 수문「세부지침」을 준용한다.



[그림 3.2] 정밀점검 및 긴급점검 흐름도

3.3.5 정밀점검 실시결과의 이용

① 정밀점검 결과 결함(손상) 및 열화 등이 광범위하게 발생하여 정밀안전진단이 필요하다고 판단될 경우에는 책임기술자는 관리주체에게 즉시 보고하여야 한다.

② 이의 보고를 받은 관리주체는「법」제7조제1항에 따라 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

3.3.6 정밀점검 결과표 작성

정밀점검을 실시한 사람은 그 실시결과를 관리주체에게 통보하여야 하며, 시설물에「령」제12조의 중대한 결함이 있는 경우에는 시장·군수 또는 구청장에게도 통보하여야 한다.

시설물의 정밀점검 실시결과 및 조치해야할 사항을 다음의 서식에 의해 작성하여 보고서 서두에 첨부하여야 한다.

가. 정밀점검 결과표

정밀점검 결과표에는 해당시설물의 기본현황과 실시결과 요약을 기술하여야 하며, 특히 「기본현황 라.참고사항」에 다음의 내용이 작성되어야 한다.

- 차기 정기점검 및 정밀점검 또는 정밀안전진단에서의 중점 점검부위 등
- 점검결과에 따른 보수·보강의 필요여부 판단을 위한 정밀안전진단 실시 여부 등에 관한 사항
- 점검결과 「영」제12조의 중대한 결함이 있는 경우에는 필요한 후속 조치사항을 기재

나. 시설물 현황표

대상 시설물의 기본현황을 기술하는 것으로 서식의 기타 란에는 대상 시설물의 종·평면도 및 중점 점검사항 등을 작성하며, 필요시 별도의 별지를 이용하여 작성한다.

특히, 시설물 현황표 구분에서 시설물 번호는 “FMS” 상에서 부여하는 고유번호이며, 관리번호는 관리주체에서 유지관리를 위하여 정한 관리번호를 말한다. 중점점검사항은 다음의 내용이 포함되어야 한다.

- 붕괴유발부재
- 보수·보강부위 등

○○제방 정밀점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황

용 역 명		점검/진단기간			
관리주체명		대표자			
공동수급		계약방법			
시설물 구분		종 류		종 별	
준공일		점검(진단) 금액(천원)		**안전등급**	
시설물 위치		시설물 규모			

나. 점검 실시결과 현황

중대결함	
점검(진단) 주요결과	
주요 보수·보강	

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급

라. 참고사항

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견
• • • • •   책임기술자 : (서명)

가. 정밀점검 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 :
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용 여부	결과	검토결과 요약
	Y/N		

라. 현장시험 (비파괴 및 추가시험)

시 험 명	시험 부위	시험 결과	책임기술자 의견
○ 콘크리트 비파괴			
○			
○			
○			
○			
○			

○○제방 현황표

시설물명		시설물번호	
준공년월일		관리번호	
위 치			
관리주체		Tel.	
하천수계		제방연장	m
하천명		계획홍수량	m^3/s
하천등급		제방표고	EL. m
좌·우안	우안 (상류에서 하류방향)	기준여유고	m
기 타			
※ 종·평면도 ※ 중점 점검사항 (붕괴유발부재, 보수·보강 부위 등을 기재) ※ 별지 이용			

3.3.7 보고서 작성 방법

가. 실시결과 보고서 작성 방법

정밀점검 실시결과 보고서는 시설물 관리주체의 유지관리 업무에 효율적이며, 체계적으로 활용할 수 있도록 과업 내용을 중심으로 작성하여야 한다. 실시결과 보고서 작성시 세부지침 내용의 수록을 자제하여 실시결과 보고서 분량이 크게 되지 않도록 한다.

1) 서두

보고서의 표지 다음에 정밀점검의 개요를 쉽게 알 수 있도록 다음의 서류를 붙인다.

◦ 제출문(정밀점검을 실시한 기관의 장)
◦ 정밀점검 결과표 (안전등급)
◦ 시설물 현황표
◦ 참여 기술진 명단
◦ 시설물의 위치도
◦ 시설물의 전경사진, 부위별 사진
◦ 정밀점검 실시결과 요약문
◦ 보고서 목차

2) 정밀점검의 개요

정밀점검의 범위와 과업내용 등 정밀점검 계획 및 실시와 관련된 주요사항을 기술한다.

◦ 점검의 목적
◦ 시설물의 개요 및 이력사항
◦ 점검의 범위 및 과업내용
◦ 사용장비 및 기기 현황
◦ 점검 수행 일정

3) 자료수집 및 분석

정밀점검의 관련자료를 검토 · 분석하고 그 내용을 기술한다.

◦ 설계도면, 구조계산서
◦ 기존 정밀점검 · 정밀안전진단 실시결과

◦ 보수·보강이력

◦ 시설물의 내진설계 여부 확인

◦ 기타 관련자료

4) 현장조사 및 시험

과업내용에 의거 실시한 현장조사, 시험 및 측정 등의 결과분석 내용을 기술하고, 필요한 경우 사진 또는 동영상 등을 첨부한다.

◦ 기본시설물 또는 주요부재별 외관조사 결과분석

◦ 주요한 결함(손상)의 발생원인 분석

◦ 재료시험 및 측정 결과분석

5) 시설물의 상태평가

과업내용에 따라 실시한 현장조사 및 시험의 분석 결과에 따라서 상태평가 결과의 작성 방법은 본 세부지침의 제8장에서 기술한 내용을 따른다.

◦ 대상 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결과 결정

◦ 콘크리트 또는 강재의 내구성 평가

6) 안전등급 지정

정밀점검 실시결과 상태평가 및 안전성평가(필요시) 등을 종합적으로 평가하여 제11장에서 기술한 내용을 따라 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다.

7) 시설물의 안전성 평가 (필요한 경우 추가로 실시)

안전점검 결과 시설물의 보수·보강방법을 제시한 때에는 보수·보강시 예상되는 임시 고정하중(공사용 장비 및 자재 등)이 시설물에 현저하게 작용하는 경우에 대한 시행방법을 검토

8) 종합결론 및 건의

◦ 정밀점검 실시결과의 종합결론

◦ 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

◦ 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

◦ 기타 필요한 사항

9) 부록

◦ 과업지시서 : 부록의 과업지시서 예문 참조

◦ 외관조사망도

◦ 측정, 시험 성과표

◦ 상태평가 결과 자료

◦ 시설물관리대장 사본

◦ 현황조사 및 외관조사 사진첩

◦ 사용장비 및 기기의 사진

◦ 사전조사 자료 일체 (사전검토 보고서, 과업수행계획서 등 관련자료)

◦ 기타 참고자료

(정밀점검 결과와 관련되는 설계도서, 감리보고서, 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 보고서 등 관련자료 포함)

나. e-보고서 작성 방법

1) 일반

e-보고서는 정밀점검 및 정밀안전진단 실시결과 보고서를 보관 등 유지관리 업무에 효율적이며, 체계적으로 활용할 수 있도록 전자매체(PDF파일)로 작성하여야 한다.

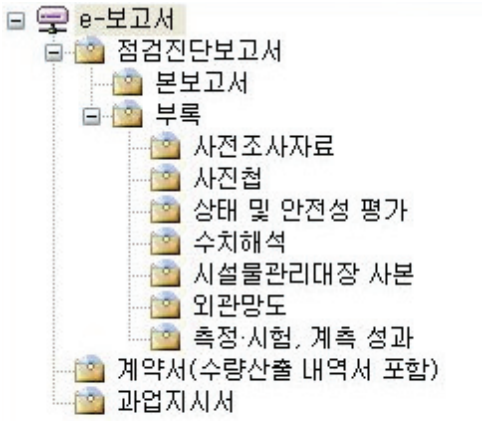
◦ e-보고서에는 조사내용, 결과분석 등을 열람할 수 있도록 작성하여야 하며, 첨부되는 사진(칼라) 또는 동영상(칼라) 등은 결함을 구체적으로 확인할 수 있도록 하여 e-보고서와 서식에서 상호 참조할 수 있도록 하여야 한다.

사진 및 동영상의 촬영부위를 외관조사망도에 표기하고, 사진 및 동영상 파일명에는 외관조사망도의 도면번호를 기입한다.

◦ e-보고서에는 시설물 안전성평가를 위한 입·출력 자료 전체를 포함하여야 하며, 기간이 경과한 후에도 결함에 대한 해석이 가능하도록 상세하고 명확하여야 한다.

2) e-보고서의 구성

e-보고서 구성은 다음의 내용에 맞게 구성되어야 하며, 폴더명 및 파일명은 식별 가능한 체계를 갖추어 작성해야 한다.



※ “점검진단”이란 정밀점검, 긴급점검, 정밀안전진단을 말한다.

3) 멀티미디어 파일 형식

이미지 파일은 반드시 본문에 포함하되, 동영상 파일이 첨부될 경우에는 별도의 폴더에 수록하여야 하며, 포함된 동영상은 파일의 제목 및 폴더 위치를 명시하여야 한다.

[표 3.3] 이미지 및 동영상 파일의 종류

구 분	파일의 종류
이미지	*.bmp, *.gif, *.jpg, *.tiff
동영상	*.wmv, *.avi (Windows에 재생 가능한 파일)

3.4 긴급점검

긴급점검은 관리주체가 필요하다고 판단한 때 또는 관계행정기관의 장이 필요하다고 판단하여 관리주체에게 요청한 때에 실시하는 정밀점검 수준의 안전점검이며, 실시목적에 따라 손상점검과 특별점검으로 구분한다.

3.4.1 손상점검

손상점검은 재해나 사고에 의해 비롯된 구조적 손상 등에 대하여 긴급히 시행하는 점검으로 시설물의 손상 정도를 파악하여 다음의 사항 등을 판단하며, 점검자는 사용제한 및 사용금지가 필요할 경우에는 즉시 관리주체에 보고하여야 하며, 관리주체는 필요한 조치를 취하여야 한다.

① 긴급한 사용제한 또는 사용금지의 필요 여부

② 보수·보강의 긴급성, 보수·보강 작업의 규모 및 작업량 등을 결정

③ 필요한 경우 안전성평가를 실시

④ 점검서식은 정밀점검 서식에 준하여 작성하되 점검의 범위·내용 및 특성에 따라 조정 가능

⑤ 정밀점검을 실시할 수 있는 책임기술자의 자격을 갖춘 사람이 수행

3.4.2 특별점검

특별점검은 기초침하 또는 세굴과 같은 결함이 의심되는 경우나, 사용제한 중인 시설물의 사용여부 등을 판단하기 위해 실시하는 점검으로서 점검 시기는 결함의 심각성을 고려하여 결정한다.

① 특별점검은 문제점 발생부위 및 붕괴유발 요인 등 중점 유지관리 사항을 파악하고, 향후 안전점검 및 정밀안전진단 시 상태 및 안전성 평가의 기초자료인 각종 초기 값들을 구하는 것이 주목적이다.

② 점검서식은 정밀점검 서식에 준하여 작성하되 점검의 범위·내용 및 특성에 따라 조정 가능하다.

③ 정밀점검을 실시할 수 있는 책임기술자의 자격을 갖춘 사람이 수행

3.5 초기점검

3.5.1 초기점검 목적

「지침」에서 규정하고 있는 초기점검의 목적 및 절차 등에 관한 내용은 다음과 같으며, 초기점검의 중요성을 감안 할 때 규정된 일반사항 이외 추가과업의 수행으로 그 목적 및 절차 등의 결과로 부터 시설물의 효율적인 유지관리 방안을 제시하는 내용이 포함되도록 협의되어야 한다.

① 관리주체가 시설물의 유지관리를 하는데 필요한 초기치와 기초자료를 얻기 위하여 실시한다.

② 시설물의 전 부재에 대한 조사·관찰로 현재 발생한 결함 및 장래 발생하기 쉬운 결함을 조사하여 시설물의 상태평가 및 중점유지관리 항목을 파악하기 위하여 실시한다.

3.5.2 초기점검 실시

가. 초기점검의 실시

① 초기점검은 정밀점검 및 긴급점검을 실시할 수 있는 책임기술자의 자격을 갖춘 사람이 수행하여야 한다.

② 2001.7.30 이전 입찰 공고된 시설물과 구조형태가 변화된 시설물은 준공 또는 사용승인(임시사용 포함)후 6개월 이내에 정밀점검 수준의 안전점검(이하 “초기점검” 이라 한다)을 실시 완료하여야 한다.

다만, 상기 조건 이외의 시설물에 대한 초기점검은 「건설기술관리법」 시행령 제46조의4에서 규정한 “건설공사 안전점검 지침”에 따르도록 한다.

③ 시설물의 철저한 점검을 위하여 기후·온도·현지여건 등을 고려하여 가장 바람직한 기간 중에 실시되어야 한다.

나. 초기점검의 절차

① 초기점검 시에는 사전에 설계도서를 상세히 검토하고, 붕괴유발부재 또는 부위를 파악하여 현장조사에서 주의를 기울여야 하며, 추후 유지관리에 특별한 주의를 필요로 하는 사항을 제시하여야 하며, 시설물의 예방적 유지관리 체계의 구성이 필요하다.

② 초기치를 얻기 위하여 결함부위 등 주요부위에 대한 외관조사망도 작성 등 조사결과를 도면으로 기록하여야 한다.

다. 초기점검의 과업

「지침」에서의 초기점검의 과업은 정밀점검에서 규정하고 있는 기본과업과 선택과업을 기본으로 점검을 실시한다.

라. 건설기술관리법에 의한 초기점검의 실시

「건설기술관리법 시행령」 제46조의4[1]의 규정에 해당하는 건설공사에 대하여는 당해 건설공사를 준공(임시사용을 포함한다)하기 직전에 「동법 시행령」 제46조의4 제1항제2호[2]의 규정에 의한 정기안전점검 수준 이상의 안전점검(이하 "초기점검"이라 한다)을 실시하여야 한다.

① 초기점검은 준공 전에 완료되어야 한다.

② 준공 전에 점검을 완료하기 곤란한 공사의 경우에는 발주자의 승인을 얻어 준공 후 3개월 이내에 할 수 있다.

3.5.3 시설물의 예방적 유지관리를 위한 체계

가. 일반

시설물의 효율적인 유지관리를 위해서는 준공 이후 체계적인 시설물의 안전 및 유지관리가 실행될 수 있도록 초기점검 실시결과에는 당해 시설물의 예방적 유지관리 체계를 구성하는 등 다음의 사항을 포함하는 것이 중요하다.

① 당해 시설물의 설계, 시공단계에서 품질안전기준 등에 관한 분석결과

② 당해 시설물의 유지관리 계획수립 등의 기준에 관한 검토 결과

③ 당해 시설물의 LCC 예측을 위한 필요 데이터의 획득 및 축적의 절차

즉, 초기점검 실시결과는 당해 시설물의 구성요소에 대한 기준이력 등을 포함하여 이로 부터 안전점검 및 정밀안전진단에서 해당 시설물의 내구성평가, 안정성평가 및 유지관리 지침 등의 기준이 되는 필요한 자료를 제공할 수 있어야 한다.

---

1) 「시특법」 제2조제2호 및 제3호의 규정에 의한 1종시설물 및 2종시설물의 건설공사

2) 건설공사의 종류 및 규모 등을 고려하여 국토해양부장관이 정하는 시기와 횟수에 따라 정기안전점검을 실시할 것. (건설공사안전점검지침 : 국토해양부 고시 제2008-86호, 2008. 4.23)

나. 시설물의 예방적 유지관리를 위한 보고서 체계

초기점검 보고서의 구성은 시설물의 예방적 유지관리 체계를 확립하는 초기점검의 중요성을 감안하여 다음과 같이 구성될 수 있도록 하는 것이 필요하다.

1) 서두

보고서의 표지 다음에 초기점검의 개략을 알 수 있도록 다음의 서류를 붙인다.

- 제출문
- 참여기술자 명단
- 시설물의 위치도
- 시설물의 전경사진
- 초기점검 실시결과 요약문
- 보고서 목차

2) 초기점검의 개요

초기점검의 범위와 과업내용 등 초기점검 계획 및 실시와 관련된 주요사항을 기술한다.

- 시설물의 개요 및 이력사항
- 초기점검의 범위 및 과업내용
- 사용장비 및 기기
- 초기점검 수행일정

3) 기 실시한 안전점검 실시결과의 평가

가) 기 실시한 안전점검의 요약

기 실시한 안전점검의 범위와 과업내용 등 주요사항을 기술한다.

- 각 차수별 안전점검 실시현황 (점검기관명, 책임기술자명, 점검기간, 점검비용)
- 기 실시한 안전점검의 주요내용

나) 기 실시한 안전점검에 의한 조치사항 및 보수·보강 실시결과 확인·검토

- 안전점검에 의한 조치 결과의 확인
- 보수·보강 작업의 실시 및 작업결과의 확인
- 조치결과 및 보수·보강작업의 적정성 평가
- 기타 필요한 사항

4) 시공평가

안전점검 및 정밀안전진단 실시 시 해당 시설물의 안전성평가를 위한 기초자료로 활용하기 위한 시공과정에 대한 내역을 시공 단계별로 검토하여 기술한다.

- 현장 시공자료 및 기 안전점검 실시결과로부터 단계별 시공평가 내역

- 당초 설계도서에 대한 변경 부분에 대한 검토 내역
- 시설물이 붕괴 또는 전도되어 재시공 등이 필요한 사고에 관한 내역
- 시공상 특기사항에 관한 내역
- 기타 필요한 사항

5) 재료평가

안전점검 및 정밀안전진단 실시 시 해당 시설물의 내구성평가를 위한 기초자료로 활용하기 위한 재료의 선정 및 시험자료 등에 대한 내역을 시공 단계별로 검토하여 기술한다.

- 강재, 콘크리트의 구성 재료 등에 대한 종류와 생산지 등의 검토 내역
- 구성 재료의 품질시험 및 검사성과 등의 검토 내역
- 기타 필요한 사항

6) 초기치 획득

「건설공사안전점검지침」에서 규정하고 있는 추가조사를 통하여 획득한 초기치는 시설물 유지관리 과정에서 안전성평가 기준이 되는 중요한 자료로 시설물의 특성을 고려하여 여러 부위에서 초기치의 획득이 필요하다.

획득된 초기치는 일목요연하게 기술되어 향후 점검·진단에서 관련자료의 축적이 지속적으로 실시되어야 한다.

7) 예방적 유지관리 지침

대상 시설물에 해당하는 예방적 유지관리 체계를 위한 지침을 제시하는 것으로 관련 데이터의 축적이 되도록 기술되어야 한다.

- 시설물 전체의 외관조사망도
- 시설물의 구조부재별, 부대시설별 점검부위 및 점검항목 등의 절차
- 예상공사비 및 공사기간과 실제 소요된 공사비 및 공사기간의 비교·분석 내역
- 공사기획시에 예측한 수요 및 기대효과와 공사 완료후의 실제수요 및 공사효과의 비교·분석 내역
- 시설물의 유지·관리에 필요한 사항

8) 종합결론 및 건의사항

- 종합결론
- 기타 필요한 사항

9) 부록

- 관련 준공 설계도서 및 구조계산서
- 재료시험 성과표 및 시험성적표
- 신공법 및 특수공법 평가 보고서 (적용한 경우)
- 기타 참고자료
- 점검 실시결과 사진첩

제 4 장

정밀안전진단

4.1 정밀안전진단 일반

4.2 정밀안전진단 과업

4.3 정밀안전진단 결과표 작성

4.4 보고서 작성

제4장 정밀안전진단

4.1 정밀안전진단 일반

4.1.1 정밀안전진단 목적

정밀안전진단은 「법」 제7조제1항에 따라 관리주체가 안전점검을 실시한 결과 시설물의 재해 및 재난 예방과 안전성 확보 등을 위하여 필요하다고 인정하는 경우에 실시하며, 또한 「영」 제9조제1항에 해당하는 시설물은 「영」 제9조제2항에 따라 정기적으로 실시한다.

정밀안전진단은 정밀한 외관조사와 시험·측정장비 및 기기를 사용하여 시설물의 물리적·기능적 결함을 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 하기 위하여 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 검토·분석·평가함과 더불어 보수·보강방법을 제시하는 등의 행위로서 이루어진다.

4.1.2 정밀안전진단의 시기

① 정밀안전진단은 「영」 제9조에 따른 1종 시설물(공동주택 및 폐기물매립시설을 제외한다)에 대하여 준공일 또는 사용승인일(임시사용 포함)을 기준으로 산정하여 10년이 지난 때부터 1년 이내에 실시 완료하여야 한다.

다만, 시설물의 특성상 정밀안전진단이 1년 이상 소요되는 시설물은 국토해양부장관과 협의하여 실시 완료하여야 한다.

② 차회의 정밀안전진단은 전회의 정밀안전진단 완료일을 기준으로 해당 시설물의 안전등급에 따라 [표 4.1]의 실시주기에 의해서 정기적으로 정밀안전진단을 실시 완료하여야 한다.

③ 다만, 시설물의 중대한 결함으로 인한 보수·보강 공사나 철거 등의 사유로 정밀안전진단을 실시하는 것이 현저히 불합리하다고 판단되는 경우 국토해양부장관의 협의를 거쳐 정밀안전진단의 실시시기를 연기하거나 생략할 수 있다.

④ 안전점검을 실시한 결과 시설물의 재해 및 재난 예방과 안전성 확보 등을 위

하여 필요한 경우에는 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

[표 4.1] 정밀안전진단 실시 시기

안전등급	정밀안전진단
A 등급	6년에 1회 이상
B·C 등급	5년에 1회 이상
D·E 등급	4년에 1회 이상

4.1.3 정밀안전진단 절차

① 정밀안전진단은 안전점검으로 쉽게 발견할 수 없는 결함부위를 발견하기 위하여 정밀한 외관조사와 각종 측정·시험장비에 의한 측정·시험을 실시하여 시설물의 상태평가 및 안전성평가에 필요한 데이터를 확보한다

② 현장조사 시 필요한 경우 교통통제 및 안전조치를 취하여야 한다.

③ 시설물 근접조사를 위한 접근장비와 필요시 수중카메라 등 특수장비와 잠수부 등 특수기술자도 투입하여야 한다.

④ 결함의 유무 및 범위에 대한 확인이 필요한 때에는 현장 재료시험과 기타 필요한 재료시험을 병행하여야 한다.

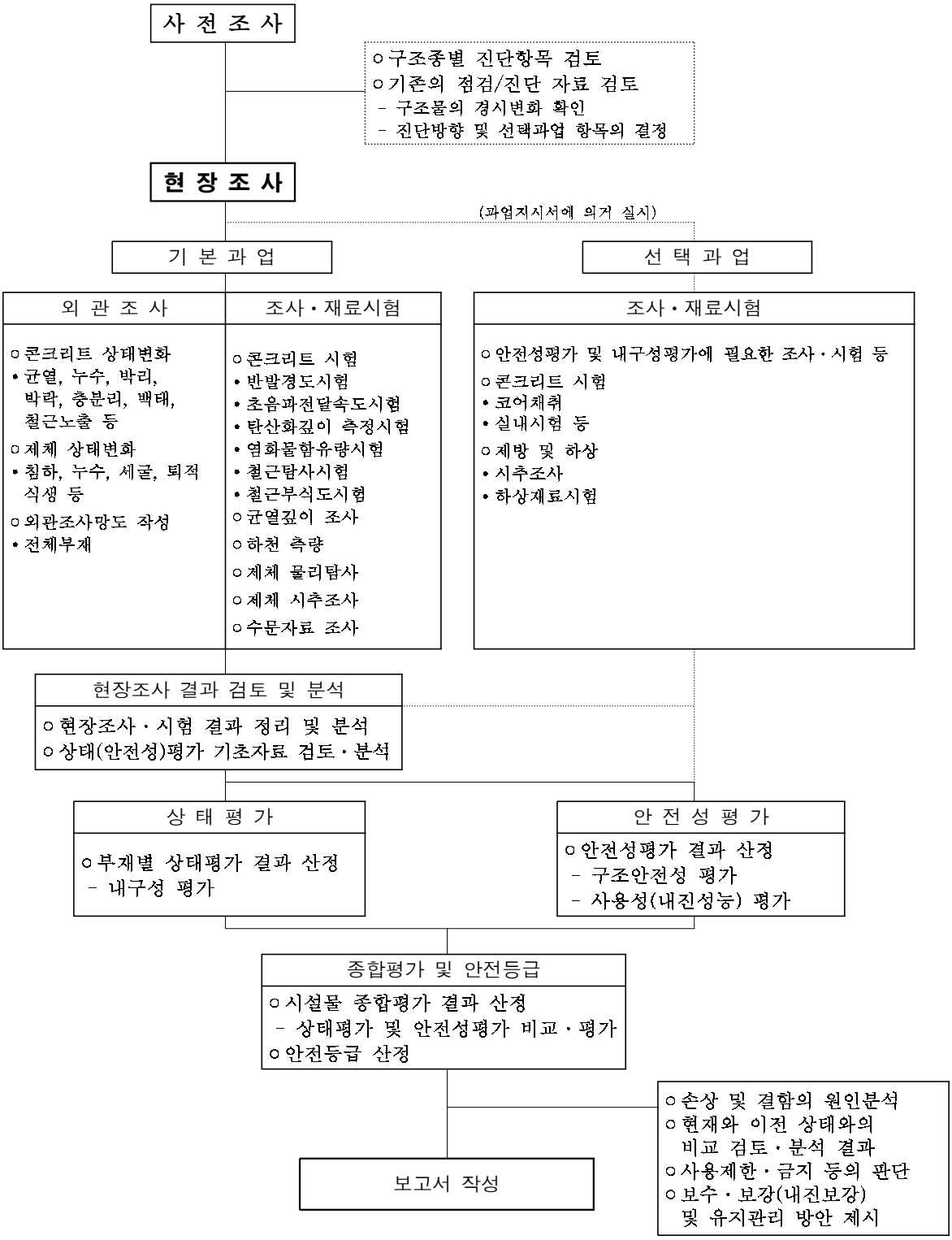
⑤ 전체구조물의 표면에 대한 외관조사 결과는 도면으로 기록하여야 한다.

⑥ 구조물 전체 부재별 상태를 평가하고 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정하여야 한다.

⑦ 정밀안전진단에서는 시설물의 결함 정도에 따라 필요한 조사·측정·시험, 구조계산, 수치해석 등을 실시하고 분석·검토하여 안전성평가 결과를 결정하여야 한다.

⑧ 필요한 경우에는 구조물의 사용성, 내진성능 등도 평가하여야 한다.

⑨ 정밀안전진단 결과 보수·보강이 필요한 경우에는 보수·보강방법을 제시하여야 한다. 이 경우 보수·보강 시 예상되는 임시 고정하중(공사용 장비 및 자재 등)이 현저하게 작용하는 상황에 대한 구조 안전성평가를 포함하여야 한다.



[그림 4.1] 정밀안전진단 흐름도

4.1.4 정밀안전진단의 범위

제방 시설물의 정밀안전진단은 시설물의 안전에 직접 영향을 미치는 시설물에 한하여 실시함을 원칙으로 한다.

① 제체

- 표준제 : 앞비탈, 앞턱, 둑마루, 뒷비탈, 뒷턱 등
- 특수제 : 토사제체, 직립구조물(옹벽공, 말뚝공, 석축공, 흉벽) 등

② 호안

- 비탈덮기, 기초(비탈멈춤), 호안머리공, 구조이음줄눈 등

③ 하상부 : 하상보호사석 등 밑다짐공 상태, 하상의 퇴적 및 세굴

④ 배수통관 : 하천설계기준 상의 통관과 문짝이 없는 배수암거를 포함한다.

- 배수암거, 문짝 등

※ 배수통관의 안전점검 및 정밀안전진단 요령은 수문「세부지침」을 준용한다.

⑤ 기타시설 : 시특법상의 1, 2종외의 하천횡단 구조물

※ 기타시설에 대하여는 평가를 실시하지 않고, 손상상태도 및 보수 · 보강 방안만 제시한다.

4.2 정밀안전진단 과업

「지침」 3.8항에 따라 기본과업과 선택과업으로 구분하여 실시한다.

○ 기본과업은 시설물의 구분 없이 기본적으로 실시하여야 하는 과업을 말한다.

○ 선택과업은 시설물의 여건에 따라 실시하여야 하는 과업으로서 정밀안전진단의 목적을 달성하기 위하여 현지여건을 감안하여 실시하여야 한다.

[표 4.2] 정밀안전진단 과업 내용

과업항목	기본과업	선택과업 (필요시)
자료수집 및 분석	• 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리·수문계산서 • 시공·보수도면, 제작 및 작업도면 • 재료증명서, 품질시험기록, 재하시험 자료, 계측자료 • 시설물관리대장 • 기존 안전점검·정밀안전진단 실시결과 검토·분석 • 보수·보강이력 검토·분석	• 구조·수리·수문 계산 (계산서가 없는 경우) • 실측도면 작성 (도면이 없는 경우)
현장조사 및 시험	• 전체부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 – 콘크리트 구조물: 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등 – 강재 구조물 : 균열, 도장상태, 부식 및 접합(연결부) 상태 등 • 현장 재료시험 등 – 콘크리트 시험 : 비파괴강도(반발경도시험, 초음파전달 속도시험 등), 탄산화 깊이측정, 염화물함유량시험 – 균열깊이 조사 – 하천 측량 – 제체 물리탐사 – 제체 시추조사 – 강재 시험 : 강재 비파괴시험 ◦기계·전기설비 및 계측시설의 작동 유무	• 시료채취 및 실내시험 • 재하시험 및 계측 • 지형,지질,지반조사 및 탐사, 토질조사 • 수중조사(준공후 50년 경과하고 연장 100m 이상인 하천교량은 필수) • 누수탐사 • 침하, 변위, 거동 등의 측정 (안전점검 실시결과, 원인 규명이 필요하다고 평가한 경우 필수) • 콘크리트 제체 시추조사 • 수리·수충격·수문조사 • 시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등 • 조사용 접근장비 운용 • 조사부위 표면청소 • 마감재의 해체 및 복구 • 기계·전기설비 및 계측시설의 성능검사 또는 시험계측(건축물 제외) • 기본과업 범위를 초과하는 강재비파괴시험 • CCTV, 단수시키지 않는 내시경 조사 등 • 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성평가 등에 필요한 조사·시험
상태평가	• 외관조사 결과분석 • 현장시험 및 재료시험 결과분석 • 콘크리트 및 강재 등의 내구성 평가 • 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 소견	-
안전성평가	• 조사, 시험, 측정결과의 분석 • 기존의 구조계산서 또는 안전성평가 자료 검토·분석 • 내하력 및 구조 안전성평가 • 시설물의 안전성평가 결과에 대한 소견	• 구조·지반·수리·수문 해석 (구조계 변화 또는 내하력 및 구조안전성 저하가 예상되는 경우 필수) • 구조안전성 평가 등 전문기술을 요하는 경우의 전문가 자문 • 내진성능 평가 및 사용성 평가 • 임시 고정하중에 대한 안전성평가
종합평가	• 시설물의 종합평가 결과에 대한 소견 • 안전등급 지정	-
보수·보강 방법	• 보수·보강 방법 제시	• 내진보강 방안 제시 • 시설물 유지관리 방안 제시
보고서작성	• CAD 도면 작성 등 보고서 작성	-

4.3 정밀안전진단 결과표 작성

정밀안전진단을 실시한 사람은 그 실시결과를 관리주체에게 통보하여야 하며, 시설물에 「영」 제12조의 중대한 결함이 있는 경우에는 시장·군수 또는 구청장에게도 통보하여야 한다.

시설물의 정밀안전진단 실시결과 및 조치해야 할 사항을 다음의 서식에 의해 작성하여 보고서 서두에 첨부하여야 한다.

가. 정밀안전진단 결과표

정밀안전진단 결과표에는 해당시설물의 기본현황과 실시결과 요약을 기술하여야 하며, 특히 「기본현황 라.참고사항」에 다음의 내용이 작성되어야 한다.

- ○ 차기 정기점검 및 정밀점검 또는 정밀안전진단에서의 중점 점검부위 등
- ○ 점검결과 「영」 제12조의 중대한 결함이 있는 경우에는 필요한 후속 조치사항을 기재

나. 시설물 현황표

- ○ 정밀점검 현황표의 작성방법을 참조한다.

○○제방 정밀안전진단 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황

용 역 명		점검/진단기간			
관리주체명		대표자			
공동수급		계약방법			
시설물 구분		종 류		종 별	
준공일		점검(진단) 금액(천원)		**안전등급**	
시설물 위치		시설물 규모			

나. 진단 실시결과 현황

중대결함	
점검(진단) 주요결과	
주요 보수·보강	

다. 책임(참여)기술자 현황

구 분	성 명	과업 참여기간	기술등급

라. 참고사항

2. 결과 요약

책임기술자 종합의견
• • • • •   책임기술자 : (서명)

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 :
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재	해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용 여부	결과	검토결과 요약
	Y/N		

라. 현장시험 (비파괴 및 추가시험)

시 험 명	시험 부위	시험 결과	책임기술자 의견
○ 콘크리트 비파괴			
○			
○			
○			
○			
○		、	

○○제방 현황표

시설물명		시설물번호	
준공년월일		관리번호	
위 치			
관리주체		Tel.	
하천수계		제방연장	m
하천명		계획홍수량	m^3/s
하천등급		제방표고	EL. m
좌·우안	우안 (상류에서 하류방향)	기준여유고	m
기 타			
※ 종·평면도 ※ 중점 점검사항 (붕괴유발부재, 보수·보강 부위 등을 기재) ※ 별지 이용			

4.4 보고서 작성 방법

가. 실시결과 보고서 작성 방법

정밀안전진단 실시결과 보고서는 시설물 관리주체의 유지관리 업무에 효율적이며, 체계적으로 활용할 수 있도록 과업 내용을 중심으로 작성하여야 한다. 실시결과 보고서 작성시 세부지침 내용의 수록을 자제하여 실시결과 보고서 분량이 크게 되지 않도록 한다.

1) 서두

보고서의 표지 다음에 정밀안전진단의 개요를 쉽게 알 수 있도록 다음의 서류를 붙인다.

- 제출문(정밀안전진단을 실시한 기관의 장)
- 정밀안전진단 결과표 (안전등급)
- 시설물 현황표
- 참여 기술진 명단
- 시설물의 위치도
- 시설물의 전경사진, 부위별 사진
- 정밀안전진단 실시결과 요약문
- 보고서 목차

2) 정밀안전진단의 개요

정밀안전진단의 범위와 과업내용 등 정밀안전진단 계획 및 실시와 관련된 주요 사항을 기술한다.

- 진단의 목적
- 시설물의 개요 및 이력사항
- 진단의 범위 및 과업내용
- 사용장비 및 시험기기 현황
- 진단 수행 일정

3) 자료수집 및 분석

정밀안전진단의 관련자료를 검토 · 분석하고 그 내용을 기술한다.

- 설계도면, 구조계산서
- 기존 정밀점검·정밀안전진단 실시결과

◦ 보수·보강이력 및 용도변경

◦ 시설물의 내진설계 여부 확인

◦ 기타 관련자료

4) 현장조사 및 시험

과업내용에 의거 실시한 현장조사, 시험 및 측정 등의 결과분석 내용을 기술하고, 필요한 경우 사진 또는 동영상 등을 첨부한다.

◦ 전체 시설물 외관조사 결과분석

◦ 주요한 결함(손상)의 발생원인 분석

◦ 재료시험, 측정결과의 분석

5) 시설물의 상태평가

과업내용에 따라 실시한 현장조사 및 시험의 분석 결과에 따라서 시설물의 상태평가 결과를 작성하며, 작성 방법은 본 세부지침의 제8장에서 기술한 내용을 따른다.

◦ 콘크리트 또는 강재의 내구성 평가

◦ 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결정

6) 시설물의 안전성평가

과업내용에 따라 실시한 현장조사 및 재료시험 등의 결과를 분석하고 이를 바탕으로 구조물의 내(하)력, 사용성 등을 검토하고 시설물의 구조적, 기능적 안전성을 평가한다.

◦ 현장 재하시험 및 계측 결과분석

◦ 지형, 지질, 지반, 토질조사 등의 결과분석

◦ 시설물의 변위, 거동 등의 측정결과 분석

◦ 시설물의 구조해석 및 구조계산을 통한 분석결과

◦ 수문, 수리 등 해석결과 및 분석 (관리주체의 요구 등 필요한 경우)

◦ 시설물의 내(하)력 평가

◦ 시설물의 내진성능, 사용성 평가 (관리주체의 요구 등 필요한 경우)

◦ 정밀안전진단 결과 시설물의 보수·보강방법을 제시한 때에는 보수·보강시 예상되는 임시 고정하중(공사용 장비 및 자재 등)이 시설물에 현저하게 작용하는 경우에 대한 구조안전성 평가 포함 시행

◦ 시설물의 안전성평가 결정

안전성평가 작성 방법은 본 세부지침의 제9장에서 기술한 내용을 따른다.

7) 종합평가

◦ 시설물의 상태평가와 안전성평가 결과를 종합하여 안전상태 종합평가 결과의 결정

종합평가 작성 방법은 본 세부지침의 제10장에서 기술한 내용을 따른다.

8) 안전등급 지정

정밀안전진단 실시결과 상태평가 및 안전성평가 등을 종합적으로 평가하여 제11장에서 기술한 내용에 따라 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다.

9) 보수·보강 방법

시설물의 상태평가와 안전성평가 결과에 따라 손상 및 결함이 있는 부위 또는 부재에 대하여 적용할 보수·보강 방법을 제시함.

(내진성능 평가 후 내진능력 부족시의 경우를 포함)

◦ 보수·보강방법에 대한 개요, 시공방법, 시공시 주의사항 등

◦ 당해 시설물의 유지관리를 위한 요령, 대책 등

시설물을 안전하고 경제적으로 유지관리하는데 필요한 사항을 제시하는 것으로 결함 및 손상의 종류와 원인, 점검요령, 조치대책 등에 관한 실무적이고 필수적인 내용을 해당 시설물의 그림 및 사진 등을 위주로 구성하여 안전점검 경험이 적은 사람도 쉽게 활용할 수 있도록 하여야 한다.

10) 종합결론 및 건의사항

◦ 정밀안전진단 실시결과의 종합결론

◦ 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

◦ 기타 필요한 사항

11) 부록

◦ 과업지시서 : 부록의 과업지시서 예문 참조

◦ 외관조사망도

◦ 구조해석 모델링 및 수치해석 자료 (입출력자료는 e-보고서에 포함)

◦ 측정, 시험, 계측 성과표

◦ 상태평가 결과 자료

◦ 안전성평가 결과 자료

◦ 시설물관리대장 사본

◦ 현황조사 및 외관조사 사진첩

◦ 사용장비 및 기기의 사진

◦ 사전조사 자료 일체 (사전검토보고서, 과업수행계획서 등 관련자료)

◦ 기타 참고자료

(정밀안전진단 결과와 관련되는 설계도서, 감리보고서, 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 보고서 등 관련자료 포함)

나. e-보고서 작성 방법

○ 정밀점검 e-보고서 작성방법을 참조한다.

제 5 장

현 장 조 사

5.1 현장조사 일반

5.2 시설물의 세부시설별 점검 사항

5.3 시설물 외관조사 요령

5.4 균열조사 요령

제5장 현장조사

5.1 현장조사 일반

5.1.1 일반

안전점검 및 정밀안전진단에서 실시하는 필요한 현장조사 및 외관조사에 대하여 구체적으로 명시함으로써 안전점검·정밀안전진단 실시결과에 의한 시설물의 상태 또는 안전성 평가가 객관적이며, 보편타당하게 이루어지고 이를 위한 기초자료를 충분히 확보할 수 있도록 현장조사와 관련되는 내용의 원칙을 기술하며, 시설물 특성 및 제반여건을 고려하여 적절히 응용할 수 있다.

따라서 본 「세부지침」에서는 기본과업 및 선택과업에 규정하고 있는 안전점검과 정밀안전진단 시 필요한 현장조사 항목에 대해서 기술하며, 이외의 필요한 조사에 대해서는 과업의 범위 및 내용이나 과업의 특성 등을 고려하여 관리주체와 안전점검·정밀안전진단 책임기술자가 협의하여 결정하여야 한다.

당해 시설물의 중요도 및 특성에 따라 보완 또는 추가가 필요한 경우는 새로이 세부서식 등을 작성하여 안전점검 및 정밀안전진단 등 시설물관리에 사용할 수 있다.

5.1.2 목적

○ 현장조사는 기존시설물에 관한 기초자료를 얻고, 시간이 경과함에 따라 구조물의 상태변화(결함, 손상, 열화 등) 및 균열 폭과 길이 등 구성재료의 변화를 추적하기 위하여 수행한다.

○ 시설물 현장에서의 측정은 도면이 없거나 도면상에 나타난 자료를 명확하게 확인하기 위하여 필요하며, 측정의 정확성은 원하는 목적을 달성할 수 있는 정도로 하여야 한다.

○ 부식, 노후화 또는 기타 식별이 어려운 결함을 발견하기 위하여 육안으로 근접조사하기 전에 조사부위를 깨끗이 청소하여야 한다.

5.2 시설물의 세부시설별 점검 사항

제방 시설물의 상태평가 시 점검사항은 구조물의 특성에 따라 다를 수 있으므로 수정, 보완하여 사용한다. 각 세부시설별 점검 사항은 평가결과를 기초로 판단하며, 이는 점검부위별 각각의 점검사항에 대한 주요 손상상태를 파악하는데 활용할 수 있다.

정밀점검 및 정밀안전진단 실시에서 시설물의 상태평가를 적용함에 있어 [표 3.2] 및 [표 4.2]의 기본과업과 선택과업의 내용을 적절히 혼용하여 대상 시설물에 대한 상세한 상태평가를 실시하여야 한다. 특히, 정밀점검에서는 선택과업인 전체부재에 대한 외관조사망도의 작성 여부 등에 대해서 관리주체와 책임기술자의 협의를 통하여 결정하여야 한다.

다만, 정밀점검 및 정밀안전진단에서 전기 및 기계설비에 대한 조사·시험은 선택과업으로 실시한다.

5.2.1 시설물별 상태변화의 평가항목

가. 표준제방

위 치	손상형태 및 조사항목	비 고
제 체	침 하	○ 외관조사에 의한 징후 조사
	활 동	○ 둑마루의 침하량 및 균열 폭
	누 수	○ 청문 및 누수흔적
	세굴(침식)	○ 세굴 및 침식의 정도
	훼 손	○ 구멍, 경작, 골재채취 등
	수목의 식생	○ 수목 식생의 위치
호 안	기초 세굴	○ 기초세굴의 정도
	비탈덮기 활동	○ 비탈면 배부름 및 구조물 손상
	비탈덮기의 손상	○ 줄눈이격, 파손, 탈락 등
	호안머리보호공의 손상	○ 균열, 파손, 들뜸 등
	구조이음눈, 비탈멈춤공 등의 손상	○ 균열, 이격, 파손, 들뜸 등
하상부	세 굴	○ 세굴의 정도
	퇴 적	○ 퇴적의 정도
배수통관	구조물 손상정도	○ 구조물의 손상정도
	배수기능 상태	○ 배수기능 상태

나. 특수제방

위 치	손상형태 및 조사항목	비 고
직립구조물	침 하	○구조물 및 제체의 손상상태
	경사/전도	○진행성과 비진행성 전도
	활 동	○구조물 손상 및 파괴징후
	변 형	○말뚝구조의 변형 여부
	파 손	○구조물의 손상 정도
	균 열	○과응력균열, 부식균열 등
	박리(박락, 층분리)	○박리의 발생 정도
	마모/침식	○마모 및 침식의 정도
	신축이음부 이격, 사석블록 이격, 말뚝간의 이격	○이격에 의한 토사유출 등
	기초부 세굴	○기초유실 및 하상 세굴 정도

다. 세부시설별 점검사항

No.1

세부시설	부재명 및 항목		점 검 사 항	비 고
표준제	제 체	월류	계획홍수위와 제방고의 차이(여유고)확인	
			주변보다 낮아진 제방부위 확인	
		세굴	하안 침식현황	
			교량, 낙차공 등 구조물의 접속부	
			하상의 국부세굴	
			만곡부의 세굴	
		활동	둑마루 종방향 균열	
			비탈면 층분리 현상	
		누수	뒷비탈면 국부세굴및 파이핑 현상	
			제방 횡단구조물 주변 누수	
			야생동물의 구멍	
			수목(교목)에 의한 누수여부	
			제내·외측 인위적굴착현황	
		기타	제방내 불법경작 현황	
	호 안	비탈 덮기	비탈덮기내 공동현상	
			비탈덮기 경사	
			호안공 상하류 마감부처리상태	
			비탈덮기 재료 변화지점부	
			비탈경사 변화지점	
			떼붙임공의 경우 생육정도 및 조밀도	
			돌망태공의 철선 부식 및 탈석	
			돌붙임공의 배부르기 또는 탈석유무	
		기초	기초공 파괴 및 유실	필요시 수중조사 실시
		밑다짐공	비탈경사 변화지점 및 만곡부의 밑다짐공 세굴	〃
		기타	호안머리보호공, 구조이음눈, 비탈멈춤공의 손상여부	
	배수통관		통관 구조물 손상상태 및 배수기능 상태	필요시 C.C.TV조사

No.2

세부시설	부재명 및 항목		점 검 사 항	비 고
특수제	제체	월류	계획홍수위와 제방고의 차이(여유고)확인	
			주변보다 낮아진 제방부위 확인	
		세굴	하안 침식현황	
			교량, 낙차공등 구조물의 접속부	
			하상의 국부세굴	
			만곡부의 세굴	
		활동	둑마루 종방향 균열	
			비탈면 층분리 현상	
		누수	뒷비탈면 국부세굴 및 파이핑현상	
			제방 횡단구조물 주변 누수	
			야생동물의 구멍	
			제내·외측 인위적굴착현황	
		기타	제방내 불법경작 현황	
	옹벽		콘크리트 균열, 박리, 층분리, 박락, 백태 등	
			이음부 파손	
			전도 위험성	
			옹벽 기초부 세굴	필요시 수중조사 실시
	말뚝		하상 세굴	〃
			말뚝의 부식, 훼손상태	
	석축		기초 콘크리트의 침하 및 세굴상태	필요시 수중조사 실시
			배수공 유무확인	
			배부르기 또는 탈석	
			줄눈의 탈락	
수리·수문학적 점검사항			계획 수위 및 여유고확인	하천정비기본계획자료 분석
			계획 하폭 및 실하폭 점검	

5.2.2 현장조사 및 재료시험의 요령

가. 상세 외관조사의 범위

1) 외관조사 범위의 원칙

○ 제방을 구성하는 제체

○ 특수제방의 직립구조물, 호안

◦ 고수부지 및 저수호안이 있을 시 포함하며, 다만 고수부지 및 저수호안의 조사물량이 과대한 경우에는 조사비용 등을 협의하여 결정

○ 제내지 20m 지반상태 및 하상

○ 제체 횡단 배수통관

2) 하상부의 조사

○ 하상부에 대한 조사는 하상부에 대한 6년 이내에 측량한 자료가 있거나 하상의 변동이 없다고 판단되는 경우 및 하천측량을 실시한 경우에는 생략할 수 있다.

3) 수중조사

○ 호안공 기초의 세굴 또는 특수제방 직립구조물의 세굴이 우려되는 부위에는 하상조사와 병행하여 수중조사를 실시한다.

나. 하천 측량

하천의 계획홍수량 소통여부에 대한 수문학적 안전성을 검토하여야 하기 때문에 안전점검 및 정밀안전진단 대상 전 구간에 대한 하천측량(기준점측량, 종·횡단 측량)을 실시하여야 한다.

측량범위는 제방, 하상, 좌우안 제내지 20m까지로 한다. 다만, 이 구간에 대한 6년 이내의 측량자료가 있을 시는 생략할 수 있다.

다. 제체 시추조사

제체의 안전성은 사면안전성 해석, 침투류 해석에 대하여 검토하여야 하기 때문에 이에 필요한 자료를 획득하기 위하여 제체에 대한 시추조사와 제체재료에 대한 시험을 실시하며, 시추조사의 기준수량은 제방 2km 마다 1개소씩 실시하는 것을 원칙으로 하나, 다음의 경우에는 생략할 수 있다.

① 제방 건설 후의 시추조사 자료가 있을 시

② 제방이 자동차전용도로로서 도로시방서 기준에 따라 축조되었을 경우 등

다만, 생략할 경우(①의 경우)에는 기존 시추조사 자료를 검토하여 제체 물리탐사(전기비저항탐사 등)를 기준수량의 2배 이상 실시한다.

그리고 시추조사시의 시추심도는 기초지반의 연약성 여부를 판단할 수 있는 깊이까지 하여야 하며, 포함되어야 할 시험항목은 다음과 같다.

○ 시추조사 시 포함되어야 할 필수 시험 항목

- 투수시험(현장투수시험이 불가할 경우 실내투수시험 실시)
- 표준관입시험
- 삼축압축시험, 압밀시험(제체 주재료가 점성토인 경우)
- 입도분석
- 단위중량
- 비중시험
- 액성 및 소성한계시험
- 들밀도 시험 (시추시 재료채취가 곤란하여 단위중량, 비중시험이 어려울 경우만)

라. 제체 물리탐사시험(전기비저항 탐사 등)

제체의 국부적인 공동이나 누수층은 제체의 안전성에 심각한 영향을 미치므로 이에 대한 조사를 위하여 제체에 대한 시추조사와 병행하여 제체에 대한 물리탐사시험을 실시하는 것을 원칙으로 한다.

이 때 물리탐사시험은 가능한 시추조사 지점이 포함되도록 구간을 선정하여 실시하여 시험결과 자료분석의 신뢰성을 제고하도록 한다.

제체 물리탐사시험의 기준조사 수량은 2km 당 100m 이상 실시하는 것으로 하며, 시험구간은 제체 횡단구조물(수문, 통관 등) 지점, 하천횡단구조물 접속지점, 제체 누수흔적이 있는 지점, 연약 기초지반 지점이 포함될 수 있도록 책임기술자가 판단하여 결정한다.

한편, 제체 물리탐사시험도 시추조사와 같이 제방이 자동차전용도로로서 도로시방서 기준에 의하여 축조된 경우에는 생략하여도 무방하다.

마. 하상재료 시험

장기적인 하상변동 분석이 필요하거나, 하상변동이 심한(상류로부터의 토사 이동 및 급경사 하천으로 세굴이 우려되는 하천) 하천에서는 하상재료를 채취하여 입도분석 등의 재료시험을 실시한다.

하상재료의 실시 여부 및 시험회수, 시험항목 등은 관리주체가 판단하여 결정하는 것을 원칙으로 한다.

5.3 시설물 현장조사 요령

5.3.1 정밀점검 현장조사 요령

제방의 안전점검은 제방의 설치 후에 발생한 제·내외지의 수리·수문학적 변동사항 및 제체, 직립구조물, 호안 등의 구조적 손상상태 등을 파악하여, 제방파괴 원인을 사전에 발견한다. 특히, 제방 누수파괴의 주원인인 제체 횡단구조물과의 접속부의 공동, 누수에 대한 조사와 제내측 유수지 및 저지대 사면의 조사에 역점을 두며 "하천정비 기본계획"과 관련하여 계획하폭 등을 사전에 검토하여 안전점검 시 고려한다.

아울러 안전점검 시 책임기술자는 수중조사에 대한 필요성 여부를 판단하여 시행한다.

가. 점검대상

1) 제체

○ 표준제 : 앞비탈, 앞턱, 둑마루, 뒷비탈, 뒷턱 등

○ 특수제 : 토사제체, 직립구조물(옹벽공, 말뚝공, 석축공) 등

2) 호안

○ 비탈덮기, 호안머리 보호공, 구조이음눈

3) 하상부

○ 밑다짐공, 하상보호사석의 손상상태 등

4) 배수통관

[표 5.1] 안전성평가의 점검 내용

제방 파괴 원인	상태 및 안전성 평가 내용
1. 홍수의 월류로 인한 파괴	○ 계획홍수위에 따른 제방고의 적정성
2. 제외측 앞비탈의 홍수에 의한 유실파괴	○ 호안의 설치유무 및 그 상태
3. 제방 비탈의 붕락에 의한 파괴	○ 제방비탈경사와 토질역학적 측면의 사면활동 안전성
4. 제체의 누수에 기인한 파괴	○ 제체 폭의 적정성 및 제방 종횡단구조물의 누수성

나. 수리·수문학적 점검사항

대상 하천의 “하천정비 기본계획”자료를 근거로 하여 계획수위 및 계획하폭 등 제반 사항의 변동에 따른 제방 안전도에 대해 점검한다.

다. 제방파괴 요인 및 취약부

1) 제방파괴 요인

(가) 월류에 의해서 발생하는 제방 파괴

① 월류수의 소류력에 의해 제체 표면이나 법면의 침식

② 제체내 함수비 증가로 제체의 액상화 및 강도 저하

③ 유수압의 증가 및 제체강도저하로 붕괴

(나) 세굴 및 침식에 의한 제방 파괴

① 홍수시의 유수의 소류력에 의한 비탈덮기의 파손 및 유실

② 유수의 소류력에 의한 기초부의 세굴

③ 유수 및 강우에 의한 제체 침식 및 비탈면 붕괴

④ 호안공의 붕괴 및 제체의 유실

(다) 침투(누수)에 의한 제방 파괴

① 강우 및 유수의 제체 침투로 간극수압 상승

② 제체의 표면 강도 저하와 제체의 함수비 증가로 침윤면 상승

③ 연약지반일 경우 수위증가로 기초지반의 누수

④ 제체 또는 기초지반의 파이핑 등에 의한 누수량 증가 및 파괴

(라) 제방 횡단 구조물의 접합부의 공동

① 횡단구조물 배면부 다짐불량으로 공동부 발생

② 하중 및 재료의 이질성으로 인한 횡단구조물 주변 부등침하 발생

③ 접합부에 크랙이 발생되고 침하의 진행으로 공동발생

④ 공동을 통해 누수가 발생되고 제방 붕괴로 이어짐

(마) 기타

① 동식물에 의한 훼손으로 홍수시 국부 파괴

② 경작 등 인위적인 훼손으로 제방단면이 부족하여 홍수시 유수의 제체 침투 및 유수압의 증가로 제체 붕괴

③ 중장비 차량의 둑마루 통행과 같은 과하중에 의한 제체 붕괴

2) 제방파괴 취약부

유수를 직접적으로 제어하는 제방의 특성상 유수의 흐름특성은 제방에 손상을 유발하는 원인과 밀접한 관련이 있으며, 특히 제체를 유수의 침식 및 세굴로부터 직접 보호하는 호안공은 홍수에 의하여 기초가 세굴되거나 제체의 액상화 현상에 따른 유동으로 인하여 파괴될 수 있다.

일반적으로 하도 흐름특성이 불연속적이 되어 제방 손상의 발생확률이 높은 취약지점으로는 다음과 같은 곳을 들 수 있으며, 현장조사 시 유의할 필요가 있다.

① 하폭의 급변(확대 및 축소) 지점
② 만곡부 외측지점
③ 제체 횡단 구조물 지점
④ 교량, 보 등 하도를 횡단하는 구조물 설치지점
⑤ 호안이 끝나는 제체부분 및 제방 재질 특성이 서로 다른 지점
⑥ 본·지류 합류지점 및 배수위 구간

라. 시설물 점검사항

앞의 다.항을 참조하여 다음과 같이 점검한다.

1) 제체

(가) 월류

① 제방고와 계획홍수위에 의한 여유고를 고려하여 제방의 월류 가능성을 검토한다.
② 월류 제방은 제방의 침식, 세굴 등을 조사한다.
③ 유로 만곡부는 수위 상승이 우려되는 지점이므로 특히 세심히 점검한다.

(나) 세굴

① 최근에 골재채취 등의 하상굴착이 있는 부분은 하안이나 제방사면에 대한 영향을 고려하여 점검하며, 기 검토된 계획하상과 평형하상고 이하로 골재가 채취되었을 경우에는 평형하상이론에 의한 상하류의 영향도 조사대상에 포함한다.
② 하안의 침식이나 하상의 국부세굴 등을 점검하여 제체세굴 가능성을 예견한다.
③ 제방과 교량, 낙차공, 수문 등의 각종 하천구조물의 접속부는 그 기능 및 재료의 상이함으로 인하여 홍수에 취약하므로, 구조물 상·하류의 와류 등에 의한 제방 세굴에 대해 점검한다.
④ 과거의 하천유로 변경사항 등을 과거자료 및 지역주민 등에 대한 탐문조사를 통하여 기초누수에 대한 취약지점 등을 파악한다.

(다) 활동

① 제정부의 종방향 균열이나 비탈면의 층분리 등을 면밀히 점검하여 사면활동을 파악한다.

② 위험지점 비탈면의 경사를 측정하여 추후 상태평가 시 고려한다.

(라) 누수

① 누수는 제방에 결정적 손실을 가져올 수 있으므로 누수지점, 누수경로 및 양상(빗물침투 또는 파이핑) 등을 상세히 조사하며, 누수가 발견될시(특히 혼탁수가 유출될 시) 즉시 관리주체에 통보하고 정밀안전진단 필요성 여부를 판단한다.

② 홍수기에는 제내지 비탈면의 국부세굴이나 지반붕괴 현상과 아울러 파이핑 현상 유무를 확인하고, 갈수기에는 그 흔적 확인과 동시에 탐문조사를 시행한다.

③ 취약단면의 둑마루폭, 비탈경사와 제방저폭을 확인하여 침윤선 검토 시 자료로 사용한다.

④ 두더지, 들쥐 등 야생동물의 구멍은 누수파괴의 원인이 되므로 세심한 조사를 실시한다.

⑤ 지반 누수는 고수부지부의 표토가 유실되거나, 제내 비탈기슭 부근에서 골재채취 등 굴착을 실시하여, 투수층이 노출되어 일어나는 경우가 있으므로 세심한 조사를 실시한다.

⑥ 제방 관통 구조물의 표면과 제체사이의 공극은 홍수 시 제방누수 및 파괴의 주원인이므로 물리탐사(전기비저항탐사, 탄성파탐사 등) 장비를 사용한 검사를 실시하며, 특히 사용치 않는 폐관의 경우에는 세심한 주의를 요한다.

⑦ 제방 및 주변의 수목(교목)의 뿌리에 의한 제체파괴 또는 누수 그 가능성을 점검한다.

(마) 제방침하

○ 제방 침하는 장기간에 걸쳐 일어나는 경우가 많아 단기간의 점검을 통한 확인은 어려우나, 제방 측방(제내·외측)의 흙의 부풀어 오름으로 간이 판별할 수 있다.

(바) 변위측정

○ 변위발생이 우려되는 구간에 대한 제체중심, 비탈경사, 둑마루폭, 제방저폭 등의 변위발생 여부를 측정하여 기초파괴, 제체파괴, 활동 등의 진행여부를 판단한다.

2) 호안

(가) 비탈 덮기

① 홍수 시 감수속도가 빠른 하천 등에서 뒷채움 토사가 유출됨에 따라 공동현상이 발생하여 비탈덮기가 파괴되므로 비탈덮기 재료의 편평성을 조사한다.

② 경사가 급한 호안에서 내측토압이나 수압에 의한 붕괴가 나타나므로, 하천시설기준상의 비탈경사에 준한 조사를 실시한다.

③ 상하류 비탈덮기공의 마감부는 유수에 의한 세굴 취약지점이므로 면밀한 점검이 요구되며, 소구 멈춤공(마감부 처리공)의 유무를 조사한다.

④ 비탈경사 변화지점이나 비탈덮기 재료의 변화구간은 세굴위험 구간이므로 세심한 점검을 실시한다.

(나) 기초(비탈 멈춤)

○ 호안 파괴의 주요 원인이 기초세굴에 의한 것이므로 세굴정도를 면밀히 조사하여야 하며, 필요시 측량 및 수중조사를 병행한다.

(다) 밑다짐공

○ 비탈경사 변화지점의 하상은 세굴에 취약하므로 밑다짐공의 점검 시 유의한다.

(라) 비탈덮기 재료별 점검 요령

[표 5.2] 비탈덮기 점검요령

재료 구분	점 검 사 항
1. 떼붙임	- 떼의 생육정도 및 조밀도
2. 돌망태공	- 철선의 부식 및 파손상태, 탈석
3. 돌붙임	- 배수구멍 유무 - 배부르기 또는 탈석 - 줄눈의 탈락
4. 콘크리트블록붙임	- 블록 뒷면 공동 상태파악(표면 두드림) - 배부르기 또는 블록유실

3) 옹벽

① 콘크리트 옹벽은 균열, 백태 등의 콘크리트 구조물로서의 점검사항에 대해 실시한다.

② 이음부 등의 시공상태를 판단하며, 부등침하에 대해 세심한 점검을 한다.

③ 전도 위험성에 대해서는 현장 측량을 실시하여 안전성 여부를 판단한다.

④ 수면의 접촉부에 대하여 옹벽의 파손여부를 조사한다.

4) 널말뚝 구조제방

① 널말뚝을 이용한 제방은 주로 수면에 접해있는 경우가 많으므로 하상세굴에 대해 수중조사를 실시한다.

② 널말뚝의 부식 및 훼손상태 점검을 실시하며, 특히 수면의 접촉부는 세심한 검사를 실시한다.

5) 석축

① 석축의 취약부인 기초 콘크리트의 침하상태를 점검하며, 기초 상부에 계획 토피가 있는 경우의 세굴에 대해 점검한다.

② 석축면의 배수공은 토압에 대해 매우 중요한 시설이므로 설치 유무 및 간격에 대해 점검한다.

③ 줄눈의 탈락과 석축의 배부르기 또는 탈석에 대해 점검한다.

6) 배수통관

① 제체를 횡단하여 설치된 배수통관에 대한 통관의 내부 토사퇴적, 이음부의 이격, 구조물의 손상상태를 조사하며, 통관의 내부가 협소하여 직접조사가 곤란할 시에는 CCTV를 통한 간접조사를 실시한다.

② 배수통관과 제체의 접합부위는 공동으로 인해 유수의 침투에 취약하므로 누수흔적, 세굴 등에 대하여 세밀히 조사한다.

5.3.2 정밀안전진단 외관조사 요령

가. 진단 대상

1) 제체

○ 표준제 : 앞비탈, 앞턱, 둑마루, 뒷비탈, 뒷턱 등

○ 특수제 : 토사제체, 직립구조물(옹벽공, 말뚝공, 석축공, 흉벽) 등

2) 호안

○ 비탈덮기, 기초(비탈멈춤), 밑다짐공, 호안머리 보호공, 구조이음눈

3) 하상부

○ 밑다짐공, 하상보호사석 상태, 하상의 퇴적 및 세굴 상태 등

4) 배수통관

5) 기타시설

○ 시특법상의 1, 2종외의 하천횡단 구조물

※ 기타시설에 대하여는 평가를 실시하지 않고, 손상상태도 및 보수·보강 방안만 제시한다.

나. 부재별 정밀안전진단 요령

각 부재별 정밀안전진단 요령은 5.3.1절의 정밀점검 요령에 준하여 실시하며, 보다 정밀한 외관조사를 병행한다.

다. 수중구조물 점검사항

[표 5.3] 수중구조물 점검사항

점 검 부 위		점 검 사 항
표준제	비탈덮기	비탈덮기 유실, 제체의 유실
	기초(비탈멈춤), 밑다짐공	세굴 및 파손
특수제	옹 벽	균열, 박리, 기초부 세굴
	말 뚝	부식 및 기초부 세굴
	석 축	기초부 세굴

5.4 균열조사 요령

5.4.1 일반

균열의 발생은 콘크리트 체적변화와 구속조건에 기인하는 것이지만 그 원인은 다양하고 그것이 복합되어 균열이 발생하는 경우가 많다. 그 때문에 균열이 발생했다면 여러 가지 관점에서 그 원인을 추적할 필요가 있으므로 균열의 형태에 대한 조사가 필요하다.

연속된 하나의 균열이라 해도 위치에 따라 폭이 다른 것이 보통이며, 보수·보강의 필요 여부 판정의 자료로 할 경우에는 최대 균열폭을 이용하게 된다. 그러나 최대 폭을 나타내는 부분이 균열의 전체 길이 중 극히 일부분 일 경우나, 균열의 가장자리의 콘크리트가 국부적으로 일그러진 탓으로 다른 부분에 비교하여 큰 최대 폭이 되었을 경우 등에는 과잉 보수를 하게 되는 경우가 있다.

단순히 최대 균열폭에만 주목하는 것이 아니라 균열이 전 구간에 걸친 균열폭의 분포에도 유의해야 한다.

5.4.2 균열조사

가. 균열폭의 측정

① 균열폭은 콘크리트의 표면에서 균열 방향에 대해 직각으로 측정한 폭을 측정 기록한다.

② 균열폭은 균열 발생의 원인 추정, 보수·보강 필요 여부의 판정, 보수·보강의 판단 자료가 되므로 측정 시 변동 원인을 고려하여 목적에 맞도록 측정해야 한다.

③ 균열폭의 측정은 균열스케일(Crack Scale), 균열현미경 등을 사용한다.

나. 변동 균열의 측정

진행성 균열의 측정은 전기적인 측정 방법과 클립게이지를 사용하는 방법, 전기식 다이얼 게이지를 사용하는 방법이 있다. 또 표적기간을 접착게이지를 사용해 측정해도 된다.

균열폭의 변동을 검토할 경우는 초기 값을 측정한 위치를 구조물에 기록하여 두고 그 후 같은 위치에서 측정하며, 다음 사항을 준수하는 것이 측정 결과의 신뢰성

을 확보하는 바람직한 측정 방법이다.

① 균열폭은 온도나 습도에 따라 변화되므로 변동 측정을 할 경우에는 측정시의 온·습도의 조건은 가능한 같도록 하는 것이 원칙이다.

② 하루의 온도는 시각에 따라 변화되므로 측정 시각은 되도록 일정하게 오전 10시 전후에 하는 것이 좋으며, 이 시각의 온도는 하루 평균기온에 거의 상당하므로 자료의 해석에 적합하다.

③ 직접 비를 맞는 경우의 구조물이나, 건축물의 외벽·지붕 슬래브 등의 부재에서는 강우가 있은 후 적어도 3일간 이상 경과된 뒤에 측정한다.

④ 보 등의 휨균열에서 구조내력 혹은 철근의 부식이 문제가 된다고 볼 수 있는 경우에는 철근과 같은 위치의 표면균열 폭을 측정한다.

다. 균열의 진행성

형성된 균열의 진행은 여러 요인의 영향을 받는다. 특히 균열제어 철근이 불충분하면 현저하게 영향을 받는다. 균열의 진행은 보수시 어떤 재료를 사용할 것인가와 언제 시행하는 것이 최적기인가에 영향을 주므로 보수작업을 시행하기 전에 장래 균열 움직임에 대한 평가를 하는 것은 중요하다.

따라서 균열을 발견한 경우는 그것이 진행성인 것인지 여부를 확인하여야 한다. 이것은 구조물 변상의 원인 추적, 균열의 성질 판정 및 방법의 결정을 위한 중요한 요소가 된다.

균열이 진행성인 경우 다음 사항을 조사한다.

1) 측정시기와 간격 및 기간

균열의 진행 상태 측정 간격은 균열의 진행 정도에 따라 다르나 초기에는 빈틈이 없이 조사기간 중 1～2주 정도의 간격으로 측정을 하고, 필요시 진행 정도가 둔한 경우에는 순차로 간격을 지연시켜 기간은 반년 이상으로 하는 것이 좋다.

균열이 진행하지 않는 경우라도 계절의 변화(건습이나 온도의 변화)에 따라 균열폭과 길이가 변화되므로 측정은 가급적 장기간 실시하는 것이 좋다. 균열의 진행이 급속한 경우에는 이미 발생된 균열과 균열 사이에 새로운 균열이 발생되는지의 여부를 조사한다.

2) 구조물에 가해지는 하중의 조사

균열의 진행이 인정되는 경우에는 구조물에 작용하는 하중에 대해서 조사한다. 이것은 활하중에 대해서 뿐만 아니라 토압, 기초의 이동, 회전, 침하, 인접 구조물에서의 영향 등 작용하는 하중의 크기와 그 이력에 대해서 조사한다.

3) 구조물의 구조 결함 조사

구조물의 콘크리트가 박락 등의 단면의 결손으로 철근이 부식, PS 강재의 절단 또는 정착부의 이완 등이 생긴 경우에는 부재의 강성이 저하되어 변형이 커지게 되고 균열이 진행되므로 구조상 결함의 유무에 대해서 조사한다.

4) 구조물의 환경 조사

건습의 반복 상태, 한랭지에서의 동결융해 상태 등을 조사한다.

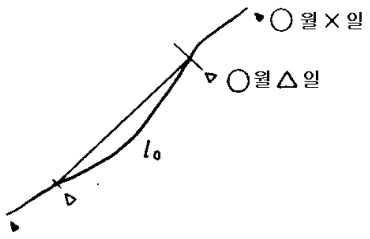
5) 사용재료의 조사

콘크리트 재료의 체적변화를 일으키는 것이 있는 경우, 예를 들면 알칼리 골재 반응을 일으키는 골재, 페이스트의 팽창 계수와 차이가 큰 골재, 팽창물질을 함유한 골재, 혼화재료, 특히 팽창제의 사용 등 균열 발생에 영향을 주는 재료의 사용 유무를 조사한다.

라. 균열의 길이와 형태

균열의 길이는 균열의 원인 추정과 보수·보강의 필요 여부 판정에는 그다지 크게 관계되지는 않으며, 길이에 따라서 균열이 국부적인 원인에 의한 것인지, 광범위한 원인에 의한 것인지 등의 파악이 필요하다.

균열의 길이는 주로 보수·보강의 규모 파악과 공사비의 산출에 필요하므로 적어도 균열폭이 0.05㎜ 정도 이상은 길이를 측정하고 기록할 필요가 있으며, 하나의 연속된 균열에서 보수하는 부분과 보수하지 않는 부분으로 구별하는 일은 거의 없으므로 가능한 눈으로 확인할 수 있는 전구간의 길이를 파악해 놓는 것이 좋다.



[그림 5.1] 균열 길이의 기록 예

마. 균열의 관통 여부

균열이 관통 여부는 물이나 공기가 통하는가의 여부로 판정되며, 관통 여부의 조사는 콘크리트의 양면에서 관찰이 가능한 경우에는 표면과 이면의 형태가 일치되고 있는가 하는 점이 점검사항이 된다.

균열의 관통 여부 측정에는 다음과 같은 방법이 있다.

① 균열 부분을 정확하게 육안으로 확인한다.

② 액체를 부어서 누수되는 위치나, 모양 등을 확인한다.

③ 코어링을 한다.

④ 초음파의 전달속도를 측정한다.

상기 균열조사 ①, ② 방법의 경우 균열에 빨간 잉크 등 색소(액체)를 미리 주입하여 액체와 공기가 통과하는가를 확인하면 된다. 한편, 콘크리트 양면이 관찰될 수 있는 경우는 표면과 이면의 형태가 일치하는가를 확인하면 된다.

바. 균열부 상황의 기록

균열부의 상태에서 이물질 충전의 유무, 백태현상의 유무, 철근의 녹 유무 등을 관찰하여 기록한다.

5.4.3 비파괴시험에 의한 균열깊이 조사[1)]

가. 일반

콘크리트 구조물에 발생된 균열깊이를 측정하기 위한 기본은 초음파전달속도법에 의하여 비파괴시험 방법으로 측정한다. 초음파의 발·수신자를 균열 근방에 설치하여 균열을 측정하는 방법을 기술한다.

초음파 발·수신자를 설치하는 위치와 탐촉자 직경에 따라 실제의 pulse 전달거리와 전달속도가 다르므로 균열깊이 추정 시에는 주의가 필요로 하며, 다음의 균열깊이 추정에 사용되는 발·수신자의 직경은 5㎝, 사용 주파수는 20㎒~60㎒ 사이의 탐촉자를 사용하는 경우이다.

나. T-법

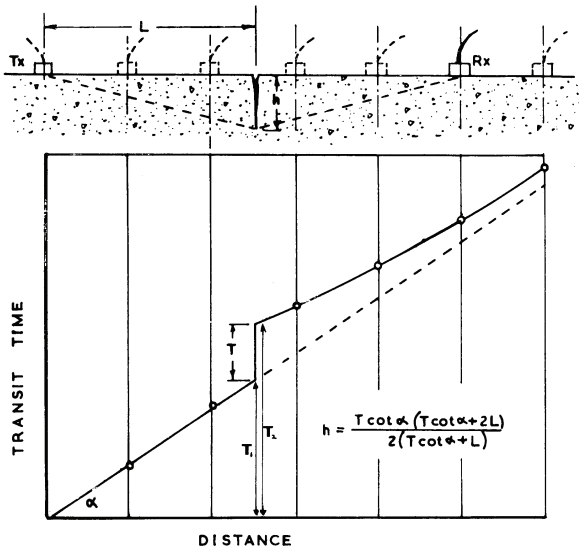
T-법은 발진자(Tx)를 고정하고, 수신자(Rx)를 10~15㎝ 간격으로 이동시켜 전파거리와 전달시간의 관계(주시곡선)로부터 균열 위치의 불연속 시간 T를 도면상에서 다음 식을 이용하여 균열 깊이 h를 구한다.

$$h = \frac{T\cos\alpha\,(T\cot\alpha + 2L)}{2\,(T\cot\alpha + L)} \quad \text{or} \quad h = \frac{L}{2}\left(\frac{T_2}{T_1} - \frac{T_1}{T_2}\right)$$

---

1) 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼 : 한국시설안전공단('06.12)

여기서, T : $T_2 - T_1$
L : 발진자(Tx)에서 균열까지의 거리
α : 주시곡선 시작점에서 균열까지의 전달시간 기울기
T_1 : 주시곡선의 측정 시작점에서 균열까지의 전달시간
T_2 : 주시곡선의 균열 시작점에서 이후의 전달시간



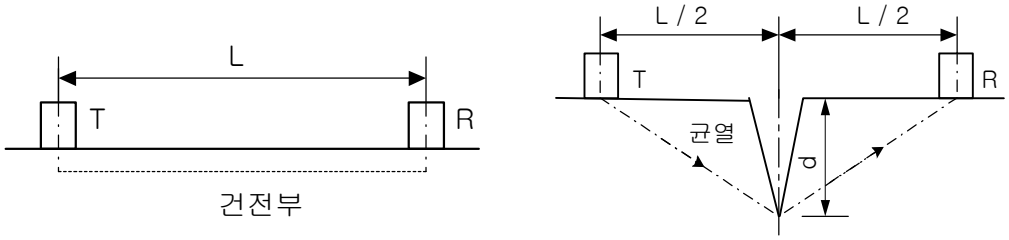
[그림 5.2] T-법

다. Tc-To 법

이 방법은 수신자와 발신자를 균열의 중심으로 등간격 x로 배치한 경우의 전파시간 Tc와 균열이 없는 부근 $2x$에서의 전파시간 To로부터 균열깊이를 추정하는 방법으로 균열 면이 콘크리트의 표면과 직각으로 발생되어 있으며, 균열 주위의 콘크리트는 어느 정도 균질한 것이라고 가정하여 유도한 것이다.

이 방법의 균열깊이 탐사 결과는 15% 정도의 오차를 가지고 있으며, 균열에서 발·수신자까지의 거리 x는 탐촉자까지의 거리이다.

$$h = X\sqrt{\left(\frac{T_C^{\,2}}{T_O^{\,2}} - 1\right)}$$

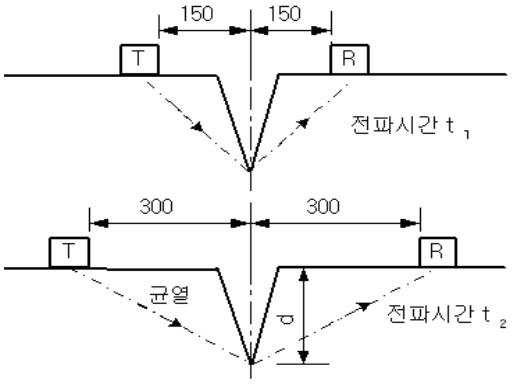


[그림 5.3] Tc-To 법

라. BS 법

BSI 1881 Part No. 203에 규정되어 있는 방법으로 발·수신자 배치를 균열 개구부에서 a_1=150㎜일 경우의 전파시간 T_1, a_2=300㎜ 일 경우의 전파시간 T_2를 이용하여 균열깊이 d를 추정하는 방법으로 콘크리트 내부에 존재하는 철근의 영향으로 측정 결과의 오류를 나타낼 수 있으므로 주의가 요구된다.

$$d = 150\sqrt{\frac{(4T_1^{\,2} - T_2^{\,2})}{(T_2^{\,2} - T_1^{\,2})}}$$



[그림 5.4] BS 법

마. 균열깊이 측정의 제약조건[1)]

① 균열깊이가 1,000㎜이상이 되면 수신하는 초음파전달속도가 현저하게 쇠퇴하기 때문에 일반적인 초음파측정기로는 측정이 곤란하다.

② 표층부 철근의 배근깊이가 100㎜이하가 되면 철근 배근깊이 이상인 표면균열의 깊이를 측정하는 것이 곤란하다.

③ 콘크리트의 품질불량 및 콘크리트 내부에 곰보나 공동(구멍) 등 다짐불량의 가능성이 있으면 정확한 측정이 곤란하다.

④ 균열 내부에 물, 이물질이 있는 대상이나, 미세균열이 밀집되어 있는 경우에는 측정이 곤란하게 된다.

⑤ 발생된 균열이 개폐되는 경향을 나타내고 있으면 측정이 곤란하다.

⑥ 측정 대상과 측정 정밀도

- 평탄한 측정면에 직각한 균열깊이 : 200㎜이하의 경우 ±5%
- 평탄한 측정면에 직각한 균열깊이 : 1,000㎜이하의 경우 ±3%
- 경사균열의 균열깊이 길이 : ±15%

---

1) 진단장비 활용·관리 매뉴얼 : 한국시설안전공단('06.12)

제 6 장

재 료 시 험

6.1 재료시험 일반

6.2 반발경도시험

6.3 초음파전달속도시험

6.4 콘크리트 코어시험

6.5 철근탐사시험

6.6 철근부식도시험

6.7 콘크리트 탄산화 깊이 측정

6.8 강재 용접부 비파괴시험

제6장 재료시험

6.1 재료시험 일반

6.1.1 일반

시설물의 상태 평가 및 안전성 평가를 적절히 수행하기 위하여 안전점검 및 정밀안전진단의 목적에 부합하는 현장 재료시험 및 실내시험을 실시하여야 하며 이를 위해 사전 현장조사, 도면 및 이전의 점검·진단보고서 검토 등을 통하여 필요한 시험항목 및 시험횟수를 산정하여야 한다.

안전점검 및 정밀안전진단을 실시함에 있어 시설물별로 필요한 재료시험의 최소시험항목과 기준수량은 본 세부지침을 따르며, 시설물의 특성과 안전점검 및 정밀안전진단의 목적에 따라 이를 조정할 경우에는 실시결과 보고서에 그 사유를 명시하여야 한다.

6.1.2 현장 재료시험

현장 재료시험은 시설물이 위치하는 현장에서 구조물에 손상을 입히지 않고 강도 및 결함 등을 측정하는 것으로 이에 대한 세부사항은 시설물별 세부지침에 따른다.

재료시험방법은 구조물의 특성을 간접적으로 측정하는 시험방법으로 시험장비 및 측정방법의 특징, 적용한계 등을 고려하여 측정하여야 하며, 시험을 실시하는 자는 시험장비의 사용법을 숙지한 충분한 경험을 갖춘 자이어야 하며 검·교정을 필한 장비를 사용하여야 한다.

6.1.3 실내시험

구조물로부터 재료의 일부를 채취하여 시험실에서 실시하는 실내시험은 특정부분에 대한 자료가 필요할 경우 사용되며, 구조물에 손상을 주기 때문에 가능한 전체적인 시설물의 평가에 유용할 경우에만 실시하여야 한다.

또한 재료채취에 의해 손상을 입은 부위는 원래 상태로 복구를 해야 한다.

실내시험은 KS규격을 기준으로 실시하고 KS규격에 없는 시험은 ASTM이나 AASHTO 등의 외국기준에 의해 실시할 수 있다.

실내시험에는 다음과 같은 시험들이 있다.

가. 콘크리트 시험

강도, 수분함량, 공기량, 염화물함유량, 탄산화깊이 시험 등

나. 강재시험

강도 등

다. 토질재료 시험

입도, 함수비, Atterberg한계, 투수, 다짐, 압밀, 압축시험 등

6.1.4 시험결과의 해석 및 평가

현장 재료시험 및 실내시험 결과는 그 분야에 경험이 있는 자에 의하여 해석되고 평가되어야 하며 이전에 같은 시험이 실시된 경우에는 시험결과를 비교하여 차이점을 분석 평가하여야 한다.

또한 같은 재료 특성을 평가하는데 다른 형식의 시험방법이 사용되는 경우에는 각 시험결과를 비교하여 차이점을 파악하여야 한다.

필요한 경우 기존자료와 현장 계측자료를 토대로 예상되는 문제점을 분석하기 위하여 모델링을 통하여 이론적 해석을 실시할 수 있다.

6.1.5 시험 보고서

모든 현장 재료시험 및 실내시험 결과는 시험 보고서의 형태로 안전점검 및 정밀안전진단 보고서에 수록하여 시설물관리에 필요한 자료의 일부로 사용하여야 한다.

6.2 반발경도시험[1)]

6.2.1 일반

가. 일반

반발경도시험은 콘크리트의 압축강도를 비파괴로 추정하는 방법의 하나로 경화된 콘크리트 표면을 타격할 때, 측정 반발도(R)와 콘크리트의 압축강도(Fc)와의 사이에 특정 상관관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 한다.

반발경도시험 결과로 분석된 콘크리트 비파괴강도는 콘크리트 표면 상태에 국한되고 콘크리트 내부의 강도를 추정할 수 없다는 단점을 가지고 있기 때문에 콘크리트 비파괴강도 추정 시의 유일한 지표로 사용하기에는 문제점을 내포하고 있다.

나. 적용 범위

본 세부지침에서는 경화된 콘크리트의 반발경도와 압축강도 사이의 상관관계에 따른 상관식을 도출하여 적용하는 것을 원칙으로 하며, 이것이 쉽지 않은 경우 기존의 콘크리트 비파괴강도 제안식을 활용하여 평가할 수도 있다. 다수의 신뢰할 수 있는 비파괴강도 추정식이 제시되어 있으나, 추정식의 다양성만큼 비파괴강도가 일정하게 얻어지는 것이 아니므로, 코어 표본의 압축강도를 구하여 이 측정값과 반발도와의 상관관계를 구하는 것이 우선되어야 한다.

콘크리트 표면의 경도로부터 콘크리트의 비파괴강도를 추정하는 방법으로 그 시험 방법, 적용 가능한 강도 범위, 판정식 및 판정의 평가 방법에 대한 고려가 비파괴강도를 판정하는 과정에서 필요하다.

본 세부지침에서는 보통콘크리트의 비파괴강도 추정을 위한 시험 등의 절차에 대해서 기술한다.

다. 측정기의 점검 및 교정

반발경도측정기는 엄밀한 검사를 하더라도 사용 후에 기계적인 오차가 발생하는 것이 단점이 있으므로 사전에 테스트 앤빌(test anvil)에 의한 정기 교정을 실시하여

---

1) ◦ KS F 2730:2003 콘크리트 압축강도 추정을 위한 반발경도시험 방법
◦ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼 : 한국시설안전공단('06.12)
◦ 진단장비 활용·관리 매뉴얼 : 한국시설안전공단('06.12)

야 한다.

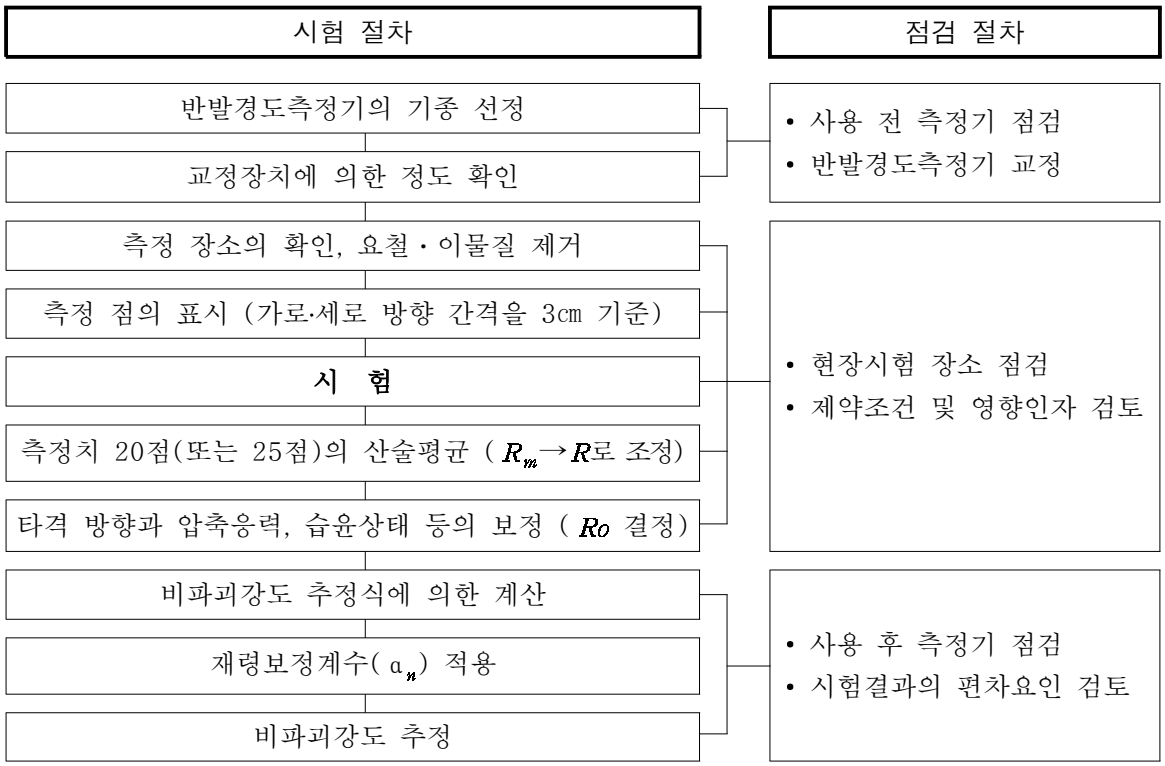
테스트 앤빌에 의한 반발경도측정기(N형)의 반발경도 R은 80을 기준으로 80±2의 범위를 정상으로 할 경우, 가능한 한 80±1의 범위이어야 한다. 이 범위의 값을 벗어날 경우 조정하여야 한다. 반발값이 72 정도까지 나타나고 더 이상 반발값이 올라가지 않을 경우에는 다음 식에 의하여 보정하며, 이 이상의 보정값을 필요로 하는 반발경도측정기는 사용하지 않는 것이 좋다.

$$R = Ro \times 80 / Ra$$

여기에서 Ra : 테스트 앤빌에 따른 하향 타격시(α=−90°)의 반발도
Ro : 반발도 R의 평균값

반발경도측정기와 테스트 앤빌의 보정 특성인 액면 수치(Ra)는 제작사에 따라 교정 반발경도의 치수의 범위는 차이를 나타내므로 유의하여 사용하여야 한다. 이는 제조사가 다른 반발경도측정기와 앤빌을 혼용하여 이용할 경우에는 그 결과 값(Ra)이 상이하므로 특별한 주의가 필요하며, 무심코 이를 혼용하여 사용하였을 경우 평가된 콘크리트 비파괴강도의 신뢰성에 문제점으로 나타난다.

6.2.2 시험 등의 절차



[그림 6.1] 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차

가. 보정반발경도(Ro)의 계산

① 반발경도시험 값(Rm) 20개의 평균을 산정

② 평균값에서 ±20%이상 벗어나는 경우의 시험값은 버리고 나머지 시험값의 평균(R)을 산출

③ 시험값 중 버리는 값이 4개 이상인 경우는 시험 부위의 결정에서 문제가 있을 수 있으므로 전체 시험값 군을 무시

④ 반발경도시험 현장의 여건 등을 고려하는 반발경도에 영향을 미치는 요인을 검토하여 각종 보정값(△R)을 산정

⑤ 산정한 보정값(△R)을 평균시험값(R)에 가감하여 보정반발경도(Ro)를 결정하여 콘크리트 비파괴강도 추정에 적용

⑥ 보정반발경도(Ro)는 소수 첫째자리 기준

나. 반발경도시험의 제약 조건

1) 반발경도측정기 활용을 위한 제약조건의 검토

○ 대상구조물의 제약조건과 종류, 측정범위 등을 파악하여 시험 결과의 정밀도를 높일 수 있는 방법을 강구하여야 한다.

○ 콘크리트에서의 반발도와 비파괴강도와의 관계는 각종 영향인자에 따라 다르므로 비파괴강도 추정의 정도를 향상시키기 위해서는 반드시 이들 인자에 관한 정보를 입수하여 이를 반영시켜야 한다.

○ 현장측정 및 결과분석에 대한 절차는 KS F 2730의 규정에 준한다.

2) 대상 구조물의 제약조건

○ 측정 부재의 선정

- 부재의 두께 : 측정부의 콘크리트 두께 10㎝ 이상인 장소 선정
- 측정 위치 : 보, 기둥 등 모서리로부터 3~6㎝ 이상 떨어진 장소에서 측정

○ 측정 장소의 선정

- 엷은 바닥판이나, 벽에서는 고정단 부근이나, 지지변에 가까운 장소를 선정
- 보, 기둥 등에서는 시공이음부, 재료분리, 높이, 방향 등의 강도변화를 고려해서 측정장소를 선정
- 측정면이 모르타르, 타일 등 부착물이 있는 장소 등은 회피
- 미장, 도장이 있을 경우 이것을 제거하여 콘크리트 면을 노출
- 타격방향은 항상 측정면에 대하여 직각방향으로 조용히 눌러서 측정

다. 반발경도시험에 영향을 미치는 인자

반발경도에 미치는 영향인자와 시험결과에 편차 요인에 대하여 시험 전·후에 이를 파악하여 산정한 각종 보정값(△R)을 콘크리트 비파괴강도 추정에 적용하여야 한다.

1) 반발경도에 미치는 영향인자

- 콘크리트 및 반발경도측정기의 온도
- 콘크리트 표면의 함수 상태
- 콘크리트 탄산화 정도
- 측정 시 타격방향
- 반발경도측정기의 종류
- 콘크리트의 거동

2) 시험결과의 편차 요인

- 시험결과 편차의 요인과 표준편차
- 콘크리트의 재료와 조합의 관계 : 시멘트, 골재 등
- 측정 대상면의 상태 : 콘크리트 표면상태, 측정 높이, 구속력 등
- 콘크리트의 재령
- 비파괴강도 추정 제안식의 이용

6.2.3 콘크리트 비파괴강도 추정

가. 코어 표본을 이용한 반발경도와 압축강도의 상관관계

반발경도와 압축강도 사이의 상관관계를 구하는 방법 중 가장 신뢰할 수 있는 것은 현장 콘크리트의 코어를 통해 정보를 얻는 것이다.

① 코어 표본의 반발경도시험은 코어 표본을 채취하고자 하는 위치에서 코어채취 이전에 실시하여야 한다.

② 반발경도시험 값 군의 평균과 코어 표본으로 구한 압축강도를 통해 개별 시험 값을 플로트하고 전체 결과에 대한 선형 회귀식을 최소 제곱법에 의해 해당 시설물의 콘크리트 비파괴강도(Fc) 제안식을 도출한다.

$$Fc = k_1 \cdot Ro + C \quad (\mathrm{MPa})$$

여기서, Ro : 반발도 R의 평균값

k_1, C는 상수

나. 기존의 제안식을 이용한 콘크리트 비파괴강도 추정

반발경도를 이용한 비파괴강도 추정은 가급적 시험 대상 구조체의 수 개소에 대해서 반발경도를 구하고, 상기 성형 및 코어 표본에 의한 반발경도와 압축강도의 비파괴강도 제안식을 이용해야 한다.

다음은 국내에서 주로 이용되고 있는 제안식을 정리한 것으로 이외의 신뢰성 있는 제안식을 이용할 수 있으며, 제안식의 적용은 시험 방법 및 시험 조건에 맞는 제안식을 선정하는 것이 중요하다.

[표 6.1] 기존의 비파괴강도 추정 제안식

연구자	추정 제안식 (MPa)	비고
일본재료학회	$F_c = -18.0 + 1.27 \cdot Ro$	
동경 건축재료 검사소	$F_c=(10Ro-110)\times0.098$	
일본건축학회	$F_c=(7.3Ro+100)\times0.098$	
U.S Army	$F_c=(-120.6+8.0Ro+0.0932Ro^2)\times0.098$	
木村	$F_c=(9.37\times(0.987)^t Ro+(1.3t-109))\times0.098$	t는 재령(년)

다. 재령보정계수

콘크리트의 재령이 경과함에 따른 반발경도와 압축강도의 상관관계는 변하게 하며, 탄산화의 효과는 콘크리트의 표면반발경도를 증가시킨다.

따라서 장기재령 콘크리트의 강도 추정에서는 재령 28일의 강도추정식에서 구해진 비파괴강도에 슈미트해머 제조사에서 제시하고 있는 [표 6.2]의 재령보정계수(α)를 곱하여 평가한다.

[표 6.2] 재령보정계수, α의 값 ($F_{28} = Fc \times \alpha$)

재령(일)	28	100	300	500	1000	3000
α	1.0	0.78	0.70	0.67	0.65	0.63

라. 코어강도를 고려한 비파괴강도 보정계수

신뢰성있는 비파괴강도 추정을 위해서는 실구조물에서 채취한 코어강도를 고려할 필요가 있으며, 이를 위하여 선정된 비파괴강도 제안식에 아래와 같이 보정계수를 산출한 후, 보정계수를 제안식에 곱하여 대상 시설물의 콘크리트 비파괴강도를

추정하는 것이 바람직하다.

보정계수, $C_i=(\sum_{i=1}^{k}\frac{R_{pr}}{R_{st}})/k$

여기서, R_{pr} : 코어 압축강도(MPa)

R_{st} : 반발경도시험에 의해 추정된 비파괴강도(MPa)

k : 자료의 개수

6.2.4 시험 보고서

시험결과 보고서는 반발경도시험에서 권장하는 사항에 따라 시험되었음을 명확히 하고, 시험조건 및 피시험체와 관련된 정보를 제공할 수 있도록 작성한다.

○ 시험 일자, 시간

○ 구조물에서 시험 영역의 위치

○ 시험 대상 구조물 또는 표본에 대한 설명

○ 콘크리트의 설계 조건

○ 시험 위치의 표면 상태

• 마무리 정도, 균열, 박리, 화재 피해 유무 등

○ 시험시의 온도 및 콘크리트의 재령

○ 콘크리트 내부의 함수 상태

• 습윤 상태, 표면 건조 상태, 기건 상태 등

○ 반발경도측정기의 종류 및 제품 번호

○ 반발경도측정기의 타격 방향

○ 시험 부위별 반발경도의 평균값

○ 버린 반발경도의 값 및 위치

6.3 초음파전달속도시험[1)]

6.3.1 일반

가. 일반

콘크리트에서의 초음파전달속도시험는 음향적 측정방법인 음속법의 하나로 초음파의 투과속도가 콘크리트의 밀도 및 탄성계수에 따라서 변화하는 것을 이용하며, 초음파가 콘크리트를 통과하는 시간(Pulse Velocity)을 측정하여 이로부터 콘크리트의 비파괴강도, 결함의 유무, 균열 및 콘크리트의 내부 분리, 공동현상 등을 추정하는 비파괴적인 방법에 이용한다.

일반적으로 점검과 진단에서 사용하고 있는 콘크리트 초음파측정기는 측정대상 콘크리트에 동일한 사용목적을 가지며, 초음파전달속도는 콘크리트의 구성 성분, 다짐 정도, 숙성도, 콘크리트 제품과 구조물 내에 본래부터 존재하는 자유수의 함유량에 따라 결정된다.

나. 적용범위

본 세부지침에서의 초음파전달속도시험은 콘크리트의 한쪽 끝에 접촉시킨 탐촉자로부터 발신한 초음파 펄스가 콘크리트 내부를 통과하여 반대방향의 다른 끝 쪽에 접촉시킨 탐촉자에 도달할 때까지의 소요시간 및 양 탐촉자간 거리를 측정하여 음속을 구하고, 그 음속값을 이용하여 콘크리트의 비파괴강도를 추정하기 위하여 실시한다.

이 시험 방법은 콘크리트 비파괴강도 추정 이외에도 콘크리트의 탄성 계수, 균열 깊이, 내부 결함 등을 검사하는 데 이용할 수 있으며, 콘크리트의 비파괴강도를 추정하는 경우 다수의 신뢰할 수 있는 추정 제안식이 제시될 수 있으나, 추정식의 다양성만큼 비파괴강도가 일정하게 얻어지는 것이 아니므로 성형 또는 코어 표본의 압축강도를 구하여 이 측정값과 펄스속도와의 상관관계를 구하는 것이 우선되어야 한다.

다. 측정기의 영 보정(Zero Setting)

○ 측정기를 사용하기 전에는 반드시 측정기에 대한 교정을 하여야 한다.

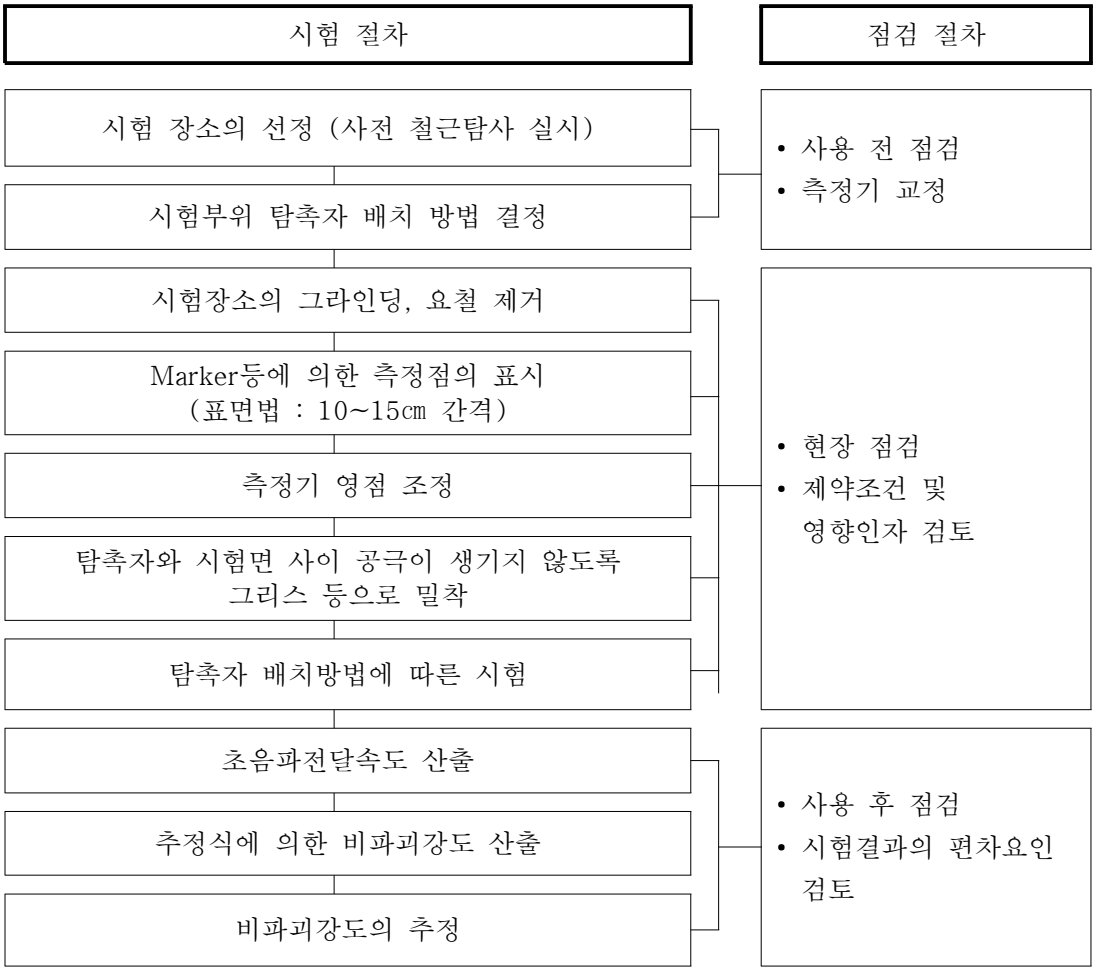
---

1) ◦ KS F 2731:2003 콘크리트 압축강도 추정을 위한 초음파 펄스 속도 시험 방법
◦ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼 : 한국시설안전공단('06.12)
◦ 진단장비 활용·관리 매뉴얼 : 한국시설안전공단('06.12)

○ 발신 및 수신 탐촉자를 합쳐서 측정 거리가 Zero의 경우에서 전달시간이 영점으로 타나나는 확인 여부와 측정 전에 표준시험체(교정봉)로 측정해서 미리 영 보정을 하여야 한다.

○ 탐촉자 및 케이블의 교체의 경우 매번 영 보정하여야하며, 전자회로나 케이블의 안정성을 확인하기 위해 수시로 영 보정을 재확인할 필요가 있다.

6.3.2 시험 등의 절차



[그림 6.2] 초음파전달속도시험 및 측정기 점검 등의 절차

나. 초음파전달속도시험의 제약조건

1) 측정기 활용을 위한 제약조건의 검토

○ 측정 대상구조물의 제약조건과 종류, 측정범위 등을 파악하여 측정 정밀도를 높일 수 있는 방법을 강구하여야 한다.

○ 콘크리트 중의 초음파전달속도와 압축강도의 관계는 각종 영향인자에 따라 다르다. 비파괴강도 추정이나, 결함탐사의 정도를 향상시키기 위해서는 반드시 이들 영향인자에 관한 정보를 입수하여 이를 반영시켜야 한다.

○ 현장측정 및 결과분석에 대한 절차는 KS F 2731의 규정에 준한다.

2) 측정 대상으로 하는 구조물에서의 제약조건

① 측정 대상구조물 : 콘크리트 구조물 전반

② 제약조건

- 콘크리트 표면에 도장이나, 외장재 및 구조물 내부에 철근이 과밀 배근되어 있는 경우, 균열 내부에 수분, 충전물, 미세균열, 밀집균열 등이 존재하는 구조물에서의 초음파전달속도의 시험은 곤란하다.
- 초음파전달속도시험 대상 콘크리트 면에 강재나 공동(구멍), 곰보가 존재하는 경우에는 초음파전달속도시험 결과가 크게 변화될 수 있다.
- 초음파전달속도시험에서는 시험 결과에 영향을 미칠 수 있는 부분과 없는 부분에 대한 병용 시험을 통해서 이를 확인하는 것이 바람직하다.
- 측정하기 전에 측정 위치 부근에 철근탐사장비로 철근이나 강재 등의 배치 여부 등을 확인하는 것이 필요하다.

다. 초음파전달속도시험에 미치는 영향인자

초음파전달속도에 미치는 영향인자와 시험결과에 편차 요인에 대하여 시험 전·후에 이를 파악하여 산정한 각종 영향계수를 콘크리트 비파괴강도 추정에 적용하여야 한다.

1) 초음파전달속도에 미치는 영향인자

○ 콘크리트의 함수량

- 콘크리트는 습윤상태일수록 초음파전달속도는 커진다.
- 대상 부재의 함수량 차이를 고려하여 측정된 초음파전달속도를 보정해야 한다.

○ 콘크리트의 온도

- 콘크리트의 온도변화에 따라 초음파전달속도는 변한다.
- 콘크리트가 고온일 경우 초음파전달속도는 감소하며, 저온으로 동결되었을 경우 초음파전달속도는 증대하므로 이에 대한 보정이 필요하다.

○ 측정거리(표면법의 경우 : 탐촉자간의 간격)

- 콘크리트의 이질적인 성질이 시험에 영향을 미치지 않도록 충분히 길어야 한다.
- 굵은골재의 최대치수가 20㎜ 미만의 경우 측정거리는 100㎜ 이상
- 굵은골재의 최대치수가 20~40㎜의 경우 측정거리는 150㎜ 이상

○ 시험체의 형상

• 시험대상이 되는 부재의 단면치수에 따라 초음파전달속도에 영향을 미친다.

• 시험대상의 최소허용 측면 치수를 고려하여 시험하여야 한다.

○ 철근의 영향

• 강재에서의 초음파전달속도는 약 5.1㎞/s로 콘크리트보다 크다.

• 강재는 콘크리트에서 추정된 초음파전달속도의 정확도를 감소시키므로 가능한 한 철근이 탐촉자 사이의 직진 경로 그 가까이에 놓여 있지 않는 조건에서 시험해야 한다.

• 철근 간섭을 허용하기 위한 초음파전달속도 시험값의 보정의 경우는 다음과 같으며, 이에 대한 보정한다.

- 철근이 초음파 경로와 평행으로 배근된 경우
- 철근이 초음파 경로와 직각으로 배근된 경우

○ 접촉매질

• 탐촉자와 콘크리트면과의 접촉(밀착) 상태가 불량한 경우에는 측정치의 재현성은 없어지고, 그 신뢰도 확보가 곤란하다.

• 접촉매질로 인해 콘크리트의 특성이 연속성을 잃을 수 있으므로, 접촉매질의 층이 얇아져 최소값이 얻어질 때까지 읽기를 반복한다.

2) 측정결과의 편차요인

○ 콘크리트의 재료, 배합, 재령

• 콘크리트의 재료, 배합, 재료 등에 따라 초음파전달속도는 다르므로 비파괴강도 추정 전에 반드시 이들 정보를 입수하여 검토한 결과를 반영하여야 한다.

○ 측정 대상면의 상태

• 콘크리트 표면에 모래입자, 먼지, 수분함유, 미세균열 등은 초음파전달속도에 영향을 미치므로 이를 고려한 시험이 필요하다.

○ 측정기의 사용요령

○ 탐촉자의 연결

○ 초음파전달속도의 관계

○ 비파괴강도 추정식의 이용

6.3.3 초음파전달속도시험

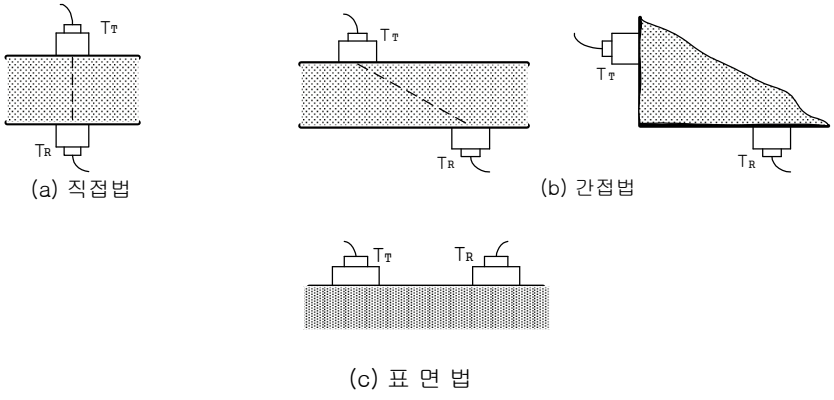
가. 탐촉자의 배치

본 시험의 정확도는 주로 투과 거리 측정의 정확도에 의해 좌우되며, 이 경우 탐

촉자 간의 에너지 이동이 최대이기 때문에 비파괴강도 추정 시에는 [그림 6.3]에서 (a)의 직접법인 대향면의 배치방법을 원칙으로 한다.

다만 현장에서 탐촉자를 직접법으로 배치할 수 없는 경우 [그림 6.3]의 (b)와 (c)와 같은 간접법과 표면법으로의 측정은 그 신뢰성에 문제가 제기되고 있으나, 현장 조건에서는 표면법 적용의 경우가 많다.

이때 표면법의 탐촉자 간격은 100～150㎜ 간격으로 측정하는 것이 좋다.



(a) 직접법 (b) 간접법

(c) 표 면 법

[그림 6.3] 초음파 펄스 시험을 위한 탐촉자 배치 방법

나. 초음파전달속도의 산정

1) 직접법(V_d)

$$Vd = \frac{L}{T}$$

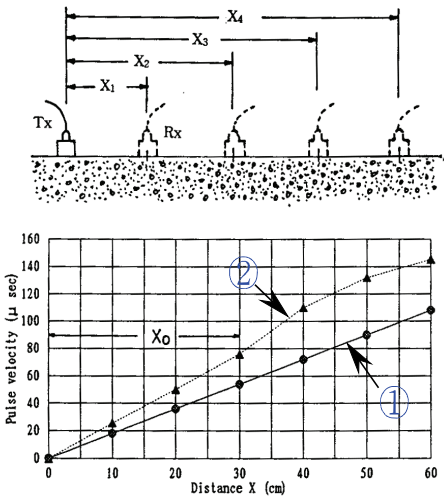
여기에서 V_d : 직접법에 의한 초음파전달속도(m/s)
L : 투과 거리(m)
T : 유효 시간(s)

2) 표면법(V_i)

[그림 6.4]에서 ①의 경우로 각 거리 X_i에 대한 전달시간 T_i를 측정하여 X_i와 T_i의 관계를 그래프에 도시하여 나타나는 회귀직선식 $T = a + b \cdot S$의 상관관계에서 기울기의 함수를 초음파전달속도 V_i를 결정한다.

$$\frac{dS}{dT} = \frac{1}{b} \quad (= Vi: \text{표면법 초음파전달속도})$$

[그림 6.4] ②의 경우인 콘크리트 내부의 구성 요소와 균열 및 결함 등에 의해 초음파전달속도가 분산되면 경험적으로 3점 이상이 일직선으로 형성되는 구간의 회귀직선식에서 분석된 결정계수 r^2값이 99% 이상([그림 6.4]에서 Xo 구간)이 되는 전달속도 V_i를 결정한다.



[그림 6.4] 표면법에 의한 초음파전달속도의 측정

6.3.4 콘크리트 비파괴강도 추정

가. 코어 표본을 이용한 초음파전달속도와 압축강도와의 상관관계

본 시험에 의한 콘크리트 비파괴강도를 도출하기 위해서는 구조체의 콘크리트에서 채취한 코어 표본을 이용하는 것이 유효하다.

○ 절단과 습윤 처리된 코어 표본의 초음파전달속도는 구조물의 일부로 구성되어 있을 때보다 일반적으로 높게 나타나므로 코어 표본 채취 전에 초음파전달속도를 시험을 하는 것이 필요하다.

○ 초음파전달속도시험 값과 코어 표본으로 구한 압축강도 시험 값을 플로트하고 전체 결과에 대한 선형회귀식을 최소 제곱법에 의해 해당 시설물의 콘크리트 비파괴강도 제안식을 도출한다.

$$Fc = k_1 V_d + C \quad (Mpa)$$

○ 코어 표본의 압축강도 시험은 KS F 2422[1]에 따른다.

나. 기존의 제안식을 이용한 콘크리트 비파괴강도 추정

초음파전달속도를 이용한 비파괴강도 추정은 코어 표본에 의한 초음파전달속도와 압축강도의 비파괴강도 제안식을 이용해야 한다.

다음은 국내에서 주로 이용되고 있는 제안식을 정리한 것으로 이외의 신뢰성 있

1) KS F 2422 : 콘크리트에서 절취한 코어 및 보의 강도시험 방법

는 제안식을 이용할 수 있으며, 제안식의 적용은 시험 방법 및 시험 조건에 맞는 제안식을 선정하는 것이 중요하다.

[표 6.3] 기존의 비파괴강도 추정 제안식

연구자	추 정 식 (MPa)	비 고
일본건축학회식	$Fc=(215V_d-620)\times0.098$	V_d : 직접법에 의한 초음파전달속도 (㎞/s)
일본재료학회식	$Fc=(102V_d-117)\times0.098$	
J.Pysziak의 제안식	$Fc=(92.5V_d^2-508V_d+782)\times0.098$	
谷川의 제안식	$Fc=(172.5V_d-499.6)\times0.098$	

다. 초음파전달속도의 관계

초음파전달속도는 재료의 종류, 배합, 함수율 등 여러 가지의 원인으로 변동을 나타내고 있으며, 현장 콘크리트의 초음파전달속도 관계는 $V_d \approx 1.05 \sim 1.15 V_i$ 의 사이에 있다고 경험적으로 보고되고 있으며, PUNDIT 사용 설명서에서는 정량적인 콘크리트에서는 $V_d \approx 1.05 V_i$의 근사적인 관계로 나타내고 있다고 하였다.

보다 정확한 직접법(V_d)과 표면법(V_i)의 초음파전달속도의 관계를 파악하기 위해서는 표면법 측정을 수행한 동일한 부위에서 채취한 코어의 종파(직접법)속도를 측정하여 상관관계에 의해 환산하여 이용하는 방법이 바람직하다.

라. 비파괴강도 보정계수

선정된 비파괴강도 제안식에 아래와 같이 보정계수를 산출한 후, 보정계수를 제안식에 곱하여 대상 시설물의 콘크리트 비파괴강도를 추정한다.

보정계수 $C_t=(\sum_{i=1}^{k}\frac{R_{pr}}{R_{st}})/k$

여기서, R_{pr} : 코어 압축강도(MPa)

R_{st} : 초음파전달속도시험에 의해 추정된 비파괴강도(MPa)

6.3.5 시험 보고서

보고서는 초음파전달속도시험이 관련 근거에서 권장하는 사항에 따라 시험되었다는 것을 명확히 하고, 시험조건 및 피시험체와 관련된 정보를 제공할 수 있도록 하여야 하며, 다음 사항을 기록한다.

○ 시험 일자, 시간

○ 구조물에서 시험 영역의 위치

○ 시험 대상 구조물 또는 표본에 대한 설명

○ 콘크리트의 설계 조건

○ 초음파전달 경로와 탐촉자 위치에 대한 스케치

• 시험 부위 근처의 철근 또는 덕트의 세부 사항 포함

○ 시험 위치의 표면상태

• 마무리 정도, 균열, 박리, 화해 유무 등

○ 시험시의 온도 및 콘크리트의 재령

○ 콘크리트 내부의 함수 상태

• 습윤상태, 표면건조상태, 기건상태 등

○ 장치의 종류, 신뢰도, 주파수 및 주요 특징

○ 투과거리, 시험방법 및 결과의 정확도

○ 초음파전달속도의 시험 값

○ 철근 간섭으로 보정된 초음파전달속도 값

6.4 콘크리트 코어시험[1)]

6.4.1 일반

가. 일반

채취한 코어의 시험은 콘크리트 상태평가에 대한 가장 신뢰할 수 있는 시험 방법이나, 콘크리트 구조물에서 코어를 광범위하게 채취하지 못하는 현장여건의 어려움으로 대표적인 부분에 대해서 코어를 채취하고 광범위하게 실시한 비파괴시험 결과의 모체로서 콘크리트 강도 및 내구성 평가에 이용되고 있다.

현장에서 채취한 코어로부터 압축강도를 추정하는 방법은 국부파괴시험으로 비파괴시험과는 구별되지만, 구조물의 실제 강도를 추정한다는 관점에서 비파괴적인 방법과 함께 실시한다. 그러나 내하 콘크리트 구조물에 있어 휨 부재에 대한 적용은 제한적이며, 구조물에 한정적으로만 적용이 가능하다는 단점이 있다.

코어채취의 기본적인 제약점들은 소요비용, 채취의 불편함, 콘크리트 구조물의 국부파손 등의 특징이 있다.

나. 적용 범위

채취된 코어의 활용 목적은 다음과 같다.

① 대상 콘크리트의 관련 제반 정보 수집

② 코어강도와 각 비파괴시험법에 따른 비파괴강도 추정식의 신뢰성 확보를 위한 보정

③ 내부철근의 피복과 직경 측정 결과의 확신

④ 철근부식 상태 측정 결과의 확인

⑤ 발생 균열깊이의 측정 결과의 검증 및 보수상태 확인

⑥ 물리성 조사 : 탄산화깊이, 염화물함유량, 알칼리 골재 반응시험 등

다. 코어비트

보통 코어비트의 유효 천공지름으로는 ø10～400㎜ 정도이며, 천공지름은 일반적

---

1) ◦ KS F 2422:2002 콘크리트에서 절취한 코어 및 보의 강도 시험 방법
◦ KS F 2405:2005 콘크리트의 압축강도 시험 방법
◦ 진단장비 활용·관리 매뉴얼 : 한국시설안전공단('06.12)

으로는 내경을 나타내고 있어 코어채취 시에 코어비트의 두께 등을 고려하여야 한다.

1) 습식 코어비트

일반적으로 사용하는 코어드릴의 비트는 다이아몬드를 절삭재로 사용하여 박아 만든 보링용 비트로 절단 작업 중 코어드릴에 냉각수를 공급하면서 천공 하는 습식을 주로 이용하고 있다.

코어채취 시 필요한 냉각수의 양과 필요 천공속도를 파악하여야 한다.

2) 건식 코어비트

코어를 채취하는 과정에서 콘크리트 중 일부 성분의 유출을 방지 할 목적으로 천공하는 건식은 내열성의 코어비트를 사용한다.

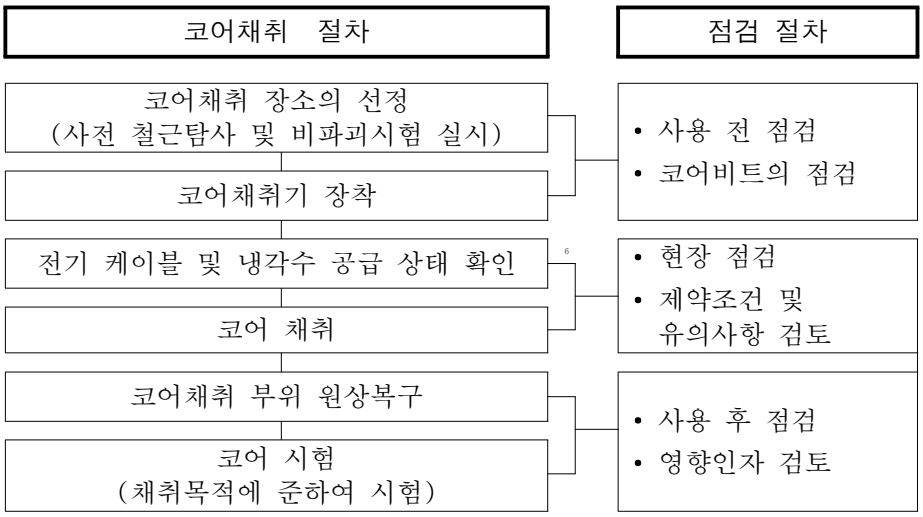
6.4.2 코어채취

가. 채취기의 활용을 위한 제약조건 검토

○ 코어채취 대상구조물의 제약조건과 종류, 채취범위 등을 파악하여 결과의 정밀도를 높일 수 있는 방법을 강구하여야 한다.

○ 열화 손상이 심한 장소에서 코어를 채취할 경우에는 인접하여 비교적 양호한 장소에서도 코어를 채취하여 상호 비교하는 것이 바람직하다.

○ 코어채취 과정에서 구조물 및 코어 공시체가 손상이 되지 않도록 하여야 하며, 채취된 코어의 강도시험 방법은 KS F 2422 규격에 준한다.



[그림 6.5] 코어채취 방법 및 기기 점검 등의 절차

나. 코어채취의 유의사항

1) 코어채취 장소의 선정

① 코어채취 방향

- 코어채취 방향, 위치 및 수분공급의 유무 등에 의해 콘크리트의 품질이나 열화 정도가 다르기 때문에 조사목적에 맞는 채취 방향과 위치를 정하여야 한다.

② 코어채취장소의 선정

- 코어채취에 앞서 다음 사항에 대한 사전조사가 반드시 필요하다
  - 철근이나 배관·배선 등의 유무나 위치의 확인
  - 예정되어 있는 채취 장소의 작업환경에 대한 검토
  - 작업에 따르는 소음과 냉각수(배수·먼지 등)가 주변에 끼치는 영향

2) 대상 시설물에 따른 코어 채취 장소

- 대들보나, 슬래브에서는 주철근을 절단하는 경우가 없도록 유의하여야 한다.
- 코어를 완전 추출 또는 중간 추출할 것인지 등의 판단이 필요하다.
- 코어를 추출한 장소에 대해서는 신속히 보수하여야 한다.

3) 채취 코어의 직경 결정

- 강도평가의 경우 코어 공시체의 지름은 일반적으로 굵은골재 치수의 3배 이상으로 하고, 어떤 경우에도 2배 이하로 되어서는 안 된다.
- 조사 목적에 따라 콘크리트 중 일부 성분의 유출이 방지되도록 건식 코어비트의 사용이 필요하다.

4) 코어의 보관

- 코어 추출 즉시 코어에 부착되고 있는 가루 및 먼지 등을 씻어 내고, 철근이나 균열 등의 유무를 확인하고, 사진촬영 한다.
- 세척된 코어 표면의 변색깊이나 탄산화 깊이 등을 조사해 둔다.
- 세척과 확인 및 사진촬영이 끝나면 즉시 습기 찬 헝겊 등으로 코어를 감싼 후 두꺼운 비닐봉투에 수납하여 시험을 하는 장소로 발송한다.

5) 강도시험용 코어의 조건

- 채취한 코어는 거의 완전한 원기둥 모양의 공시체를 채취할 수 있어야 한다.
- 코어 공시체에 재료분리, 공극의 과다 및 코어의 단면 전체에 굵은골재가 포함될 경우 등은 강도시험용 공시체로서는 부적절이다.
- 코어의 표층으로부터 1㎝ 정도의 부분은 공시체로서 사용하지 않는 것이 좋다.
- 시험 중에 코어가 파손될 경우가 있기 때문에 예비 코어 공시체가 있는 것이 바람직하다.
- 채취된 코어는 채취 후 3~4일 이내에 시험을 하는 것이 바람직하다.

6.4.3 코어강도에 미치는 영향인자

가. 코어의 보존

- 코어의 수분함유에 있어서 포화건조상태는 공기 중 건조상태에 비해 10~15% 정도의 적은 값을 나타내므로 채취된 코어와 현장 콘크리트의 수분 상태를 고려하여 시험하는 것이 중요하다.

나. 높이/직경비의 영향

- 코어 공시체의 높이/직경비(h/d)가 적어질수록 겉보기 압축강도는 커진다.
- 공시체 높이가 직경의 2배보다 작을 경우에는 보정계수를 곱하여 공시체의 높이가 직경의 2배가되는 코어 공시체의 압축강도로 환산하여야 한다.

다. 매입 철근의 영향

- 코어를 가로지르는 철근은 강도시험 결과 5~10% 정도가 감소된다.
- 코어 축에 수직으로 철근이 존재한다면 압축강도는 보정을 하며, 보정 값이 10%를 초과하는 코어강도는 제외한다.

라. 드릴링의 영향

- 절단토크와 코어강도의 관계는 절단토크에 반비례해서 코어강도가 감소한다.
- 드릴링에서 토크(Torque)의 세기가 크면 클수록, 드릴링 속도가 빠르면 코어강도는 저하한다.

마. 코어채취 위치와 방향의 영향

- 일반적으로 콘크리트 채취방향이 콘크리트 타설방향과 직각인 경우(보통 수평방향 채취)는 평행인 경우에 비하여 약 8% 강도 저하가 발생하는 것으로 보고되고 있어 이를 고려할 필요가 있다.

바. 코어 직경의 영향

- KS F 2405에서 사용되는 콘크리트강도 시험용 표준공시체는 ø15×30㎝의 원주형 공시체를 사용
- 공시체의 형상이 닮은꼴이면 공시체의 치수가 작을수록 압축강도는 크게 나타나는 경향이 있으므로 설계기준에서는 ø10×20㎝ 공시체로 시험한 압축강도의 97%를 ø15×30㎝의 공시체 강도로 환산하도록 규정하고 있다.

6.4.4 시험 보고서

보고서는 코어채취 및 강도시험 등의 관련 근거에서 권장하는 사항에 따라 시험되었다는 것을 명확히 하고, 시험조건 및 피시험체와 관련된 정보를 제공할 수 있도록 하여야 하며, 다음 사항을 기록한다.

○ 코어의 번호

○ 코어의 채취 위치

○ 코어의 채취방법

○ 재령

• 채취 시의 재령 및 시험 시의 재령, 또는 그 어느 것으로 한다.

○ 코어의 평균 지름(㎜), 평균 높이(㎜) 및 보정계수

○ 최대 시험하중(N)

○ 코어 압축강도(MPa)

6.5 철근탐사시험[1)]

6.5.1 일반

가. 일반

철근콘크리트의 철근량은 구조물 안전성 평가 결과에 영향을 크게 미치는 인자이므로 대상 구조물의 정확한 철근 정보를 파악하는 것은 매우 중요하다.

철근탐사장비의 사용법에 있어서는 제작사의 매뉴얼에 의하여 비교적 쉽게 사용 가능하지만 탐사 결과의 판독에 있어서는 각 장비마다 제공하는 탐사 가능 범위 및 오차가 실제와는 다른 경우가 많고, 분석 방법에 따라 또는 판독자에 따라 많은 오차 가능성을 포함하고 있다.

현재 사용되고 있는 철근탐사 방식은 보편적으로 전자기유도(자기감응) 방식과 전자파레이더 방식 등이 있다.

나. 적용 범위

전자기유도 및 전자파레이더 방식에 의한 철근탐사 장비를 사용하여 철근 콘크리트 구조물에 배근된 철근의 위치, 지름, 콘크리트 피복 두께의 탐사에 적용한다.

① 철근의 위치, 지름, 콘크리트 피복 두께는 철근 콘크리트 구조물의 내력을 평가하는 데 이용할 수 있다.

② 콘크리트 강도, 품질 및 내구성 조사에 앞서 철근의 위치를 탐사하는 예비시험 방법으로 적용할 수 있다.

③ 탐사한 철근 위치, 지름, 그리고 콘크리트 피복 두께는 콘크리트 타설 후의 각 부재 배근의 적절성 여부를 판단하는 근거로 활용할 수 있다.

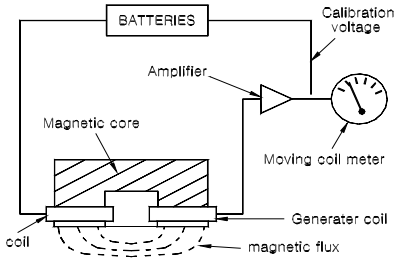
다. 전자기유도 방식

전자기유도 방식을 이용한 장비는 기본적으로 평행 공진(共振)회로의 전압진폭 감소에 기초를 두고 있으며, Probe나 Scanner에서 만들어진 코일에 전류를 흘려 교

---

1) ◦ KS F 2734:2004 전자기유도법에 의한 철근 탐사 시험 방법
◦ KS F 2735:2004 전자파레이더법에 의한 철근탐사 시험 방법
◦ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼 : 한국시설안전공단('06.12)
◦ 진단장비 활용·관리 매뉴얼 : 한국시설안전공단('06.12)

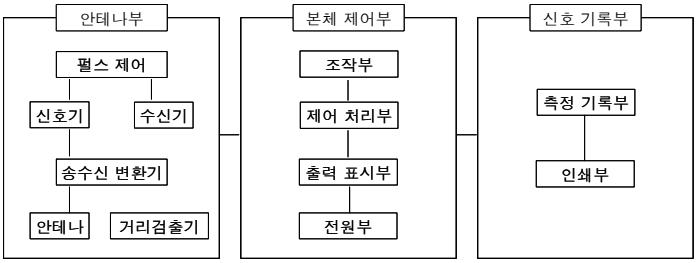
류자장을 만들어 내고, 코일 전압의 변화는 자장내 자성체의 특성 및 거리에 의해 변하기 때문에 콘크리트 내부에 철근의 위치 및 직경 등을 구하는 방법으로 이용되고 있다.



[그림 6.6] 전자기유도 방식에 의한 철근탐사장비의 구성

라. 전자파레이더 방식

해당 물체 내의 송신된 전자파가 전기적 특성(유전율 및 전도율)이 다른 물질(철근, 매설물, 공동 등)의 경계에서 반사파를 일으키는 성질을 이용해 콘크리트 표면으로부터 내부를 향해 전자파를 안테나로부터 방사하여 목표물에서 반사해 온 신호를 안테나로 수신한 후 콘크리트 내부의 상태를 수직 단면도로 본체 표시기에 나타내어 준다.



[그림 6.7] 전자파 레이더법에 의한 철근탐사장비의 장치 구성도

6.5.2 시험 등의 절차

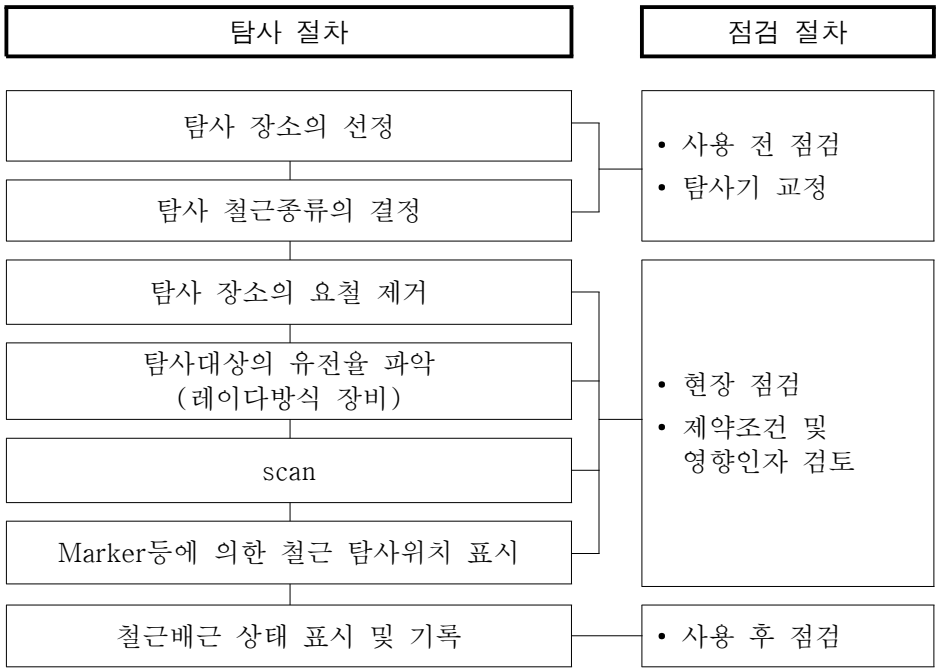
가. 철근탐사시험을 위한 제약조건 검토

○ 콘크리트 중의 각종 영향인자에 따라 철근탐사 결과가 다르게 나타나므로 이들 인자에 관한 정보를 입수하여 이를 반영시켜야 한다.

○ 탐사 대상구조물의 제약조건과 종류, 탐사범위 등을 파악하여 탐사 정밀도를 높일 수 있는 방법을 강구하여야 한다.

○ 탐사 장소의 이동 시 마다 전자파레이더 방식 장비는 탐사 대상체의 유전율을 최소한의 드릴링에 의한 실측 피복두께 파악하여 이를 고려한 교정을 실시하여야 한다.

○ 철근탐사시험 방법에 대한 절차는 KS F 2734 및 KS F 2735의 규정에 준한다.



[그림 6.8] 철근탐사 및 장비 점검 등의 절차

나. 철근탐사장비별 시험 정밀도를 위한 제약조건

철근탐사장비의 특성에 따라 탐사 및 결과 처리방법이 상이하므로 이의 시험정밀도를 높일 수 있도록 다음의 사항을 검토하여 시험하여야 한다.

또한, 탐사방식에 따른 환경과 영향인자 등을 고려하여 시험하여야 한다.

○ 탐사조건 및 적용한계

○ 활용에서의 주의사항

○ 활용 제고를 위한 조건

6.5.3 시험 보고서

보고서에는 탐사방식에 따른 시험의 관련 근거에서 권장하는 사항에 따라 시험되었음을 명확히 하고, 시험조건 및 피시험체와 관련된 정보를 제공 할 수 있도록 기록하여야 한다.

가. 전자기유도 방식

○ 날짜, 시간, 측정 장소, 기온, 습도

○ 시험 대상 구조물이나 부재에 대한 상세

○ 시험 부위의 콘크리트 상세

○ 시험 위치

○ 사용한 철근탐사 시험기의 유형과 검·교정한 날짜

○ 보정법에 대한 상세

○ 철근의 지름, 위치 그리고 콘크리트 피복 두께에 대한 시험값

○ 정밀도

○ 시험한 철근의 배근상태에 대한 그림

○ 참고 문헌

나. 전자파레이더 방식

○ 날짜, 시간, 시험 장소, 기온, 습도

○ 시험 대상 구조물에 대한 설명이나 탐사 시의 현장 조건

○ 시험 위치

○ 시험 한계 (잡음의 원인, 장애물 등등)

○ 시험값과 필터, 안테나 주파수 등의 매개변수의 표시

○ 시험 대상 면에서의 안테나 횡단 위치, 작동 방향 및 방위

○ 피복두께와 철근의 지름에 대한 실측값과 보정한 값

○ 정밀도

○ 시험한 철근의 배근상태에 대한 그림

○ 참고 문헌

6.6 철근부식도시험[1)]

6.6.1 일반

가. 일반

철근콘크리트에 매입되어 있는 철근부식은 전기화학적 반응에 의거하여 진행하므로 철근부식시험은 전기화학적 방법을 적용한다. 정상적인 콘크리트는 강알칼리성으로 철근은 부동태로 전위는 −100～−200㎷(CSE)를 나타내지만, 염화물의 침투와 탄산화로 철근이 활성상태로 되어 부식이 진행하면 전위는 부(−)방향으로 진행한다.

철근의 전위는 철근부식 장소의 검출과 상태를 파악하는데 효과적이나, 현장 구조물에서 철근부식은 위치와 진행 속도 등 불균일하게 발생하기 쉬워 현장시험 상의 제약으로 시험방법과 결과의 분석에서 여러 가지의 곤란한 문제가 따른다는 것을 유의해야 한다.

나. 적용 범위

본 세부지침에서는 철근부식시험과 관련하여 시험기구 및 시험방법 등의 비교에서 사용 빈도가 높은 자연전위법을 대상으로 기술한다.

[표 6.4] 철근의 부식진단에 관한 전기화학적 비파괴시험 방법

시험 종류	측정 내용	적용성		부식의 유무
		실험실	현장	
자연전위법	자연전위 측정으로 철근 부식 상태 판정	높다	높다	정성적
표면전위차법	전위 기울기의 측정으로 철근 부식 상태 판정	높다	높다	정성적
분극저항법	미소 직류의 인가로 분극저항 측정으로 철근부식 속도 측정	높다	중간	정량적

자연전위법은 조사시점에서 부식 가능성을 진단하는 것으로 구조물 내에서 철근부식 가능성이 높은 장소를 찾아내며, 공용 중에 내부철근이 부식되고 이로 인해 콘크리트에 균열이 발생할 때까지 철근이 부식하는 초기 단계를 파악하는 것에 유효하다.

---

1) ◦ KS F 2712:2002 콘크리트 내부 철근의 반전지 전위 시험 방법
◦ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼 : 한국시설안전공단('06.12)
◦ 진단장비 활용·관리 매뉴얼 : 한국시설안전공단('06.12)

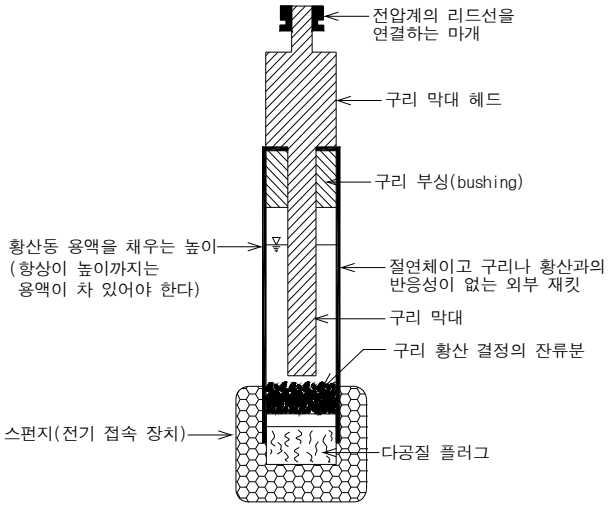
○ 자연전위법은 조사시점에서의 철근의 부식 가능성에 대해서 진단하는 것이며, 철근의 부식속도를 측정하는 것이 아니다.

○ 보다 정확한 철근부식의 진단을 실시하기 위해서는 다음의 시험결과를 종합하여 철근의 부식 정도를 판정하는 것이 바람직하다.

- 철근의 피복두께
- 콘크리트 중의 염화물함유량
- 콘크리트의 탄산화 깊이
- 콘크리트의 저항률 측정
- 콘크리트 구조물의 균열 상황 등의 관찰

다. 반전지

동-황산동 반전지는 동이나 황산동과 반응하지 않는 절연체로 된 딱딱한 튜브 또는 용기, 모세관 현상에 의해 습윤 상태로 유지되는 다공질의 나무 또는 플라스틱 플러그 그리고 포화 황산동 용액이 담겨 있는 튜브 속에 침지된 구리 막대로 구성된다.



[그림 6.9] 동-황산동 반전지의 단면

6.6.2 시험 등의 절차

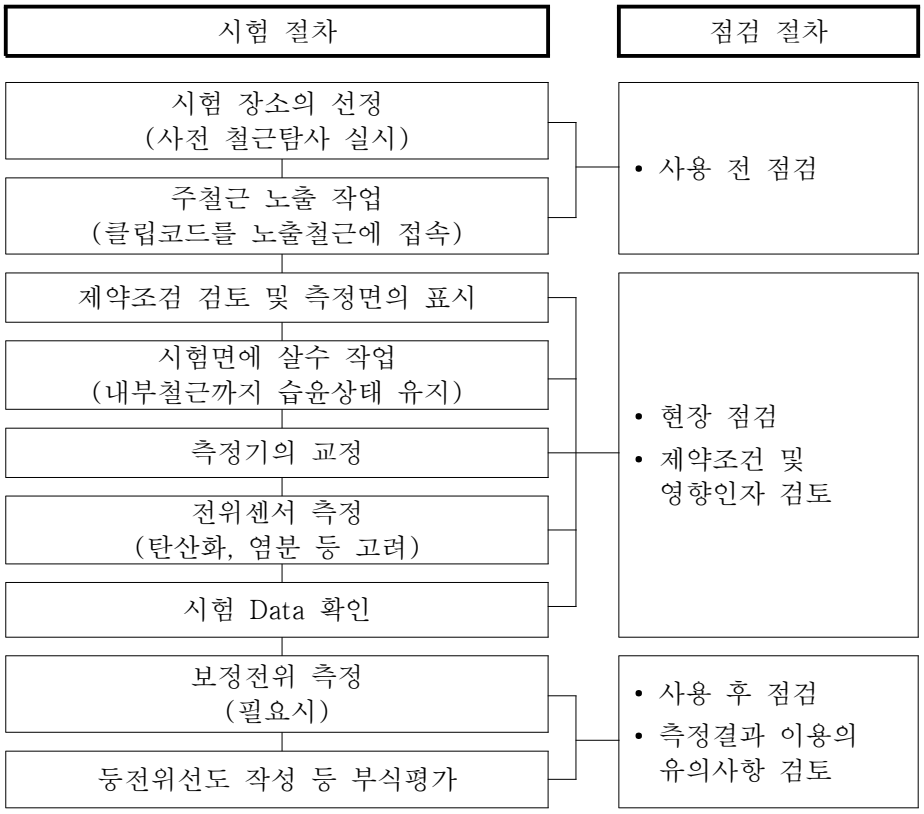
가. 철근부식측정장비의 활용을 위한 제약조건 검토

○ 시험 대상구조물의 제약조건과 종류, 측정범위 등을 파악하여 시험 정밀도를 높일 수 있는 방법을 강구하여야 한다.

○ 콘크리트 중의 각종 영향인자에 따라 측정결과가 다르게 나타나므로 이들 인

자에 관한 정보를 입수하여 이를 반영시켜야 하며, 시험 대상은 시험정밀도의 저하 혹은 시험 불가능한 조건이 아닌 범위에 있어서는 자연전위의 측정이 가능하다.

○ 현장시험 및 결과분석에 대한 절차는 KS F 2712의 규정에 준한다.



[그림 6.10] 철근부식도시험 및 측정기 점검 등의 절차

나. 시험 정밀도를 위한 제약 조건

1) 시험 정밀도

- 동일 반전지로 동일 위치에서 반전지를 연결했을 때와 끊었을 때의 반전지 전위 측정값의 차이가 10㎷를 넘어서는 안 된다.
- 두 개의 서로 다른 반전지로 동일 위치에서 측정했을 때 측정값의 차이가 20㎷를 넘어서는 안 된다.
- 자연전위는 1㎷의 단위까지 측정한다.

2) 자연전위법을 적용할 수 없는 경우

- 콘크리트 표면이 대단히 건조해 전기적으로 절연체에 가까울 경우
- 콘크리트 표면에 도장 등의 절연재료가 피복되어 있는 경우

- 콘크리트 표면이 물에 잠겨 있는 경우
- 내부철근이 에폭시 수지도장, 아연도금 등의 표면 코팅되어 있는 경우

3) 전위센서의 선정

- 막대형 전극 : 임의의 점을 개별적으로 측정
- 회전형 전극 : 한번에 연속해서 동일한 간격의 점을 복수 측정

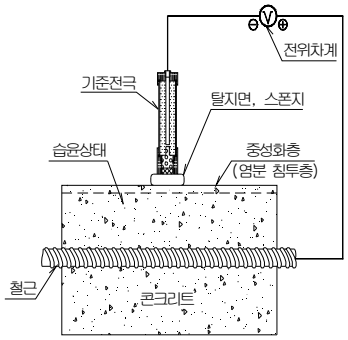
4) 대상지점의 고려 사항

- 콘크리트 표면상태 : 동결, 습윤상태, 표면도장 여부 등
- 내부의 강재상태 : 강재표면에 절연재료의 피복 여부 등

다. 측정간격의 선정

1) 통형 기준전극을 사용할 경우의 측정

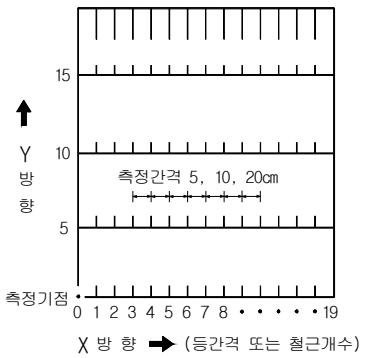
- [그림 6.11]에서 탈지면 등에 물을 적시고 충분히 짜내서 철근 바로 위 콘크리트 표면의 격자 상에서 한 점씩 측정하여 기록한다.



[그림 6.11] 자연전위의 측정방법

2) 회전식(휠) 기준전극을 사용할 경우의 측정

- 회전식 기준전극의 둘레에 고흡수성 스펀지를 장착한 회전식 기준 전극이 [그림 6.12]와 같이 선상이나 격자상으로 측정한다.



[그림 6.12] 측정범위의 표시

라. 철근부식도시험 조건

1) 대상지점의 내부철근과의 통전 시험

- 시험 대상으로 하는 철근의 모두가 전기적으로 서로 연속하고 있는지를 통전시험 등을 통하여 파악하여야 한다.

2) 시험면과 내부철근 사이의 습윤 유지

- 콘크리트 표면에 살포되는 물이 콘크리트에 충분히 침투되어 있는 것을 확인한 후에 자연전위 측정을 실시하여야 한다.
- 측정 중에 콘크리트 표면이 충분한 습윤상태에 있는지를 확인하여 그러하지 않을 경우에는 다시 콘크리트 표면을 습윤 시킬 필요가 있다.

3) 대상 콘크리트의 품질상태 보정

- 시험결과의 정밀도는 콘크리트의 품질(함수상태, 탄산화 정도, 염분함유량 등), 온도, 대조전극의 종류 등에 의해서 영향을 받으므로 이의 조건 등을 파악하여 기록하며, 측정결과의 보정에 이용하여야 한다.
- 철근까지 탄산화가 진행한 경우에서의 전위 해석은 반드시 충분한 전문지식을 가진 부식 기술자나 전문가에 의해 분석이 이루어져야 한다.

4) 대상 콘크리트 표면과 내부의 전위차 보정

- 자연전위의 측정은 피복 콘크리트의 품질에 따라서 큰 액간전위차나 전압강하 등의 오차를 포함하여 측정되는 오차를 보정하기 위해서 보정 전위 측정이 필요하다.
- 보정전위는 표면전위와 내부전위와의 실측값 전위차이다.

6.6.3 철근부식 판정

철근부식 유무의 판정은 KS F 2712에서 제시하고 있는 기준을 참고하여 다음 표와 같이 판정한다. 한편, 측정장비의 제조사에서 제시하는 판정기준을 적용할 경우 그 기준을 기술하여야 한다.

[표 6.5] 철근부식 유무의 판정기준 (자연전위 : CSE 기준)

부식 등급	KS F 2712 규격	
	자연전위 E (mV)	부식확률 P(%)
Ⅰ	E>−200	90% 이상의 확률로 부식없음
Ⅱ	−200≥E>−350	불명확
Ⅲ	−350≥E	90% 이상의 확률로 부식 있음

6.6.4 시험 보고서

시험 보고서는 다음 사항을 기록한다.

○ 반전지의 종류(동-황산동 반전지 외에 다른 전지를 사용한 경우)

○ 측정시 반전지의 평균 온도 예측값

○ 콘크리트 표면의 사전 침윤 방법과 철근과의 접속 방법

○ 철근의 접속 위치를 나타내는

- 등전위도
- 누적 도수 분포도
- 또는 상기 두 가지 모두

○ -350㎷보다 (음의 방향으로) 낮은 전위값의 백분율

○ -200㎷보다 (음의 방향으로) 낮은 전위값의 백분율

6.7 콘크리트 탄산화 깊이 측정[1)]

6.7.1 일반

가. 일반

본 세부지침에서는 콘크리트 내에 매입된 철근을 부식시킬 수 있는 탄산화의 영향을 파악하기 위하여 페놀프탈레인 용액의 분무에 의한 탄산화 깊이를 측정하는데 목적이 있다.

나. 적용 범위

이 측정 방법은 실험실 또는 현장에서 제작하여 옥내 또는 옥외 등에 보존된 콘크리트 및 모르타르 공시체, 콘크리트 구조물 또는 콘크리트 제품에서 채취된 코어 공시체, 사용 중인 콘크리트 구조물에서 채취한 시료 등에 적용할 수 있다.

다. 측정 장치

측정용 장치 및 기구는 다음 중 필요한 것을 이용하도록 한다.

○ 공시체의 할렬 시험이 가능한 압축 시험기, 휨 시험기, 만능 시험기, 해머 등의 장치 및 기구

○ 콘크리트 구조물을 깎아 낼 수 있는 정, 드릴, 콘크리트 커터 등의 기구

○ 콘크리트의 작은 조각이나 가루 등을 제거 할 수 있는 솔, 전기 청소기

○ 버니어캘리퍼스

• 정규 눈금 0.5㎜까지 읽어낼 수 있는 것

○ 시 약

• 탄산화 깊이를 측정할 때 이용하는 시약에는 KS M 8238에서 규정한 페놀프탈레인 용액 또는 이와 같은 성능을 갖는 시약을 이용한다.

• 지시약으로 사용되는 페놀프탈레인 용액은 95% 에탄올 90mL에 페놀프탈레인 분말 1g을 녹여 증류수를 첨가하여 100mL로 한 것이다.

---

1) ◦ KS F 2596:2004 콘크리트 탄산화 깊이 측정 방법
◦ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼 : 한국시설안전공단('06.12)

6.7.2 시험방법

가. 콘크리트 구조물에서 깎아낸 면에서 시험하는 경우

○ 철근 위치를 파악한 후에는 시험 위치를 결정

- 시험개소·부위·노면 아래조건·주위 환경 등에 의한 방법을 적시에 선택한 후에 분진의 비산방지책을 검토해야 한다.

○ 깎아낸 콘크리트 표면에 콘크리트 조각이나, 가루를 완전히 제거한다.

나. 코어 공시체를 이용하는 경우

○ 코어 공시체의 지름

- KS F 2422「콘크리트에서 절취한 코어 및 보의 강도시험 방법」에서 규정하는 굵은골재 최대치수의 3배 이상으로 한다.

○ 코어 공시체의 길이

- 철근 피복깊이 정도로 하는 것이 적절하다.

○ 코어는 구조물의 어디에서 채취한 것인지, 표면 측인지 어느 쪽인지 등의 정보를 기입해 둔다.

○ 시험조건

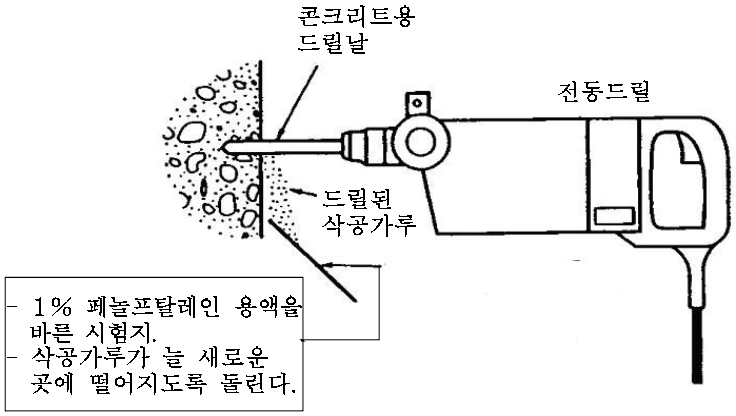
- 양생에 관해서는 코어표면을 충분히 세척하여 수건 등으로 표건 정도까지 닦은 후에 비닐자루로 밀봉 저장하는 것이 바람직하다.
- 코어공시체를 할렬하고, 할렬면을 측정대상으로 하는 것이 적절하다.

○ 코어 측면에서의 시험은 가능하면 피한다.

- 코어비트 마찰에 의한 조성 변화, 커팅시의 수분에 의한 영향 등으로 시험 결과가 다를 수 있다.

다. 드릴을 이용하는 경우

[그림 6.13]과 같이 ø10㎜의 드릴링에 의해 채취되는 콘크리트가루를 이용하여 탄산화깊이를 시험하는 방법으로 드릴링에 의해 발생되는 콘크리트가루가 페놀프탈레인용액을 적신 원형시험지에 떨어져 변색되는 시점을 탄산화깊이로 정하고 있다.



[그림 6.13] 드릴에 의한 탄산화깊이 측정

6.7.3 탄산화 깊이 측정

가. 측정 준비

○ 측정면의 처리가 종료된 후 바로 측정면에 시약을 분무기로 액체가 떨어지지 않을 정도로 분무한다.

○ 측정면의 처리가 종료된 후 바로 측정할 수 없는 경우에는 비닐필름 등으로 측정면을 밀봉한다.

나. 탄산화깊이 측정

○ 콘크리트 표면으로부터 적자색으로 변색한 부분까지의 거리를 0.5㎜ 단위로 측정한다.

○ 선명한 적자색으로 변색된 부분보다 엷은 부분에 흐린 적자색의 부분이 나타나는 경우

• 선명한 적자색 단면까지의 거리를 탄산화 깊이로서 측정함과 동시에 연한 적자색 부분까지의 거리도 함께 측정한다.

○ 평균 탄산화깊이는 측정값의 합계를 측정 개수로 나누어 구하고, 반올림하여 소수점 이하 한 자리까지 구한다.

다. 측정 지점

○ 공시체의 할렬면이나 절단면을 측정면으로 하는 경우

• 탄산화의 상황에 따라 10～15㎜간격마다 1곳

○ 코어 공시체의 측면을 측정면으로 하는 경우는 5곳 이상

○ 콘크리트 구조물의 깎아낸 면에서 측정하는 경우

• 깎아낸 면의 크기에 따라 4~8곳 정도

[표 6.6] 페놀프탈레인 분무 시기와 측정 시기

측 정 면	청소방법 전처리법	시약의 분무시기	탄산화깊이 측정시기 (분무 후의 경과시간)
• 현장 깎아낸 면 • 코어 할렬면	blow 뿜기	직후	직후
		3~6시간 직후	1~10분 후
		1~7일 후	1분~2일 후
	blow 뿜기 후 물축임	직후~1일 후	직후
		2~4일 후	직후~2일 후
		5~7일 후	직후
• 임의 추출 코어 표면 • 콘크리트 커터 절단면	물씻기 후 표면 건조	1일 후	10분~2일 후
• 수중 양생 후의 할렬면	blow 뿜기	직후~1일 후	직후
• 수중 양생 후 콘크리트 커터 절단면	물씻기 후 표면건조, 분무 전 물축임	1일 후	10분~2일 후

6.7.4 탄산화속도계수 산정

탄산화속도는 경과시간 t의 평방근에 비례하여 진행한다고 하는 $\sqrt{t}$법으로 표현된다. 탄산화깊이 C는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$C = A \times \sqrt{t}$$

여기서, C : 탄산화깊이 (㎜)

A : 탄산화속도계수 (㎜/$\sqrt{년}$)

t : 재령(년)

6.7.5 시험 보고서

가. 반드시 기록하여야 할 사항

보고할 사항 중 명확히 파악할 수 없는 사항에 대해서는 [확인되지 않음]으로 표기한다.

① 구조물의 명칭

② 구조물의 경과 연수

③ 코어 채취 및 떼어냄을 행한 연월일 및 시험일

④ 코어 채취 및 떼어냄을 행한 위치

• 옥내, 옥외, 부위, 방위, 높이 등

⑤ 사용 골재의 종류(보통 골재, 경량 골재)

⑥ 측정면의 종류

• 코어의 측면, 코어의 할렬면, 구조물의 떼어낸 면 등

⑦ 시 약

⑧ 측정 기구

• 버니어 캘리퍼스, 눈금자 등

⑨ 시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간

⑩ 탄산화 깊이의 측정 장소의 각 측정값, 평균값, 최대값

⑪ 연한 적자색으로 변색된 부분의 유무

• 있는 경우 그 상황을 사진 등으로 기록한다.

나. 필요에 따라 기록하여야 할 사항

① 코어 채취 또는 떼어냄을 행한 위치에서의 누수 유무

② 구조물 주변의 탄산가스 농도

③ 콘크리트 압축 강도

• 설계기준강도 또는 코어 강도

④ 탄산화 상황의 사진

⑤ 철근의 피복두께

⑥ 탄산화 속도 계수

6.8 강재 용접부 비파괴시험

6.8.1 일반

가. 일반

강재 용접부 비파괴검사을 통하여 강구조물의 주부재 용접이음부의 결함상태를 조사하고, 검출된 결함은 적용규격에 따라 등급분류를 실시하고 그 결과에 따라 결함의 영향을 평가한다.

강재 비파괴시험 적용 방법은 기본적으로 강구조물에 대하여 육안조사(VT)를 실시하고, 적절한 시험방법을 선정하여 실시한다.

나. 시험(검사) 기술자

강재 비파괴시험을 하는 기술자는 그에 필요한 자격 또는 그에 상당하는 기초 기술의 습득 외에 모재의 재질, 용접부의 이음형상, 개선모양, 용접방법, 용접조건 그리고 이들 조건하에서 발생하기 쉬운 용접결함 등에 관한 충분한 지식과 경험을 가져야 한다.

6.8.2 초음파탐상시험[1)]

가. 일반

본 시험은 강재 내부의 결함(흠)을 찾아내기 위하여 강재 내에서의 초음파 파동 특성을 이용하여 강재 용접부의 내부결함, 면상결함, 균열, 용입불량 등을 조사하는데 그 목적이 있다.

나. 적용범위

본 시험은 규격은 두께 6㎜ 이상의 페라이트계 강의 완전용입 용접부를 펄스 반사법을 사용한 기본표시의 초음파 탐상기에서 초음파탐상시험을 수동으로 실시하

---

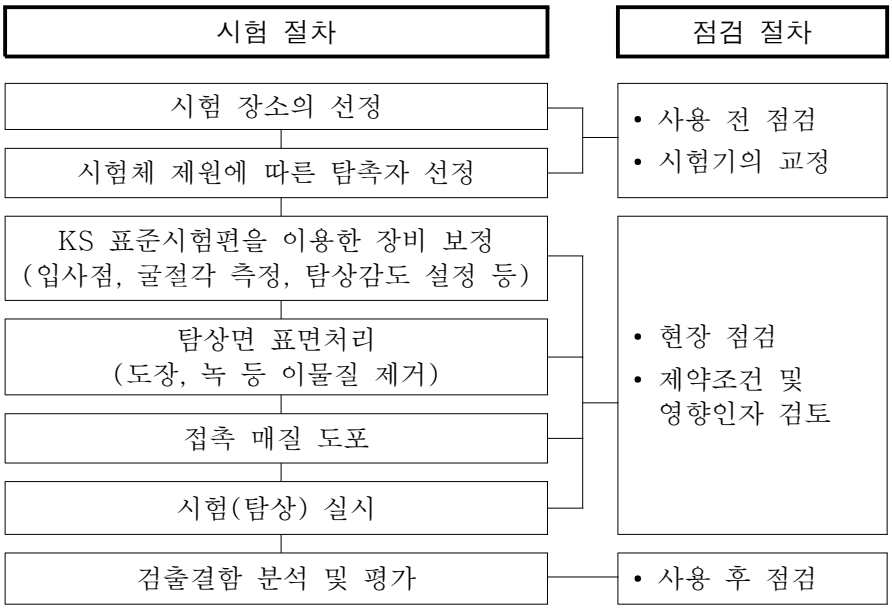
1) ◦ KS B 0896:1999 강 용접부의 초음파 탐상 시험 방법
◦ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼 : 한국시설안전공단('06.12)
◦ 진단장비 활용·관리 매뉴얼 : 한국시설안전공단('06.12)

는 경우의 흠의 검출 방법, 위치 및 치수의 측정하는데 있다.

① 박판 용접부 및 필렛용접부 결함 검사에는 부적합

② 탐상기법의 특성상 시험결과의 재현성이 부족하며, 기술자는 시험대상체 및 강재 초음파시험에 대한 전문적인 지식과 충분한 경험이 필요

다. 시험 등의 절차



[그림 6.14] 강재 초음파시험 및 탐상기 점검 등의 절차

1) 탐상기의 활용을 위한 제약조건 검토

○ 시험 대상구조물의 제약조건과 종류, 범위 등을 파악하여 시험 정밀도를 높일 수 있는 방법을 강구하여야 한다.

○ 탐상기의 점검, 탐상, 결과분석 등에 대한 절차는 KS B 0896의 규정에 준한다.

2) 시험 정밀도를 위한 제약조건

탐상 결과의 신뢰도를 향상시키기 위해서 시험의 제약조건을 검토하여 시험 정밀도를 향상 시킬 수 있어야 하며, 그 대표적인 내용을 정리하면 다음과 같다.

① 시험체의 표면이 거칠면 부재로 전달되는 초음파 에너지가 적어지며, 노이즈와 신호의 구분에 어려움이 있어 모양이 일정치 않거나 너무 얇아도 곤란하다.

② 시험체 건전부의 재질이 균질해야 한다.

③ 초음파의 퍼짐에 있어 그 사각인 불감대가 존재한다.

④ 초음파 탐촉자와 시험체 사이에 공기층이 존재하면 시험체로 초음파의 전달이 안 되므로 매질이 필요하다.

⑤ 주로 상대적인 값을 이용하므로 표준시험편과 대비시험편이 있어야 한다.

⑥ 시험체 내부 조직에 따라 측정 데이터의 해석을 달리해야 한다.

⑦ 결함의 방향과 초음파의 전달방향에 따른 영향이 크다.

3) 시험 정밀도의 영향인자

○ 사전정보 수집

시험에 앞서서 대상체의 모재 재질, 두께, 용접부의 이음형상, 개선각 및 형상, 용접시공 상세, 용접보수 상세, 제작상의 특기사항 등의 정보가 없으면 정확한 판단을 할 수 없다.

○ 시험면에 의한 감도 영향

시험에 부적당한 표면은 적절한 방법으로 마무리를 해야 한다. 시험면 표면 마무리는 주파수에 따라서도 감쇠 정도가 다르며, 높은 주파수일수록 그 영향은 현저하므로 주의를 요한다.

○ 용접부 시험에서의 결함 종류 추정

공용 중인 강재 구조물의 용접보수가 용이하지 않은 경우가 많으므로 가능한 정확히 결함의 종류를 추정해야 한다.

○ 온도의 영향

저온 또는 고온에서 탐촉자를 사용하는 경우에는 그 STB 굴절각은 공칭 값과 달라지므로 시험을 하는 장소에서 굴절각을 측정하여야 한다.

라. 초음파탐상기의 조정 및 점검

○ 입사점, STB 굴절각, 탐상 굴절각, 측정 범위 및 탐상감도는 시험 전에 조정한다.

○ 초음파탐상기의 조정은 작업시간 4시간 이내마다 점검하여 조정시의 조건을 유지하고 있는 것에 대한 확인을 하여야 한다.

마. 결함의 판정

결함의 등급 분류는 결함 에코우 높이의 영역과 결함지시 길이에 대응하여 [표 6.7]에 따라 시행한다.

[표 6.7] 결함의 등급분류

영 역		M검출 레벨은Ⅲ, L검출 레벨은 Ⅱ와Ⅲ			Ⅳ		
판 두께		18 이하	18 초과 ~ 60 이하	60 초과	18 이하	18 초과 ~ 60 이하	60 초과
등급	1 류	6㎜ 이하	t/3 이하	20㎜ 이하	4㎜ 이하	t/4 이하	15㎜ 이하
	2 류	9㎜ 이하	t/2 이하	30㎜ 이하	6㎜ 이하	t/3 이하	20㎜ 이하
	3 류	18㎜ 이하	t 이하	60㎜ 이하	9㎜ 이하	t/2 이하	30㎜ 이하
	4 류	3 류를 초과하는 것					

바. 탐상 보고서

① 시험 연월일

② 시험 번호 또는 기호

③ 시험 기술자의 서명 및 자격

④ 재질 및 치수

⑤ 용접 방법 및 그루브 모양

⑥ 사용한 탐상기 명, 성능 및 점검 일시

⑦ 사용한 탐촉자, 성능 및 점검 일시

⑧ 사용한 표준 시험편 또는 대비 시험편

⑨ 탐상 부분의 상태 및 손질 방법

⑩ 탐상 범위

⑪ 접촉 매질

⑫ 감도 보정량

⑬ 검출 레벨

⑭ 탐상 데이터

- 용접선 방향의 탐촉자 위치, 탐촉자 용접부 거리, 빔 노정, 최대 에코 높이(영역), 흠의 지시 길이

⑮ 흠의 횡단면 위치 및 평면 위치

- 깊이, 용접선에 직각 방향의 위치
- 흠의 지시 길이의 시단 또는 종단

⑯ 합격 여부와 그 기준

⑰ DAC 회로를 사용하였을 때는 다음 기록을 한다.

- 탐상기 명 및 DAC 사용시의 성능
- 탐촉자의 제조 번호 및 DAC의 사용시의 성능
- DAC의 기점 조정 거리
- DAC의 경사값
- DAC 사용시의 에코 높이 구분선

⑱ 검정의 결과, 음향 이방성을 가진다고 검정된 경우, 다음 기록을 한다.

- 공칭 굴절각
- STB 굴절각
- L, C, (Q) 방향 및 흠을 검출한 방향의 탐상 굴절각
- 굴절 각도차(Δθ)
- 횡파 음속비 및 그 측정 방법

⑲ 탠덤 탐상법을 적용한 경우는 다음 기록을 한다.

- 탐상 불능 영역
- 탐상 지그의 시방
- 탠덤 기준선의 위치
- 흠의 판두께 방향의 위치(깊이)

⑳ 기타 사항(지정 사항, 협의 사항, 입회, 샘플링 방법 등)

6.8.3 자분탐상시험[1)]

가. 일반

본 시험은 자성체의 표면에 있는 불연속부를 검출하기 위하여 자성체를 자화시키고 자분(磁粉)을 적용시켜 누설자장에 의해 자분이 모이거나 붙어서 불연속부의 윤곽을 형성, 그 위치, 크기, 형태 등을 검사하는 비파괴검사 방법 중의 하나이다.

나. 적용 범위

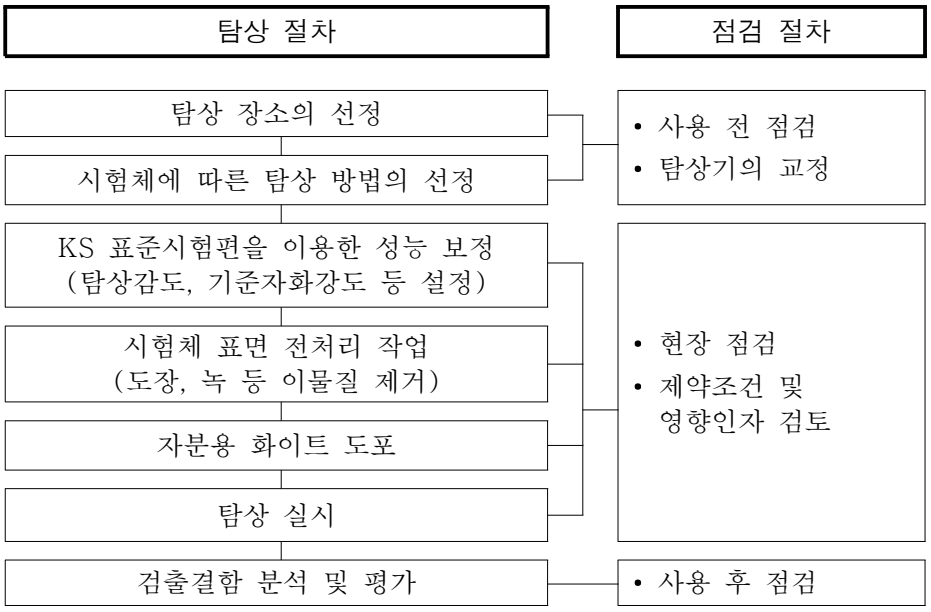
본 「세부지침」에서는 자분탐상시험 방법 중의 극간법(Yoke Method)에 대해서 적용한다.

---

1) ◦ KS D 0213:1994 철강 재료의 자분 탐상 시험 방법 및 자분 모양의 분류
◦ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼 : 한국시설안전공단('06.12)
◦ 진단장비 활용·관리 매뉴얼 : 한국시설안전공단('06.12)

시험체의 표면 및 표면부근에 있는 균열, 기타 흠을 검출하는 것을 목적으로 하며, 본 시험을 통하여 강구조물의 용접이음부의 결함상태를 조사하고, 그 결과에 따라 결함의 영향을 평가하나, 자성체 시험부재에만 적용 가능하다.

다. 시험 등의 절차



[그림 6.15] 자분탐상 및 탐상기 점검 등의 절차

1) 탐상기의 활용을 위한 제약조건 검토

○ 자분탐상에서 가장 적절한 탐상방법을 선택을 하여도 시험체의 탐상면 전부에 필요한 유효 자계강도를 가할 수 없어서 검출해야 할 흠(결함)을 검출할 수 없는 경우와 시험결과 생기는 자분모양에도 의사모양이 포함되는 경우가 있을 수 있으므로 탐상에 충분히 유의할 필요가 있다.

○ 탐상 대상구조물의 제약조건과 종류, 범위 등을 파악하여 탐상 정밀도를 높일 수 있는 방법을 강구하여야 한다.

○ 현장탐상 및 자분 모양의 분류에 대한 절차는 KS D 0213의 규정에 준한다.

2) 탐상 정밀도를 위한 제약조건

○ 전처리

- 전처리의 범위는 시험범위보다 넓게 잡아야 한다.
- 탐상 면에 대한 부적절한 전처리는 결함검출 성능을 저하시키는 요인으로 작용하게 되므로 적절한 표면상태가 되도록 하여야 한다.

○ 자분 모양의 관찰

• 자분모양의 관찰은 원칙적으로 자분의 적용이 끝난 직후에 하여야 한다.

○ 탈자

3) 탐상 정밀도의 영향인자

○ 자분 및 검사액

• 검사액 및 자분은 적당한 표준시험편 등을 사용하여 필요에 따라 그 성능을 확인하여야 한다.

○ 통전시간의 설정

• 통전시간의 설정은 통전 중의 자분의 적용을 완료할 수 있는 통전시간을 설정하여야 한다.

4) 탐상할 때의 주의사항

자분탐상에서는 탐상을 하는데 적당하지 않으면 시험체의 탐상면 전부에 필요한 유효 자계강도를 가할 수 없어서 검출해야 할 흠을 검출할 수 없는 경우가 있다. 또, 탐상 결과 생기는 자분모양에도 의사모양이 포함되는 경우가 있기 때문에 즉시 흠이라고 판정하기 곤란한 경우가 있으므로 다음의 조건을 충분히 검토하여 유의하여야 한다.

• 탐상면의 분할
• 흠의 방향을 예측할 수 없는 경우
• 흠의 판정이 곤란한 경우
• 용접부 탐상에서의 주의사항
• 균열부에 대한 탐상 요령

라. 자분탐상기의 점검

자화전류를 설정하기 위해 사용하는 전류계 및 자화전류의 지속시간을 제어하기 위한 타이머의 점검은 적어도 년 1회하고 1년 이상 사용하지 않을 경우에는 사용시에 점검하여 성능을 확인한 것을 사용해야 한다.

마. 자분 모양의 분류

균열에 의한 자분모양을 새로 넣고 그 밖에 독립한 자분모양, 연속한 자분모양 및 분산된 자분모양의 4종류로 대별한다.

① 균열에 의한 자분모양

흠에 의한 자분모양인지 흠에 의하지 않은 의사 모양인지를 확인함에 따라 균열로 식별된 자분모양.

② 독립한 자분모양

독립하여 존재하는 각 자분모양은 다음 2종류로 분류한다.

- 선상의 자분모양

  자분모양에서 그 길이가 나비의 3배 이상인 것.

- 원형상의 자분모양

  자분모양에서 선상의 자분모양 이외의 것.

③ 연속한 자분모양

여러 개의 자분모양이 거의 동일 직선상에 연속하여 존재하고 서로의 거리가 2㎜ 이하인 자분모양. 자분모양의 길이는 특별히 지정이 없는 경우, 자분모양의 각각의 길이 및 서로의 거리를 합친 값으로 한다.

④ 분산한 자분모양

일정한 면적 내에 여러 개의 자분모양이 분산하여 존재하는 자분모양.

바. 탐상 보고서

자분탐상 시험의 조작에 의해 시험결과가 크게 영향 받는 시험방법이기 때문에 시험조작의 확인을 위해 세세한 시험조건의 기록이 필요하다.

제 7 장

재료시험 항목 및 수량

7.1 일반

7.2 재료시험 항목 및 기준수량

제7장 재료시험 항목 및 수량

7.1 일반

안전점검 및 정밀안전진단 과업 내용에서 현장조사 및 시험 항목 중 기본적인 재료시험 항목에 대하여 필요한 최소한의 조사수량을 구체적으로 명시함으로써 안전점검 및 정밀안전진단의 현장조사 범위 및 내용이 일정수준 이상 유지되도록 하여 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과 시설물의 상태평가 또는 안전성 평가가 객관적으로 이루어질 수 있도록 함에 있다.

재료시험 항목 및 수량은 안전점검·정밀안전진단 실시결과에 의한 시설물의 상태 또는 안전성 평가가 객관적이며, 보편타당하게 이루어지고 이를 위한 기초자료를 충분히 확보할 수 있도록 결정하여야 한다.

7.2절의 재료시험 항목 및 기준수량에서 선택과업 재료시험의 실시여부는 과업의 내용에 의거하여 실시하는 것을 원칙으로 하며, 과업의 내용에는 해당 재료시험의 기준수량이 명시되어야 한다. 다만 선택과업 재료시험에서 기준수량이 정해져 있는 경우에는 해당 재료시험의 목적을 달성하기 위한 최소수량으로 이를 준수하여야 한다.

본 장에서 제시되는 내용을 원칙으로 하되 시설물 특성 및 제반여건을 고려하여 적절히 응용할 수 있다.

7.2 재료시험 항목 및 기준수량

7.2.1 정기점검

정기점검은 외관조사 수준의 관찰에 의해 시설물의 외관 상태를 중심으로 점검하며, 점검결과에 의해 시설물에 대한 상태평가 결과를 매기지 않으므로 특별한 재료시험 및 수량 기준을 구체적으로 명시하지 않는다.

7.2.2 긴급점검

긴급점검은 특별한 경우에 실시되는 점검으로서 점검의 범위 등은 정밀점검 내용을 기본으로 실시하나, 긴급점검의 필요 내용과 그 상황에 따라 크게 차이가 있는 경우에는 재료시험 항목 및 수량 역시 크게 달라지므로 점검의 범위 및 내용 등을 고려하여 관리주체와 점검 책임기술자의 협의에 의하여 재료시험 항목 및 수량을 정하도록 한다.

7.2.3 정밀점검

가. 재료시험 항목 및 평가방법

정밀점검은 현장조사 및 재료시험 결과에 의해 해당 시설물에 대한 상태평가를 실시하는 것으로 이에 필요한 재료시험 항목에 대하여 기본과업 및 선택과업 등의 내용으로 구분되며, 기본과업에 의한 재료시험은 필수적으로 실시한다. 다만, 선택과업의 재료시험 실시 여부는 정밀점검의 범위 및 내용 등을 고려한 과업의 내용에 따른다.

[표 7.1] 정밀점검의 재료시험 항목

구 분	기본과업	선택과업
제방	○ 제방 종·횡단측량	○ 시추조사 ○ 제체 물리탐사 ○ 하상재료 시험
콘크리트 구조물	○ 콘크리트강도 – 비파괴시험 : 반발경도 ○ 콘크리트 탄산화 깊이	○ 콘크리트강도 – 국부파괴법 : 코어강도 ○ 철근배근 상태조사 ○ 염화물함유량[1)]

주1) ◦ 염화물함유량시험 대상은 다음 표에서 정하는 해안에서 250m 이내 거리에 위치하고 있는 시설물을 대상으로 하며 시험부재의 철근깊이까지 10㎜ 또는 20㎜ 단위로

깊이별로 구분하여 KS F 2713(2002)의 산-가용성 염화물시험방법으로 실시하여 염화물의 분포를 파악하여야 한다.

◦ 또한, 동절기 염화칼슘 등의 사용 등에 따라 염해의 우려가 있는 시설물도 포함한다.

[염해에 관한 외적 성능 저하요인의 구분]

구분	해안에서 거리	염소이온의 침투정도
심한 염해 지역	0m 부근	조수간만 및 파도에 의해 빈번히 해수에 접한다.
보통 염해 지역	100m 이내	강풍시에 해수적(海水滴)이 비래하고, 콘크리트 면이 해수에 젖는다.
경미한 염해지역	250m 이내	해염입자가 비래하고 콘크리트중에 유해량의 염화물이 축적된다.
염해를 고려하지 않아도 좋은 지역	250m 초과	콘크리트중에 유해량의 염화물이 거의 축적되지 않는다.

출처 : 염해 및 탄산화에 대한 철근콘크리트 구조물의 내구성 설계·시공·유지관리 지침 : 한국콘크리트학회('03.4)

[표 7.2] 정밀점검 재료시험 평가방법

구 분		재료시험 항목	평가 방법
기본 과업	제 방	○ 제방 종·횡단측량	○ 계획홍수위에 대한 제방고 및 호안 설치고의 적정성 파악
	콘크리트 구조물	○ 콘크리트 비파괴강도 – 반발경도시험	○ 외관상 건전부위와 불량부위에 대한 비교평가 필요함.
		○ 콘크리트 탄산화 깊이 측정	○ 현장측정 ○ 탄산화속도계수 산정
선택 과업	제방 하상	○ 시추조사	○ 제체의 안전성평가 자료 획득
		○ 제체 물리탐사	○ 제체 내부의 공동 또는 누수층 파악
		○ 하상재료시험(입도분석 등)	○ 장기적인 하상변동 분석
	콘크리트 구조물	○ 콘크리트강도 – 국부파괴 : 코어채취	○ 콘크리트강도 평가의 기준 ○ 필요시 콘크리트 물성시험 등
		○ 철근탐사시험 – 철근배근상태 – 철근피복두께	○ 구조검토를 위한 철근조사 ○ 콘크리트의 강도 및 물성시험 등을 위한 철근 위치 탐사
		○ 염화물함유량 시험	○ 시료채취 및 평가

나. 재료시험 기준수량

상태평가를 위한 기본과업의 재료시험에 대한 기준수량은 [표 7.3]과 같으며, 선택과업에 의한 재료시험 기준수량은 [표 7.4]와 같으나, 이외의 재료시험 항목 및 수량에 대해서는 과업의 내용에 따른다.

[표 7.3] 정밀점검의 기본과업 재료시험 기준수량

구 분	특수제 콘크리트 구조물	콘크리트 호안블록	비 고
제방 종·횡단 측량[1)]	○제방 1㎞당 1개소(10~20m 정도)		
반발경도시험	○구조물 이음부 기준 1회이상 (이음부 간격 30m이상 또는 높이 10m이상의 경우 1.5배 가산)	○호안 1km당 3회이상 (호안블록 3개소 샘플 선정)	
탄산화 깊이 측정			

주1) 측량은 인근 1, 2등 수준점을 기준으로 하여 제방고, 폭, 비탈경사, 비탈덮기 설치고 등에 대하여 파악 가능하도록 실시

[표 7.4] 정밀점검의 선택과업 재료시험 기준수량

구 분	기 준 수 량	비 고
시추조사	○과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	·5.2.2절 '다'항 참조
물리탐사	○과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	·5.2.2절 '라'항 참조
하상재료시험	○과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	·5.2.2절 '마'항 참조
코어채취[1)]	○과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	·강도 및 염화물함유량 시험 등
철근탐사시험	○과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	
염화물함유량	○과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	

주1) 이전의 실내시험에 대한 자료가 충분하고, 평가결과가 기준에 적합한 경우에는 기존의 자료를 이용할 수 있다.

7.2.4 정밀안전진단

가. 재료시험 항목

시설물에 대한 상태평가를 실시하는 것으로 이에 필요한 재료시험 항목에 대하여 기본과업 및 선택과업 등의 내용으로 구분되며, 기본과업에 의한 재료시험은 정밀안전진

단에서 필수적으로 실시한다.

다만, 선택과업에 대한 재료시험의 실시 여부는 정밀안전진단의 범위 및 내용 등을 고려한 과업의 내용에 따른다.

[표 7.5] 정밀안전진단의 재료시험 항목

구 분	기본과업	선택과업
제방 및 하상	○ 하천 측량 ○ 제체 물리탐사 ○ 제체 시추조사	○ 하상재료 시험
콘크리트 구조물	○ 콘크리트강도 – 비파괴시험 : 반발경도, 초음파 ○ 철근탐사 ○ 콘크리트 탄산화 깊이 ○ 염화물함유량[1)] ○ 철근부식도시험 ○ 균열깊이 조사	○ 콘크리트강도 – 국부파괴법 : 코어강도

주1) 염화물함유량 시험은 [표 7.1]에 따라 실시한다.

[표 7.6] 정밀안전진단 재료시험 평가방법

구 분		재료시험 항목	평가 방법
기본과업	제 방	○ 하천 측량	○ 계획홍수위에 대한 제방고 및 호안 설치고의 적정성 파악 ○ 하상의 세굴 및 퇴적 여부
		○ 제체 물리탐사	○ 제체 내부의 공동 또는 누수층 파악
		○ 제체 시추조사	○ 제체의 안전성평가 자료 획득
	콘크리트 구조물	○ 콘크리트 비파괴강도 – 반발경도시험 – 초음파전달속도시험	○ 외관상 건전부위와 불량부위에 대한 비교평가 필요함.
		○ 콘크리트 탄산화 깊이 측정	○ 현장측정 ○ 탄산화속도계수 산정
		○ 염화물함유량 시험	○ 시료채취 및 평가
		○ 철근탐사시험 – 철근배근상태 – 철근피복두께	○ 구조검토를 위한 철근조사 ○ 콘크리트의 강도 및 물성시험 등을 위한 철근 위치 탐사
		○ 철근부식도시험	○ 주요부재의 철근 대상 ○ 철근부식확률 평가
		○ 균열깊이 조사	○ 발생균열의 철근깊이 이상 발전 또는 관통 여부 등 평가 ○ 허용균열폭과의 비교·검토
선택과업	제방 하상	○ 하상재료시험(입도시험 등)	○ 장기적인 하상변동 분석
	콘크리트 구조물	○ 콘크리트강도 – 국부파괴 : 코어채취	○ 콘크리트강도 평가의 기준 ○ 필요시 콘크리트 물성시험 등

나. 재료시험 기준수량

상태평가를 위한 기본과업의 재료시험에 대한 기준수량은 [표 7.7]과 같으며, 선택과업에 의한 재료시험 기준수량은 [표 7.8]과 같으나, 이외의 재료시험 항목 및 수량에 대해서는 과업의 내용에 따른다.

[표 7.7] 정밀안전진단의 기본과업 재료시험 기준수량

구 분	특수제방 콘크리트 구조물	콘크리트 호안블록	비 고
하천측량[1)]	○ 대상 전 구간 실시 (기준점측량, 종·횡단 측량)		· 5.2.2절 '나'항 참조
제체 물리탐사[2)]	○ 제방 2㎞당 100m 이상		· 5.2.2절 '라'항 참조
제체 시추조사[3)]	○ 제방 2㎞당 1개소		· 5.2.2절 '다'항 참조
반발경도시험	○구조물 이음부 기준 2회 이상 (이음부 간격 30m이상 또는 높이 10m이상의 경우 1.5배 가산)	○호안(제방) 1㎞당 6회이상[*)] (호안블록 6개소 샘플 선정) ※ 초음파전달속도시험 제외	· 동일 부위 시험 원칙
초음파 전달속도시험			
탄산화 깊이 측정			
철근탐사시험		–	· 가능한 한 이전의 시험부위와 중복 피함
염화물함유량	○ 조사·시험수량은 책임기술자가 결정	–	· 시험 실시 근거 명기
철근부식도시험	○ 조사·시험수량은 책임기술자가 결정	–	· 시험 실시 근거 명기
균열깊이 조사	○ 조사·시험수량은 책임기술자가 결정		· 상태평가 기준 참조

주1) 하천측량 범위, 방법 등은 5.2.2절 '나'항을 참조하여 실시
주2) 탐사구간의 선정, 방법 등은 5.2.2절 '라'항을 참조하여 실시
주3) 시추조사 방법에 대하여는 5.2.2절 '다'항을 참조하여 실시
참고) 호안블록의 표면세굴 및 파손이 전체의 10% 이상이 발생하여 강도상의 문제가 있다고 판단되는 경우에는 손상 구간의 블록에 대하여 3개소 이상 샘플을 채취하여 실내시험(압축강도, 흡수율)을 실시한다.

[표 7.8] 정밀안전진단의 선택과업 재료시험 기준수량

구 분	기 준 수 량	비 고
시추조사	○ 제방 2㎞마다 1개소	· 5.2.2절 '다'항 참조
하상재료시험	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 5.2.2절 '마'항 참조
코어채취[1)]	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 강도 및 염화물함유량 시험 등

주1) 이전의 실내시험에 대한 자료가 충분하고, 평가결과가 기준에 적합한 경우에는 기존 자료 이용 가능

제 8 장

상태평가 기준 및 방법

8.1 일반

8.2 상태평가 기준

8.3 상태평가 항목 및 기준

8.4 상태평가 결과 산정 방법

제8장 상태평가 기준 및 방법

8.1 일반

시설물의 상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 「세부지침」의 상태평가 기준에 따라 실시한다.

상태평가가 정확히 이루어졌는지 확인하는 동시에 기록용 문서로서 이용하기 위하여 안전점검 및 정밀안전진단을 실시한 사람은 외관조사 결과를 안전점검 및 정밀안전진단 서식에 각각의 결함의 형태, 크기, 양 및 심각한 정도 등을 기록하여야 한다.

본 장은 정량적이고 객관적인 상태평가를 위하여 시설물의 외관조사 및 내구성조사 등 각 항목에 대한 상태평가 기준을 수록하였고, 시설물의 평가체계에 따라 평가결과를 산정하는 절차를 정리·예시하였다.

안전점검 및 정밀안전진단 수행 책임기술자는 「세부지침」의 상태평가 기준 및 절차에 따라 조사 및 평가하는 것을 원칙으로 한다.

다만, 본 장에 기술되지 않은 결함 및 손상이 시설물의 안전에 미치는 영향이 크다고 판단될 경우에는 본 장에 기술된 것과 같이 5단계의 상태평가 기준 및 평가유형을 제시하고 의견서를 첨부하여 시설물의 평가에 반영할 수 있다. 또한 시설물의 특성 및 제반 여건 등을 고려하여 적절히 응용할 수 있다.

8.2 상태평가 기준

가. 정기점검

정기점검에서는 「세부지침」의 점검서식에 따라 기본시설물 또는 주요부재 종류별로 평가하는 것을 원칙으로 한다.

나. 정밀점검

정밀점검에서는 기본시설물 또는 주요부재에 대하여 점검하고, 외관조사망도를 작성하여 상세히 상태평가를 실시하며, 외관조사망도를 작성하지 않은 부위는 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 보고서에 수록된 상태평가 결과를 참조하여 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정한다.

다만, 선택과업으로 전체부재에 대한 외관조사망도를 작성하였을 경우에는 정밀안전진단의 상태평가 절차에 따라 상태평가 결과를 결정한다.

다. 정밀안전진단

정밀안전진단에서는 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정한다.

8.3 상태평가 항목 및 기준

8.3.1 평가유형 및 영향계수

시설물의 상태평가는 결함 및 손상에 따른 각각의 상태평가 기준을 적용하며, 상태변화가 전체 구조물에 미치는 안전성의 영향정도, 구조적인 중요도가 적절히 고려되어 평가될 수 있도록 결함 및 손상을 평가유형별로 구분하여 영향계수를 적용한다.

가. 평가유형의 구분

결함 및 손상에 대한 평가유형은 다음과 같이 구분한다.

① 중요결함

침하, 경사/전도 및 활동 등과 같이 전체 구조물의 구조적인 안전에 직접영향을 미치는 결함.

② 국부결함

제체 세굴 및 침식 등과 같이 구조물의 안전성에 직접적인 영향을 미치지는 않지만 손상이 진전될 경우 전체 구조물의 안전에 상당한 영향을 끼칠 수 있는 결함.

③ 일반손상

수목식생, 콘크리트 재료분리·파손·마모 등과 같이 구조물의 안전에 크게 영향을 주지 않는 일반적인 손상.

나. 영향계수의 적용

각 부재에서 발생하는 각종 손상 및 결함에 대한 상태평가 시 손상이 전체 구조물에 미치는 안전성의 영향정도, 구조적인 중요도가 적절히 고려되어 평가될 수 있도록 영향계수를 적용한다.

영향계수는 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중요 결함을 기준으로 하여 국부적인 결함을 상향조정함으로써 이들이 전체 구조물에 미치는 영향을 평가 절하하는 계수이며, 상태평가를 위한 표준기준으로서 조사책임자의 판단으로 다소 조정할 수 있다.

8.3.2 표준제방

가. 표준제방의 평가항목별 평가유형 및 영향계수

[표 8.1] 표준제방의 평가항목별 평가유형 및 영향계수

위 치	손상형태 및 조사항목	평가유형	평가기준	평가점수	영향계수
제 체	침 하	중요결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0
	활 동				
	누 수				
	세굴(침식)	국부결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.2 1.4 2.0
	훼 손	일반손상	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.3 1.7 3.0
	수목의 식생				
호 안	기초 세굴	중요결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0
	비탈덮기 활동				
	비탈덮기의 손상	국부결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.2 1.4 2.0
	호안머리보호공의 손상				
	구조이음눈, 비탈멈춤공 등의 손상	일반손상	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.3 1.7 3.0
하상부	세 굴				
	퇴 적				

나. 손상 및 결함형태별 상태평가 기준

표준제방에서의 손상 및 결함형태별로 상태평가 기준을 정하였고, [표8.2]~[표8.13]에서 정의된 기준은 상태평가를 위한 표준적인 기준으로 실무에 활용 시에는 책임기술자의 판단으로 상태평가기준을 다소 조정 평가할 수 있다.

[표 8.2] 제체 침하의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 기준
a	5	○ 거의 발생하지 않음.
b	4	○ 육안으로 관찰가능한 경미한 침하
c	3	○ 단차 및 균열의 조짐이 보이거나, 경미한 단차 및 균열이 발생
d	2	○ 단차 및 균열이 육안으로 뚜렷이 관찰되며, 빗물이 고일 정도 발생
e	1	○ 부분적인 함몰이 발생되고, 비탈사면 활동조짐이 보임.

※) 침하에 대한 상태평가 기준을 침하량을 기준할 경우 정확한 침하량이 조사되어야 하나 침하량을 정확히 측정하기가 불가능함으로 육안에 의한 징후에 따라 등급 기준을 정하였다.

[표 8.3] 활동의 상태평가 기준

평가 기준	평가 점수	둑마루의 손상 범위	조사된 상태
a	5	없음	○ 활동이 발생되지 않은 상태
b	4	없음	○ 육안으로 관찰되지 않으나 부분적으로 부등침하흔적이 있는 경우
c	3	흔적 보임	○ 부분적으로 경미한 상태의 활동이 발생하였으나, 제체의 안전성에는 영향이 없고 지속적인 관찰 필요한 상태
d	2	폭이 큼	○ 활동이 발생하여 비탈사면이 부분적으로 전방으로 밀려난 상태이나 연직붕괴까지는 이르지 않은 상태
e	1	함몰을 동반하는 균열 발생	○ 활동의 정도가 아주 심하고, 광범위하게 발생하여 연직붕괴에 이르러 구조적인 안정을 상실한 위험한 상태

※) 비탈사면의 활동은 비탈사면이 전방으로 밀려나는 형태이므로 활동에 대한 상태평가 기준은 둑마루에서의 침하량 및 균열폭을 기준하였다.
활동에 대하여는 횡방향의 부등침하와 구분하기 어려운 점이 있으나, 현장의 손상상태를 면밀히 파악하여 책임기술자가 판단하는 것이 타당할 것이다.

[표 8.4] 누수의 상태평가 기준

평가 기준	평가 점수	조사된 상태	
		지반누수	제체누수
a	5	○ 발생하지 않음	○ 발생하지 않음.
b	4	○ 누수는 발생하지 않으나 기초지반이 투수성이 있음	○ 누수는 발생하지 않으나 제체재료가 투수성이 큼
c	3	○ 누수는 발생되지 않으나 제내외측에 골재채취 등으로 투수층이 노출되어 있음	○ 부분적으로 누수흔적이 있으나 제체 재료 유실은 발생되지 않음.
d	2	○ 부분적으로 파이핑 현상 발생하나, 심하지 않음	○ 누수가 발생되어 경미한 제체 재료의 유실이 있음.
e	1	○ 심한 파이핑 현상이 발생하여 제체의 안전성에 심각한 영향을 미침	○ 누수와 함께 제체재료의 유실이 심하여(파이핑 현상) 제체의 안전성에 심각한 영향을 미침.

주) 상태평가 결과가 "d" 이하이면 2.6.2절의 중대한 결함으로 본다.

※) 제체 누수는 평상시에는 관찰하기가 어려우므로 가능한 한 홍수기에 현장조사를 할 필요가 있으며, 부득이한 경우에는 청문조사, 누수흔적으로 상태를 파악하여야 한다.

[표 8.5] 호안의 기초·밑다짐공 세굴에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 기준
a	5	○ 세굴이 거의 발생하지 않은 상태
b	4	○ 경미한 세굴이 발생하여 부분적인 밑다짐공의 교란이 있으나 기초는 노출되지 않은 상태
c	3	○ 세굴의 발생으로 밑다짐공이 유실되고, 기초가 노출된 상태
d	2	○ 심한 세굴의 발생으로 밑다짐공의 유실, 기초하단깊이까지 세굴되어 호안의 붕괴가 예상되는 상태
e	1	○ 부분적으로 기초가 유실되어 호안이 붕괴된 상태

※) 제방 파괴는 대부분 월류, 세굴에 의하여 야기되며, 세굴의 의한 제방파괴 유형 중 기초세굴로 호안의 붕괴로 이어지는 유형이 일반적이다.
기초세굴에 대한 상태평가 기준은 세굴깊이를 정량적으로 파악하기 어려우므로 제방의 안전에 영향을 미치는 세굴의 정도에 따라 책임 기술자가 판단하여 평가점수를 부여할 수 있도록 기준을 정하였다.

[표 8.6] 비탈덮기의 활동에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 활동이 없는 상태
b	4	○ 경미한 활동(배부름)이 발생하였으나 보수가 필요하지 않은 상태
c	3	○ 활동의 발생으로 배부름 현상이 심하고, 접속구조물인 턱 피복콘크리트, 호안머리 보호공에 영향을 미쳐 이들 구조물에도 손상이 동반된 상태
d	2	○ 활동이 심하게 발생하여 부분적으로 붕괴가 발생되어 시급한 보수를 요하는 상태
e	1	○ 비탈덮기가 전반적으로 붕괴되어 전반적인 재시공이 요구되는 상태

※) 유수와 직접 접하는 비탈덮기는 항상 유수의 영향을 받고 있어 어느 정도의 손상은 피할 수 없다.
유수에 의한 영향을 크게 비탈덮기의 활동과 세굴로 구분할 때, 활동은 비탈덮기의 전체적인 붕괴로 이어지고, 세굴은 유수의 소류력으로 부분적인 탈락, 파손을 야기한다.
따라서 세굴에 의한 비탈덮기의 손상은 국부손상에 포함하였다.
비탈덮기의 활동에 대한 상태평가 기준은 현장에서 활동의 상태를 파악하여 제방의 안전에 영향을 미치는 정도에 따라 책임 기술자가 판단하여 점수를 부여할 수 있도록 기준을 정하였다.

[표 8.7] 제체의 세굴 및 침식에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 세굴 및 침식이 거의 발생하지 않음
b	4	○ 경미하게 발생한 상태로서 보수 불필요
c	3	○ 다소 크게 발생한 상태로서 보수를 요하나 단면축소로 인한 누수, 사면붕괴 등의 영향은 없는 상태임
d	2	○ 심하게 발생하여 비탈사면의 붕괴나 제체내 누수로 이어질 가능성이 있음
e	1	○ 매우 심하여 비탈사면의 붕괴와 제체 내 누수가 발생된 상태

주) 상태평가 결과가 "e"이면 2.6.2절의 중대한 결함으로 본다.

※) 제체는 유수와 접하는 앞비탈의 계획홍수위 이하부위는 호안을 설치하기 때문에 유수에 의한 직접적인 세굴이나 침식우려는 없다.
따라서 제체의 세굴은 주로 강우에 의해 발생되어진다고 할 수 있다.
상태평가 기준은 세굴 및 침식정도를 정량적으로 파악하기는 어려우므로 현장에서의 책임 기술자가 제체에 미치는 영향의 정도를 판단하여 점수를 부여할 수 있도록 기준을 정하였다.

[표 8.8] 비탈덮기의 손상(줄눈이격, 파손, 탈락)에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 손상이 없는 상태
b	4	○ 경미한 줄눈 이격은 있으나 파손, 탈락은 발생하지 않은 상태
c	3	○ 부분적으로 파손, 탈락이 발생하였고, 줄눈이 이격되는 등 배면 토사 유출이 심하게 발생할 우려가 있는 상태
d	2	○ 손상이 심하여 부분적인 비탈덮기의 유실이 발생하였고, 이로 인해 홍수시 전체적인 비탈덮기의 붕괴가 예상되는 상태
e	1	○ 대부분의 비탈덮기가 붕괴되어 제방 자체의 파괴로 이어질 정도인 상태

[표 8.9] 호안머리보호공 손상(균열, 파손, 들뜸)에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 손상이 없는 상태
b	4	○ 경미한 손상이 있으나 비탈덮기에 영향을 미칠 정도는 아닌 상태
c	3	○ 부분적으로 파손, 탈락이 발생하였고, 줄눈이 이격되는 등 배면 토사 유출이 심하게 발생할 우려가 있는 상태
d	2	○ 손상이 심하여 부분적인 비탈덮기의 유실이 발생하였고, 이로 인해 홍수시 전체적인 비탈덮기의 붕괴가 예상되는 상태
e	1	○ 대부분의 비탈덮기가 붕괴되어 제방 자체의 파괴로 이어질 정도인 상태

※) 호안머리보호공은 비탈덮기가 제체에 견고하게 부착할 수 있도록 하고, 또한 활동(미끄러짐)을 방지하는 역할도 한다. 손상의 정도에 따라 비탈덮기의 안전에 직접적인 영향을 미친다.
호안머리보호공에 발생하는 균열, 파손, 들뜸 등의 손상에 대한 상태평가 기준을 설정하였다.

[표 8.10] 제체의 훼손에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 훼손이 거의 없는 상태
b	4	○ 경미한 훼손이 있으나 보수 불필요
c	3	○ 다소 크게 발생한 상태로서 보수를 요함
d	2	○ 훼손 정도가 심하여 누수, 붕괴로 이어질 가능성이 있음
e	1	○ 훼손 정도가 매우 심하여 이로 인해 부분적인 제체붕괴와 제체내 누수가 발생하고 있는 상태

※) 제체의 훼손은 직접적으로 제방의 안전에 영향을 미치는 것은 아니나 제방의 노후화, 제체의 강도저하를 초래하며, 대표적으로 들쥐나 두더쥐에 의한 구멍, 경작, 골재채취 등의 유형이 있다.
상태평가 기준은 훼손정도를 정량적으로 나타내기는 어렵고, 현장에서 손상정도를 책임기술자가 제체에 미치는 영향을 판단하여 점수를 부여할 수 있도록 기준을 정하였다.

[표 8.11] 수목의 식생에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 문제가 될 수목식생이 거의 없는 상태
b	4	○ 수목이 식생하고 있으나, 유수와 접하는 계획홍수위 이하 부분에서는 문제가 될 식생은 없음
c	3	○ 유수와 접하는 계획홍수위 이하부분에서 문제가 될 수목이 식생하고 있고, 일부는 유실되어 제체에 손상을 유발시킨 상태
d	2	-
e	1	-

※) 수목의 식생도 직접적으로 제방의 안전에 영향을 미치는 것은 아니나 제방의 노후화, 제체의 강도저하를 초래하며, 홍수시 수목이 유실될 때 뿌리가 제체내 깊이 착근되어 있을 경우에는 제체의 안전에 영향을 미칠 수가 있다. 이외, 식생의 뿌리부에서의 공동, 들뜸 등으로 유수가 침투하여 제방을 연약화 시킨다.
상태평가 기준은 현장의 식생상태를 조사하여 책임 기술자가 제체에 미치는 영향을 판단하여 점수를 부여할 수 있도록 기준을 정하였다.

[표 8.12] 호안 구조이음눈 손상에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 손상이 없는 상태
b	4	○ 경미한 손상이 있으나 비교적 양호한 상태
c	3	○ 다소 심한 균열, 이격, 파손, 탈락 등의 손상이 있으나 비탈덮기에 영향을 미칠 정도는 아닌 상태
d	2	○ 전반적으로 탈락, 유실되어 비탈덮기의 안전에 심각한 영향을 미칠 우려가 있는 상태
e	1	-

[표 8.13] 하상부의 세굴 및 퇴적에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 세굴 및 퇴적이 거의 없는 상태
b	4	○ 경미하게 세굴되었으나 계획하상고 이내인 상태 ○ 경미하게 퇴적되었으나 통수에 전혀 지장이 없는 상태
c	3	○ 세굴로 하상보호사석의 유실 및 호안 기초부위가 노출된 상태 ○ 토사의 퇴적, 유목 등으로 통수능에 지장을 줄 수 있는 상태
d	2	-
e	1	-

8.3.3 특수제방

가. 특수제방의 평가항목별 평가유형 및 영향계수

[표 8.14] 특수제방의 평가항목별 평가유형 및 영향계수

위 치	손상형태 및 조사항목	평가유형	평가기준	평가점수	영향계수
직립 구조물	침 하	중요결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0
	경사/전도				
	활 동				
	변 형				
	파 손	국부결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.3 1.7 3.0
	균열				
	박리(박락, 층분리)				
	마모/침식				
	신축이음부 이격, 사석블록 이격, 말뚝간의 이격	일반손상	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.2 1.4 2.0
	기초부 세굴				

나. 손상 및 결함형태별 상태평가 기준

특수제방에서의 손상 및 결함형태별로 상태평가 기준을 정함에 있어서 제체 및 호안, 그리고 하상부의 손상 및 결함에 대한 사항은 표준제방을 그대로 적용하였고, 여기서는 직립구조물의 손상에 대한 사항만 기술하였다.

[표]에서 정의된 기준은 상태평가를 위한 표준적인 기준이며, 실무에 활용 시에는 책임기술자의 판단으로 상태평가점수를 다소 조정 평가할 수 있다.

[표 8.15] 직립구조물 침하의 상태평가 기준

평가 기준	평가 점수	조사된 상태	
		직립구조물 손상상태	제체의 손상상태
a	5	○ 거의 발생하지 않음	○ 거의 발생하지 않음
b	4	○ 경미한 침하가 있으나 구조물 표고가 설계시 표고 이상인 확보하고 있는 경우	○ 경미한 침하가 있으나, 둑마루가 설계시 여유고를 확보하고 있는 경우
c	3	○ 구조물 표고는 계획홍수위 이상을 확보하나 침하로 인해 구조물에 경미한 균열, 시공이음부 이격 등의 손상이 발생한 상태	○ 배면 제체에 단차 및 균열이 육안으로 뚜렷이 관찰되며 빗물이 고일 정도 발생
d	2	○ 구조물의 표고가 계획홍수위 이하로 침하되고, 구조물에 다소 폭이 큰 균열, 시공이음부 이격 등의 손상이 발생한 상태	○ 배면 제체에 부분적 함몰이 발생되고, 비탈사면 활동조짐이 보임
e	1	○ 구조물에 심각한 손상이 발생하여 구조물의 붕괴가 예상될 경우	-

※) 직립구조물에 발생하는 침하에 대한 상태평가 기준은 선정된 기준을 적용하고, 직립구조물의 침하를 동반하지 않는 제체 자체의 침하에 대하여는 표준제방의 제체 평가기준을 적용한다.

[표 8.16] 경사/전도의 상태평가 기준

평가 기준	평가 점수	최대기울기의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	5	2%미만	1%미만	○ 경사/전도가 발생되지 않은 상태
b	4	2%이상~3%미만	1%이상~2%미만	○ 부분적으로 경미한 경사/전도가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않는 상태
c	3	3%이상~4%미만	2%이상~3%미만	○ 경사/전도의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	2	4%이상~6%미만	3%이상~4%미만	○ 경사/전도의 정도가 심각하여 구조물의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	6%이상	4%이상	○ 경사/전도의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실한 위험한 상태

[표 8.17] 말뚝구조의 활동에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 활동이 없는 상태
b	4	○ 경미한 활동흔적이 있으나, 구조물에 손상이 없는 상태
c	3	○ 경미한 활동으로 구조물에 경미한 균열이 발생
d	2	○ 활동으로 인해 벽체가 기울어지기 시작하고 후면 매립부에 큰 균열이 발생하여 사면 파괴징후가 완연한 상태
e	1	○ 활동으로 사면 파괴가 크게 일어나고 널말뚝 벽체가 쓰러져 구조적인 기능을 완전히 상실한 상태

※) 직립구조물에 발생하는 활동에 대한 상태평가 기준은 제체의 활동에 대한 평가기준을 적용하되, 말뚝구조의 활동은 콘크리트 및 석축구조의 활동과는 달리 벽체 후면에서부터 사면 활동이 일어나 사면 파괴로 이어지는 양상이므로 상기의 별도 상태평가 기준을 정하였다.

[표 8.18] 말뚝구조의 변형에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 변형이 거의 발생하지 않은 상태
b	4	○ 부분적으로 경미한 변형이 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않는 상태
c	3	○ 변형의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	2	○ 변형의 정도가 심각하여 말뚝의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	○ 변형의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 위험한 상태

[표 8.19] 신축이음부 및 사석블록의 이격에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 건전한 상태
b	4	○ 경미한 발생으로 배면 토사 유출이 없는 상태
c	3	○ 다소 크게 발생하여 배면 토사 유출이 있는 상태
d	2	○ 평가단위의 1개소에서 심각하게 발생하여 구조적인 안정에 영향을 줄 정도
e	1	○ 평가단위의 2개소 이상에서 매우 심하게 발생하여 구조적인 안정에 크게 영향을 줄 정도

※) 콘크리트 구조의 신축이음부 이격, 말뚝 간의 이격, 사석블록의 이격에 대한 상태평가 기준을 상기와 같이 적용한다.

[표 8.20] 직립구조물의 기초부 세굴에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 하상의 세굴이 없는 상태
b	4	○ 하상이 세굴되었으나, 기초부의 노출이 안된 상태
c	3	○ 하상세굴로 기초부가 노출되어 기초부 보호사석이 부분적으로 교란 또는 유실된 상태
d	2	○ 기초부 보호사석의 대부분 유실로 기초부 하단까지 하상이 세굴되어 구조물 안전성에 영향을 미칠 정도
e	1	○ 기초부 보호사석의 전반적인 유실 및 구조물의 활동변위가 발생하였거나, 부분적으로 구조물의 붕괴로 전체 제방의 안전에 위험이 예상되는 경우

주) 상태평가 결과가 "d" 이하이면 2.6.2절의 중대한 결함으로 본다.

[표 8.21] 직립구조물의 파손에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 손상이 없는 건전한 상태
b	4	○ 경미한 손상이 있으나 보수는 요하지 않는 상태
c	3	○ 국부적인 파손으로 보수를 요하는 상태
d	2	○ 구조물의 안전성에 영향을 미치는 정도의 파손으로 긴급한 보수를 요하는 상태
e	1	○ 파손이 대규모로 발생하여 구조물의 일부가 붕괴되고 배면 제체의 붕괴를 동반한 경우

[표 8.22] 균열의 상태평가 기준

평가 기준	평가 점수	RC 부재		PSC 부재
		콘크리트 옹벽	RC 말뚝 구조	PSC 말뚝
a	5	○ 건전한 상태	○ 건전한 상태	○ 건전한 상태
b	4	○ 경미한 상태의 과응력균열, 부식균열및 일반균열	○ 경미한 말뚝 연결부 균열	○ 경미한 말뚝연결부 균열
c	3	○ 과응력 균열, 부식균열 및 일반균열이 다소 심한 상태	○ 경미한 상태 과응력균열 ○ 부식균열, 일반균열 또는 말뚝연결부 균열이 다소 심한 상태	○ 경미한 상태의 과응력균열, 부식균열, 일반균열 및 말뚝연결부 균열
d	2	○ 전반적으로 균열발생이 심하여 구조부재 기능 상실이 우려되는 상태	○ 심한 상태의 과응력 균열	○ 심한상태의 과응력균열, 부식균열 및 말뚝연결부 균열
e	1	○ 사인장 관통균열이 발생하여 매우 위험한 상태	○ 관통균열이 발생하여 매우 위험한 상태	○ 관통균열이 발생하여 매우 위험한 상태

※) 균열은 과응력균열, 부식균열, 일반균열, 말뚝연결부 균열 및 수중 균열로 세분할 수 있으며, 콘크리트 구조 및 말뚝구조에 있어서 RC 부재 및 PSC 부재에 대한 균열의 상태평가 기준을 설정하였다.

[표 8.23] 박리의 상태평가 기준

평가 기준	평가 점수	RC 부재		PSC 부재
		콘크리트 구조	RC 말뚝	PSC 말뚝
a	5	○ 건전한 상태	○ 건전한 상태	○ 건전한 상태
b	4	○ 박리의 초기단계로 철근 부식에 의해 박리부분에 균열이 형성되기 시작하거나 경미하게 콘크리트 덮개가 탈락 된 경우	○ 박리의 초기단계로 박리부분에 균열이 형성되기 시작하거나 경미한 콘크리트 덮개가 탈락된 상태	-
c	3	○ 콘크리트 덮개가 일어나는 심한 부분박리나, 박리부분이 탈락하는 완전박리가 다소 심하게 발생한 상태	○ 콘크리트 덮개가 일어나는 부분박리가 심하게 발생한 상태	○ 경미한 상태의 부분박리
d	2	○ 완전박리로 철근부식이 심각하여 구조물의 내하력 감소로 구조물 붕괴로 이어질 우려가 있는 상태	○ 박리부분이 탈락하는 완전박리가 심한 상태	○ 심한상태의 부분 박리나 경미한 상태의 완전 박리
e	1	○ 완전박리로 철근부식이 심각하여 구조물의 내하력 감소로 구조물 일부 붕괴된 상태	○ 박리상태가 매우 심하여 철근이 거의 다 부식되어 구조적 기능을 상실한 상태	○ 완전박리로 콘크리트 덮개가 완전히 탈락하고 강선의 부식이 매우 심한 상태

※) 박리는 콘크리트 덮개가 일어나는 정도의 부분박리와 덮개와 완전히 탈락하는 완전박리로 세분할 수 있으며, RC부재 및 PSC 부재에 대한 박리의 상태평가 기준을 설정하였다.

[표 8.24] 마모/침식의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 마모/침식된 부위가 없음
b	4	○ 마모/침식이 경미한 상태
c	3	○ 마모/침식이 다소 심한 상태
d	2	-
e	1	-

※) 마모/침식은 국부적인 결함으로 구조물 전체의 안전에는 크게 영향이 없으므로 최하 평가점수는 "c"로 기준하였으며, 이에 대한 상태평가 기준을 설정하였다.

[표 8.25] 탄산화 잔여 깊이의 상태평가 기준

평가기준	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	○ 30㎜이상	탄산화에 의한 부식이 발생할 우려 없음.
b	○ 10㎜이상 ~ 30㎜미만	향후 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성 있음
c	○ 0㎜이상 ~ 10㎜미만	경우에 따라서 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 있음
d	○ 0㎜미만	철근부식 발생
e	-	-

※ 일본구조물진단기술협회「비파괴시험을 이용한 토목 콘크리트구조물의 건전도 진단 매뉴얼」(2003년)

- ○ 탄산화 깊이에 대한 평가는 철근으로부터 탄산화의 남은 깊이를 지표로 하여 탄산화에 의한 강재부식 가능성을 나타낸 것으로 탄산화에 의한 단독 열화에 대하여 적용 한다.
- ○ 콘크리트 품질평가 기준인 탄산화는 직접적인 손상항목이 아닌 철근부식을 유발할 수 있는 환경에 관한 항목으로써 상태평가 기준 범위를 "a~d"로 한다.
- ○ 탄산화 진행 깊이조사는 6.7절의 콘크리트 탄산화 깊이 측정에 따라 시행하며, 시험개소별로 평가한다.
- ○ 철근의 피복은 조사 위치에서의 실측치를 기준으로 한다.

주) 상태평가 결과가 "d"이고, 철근노출 부식 등의 외관상태을 동반하는 경우에는 2.6.2절의 중대한 결함으로 본다.

[표 8.26] 전염화물 이온량의 상태평가 기준

평가기준	전염화물 이온량	철근부식의 가능성
a	○염화물 ≤ 0.3kg/m^3	염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없음
b	○0.3kg/m^3<염화물<1.2kg/m^3	콘크리트 중의 염화물 이온농도가 높으나, 부식이 발생할 가능성 적음
c	○1.2kg/m^3≤염화물< 2.5kg/m^3	향후 염화물에 의한 부식이 발생할 가능성 높음
d	○염화물 ≥ 2.5kg/m^3	철근부식 발생
e	−	−

※ 일본구조물진단기술협회「비파괴시험을 이용한 토목 콘크리트구조물의 건전도 진단 매뉴얼」(2003년)

- ○ 채취 코어의 전염화물 이온 시험결과에서 염화물에 의한 강재부식 가능성을 평가한다.
- ○ 콘크리트 품질평가 기준인 염화물 함유량은 직접적인 손상항목이 아닌 철근부식을 유발할 수 있는 환경에 관한 항목으로써 상태평가 기준 범위를 "a~d"로 한다.
- ○ 염화물 함유량 분석은 철근 깊이까지 깊이별(10㎜ 또는 20㎜)로 단계를 구분하여 염화물 분포를 파악함을 원칙으로 하며, 염화물 이온농도의 분포를 도시한다.
- ○ 염화물 함유량 분석은 KS F 2713(2002)의 산-가용성 염화물시험 규격에 따라 시행하며, 시험개소별로 평가한다.

주) 상태평가 결과가 "d"이고, 철근노출 부식 등의 외관상태을 동반하는 경우에는 2.6.2절의 중대한 결함으로 본다.

8.3.4 배수통관

배수통관에 대한 상태평가는 원칙적으로 다음 기준에 따르되, 제시한 기준을 적용할 수 없는 손상에 대하여는 "수문시설"의 상태평가 기준을 준용할 수 있다.

가. 배수통관의 평가항복별 평가 유형 및 영향계수

[표 8.27] 배수통관 평가항목별 평가유형 및 영향계수

손상형태 및 조사항목	평가유형	평가기준	평가점수	영향계수
배수암거 구조물 손상	중요결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0
문짝의 기능	일반손상	a	5	1.0
배수암거 배수기능		b c	4 3	1.1 1.3

주) 배수통관의 손상에 직접적으로 제방의 안전성에 영향을 미치지 않는 손상형태(문짝 기능상태, 배수안거 기능상태)는 최저 "c"까지만 설정

나. 손상 및 결함형태별 상태평가 기준

배수통관에서의 손상 및 결함형태별로 다음과 같이 상태평가 기준을 정하였고, 배수암거 구조물의 손상은 제방의 안전성에 직접 영향을 미칠 수 있으므로 배수통관의 상태평가결과가 제방에 반영될 수 있도록 정하였다.

[표 8.28] 배수통관의 배수암거 구조물 손상의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 기준
a	5	○ 거의 손상이 없는 상태
b	4	○ 경미한 손상이 있으나 누수, 제체 토사 유출우려가 없는 상태
c	3	○ 손상이 발생하여 누수, 제체 토사 유출이 우려되는 상태
d	2	○ 손상이 심하여 제체의 파괴에 영향을 미칠 우려가 있는 상태
e	1	○ 일부 구조물이 파괴되어 제체의 손상이 발생된 상태

[표 8.29] 배수통관 문짝 기능의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 기준
a	5	○ 하천외수 차단기능 및 문짝자체 이상이 없는 상태
b	4	○ 문짝 자체 경미한 손상이 있으나 하천 외수 차단기능에는 문제가 없는 상태
c	3	○ 하천외수 차단기능에 이상이 있는 상태

[표 8.30] 배수통관 배수암거 배수기능에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 기준
a	5	○ 암거내부 퇴적이 거의 없는 상태
b	4	○ 암거내부 퇴적심이 암거높이의 30% 미만인 상태
c	3	○ 암거 내부퇴적심이 암거 높이의 30%이상이거나 기타 이물질 등으로 배수기능에 지장이 있는 상태

8.4 상태평가 결과 산정 방법

8.4.1 제방 시설물 평가 단계별 절차

제방 시설물에 대한 평가는 [그림 8.1]과 같이 단계별로 구분할 때 복합시설물(5단계)에 해당하는 시설물로 간주하고, 하위단계인 개별시설, 복합부재, 개별부재로 구분한다.

외관조사망도는 개별부재에 대하여 작성하는 것을 원칙으로 하고 필요시 개별부재의 크기, 면적에 따라 부위별로 분할하여 작성한다.

Note ; $E_1 \sim E_7$, E_c, E_s : 평가지수, M : 상태평가 점수, F : 영향계수, A : 조정계수, W : 중요도

[그림 8.1] 제방 시설물 평가 단계별 절차

8.4.2 평가 단계별 구분

제방 시설물의 상태를 평가하기 위하여 시설물을 단계별로 구분하고, 다음 표와 같이 평가단계별 구분표를 최종 5단계의 복합시설 단계까지 구분하여 작성한다.

상태평가의 기초가 되는 단위 조사망도의 작성 요령은 다음과 같다.

제방 측량 측점(Sta. No)이나 하천정비기본계획의 하천측량 측점(Sta. No)을 기준하여 1km 단위로 구분하거나, 측량자료가 없을 시는 하천의 특성(만곡부, 하천횡단구조물 설치지점 등), 제방단면의 변화지점, 제방 횡단구조물 지점, 비탈덮기 변화지점 등을 중심으로 구분한다.(다만, 조사대상 제방 연장이 1㎞ 미만이거나 전체적으로 변화가 없어 구분할 필요성이 없을 경우에는 전체 연장을 하나의 블록으로 할 수 있다.) 제방1, 제방2 등은 하천의 좌우안 제방이거나, 또는 인접 제방을 지칭한다.

구분한 각 블록을 50～100m 단위 또는 책임기술자의 판단에 따라 일정한 간격으로 세분하여 단위 조사망도로 한다.

[표 8.31] 제방의 평가단계별 구분

평가단계별 구분			부재 및 시설물의 구분
평가구분		평가대상	
상태평가	1단계	상태변화※) (결함, 손상)	조사망1(제체, 호안, 등), 배수통관1(배수암거, 문짝) 조사망2(제체, 호안, 등), 배수통관2(배수암거, 문짝) …
	2단계	개별부재	
	3단계	복합부재	블록(구간)1 블록(구간)2 …
상태평가 안전성평가 종합평가	4단계	개별시설	제방1 제방2 …
종합평가	5단계	복합시설	제방
	6단계	통합시설	-
	7단계	종합시설	-

※) 개별부재(부위)에 대한 외관조사망도 작성

가. 1단계 상태평가 : 부재(部材)별 손상상태 평가표 작성

시설물의 상태평가 단계별 구분표에 따라 개별부재를 1개 외관조사망도 또는 필요에 따라 부위별로 다수의 외관조사망도로 구분하여 개략도에 손상 및 결함상태를 도시하고, 조사결과표에 개별부재에 대한 손상내용을 상세히 기록한 후, 그 손상 정도에 대하여 5단계(a~e) 상태평가 결과 및 평가점수를 부여한다.

○ 손상상태 평가표에는 평가항목에 없는 상태변화라 할지라도 모두 기록하는 것을 원칙으로 한다.

○ 각 상태변화에 대한 상태평가 결과가 c, d, e 일 경우 보수·보강 우선순위에 따라 보수·보강을 한다.

[표 8.32] 부재(부위)별 손상상태평가표 (예)

부위(망번호) / 개별부재	복합부재 / 개별시설물	표 번호
조사망1 / 블록1	***블록1 / 제방1***	*No. 1-1*

※ 개략도 작성 시 규격용지를 횡으로 사용할 경우 또는 부위별로 여러 장일 경우는 손상에 일련번호를 매기고, 별도의 용지에 아래의 조사결과표를 개별부재에 대하여 작성한다.

조 사 결 과 표

번호	손상(결함)종류	손상(결함)내용	단 위	크 기	평가결과
①	*제체활동*	*정미함*	*폭(㎜)*길이(㎝)*	-	*b*
②	*제체누수*	*누수흔적 있음*	*폭(㎜)*길이(㎝)*	-	*c*
③	*기초세굴*	*정미함*	*면적(㎡)*	-	*b*
④	*비탈덮기 손상*	*파손, 탈락*	*개소*	*5*	*c*
조사일자 : *20 . .*		조사자 :			

나. 2단계 상태평가 : 개별부재(個別部材) 평가표 작성

○ 개별 부재별로 작성된 외관조사망도에 나타난 손상 및 결함을 평가유형별로 중요결함, 국부결함, 일반손상으로 구분한다.

○ 개별부재의 평가는 각각의 손상 및 결함에 대한 평가기준에 따른 평가점수(M)에 손상 및 결함이 부재의 안전에 미치는 영향을 반영한 평가유형별 영향계수(F)를 곱하여 산출한다.

○ 산출된 결함 및 손상의 상태평가지수(E_1) 중 최소값을 개별부재의 상태평가지수(E_2) 및 상태평가 결과를 결정한다.

[표 8.33] 평가기준별 평가지수 및 결함유형별 영향계수

평가 결과별 평가지수 범위		구 분		영 향 계 수(F)				
평가기준	평가지수 ($E_{1\sim7}$, Es, Ec)	평가기준 (평가점수 : M)		a (5)	b (4)	c (3)	d (2)	e (1)
a	4.5 ≤ E_1 ≤ 5.0	평가유형	중요결함	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
b	3.5 ≤ E_1 < 4.5		국부결함	1.0	1.1	1.2	1.4	2.0
c	2.5 ≤ E_1 < 3.5		일반손상	1.0	1.1	1.3	1.7	3.0
d	1.5 ≤ E_1 < 2.5							
e	1.0 ≤ E_1 < 1.5							

▷ 결함 및 손상의 상태평가지수(E_1) = M × F

- 여기서, M : 평가점수, F : 영향계수

▷ 개별부재의 상태평가지수(E_2) = Min (다수의 E_1 값)

- 평가결과를 결정하기 위한 평가지수 값은 소수3째 자리를 반올림하여 사용한다.

[표 8.34] 개별부재 평가표 (예)

개별부재	*조사망 1*				표번호
1단계 표번호	*1-1, 1-2*				*2-1*
조사항목	평가유형	평가기준	평가점수 M	영향계수 F	평가지수 E_1=M*F
제체 활동	중요결함	표참조	*4*	*1.0*	*4.0*
제체 누수	중요결함	〃	*3*	*1.0*	*3.0*
기초 세굴	중요결함	〃	*4*	*1.0*	*4.0*
비탈덮기 파손, 탈락	국부결함	〃	*3*	*1.2*	*3.6*
1. 개별부재의 상태평가지수(E_2) = 상태평가지수 E_1 중 최소값 =					*3.0*
2. 개별부재의 상태평가 결과 =					*c*

다. 3단계 상태평가 : 복합부재(複合部材) 평가표 작성

○ 복합부재는 개별부재의 집합으로 주요부재와 보조부재로 구분할 수 있다.

○ 복합부재의 평가는 개별부재가 복합부재의 안전에 미치는 영향을 판단하여 그 중요도를 반영한다. 이때 개별부재의 중요도의 합이 100이 되도록 규정한다.

제방은 각 개별부재의 중요도를 동일하게 적용한다.

○ 중요도가 규정되지 않은 추가적인 개별부재가 있는 경우에는 그 개별부재의 중요도를 판단하여 정하고, 기타의 부재들은 규정된 비율대로 배분한다.

○ 책임기술자는 개별부재의 특성에 따라 중요도를 조정할 필요가 있다고 판단될 경우 규정된 값의 20%값 범위 내에서 조정할 수 있다.

○ 또한, 복합부재의 안전은 상태가 나쁜 개별부재의 영향을 크게 받으므로 그에 상응한 보정을 하기 위하여 조정계수를 사용한다.

○ 복합부재의 평가지수(E_3) 산정 시 조정계수의 사용은 개별부재의 평가지수(E_2)별로 위험성이 큰 값에 보다 큰 가중치를 적용하여 부재 전체의 안전성을 평가 절하 한다.

이는 단순 산술평균법의 적용보다 다소 낮은 평가지수의 평가결과를 도출한다.

○ 복합부재의 평가는 개별부재의 평가지수(E_2)에 중요도 및 조정계수를 반영하여 복합부재의 상태평가지수(E_3)를 산출하고 상태평가 결과를 결정한다.

▷ 복합부재의 상태평가지수(E_3) = $\Sigma(E_2 \times A \times W) / \Sigma(A \times W)$

여기서, E_2 : 개별부재의 상태평가지수
A : 조정계수
W : 중요도

[표 8.35] 평가지수에 따른 조정계수

평가결과	a	b	c	d	e
평가지수 ($E_{1\sim7}$, Es, Ec)	5.0 ~ 4.5이상	4.5미만~ 3.5이상	3.5미만~ 2.5이상	2.5미만~ 1.5이상	1.5미만~ 1.0이상
조정계수(A)	1	2	3	6	6

[표 8.36] 중요도 조정방법(예)

구 분	제체	배수통관 및 기타	비 고
중요도	85 ±17(20%)	15 ±3(20%)	
중요도 (조정 후)	85×100/85 ⇒100	-	

○ 상기 예시는 시설물에서 어느 특정 부재가 추가되거나, 없는 경우에 중요도를 조정하여 중요도의 합이 100이 되도록 조정하기 위한 방법이다.

[표 8.37] 복합부재 평가표 (예)

개별시설명	*블록 1*					표번호
2단계 평가표	*2-1, 2-2, 2-3, 2-4*					*No. 3-1*
개별부재	평가결과	평가지수 E_2	조정계수 A	중요도(%) W	계산값 A*W	계산값 E_2*A*W
조사망 1	*c*	*3.0*	*3*	*42.5*	*127.5*	*382.5*
조사망 2	*c*	*3.4*	*3*	*42.5*	*127.5*	*433.5*
배수통관1	*b*	*3.6*	*2*	*7.5*	*15.0*	*54.0*
배수통관2	*b*	*3.6*	*2*	*7.5*	*15.0*	*54.0*
합계(Σ)				*100*	*285.0*	*924.0*
<조사자 의견>						
1. 복합부재의 상태평가지수(E_3) = Σ(E_2*A*W) / Σ(A*W) = 924.0 / *285.0* =						***3.24***
2. 복합부재의 상태평가 결과 =						***c***

라. 4단계 상태평가 : 개별시설(個別施設) 평가표 작성

○ 제체는 개별시설로서 동일기능을 수행하는 복합부재(블록1, 블록2, …)의 집합으로 구성되어 있다.

○ 개별시설의 평가는 복합부재의 중요도는 같다는 가정 하에 복합부재의 상태평가지수(E_3)에 규모(길이, 면적, 부피, Capacity 등)를 반영하여 개별시설의 상태평가지수(Ec)를 산출하고 상태평가 결과를 결정한다.

○ 또한 개별시설의 평가단계에서는 안전성평가를 수행하여 종합평가 결과를 결정한다.

▷ 개별시설의 상태평가지수(Ec) = Min + $V_1 \times V_2$

여기서, $V_1 = 0.3 \times (Max - Min)$

$V_2 = \Sigma(E_3 \times S) / (5 \times \Sigma S)$

S : 규모

Max : 복합부재의 상태평가지수(E_3) 최대값

Min : 복합부재의 상태평가지수(E_3) 최소값

[표 8.38] 개별시설 평가표 (4단계 평가표 부분 예시)

개 별 시 설	*제체1*			
3단계 표번호	*3-1, 3-2, 3-3, 3-4*			
복합부재명	평가결과	평가지수 E_3	규 모(m) S	계산값 $E_3 \times S$
블록1	*c*	*3.24*	*20*	*64.8*
블록2	*b*	*3.50*	*20*	*70.0*
블록3	*b*	*3.77*	*20*	*75.4*
블록4	*b*	*3.67*	*15*	*58.1*
합계(Σ)			*75.0*	*268.3*
<조사자 의견>				
1. 상태평가지수(E_3) 최대값 (Max. Value) =				*3.87*
2. 상태평가지수(E_3) 최소값 (Min. Value) =				*3.24*
3. V1 = 0.3×(Max.−Min) = *0.3×(3.87−3.24) =*				*0.19*
4. V2 = Σ(E_3×S) / (5×ΣS) = *268.3 / (5×75.0) =*				*0.72*
5. 개별시설의 상태평가지수(Ec) = Min.+$V_1 \times V_2$ = *3.24+0.19×0.72 =*				***3.38***
6. 개별시설의 상태평가 결과 =				***c***

제 9 장

안전성평가 기준 및 방법

9.1 일반

9.2 안전성평가 기준

9.3 안전성평가 결과 산정 방법

제9장 안전성평가 기준 및 방법

9.1 일반

9.1.1 안전성평가의 절차

가. 일반

시설물의 안전성 평가는 정밀안전진단시에 실시한다. 다만, 정밀점검 또는 긴급점검시 일부 부재에 대하여 안전성평가가 필요하다고 판단될 경우 선택과업으로 실시할 수 있으나, 결함이 광범위하고 중대한 경우에는 「법」 제7조제1항에 따라 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

책임기술자는 재하시험(계측) 및 구조해석 또는 기존의 안전성평가 자료와 함께 부재별 상태평가, 재료시험 결과 및 각종 계측, 측정, 조사 및 시험 등을 통하여 얻은 결과를 분석하고 이를 바탕으로 구조물의 안전과 부재의 내(하)력 등을 종합적으로 평가하여 세부지침의 안전성평가 기준에 따라 시설물의 안전성평가 결과를 결정한다.

보고서에는 평가에 사용된 해석방법의 종류 및 해석결과에 대한 설명과 계산기록을 포함하여야 한다.

나. 안전성평가를 위한 선택과업

시설물의 안전성평가의 목적은 시설물이 제 기능 및 역할을 유지할 수 있는 구조적 및 운영상의 안전성에 대한 확보여부를 평가하는데 있으므로 현장으로부터 시설물의 현황과 상태 및 특성을 충분히 파악하여 제반 문제점을 도출하고 기초자료 분석 및 구조검토·해석 등에 의해 문제점에 대한 원인을 규명함과 더불어 안전성 여부를 판단하여야 한다.

안전성 평가를 위하여 기본과업 이외의 필요한 계측, 측정, 조사 및 시험 등의 선택과업을 시설물 종류 및 구조적 특성에 따라 책임기술자는 관리주체와 협의하여야

하며, 이를 위해서는 설계자료 검토, 시공방법과 사용재료의 검토, 기록을 통한 운영이력의 분석, 부재별 상태평가 결과 및 각종 계측·측정·조사·시험 등을 통하여 충분한 기초자료를 확보하는 것이 중요하며, 안전성평가 시 검토할 사항은 다음과 같다.

① 비파괴 시험결과 분석

② 토질조사 등의 결과 분석

③ 시설물의 변형/변위 및 거동 등의 측정결과 분석

④ 구조물의 구조검토·해석결과 분석

⑤ 기타 안전성평가를 위하여 필요한 사항

다. 내진성능 평가

제방의 내진성능 평가는 필요시에 실시하는 것으로 내진설계 성능기준 및 기타 연구결과[1]에서 해당 시설물의 내용을 참고하고 지진의 발생빈도와 지반운동의 세기, 시설의 중요도에 따라 요구되는 내진성능을 기능수행기준과 붕괴방지 수준으로 구분하여 만족시키도록 규정하고 있다.

9.1.2 제방의 안전성평가 항목

일반적으로 토사로 축조되는 제방의 파괴는 주로 월류, 세굴, 누수 등에 의해 발생하며 제방은 다음조건을 만족해야 한다.

① 홍수시 월류해서는 안된다.

② 제체가 세굴되지 않아야 한다.

③ 하천수위 급강하 시 비탈면의 활동에 대하여 안전해야 한다.

④ 연약지반일 경우 파괴와 침하에 안전해야 한다.

⑤ 누수 및 파이핑에 안전해야 한다.

⑥ 강우 시 제체함수비가 상승해도 비탈면 붕괴에 대해 안전해야 한다.

가. 제방 월류에 대한 안정

제방은 제방지점의 하천계획홍수를 원활히 소통시킬 수 있는 높이여야 하며, 또한 시공후의 침하나 예상치 못한 요인에 대한 안전을 고려하여 일정 여유고를 확보하여야 한다.

---

1) 기존 시설물의 내진성능 평가 및 향상요령('04.05) : 국토해양부, 한국시설안전공단

[표 9.1] 계획홍수량에 따른 여유고

계획홍수량 (㎥/sec)	여 유 고 (m)	비 고
200 미만	0.6 이상	
200 이상 ~ 500 미만	0.8 이상	
500 이상 ~ 2,000 미만	1.0 이상	
2,000 이상 ~ 5,000 미만	1.2 이상	
5,000 이상 ~ 10,000 미만	1.5 이상	
10,000 이상 ~	2.0 이상	

나. 제방 활동에 대한 안정

원호활동을 고려한 제방 비탈면 안전계산에서 안전율은 다음 [표 9.2]의 기준을 따르되 간극수압과 제체의 연직붕괴를 고려하여 결정한다.

안전도 검토 방법에는 전응력 분석방법, 유효응력 분석방법이 있으며, 전응력 분석방법은 단기간의 안정분석 또는 공사완료 직후의 안정분석 시에 적용하고, 장기간의 분석을 위해서는 유효응력 분석방법을 적용하는 것을 원칙으로 한다.

[표 9.2] 제체활동에 대한 안전율

제체상태	간극수압 상태	안전율
연직붕괴(crack) 고려시	간극수압 불고려시	2.0 이상
	간극수압 고려시	1.4 이상
연직붕괴(crack) 불고려시	간극수압 불고려시	1.8 이상
	간극수압 고려시	1.3 이상

다. 제방 누수에 대한 안정

누수에는 제체누수와 기초지반 누수가 있으며, 제체누수는 침윤선이 제체 내에 위치하여 비탈면 붕괴를 야기하며, 지반 누수는 파이핑 현상으로 제방의 붕괴를 유발한다.

1) 제체누수의 원인

① 제방단면이 너무 작은 경우

② 제체 재료가 투수성이 크고 차수벽이 없는 경우

③ 제체를 충분히 다지지 않은 경우

④ 제체가 두더쥐 등에 의해 구멍이 뚫린 경우

⑤ 제체 내에 매설되어 있는 구조물(통문, 통관 등)과의 접속부에 공동이 발생한 경우

2) 기초지반 누수의 원인(파이핑 현상 동반)

① 지반의 투수성이 큰 모래층 또는 자갈층인 경우

② 고수부지 부근의 표토가 세굴되어 투수층이 노출되었을 경우

③ 골재 채취 등으로 투수층이 노출되었을 경우

④ 설계 시 예상 못했던 지반 침하로 침투압이 증가하였을 경우

3) 파이핑 현상 판정 방법

① 한계동수 경사에 의한 판정

② 한계유속에 의한 판정

③ 크리프 비에 의한 판정

④ 침투압에 의한 판정

라. 제방 침하에 대한 안정

① 제방침하의 원인은 지반의 탄성침하, 압밀, 흙이 측방으로 부풀어 오르는 현상 등을 생각할 수 있으므로 지반조사를 통해 압밀침하량을 산정하여 안전하고 경제적인 제방이 되도록 산정.

② 연약지반에 제방을 축조하는 것은 가능한 피하고, 부득이한 경우에는 연약토사의 치환, 지하수위를 낮추어 압밀침하를 촉진시키는 방법 등의 조치를 취해야 한다.

마. 제방 세굴에 대한 안정

○ 유수와 접하는 제방 앞비탈에는 계획홍수위 이상 높이까지 비탈덮기를 설치하여 유수에 의한 제체 세굴을 방지하여야 한다.

9.2 안전성평가 기준

앞 절에서 제시한 제방의 안전에 영향을 미치는 주요 요소에 대하여 정량적으로 안전성을 검토할 수 있는 요소를 선별하여 안전성평가 기준을 제시하였다.

가. 월류에 대한 안전성평가 기준

제방의 월류에 대한 안전성평가는 조사 당시의 제방고와 수리·수문분석을 통한 하천의 계획홍수위를 비교함으로서 제방고의 적정성 여부를 검토하는 것이다.

여기서 계획홍수위는 하천정비기본계획이 수립된 하천에서는 하천정비기본계획의 자료를 준용하고, 하천정비기본계획이 수립되어 있지 않거나 특정 홍수에 대한 검토 시는 정밀안전진단(또는 안전점검) 시의 수리·수문 분석결과를 이용하여야 한다.

[표 9.3] 월류에 대한 안전성평가 기준

평가 기준	평가 점수	평 가 내 용
a	5	○제방고 〉 계획홍수위 + 여유고 이고, ○호안고 〉 계획홍수위
b	4	○계획홍수위+여유고 ≥ 제방고 〉 계획홍수위+(여유고×0.9) 이고, ○호안고 ≥ 계획홍수위
c	3	○계획홍수위+(여유고×0.9) ≥ 제방고 〉 계획홍수위+(여유고×0.75) 이고, ○호안고 ≥ 계획홍수위
d	2	○계획홍수위+(여유고×0.75) ≥ 제방고 〉 계획홍수위 이거나, ○호안고 〈 계획홍수위
e	1	○제방고 〈 계획홍수위

나. 활동에 대한 안전성평가 기준

제방의 원호활동을 고려한 비탈면의 활동에 대한 안전성평가 기준은 다음과 같다.

주) 1. 안정계산은 연직붕괴와 간극수압을 고려하는 것을 원칙으로 함.
2. 기준안전율 : 하천설계기준에서 제시한 안전율

[표 9.4] 활동에 대한 안전성평가 기준

평가 기준	평가 점수	평 가 내 용
a	5	○ 안전율(SF)이 기준안전율 초과
b	4	○ 안전율(SF)이 기준안전율이상이나, 제체단면 손실이 있는 경우
c	3	○ 기준안전율의 90% ≤ 안전율(SF) 〈 기준안전율의 100%
d	2	○ 기준안전율의 75% ≤ 안전율(SF) 〈 기준안전율의 90%
e	1	○ 안전율(SF) 〈 기준안전율의 75%

다. 누수에 대한 안전성평가 기준

제방은 토사로 축조되므로 어느 정도의 누수는 불가피하며, 여기서의 누수라 함은 누수가 제체 비탈끝 부분에서 발생하거나, 기초지반을 통하여 발생하는 경우를 의미한다. 즉, 제체의 침윤선이 높은 것을 의미하며, 이러한 제체 침윤선의 형상은 제방의 비탈면 붕괴에 결정적으로 영향을 미친다.

특히, 기초지반에 대한 누수는 홍수시 파이핑 형태로 나타나는 것이 일반적으로서 이러한 파이핑 현상은 제방 전체의 붕괴를 야기한다.

누수에 대한 안전성은 침투류 해석 및 파이핑에 대한 검토를 통하여 평가하며, 파이핑에 대한 검토는 최소 2가지 이상의 방법으로 검토하되 이에 대한 평가 기준은 ①한계동수경사에 의한 방법, ②침투압에 의한 방법에 의하여 평가한다.

[표 9.5] 누수에 대한 안전성평가 기준

평가 기준	평가 점수	평 가 내 용
a	5	① 한계동수경사 방법 : 안전율 4.0 이상 ② 침투압 방법 : 안전율 2.0 이상
b	4	① 한계동수경사 방법 : 안전율 3.0 이상 ~ 4.0 미만 ② 침투압 방법 : 안전율 1.8 이상 ~ 2.0 미만
c	3	① 한계동수경사 방법 : 안전율 2.5 이상 ~ 3.0 미만 ② 침투압 방법 : 안전율 1.6 이상 ~ 1.8 미만
d	2	① 한계동수경사 방법 : 안전율 2.2 이상 ~ 2.5 미만 ② 침투압 방법 : 안전율 1.3 이상 ~ 1.6 미만
e	1	① 한계동수경사 방법 : 안전율 2.2 미만 ② 침투압 방법 : 안전율 1.3 미만

주) 한계동수경사법 및 침투압법에 의한 기준안전율은 다음과 같다.

- 한계동수경사 방법 : 기준안전율 3.0 ~ 4.0
- 침투압 방법 : 허용안전율 2.0 이상

라. 특수제방의 옹벽 및 말뚝에 대한 안전성평가 기준

특수제방의 옹벽 및 말뚝에 대한 안전성 검토는 구조물의 활동 및 전도에 대한 검토가 필요하며, 또한 배면 토압에 대한 구조물 자체의 내하력 검토가 필요하다.

[표 9.6] 특수제방 옹벽 및 말뚝의 활동, 전도에 대한 안전성평가 기준

평가 기준	평가 점수	평 가 내 용
a	5	안전율(SF)이 1.3 초과의 경우
b	4	1.20 ≤ 안전율(SF) ≤ 1.3
c	3	1.17 ≤ 안전율(SF) 〈 1.20
d	2	0.97 ≤ 안전율(SF) 〈 1.17
e	1	안전율(SF) 〈 0.97

[표 9.7] 특수제방 옹벽 및 말뚝의 내하력에 대한 안전성평가 기준

평가기준	평가점수	평 가 내 용 (안전율 SF = 설계강도 / 소요강도)
a	5	SF 〉 1.0
b	4	SF ≥ 1.0 이나, 단면 손상이 발생한 경우
c	3	0.9 ≤ SF 〈 1.0
d	2	0.75 ≤ SF 〈 0.9
e	1	SF 〈 0.75

9.3 안전성평가 결과 산정 방법

9.3.1 안전성평가 결과 산정

월류, 활동, 전도, 내하력 등 여러 안전성평가 항목에 대한 평가 결과를 종합하여 안전성평가지수를 다음 식에 의하여 산정하되, 하나의 평가항목을 다수의 단면에 대하여 검토 한 경우에는 그 평가항목에 대한 평가결과 중 최저평가점수를 그 평가항목의 평가점수로 하여 다음 식에 의하여 전체시설물에 대한 안전성 평가지수값을 결정하여야 한다.

$$\text{안전성평가지수}(E_s) = L + 0.3(H-L)\frac{\sum_{i=1}^{N-2} M_i}{5\times(N-2)}, \qquad (N \rangle\ 2)$$

$$= L + 0.3(H-L), \qquad (N = 2)$$

여기서, N : 안전성평가 항목 수

L : 검토항목의 안전성평가지수(평가점수) 중 최소값

H : 검토항목의 안전성평가지수(평가점수) 중 최대값

M_i : 검토항목의 최대 및 최소값을 각각 1개씩 제외한 나머지 값들

9.3.2 안전성평가 결과 산정 방법

① 검토한 안전성평가 항목에 대하여 평가기준에 의거 각각 안전성평가 점수를 결정한다.

② ①의 결과를 이용하여 각 안전성평가항목별로 안전성평가 점수를 산정한다.

- 하나의 평가항목을 여러 단면에 대하여 검토한 경우에는 그 평가항목에 대한 평가결과 중 최저치를 그 평가항목의 평가결과로 함.

③ ②에서 산정된 각 평가항목별 안전성평가 점수를 이용하여 위 식에 의하여 종합 안전성평가지수를 산정한다.

④ ③의 결과 산정된 종합 안전성평가 지수를 다음 [표 9.8]의 안전성평가지수에 따른 안전성평가 기준에 따라 안전성평가 결과를 결정한다.

[표 9.8] 안전성평가지수(Es) 범위에 따른 안전성평가 기준

안전성평가지수의 범위	안전성평가기준	안전성평가 점수	비 고
4.5 ≤ Es ≤ 5.0	A	5	
3.5 ≤ Es 〈 4.5	B	4	
2.5 ≤ Es 〈 3.5	C	3	
1.5 ≤ Es 〈 2.5	D	2	
1.0 ≤ Es 〈 1.5	E	1	

[표 9.9] 제방 시설물의 안전성 평가표 (4단계 평가표 부분 예시)

안 전 성 평 가					
평가항목	평가결과	평가점수	평가항목	평가결과	평가점수
1. 월류에 대한 안전성 검토	*a*	*5*	5. 옹벽 내하력 검토	*d*	*2*
2. 활동에 대한 안전성 검토 (사면안정 해석)	*b*	*4*			
3. 누수에 대한 안전성 검토 (침투류 및 파이핑 해석)	*c*	*3*			
4. 옹벽의 전도에 대한 검토	*c*	*3*			
<검토자 의견>					
1. 평가항목수(N)에 따라 Es 수식 선택 1.1) N=1이면 Es = Min N=2이면 Es = Min + 0.3 × (Max − Min) 1.2) N>2이면 Es = Min + 0.3 × (Max − Min) × Σ M / (5 × (N−2)) (Max, Min = 평가점수 최대, 최소값 : M = 최대, 최소값을 제외한 나머지 중간값) 2. 개별시설 안전성평가지수(Es) = *2.60* 3. 개별시설 안전성평가 결과 = *C*					

제 10 장

종합평가 기준 및 방법

10.1 종합평가 기준

10.2 종합평가 결과 산정 방법

제10장 종합평가 기준 및 방법

10.1 일반

가. 일반

시설물의 종합평가는 구조물 부재의 결함 및 손상에 대하여 평가기준 및 상태평가 기법에 따라 수행한 상태평가 결과와 시설물의 안전성평가 결과를 고려하여 개별시설물의 종합평가 결과를 결정한다.

제방에 대한 종합평가는 상태평가만 실시하거나 또는 상태평가와 안전성평가를 각각 실시한 후 이들 결과를 기초로 종합하여 이루어진다. 즉, 상태평가만 실시하는 경우에는 상태평가결과를 종합평가 결과로 가름하여 상태평가 결과가 종합평가 결과로 결정되지만 상태평가와 안전성평가를 동시에 실시한 경우에는 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 비교 검토하여 최종적인 종합평가 결과를 부여하게 된다.

따라서 본 장에서는 상태평가와 안전성평가가 동시에 실시되는 경우에 대하여 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 객관적이고 정량적이며 통일성 있는 종합평가가 이루어지고 합리적인 종합상태 결과가 결정될 수 있도록 종합평가 기준을 설정하고 그 평가방법 및 절차를 수립한다.

나. 종합평가 기준

시설물의 상태평가와 안전성평가를 실시한 경우에는 각각의 결과로 부여된 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 종합적으로 비교·검토하여 그 시설물에 대한 종합평가를 결정하며, 시설물에 대한 종합평가 기준은 [표 10.1]의 종합평가지수(E4~7)에 따라 결정한다.

[표 10.1] 종합평가지수에 따른 종합평가 기준

종합평가지수($E_{4\sim7}$)	종합평가 기준	비 고
$4.5 \leq (E_{4\sim7}) \leq 5.0$	A	
$3.5 \leq (E_{4\sim7}) < 4.5$	B	
$2.5 \leq (E_{4\sim7}) < 3.5$	C	
$1.5 \leq (E_{4\sim7}) < 2.5$	D	
$1.0 \leq (E_{4\sim7}) < 1.5$	E	

10.2 종합평가 결과 산정 방법

10.2.1 종합평가 결과 산정

평가대상 개별시설에 대하여 상태평가 및 안전성평가를 실시한 후 그 결과에 의해 산출된 상태평가지수와 안전성평가지수를 비교하여 작은 값을 종합평가를 위한 종합평가지수(E_4)로 결정·적용하여 개별시설의 종합평가 결과를 결정하고, 평가단계별로 그 결과를 취합하여 종합평가를 실시한다.

안전성평가를 실시하지 않은 경우는 상태평가지수를 종합평가지수로 갈음한다.

10.2.2 종합평가 결과 산정 방법

평가대상 시설물에 대하여 평가단계별 구분표에 따라 종합평가 산정 절차를 예시하였다.

가. 4단계 종합평가 : 개별시설(個別施設) 평가표 작성

시설물의 평가단계별 구분표에서 4단계에 해당하는 종합평가 결과를 결정하기 위해 시설물별 상태평가 및 안전성평가 결과로 산출된 상태평가지수와 안전성평가지수를 사용하며, 이 값 중에서 작은 값을 개별시설의 종합평가지수(E_4)로 적용하여 [표 10.1]에 따라 평가대상 시설물에 대한 종합평가 결과를 부여한다.

안전성평가를 실시하지 않은 경우는 상태평가지수를 종합평가지수로 갈음한다.

▷ 개별시설의 종합평가지수 (E_4) = Min(Ec, Es)

여기서, Ec : 개별시설의 상태평가지수
Es : 개별시설의 안전성평가지수

[표 10.2] 개별시설 평가표 (예)

개별시설	*제방1*	표번호
3단계 표번호	*No. 3-1, 3-2, 3-3, 3-4*	*No. 4-1*

상 태 평 가

복합부재명	평가결과	평가지수 E_3	연 장(m) S	계산값 E_3*S
블록1	*c*	*3.24*	*20.0*	*64.8*
블록2	*b*	*3.50*	*20.0*	*70.0*
블록3	*b*	*3.77*	*20.0*	*75.4*
블록4	*b*	*3.67*	*15.0*	*58.1*
합계(Σ)			*75.0*	*268.3*

<조사자 의견>

1. 상태평가지수(E_3) 최대값 (Max. Value) = *3.87*
2. 상태평가지수(E_3) 최소값 (Min. Value) = *3.24*
3. V1 = 0.3×(Max.−Min) = *0.3×(3.87−3.24) =* *0.19*
4. V2 = Σ(E_3×S) / (5×ΣS) = *268.3 / (5×75.0) =* *0.72*
5. 개별시설의 상태평가지수(Ec)
   = Min.+V_1×V_2 = *3.24+0.19×0.72 =* ***3.38***
6. 개별시설의 상태평가 결과 = *C*

안 전 성 평 가

평가항목	평가결과	평가점수	평가항목	평가결과	평가점수
1. 월류에 대한 안전성 검토	*a*	*5*	5. 옹벽 내하력 검토	*d*	*2*
2. 활동에 대한 안전성 검토 (사면안정 해석)	*b*	*4*			
3. 누수에 대한 안전성 검토 (침투류 및 파이핑 해석)	*c*	*3*			
4. 옹벽의 전도에 대한 검토	*c*	*3*			

<검토자 의견>

1. 평가항목수(N)에 따라 Es 수식 선택
   1.1) N=1이면 Es = Min
   N=2이면 Es = Min + 0.3 × (Max − Min)
   1.2) N>2이면 Es = Min + 0.3 × (Max − Min) × Σ M / (5 × (N−2))
   (Max, Min = 평가점수 최대, 최소값 : M = 최대, 최소값을 제외한 나머지 중간값)
2. 개별시설 안전성평가지수(Es) = ***2.60***
3. 개별시설 안전성평가 결과 = *C*

종 합 평 가

1. 개별시설 종합평가지수(E_4) = 최소값 (Ec, Es) = ***2.60***
2. 개별시설 종합평가 결과 = *C*

나. 5단계 종합평가 : 복합시설(複合施設) 평가표 작성

개별시설의 기능에 문제가 발생할 경우 복합시설의 목적수행에 미치는 영향을 판단하여 개별시설의 중요도를 반영한다. 각각의 제방에 대한 중요도는 제방의 길이에 대한 비율로서 정할 수 있으며, 책임기술자는 현장 여건에 따라 중요도를 20% 범위 내에서 조정할 수 있다.

복합시설의 평가는 복합부재 평가(3단계 종합평가)에서와 같은 방법으로 수행하며, 개별시설의 종합평가지수(E_4)에 중요도 및 조정계수를 반영하여 복합시설의 종합평가지수(E_5)를 산출하고 종합평가 결과를 결정한다.

5단계부터는 각각 다른 시설물의 종합평가 결과를 취합하는 과정이다.

▷ 복합시설의 종합평가지수(E_5) = $\sum(E_4 \times A \times W) / \sum(A \times W)$

여기서, E_4 : 개별시설의 평가지수
A : 조정계수
W : 중요도

[표 10.3] 복합시설 평가표(예)

복 합 시 설	*○○제방*					표 번호
4단계 표번호	*4-1, 4-2*					*5-1*
개별시설	평가결과	평가지수 E_4	조정계수 A	중요도(%) W	계산값 A×W	계산값 E_4×A×W
제방1	*C*	*2.60*	*3*	*60*	*180.0*	*468.0*
제방2	*B*	*3.54*	*2*	*40*	*80.0*	*283.2*
합계(Σ)				*100*	*260.0*	*751.2*
<조사자 의견>						
1. 복합시설의 종합평가지수(E_5) = $\sum(E_4 \times A \times W) / \sum(A \times W)$ = *751.2 / 260* =						***2.89***
2. 복합시설의 종합평가 결과 =						***C***

제 11 장

안전등급 지정

제11장 안전등급 지정

정밀점검 및 정밀안전진단을 실시하는 사람은 상태평가 및 안전성평가 등을 종합적으로 평가하여 「법」 제10조의2 및 「영」 제11조의5에 따라서 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다.

정밀점검 및 정밀안전진단을 실시한 책임기술자는 당해 시설물에 대한 종합적으로 평가한 결과로부터 안전등급을 지정한다.

다만 정밀점검 및 정밀안전진단 실시결과 기존의 안전등급보다 상향하여 조정할 경우에는 해당 시설물에 대한 보수·보강 조치 등 그 사유가 분명하여야 한다.

[표 11.1] 안전등급

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며, 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

제 12 장

보수·보강 방법

12.1 일반

12.2 보수·보강 우선순위의 결정

12.3 보수·보강 방법

12.4 유지관리 방안 제시

제12장 보수·보강 방법

12.1 일반

구조물에 대한 보수·보강은 손상 구조물의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용환경 조건 및 경제성 등에 의해서 보수·보강 방법 및 수준을 정한다.

보수는 시설물의 내구성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 유지관리 대책을 말하며, 보강이란 부재나 구조물의 내하력과 강성 등의 역학적인 성능을 회복, 혹은 향상시키는 것을 목적으로 한 대책을 말한다.

보수를 위해서는 상태평가 결과 등을, 보강을 위해서는 상태평가 및 안전성평가 결과 등을 상세히 검토하고, 발생된 결함의 종류 및 정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 필요한 보수·보강 방법 및 수준을 정하여야 한다.

12.2 보수·보강 우선순위의 결정

각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생된 각종 결함에 대한 보수·보강 우선순위는 다음과 같이 결정한다.

○ 보수보다 보강을, 주부재를 보조부재보다 우선하여 실시한다.

○ 시설물 전체에서의 우선순위 결정은 각 부재가 갖는 중요도, 발생한 결함의 심각성 등을 종합 검토하여 결정한다.

또한 단계별 평가에서 시설물에 대한 종합평가는 부재 및 시설물에 발생한 결함 및 손상의 심각성과 부재 및 시설물의 중요도가 반영되어 있다. 따라서 보수·보강의 우선순위는 평가단계의 역순으로 추적하여 평가기준이 낮고, 중요도가 큰 부재 및 시설물 순서로 우선순위를 결정할 수 있다.

12.3 보수・보강 방법[1)]

12.3.1 보수・보강의 필요성 판단

보수의 필요성은 발생된 손상(균열 등)이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하여야 하며, 이를 위해 본 세부지침 및 각종 기준(표준시방서 등)을 참조한다.

보강의 경우는 부재안전율을 각종 기준에서 정하는 수치이상으로 하기 위하여 어느 정도까지 부재단면 등을 증가하여야 하는지를 판단하여야 한다.

12.3.2 보수・보강의 수준 결정

보수・보강의 수준은 위험도, 경제성 등을 고려하여 아래의 경우 중에서 결정한다.

○ 현상유지(진행억제)

○ 실용상 지장이 없는 성능까지 회복

○ 초기 수준이상으로 개선

○ 개축

12.3.3 보수・보강공법의 선정

가. 보수・보강공법 선정

구조물 결함에 따른 보수ㆍ보강은 보수재료와 공법 선정 시 공법의 적용성, 구조적 안전성, 경제성 등을 검토하여 결정한다.

이 때 중요한 것은 구조물의 결함발생 원인에 대한 정확한 분석이며, 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고, 또한 적절한 보수재료를 선택할 수 있다.

따라서 시설물관련 제반자료, 안전점검 및 정밀안전진단 시 수행한 각종 상태평가 및 안전성 평가 결과를 기초로 하여, 결함발생 원인에 대한 정확한 분석 후 결함부위 또는 부재에 가장 적합한 보수・보강공법을 선정하여야 한다.

---

1) ○ 시설물의 열화진단 보수・보강 전자매뉴얼 개발 : 한국시설안전공단(2008)
○ 콘크리트 구조물의 균열, 누수 보수・보강 전문시방서 : 한국시설안전공단(1999)

나. 제체

제체에서는 균열, 누수, 변형, 침하, 활동, 침식 그리고 풍화 등의 손상현상이 주요 대상이 된다.

일반적인 보수·보강방법은 다음같이 적용할 수 있다.

- ○ 그라우팅공법, 치환공법
- ○ 저수위조절
- ○ 압성토공법
- ○ 말뚝공법
- ○ 아스팔트 및 점토차수공법
- ○ 쉬이트파일공법
- ○ 토목섬유공법

다. 배수통관

배수통관에 대한 보수는 하수관로 또는 상수관로의 보수공법을 적용하되, 가능하면 비 굴착의한 보수·보강공법을 적용토록 한다.

라. 콘크리트구조물의 손상에 대한 일반적인 보수·보강공법

- ○ 표면보호공법
- ○ 단면보수공법
- ○ 강판접착공법
- ○ 프리스트레스 도입공법
- ○ 콘크리트 덧붙이기공법

마. 콘크리트 균열보수공법

균열기준은 구조물의 중요도, 특성 등에 따라 다양하므로 구조물의 특성 및 균열현상 등을 고려하여 적절한 보수공법을 사용해야 한다.

- ○ 표면처리공법
- ○ 주입공법
- ○ 충전공법
- ○ 침투성방수제 도포공법

콘크리트균열의 보수목적과 균열상태에 따른 보수공법별 적정성을 비교하면 다음 [표 12.1]과 같다.

[표 12.1] 콘크리트 균열의 보수공법 적정성 비교

보수 목적	균열현상・원인		균열폭 (㎜)	보 수 공 법				
				표면처리 공법	주입공법	충전공법	침투성 공법	기타
방수성	철근부식 미발생시	균열폭 변동이 작음	0.2 이하	○	△		○	
			0.2～1.0	△	○	○		
		균열폭 변동이 큼	0.2 이하	△	△		○	
			0.2～1.0	○	○	○	○	
내구성	철근부식 미발생시	균열폭 변동이 작음	0.2 이하	○	△	△		
			0.2～1.0	△	○	○		
			1.0 이상		△	○		
		균열폭 변동이 큼	0.2 이하	△	△	△		
			0.2～1.0	△	○	○		
			1.0 이상		△	○		
	철근부식		－					□
	염 해		－					□
	반응성 골재		－					□

주1) 균열폭 3.0㎜ 이상의 균열은 구조적인 결함을 수반하는 일이 많으므로
여기에 표시하는 보수공법 뿐만 아니라 구조내력의 보강을 포함하여 실시하는 일이 보통이다.
주2) ○ : 적당 △ : 조건에 따라 적당 □ : 기타

12.4 유지관리 방안 제시

시설물을 안전하고 경제적으로 유지관리하는데 필요한 사항을 제시하는 것으로 결함 및 손상의 종류와 원인, 점검요령, 조치대책 등에 관한 실무적이고 필수적인 내용을 해당 시설물의 그림 및 사진 등을 위주로 구성하여 안전점검 경험이 적은 사람도 쉽게 활용할 수 있도록 하여야 한다.

부 록

A. 평가단계별 평가표

B. 과업지시서 예시

C. 사전검토서 예시

D. 시설물관리대장 입력 요령

부록 A

평가단계별 평가표 서식

첨부: 1. 평가단계별 구분표
2. 부재(부위)별 손상상태 평가표
3. 개별부재 평가표
4. 복합부재 평가표
5. 개별시설 평가표
6. 복합시설 평가표
7. 범례기호

첨부 1.【평가단계별 구분표】

<table>
<tr><td colspan="2">평가단계별 구분</td><td rowspan="2">부재 및 시설물의 구분</td></tr>
<tr><td>평가구분</td><td>평가대상</td></tr>
<tr><td rowspan="3">상태평가</td><td>1단계</td><td>결함, 손상

<개별부재(부위)에 대한 외관 조사망도 작성></td></tr>
<tr><td>2단계</td><td>개별부재</td></tr>
<tr><td>3단계</td><td>복합부재</td></tr>
<tr><td>상태평가
안전성평가
종합평가</td><td>4단계</td><td>개별시설</td></tr>
<tr><td>종합평가</td><td>5단계</td><td>복합시설</td></tr>
</table>

첨부 2. 【부재(부위)별 손상상태 평가표 ; 1단계 평가표】

부위(망번호) / 개별부재	복합부재 / 개별시설물	표번호
		1-

※ 개략도 작성 시 규격용지를 횡으로 사용할 경우 또는 부위별로 여러 장일 경우는 손상에 일련번호를 매기고, 별도의 용지에 아래의 조사결과표를 개별부재에 대하여 작성한다.

조 사 결 과 표

번호	손상(결함)종류	손상(결함)내용	단 위	크 기	평가결과
①					
②					
③					
조사일자 :			조사자 :		

첨부 3. 【개별부재 평가표 ; 2단계 평가표】

개 별 부 재 :					표번호
1단계 표번호 :					*2-*
조사항목	평가유형	평가기준	평가점수 M	영향계수 F	평가지수 E_1=M*F
1. 개별부재의 상태평가지수(E_2) = 상태평가지수 E_1 중 최소값 = 2. 개별부재의 상태평가결과 =					

첨부 4. 【복합부재 평가표 ; 3단계 평가표】

복 합 부 재 :						표번호
2단계 표번호 :						*3-*
개별부재	평가결과	평가지수 E_2	조정계수 A	중요도(%) W	계산값 A*W	계산값 E_2*A*W
합계(∑)						
<조사자 의견>						
1. 복합부재의 상태평가지수(E_3) = ∑(E_2*A*W)/∑(A*W) = 2. 복합부재의 상태평가결과 =						

첨부 5. 【개별시설 평가표 ; 4단계 평가표】

개 별 시 설 :				표번호
3단계 표번호 :				4-
복합부재명	평가결과	평가지수 E_3	규 모(m) S	계산값 E_3*S
합계(∑)				
<조사자 의견>				

1. 상태평가지수(E_3) 최대값 (Max. Value) =
2. 상태평가지수(E_3) 최소값 (Min. Value) =
3. V1 = 0.3*(Max.-Min) =
4. V2 = ∑(E_3*S) / (5*∑S) =
5. 개별시설의 상태평가지수(Ec) = Min.+V1*V2 =
6. 개별시설의 상태평가결과 =

안 전 성 평 가

평가항목	평가결과	평가점수	평가항목	평가결과	평가점수

<검토자 의견>

1. 평가항목수(N)에 따라 Es 수식 선택
   1.1) N=1이면 Es = Min, N=2이면 Es = Min + 0.3 * (Max - Min)
   1.2) N>2이면 Es = Min + 0.3 * (Max - Min) * ∑ M / (5 * (N-2))
   (Max, Min = 평가점수 최대, 최소값 : M = 최대, 최소값을 제외한 나머지 중간값)
2. 개별시설 안전성평가지수(Es) =
3. 개별시설 안전성평가결과 =

종 합 평 가

1. 개별시설 종합평가지수(E_4) = 최소값 (Ec, Es) =
2. 개별시설 종합평가결과 =

첨부 6. 【복합시설 평가표 ; 5단계 평가표】

복 합 시 설 :						표번호
4단계 표번호 :						5-
개별시설	평가결과	평가지수 E_4	조정계수 A	중요도(%) W	계산값 A*W	계산값 E_4*A*W
합계(∑)						
<조사자 의견>						
1. 복합시설의 종합평가지수(E_5) = ∑(E4*A*W)/∑(A*W) = 2. 복합시설의 종합평가결과 =						

첨부 7. 범례기호

CW 0.2
균 열
망상균열
표면 HONEYCOMB
펀칭 또는 공동
박리, 파손
시공이음 분리,
층분리
누수, 습윤부
백 태
철근 노출
철근 부식
콘크리트 변색, 녹물
철판보강부
포장의 요철
기초의 세굴
좌굴, 변형
R
연결상태(볼트,용접)
R
강재표면 부식
R
받 침
R
배수구
R
신축이음 본체

부록 B

과업지시서 예시

-정밀점검, 정밀안전진단

본 과업지시서 예시는 과업의 제반여건에 따라 변경될 수 있습니다.

정밀안전진단(안전점검) 과업 지시서

1. 일반조건

1.1 과업명 : ○○제방 정밀안전진단(안전점검)

1.2 과업의 목적

본 과업은 “시설물의안전관리에관한특별법”(이하 ”시특법“ 이라한다.) 제7조 및 동법 시행령 제9조에 규정에 따른 정밀안전진단(안전점검)으로서 시설물에 대한 물리적 기능적 결함을 조사하고 구조적 안전성 및 손상상태를 점검하여, 재해를 예방하고 시설물의 효용을 증진시켜 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.3 과업의 범위

1.3.1 시설물 명 : ○○제방

1.3.2 위　　치

○ 시점 : ○○도 ○○시(군) ○○동(면) ○○리

○ 종점 : ○○도 ○○시(군) ○○동(면) ○○리

1.3.3 제　　원

○ 하천수계　　:

○ 하천명(하천등급) :　　(국가하천)

○ 제방연장(좌·우안) : 좌안　　m,　우안　m

○ 제방표고(높이)　: EL. m (　　m)

○ 계획홍수(빈도)　: 홍수량　㎥/s, 홍수위 EL. m, (○○년)

○ 호안공 형식　　:

○ 준공년도　　:

1.3.2 정밀안전진단(안전점검) 대상시설물의 범위

[정밀안전진단]

1) 제체

- 표준제 : 앞비탈, 앞턱, 둑마루, 뒷비탈, 뒷턱 등
- 특수제 : 토사제체, 직립구조물(옹벽공, 말뚝공, 석축공, 흉벽) 등

2) 호안

- 비탈덮기, 기초(비탈멈춤), 호안머리공, 구조이음줄눈 등

3) 하상부 : 하상보호사석 등 밑다짐공 상태, 하상의 퇴적 및 세굴

4) 배수통관 : 하천설계기준 상의 통관과 문짝이 없는 배수암거를 포함한다.

- 배수암거, 문짝 등

※ 배수통관의 정밀안전진단 요령은 수문「세부지침」을 준용한다.

5) 기타시설 : 시특법상의 1, 2종외의 하천횡단 구조물

※ 기타시설에 대하여는 평가를 실시하지 않고, 손상상태도 및 보수 · 보강 방안만 제시한다.

[정밀점검]

1) 제체

- 표준제 : 앞비탈, 앞턱, 둑마루, 뒷비탈, 뒷턱 등
- 특수제 : 토사제체, 직립구조물(옹벽공, 말뚝공, 석축공, 흉벽) 등

2) 호안 : 비탈덮기, 기초(비탈멈춤), 호안머리공, 구조이음줄눈 등

3) 하상부 : 하상보호사석 등 밑다짐공 상태

4) 배수통관 : 배수암거, 문짝 등

※ 배수통관의 정밀점검 요령은 수문「세부지침」을 준용한다.

1.4 과업내용

[정밀안전진단]

1) 자료수집 및 분석
2) 현장조사 및 시험
3) 상태평가
4) 안전성평가
5) 종합평가
6) 보수·보강방법
7) 보고서 작성

[안전점검]

1) 자료수집 및 분석
2) 현장조사 및 시험
3) 상태평가
4) 안전성평가(선택과업이 있을 경우)
5) 보수·보강방법(선택과업이 있을 경우)
6) 보고서 작성

1.5 주요업무의 사전승인 등

계약상대자는 다음사항에 대해서는 사전에 관리주체의 승인을 받아 과업을 수행하여야 한다.

1) 과업수행계획서 및 착수신고서의 내용변경
2) 기본계획을 포함한 주요내용 및 방침의 설정 또는 변경
3) 기타 감독원의 지시나 계약상대자의 판단에 따라 승인 받아야 할 사항

1.6 과업수행 및 공정보고

1.6.1 착수신고서 제출

1) 계약상대자가 과업착수시 제출할 착수신고서와 착수신고서에 포함하여 제출할 서류의 내용과 서식은 다음 각호와 같다.
   ⓐ 착수신고서
   ⓑ 사업수행계획서
   ⓒ 인력 및 장비 투입계획서
   ⓓ 세부공정계획서
   ⓔ 사업책임기술자 선임신고서
   ⓕ 사업수행 조직표
   ⓖ 안전관리계획서
   ⓗ 사전검토 보고서
2) 계약상대자는 당해 시설물의 설계도서 등 유지관리자료와 과업지시서 등이 법령 및 지침, 세부지침 등에 부합되는지의 여부를 검토하여 용역 착수일로부터 15일 이내에 관리주체에게 서면으로 보고하고 그 방침을 받아 용역 업무를 진행하여야 한다. 다만, 용역업무의 특수성 등으로 인하여 별도로 기간을 정할 경우에는 그 기간으로 한다.
3) 설계도서 등의 사전검토를 거쳐 관리주체의 방침을 받은 결과를 반영한 과업수행계획서를 작성하여 관리주체에게 서면으로 보고하고 승인을 받아 용역 업무를 진행하여야 한다.
4) 설계도서 등의 사전검토 보고서와 과업수행계획서에 관한 일체의 서류는 정밀안전진단(안전점검) 실시결과 보고서에 수록하여야 한다.
5) 계약상대자는 상기 1.6.1항의 착수신고 서류 ○부를 관리주체에 제출하여야 한다.

1.6.2 공정보고

계약상대자는 과업수행기간중 다음사항을 포함한 월간진도보고를 매월 말일을 기준으로 하여 다음달 5일까지 점검책임기술자의 확인을 받아 관리주체에 제출하여야 한다.

1) 과업추진내용 및 공정현황
2) 과업수행상 중요 문제점 및 대책
3) 참여기술자 현황
4) 다음 달 과업수행 계획

1.7 법률준수의 의무

계약상대자는 이 과업을 수행함에 있어 관계 법률에 저촉되는 행위로 인한 모든 피해사항에 대하여 책임을 져야 한다.

1.8 안전관리

1.8.1 일반

안전점검 및 정밀안전진단을 실시하는 사람은 안전은 물론 공공의 안전을 위하여 진단측정장비 및 기기 등을 안전하게 운용하고 작업을 안전하게 수행하도록 안전관리계획을 수립하여야 한다.

1.8.2 안전점검 및 정밀안전진단 종사자의 안전

1) 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하는 사람은 안전모, 작업복, 작업화와 필요한 경우 청각, 시각 및 안면보호장비 등을 포함한 개인용 보호장구를 항시 착용하여야 하며 진단측정장비 및 기기를 항상 최적의 상태로 정비하여야 한다.

2) 밀폐된 공간에서의 작업이 필요할 경우에는 유해물질, 가스 및 산소결핍 등에 대한 조사와 대책을 사전에 마련하여야 한다.

1.8.3 공공의 안전

공공의 안전측면에서 관리주체는 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 실시 기간 동안 교통통제와 작업공간 확보를 위하여 적절한 계획을 수립 시행하여야 한다.

1.9 용어의 해석

과업지시서상의 용어해석에 차이가 있을 경우에는 관리주체와 계약상대자가 상호 협의하여 결정해야 한다.

2. 점검계획 및 세부사항

2.1 점검계획

2.1.1 일 반

점검계획은 현장에서의 예비조사 후에 수립하며 조사항목은 아래와 같다.

1) 현장여건 및 문제점

2) 시설관리자 및 주민의견 청취

3) 제반시설 관련자료

이때 도면 및 자료를 개략 검토한 후에 조사를 수행함으로써 구조물의 형상이나 세부사항들에 대한 예비검증이 되도록 한다.

2.1.2 점검계획 수립

예비조사시 수집된 자료의 검토 후 점검계획을 수립하며 다음 사항이 포함되어야 한다.

1) 조사범위 및 항목결정

- ○ 각 분야별 조사범위와 세부항목을 전체 점검계획에 맞추어 결정
- ○ 책임기술자가 필요하다고 판단되는 경우 별도조사항목 포함

2) 기존 점검자료 검토

- ○ 기발견된 결함의 확인을 위해 검토

3) 분야별 소요인원 및 구성

- ○ 분야별 총소요인원을 판단하여 가용인력을 판단, 투입계획수립

4) 재료시험 실시에 대한 적정성여부 판단

5) 점검기간 및 계획된 작업시간 예측

6) 점검범위 및 안전성에 대한 판단

7) 점검장비 선정

재료시험에 대한 장비, 측량장비, 토질, 기계, 전기, 시험장비를 준비할 때에는 분야별 세부조사항목에 부합되는 장비를 준비한다. 또한, 접근장비는 육안조사 및 점검장비에 의한 측정이 가능 하도록 사다리, 고무보트, 램프, 잠수장비(수중카메라), 리프트카, 비계, 보조등반장비 등을 준비한다.

이러한 장비선정시에 다음항목을 고려한다.

① 접근장비를 안전하게 지지하는지 여부

② 장비위치에 따른 교통통제 필요성

③ 장비설치에 따른 지장물 존재여부

8) 접근방법 결정

○ 권양기실 하부 등의 점검은 비계, 리프트카, 사다리 설치 등 현장여건에 따라 안전을 고려해 최선의 방법을 선택한다.

○ 구조물의 수중부위 조사에 보트를 이용할 경우에는 구명의 착용 등 안전에 유의하며, 잠수부를 이용하는 방법을 강구한다.

9) 점검종사자 안전

○ 점검업무 및 접근방법과 관련하여 점검자는 안전사고 예방에 유의한다.

10) 기타 점검자와 관리주체가 필요하다고 판단되는 사항

2.1.3 과업수행 적용 기준

본 과업은 다음의 현행 제규정 및 지침에 의거하여 제반사항을 성실히 이행하여야 한다.

1) 시설물의 안전관리에 관한 특별법, 시행령, 시행규칙

2) 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 지침 및 세부지침

3) 콘크리트 구조설계기준

4) 콘크리트 표준시방서

5) 하천 설계기준, 하천공사표준 시방서

6) 하천정비기본계획보고서

7) 「산업표준화법」에 의한 한국산업규격(KS)

8) 국토해양부 발행 각종 관련 표준시방서

2.2 점검실시 세부사항

2.2.1 자료수집 및 분석

관리주체가 보존하는 감리보고서·시설물관리대장 및 설계도서 등 관련서류와 다음에 명시된 자료를 수집하고 검토·분석하여 본 과업의 기초자료로 활용한다.

1) 설계도서

시설물의 준공도서로서 종·평면도, 단면도, 구조물도, 시공상세도, 구조계산서, 수리·수문계산서, 공사시방서 등 시설물의 유지관리에 필요한 도서

2) 시설물관리대장

3) 시공관련 자료

4) 안전점검 및 정밀안전진단 자료

5) 보수·보강공사 자료

2.2.2 현장 조사 및 제반관련 시험 실시

1) 현장조사는 사전에 기존자료를 검토하여 예상되는 각종손상에 대하여 충분히 이해한 후 현장조사에 임한다.

2) 현장조사는 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단지침(세부지침, 댐편)에 의해 실시하며, 점검대상 구조물에 대한 상세외관조사 및 현장시험을 실시하여 부위(망)별, 부재별로 상태평가에 활용한다.

3) 상세외관조사시 주요결함이 발견될 경우 이에 대한 안전성검토 실시한다.

2.2.3 세부시설별 조사사항

※ 실제 과업지시서 작성시 착안 사항

본 내용은 정밀안전진단(안전점검)을 포함한 포괄적인 조사내용이므로 실제 계약하는 정밀안전진단(안전점검)에 따라 대상시설물의 범위와 기본과업 및 선택과업에 따라 다음의 조사사항 중 해당되는 내용을 반드시 선택하여 명시하고, 해당되지 않는 사항은 제외하고 작성하여야 한다.

1) 제체

가) 월류

① 제방고와 계획홍수위에 의한 여유고를 고려하여 제방의 월류 가능성을 검토한다.

② 월류 제방은 제방의 침식, 세굴 등을 조사한다.

③ 유로 만곡부는 수위 상승이 우려되는 지점이므로 특히 세심히 점검한다.

나) 세굴

① 최근에 골재채취 등의 하상굴착이 있는 부분은 하안이나 제방사면에 대한 영향을 고려하여 점검하며, 기 검토된 계획하상과 평형하상고 이하로 골재가 채취되었을 경우에는 평형하상이론에 의한 상하류의 영향도 조사대상에 포함한다.

② 하안의 침식이나 하상의 국부세굴 등을 점검하여 제체세굴 가능성을 예견한다.

③ 제방과 교량, 낙차공, 수문 등의 각종 하천구조물의 접속부는 그 기능 및 재료의 상이함으로 인하여 홍수에 취약하므로, 구조물 상·하류의 와류 등에 의한 제방 세굴에 대해 점검한다.

④ 과거의 하천유로 변경사항 등을 과거자료 및 지역주민 등에 대한 탐문조사를 통하여 기초누수에 대한 취약지점 등을 파악한다.

다) 활동

① 제정부의 종방향 균열이나 비탈면의 층분리 등을 면밀히 점검하여 사면활동을 파악한다.

② 위험지점 비탈면의 경사를 측정하여 추후 상태평가 시 고려한다.

라) 누수

① 누수는 제방에 결정적 손실을 가져올 수 있으므로 누수지점, 누수경로 및 양상(빗물침투 또는 파이핑) 등을 상세히 조사하며, 누수가 발견될시(특히 혼탁수가 유출될 시) 즉시 관리주체에 통보하고 정밀안전진단 필요성 여부등을 판단한다.

② 홍수기에는 제내지 비탈면의 국부세굴이나 지반붕괴 현상과 아울러 파이핑 현상 유무를 확인하고, 갈수기에는 그 흔적 확인과 동시에 탐문조사를 시행한다.

③ 취약단면의 둑마루폭, 비탈경사와 제방저폭을 확인하여 침윤선 검토 시 자료로 사용한다.

④ 두더지, 들쥐 등 야생동물의 구멍은 누수파괴의 원인이 되므로 세심한 조사를 실시한다.

⑤ 지반 누수는 고수부지부의 표토가 유실되거나, 제내 비탈기슭 부근에서 골재채취 등 굴착을 실시하여, 투수층이 노출되어 일어나는 경우가 있으므로 세심한 조사를 실시한다.

⑥ 제방 관통 구조물의 표면과 제체사이의 공극은 홍수 시 제방누수 및 파괴의 주원인이므로 물리탐사(전기비저항탐사, 탄성파탐사 등) 장비를 사용한 검사를 실시하며, 특히 사용치 않는 폐관의 경우에는 세심한 주의를 요한다.

⑦ 제방 및 주변의 수목(교목)의 뿌리에 의한 제체파괴 또는 누수 그 가능성을 점검한다.

마) 제방침하

① 제방 침하는 장기간에 걸쳐 일어나는 경우가 많아 단기간의 점검을 통한 확인은 어려우나, 제방 측방의(제내·외측) 흙의 부풀어 오름으로 간이 판별할 수 있다.

바) 변위측정

① 변위발생이 우려되는 구간에 대한 제체중심, 비탈경사, 둑마루폭, 제방저폭 등의 변위발생 여부를 측정하여 기초파괴, 제체파괴, 활동 등의 진행여부를 판단한다.

2) 호안

가) 비탈 덮기

① 홍수 시 감수속도가 빠른 하천 등에서 뒷채움 토사가 유출됨에 따라 공동현상이 발생하여 비탈덮기가 파괴되므로 비탈덮기 재료의 편평성을 조사한다.

② 경사가 급한 호안에서 내측토압이나 수압에 의한 붕괴가 나타나므로, 하천시설기준상의 비탈경사에 준한 조사를 실시한다.

③ 상하류 비탈덮기공의 마감부는 유수에 의한 세굴 취약지점이므로 면밀한 점검이 요구되며, 소구 멈춤공(마감부 처리공)의 유무를 조사한다.

④ 비탈경사 변화지점이나 비탈덮기 재료의 변화구간은 세굴위험 구간이므로 세심한 점검을 실시한다.

나) 기초(비탈 멈춤)

① 호안 파괴의 주요 원인이 기초세굴에 의한 것이므로 세굴정도를 면밀히 조사하여야 하며, 필요시 측량 및 수중조사를 병행한다.

다) 밑다짐공

① 비탈경사 변화지점의 하상은 세굴에 취약하므로 밑다짐공의 점검 시 유의한다.

라) 비탈덮기 재료별 점검 요령

① 비탈덮기 점검요령

재료 구분	점 검 사 항
1. 떼붙임	- 떼의 생육정도 및 조밀도
2. 돌망태공	- 철선의 부식 및 파손상태, 탈석
3. 돌붙임	- 배수구멍 유무 - 배부르기 또는 탈석 - 줄눈의 탈락
4. 콘크리트블록붙임	- 블록 뒷면 공동 상태파악(표면 두드림) - 배부르기 또는 블록유실

3) 옹벽

① 콘크리트 옹벽은 균열, 백태 등의 콘크리트 구조물로서의 점검사항에 대해 실시한다.

② 이음부 등의 시공상태를 판단하며, 부등침하에 대해 세심한 점검을 한다.

③ 전도 위험성에 대해서는 현장 측량을 실시하여 안전성 여부를 판단한다.

④ 수면의 접촉부에 대하여 옹벽의 파손여부를 조사한다.

4) 널말뚝 구조제방

① 널말뚝을 이용한 제방은 주로 수면에 접해있는 경우가 많으므로 하상세굴에 대해 수중조사를 실시한다.

② 널말뚝의 부식 및 훼손상태 점검을 실시하며, 특히 수면의 접촉부는 세심한 검사를 실시한다.

5) 석축

① 석축의 취약부인 기초 콘크리트의 침하상태를 점검하며, 기초 상부에 계획 토피가 있는 경우의 세굴에 대해 점검한다.

② 석축면의 배수공은 토압에 대해 매우 중요한 시설이므로 설치 유무 및 간격에

대해 점검한다.

③ 줄눈의 탈락과 석축의 배부르기 또는 탈석에 대해 점검한다.

6) 배수통관

① 제체를 횡단하여 설치된 배수통관에 대한 통관의 내부 토사퇴적, 이음부의 이격, 구조물의 손상상태를 조사하며, 통관의 내부가 협소하여 직접조사가 곤란할 시에는 CCTV를 통한 간접조사를 실시한다.

② 배수통관과 제체의 접합부위는 공동으로 인해 유수의 침투에 취약하므로 누수흔적, 세굴 등에 대하여 세밀히 조사한다.

7) 수중구조물의 수중조사

① 수중조사 요령

조 사 부 위		조 사 요 령
표준제	비탈덮기	비탈덮기 유실, 제체의 유실
	기초(비탈멈춤), 밑다짐공	세굴 및 파손
특수제	옹 벽	균열, 박리, 기초부 세굴
	말 뚝	부식 및 기초부 세굴
	석 축	기초부 세굴

2.2.4 선택과업

선택과업은 과업 수행전 계약상대자와 합동으로 실시한 사전조사 결과에 따라 조사항목을 선정하며, 과업수행중에 발생되는 항목은 협의하여 추진한다.

2.2.5 상태평가

상태평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 상태변화(결함, 손상, 열화)를 근거로 하여 세부지침의 상태평가 기준에 따라 실시한다.

정밀안전진단에서는 시설물의 전체 부재에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정한다.

상태평가가 정확히 이루어졌는지 확인하는 동시에 기록용 문서로서 이용하기 위하여 안전점검·정밀안전진단을 실시한 사람은 외관조사 결과를 안전점검·정밀안전진단 서식에 각각의 결함의 형태, 크기, 양 및 심각한 정도 등을 기록하여야 한다.

(정밀점검에서는 기본시설물에 대하여 점검하고, 외관조사망도를 작성하여 상세히 상태평가를 실시하며, 외관조사망도를 작성하지 않은 부위는 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 보고서에 수록된 상태평가 결과를 참조하여 책임기술자가 시설물 전체에 대한 상태평가 결과를 결정한다.)

2.2.6 안전성평가(안전점검의 경우 선택과업)

책임기술자는 계측 및 구조해석 또는 기존의 안전성평가 자료와 함께 부재별 상태평가, 재료시험 결과 및 각종 계측, 측정, 조사 및 시험 등을 통하여 얻은 결과를 분석하고 이를 바탕으로 구조물의 안전과 부재의 내(하)력 등을 종합적으로 평가하여 세부지침의 안전성평가 기준에 따라 시설물의 안전성평가 결과를 결정한다.

보고서에는 평가에 사용된 해석방법의 종류 및 해석결과에 대한 설명과 계산기록을 포함하여야 한다.

2.2.7 종합평가 및 안전등급 지정

1) 상태평가 및 안전성평가를 실시한 결과를 종합하여 세부지침의 종합평가 기준에 따라 시설물의 종합평가 결과를 결정한다.
2) 정밀안전진단(안전점검)을 실시한 책임기술자는 당해 시설물에 대한 종합적으로 평가한 결과로부터 안전등급을 지정한다.
   다만 정밀안전진단(안전점검) 실시결과 기존의 안전등급보다 상향하여 조정할 경우에는 해당 시설물에 대한 보수·보강 조치 등 그 사유가 분명하여야 한다.

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

2.2.8 보수·보강방법(안전점검의 경우 선택과업)

1) 일반

보수는 시설물의 내구성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 유지관리 대책을 말하며, 보강이란 부재나 구조물의 내하력과 강성 등의 역학적인 성능을 회복, 혹은 향상시키는 것을 목적으로 한 대책을 말한다.

보수를 위해서는 상태평가 결과 등을, 보강을 위해서는 상태평가 및 안전성평가 결과 등을 상세히 검토하고, 발생된 결함의 종류 및 정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 필요한 보수 · 보강 방법 및 수준을 정하여야 한다.

2) 보수·보강의 필요성 판단

보수의 필요성은 발생된 손상(균열 등)이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하여야 하며, 이를 위해 본 지침 및 각종 기준(표준시방서 등)을 참조한다.

보강의 경우는 부재안전율을 각종 기준에서 정하는 수치이상으로 하기 위하여 어느 정도까지 부재단면 등을 증가하여야 하는지를 판단하여야 한다.

3) 보수·보강의 수준의 결정

보수·보강의 수준은 위험도, 경제성 등을 고려하여 아래의 경우 중에서 결정한다.

◦현상유지(진행억제)

◦실용상 지장이 없는 성능까지 회복

◦초기 수준이상으로 개선

◦개축

4) 공법의 선정

구조물 결함에 따른 보수·보강은 보수재료와 공법 선정시 공법의 적용성, 구조적 안전성, 경제성 등을 검토하여 결정한다.

이때 중요한 것은 구조물의 결함 발생 원인에 대한 정확한 분석이며, 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고, 또한 적절한 보수재료를 선택할 수 있다.

따라서 시설물관련 제반자료, 진단시 수행한 각종 상태평가 및 안전성 평가 결과를 기초로 하여, 결함 발생 원인에 대한 정확한 분석 후 결함부위 또는 부재에 가장 적합한 보수·보강공법을 선정하여야 한다.

6) 보수·보강 우선순위의 결정

각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생된 각종 결함에 대한 보수·보강 우선순위는 다음과 같이 결정한다.

◦보수보다 보강을, 주부재를 보조부재보다 우선하여 실시한다.

◦시설물 전체에서의 우선순위 결정은 각 부재가 갖는 중요도, 발생한 결함의 심각성 등을 종합 검토하여 결정한다.

7) 유지관리 방안 제시(선택과업)

시설물을 안전하고 경제적으로 유지관리하는데 필요한 사항을 제시하는 것으로 결함 및 손상의 종류와 원인, 점검요령, 조치대책 등에 관한 실무적이고 필수적인 내용을 해당 시설물의 그림 및 사진 등을 위주로 구성하여 안전점검 경험이 적은 사람도 쉽게 활용할 수 있도록 하여야 한다.

3. 보고서 작성 방법

3.1 일반

정밀안전진단(안전점검) 실시결과 보고서는 시설물 관리주체의 유지관리업무에 효율적이며 체계적으로 활용할 수 있도록 과업내용을 중심으로 작성·제출하여야 하며, 세부적인 작성방법은 세부지침을 참조한다.

3.2 정밀점검보고서에 포함될 사항

1) 서두

보고서의 표지 다음에 정밀점검의 개요를 쉽게 알 수 있도록 다음의 서류를 붙인다.

◦ 제출문(정밀점검을 실시한 기관의 장)

◦ 정밀점검 결과표 (안전등급)

◦ 참여 기술진 명단

◦ 시설물의 위치도

◦ 시설물의 전경사진, 부위별 사진

◦ 정밀점검 실시결과 요약문

◦ 보고서 목차

2) 정밀점검의 개요

정밀점검의 범위와 과업내용 등 정밀점검 계획 및 실시와 관련된 주요사항을 기술한다.

◦ 점검의 목적

◦ 시설물의 개요 및 이력사항

◦ 점검의 범위 및 과업내용

◦ 사용장비 및 기기 현황

◦ 점검 수행 일정

3) 자료수집 및 분석

정밀점검의 관련자료를 검토 · 분석하고 그 내용을 기술한다.

◦ 설계도면, 구조계산서

◦ 기존 정밀점검 · 정밀안전진단 실시결과

◦ 보수·보강이력

◦ 시설물의 내진설계 여부 확인

◦ 기타 관련자료

4) 현장조사 및 시험

과업내용에 의거 실시한 현장조사, 시험 및 측정 등의 결과분석 내용을 기술하

고, 필요한 경우 사진 또는 동영상 등을 첨부한다.

◦ 기본시설물 또는 주요부재별 외관조사 결과분석

◦ 주요한 결함(손상)의 발생원인 분석

◦ 재료시험 및 측정 결과분석

5) 시설물의 상태평가

과업내용에 따라 실시한 현장조사 및 시험의 분석 결과에 따라서 상태평가 결과의 작성 방법은 세부지침의 제8장에서 기술한 내용을 따른다.

◦ 대상 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결과 결정

◦ 콘크리트 또는 강재의 내구성 평가

6) 안전등급 지정

정밀점검 실시결과 상태평가 및 안전성평가(필요시) 등을 종합적으로 평가하여 제11장에서 기술한 내용을 따라 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다.

7) 시설물의 안전성 평가 (필요한 경우 추가로 실시)

안전점검 결과 시설물의 보수·보강방법을 제시한 때에는 보수·보강시 예상되는 임시 고정하중(공사용 장비 및 자재 등)이 시설물에 현저하게 작용하는 경우에 대한 시행방법을 검토

8) 종합결론 및 건의

◦ 정밀점검 실시결과의 종합결론

◦ 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

◦ 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

◦ 기타 필요한 사항

9) 부록

◦ 과업지시서

◦ 외관조사망도

◦ 측정, 시험 성과표

◦ 상태평가 결과 자료

◦ 시설물관리대장 사본

◦ 현황조사 및 외관조사 사진첩

◦ 사용장비 및 기기의 사진

◦ 사전조사 자료 일체 (사전검토보고서, 과업수행계획서 등 관련자료)

◦ 기타 참고자료

(정밀점검 결과와 관련되는 설계도서, 감리보고서, 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 보고서 등 관련자료 포함)

3.3 정밀안전진단보고서에 포함될 사항

1) 서두

보고서의 표지 다음에 정밀안전진단의 개요를 쉽게 알 수 있도록 다음의 서류를 붙인다.

◦ 제출문(정밀안전진단을 실시한 기관의 장)

◦ 정밀안전진단 결과표 (안전등급)

◦ 참여 기술진 명단

◦ 시설물의 위치도

◦ 시설물의 전경사진, 부위별 사진

◦ 정밀안전진단 실시결과 요약문

◦ 보고서 목차

2) 정밀안전진단의 개요

정밀안전진단의 범위와 과업내용 등 정밀안전진단 계획 및 실시와 관련된 주요 사항을 기술한다.

◦ 진단의 목적

◦ 시설물의 개요 및 이력사항

◦ 진단의 범위 및 과업내용

◦ 사용장비 및 시험기기 현황

◦ 진단 수행 일정

3) 자료수집 및 분석

정밀안전진단의 관련자료를 검토 · 분석하고 그 내용을 기술한다.

◦ 설계도면, 구조계산서

◦ 기존 정밀점검·정밀안전진단 실시결과

◦ 보수·보강이력 및 용도변경

◦ 시설물의 내진설계 여부 확인

◦ 기타 관련자료

4) 현장조사 및 시험

과업내용에 의거 실시한 현장조사, 시험 및 측정 등의 결과분석 내용을 기술하고, 필요한 경우 사진 또는 동영상 등을 첨부한다.

◦ 전체 시설물 외관조사 결과분석

◦ 주요한 결함(손상)의 발생원인 분석

◦ 재료시험, 측정결과의 분석

5) 시설물의 상태평가

과업내용에 따라 실시한 현장조사 및 시험의 분석 결과에 따라서 시설물의 상태평

가 결과를 작성하며, 작성 방법은 세부지침의 제8장에서 기술한 내용을 따른다.

◦ 콘크리트 또는 강재의 내구성 평가

◦ 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결정

6) 시설물의 안전성평가

과업내용에 따라 실시한 현장조사 및 재료시험 등의 결과를 분석하고 이를 바탕으로 구조물의 내(하)력, 사용성 등을 검토하고 시설물의 구조적, 기능적 안전성을 평가한다.

◦ 현장 재하시험 및 계측 결과분석

◦ 지형, 지질, 지반, 토질조사 등의 결과분석

◦ 시설물의 변위, 거동 등의 측정결과 분석

◦ 시설물의 구조해석 및 구조계산을 통한 분석결과

◦ 수문, 수리 등 해석결과 및 분석 (관리주체의 요구 등 필요한 경우)

◦ 시설물의 내(하)력 평가

◦ 시설물의 내진성능, 사용성 평가 (관리주체의 요구 등 필요한 경우)

◦ 정밀안전진단 결과 시설물의 보수·보강방법을 제시한 때에는 보수·보강시 예상되는 임시 고정하중(공사용 장비 및 자재 등)이 시설물에 현저하게 작용하는 경우에 대한 구조안전성 평가 포함 시행

◦ 시설물의 안전성평가 결정

안전성평가 작성 방법은 세부지침의 제9장에서 기술한 내용을 따른다.

7) 종합평가

◦ 시설물의 상태평가와 안전성평가 결과를 종합하여 안전상태 종합평가 결과의 결정

종합평가 작성 방법은 세부지침의 제10장에서 기술한 내용을 따른다.

8) 안전등급 지정

정밀안전진단 실시결과 상태평가 및 안전성평가 등을 종합적으로 평가하여 제11장에서 기술한 내용을 따라 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다.

9) 보수·보강 방법

시설물의 상태평가와 안전성평가 결과에 따라 손상 및 결함이 있는 부위 또는 부재에 대하여 적용할 보수·보강 방법을 제시함.

(내진성능 평가 후 내진능력 부족시의 경우를 포함)

◦ 보수 · 보강방법에 대한 개요, 시공방법, 시공시 주의사항 등

◦ 당해 시설물의 유지관리를 위한 요령, 대책 등

시설물을 안전하고 경제적으로 유지관리하는데 필요한 사항을 제시하는 것으로 결함 및 손상의 종류와 원인, 점검요령, 조치대책 등에 관한 실무적이고 필수적인 내용을 해당 시설물의 그림 및 사진 등을 위주로 구성하여 안전점검 경험이 적은 사람도 쉽게 활용할 수 있도록 하여야 한다.

10) 종합결론 및 건의사항

◦ 정밀안전진단 실시결과의 종합결론

◦ 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

◦ 기타 필요한 사항

11) 부록

◦ 과업지시서

◦ 외관조사망도

◦ 구조해석 모델링 및 수치해석 자료 (입출력자료는 e-보고서에 포함)

◦ 측정, 시험, 계측 성과표

◦ 상태평가 결과 자료

◦ 안전성평가 결과 자료

◦ 시설물관리대장 사본

◦ 현황조사 및 외관조사 사진첩

◦ 사용장비 및 기기의 사진

◦ 사전조사 자료 일체 (사전검토보고서, 과업수행계획서 등 관련자료)

◦ 기타 참고자료

(정밀안전진단 결과와 관련되는 설계도서, 감리보고서, 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 보고서 등 관련자료 포함)

4. 성과품 납품목록

이 과업과 관련한 성과품은 다음과 같으며 이에 대한 지불은 산출내역서상의 계약금액으로 한다

1) 정밀안전진단(안전점검)보고서(부록포함) : 20부(안전점검의 경우 10부)

2) CD보고서 : 5부

3) 사진첩 : 3부

부록 C

사전검토 보고서 예시

정밀안전진단(안전점검) 사전검토 보고서

1. 과업명 : ○○제방 정밀안전진단(안전점검)

2. 배경 및 목적

시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 지침(국토해양부고시 제2008-838호, 2008. 12.31)의 3.1.4항 및 3.9.2항에 따라 과업대상 시설물의 과업지시서 또는 용역설계서 내용이 법령 및 지침, 세부지침 등에 부합되는지 여부를 검토하고, 그 결과를 관리주체에 보고하고 과업수행계획서에 수록하고자 함

3. 과업의 범위

3.1 시설물 명 : ○○제방

3.2 위　　치

◦ 시점 : ○○도 ○○시(군) ○○동(면) ○○리

◦ 종점 : ○○도 ○○시(군) ○○동(면) ○○리

4. 사전검토 내용

4.1 정밀안전진단(안전점검) 대상시설물의 범위

구 분	시설물명	지침 및 세부지침상 점검 및 진단 실시범위			금회 실시범위	제외 사유
		정기 점검	정밀 점검	정밀 안전진단		
기본 시설물	◦ 제체	○	○	○		
	◦ 호안	○	○	○		
	◦ 하상부(밑다짐공 등)		○	○		
	◦ 배수통관		○	○		
기타 시설물	◦ 하천횡단구조물 (시특법상 1, 2종외의 시설물)			○		

4.2 정밀안전진단(안전점검) 유지관리자료 보유 현황 검토

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계도서	◦ 공통 – 준공내역서 – 공사시방서 – 각종계산서 – 토질조사 보고서 – 하천정비기본계획보고서 – 기타 특이사항 보고서		
	◦ 설계도면 – 공통 – 토목 – 건축 – 기계·전기설비		
시설물 관리대장	◦ 기본현황 ◦ 상제제원 ◦ 유지관리 이력		
시공관련 자료	◦ 시공관련 자료 ◦ 품질관리 관련자료 – 재료증명서 – 품질시험기록 – 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 – 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ◦ 사고기록 ◦ 댐시설 운영기록		
안전점검 및 정밀안전진단 자료			
보수보강 자료			

4.3 정밀안전진단(안전점검) 과업의 범위

[표 1.1] 정밀점검일 경우

과업항목	지침상 기본과업	금회 과업 내용	
자료수집 및 분석	•설계도서 •시설물관리대장 •시공관련자료 •안전점검·정밀안전진단 실시결과 자료 •보수·보강이력 검토·분석	○해동	
현장조사 및 시험	•외관조사 및 외관조사망도 작성 •간단한 현장 재료시험 등 – 콘크리트 비파괴강도(반발경도시험) – 콘크리트 탄산화 깊이 측정	○콘크리트 시험 -반발경도시험 -탄산화시험 -균열깊이 조사 ○철근탐사시험	
상태평가	•외관조사 결과분석 •재료시험 결과 분석 •대상 시설물(부재)에 대한 상태평가 •시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임 기술자의 소견 (안전등급 지정)	○해동	
안전성평가	–		
보수·보강 방법	–		
보고서작성	•CAD 도면 작성 등 보고서 작성	○해동	
과업항목	**지침상 선택과업**	**금회 과업 내용**	**비용 반영**
자료수집 및 분석	•구조 · 수리 · 수문 계산(계산서가 없는 경우) •실측도면 작성 (도면이 없는 경우)		
현장조사 및 시험	•전체부재에 대한 외관조사망도 작성 •시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등 •조사용 접근장비 운용 •조사부위 표면청소 •마감재의 해체 및 복구 •수중조사 •기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성 평가 등에 필요한 조사·시험	○콘크리트 시험 - 코어채취 - 염화물함유량 - 신내시험 등 ○강재조사·시험 - 도막두께측정	○ ○ ○ ○
상태평가	–		
안전성평가	•필요한 부위의 구조지반수리수문 해석 등 안전성평가 •임시 고정하중에 대한 안전성평가		
보수·보강 방법	•보수·보강 방법 제시		

[표 1.2] 정밀안전진단일 경우

과업항목	지침상 기본과업	금회 과업 내용
자료수집 및 분석	•설계도서 •시설물관리대장 •시공관련자료 •안전점검·정밀안전진단 실시결과 자료 •보수·보강이력 검토·분석	○ 전동
현장조사 및 시험	•전체부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 ◦현장 재료시험 등 – 콘크리트 시험 : 비파괴강도(반발경도시험, 초음파전달 속도시험 등), 탄산화 깊이측정, 염화물 함유량시험 – 강재 시험 : 강재 비파괴시험 ◦기계·전기설비 및 계측시설의 작동 유무	○ 전체부재 외관조사 및 외관조사망도 작성 ○ 콘크리트 시험 -반발경도시험 -초음파전달속도시험 -탄산화시험 -균열깊이 조사 ○ 철근탐사시험 ○ 강재(수문) 조사 -도막두께측정 -수문의 작동상태
상태평가	•외관조사 결과분석 •현장시험 및 재료시험 결과분석 •콘크리트 및 강재 등의 내구성 평가 •부재별 및 시설물 전체 상태평가 결과에 대한 소견	○ 전동
안전성평가	•조사, 시험, 측정결과의 분석 •기존의 구조계산서 또는 안전성평가 자료 검토·분석 •내하력 및 구조 안전성평가 •시설물의 안전성평가 결과에 대한 소견	○ 전동
종합평가	•시설물의 종합평가 결과에 대한 소견 •안전등급 지정	○ 전동
보수·보강방법	•보수 · 보강 방법 제시	○ 전동
보고서작성	•CAD 도면 작성 등 보고서 작성	○ 전동

[표 1.2] 정밀안전진단일 경우(계속)

과업항목	지침상 선택과업	금회 과업 내용	비용 반영
자료수집 및 분석	•구조 · 수리 · 수문 계산(계산서가 없는 경우) •실측도면 작성 (도면이 없는 경우)		
현장조사 및 시험	•시료채취 및 실내시험 •지형,지질,지반조사 및 탐사, 토질조사 •수중조사 •누수탐사 •침하, 변위, 거동 등의 측정 •콘크리트 제체 시추조사 •수리·수충격·수문조사 •시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등 •조사용 접근장비 운용 •기계·전기설비 및 계측시설의 성능검사 또는 시험계측 •기본과업 범위를 초과하는 강재비파괴시험 •기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성평가 등에 필요한 조사·시험	○콘크리트 시험 -코어채취 -실내시험 등 ○지반 및 토질조사 ○수중조사 ○기계,전기설비 조사 - 수문 및 권양기 - 수문 작동시험 ○계측기 상태조사 -실내시험 등 ○강재 용접부 조사 -초음파두께측정 -자분탐상	 ○ ○ ○ ○ × × ○
안전성평가	•구조·지반·수리·수문 해석 •구조안전성 평가 등 전문기술을 요하는 경우의 전문가 자문 •내진성능 평가 및 사용성 평가 •임시 고정하중에 대한 안전성평가	○수문학적 안전성평가 ○제방 내진성능평가	× ×
보수・보강 방법	•내진보강 방안 제시 •시설물 유지관리 방안 제시	○댐체 내진보강 방안 제시 ○시설물 유지관리 방안 제시	× ×

4.4 정밀안전진단(안전점검) 기본과업 재료시험 수량

[표 2.1] 정밀점검의 경우

구 분	세부지침 기준		금회 수량	비고
	제 방	산출수량		
제방 종·횡단측량	○ 제방 1km당 1개구간 선정(10~20m)			
반발경도 시험	○ 특수제 콘크리트구조물 – 구조물 이음부 기준 : 1회 이상 (이음부 간격 30m이상 또는 높이 10m이상의 경우 1.5배 가산) ○ 콘크리트 호안블록 – 호안 1km 기준 : 3회 이상			
탄산화깊이 측정	상 동			
균열깊이 조사	○ 조사·시험수량은 책임기술자가 결정			

[표 2.2] 정밀안전진단의 경우

구 분	세부지침 기준		금회 수량	비고
	제 방	산출수량		
하천측량	○ 진단 대상 제방 전 구간			
제체물리탐사	○ 제방 2㎞당 100m 이상			
제체시추조사	○ 제방 2㎞당 1개소			
반발경도 시험	○ 특수제 콘크리트구조물 – 구조물 이음부 기준 : 2회 이상 (이음부 간격 30m이상 또는 높이 10m이상의 경우 1.5배 가산) ○ 콘크리트 호안블록 – 호안 1km 기준 : 6회 이상			
탄산화깊이 측정	상 동			
초음파 전달속도시험	상 동 (호안블록 제외)			
철근부식도 측정	○ 조사·시험수량은 책임기술자가 결정			
균열깊이 조사	○ 조사·시험수량은 책임기술자가 결정			

4.5 기타 사항

5. 결론

[정밀점검의 경우 예시]

과업지시서와 용역설계서 검토결과, 정밀점검의 범위, 유지관리자료, 과업범위, 기본과업의 재료시험수량은 모두 지침, 세부지침과 부합됨.

[정밀안전진단의 경우 예시]

과업지시서와 용역설계서 검토결과, 정밀안전진단의 범위, 유지관리자료, 기본과업의 재료시험수량은 지침, 세부지침과 부합됨.
다만, 정밀안전진단 과업범위 중 아래와 같이 일부 항목에 대한 비용이 반영되지 않아 보완이 필요함

- 현장조사 및 시험
  - 기계,전기설비조사
  - 계측기 상태조사
- 안전성평가
  - 수문학적 안전성
  - 제방 내진성능평가
- 보수·보강방법
  - 댐체 내진보강방안
  - 시설물 유지관리 방안 제시

부록 D

시설물관리대장 입력 요령

시설물관리대장 입력 요령

□ 시설물관리대장 입력 절차

□ 기본현황 및 상세제원 입력 양식

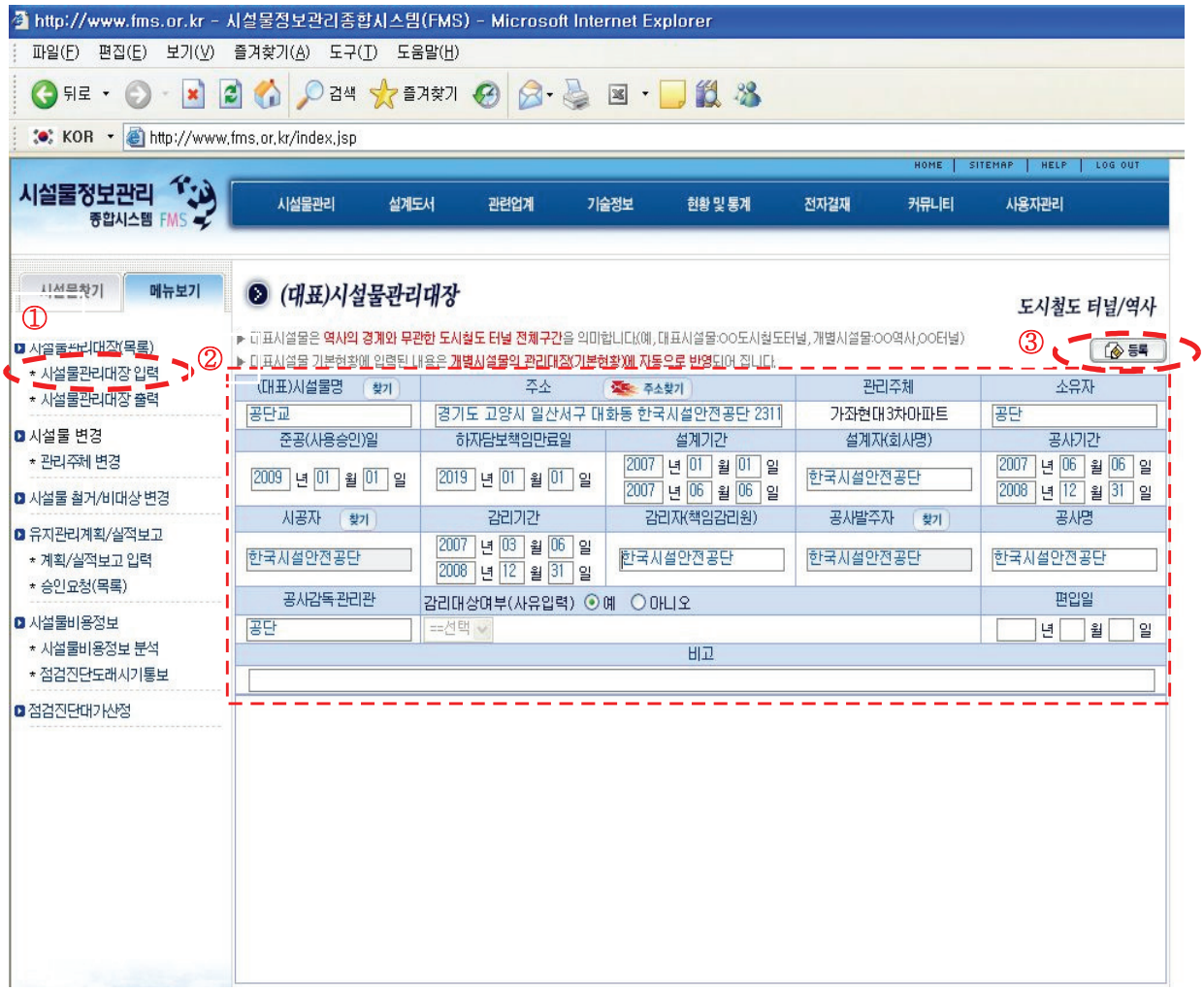
□ 입력 요령

※ "시특법"에 의한 1종·2종 시설물의 범위

시설물 구분	시설물 종류		
도로	▸ 도로교량	▸ 도로터널	▸ 복개구조물 ▸ 지하차도
철도	▸ 고속철도교량 ▸ 도시철도교량 ▸ 일반철도교량 ▸ 도시철도고가	▸ 도시철도터널 ▸ 일반철도터널 ▸ 고속철도터널	▸ 고속철도역사 ▸ 광역전철역사 ▸ 도시철도역사
항만	▸ 갑문시설	▸ 계류시설	
댐	▸ 다목적댐 ▸ 발전용댐	▸ 용수전용댐	▸ 지방상수도전용댐
건축물	▸ 공동주택건축물 ▸ 공동주택외건축물 ▸ 관광숙박시설	▸ 문화 및 집회시설 ▸ 종합병원 ▸ 지하도상가	▸ 운수시설 ▸ 종교시설 ▸ 판매시설
하천	▸ 수문 및 통문	▸ 제방 및 부속시설	▸ 하구둑
상하수도 폐기물매립시설	▸ 공업용수도	▸ 광역상수도 ▸ 지방상수도	▸ 폐기물매립시설 ▸ 하수처리장
옹벽	▸ 건축물옹벽	▸ 댐옹벽 ▸ 도로옹벽	▸ 철도옹벽 ▸ 항만옹벽
절토사면	▸ 건축물사면	▸ 댐사면 ▸ 도로사면	▸ 철도사면 ▸ 항만사면

□ 시설물관리대장 입력 절차

< FMS 상의 시설물관리대장 입력 초기화면 >



☞ 시설물관리대장 입력 순서

① 초기화면의 좌측상단 **시설물관리대장 입력** 클릭

→ 기본입력 화면 생성

② 생성된 화면에 관련내용 입력

→ 상기의 화면박스(점선) 부분

③ 기본입력 완료 후 화면 우측상단 **등 록** 클릭

→ 화면 하단으로 개별시설물 현황이 나타남.

< 개별시설물 현황 입력 화면 >

☞ 개별시설물 현황 입력 순서

④ 화면 우측하단의 **추 가** 를 클릭

→ 개별시설물 현황 입력화면 생성

⑤ 생성된 개별시설물 현황의 화면(점선 박스)에서 관련내용 입력

⑥ 입력완료 후 화면 우측하단 **저 장** 클릭

⑦ 화면 좌측하단의 **Go** 클릭

→ 시설물관리대장 [기본현황] [상세제원]으로 넘어감.

→ [기본현황]에는 사전에 입력된 내용은 반영되어 나타남.

※ [기본현황] 및 [상세제원] 화면에서 해당사항을 입력·수정

□ 기본현황 및 상세제원 입력 양식

1. 기본현황

시설물번호	관리주체 관리번호	시설물명		시설물분류		
				시설물종별	시설물구분	시설물종류
주 소			노선	관리주체	관리주체구분	소유자
					공공/민간	
준공(사용승인)일	하자담보 책임만료일	상세제원	관리주체의 설계도서 보존	설계도서사본 공단제출	감리보고서 공단제출	안전점검보고서 공단제출
'00. 00.00	'00. 00.00	유/무				
설계기간		설계사 (회사명)	공사기간		시공자 (회사명)	시공비
'00. 00.00 ~ '00. 00.00			'00. 00.00 ~ '00. 00.00			000백만원
내진설계적용여부	감리기간	감리자 (책임감리원)	공사발주자	공사명		공사감독· 관리관
예/아니오						
감리비대상사유					편입일	
비고		시설물관리의 근거법령	시설물의안전관리에관한특별법		영10조대상	예/아니오
전경사진			정·측면,기타사진			

2. 상세제원

시설물명			하천수계	하천명	하천등급	하천에서의 좌우 위치 (상류에서 하류 쪽으로)	제방연장	계획 홍수량	기준 여유고
						우안/좌안	m	CMS	m
제방	구분	제방위치 (읍면동까지기입)				둑마루표고		계획홍수위	
	제방시점					EL m		EL m	
	제방종점					EL m		EL m	
	구분	여유고	제방고	둑마루폭	앞턱폭	뒷턱폭			
	제방시점	m	m	m	m	m			
	제방종점	m	m	m	m	m			
	구분	제방저폭	앞비탈 경사	뒷비탈경 사	호안	종류		연장	폭
	제방시점	m	1:1.5	1:2.0				m	m
	제방종점	m	1:2.0	1:2.5					
하천정비계획일자									
기타상세제원									

□ 입력 요령

※ 입력양식에서 해당 시설물의 정보가 없는 경우 **"미상"** 으로 입력

1. 기본현황 입력 요령

☞ 시설물 번호

○ 특별법 대상 시설물마다 시설물종류에 따른 고유번호가 부여될 예정이므로 빈칸으로 남겨둠.

→ 표지의 시설물 번호와 같아야 함.

예) :

시설물 번호
EM 2002-0000001

☞ 관리번호(관리주체)

○ 관리주체에서 시설물관리를 위해 사용하고 있는 시설물 관리번호

→ 해당 시설물관리대장 표지의 관리번호와 같아야 하며, 없는 경우 생략

예) :

관리주체 관리번호
제방-/

☞ 시설물명

○ 제방명을 입력 (관리주체 관리대장의 시설물명과 같아야 함)

→ 대상이 되는 각 제방마다 시설물관리대장을 각각 작성하게 되므로 시설물명이 혼동되지 않도록 상세하게 입력

예) :

시설물명
일산제

예) :

시설물명
영산강 일산제

☞ 시설물분류

○ 시설물분류에서 제방을 체크(입력)

→ 시설물종별, 시설물구분(하천), 시설물종류(제방) 등이 자동으로 생성

☞ 주소

○ 시설물 소재지의 주소를 (시,도) (시,군,구) (읍,면,동) (리,번지)로 구분하여 상세하게 입력

예) :

위치(시,도)	(시,군,구)	(읍,면,동)	(리,번지 등 주소)
경기도	포천군	내촌면	신팔리

예) :

위치(시,도)	(시,군,구)	(읍,면,동)	(리,번지 등 주소)
서울특별시	노원구	상계동	////-/번지

☞ 노선

○ 제방이 위치하는 하천명을 입력

예) :

노선
영산강

☞ 관리주체

○ 사용자 정보의 관리주체명이 입력되므로
ID발급 요청시 관리주체명을 정확하게 입력

→ 관계법령에 의하여 해당시설물의 관리자로 규정된 자

→ 해당 시설물의 소유자 또는 해당 시설물의 소유자와의 관리계약에 의하여 시설물의 관리책임을 진 자

예) :

관리주체
○○시 △△구청

☞ 관리주체구분

○ 공공관리주체의 경우 “공공”, 민간관리주체의 경우 “민간”으로 사용자 정보의 관리주체 구분에 따라 자동 생성

예) :

관리주체구분
☑공공 / 민간

☞ 소유자

○ 소유자명을 정확하게 기입. 관리주체와 소유자가 같은 경우에도 입력

예) :

소유자
○○제방관리단

☞ 준공(사용승인)일

○ 준공(사용승인)일의 연-월-일을 입력

예) :

준공(사용승인)일
2002-03-10

☞ 하자담보책임만료일

○ “건설산업기본법”, “주택건설촉진법” 등 관계법령에 의한 하자담보책임 또는 하자보수만료일을 입력

예) :

하자담보책임만료일
2007-03-10

☞ 상세제원

○ 시설물관리대장에서 “상세제원” 서식이 작성되어 있는지 유무를 자동으로 생성
→ 반드시 상세제원을 입력하여야 “유”에 체크됨.

예) :

상세제원
☑유 / 무

☞ 관리주체의 설계도서 보존

○ 당해 시설물의 준공일이 1995년 6월 3일 이전인 경우 “비대상” 이후일 경우 “대상”으로 자동 생성되며, 관리주체는 설계도서의 “보존, 미보존” 유무를 체크(입력) → 체크된 부분만 입력됨.

예) :

관리부체의 설계도서 보존
비대상-보존

☞ 설계도서사본 공단제출, 감리보고서 공단제출, 안전점검보고서 공단제출

○ 이 부분은 공단에서 대상/비대상 및 제출 여부를 체크하므로 입력자는 대상/비대상 만으로 선택
→ 안전점검보고서는 “건설기술관리법”에 의한 안전점검종합보고서를 의미함.

예) :

설계도서사본 공단제출	감리보고서 공단제출	안전점검보고서 공단제출
대상-미제출	비대상-미제출	대상-미제출

☞ 설계기간

○ 설계기간 착공일, 준공일을 입력

예) :

설계기간
1994-08-01 ~ 1995-11-02

☞ 설계사(회사명)

○ 설계사(회사명) 상호를 정확하게 입력

☞ 공사기간

○ 공사기간 착공일, 준공일을 입력

☞ 시공자 (회사명)

○ 시공자의 상호를 정확하게 입력
→ 최초 입력화면에서 찾기로 입력

☞ 시공비 (단위 : 백만원)

○ 총공사비를 입력 (천단위 구분 " , "를 제외한 숫자만 입력)

☞ 내진설계적용 여부

○ 당해 시설물의 내진설계 적용 여부를 유무로 체크(입력)
→ 체크된 부분만 입력됨.

예) :

내진설계적용여부
☑예 / 아니오

☞ 감리기간

○ 감리기간 착수일, 종료일을 입력

☞ 감리자(책임감리원)

○ 감리자의 상호와 책임감리원 이름을 정확하게 입력

예) :

감리자 (책임감리원)
한국감리(주) (강 안전)

☞ 공사발주자

○ 공사발주자를 정확하게 입력 (최초 입력화면에서 찾기로 입력)

☞ 공사명

○ 공사명을 정확하게 입력

→ 여러 개의 시설물에 관한 공사가 1건으로 발주된 경우에는 발주된 공사명을 정확하게 입력

예) :

공사명
영상강 정비사업

☞ 공사감독 · 관리관

○ 공사감독 또는 공사 관리관의 이름을 입력

☞ 감리비대상사유

○ 당해 시설물의 공사가 감리 비대상일 경우 그 사유를 선택하여 입력

☞ 편입일

○ “시설물 안전관리에 관한 특별법”의 1종·2종 시설물로 고지된 날 입력

→ 1종·2종 시설물의 준공일

→ 시특법령의 개정에 따른 1종·2종 시설물로 적용되는 날

→ 대수선 및 보강(증축)공사로 시특법의 1종·2종 시설물로 전환된 날

☞ 비고

○ 기본현황 서식에 있는 항목 이외에, 관리주체에서 해당 시설물의 기본현황으로 관리하고자 하는 항목이 있을 경우 항목과 내용을 추가로 기입하여 관리주체 실정에 맞게 활용할 수 있음.

☞ 시설물관리의 근거법령

○ 당해 시설물 관리를 위한 관련법령은 자동으로 생성

☞ 영10조대상

○ “시설물의 안전관리에 관한 특별법” 시행령 제10조 대상시설물 여부는 자동으로 생성 (한국시설안전공단이 정밀안전진단을 실시하는 시설물)

예) :

영10조대상
예 / ☑아니오

☞ 전경사진

○ 시설물을 확인할 수 있는 전경과 정면, 측면, 기타부분의 전경사진을 붙임.

→ 반드시 2장을 입력하여야 함.

→ 사진크기 : 가로 365픽셀, 세로 280픽셀

2. 상세제원 입력 요령

※ 입력양식에서 해당 시설물의 정보가 없는 경우 **"미상"** 으로 입력

☞ 시설물명

○ 제방명 입력 (기본현황 입력과 같음)

☞ 하천수계

○ 해당 위치하는 하천의 수계를 선택하여 체크(입력)

☞ 하천명

○ 제방이 위치하는 하천명을 입력

☞ 하천등급

○ 관련규정에 따라 하천 등급을 선택하여 체크(입력)

☞ 하천에서의 좌우위치 (상류에서 하류쪽으로)

○ 하천에서의 제방 위치를 하천 상류에서 하류쪽으로 보았을 때 좌안, 우안으로 구분하여 체크(입력)

	하천에서의 좌우위치 (상류에서 하류쪽으로)
예) :	좌안 / ☑ 우안

☞ 제방연장 (단위 : m)

☞ 계획홍수량 (단위 : CMS)

☞ 기준여유고 (단위 : m)

☞ 제방

○ 제방위치 : 제방시점과 제방종점의 제방위치를 시도, 시군구, 읍면동까지 입력

○ 둑마루표고 (단위 : EL. m) : 제방시점과 제방종점의 둑마루 표고를 입력

○ 계획홍수위 (단위 : EL. m) : 제방시점과 제방종점의 계획홍수위를 입력

○ 여유고 (단위 : m) : 제방시점과 제방종점의 여유고를 입력

○ 제방고 (단위 : m) : 제방시점과 제방종점의 제방고를 입력
○ 둑마루폭 (단위 : m) : 제방시점과 제방종점의 둑마루폭을 입력
○ 앞턱폭 (단위 : m) : 제방시점과 제방종점의 앞턱폭을 입력
○ 뒷턱폭 (단위 : m) : 제방시점과 제방종점의 뒷턱폭을 입력
○ 제방저폭 (단위 : m) : 제방시점과 제방종점의 제방저폭을 입력
○ 앞비탈경사 : 제방시점과 제방종점의 앞비탈 경사를 입력
○ 뒷비탈경사 : 제방시점과 제방종점의 뒷비탈 경사를 입력

예) :

앞비탈경사
시점 1 : 1.5 종점 1 : 2.0

뒷비탈경사
시점 1 : 2.0 종점 1 : 2.5

☞ 호안

○ 종류 : 해당 호안의 종류를 선택하여 체크(입력)
○ 연장 (단위 : m) : 호안의 연장을 입력
○ 폭 (단위 : m) : 호안의 폭을 입력

☞ 하천정비계획 일자

○ 하천정비계획 일자 연-월-일을 입력

☞ 기타 상세제원

○ 상세제원 서식에 있는 항목 이외에, 관리주체에서 해당 시설물의 상세제원으로 관리하고자 하는 항목이 있을 경우 항목과 내용을 추가로 기입하여 관리주체 실정에 맞게 활용할 수 있음.

안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(제방)

승인 국토해양부 시설안전과
발행 한국시설안전공단

1996년 3월 일 초판
2000년 9월 일 개정
2003년12월 일 개정
2009년 3월 일 개정

* 본 세부지침의 내용에 관한 질의 및 건의 사항은 국토해양부 시설안전과 및 한국시설안전공단으로 연락하여 주시기 바랍니다.

한국시설안전공단
(http://www.kistec.or.kr)

(우) 411-758 경기도 고양시 일산서구 시민대로 1160
대표전화 1599-4114, 031-910-4114

본 세부지침의 내용은 공단홈페이지에서 다운로드 받으실 수 있습니다.