

하수처리장

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 세부 지침을 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	19
2.2.3 예산의 확보	22
2.2.4 안전점검 및 정밀안전진단 실시자의 자격	22
2.3 안전관리	23
2.3.1 일반	23
2.3.2 안전점검 및 정밀안전진단 종사자의 안전	23
2.3.3 공공의 안전	25
2.4 진단측정장비 관리	26
2.4.1 진단측정장비 선정 요건	26
2.4.2 진단측정장비 관리	26
2.5 안전점검 및 정밀안전진단 사전조사	29
2.5.1 사전조사 계획 수립	29
2.5.2 사전조사 실시계획 수립	29
2.6 실시결과의 이행	31
2.6.1 중대한 결함의 분류	31
2.6.2 중대한 결함의 정도	32

제3장 안전점검	35
3.1 안전점검 일반	37
3.1.1 안전점검 종류	37
3.1.2 안전점검 시 고려사항	37
3.1.3 안전점검 계획	38
3.2 정기점검	39
3.2.1 정기점검 목적	39
3.2.2 정기점검 절차	39
3.2.3 정기점검 방법	39
3.2.4 정기점검 실시결과의 이용	40
3.2.5 정기점검 결과표 작성	41
3.3 정밀점검	44
3.3.1 정밀점검 목적	44
3.3.2 정밀점검 절차	44
3.3.3 정밀점검 시기	44
3.3.4 정밀점검 과업	45
3.3.5 정밀점검 실시결과의 이용	48
3.3.6 정밀점검 결과표 작성	48
3.3.7 보고서 작성 방법	53
3.4 긴급점검	57
3.4.1 손상점검	57
3.4.2 특별점검	57
3.5 초기점검	58
3.5.1 초기점검 목적	58
3.5.2 초기점검 실시	58
3.5.3 시설물의 예방적 유지관리를 위한 체계	59
제4장 정밀안전진단	63
4.1 정밀안전진단 일반	65
4.1.1 정밀안전진단 목적	65
4.1.2 정밀안전진단의 시기	65
4.1.3 정밀안전진단 절차	66
4.1.4 정밀안전진단의 범위	68
4.2 정밀안전진단 과업	70

4.3 정밀안전진단 결과표 작성	70
4.4 보고서 작성 방법	75
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	84
5.3 시설물 외관조사 요령	86
5.3.1 정밀점검 외관조사 요령	86
5.3.2 정밀안전진단 외관조사 요령	88
5.3.3 기계·전기설비 외관조사 요령	91
5.4 균열조사 요령	94
5.4.1 일반	94
5.4.2 균열조사	94
5.4.3 비파괴시험에 의한 균열깊이 조사	97
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
6.7 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
6.9 기계·전기설비의 재료시험	147
6.9.1 기계설비	147
6.9.2 전기설비	149
 제7장 재료시험 항목 및 수량	 159
7.1 일반	161
7.2 재료시험 항목 및 기준수량	162

7.2.1 정기점검	162
7.2.2 긴급점검	162
7.2.3 정밀점검	162
7.2.4 정밀안전진단	165
 제8장 상태평가 기준 및 방법	169
8.1 일반	171
8.2 상태평가 기준	172
8.3 상태평가 항목 및 기준	173
8.3.1 평가유형 및 영향계수	173
8.3.2 콘크리트 구조물	174
8.3.3 강 구조물	181
8.3.4 기계·전기설비	184
8.4 상태평가 결과 산정 방법	188
8.4.1 하수처리장 시설물 평가 단계별 절차	188
8.4.2 상태평가 단계별 구분	189
8.4.3 토목구조물	190
8.4.4 기계·전기설비	195
 제9장 안전성평가 기준 및 방법	199
9.1 일반	201
9.2 안전성평가 기준	204
9.3 안전성평가 결과 산정 방법	206
9.3.1 안전성평가 결과 산정	206
9.3.2 안전성평가 결과 산정 방법	207
 제10장 종합평가 기준 및 방법	209
10.1 종합평가 기준	211
10.2 종합평가 결과 산정 방법	213
10.2.1 종합평가 결과 산정	213
10.2.2 종합평가 결과 산정 방법	214
 제11장 안전등급 지정	221

제12장 보수·보강 방법	225
12.1 일반	227
12.2 보수·보강 우선순위의 결정	227
12.3 보수·보강 방법	228
12.3.1 보수·보강의 필요성 판단	228
12.3.2 보수·보강의 수준 결정	228
12.3.3 보수·보강공법의 선정	228
12.4 유지관리 방안 제시	230
 부록	 231
A. 외관조사망도	233
B. 과업지시서 예시	237
C. 사전검토 보고서 예시	255
D. 시설물관리대장 기입 요령	265

표 차 례

[표 2.1] 하수처리장 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 대상시설 범위	18
[표 2.2] 법정 진단측정장비의 교정주기	27
[표 2.3] 법정 진단측정장비 이외의 진단기구 교정주기	28
[표 2.4] 시설물별 구조안전에 영향을 주는 결함	32
[표 3.1] 정밀점검 실시주기	45
[표 3.2] 정밀점검 과업 내용	46
[표 3.3] 이미지 및 동영상 파일의 종류	56
[표 4.1] 정밀안전진단 실시 시기	66
[표 4.2] 하수처리장 시설물의 정밀안전진단 범위	68
[표 4.3] 정밀안전진단 과업 내용	69
[표 5.1] 하수처리장의 일반적인 점검항목	86
[표 5.2] 하수처리장의 일반적인 진단 조사항목	89
[표 6.1] 기존의 비파괴강도 추정 제안식	109
[표 6.2] 재령보정계수, α 의 값 ($F_{28} = F_c \times \alpha$)	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)	120
[표 6.6] 페놀프탈레인 분무 시기와 측정 시기	137
[표 6.7] 결함의 등급분류	142
[표 6.8] 펌프설비의 진동평가 기준	148
[표 6.9] 저압전로의 절연저항 기준치 (기술기준 제52조)	151
[표 6.10] 회전기의 절연저항 기준치 (JIS 4004-1992)	152
[표 6.11] 접지의 판정기준 종류 (전기설비기술기준 제21조, 22조, 36조)	153
[표 6.12] 3상 비교법의 판정기준	155
[표 6.13] 온도패턴법의 판정기준	155
[표 6.14] 전압 및 주파수의 변화가 전동기의 특성에 영향을 미치는 근사치	156
[표 7.1] 정밀점검의 재료시험 항목	162
[표 7.2] 정밀점검 재료시험 평가방법	163
[표 7.3] 정밀점검의 기본과업 재료시험 기준수량	164
[표 7.4] 정밀점검의 선택과업 재료시험 기준수량	164
[표 7.5] 정밀안전진단의 재료시험 항목	165
[표 7.6] 정밀안전진단 재료시험 평가방법	166

[표 7.7] 정밀안전진단의 기본과업 재료시험 기준수량	167
[표 7.8] 정밀안전진단의 선택과업 재료시험 기준수량	168
[표 8.1] 콘크리트 구조물의 평가항목별 평가유형 및 영향계수	174
[표 8.2] 침하/부상의 상태평가 기준	175
[표 8.3] 경사의 상태평가 기준	175
[표 8.4] 활동의 상태평가기준	175
[표 8.5] 기초세굴의 상태평가 기준	176
[표 8.6] 일반 구조물 콘크리트 균열의 상태평가 기준	176
[표 8.7] 수처리 구조물 콘크리트 균열의 상태평가 기준	176
[표 8.8] 탄산화 잔여 깊이의 상태평가 기준	177
[표 8.9] 전염화물 이온량의 상태평가 기준	178
[표 8.10] 콘크리트 박리의 상태평가 기준	178
[표 8.11] 콘크리트 박락/충분리의 상태평가 기준	179
[표 8.12] 철근노출면적의 상태평가 기준	179
[표 8.13] 콘크리트 파손의 상태평가 기준	179
[표 8.14] 누수의 상태평가 기준	180
[표 8.15] 신축이음 탈락 및 열화의 상태평가 기준	180
[표 8.16] 백태의 상태평가 기준	181
[표 8.17] 강 구조물의 평가항목별 평가유형 및 영향계수	181
[표 8.18] 강재 부식의 상태평가 기준	182
[표 8.19] 강재 피로균열의 상태평가 기준	182
[표 8.20] 강재 변형 및 변위의 상태평가 기준	183
[표 8.21] 강재의 도장상태에 따른 상태평가 기준	183
[표 8.22] 기전설비의 평가항목별 평가유형 및 영향계수	184
[표 8.23] 펌프베드 기초부의 상태평가 기준	184
[표 8.24] 펌프의 진동크기에 따른 상태평가 기준	185
[표 8.25] 펌프의 소음크기에 따른 상태평가 기준	185
[표 8.26] 관체의 손상정도에 따른 상태평가 기준	185
[표 8.27] 밸브의 손상정도에 따른 상태평가 기준	186
[표 8.28] 절연열화에 따른 상태평가 기준	186
[표 8.29] 접지불량에 따른 상태평가 기준	186
[표 8.30] 전기설비의 불량에 따른 상태평가 기준	187
[표 8.31] 하수처리장의 평가단계별 평가대상 부재 및 시설물 구분	189
[표 8.32] 토목구조물의 개별부재(부위)별 손상 및 결함상태 조사표 예	190
[표 8.33] 상태평가지수 범위에 따른 상태평가 기준 및 평가유형별 영향계수(F)	191
[표 8.34] 토목구조물 개별부재의 상태평가표 예	191
[표 8.35] 개별부재별 중요도(W) 기준	192
[표 8.36] 상태평가지수에 따른 조정계수(A)	192

[표 8.37] 토목구조물 복합부재의 상태평가표 예	193
[표 8.38] 토목구조물의 개별시설물 상태평가표 예	194
[표 8.39] 기전설비의 개별부재(부위)별 손상 및 결함상태 조사표 예	195
[표 8.40] 기전설비 개별부재의 상태평가표 예	196
[표 8.41] 기전설비 복합부재의 상태평가표 예	197
[표 8.42] 기전설비 개별시설물의 상태평가표 예	198
[표 9.1] 부재 및 구조물의 안전성평가 기준	205
[표 9.2] 안전성평가지수(E_s) 범위에 따른 안전성평가 기준	207
[표 9.3] 토목구조물의 개별시설물에 대한 안전성평가표 예	207
[표 10.1] 종합평가지수에 따른 종합평가 기준	212
[표 10.2] 종합평가지수에 따른 조정계수(A)	213
[표 10.3] 토목구조물의 개별시설물 종합평가표 예	215
[표 10.4] 토목구조물의 복합시설물 종합평가표 예	216
[표 10.5] 복합시설물별 중요도(W)	217
[표 10.6] 토목구조물의 통합시설물 종합평가표 예	218
[표 10.7] 분야별 시설물(통합시설물)의 중요도(W)	218
[표 10.8] 통합시설물의 종합평가표 예	219
[표 11.1] 안전등급	223
[표 12.1] 콘크리트 균열의 보수공법 적정성 비교	230

그 립 차 례

[그림 2.1] 안전관리 업무 흐름도	21
[그림 3.1] 정기점검 흐름도	40
[그림 3.2] 정밀점검 및 긴급점검 흐름도	47
[그림 4.1] 정밀안전진단 흐름도	67
[그림 5.1] 균열 길이의 기록 예	96
[그림 5.2] T-법	98
[그림 5.3] Tc-To 법	98
[그림 5.4] BS 법	99
[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 6.16] 펌프소음의 측정위치도	149
[그림 6.17] 적외선 열화상 카메라에 의한 온도측정	154
[그림 8.1] 하수처리장 시설물 평가 단계별 절차	188

제 1 장

서 론

1.1 목 적

1.2 적용범위

1.3 용어 정의

제1장 서론

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 「령」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 효율성을 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 공공하수처리시설에 적용한다.

- 2종 시설물
 - 공공하수처리시설(1일 최대처리용량 500톤 이상)

하수처리장 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
- 하수도시설 기준
- 하수도시설 유지관리 지침
- 「산업표준화법」에 의한 한국산업규격(KS)

한편, 본 「세부지침」에서 기술된 내용과 다르더라도 널리 알려진 이론이나 시험에 의해 기술적으로 증명된 사항에 대해서는 발주자와 사전 협의하여 적용할 수 있다.

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 시설물¹⁾

○ 2종 시설물

1종 시설물외의 시설물로서 대통령령이 정하는 시설물²⁾

○ 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」 제3조제2항제5호¹⁾에 따른 시설물의 안전과 유지관리에 관련된 정보체계를 구축하기 위하여 국토해양부장관이 시설물의 정보와 「법」 제9조제1항²⁾에 따른 안전진단전문기관, 제25조에 따른 한국시설안전공단과 「건설산업기본법」 제9조³⁾에 따라 등록한 유지관리업자에 관한 정보를 종합 관리하는 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 균열 폭과 길이 등 구성 재료의 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 안전 상태를 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(補強)

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 실시하여야 하는 「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, 쿨드조인트, 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.

○ 하수(下水)

생활이나 사업에 기인하거나 수반되는 오수와 자연강우에 의한 우수를 합한 것을 총칭

○ 하수도(下水道)

하수를 배출원에서 처리장까지 수송하여 처리한 다음 방류지점까지 운반하는데 요구되는 시설의 총체

○ 하수처리장(下水處理場)

하수관거 말단에 설치하여 하수를 최종적으로 처리한 후 하천이나 공공수역 등에 방류하기 위하여 하수도시설로 설치되는 처리시설 및 보완시설의 총체

○ 기계·전기설비

기계·전기설비란 시설물의 구조적 안전에 영향을 주는 설비로서 다음의 설비를 말함

구 분	기계설비	전기설비
하수처리장	펌프설비 및 염소중화설비	고·저압 펌프모터 및 관련 기동반 또는 현장제어반

○ 계측시설

계측시설이란 시설물의 구조적 안전에 직접 관련된 토목분야의 계측시설을 말하며 하수처리공정과 관련된 계측시설은 제외됨.

제 2 장

시설물의 안전관리

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 안전관리

2.1 시설물관리 일반

2.1.1 시설물관리 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」 제4조 제2항 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 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
- 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

- 공통 : 위치도, 시설물배치도, 평면도, 단면도(종·횡) 등
- 토목 : 수처리 계통도, 일반도 및 구조도, 상세도 등
(침사지·펌프장·수처리·슬러지처리·방류관거)
- 기계 : 각종 기계류 계통 및 설치 상세도 등
- 전기 : 전기 및 계장 설비의 계통, 설치 상세도 및 관로 전기방식 설치보고서 등
- 건축 : 각종 건축물의 일반도 및 구조도, 상세도 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 결함부위 및 주요공종 시공 사진
- ② 기타
 - 제작 및 작업도면 : 붕괴유발부재를 포함한 시설물 부재의 상세도면
 - 토질·지반조사 자료
 - 건설공사 안전점검 보고서 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) 하수처리장 운영기록

- ① 하수처리장의 가동일부터 현재까지의 전반적인 운영상황을 기록한 자료
- ② 기타 특기사항

라. 안전점검 및 정밀안전진단 자료

「법」 제6조 및 제7조에 따라 실시하는 안전점검 및 정밀안전진단 실시자료와 「건설기술관리법」 제26조의2¹⁾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 있고 필요한 경우 당해 시설물의 규모, 공법, 점검 및 진단 실적(보고서 등)에 따라 자료를 수집하며 다음 사항을 고려하여 수집한다.

- 하수처리장의 특성 및 처리방식
- 지하수위 및 토질·지반 상태
- 사용제한 사항
- 환경조건 : 구조물의 내구성과 안전에 영향을 주는 조건
- 방류수역의 상황(최고 수위 등)
- 부대 시설물

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 제 13호 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

1) 일반

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) 안전점검 및 정밀안전진단 대상시설

하수처리장 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 실시 범위에 대한 세부적인 대상시설은 [표 2.1]과 같다.

- ① 기본시설물을 제외한 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단은 해당시설물(건축물, 옹벽 등)의 세부지침에 따라 실시하여야 한다.
- ② 대상시설물은 안전점검 및 정밀안전진단 대가기준에서 해당시설물에 따라 예산을 확보하여야 한다.
- ③ 부대시설물 및 기타 시설물이 「영」 제2조제1항에 따른 1종 또는 2종 시설물에 해당되는 경우에는 「법」 제6조에 따라 1종 시설물은 정밀점검 및 정밀안전진단을 실시하고 2종 시설물은 정밀점검을 실시하여야 한다.
- ④ [표 2.1]에서 정하고 있는 안전점검 및 정밀안전진단의 대상시설물의 범위를 상기의 1) 일반에서 ①항 내지 ④항에 의하여 조정할 경우에는 그 사유가 분명하여야 하며 그 내용을 과업지시서에 명시하여야 한다.

[표 2.1] 하수처리장 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 대상시설 범위

구 분	시설물명	점검 및 진단 실시범위			비 고
		정기점검	정밀점검	정밀안전진단	
기본 시설물	◦ 수처리시설물	○	○	○	
	◦ 슬러지처리시설	○	○	○	
	◦ 기계, 전기설비	○	○	○	
부대 시설물	◦ 관리동 등 건축물	○			
	◦ 옹벽(절·성토사면포함)	○			
	◦ 장내 관거	○			
	◦ 장내 교량	○			
기타 시설물	◦ 방호시설 등	○			

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

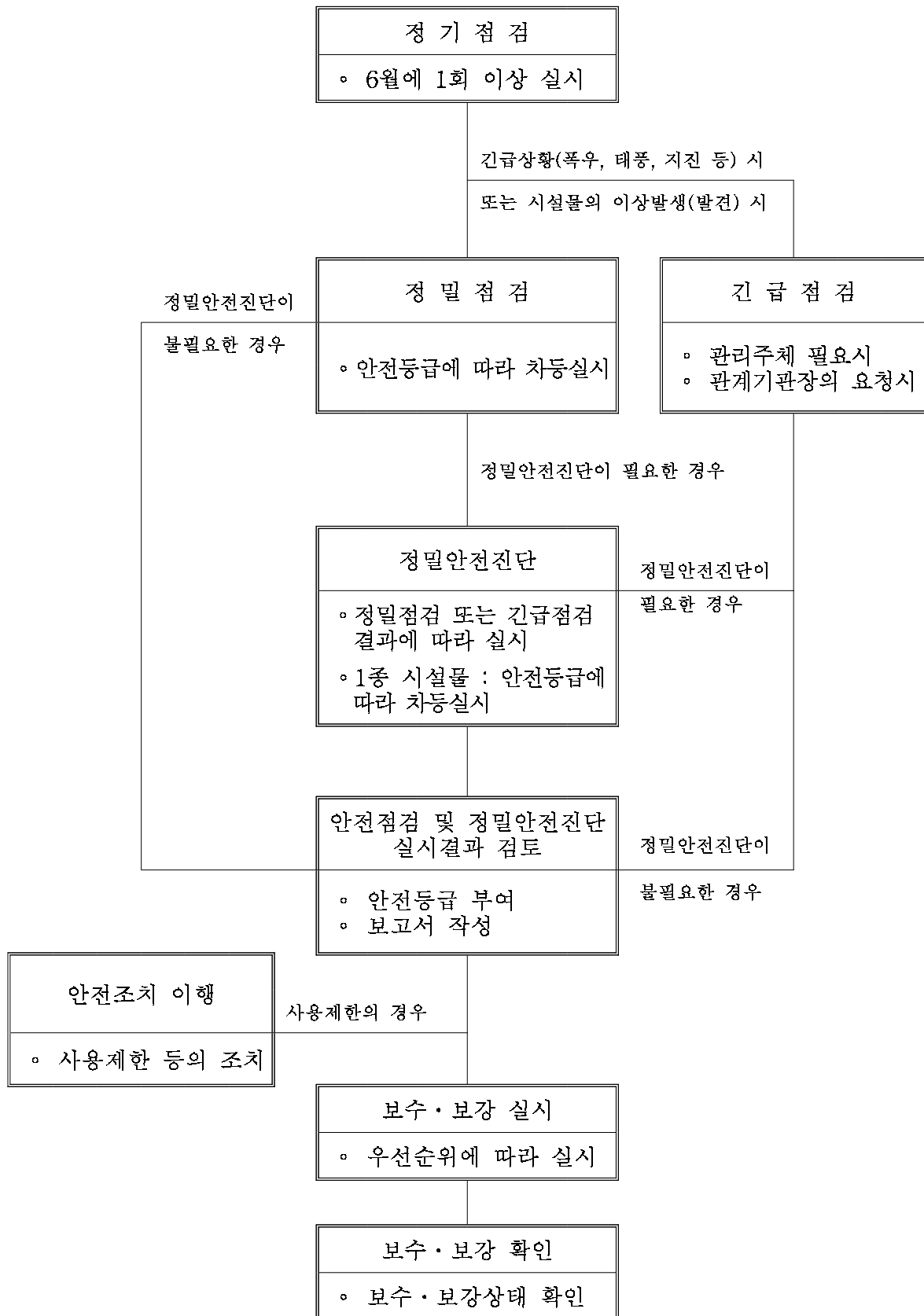
라. 조사·시험 항목을 선정 할 때의 고려 사항

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·현지역건 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 항상 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 적절한 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 굴절 붐(Boom) 및 암(Arm) 회전 시 주의하고 자체적으로 작성한 안전수칙에 따라 장비운용을 시행한다.

2.3.3 공공의 안전

공공의 안전측면에서 관리주체는 시설물의 정밀안전진단(안전점검) 실시기간 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 「계량에 관한 법률」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 2.2]의 6종이 해당된다.

1) 「국가표준기본법」 법률 제7219호 2004.9.23

2) 「계량에 관한 법률」 법률 제8486호 2007.5.25

[표 2.2] 법정 진단측정장비의 교정주기

전문분야	진단장비명		교정주기 (월)	비 고
공통	염분측정장비		12	
	도막두께측정장비		12	
	측량기	수준기	24	레벨
		각도측정기	24	테오드라이트
		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 사람은 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 2.3]과 같다.

1) “국가교정기관 인정제도운영요령” 산업자원부 고시 제2007-48호 2007.4.2

2) “국가교정기관 지정제도운영세칙” 기술표준원 고시 제2005-201호 2005.4.16

[표 2.3] 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 KOLAS¹⁾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 유지관리 자료와 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 과업수행 계획서를 작성하여 관리주체에게 서면으로 보고하고 승인을 받아 용역 업무를 진행 하여야 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 중성화(탄산화)에 따른 내력손실
- ⑪ 절토·성토사면의 균열·이완 등에 따른 옹벽의 균열 또는 파손
- ⑫ 기타 시설물의 구조안전에 영향을 주는 결함으로서 [표 2.4]와 같다.

[표 2.4] 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 과도한 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 범선변위 및 침하

2.6.2 중대한 결함의 정도

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

1) 시설물의 기초세굴

○ [표 8.5] 기초세굴에 대한 상태평가 기준에서 “e”인 경우

2) 시설물의 철근콘크리트의 염해 또는 중성화(탄산화)에 따른 내력손실

○ [표 8.8]의 탄산화 잔여 깊이 또는 [표 8.9]의 전염화물 이온량 등에 대한 상태평가 기준이 “d” 판정으로 [표 8.12]의 철근노출 상태평가 기준에서 “e”를 포함하는 경우

※ 1), 2)항의 상태변화에 대한 평가유형은 국부결함으로 분류하고 있다.

제 3 장

안전 점검

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 수립 시 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.

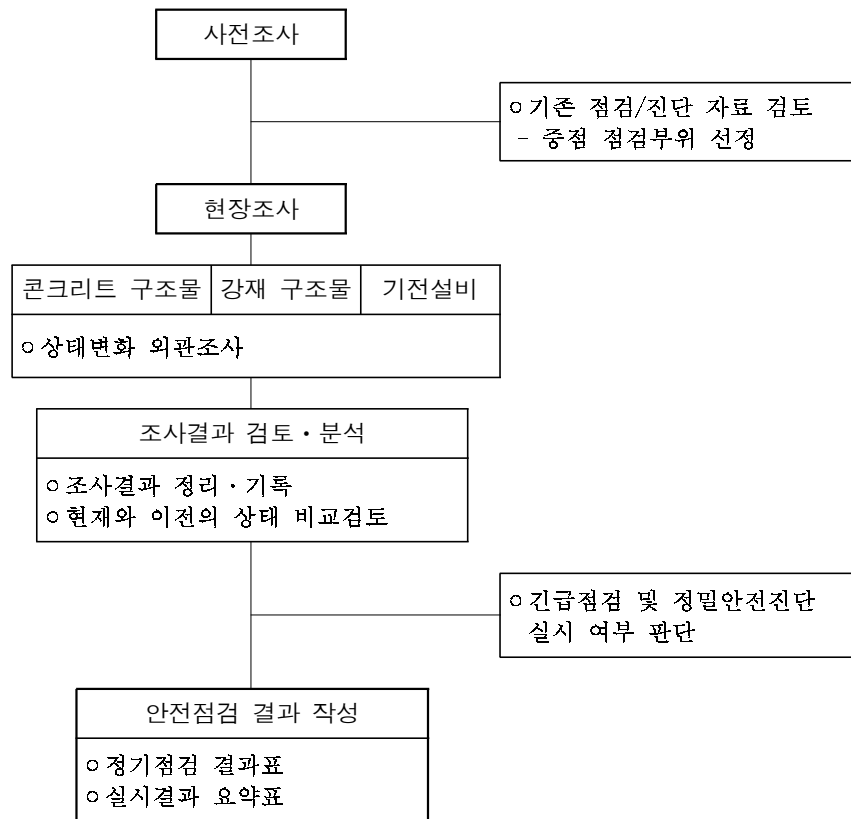
- ① 정기점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시사용 포함)로부터 6개월에 1회 이상 실시하여야 한다.
- ② 정밀점검, 긴급점검 및 정밀안전진단의 실시기간과 중복되는 경우에는 생략할 수 있다. 다만, 공동주택의 경우에는 「주택법시행령」 제65조에 따른 안전점

검으로 갈음한다.

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

나. 정기점검 실시범위

하수처리장 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 지체 없이 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 작성 요령은 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		관 리 주 체	
준공년월일	년 월 일	최종점검년월일	년 월 일
점 검 항 목		점 검 결 과	
침사지 및 유입펌프장	침사지구조물		
	유입(비상)수문		
	펌프장구조물		
	펌 프 설 비		
	기 타		
유량조정조 및 분배조	유량조정조		
	분 배 조		
	수 문		
	기 타		
최초침전지	구 조 물		
	슬러지수집기		
	기 타		
포기조	구 조 물		
	산 기 시 설		
	기 타		
최종침전지	구 조 물		
	슬러지수집기		
	기 타		
소독조	구 조 물		
	경보·중화장치		
	기 타		
방류관거 및 방류펌프장	관 거		
	수문구조물		
	펌 프 장		
	기 타		
슬러지 처리시설	농 축 조		
	소 화 조		
	탈 수 기 동		
	기 타		
기타시설	수처리시설		
	슬러지처리시설		
	부 대 시 설		
특 기 사 항			
점 검 자 의 건			

※ 본 점검표 다음에 시설물의 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 실시결과와 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 수립 시 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.

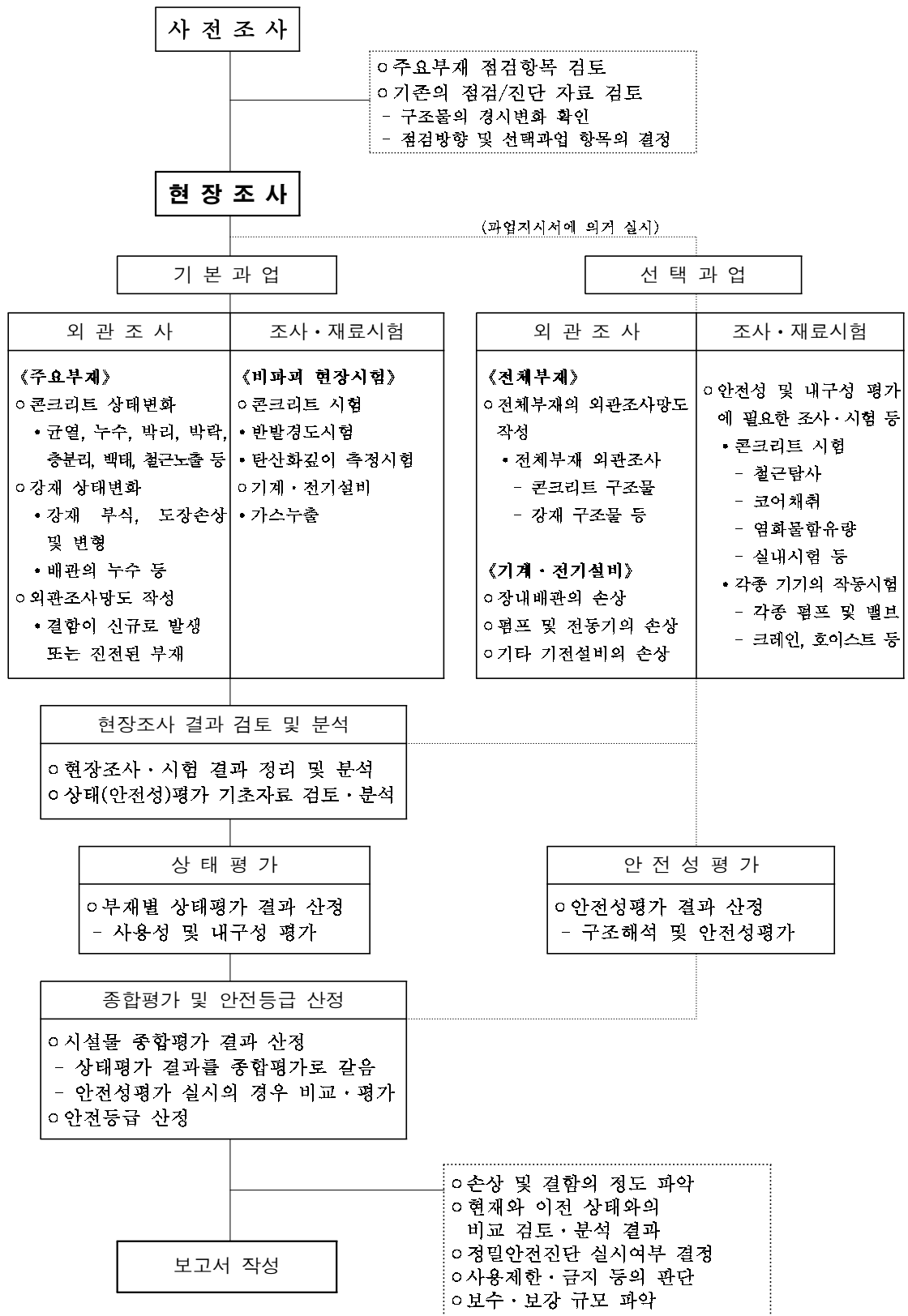
[표 3.2] 정밀점검 과업 내용

과업 항목	기본과업	선택과업 (필요시)
자료수집 및 분석	• 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리·수문계산서 • 시공·보수·보강도면, 제작 및 작업도면 • 재료증명서, 품질시험기록, 재하시험 자료, 제척자료 • 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 • 간단한 현장 재료시험 등 - 콘크리트 비파괴강도(반발경도시험) - 콘크리트 탄산화 깊이 측정	• 전체부재에 대한 외관조사망도 작성 • 시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등 • 조사용 접근장비 운용 • 조사부위 표면청소 • 마감재의 해체 및 복구 • 수증조사 • 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 책임 기술자의 소견 (안전등급 지정)	-
안전성 평가	-	• 필요한 부위의 구조·지반·수리·수문 해석 등 안전성평가 • 임시 고정하중에 대한 안전성평가
보수·보 강 방법	-	• 보수·보강 방법 제시
보고서 작성	• CAD 도면 작성 등 보고서 작성	-

나. 정밀점검 실시범위

하수처리장 시설물의 정밀점검 실시범위는 [표 2.1]의 기본시설물에 한한다.

- 수처리시설물
- 슬러지처리시설
- 기계·전기설비



[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 「영」 제12조의 중대한 결함이 있는 경우에는 시장·군수 또는 구청장에게도 통보하여야 한다.

시설물의 정밀점검 실시결과 및 조치해야 할 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. 중점 점검사항은 다음의 내용이 포함되어야 한다.

- 붕괴유발부재
- 보수·보강부위 등

○○하수처리장 정밀점검 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명		점검기간			
관리주체		대표자			
공동수급		계약방법			
시설물 구분		종 류		종 별	
준공일		점검 금액(천원)		안전등급	
시설물 위치		시설물 규모			
나. 점검 실시결과 현황					
중대결함					
점검 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		상태 평가 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			
○ 강재비파괴			
○			
○			
○			
○			

○○하수처리장 현황표

시설물명				시설물번호	
준공년월일				관리번호	
위 치					
관리주체				Tel.	
수처리 시설물			슬러지 처리 시설		
			건축물		
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 효율적이고 체계적으로 활용할 수 있도록 과업 내용을 중심으로 작성하여야 하며 실시결과 보고서 작성 시 세부지침 내용의 수록을 자제하여 실시결과 보고서 분량이 크게 되지 않도록 한다. 정밀점검 실시결과 보고서에 포함되어야 할 사항은 다음과 같다.

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·보강 시 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
- 유지관리 시 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

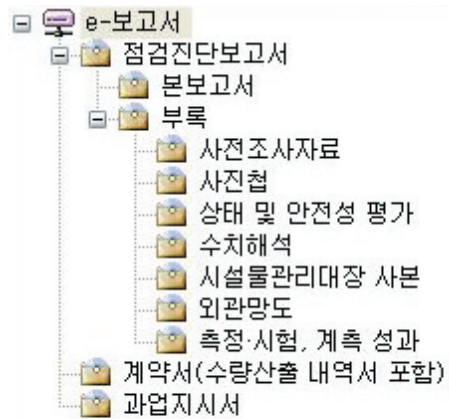
1) 일반

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, 실시 목적에 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 입찰공고 된 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 제시함과 아울러 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」 제46조의4¹⁾의 규정에 해당하는 건설공사에 대하여는 당해 건설공사를 준공(임시사용을 포함한다)하기 직전에 「동법 시행령」 제46조의4 제1항제2호²⁾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.

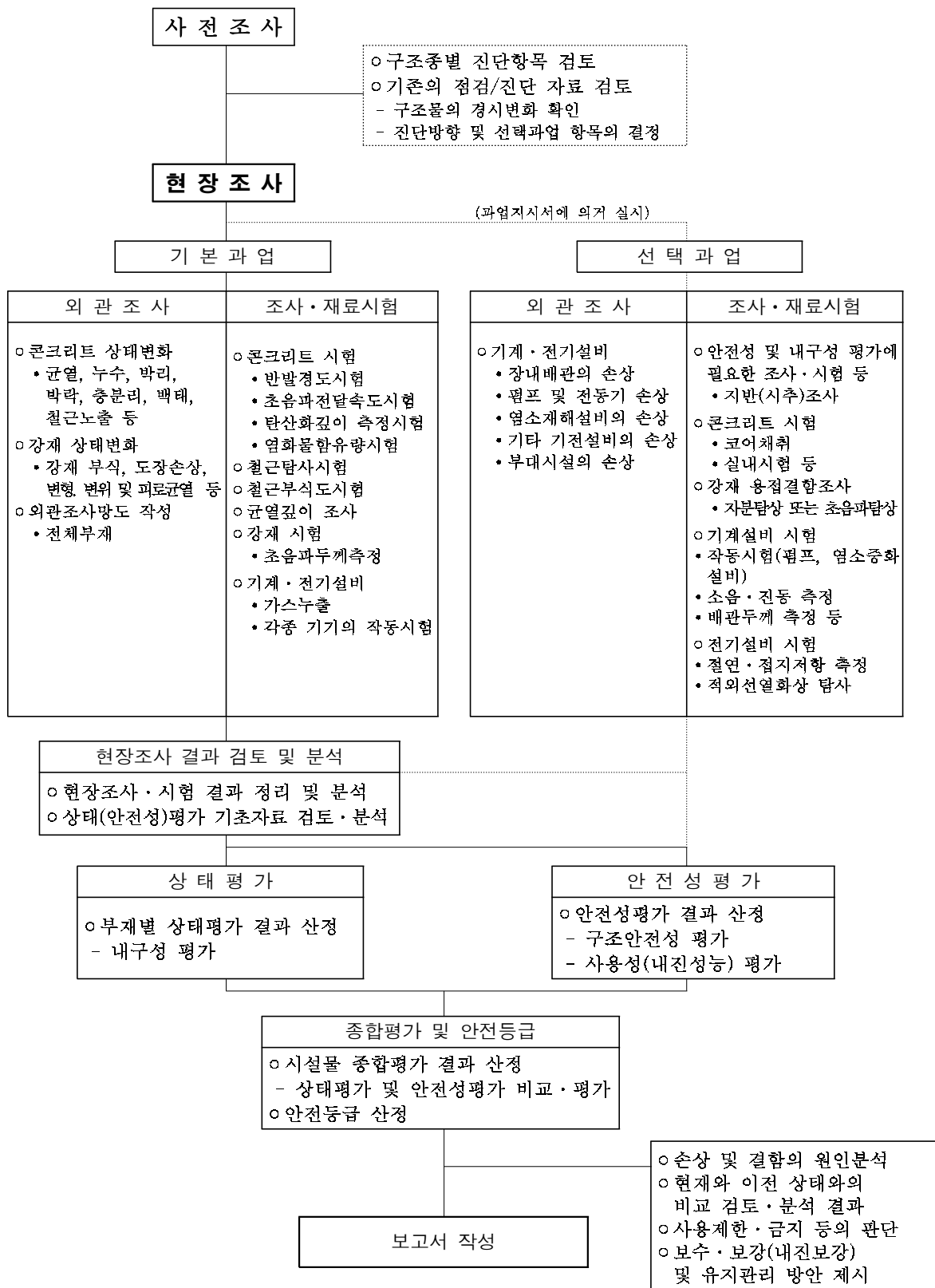
- ④ 안전점검을 실시한 결과 시설물의 재해 및 재난 예방과 안전성 확보 등을 위하여 필요한 경우에는 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

[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

하수처리장 시설물의 정밀안전진단 범위는 [표 2.1]에서 정하는 바에 따라 다음과 같다.

[표 4.2] 하수처리장 시설물의 정밀안전진단 범위

구 분	시설물명	비 고
기본시설물	◦ 수처리시설물	
	◦ 슬러지처리시설	
	◦ 기계·전기설비	
부대시설물	◦ 관리동 등 건축물	
	◦ 옹벽(절·성토 사면 포함)	
	◦ 장내 관거	
	◦ 장내 교량	
기타시설물	◦ 방호시설 등	

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 4.3] 정밀안전진단 과업 내용

과업 항목	기본과업	선택과업 (필요시)
자료수집 및 분석	• 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리계산서 • 시공·보수도면, 제작 및 작업도면 • 재료증명서, 품질시험기록, 재하시험 자료, 계측자료 • 시설물관리대장 • 기존 안전점검·정밀안전진단 실시결과 검토·분석 • 보수·보강이력 검토·분석	• 구조·수리계산 (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 - 강재 시험 : 강재 비파괴시험(시험량, 시험 부위 등 세부사항은 세부지침 참조) • 기계·전기설비 및 계측시설의 작동 유무	• 시료채취 및 실내시험 • 재하시험 및 계측 • 지형·지질·지반조사 및 탐사, 토질조사 • 수중조사(준공 후 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·수격압 조사 • 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 상태 평가 결과에 대한 소견	-
안전성평가	• 조사, 시험, 측정결과와의 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	-

1) 전기설비에 대한 성능검사에서 한국전기안전공사의 정기점검 대상설비는 제외

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.

○○하수처리장 정밀안전진단 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황				
용역명		진단기간		
관리주체		대표자		
공동수급		계약방법		
시설물 구분		종 류	종 별	
준공일		진단 금액(천원)	안전등급	
시설물 위치		시설물 규모		
나. 진단 실시결과 현황				
중대결함				
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	상태 평가 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			
○ 강재비파괴			
○			
○			
○			
○			

○○하수처리장 현황표

시설물명				시설물번호	
준공년월일				관리번호	
위 치					
관리주체				Tel.	
수처리 시설물			슬러지 처리 시설		
			건축물		
기 타					
※ 중 · 평면도 ※ 중점 점검사항 (붕괴유발부재, 보수 · 보강 부위 등을 기재) ※ 별지 이용					

4.4 보고서 작성방법

가. 실시결과 보고서 작성방법

정밀안전진단 실시결과 보고서는 시설물 관리주체의 유지관리 업무에 효율적이고 체계적으로 활용할 수 있도록 과업 내용을 중심으로 작성하여야 하며 실시결과 보고서 작성 시 세부지침 내용의 수록을 자제하여 실시결과 보고서 분량이 크게 되지 않도록 한다. 정밀안전진단 실시결과 보고서에 포함되어야 할 사항은 다음과 같다.

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 관련 자료를 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 제 11장에서 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, 시공 시 주의사항 등
- 당해 시설물의 유지관리를 위한 요령, 대책 등

시설물을 안전하고 경제적으로 유지관리 하는데 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
- 유지관리 시 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 자료일체(사전검토서, 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

하수처리장 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 4.3]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. 토목 구조물

손상 및 결함	평 가 항 목	비 고
침하 / 부상	○ 구조물의 침하나, 부상 정도	
경 사	○ 구조물의 경사 정도	
활 동	○ 구조물의 활동 정도	
기 초 세 굴	○ 구조물 기초의 세굴 정도	
콘크리트 균열	○ 수밀성 콘크리트의 허용균열폭 ○ 균열 폭 및 면적	
콘크리트 박리	○ 박리의 깊이 및 면적	
콘크리트 박락 / 층분리	○ 박락 / 층분리의 깊이 및 면적	
철 근 노 출	○ 철근노출 면적	
누 수	○ 누수흔적 및 진행정도	• 콘크리트 부재 • 신축이음 부위
백 태	○ 백태 발생 면적	
콘크리트 파손	○ 콘크리트 파손 깊이 및 면적	
신축이음 탈락 / 열화	○ 신축이음 탈락 및 열화 정도	

나. 강 구조물

손상 및 결함	평 가 항 목	비 고
강 재 부 식	○ 부식의 정도에 따른 발생 면적을	
피 로 균 열	○ 피로균열 발생원인 ○ 부재의 종류와 피로균열 발생 정도	
변형 / 변위	○ 변형 및 변위 정도	
도 장 손 상	○ 도장의 변색, 부풀림, 탈락 등 도장상태	

다. 기계 · 전기설비

1) 펌프설비

손상 및 결함	평 가 항 목	비 고
펌프베드 기초불량	○ 기초볼트 이완 및 그라우팅 훼손	
진동 과다 발생	○ 펌프 및 전동기의 진동	
소음 과다 발생	○ 펌프 및 전동기의 소음	

2) 장내 배관

손상 및 결함	평 가 항 목	비 고
관체의 손상	○ 부식, 도장탈락 및 누수 등의 손상정도	
관연결부 손상	○ 드레서형 신축관의 연결부의 설치편각 ○ 관연결부의 부식, 누수 및 도장상태	
밸브 손상	○ 밸브본체, 연결플랜지부, 축봉부 등의 외관 및 작동상태 등	

3) 전기설비

손상 및 결함		평 가 항 목	비 고
점검대상	대상기기		
고 · 저압 펌프 모터설비	· 현장제어반 및 기동반 · 펌프모터(전동기) ^{※)}	· 손상 및 파손유무 · 절연 · 접지상태 · 작동상태	· 상세육안점검 · 절연 및 접지저항측정 · 작동상태점검 (전압, 운전전류, 소비전력, 역률 등) · 열화상 진단

※) 전동기에서 11kW 이하의 저용량 모터는 점검항목에서 제외함.

5.2.2 현장조사 및 재료시험의 요령

가. 지반(시추)조사

지반시추조사는 다음의 경우에 실시하며, 책임기술자의 판단에 의해 결정한다.

- 외관상태 조사 결과 중대한 구조적 결함의 발견
- 구조물에 작용하는 하중조건이 크게 변하였거나, 변화가 예상되는 경우

나. 코어채취

수밀을 요구하는 하수처리장의 토목구조물 특성과 경제성 및 작업성 등을 고려할 때 코어채취에 의한 콘크리트강도 조사는 다음 사항을 고려하여 실시한다.

과업의 범위 및 내용이나 외관상태 조사결과 또는 비파괴시험에 의한 콘크리트강도 조사결과 등에 따라 관리주체나 책임기술자가 코어채취에 의한 콘크리트강도 조사여부를 결정한다.

다. 기계설비

1) 소음·진동 측정

각종 기기 중 구조물에 영향을 미치는 진동을 일으키고 처리장 운영자의 심신에 스트레스를 유발하는 소음을 발생시키는 주요 기기는 각종 펌프 등으로서 이들의 기기에서 소음·진동이 크게 발생하거나 콘크리트 외관상태 조사 결과 균열 등의 결함이 기기 및 배관의 진동에 의해 발생하는 징후를 보일 경우 이러한 기기 및 배관에 대한 소음·진동치를 측정하여 허용치 초과여부를 확인하고 그 원인을 파악하여 대책을 강구하는 것이 필요하며, 또한, 기기의 소음·진동 정도를 측정함으로써 기기의 상태를 간접적으로 파악할 수 있다.

○ 펌프의 소음측정

펌프의 작동시험을 시행하여 펌프의 부하측, 반부하측 및 모터 반부하측을 기준으로 수평거리 1m에서 측정한다.

○ 배관 등의 진동측정

펌프의 작동시험을 시행하여 기기의 진동측정 회수는 펌프의 부하측 및 반부하측을 수직, 수평, 측방향에 대하여 측정한다.

2) 배관두께(초음파 측정)

각종 배관 중 부식성이 염소 등과 접촉하는 배관들은 부식에 매우 취약하며 이

러한 물질들이 부식이나 이음부위의 체결불량 또는 손상 등으로 누수가 이루어질 경우 처리장의 운영에 막대한 지장을 초래할 뿐만 아니라 안전사고로 이어질 수 있기 때문에 부식발생 우려가 높거나 관내압이 크게 작용하는 배관에 대해서는 관의 두께가 소요두께 이상을 확보하고 있는지를 조사할 필요가 있다.

따라서 각종 배관에 대한 관의 두께조사(초음파 측정)는 배관의 특성 및 상황 등을 고려하여 책임기술자가 실시여부를 정한다.

3) 권양와이어의 단면감소 및 소선절단 상태

크레인 및 호이스트 등은 권양와이어에 의해 각종 기기를 운반하거나 설치하게 되는데 권양와이어가 부식 등으로 단면이 크게 감소하거나 소선이 절단되어 있는 경우에는 작업 시 권양 기기의 낙하로 각종 기기나 배관의 파손을 발생시키거나 안전사고 등의 문제를 야기할 수 있다.

따라서 크레인 및 호이스트 등의 외관상태 조사 결과 등에 따라 책임기술자가 권양와이어의 단면감소율 및 소선절단 유무 등의 조사에 대한 실시여부를 결정한다.

4) 가스누출

하수처리장의 최종 처리수는 방류하기 전에 통상 염소가스를 이용하여 소독을 실시하게 되는데 이의 염소가스는 독성 및 부식성이 강한 가스이므로 염소 저장·중화 장치 및 배관 등에서 가스누출의 여부를 검사토록 한다.

또한, 슬러지처리 공정에서 폭발성이 있는 메탄(CH_4)가스 등이 발생하며 이의 가스를 에너지활용 차원에서 동력원으로 대부분 이용하고 있으며 이의 가스 포집·저장·공급 장치 및 배관에서도 가스누출 여부를 검사토록 한다.

5) 각종 기기의 작동시험

하수처리장의 정밀안전진단 시 각종 기기의 작동시험을 실시하여야 할 주요 기기로는 각종 펌프·밸브, 긴급차단게이트, 방류수문, 염소중화경보장치, 가스밸브, 크레인 및 호이스트 등으로서 이들의 기기에 대한 작동시험을 실시한다.

5.3 시설물 외관조사 요령

5.3.1 정밀점검 외관조사 요령

「지침」 3.9항의 규정과 다음의 시설물별 안전점검 실시 세부지침에 따라 현장조사와 구조물의 특성을 고려하여 필요한 현장조사 현장 및 실내시험을 실시한다.

일반적인 점검항목을 외관조사항목, 내구성조사항목 및 기타항목으로 구분하여 제시하면 다음 [표 5.1]과 같다.

[표 5.1] 하수처리장의 일반적인 점검항목

외관조사항목	내구성조사항목
○ 콘크리트 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 재료분리, 백태, 누수, 파손, 신축이음 탈락 및 열화, 방수·방식도장 열화 및 탈락 등 ○ 강재(기기) 부식, 피로균열, 도장손상 등 ○ 구조물 변형, 세굴, 침하 등	○ 콘크리트강도 비파괴시험 (반발경도법, 초음파법 등) 국부 파괴시험 (코어채취시험법 등) ○ 철근탐사 배근간격, 피복두께 등 ○ 콘크리트 탄산화깊이 ○ 콘크리트 염화물함량

가. 침사지 및 유입펌프장

- 침사지 및 유입펌프장에 대한 점검은 가능한 1지씩 지내 배수를 하여 조사하는 것을 원칙으로 하되 양압력에 의한 구조물의 부상, 부등침하 등에 대비하여 지하수위 등 충분한 예비현장조사를 한 후 점검에 임한다.
- 콘크리트 및 강재 구조물에 대한 노후화를 점검하기 위하여 육안정밀조사로 구조물의 균열, 박리, 층분리, 박락, 백태, 누수, 철근부식 등 손상상태를 점검하고 손상부위에 대한 설명과 개략도를 포함한 간단한 입체단면도와 평면도에 손상의 형태와 치수를 기록 정리한다.
- 노출된 콘크리트 구조물의 취약부위에 대하여 중점적으로 비파괴시험을 실시하여 구조물의 손상과 노후도의 상태를 점검한다.
- 콘크리트 구조물에 도장 또는 도막을 한 경우에는 도막상태를 점검한다.
- 침사지 및 유입펌프실 구조물의 기계가동 시 진동에 의한 균열 등의 발생여부를 점검한다.

- 침사지 및 유입펌프장의 부대시설인 수문, 권양기, 스크린, 크레인 또는 호이스트 등의 강재 구조물은 도장, 도막, 균열 및 부식상태를 검사한다.
- 홍수 등 갑작스런 유입수량 증가에 따른 침사지 침수를 방지하기 위한 긴급차단게이트의 이상여부를 점검한다.
- 침수예방을 위한 Level Gauge의 부식 및 작동상태를 점검한다.
- 시설물의 부등침하 또는 양압력 등에 의한 균열현상 등 중대한 결함이 발견될 시는 「영」 제12조에 의거 관리주체에게 지체 없이 통보하고 정밀안전진단 여부 등을 판단한다.
- 기타 책임기술자가 필요하다고 판단되는 사항을 점검한다.

나. 유량조정조 및 분배조

- 유량조정조 및 분배조의 점검은 ‘가’항의 침사지 및 유입펌프장의 점검방법에 의하여 실시한다.

다. 최초침전지

- 최초침전지의 점검은 ‘가’항의 침사지 및 유입펌프장의 점검방법에 의하여 실시한다.

라. 포기조

- 포기조의 점검은 ‘가’항의 침사지 및 유입펌프장의 점검방법에 의하여 실시한다.

마. 최종침전지

- 최종침전지의 점검은 ‘가’항의 침사지 및 유입펌프장의 점검방법에 의하여 실시한다.

바. 소독조

- 소독조의 점검은 ‘가’항의 침사지 및 유입펌프장의 점검방법에 준하여 실시한다.
- 경보장치 및 중화장치가 자동적으로 작동하는 가를 점검한다.
- 중화장치에 필요한 가성소다 등 약품의 비치여부를 확인한다.

사. 방류관거 및 방류펌프장

- 방류관거 및 방류펌프장의 점검은 ‘가’항의 침사지 및 유입펌프장의 점검방법에 준하여 실시한다.

아. 슬러지 처리시설

- 슬러지 처리시설에는 조정조, 농축조, 소화조 등이 있으며, 이들의 시설물에 대한 점검은 ‘가’항의 침사지 및 유입펌프장의 점검방법에 준하여 실시한다.

자. 기타 수처리시설

- 탈질조·탈인조 등 기타 수처리시설에 대한 점검은 ‘가’항의 침사지 및 유입펌프장의 점검방법에 준하여 실시한다.

차. 건축물

- 관리동, 유입펌프장 및 송풍기동 등의 건축물에 대한 점검은 건축 및 지하구조분야 기술자가 실시하며, 건축물 또는 지하구조물의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 따른다.
- 점검 실시결과 아래와 같은 중대한 결함사항이 있을 경우에는 「영」 제12조에 의거 관리주체에게 지체 없이 통보한다.
 - － 기둥, 보 또는 내력벽의 내력상실
 - － 조립식 구조체의 연결부실로 인한 내력상실
 - － 주요구조부재의 과도한 변형 및 균열심화
 - － 지반침하 및 이로 인한 활동적인 균열
 - － 누수, 부식 등에 의한 구조물의 기능상실
- 건축물 또는 지하구조물 점검 시에는 반드시 책임기술자와 상호 협의하여 실시한다.

카. 부대시설

- 상기 대상시설물을 제외한 부대시설은 하수처리장 시설물의 안전에 직접 영향을 미치는 시설물에 한하여 검사자가 정기점검 또는 정밀점검이 필요하다고 판단되는 시설물에 대해서는 점검을 실시한다.

5.3.2 정밀안전진단 외관조사 요령

「지침」 3.9항의 규정과 다음의 시설물별 정밀안전진단 실시 세부지침에 따라 현장조사와 구조물의 특성을 고려하여 필요한 현장조사 현장 및 실내시험을 실시한다.

일반적인 진단 시의 조사항목을 외관조사항목, 내구성조사항목 및 기타항목으로 구분하여 [표 5.2]에 제시하였다.

[표 5.2] 하수처리장의 일반적인 진단 조사항목

외관조사항목	내구성조사항목	기 타 항 목
○ 콘크리트 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 재료분리, 백태, 누수, 파손, 신축이음 탈락 및 열화, 방수·방식도장 열화 및 탈락 등 ○ 강재(기기) 부식, 피로균열, 도장손상 등 ○ 구조물 변형, 세굴, 침하 등	○ 콘크리트강도 비파괴시험 (반발경도법, 초음파법 등) ○ 국부 파괴시험 (코어채취시험법) ○ 철근탐사 배근간격, 피복두께 등 ○ 콘크리트 탄산화깊이 ○ 콘크리트 염화물함량 ○ 철근부식도 ○ 콘크리트 물성 및 미세구조	○ 가스누출 ○ 각종 기기의 작동시험

가. 침사지 및 유입펌프장

- 5.3.1절 ‘가’항의 내용을 기초로 시설물의 상태·안전성·종합평가를 위한 진단을 실시한다.
- 재료의 강도, 상태, 구조부재의 평가 및 외관조사결과를 확인하기 위하여 필요한 비파괴시험을 실시하고 시험보고서를 작성한다.
- 외관조사 결과 외관상으로 노후도가 상당히 진행된 강재에 대한 재료시험은 「지침」에 따라 실시하며 강재의 부식도, 실(Seal)두께 추정치, 용접(접합)부위의 결함상태 등에 대한 강재 비파괴현장시험에 의해 실시하고 시험결과를 기록·정리한다.
- 침사지 및 유입펌프장 전체에 대하여 조사망(Matrix)을 구성하여 각 부재별·부위별 결함의 종류, 노후화의 형태, 크기, 양, 심각한 정도 등을 기록·정리한다.

나. 유량조정조 및 분배조

- 5.3.1절 ‘나’항의 내용을 기초로 시설물의 상태·안전성·종합평가를 위한 진단을 실시한다.
- 진단방법은 침사지 및 유입펌프장의 진단방법에 준하여 실시한다.

다. 최초침전지

- 5.3.1절 ‘다’항의 내용을 기초로 시설물의 상태·안전성·종합평가를 위한 진단을 실시한다.

- 진단방법은 침사지 및 유입펌프장의 진단방법에 준하여 실시한다.

라. 포기조

- 5.3.1절 ‘라’항의 내용을 기초로 시설물의 상태·안전성·종합평가를 위한 진단을 실시한다.
- 진단방법은 침사지 및 유입펌프장의 진단방법에 준하여 실시한다.

마. 최종침전지

- 5.3.1절 ‘마’항의 내용을 기초로 시설물의 상태·안전성·종합평가를 위한 진단을 실시한다.
- 진단방법은 침사지 및 유입펌프장의 진단방법에 준하여 실시한다.

바. 소독조

- 5.3.1절 ‘바’항의 내용을 기초로 시설물의 상태·안전성·종합평가를 위한 진단을 실시한다.
- 진단방법은 침사지 및 유입펌프장의 진단방법에 준하여 실시한다.

사. 방류관거 및 방류펌프장

- 5.3.1절 ‘사’항의 내용을 기초로 시설물의 상태·안전성·종합평가를 위한 진단을 실시한다.
- 진단방법은 침사지 및 유입펌프장의 진단방법에 준하여 실시한다.

아. 슬러지처리시설

- 5.3.1절 ‘아’항의 내용을 기초로 시설물의 상태·안전성·종합평가를 위한 진단을 실시한다.
- 진단방법은 침사지 및 유입펌프장의 진단방법에 준하여 실시한다.

자. 기타 수처리시설

- 5.3.1절 ‘자’항의 내용을 기초로 시설물의 상태·안전성·종합평가를 위한 진단을 실시한다.
- 진단방법은 침사지 및 유입펌프장의 진단방법에 준하여 실시한다.

차. 건축물

- 5.3.1절 ‘차’항의 내용을 기초로 시설물의 상태·안전성·종합평가를 위한 진단을 실시한다.

카. 부대시설

- 5.3.1절 ‘카’항의 내용을 기초로 시설물의 상태·안전성·종합평가를 위한 진단을 실시한다.
- 진단방법은 침사지 및 유입펌프장의 진단방법에 준하여 실시한다.

5.3.3 기계·전기설비 외관조사 요령

가. 기계설비

- ① 각종 배관에 대한 이음부 상태와 관체의 부식 및 노후정도, 도장상태, 누수 등의 배관손상 대한 조사를 실시한다.
- ② 펌프 및 염소재해설비에 대한 외관검사 및 작동상태, 소음, 진동에 대해 점검한다.
- ③ 펌프토출 측에 수격압방지시설이 있는 경우는 시설의 정상작동 여부 및 외관검사를 통하여 시설의 노후도, 부식도 등을 점검한다.
- ④ 배수펌프의 설치 유무를 점검한다.
- ⑤ 크레인 또는 호이스트의 레일, 지지기둥, 로프 등의 손상상태를 점검한다.
- ⑥ 필요하다고 판단될 경우 현장시험을 실시하여 기계·전기설비의 손상상태와 노후도 상태를 평가하고 시험보고서를 작성한다.
- ⑦ 기타 검사자가 필요하다고 판단되는 사항을 점검한다.

나. 전기설비

하수처리장의 전기설비에 관한 육안점검은 다음의 점검표를 준하여 실시한다.

① 고·저압 펌프모터의 기동반 또는 MCC PNL·현장제어반의 점검표

구 분		점 검 사 항	점검결과
기 동 반 ∧ M C C ∨	기동반의 내·외관상태	-빗물·눈·방수·방충·방서 등의 유입 우려, 위험 표지의 유무(변전설비, 출입금지, 고압 위험 표시), 소화기 설치, 외관 및 표시상태, 계기의 오손 및 지 시, 이면배선의 정연 상태 및 오손 및 헐거움 유무 -부속설비의 이상 유무, 접지 및 절연 상태 등	
	표시·계기 상태	-전류·전압계·전력량계·역률·주파수계의 외관 및 작동상태, 표시램프 및 절환스위치(AS,VS)의 표시 및 작동상태, 관련 배선의 상태 등	
	차단기	-손상, 이물질 부착, 단자 및 접촉부의 상태, 이음· 이취 유무, 동작지시 및 동작표시상태의 이상 유 무, 지지 애자의 균열 유무 등 -접지선의 취부 상태, 동작 회수계, 개폐 조작함 상태 등	
	모선 및 케이블	-애자 및 배선의 취부 상태, 접속부의 과열·변색· 이상 냄새의 유무, 케이블 외상 및 단말부 균열· 손상 유무 등	
	계기용변성기류 (PT,CT 등)	-균열·손상·이음·이취의 유무, 퓨즈의 접촉 및 이상 유무, 접지선의 취부 상태 등	
	보호계전기	-계전기의 외관, 작동상태, 커버의 파손 및 먼지 침 입여부, 동작표시장치의 동작, 조작·제어배선 탈 락 및 오결선 여부 등	
	역률보상용 전력콘덴서	-오손·파손·부식 유무, 구동모터와의 용량 적정 성, 접지유무, 외함의 부풀림 유무 등	
현 장 제 어 반	반의 내·외관상태	-반의 오손·파손·부식 유무, 내부 이물질 침입여부, 문 개폐 및 잠금장치 상태, 반의 부착 및 고정상태 -반 내부에 대한 방진조치·방습처리 설치유무 및 작동상태	
	표시·계기 상태	-계기류(전압·전류계)의 외관·지시상태, 파손·손상 유무, 표시상태 등	
	차단기 및 접촉기류	-배선용 차단기(NFB·MCCB)·접촉기류·S/W류 및 각종 접점의 상태(손상·파손·부식 등 문제점 유무), 보호장치·FUSE·CT·PT의 동작상태 및 파손·손상 유무, 결선·부착상태 등	
	배선 및 케이블	-배선상태(반 내부의 전선·케이블 단말처리 및 배 선정리, 부착 및 조임 상태, 단선·단락·열화·변 색 유무 등)	
	접지 및 동작유무	-접지상태 및 정상적인 작동유무	

② 고·저압 펌프모터의 점검표

설비명	점 검 사 항
고·저압 펌프모터	1. 펌프모터의 외관 및 고정상태, 발청·녹 발생·손상유무, 단자함에 무리한 수납여부, 케이블의 단말처리 및 손상유무, 관련 배관류의 변형·파손 유무 등
	2. 외함접지 유무 및 설치상태
	3. 절연저항측정 결과
	4. 펌프모터의 정상적인 작동유무

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 균열 폭에만 주목하는 것이 아니라 균열이 전 구간에 걸친 균열 폭의 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 신뢰성을

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 부재에서 는 강우가 있는 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 불충분 하면 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 빈틈 이 없이 조사기간 중 1~2주 정도의 간격으로 측정을 하고, 필요시 진행 정도가 둔 한 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 진행 이 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 구조물에 서의 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.

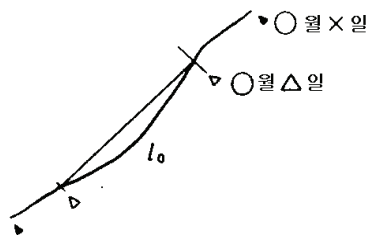
5) 사용재료의 조사

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 0.05mm 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 조사¹⁾

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 5cm, 사용 주파수는 20MHz~60MHz 사이의 탐촉자를 사용하는 경우이다.

나. T-법

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

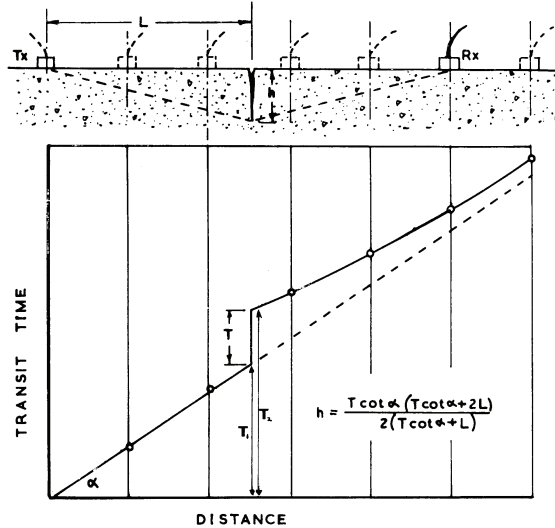
여기서, $T : T_2 - T_1$

L : 발진자(T_x)에서 균열까지의 거리

α : 주시곡선 시작점에서 균열까지의 전달시간 기울기

T_1 : 주시곡선의 측정 시작점에서 균열까지의 전달시간

T_2 : 주시곡선의 균열 시작점에서 이후의 전달시간



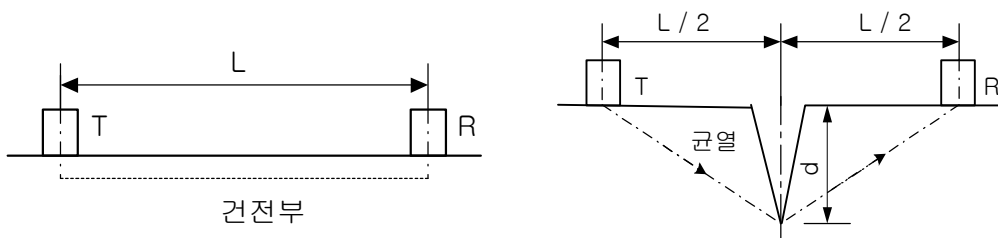
[그림 5.2] T-법

다. $T_c - T_o$ 법

이 방법은 수신자와 발신자를 균열의 중심으로 등간격 x 로 배치한 경우의 전파시간 T_c 와 균열이 없는 부근 $2x$ 에서의 전파시간 T_o 로부터 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 x 는 탐촉자까지의 거리이다.

$$h = X \sqrt{\left(\frac{T_c^2}{T_o^2} - 1\right)}$$

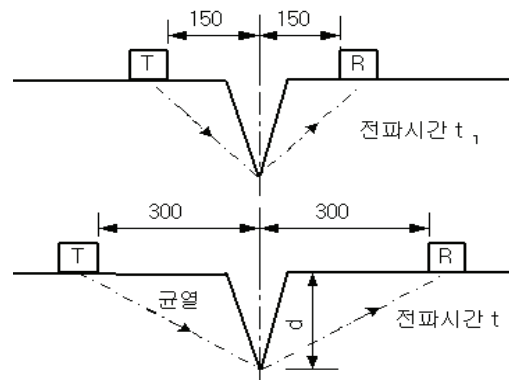


[그림 5.3] $T_c - T_o$ 법

라. BS 법

BSI 1881 Part No. 203에 규정되어 있는 방법으로 발·수신자 배치를 균열 개구부에서 $a_1=150\text{mm}$ 일 경우의 전파시간 T_1 , $a_2=300\text{mm}$ 일 경우의 전파시간 T_2 를 이용하여 균열깊이 d 를 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 제약조건¹⁾

- ① 균열깊이가 1,000mm 이상이 되면 수신하는 초음파전달속도가 현저하게 쇠퇴하기 때문에 일반적인 초음파측정기로는 측정이 곤란하다.
- ② 표층부 철근의 배근깊이가 100mm 이하 일 경우 철근 배근깊이 이상으로 진행된 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 : 200mm 이하의 경우 $\pm 5\%$
 - 평탄한 측정면에 직각한 균열깊이 : 1,000mm 이하의 경우 $\pm 3\%$
 - 경사균열의 균열깊이 길이 : $\pm 15\%$

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
- 6.9 기계 · 전기설비의 재료시험

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 반발경도시험¹⁾

6.2.1 일반

가. 일반

반발경도시험은 콘크리트의 압축강도를 비파괴로 추정하는 방법의 하나로 경화된 콘크리트 표면을 타격할 때, 측정 반발도(R)와 콘크리트의 압축강도(F_c)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 실시하

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)

여야 한다.

테스트 앤빌에 의한 반발경도측정기(N형)의 반발경도 R은 80을 기준으로 80 ± 2 의 범위를 정상으로 할 경우, 가능한 한 80 ± 1 의 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.

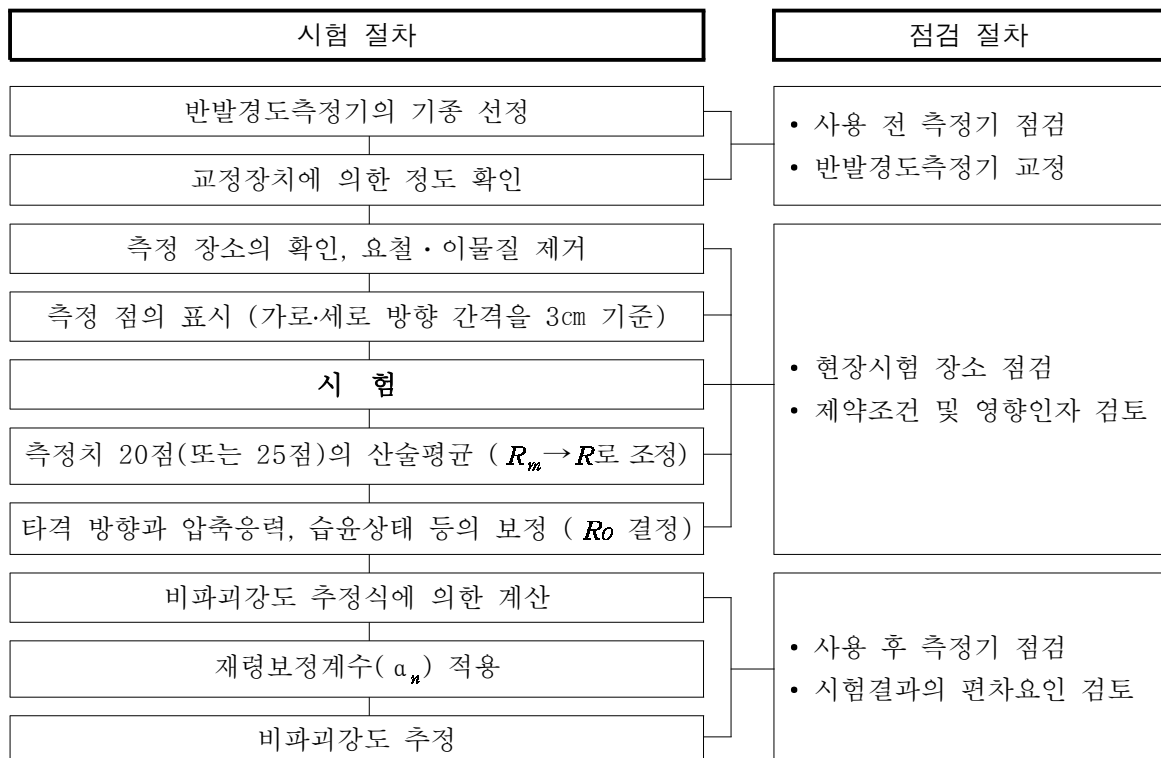
$$R = R_o \times 80 / R_a$$

여기에서 R_a : 테스트 앤빌에 따른 하향 타격시($\alpha = -90^\circ$)의 반발도

R_o : 반발도 R의 평균값

반발경도측정기와 테스트 앤빌의 보정 특성인 액면 수치(R_a)는 제작사에 따라 교정 반발경도의 치수의 범위는 차이를 나타내므로 유의하여 사용하여야 한다. 이는 제조사가 다른 반발경도측정기와 테스트 앤빌을 혼용하여 이용할 경우에는 그 결과 값(R_a)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(R_o)의 계산

- ① 반발경도시험 값(R_m) 20개의 평균을 산정
- ② 평균값에서 $\pm 20\%$ 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(ΔR)을 산정
- ⑤ 산정한 보정값(ΔR)을 평균시험값(R)에 가감하여 보정반발경도(R_o)를 결정하여 콘크리트 비파괴강도 추정에 적용
- ⑥ 보정반발경도(R_o)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 10cm 이상인 장소 선정
 - 측정 위치 : 보, 기둥 등 모서리로부터 3~6cm 이상 떨어진 장소에서 측정
- 측정 장소의 선정
 - 얇은 바닥판이나, 벽에서는 고정단 부근이나, 지지면에 가까운 장소를 선정
 - 보, 기둥 등에서는 시공이음부, 재료분리, 높이, 방향 등의 강도변화를 고려해서 측정 장소를 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(ΔR)을 콘크리트 비파괴강도 추정에 적용하여야 한다.

1) 반발경도에 미치는 영향인자

- 콘크리트 및 반발경도측정기의 온도
- 콘크리트 표면의 함수 상태
- 콘크리트 탄산화(중성화) 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 플롯하고 전체 결과에 대한 선형 회귀식을 최소 제곱법에 의해 해당 시설물의 콘크리트 비파괴강도(F_c) 제안식을 도출한다.

$$F_c = k_1 \cdot R_o + C \text{ (MPa)}$$

여기서, R_o : 반발도 R 의 평균값

k_1 , C 는 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	$F_c = -18.0 + 1.27 \cdot R_o$	
동경 건축재료 검사소	$F_c = (10R_o - 110) \times 0.098$	
일본건축학회	$F_c = (7.3R_o + 100) \times 0.098$	
U.S Army	$F_c = (-120.6 + 8.0R_o + 0.0932R_o^2) \times 0.098$	
木村	$F_c = (9.37 \times (0.987)^t R_o + (1.3t - 109)) \times 0.098$	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, α 의 값 ($F_{28} = F_c \times \alpha$)

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

신뢰성 있는 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 추

정하는 것이 바람직하다.

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

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 초음파전달속도시험¹⁾

6.3.1 일반

가. 일반

콘크리트에서의 초음파 전달속도시험은 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.

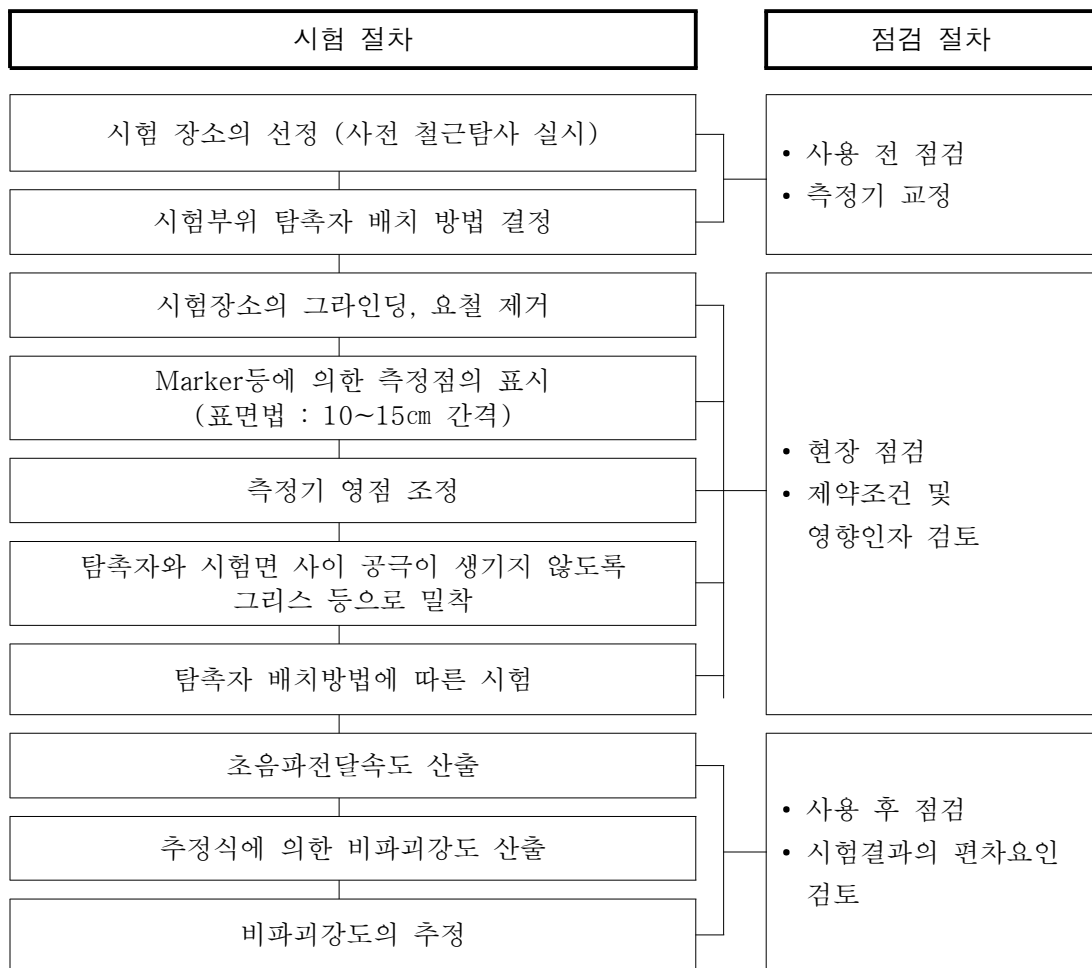
다. 측정기의 영 보정(Zero Setting)

○ 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 20mm 미만의 경우 측정거리는 100mm 이상
 - 굵은골재의 최대치수가 20~40mm의 경우 측정거리는 150mm 이상

○ 시험체의 형상

- 시험대상이 되는 부재의 단면치수에 따라 초음파전달속도에 영향을 미친다.
- 시험대상의 최소허용 측면 치수를 고려하여 시험하여야 한다.

○ 철근의 영향

- 강재에서의 초음파전달속도는 약 5.1km/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 보정하다.
 - － 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

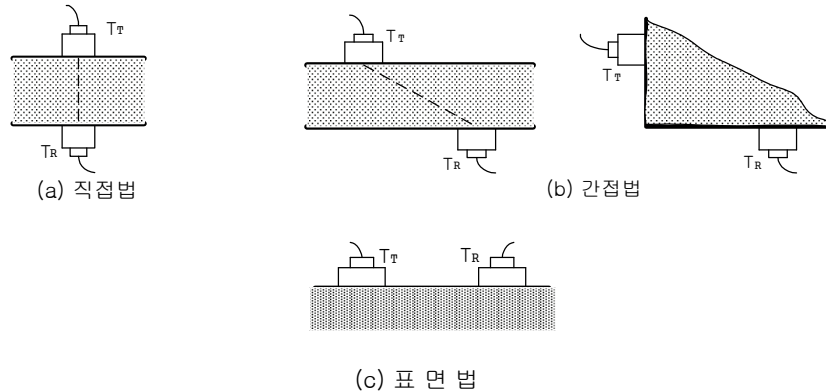
가. 탐촉자의 배치

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 100~150mm 간격으로 측정하는 것이 좋다.



[그림 6.3] 초음파 펄스 시험을 위한 탐촉자 배치 방법

나. 초음파전달속도의 산정

1) 직접법(V_d)

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

여기에서 V_d : 직접법에 의한 초음파전달속도(m/s)

L : 투과 거리(m)

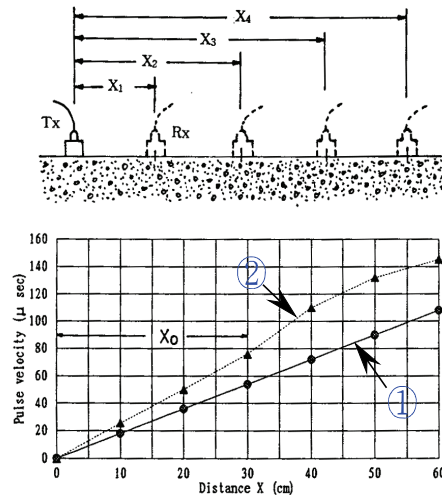
T : 유효 시간(s)

2) 표면법(V_i)

[그림 6.4]에서 ①의 경우로 각 거리 X_i 에 대한 전달시간 T_i 를 측정하여 X_i 와 T_i 의 관계를 그래프에 도시하여 나타나는 회귀직선식 $T = a + b \cdot S$ 의 상관계수에 서 기울기의 함수를 초음파전달속도 V_i 를 결정한다.

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

[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^2 값이 99% 이상([그림 6.4]에서 X_0 구간)이 되는 전달속도 V_i 를 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 플롯트하고 전체 결과에 대한 선형회귀식을 최소 제곱법에 의해 해당 시설물의 콘크리트 비파괴강도 제안식을 도출한다.

$$F_c = k_1 V_d + C \text{ (Mpa)}$$

- 코어 표본의 압축강도 시험은 KS F 2422¹⁾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	$F_c = (215V_d - 620) \times 0.098$	V_d : 직접법에 의한 초음파전달속도 (km/s)
일본재료학회식	$F_c = (102V_d - 117) \times 0.098$	
J.Pysziak의 제안식	$F_c = (92.5V_d^2 - 508V_d + 782) \times 0.098$	
谷川の 제안식	$F_c = (172.5V_d - 499.6) \times 0.098$	

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.

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

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 코어시험¹⁾

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 확인
- 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 $\phi 10 \sim 400\text{mm}$ 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.

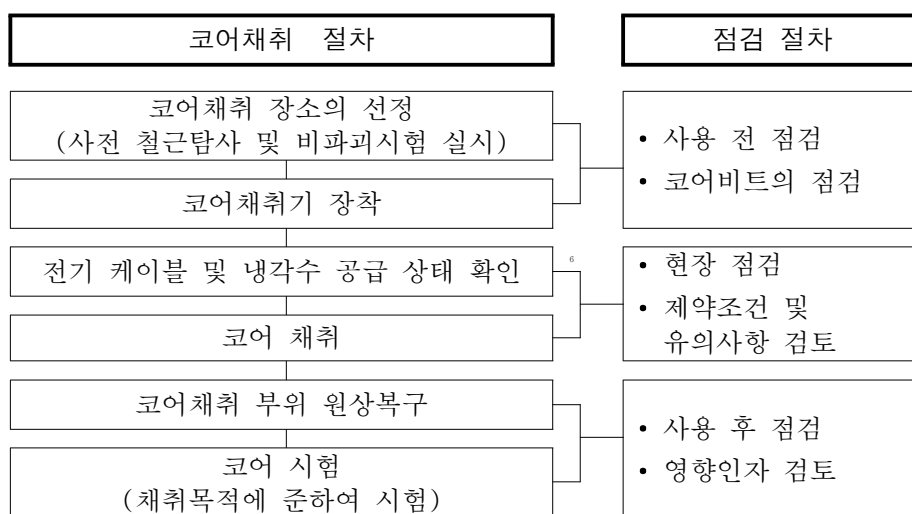
2) 건식 코어비트

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 형겅 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 부적절하다.
- 코어의 표층으로부터 1cm 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 $\phi 15 \times 30\text{cm}$ 의 원주형 공시체를 사용
- 공시체의 형상이 얇은편이면 공시체의 치수가 작을수록 압축강도는 크게 나타나는 경향이 있으므로 설계기준에서는 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ 공시체로 시험한 압축강도의 97%를 $\phi 15 \times 30\text{cm}$ 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(mm), 평균 높이(mm) 및 보정계수
- 최대 시험하중(N)
- 코어 압축강도(MPa)

6.5 철근탐사시험¹⁾

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.

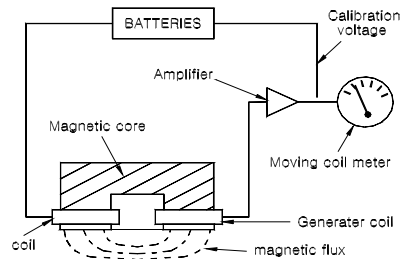
- ① 철근의 위치, 지름, 콘크리트 피복 두께는 철근 콘크리트 구조물의 내력을 평가하는 데 이용할 수 있다.
- ② 콘크리트 강도, 품질 및 내구성 조사에 앞서 철근의 위치를 탐사하는 예비시험 방법으로 적용할 수 있다.
- ③ 탐사한 철근 위치, 지름, 그리고 콘크리트 피복 두께는 콘크리트 타설 후의 각 부재 배근의 적절성 여부를 판단하는 근거로 활용할 수 있다.

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)

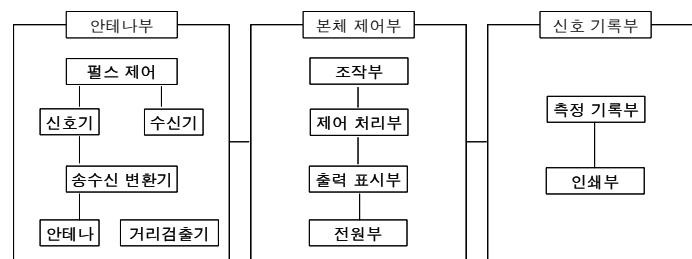
류자장을 만들어 내고 코일 전압의 변화는 자장내 자성체의 특성 및 거리에 의해 변하기 때문에 콘크리트 내부에 철근의 위치 및 직경 등을 구하는 방법으로 이용되고 있다.



[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.



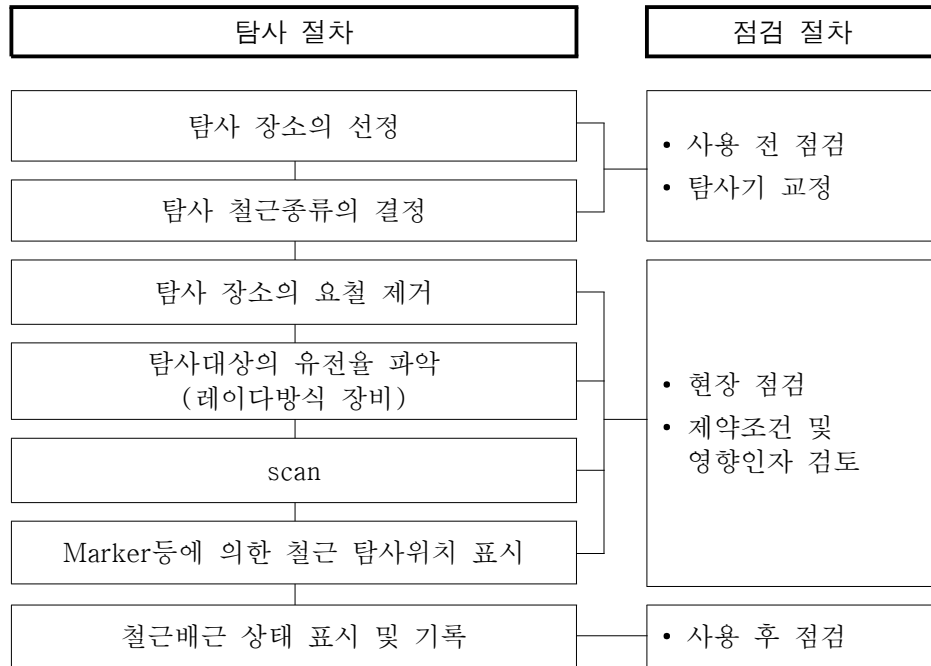
[그림 6.7] 전자파 레이더법에 의한 철근탐사장비의 장치 구성도

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 철근부식도시험¹⁾

6.6.1 일반

가. 일반

철근콘크리트에 매입되어 있는 철근부식은 전기화학적 반응에 의거하여 진행하므로 철근부식시험은 전기화학적 방법을 적용한다. 정상적인 콘크리트는 강알칼리성으로 철근은 부동태로 전위는 $-100 \sim -200\text{mV}(\text{CSE})$ 를 나타내지만, 염화물의 침투와 탄산화(중성화)로 철근이 활성상태로 되어 부식이 진행하면 전위는 부(-)방향으로 진행한다.

철근의 전위는 철근부식 장소의 검출과 상태를 파악하는데 효과적이거나, 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

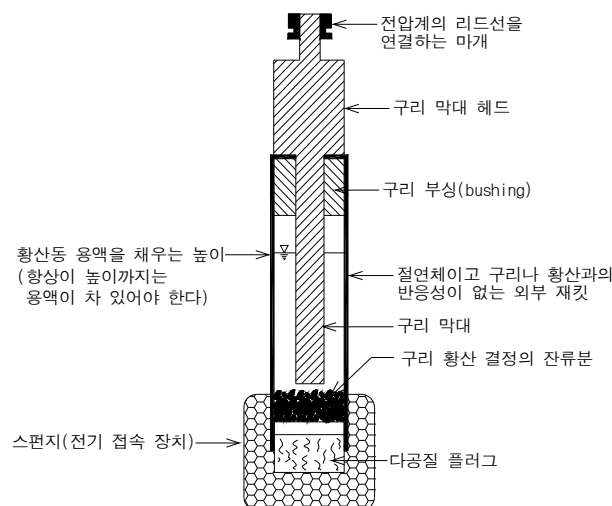
자연전위법은 조사시점에서 부식 가능성을 진단하는 것으로 구조물 내에서 철근부식 가능성이 높은 장소를 찾아내며, 공용 중에 내부철근이 부식되고 이로 인해 콘크리트에 균열이 발생할 때까지 철근이 부식하는 초기 단계를 파악하는 것에 유효하다.

-
- 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(중성화) 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

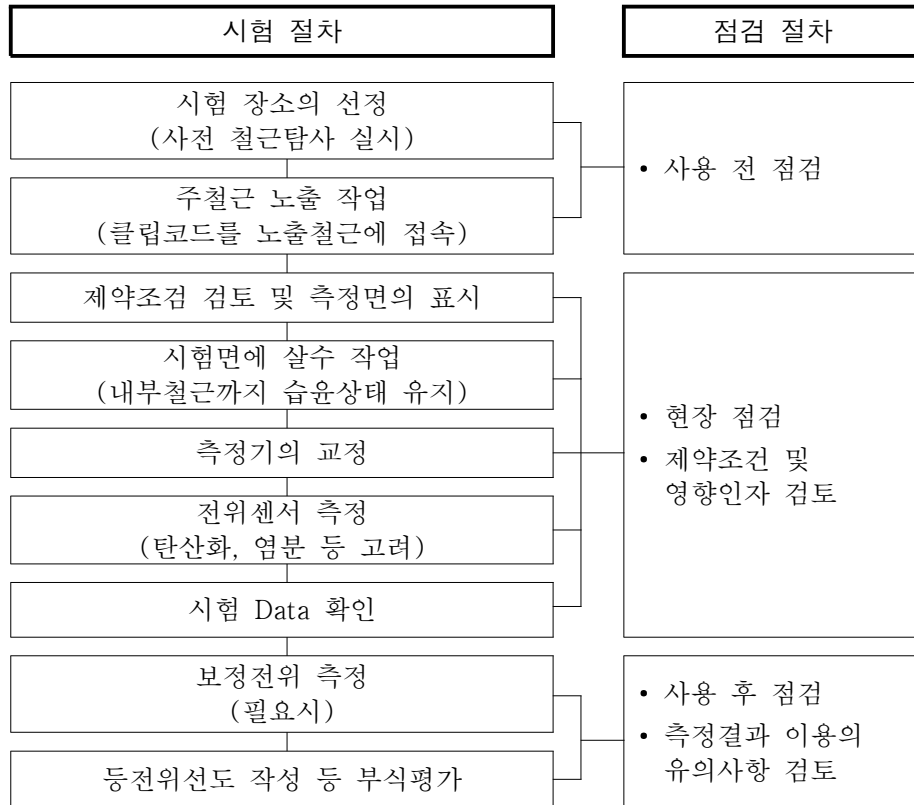
6.6.2 시험 등의 절차

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 10mV를 넘어서는 안 된다.
- 두 개의 서로 다른 반전지로 동일 위치에서 측정했을 때 측정값의 차이가 20mV를 넘어서는 안 된다.
- 자연전위는 1mV의 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

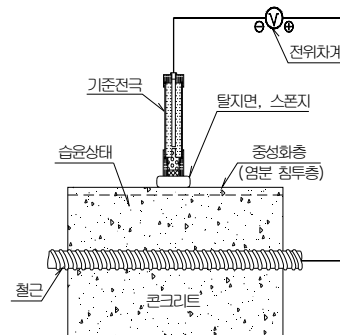
4) 대상지점의 고려 사항

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

다. 측정간격의 선정

1) 통형 기준전극을 사용할 경우의 측정

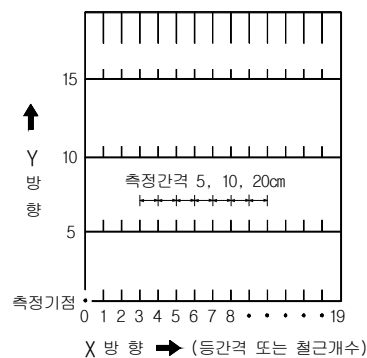
- [그림 6.11]에서 탈지면 등에 물을 적시고 충분히 짜내서 철근 바로 위 콘크리트 표면의 격자 상에서 한 점씩 측정하여 기록한다.



[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. 철근부식도 시험조건

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

- 시험결과와 정밀도는 콘크리트의 품질(함수상태, 탄산화 정도, 염분함유량 등), 온도, 대조전극의 종류 등에 의해서 영향을 받으므로 이의 조건 등을 파악하여 기록하며, 측정결과와 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	$-200 \geq E > -350$	불명확
III	$-350 \geq E$	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
- -350mV 보다 (음의 방향으로) 낮은 전위값의 백분율
- -200mV 보다 (음의 방향으로) 낮은 전위값의 백분율

6.7 콘크리트 탄산화 깊이 측정¹⁾

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
 - 정구 눈금 0.5mm까지 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

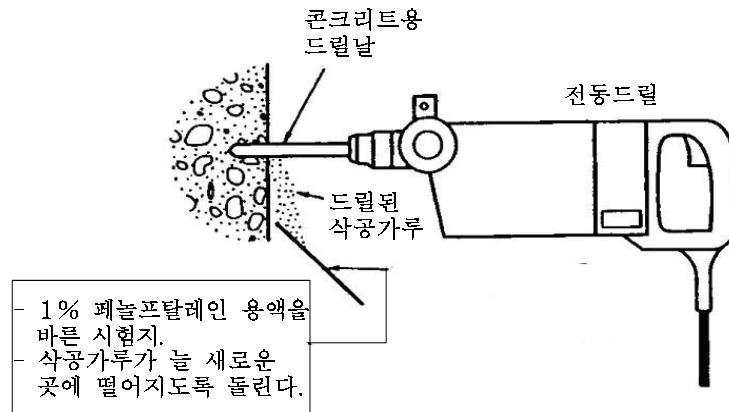
- 철근 위치를 파악한 후에는 시험 위치를 결정
 - 시험개소 · 부위 · 노면 아래조건 · 주위 환경 등에 의한 방법을 적시에 선택한 후에 분진의 비산방지책을 검토해야 한다.
- 깎아낸 콘크리트 표면에 콘크리트 조각이나, 가루를 완전히 제거한다.

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 $\phi 10\text{mm}$ 의 드릴링에 의해 채취되는 콘크리트가루를 이용하여 탄산화깊이를 시험하는 방법으로 드릴링에 의해 발생하는 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 0.5mm 단위로 측정한다.
- 선명한 적자색으로 변색된 부분보다 얇은 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 10~15mm간격마다 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 t 의 평방근에 비례하여 진행한다고 하는 $\sqrt{t}$ 법으로 표현된다. 탄산화깊이 C 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

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

여기서, C : 탄산화깊이 (mm)

A : 탄산화속도계수 (mm/ $\sqrt{\text{년}}$)

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 비파괴검사를 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 상응하는 기초 기술의 습득 외에 모재의 재질, 용접부의 이음형상, 개선폰양, 용접방법, 용접조건 그리고 이들 조건하에서 발생하기 쉬운 용접결함 등에 관한 충분한 지식과 경험을 가져야 한다.

6.8.2 초음파탐상시험¹⁾

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

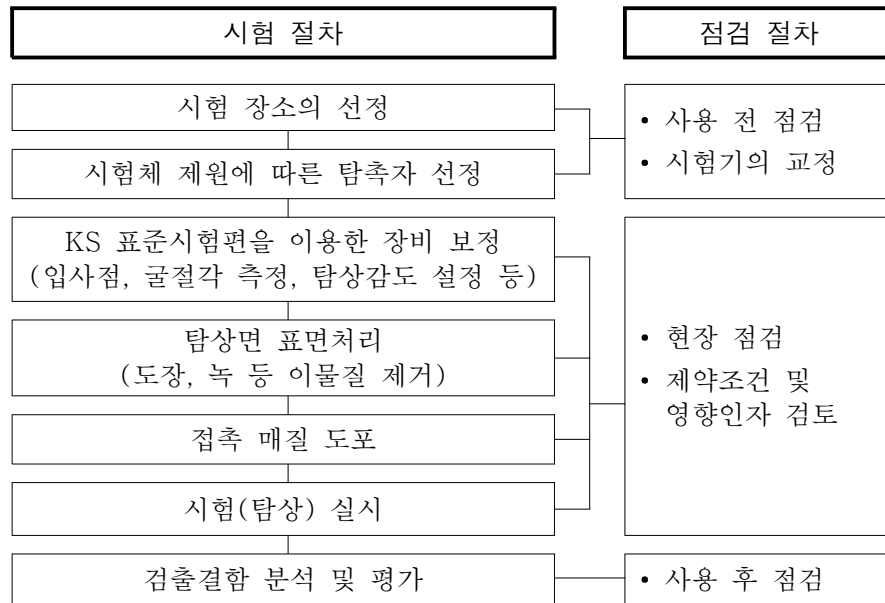
본 시험은 규격은 두께 6mm 이상의 페라이트계 강의 완전용입 용접부를 펄스 반사법을 사용한 기본표시의 초음파 탐상기에서 초음파탐상시험을 수동으로 실시하

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 시험결과와 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 향상시킬 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, 개선팔 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

영역		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	6mm 이하	t/3 이하	20mm 이하	4mm 이하	t/4 이하	15mm 이하
	2 류	9mm 이하	t/2 이하	30mm 이하	6mm 이하	t/3 이하	20mm 이하
	3 류	18mm 이하	t 이하	60mm 이하	9mm 이하	t/2 이하	30mm 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

- ⑮ 합격 여부와 그 기준
- ⑯ DAC 회로를 사용하였을 때는 다음 기록을 한다.
 - 탐상기 명 및 DAC 사용 시의 성능
 - 탐촉자의 제조 번호 및 DAC의 사용 시의 성능
 - DAC의 기점 조정 거리
 - DAC의 경사값
 - DAC 사용 시의 에코 높이 구분선
- ⑰ 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($\Delta\theta$)
 - 횡파 음속비 및 그 측정 방법
- ⑱ 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 자분탐상시험¹⁾

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.

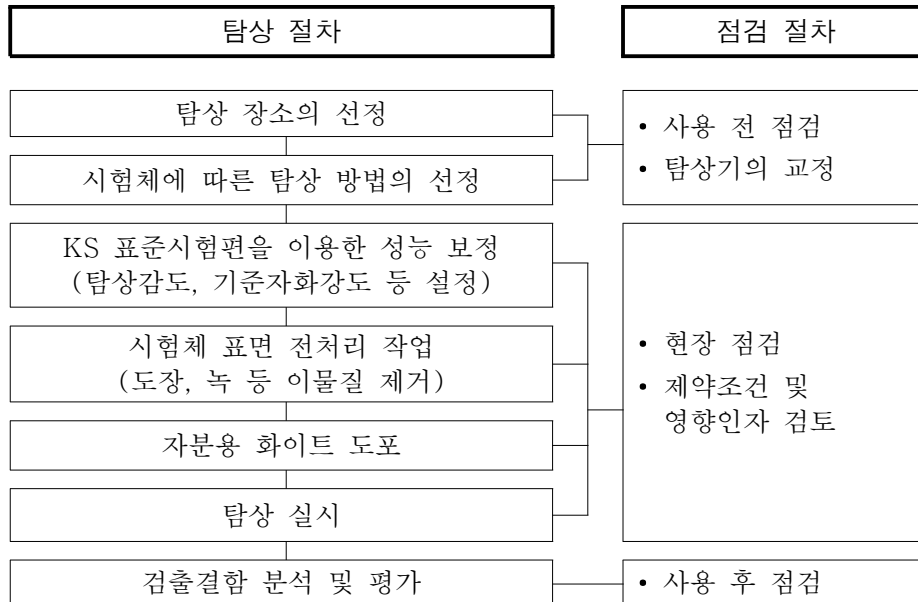
나. 적용 범위

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 확인 하여야 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 2mm 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.

6.9 기계 · 전기설비의 재료시험

6.9.1 기계설비

가. 소음 · 진동측정

각종 기기 중 구조물에 영향을 미치는 진동을 일으키고 처리장 운영자의 심신에 스트레스를 유발하는 소음을 발생시키는 주요 기기는 각종 펌프 등으로서 이들의 기기에서 소음 · 진동이 크게 발생하거나 콘크리트 외관상태 조사 결과 균열 등의 결함이 기기 및 배관의 진동에 의해 발생하는 징후를 보일 경우 이러한 기기 및 배관에 대한 소음 · 진동치를 측정하여 허용치 초과여부를 확인하고 그 원인을 파악하여 대책을 강구하는 것이 필요하며, 또한, 기기의 소음 · 진동 정도를 측정함으로써 기기의 상태를 간접적으로 파악할 수 있다.

○ 펌프의 소음측정

펌프의 작동시험을 시행하여 펌프의 부하측, 반부하측 및 모터 반부하측을 기준으로 수평거리 1m에서 측정한다.

○ 펌프의 진동측정

펌프의 작동시험을 시행하여 기기의 진동측정 회수는 펌프의 부하측 및 반부하측을 수직, 수평 방향에 대하여 rms 속도값을 측정한다.

1) 펌프진동

펌프의 베어링에서 발생하는 진동에 따른 펌프의 상태평가는 ISO 10816-7¹⁾에서 제시된 규정에 의하여 기계 진동평가가 이루어져야 한다.

이 규격은 정격출력 1kW이상의 산업용원심펌프 진동평가 및 관리기준이다.

1) ISO 10816-7 원심펌프의 진동의 평가기준

[표 6.8] 펌프설비의 진동평가기준

영역	설명	진동한계 rms, mm/s	비 고
A	운전범위 내에서 신규 설치된 기계의 운전	≤ 3.7	
B	운전범위 내에서 제한 없이 장기간 운전	≤ 5.6	
C	한된 운전	≤ 9	
D	손상위험	> 9	
최대 정지(Trip) 설정(영역C 상한의 약 1.25배)		11	
A영역 : 신규 설치된 기계의 운전영역 B영역 : 통상 제한 없이 장시간 운전이 허용될 수 있는 영역 C영역 : 장시간 연속운전을 만족할 수 없으며 보수조치를 위한 적절한 기회가 생길 때 까지 제한된 기간 동안 운전이 가능한 영역. D영역 : 기계에 손상을 야기하도록 충분히 심각한 잔동영역.			

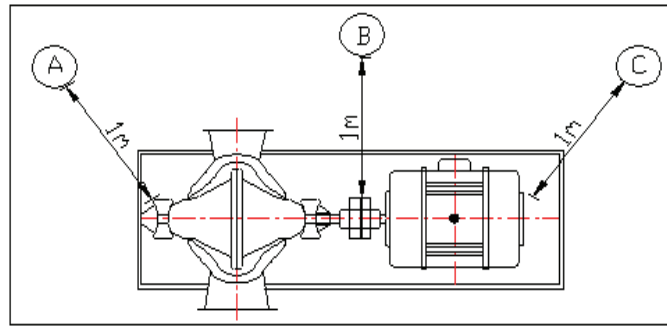
2) 펌프소음

가) 측정방법

최근 회전기계는 출력의 증가 및 회전속도의 상승이 현저하다. 그 결과 펌프 임펠라 및 모터에서 발생하는 소음은 회전기기 및 마찰부위의 이상을 감지할 수 있는 척도로 이용할 수 있고, 소음의 발생장소 내에서 작업하는 작업자의 청력감소 및 안전에 영향을 미칠 수 있으며, 또한 주기적으로 관리된 기기소음은 이상음의 청취와 발생소음의 증가여부로 펌프 기기의 손상여부 등을 예측하여 큰 손상 이전에 미리 대처할 수 있다. 따라서 보다 상세한 소음을 측정하기 위하여 아래 그림과 같이 펌프설비를 펌프 반부하측 베어링부, 커플링 연결부 및 모터 반부하측 베어링부의 3개 부위로 구분하고 각각 수평으로 1m 거리에서 운전시의 소음을 측정하여 그 값들을 평균한 값을 발생소음의 기준으로 한다.

나) 소음의 평가

펌프장 및 가압장과 같은 기계설비가 설치된 기계실의 소음기준은 명확히 구분되어 있지 않지만 일반적으로 펌프의 운전 중 합성소음은 기계 측 1m 거리에서 소형펌프는 75dB 이하이고 대형펌프에서는 85dB 이하가 바람직하다는 견해도 있으며 펌프제작사의 소음기준은 사양 점 운전상태 시에 기계로부터 1m 거리에서 80~90dB 정도로 디젤기관이나 전동기의 소음보다 다소 낮은 값으로 판단하기도 하나 실제 현장에서 펌프의 운전 중 발생하는 소음의 평가는 발생기기의 최대소음을 기준으로 80dB이하는 매우양호(A), 80~90dB는 양호(B), 90~100dB는 다소 높음(C), 100~120dB는 높음(D), 120dB이상은 불량(E)로 평가한다.



[그림 6.16] 펌프소음의 측정위치도

나. 배관두께(초음파 측정)

각종 배관 중 부식성이 염소 등과 접촉하는 배관들은 부식에 매우 취약하며, 이러한 물질들이 부식이나 이음부위의 체결불량 또는 손상 등으로 누수가 이루어질 경우 처리장의 운영에 막대한 지장을 초래할 뿐만 아니라 안전사고로 이어질 수 있기 때문에 부식발생 우려가 높거나 관내압이 크게 작용하는 배관에 대해서는 관의 두께가 소요두께 이상을 확보하고 있는지를 조사할 필요가 있다.

따라서 각종 배관에 대한 관의 두께조사(초음파 측정)는 배관의 특성 및 상황 등을 고려하여 책임기술자가 실시여부를 정한다.

다. 권양와이어의 단면감소 및 소선절단 상태

크레인 및 호이스트 등은 권양와이어에 의해 각종 기기를 운반하거나 설치하게 되는데 권양와이어가 부식 등으로 단면이 크게 감소하거나 소선이 절단되어 있는 경우에는 작업 시 권양 기기의 낙하로 각종 기기나 배관의 파손을 발생시키거나 안전사고 등의 문제를 야기할 수 있다.

따라서 크레인 및 호이스트 등의 외관상태 조사 결과 등에 따라 책임기술자가 권양와이어의 단면감소를 및 소선절단 유무 등의 조사에 대한 실시여부를 결정한다.

6.9.2 전기설비

하수처리장에 관련된 전기설비의 재료시험은 측정 및 시험기기(절연저항계, 접지저항계, 멀티테스터, 전력분석기, 적외선열화상카메라 등)를 사용하여 절연저항측정, 접지저항측정, 이상발열여부탐사(비접촉식 온도계 및 적외선 열화상진단) 등으로 분류하

여 실시하며, 설비의 특성 및 상황 등을 고려하여 책임기술자가 실시개소 및 실시여부를 정한다.

가. 절연저항측정(절연열화 판정)

전기설비는 그 사용 환경이라든지 사용조건 및 보수관리의 불충분으로 열화가 진행되고 그대로 방치하여 두면 절연파괴 또는 기능이 정지되는 중대 사고의 원인이 된다.

절연저항이라는 것은 전기설비에서 전선 도체와 그 주변에 설치한 절연체의 전기저항을 말하고, 절연성능이 저하되면 이 값이 작아지게 되고 나아가서는 누전현상을 초래해서 위험한 상태가 된다. 누전은 조직원이나 보수점검요원의 인체에 대해 상당히 위험할 뿐만 아니라, 기기의 작동 불량을 초래하고, 전체설비 운용에 중대한 악영향을 미치므로 절연불량에 따른 설비의 이상상태를 사전에 파악하기 위해서 절연저항 측정 간격을 극단적으로 짧게 하여, 측정한 결과에 기초하여 정비·보수를 하는 것이 바람직하다.

<참 조> 절연열화의 상태평가 기준

1) 측정방법

절연열화 판정에 대한 시험은 많은 방법이 있지만, 현장에서는 간편한 절연저항계에 의한 측정이 가장 많이 이용되며, 보통 250~500V, 1,000V의 메거를 사용, 간선용 혹은 분기용으로 시설하는 개폐기 또는 과전류 차단기 등으로 구분 지을 수 있는 선로별로 측정한다.

① 전선 상호간의 절연저항 측정

저압 전로의 전선 상호간의 절연저항은 사용설비의 전로를 포함하지 않는 상태로 측정하므로 개폐기는 열어 둔다.

② 전선과 대지(접지)간의 절연저항 측정

전선과 대지(접지)간의 절연저항은 사용설비 전로를 포함한 사용상태에서 측정하므로 개폐기는 닫아 둔다.

2) 평가 기준

절연 저항값은 측정시의 날씨, 기온, 습도, 오염의 정도 등에 따라 크게 좌우되기 때문에 사용의 상황, 기상 조건, 기타 등을 염두에 두고 그 적부를 판정하여야 한다. 절연 저항치가 낮은 경우는 니스를 사용한 기기는 흡습하기 쉬워서 오랫동안 사용하지 않으면 절연 저항치가 떨어지기 쉬우므로 그것만으로 절연불가라고 할 수 없으므로 신중한 검토 및 측정이 필요하다.

① 신설의 경우 (내선규정 135-2)

1MΩ 이상, 내선규정에 준거한 것으로서 1MΩ 미만인 것은 주의하여 취급하고, 간선 등 중요한 것은 교체를 포함한 대책이 요구된다.

② 사용 중인 경우

전기설비기술기준 27조, 52조 및 내선규정 135-2 등에 따른다.

사용전압이 저압전로에서 정전이 어려운 경우 등 절연저항측정이 곤란한 경우에는 누설전류를 1mA이하로 유지하여야 한다(전기설비기술기준의 판단기준 13조 1항).

[표 6.9] 저압전로의 절연저항 기준치 (기술기준 제52조)

전로 사용전압의 구분		절연 저항치
400V 미만	대지전압이 150V이하인 경우 • 접지식 전로는 전선과 대지 간의 전압 • 비접지식 전로는 전선간의 전압	0.1MΩ 이상
	대지전압이 150V를 넘고 300V 이하인 경우 • 전압측 전선과 중성선 또는 대지 간의 절연저항	0.2MΩ 이상
	사용전압이 300V를 넘고 400V 미만인 경우	0.3MΩ 이상
400V 이상		0.4MΩ 이상

③ 저압의 전선로 중 절연부분의 전선과 대지간의 절연저항은 사용전압에 대한 누설전류가 최대 공급전류의 2,000분의 1을 넘지 말아야 한다(전기설비기술기준 27조 3항).

④ 저압 모터(전동기)의 경우

전동기의 절연열화도 전로와 대지간 뿐만 아니라, 코일-권선간 혹은 층간 절연열화도 무시할 수 없으며, 이는 보통 대지간 절연저항 값으로부터의 추리 혹은 외견상의 진단에 의해서 판단하고 있기 때문이다.

고정자 권선의 절연저항은 500V급 절연저항계로 측정하여 아래의 최소한 기준치 이상을 유지하여야 한다.

- 최소 기준치 = 정격전압(kV)+1(MΩ)이상 (40℃ 기준) -- KSC 4202 참조

⑤ 고압 및 특별고압의 기계기구 및 전로의 절연저항

고압 및 특별고압의 기계기구 및 전로의 절연저항은 온도·습도·오손정도에 따라 변하고 회로의 전압 및 절연물의 구조 등에 따라 다르며, 또한 절연저항 저하의 경향도 기계기구 등에 따라 차이가 있으므로 명확한 기준을 정할 수

없으나, 내선규정(700-3)과 JIS(4004-1992)규정을 활용한다.

[표 6.10] 회전기의 절연저항 기준치 (JIS 4004-1992)

구 분	절연 저항치
회전수를 고려하지 않는 식	$R = \frac{\text{정격전압(V)}}{\text{정격출력(Kw or KVA)} + 1,000} \quad (\text{M}\Omega)$
회전수를 고려한 식	$R = \frac{\text{정격전압(V)} + (\text{매분회전수}/3)}{\text{정격출력(Kw or KVA)} + 2,000} + 0.5 \quad (\text{M}\Omega)$

절연체는 외부로부터 이물질이 부착되거나 흡습 혹은 오손되면 절연체에 도전성 경로가 형성되어 절연저항이 낮아지므로 메거(Megger)시험에 의해 절연체의 흡습이나 먼지축적에 의한 오손상태를 어느 정도는 알 수 있으나, 절연저항치는 시료의 절연구조, 형태, 공정에 따라 변하므로 절대치만으로 절연상태를 평가하기는 곤란하므로 메거(Megger)시험으로 절연체의 상태를 판정하기 위해서는 정기적인 측정에 의해 경년변화에 따른 절연저항 변화추이를 평가하여 절연상태를 판정하는 것이 바람직하다.

나. 접지저항측정

전기시설물에서 접지는 가장 기본적인 안전장치이며, 안전장치인 접지시설이 부적합 하면 인명의 감전사고나 전자장비의 파손 및 오동작의 주원인이 되므로 인명사고 방지 및 고가의 장비보호와 오동작 방지를 위한 완벽한 접지시설을 유지하여야 한다.

1) 측정방법

- ① 일반적으로 접지저항 측정에는 접지저항계(어스테스터)가 널리 사용되고 있으며, 저항계의 형식에 따라 접지저항 순서가 다소 상이하므로 메이커의 취급설명서에 따라 측정한다.

- 전지식

피측정 접지극 E 및 보조접지극 P와 C를 일직선상에 각각 10M 이상 떼어서 시설하여 측정한다(1극의 저항치를 알면 그 극을 E로하고 접지저항계의 P와 C의 단자를 단락하여 이것에 피측정 접지극을 접속하여 측정할 수가 있다).

- 콘크리트 또는 아스팔트 바닥면의 경우

보조 나동망선(예: 30cm 사방의 크기로 동사로 짠 망)을 바닥 면에 밀착시켜 여기에 물을 뿌려서 보조극 P와 C로 하여 측정할 수가 있다.

2) 판정기준

- ① 내선규정 제140절 건축전기설비공사 표준시방서(9-4 접지설비공사), 전기설비 기술설계 핸드북(6.1접지공사), 전기설비기술기준(제3절 전로의 절연 및 접지), NEC 250 (Grounding, Grounding conductors) 및 KSC IEC 60364-5-54, KSC IEC 62305, ESB(한전 내선규정) 등의 규정에 따른다.

[표 6.11] 접지의 판정기준 종류 (전기설비기술기준 제21조, 22조, 36조)

종 류	적 용 예	접 지 저 항	접지선 굵기
제1종 접지공사	고압 및 특고압 전기기기의 철대, 외함 등의 접지	10Ω 이하	내선규정 1445절
제2종 접지공사	고압 및 특고압전로와 저압전로를 결합하는 변압기의 중성점 또는 단자 등의 접지	변압기 고압측 또는 특별고압측 전로의 1선지락 전류암페어수로 150을 나눈값과 같은 Ω수	
제3종 접지공사	400V 미만의 저압 전기기계 기구의 철대, 외함 등의 접지	100Ω 이하	
특별 제3종 접지공사	400V 이상의 저압 전기기계 기구의 철대, 외함 등의 접지	10Ω 이하	

- ② 위의 내용을 토대로 하고 접지상태에 대한 외관조사 결과와 측정된 접지저항 값을 근거로 하여 접지불량 정도에 따른 전기설비의 상태평가 기준을 설정한다.

다. 이상발열여부탐사(적외선열화상탐사 및 비접촉식 온도계)

본 시험은 활선상태에서 전기기계기구의 사고를 일으키는 이상온도를 조기에 발견, 대처하게 함으로서 전기설비의 신뢰도를 향상시켜 생산설비에 양질의 전력을 공급하는데 있으며, 사용 중 전기설비의 온도는 접촉식 온도계나 기타의 방법으로 쉽게 확인되지 않으므로 활선상태에서 안전성이 보장된 비접촉식 장비(비접촉식 온도계, 적외선 열화상장비 등)를 사용하여 전기설비 각 부분의 온도를 분포도로 나타내어 절연물의 오손, 접촉불량, 과부하 등 전기기기의 열화나 성능을 판단하는 자료로 활용하기 위함이다.

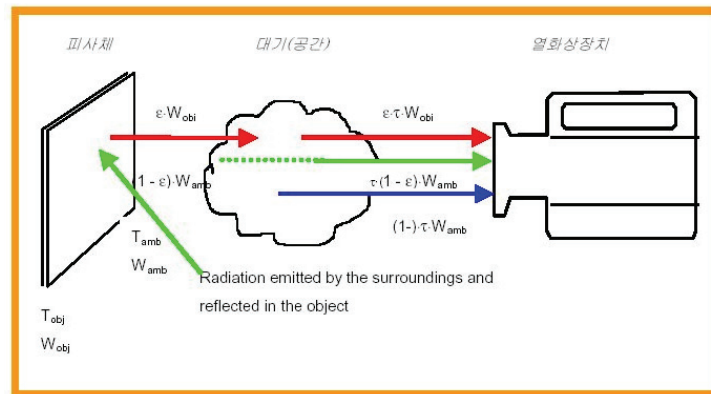
1) 적외선 열화상 카메라의 측정원리

모든 물체는 적외선을 발산하며 영하 273℃ 이상의 모든 물체는 물질을 이루고 있는 기본 단위인 원자들이 미소한 진동을 하게 된다. 이러한 원자들의 진동에 의한 에너지가 적외선 영역의 에너지와 동일하기 때문에 모든 물체는 적외선을 방출하고 있는 것이다. 또한 적외선의 양과 온도는 비례관계를 가지며 물체의 온도가

높으면 높을수록 더 많은 양의 적외선이 발산하게 되는 것이다.

적외선 열화상 장비는 물체의 표면에서 방사된 적외선 에너지를 온도분포의 색상으로 나타내는 장비로서 비디오 카메라와 유사한 광학계의 검출장비를 통해 방사된 적외선 에너지의 데이터를 전기신호로 변환해 모니터에 색상으로 표시한다.

이 장비는 활전 상태에서 전력설비의 사고원인이 되는 발열부의 이상온도를 조기에 발견해 대처가 가능하고 이상부분이라고 판단되는 부분을 추적 진단함으로써 설비의 신뢰도를 향상시킬 수 있다.



[그림 6.17] 적외선 열화상 카메라에 의한 온도측정

2) 판정기준

대상물에서 발산된 복사에너지는 적외선 열화상 진단장비에 의하여 화상으로 나타나며, 이화상에 표시된 각 지점(point)의 온도분포를 판정하는 방법은 온도 패턴법과 3상 비교법 등으로 판정하나 판정기준에 의하여 이상, 요주의 등으로 판정할 경우, 부하율 및 불평형률을 고려하여야 한다.

① 3상 비교법

주회로 통전 전류는 단상 또는 3상 부하에 따라 변화된 전류가 흐르며, 통상적으로 3상 부하인 경우는 부하 전류가 평형되어 흐르며, 단상 부하인 경우는 불평형을 이루기도 한다.

3상, 단상의 평형 부하인 경우에는 각 부위에서의 온도 분포를 비교함으로써 용이하게 이상 발열을 진단할 수 있으며, 불평형3상, 단상의 평형 부하인 경우에는 각 부위에서의 온도 분포를 비교함으로써 용이하게 이상 발열을 진단할 수 있다.

또한 불평형 부하에서는 1차측과 2차측의 상비교 또는 부하전류에 대한 허용 전류 이상이 흐를 경우 이상 열화로 진단할 수 있다.

[표 6.12] 3상 비교법의 판정기준

온 도 차	판정기준	비 고
5℃ 미만	정 상	일반적인 전력기기에서의 온도차에 따른 판정기준이므로 국내·외에 각종 자료 및 문헌을 참고하여 제정된 한국전기안전공사 자체기준임
5℃ ~ 10℃ 미만	요 주 의	
10℃ 이상	이 상	

② 온도 패턴법

절연재 열화개념에서의 판정 기준이므로 기준치이하라 하더라도 측정 당시의 조건(부하율, 주위온도 등)을 고려하여야 한다.

예를 들면, 정격전류 115A의 IV전선(22㎟ 가공)에 주위온도 20℃에서 부하 전류가 30A일 때 50℃를 나타냈다면 최고허용온도 60℃에는 미달하지만 문제가 있는 것으로 보고 원인을 찾아야 한다.

[표 6.13] 온도패턴법의 판정기준

전 력 기 기		온도상승한도	최고허용온도	비 고
유입변압기 (본체)		50℃	90℃	KSC 4306 (유온기준)
건식 변압기	에폭시부 (B종)	80℃	130℃	IEC 726
	에폭시부 (F종)	100℃	155℃	IEC 726
GIS 외부표면 온도차		15℃	—	실측에 의한 통계
케이블	IV		60℃	내선규정 130-1
	HIV		75℃	
	EV		75℃	
	CV, CNCV		90℃	
	VVF		60℃	
단로기 및 동부스바	접촉부	25℃	65℃	KSC 4502에 의함
	접속부	40℃	80℃	
	구조부분 (자기애자 등)	50℃	90℃	
판정기준	최고허용온도를 초과하거나 온도상승한도를 초과한 경우 이상이 있는 것으로 판정함.			

라. 펌프모터의 운전상태(공급전압 · 운전전류 등)측정

펌프모터의 운전상태(공급전압 및 운전전류)측정은 고 · 저압 펌프모터 작동 시 모터의 공급전압, 운전전류, 역률, 온도상승여부 등을 측정 · 조사함으로써 펌프모터의 과부하, 고장 및 고착 등의 이상유무를 파악할 수 있다,

운전상태(공급전압 및 운전전류)측정은 클램프미터, 전력분석기 등을 이용하여 펌프모터 운전상태에서 각 상간의 전압 · 전류를 1회 이상 측정하여 이때 측정된 값이 정격전압의 허용범위이내를 유지하는지, 운전전류가 명판 상에 기재된 정격전류를 초과하는지 등을 확인한다.

정격전압은 부하의 특성에 따라 시간적으로 변화되며 배선의 길이, 모터(전동기)의 기동전류에 의해서 크게 변동하는 경우가 있다. 특히 모터(전동기)는 정격전압, 정격주파수로 운전하는 것이 가장 좋기 때문에 전압변동 및 주파수 변동이 적은 안정된 전원이 필요하며, 전원변동의 원인으로는 전력회사로부터 전력공급을 받고 있는 경우에 전력의 공급 신뢰도가 높기 때문에 주파수 변동이 문제가 되는 일은 없으나 전압은 부하변동, 배선의 전압강하, 모터(전동기)의 시동전류에 따른 전원측의 영향 등에 의해 변동할 수가 있다. 전원, 전압 및 주파수가 변하면 전동기의 특성도 변하므로 KSC 4402에서는 전압 및 주파수의 변동이 전동기 특성에 미치는 영향을 규정하고 있다.

[표 6.14] 전압 및 주파수의 변화가 전동기의 특성에 영향을 미치는 근사치

구 분		시동 및 최대정동 토크	동기 속도	미끄럼	전부하 전류	시동 전류	전부하 효율	전부하 역률	최대 출력	온도 상승
전압의 변화	정격전압의 110%일때	+21%	변화 없음	-17%	-12%	-12%	⁺ 0.5~1%	-3	+21%	±미량
	정격전압의 V배 일때	V^2	변화 없음	$1 / V^2$	-	V	일정하지 않음	일정하지 않음	V^2	-
	정격전압의 90% 일때	-19%	변화 없음	+23%	+11%	+11%	-2	+1	-19%	⁺ 6~7%
주파수의 변화	정격주파수의 105%일때	-10%	+5%	약간 증가	-근소	-5~6%	+미량	+미량	-근소	±미량
	정격주파수의 f 배 일때	$1 / f^2$	f	-	-	$1 / f^2$	-	-	-	-
	정격주파수의 95%일때	+11%	-5%	약간 감소	+근소	+5~6%	-미량	-미량	+근소	⁺ 6~7%

① 전압 변화 : 시동 특성 또는 최대 토크에 관해 유도전동기에서는 정격주파수일 때 단자 전압이 ±10% 범위로 변화해도 정격 출력으로 사용할 때 실용상 지장이 있으면 안 된다.

② 주파수 변화 : 유도 전동기는 정격 전압의 원인으로 전원 주파수가 정격 값의

$\pm 5\%$ 이내로 변화해도 정격 출력으로 사용할 때 실용상 지장이 있으면 안 된다.

③ 전압 및 주파수 변화 : 전원의 전압 및 주파수의 양쪽이 동시에 변화할 경우, 전압의 변화는 정격값의 $\pm 10\%$ 이내, 주파수의 변화는 $\pm 5\%$ 이내이며, 그 양쪽 변화 백분율의 절대값의 합이 $\pm 10\%$ 일 때라도 정격 출력으로 사용할 때 실용상 지장이 있으면 안 된다.

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 재료 시험 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 이루어 질 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
콘크리트 구조물	○ 콘크리트강도 — 비파괴시험 : 반발경도 ○ 콘크리트 탄산화 깊이	○ 콘크리트강도 — 국부파괴법 : 코어강도 ○ 철근배근 상태조사 ○ 염화물함유량¹⁾
기계·전기설비	○ 가스누출	○ 각종 기기의 작동시험 등

- 주1) ◦ 염화물함유량시험 대상은 다음 표에서 정하는 해안에서 250m 이내 거리에 위치하고 있는 시설물을 대상으로 하며 시험부재의 철근깊이까지 10mm 또는 20mm 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	강풍 시에 해수적(海水滴)이 비래하고 콘크리트 면이 해수에 젖는다.
경미한 염해지역	250m 이내	해염입자가 비래하고 콘크리트 중에 유해량의 염화물이 축적된다.
염해를 고려하지 않아도 좋은 지역	250m 초과	콘크리트 중에 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	콘크리트 구조물	◦ 콘크리트 비파괴강도 － 반발경도시험	◦ 외관상 건전부위와 불량부위에 대한 비교평가 필요함.
		◦ 콘크리트 탄산화 깊이 측정	◦ 현장측정 ◦ 탄산화속도계수 산정
	기계 전기	◦ 가스누출	◦ 염소가스, 메탄가스 등의 누출 여부
선택 과업	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
		◦ 콘크리트 염화물함유량 시험	◦ 시료채취 및 평가
	기계 전기	◦ 각종 기기 작동시험 등	◦ 기기의 특성과 상황 등을 고려 실시

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	재료시험 기준 수량	비 고
반발경도시험	○ 총수량 = 대상시설물 수 ¹⁾ × 2개소	· 시설물별 시험수량은 총수량 범위 내에서 책임기술자가 조정 가능
탄산화 깊이 측정	○ 총수량 = 대상시설물 수 ¹⁾ × 1개소	· 시설물별 시험수량은 총수량 범위 내에서 책임기술자가 조정 가능
가스누출 ²⁾	○ 점검기간 중 1회 이상 실시	· 약품(염소 등) 저장, 중화장치 및 배관 · 가스포집 · 저장 · 공급장치 및 배관 등

주1) 침사지, 최초침전지, 포기조, 최종침전지, 소독조, 방류조, 농축조, 소화조 및 공동구 등

주2) 실시 시기는 책임기술자가 정밀점검 기간을 고려하여 정한다.

[표 7.4] 정밀점검의 선택과업 재료시험 기준수량

구 분	재료시험 기준 수량	비 고
각종 기기의 작동시험 ¹⁾	○ 점검 기간 중 1회 이상 실시	

주1) 기기의 특성 및 상황을 고려하여 작동시험 수량은 책임기술자가 조정 가능하나, 그 실시 시기는 관리주체와 협의하여 정하는 것을 원칙으로 한다.

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 정밀안전진단에서 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
콘크리트 구조물	○ 콘크리트강도 － 비파괴시험 : 반발경도, 초음파속도 ○ 철근탐사 － 철근 배근상태, 철근 피복두께 ○ 콘크리트 탄산화 깊이 ○ 콘크리트 염화물함유량¹⁾ ○ 철근부식도 ○ 균열깊이 조사	○ 콘크리트강도 － 국부파괴법 : 코어강도 ○ 콘크리트 물성 및 미세구조 ○ 지반(시추)조사
강 구조물	○ 강재 초음파두께측정	○ 강재 용접결합조사
기계설비	○ 가스누출 ○ 각종 기기의 작동시험	○ 작동시험(주요펌프, 염소중화설비) ○ 펌프 소음·진동 측정 ○ 장내 배관두께(초음파측정) ○ 와이어 로프 단면감소 및 소선절단 상태
전기설비	—	○ 주요펌프모터와 관련 기동반 · 현장제어반의 조사 및 시험 － 절연저항측정 － 접지저항측정 － 적외선열화상탐사

주1) 염화물함유량 시험은 [표 7.1]에 따라 실시한다.

[표 7.6] 정밀안전진단 재료시험 평가방법

구 분		재료시험 항목	평가 방법
기본 과업	콘크리트 구조물	○ 콘크리트강도(비파괴시험법) : 반발경도, 초음파전달속도	○ 외관상 건전부위와 불량부위에 대한 비교평가 필요함.
		○ 철근탐사시험 : 철근배근상태, 피복두께	○ 구조검토를 위한 철근조사 ○ 콘크리트의 강도 및 물성시험 등을 위한 철근 위치 탐사
		○ 콘크리트 탄산화 깊이 측정	○ 현장측정 ○ 탄산화속도계수 산정
		○ 콘크리트 염화물함유량 시험	○ 시료채취 및 평가
		○ 철근부식도시험	○ 주요부재의 철근 대상 ○ 철근부식확률 평가
		○ 균열깊이 조사	○ 발생균열의 철근깊이 이상 발견 또는 관통 여부 등 평가 ○ 허용균열폭과의 비교·검토
	강 구조물	○ 강재 초음파두께측정	○ 강재의 부식정도 파악
선택 과업	안전설비	○ 가스누출	○ 염소가스, 메탄가스 등의 누출 여부
	콘크리트 구조물	○ 콘크리트강도(국부파괴법) : 코어채취	○ 콘크리트강도 평가의 기준 ○ 필요시 콘크리트 물성시험 등
		○ 콘크리트 물성 및 미세구조	○ 강도, 수분함량 등
		○ 지반(시추)조사	○ 기초지반의 특성 및 상태 파악
	강 구조물	○ 강재 용접부조사	○ 강재용접 결함(균열 등) 평가 ○ 자분탐상 또는 초음파탐상 등
	기계설비	○ 주요펌프설비 소음·진동 측정	○ 허용기준의 초과 여부 ○ 각종 펌프·배관 등
		○ 배관두께(초음파측정)	○ 관의 두께가 소요두께 이상 여부 ○ 부식 우려 및 관 내압이 큰 배관
		○ 작동시험	○ 기기의 특성과 상황 등을 고려 실시
	전기설비	○ 절연저항측정	○ 허용기준의 초과 여부
		○ 접지저항측정	○ 허용기준의 초과 여부
		○ 적외선열화상탐사	○ 이상발열발생 여부

나. 재료시험 기준수량

정밀안전진단 실시결과에서 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.

재료시험 기준수량은 과업의 내용 및 시설물의 특성 및 상황 등을 고려하여 총수량 범위 내에서 책임기술자 조정 가능하며, 대상시설물은 침사지, 최초침전지, 포기조, 최종침전지, 소독조, 방류조, 농축조, 소화조 및 공동구 등이다.

[표 7.7] 정밀안전진단의 기본과업 재료시험 기준수량

구 분	재료시험 기준 수량	비 고
반발경도시험	○ 총수량 = 대상시설물 수 × 6개소	· 동일 부위 시험 원칙
초음파 전달속도시험	상 동	
철근탐사시험 ¹⁾	○ 총수량 = (대상시설물 수) × (부재별 대표부재 수) × 1개소	· 가능한 한 이전의 시험부위와 중복 포함
탄산화 깊이 측정	○ 총수량 = 대상시설물 수 × 1개소	
염화물 함유량시험	○ 총수량 = 대상시설물 수 × 0.375개소	· 소수점 이하 반올림
철근부식도시험	○ 책임기술자 판단에 의해 기준수량 결정	· 시험 실시 근거 명기
균열깊이 조사	○ 책임기술자 판단에 의해 기준수량 결정	· 상태평가 기준 참조
강재 초음파두께측정	○ 책임기술자 판단에 의해 기준수량 결정	
가스누출	○ 점검기간 중 1회 이상 실시	· 약품(염소 등) 저장, 중화장치 및 배관 · 가스포집 · 저장 · 공급장치 및 배관 등
주요 기기의 작동시험 ²⁾	○ 진단 기간 중 1회 이상 실시	

주1) 시설물별로 부재의 종류에 따라 동일한 부재 5개당 대표부재 1개씩 선정
1개소당 조사면적은 조사대상철근의 직각방향으로 1.5m 이상

주2) 기기의 특성 및 상황을 고려하여 작동시험 수량은 책임기술자가 조정 가능하나, 그 실시 시기는 관리주체와 협의하여 정하는 것을 원칙으로 한다.

[표 7.8] 정밀안전진단의 선택과업 재료시험 기준수량

구 분	재료시험 기준 수량	비 고
코어채취 ¹⁾	○ 총수량 = 대상시설물 수 × 0.5개소	· 실내시험은 선택과업 · 소수점 이하 반올림
기초지반(시추) ²⁾	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 관리주체 또는 책임기술자가 실시여부 결정
강재 초음파탐상시험	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 강재용접부 균열조사 · 자분탐상 시험 가능
작동시험	○ 진단기간 중 1회 실시	
소음·진동 측정	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 각종 펌프·배관 등의 각 설비별 1회
배관두께 (초음파측정)	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 부식 발생우려가 높거나 관내압이 큰 배관
절연저항측정	○ 설비별 1회	
접지저항측정	○ 접지System별 1회	
적외선열화탐사	○ 설비별 1회	

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

주2) 구조적 중대한 결함 발생, 콘크리트강도의 현저한 저하 및 구조물에 작용 하중조건의 변경 또는 예상되는 경우 등 구조물의 구조적 안전성 검토가 필요한 경우 필수적으로 실시하여야 한다.

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

기초세굴, 콘크리트 탄산화 진행 등과 같이 구조물의 안전성에 직접적인 영향을 미치지 않지만 손상이 진전될 경우 전체 구조물의 안전에 상당한 영향을 끼칠 수 있는 결함.

③ 일반손상

콘크리트 균열, 파손, 마모, 콘크리트 재료분리 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 결함의 상태등급을 기준으로 하여 국부적인 결함의 등급을 상향조정함으로써 이들이 전체 구조물에 미치는 영향을 평가 절하하는 계수이며, 영향계수는 상태평가를 위한 표준기준이며, 조사책임자의 판단으로 다소 조정할 수 있다.

8.3.2 콘크리트 구조물

가. 콘크리트 구조물의 평가항목별 평가유형 및 영향계수

[표 8.1] 콘크리트 구조물의 평가항목별 평가유형 및 영향계수

구 분	평가유형	평가기준	평가점수	영향계수
침하/부상	중요결함	a	5	1.0
경 사		b	4	
활 동		c	3	
		d	2	
기 초 세 굴	국부결함	e	1	1.0
콘크리트 탄산화깊이		a	5	
		b	4	
콘크리트 염화물함량		c	3	
	d	2		
콘크리트 균열	일반손상	e	1	1.2
콘크리트 박리				1.4
콘크리트 박락/충분리		a	5	2.0
철 근 노 출		b	4	1.0
누 수		c	3	1.1
		d	2	1.3
백 태		e	1	1.7
콘크리트 파손				3.0
신축이음 탈락/열화				

나. 항목별 상태평가 기준

[표 8.2] 침하/부상의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 침하/부상이 발생되지 않은 상태
b	4	○ 부분적으로 경미한 침하/부상이 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	3	○ 침하/부상의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	2	○ 침하/부상의 정도가 심각하여 구조적인 안전에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	○ 침하/부상의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안전을 위협받고 있는 상태

[표 8.3] 경사의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 경사가 발생되지 않은 상태
b	4	○ 부분적으로 경미한 경사가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않는 상태
c	3	○ 경사의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	2	○ 경사의 정도가 심각하여 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	○ 경사의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정이 위협받고 있는 위험한 상태

[표 8.4] 활동의 상태평가기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 활동이 발생되지 않은 상태
b	4	○ 부분적으로 경미한 활동이 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	3	○ 활동의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	2	○ 활동의 정도가 심각하여 구조적인 안전에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	○ 활동의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안전이 위협받고 있는 위험한 상태

[표 8.5] 기초세굴의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 세굴이 없는 상태
b	4	○ 세굴이 경미하게 발생한 상태
c	3	○ 경미한 세굴이 여러 곳에 산재되어 있거나 세굴이 다소 심하게 발생한 상태
d	2	○ 세굴이 심하여 하단부가 크게 들어 나고 구조적인 안전에 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	○ 세굴이 아주 심하여 구조적 안전이 심각하게 위협받고 있는 위험한 상태

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

[표 8.6] 일반 구조물 콘크리트 균열의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	최대 균열폭	면적을 5%이하	면적을 20%이하	면적을 20%이상
a	5	0.1mm 미만	a	a	a
b	4	0.1mm~0.2mm 미만	a	a	b
c	3	0.2mm~0.3mm 미만	a	b	c
d	2	0.3mm~0.5mm 미만	b	c	d
e	1	0.5mm 이상	c	d	e

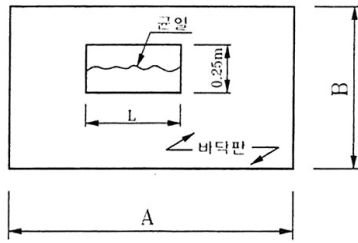
[표 8.7] 수처리 구조물 콘크리트 균열의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	최대 균열폭	면적을 5%이하	면적을 20%이하	면적을 20%이상
a	5	0.1mm 미만	a	a	b
b	4	0.1mm~0.2mm 미만	a	b	c
c	3	0.2mm~0.3mm 미만	b	c	d
d	2	0.3mm~0.5mm 미만	c	d	e
e	1	0.5mm 이상	d	e	e

※) 콘크리트의 균열은 일반손상 중 하나로 구조적·비구조적 균열로 구분되나, 현장조사 시 균열의 종류를 구분하기가 어렵기 때문에 균열의 종류를 구분하지 않고, 콘크리트구조설계 기준(2007)의 수처리 구조물 콘크리트 허용균열 폭 0.15~0.25mm 및 일반 콘크리트 구조물 허용균열 폭 0.3~0.4mm 등을 고려하여 콘크리트 균열 폭 및 면적율에 따른 상태평가 기준을 설정하였다.

주) 균열 면적을 산정방법

■ 1방향 균열인 경우

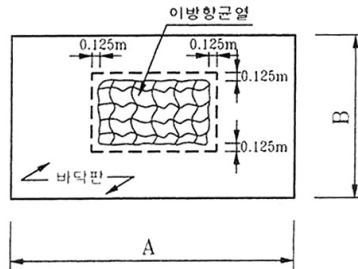


- 균열발생면적은 길이 당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 하며, 균열의 개수가 2개 이상일 경우는 각 균열길이에 0.25m의 폭을 곱해서 합산하여 구한다.

- 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100 = \%$$

■ 2방향 균열인 경우



- 균열발생 면적은 균열발생 부위를 가로, 세로의 최 외 측균열을 경계로 하여 사각형 형태로 구획한 후 점선내 면적인 (가로길이+0.25m)×(세로길이+0.25m)로 구한다.

- 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{균열발생면적}(m^2)}{A(m) \times B(m)} \times 100 = \%$$

[표 8.8] 탄산화 잔여 깊이의 상태평가 기준

평가기준	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	○ 30mm이상	탄산화에 의한 부식이 발생할 우려 없음.
b	○ 10mm이상 ~ 30mm미만	향후 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성 있음.
c	○ 0mm이상 ~ 10mm미만	경우에 따라서 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 있음.
d	○ 0mm미만	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, [표 8.12](철근노출)의 상태평가 결과가 "e"이면 2.6.2절의 중대한 결함으로 본다.

[표 8.9] 전염화물 이온량의 상태평가 기준

평가기준	전염화물 이온량	철근부식의 가능성
a	◦ 염화물 $\leq 0.3\text{kg/m}^3$	염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없음.
b	◦ $0.3\text{kg/m}^3 < \text{염화물} < 1.2\text{kg/m}^3$	콘크리트 중의 염화물 이온농도가 높으나, 부식이 발생할 가능성 적음.
c	◦ $1.2\text{kg/m}^3 \leq \text{염화물} < 2.5\text{kg/m}^3$	향후 염화물에 의한 부식이 발생할 가능성 높음.
d	◦ 염화물 $\geq 2.5\text{kg/m}^3$	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"으로 한다.
- 염화물 함유량 분석은 철근 깊이까지 깊이별(10mm 또는 20mm)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 결과 "d"이고, [표 8.12](철근노출)의 상태평가 결과가 "e"이면 2.6.2절의 중대한 결함으로 본다.

[표 8.10] 콘크리트 박리의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	◦ 박리발생이 없음
b	4	◦ 박리깊이 0.5mm 미만이면서 박리 면적을 10% 미만
c	3	◦ 박리깊이 0.5~1.0mm미만이면서 박리면적을 10% 미만 ◦ 박리깊이 0.5mm 미만이면서 박리면적을 10% 이상
d	2	◦ 박리깊이 1.0~25mm 미만이면서 박리면적을 10% 미만 ◦ 박리깊이 0.5~10mm 미만이면서 박리면적을 10% 이상
e	1	◦ 박리깊이 1.0~25mm 미만이면서 박리면적을 10% 이상 ◦ 박리깊이 25mm 이상이거나 조골재 손실

※) 구조물에서 발생하는 콘크리트의 박리는 일반손상 중 하나로서 하수처리장 구조물의 철근피복두께가 다양하므로 콘크리트 박리깊이 및 면적을 고려하여 상태평가 기준을 설정하였다.

[표 8.11] 콘크리트 박락/충분리의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 박락/충분리의 발생이 없음
b	4	○ 박락/충분리 깊이 15mm 미만이면서 면적을 20% 미만
c	3	○ 박락/충분리 깊이 15~20mm 미만이면서 면적을 20% 미만 ○ 박락/충분리 깊이 15mm 미만이면서 면적을 20% 이상
d	2	○ 박락/충분리 깊이 20~25mm 미만이면서 면적을 20% 미만 ○ 박락/충분리 깊이 15~20mm 미만이면서 면적을 20% 이상
e	1	○ 박락/충분리 깊이 20~25mm 미만이면서 면적을 20% 이상 ○ 박락/충분리 깊이 25mm 이상이거나 조골재 손실

[표 8.12] 철근노출면적의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 철근노출 없음
b	4	○ 철근노출 면적율이 1% 미만
c	3	○ 철근노출 면적율이 1~3% 미만
d	2	○ 철근노출 면적율이 3~5% 미만
e	1	○ 철근노출 면적율이 5% 이상

주) 상태평가 결과가 "e"이고, [표 8.8](탄산화) 또는 [표 8.9](염화물)의 상태평가 결과가 "d"이면 2.6.2절의 중대한 결함으로 본다.

$$\text{철근노출면적율}(\%) = \frac{\text{철근노출면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100 = \frac{\text{철근노출길이}(L) \times 0.25}{A(m) \times B(m)} \times 100 = \%$$

[표 8.13] 콘크리트 파손의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	깊이	면적을 10% 미만	면적을 10% 이상
a	5	없음	a	—
b	4	5mm 미만	b	c
c	3	5~10mm 미만	c	d
d	2	10~20mm 미만	d	e
e	1	20mm 이상	e	e

※) 구조물이 외적인 요인에 의하여 파손되는 정도에 따라 구조물의 내구성 및 안전성 저하를 가져올 수 있으므로 콘크리트 파손깊이 및 면적율에 따른 상태평가 기준을 설정하였다.

[표 8.14] 누수의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용	
		콘크리트 부재	신축이음부위
a	5	○ 누수가 없음	○ 누수가 없음
b	4	○ 경미한 흔적 (누수부위가 건조한 상태)	○ 누수 흔적이나 토사 등의 오염
c	3	○ 현저한 흔적 (누수부위가 습윤한 상태)	○ 파손에 의한 누수발생
d	2	○ 누수의 진행이 관찰가능 상태	○ 누수로 인한 신축이음 하부구조물의 부식발생
e	1	○ 누수의 진행이 확인한 상태	○ 누수로 인한 신축이음 하부구조물의 부식심화

※) 하수처리장 구조물에서의 누수는 일반손상 중 하나로서 누수가 과대해지면 지반함몰, 지하수 오염 및 구조물의 내구성 저하 등의 여러 문제를 야기 시키므로 누수에 대한 구조물의 상태평가는 중요하다.

그러나 누수를 정량적으로 평가하는 것은 어렵기 때문에 누수흔적이나 진행정도를 기준으로 콘크리트 부재와 신축이음부위로 구분하여 상태평가 기준을 설정하였다.

[표 8.15] 신축이음 탈락 및 열화의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용	
		부재의 탈락정도	부재의 열화정도
a	5	○ 없음	○ 없음
b	4	○ 없음	○ 고무판 마모, 강재의 부식 (녹) 발생 등의 경미한 열화
c	3	○ 고정 장치의 이완으로 신축이음 본체 유동	○ 고무판 마모, 강재의 부식 (녹) 발생 등의 열화심화
d	2	○ 고정 장치의 파손으로 신축이음 본체 일부 탈락 및 손상	—
e	1	○ 신축이음 본체 파손	—

※) 하수처리장의 구조물은 대부분 장대형으로 신축이음이 여러 곳에 설치되어 있으며, 이의 신축이음 부재가 탈락하거나 열화가 크게 진행되는 경우에는 누수 등의 발생으로 여러 가지 문제를 야기할 수 있으므로 구조물의 상태평가 시 신축이음의 상태를 고려함이 필요함에 따라 신축이음 탈락 및 열화 정도에 따른 상태평가 기준을 설정하였다.

[표 8.16] 백태의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 백태가 없음
b	4	○ 백태 발생 면적율이 5% 미만
c	3	○ 백태 발생 면적율이 5~10% 미만
d	2	○ 백태 발생 면적율이 10~20% 미만
e	1	○ 백태 발생 면적율이 20% 이상

8.3.3 강 구조물

가. 강 구조물의 평가항목별 평가유형 및 영향계수

[표 8.17] 강 구조물의 평가항목별 평가유형 및 영향계수

손상 및 결함의 종류	평가유형	평가기준	평가점수	영향계수
강재 변형/변위	중요결함	a	5	1.0
		b	4	
		c	3	
		d	2	
		e	1	
강재 부식	국부결함	a	5	1.0
b		4	1.1	
c		3	1.2	
강재 피로균열		d	2	1.4
		e	1	2.0
강재 도장손상	일반손상	a	5	1.0
		b	4	1.1
		c	3	1.3
		d	2	1.7
		e	1	3.0

나. 항목별 상태평가 기준

[표 8.18] 강재 부식의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 부식발생이 전혀 없음
b	4	○ 국부적으로 부식이 발생(부식발생 면적을 5% 미만)
c	3	○ 부식이 다소발생(부식발생 면적을 5~15% 미만)
d	2	○ 전반적으로 부식이 발생(부식발생 면적을 15~30% 미만)
e	1	○ 부식발생이 심화(부식발생 면적을 30% 이상)

※) 하수처리장의 강 구조물에 일반적으로 발생하는 노후화 현상의 하나인 부식은 하수를 취급하는 처리장의 특성으로 매우 취약한 환경에 접하고 있으며, 부식의 진행이 심화되면 강 구조물의 내구성 저하뿐만 아니라 안전성에도 문제를 일으키게 되므로 부식정도에 따른 강 구조물의 상태를 평가하는 것이 중요하다.

따라서 이를 위해 강재에 발생하는 부식정도에 따른 상태평가 기준을 설정하였다.

[표 8.19] 강재 피로균열의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 전 부재에 걸쳐 균열발생이 없음
b	4	○ 보조부재에 국부적으로 미세 표면균열이 발생
c	3	○ 주 부재에 국부적으로 미세 표면균열 발생
d	2	○ 주 부재에 균열길이 20mm 미만의 관통균열 발생
e	1	○ 주 부재에 균열길이 20mm 이상의 관통균열 발생

※) 하수처리장의 강 구조물에 발생하는 피로균열은 과대하중, 진동 및 외부충격 등에 의해 발생될 수 있으며, 피로균열의 발생으로 구조적 안전성에 심각한 문제를 야기할 수 있기 때문에 부재의 종류와 피로균열 발생정도에 따라 상태평가 기준을 설정하였다.

[표 8.20] 강재 변형 및 변위의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 변형이나 변위 등이 전혀 없음
b	4	○ 변형이나 변위가 없으나 미소한 처짐의 발생 (최대 허용처짐량의 20% 미만)
c	3	○ 변형이나 변위가 미미하고 이로 인한 손상이 없으며, 처짐이 다소 크게 발생(최대 허용처짐량의 20~50% 미만)
d	2	○ 변형이나 변위가 다소 크게 발생하였으나 이로 인한 손상은 없고 처짐이 크게 발생 (최대 허용처짐량의 50%~100% 미만)
e	1	○ 변형이나 변위가 과대하고 이로 인해 손상이 발생

※) 강 구조물은 과대하중이나 외부충격 등에 의해 변형이나 변위 등의 손상을 입을 수 있으며, 이는 구조물의 안전성에 크게 영향을 미치게 되므로 강 구조물의 변형 및 변위 정도에 따라 상태평가 기준을 설정하였다.

[표 8.21] 강재의 도장상태에 따른 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 도장면 상태가 매우 깨끗하고 결함이 전혀 없음
b	4	○ 도장면 상태가 전반적으로 깨끗하고 도장의 변색, 부풀림 및 탈락 등이 국부적으로 발생(전체면적의 10% 미만)
c	3	○ 도장면이 비교적 깨끗하고 도장의 변색, 부풀림 및 탈락 등이 다소 발생(전체면적의 10~25%미만)
d	2	○ 도장면이 불량하고 도장의 변색, 부풀림 및 탈락 등이 크게 발생 (전체면적의 25~50% 미만)
e	1	○ 도장면이 매우 불량하고 도장의 변색, 부풀림 및 탈락 등이 전반적으로 발생(전체면적의 50% 이상)

※) 하수처리장의 강 구조물은 강재의 부식 등을 방지하고 미관상 도장을 실시하는 것이 일반적이며, 이러한 목적으로 실시된 도장이 변색, 부풀림 및 탈락 등이 이루어지면 내구성 저하를 촉진하고 더불어 구조적 안전성에 영향을 미치는 손상을 유발할 우려가 있으므로 강재의 도장상태에 따른 상태평가 기준을 설정하였다.

8.3.4 기계 · 전기설비

가. 기전설비의 평가항목별 평가유형 및 영향계수

[표 8.22] 기전설비의 평가항목별 평가유형 및 영향계수

상태변화		평가유형	영향계수	평가기준	평가점수	비 고	
펌프 설비	펌프 진동크기	국부결함	1.0	a	5		
	펌프의 소음크기		1.1	b	4		
			1.2	c	3		
			1.4	d	2		
			2.0	e	1		
	펌프베드 기초부	일반손상	1.0	a	5		
	1.1		b	4			
	1.3		c	3			
	1.7		d	2			
	3.0		e	1			
장내 배관	관제손상 정도(누수상태)	중요결함	1.0	a	5		
	밸브의 손상정도			b	4		
전기 설비		국부결함	1.0	c	3		
				d	2		
				e	1		
	절연열화			1.1	b	4	
전기 설비	접지불량	국부결함	1.2	c	3		
	전기설비의 불량 (고저압펌프모터 · 기동반 · 제어반)			1.4	d		2
				2.0	e		1

나. 항목별 상태평가 기준

1) 펌프설비

[표 8.23] 펌프베드 기초부의 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상 태
a	5	베드의 기초에 전혀 균열이 없는 최상의 상태
b	4	베드의 기초에 균열이 없는 양호한 상태
c	3	베드의 기초에 미세균열이 부분적으로 발생한 보통의 상태
d	2	베드의 기초의 볼트주위에 균열이 발생한 상태
e	1	펌프 고정이 불가능한 정도로 베드의 기초에 균열이 발생하여 보강 또는 교체 등이 필요한 상태

[표 8.24] 펌프의 진동크기에 따른 상태평가 기준

평가기준	평가점수	진동한계(RMS, mm/s)
a	5	≤ 3.7
b	4	≤ 5.6
c	3	≤ 9
d	2	> 9
e	1	> 11

[표 8.25] 펌프의 소음크기에 따른 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	펌프1m에서 평균소음의 크기가 80dB 이하
b	4	펌프1m에서 평균소음의 크기가 80dB 초과, 90dB 이하
c	3	펌프1m에서 평균소음의 크기가 90dB 초과, 100dB 이하
d	2	펌프1m에서 평균소음의 크기가 100dB 초과, 120dB 이하
e	1	펌프1m에서 평균소음의 크기가 120dB 초과

2) 장내배관

[표 8.26] 관체의 손상정도(누수상태)에 따른 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용 (누수상태)
a	5	누수가 전혀 없음
b	4	누수가 없음
c	3	누수는 없으나 누수의 우려가 보임
d	2	누수의 진행이 관찰
e	1	누수의 진행이 확연함 (분출)

[표 8.27] 밸브의 손상정도에 따른 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	밸브의 작동이 원활하고 여타 손상이 전혀 없음
b	4	밸브의 작동에 문제가 없고 발청부식 등의 손상이 경미하게 발생
c	3	밸브의 작동에 문제가 없고 축부에서 경미한 누수가 발생
d	2	밸브는 작동가능하나 고장으로 수리가 필요하거나 누수의 진행 관찰이 필요
e	1	밸브의 작동이 불가하거나 누수의 진행(분출)이 확연함.

3) 전기설비

[표 8.28] 절연열화에 따른 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 절연열화가 전혀 없는 상태
b	4	○ 절연열화가 매우 미미한 상태
c	3	○ 절연열화가 경미한 상태(경년열화를 고려한 1MΩ 정도)
d	2	○ 절연열화가 심화된 상태 (경년열화를 고려한 1MΩ 이하로서 규정된 절연저항치 정도)
e	1	○ 절연열화가 매우 위험하게 진행된 상태 (규정된 절연저항치 미만)

[표 8.29] 접지불량에 따른 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 접지불량이 전혀 없음
b	4	○ 접지불량이 매우 미미한 상태
c	3	○ 접지불량이 경미한 상태 (규정된 접지저항치 범위 내)
d	2	○ 접지불량이 심화된 상태 (규정된 접지저항치의 120% 이하)
e	1	○ 접지불량이 위험하게 진행된 상태 (규정된 접지저항치의 120% 초과)

[표 8.30] 전기설비의 불량에 따른 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상태평가 내용
a	5	○ 전기설비의 불량에 전혀 없는 상태
b	4	○ 전기설비의 불량에 매우 미미한 상태
c	3	○ 전기설비의 불량에 경미한 상태 (설비의 기동 및 운전에 지장이 없는 상태)
d	2	○ 전기설비의 불량에 심화된 상태 (설비의 기동 및 운전에 지장을 초래하는 상태)
e	1	○ 전기설비의 불량에 극심한 상태 (설비의 기동 및 운전이 불가능한 상태)

※) 고저압펄프모터 · 기동반 · 현장조작반 등

8.4 상태평가 결과 산정 방법

8.4.1 하수처리장 시설물 평가 단계별 절차

하수처리장은 수처리 공정상 크게 하수처리공정과 슬러지처리공정으로 구분되고 분야별로 시설물을 분류하면 토목구조물(부대시설물 포함), 건축구조물 및 기전설비 등으로 구성된다. 이의 시설물들 중 건축구조물은 건축물 세부지침에서 제시하는 상태등급산정절차에 의해 평가가 이루어지고 나머지 시설물들은 다음에 제시되는 상태평가 결과 산정예시에 따라 수행한다.

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] 하수처리장 시설물 평가 단계별 절차

8.4.2 상태평가 단계별 구분

하수처리장의 시설물에 대한 상태평가는 평가단계별 절차([그림 8.1] 참조)에 따라 수행함이 표준이며, 부재나 시설물의 특성 및 상황에 따라 평가단계를 병합 또는 추가 조정 할 수 있다.

평가단계별 평가대상 부재 및 시설물의 구분은 다음 표와 같다.

[표 8.31] 하수처리장의 평가단계별 평가대상 부재 및 시설물 구분

평가단계별 구분			부재 및 시설물의 구분					
평가구분		평가대상						
상태평가	1단계	상태변화 ^{※)} (결함, 손상)	슬래브 벽체 기둥 보 등등	슬래브 벽체 기둥 보 등등	슬래브 벽체 기둥 보 등등	펌프1,... 배관1,... 제진기1,... 송풍기1,... 등등	펌프1,... 배관1,... 탈수기1,... 등등	건축물 세부지침 적용
	2단계	개별부재						
	3단계	복합부재	침사지1,... 최초침전지 1,... 포기조1,... 최종침전지 1,... 소독조1,... 등등	조정조1,... 농축조1,... 소화조1,... 등등	공동구1,... 옹벽1,... 등등	펌프설비1,... 배관설비1,... 제진설비1,... 송풍설비1,... 소독설비1,... 등등	펌프설비1,... 배관설비1,... 탈수설비1,... 등등	
상태평가 안전성평가 종합평가	4단계	개별시설물	침사지 최초침전지 포기조 최종침전지 소독조 등등	조정조 농축조 소화조 등등	공동구 옹벽 등등	펌프설비 배관설비 제진설비 송풍설비 소독설비 등등	펌프설비 배관설비 탈수설비 등등	
종합평가	5단계	복합시설물	수처리 시설물	슬러지처리 시설물	부대시설물	수처리 기전설비	슬러지처리 기전설비	건축 시설물
	6단계	통합시설물	토목시설물			기전설비		
	7단계	종합시설물	하수처리장					

※) 개별부재(부위)에 대한 외관조사망도 작성

8.4.3 토목구조물

가. 1단계 평가 : 부재별 손상 및 결함상태 조사표 작성

하수처리장의 토목구조물은 대부분 철근콘크리트 구조로서 슬래브, 벽체, 기둥 및 보 등으로 구성되며 이러한 구성요소를 개별부재로 본다.

1단계는 상기와 같은 개별부재에 대해 다음 표의 양식에 준하여 개별부재에 발생되어 있는 손상 및 결함상태를 도시하는 외관조사망도를 작성하고 조사내용을 상세히 기록하며, 손상 및 결함별 상태평가기준에 의해 상태평가 결과를 표기(알파벳 소문자)한다.

필요에 따라 개별부재를 부위별로 다수의 조사망을 구획하여 외관조사망도를 작성할 수 있으며, 이러한 경우 2단계에서 부위별 손상 및 결함을 취합하여 개별부재에 대한 상태평가를 실시토록 한다.

[표 8.34] 토목구조물의 개별부재(부위)별 손상 및 결함상태 조사표 예

개별부재(부위) 손상 및 결함상태 조사표				
조사망번호	부재(부위)명	복합부재명	개별시설물명	표번호
PS2W-3	벽체 2-3	2호 최초침전지	최초침전지	No. PSW-1-1
외관조사망도 작성(손상·결함상태 도시 및 주기사항 기록)				
번호	조사항목	조사내용	손상(결함)정도	평가결과
①	침하	부분적 경미한 침하 (보수불필요)	○ 침하깊이 : 1.5mm ○ 침하진전 없음	b
②	콘크리트 균열	수직균열 3개소	○ 균열폭 : 0.15~0.20mm ○ 균열길이 : 5.6m	b
③	콘크리트 박리	부분적 박리	○ 박리면적 : 0.40m ² ○ 박리깊이 : 0.8mm	c
④	누수	신축이음부위에 상당한 누수발생	○ 누수로 인한 철근부식진행	d
⑤	신축이음 및 열화	고정장치 이완 및 고무판 마모, 철근부식발생	○ 고정장치 및 고무판의 보수 교체가 필요	c
특기사항		○ 철근콘크리트 구조 및 에폭시방수·방식실시 ○ 규모 : H = 3.5m, L = 30.0m ○ 조사단위면적 : 3.5m × 30.0m = 105m ²		
조사일자	20 . .		조사자	

나. 2단계 평가 : 개별부재 상태평가표 작성

1단계에서 개별부재별로 조사 작성된 손상 및 결함상태 조사표에 의해 앞의 [표 8.34]를 참조하여 손상 및 결함의 평가유형에 따라 중요결함, 국부결함, 일반손상으로 구분하고 손상 및 결함별 상태평가기준에 의한 평가점수(M)에 평가유형별 영향계수(F)를 곱하여 결함 및 손상별 상태평가지수(Ec1)를 산출한다. 단, 상태평가지수 값은 소수점 이하 3째 자리에서 반올림한다.

산출된 결함 및 손상별 상태평가지수(Ec1) 중 최소 값을 개별부재의 상태평가지수(Ec2)를 산정한 후 아래 표의 상태평가지수 범위에 따른 상태평가 기준에 의해 개별부재의 상태평가 결과(알파벳 소문자)를 부여한다.

[표 8.33] 상태평가지수 범위에 따른 상태평가 기준 및 평가유형별 영향계수(F)

상태평가지수 범위에 따른 상태평가기준		구 분		영 향 계 수(F)				
상태평가지수(Ec)	상태평가기준	상태평가기준		a	b	c	d	e
$4.5 \leq Ec \leq 5.0$	a	상태평가점수		5	4	3	2	1
$3.5 \leq Ec < 4.5$	b	평가 유 형	중요결함	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
$2.5 \leq Ec < 3.5$	c		국부결함	1.0	1.1	1.2	1.4	2.0
$1.5 \leq Ec < 2.5$	d		일반손상	1.0	1.1	1.3	1.7	3.0
$1.0 \leq Ec < 1.5$	e							

[표 8.34] 토목구조물 개별부재의 상태평가표 예

개별부재 상태평가표						
개별부재명	벽체 2-3		개별부재규모	철근콘크리트 구조 $H = 3.5m, L = 30.0m$		표번호
복합부재명	2호 최초침전지		개별시설물명	최초침전지		No. PSW-2-1
근거(1단계) 표번호	No. PSW-1-1 (1단계에서 다수의 개별부위 조사표가 작성된 경우에는 각각의 개별부위 표번호 기입)					
평가항목	평가유형	상태평가기준	상태평가점수 (M)	영향계수 (F)	상태평가지수 (Ec1=M ×F)	
침하	중요결함	토목구조물	4	1.0	4.0	
콘크리트 균열	일반손상	토목구조물	4	1.1	4.4	
콘크리트 박리	일반손상	토목구조물	3	1.3	3.9	
누수	일반손상	토목구조물	2	1.7	3.4	
신축이음부위 이완 및 열화	일반손상	토목구조물	3	1.3	3.9	
평가의견						
상태평가 결과	1. 개별부재의 상태평가지수(Ec2)=상태평가지수(Ec1)값 중 최소값 = 3.4 2. 개별부재의 상태평가 결과 = c					

다. 3단계 평가 : 복합부재 상태평가표 작성

토목구조물의 복합부재는 각각의 개별부재(슬래브, 벽체, 기둥 및 보 등)로 구성되는 단위구조물로서 복합부재의 평가는 각각의 개별부재가 복합부재의 기능과 안전에 미치는 영향을 판단하여 그 중요도(W)를 반영하는 것이 필요하며, 이때 각 개별부재의 중요도 합은 100이 되도록 한다.

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

[표 8.35] 개별부재별 중요도(W) 기준

개별부재구분	중요도(A)		비 고
	내력벽체인 경우	비 내력벽체인 경우	
바닥슬래브	20	25	
상부슬래브	10	10	
벽 체	25	10	
기 둥	25	30	
보	20	25	

○ 중요도가 규정되지 않은 추가적인 개별부재가 있는 경우

그 개별부재의 중요도를 책임기술자가 판단하여 정하고 기타의 부재들은 규정된 비율대로 배분한다.

○ 중요도는 제시되어 있으나 평가할 수 있는 해당 개별부재가 없는 경우

그 중요도를 나머지 개별부재에 배분한다.

또한, 복합부재의 안전은 상태가 나쁜 개별부재의 영향을 크게 받으므로 그에 상응하는 보정을 하기 위하여 아래의 표에 제시된 상태평가지수에 따른 조정계수(A)를 사용한다.

[표 8.36] 상태평가지수에 따른 조정계수(A)

상태평가기준	a	b	c	d	e
상태평가지수(E_c)	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

복합부재의 상태평가지수(Ec3) 산정 시 조정계수의 사용은 개별부재의 상태평가지수(Ec2)별로 위험성이 큰 값에 보다 큰 가중치를 적용하여 부재전체의 안전성을 평가절하 하는 것으로서 이는 단순 산술평균법의 적용보다 다소 낮은 평가지수의 평가결과를 도출하고자 함에 있다.

복합부재의 상태평가는 개별부재의 상태평가지수(Ec2)에 중요도(W) 및 조정계수(A)를 반영하여 복합부재의 상태평가지수(Ec3)를 산출하고 상태평가 결과(알파벳 소문자)를 결정한다. 다음 표에 토목구조물의 복합부재에 대한 표준적인 상태평가표 작성 예를 제시하였다.

[표 8.37] 토목구조물 복합부재의 상태평가표 예

복합부재 상태평가표						
복합부재명	2호 최초침전지		개별시설물명	최초침전지		표번호
복합부재규모	철근콘크리트 구조, H=3.5m, W=12.0m, L=30.0m					No. PS-3-2
근거(2단계) 표번호	No. PBS-2-1, No. PUS-2-1, No. PSW-2-1, No. PCL-2-1, No. PBM-2-1					
개별부재구분	상태평가 결과	상태평가 지수(Ec2)	조정계수 (A)	중요도 (W, %)	조정값 (P=A ×W)	계산값 (Ec2 ×P)
바닥슬래브	b	3.7	2	20	40	148.0
상부슬래브	c	3.1	3	10	30	93.0
벽 체	c	3.4	3	25	75	255.0
기 동	a	4.7	1	25	25	117.5
보	a	4.8	1	20	20	96.0
합계(Σ)				100	190	709.5
평가의견						
상태평가 결과	1. 복합부재 상태평가지수(Ec3) = Σ(Ec2×P) / ΣP=709.5/190.0 = 3.73 2. 복합부재 상태평가 결과 = b					

라. 4단계 평가 : 개별시설물 상태평가표 작성

토목구조물의 개별시설물은 대부분 동일한 기능과 형식을 가진 단위구조물들의 복수계열로 이루어진 집합구조물로서 개별시설물을 구성하는 복합부재들은 각각 동일한 고유의 기능을 가지면서 다른 복합부재와 유기적으로 밀접하게 관계되어 있다.

따라서 개별시설물의 상태평가는 복합부재의 중요도가 같다는 가정 하에 복합부재의 상태평가지수(Ec3)에 복합부재의 규모(용량)를 반영하여 개별시설물의 상태평가지수(Ec4)를 산출하고 앞의 [표 8.38]에서 제시한 상태평가지수의 범위에 따른 상태평가 기준에 의해 개별시설물에 대한 상태평가결과(알파벳 소문자)를 결정한다.

또한, 개별시설물의 평가단계에서는 안전성평가가 필요한 경우 상태평가와 더불어 안전성평가를 수행하고, 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 비교·검토하여 종합평가가 이루어진다.

[표 8.38] 토목구조물의 개별시설물 상태평가표 예

개별시설물 상태평가표				
개별시설물명	최초침전지	개별시설물규모	철근콘크리트구조 ($H3.5m \times W12.0m \times L=30.0m \times 4지$)	표번호
근거(3단계) 표번호	No. PS-3-1, No. PS-3-2, No. PS-3-3, No. PS-3-4			No. pS-4-1
복합부재구분	상태평가 결과	상태평가지수(Ec3)	규모(S, m ³)	계산값(Ec3 × S)
1호 최초침전지	c	3.38	1,260	4,258.8
2호 최초침전지	b	3.73	1,260	4,699.8
3호 최초침전지	b	3.85	1,260	4,851.0
4호 최초침전지	c	3.14	1,260	3,956.4
합계(Σ)			5,040	17,766.0
평가의견				
상태평가 결과	1. 복합부재의 상태평가지수(Ec3) 중 최소 값(Min) = 3.14 2. 복합부재의 상태평가지수(Ec3) 중 최대 값(Max) = 3.85 3. $V1 = 0.3 \times (Max - Min) = 0.3 \times (3.85 - 3.14) = 0.213$ 4. $V2 = \Sigma(Ec3 \times S) / 5 \times \Sigma S = 17,766.0 / 5 \times 5,040.0 = 0.705$ 5. 개별시설물의 상태평가지수(Ec4) $= Min + V1 \times V2 = 3.14 + 0.213 \times 0.705 =$ 3.29 6. 개별시설물의 상태평가 결과 = c			

8.4.4 기계 · 전기설비

가. 1단계 평가 : 부재별 손상 및 결함상태 조사표 작성

하수처리장의 기전설비는 대부분 각각의 단위기기설비(펌프설비, 배관설비, 제진설비, 송풍설비, 탈수설비 등)를 구성하고 있는 요소(펌프, 전동기, 펌프기초, 흡입관, 토출관, 스크린, 제진기 및 탈수기 등)를 개별부재(부위)로 보며, 이들의 개별부재에 대해 다음 표의 양식에 준하여 개별부재에 발생되어 있는 손상 및 결함상태를 도시하는 외관조사망도를 작성하고 조사내용을 상세히 기록하며, 손상 및 결함별 상태평가기준에 의해 상태등급을 표기(알파벳 소문자)한다.

필요에 따라 개별부재를 부위별로 다수의 조사망을 구획하여 외관조사망도를 작성할 수 있으며, 이러한 경우 2단계에서 부위별 손상 및 결함을 취합하여 개별부재에 대한 상태평가를 실시토록 한다.

[표 8.39] 기전설비의 개별부재(부위)별 손상 및 결함상태 조사표 예

개별부재(부위) 손상 및 결함상태 조사표				
조사망번호	부재(부위)명	복합부재명	개별시설물명	표번호
WP1-1	수처리 펌프1	수처리 펌프설비1	수처리 펌프설비	No. WP1-1-1
외관조사망도 작성(손상·결함상태 도시 및 주기사항 기록)				
번호	조사항목	조사내용	손상(결함)정도	평가결과
①	펌프표면부식	국부적 부식	부식면적율 : 약 3%	b
②	펌프도장열화	부분적 변색 및 탈락	변색 및 탈락면적율 : 약 15%	c
③	펌프진동	약간의 진동발생	진동크기 : 1.5mm/sec	b
④	펌프소음	상당한 소음발생	소음크기 : 85dB	c
⑤				
특기사항	o 펌프형식 : 입축사류펌프 o 펌프특성 : 양정: 15m, 동력: 20kw, 토출량: 4.5m ³ /분 o 펌프등급 : II등급			
조사일자	20 . .		조사자	

나. 2단계 평가 : 개별부재 상태평가표 작성

1단계에서 개별부재별로 조사 작성된 손상 및 결함상태 조사표에 의해 앞의 [표]를 참조하여 손상 및 결함의 평가유형에 따라 중요결함, 국부결함, 일반손상으로 구분하고 손상 및 결함별 상태평가기준에 의한 평가점수(M)에 평가유형별 영향계수(F)를 곱하여 결함 및 손상별 상태평가지수(Ec1)를 산출한다. 단, 상태평가지수 값은 소수점 이하 3째 자리에서 반올림한다.

산출된 결함 및 손상별 상태평가지수(Ec1) 중 최소 값을 개별부재의 상태평가지수(Ec2)를 산정한 후 앞의 [표 8.35]에 제시된 상태평가지수 범위에 따른 상태평가기준에 의해 개별부재의 상태평가 결과(알파벳 소문자)를 부여한다.

[표 8.40] 기전설비 개별부재의 상태평가표 예

개별부재 상태평가표					
개별부재명	수처리 펌프1	개별부재규모	양정: 15m, 동력: 20kw, 토출량: 4.5m ³ /분		표번호
복합부재명	수처리 펌프설비1	개별시설물명	수처리 펌프설비		No. WP1-2-1
근거(1단계) 표번호	No. WP1-1-1 (1단계에서 다수의 개별부위 조사표가 작성된 경우에는 각각의 개별부위 표번호 기입)				
평가항목	평가유형	상태평가기준	상태평가점수 (M)	영향계수 (F)	상태평가지수 (Ec1=M ×F)
펌프표면부식	일반손상	기계·전기설비	4	1.1	4.4
펌프도장열화	일반손상	기계·전기설비	3	1.3	3.9
펌프진동	국부결함	기계·전기설비	4	1.1	4.4
펌프소음	국부결함	기계·전기설비	3	1.2	3.6
평가의견					
상태평가 결과	1. 개별부재의 상태평가지수(Ec2)=상태평가지수(Ec1)값 중 최소 값 = 3.6 2. 개별부재의 상태평가 결과 = b				

다. 3단계 평가 : 복합부재 평가표 작성

기전설비의 복합부재는 단위설비를 의미하는 것으로 이를 구성하는 각각의 개별부재가 복합부재의 기능과 안전에 미치는 영향정도에 따라 복합부재 평가 시 그 중요도를 반영하는 것이 필요하다. 기전설비에 있어서의 개별부재들은 단위설비의 복합부재 안전에 미치는 영향도가 크게 차이를 가지지 않으므로 개별부재별 중요도(A)는 동일하게 적용함을 원칙으로 한다.

단, 개별부재의 특성이나 상황 등에 따라 중요도에 차이가 있다고 판단되는 경우에는 책임기술자가 개별부재별 중요도를 $\pm 20\%$ 값 범위 내에서 조정할 수 있는 것으로 하며 이때 개별부재의 중요도의 합은 100이 되도록 한다.

또한, 복합부재의 안전은 상태가 나쁜 개별부재의 영향을 크게 받으므로 그에 상응하는 보정을 하기 위하여 앞의 [표 8.38]에 제시된 상태평가지수에 따른 조정계수(A)를 사용한다. 복합부재의 상태평가지수(Ec3) 산정 시 조정계수의 사용은 개별부재의 상태평가지수(Ec2)별로 위험성이 큰 값에 보다 큰 가중치를 적용하여 부재전체의 안전성을 평가절하 하는 것으로서 이는 단순 산술평균법의 적용보다 다소 낮은 평가지수의 평가결과를 도출하고자 함에 있다.

복합부재의 상태평가는 개별부재의 상태평가지수(Ec2)에 중요도(W) 및 조정계수(A)를 반영하여 복합부재의 상태평가지수(Ec3)를 산출하고 상태평가 결과(알파벳 소문자)를 결정한다.

[표 8.41] 기전설비 복합부재의 상태평가표 예

복합부재 상태평가표						
복합부재명	수처리 펌프설비1		개별시설물명	수처리 펌프설비		표번호
복합부재규모	양정H15m × 동력P20kw × 토출량 4.5m³/분					No. WP1-3-1
근거(2단계) 표번호	No. WP1-2-1, No. WP1-2-2, No. WP1-2-3					
개별부재구분	상태평가 결과	상태평가 지수(Ec2)	조정계수 (A)	중요도 (W, %)	조정값 (P=A ×W)	계산값 (Ec2 × P)
펌프1	b	3.6	2	100/3	66.7	240.1
전동기1	a	4.7	1	100/3	33.3	156.5
펌프기초1	c	2.9	3	100/3	100.0	290.0
합계(Σ)				100	200.0	686.6
평가의견						
상태평가 결과	1. 복합부재 상태평가지수(Ec3) = Σ(Ec2×P) / ΣP = 686.6/200.0 = 3.43 2. 복합부재 상태평가 결과 = c					

라. 4단계 평가 : 개별시설물 상태평가표 작성

기전설비의 개별시설물은 대부분 동일한 기능과 형식을 가진 단위설비들의 복수 계열로 이루어진 집합구조물로서 개별시설물을 구성하는 복합부재들은 각각 동일한 고유의 기능을 가지면서 다른 복합부재와 유기적으로 밀접하게 관계되어 있다.

따라서 개별시설물의 상태평가는 복합부재의 중요도가 같다는 가정 하에 복합부재의 상태평가지수(Ec3)에 복합부재의 규모(용량)를 반영하여 개별시설물의 상태평가지수(Ec4)를 산출하고 앞의 [표 8.35]에서 제시한 상태평가지수의 범위에 따른 상태평가 기준에 의해 개별시설물에 대한 상태평가 결과(알파벳 소문자)를 결정한다.

또한, 개별시설물의 평가단계에서는 안전성평가가 필요한 경우 상태평가와 더불어 안전성평가를 수행하고, 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 비교·검토하여 종합평가가 이루어진다.

[표 8.42] 기전설비 개별시설물의 상태평가표 예

개별시설물 상태평가표				
개별시설물명	수처리 펌프설비	개별시설물 규모	$H15m \times P20kw \times Q4.5m^3/분 \times 3대$ $H15m \times P15kw \times Q2.5m^3/분 \times 1대$	표번호
근거(3단계) 표번호	No. WP1-3-1, No. WP2-3-1, No. WP3-3-1, No. WP4-3-1			No. WP-4-1
복합부재구분	상태평가 결과	상태평가지수(Ec3)	규모(S, m ³)	계산값(Ec3 × S)
수처리 펌프설비1	c	3.43	4.5	15.4
수처리 펌프설비2	b	4.02	4.5	18.1
수처리 펌프설비3	c	3.38	4.5	15.2
수처리 펌프설비4	a	4.57	2.5	11.4
합계(Σ)			16.0	60.1
평가의견				
상태평가 결과	1. 복합부재의 상태평가지수(Ec3) 중 최소 값(Min) = 3.38 2. 복합부재의 상태평가지수(Ec3) 중 최대 값(Max) = 4.57 3. $V1 = 0.3 \times (Max - Min) = 0.3 \times (4.57 - 3.38) = 0.357$ 4. $V2 = \Sigma(Ec3 \times S) / 5 \times \Sigma S = 60.1 / 5 \times 16.0 = 0.751$ 5. 개별시설물의 상태평가지수(Ec4) $= Min + V1 \times V2 = 3.38 + 0.357 \times 0.751 =$ 6. 개별시설물의 상태평가 결과 =			
				3.65 b

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

가. 안전성평가의 절차

시설물의 안전성 평가는 정밀안전진단 시에 실시한다. 다만, 정밀점검 또는 긴급 점검 시 일부 부재에 대하여 안전성평가가 필요하다고 판단될 경우 선택과업으로 실시할 수 있으나, 결함이 광범위하고 중대한 경우에는 「법」 제7조제1항에 따라 정밀 안전진단을 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

하수처리장 시설물의 내진성능 평가는 필요시에 실시하는 것으로 내진설계 성능 기준 및 기타 연구결과¹⁾에서 해당 시설물의 내용을 참고하고 지진의 발생빈도와 지반운동의 세기, 시설의 중요도에 따라 요구되는 내진성능을 기능수행기준과 붕괴방지 수준으로 구분하여 만족시키도록 규정하고 있다.

라. 안전성평가 방법

구조물의 안전성 평가방법은 대부분 해석적 방법에 의해 이루어지며 특별한 경우 재하시험방법에 의해 수행하기도 한다.

1) 해석적 방법에 의해 구조물의 안전성을 평가하는 경우의 조건

현장조사 및 수집 자료에 의해 얻어진 구조물의 치수, 시공 상세도, 재료의 성질 및 구조물의 결합 등을 종합하여 실제 상태대로 해석해야만 올바른 평가를 기대할 수 있으며, 구조설계기준 및 표준시방서 등에 규정된 설계 및 안전에 관한 제반기준을 적용하고 공인된 신뢰도가 있는 해석방법에 의해 평가되어야 한다.

2) 구조물의 해석방법

강도설계법과 허용응력설계법이 있으며, 이 중 강도설계법을 원칙으로 하지만 특별한 경우에는 허용응력설계법을 적용할 수 있다.

- 강도설계법에서의 구조물 안전여유를 두 가지 측면에서 고려 사항
 - 하중의 변경, 구조해석 시의 가정과 계산을 간단하게 함으로써 야기될지 모르는 초과하중의 영향을 고려한 하중계수
 - 설계계산상의 불확실성, 부재의 다양한 형식에 대한 상대적 중요도, 재료의 설계강도 및 실제단면치수와 제작시공기술 등에 관련된 다소의 불리한 오차들이 개별적으로는 허용한계에 있더라도 총체적으로 결합 시 부재의 강도감소를 초래할 가능성에 대비한 강도감소계수

1) 기존 시설물의 내진성능 평가 및 향상요령('04.05) : 국토해양부, 한국시설안전공단

이러한 하중계수와 강도감소계수에 의한 설계상의 구조물 안전여유율을 증가안전율이라 하며, 다음 식으로 표현된다. 이의 값은 활하중/고정하중의 비(L/D)와 휨부재 혹은 전단부재의 여부에 따라 차이를 갖는데 휨부재에서는 약 1.5~2.0이고 전단부재인 경우는 1.7~2.5정도의 값을 갖는다.

$$n' = \frac{\gamma_D + \gamma_L L/D}{\Phi(1 + L/D)}$$

여기서, n' : 증가안전율
 γ_D : 고정하중계수
 γ_L : 활하중계수
L/D : 활하중과 고정하중의 비
 Φ : 강도감소계수

이와 같이 구조물의 해석 시 안전여유율이 고려되어 있으므로 현재 상태의 구조물에 대한 구조해석 결과가 콘크리트 구조설계기준 및 표준시방서 등의 안전도 기준에 미흡하다고 해서 구조물의 안전성이 없는 것이 아니라 단지, 구조물의 안전여유율이 적다는 것을 의미한다.

따라서 구조해석에 의한 구조물의 안전성 평가는 현재상태의 구조물이 얼마나 안전여유율을 확보하고 있는지의 정도에 따라 평가하는 것이 합리적이라 할 수 있다.

3) 구조해석 결과의 평가의 적용

- 안전여유율이 증가안전율 이상인 경우
 - 안전성이 확보된 구조물로 평가
- 증가안전율 미만이나 안전여유율이 증가안전율의 약 75% 이상일 경우
 - 안전성은 있지만 충분치 못한 상태로서 구조물의 상태를 주기적으로 점검 및 과대하중 재하억제 등의 관리가 필요한 상태로 평가
- 안전여유율이 증가안전율의 약 75% 미만인 경우
 - 사용제한여부의 판단이 요구되거나 사용금지를 요하는 안전성이 결여된 구조물이라고 평가

마. 안전성평가의 적용

안전성평가 항목별 평가방법은 정량적으로 평가하기 어렵거나 또한 다양한 경우가 대부분이므로 상호의 평가결과를 비교하는 것이 필수적이다.

또한, 본 장에 기술되지 않은 평가항목으로서 시설물의 안전에 미치는 영향이 크다고 판단될 경우에는 본 장에 기술된 것과 같이 5단계의 안전성평가 기준을 제시하고 의견서를 첨부하여 시설물의 평가에 반영할 수 있다.

또한 시설물의 특성 및 제반 여건 등을 고려하여 적절히 응용할 수 있다.

9.2 안전성평가 기준

하수처리장의 시설물은 대부분 철근콘크리트구조로서 지표면 아래에 축조되므로 지하수의 부력, 지반의 부동침하 및 누수에 의한 지반함몰 등의 영향을 받고 하수유입관거 및 각종 배관이 벽체 등을 관통하여 연결되는 구조물 부위는 하중 및 지지조건이 달라 부동침하의 영향을 받는다.

따라서 하수처리장 시설물의 설계·준공도서 및 기존의 안전점검 또는 정밀안전진단 보고서 등을 검토하여 시설물의 안전성을 판단하거나, 실제 주요부재의 상태평가 결과가 불량하게 나타나 현장조사 시 문제점이 발생한 부위를 대상으로 안전율(Safe factor, SF) 검토를 수행하여 시설물의 안전성을 판단하는 것이 필요하다.

외국에서의 시설물 안전성평가는 평가대상 항목의 안전율을 이용하여 상태지수를 계산하고 그 상태지수를 토대로 안전성평가 기준에 근거하여 수행되고 있으며(US Army, 1990), 안전율 검토는 국내에서와 같이 허용응력설계법(부재의 발생응력과 허용응력의 비)이나 강도설계법(부재의 소요강도와 설계강도의 비)에 따라 구조물의 각 부재에 작용하는 외력에 의한 응력을 산정하여 이루어지고 있다.

일반적으로 하수처리장 구조물은 지반과의 상호작용을 바탕으로 구조적 거동이 이루어지므로 구조해석에 필요한 경계조건, 토질상수 등은 설계·준공도서 또는 토질조사에 의해 얻거나, 「구조물의 기초 설계기준(’97. 국토해양부)」 등에 나와 있는 값을 참고로 하여 구한다.

구조해석은 탄성해석을 원칙으로 하며, 지지조건은 토질주상도가 있는 경우에는 지반스프링을 취하고, 토질주상도가 없는 경우에는 힌지와 롤러로써 지지조건을 부여한다.

하중의 조합을 통한 안전율 검토는 고정하중, 활하중, 전토압, 반토압 및 수압 등을 모두 고려하고 하중조합은 지하수의 유무에 따라 구분토록 하고, 강도감소계수와 하중계수는 콘크리트구조물 설계기준에서 정해진 값을 적용하며 단면의 안전율은 휨, 전단 및 좌굴 등에 대하여 검토한다.

상기와 같은 내용을 근간으로 부재나 구조물의 구조적 안전율 정도에 따른 안전성평가기준을 설정하면 다음 표와 같다.

[표 9.1] 부재 및 구조물의 안전성평가 기준

평가기준	평가 점수	안전성평가 내용	비 고
a	5	안전율(SF)이 1.0 이상이고 주부재에 손상이 없는 경우	- 허용응력설계법 $SF = \frac{\text{설계강도}}{\text{소요강도}} = \frac{\Phi M_n}{M_u}$ - 강도설계법 $SF = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}}$
b	4	안전율(SF)이 1.0 이상이고 주부재에 손상(단면손실)이 있는 경우	
c	3	안전율(SF)이 1.0 미만~0.9이상	
d	2	안전율(SF)이 0.9 미만~0.75이상	
e	1	안전율(SF)이 0.75 미만	

9.3 안전성평가 결과 산정 방법

9.3.1 안전성평가 결과 산정

안전성평가는 평가체계의 4단계에서 수행하는 평가로서 개별시설물에 대하여 실시하게 되므로 개별시설물을 구성하고 있는 각종 부재나 구조물의 구조해석을 통하여 얻어진 각각의 구조적 안전율을 종합적으로 검토·분석함으로써 개별시설물에 대한 안전성평가가 이루어지게 된다.

따라서 개별시설물의 안전성평가가 합리적이고 정량적으로 이루어지도록 하기 위해서 다음과 같은 평가체계에 의해 안전성평가가 수행되도록 표준을 정하였다.

먼저 구조해석을 통해 얻어진 부재별 또는 구조물별 구조적 안전율에 따라 [표 9.1]의 기준에 의해 부재별 또는 구조물별 안전성평가 결과 및 평가점수를 부여한다.

그리고 아래의 식을 사용하여 개별시설물에 대한 안전성평가지수(E_s)를 산정한 후 안전성평가지수의 범위에 따른 [표 9.2]의 안전성평가 기준에 의해 개별시설물의 안전성평가 결과를 결정한다.

안전성평가지수(E_s)를 산정하는 아래 식은 개별시설물을 구성하고 있는 각각의 부재나 구조물의 안전성평가 결과들 중 가장 낮은 안전성평가 결과보다 다소 상향된 개별시설물의 안전성평가 결과를 가지게 된다.

한편, 부재나 구조물의 검토단면이 다수인 경우도 각 검토단면의 안전성평가 결과(평가점수)를 하나의 검토항목으로 간주하여 아래 식에 의해 최종적인 개별시설물의 안전성평가 결과를 결정할 수 있다.

$$\begin{aligned}\text{안전성평가지수}(E_s) &= L + 0.3(H - L) \frac{\sum_{i=1}^{N-2} M_i}{5 \times (N-2)}, \quad (N > 2) \\ &= L + 0.3(H - L), \quad (N = 2)\end{aligned}$$

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

[표 9.2] 안전성평가지수(Es) 범위에 따른 안전성평가 기준

안전성평가지수의 범위	안전성평가기준	비 고
$4.5 \leq E_s \leq 5.0$	A	
$3.5 \leq E_s < 4.5$	B	
$2.5 \leq E_s < 3.5$	C	
$1.5 \leq E_s < 2.5$	D	
$1.0 \leq E_s < 1.5$	E	

9.3.2 안전성평가 결과 산정 방법

본 안전성평가 결과 산정 방법에서는 토목구조물을 중심으로 안전성평가표 작성 예를 다음 표에 제시하였으며, 나머지 시설물들(기전설비 등)의 안전성평가표도 이에 준하여 작성토록 하고 안전성평가 결과는 알파벳 소문자로 표기한다.

[표 9.3] 토목구조물의 개별시설물에 대한 안전성평가표 예

개별시설물 안전성평가표				
개별시설물명	최초침전지			표번호
개별시설물규모	철근콘크리트구조 (H3.5m × W12.0m × L=30.0m × 4지)			No. C1-1
평가항목	안전율(SF)	평가결과	평가점수	비 고
1호 최초침전지	0.95	c	3	
2호 최초침전지	1.03	b	4	균열 및 박락 등에 의한 단면손실 발생
3호 최초침전지	1.12	a	5	
4호 최초침전지	0.86	d	2	
평가의견				
안전성평가 결과	1. 평가항목수 $N=4$, 최소평가점수 $L=2$, 최대평가점수 $H=5$ 2. 개별시설물의 안전성평가지수(E_s1) $= 2 + 0.3 \times (5-2) \times (3+4)/5 \times (4-2) =$ 3. 개별시설물의 안전성평가 결과 =			

2.63

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 종합평가 기준

가. 일반

시설물의 종합평가는 구조물 부재의 결함 및 손상에 대하여 평가기준 및 상태평가 기법에 따라 수행한 상태평가 결과와 시설물의 안전성평가 결과를 고려하여 개별 시설물의 종합평가 결과를 결정한다.

하수처리장의 각 개별시설물, 복합시설물, 통합시설물 그리고 종합시설물에 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 안전성평가가 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 종합상태등급이 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(E4~7)	종합평가 기준	비 고
$4.5 \leq (E4 \sim 7) \leq 5.0$	A	
$3.5 \leq (E4 \sim 7) < 4.5$	B	
$2.5 \leq (E4 \sim 7) < 3.5$	C	
$1.5 \leq (E4 \sim 7) < 2.5$	D	
$1.0 \leq (E4 \sim 7) < 1.5$	E	

10.2 종합평가 결과 산정 방법

10.2.1 종합평가 결과 산정

가. 개별시설물

개별시설물의 종합평가 결과 산정은 4단계 평가단계에서 수행하는 평가항목 중 하나로서 안전성평가를 실시하지 않는 경우에는 상태평가 결과를 종합평가 결과로 가름하지만 안전성평가를 실시하는 경우에는 개별시설물을 구성하고 있는 각각의 부재나 구조물의 상태 및 안전성평가 결과로 산출된 개별시설물의 상태평가지수(E_c)와 안전성평가지수(E_s)중 작은 값을 종합평가지수(E_t)로 적용하여 [표 10.1]의 종합평가지수(E_t)에 따른 종합평가 기준에 의해 개별시설물에 대한 종합평가 결과를 부여한다.

$$\text{종합평가지수}(E_t) = \text{MIN}(E_c, E_s)$$

여기서, E_c : 상태평가지수

E_s : 안전성평가지수

나. 복합, 통합 및 종합시설물

개별시설물의 평가단계(4단계) 이후에 순차적으로 이루어지는 복합시설물의 종합평가(5단계), 통합시설물의 종합평가(6단계) 및 종합시설물의 종합평가(7단계) 시 수행되는 각각의 종합평가 결과 산정은 개별시설물의 종합평가지수를 기초로 하여 시설물의 중요도(W) 및 [표 10.2]의 종합평가지수에 따른 조정계수(A)를 반영하여 다음에 예시되는 종합평가 결과 산정 예시에 따라 이루어진다.

[표 10.2] 종합평가지수에 따른 조정계수(A)

종합평가기준	A	B	C	D	E
종합평가지수(E_t)	$5.0 \geq E_t \geq 4.5$	$4.5 > E_t \geq 3.5$	$3.5 > E_t \geq 2.5$	$2.5 > E_t \geq 1.5$	$1.5 > E_t \geq 1.0$
조정계수(A)	1	2	3	6	6

10.2.2 종합평가 결과 산정 방법

가. 4단계 평가 : 개별시설물 종합평가표 작성

개별시설물에 대한 안전성평가를 실시하지 않은 경우에는 앞에서 예시한 개별시설물 상태평가표 작성으로 가름되지만 안전성평가를 실시한 경우에는 개별시설물 상태평가표를 작성하지 않는다.

다음에 예시되는 [표 10.3]을 표준으로 개별시설물의 종합평가표를 작성토록 한다.

[표 10.3] 토목구조물의 개별시설물 종합평가표 예

개별시설물 종합평가표				
개별시설물명	최초침전지	개별시설물 규모	철근콘크리트구조($H3.5m \times W12.0m \times L=30.0m \times 4지$)	표번호
				No. PS-4-1
상 태 평 가				
근거(3단계) 표번호	No. WP1-3-1, No. WP2-3-1, No. WP3-3-1, No. WP4-3-1			
복합부재구분	상태평가 결과	상태평가지수(Ec3)	규모(S, m ³)	계산값(Ec3 × S)
1호 최초침전지	c	3.38	1,260	4,258.8
2호 최초침전지	b	3.73	1,260	4,699.8
3호 최초침전지	b	3.85	1,260	4,851.0
4호 최초침전지	c	3.14	1,260	3,956.4
합계(Σ)			5,040	17,766.0
상태평가 의견				
상태평가 결과	1. 복합부재의 상태평가지수(Ec3) 중 최소 값(Min) = 3.14			
	2. 복합부재의 상태평가지수(Ec3) 중 최대 값(Max) = 3.85			
	3. $V1 = 0.3 \times (Max - Min) = 0.3 \times (3.85 - 3.14) = 0.213$			
	4. $V2 = \Sigma(Ec3 \times S) / 5 \times \Sigma S = 17,766.0 / 5 \times 5,040.0 = 0.705$			
	5. 개별시설물의 상태평가지수(Ec4)			
	$= Min + V1 \times V2 = 3.14 + 0.213 \times 0.705 =$ 3.29			
	6. 개별시설물의 상태평가 결과 = C			
안 전 성 평 가				
안전성평가항목	안전율(SF)	안전성평가 결과	안전성평가점수	비 고
1호 최초침전지	0.95	c	3	
2호 최초침전지	1.03	b	4	단면손실 발생
3호 최초침전지	1.12	a	5	
4호 최초침전지	0.86	d	2	
안전성평가 의견				
안전성평가 결과	1. 평가항목수 N= 4, 최소평가점수 L= 2, 최대평가점수 H= 5			
	2. 개별시설물의 안전성평가지수(Es1)			
	$= 2 + 0.3 \times (5-2) \times (3+4) / 5 \times (4-2) =$ 2.63			
	3. 개별시설물의 안전성평가 결과 = C			
종 합 평 가				
종합평가 의견				
종합평가 결과	상태평가지수 (Ec4)	안전성평가지수 (Es1)	종합평가지수 (Et1)	종합평가결과
	3.29	2.63	2.63	C

나. 5단계 평가 : 복합시설물 종합평가표 작성

하수처리장의 복합시설물은 수처리공정, 슬러지처리공정 및 기타 부대시설물 등으로서 기능과 역할이 각각 다른 개별시설물들의 집합으로 구성된다.

개별시설물들의 문제발생 시 해당 복합시설물의 기능성 및 안전성에 미치는 영향도가 거의 비슷하다고 할 수 있으므로 복합시설물을 구성하는 각 개별시설물의 중요도는 동일하다고 보며, 개별시설물별 규모(크기)에 대한 가중치만 고려하는 것으로 한다.

따라서 복합시설물의 종합평가는 각 개별시설물의 종합평가지수(Et1)에 규모에 따른 가중치(S)를 고려하고 앞에서 제시한 [표 10.2]의 종합평가지수에 따른 조정계수(A)를 반영하는 아래 식을 적용하여 복합시설물의 종합평가지수(Et2)를 산출하고 앞의 [표 10.3]를 참조하여 복합시설물에 대한 종합평가 결과를 결정한다.

$$\text{복합시설물의 종합평가지수}(Et2) = \Sigma(Et1 \times P) / \Sigma P$$

여기서, Et1 : 개별시설물의 종합평가지수

P : 조정 값(=A×S)

A : 조정계수

S : 개별시설물별 규모(m³)

다음 [표 10.4]에 토목구조물에 대한 복합시설물의 표준적인 종합평가표 작성 예를 나타내었으며, 기전설비 등도 이의 표에 준하여 작성토록 한다.

[표 10.4] 토목구조물의 복합시설물 종합평가표 예

복합시설물 종합평가표						
복합시설물명	수처리 시설물	복합시설물 규 모	시설용량(Q) = 200,000m ³ /일		표번호	
근거(4단계) 표번호	No. AG-4-1, No. AS-4-1, No. AF-4-1, No. AW-4-1				No. WT-5-1	
개별시설물구분	종합평가 결과	종합평가 지수(Et1)	조정계수 (A)	규 모 (S)	조정값 (P=A ×S)	계산값 (Et1 ×P)
침사지	B	3.75	2	600.0	1,200.0	4,500.0
최초침전지	C	2.63	3	5,040.0	15,120.0	39,765.6
포기조	C	3.39	3	1,080.0	3,240.0	10,983.6
최종침전지	B	4.34	2	1,400.0	2,800.0	12,152.0
합계(Σ)				8,120.0	22,360.0	67,401.2
평가의견						
종합평가 결과	1. 복합시설물의 종합평가지수(Et2) = Σ(Et1×P) / ΣP = 67,401.2/22,360.0 = 3.01 2. 복합시설물의 종합평가 결과 = C					

다. 6단계 평가 : 통합시설물 종합평가표 작성

하수처리장의 통합시설물은 분야별 시설물로서 토목구조물, 기전설비 등을 말하며, 각각의 통합시설물을 구성하는 복합시설물(수처리시설물, 슬러지처리시설물 및 부대시설물 등)에서 문제가 발생하는 경우 해당 통합시설물의 기능성 및 안전성에 미치는 영향도가 차이를 갖는다고 볼 수 있으므로 복합시설물별 중요도에 대한 가중치를 고려하는 것이 필요하다. 따라서 각각의 중요도 합을 100으로 하여 복합시설물별 중요도(W)를 다음 [표 10.5]와 같이 설정하였다.

책임기술자는 통합시설물의 특성에 따라 중요도를 조정할 필요가 있다고 판단될 경우 규정된 값의 $\pm 20\%$ 값 범위 내에서 조정할 수 있다.

[표 10.5] 복합시설물별 중요도(W)

복합시설물 구분	수처리 공정 시설물	슬러지처리 공정 시설물	부대시설물	비 고
중요도(W)	70	20	10	

○ 중요도가 규정되지 않은 추가적인 복합시설물이 있는 경우

그 복합시설물의 중요도를 책임기술자가 판단하여 정하고 기타의 복합시설물들은 규정된 비율대로 배분한다.

○ 중요도는 제시되어 있으나 평가할 수 있는 해당 통합시설물이 없는 경우

그 중요도를 나머지 통합시설물에 배분한다.

통합시설물의 종합평가는 각 복합시설물의 종합평가지수(Et2)에 위의 [표 10.5]에 설정한 복합시설물별 중요도(W)를 고려하고 앞에서 제시한 [표 10.2]의 종합평가지수에 따른 조정계수(A)를 반영하는 아래 식을 적용하여 통합시설물의 종합평가지수(Et3)를 산출한 다음 앞의 [표 10.1]을 참조하여 통합시설물에 대한 종합평가 결과를 결정한다.

$$\text{통합시설물의 종합평가지수(Et3)} = \Sigma(\text{Et2} \times P) / \Sigma P$$

여기서, Et2 : 복합시설물의 종합평가지수

P : 조정 값(=A × W)

A : 조정계수

W : 복합시설물의 중요도

다음 [표 10.6]에 토목구조물에 대한 통합시설물의 표준적인 종합평가표 작성 예를 나타내었으며, 나머지 기전설비 등도 이의 표에 준하여 작성토록 한다.

[표 10.6] 토목구조물의 통합시설물 종합평가표 예

통합시설물 종합평가표						
통합시설물명	토목구조물	통합시설물 규 모	시설용량(Q) = 200,000m ³ /일		표번호	
근거(5단계) 표번호	No. WT-5-1, No. ST-5-1, No. OT-5-1				No. CC-6-1	
복합시설물 구분	종합평가 결과	종합평가 지수(Et2)	조정계수 (A)	중요도 (W)	조정값 (P=A ×W)	계산값 (Et2 ×P)
수처리공정 시설물	C	3.01	3	70	210	632.1
슬러지처리공정 시설물	D	2.39	6	20	120	286.8
부대시설물	A	4.55	1	10	10	45.5
합계(Σ)				100	340	964.4
평가의견						
종합평가 결과	1. 통합시설물(토목구조물) 종합평가지수(Et3) = Σ(Et2×P) / ΣP = 964.4 / 340 = 2. 통합시설물(토목구조물) 종합평가 결과 =					2.84 C

라. 7단계 평가 : 종합시설물 종합평가표 작성

하수처리장의 종합시설물은 평가대상 시설물의 총체를 말하는 것으로 각기 기능과 역할이 다르며, 전체적인 종합시설물에 대한 안전적 측면에서도 영향정도에 차이가 있는 분야별 시설물(통합시설물)의 집합으로 구성된다.

그러므로 평가단계에서 최종적으로 수행하는 종합시설물의 종합평가에서는 각 분야별 시설물(통합시설물)의 중요도를 반영하는 것이 필요함에 따라 아래 [표 10.7]과 같이 통합시설물별 중요도를 정하였으며, 통합시설물별 중요도의 합은 100이 되도록 하였으며, 책임기술자는 통합시설물의 특성에 따라 중요도를 조정할 필요가 있다고 판단될 경우 규정된 값의 ±20%값 범위 내에서 조정할 수 있다.

[표 10.7] 분야별 시설물(통합시설물)의 중요도(W)

통합시설물 구분	토목구조물	기전설비	건축구조물	비 고
중요도(W)	70	15	15	

○ 중요도가 규정되지 않은 추가적인 통합시설물이 있는 경우

그 통합시설물의 중요도를 책임기술자가 판단하여 정하고 기타의 통합시설물들은 규정된 비율대로 배분한다.

- 중요도는 제시되어 있으나 평가할 수 있는 해당 통합시설물이 없는 경우
그 중요도를 나머지 통합시설물에 배분한다.

통합시설물의 종합평가 결과는 상기에서 정한 복합시설물별 중요도(W)와 앞에서 제시한 [표 10.2]의 종합평가지수에 따른 조정계수(A)를 반영하는 아래 식을 적용하여 통합시설물의 종합평가지수(Et4)를 산출하고 앞의 [표 10.1]을 참조하여 결정한다.

$$\text{통합시설물의 종합평가지수}(Et4) = \Sigma(Et3 \times P) / \Sigma P$$

여기서, Et3 : 통합시설물의 종합평가지수

P : 조정 값(=A × W)

A : 조정계수

W : 복합시설물별 중요도

통합시설물의 평가등급 표기는 알파벳 대문자(A, B, C, D, E)를 사용하며, 다음 [표 10.8]에 통합시설물의 표준적인 종합평가표 작성 예를 제시하였다.

[표 10.8] 통합시설물의 종합평가표 예

종합시설물 종합평가표						
종합시설물명	○○하수처리장	종합시설물 규 모	시설용량(Q) = 200,000m³/일			표번호
근거(6단계) 표번호	No. CC-6-1, No. AC-6-1, No. ME-6-1					No. TF-7-1
통합시설물 구분	종합평가 결과	종합평가 지수(Et3)	조정계수 (A)	중요도 (W)	조정값 (P=A ×W)	계산값 (Et3 ×P)
토목구조물	C	2.84	3	70	210	596.4
기전설비	B	4.18	2	15	30	125.4
건축구조물	A	4.76	1	15	15	71.4
합계(Σ)				100	255	793.2
평가의견						
종합평가 결과	1. 통합시설물(관로시설물) 종합평가지수(Et4) = Σ(Et3×P) / ΣP = 793.2 / 255.0 = 2. 통합시설물(관로시설물) 종합평가 결과 =					3.11 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, 사용 제한 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, 발생한 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 발생한 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 평가등급이 낮고, 중요도가 큰 부재 및 시설물 순서로 우선순위를 결정할 수 있다.

12.3 보수·보강 방법¹⁾

12.3.1 보수·보강의 필요성 판단

보수의 필요성은 발생한 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 보수·보강은 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 결함 부위 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)

1) 구조물 기초지반의 일반적인 보수·보강공법

- 그라우팅공법
- 치환공법
- 압성토공법
- 말뚝공법
- 아스팔트 및 점토차수공법
- 쉬트파일(Sheet Pile)공법, 토목섬유공법

2) 콘크리트구조물의 손상에 대한 일반적인 보수·보강공법

- 표면보호공법
- 단면보수공법
- 강판접착공법
- 프리스트레스 도입공법
- 콘크리트 덧붙이기공법

3) 전기설비

- 전기설비의 상태평가에 의해 손상 및 기기불량으로 판단되는 경우
주동력 기기의 정상가동 또는 주전원설비 시스템의 안전 확보를 위해 즉시 교체하도록 하고 경미한 손상에 대해서는 장래 유지보수 계획에 반영하여 보수하도록 한다.

4) 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 (mm)	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 3.0mm 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 유지관리 하는데 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. 외관조사망도
- B. 과업지시서 예시
- C. 사전검토 보고서 예시
- D. 시설물관리대장 입력 요령

부록 A

외관조사망도

A. 외관조사망도

개별부재(부위) 외관조사망도				
조사망번호	부재(부위)명	복합부재명	개별시설물명	표번호
외관조사망도 작성(손상·결함상태 도시 및 주기사항 기록)				
번호	조사항목	조사내용	손상(결함)정도	상태등급
특기사항				
조사일자		조사자		

부록 B

과업지시서 예시

-정밀점검, 정밀안전진단

본 과업지시서 예시는 과업의 제반여건에 따라 변경될 수 있습니다.

정밀안전진단(안전점검) 표준과업지시서

1. 일반조건

1.1 과업명 : ○○하수처리장 정밀안전진단(안전점검)

1.2 과업의 목적

본 과업은 "시설물의 안전관리에 관한 특별법"(이하 "시특법" 이라한다.) 제7조 및 동법 시행령 제9조에 규정에 의거 실시하는 ○○하수처리장의 정밀안전진단(안전점검)으로서 시설물에 대한 물리적·기능적 결함을 발견하고 구조적 안전성 및 손상상태를 조사하여 재해 및 재난을 예방함과 아울러 시설물의 효용증진과 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.3 과업의 범위

1.3.1 시설물명 : ○○하수처리장

1.3.2 관리주체 : ○○시(군)

1.3.3 위 치 : ○○도 ○○시(군) ○○동(면) ○○리

1.3.4 제 원

- 시설용량 : m³/일
- 준공년도 : 년

1.3.5 정밀안전진단(안전점검) 대상시설물의 범위

- 수처리시설물
 - 침사지 및 유입펌프장
 - 유량조정조 및 분배조
 - 최초침전지
 - 포기조
 - 최종침전지
 - 소독조
 - 방류관거 및 방류펌프장 등
- 슬러지처리시설물
 - 농축조
 - 소화조
 - 탈수기동 등
- 부대 및 기타시설물
 - 수처리시설
 - 슬러지처리시설
 - 부대시설물 등

1.4 과업내용

[정밀안전진단]

- 1) 자료수집 및 분석
- 2) 현장조사 및 시험
- 3) 상태평가
- 4) 안전성평가
- 5) 종합평가
- 6) 보수·보강방법 제시
- 7) 보고서 작성

[안전점검]

- 1) 자료수집 및 분석
- 2) 현장조사 및 시험
- 3) 상태평가
- 4) 안전성평가(선택과업 반영 시)
- 5) 보수·보강방법 제시(선택과업 반영 시)
- 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 과업착수 시 제출할 착수신고서와 착수신고서에 포함하여 제출할 서류의 내용과 서식은 다음 각 호와 같다.
 - ㉠ 착수신고서
 - ㉡ 사업수행계획서
 - ㉢ 인력 및 장비 투입계획서
 - ㉣ 세부공정계획서
 - ㉤ 사업책임기술자 선임신고서
 - ㉥ 사업수행 조직표
 - ㉦ 안전관리계획서
 - ㉧ 사전검토 보고서
- 2) 계약상대자는 당해 시설물의 설계도서 등 유지관리 자료와 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 업

무를 진행하여야 한다.

- 4) 설계도서 등의 사전검토 보고서와 과업수행계획서에 관한 일체의 서류는 정밀 안전진단(안전점검) 실시결과 보고서에 수록하여야 한다.
- 5) 계약상대자는 상기 1.6.1항의 착수신고 서류 ○부를 관리주체에 제출하여야 한다.

1.6.2 공정보고

계약상대자는 과업수행기간 중 다음사항을 포함한 월간진도보고를 매월 말일을 기준으로 하여 다음달 5일까지 책임기술자의 확인을 받아 관리주체에 제출하여야 한다.

- 1) 과업추진내용 및 공정현황
- 2) 과업수행 상 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 자는 안전은 물론 공공의 안전을 위하여 진단측정장비 및 기기 등을 안전하게 운용하고 작업을 안전하게 수행하도록 안전관리계획을 수립하여야 한다.

1.8.2 정밀안전진단(안전점검) 종사자의 안전

- 1) 정밀안전진단(안전점검)을 실시하는 자는 안전모, 작업복, 작업화와 필요한 경우 청각, 시각 및 안면 보호장비 등을 포함한 개인용 보호장구를 항상 착용하여야 하며 진단(점검)측정장비 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 정밀안전진단(안전점검) 실시기간 동안 교통통제와 작업공간 확보를 위하여 적절한 계획을 수립 시행하여야 한다.

1.9 용어의 해석

과업지시서상의 용어해석에 차이가 있을 경우에는 관리주체와 계약상대자가 상호 협의하여 결정한다.

2. 정밀안전진단(안전점검) 계획 및 세부사항

2.1 정밀안전진단(안전점검) 계획

2.1.1 일 반

진단(점검)계획은 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 진단(점검)계획 수립

예비조사 시 수집된 자료의 검토 후 진단(점검)계획을 수립하며 다음 사항이 포함되어야 한다.

- 1) 조사범위 및 항목결정
 - 각 분야별 조사범위와 세부항목을 전체 진단(점검)계획에 맞추어 결정
 - 책임기술자가 필요하다고 판단되는 경우 별도조사항목 포함
- 2) 기존 진단(점검)자료 검토
 - 기 발견된 결함의 확인을 위해 검토
- 3) 분야별 소요인원 및 구성
 - 분야별 총 소요인원을 판단하여 가용인력을 판단, 투입계획수립
- 4) 재료시험 실시에 대한 적정성여부 판단
- 5) 진단(점검)기간 및 계획된 작업시간 예측
- 6) 진단(점검)범위 및 안전성에 대한 판단
- 7) 진단(점검)장비 선정
 - 재료시험에 대한 장비, 측량장비, 토질·기계·전기 등의 시험장비를 준비할 때에는 분야별 세부조사항목에 부합되는 장비를 준비한다.
 - 접근장비는 육안조사 및 진단(점검)장비에 의한 측정이 가능하도록 사다리, 고무보트, 램프, 잠수장비(수중카메라), 리프트카, 비계, 보조등반장비 등을 준비한다.
 - 이러한 장비선정 시에 다음 항목을 고려한다.
 - ① 접근장비를 안전하게 지지하는지 여부
 - ② 장비위치에 따른 교통통제 필요성
 - ③ 장비설치에 따른 지장물 존재여부

8) 접근방법 결정

- 수처리 및 슬러지처리 시설물은 항시 물과 접촉하는 시설물이므로 안전을 최우선으로 하는 접근방법을 선정하고 구조물의 수중부위 조사에 보트를 이용할 경우에는 구멍의 착용 등 안전에 유의하며 잠수부를 이용하는 방법을 강구한다.
- 권양기실 하부 등의 조사는 비계, 리프트카, 사다리 설치 등 현장여건에 따라 안전을 고려해 최선의 방법을 선택한다.

9) 점검종사자 안전

- 진단(점검)업무 및 접근방법과 관련하여 점검자는 안전사고 예방에 유의한다.

10) 기타 점검자와 관리주체가 필요하다고 판단되는 사항

2.1.3 과업수행 적용 기준

본 과업은 다음의 현행 규정 및 지침에 의거하여 제반사항을 성실히 이행하여야 한다.

- 1) 시설물의 안전관리에 관한 특별법, 시행령, 시행규칙
- 2) 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 지침
- 3) 콘크리트 구조설계기준
- 4) 콘크리트 표준시방서
- 5) 하수도 시설기준
- 6) 하수도 유지관리지침
- 7) 「산업표준화법」에 의한 한국산업규격(KS)
- 8) 국토해양부 발행 각종 관련 표준시방서
- 9) 기타 관련기준 등

2.2 진단(점검)실시 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) 준공·설계도서

시설물의 준공도서로서 종·평면도, 단면도, 구조물도, 시공상세도, 구조계산서, 수리계산서, 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 각종 손상에 대하여 충분히 이해한 후 현장조사에 임한다.
- 2) 현장조사는 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단지침(세부지침, 하수처리장편)에 의해 실시하며 대상 구조물에 대한 상세외관조사 및 현장시험을 실시하여 부위(망)별, 부재별로 상태평가에 활용한다.
- 3) 상세외관조사 시 주요결함이 발견될 경우 이에 대한 안전성 검토를 실시한다.

2.2.3 세부시설별 조사내용 및 유의사항

※ 정밀안전진단(안전점검) 대상시설물의 범위와 기본과업 및 선택과업 구분에 따라 당해 시설물에 해당하는 조사내용 및 유의사항을 선택하여 명시함.

1) 토목구조물

조 사 항 목	조 사 내 용	비 고
침하 / 부상	○ 구조물의 침하나, 부상 정도	
경 사	○ 구조물의 경사 정도	
활 동	○ 구조물의 활동 정도	
기 초 세 굴	○ 구조물 기초의 세굴 정도	
콘크리트 균열	○ 수밀성 콘크리트의 허용균열폭 ○ 균열 폭 및 면적율	
콘크리트 박리	○ 박리의 깊이 및 면적	
콘크리트 박락/충분리	○ 박락 / 충분리의 깊이 및 면적	
철 근 노 출	○ 철근노출 면적	
누 수	○ 누수흔적 및 진행정도	•콘크리트 부재 •신축이음 부위
백 태	○ 백태 발생 면적율	
콘크리트 파손	○ 콘크리트 파손 깊이 및 면적율	
신축이음 탈락 / 열화	○ 신축이음 탈락 및 열화 정도	

2) 강 구조물

조 사 항 목	조 사 내 용	비 고
강 재 부 식	○ 부식의 정도에 따른 발생 면적율	
피 로 균 열	○ 피로균열 발생원인 ○ 부재의 종류와 피로균열 발생 정도	
변형 / 변위	○ 변형 및 변위 정도	
도 장 손 상	○ 변색, 부풀림, 탈락 등 도장상태	

3) 기전설비

○ 펌프설비

조 사 항 목	조 사 내 용	비 고
펌프베드 기초불량	○ 기초볼트 이완 및 그라우팅 훼손	
진동 과다 발생	○ 펌프 및 전동기의 진동	
소음 과다 발생	○ 펌프 및 전동기의 소음	

○ 장내 배관

조 사 항 목	조 사 내 용	비 고
관체의 손상	○ 부식, 도장탈락 및 누수 등의 손상정도	
관연결부 손상	○ 드레서형 신축관의 연결부의 설치편각 ○ 관연결부의 부식, 누수 및 도장상태	
밸브 손상	○ 밸브본체, 연결플랜지부, 축봉부 등의 외관 및 작동상태 등	

○ 전기설비

손상 및 결함		평 가 항 목	비 고
점검대상	대상기기		
고·저압 펌프 모터설비	· 현장제어반 및 기동반 · 펌프모터(전동기)	· 손상 및 파손유무 · 절연·접지상태 · 작동상태	· 상세육안점검 · 절연 및 접지저항측정 · 작동상태점검 (전압, 운전전류, 소비전력, 역률 등) · 열화상 진단

4) 기타 및 유의사항

- 수처리 및 슬러지처리 시설물에 대한 진단(점검)은 가능한 1지씩 지내 배수를 하여 조사하는 것을 원칙으로 하되 양압력에 의한 구조물의 부상, 부등침하 등에 대비하여 지하수위 등 충분한 예비현장조사를 한 후 진단(점검)에 임한다.
- 콘크리트 및 강재 구조물에 대한 노후화를 진단(점검)하기 위하여 구조물의 균열, 박리, 층분리, 박락, 백태, 누수, 철근부식 등 손상상태를 육안정밀조사하고 손상부위에 대한 설명과 개략도를 포함한 간단한 입체단면도와 평면도에 손상의 형태와 치수를 기록 정리한다.
- 노출된 콘크리트 구조물의 취약부위에 대하여 중점적으로 비파괴시험을 실시하여 구조물의 손상과 노후도의 상태를 검사한다.
- 콘크리트 구조물에 도장 또는 도막을 한 경우에는 도막상태를 조사한다.

- 구조물의 기체가동 시 진동에 의한 균열 등의 발생여부를 조사한다.
- 수문, 권양기, 스크린, 크레인 또는 호이스트 등의 강재 구조물은 도장, 도막, 균열 및 부식상태를 검사한다.
- 홍수 등 갑작스런 유입수량 증가에 따른 침사지 침수를 방지하기 위한 긴급 차단게이트의 이상여부를 검사한다.
- 침수예방을 위한 Level Gauge의 부식 및 작동상태를 조사한다.
- 시설물의 부등침하 또는 양압력 등에 의한 균열현상 등 및 아래와 같은 중대한 결함이 발견될 시는 영 제12조에 의거 관리주체에게 지체 없이 통보하고 정밀안전진단 여부 등을 판단한다.
 - 기둥, 보 또는 내력벽의 내력상실
 - 조립식 구조체의 연결부실로 인한 내력상실
 - 주요구조부재의 과도한 변형 및 균열심화
 - 지반침하 및 이로 인한 활동적인 균열
 - 누수, 부식 등에 의한 구조물의 기능상실
- 정보장치 및 중화장치가 자동적으로 작동하는 가를 점검한다.
- 중화장치에 필요한 가성소다 등 약품의 비치여부를 확인한다.
- 재료의 강도, 상태, 구조부재의 평가 및 외관조사결과를 확인하기 위하여 필요한 비파괴시험을 실시하고 시험보고서를 작성한다.
- 외관조사 결과 외관상으로 노후도가 상당히 진행된 강재에 대한 재료시험은 「지침」에 따라 실시하며 강재의 부식도, 실(Seal)두께 추정치, 용접(접합) 부위의 결함상태 등에 대한 강재 비파괴현장시험에 의해 실시하고 시험결과를 기록·정리한다.
- 각 시설물의 전체에 대하여 조사망(Matrix)을 구성하여 각 부재별·부위별 결함의 종류, 노후화의 형태, 크기, 양, 심각한 정도 등을 기록·정리한다.
- 각종 배관에 대한 이음부위 상태와 관체의 부식 및 노후정도, 도장상태, 누수 등의 배관손상 대한 조사를 실시한다.
- 펌프 및 염소해설비에 대한 외관검사 및 작동상태, 소음, 진동에 대해 조사한다.
- 펌프토출 측에 수격압방지시설이 있는 경우는 시설의 정상작동 여부 및 외관검사를 통하여 시설의 노후도, 부식도 등을 검사한다.
- 배수펌프의 설치 유무를 점검한다.
- 크레인 또는 호이스트의 레일, 지지기둥, 로프 등의 손상상태를 점검한다.
- 필요하다고 판단될 경우 현장시험을 실시하여 기계·전기설비의 손상상태와 노후도 상태를 평가하고 시험보고서를 작성한다.
- 관리동, 유입펌프장 및 송풍기동 등의 건축물에 대한 점검은 건축 및 지하구조분야 기술자가 실시하며 건축물 또는 지하구조물의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침에 따른다.
- 하수처리장 시설물의 안전에 직접 영향을 미치는 부대 및 기타 시설물은 관리주체와 협의하여 필요하다고 판단되는 경우에는 진단(점검)을 실시한다.
- 펌프의 소음측정은 펌프의 작동시험을 시행하여 펌프의 부하측, 반부하측 및 모터 반부하측을 기준으로 수평거리 1m에서 측정한다.

- 배관 등의 진동측정은 펌프의 작동시험을 시행하여 기기의 진동측정 회수는 펌프의 부하측 및 반부하측을 수직, 수평, 축방향에 대하여 측정한다.
- 각종 배관 중 부식발생 우려가 높거나 관 내압이 크게 작용하는 배관에 대해서는 관의 두께가 소요두께 이상을 확보하고 있는지를 확인하기 위한 배관두께(초음파 탐상)를 측정한다.
- 크레인 및 호이스트 등의 권양와이어의 단면감소와 소선절단 상태를 조사한다.
- 염소 저장·중화 장치 및 배관, 가스 포집·저장·공급 장치 및 배관 등의 가스누출 여부를 검사한다.
- 각종 기기의 작동시험을 실시하여야 할 주요 기기로는 각종 펌프·밸브, 긴급차단게이트, 방류수문, 염소중화정보장치, 가스밸브, 크레인 및 호이스트 등으로서 이들의 기기에 대한 작동시험을 실시한다.

2.2.4 선택과업

선택과업은 과업수행 전 계약상대자와 합동으로 실시한 사전조사 결과에 따라 조사항목을 선정하며 과업수행 중에 발생하는 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 정밀안전진단(안전점검)을 실시한 자는 외관조사 결과를 정밀안전진단(안전점검)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 정밀안전진단(안전점검) 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 계산 기록을 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·보강조치 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 선정 시 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, 진단(점검) 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.

5) 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.

6) 유지관리 방안 제시(선택과업)

시설물을 안전하고 경제적으로 유지관리 하는데 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 작성 방법은 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)
- 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 관련 자료를 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 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·보강 시 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
- 유지관리 시 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 (사전검토 보고서, 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)
- 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 관련 자료를 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 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·보강 시 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 제 11장에서 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, 시공 시 주의사항 등
- 당해 시설물의 유지관리를 위한 요령, 대책 등

시설물을 안전하고 경제적으로 유지관리 하는데 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
- 유지관리 시 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 (사전검토 보고서, 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 : ○○하수처리장 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 : ○○하수처리장

3.2 위 치 : ○○도 ○○시(군) ○○동(면) ○○리

4. 사전검토 내용

4.1 정밀안전진단(안전점검) 대상시설물의 범위

구 분	시설물명	지침 및 세부지침 상 점검 및 진단 실시범위			금회 실시범위	선택 또는 제외 사유
		정기 점검	정밀 점검	정밀 안전진단		
기본 시설물	◦ 수처리시설물	○	○	○	○	
	◦ 슬러지처리시설물	○	○	○	○	
	◦ 기계·전기설비	○	○	○	○	
부대 시설물	◦ 관리동 등 건축물	○			○	관리동이 시특별상 1종시설물에 해당
	◦ 옹벽	○				
	◦ 절·성토사면	○			○	
	◦ 장내 관거	○				
	◦ 장내 교량	○				
기타 시설물	◦ 방호시설	○				

4.2 정밀안전진단(안전점검) 유지관리자료 보유 현황 검토

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계도서	◦ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질조사 보고서 - 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 ◦ 하수처리 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	○작동	
현장조사 및 시험	- 외관조사 및 외관조사망도 작성 - 간단한 현장 재료시험 등 - 콘크리트 비파괴강도(반발경도시험) - 콘크리트 탄산화 깊이 측정	○콘크리트 시험 -반발경도시험 -탄산화시험 -균열깊이 조사 ○척근탐사시험	
상태평가	- 외관조사 결과분석 - 재료시험 결과 분석 - 대상 시설물(부재)에 대한 상태평가 - 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임 기술자의 소견 (안전등급 지정)	○작동	
안전성평가	-		
보수·보강 방법	-		
보고서작성	•CAD 도면 작성 등 보고서 작성	○작동	
과업항목	지침상 선택과업	금회 과업 내용	비용 반영
자료수집 및 분석	- 구조·수리계산(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 - 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성 평가 등에 필요한 조사시험	○콘크리트 시험 - 코어채취 - 연하물측유량 - 실내시험 등 ○강제조사·시험 - 도막두께측정	○ ○ ○ ○
상태평가	-		
안전성평가	- 필요한 부위의 구조·수리해석 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	○작동
현장조사 및 시험	•전체부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 ○현장 재료시험 등 - 콘크리트 시험 : 비파괴강도(반발경도시험, 초음파전달 속도시험 등), 탄산화 깊이측정, 염화물함유량시험 - 강재 시험 : 강재 비파괴시험 ○기계·전기설비 및 계측시설의 작동 유무	○전체부재 외관조사 및 외관조사망도 작성 ○콘크리트 시험 -반발경도시험 -초음파전달속도시험 -탄산화시험 -균열깊이 조사 ○척근탐사시험 ○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	○작동
안전성평가	•조사, 시험, 측정결과의 분석 •기존의 구조계산서 또는 안전성 평가자료 검토·분석 •내하력 및 구조 안전성평가 •시설물의 안전성평가 결과에 대한 소견	○작동
종합평가	•시설물의 종합평가 결과에 대한 소견 •안전등급 지정	○작동
보수·보강 방법	•보수·보강 방법 제시	○작동
보고서작성	•CAD 도면 작성 등 보고서 작성	○작동

[표 1.2] 정밀안전진단일 경우(계속)

과업항목	지침상 선택과업	금회 과업 내용	비용 반영
자료수집 및 분석	•구조·수리계산(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 체체 시추조사 •수리·수격압 조사 •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 추가요구 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 용접부위 조사 -초음파두께측정 -자분탐상	○ ○ ○ ○ × × ○
안전성평가	•구조·수리해석 •구조안전성 평가 등 전문기술을 요하는 경우의 전문가 자문 •내진성능 평가 및 사용성 평가 •임시 고정하중에 대한 안전성평가	○구조적 안전성평가 ○구조물 내진성능평가	× ×
보수·보강 방법	•내진보강 방안 제시 •시설물 유지관리 방안 제시	○구조물 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
	기 준 수 량	산출수량		
반발경도 시험	대상시설물수 × 2개소			
탄산화깊이 측정	대상시설물수 × 1개소			
균열깊이 조사	책임기술자 판단에 의해 기준수량 결정			
가스누출	점검기간 중 1회 이상			

[표 2.2] 정밀안전진단의 경우

구 분	세부지침 기준		금회 수량	비고
	기 준 수 량	산출수량		
반발경도 시험	대상시설물수 × 6개소			
초음파전달 속도시험	대상시설물수 × 6개소			
철근탐사 시험	대상시설물수 × 부재별 대표부재 수 × 1개소			
탄산화깊이 측정	대상시설물수 × 1개소			
철근부식도 시험	책임기술자 판단에 의해 기준수량 결정			
균열깊이 조사	책임기술자 판단에 의해 기준수량 결정			
강재초음파 두께측정	책임기술자 판단에 의해 기준수량 결정			
가스누출	진단기간 중 1회 이상			
각종 기기 작동시험	진단기간 중 1회 이상			

4.5 기타 사항

5. 결론

[정밀점검의 경우 예시]

과업지시서와 용역설계서 검토결과, 정밀점검의 범위, 유지관리자료, 과업범위, 기본과업의 재현시험수량은 모두 지친, 세부지침과 부합됨.

[정밀안전진단의 경우 예시]

과업지시서와 용역설계서 검토결과, 정밀안전진단의 범위, 유지관리자료, 기본과업의 재현시험수량은 지친, 세부지침과 부합됨.

다만, 정밀안전진단 과업범위 중 아래와 같이 일부 항목에 대한 비용이 반영되지 않아 보완이 필요함

- 현장조사 및 시험
 - 기계·전기설비조사
 - 계측기 상태조사
- 안전성평가
 - 구조적 안전성
 - 구조물 내진성능평가
- 보수·보강방법
 - 구조물 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 >

http://www.fms.or.kr - 시설물정보관리종합시스템(FMS) - Microsoft Internet Explorer

파일(E) 편집(E) 보기(V) 출력(A) 도구(I) 도움말(H)

뒤로 ↶ ↷ 새로고침 ↻ 검색 🔍 즐겨찾기 ☆ 📧 📎 📧 📧 📧 📧

KOR http://www.fms.or.kr/index.jsp

HOME | SITE MAP | HELP | LOG OUT

시설물정보관리

통합시스템 FMS

시설물관리 | 설계도서 | 관련업계 | 기술정보 | 현황 및 통계 | 전자결재 | 커뮤니티 | 사용자관리

① 시설물찾기 | 메뉴보기

② 시설물관리대장 목록

- 시설물관리대장 목록
- 시설물관리대장 입력
- 시설물관리대장 출력

③ 시설물 변경

- 관리주체 변경

④ 시설물 열거/비대상 변경

⑤ 유지관리계획/실적보고

- 계획/실적보고 입력
- 송인요청(목록)

⑥ 시설물비용정보

- 시설물비용정보 분석
- 점검진단도래시기통보

⑦ 점검진단대개산정

② (대표)시설물관리대장

대표시설물은 역사의 경계와 무관한 도시철도 터널 전체구간을 의미합니다. (예, 대표시설물-00도시철도터널, 개별시설물-00역사,00터널)
 대표시설물 기본현황에 입력된 내용은 개별시설물의 관리대장 기본현황에 자동으로 반영되어 정니다.

③ 도시철도 터널/역사

등록

(대표)시설물명	하기	주소	주소하기	관리주체	소유자
공단교		경기도 고양시 일산서구 대화동 한국시설안전공단 231		가좌현대3차아파트	공단
준공(사용승인)일	하차담보책임만료일	설계기간	설계자(회사명)	공사기간	
2009 년 01 월 01 일	2019 년 01 월 01 일	2007 년 01 월 01 일 2007 년 06 월 06 일	한국시설안전공단	2007 년 06 월 06 일 2008 년 12 월 31 일	
시공자	하기	감리기간	공사발주자	하기	공사명
한국시설안전공단		2007 년 03 월 06 일 2008 년 12 월 31 일	한국시설안전공단		한국시설안전공단
공사감독관리관	감리대상여부(사유입력)	예 ☒ 아니오 ☐			편입일
공단	--선택--				년 월 일
비고					

☞ 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 **등록** 클릭
→ 화면 하단으로 개별시설물 현황이 나타남.

< 개별시설물 현황 입력 화면 >

시설물정보관리 종합시스템 FMS

HOME | SITE MAP | HELP | ADMIN MENU | LOG OUT

시설물관리 | 설계도서 | 관련업계 | 기술정보 | 현황 및 통계 | 전자질재 | 커뮤니티 | 사용자관리

시설물찾기 | 메뉴보기

(대표)시설물관리대장 수도

▶ 대표시설물은 계통을 기준으로 토목/건축구조물을 포함한 개념을 의미합니다. (예 대표시설물: OO상수도, 개별시설물: 정수장, 취수정)
 ▶ 대표시설물 기본현황을 수정하셔도 이미 입력된 개별시설물 관리대장의 내용은 변경되지 않습니다.

[수정] [삭제] [출력]

(대표)시설물명	주소	주소찾기	관리주체	소유자
공업, 상수도시설물	대전광역시 대덕구 대화동 2311		공단운영자	공단
준공(사용승인)일	하자담보책임만료일	설계기간	설계자(회사명)	공사기간
1999년 01월 01일	2008년 01월 01일	1998년 01월 01일 1998년 09월 01일	공단	2000년 01월 01일 2003년 01월 01일
시공자	감리기간	감리자(책임감리원)	공사발주자	공사명
공단		공단	공단	공단
공사감독관리관	감리대상여부(사유입력)	예 ☐ 아니오 ☐		편입일
	==선택==			
비고				

개별시설물 현황 [추가] [삭제] [저장]

상수도명	종류	종별	시설용량(m³/일)			작성자	승인상태	
			취수시설	취수장	정수장			
공업, 상수도시설물공단상	Go	공업용수도	1종	100	200	300		미승인

개별시설물 현황 입력 순서

- ④ 화면 우측하단의 **추가** 를 클릭
→ 개별시설물 현황 입력화면 생성
- ⑤ 생성된 개별시설물 현황의 화면(점선 박스)에서 관련내용 입력
- ⑥ 입력완료 후 화면 우측하단 **저장** 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		노 선	관리주체	관리주체구분	소유자
				공공/민간	
준공(사용승인)일	하자담보 책임만료일	상세제원	관리주체의 설계도서 보존	설계도서사본 공단제출	감리보고서 공단제출
'00. 00.00	'00. 00.00	유/무			
설계기간		설계사 (회사명)	공사기간		시공자 (회사명)
'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	시설물의안전관리 에관한특별법	영10조대상	예/아니오
전경사진			정·측면,기타사진		

2. 상세제원

시설물명		처리구역		처리용량					
				일평균		일최대		시간최대	
				m³/일		m³/일		m³/h	
처리방식	1차 처리			2차(고도) 처리			3차(슬러지) 처리		
유입수질					방류수질				
BOD	COD	SS	T-N	T-P	BOD	COD	SS	T-N	T-P
mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
하수 관거시설	관중			관경(mm)		연장(km)		기타시설	
수처리 시설	침사지			유입펌프장		최초침전지		포기조	
	W(m)×L(m)×H(m)×지수			W × L × H × 지수		W × L × H × 지수		W × L × H × 지수	
	최종침전지			고도처리시설		기타시설			
	W × L × H × 지수			W × L × H × 지수		W × L × H × 지수			
슬러지 처리시설	농축조		소화조		탈수시설		최종처분 방법	기타시설	
	탈수방법		대수						
D×H×조수		D×H×조수							
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.)

	시설물 번호
예) :	ST 2002-0000001

👁 관리번호(관리주체)

- 관리주체에서 시설물관리를 위해 사용하고 있는 시설물 관리번호
→ 해당 시설물관리대장 표지의 관리번호와 같아야 하며, 없는 경우 생략

	관리주체 관리번호
예) :	공주하수-12

👁 시설물명

- 시설물명을 입력 (관리주체 관리대장의 시설물명과 같아야 함)
→ 상세제원별로 하수처리장을 관리할 경우에 상세제원 서식만을 별도로 복사하여 활용하면 편리함.

	시설물명
예) :	공주시하수종말처리장

👁 시설물분류

- 시설물분류에서 해당 시설물을 체크(입력)
→ 시설물종별, 시설물구분, 시설물종류 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	1234-5번지

👁 노선

- 하수처리장의 경우 배출 하천명을 입력

예) :	노선
	금강

👁 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
	△△북도 ○○시

☞ 준공(사용승인)일

- 준공(사용승인)일의 연-월-일을 입력

	준공(사용승인)일
예) :	2002-03-10

☞ 하자담보책임만료일

- “건설산업기본법”, “주택건설촉진법” 등 관계법령에 의한 하자담보책임 또는 하자보수만료일을 입력

	하자담보책임만료일
예) :	2007-03-10

☞ 상세제원

- 시설물관리대장에서 “상세제원” 서식이 작성되어 있는지 유무를 자동으로 생성
→ 반드시 상세제원을 입력하여야 “유”에 체크됨.

	상세제원
예) :	☒ 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.

	관리주체의 설계도서 보존
예) :	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.

	설계도서사본 공단제출	감리보고서 공단제출	안전점검보고서 공단제출
예) :	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
	○○하수처리시설건설공사

☞ 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(중축)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

- 시설물명 입력 (기본현황 입력과 같음)

☞ 처리구역

- 하수처리장의 처리구역명을 입력

☞ 처리용량

- 일평균 (단위 : $\text{m}^3/\text{일}$) : 하수처리장의 일평균 처리용량을 입력
- 일최대 (단위 : $\text{m}^3/\text{일}$) : 하수처리장의 일최대 처리용량을 입력
- 시간최대 (단위 : m^3/h) : 하수처리장의 시간최대 처리용량을 입력

☞ 처리방식

- 1차 처리 : 해당 처리방식을 선택하여 체크(입력)
- 2차(고도) 처리 : 해당 처리방식을 선택하여 체크(입력)
- 3차(슬러지) 처리 : 해당 처리방식을 선택하여 체크(입력)

☞ 유입수질

- BOD (단위 : mg/ℓ) : 하수처리장 유입수의 BOD를 입력
- COD (단위 : mg/ℓ) : 하수처리장 유입수의 COD를 입력
- SS (단위 : mg/ℓ) : 하수처리장 유입수의 SS를 입력
- T-N (단위 : mg/ℓ) : 하수처리장 유입수의 T-N을 입력
- T-P (단위 : mg/ℓ) : 하수처리장 유입수의 T-P를 입력

☞ 방류수질

- BOD (단위 : mg/ℓ) : 하수처리장 방류수의 BOD를 입력
- COD (단위 : mg/ℓ) : 하수처리장 방류수의 COD를 입력
- SS (단위 : mg/ℓ) : 하수처리장 방류수의 SS를 입력
- T-N (단위 : mg/ℓ) : 하수처리장 방류수의 T-N을 입력
- T-P (단위 : mg/ℓ) : 하수처리장 방류수의 T-P를 입력

☞ 하수 관거시설 : 차집

- 관종 : 관거시설의 관종을 선택하여 체크(입력)
- 관경 (단위 : mm) : 관거시설의 관종별 관경을 입력
- 연장 (단위 : km) : 관거시설의 관종별 연장을 입력

☞ 수처리시설

- 침사지 (단위 m) : 침사지의 폭(W) × 길이(L) × 유효수심(H) × 지수 입력
- 유입펌프장 (단위 m) : 유입펌프장의 폭(W)×길이(L)×유효수심(H)×지수 입력
- 최초침전지 (단위 m) : 최초침전지의 폭(W)×길이(L)×유효수심(H)×지수 입력
- 포기조 (단위 m) : 포기조의 폭(W) × 길이(L) × 유효수심(H) × 지수 입력
- 최종침전지 (단위 m) : 최종침전지의 폭(W)×길이(L)×유효수심(H)×지수 입력
- 고도처리시설 (단위 m) : 고도처리시설의 폭(W)×길이(L)×유효수심(H)×지수(조) 제원을 입력
- 기타 시설 : 기타 수처리시설의 제원을 입력

☞ 슬러지처리시설

- 농축조 (단위 m) : 슬러지 농축조의 직경(D)×유효수심(H)×조수를 입력
- 소화조 (단위 m) : 슬러지 소화조의 직경(D)×유효수심(H)×조수를 입력
- 탈수시설 : 탈수시설의 해당 탈수방법을 선택하여 체크(입력), 대수는 입력
- 최종처분방법 : 발생 슬러지의 최종처분방법(소각, 매립 등)을 선택하여 체크(입력)
- 기타시설 : 기타 슬러지처리시설의 제원을 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(하수처리장)

승인 국토해양부 시설안전과
발행 한국시설안전공단

1996년 3월 일 초판
2000년 9월 일 개정
2003년 12월 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.