

용 벽

**안전점검 및 정밀안전진단**

**세 부 지 침**

2003. 7.

건 설 교 통 부  
 한국시설안전기술공단

이 책자는 시설물의 안전관리에 관한 특별법 제13조 및 같은법 시행령 제13조의 규정에 의하여 제정한 안전점검 및 정밀안전지단 지침(건설교통부 고시, 2003-170호, '03. 6. 30)의 시행을 위하여 세부지침을 정한 것으로 점검 및 진단 종사자는 본 세부지침에 따라 실시하되, 개별 시설물의 특성 및 제반여건 등을 고려하여 적절히 응용 실시할 수 있습니다.

# 목 차

제 1 장 총 칙 .....	1
1.1 목적 .....	1
1.2 적용범위 .....	1
1.3 용어의 정의 .....	1
1.4 안전관리 업무흐름 .....	2
제 2 장 관리일반 .....	3
2.1 일반 .....	3
2.1.1 점검 및 진단 실시 .....	3
2.1.2 점검 및 진단시 안전에 관한 사항 .....	3
2.2 관리에 필요한 자료 .....	5
2.2.1 설계 및 준공 관련도서 .....	5
2.2.2 사진 .....	5
2.2.3 품질관리 관련자료 .....	5
2.2.4 보수·보강 이력 .....	6
2.2.5 사고기록 .....	6
2.2.6 점검 및 진단시 필요사항 .....	6
2.2.7 시설물관리대장 .....	6
2.2.8 계측기록 .....	6
2.2.9 용벽 운영기록 .....	6
2.2.10 기타 .....	6
2.3 점검 및 진단 자료 .....	6
2.3.1 일반사항 .....	6
2.3.2 점검 및 진단자료 갱신 .....	7
2.3.3 관리대장 등 .....	7
2.4 상태 및 안전성 평가자료 .....	7
2.4.1 상태 평가자료 .....	7
2.4.2 안전성 평가자료 .....	7
2.4.3 종합 평가자료 .....	7

2.4.4	계측결과 자료 .....	8
2.4.5	변화된 상태에 따른 안전성 재평가 .....	9
<b>제 3 장</b>	<b>안전점검 .....</b>	<b>10</b>
3.1	일반 .....	10
3.2	점검종류 .....	12
3.2.1	정기점검 .....	12
3.2.2	정밀점검 .....	12
3.2.3	긴급점검 .....	13
3.3	점검계획 및 방법 .....	13
3.3.1	고려사항 .....	13
3.3.2	점검계획 .....	14
3.3.3	점검방법 .....	14
3.4	상태평가 .....	17
3.5	안전성평가 .....	17
3.6	종합평가 .....	17
3.7	점검 보고서 .....	17
<b>제 4 장</b>	<b>정밀안전진단 .....</b>	<b>20</b>
4.1	일반 .....	20
4.2	진단계획 및 방법 .....	20
4.2.1	고려사항 .....	20
4.2.2	진단내용 .....	22
4.2.3	진단계획 .....	22
4.2.4	진단방법 .....	22
4.3	상태평가 .....	25
4.4	안전성평가 .....	25
4.5	종합평가 .....	25
4.6	진단보고서 .....	26
<b>제 5 장</b>	<b>조사·시험항목 및 수량 .....</b>	<b>29</b>
5.1	일반 .....	29

5.2 조사·시험항목 및 수량기준 .....	29
5.2.1 조사·시험항목 선정 .....	29
5.2.2 조사·시험수량 결정 .....	30
5.2.3 조사·시험항목별 최소 조사수량기준 요약 .....	41
<b>제 6 장 상태평가 기준 및 절차 .....</b>	<b>44</b>
6.1 일반 .....	44
6.2 상태평가 기준 .....	44
6.2.1 용벽분류 .....	44
6.2.2 상태평가 항목 .....	44
6.2.3 상태평가 기준 .....	46
6.3 상태평가등급 산정절차 .....	63
6.3.1 상태평가등급 산정 .....	63
6.3.2 상태평가등급 산정예시 .....	64
<b>제 7 장 안전성평가 기준 및 절차 .....</b>	<b>65</b>
7.1 일반 .....	65
7.2 안전성평가 기준 .....	66
7.3 안전성평가등급 산정절차 .....	66
7.3.1 안전성평가등급 산정 .....	66
7.3.2 안전성평가등급 산정 예시 .....	68
<b>제 8 장 종합평가 기준 및 절차 .....</b>	<b>69</b>
8.1 일반 .....	69
8.2 종합평가 기준 .....	69
8.3 종합평가등급 산정절차 .....	70
8.3.1 종합평가등급 산정 .....	70
8.3.2 종합평가등급 산정예시 .....	71
<b>제 9 장 보수·보강방법 .....</b>	<b>72</b>
9.1 일반 .....	72
9.2 보수·보강 .....	72
9.2.1 보수·보강의 필요성 .....	72

9.2.2 보수·보장의 수준 .....	72
9.2.3 보수·보강공법의 선정 .....	73
9.2.4 보수·보장의 우선순위 .....	78

**부 록**

I 표준서식 .....	79
II 평가등급 산정표 .....	91
III 각종시험 .....	93

## 표 목 차

<표 2.4-1> 진단항목별 계측내용 .....	9
<표 4.2-1> 옹벽의 일반적인 사전조사 항목 .....	23
<표 4.2-2> 옹벽의 일반적인 정밀안전진단 항목 및 방법 .....	24
<표 5.2-1> 옹벽의 정밀점검 및 정밀안전진단시 내구성 조사항목 .....	30
<표 5.3-1> 옹벽안전점검(정밀점검) 및 정밀안전진단시 조사항목별 최소수량기준 요약표	42
<표 6.2-1> 옹벽 재료형식별 상태평가 항목 .....	45
<표 6.2-2> 개비온 옹벽 상태평가 기준 .....	49
<표 6.2-3> 콘크리트옹벽의 상태평가 기준 .....	50
<표 6.2-4> 보강토옹벽 및 석축 상태평가 기준 .....	51
<표 6.2-5> 침하의 상태평가 기준(콘크리트옹벽, 석축) .....	52
<표 6.2-6> 계획선형 오차(전도/경사)의 상태평가 기준(콘크리트옹벽, 석축) .....	52
<표 6.2-7> 활동의 상태평가 기준(공통적용) .....	53
<표 6.2-8> 파손 및 손상, 재료분리의 상태평가 기준 .....	53
<표 6.2-9> 기초부 세굴 상태평가 기준(공통적용) .....	54
<표 6.2-10> 마모/침식의 상태평가 기준 .....	55
<표 6.2-11> 박락 및 층분리의 상태평가 기준 .....	55
<표 6.2-12> 박리의 상태평가 기준 .....	55
<표 6.2-13> 염화물 상태평가 기준 .....	55
<표 6.2-14> 균열의 상태평가 기준 .....	56
<표 6.2-15> 백태 상태평가 기준 .....	56
<표 6.2-16> 중성화 상태평가 기준 .....	57
<표 6.2-17> 철근노출의 상태평가 기준 .....	57
<표 6.2-18> 배수공 상태의 상태평가 기준(석축, 콘크리트) .....	57
<표 6.2-19> 침하의 상태평가 기준(보강토옹벽, 개비온옹벽) .....	58
<표 6.2-20> 계획선형 오차(전도/경사)의 상태평가 기준(콘크리트, 석축) .....	58
<표 6.2-21> 진행성 배부름 상태평가 기준(보강토, 석축 공통적용) .....	59
<표 6.2-22> 파손 및 손상, 균열의 상태평가 기준(석축, 보강토) .....	59
<표 6.2-23> 이격 상태평가 기준(석축, 보강토) .....	59
<표 6.2-24> 유실 상태평가 기준(석축, 보강토) .....	60

<표 6.2-25> 채움콘크리트 상태의 상태평가 기준 .....	60
<표 6.2-26> 암석의 풍화도 상태평가 기준 .....	60
<표 6.2-27> 채움재 유실 상태평가 기준 .....	61
<표 6.2-28> 철망 결속상태 .....	61
<표 6.2-29> wire mash의 절단 및 파손 .....	62
<표 6.2-30> 진행성 변형발생에 대한 상태평가 기준 .....	62
<표 7.2-1> 각 재료형식별 내적안전성 평가기준 .....	67
<표 7.2-2> 외적 안전성평가 항목 및 평가기준(콘크리트, 석축) .....	67
<표 7.2-3> 외적 안전성평가 항목 및 평가기준(보강토, 개비온) .....	68
<표 7.2-1> 콘크리트 옹벽의 안전성평가등급 산정예 .....	68
<표 8.2-1> 시설물의 종합평가기준 .....	69
<표 8.3-1> 옹벽의 종합평가등급 산정 예시 .....	71
<표 9.2-1> 옹벽에 영향을 미치는 현상과 요인 .....	73
<표 9.2-2> 콘크리트 보수공법 분류 .....	77

## 그 립 목 차

<그림 1.4-1> 안전관리업무 흐름도 .....	2
<그림 2.4-1> 정밀안전진단시 계측자료 활용 흐름도 .....	8
<그림 3.1-1> 정기점검 업무흐름도 .....	10
<그림 3.1-2> 정밀점검 및 긴급점검 업무흐름 .....	11
<그림 4.1-1> 정밀안전진단 업무흐름도 .....	21
<그림 6.2-1> 재료형식에 따른 응력 분류 .....	44
<그림 6.3-1> 상태평가등급 산정 흐름도 .....	63
<그림 8.3-1> 종합평가등급 산정절차 .....	70

# 제 1장 총 칙

---

1.1 목적

1.2 적용범위

1.3 용어의 정의

1.4 안전관리 업무흐름

# 제 1장 총 칙

## 1.1 목적

본 「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) 제13조에서 위임된 안전점검 및 정밀안전진단의 실시방법·절차 등 필요한 사항을 정하여 적정한 안전점검 및 정밀안전진단을 실시할 수 있도록 함으로써 시설물의 기능과 안전을 유지하고 재해 및 재난의 예방을 목적으로 한다.

## 1.2 적용범위

- 이 세부지침은 「법」 제2조 제2호 및 제3호와 「령」 제2조의 규정에 의한 시설물에 대한 안전점검 및 정밀안전진단에 적용한다.
- 이 세부지침에서 제시되지 않은 사항은 응력표준도 작성연구, 구조물기초설계기준, 콘크리트 표준시방서, 산업표준화법에 의한 한국산업규격(KS)등에서 정하는 바를 따른다.
- 이 세부지침에서 기술된 규정과 다르더라도 널리 알려진 이론이나 시험에 의해 기술적으로 증명된 사항에 대해서는 발주자의 승인을 얻어 적용을 대체할 수 있다.

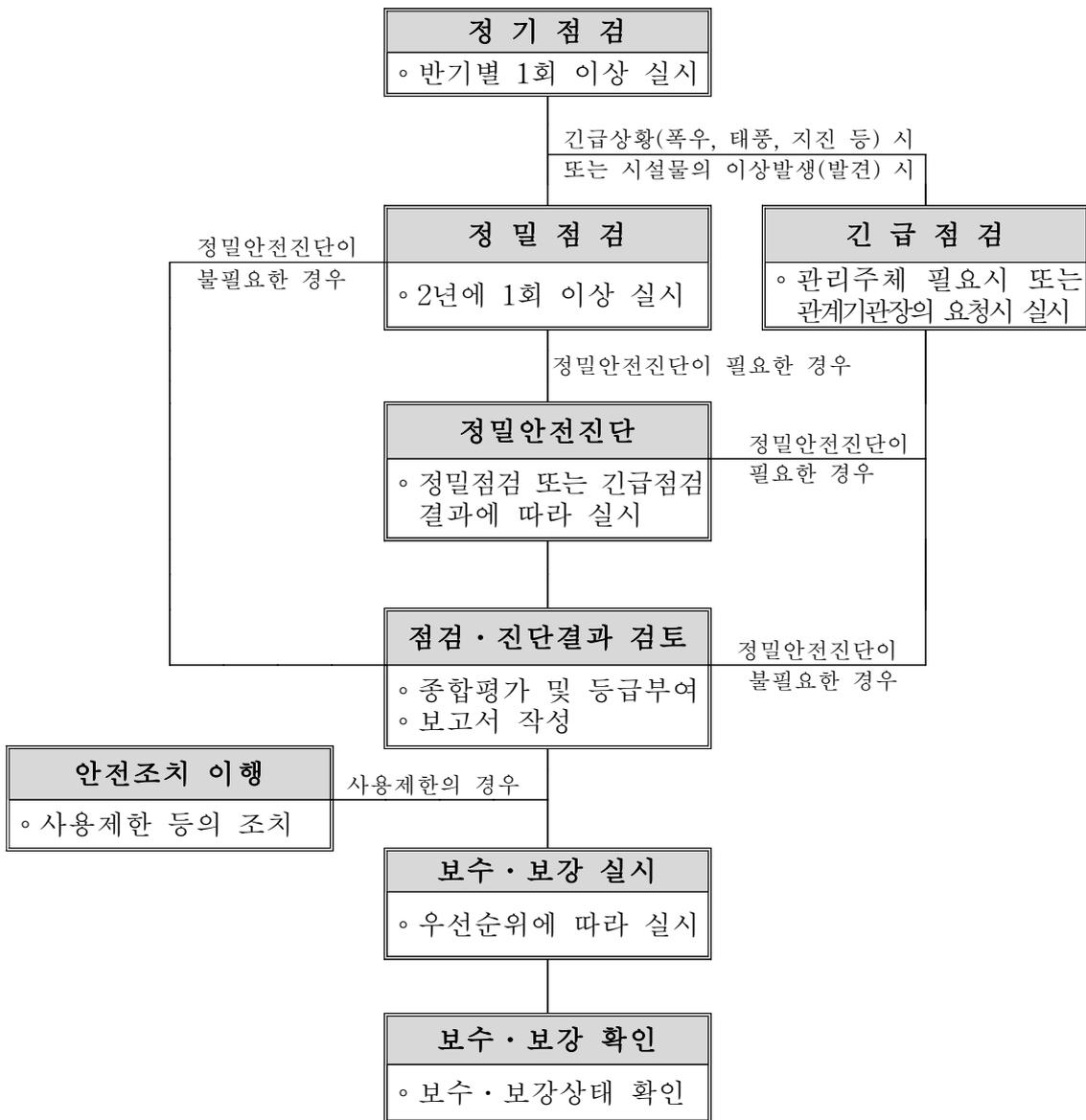
## 1.3 용어의 정의

- 시설물관리체계 : 시설물의 안전점검, 정밀안전진단 등 유지관리를 함에 있어서 비용 및 시기를 최적화할 수 있도록 개선된 체계
- 상태평가 : 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위
- 안전성평가 : 현장조사를 통하여 수집된 자료를 기초로 하고 설개도서 및 기존 안전점검 및 정밀안전진단의 결과를 참고하여 시설물의 내하력 등 안전성을 평가하는 행위
- 종합평가 : 상태평가 및 안전성평가 결과에 의하여 시설물의 안전상태를 종합적으로 평가하는 행위
- 옹벽 : 토압에 저항해 흩이 무너지지 못하게 하여 토지의 이용을 극대화시키기 위한 구조물
- 부지옹벽 : 부지 조성을 위한 옹벽
- 도로, 철도 및 기타옹벽 : 도로, 철도법에 의한 옹벽 및 기타 용도의 옹벽
- 수리시설 옹벽 : 댐, 하천 등의 수리구조물 옹벽
- 보수 : 시설물의 기능저하나 내구성 저하를 설계시의 목적대로 회복시키기 위한 행위

- 보강 : 시설물의 내력저하를 설계시의 목적대로 회복시키거나 증가시키기 위한 행위
- 유지관리 : 시설물과 부대시설의 기능을 보존하고 이용자의 편익과 안전을 도모하기 위하여 일상적으로 또는 정기적으로 시설물의 상태를 조사하고 손상부에 대한 조치를 취하는 일련의 행위
- 관리주체, 안전점검, 정밀안전진단, 유지관리 : 『법』 제2조 규정에 의함.

## 1.4 안전관리 업무흐름

옹벽의 안전관리와 관련한 전반적인 업무흐름은 다음 <그림 1.4-1>과 같다.



<그림 1.4-1> 안전관리업무 흐름도

# 제 2장 관리일반

---

2.1 일 반

2.2 관리에 필요한 자료

2.3 점검 및 진단자료

2.4 상태 및 안전성 평가자료

# 제 2장 관리일반

## 2.1 일반

「지침」 2.1항의 규정에 따라 관리주체는 일관성 있고 적정한 점검·진단 및 유지관리를 위하여 소관 시설물에 대한 일관성 있고 정확한 기록 및 자료를 보관하여야 한다. 시설물관리대장은 「지침」에 수록된 서식을 표준으로 전산기법을 이용한 시설물관리체계에 의하여 시설물의 유지관리를 할 수 있도록 작성하여야 하고, 개개의 시설물에 관한 누적된 자료를 포함하며, 여기에는 시설물의 점검 및 진단, 보수·보강을 포함한 모든 항목을 기록하여야 한다.

### 2.1.1 점검 및 진단 실시

관리주체는 용벽의 안전 및 유지관리 계획에 의하여 진단을 실시한다. 점검 및 진단의 목적은 시설물의 현 상태를 판단하여 상태평가 및 안전성 평가의 기본 자료를 제공하며, 시설물 상태와 노후화 정도에 대한 지속적인 기록의 제공, 그리고 보수 및 성능회복 작업의 우선순위 등을 결정하기 위함이다.

관리주체는 「법」 제4조의 규정에 의한 소관 시설물별로 안전 및 유지관리 계획을 수립하여 체계적이고 일관성 있는 점검 및 진단이 실시될 수 있도록 한다.

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

그러므로 점검 및 진단은 정확해야할 뿐만 아니라 재해 및 재난의 예방적 차원에서 시설물의 과학적 관리체계의 개발을 위하여 수행한다.

점검 및 진단계획과 기법 선정시 다음 사항을 고려한다.

- 점검 및 진단계획을 수립함에 있어, 각 시설물에 대한 특수한 구조적 특성을 이해하여 특별한 문제가 없는지 검토한다.
- 점검 및 진단 중에는 최신기술과 실무경험이 적용되도록 해야한다.
- 점검 및 진단의 빈도 및 수준은 구조형식과 부위 그리고 붕괴가능성에 따라 결정한다.
- 점검 및 진단의 책임기술자는 「법」에 의하여 정해진 자격기준에 따라 선정한다.

### 2.1.2 점검 및 진단시 안전에 관한 사항

#### 가. 일반사항

한국시설안전기술공단 및 안전진단전문기관은 시설물별 안전수칙을 자체적으로 작성, 시행해야 하며, 이에 따른 안전계획서를 준비한다. 본 세부지침에서 열거되지 않은 사항이라도 관련 규정에 따라 진단을 실시한다.

## 나. 안전관리조직

한국시설안전기술공단 및 안전진단전문기관은 점검 및 진단 참여자를 중심으로 안전관리 조직을 구성하도록 하며 협력업체가 있는 경우에는 협력업체를 포함하도록 하고, 안전관리자를 선임하도록 한다.

## 다. 안전교육

점검 및 진단대상 시설물인 용벽의 특성과 현장조사의 난이도, 위험도를 고려하여 안전 수칙 등을 제정하고 이에 따라 안전교육을 실시하도록 하며 안전교육일지를 작성토록 한다.

## 라. 보호구

점검 및 진단 참여자는 노동부장관 검정 합격품을 사용하며, 적절한 보호구를 착용하고 안전시설을 설치 사용한다.

다음의 각 사항의 작업시에는 반드시 보호구를 착용한다.

- (1) 높이 2m이상의 고소작업으로 추락의 위험이 있는 장소에서는 안전벨트를 착용한다.
- (2) 낙하물에 의한 위험이 있는 장소에서는 안전모 및 안전화를 착용한다.
- (3) 그라인드 작업 등 비산물에 의한 위험이 있는 작업시에는 보안경 또는 보안면을 착용한다.
- (4) 작업상 위험요소가 있는 작업공간에 대하여는 이에 대한 사전조사와 대책을 마련한다.
- (5) 기타 위험 요소가 있는 장소에서의 작업시에는 적절한 보호용구를 사용한다.

## 마. 안전사고의 처리

안전관리자는 안전사고 발생시 응급조치를 취하고 신속하게 인근 병원으로 후송하며, 관련법에서 규정한 중대한 사고인 경우에는 규정된 시간내에 산업재해 조사표에 의하여 보고한다.

## 바. 안전수칙

- (1) 기상조건으로 작업수행이 곤란한 경우에는 작업을 하지 않는다.
- (2) 위험한 작업시에는 안전관리자가 입회하도록하며 특별교육을 실시한다.
- (3) 작업실시전에 지장물의 파악을 위하여 관리주체의 협조를 얻어 안전조치를 취한 후 작업을 실시한다.
- (4) 공공의 안전과 관계가 있을 경우에는 적절한 조치(출입금지, 접근금지 등의 표지판 설치, 교통신호수, 감시인 배치 등)를 취한다.
- (5) 안전관리자는 위험물 저장소, 통제구역 등의 출입에 대해서는 관리주체와 사전 협의를 하여야 하며, 관리주체는 이에 적극 협조한다.
- (6) 전기를 사용할 경우에는 감전사고 예방조치를 취한다.
- (7) 각종 측정장비의 사용시 주의사항을 숙지하여야 하며 무리한 사용과 조작을 하지 않는다.
- (8) 장비 사용에 있어서 취급자격이 요구되는 장비는 유자격자 이외에는 사용하지 않는다.

- (9) 점검차량 사용시는 굴절붐(Boom) 및 암(Arm)등에 무리가 가지 않도록 주의하고 자체적으로 작성한 안전수칙에 따라 장비운용을 시행한다.

## 2.2 관리에 필요한 자료

「법」 제17조에 규정한 도서 외에 점검 및 정밀안전진단을 위해 필요한 자료를 모두 포함한다. 관리주체는 준공도면, 구조계산서(수치해석 보고서 포함), 공사시방서, 지반조사 현황 및 분석 보고서 등을 반드시 보관하여야 하며, 「지침」에 명시한 서류는 물론 아래에 명시한 서류도 용벽 관리에 필요한 자료이므로 보존하도록 한다. 「법」 제17조 2항에 의하여 「지침」에 명시되지 않은 기타자료라도 필요시 관리주체는 자료를 제공하도록 한다.

### 2.2.1 설계 및 준공 관련도서

#### 가. 설계도서

- 설계보고서 및 설계도면
- 구조계산서 및 지반조사 보고서

#### 나. 시공도서

- 시공도면
- 공사 및 특별(전문)시방서 등

#### 다. 준공도서

- 준공보고서 및 준공도면
- 감리보고서 등

#### 라. 기타

- 제작 및 작업도면(붕괴유발부재를 포함한 시설물부재의 상세도면)
- 토질·지반조사자료
- 건설공사 안전점검 보고서 등

### 2.2.2 사진

- 용벽 시설물 정면 및 측면사진
- 주요시공사진 등

### 2.2.3 품질관리 관련자료

- 재료증명서 : 시공재료의 종류, 등급, 품질을 기록한 공장 재료증명서
- 품질시험기록
- 기타 각종 시험기록

## 2.2.4 보수·보강 이력

- 보수·보강 경위, 적용공법, 적용범위, 보수기간, 보수시행자(감독, 시공자)등

## 2.2.5 사고기록

- 사고의 날짜, 경위
- 사고의 원인 및 조치사항 등

## 2.2.6 점검 및 진단시 필요사항

- 현장조사 및 시험·측정을 원활히 수행하기 위한 특수장비목록, 접근방법 등의 기록 및 각 시설물별 운영계획
- 점검 및 진단종사자나 공공의 안전을 확보하기 위한 특별한 사항의 기록
- 현장조사 및 시험·측정시 특별히 주의하여야 할 사항 및 사용제한 계획 등

## 2.2.7 시설물관리대장

- 「지침」에 의하여 부록에 수록된 양식과 기입요령에 따라 기본현황, 상세제원, 안전점검 및 정밀안전진단이력, 보수·보강이력 등이 빠짐없이 정확하게 기록된 시설물관리대장
- 관리주체는 「법」 제17조 제1항의 규정에 의하여 시설물관리대장을 작성하여 한국시설안전기술공단에 제출하여야 한다. 다만, 시설물관리대장의 작성 및 제출은 시설물정보통합관리시스템(<http://fms.kistec.or.kr>)의 각 입력항목을 입력하는 것으로서 같음한다.

## 2.2.8 계측기록

- 계측이 필요하다고 판단되는 시설물의 중요한 구조부위에 대한 정기적 계측기록(계측대상시설물, 계측위치, 계측기의 종류, 계측결과의 데이터베이스 등)

## 2.2.9 용벽 운영기록

- 용벽의 준공일로부터 현재까지의 전반적인 운영상황을 기록한 자료

## 2.2.10 기타

- 점검 및 진단에 필요한 자료

## 2.3 점검 및 진단자료

### 2.3.1 일반사항

점검 및 진단자는 당해 시설물의 규모, 공법, 점검 및 진단실적(보고서 등)에 따라 자료를 수집하며, 다음 사항을 고려하여 수집한다.

- 용벽재료

- 옹벽 배면토 및 기초지반의 상태, 지하수위 등
- 보호 시설물
- 환경조건(구조물의 내구성과 안전에 영향을 주는 조건)
- 기타

### 2.3.2 점검 및 진단자료 갱신

보수·보강 작업이나 개량작업 등으로 구조물이 변경된 경우는 시설물관리대장에 구체적인 내용과 치수를 기록한다.

### 2.3.3 관리대장 등

일반현황, 관리대장, 시공상세, 보수기록 등에 대한 자료를 파악하여 시설물관리대장에는 점검 및 진단결과에 의해 수행된 주요 보수·보강작업에 대하여 기록하여야 하며 현장조사 일시 등을 명시한다.

## 2.4 상태 및 안전성 평가자료

상태 및 안전성 평가자료는 『지침』 2.2.3항과 『세부지침』 2.2항 및 2.3항의 자료를 이용하고 유지보수나 개량작업으로 부재의 강도나 고정하중의 변화가 구조물의 상태를 변화시킨 경우에는 반드시 안전성평가를 하여야 하며, 그 기록을 보관토록 한다. 상태평가, 안전성평가, 종합평가 및 계측결과자료에 포함되어야 할 사항은 다음과 같다.

### 2.4.1 상태 평가자료

시설물의 관찰된 상태, 유지관리 또는 사용제한 사항 등을 포함한 시설물상태에 대한 점검 및 진단결과를 기록하고, 상태평가는 시설물의 주요구조부에 대한 재료 및 육안검사에 의한 조사결과를 포함한다. 또한, 정밀점검 및 정밀안전진단 결과에서 발견된 결함을 근거로 결함의 범위 및 정도(심각도)에 따라 A, B, C, D, E의 5가지 단계 중 해당 상태등급이 명시되어야 한다.

### 2.4.2 안전성 평가자료

안전성평가자료는 채택된 평가방법의 종류, 해석결과에 대한 설명과 기존의 계산기록 및 조사·시험·측정결과가 포함되어야 한다. 또한, 안전점검(정밀점검)은 필요시, 정밀안전진단의 경우에는 반드시 구조물의 외적·내적 안전성을 검토하여 안전도의 범위에 따라 A, B, C, D, E의 5가지 단계 중 해당 안전성평가등급이 명시되어야 한다.

### 2.4.3 종합 평가자료

상태평가와 안전성평가 결과를 종합적으로 비교 분석하여 옹벽에 대한 종합평가를 실시토록 하며, 이의 종합평가자료에는 종합적인 비교 분석기록이 포함되고, 전반적인 옹벽에 대한 종합

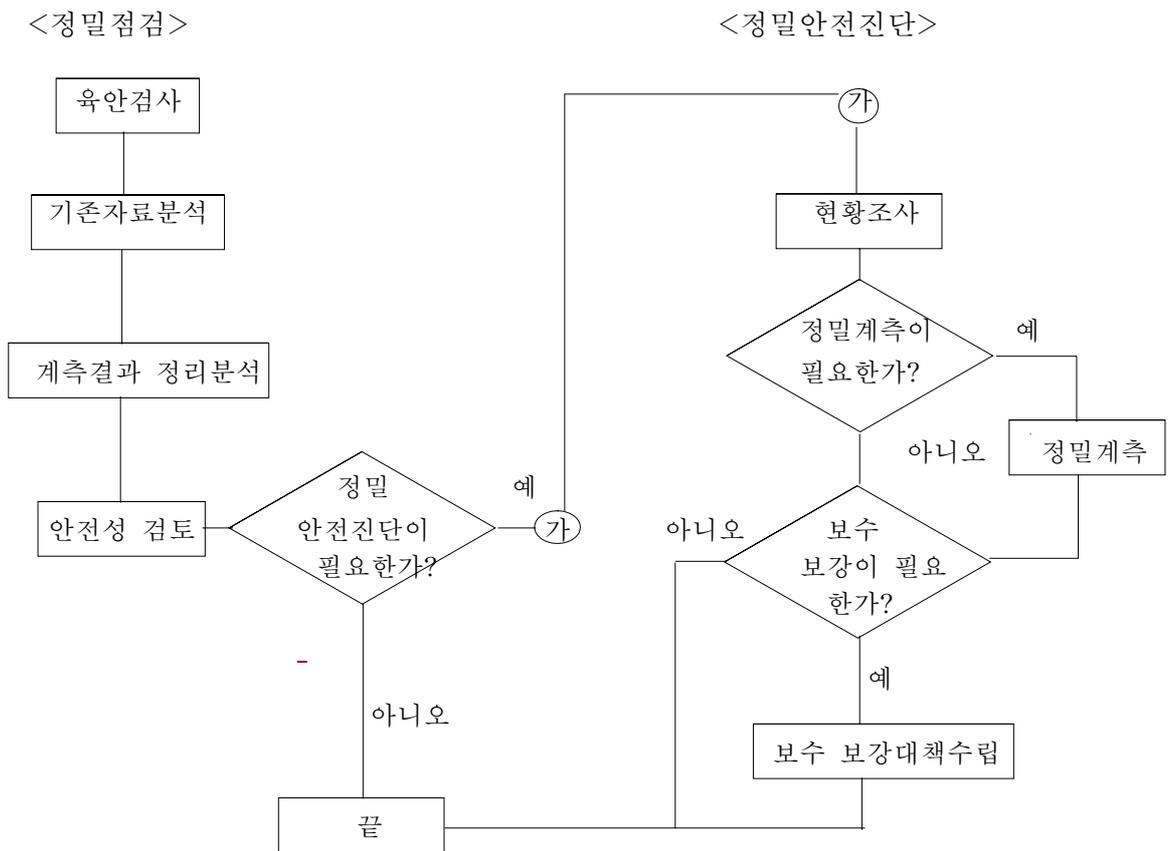
의견과 종합평가결과에 따라 A, B, C, D, E의 5가지 단계 중 해당 종합평가등급이 명시되어야 한다. 단, 안전점검(정밀점검)시 안전성평가를 실시하지 않는 경우에는 상태평가 결과를 종합평가결과로 가름한다.

### 2.4.4 계측결과 자료

계측이 필요하다고 인정되는 시설물에 대하여는 위치 및 개소를 선정하여 정기적으로 시행하고 그 기록(계측위치, 계측기기의 종류, 계측결과의 값, 위치별 개소가 표기된 도면 등)을 보관하여야 한다.

#### 가. 진단시 계측계획과 방법

점검 및 진단대상 시설물의 사전조사 과정에서 위험한 요소의 판단, 정밀조사 부위의 선정은 물론 계측기를 이용한 진단요소 등을 결정하도록 한다. 정밀점검과 정밀안전진단시 계측관리에 따른 적용과 구조물의 현황파악을 위하여 <그림 2.4-1>과 <표 2.4-1>과 같이 계측관리를 하면 보다 효율적인 구조물의 유지관리를 할 수 있을 것이다.



<그림 2.4-1> 정밀안전진단시 계측자료 활용 흐름도

<표 2.4-1> 진단항목별 계측내용

진단항목	계측내용	계측기기	비고
균열	- 균열폭 - 균열길이 - 균열방향	- 균열폭자(단) - 균열폭경(단) - 균열내시경(단) - 균열측정기(장)	
침하	- 지중침하 - 지표침하	- 지중침하계(장) - 지표침하계(장) - 측량기	기초지반 배면지반
누수·용수	- 누수량 - 누수지점 및 범위 - 피압수	- 유량측정기(단) - 지하수위계(장, 단) - 간극수압계(장, 단)	
계획선형 오차(전도/경사)	- 전면부 기울기	- 측량기 - tiltmeter - 클리노 컴퍼스 - 지중경사계(장, 단)	
안전성평가	- 토압	- 토압계(장, 단)	

(주) 장 : 계측기를 설치하여 장기간 동안 계측이 필요한 경우 적용

단 : 당해 진단시만 적용

### 2.4.5 변화된 상태에 따른 안전성 재평가

유지보수나 개량작업으로 인한 부재의 강도나 고정하중의 변화가 구조물의 상태 또는 내구성을 변화시키는 경우에는 안전성을 다시 평가하여 보관한다.

# 제 3장 안전점검

---

3.1 일 반

3.2 점검 종류

3.3 점검계획 및 방법

3.4 상태평가

3.5 안전성평가

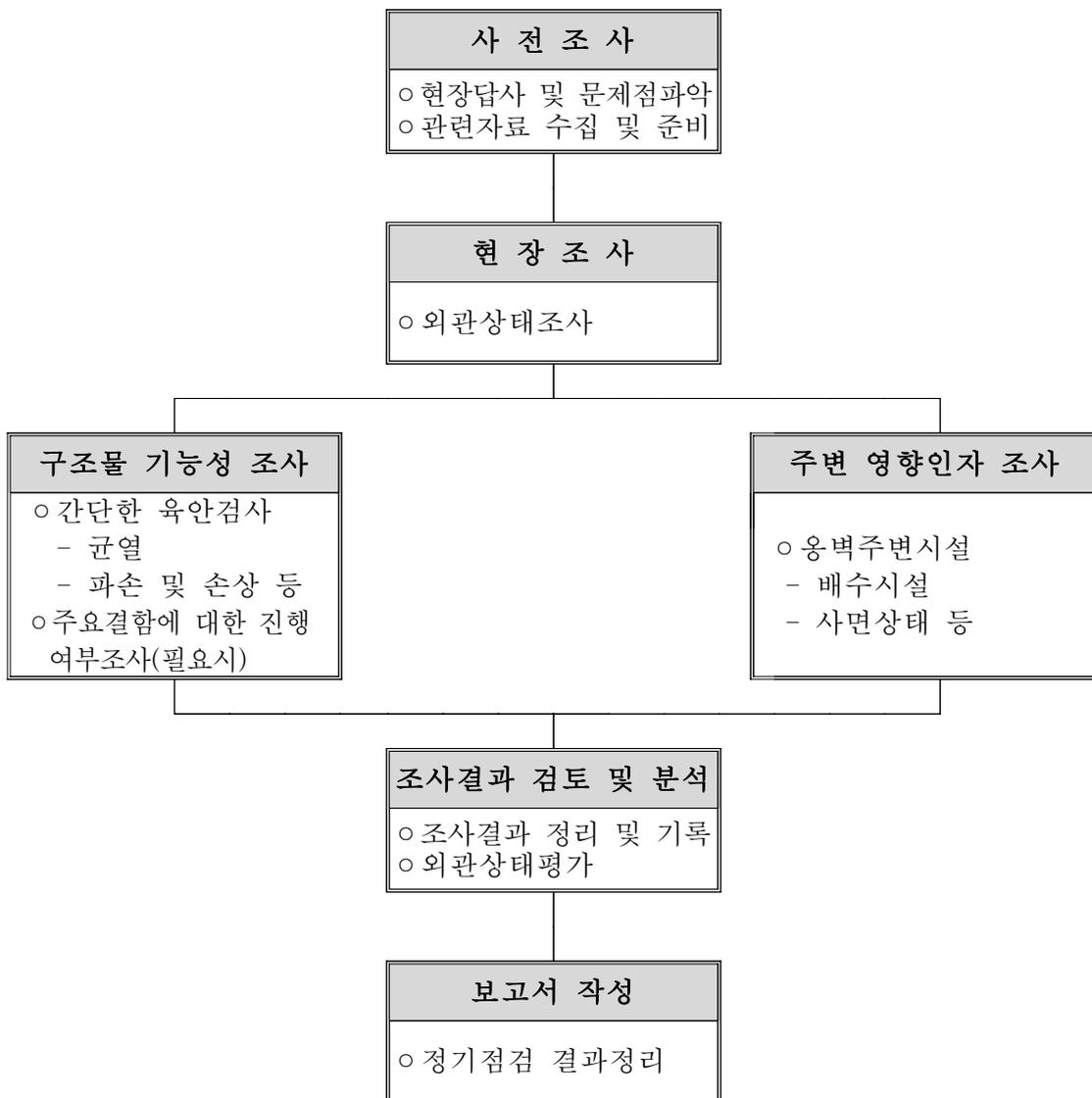
3.6 종합평가

3.7 점검 보고서

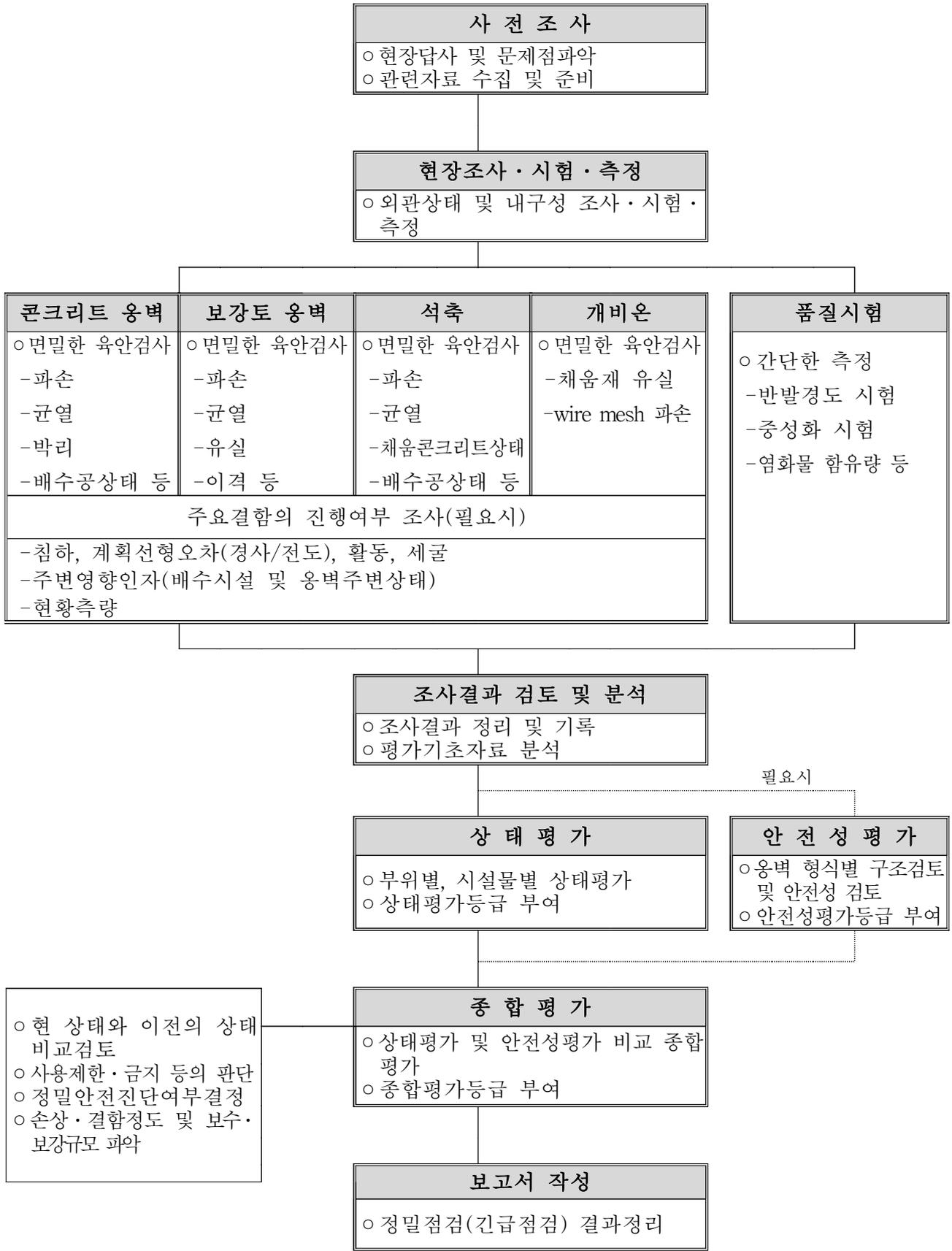
# 제 3장 안전점검

## 3.1 일반

안전점검(이하 “점검”이라 한다)은 육안검사와 간단한 기기를 이용하여 시설물의 현 상태를 파악하고 부재별 또는 시설물별 상태평가를 실시함이 주목적이며 『지침』 제3장의 규정에 따라 실시토록 한다. 일반적인 안전점검의 흐름을 정기점검과 정밀점검 및 긴급점검으로 구분하여 도표로 나타내면 다음 <그림 3.1-1> 및 <그림 3.1-2>와 같다



<그림 3.1-1> 정기점검 업무흐름도



<그림 3.1-2> 정밀점검 및 긴급점검 업무흐름

## 3.2 점검종류

점검은 「법」 제6조에서 정기점검, 정밀점검 및 긴급점검으로 구분하고 있으며, 이를 근거로「지침」에서는 정기점검, 정밀점검 그리고 긴급점검을 손상점검과 특별점검으로 세분하고 있다.

### 3.2.1 정기점검

정기점검은 경험과 기술을 갖춘 자가 시설물의 손상이나 결함을 조기에 발견하고 시설물의 기능적 상태를 판단하여 시설물이 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위하여 필요한 관찰로 실시되는 세심한 육안검사 수준의 점검으로서 반기별 1회 이상 실시한다.

정기점검의 범위는 용벽의 전반적인 외관상태를 관찰하여 손상이나 결함의 유무를 확인하고 이상 발견시에는 즉시 보고토록 하며 부록에 수록되어 있는 정기점검 서식에 정기점검 결과 및 조치필요사항을 기록하여 보관토록 한다.

정기점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시사용포함)다음 반기부터 반기별 1회 이상 실시하여야 하며 정밀점검, 긴급점검 및 정밀안전진단의 현장조사 기간과 중복되는 반기에는 생략할 수 있다.

### 3.2.2 정밀점검

최초의 정밀점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시사용포함)을 기준으로 산정하여 6개월 이내에 완료하여야 하며, 차회의 정밀점검은 전회 실시한 정밀점검 또는 정밀안전진단 완료일을 기준으로 산정하며 2년에 1회 이상 실시 완료되어야 한다.

#### 가. 초기점검

신설 시설물과 구조형태가 변화된 시설물은 준공 또는 사용승인(임시사용포함) 후 6개월 이내에 최초의 정밀점검(이하 “초기점검”이라 한다)을 완료하여야 한다.

초기점검은 「영」 제7조 별표2의 규정에 의한 정밀점검 및 긴급점검을 실시할 수 있는 책임기술자의 자격을 갖춘 자에 의하여 수행되어야 한다.

초기점검의 목표는 첫째로 관리주체가 시설물의 유지관리를 하는데 필요한 초기치와 기초자료를 얻기 위함이며, 둘째로 시설물의 전 부재에 대한 조사·관찰로 현재 발생한 결함 및 장래 발생하기 쉬운 결함을 조사하여 시설물의 상태평가 및 중점유지관리 항목의 파악을 하는 것이다.

따라서 초기점검 시에는 사전에 설계도서를 상세히 검토하고 붕괴유발부재 또는 부위를 파악하여 현장조사시 주의를 기울여야 하며, 추후 유지관리시 특별한 주의를 필요로 하는 사항을 제시하여야 한다.

또한 초기치를 얻기 위하여 결함부위 등 주요 부위에 대한 외관조사망도 작성 등 조사 결과를 도면으로 기록하여야 한다.

## 나. 정기적 정밀점검

「영」 제6조 제2항의 규정에 의하여 정기적으로 실시하는 정밀점검으로서, 시설물의 현 상태를 정확히 판단하고 최초 또는 이전에 기록된 상태로부터의 변화를 확인하며 구조물이 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위하여 면밀한 육안검사와 간단한 측정·시험 장비로 필요한 측정 및 시험을 실시한다.

육안검사 및 측정·시험 결과로 이전의 점검·진단시 발견된 결함의 진전 및 신규 발생을 파악하여 시설물의 주요 부재별 상태를 평가하고 이전의 점검·진단시 상태평가 결과와 비교·검토하여 시설물 전체에 대한 상태평가등급을 결정하며, 결함부위 등 주요 부위에 대한 외관 조사망도 작성 등 조사결과를 도면으로 기록하여야 한다.

또한 내진설계 여부를 확인하고, 시설물에 「영」 제12조의 중대한 결함이 발생하는 등 필요한 경우에는 해당 부위에 대하여 안전성평가를 실시할 수 있다.

다만 결함이 광범위한 경우 등 정밀안전진단이 필요하다고 판단될 경우에는 점검자는 관리주체에게 즉시 보고하여야 하며, 관리주체는 「법」 제7조 제1항의 규정에 의하여 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

### 3.2.3 긴급점검

긴급점검은 관리주체가 필요하다고 판단하는 경우나 관계행정기관의 장이 필요하다고 판단하여 관리주체에 긴급점검의 요청이 있을 때 실시하는 점검으로서 손상점검과 특별점검으로 구분된다.

#### 가. 손상점검

손상점검은 재해나 사고에 의해 비롯된 구조적 손상을 긴급히 점검하는 것이다. 점검의 범위는 손상의 정도, 긴급한 사용제한 또는 사용금지의 필요여부, 보수·보강의 긴급성, 보수·보강작업의 규모 및 작업량 등을 파악하여 결정하는 것이며, 이를 위하여 측정·시험 및 필요한 경우 안전성평가를 실시하여야 한다.

점검자는 사용제한 및 사용금지 여부를 판단하여 필요한 경우에는 즉시 관리주체에 보고하여야 하며 관리주체는 필요한 조치를 취하여야 한다.

#### 나. 특별점검

특별점검은 관리주체가 판단하여 행하는 정밀점검 수준의 점검이다. 이 점검은 기초침하 세굴 또는 우각부에서의 심각한 결함이 의심되는 경우나, 사용제한 중인 시설물의 사용여부 등을 판단하기 위한 점검으로서 점검 시기는 결함의 심각성을 고려하여 결정한다.

## 3.3 점검계획 및 방법

### 3.3.1 고려사항

효과적인 안전점검을 수행하기 위해서는 현장의 사전조사를 통해 철저한 점검계획이

수립되고 적절한 점검방법이 강구되어야 함은 필수적이며, 아래사항 등을 고려하여야 한다.

- 점검의 범위 및 내용, 장비에 관한 사항
- 시설물의 기초와 주위지반에 대한 조사여부, 조사항목 및 범위의 판단
- 점검대상 시설물의 설계자료 및 관리이력 파악
- 개개의 시설물에 대한 독특한 구조적 특성 및 특별한 문제가 없는지 고려
- 시설물의 규모 및 점검의 난이도
- 최고의 점검기술 및 장비 등의 적용
- 점검자의 자격 및 안전관리에 관한 사항
- 기상조건, 현장여건 및 주변 환경
- 교통통제 계획 및 타 기관과의 협조사항
- 기타 관련사항

### 3.3.2 점검계획

『지침』 3.6.1항에서 규정하고 있는 내용을 바탕으로 아래의 사항들을 고려하여 점검계획을 수립하며, 안전관리에 대한 사항은 기관별 자체 안전관리규정에 의해 안전관리계획서를 별도 작성하여 시행한다.

- 점검형식의 결정
- 점검을 수행하는데 필요한 인원, 장비 및 기기의 결정
- 기 발생된 결함의 확인을 위한 기존 점검자료의 검토
- 점검기간과 계획된 작업시간의 예측
- 타 기관 또는 주민과의 협조체계
- 현장기록의 서식을 취합하고 대표부위에 대한 적절한 사진 스케치
- 비파괴 시험을 포함한 기타 재료시험 실시에 대한 적정성 여부의 판단
- 시설물의 주변 환경에 대한 조사여부, 조사항목 및 범위의 판단
- 기타 관련사항

### 3.3.3 점검방법

『지침』 3.9항의 규정에 따라 실시하되 세부시설물별 점검방법은 다음과 같으며, 정밀점검시의 항목 및 조사수량은 제5장에 제시된 기준을 원칙으로 한다.

## 가. 정기점검

점검부위		점검사항	점검장비
콘크리트옹벽	간단한 육안검사	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 파손 및 손상, 균열</li> <li>○ 누수, 층분리 및 박락, 백태</li> <li>○ 철근노출</li> <li>○ 배수공상태</li> <li>○ 기초부의 세굴</li> <li>○ 주변영향인자(배수시설 및 옹벽주변상태)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 망원경</li> <li>- 카메라</li> <li>- 필기도구</li> <li>- 줄자</li> <li>- 망치</li> <li>- 손전등</li> <li>- 균열경 및 균열 측정기</li> <li>- 측량기 또는 진행성 결함 항목 측정에 필요한 장비</li> </ul>
보강토 옹벽	간단한 육안검사	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 파손 및 손상, 균열</li> <li>○ 유실</li> <li>○ 이격</li> <li>○ 기초부의 세굴</li> <li>○ 주변영향인자(배수시설 및 옹벽주변상태)</li> </ul>	
석축	간단한 육안검사	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 파손 및 손상, 균열</li> <li>○ 유실</li> <li>○ 이격</li> <li>○ 배수공의 상태</li> <li>○ 기초부의 세굴</li> <li>○ 주변영향인자(배수시설 및 옹벽주변상태)</li> </ul>	
개비온 옹벽	간단한 육안검사	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기초부의 세굴</li> <li>○ 채움재 유실</li> <li>○ wire mesh의 파손</li> <li>○ 주변영향인자(배수시설 및 옹벽주변상태)</li> </ul>	
공 통	진행성결함조사 (필요시)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 침하</li> <li>○ 활동</li> <li>○ 계획선형오차(전도/경사)</li> <li>○ 균열</li> </ul>	

※ 정기점검은 간단한 기구 등을 지참하여 점검한다.

※ 주변영향인자 조사 중 사면상태에 대한 평가는 절·성토 사면을 보호하는 시설물을 대상으로 실시한다.

나. 정밀점검

옹벽형식	점검방법	점검사항	점검장비
콘크리트옹벽	면밀한 육안검사	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전면부의 주요결함                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 파손 및 손상, 균열</li> <li>· 누수, 층분리 및 박락, 백태</li> <li>· 철근노출</li> <li>· 배수공상태</li> </ul> </li> <li>- 주변영향인자(배수시설 및 옹벽주변상태)</li> <li>- 기초부의 세굴 등</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 망원경</li> <li>- 카메라</li> <li>- 필기도구</li> <li>- 줄자</li> <li>- 망치</li> <li>- 손전등</li> <li>- 슈미트해머</li> <li>- 균열경 및 균열 측정기</li> <li>- 측량기 또는 진행성결함 항목 측정에 필요한 장비</li> </ul>
	간단한 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 현황측량</li> <li>· 반발경도법에 의한 강도조사</li> <li>· 중성화 시험</li> <li>· 염화물 시험</li> <li>· 침하, 활동, 계획선형오차(전도/경사) 등</li> </ul>	
보강토 옹벽	면밀한 육안검사	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전면부의 주요결함                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 파손 및 손상, 균열</li> <li>· 유실</li> <li>· 이격</li> </ul> </li> <li>- 주변영향인자(배수시설 및 옹벽주변상태)</li> <li>- 기초부의 세굴 등</li> </ul>	
	간단한 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 현황측량</li> <li>· 침하, 활동, 계획선형오차(전도/경사) 등</li> </ul>	
석축	면밀한 육안검사	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전면부의 주요결함                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 파손 및 손상, 균열</li> <li>· 유실</li> <li>· 이격</li> <li>· 배수공의 상태</li> <li>· 암석의 풍화도 판정</li> </ul> </li> <li>- 주변영향인자(배수시설 및 옹벽주변상태)</li> <li>- 기초부의 세굴 등</li> </ul>	
	간단한 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 현황측량</li> <li>· 침하, 활동, 계획선형오차(전도/경사)</li> </ul>	
개비온 옹벽	면밀한 육안검사	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 전면부의 주요결함                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· 채움재 유실</li> <li>· wire mesh의 파손</li> </ul> </li> <li>- 주변영향인자(배수시설 및 옹벽주변상태)</li> <li>- 기초부의 세굴 등</li> </ul>	
	간단한 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 현황측량</li> <li>· 침하, 활동, 계획선형오차(전도/경사) 등</li> </ul>	
공 통	진행성결함조사 (필요시)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 침하</li> <li>○ 활동</li> <li>○ 계획선형오차(전도/경사)</li> <li>○ 균열</li> </ul>	

## 3.4 상태평가

상태평가는 「지침」 3.9.4항 및 제5장에 따라 점검대상 시설물에 대한 상태를 평가하고 주요 구조 부재에 대한 재료 및 육안검사에서 조사된 상태에 대한 평가를 포함하며 상태평가기준 및 절차는 제6장에 제시된 내용에 따라 실시한다.

정기점검은 현장조사 결과를 토대로 주요결함별, 평가단위로 상태를 개략적으로 평가함을 원칙으로 하고 상태평가등급을 매기지 않는다.

정밀점검에서는 각 주요결함별, 평가단위별로 결함 및 손상에 대한 외관 조사망도를 작성하여 상태평가기준에 의해 상태평가등급을 매기며 이를 기초로 점검대상 시설물의 전체에 대한 상태 평가를 실시하고 상태평가등급을 부여한다.

## 3.5 안전성평가

정기점검에서 안전성평가를 실시하지 않으나 정밀점검에서는 점검대상 시설물의 상태평가 등급이 D등급 이하인 경우, 시설물에서 구조적 균열, 침하 등의 중요결함이 발생하여 전문가의 지적이 있는 경우, 「영」 제12조의 중대한 결함이 발생한 경우 등에 있어서 필요에 따라 안전성평가를 실시할 수 있다. 또, 용벽시설에서 우각부의 균열, 벌어진 등과 같은 중요결함이 발생하였을 경우에도 안전성평가를 실시하며, 그 평가결과를 종합평가등급에 반영하도록 한다.

안전성평가를 실시하는 경우에는 「지침」 제6장의 규정에 의해 실시하되 제7장에 제시된 안전성 평가기준 및 절차에 따라 시설물의 안전성을 평가함과 더불어 안전성평가등급을 부여한다.

## 3.6 종합평가

안전성평가를 실시하지 않고 상태평가만을 실시한 경우에는 상태평가 결과가 종합평가로 가름되지만 상태평가와 안전성평가를 동시에 실시한 경우에는 각각의 평가결과를 비교·분석하여 종합적인 평가를 실시한다.

종합평가는 제8장에 제시된 종합평가기준 및 절차에 따라 시설물의 종합평가와 더불어 종합 평가등급을 부여한다.

## 3.7 점검 보고서

안전점검 보고서는 「지침」 3.8.1항의 규정에 의거 작성함을 원칙으로 하며 보고서의 결론에는 현장조사의 주요사항과 상태평가, 안전성평가(필요시) 및 종합평가에 대한 요약 및 평가등급이 기재되어야 하고 중대한 결함이 있는 경우에는 필요한 후속 조치사항이 강구되어야 함은 물론 정밀안전진단의 실시여부를 결정하여야 한다.

정밀점검 보고서는 「지침」 3.8.2항에 제시된 내용이 포함되도록 하고 표준점검서식은 필요에 따라 부록으로 수록한다.

1. 서두 : 보고서의 표지 다음에 안전점검의 개략을 쉽게 알 수 있도록 다음의 서류를 붙인다.

- 제출문(안전진단전문기관의 장)
- 참여 기술진 명단
- 시설물의 위치도
- 시설물의 전경사진
- 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
- 점검수행 일정

3. 시설물의 상태평가 : 과업내용에 의거 실시한 육안검사, 조사·시험 및 측정의 결과에 의하여 시설물의 상태평가 결과를 작성한다.

- 평가단위별 외관조사 결과분석
- 측정결과와 재료시험 결과의 분석
- 상태평가 및 시설물 전체의 상태등급에 대한 소견

4. 시설물의 안전성 평가 : 필요시 추가 실시

5. 시설물의 종합평가 : 과업내용에 의거 상태평가등급 및 안전성 평가를 시행한 경우는 두 가지 결과를 비교하여 최저등급을 시설물에 대한 종합평가 등급으로 작성하며, 안전성 평가를 실시하지 않고 상태평가만을 실시한 경우는 상태평가 결과를 종합평가로 가름한다.

6 종합결론 및 건의사항 : 보고서의 결과표에는 외관조사 및 상태평가 등을 종합적으로 검토·분석한 결과를 기재하여야 하며, 점검대상 시설물 전체에 대한 상태평가등급을 기재하여야한다. 또 점검결과 시설물에 「영」 제12조의 중대한 결함이 있는 경우에는 필요한 후속조치 사항을 기재하여야한다.

- 정밀점검 결과의 종합결론
- 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한 필요성 여부
- 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 기타 필요한 사항

**※ 부록**

- 정밀점검 결과표
- 육안검사 사진
- 측정, 시험성과표
- 일반현황
- 외관조사망도(문제부위)
- 기타 참고자료

# 제 4장 정밀안전진단

---

4.1 일 반

4.2 진단계획 및 방법

4.3 상태평가

4.4 안전성평가

4.5 종합평가

4.6 진단보고서

# 제 4장 정밀안전진단

## 4.1 일반

정밀안전진단은 「법」 제7조 제1항의 규정에 의하여 관리주체가 점검을 실시한 결과 시설물의 재해 및 재난 예방과 안전성 확보 등을 위하여 필요하다고 인정되는 경우 실시하며, 「영」 제9조 1항에 해당하는 시설물은 「영」 제9조 2항의 규정에 따라 정기적으로 실시한다.

정밀안전진단은 안전점검으로 쉽게 발견할 수 없는 결함부위를 발견하기 위하여 정밀한 근접 육안검사를 실시하고 또한 시설물의 상태평가 및 안전성평가에 필요한 데이터를 얻기 위하여 각종 측정·시험을 실시한다.

결함의 유무 및 범위에 대한 확인이 필요한 때에는 비파괴 현장시험과 기타 필요한 재료시험을 병행하여야 한다. 전체구조물의 표면에 대한 육안검사 결과는 도면으로 기록하여야 하며, 구조물 전체 부재별 상태를 평가하고 시설물 전체에 대한 상태평가등급을 결정하여야 한다.

정밀안전진단에서는 시설물의 결함정도에 따라 구조물의 내하력 등 안전성평가를 실시하며, 이를 위하여 필요한 조사·측정·시험, 구조계산, 수치해석 등을 실시하고 분석·검토를 하여 안전성평가 등급을 결정하여야 한다. 또한 필요한 경우에는 구조물의 사용성, 내진성 등도 평가하도록 한다.

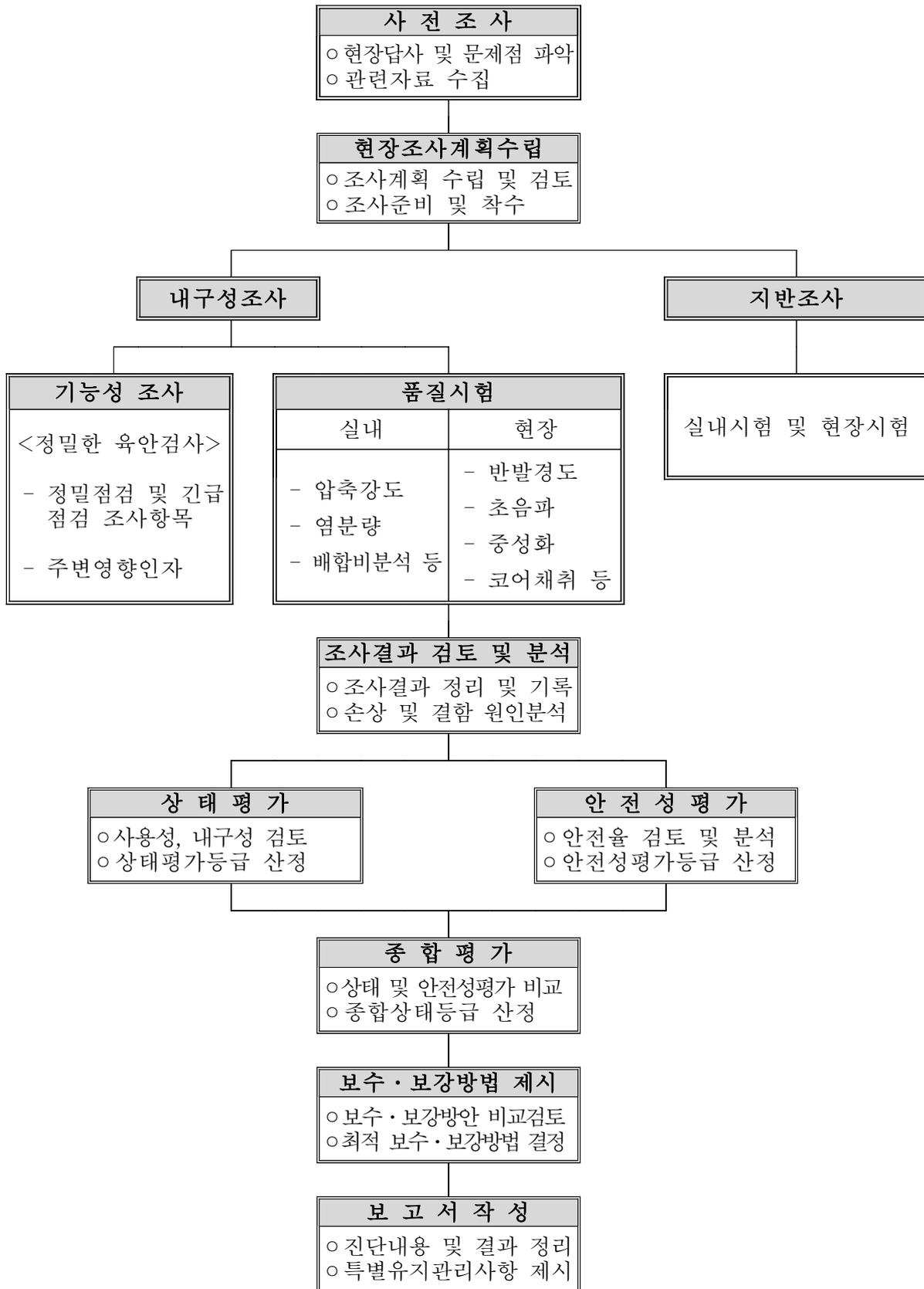
정밀안전진단 결과 보수·보강이 필요한 경우에는 보수·보강공법을 제시하여야 하며, 일반적인 안전진단 업무흐름은 <그림 4.1-1>과 같다.

## 4.2 진단계획 및 방법

### 4.2.1 고려사항

효과적인 진단을 수행하기 위해서는 사전조사를 통해 문제점을 파악하고 관련 자료를 수집·분석하며 「지침」 3.6.1항의 규정에 의해 아래 사항들을 고려하여 진단계획을 수립한다.

- 진단의 범위 및 내용, 장비에 관한 사항
- 시설물의 기초와 주위지반에 대한 조사여부, 조사항목 및 범위
- 진단대상 시설물의 설계자료, 관리이력
- 개개의 시설물에 대한 독특한 구조적 특성 및 특별한 문제여부
- 시설물의 규모 및 점검의 난이도
- 최근의 진단기술 및 장비 등의 적용
- 진단 종사자의 자격 및 안전관리에 관한 사항
- 기상조건, 현장여건 및 주변 환경
- 시설물의 운영계획 및 타 기관과의 협조사항
- 기타 관련사항



<그림 4.1-1> 정밀안전진단 업무흐름도

## 4.2.2 진단내용

옹벽의 정밀안전진단의 주요내용은 아래와 같다.

- 시설물 관련도서 검토 및 계획수립
- 현장조사
- 제반 관련시험 및 측정
- 주요결함별, 평가단위별 조사결과 검토 및 분석
- 상태평가 및 상태평가등급 산정
- 안전성평가 및 안전성평가등급 산정
- 종합평가 및 종합평가등급 산정
- 보수·보강공법 제시
- CAD 도면작성 및 보고서 작성

## 4.2.3 진단계획

『지침』 3.6.1항의 규정하고 있는 내용을 바탕으로 아래의 사항들을 고려하여 진단계획을 수립하며, 안전관리에 대한 사항은 관리주체 자체 안전관리규정에 의해 안전관리계획서를 별도 작성하여 시행한다.

- 진단 형식의 결정
- 진단을 수행하는데 필요한 인원, 장비 및 기기의 결정
- 기 발생된 결함의 확인을 위한 기존 점검자료의 검토
- 진단기간과 계획된 작업시간의 예측
- 타 기관 또는 주민과의 협조체계
- 현장 기록의 서식을 취합하고 대표부위에 대한 적절한 사진 스케치
- 비파괴 시험을 포함한 기타 재료시험 실시에 대한 적정성 여부의 판단
- 시설물의 주변지반에 대한 조사여부, 조사항목 및 범위의 판단
- 기타 관련사항

## 4.2.4 진단방법

시설물의 재해예방 및 안전성을 확보하고 보수대책공법 제시를 전제로 하여 손상원인을 규명하고, 보수공법을 선정하기 위한 정보를 얻기 위하여 구조물을 부분적으로 파괴하는 시험도 포함함으로써 옹벽을 구성하고 있는 재료의 내구성, 배면 및 기초지반의 상태 등을 정량적으로 구해야한다. 진단시의 사전조사는 <표 4.2-1>에 의하고, 진단항목 및 방법은 <표 4.2-2>와 제6장의 각 형식별 평가항목에 준하여 실시하며, 추가조사 항목은 관리주체와 협의하여 조사한다.

<표 4.2-1> 옹벽의 일반적인 사전조사 항목

점 검 사 항	검 토 내 용
기초 자료조사 및 검토	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 과업지시서</li> <li>- 지반조사 현황 및 결과분석</li> <li>- 지반분류 현황 및 평가</li> <li>- 지반 및 재료 특성치 조사와 적정성 평가</li> <li>- 기타 옹벽과 관련된 모든 자료 조사 및 분석</li> </ul>
해석방법 및 결과분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 사용프로그램 확인</li> <li>- 해석용 입력자료 분석평가</li> <li>- 보조공법의 유무 및 적정성 검토</li> </ul>
설계도면 검토	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 옹벽의 단면계획 검토</li> <li>- 시공방법 검토</li> <li>- 시공순서도</li> <li>- 해석결과와 설계도면의 일치성 비교 검토</li> </ul>

<표 4.2-2> 옹벽의 일반적인 정밀안전진단 항목 및 방법

옹벽분류	진 단 항 목	조사방법
콘크리트 옹벽	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 균열조사                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 균열폭, 길이, 깊이, 균열의 진행성여부</li> </ul> </li> </ul>	초음파 탐사법 균열측정기 육안조사 등
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 침하</li> <li>○ 활동</li> <li>○ 계획선형오차(전도/경사)</li> </ul>	측량 또는 계측
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 누수부위 조사</li> </ul>	적외선 탐사법 초음파 탐사법 육안조사
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전면부                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 콘크리트 두께조사(피복조사)</li> <li>- 콘크리트 강도</li> <li>- 철근배근 탐사 및 부식도 측정</li> <li>- 열화조사                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>· 파손 및 손상, 박리, 층분리 및 박락, 백태, 철근노출</li> <li>· 중성화 및 염분조사</li> </ul> </li> <li>- 균열깊이 측정</li> </ul> </li> </ul>	중성화시험 레이다탐사법 충격탄성파시험 표면타격법 코어채취 시험 자연전위법 측정기 초음파 탐사법 육안조사 염해조사 등
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 기초부 세굴</li> <li>○ 배수공 상태</li> </ul>	육안조사 육안조사
보강토 옹벽	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전면부                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 강도조사</li> <li>- 유실 및 이격</li> <li>- 파손 및 손상, 균열</li> </ul> </li> <li>○ 뒷채움토 입도</li> </ul>	초음파 탐사법 균열측정기 육안조사 등 표면타격법 시료채취조사
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 침하</li> <li>○ 활동</li> <li>○ 계획선형오차(전도/경사)</li> <li>○ 진행성 배부름</li> </ul>	측량 또는 계측
석축	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전면부                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 강도조사</li> <li>- 유실 및 이격</li> <li>- 파손 및 손상, 균열</li> <li>- 채움콘크리트 상태</li> <li>- 암석의 풍화정도</li> <li>- 진행성 배부름 현상</li> </ul> </li> <li>○ 배수공 상태</li> </ul>	표면타격법 육안조사 육안조사 육안조사 육안조사 측량 또는 계측
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 침하</li> <li>○ 활동</li> <li>○ 계획선형오차(전도/경사)</li> </ul>	측량 또는 계측
개비온 옹벽	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 채움재 유실</li> <li>○ wire mesh 파손</li> <li>○ 결속철망 상태</li> <li>○ 진행성변형</li> </ul>	육안조사 육안조사 육안조사 측량 또는 계측
	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 침하</li> <li>○ 활동</li> <li>○ 계획선형오차(전도/경사)</li> </ul>	측량 또는 계측
공 통	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 지반조사 (주동영역 및 수동영역 각각 1개소 이상)</li> <li>○ 옹벽주변 영향인자</li> <li>○ 진행성 결함조사</li> </ul>	시추조사 및 실내시험 육안조사 진행성결함 조사에 필요한 측정장비

## 4.3 상태평가

상태평가는 「지침」 3.9.4항 및 제5장에 따라 진단대상 시설물에 대한 상태를 평가하고 진단대상 시설물에 대한 정밀외관조사 및 내구성조사 결과에 의한 상태평가를 포함하며 상태평가기준 및 절차는 제6장에 제시된 내용에 따라 실시한다.

각 평가단위별로 손상 및 결함에 대한 조사망도를 작성하여 상태평가기준에 의해 상태평가 등급을 매기며 이를 기초로 진단대상 시설물의 전체에 대한 상태평가를 실시하고 상태평가등급을 부여한다.

## 4.4 안전성평가

안전성평가는 「지침」 제6장의 규정에 의해 실시하되 제7장에 제시된 안전성평가 기준 및 절차에 따라 주요결함별, 해석단면별 안전성 평가등급을 매기고 이를 기초로 진단대상시설물의 전체에 대한 안전성을 평가함과 더불어 안전성 평가등급을 부여한다.

시설물의 안전성평가는 재료시험결과와 각종 조사·시험·측정 등을 통하여 얻은 결과를 분석하고 이를 바탕으로 구조적 특성에 따른 이론적 계산과 해석에 의해 안전성을 검토함으로써 이루어진다.

평가에 사용된 평가방법의 종류 및 해석결과에 대한 설명과 계산기록 등을 보고서에 포함하며 안전성 평가를 위하여 실시하는 계측, 측정, 조사 및 시험은 구조적 특성에 따라 아래 항목 중 필요한 사항을 결정하여 실시한다.

- 토질조사 및 지반탐사, 지형 및 지질조사
- 지하수위 측정(수리시설물 옹벽의 경우 양압력, 부력고려) 및 배수상태조사
- 침하, 변위, 거동 등의 계측 및 기타 필요한 사항

또한, 안전성평가지에는 시공 및 운영과정 뿐만 아니라 주변 자연환경의 변화상태를 충분히 고려하여 현실에 근접한 상태로 제 현상을 검토·분석함으로써 구조적 안전성을 평가한다.

그리고 각종 결함사항에 대하여 준공도면, 구조계산서 등을 검토하고 적절한 재질선택, 구조 해석, 안전여유 등을 상세히 검토하여 안전성을 평가한다.

## 4.5 종합평가

종합평가는 상태 및 안전성평가결과를 종합하여 비교 분석함으로써 이루어지며 제8장에 제시된 종합평가기준 및 절차에 따라 종합평가등급을 매기고 이를 기초로 진단대상시설물의 전체에 대한 종합평가와 종합평가등급을 부여한다.

## 4.6 진단보고서

진단 보고서는 「지침」 3.8.1항의 규정에 의거 작성함을 원칙으로 하며 보고서의 결론에는 현장 조사의 주요사항과 상태평가, 안전성평가 및 종합평가에 대한 요약 및 평가등급이 기재되어야하고 중대한 결함이 있는 경우에는 필요한 후속 조치사항이 강구되어야 함은 물론 손상 및 결함부위에 대하여 적절한 보수·보강공법을 제시하여야 한다. 진단 보고서는 「지침」 3.7.3항에 제시된 내용이 포함되도록 하고 표준 진단서식은 필요에 따라 부록으로 수록한다.

1. 서두 : 보고서의 표지 다음에 정밀안전진단의 개략을 쉽게 알 수 있도록 다음의 서류를 붙인다.

- 제출문
- 참여 기술자 명단
- 시설물의 위치도
- 시설물의 전경사진
- 정밀안전진단결과 요약문
  - 진단의 목적
  - 시설물의 개요
  - 진단의 과업내용
  - 진단수행 일정
  - 시설물의 이력사항
  - 시설물의 상태평가 및 안전성평가
  - 보수·보강 방법
  - 종합결론 및 건의사항
- 보고서 목차

2. 정밀안전진단의 개요 : 정밀안전진단의 범위와 과업내용등 점검계획 및 실시와 관련된 주요사항을 기술한다.

- 진단의 목적
- 시설물의 개요 및 이력사항
  - 시설물의 개요
  - 시설물의 이력사항
  - 시설물의 일반도
- 진단의 범위 및 과업내용
- 사용장비 및 비파괴 시험기기
- 진단수행 일정
- 용역분할 및 기호의 정의
  - 측정 정의

- 기호의 정의

**3. 시설물의 상태평가** : 과업내용에 의거 실시한 조사, 시험 및 측정의 결과분석과 시설물의 상태평가 결과를 작성한다.

- 외관조사 결과분석
  - 시설물의 측량
  - 외관조사(옹벽 형식에 따라 평가항목별 조사)
  - 외관조사 결과분석
- 비파괴 현장시험 및 시험 결과분석
  - 반발경도 시험
  - 콘크리트 초음파 탐사
  - 중성화 시험 등
  - 지반조사 : 실내시험 및 현장시험
  - 수압측정(필요시)
  - 측정결과 분석
- 재료시험 결과분석(콘크리트, 토질재료 및 기타 옹벽재료)
  - 콘크리트(콘크리트 옹벽 및 석축의 모르터)
  - 보강재(보강토 옹벽)
  - 견칫돌(석축)
  - 결과분석
- 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가등급에 대한 소견

**4. 시설물의 안전성평가** : 과업내용에 의거 실시한 조사 등의 결과를 분석하고 이를 바탕으로 이론적 제약과 해석을 통하여 구조물의 안정 등을 검토하고 시설물의 구조적, 기능적 안전성을 평가한 결과를 작성한다.

- 지형, 지질, 지반 및 토질조사 등의 결과 및 분석
- 시설물의 변위 및 거동 등의 측정결과 및 분석
- 구조물·지반안정해석 결과 및 분석
- 시설물의 안전성 평가등급

**5. 종합평가**

- 과업내용에 의거 상태평가 등급과 안전성평가등급을 비교하여 최저등급을 시설물에 대한 종합평가등급으로 작성한다.

**6. 보수·보강방법** : 시설물의 상태평가와 안전성평가 결과에 따라 손상 및 결함이 있는 부위에 대하여 적용할 보수·보강 방법을 제시한다.

- 보수·보강방법에 대한 개요

- 일반적인 보수·보강 방안(노후화 대책, 균열발생 보강 및 사전 억제대책, 지반개량대책 등)
- 보수 시공방법
- 시공시 유의사항

**7. 종합결론 및 건의사항** : 보고서의 결과표에는 외관조사, 상태평가 및 안전성평가 등을 종합적으로 검토·분석한 결과를 기재하여야 하며, 진단대상 시설물 전체에 대한 상태평가등급을 기재하여야 한다. 또 진단결과 시설물에 「영」 제12조의 중대한 결함이 있는 경우에는 필요한 후속조치 사항을 기재하여야 한다.

- 정밀안전진단 결과의 종합결론
  - 전체 외관조사 결과
  - 비파괴 현장시험 및 측정결과
  - 내구성 조사 및 측정결과
  - 시설물의 상태평가
  - 시설물의 안전성평가
  - 시설물의 종합평가
  - 보수·보강방법
- 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항
- 기타 필요한 사항

## 8. 참고문헌

### ※ 부록

- 육안검사 사진
- 외관 조사망도
- 측정, 시험, 계측 성과표
- 상태평가 및 안전성평가등급 결정 자료
- 안전성평가 및 안전성평가등급 결정 자료
- 수치해석 입·출력자료
- 기타 참고자료

# 제 5장 조사 · 시험항목 및 수량

---

## 5.1 일 반

## 5.2 조사 · 시험항목 및 수량기준

# 제 5장 조사·시험항목 및 수량

## 5.1 일반

본 장에서는 용벽의 안전점검 및 정밀안전진단시 실시하는 내구성 조사항목 중 필수적인 조사항목에 대하여 필요한 최소한의 조사수량을 구체적으로 명시함으로써 안전점검 및 정밀안전진단의 현장조사 범위 및 내용이 일정수준 이상 유지되도록 하고, 점검·진단결과에 의한 시설물의 상태 또는 안전성 평가가 객관적이며, 보편 타당하게 이루어질 수 있는 기초자료 확보가 되도록 하고자 한다. 안전점검 및 정밀안전진단시 조사·시험항목 및 수량은 본 장에서 제시되는 내용을 원칙으로 하되 용벽의 특성 및 제반여건을 고려하여 적절히 응용할 수 있다.

## 5.2 조사·시험항목 및 수량기준

### 5.2.1 조사·시험항목 선정

정기점검은 육안검사수준의 관찰에 의해 시설물의 외관상태를 중심으로 점검하며 점검결과에 의해 시설물에 대한 상태평가를 실시하지 않으므로 특별한 내구성 조사항목 및 조사수량 기준을 구체적으로 명시하지 않는다.

긴급점검은 관리주체가 필요하다고 판단하거나 관계기관의 장이 필요하다고 판단하여 관리주체에 점검요청이 있는 특별한 경우에 실시되는 점검으로서 점검의 범위 및 내용이 그 상황에 따라 크게 차이를 갖음과 더불어 조사항목 및 조사수량 역시 크게 달라지므로 관리주체나 점검책임기술자가 점검의 범위 및 내용을 고려하여 조사항목 및 조사수량을 결정하도록 한다.

정밀점검은 현장조사(외관조사 및 내구성조사 등)결과에 의해 시설물에 대한 상태평가를 실시함이 기본과업이며 안전성평가는 필요시 실시하는 추과과업으로 되어있으며, 정밀안전진단은 상기의 안전점검 결과 시설물의 재해 및 재난예방과 안전성 확보 등을 위하여 필요하다고 인정되는 경우 실시하는 진단으로서 시설물의 물리적·기능적 결함을 발견하고 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 조사·측정하여 그 결과에 의해 시설물의 상태 및 안전성평가를 실시함과 더불어 결함에 대한 보수·보강 등의 방법을 제시함이 기본과업으로 되어있다.

따라서 본 세부지침에서는 정기점검 및 긴급점검을 제외한 정밀점검과 정밀안전진단시 필요한 내구성 조사항목들을 필수적 조사항목과 선택적 조사항목으로 구분하여 다음 <표 5.2-1>과 같이 선정하였다.

필수적 조사항목은 점검·진단시 반드시 조사해야하는 항목을 의미하며 선택적 조사항목은 과업의 범위 및 내용이나 과업의 특성에 따라 관리주체나 점검·진단책임기술자가 선정의 여부를 결정하는 조사항목을 나타낸다.

<표 5.2-1> 옹벽의 정밀점검 및 정밀안전진단시 내구성 조사항목

구 분	안전점검(정밀점검)	정밀안전진단
콘크리트 옹벽	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 필수적 조사항목                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 측정분할(신축이음부 기준)</li> <li>○ 콘크리트강도                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 비파괴시험법(반발경도법)</li> </ul> </li> <li>○ 콘크리트 중성화깊이</li> <li>○ 콘크리트 염화물 함유량</li> <li>○ 옹벽 종·횡단측량 등</li> </ul> </li> <li>■ 선택적 조사항목                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 콘크리트강도(파괴시험법)</li> <li>○ 진행성 기울기</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 필수적 조사항목                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 측정분할(신축이음부 기준)</li> <li>○ 균열조사(깊이, 길이, 진행성여부)</li> <li>○ 열화조사</li> <li>○ 콘크리트강도                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 비파괴시험법(반발경도법)</li> <li>- 파괴시험법(코어채취법)</li> </ul> </li> <li>○ 철근배근탐사                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 철근간격</li> <li>- 철근피복두께</li> </ul> </li> <li>○ 철근부식도 측정</li> <li>○ 콘크리트 중성화깊이</li> <li>○ 콘크리트 염화물함유량</li> <li>○ 계획선형오차(진행성 및 비진행성)</li> </ul> </li> <li>■ 선택적 조사항목                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 콘크리트 물성 및 미세구조</li> <li>○ 각종조사·시험 등</li> </ul> </li> </ul>
보강토 옹벽	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 필수적 조사항목                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 측정분할(20m간격=평가단위)</li> <li>○ 계획선형 오차(전도/경사)</li> <li>○ 재료시험(블록 및 보강재)</li> </ul> </li> <li>■ 선택적 조사항목                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 진행성 배부름 현상</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 필수적 조사항목                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 측정분할(20m간격=평가단위)</li> <li>○ 계획선형오차(전도/경사)</li> <li>○ 재료시험(블록 및 보강재)</li> <li>○ 진행성 배부름 현상</li> </ul> </li> </ul>
석 축	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 필수적 조사항목                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 측정분할(20m간격=평가단위)</li> <li>○ 암석풍화도 판정</li> <li>○ 견칫돌강도</li> <li>○ 채움콘크리트 강도</li> </ul> </li> <li>■ 선택적 조사항목                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 진행성 배부름 현상</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 필수적 조사항목                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 측정분할(20m간격=평가단위)</li> <li>○ 계획선형오차(전도/경사)</li> <li>○ 견칫돌강도</li> <li>○ 채움콘크리트 강도</li> <li>○ 암석풍화도 판정</li> <li>○ 진행성 배부름 현상</li> </ul> </li> </ul>
개비온 옹벽	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 선택적 조사항목                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 진행성 변형</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 필수적 조사항목                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 측정분할(20m간격=평가단위)</li> <li>○ 진행성 변형</li> </ul> </li> </ul>

## 5.2.2 조사·시험수량 결정

정밀점검과 정밀안전진단시 실시해야하는 조사항목별 최소한의 조사수량기준은 다음과 같다.

### 5.2.2.1 현장조사 및 시험

#### 가. 측정분할

##### 1) 일반사항

- 측점분할 작업은 현장조사에서 최초로 실시하는 작업으로서 진행 방향으로 위치를 표시하는 작업을 말한다.
- 예비조사와 기타 사전 조사시에 입수한 자료를 검토하여 도면에서의 표기 방식을 참고로 현장에서 해당 위치를 표시하고, 위치 표시는 현장에서 쉽게 식별될 수 있도록 하여 추후 유지관리시에도 활용할 수 있어야 한다.

#### 2) 조사수량 및 측정방법

- 정밀점검 및 정밀안전진단시 측점분할 간격은 20m 내외가 적당하며, 면밀한 조사가 필요한 구간에 대해서는 별도로 세분해야하고 내업작업 및 결과분석 작업은 평가단 위로 분할하여 실시해야 한다.

#### 3) 결과분석

- 국부적인 표면 오염이나 습기 등이 있는 경우에는 이를 제거하고 스프레이, 매직, 유성펜 등으로 표시하며 석필, 분필 등으로 표시할 수도 있다.
- 측점분할은 통상 옹벽 시점부터 시작하여 종점에서 끝나며 분할에 따른 오차를 최소화 하고, 단면변화구간이나 굴곡구간 등 현장에서 직접 확인 가능한 위치는 현장조사 전에 미리 확인하여 측점을 분할함으로써 오차를 줄인다.

### 나. 측량

#### 1) 일반사항

- 외관조사 결과 옹벽의 단차나 침하가 발생한 곳에 대해서는 정확한 단면상태 및 시공 상태 파악을 위하여 옹벽의 선형측량 및 수준측량을 실시한다.
- 준공도상의 단면과 현 상태의 차이를 검토·비교하여 보수·보강대책 수립시와 유지·관리업무 수행시에도 활용할 수 있도록 한다.

#### 2) 조사수량 및 측량방법

- 정밀점검 및 정밀안전진단시 옹벽측량은 단면형상이 변화하는 구간과 표고가 변화하는 구간을 중심으로 옹벽의 시점부터 종점까지 실시한다.
- 사용하는 장비는 일반적으로 일체형 광파 거리계에 의한 측량기(Rec. Elta RL등)와 평판측량 및 수준측량(레벨측량)기 중 선택·조합하여 사용한다.

#### 3) 결과분석

- 옹벽 측량시 측정된 결과와 설계도면과 일치하는지 여부를 확인한다.

### 다. 콘크리트 강도조사

콘크리트 강도조사는 정밀안전진단시 반발경도법과 코어채취에 의한 파괴시험법을 적용하며, 정밀점검시는 비파괴시험법(반발경도법)으로 실시하되, 필요시 초음파법을 이용한 복합법으로 강도를 추정할 수 있다.

#### 1) 반발경도법

##### ① 일반사항

- 반발경도법(rebound hammer test)은 콘크리트 표면의 강도를 측정하여 그 측정치로부터 콘크리트의 압축강도를 추정하는 방법으로서, 원리는 슈미트 해머를 사용, 경화 콘크리트 표면의 타격시 반발경도치(R)와 콘크리트 압축강도(Fc)사이의 상관관계에 대한 실험적 경험을 기초로 한다.
- 일반적으로 타격면의 골재 유무, 습윤상태, 콘크리트의 재령 등에 따라 차이가 나는 단점이 있으나 조사가 쉽고 간편하며, 짧은 시간에 강도 추정이 가능하여 널리 사용되고 있다.

## ② 조사수량 및 측정방법

- 옹벽 정밀안전진단시 반발경도법에 의한 강도조사는 최소한 평가단위당 1개소 측정을 원칙으로 하며, 정밀점검시 50m당 1개소씩 측정하여야 한다. 1개소 측정은 모서리에서 3cm이상 들어간 곳에서 가로, 세로 3cm 이상의 간격으로 20점 이상의 측정점에 대하여 측정하고, 전 측정치의 산술평균을 그 개소의 측정경도(R)로 한다.
- 측정기의 종류는 다양하나 일반적으로 N형과 NR형이 많이 사용된다. 반발경도의 20타점 평균치와 타격각도에 따른 보정치로부터 직접 추정하는 MTC 형이 있으며, 기타 P형, M형, L형 등이 있다.
- 슈미트 해머는 측정기를 사용할 때 정확한 측정치가 유지되도록 측정 직전에 테스트 엔빌(test anvil)로 보정해야하며, 정기적으로 정밀도를 검정하여야 한다.

## ③ 분석방법

- 측정된 반발경도값의 산술평균을 구한다.(이때 현장 측정시 이상을 타격부나 골재, 곰보 타격부등은 제외한다.). 산술평균치의 10% ~ 20%를 초과하는 값은 버린다. 오차 범위는 각각의 경우마다 상이하며 이는 기술자의 판단에 의한다.
- 압축강도 추정식
  - 동경도 건축재료 검사소의 식 :  $F = 10R_0 - 110$  (kgf/cm<sup>2</sup>)
  - 일본 재료학회 식 :  $F = 13R_0 - 184$  (kgf/cm<sup>2</sup>)
  - 일본 건축학회 공동실험결과 :  $F = 7.3R_0 + 100$  (kgf/cm<sup>2</sup>)

여기서,  $R_0$  : 보정 반발경도치

## 2) 초음파법

### ① 일반사항

- 초음파법은 콘크리트 내부를 통과하는 초음파(ultra sonics)의 속도가 콘크리트의 상태, 내구성, 균질성, 강도 등의 영향에 따라 각기 다르게 나타나는 경험적인 결과를 이용한 비파괴 시험법이다.
- 측정의 기본 형태는 콘크리트에 밀착된 단자에서 발진한 초음파 pulse (20 ~ 200 KHz의

도달 속도)가 콘크리트 중에 전달되어, 수신단자에 가장 빨리 도달한 시간을 전달 시간으로 하고 양 단자간의 거리에 의하여 속도를 얻는다.

② 조사수량 및 측정방법

- 옹벽 정밀안전진단시 초음파 속도법에 의한 품질평가는 책임기술자 판단에 따라 필요한 경우에는 최소한 평가단위당 1개소를 측정한다.

③ 결과 분석

- 실측한 초음파 펄스(pulse)의 전달시간(t) 및 측정거리(L)를 이용하여 다음식에 의해 초음파 속도(Vp)를 구한다.

$$V_p = L / t \text{ (km/sec 또는 m/sec)}$$

- 초음파 속도법만에 의한 콘크리트 압축강도 추정은 그 정도가 매우 낮다. (회기율 40% 내외) 따라서 강도 추정은 한계가 있으며, 구조물, 위치별 상대 평가로서 진단시 강도조사 보다는 품질평가의 의미가 있다.

3) 복합법

① 일반사항

- 복합법이라 하면 비파괴검사 방법중 2가지 이상을 상호 보완하여 콘크리트 압축 강도를 추정하는 방식이며 가장 일반적인 반발경도법과 초음파탐사법의 조합법을 제시한다.

② 조사수량 및 측정방법

- 정밀안전진단시 복합법은 책임기술자 판단에 따라 필요한 경우는 실시한다.
- 한편 일본건축학회의 “콘크리트 강도추정을 위한 비파괴 시험방법 매뉴얼”에 의하면 복합법에 의한 압축강도의 추정은 100kgf/cm<sup>2</sup> 이상 600kgf/cm<sup>2</sup>이하의 콘크리트에 대해 적용하며, 재령이 3개월 이상인 콘크리트에서는 반발도(R)는 실측치의 0.9배로 하고 초음파 속도(Vp)는 직접법에 의한 측정값을 사용하도록 하고 있으므로 표면법에 의한 Vp를 사용할 경우 보완하여 사용하여야 한다.

③ 결과분석

지금까지 강도 추정방법으로 제안되어 온 실험식 중 대표적인 것은 다음과 같다.

- 일본건축학회식

$$\cdot F_c = 8.2R_0 + 269 V_p - 1049 \quad (\text{보통 콘크리트의 경우})$$

$$\cdot F_c = 4.1R_0 + 344 V_p - 1022 \quad (\text{경량 콘크리트의 경우})$$

- RILEM식

$$\cdot \log_{10}F_c = 0.3794 V_p + 0.01149 R + 0.4332$$

여기서, R<sub>0</sub> = 보정 반발경도치

V<sub>p</sub> = 초음파속도

#### 4) 코어 채취법

##### ① 일반사항

- 압축강도 시험은 KS F 2422에 의하여 실시하며 공시체의 높이가 그 직경의 2배보다 작은 경우에는 보정 계수를 곱하여 높이:직경=2:1의 비율로 제작된 공시체의 강도로 환산한다.

##### ② 조사수량 및 측정방법

- 옹벽 정밀안전진단시 코어 채취법에 의한 강도조사는 연장이 100m 미만의 경우 최소한 2개소(공)는 실시하여야 한다. 연장이 100m 이상일 경우는 50m당 1개소(공)씩 추가 실시하여야 한다.
- 옹벽 정밀점검시 코어채취법에 의한 강도조사는 책임기술자 판단에 따라 실시할 수 있다.

##### ③ 결과분석

- 옹벽의 경우 코어를 채취하기가 비교적 용이한 전면부에서 코어를 채취하며, 콘크리트 화학 분석 및 실제 강도를 평가하기 위한 시편으로서의 역할도 한다. 또한 이와 동시에 코어 시편에 스트레인 게이지를 부착하여 탄성계수, 포아손비 및 응력 - 변형도 곡선을 측정한다.

### 라. 균열깊이 측정

#### 1) 일반사항

- 초음파를 이용하여 균열깊이를 측정하는 방법은 Tc - To법, T-법, BS-4408에 규정한 방법, Leslie법, 위상변화를 이용하는 방법, SH파를 이용하는 방법 등이 있다.
- 본 절에서는 가장 일반적으로 이용되고 있는 Tc - To법, BS-4408에 규정한 방법에 대하여 서술한다.

#### 2) 조사수량 및 측정방법

- 옹벽 정밀안전진단시 초음파 탐사법에 의한 균열깊이 측정은 최소한 평가단위당 최대균열폭을 대상으로 1개소씩 측정하되, 균열의 이상 징후가 있는 곳에서는 추가적으로 시행하여야 한다.
- Tc - To법은 종파용 발·수진자를 균열을 중심으로 등간격인 L/2로 설치하였을 때, 균열 선단부를 회절된 초음파의 전파시간(Tc)과 균열이 없는 부분의 발·수진자간의 거리(L)에 대한 전파시간(To)을 측정한다.

#### 3) 결과 분석

측정된 전파시간에 대하여 다음식에 대입함으로써 균열깊이(H)를 구한다.

$$H = X \sqrt{\left(\frac{T_c}{T_0}\right)^2 - 1}$$

여기서  $T_0 = \frac{2X}{V}$  : 균열이 없는 건전부의 초음파 전달속도

$T_c = \frac{2\sqrt{X^2 + H^2}}{V}$  : 균열면 주위의 초음파 전달속도

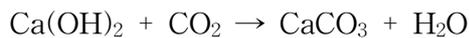
H = 균열 깊이

X = 건전부의 발·수진자 사이의 거리(L/2)

## 마. 중성화 시험

### 1) 일반사항

- 신선한 콘크리트는 타설 후 대기중에 있을 때 대기중의 이산화탄소가 콘크리트 내부에 침투해서 콘크리트 중의 수산화칼슘과 다음과 같은 화학반응을 일으킨다.



- 신선한 콘크리트는 시멘트의 수화 생성물인 수산화칼슘의 영향으로 pH가 약 12~13인 강 알칼리성을 나타내지만 공용기간이 경과함에 따라 대기중의 탄산가스의 영향으로 표면으로부터 pH가 8~10 정도로 서서히 낮아진다. 이를 중성화 또는 탄산화라고 정의하며, 강도에는 크게 영향을 미치지 않는으나 콘크리트의 취성을 크게 증진시켜 구조물의 변형 저항성을 저하시킨다.

### 2) 조사수량 및 측정방법

- 옹벽 정밀안전진단시 중성화 진행상태 조사는 콘크리트 강도조사를 위해 채취한 코어 수량에 대하여 실내시험을 실시한다.
- 정밀점검시 중성화 시험은 직접 콘크리트 면에서 드릴링하여 측정하는 방법을 사용하며, 중성화 진행상태 조사는 연장이 100m 미만의 경우 최소한 2개소는 실시하여야 한다. 다만 연장이 100m 이상일 경우에는 100m당 1개소씩 추가 실시 하여야 한다. 이 경우 중성화측정은 콘크리트면에서 드릴링하여 측정한다.
- 중성화 조사시 1개소는 코어를 채취하여 측정하는 방법은 1공 기준이며, 콘크리트 면에서 드릴링하여 측정하는 방법은 2공을 측정하여 평균치를 중성화 깊이로 한다.

### 3) 결과분석

- 중성화 깊이 측정용 시약은 1% 페놀프탈레인이 가장 일반적으로 사용되고 있다. 시약의 제조는 95% 에탄올 90cc에 페놀프탈레인 1g을 용해시킨후 순수한 물을 첨가하여 100cc가 되게 한 것이다.

## 바. 염화물 함유량 분석

### 1) 일반사항

- 염화물에 의하여 발생하는 콘크리트의 염해는 크게 해사 사용 등에 의한 내부 염해와 해안환경, 제설용 염화물 살포 등에 의한 외부염해로 구분된다.
- 해사중에는 염화나트륨이 포함되어 있는데 이를 세척하지 않고 콘크리트에 사용할 경우 강재부식과 콘크리트의 백태 등 구조물에 심각한 문제를 일으킬 수 있다.

### 2) 조사수량 및 측정방법

- 옹벽 정밀안전진단시 염화물 함유량 측정시험은 코어채취 수량과 동일하게 실내시험을 실시한다.
- 옹벽 정밀점검시 염화물 함유량 측정시험은 중성화시험 수량과 동일하게 현장시험을 실시한다.
- 또한 해안 환경의 경우, 해안에서 200m 이내는 염해지역, 200m ~ 1km는 준염해지역이므로 이들 지역내에 있는 콘크리트 구조물의 내구성 평가시 염해에 대한 평가가 필요하다.
- 코어채취에 의한 염화물 함유량 측정시험시의 측정부위는 피복두께 이상의 부위를 샘플링하여 시험한다.
- 염화물 함유량 측정시험 결과는 측정된 수량 중 최고값을 전체 시설물의 대표값으로 설정한다.

### 3) 결과분석

- 공용기간이 장기화된 구조물에서 도포재료 등의 보호없이 외부에 노출되어 염화물의 유입이 다소 자유로운 부분은 피복두께 깊이까지 시편을 채취한 후 염화물 함유량을 분석함이 바람직하다

## 사. 철근배근 탐사

철근 배근탐사에 관한 조사방법 및 조사수량은 아래와 같으며, 책임기술자는 다음 조사방법 중 1개의 측정법을 선택하여 조사를 실시한다. 단, 본 세부지침에서는 아래 열거한 방법들로 철근배근 탐사법을 제한하는 것은 아니며, 아래 열거한 측정법외에 검증된 신기술 또는 개량된 기술이 있을 경우에는 책임기술자의 판단하에 사용할 수 있다.

### 1) 전자 레이더법에 의한 철근배근 탐사

#### ① 일반사항

- 이 방법은 원래 지중의 매설물 조사로서 연구 개발되어 왔지만, 최근에는 콘크리트에도 적용되기 시작하였다.
- 해당 물체내에 송신된 전자기파가 전기적 특성(유전율 및 도전율)이 다른 물질(철근, 매설물, 공동 등)의 경계에서 반사파를 일으키는 성질을 이용해서 그 반사파의 영상

을 해석함으로써 조사를 행하는 방법이다.

② 조사수량 및 측정 방법

- 옹벽 정밀안전진단시 철근탐사는 정밀안전진단시 반발경도 측정 수량과 동일하다.
- 옹벽 정밀점검시 철근탐사는 정밀점검시의 반발경도 측정 수량과 동일하다.
- 전자레이더 탐사장치의 검사방법에 의한 일반적인 장치구성은 크게 안테나부와 본체부 및 제어부로 구성된다.
  - 안테나부는 펄스제어, 송신기, 수신기, 송수신 절환기, 안테나 및 거리검출기로 구성된다. 전자는 본체제어부로부터의 신호에 의해 펄스제어, 송신기, 송수신 전환기를 경유해서 송신안테나로부터 송신된다.
  - 본체 제어부는 조작부, 제어처리부, 출력표시부(CRT), 전원부로 구성된다.

③ 결과 분석

- 작은 물체(안테나의 크기와 비교)의 화상 표시  
균질 매질내의 작은 반사 물체가 단독으로 있는 경우 철근 등의 작은 반사물체는 원리적으로는 산형(쌍곡선)화상으로 표시된다. 25cm이상 나타난 역산형의 화상은 허상이다.
- 표면과 처리한 결과 데이터 : 표면 반사파가 제거되어 피복두께의 화상위치가 확실히 나타나 있다. 철근의 위치는 가장 위의 산 중심위치가 된다. 산형 화상이 3개 정도 수직방향(깊이 방향)에 연이어 있다. 이 파형은 전부 하나의 물체로부터 반사된 신호를 나타낸다.

3) 전자유도법에 의한 철근 탐사

① 일반사항

- 철근탐사기는 전자유도를 이용하여 콘크리트 내부의 철근위치, 방향, 피복두께, 직경을 측정하기 위하여 사용되고 있다. 배근방향, 배근간격의 확인은 비교적 용이하기 때문에 구조체로부터 압축시험용 코어를 채취할 위치를 선정하는데도 사용된다.

② 조사수량 및 측정방법

- 철근배근 탐사는 전자레이더법 혹은 전자유도법으로 탐사하는 방법 등이 있으며 어느 방법이든지 선택적으로 할 수 있다.
- 측정은 철근탐사기를 콘크리트 표면에 평행하게 움직이면서 실시한다. 철근탐사기가 콘크리트 내부의 철근의 위치를 지나면, 미터지시계의 값이 (+)에서 (-)로 변한다. 이 변화지점에 “빠”하면서 부자가 울리며 지시값은 최소가 된다. 이와 같은 조작에 의하여 탐사기의 방향을 90°로 변경하면서 반복하여 각 방향의 배근위치를 파악한다.

③ 결과분석

- 현장에서 측정은 먼저 비교적 빠른 속도로 개략적인 철근 위치부터 확인한 후,

좌우로 철근위치가 가까워질수록 탐사속도를 줄여서 탐사함으로써 정확한 철근 위치의 탐사를 실시하여야 한다.

## 아. 철근부식도 조사

### 1) 일반사항

- 콘크리트의 내부에 묻힌 철근의 부식(corrosion of steel reinforcement in concrete)은 콘크리트 구조물의 성능저하를 일으키는 주요한 원인 중의 하나이다.
- 철근이 부식되면, 철근단면이 손실되어 구조물의 전체 강도가 저하될 뿐 아니라 철근의 체적이 본래의 약 2.5배로 팽창하고 그 팽창압으로 콘크리트에 균열을 발생시키게 된다.

### 2) 조사수량 및 측정방법

- 옹벽 정밀안전진단시 부식도 조사는 정밀안전진단시 코어채취 수량과 동일하게 한다.
- 옹벽 정밀점검시 부식도 조사는 코어채취에 의한 콘크리트 압축강도 시험시 실시하며, 측정 수량은 코어채취 수량과 동일하게 한다.
- 측정하고자 하는 철근 콘크리트의 표면을 미리 전해질용액으로 충분히 적신다. 측정하고자 하는 부분의 철근을 노출시켜 전압계의 양극과 연결하여 측정부분을 이동시켜 가면서 전위를 측정한다.

### 3) 결과분석

측정된 전위를 다음과 같은 기준에 의하여 평가한다.

- $-0.20V$  이상인 경우에는 콘크리트중의 철근이 부식의 영향을 받지 않을 확률이 90% 이상이다.
- $-0.20 \sim -0.35V$ 인 경우에는 철근의 부식상태가 불명확하다.
- $-0.35V$  이하인 경우는 철근이 부식상태일 확률이 90% 이상이다.

## 자. 지반조사

### 1) 일반사항

- 안전성 평가시 토압산정과 지지력검토를 위해 실시하며, 시험방법은 책임기술자의 판단하에 시추 또는 원위치 시험 중 적절한 방법을 선택하여 KS규격을 기준으로 실시한다.

### 2) 조사수량 및 방법

- 정밀안전진단시에는 필수적으로 주동영역 및 수동영역에 각각 1회씩 실시한다.
- 옹벽의 안전점검(정밀점검)시에는 점검결과에 따라 안전성평가시 책임기술자의 판단하에 실시한다.
- 지반조사는 대표지반을 설정하여 1구간 실시를 원칙으로 하나 지층의 변화가 심한 경우에는 책임기술자 판단에 따라 조사 횟수를 상향조정할 수 있다.

- 보강토 옹벽의 뒷채움흙에 대해서는 입도분포 시험을 실시하여 안전성평가지 고려하여 해석한다.

## 차. 지하수위 측정시험

### 1) 일반사항

- 정밀안전진단(필요시) 및 정밀점검(필요시)시 수리시설옹벽과 같이 부력 및 양압력에 대한 고려가 필요한 지반에 대해서 실시하며, 시험방법은 책임기술자 판단에 따라 적절한 시험법을 선택하여 실시한다.

### 2) 조사수량 및 방법

- 지하수위 측정은 필요시 1회 측정을 원칙으로 하지만 책임기술자 판단에 따라 상향조정이 가능하다.

## 카. 진행성 변형 및 변위

### 1) 일반사항

- 변위 및 변형은 크게 진행성 및 비진행성으로 분류할 수 있으며, 진행성 변위는 시설물 전체의 안전성에 크게 영향을 미칠 수 있다.
- 비진행성이라고 판단되는 변위 및 변형도 장기적인 미소한 변위가 누적되면 위험수준에 도달할 수 있으므로, 과거의 측정자료를 분석하여 장기 계측을 고려할 필요가 있다.

### 2) 조사수량 및 방법

- 정밀안전진단시 변위 및 변형에 대한 계측은 상태평가 결과 최대변위(계획선형오차, 배부름 등) 또는 변형량이 발생한 지점에서 실시하며, 최소 1개소 이상 설치를 원칙으로 하나 책임기술자의 판단하에 상향조정할 수 있다.
- 정기점검시 변위 및 변형은 점검결과에 따라 책임기술자 판단하에 실시하며, 주기적인 관측 또는 계측에 의해서 진행여부를 판단한다.
- 정기점검, 안전점검(정밀점검) 및 정밀안전진단 결과에 따라 추가적인 계측이 필요하다고 판단되면 장기 계측을 실시할 수 있다.

## 5.2.2.2 실내시험

일반적으로 콘크리트 내구성이 미치는 영향 분석을 위하여 책임기술자 판단에 따라 실내시험을 실시할 수 있으며, 시험의 개요는 다음과 같다.

### 가. 콘크리트 물성시험 및 미세구조 시험

콘크리트 구조물의 구성 재료에 대한 조사는 1차적으로 비파괴검사에 의해 수행된다. 정밀안전진단의 경우는 코어를 채취하여 파괴시험에 의한 재료의 검사를 실시한다. 그러나 시료 채취시 부재에 손상을 입힐 수 있으므로 각별한 주의를 하여야 한다.

#### 1) 압축강도 시험

- 안전성 평가 및 내구성 평가시 경화된 콘크리트의 각종 시험 중에서 압축강도 시험이 가장 중요시 되고 있다. 이것은 철근 콘크리트의 구조설계에는 압축강도만이 고려되고, 기타의 인장강도나 휨강도, 전단강도는 무시되거나 보조적으로만 고려되며, 또한 압축강도로부터 다른 강도의 대략적인 값을 추정할 수 있다는 이유 때문이다.
- 채취된 시료를 직경과 길이의 비가 1:2가 되도록 가공한 후, KS F 2405에 의거 시험을 실시하여야 하나 현장여건 등에 의하여 직경과 길이의 비가 1:2가 되지 않을 경우는 시험값을 보정하여야 한다.
- 단위중량 시험 : 채취된 코어를 대상으로 건조단위 중량과 표건상태의 단위중량을 측정하여 건조성의 상대적인 지표로 삼는다.

## 2) 중성화 시험

- 시험방법은 현장시험으로 이용되는 페놀프탈레인용액 도포법과 실내에서 시험하는 시차열분석법, X선 회절분석법이 있다.
- 실내시험용 시료는 코어채취한 공시체를 사용하거나 적당한 깊이에서 채취된 콘크리트 시험편을 사용한다.
- 중성화 시험은 중성화 유무를 확인하고 콘크리트 표면으로부터 중성화 도달면까지의 평균 깊이를 구하는 것이며, 중성화 깊이에 따라 콘크리트의 중성화 저항성능 비교, 콘크리트 구조물의 잔존수명 예측 등에 이용한다.

## 3) 염화물 함유량 분석

- 염화물에 의하여 발생하는 콘크리트의 염해는 크게 해사 사용등에 의한 내부 염해와 해안환경, 제설용 염화물 살포 등에 의한 외부염해로 구분된다.
- 해사중에는 염화나트륨이 포함되어 있는데 이를 세척하지 않고 콘크리트에 사용할 경우 강재부식과 콘크리트의 백태 등 구조물에 심각한 문제를 일으킬 수 있다.
- 해안환경의 경우, 해안에서 200m 이내는 염해지역, 200m ~ 1km는 준염해지역이므로 이들 지역내에 있는 콘크리트 구조물의 내구성 평가시 염해에 대한 평가가 필요하다.
- 공용기간이 장기화된 구조물에서 도포재료 등의 보호없이 외부에 노출되어 염화물의 침입이 다소 자유로운 부분은 피복두께 깊이까지 시편을 채취한후 염화물 함유량을 분석함이 바람직하다.

## 4) 수화조직의 평가 및 수화광물의 정성분석

### ① 수화조직의 평가

- 수4화조직의 평가는 주사형 전자현미경(SEM)을 이용하여 시멘트풀의 미세조직을 10,000배 정도 확대하여 수화조직의 형태와 분포를 관찰하는 방법이다.
- 일반적으로 초기동해를 입었거나 양생이 불충분한 경우 침상조직이 지배적이며, 수화반응이 잘된 경우는 판상조직이 발달해 있다.

### ② 수화광물의 정성분석

- 이 시험은 X-Ray 장비를 이용하여 X선 회절분석법으로 조성광물의 구성을 정성적으로 평가하여 콘크리트의 건전성 평가를 위한 시험방법이다.
- 이 시험의 결과는 일반적으로 콘크리트의 미세조직과 화학적 특성이 시방서에서 규정하고 있는 배합기준과의 상이성을 판단하기 위한 자료로 활용한다.

#### 5) 콘크리트의 배합추정

- 배합량을 추정하기 위한 시험법은 X-Ray Fluorescope에 의한 화학분석과 습식 완전 분석법에 의한 방법 등이 있다.
- 채취된 콘크리트 시편으로 실시하는 배합의 추정은 부착수량의 보정문제, 샘플링 오차, 사용 원재료의 차이 및 기초 자료의 부족 등으로 인하여 신뢰도가 떨어지므로 수화조직 관찰과 관련하여 종합적인 판단자료로 활용해야한다.

### 5.2.3 조사·시험항목별 최소 조사수량기준 요약

상기에서 결정한 용벽의 안전점검(정밀점검) 및 정밀안전진단시 실시되는 필수적 및 선택적 조사항목별 최소 조사수량기준을 요약 정리하면 다음<표 5.2-2>와 같다.

<표 5.2-2> 용벽안전점검(정밀점검) 및 정밀안전진단시 조사항목별 최소 조사수량기준 요약표

조사항목	안전점검(정밀점검)			정밀안전진단		
	선정구분		최소조사수량기준	선정구분		최소조사수량기준
	필수	선택		필수	선택	
가. 현장조사 및 시험						
○ 측정분할		●	○ 측정분할 간격은 책임기술자가 조정가능(20m간격, 신축이음부)	●		○ 측정분할 간격은 책임기술자가 조정가능(20m간격, 신축이음부)
○ 측량	●		○ 선형측량 및 수준측량	●		○ 선형측량 및 수준측량
○ 콘크리트 강도 - 반발경도법	●		○ 총수량=(총연장÷50m)개소	●		○ 평가단위당 1개소 ○ 조사수량은 책임기술자가 상향조정 가능
- 초음파법			-		●	○ 평가단위당 1개소 ○ 품질평가지 수행 ○ 조사수량은 책임기술자가 결정
- 코어채취법		●	○ 안전점검(정밀점검)시 조사수량은 책임기술자가 결정	●		○ 총연장 100m미만 : 2개소 ○ 총연장 100m이상 50m당 1개소 추가 ○ 조사수량은 책임기술자가 상향조정 가능
○ 균열깊이 측정		●	○ 조사수량은 책임기술자가 판단	●		○ 평가단위에서 조사된 최대 균열폭에 대하여 실시
○ 중성화 시험	●		○ 총연장 : 100m미만 : 2개소 ○ 총연장 : 100m이상 - 최소2개소 + 100m당 1개소 추가 ○ 조사수량은 책임기술자가 상향조정 가능	●		○ 코어채취 수량과 동일하며, 실내 시험 실시 ○ 조사수량은 책임기술자가 상향조정 가능
○ 염화물 함유량 분석	●		○ 정밀점검시 중성화시험 수량과 동일 ○ 조사수량은 책임기술자가 상향조정 가능	●		○ 코어채취 수량과 동일하며, 실내 시험 실시 ○ 조사수량은 책임기술자가 상향조정 가능
○ 철근배근 탐사	●		○ 정밀점검시 반발경도 측정 수량과 동일	●		○ 정밀안전진단시 반발경도 측정 수량과 동일
○ 철근부식도 조사		●	○ 정밀점검시 반발경도 측정 수량과 동일	●		○ 정밀안전진단시 코어채취 수량과 동일
○ 암석의 풍화도	●		○ 평가단위당 1개소 실시	●		○ 평가단위당 1개소 실시

○ 지반조사	●	○ 안전점검(정밀점검)결과에 따라 실시 ○ 대표지반 설정 1회 실시를 원칙으로 하나 지층변화가 심한 경우에는 책임기술자 판단에 따라 상향조정 가능	●	○ 대표지반 설정 1회 이상 실시를 원칙으로 하나 지층변화가 심한 경우에는 책임기술자 판단에 따라 상향조정 가능
○ 지하수위 측정	●	○ 책임기술자의 판단에 따라 선택적으로 실시	●	○ 양압력 및 부력의 영향이 있을 수 있는 지반에 대하여 실시 ○ 대표지반 설정 1회이상 실시를 원칙으로 하나 책임기술자 판단에 따라 상향조정 가능
○ 지중경사	●	○ 필요시 선택적으로 실시하며, 계측위치 및 빈도는 책임기술자의 판단하에 결정	●	○ 필요시 선택적으로 실시하며, 계측위치 및 빈도는 책임기술자의 판단하에 결정
○ 토압	●	○ 필요시 선택적으로 실시하며, 계측위치 및 빈도는 책임기술자의 판단하에 결정	●	○ 필요시 선택적으로 실시하며, 계측위치 및 빈도는 책임기술자의 판단하에 결정
나. 실내실험				
○ 콘크리트물성 및 미세구조시험 - 압축강도		-	●	○ “가”항 참조
- 중성화시험		-	●	○ “가”항 참조
- 염화물 함유량		-	●	○ “가”항 참조
- 수화조직 및 수화광물평가		-	●	○ 조사수량은 책임기술자가 결정
- 콘크리트 배합추정		-	●	○ 조사수량은 책임기술자가 결정

※ 응력재료형식에 따라 조사항목의 적용에 차이가 있음(<표 6.2-1> 참조).

# 제 6장 상태평가 기준 및 절차

---

6.1 일 반

6.2 상태평가 기준

6.3 상태평가등급 산정절차

# 제 6장 상태평가 기준 및 절차

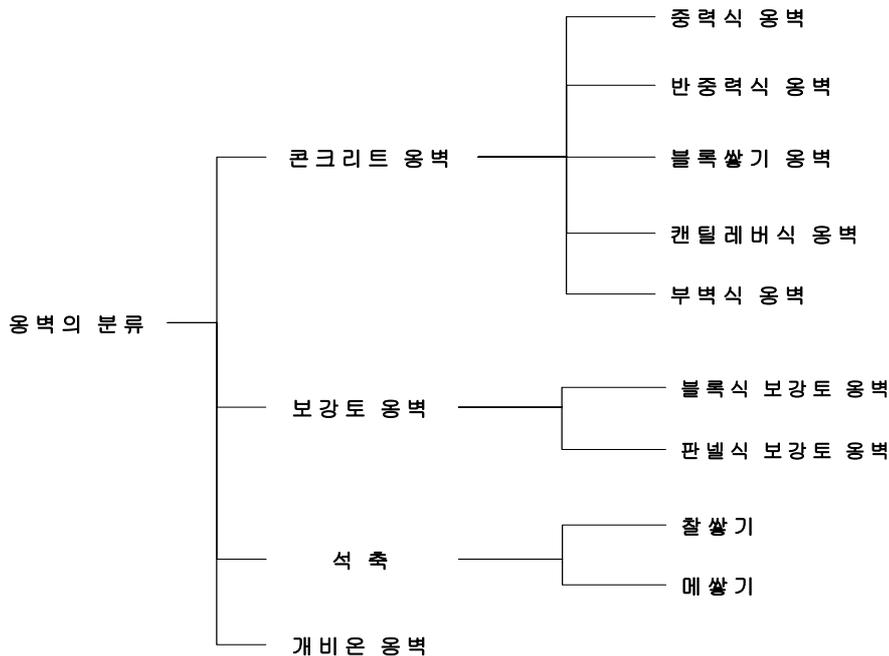
## 6.1 일반

앞장에서 결정한 옹벽 구조물에 대한 내구성 조사항목 및 조사수량 기준과 중요 손상 및 결함과 시설물의 특성을 고려하여 옹벽 시설물의 상태평가를 위한 각종 기준과 이에 따른 상태평가기법 및 상태평가등급 산정절차를 정리·예시하였다. 옹벽의 정밀점검 및 정밀안전진단시 실시하는 상태평가는 본 장에서 제시되는 기준과 절차에 의해 수행함을 원칙으로 하되 시설물의 특성 및 제반 여건 등을 고려하여 적절히 응용할 수 있다.

## 6.2 상태평가 기준

### 6.2.1 옹벽분류

옹벽을 재료형식에 따라 분류하면 <그림 6.2-1>과 같다.



<그림 6.2-1> 재료형식에 따른 옹벽 분류

### 6.2.2 상태평가 항목

옹벽의 상태평가는 재료형식별로 구분하여 실시하며, 각 재료별 상태평가지 고려사항은 다음과 같다.

<표 6.2-1> 옹벽 재료형식별 상태평가 항목

구 분		평 가 요 소
콘크리트 옹벽	지반, 기초부	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 침하</li> <li>○ 활동</li> <li>○ 계획선형 오차(전도/경사)</li> <li>○ 세굴</li> </ul>
	전면부	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 파손 및 손상(재료분리)</li> <li>○ 균열</li> <li>○ 마모/침식</li> <li>○ 배수공의 상태</li> <li>○ 누수</li> <li>- 재질열화</li> <li>○ 박락 및 층분리</li> <li>○ 박리</li> <li>○ 백태</li> <li>○ 철근노출</li> <li>○ 중성화</li> <li>○ 염화물</li> </ul>
	기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)</li> </ul>
보강토 옹벽	지반, 기초부	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 침하</li> <li>○ 활동</li> <li>○ 계획선형 오차(전도/경사)</li> <li>○ 세굴</li> </ul>
	전면부	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 파손, 손상 및 균열</li> <li>○ 유실</li> <li>○ 이격</li> <li>○ 전면부 배부름</li> </ul>
	기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)</li> </ul>
석축	지반, 기초부	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 침하</li> <li>○ 활동</li> <li>○ 계획선형 오차(전도/경사)</li> <li>○ 세굴</li> </ul>
	전면부	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 파손, 손상 및 균열</li> <li>○ 유실</li> <li>○ 이격</li> <li>○ 배수공의 상태</li> <li>○ 진행성 배부름</li> <li>○ 채움콘크리트 상태</li> <li>○ 암석의 풍화도</li> </ul>
	기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)</li> </ul>
개비운 옹벽	지반	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 침하</li> <li>○ 활동</li> <li>○ 세굴</li> </ul>
	전면부	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 채움재 유실</li> <li>○ wire mesh의 파손</li> <li>○ 진행성 변형</li> <li>○ 결속철망 상태</li> </ul>
	기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 주변영향인자(배수시설 및 사면상태)</li> </ul>

## 6.2.3 상태평가 기준

### 6.2.3.1 용벽별 상태평가 기준

용벽분류에 따른 용벽별 상태평가를 위한 결함등급 및 결함점수와 결함지수 산출방법은 다음과 같다.

#### 가. 결함점수 및 결함지수 산정기준

##### 1) 콘크리트 용벽

결함 등급	a	b	c	d	e	
	$0 \leq f < .15$	$.15 \leq f < .30$	$.30 \leq f < .55$	$.55 \leq f < .75$	$.75 \leq f$	
침하	0	1	2	3	4	
활동	0	1	2	3	4	
배수공상태	0	3	6	9	12	
계획선형오차 (전도/경사)	0	1	2	3	4	
파손 및 손상(재료분리)	0	1	2	3	4	
균열	0	2	4	6	8	
마모/침식	0	0	1	1	1	
재료 열화	박리	0	0	1	1	2
	박락 및 충분리	0	1	2	3	4
	백태	0	0	1	1	1
	중성화	0	1	2	3	4
	염화물	0	1	1	2	4
	철근노출	0	1	2	3	4
세굴	0	4	8	12	16	
주변영향 인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1				
	사면조사	사면구배	적절	0	부적절	1
		낙석흔적	미발생	0	발생	1
	침출수	무	0	유	1	
철근콘크리트 용벽 결함지수 (F)	①	$\Sigma$ 결함점수 76		②	$\Sigma$ 결함점수 60	
중력식 용벽 결함지수(F)	①	$\Sigma$ 결함점수 64		②	$\Sigma$ 결함점수 48	

※ 철근이 포함되지 않은 구조물은 철근노출, 염화물, 중성화 항목 제외

※ 세굴 발생이 가능한 부위가 불투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장)가 되었을 경우 ②번 산정식을 사용.

※ 콘크리트 용벽의 누수에 대한 평가는 철근콘크리트 용벽에 한하여 실시하며, 평가단위당 균열폭 최대점을 기준으로 균열깊이 측정을 실시하여 균열깊이가 콘크리트 피복보다 클 경우에 결함점수를 한 단계 하향 조정한다.

※ 주변영향인자 평가항목 중 사면조사는 절토사면 및 사면 보호시설물에 해당하여 실시하며, 해당 시설물이 아닌 경우에는 평가식의 분모를 3점 감산하여 계산한다.

2) 보강토 응벽

결함등급	a					
	$0 \leq f < .15$	$.15 \leq f < .30$	$.30 \leq f < .55$	$.55 \leq f < .75$	$.75 \leq f$	
침하	0	0	1	1	2	
계획선형오차 (전도/경사)	0	0	1	1	2	
활동	0	1	2	3	4	
전면부 진행성 배부름	0	2	4	6	8	
파손, 손상 및 균열	0	1	2	3	4	
유실	0	2	4	6	8	
이격	0	1	2	3	4	
세굴	0	4	8	12	16	
주변영향 인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1				
	사면조사	사면구배	적절	0	부적절	1
		낙석흔적	미발생	0	발생	1
		침출수	무	0	유	1
보강토 응벽 결함지수 (F)		①	$\Sigma$ 결함점수 52	②	$\Sigma$ 결함점수 36	

- ※ 세굴 발생이 가능한 부위가 불투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장)가 되었을 경우 ②번 산정식을 사용
- ※ 전면판에 발생한 균열은 파손으로 처리함.
- ※ 주변영향인자 평가항목 중 사면조사는 절토사면 및 사면 보호시설물에 해당하여 실시하며, 해당 시설물이 아닌 경우에는 평가식의 분모를 3점 감산하여 계산한다.

3) 석 축

결함등급	a					
	$0 \leq f < .15$	$.15 \leq f < .30$	$.30 \leq f < .55$	$.55 \leq f < .75$	$.75 \leq f$	
침하	0	1	2	3	4	
계획선형오차 (전도/경사)	0	1	2	3	4	
활동	0	1	2	3	4	
전면부 진행성 배부름	0	2	4	6	8	
배수공 상태	0	3	6	9	12	
파손, 손상 및 균열	0	1	2	3	4	
유실	0	2	4	6	8	
이격	0	1	2	3	4	
채움콘크리트상태	0	1	2	3	4	
암석의 풍화도	0	1	2	3	4	
세굴	0	4	8	12	16	
주변영향 인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1				
	사면조사	사면구배	적절	0	부적절	1
		낙석흔적	미발생	0	발생	1
		침출수	무	0	유	1
석축 결함지수 (F)		①	$\Sigma$ 결함점수 76	②	$\Sigma$ 결함점수 60	

- ※ 세굴 발생이 가능한 부위가 불투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장)가 되었을 경우 ②번 산정식을 사용
- ※ 석괴에 발생한 균열은 파손으로 처리함.
- ※ 주변영향인자 평가항목 중 사면조사는 절토사면 및 사면 보호시설물에 해당하여 실시하며, 해당 시설물이 아닌 경우에는 평가식의 분모를 3점 감산하여 계산한다.

4) 개비온 옹벽

결함 등급	a	b	c	d	e	
	$0 \leq f < .15$	$.15 \leq f < .30$	$.30 \leq f < .55$	$.55 \leq f < .75$	$.75 \leq f$	
침하	0	0	1	1	2	
활동	0	1	2	3	4	
채움재 유실	0	1	2	3	4	
wire mesh 파손 및 손상	0	2	4	6	8	
진행성 변형 발생	0	1	2	3	4	
결속철망 상태	0	1	2	3	4	
세굴	0	4	8	12	16	
주변영향 인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1				
	사면조사	사면구배	적절	0	부적절	1
		낙석흔적	미발생	0	발생	1
		침출수	무	0	유	1
개비온 옹벽 결함지수 (F)		①	$\Sigma$ 결함점수 46	②	$\Sigma$ 결함점수 30	

※ 세굴 발생이 가능한 부위가 불투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장)가 되었을 경우 ②번 산정식을 사용.  
 ※ 주변영향인자 평가항목 중 사면조사는 절토사면 및 사면 보호시설물에 해당하여 실시하며, 해당 시설물이 아닌 경우에는 평가식의 분모를 3점 감산하여 계산한다.

나. 옹벽시설물의 상태평가 등급기준

상태평가등급	시설물의 상태평가 기준	비고
A	$0.00 \leq F < 0.15$	F = 옹벽결함지수
B	$0.15 \leq F < 0.30$	
C	$0.30 \leq F < 0.55$	
D	$0.55 \leq F < 0.75$	
E	$0.75 \leq F$	

다. 옹벽시설물의 상태평가 등급

상태평가등급	시설물의 상태
A	문제점이 없는 최상의 상태
B	결함이 경미하게 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며, 일부의 보수가 필요한 상태
C	보통의 손상, 결함이 발생하였으나 안전에는 지장이 없으며, 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 상태
D	결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며, 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E	심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

### 6.2.3.2 상태평가 항목별 세부기준

평가항목은 기존의 국내기준과 같이 5등급으로 세분하였고, 평가항목별 등급은 옹벽 상태 평가등급과 구분하기 위하여 a, b, c, d, e로 표기하도록 하였다. 또한 별도의 시험으로 구해야만 하는 정량적 수치를 지양하였으며, 외관조사를 통하여 얻을 수 있고 쉽게 판단할 수 있는 평가방법을 정하였다.

세부기준은 기존 국내기준 및 국외기준을 참고하여 결정하였으며, 실무자들의 의견과 기 시행된 안전진단 자료를 반영하고 현실적인 여건을 고려하여 정하였다. 또한, 각각의 평가항목에 대한 상태평가는 가장 대표적인 것을 기준으로 하여 결정하도록 하며, 여러 개소에서 나타날 경우에는 등급을 하향조정하도록 하였다. 또 진행여부를 판별하는 항목은 주기적인 점검(정기점검) 결과를 활용해 결함의 진행여부를 판단하도록 하였다.

<표 6.2-2> 개비온 옹벽 상태평가 기준

등급 종류	a		b		c		d		e	
	비진행성	진행성	비진행성	진행성	비진행성	진행성	비진행성	진행성	비진행성	진행성
1. 침하	5cm미만	3cm미만	5cm이상 ~ 10cm미만	3cm이상 ~ 8cm미만	10cm이상 ~ 20cm미만	8cm이상 ~ 16cm미만	20cm이상 ~ 30cm미만	16cm이상 ~ 25cm미만	30cm이상	25cm이상
2. 활동	5cm미만	2cm미만	5cm이상 ~ 8cm미만	2cm이상 ~ 5cm미만	8cm이상 ~ 12cm미만	5cm이상 ~ 8cm미만	12cm이상 ~ 16cm미만	8cm이상 ~ 12cm미만	16cm이상	12cm이상
3 세굴	<표 6.2-9> 옹벽형식별 해설참조									
4. wire mesh 의 파손 및 손상	건전한 상태		파손이 경미하고 추가적인 손상진행의 가능성이 없는 양호한 상태		파손이 경미하지만, 추가적인 손상이 진행될 수 있는 상태		파손이 진행되어 채움재 유실 발생이 진생된 상태		철망이 파손되어 채움재가 유실되 구조적 안정에 영향이 미칠 정도	
5. 채움재 유실	건전한 상태		경미하게 발생한 상태		다소 크게 발생한 상태		채움재 유실로 인해 옹벽의 부등침하가 발생한 상태		대규모 유실로 인해 옹벽의 부등침하가 발생하여 구조물의 안정에 크게 영향을 줄 정도	
6. 결속 철망상태	가로, 세로 각각 3단 이상		가로, 세로 각각 2단		가로, 세로 각각 1단		가로 또는 세로 중 단방향 1단		결속철망이 설치되지 않은 경우	
7. 진행성 변형 발생	건전한 비진행성 상태		경미하게 발생한 비진행성 상태		경미하게 발생한 진행성 상태		심하게 발생하여 구조적인 안정에 영향을 줄 정도의 진행성 상태		변형이 매우 심하여 경사가 발생하고 구조적 안정에 크게 영향을 줄 정도의 진행성 상태	
8. 주변 영향인자	배수시설		배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1							
	사면조사	사면구배	적절	0	부적절	1				
		낙석흔적	미발생	0	발생	1				
		침출수 유무	무	0	유	1				

※ 8번 항목의 사면조사는 절토사면에만 해당됨

※ 진행 여부를 판별하는 항목은 주기적인 점검(정기점검) 결과를 활용해 판단한다.

<표 6.2-3> 콘크리트옹벽의 상태평가 기준

등급 종류	a		b		c		d		e	
	비진행성	진행성	비진행성	진행성	비진행성	진행성	비진행성	진행성	비진행성	진행성
1. 침하	5cm미만	2cm미만	5cm이상 ~ 8cm미만	2cm이상 ~ 5cm미만	8cm이상 ~ 12cm미만	5cm이상 ~ 8cm미만	12cm이상 ~ 16cm미만	8cm이상 ~ 12cm미만	16cm이상	12cm이상
2. 계획선형 오차 (전도/경사)	2%미만	1%미만	2%이상 ~ 3%미만	1%이상 ~ 2%미만	3%이상 ~ 4%미만	2%이상 ~ 3%미만	4%이상 ~ 6%미만	3%이상 ~ 4%미만	6%이상	4%이상
3. 활동	5cm미만	2cm미만	5cm이상 ~ 8cm미만	2cm이상 ~ 5cm미만	8cm이상 ~ 12cm미만	5cm이상 ~ 8cm미만	12cm이상 ~ 16cm미만	8cm이상 ~ 12cm미만	16cm이상	12cm이상
4. 세굴	<표 6.2-9> 옹벽형식별 해설참조									
5. 파손 및 손상 (재료분리)	없음		0mm~5mm		5mm~10mm		10mm~20mm		20mm이상	
	없음		손상깊이 25mm 미만, 손상면적 10%미만		손상깊이 25mm 미만, 손상면적 10%이상		손상깊이 25mm 이상, 손상면적 10%~20%		손상깊이 25mm 이상, 손상면적 20%이상	
6. 균열	0.1mm 미만		0.1mm~0.2mm		0.2mm~0.3mm		0.3mm~0.5mm		0.5mm이상	
7. 마모/침식	마모/침식된 부위가 없는 건전한 상태		마모/침식이 경미한 상태		마모/침식이 다소 심한 상태		마모/침식이 심한 상태		마모/침식이 매우 심한 상태	
8. 박리	없음		0.5mm미만		0.5mm~1.0mm		1.0mm~25.0mm		25.0mm이상	
9. 박락 및 층분리	없음		15mm미만		15mm~20mm미만		20mm~25mm미만		25mm이상	
10. 백태	없음		국부적으로 발견		여러곳에서 발견		심한상태		매우 심하고 범위가 매우 넓은 상태	
11. 철근노출	없음		면적을 1%		면적을 1~3%		면적을 3~5%		면적을 5%이상	
12. 중성화	미진행		피복두께>2>중성화두께		피복두께>중성화깊이 ≥ 피복두께/2 피복두께>40mm인 경우		피복두께>중성화깊이 ≥ 피복두께/2 피복두께≤40mm인 경우		중성화깊이≥피복두께	
13. 염화물	염화물≤0.15kg/m³		0.15kg/m³<염화물≤ 0.3kg/m³		0.5kg/m³<염화물≤ 0.6kg/m³		0.6kg/m³<염화물≤ 1.2kg/m³		염화물>1.2kg/m³	
14. 배수공	배수공 내부가 우천시마다 맑은 물이 흘러서 깨끗한 상태		배수공 내부가 우천시마다 세립토가 섞여서 배수된 흔적이 있는 상태		배수공 내부가 우천시마다 조립토가 섞여서 배수된 흔적이 있는 상태		배수공 내부에 전혀 배수된 흔적이 없고 거미줄이나 기타 이물질이 있는 상태		배수공을 전혀 설치하지 않은 상태	
15. 주변 영향인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1								
	사면조사	사면구배	적절	0	부적절	1				
		낙석흔적	미발생	0	발생	1				
	침출수 유무	무	0	유	1					

※ 중력식 옹벽 등 철근이 포함되지 않은 구조물은 철근, 중성화 및 염화물 항목을 제외

※ 15번 항목의 사면조사는 절토사면에만 해당됨

※ 진행 여부를 판별하는 항목은 주기적인 점검(정기점검) 결과를 활용해 판단한다.

<표 6.2-4> 보강토옹벽 및 석축 상태평가 기준

등급 종류	a		b		c		d		e	
	비진행성	진행성	비진행성	진행성	비진행성	진행성	비진행성	진행성	비진행성	진행성
1. 침하(석축)	5cm미만	2cm미만	5cm이상 ~ 8cm미만	2cm이상 ~ 5cm미만	8cm이상 ~ 12cm미만	5cm이상 ~ 8cm미만	12cm이상 ~ 16cm미만	8cm이상~ 12cm미만	16cm이상	12cm이상
2. 침하 (보강토옹벽)	5cm미만	3cm미만	5cm이상 ~ 10cm미만	3cm이상 ~ 8cm미만	10cm이상 ~ 20cm미만	8cm이상 ~ 16cm미만	20cm이상 ~ 30cm미만	16cm이상 ~ 25cm미만	30cm이상	25cm이상
3. 계획선형오차 (전도/경사)	2%미만	1%미만	2%이상~ 3%미만	1%이상 ~ 2%미만	3%이상 ~ 4%미만	2%이상 ~ 3%미만	4%이상 ~ 6%미만	3%이상 ~ 4%미만	6%이상	4%이상
4. 활동	5cm미만	2cm미만	5cm이상~ 8cm미만	2cm이상 ~ 5cm미만	8cm이상 ~ 12cm미만	5cm이상 ~ 8cm미만	12cm이상 ~ 16cm미만	8cm이상 ~ 12cm미만	16cm이상	12cm이상
5. 세굴	<표 6.2-9> 옹벽형식별 해설참조									
6. 파손, 손상 및 균열	부재의 파손이 발생하지 않은 건전한 상태	파손이 경미하고 추가적인 손상진행의 가능성이 없는 양호한 상태	파손이 경미하지만, 다른 추가적인 손상진행의 가능성이 있는 보통의 상태	구조물 주요부에 부분적인 파손이 발생하여 제체의 안전성이 저하되거나, 손상의 진행에 따라 손상규모가 확대될 위험이 있는 심각한 상태	구조물 주요부에 큰 파손이 발생하여 구조물의 기능상실, 안전성 결여 또는 파괴로 이어질 수 있는 위험한 상태					
7 이격	건전한 상태	평가단위에서 1개소 이하로 발생한 상태	평가단위에서 3개소 이하로 발생한 상태	평가단위에서 4개소 이하로 발생한 상태	평가단위에서 5개소 이상 발생한 상태					
8. 유실	건전한 상태	평가단위에서 1개소 이하로 발생한 상태	평가단위에서 3개소 이하로 발생한 상태	평가단위에서 4개소 이하로 발생한 상태	평가단위에서 5개소 이상 발생한 상태					
9. 전면부 진행성 배부름	건전한 비진행성 상태	경미하게 발생한 비진행성 상태	경미하게 발생한 진행성 상태	심하게 발생하여 구조적인 안정에 영향을 줄 정도의 진행성 상태	변형이 매우 심하여 경사가 발생하고 구조적 안정에 크게 영향을 줄 정도의 진행성 상태					
10. 채움콘크리트 상태(석축)	건전한 상태	일부 미세한 균열이 발생한 상태	일부 미세한 균열이 발생하였으나 그 정도가 심각하지 않다고 판단되는 상태	채움콘크리트가 풍화된 상태(작은 충격 또는 문지름에 시멘트가 떨어져 나가는 상태)	채움콘크리트가 유실된 상태					
11. 배수공(석축)	배수공 내부가 우천시마다 맑은 물이 흘러서 깨끗한 상태	배수공 내부가 우천시마다 세립토가 섞여서 배수된 흔적이 있는 상태	배수공 내부가 우천시마다 조립토가 섞여서 배수된 흔적이 있는 상태	배수공 내부에 전혀 배수된 흔적이 없고 거미줄이나 기타 이물질이 있는 상태	배수공을 전혀 설치하지 않은 상태					
12. 암석의 풍화도(석축)	신선함(F)			약한풍화(SW)			보통풍화(MW)			
13. 주변영향인자	배수시설	배수시설이 양호할 경우 : 0, 배수시설이 없거나 불량할 때 : 1								
	시면조사	시면구배	적절	0	부적절	1				
		낙석흔적	미발생	0	발생	1				
침출수 유무	무	0	유	1						

※ 13번 항목의 시면조사는 절토시면에만 해당됨

※ 진행 여부를 판별하는 항목은 주기적인 점검(정기점검) 결과를 활용해 판단한다.

## 가. 콘크리트 옹벽의 상태평가 세부기준

<표 6.2-5> 침하의 상태평가 기준(콘크리트옹벽, 석축)

등 급	결함점수	최대 침하량의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	0	5cm미만	2cm미만	- 침하가 발생되지 않은 상태
b	1	5cm이상 ~ 8cm미만	2cm이상 ~ 5cm미만	- 부분적으로 경미한 침하가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	2	8cm이상 ~ 12cm미만	5cm이상 ~ 8cm미만	- 침하의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	3	12cm이상 ~ 16cm미만	8cm이상 ~ 12cm미만	- 침하의 정도가 심각하여 옹벽의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠수 있는 상태
e	4	16cm이상	12cm이상	- 침하의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

<표 6.2-6> 계획선형 오차(전도/경사)의 상태평가 기준(콘크리트옹벽, 석축)

등 급	결함점수	최대기울기의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	0	2%미만	1%미만	- 경사/전도가 발생되지 않은 상태
b	1	2%이상 ~ 3%미만	1%이상 ~ 2%미만	- 부분적으로 경미한 경사/전도가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	2	3%이상 ~ 4%미만	2%이상 ~ 3%미만	- 경사/전도의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	3	4%이상 ~ 6%미만	3%이상 ~ 4%미만	- 경사/전도의 정도가 심각하여 옹벽의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	4	6%이상	4%이상	- 경사/전도의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

※ 계획선형 오차는 준공시와 현시점에서의 변위발생으로 평가한다. 단, 설계도서 및 준공도서가 비치되어 있지 않은 경우에는 최초 측정시기와 현 측정시의 상대적인 값으로 평가한다.

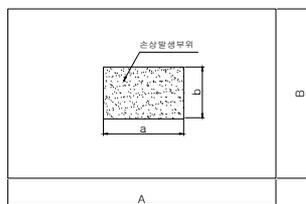
<표 6.2-7> 활동의 상태평가 기준(공통적용)

등 급	결함점수	최대 활동의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	0	5cm미만	2cm미만	- 활동이 발생되지 않은 상태
b	1	5cm이상 ~ 8cm미만	2cm이상 ~ 5cm미만	- 부분적으로 경미한 활동이 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	2	8cm이상 ~ 12cm미만	5cm이상 ~ 8cm미만	- 활동의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	3	12cm이상 ~ 16cm미만	8cm이상 ~ 12cm미만	- 활동의 정도가 심각하여 옹벽의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠수 있는 상태
e	4	16cm이상	12cm이상	- 활동의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

<표 6.2-8> 파손 및 손상, 재료분리의 상태평가 기준

등 급	결함점수	깊이	면적을 10%미만	면적을 10%이상
a	0	없음	a	a
b	1	0mm~5mm	b	c
c	2	5mm~10mm	c	d
d	3	10mm~20mm	d	e
e	4	20mm	e	e

<해설>



$$\frac{\text{손상발생면적}}{\text{점검단위면적}} \times 100 = \frac{\text{손상폭}(a) \times \text{손상높이}(b)}{A \times B} \times 100 = \quad \%$$

<표 6.2-9> 기초부 세굴 상태평가 기준(공통적용)

등급	결함점수	조사된 상태
a	0	- 각 옹벽형식별 해설참조 -
b	4	
c	8	
d	12	
e	16	

<해설>



- 콘크리트 옹벽-

- 1) 세굴이 전혀 발생하지 않은 상태 : a등급
- 2) 세굴이 (지표면에서 헨치하부/2) 부분까지 발생한 상태 : b등급
- 3) 세굴이 저판의 헨치하부까지 발생한 상태 : c등급
- 4) 세굴이 (저판의 최대두께/2) 부분까지 발생한 상태 : d등급
- 5) 세굴이 기초저면까지 발생한 상태 : e등급



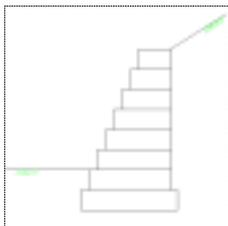
- 보강토 옹벽

- 1) 세굴이 전혀 발생하지 않은 상태 : a등급
- 2) (근입깊이/4)의 각각의 위치까지 세굴이 발생한 상태 : b, c, d등급
- 3) 세굴이 기초저면까지 발생한 상태 : e등급



- 석축

- 1) 세굴이 전혀 발생하지 않은 상태 : a등급
- 2) (기초콘크리트 상단까지의 깊이/3)의 각각의 위치까지 세굴이 발생한 상태 : b등급, c등급
- 3) 기초콘크리트 상단까지 세굴이 발생한 상태 : d등급
- 4) 기초 저면까지 세굴이 발생한 상태 : e등급



- 개비온 옹벽

- 1) 세굴이 전혀 발생하지 않은 상태 : a등급
- 2) (근입깊이/4)의 각각의 위치까지 세굴이 발생한 상태 : b, c, d등급
- 3) 저면까지 세굴이 발생한 상태 : e등급

※ 세굴 발생이 가능한 부위가 불투수 처리(아스콘, 콘크리트 포장)가 되었을 경우에는 본 항목을 고려하지 않는다.

<표 6.2-10> 마모/침식의 상태평가 기준

등급	결함점수	조사된 상태
a	0	- 침식/마모된 부위가 없는 양호한 상태
b	0	- 침식/마모에 의해 골재가 노출된 상태
c	1	- 상, 하부와 비교해서 단면(철근덮개)이 감소되기 시작한 상태 (다소 심한상태)
d	1	- 철근덮개가 탈락되고 철근이 부분적으로 노출되어 부식이 발생한 상태 (심한상태)
e	2	- 침식부위의 철근이 완전히 노출되어 구조적인 기능을 상실한 상태 (매우 심한상태)

<표 6.2-11> 박락 및 층분리의 상태평가 기준

등급	결함점수	조사된 상태	면적율 20% 미만	면적율 20% 이상
a	0	없음	a	a
b	1	15mm 미만	b	c
c	2	15mm~20mm 미만	c	d
d	3	20mm~25mm 미만	d	e
e	4	25mm 이상	e	e

※ 박락 및 층분리는 콘크리트 벽체의 박락된 깊이, 직경, 상태 등을 고려하여 판단하도록 한다.

<표 6.2-12> 박리의 상태평가 기준

등급	결함점수	조사된 상태	면적율 20% 미만	면적율 20% 이상
a	0	없음	a	a
b	0	0.5mm 미만	b	c
c	1	0.5mm~1.0mm 미만	c	d
d	1	1.0mm~25mm 미만	d	e
e	2	25mm 이상이거나 조골재 손실	e	e

※ 박리는 콘크리트 벽체의 박리된 깊이를 기준으로 평가한다.

<표 6.2-13> 염화물 상태평가 기준

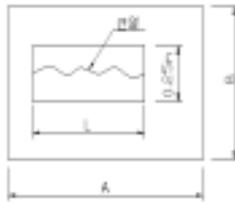
등급	결함점수	조사된 상태
a	0	- 염화물 $\leq 0.15\text{kg}/\text{m}^3$
b	1	- $0.15\text{kg}/\text{m}^3 < \text{염화물} \leq 0.3\text{kg}/\text{m}^3$
c	1	- $0.5\text{kg}/\text{m}^3 < \text{염화물} \leq 0.6\text{kg}/\text{m}^3$
d	2	- $0.6\text{kg}/\text{m}^3 < \text{염화물} \leq 1.2\text{kg}/\text{m}^3$
e	4	- 염화물 $> 1.2\text{kg}/\text{m}^3$

<표 6.2-14> 균열의 상태평가 기준

등급	결함점수	최대균열폭	면적율 20%미만	면적율 20%이상 또는 구조적 균열
a	0	0.1mm 미만	a	a
b	2	0.1~0.2mm	b	c
c	4	0.2~0.3mm	c	d
d	6	0.3~0.5mm	d	e
e	8	0.5mm이상	e	e

<해설>

- 1) 진행성의 유무가 확인되지 않은 경우에 적용하며 진행성이 확인되는 경우 등급을 하향조정하고 정밀 진단을 실시하여 정기적으로 관찰하도록 한다.
  - 2) 균열형상은 종균열, 횡균열, 망상균열, 경사균열로 구분하며, 웅벽 상·하부에 걸쳐 연결된 종균열의 경우 등급을 하향조정하고 균열의 원인을 조사하도록 한다.
  - 3) 면적율이 20% 이하일 경우에는 결함등급을 기재하고, 면적율이 20%이상일 경우에는 a→a, b→c, d→e, e→e 등급으로 하향 조정한다.
- 균열의 발생면적은 균열길이당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 한다.



$$\frac{\text{균열발생면적}}{\text{점검단위면적}(span)} \times 100 = \frac{\text{균열길이}(L) \times 0.25}{A \times B} \times 100 = \quad \%$$

- 4) 구조적 균열은 설계 오류로 인한 균열, 외부 하중에 의한 균열, 단면 및 철근량의 부족에 의한 균열 등이 있다. 콘크리트 구조의 구조적 균열은 콘크리트와 철근사이의 응력, 변형률, 미끄러짐(slip), 부착 응력 등에 따라 균열형성단계와 균열안정화 단계의 2단계로 형성된다. 구조적 균열발생시 평가점수는 면적율에 관계없이 결함등급을 1단계 하향조정하고, d등급 이상으로 발생하였을 경우에는 안전성평가를 통하여 과하중의 양상과 그 결과의 분석을 실시하도록 한다.
- 5) 누수는 균열을 동반하여 발생하지만 지하수위가 낮거나 건기에는 누수에 대한 관찰이 어렵다. 따라서 누수에 대한 평가항목을 별도로 규정하지 않고 다음의 평가기준에 의하여 누수에 대한 영향을 고려하며, 적용범위는 철근콘크리트 웅벽에 한하여 실시한다.
  - 누수가 육안으로 확인 가능한 경우에는 균열조사를 실시하여 평가등급보다 1단계 하향 조정한다.
  - 누수가 육안으로 확인이 불가능한 경우에는 평가단위에서 조사된 최대 균열폭에 대하여 균열깊이를 실시한 후 균열깊이가 콘크리트 피복보다 클 경우 균열에 대한 결함점수를 1단계 하향 조정한다.

<표 6.2-15> 백태 상태평가 기준

등급	결함점수	조사된 상태
a	0	- 없음
b	0	- 국부적으로 발견
c	1	- 여러곳에서 발견
d	1	- 심한상태
e	1	- 매우 심하고 범위가 매우 넓은 상태

<표 6.2-16> 중성화 상태평가 기준

등급	결함점수	조사된 상태	
a	0	미진행	
b	1	피복두께/2>중성화두께	
c	2	피복두께>중성화깊이≥피복두께/2	피복두께>40mm인경우
d	3	피복두께>중성화깊이≥피복두께/2	피복두께≤40mm인경우
e	4	중성화깊이≥피복두께	

<표 6.2-17> 철근노출의 상태평가 기준

등급	결함점수	철근노출 면적율
a	0	0%
b	1	0~1%미만
c	2	1~3%미만
d	3	3~5%미만
e	4	5%이상

$$\frac{\text{철근노출면적}}{\text{점검단위면적}(span)} \times 100 = \frac{\text{철근노출길이}(L) \times 0.25}{A \times B} \times 100 = \%$$

<표 6.2-18> 배수공 상태의 상태평가 기준(석축, 콘크리트)

상태등급	결함점수	조사된 상태
a	0	- 배수공 내부가 우천시마다 맑은 물이 흘러서 깨끗한 상태
b	3	- 배수공 내부가 우천시마다 세립토가 섞여서 배수된 흔적이 있는 상태
c	6	- 배수공 내부가 우천시마다 조립토가 섞여서 배수된 흔적이 있는 상태
d	9	- 배수공 내부에 전혀 배수된 흔적이 없고 거미줄이나 기타 이물질이 있는 상태
e	12	- 배수공을 전혀 설치하지 않은 경우

## 나. 보강토 옹벽의 상태평가 세부기준

<표 6.2-19> 침하의 상태평가 기준(보강토, 개비온)

등 급	결함점수	최대 침하량의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	0	5cm미만	3cm미만	- 침하가 발생되지 않은 상태
b	0	5cm이상 ~ 10cm미만	3cm이상 ~ 8cm미만	- 부분적으로 경미한 침하가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	1	10cm이상 ~ 20cm미만	8cm이상 ~ 16cm미만	- 침하의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	1	20cm이상 ~ 30cm미만	16cm이상 ~ 25cm미만	
e	2	30cm이상	25cm이상	- 침하의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

<표 6.2-20> 계획선형 오차(전도/경사)의 상태평가 기준(콘크리트, 석축)

등 급	결함점수	최대기울기의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	0	2%미만	1%미만	- 경사/전도가 발생되지 않은 상태
b	0	2%이상 ~ 3%미만	1%이상 ~ 2%미만	- 부분적으로 경미한 경사/전도가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않는상태
c	1	3%이상 ~ 4%미만	2%이상 ~ 3%미만	- 경사/전도의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	1	4%이상 ~ 6%미만	3%이상 ~ 4%미만	
e	2	6%이상	4%이상	- 경사/전도의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

※ 계획선형오차는 준공시와 현시점에서 변위발생으로 평가한다. 단, 설계도서 및 준공도서가 비치되어 있지 않은 경우에는 최초 측정시기와 현 측정시의 상대적인 값으로 평가한다.

※ 보강토 옹벽은 시공시중의 변위발생이 5%미만이고, 진행성이 아닌 경우에는 구조물 사용성에 지장이 없는 시공오차로 간주하며, 준공 후 추가적인 변위에 대해서만 적용한다.

<표 6.2-21> 진행성 배부름 상태평가 기준(보강토, 석축)

등급	결함점수	조사된 상태
a	0	- 건전한 비진행성 상태
b	2	- 경미하게 발생한 비진행성 상태
c	4	- 경미하게 발생한 진행성 상태
d	6	- 심하게 발생하여 구조적인 안정에 영향을 줄 정도의 진행성 상태
e	8	- 매우 심하게 발생하여 경사가 발생하고 구조적인 안정에 크게 영향을 줄 정도의 진행성 상태

<표 6.2-22> 파손 및 손상, 균열의 상태평가 기준(석축, 보강토)

등급	결함점수	조사된 상태
a	0	- 부재에 파손이 발생하지 않은 건전한 상태
b	1	- 파손이 경미하고 추가적인 손상진행의 가능성이 없는 양호한 상태
c	2	- 파손이 경미하지만, 다른 추가적인 손상진행의 가능성이 있는 보통의 상태
d	3	- 시설의 주요부에 부분적인 파손이 발생하여 제체의 안전성이 저하되거나, 손상의 진행에 따라 손상규모가 확대될 위험이 있는 심각한 상태
e	4	- 시설의 주요부에 큰 파손이 발생하여 시설의 기능상실, 안전성 결여 또는 파괴로 이어질 수 있는 위험한 상태

<표 6.2-23> 이격 상태평가 기준(석축, 보강토)

등급	결함점수	조사된 상태
a	0	- 건전한 상태
b	1	- 평가단위에서 1개소 이하로 발생한 상태
c	2	- 평가단위에서 3개소 이하로 발생한 상태
d	3	- 평가단위에서 4개소 이하로 발생한 상태
e	4	- 평가단위에서 5개소 이상 발생한 상태

<표 6.2-24> 유실 상태평가 기준(석축, 보강토)

등급	결함점수	조사된 상태
a	0	- 건전한 상태
b	2	- 평가단위에서 1개소 이하로 발생한 상태
c	4	- 평가단위에서 3개소 이하로 발생한 상태
d	6	- 평가단위에서 4개소 이하로 발생한 상태
e	8	- 평가단위에서 5개소 이상 발생한 상태

다. 석축의 상태평가 세부기준

<표 6.2-25> 채움콘크리트 상태의 상태평가 기준

등급	결함점수	조사된 상태
a	0	- 건전한 상태
b	1	- 채움콘크리트에 일부 미세한 균열이 발생한 상태
c	2	- 채움콘크리트에 일부 균열이 발생하였으나 그 정도가 심각하지 않다고 판단되는 상태
d	3	- 채움콘크리트가 풍화된 상태(작은 충격 혹은 문지름에 시멘트 모르타가 떨어져 나가는 상태)
e	4	- 채움콘크리트가 유실된 상태

<표 6.2-26> 암석의 풍화도 상태평가 기준

등급	결함점수	풍화등급	조사된 상태
a	0	신선함(F)	- 암석의 풍화 흔적을 볼 수 없는 경우
b			
c	2	약한풍화(SW)	- 불연속면의 표면과 암석의 변색 상태가 풍화 지수가 된다. 불연속면이 얼룩져 있거나 변색되어 있는 경우
d			
e	4	보통풍화(MW)	- 조암광물의 절반 이하가 변질되거나 토양으로 분해된 상태

라. 개비온 용벽의 상태평가 세부기준

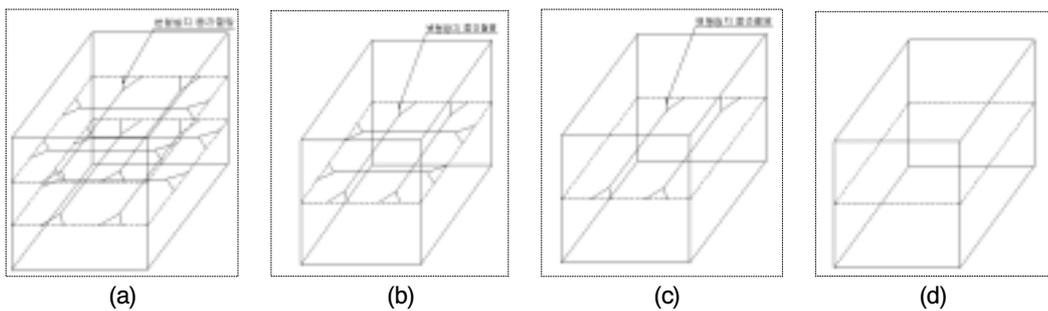
<표 6.2-27> 채움재 유실 상태평가 기준

등급	결함점수	조사된 상태
a	0	- 건전한 상태
b	1	- 경미하게 발생한 상태
c	2	- 다소 크게 발생한 상태
d	3	- 평가단위의 1개소에서 심각하게 발생하여 구조적인 안정에 영향을 줄 정도
e	4	- 평가단위의 2개소 이상에서 매우 심하게 발생하여 구조적인 안정에 크게 영향을 줄 정도

<표 6.2-28> 철망 결속상태

등급	결함점수	조사된 상태
a	0	- 해설참조-
b	1	
c	2	
d	3	
e	4	

<해설>



- 1) 변형방지 철망이 가로, 세로 각각 3단 이상일 경우 : a등급
- 2) 가로, 세로 각각 2단일 경우(그림 a) : b등급
- 3) 가로, 세로 각각 1단일 경우(그림 b) : c등급
- 4) 가로 또는 세로 단방향으로 1단일 경우(그림 c) : d등급
- 5) 변형방지철망이 설치되어 있지 않은 경우(그림 d) : e등급

<표 6.2-29> wire mash의 절단 및 파손

등급	결함점수	조사된 상태
a	0	- 건전한 상태
b	2	- 파손이 경미하고 추가적인 손상의 진행 가능성이 없는 상태
c	4	- 파손이 경미하지만 추가적인 손상 진행의 가능성이 있는 상태
d	6	- 파손이 진행되어 채움재 유실 발생이 진행된 상태
e	8	- 철망이 파단되어 채움재 유실과 구조적 안정에 영향을 미칠 정도의 상태

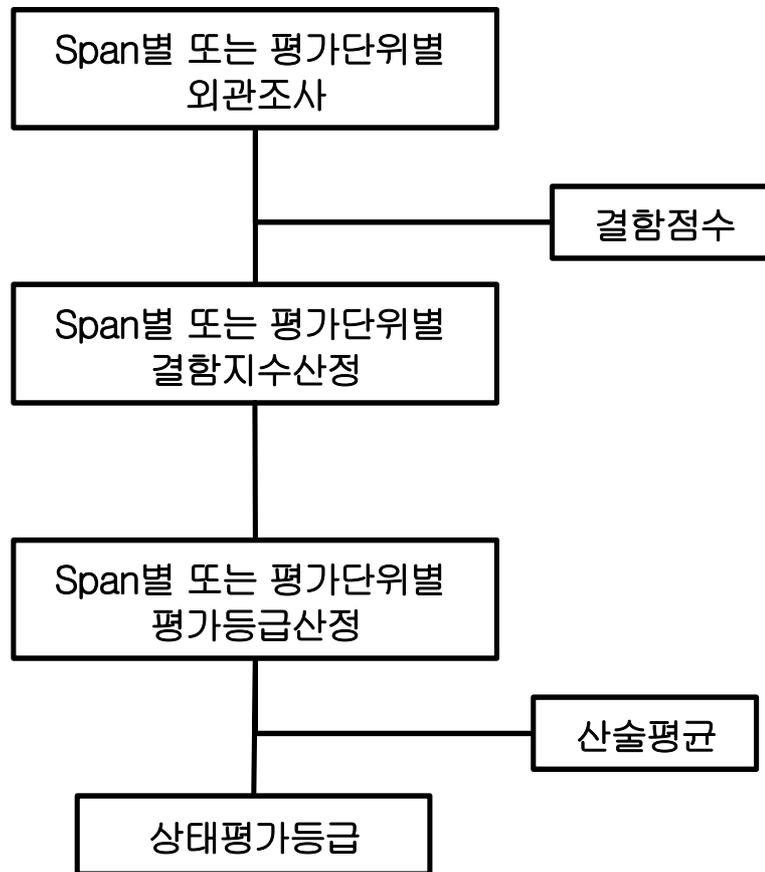
<표 6.2-30> 진행성 변형발생에 대한 상태평가 기준

등급	결함점수	조사된 상태
a	0	- 건전한 비진행성 상태
b	1	- 경미하게 발생한 비진행성 상태
c	2	- 경미하게 발생한 진행성 상태
d	3	- 심하게 발생하여 구조적인 안정에 영향을 줄 정도의 진행성 상태
e	4	- 매우 심하여 경사가 발생하고 구조적인 안정에 크게 영향을 줄 정도의 진행성 상태

## 6.3 상태평가등급 산정절차

### 6.3.1 상태평가등급 산정

콘크리트 옹벽의 상태평가 과정은 신축이음부를 경계로 평가단위로 나누어 주며, 그 밖에 옹벽의 상태평가 과정은 평가단위(20m를 원칙으로 하나 현장상황에 따라 책임기술자가 조정가능)별 여러 결함에 대해 5.3 평가항목별 세부기준에 해당하는 결함점수를 부여한 후 평가단위별 결함지수를 산정하여 평가단위별 등급을 각 평가단위에서 산정된 결함지수를 산술평균하여 상태평가 등급을 결정하며, 평가과정은 <그림 6.3-1>과 같다.



<그림 6.3-1> 상태평가등급 산정 흐름도

### 6.3.2 상태평가등급 산정 예시

콘크리트 옹벽의 상태평가등급 산정 예를 단계별로 구분하여 예시하였다.

<p>균열 w=0.2mm L=2.0m</p> <p>박리 t=0.3mm</p> <p>배수공막힘</p>	<p>균열 w=0.3mm L=2.0m</p> <p>박리</p>	<p>균열 w=0.3mm L=2.0m</p> <p>파손</p>	<p>박리</p> <p>파손</p>	<p>파손</p>
Span No. 1	Span No. 2	Span No. 3	Span No. 4	Span No. 5

#### 가. 평가등급 산정 절차

Sta. No	침하	기울기	활동	파손 및 손상	균열 / 침식	마모 / 박리	박리 / 층분리	중성화	염화물	백태	철근 노출	배수공 상태	주변영향인자			결함 점수 합계	평가단 위결함 지수	평가단 위평가 등급	
													배수로	사면상태					
														사면구배	낙석 흔적				침출수
4	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	4.6	0	0	0	0	6.6	0.11	a
5	0	0	0	0	4	0	0	2	0	0	0	4.5	0	0	0	0	10.5	0.18	b
6	0	0	0	2	4.9	0	0	2	0	0	3	5.2	0	0	0	0	17.1	0.29	b
평균	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4.60	0.00	0	0	0	11.40	0.19	-
상태평가등급																<b>B</b>			

# 제 7장 안전성평가 기준 및 절차

---

## 7.1 일 반

## 7.2 안전성평가 기준

## 7.3 안전성평가등급 산정절차

# 제 7장 안전성평가 기준 및 절차

## 7.1 일반

「지침」상에 정밀점검시에는 안전성평가가 필요에 따라 실시하는 추가과업으로 되어 있고, 정밀안전진단시에만 기본과업으로 규정하고 있다. 육안조사에 의한 상태평가 결과를 바탕으로 시설물의 종합평가등급을 부여하는 경우 구조물의 실제적인 안전성에 대한 평가가 미반영됨으로서 시설물의 안전에 문제를 야기할 수 있기 때문에 정밀점검시에는 필요에 따라 안전성평가 등급을 산정하는 것이 필요하며, 정밀안전진단시에는 반드시 구조검토나 해석에 의한 안전성평가를 실시하여야 한다. 또한, 정밀점검에 의한 상태평가등급이 D급 이하로 판정되거나 또는 전문가에 의해 안전성 검토가 요구되는 경우에는 위험요소의 원인분석을 위해 안전성평가를 실시하여 시설물의 안전성평가등급산정을 의무화하도록 적극 권장한다. 또한 이 세부지침에서 기술된 규정과 다르더라도 널리 알려진 이론이나 시험에 의해 기술적으로 증명된 안전성 평가기준에 대해서는 발주자의 승인을 얻어 적용을 대체할 수 있다.

안전성평가지 각 재료형식별 토압산정 및 적용안전율은 구조물기초설계기준(건설교통부)을 근거로 실시하도록 하며, 여기에 제시되지 않은 사항에 대해서는 보편화된 방법 또는 개정된 내용을 이용하도록 한다. 토압산정시 지하수위의 고려여부는 설계도서를 검토하여 시설물이 배면지반 포화시에도 충분한 저항력을 고려해 설계했는지를 검토한 후 결정한다. 또한 소단을 통해 연속적으로 구성되어있는 옹벽시설물에 대해서는 소단을 기준으로 각각 개별시설물로 간주하며, 이때 상부옹벽은 하부옹벽의 상재하중으로 적용하여 평가를 실시하도록 한다.

시설물의 안전성평가의 목적은 시설물이 제 기능 및 역할을 유지할 수 있는 구조적, 사용상의 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.

이를 위해서는 설계 자료검토, 시공방법과 사용재료의 검토, 기록을 통한 보수·보강이력의 분석, 상태평가결과 및 각종 계측·조사·시험 등을 통한 충분한 기초 자료를 확보하는 것이 중요하며, 안전성평가지 검토되어야 할 주요사항은 다음과 같다.

- 비파괴 시험결과 분석
- 토질조사 등의 결과 분석
- 시설물의 변형/변위 및 거동 등의 해석적 검증
- 구조물의 구조검토·해석결과 분석

## 7.2 안전성평가 기준

정밀점검(필요시)이나 정밀안전진단시에는 안전성평가등급을 산정한다. 정밀점검시 옹벽의 상태평가 등급이 D급 이하로 판정되거나 혹은 우각부와 같은 주요부위에 중대한 결함이 발생되었을 때 원인분석을 위한 구조검토를 위해 안전성 평가를 실시한다.

옹벽의 안전성은 크게 내적·외적 안전성으로 구분하며 국내에서는 대상구조물의 안전성평가는 평가대상 항목의 안전율을 이용하여 하고 있으며, 안전율 검토는 허용응력설계법(부재의 발생응력과 허용응력의 비)이나 강도설계법(부재의 소요강도와 설계강도의 비)에 따라 구조물의 각 부재에 작용하는 외력에 의한 응력을 산정하여 이루어지고 있다. 상태평가결과 D급 이하로 판정된 시설물에 대해서는 결함요소를 고려할 수 있는 수치해석 프로그램(FEM 및 FDM)을 이용하여 구조물의 안전성 여부를 판단할 수 있으며, 여기서 사용되는 입력데이터는 현장조사 결과에서 얻은 자료를 사용하여 현 상태의 시설물 상태를 최대한 고려하여 해석한다. 또, 옹벽구조물 뿐만 아니라 기초지반 및 배면지반이 포함된 전체안전성 해석이 필요하며, 전체안전성 해석에는 수정 Bishop법, Janbu의 간편법, Spencer방법 등이 사용될 수 있다. 안전성평가에서 사용되는 모든 전산해석프로그램은 범용으로 사용되고 있는 검증된 프로그램을 사용하도록 한다.

## 7.3 안전성평가등급 산정절차

안전성평가는 조사범위의 대표단면을 설정하여 실시하는 것을 원칙으로 하며, 안전성등급 결정은 각 평가항목에 대한 안전율을 계산한 후 각 항목에 대한 안전율 중 최저치를 안전성등급으로 결정한다. 모델링에 의한 수치해석과 같이 해석결과를 정량적으로 평가할 수 없는 안정해석의 경우 책임기술자는 이 결과를 안전성평가결과에 반영시켜 등급을 하향조정할 수 있다.

### 7.3.1 안전성평가등급 산정

옹벽의 안전성평가방법은 외적안전성평가와 내적안전성평가로 구분하여 실시한다. 외적 안전성평가는 지지력, 침하를 제외하고 안전율을 도입하여 산정이 가능하며, 지지력과 침하는 옹벽의 규모와 보호시설물의 조건이 각각 상이하므로 검토하고자 하는 구조물의 기준에 맞추어 산정한다. 각 항목별 안전율, 계산방법 및 기준은 구조물기초설계기준(건설교통부), 옹벽 표준도 작성연구(1998, 건설교통부) 및 구조형식이 유사한 항만구조물의 중력식 안벽 평가 기준을 참고로 작성하였다.

- ① 허용안전율 이상인 경우 : a등급
- ② 허용안전율 이상이거나 같은 경우로서 손상이 있는 경우 : b등급
- ③ 허용안전율보다 작은 경우 : c, d, e등급으로 표현한다.

<표 7.2-1> 각 재료형식별 내적안전성 평가기준

검토항목	등급	a	b	c	d	e	비고
콘크리트옹벽	전단력 검토	1.0이상	※1.0이상	1.0미만 ~ 0.9이하	0.9미만 ~ 0.75이하	0.75미만	설계모멘트(전단력) 작용모멘트(전단력)
	휨모멘트 검토						
보강토 옹벽	인발파괴에 대한 안정	1.0이상	※1.0이상	1.0미만 ~ 0.9이하	0.9미만 ~ 0.75이하	0.75미만	보강재적용길이 보강재소요길이
	보강재 파단에 대한 안정						
석축	벽체의 평균폭	1.0이상	※1.0이상	1.0미만 ~ 0.9이하	0.9미만 ~ 0.75이하	0.75미만	실제평균폭 평균폭산정값

<해설>

- ※는 허용안전율 이상이거나 같은 경우로서 손상이 있는 경우.
- 콘크리트 옹벽의 내적안전성 검토는 작용모멘트(또는 전단력)와 설계모멘트(또는 전단력)의 비로 평가한다.
- 콘크리트 옹벽의 내적안전성 검토는 각 구조부재별 전단력과 모멘트의 검토로 이루어지며, 검토결과와 최저값을 대표값으로 설정한다.
- 보강토 옹벽의 내적안전성 검토는 각각 항목에 대한 설계값과 현 조건에서의 산정값의 비로 평가한다.
- 보강토 옹벽의 내적안전성 검토시 보강재와 성토재료와의 마찰계수와 토압분포산정은 구조물기초설계기준(건설교통부, 1997)에 의하여 산정한다.
- 보강토 옹벽의 인발파괴 및 파단에 대한 안전성 평가시 적용안전율은 다음과 같다.
  - 인발파괴에 대한 검토 : 1.5
  - 보강재 파단에 대한 검토 : 철재보강재 1.0, 섬유보강재 1.5
 (보강재의 항복강도 결정시 변형율은 NCMA(national concrete masonry association), BS(british standard)규정 등에 의해 결정한다.)
- 석축의 벽체평균폭 검토는 Hendron(1960)의 제안식을 이용해 한계비 검토에 따른 평균폭 산정과 현 상태의 평균폭에 대한 비로 평가한다.

<표 7.2-2> 외적 안전성평가 항목 및 평가기준(콘크리트옹벽, 석축)

검토항목	등급	a	b	c	d	e
활동	평상시	1.5이상	※1.5이상	1.5미만~1.0이상	1.0미만~0.75이상	0.75미만
	지진시	1.1이상	※1.1이상	1.1미만~1.0이상	1.0미만~0.75이상	0.75미만
전도		2.0이상	※2.0이상	2.0미만~1.0이상	1.0미만~0.75이상	0.75미만
지지력	평상시	1.2이상	※1.2이상	1.2미만~1.0이상	1.0미만~0.75이상	0.75미만
	지진시	1.0이상	※1.0이상	1.0미만~0.9이상	0.9미만~0.75이상	0.75미만
침하		1.2이상	1.2미만~1.1이상	1.1미만~1.0이상	1.0미만~0.75이하	0.75미만

<해설>

- ※는 허용안전율 이상이거나 같은 경우로서 손상이 있는 경우.
- 지지력은 (지반의 허용지지력/작용응력)의 비로 평가한다.
- 침하는 (보호시설의 허용침하량/침하발생량)의 비로 평가한다.
- 활동은 수평활동과 원호활동을 구분하여 실시한다.

<표 7.2-3> 외적 안전성평가 항목 및 평가기준(보강토옹벽, 개비온옹벽)

등 급		a	b	c	d	e
저면활동	평상시	1.5이상	※1.5이상	1.5미만~1.0이상	1.0미만~0.75이상	0.75미만
	지진시	1.1이상	※1.1이상	1.1미만~1.0이상	1.0미만~0.75이상	0.75미만
원호활동	평상시	1.3이상	※1.3이상	1.3미만~1.0이상	1.0미만~0.75이상	0.75미만
	지진시	1.1이상	※1.1이상	1.1미만~1.0이상	1.0미만~0.75이상	0.75미만
전 도		1.5이상	※1.5이상	1.5미만~1.0이상	1.0미만~0.75이상	0.75미만
지지력	평상시	1.2이상	※1.2이상	1.2미만~1.0이상	1.0미만~0.75이상	0.75미만
	지진시	1.0이상	※1.0이상	1.0미만~0.9이상	0.9미만~0.75이상	0.75미만
침 하		1.2이상	1.2미만~1.1이상	1.1미만~1.0이상	1.0미만~0.75이하	0.75미만

<해설>

- ※는 허용안전율 이상이거나 같은 경우로서 손상이 있는 경우.
- 지지력은 (지반의 허용지지력/작용응력)의 비로 평가한다.
- 침하는(보호시설의 허용침하량/침하발생량)의 비로 평가한다.
- Rigid Box위에 축조된 보강토 옹벽의 해석은 Box와 옹벽을 일체로 해석한다.

### 7.3.2 안전성평가등급 산정 예시

옹벽의 안전성평가등급 산정예시를 <표 7.3-1>과 같이 예시하였다.

<표 7.3-1> 콘크리트 옹벽의 안전성평가등급 산정예

시설물 안전성평가등급 산정표				
시설물명	OO시 OOAPT 진입로 콘크리트옹벽		표번호	RW. No. 3
평가항목구분	안전율	평가등급	비 고	
수평활동	1.5	a	평상시 안전율 적용	
원호활동	1.6	a	평상시 안전율 적용	
전도	1.1	c	평상시 안전율 적용	
침하	5cm	a	시공당시와 점검당시의 표고차 및 신축이음부 단차	
지지력	1.5	a		
구조 검토	전단력	1.0	a	전단력 및 모멘트 검토결과 의 최저값을 안전성 대표등급으로 설정
	모멘트	0.95	c	
안전성평가결과	○ 안전성평가등급 = C등급			

# 제 8장 종합평가 기준 및 절차

---

8.1 일 반

8.2 종합평가 기준

8.3 종합평가등급 산정절차

# 제 8장 종합평가 기준 및 절차

## 8.1 일반

옹벽에 대한 종합평가는 앞에서 설정한 기준에 의해 상태평가만 실시하거나 또는 상태평가와 안전성평가를 각각 실시한 후 이들 결과를 기초로 종합하여 이루어지는데 종합평가기준이 정립되어 있지 않아 시설물의 최종적인 평가결과를 나타내는 종합평가등급 결정시 관리주체, 진단기관 및 기술자에 따라 그 결과치가 다르게 평가되는 경우가 많은 실정이다.

따라서 본 장에서는 상태평가결과와 안전성평가결과를 객관적이고 정량적으로 종합 평가하여 통일성 있는 종합평가가 이루어지고 종합상태등급이 결정될 수 있도록 종합평가기준을 설정코자 하였다.

## 8.2 종합평가 기준

시설물의 종합평가는 상태평가만 실시한 경우에는 상태평가결과에 의해 부여된 상태평가등급이 그 시설물에 대한 종합평가등급으로 결정되지만 상태평가와 안전성평가를 동시에 실시한 경우에는 각각의 결과로 부여된 상태평가등급과 안전성평가등급을 종합적으로 비교 검토하여 그 시설물에 대한 종합평가등급을 결정하는 것이 필요함에 따라 상태평가 및 안전성평가 결과가 동시에 반영되는 내용으로 다음 <표 8.2-1>과 같이 종합평가기준을 설정하였다.

<표 8.2-1> 시설물의 종합평가기준

종합평가등급	종합평가기준
A	문제점이 없는 최상의 상태
B	결함이 경미하게 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며, 일부의 보수가 필요한 상태
C	보통의 손상, 결함이 발생하였으나 안전에는 지장이 없으며, 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 상태
D	결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며, 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E	심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

## 8.3 종합평가등급 산정절차

### 8.3.1 종합평가등급 산정

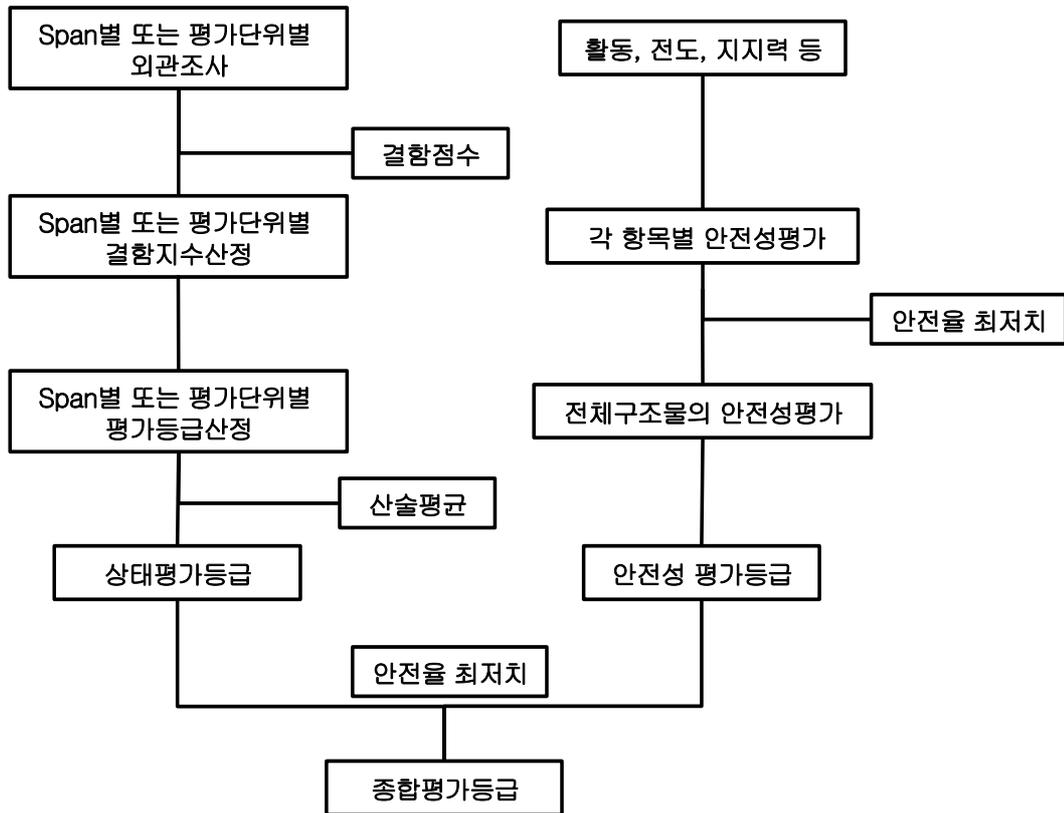
옹벽 상태평가와 안전성평가의 2개 등급 중 최저등급을 옹벽 종합평가등급<그림 8.3-1>과 같이 결정한다.

#### 가. 정밀점검

옹벽 상태평가를 종합하여 상태평가등급을 결정하며, 옹벽의 안전성평가를 실시한 경우에는 상태평가등급과 안전성평가등급을 비교하여 최저등급을 옹벽 종합평가등급으로 결정한다.

#### 나. 정밀안전진단

옹벽 상태평가등급과 안전성평가등급 중 최저등급을 옹벽 종합평가등급으로 결정한다.



<그림 8.3-1> 종합평가등급 산정절차

### 8.3.2 종합평가등급 산정예시

상태평가와 안전성평가를 동시에 수행한 경우에 종합평가등급 산정예시는 <표 8.3-1>과 같다.

<표 8.3-1> 용벽의 종합평가등급 산정 예시

시설물 종합평가등급 산정표				
시설물명	OO시 OOAPT 진입로 용벽		표번호	
평가구분	용벽 결함지수	평가등급	비고	
상태평가	F=0.49	c	근거표번호	
안전성평가		b	근거표번호	
종합평가		C		
종합평가결과	용벽의 종합평가등급 : <b>C등급</b>			

# 제 9장 보수·보강방법

---

## 9.1 일 반

## 9.2 보수·보강

# 제 9장 보수·보강방법

## 9.1 일반

결함이 발생한 구조물에 대한 보수·보강은 손상구조물의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수·보강방법 및 수준을 정하여야 한다.

보수는 구조물에 작용한 위해요인에 의해 발생한 구조물의 결함에 대해 손질하여 고치는 것을 말하며, 보강이란 설계하중 이상의 하중 등 위해요인에 대해 구조물이 안전하도록 하기 위하여 구조물의 내하력 등을 회복 또는 증진시키는 것을 말한다.

따라서 보수를 위해서는 상태평가 결과 등을, 또 보강을 위해서는 안전성평가 결과 등을 상세히 검토 후 보수·보강의 필요성, 방법 및 그 수준을 제시하여야 한다.

## 9.2 보수·보강

### 9.2.1 보수·보강의 필요성

보수의 필요성은 발생한 손상(균열 등)이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하여야 하며, 이를 위해 본 지침 및 각종 기준(표준시방서 등)을 참조한다.

보강의 경우는 안전율을 각종 기준에서 정하는 수치이상으로 하기 위하여 어느 정도까지 저항력을 증가하여야 하는지를 판단하여야 한다.

### 9.2.2 보수·보강의 수준

보수·보강의 수준은 현재의 위험도, 경제성 및 시공성 등을 고려하여 아래의 경우 중에서 선택한다.

- 현상유지(진행 억제)
- 사용상 지장이 없는 성능까지 회복
- 초기 수준이상으로 개선
- 개축

<표 9.2-1> 옹벽에 영향을 미치는 현상과 요인

역학적 거동과 원인			자연적 요인				인위적 요인			
역학적 거동	원 인	특수 지형	특수 지질	저온	기타	설계불량	배수불량	시공불량	기타	
하중 증가	토압증대	편토압, 사면활동 등	○	○						
		배면지반 하중증가					○		○	
	수압증대	지표수 유입				○		○	○	
		배수불량, 지하수 차단		○			○	○		
		인접시설(상·하수도)누수					○	○	○	
	기타	재하(載荷), 제하(除荷), 근접시공								○
지진					○	○				
기초지반 지내력 저하	침하, 활동	근접시공(굴착)				○			○	
		지진				○				
		지하수위 상승	○				○			
옹벽의 지내력 저하	구조노후화	균열, 박리, 단면변형				○	○		○	
		중성화				○				
	재료노후화	저온, 습윤			○		○	○		
		배합불량							○	
	기타	지진			○					
	화재, 충격(차량 및 낙석충돌 등)								○	

### 9.2.3 보수·보강공법의 선정

구조물 결함에 따른 보수·보강은 보수재료와 공법 선정시 공법의 적용성, 구조적 안전성, 경제성 등을 검토하여 결정한다.

이때 중요한 것은 구조물의 결함발생 원인에 대한 정확한 분석이며, 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고, 또한 적절한 보수재료를 선택할 수 있다.

따라서 시설물관련 제반자료, 진단시 수행한 각종 상태평가 및 안전성 평가 결과를 기초로 하여, 결함발생원인에 대한 정확한 분석 후 결함부위 또는 부재에 가장 적합한 보수·보강 공법을 선택하여야 한다.

## 가. 철근부식에 대한 보수 공법

철근이 부식되어 있는 부분이 노출되도록 콘크리트를 파취하고, 철근이 부식된 부분의 녹을 제거하여 철근에 방청처리를 한 후, 콘크리트에 프라이머 도포를 행한후에 폴리머시멘트 모르타(PCM)등의 재료로 충전 보수한다.

## 나. 누수에 대한 보수 공법

콘크리트의 누수는 구조물의 기능장해와 노후화의 원인이 되므로, 누수방지 및 방수대책의 수립이 필요하다.

## 다. 콘크리트 중성화 부위보수 공법

중성화가 20~30mm정도 진행된 경우에는 중성화된 콘크리트를 제거한 후 단면복구용 모르타로 보수하는 것이 원칙이나, 이러한 경우 공사비용이 과다하기 때문에 현실적으로 불가능하다는 지적이 있다. 따라서 구조체의 경우 중성화를 방지할 수 있는 콘크리트 중성화 방지용 밀폐형 기밀 도료칠을 한다.

## 라. 침하에 대한 보수·보강 공법

### 1) 고압분사 교반공법

물과 공기를 혼합한 초고압 분류체가 갖고 있는 운동에너지를 이용하여 지반의 조직구성을 파쇄하고, 파괴된 토립자와 경화재를 혼합 교반하여 초대형의 원주상 고결체를 조성하는 공법이다.

### 2) 압력주입 그라우팅 공법

비유동성(고결체에 가까움)주입재를 지반에 압입하여 균일한 고결체를 형성함과 동시에 주변지반을 압축 강화시키는 공법으로 주입재가 흙의 공극속으로 침투되는 것이 아니라 동공을 메우거나 주입재를 압입하여 지중의 소요 보강부위에 적합하고 다양한 형상의 기초를 시공하는 공법이다.

### 3) 앵커공법

특수조직으로 구성된 앵커를 지반에 삽입한 후, 모르타 또는 시멘트 밀크를 압입주입하고 구근을 형성하여 발생하는 지반지압에 의한 인장력으로 구조체의 안정을 도모하는 공법이다.

### 4) 성토하중 경감공법

배면 에프론부를 소정의 심도까지 굴착하고 콘크리트 슬래브를 설치하거나 중공구조물을 설치함으로써 상부로부터 전달되는 성토하중을 감소시켜 전면 구조물의 안정(전도, 활동, 지지력)을 도모하는 공법이다.

### 5) 경량재료치환공법

벽체배면의 뒷채움을 고분자 계통의 경량제품인 E.P.S(expand polystyrene form)로 치환하거나 이 이외에도 환경오염의 염려가 없는 한 성토체보다 가볍고 내구성 등의성토 목적을

충족시킬 수 있다면 다른 유사 재료를 치환함으로써 벽체에 작용하는 토압을 경감시켜 구조물의 안정을 도모하는 공법이다.

#### 마. 경사 및 전도에 대한 보수·보강공법

전면부의 수동토압의 감소현상이나 배면 주동토압의 증가로 발생하는 손상 형태에 대한 보수·보강기법으로 다음과 같은 공법들을 제안한다.

##### 1) 저항모멘트 감소에 대한 보수·보강

- 전면 기초지반 세굴부위의 보강
- 지반의 고압분사교반공법
- 압력주입그라우팅 공법에 의한 강도증진
- 앵커공법에 의한 저항모멘트 증가

##### 2) 전도모멘트 증가에 대한 보수·보강

- 주동토압계수 감소기법
  - 압력주입그라우팅 공법 : 천공된 구멍을 통하여 지반의 간극에 액상물질을 주입시킴으로서 지반을 경화시키는 공법
  - 고압분사교반공법 : 비트를 회전시킴으로서 지반을 교란시키며 액성시멘트 혼합물을 주입하여 흙과 교반되도록 하여 지반을 개량하는 공법
- 배면 성토하중을 경감시키는 공법

#### 바. 구조물의 활동에 대한 보수·보강공법

압력주입 그라우팅공법이나 고압분사 교반공법에 의한 지반강화 또는 앵커공법을 적용한다.

#### 사. 구조물 뒷채움부 침하 및 공동에 대한 보수·보강공법

뒷채움부의 침하형태는 지반의 압밀침하 및 전단파괴를 동반하여 나타나는 광역침하와 뒷채움 흙의 특정부위가 침하하는 국부침하로 나눌 수 있으며, 보강방법으로는 윗항의 공법과 유사한 공법들이 적용된다.

#### 아. 벽체의 파손에 대한 보수·보강공법

일반적으로 결손 단면이 큰 경우에는 프리팩트 콘크리트 공법을 사용하게 되는데 단면 구조체에 형틀을 설치하고 보수 부분에 조골채 충전, 주입재 충전, 양생 탈형의 공정으로 이루어진다.

#### 자. 균열에 대한 보수·보강공법

##### 1) 표면처리공법

이 공법은 균열에 따라 콘크리트 표면에 피복을 설치하는 방법으로 통상은 좁은균열(2mm

이하)에서 구조적인 강도회복을 목적으로 하지 않는 경우에 이용된다. 표면의 피막용 재료는 그 구조물의 사용목적에 따라 적당한 것을 선택하지만 일반적으로는 에폭시(epoxy)계 수지 혹은 글라스 클로스테 수지를 사용하며, 균열의 폭이 변동하는 균열에서 방수의 목적으로 행하는 경우에는 표면 전체에 피막을 설치하는 방법이 사용되고 있으며, 이 경우에도 상기 언급된 각종 보수재료가 이용될 수 있다. 또한 수지에 의하지 않는 방법으로서 모르터 붙이기에 의한 방법 혹은 간단한 방수만을 목적으로 할 경우에는 아스팔트 도포에 의한 방법도 행하여지고 있다.

## 2) 충전공법

이 공법은 균열폭이 비교적 클 경우에 적용하는 보수공법으로 수지 또는 무기질 재료를 균열에 충전 또는 주입하는 공법이 있으며 이 중에 수지 주입공법은 구조부재의 강도회복의 목적에도 이용되는 경우가 있다. 충전 공법으로는 균열이 발생한 부분을 절취해 내고 다시 콘크리트로 충전하는 공법과 절취한 부분에 충전재를 넣어 보수하는 방법이 있다. 이 방법에는 V형과 U형이 있지만 U형은 떼어내기가 곤란하여 일반적으로 V형이 사용되고 있다. 수지 모르터를 충전하는 경우에는 V형도 문제가 없으나 모르터 충전 외의 경우에는 탈락하기 쉽기 때문에 반드시 U형이 요망된다. 충전공법의 시공은 절취 후 콘크리트 조각을 화이어 브러쉬로 청소하여 제거한 후 필요에 따라 프라이머를 도포하고 충전재로 메워 충전재가 충분히 경화된 후 표면을 그라인더 혹은 샌더 등으로 평활하게 마무리한다.

## 3) 주입공법

주입공법은 표면의 균열 뿐 아니라 내부까지 충전하는 공법으로서 주입용 재료로는 일반적으로 저점성의 에폭시 수지가 이용되고 있다. 주입공법은 균열부위에 따라 주입용 파이프를 접착시키고, 그 외 부분은 V-cut 충전, 표면 피막 혹은 접착 테이프 등으로 주입제가 흘러나오지 않도록 한 후 펌프로 수지를 주입한다. 이 때 주입하는 속도가 지나치게 크면 실패하거나 과대한 압력이 가해져 균열을 확장시키기 때문에 주의를 요한다.

## 4) 들뜸부위에 대한 보수공법

들뜸부위는 박락을 초래할 수 있으므로 해머나 정을 사용하여 미리 깨어내야 한다. 다른 보수공법을 선택하여 시행하는 경우에도 박리, 박락의 우려가 있는 개소에 대하여는 이 작업을 선행하여 들뜸부위를 완전히 제거한 후에 본 작업을 하는 것이 바람직하다. 깨어내기 작업으로 인하여 단면의 형상이 극단적으로 요철이 심하게 되거나 단면의 유효 두께가 너무 부족하게 되는 경우에는 단면의 재질, 영향범위, 두께에 따라서 단면을 복구할 필요가 있으며 모르터 덧씌움을 통한 보수방법을 사용한다.

<표 9.2-2> 콘크리트 보수공법 분류

보수목적	균열현상 · 원인		균열폭(mm)	보 수 공 법				
				표면처리 공 법	주입공법	충전공법	그 밖의 공법	
							침투성방수제도 포공법	기 타
방수성	철근이 부식되지 않은 경우	균열폭의 변동이 적다	0.2 이하	○	△		○	
			0.2~1.0	△	○	○		
		균열폭의 변동이 크다	0.2 이하	△	△		○	
			0.2~1.0	○	○	○		
내구성	철근이 부식되지 않은 경우	균열폭의 변동이 적다	0.2 이하	○	△	△		
			0.2~1.0	△	○	○		
			1.0 이상		△	○		
		균열폭의 변동이 크다	0.2 이하	△	△	△		
			0.2~1.0	△	○	○		
			1.0 이상		△	○		
	철근부식		-					□
	염 해		-					□
	반응성 골재		-					□

(콘크리트의 균열調査, 補修, 補強指針, 日本콘크리트 · 工學協會, 1980, p90)

※ 1. 균열폭 3.0mm 이상의 균열은 구조적인 결함을 수반하는 일이 많으므로 여기에 표시하는 보수공법 뿐만 아니라 구조내력의 보강을 포함하여 실시하는 일이 보통이다.

2. ○ : 적당, △ : 조건에 따라 적당, □ : 기타

#### 차. 동해에 대한 보수·보강 공법

배면토 내부의 수분이 추위로 인하여 서서히 동결하여 그 팽창압력에 의해 용벽 구조재료에 손상을 입히는 경우로 보강토 용벽 보강재 등은 특히 고려해 볼만하다. 동상의 발생에는 온도와 물, 토질의 세 가지 요소가 필요한데 이중 대책이 용이한 것은 토질이며, 배면토의 치환공법 등을 적용할 수 있다.

## 9.2.4 보수·보강의 우선순위

각 시설물에서 발생된 각종 결함에 대한 보수·보강은 다음 사항을 원칙으로 하여 우선순위를 결정한다.

- 보수보다 보강을 우선으로 한다.
- 중대 결함사항을 우선 고려한다.
- 전체 시설물에서의 우선순위 결정은 각 시설물이 가지는 중요도, 결함의 심각성 등을 종합검토 후 단기, 중기, 장기로 구분하여 우선순위를 결정한다.

# 부 록

---

I. 표 준 서 식

II. 평가등급 산정표

III. 각종시험

IV. 비파괴시험 방법의 분류 및 특징

# 부 록 I 표준서식

---

## 표준서식

1. 「별표 1」 정기점검표
2. 「별표 2」 정기점검결과 조치 총괄요약표
3. 「별표 3」 정밀점검결과표
4. 「별표 4」 정밀점검 조치 총괄요약표
5. 「별표 5」 정밀안전진단결과표
6. 「별표 6」 정밀안전진단 조치 총괄요약표
7. 「별표 7」 일반현황
8. 「별표 8」 보수·보강기록표
9. 「별표 9」 용벽외관조사 전개도
10. 「별표 10」 사진대장
11. 「별표 11」 결함발생 상태도

# 「별표 1」 정 기 점 검 표

시 설 물 명			관 리 주 체		
준공 년월일	년	월	일	최종점검 년월일	년 월 일
시설물 위치	행정구역	도(시)                      군(구)                      면(동, 읍)		종점	
	위치좌표	시점			
시설물 규모	길이 :	m	노출높이:	m	면적 : m <sup>2</sup>
용 도					
시설물 특이사항 (주변상황)	옹벽 상부				
	옹벽 하부				
점 검 시 설		점 검 결 과			
지표면 노출부위 조사	손상 및 결함	결함부분	평가단위번호	결함상세	
기초지반 조사	세굴				
주변영향 인자	배수시설				
	사면상태				
점검자 의견					

주1) 『세부지침』 3.3.3항을 참조하여 작성

주2) 점검결과 발견된 손상 및 결함의 정도, 위치, 형상, 진행성 등을 상세히 기술

점검일자 :            년    월    일                      점검자 : \_\_\_\_\_

## 「별표 2」 정기점검결과 조치 총괄요약표

부위(평가단위)	점 검 결 과	조치필요사항

### ※ 작성요령

1. 부재(부위) : 문제(손상 및 결함)가 발견된 부재(부위)의 위치 또는 명칭
2. 점검결과 : 문제(손상 및 결함) 내용을 간단히 기입
3. 조치필요사항 : 문제(손상 및 결함) 내용을 제거하기 위하여 필요한 조치내용을 기입

<기입예>

◦ 보수실시(보수공법제시)

◦ 보강실시(보강공법제시)

◦ 주의관찰 필요(관찰주기·방법제시)



## 「별표 4」 정밀점검결과 조치 총괄요약표

부재(부위)	점검결과	조치필요사항

### ※ 작성요령

1. 부재(부위) : 문제(손상 및 결함)가 발견된 부재(부위)의 위치 또는 명칭
2. 점검결과 : 문제(손상 및 결함) 내용을 간단히 기입
3. 조치필요사항 : 문제(손상 및 결함) 내용을 제거하기 위하여 필요한 조치내용을 기입

<기입예>

◦ 보수실시(보수공법제시)
◦ 보강실시(보강공법제시)
◦ 주의관찰 필요(관찰주기·방법제시)



## 「별표 6」 정밀안전진단결과 조치 총괄요약표

부재(부위)	진 단 결 과	조치필요사항

### ※ 작성요령

1. 부재(부위) : 문제(손상 및 결함)가 발견된 부재(부위)의 위치 또는 명칭
2. 점검결과 : 문제(손상 및 결함) 내용을 간단히 기입
3. 조치필요사항 : 문제(손상 및 결함) 내용을 제거하기 위하여 필요한 조치내용을 기입

<기입예>

◦ 보수실시(보수공법제시)
◦ 보강실시(보강공법제시)
◦ 주의관찰 필요(관찰주기·방법제시)

「별 표 7」

일 반 현 황

시설물 번호			관리번호		
시설물명			시설물 구분		
위 치	행정구역				
	위치좌표	시점		종점	
제 원	옹벽형식				
	연 장		지면노출높이 (m)		
	저관폭(m)		노 선		
관리주체			관리주체구분		
주변환경					
시공현황	준공년도		시공자		
	부대시설				
비 고					

위치도 S = 1/25,000

표준 단면도

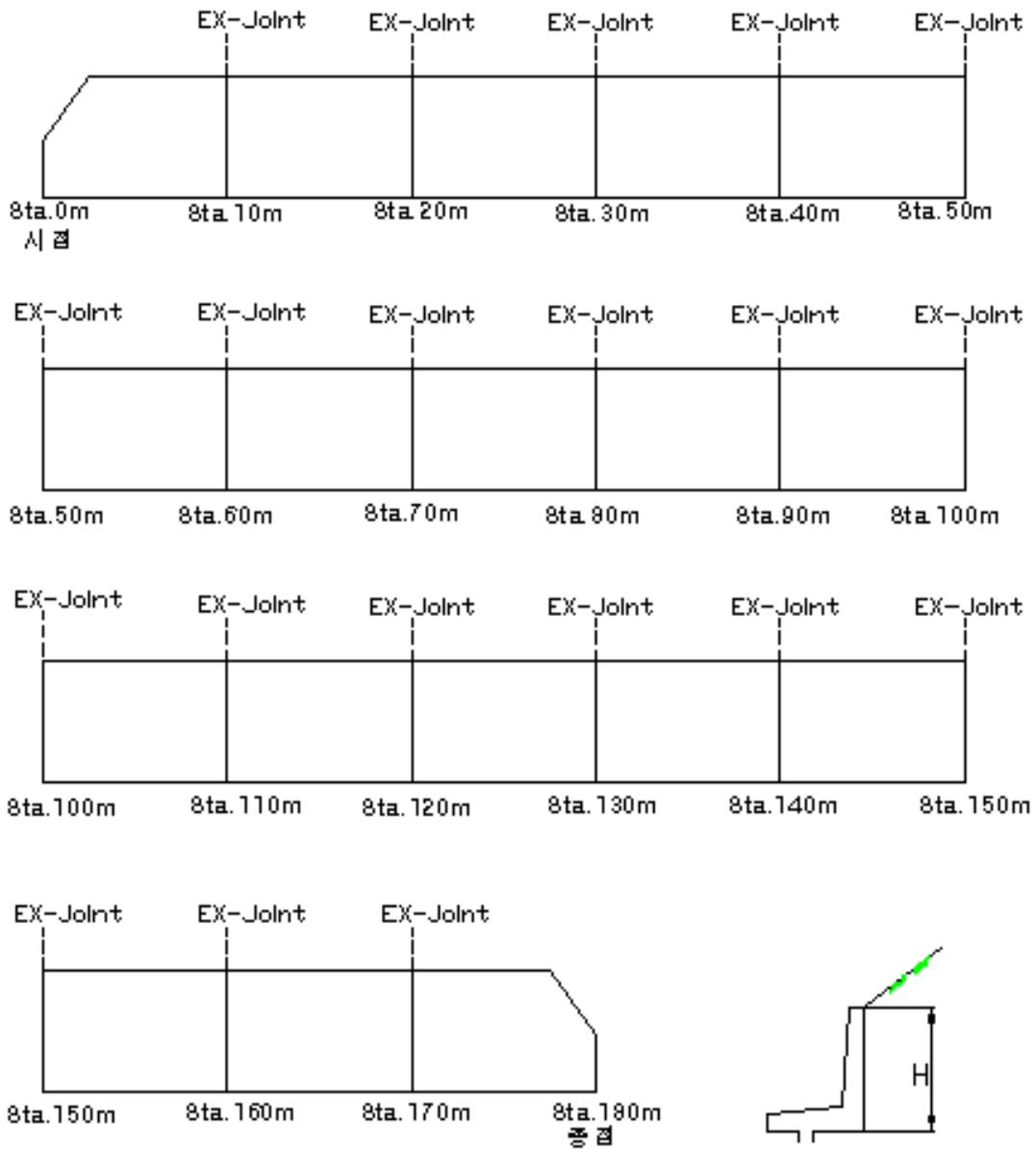
# 「별표 8」 보수·보강 기록표

단위 : 백만원

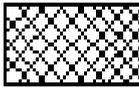
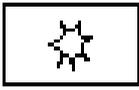
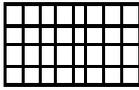
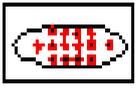
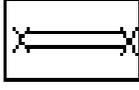
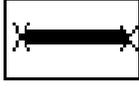
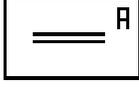
보수 위치	보수·보강 항목	내 용	기 간	공 사 비	시 공 자	비 고

# 「별표 9」 용 벽 조사 전개도

가. 외관조사 전개도 양식



나. 외관조사 전개도 범례

	균열		망상균열
	표면 HONEYCOMB		편칭 또는 공동
	파손, 박리		층분리, 시공이음 분리
	누수, 습윤부		백태
	철근노출		재료분리
	철근부식		보강부위
	포장의 요철		기초의 세굴
	좌굴, 변형		배수구
	신축이음 본체		

[별표 10]

# 사 진 대 장

사진번호	_____	위치(측점)	_____
사진설명	_____ _____		
사진번호	_____	위치(측점)	_____
사진설명	_____ _____		

[별표 11]

## 결 함 발 생 상 태 도

손상 및 결함 발생 상태 상세
위 치 :
주요 기술 사항

# 부 록Ⅱ 평가등급 산정표

---

1. 상태평가등급 산정표
2. 안전성평가등급 산정표
3. 종합평가등급 산정표

# 부 록Ⅱ 평가등급 산정표

## 1. 상태평가등급 산정표

### 가. 시설물 상태평가등급 산정표 예시

시설물명	○○시 ○○지구 강변도로 옹벽		날씨	☀ ☁ 🌧 ⚡ 🌩					점검자									
점검일시	2003년 2월 3일		결함종류	침하														
조사기관	한국시설안전기술공단																	
용도	<input type="checkbox"/> 부지옹벽 <input checked="" type="checkbox"/> 도로 및 철도 옹벽 <input type="checkbox"/> 폐기물매립시설 옹벽 <input type="checkbox"/> 해안 및 수리시설 옹벽																	
위치	경기도 ○○시 ○○동																	
옹벽형식	역 T형 콘크리트 옹벽							표번호										
부재총면적	(연장 287m × 평균높이 6m) = 1722㎡							No. 1										
Sta. No.	침하	계획 오차	활동	파손 및 손상	균열	마모/침식	박리	박락/충분리	중성화	염화물	백태	배수공상태	주변영향인자			결함점수합계	평가단위결함지수	평가단위평가등급
													사면조사					
													배수로	사면구배	나석혼적			
평균																		
													상태평가등급			—		

## 2. 안전성평가등급 산정표

### 가. 옹벽의 안전성평가등급 산정표 예시

시설물 안전성평가등급 산정표				
시설물명	OO시 OOAPT 진입로 콘크리트옹벽		표번호	RW. No. 3
평가항목구분	안전율	평가등급	비고	
활동	1.5	a	평상시 안전율 적용	
전도	1.1	c	평상시 안전율 적용	
침하	5cm	a	시공당시와 점검당시의 표고차 및 신축이음부 단차	
지지력	1.5	a		
구조 검토	전단력 모멘트	1.0 0.95	a c	c (최저값) 최저값을 안전성 대표등급으로 설정
안전성평가결과	○ 최저안전성평가등급 = C등급			

## 3. 종합평가등급 산정표

### 가. 옹벽의 종합평가등급 산정 예시

시설물 종합평가등급 산정표				
시설물명	OO시 OOAPT 진입로 옹벽		표번호	
옹벽형식	역 T형 콘크리트 옹벽			
평가구분	옹벽 결함지수	평가등급	비고	
상태평가	F=0.35	c	근거표번호	
안전성평가		c	근거표번호	
종합평가		C		
종합평가결과	옹벽의 종합평가등급 : C등급			

## 부 록Ⅲ 각종시험

---

1. 현장 및 실내시험
2. 지반조사
3. 배수상태 조사
4. 기타 재료시험
5. 비파괴시험 방법의 분류 및 특징
6. 시험결과의 해석 및 평가
7. 시험보고서 작성

# 1. 현장 및 실내시험

옹벽의 상태 등을 파악하기 위한 필요한 시험은 시설물의 특성에 맞게 선별하여 현장 및 실내 시험을 실시한다. 그리고 이 시험은 「지침」 제4장의 규정에 따르고 콘크리트 비파괴 시험의 종류와 특징의 세부사항을 수록하였으며, 이러한 시험으로 구할 수 있는 값은 다음과 같다.

- 1) 콘크리트 강도, 수분함량, 염분함량, 중성화 시험 등
- 2) 암석시험(석축에 한정하여 적용하며, 필요에 따라 실시)
- 3) 치수, 두께
- 4) 변위, 변형
- 5) 강성
- 6) 균열(위치, 깊이, 폭)
- 7) 결함
- 8) 철근(위치, 피복두께)
- 9) 기타

# 2. 지반조사

## 2.1 개요

지반조사는 2중 대상구조물에 한해 정밀점검(필요시) 및 정밀안전진단시에 실시하며, 조사는 옹벽의 설계검토 및 현 상태의 지반특성 및 상태를 파악하고자 실시하며, 조사방법은 현장 여건 및 책임기술자의 판단에 따라 적절히 선택하여 실시한다. 양압력 및 부력의 영향을 받을 수 있는 시설물에 대해서는 지하수위 측정을 동시에 실시한다.

## 2.2 시험빈도

1개 시설물에서 주동 및 수동영역에서 각각 1회 실시를 원칙으로 하고, 책임기술자의 판단에 토질특성 변화가 심하다고 판단되는 구간에서는 조사 횟수를 상향 조정한다.

# 3. 배수상태 조사

옹벽의 배수상태 조사는 시설물의 사용중에 발생하는 지표수 및 지하수 유입시 그 기능을 적절히 발휘할 수 있는가를 알아보기 위해 실시하며 주요 내용은 다음과 같다.

- 시공당시 배수공이 적절히 설치되었는가를 확인한다.
- 배수공이 이물질로 막혀 그 기능을 상실했는지 확인한다.
- 강우시 주변 지표수가 배수시설로 원활히 유입되는지 확인한다.

## 4. 기타 재료시험

옹벽시공에 사용된 재료(보강재, 견치돌, 철망 등)의 시험이 필요한 경우에는 「지침」 등 규정에 의하여 실시한다.

## 5. 비파괴시험 방법의 분류 및 특징

측정의 목적	비파괴 시험법의 종류		측정방법	장 점	단 점	적용상의 유의점	
콘크리트의 압축강도	타격법	표면경도법	낙하식 해머법 스프링식 해머법 회전식 해머법 피스톤강구타격법 등	좌측의 각종 기기를 사용하여 콘크리트의 표면을 타격하고, 그 들어간 깊이, 직경, 면적 등을 측정	○측정이 비교적용이 ○피측정물의 형상, 치수와 관계없이 적용 가능하다.	○측정부위는 콘크리트의 표층에 제한된다. ○동일개소에 반복 적용 불가능	○최근에는 많이 사용되지 않는다.
		반발경도법	슈미트 해머 등	좌측의 기기로 콘크리트의 표면을 타격하고 그 반발경도를 측정	○측정이 간편 ○피측정물의 형상, 치수와 관계없이 적용 가능하다.	○측정부위는 콘크리트의 표층에 제한된다. ○동일개소에 반복 적용 불가능.	○시험방법은 일본 건축학회「콘크리트강도 추정을 위한 비파괴 시험 방법 매뉴얼」에 기재
	국부 파괴법	관입저항법	슈미트 해머법 Speed pin법 Windsor Probe법 등	관입 깊이를 측정	○측정이 비교적 용이	○화약을 사용하므로 위험 ○시험후의 보수가 필요	○화약의 사용이 엄밀히 제한되고 있는 국가에서는 실시 곤란 ○시험방법은 ASTM C 803에 규정 되어 있다.
		인발법	못, 볼트 등의 인발법	미리 콘크리트에 매립한 볼트 등의 안전내력 측정 (인장력)		○콘크리트에 준비를 필요로 한다. ○시험후의 보수가 필요	○시험방법은 ASTM C 900에 규정 되어 있다.
		국부 압축법		φ15mm 정도의 강관으로 국부압축내력(혹은 ㎡)을 측정		○실시가 약간 곤란 ○시험후의 보수가 필요	○적용 예는 적다.
조합법	음속, 슈미트 해머법	초음파 속도와 슈미트 해머- 반발경도 측정	○측정이 간편 ○피측정물의 형상, 치수에 관계없이 적용가능하다.	○강도 판정식이 확립되어 있지 않다.	○시험방법은 일본 건축학회에서 발간된「콘크리트에서 강도추정을 위한 비파괴 시험 방법 매뉴얼」에 기재		
콘크리트의 동적 특성 (동탄성 계수 등) 동결융해 저항성	진동법	음속법 초음파법	Pundit법 Sonic Pure법 Ultra Sonic Pure법	초음파 Pulse(종파, 횡파)의 전파속도 및 파형을 측정	○피측정물의 형상, 치수에 대한 제약 적음.	○사용 주파수가 높을수록 지향성은 양호하지만, 초음파의 감쇠가 크게된다.	○시험방법은 일본 건축학회에서 발간된「콘크리트에서 강도추정을 위한 비파괴 시험 방법 매뉴얼」에 기재

측정의 목적	비파괴 시험법의 종류		측정방법	장 점	단 점	적용상의 유의점	
콘크리트의 동적 특성 (동탄성 계수등) 동결융해 저항성		충격파법	충격탄성파법	충격파(종파, 횡파)의 전파속도 및 파형의 측정	○피측정물의 형상, 치수에 대한 제약 적음. ○동일개소에 반복 적용 가능	○사용 주파수가 높을수록 지향성은 양호 하지만, 초음파의 감쇠가 크게 된다.	○초음파법에서는 측정 불가능한 두꺼운 콘크리트의 측정도 가능하다. ○원리는 초음파법과 동일하다.
		공진법	중공진법 휨공진법 비틀림 공진법	특정형태, 치수의 콘크리트 시험체의 공진 주파수 대수 감쇠율 등의 측정	○측정이 간편 ○동일 시험체에 반복 적용가능	○피측정물의 형상, 치수에 제약이 있고, 실 구조물에 적용은 곤란하다.	○시험방법은 JIS A 1127(공명진동에 관한 콘크리트의 동탄성 계수, 동전단 탄성계수 및 포아송비 시험방법)에 규정되어 있다.
콘크리트의 두께 내부결함	음속법	초음파법	Pundit법 Sonic Pure법 Ultra Sonic Pure법	초음파 Pulse(종파, 횡파)의 전파속도 및 파형의 측정	○ 피 측 정 물 의 형상, 치수에 대한 제약 적음. ○ 동일 단 면 에 반 복 적용 가능	○ 사용 주파수가 높을수록 지향성은 양호 하지만, 초음파의 감쇠가 크게된다.	○기종에 따라서 측정원리, 치수가 다르다. ○기종에 따라서는 충격탄성파법에 사용할 수 있는 것도 있다.
		충격파법	충격탄성파법	충격파(종파, 횡파)의 전파속도 및 파형의 측정	○ 피 측 정 물 의 형상, 치수에 대한 제약 적음. ○ 동 일 단 면 에 반 복 적 용 가능	○ 전 파 파 형 이 물성이 변하므로 측정치의 평가가 곤란하다.	○초음파법에서는 탐사불가능한 두꺼운 콘크리트의 탐사도 가능하다. ○원리는 초음파법과 동일하지만, 발진자의 밤바 등에서 충격파를 발생시킨다.
	방사선법	X선 투과 시험법 γ선 투과 시험법	방사선 투과 사진 촬영	○콘크리트 내부의 형태를 직접 관찰할 수 있다.	○방사선에 의한 위험이 수반된다. ○장치가 대형 ○촬영에는 면허 필요	○검사 대상물의 양측에 장치 및 골조를 배치하기 위해 공간이 필요하다. ○X선의 적용한계는 약 40cm γ선의 적용한계는 약 60cm이지만, 작업효과, 선명도, 안전성은 X선 쪽이 우수하다.	
전자파법	레이다파법	전자 Pulse의 측정	○측정은 비교적 용이 ○조사개소 단면의 상태를 화상으로 볼 수 있다.	○사용주파수가 낮으면 장치가 대형화 된다.	○검출대상으로 한 결함의 심도 범위에 따라서 기종을 선택해야 한다. ○조사개소 단면의 화상(실체상은 아님)을 기록으로 남길 수 있다.		

측정의 목적	비파괴 시험법의 종류		측정방법	장 점	단 점	적용상의 유의점
콘크리트의 품질, 재하이력	기 타	Acoustic Emission법 (AE법)	재하에 따른 콘크리트 균열 발생음 계측	○ 카이저 효과를 이용하여 콘크리트에 대한 과거의 재하이력을 추정할 수 있다.	○ 측정이 곤란 ○ 측정장치가 고가	○ 계측시점에서 발생 또는 성장하는 결함의 상황을 파악하는 방법이다. ○ 기타 방법과 달리 이미 존재하고 있는 성장이 멈춰진 결함은 검출할 수 없다. ○ 해석에는 고도의 전문적인 지식이 필요하다.
콘크리트 구조물의 기초깊이	음속법	충격탄성파법	충격파(횡파)의 전파속도 및 반사파형의 측정	○ 피측정물의 형상, 치수에 그다지 제약이 없다. ○ 동일개소에 반복하여 적용할 수 있다.	○ 삼입된 부분의 구조가 복잡하게 되면 반사파형의 해독이 곤란하게 된다.	○ 탐사심도는 약 20m 정도 까지이다.
콘크리트 내부의 철근위치	자기법	파코 meter법 Cover meter법 R meter법 와류탐사법	철근의 존재에 따른 자기의 변화 측정	○ 측정은 비교적 용이 ○ 동일개소에 반복 적용 가능	○ 배근 형태가 조밀한 경우 탐사가 곤란 ○ 깊은(10cm 정도 이상) 위치에 있는 철근의 탐사는 곤란 ○ 철근과 매설 배관을 구별하는 것은 곤란	○ 와류탐사 이외의 방법으로 피복 두께 혹은 철근 직경을 정밀하게 측정하기 위해서는 어느 한쪽을 미리 알아야 할 필요가 있다. ○ 와류탐사법은 다른 방법과는 달리 피복두께와 철근 지름이 동시에 구해진다. ○ 근방에 철근 이외의 금속물이 있으면 탐사 불가능
	방사선법	X선 투과 시험법 γ선 투과 시험법	방사선 투과 사진 촬영	○ 철근의 형태를 직접 관찰할 수 있다.		
	전자파법	레이다파법	전자파 Pulse의 측정	○ 측정은 비교적 용이 ○ 조사개소 단면의 양자를 화상으로 볼 수 있다.	○ 배근 형태가 조밀한 경우, 탐사가 곤란	○ 철근의 탐사를 목적으로 한 경우에 사용되는 기기의 탐사 가능 길이는 20~30cm 이하이다. ○ 조사개소 단면의 화상(실체상은 아님)을 기록으로 남길 수 있다.

측정의 목적	비파괴 시험법의 종류		측정방법	장 점	단 점	적용상의 유의점
콘크리트 내부의 철근의 부식상태	전기법	자연전위법	자연전위의 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 측정은 비교적 용이</li> <li>○ 동일 개소에 반복하여 적용할 수 있다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 전극의 접지를 위해 철근을 노출해야 한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 시험방법은 ASTM C 876 에 규정되어 있다.</li> <li>○ 자연전위의 분포상태로 철근이 부식되어 있는 가능성 있는 영역을 지정한다.</li> </ul>
	자기법	와류탐사법	여자전류와 철근에 발생하는 2차전류의 위상차 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 측정이 비교적 용이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 배근 상태가 조밀한 경우, 탐사가 곤란</li> <li>○ 깊은(10cm 정도 이상)위치에 있는 검사는 곤란</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 얻어진 결과는 측정시점에서의 철근 직경의 실측치이다.</li> </ul>
	방사선법	X선 투과 시험법	방사선 투과사진 촬영	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 철근의 부식 상태를 직접 관찰할 수 있다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 방사선에 의한 위험이 수반된다.</li> <li>○ 장치가 대형</li> <li>○ 촬영에는 면허가 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 투과사진으로 측정된 철근직경은 실제보다 큰 값이 되고 실제의 직경을 구하는데 기하해석이 필요하다. 철근의 표면결손 과정의 부식 상태가 아니면 곤란함.</li> <li>○ 그 외 전술의 두께, 내부결합의 내용과 동일</li> </ul>
콘크리트의 함수량 (율)	전기법	전기저항법 투전율법	전기저항, 투전율의 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 측정이 비교적 용이</li> <li>○ 동일 개소에 반복하여 적용할 수 있다.</li> </ul>		
	중성자법	중성자 함수량 측정법 중성자 활성화 분석법	중성자의 감쇠상황을 측정		<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 방사선에 의한 위험이 수반된다.</li> <li>○ 장치가 대형</li> </ul>	
	기 타	마이크로파 흡수법	과장 0.3~330mm의 마이크로파의 물에 의한 감쇠율의 측정	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 측정이 비교적 용이</li> </ul>		
	핵자기 공명법(NMR)	자기를 사용하고 수소원자핵의 거동을 관측하여 습기를 측정한다.	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 측정이 비교적 용이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 장치가 대형</li> </ul>		

## 6. 실험결과의 해석 및 평가

현장시험 및 실내시험 결과는 그 분야의 경험이 있는 자에 의하여 해석되고 평가되어야 하며, 이전에 같은 시험이 실시되었던 경우에는 실험결과를 비교하고 차이점을 분석 평가하여야 하며,

같은 재료특성을 평가하는데 다른 형식의 시험방법이 사용되는 경우에는 각 시험결과를 비교하고 차이점을 파악한다.

## 7. 실험보고서 작성

실험결과는 책임시험자가 서명한 시험기관의 정식 공문으로 제출 받는다. 모든 현장시험 등 시험결과는 시설물관리에 필요한 자료의 일부로 활용한다.

안전점검 및 정밀안전진단 세부지침(용벽)

감수 건설교통부 건설안전과  
발행 한국시설안전기술공단

2003년 7월 일 인쇄

2003년 7월 일 발행

\* 본 세부지침의 내용에 관한 질의 및 건의 사항은  
건설교통부 건설안전과 및 한국시설안전기술공단  
으로 연락하여 주시기 바랍니다.

한국시설안전기술공단  
(<http://www.kistec.or.kr>)

(우) 411-758 경기도 고양시 일산구 대화동 2311  
기술사업단 기술개발실 : 031)910-4131