
제4장 항 만 외 광 시 설

4.1 관리일반

4.2 현장조사

4.3 재료시험 항목 및 수량

4.4 상태평가기준 및 방법

4.5 안전성평가기준 및 방법

4.6 종합평가기준 및 방법

4.7 보수 · 보강 방법

제4장 항만외곽시설

4.1 관리일반

4.1.1 적용 범위

본 장은 「법」 제7조(시설물의 종류) 및 「영」 제4조(시설물의 종류)의 규정에서 정하고 있는 시설물 중 항만외곽시설물(방파제, 파제제 및 호안)에 적용한다.

○ 제1종 시설물

- 연장 1,000m 이상인 방파제

○ 제2종 시설물

- 제1종 시설물에 해당하지 않는 방파제로서 연장 500m 이상의 방파제
- 연장 500m 이상의 파제제
- 방파제 기능을 하는 연장 500m 이상의 호안

※ “갑문, 방파제, 파제제, 호안”이란 「항만법」 제2조제5호가목(2)에 따른 외곽시설을 말한다.

※ 갑문시설의 안전점검 및 정밀안전진단 실시는 세부지침 항만편의 안전점검 및 정밀안전진단 요령을 준용할 수 있다.

항만외곽시설물의 특성에 따라 본 장의 서식을 적절히 응용하여 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하며, 본 장에서 제시되지 않은 사항은 다음의 법규나 기준을 따른다.

- 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법, 시행령, 시행규칙
- 건설기준코드(구 콘크리트 구조기준)
- 건설기준코드(구 콘크리트 표준시방서)
- 국토교통부 발행 항만시설물 관련 기준 및 지침
 - 항만시설물 안전점검 및 정밀안전진단 실시요령
 - 항만구조물 중력식 안벽 및 외곽시설 보수·보강 표준 지침서
 - 항만구조물 잔교식 안벽 보수·보강 표준 지침서
- 건설기준코드(구 항만 및 어항공사 표준시방서)
- 「산업표준화법」에 의한 한국산업규격(KS)
- 국토교통부 발행 각종 관련 건설기준코드(구 표준시방서 등)

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

4.1.2 용어 정의

- 항만외곽시설(港灣外廓施設)
 - 항내의 정온과 수심을 유지하고 시설물을 보호하기 위하여 외해로부터 내습하는 파랑, 표사 이동, 해안선의 토사 유실, 토사 유입 등을 방지할 목적으로 항만, 간척지, 매립지 등의 외곽에 축조하는 구조물의 총칭. 방파제, 방사제, 파제제, 방조제, 도류제, 갑문, 호안 등을 포함
- 방파제(防波堤)
 - 항내의 정온도를 유지하여 항내에서 선박이 안전하게 정박하고 하역하며, 항내의 수역 및 육지에 있는 모든 항만 시설물을 파랑과 표사로부터 보호하기 위해 만드는 항만 외곽시설
- 파제제(波除堤)
 - 항내 진입 혹은 발생파랑으로부터 정온 확보를 통한 선박보호를 위해 설치하는 제방형식의 항만시설
- 호안(護岸)
 - 해안을 내습파랑 및 유수로 인한 파괴와 침식으로부터 보호하기 위해 설치하는 구조물로서 해안 또는 기존 매립지 지반이 붕괴되는 것을 방지하기 위해 해안의 원지반을 침식에 강한 재료로 피복하는 시설
- 직립제(直立堤)
 - 전면이 연직인 벽체를 수중에 설치한 구조물로서 주로 파랑의 에너지를 반사시켜 파랑의 항내진입을 차단하는 방파제 구조형식
- 혼성제(混成堤)
 - 기초 사석부 위에 직립벽을 설치한 것으로 파고에 비하여 사석부 마루가 높은 경우에는 경사제에 가깝고 낮은 경우에는 직립제의 기능에 가까운 방파제 구조형식
- 사석식 경사제(捨石式 傾斜堤)
 - 암석이나 콘크리트 소파블록을 사다리꼴 형상으로 쌓아올린 것으로 주로 사면상의 쇄파 및 투수성과 조도에 의하여 파랑의 에너지를 소산시키거나 반사시켜 파랑의 항내진입을 차단하는 방파제 구조형식
- 상부공(上部工)
 - 직립제나 혼성제 및 경사제의 상부에 위치한 현장타설 상치 콘크리트 구조물. 자체중량으로 제체 및 방파제 전체의 안정성을 증가시키고 월파를 제어하며, 방파제 천단부에 통로기능을 부여하는 등의 역할을 하는 방파제의 구조요소
- 직립부(直立部)
 - 직립제나 혼성제 방파제에서 콘크리트 블록 또는 케이슨 등의 본체 구조물. 소파공이 있는 경우에는 소파공에서 파력을 감소시켜 주지만 기본적으로 제체가 최종적으로 파를 막아주는 기능을 하는 방파제의 구조요소

○ 사석경사면(沙石傾斜面)

- 경사제 혹은 혼성제에서 사석으로 이루어진 제체의 경사부위. 상부에 상치 콘크리트가 있는 경우와 상치 콘크리트가 없이 사석만으로 이루어진 경우로 나눌 수 있으며, 제체의 안정을 도모하고 파력을 소산시키는 역할을 하는 방파제의 구조요소

○ 소파공(消波工)

- 테트라포드(Tetrapod)와 같은 이형 콘크리트 소파블록을 항외측에 거치하여 파력을 소산시키는 역할을 하는 방파제의 구조요소

○ 계선주(繫船柱)

- 배를 계선안에 매어 두기 위해 계선안 위에 설치한 기둥. 직주와 머리가 굽은 곡주가 있음

○ 방충재(防衝材)

- 안벽, 잔교, 돌핀 등의 계류 시설의 전면에 설치하여 선박이 접안할 때 계류 중 파랑이나 바람으로 인하여 동요할 때 선체와 접안시설 사이에 발생하는 충격력이나 마찰력을 줄여 선체 및 구조물의 접촉으로 인한 손상을 막는 완충 설비

○ 차막이

- 항만에서 접안 상부공에서 작업하는 하역장비 및 차량 등의 안전을 도모하고 제차량의 정지선을 표시할 목적으로 항만설계기준에 따라 안벽 끝단에 차막이를 설치

○ 추락방지시설

- 공중(公衆)이 이용하는 난간, 점검로 등의 이용자 안전을 확보하기 위한 시설

○ 도로부 신축이음부

- 도로교량, 도로터널의 차량이동 부위에 온도 등에 따라 늘어나거나 줄어들면서 생길 수 있는 변형 또는 균열을 방지하기 위한 장치(댐, 제방 등 시설물은 부대 시설에 포함된 도로교량에 한함)

○ 환기구 등의 덮개

- 시설물의 출입구, 환기와 같은 시설물 유지관리 목적으로 보행자 또는 차량이동 구간에 설치된 환기구, 맨홀 등의 덮개(지지구조, 철물, 연결재, 걸침턱 등)

4.1.3 안전점검 및 정밀안전진단 대상 시설

항만 외곽시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 실시범위에 대한 세부적인 대상시설은 [표 4.1]과 같다.

- ① 기본 시설물을 제외한 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단은 해당 시설물(건축물, 옹벽 등)에 따라 실시하여야 한다.
- ② 대상 시설물은 안전점검 및 정밀안전진단 대가기준에서 해당 시설물에 따라 예산을 확보하여야 한다.
- ③ 항만 외곽 구조물과 별개로 설치된 도로시설, 배수시설 등의 경우에는 본 실시범위 대상시설에서 제외할 수 있다.
- ④ 부대 시설물 및 기타 시설물이 「영」 제4조에 따른 제1종·제2종시설물에 해당되는 경우에는 「법」 제11조 및 제12조에 따라 제1종시설물은 정밀안전점검 및 정밀안전진단을 실시하여야 하고, 제2종시설물은 정밀안전점검을 실시하여야 한다.

[표 4.1] 항만외곽시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 대상시설 범위

구 분		부 위	점검 및 진단 실시범위			비 고
			정기안전점검	정밀안전점검	정밀안전진단	
직립제 및 혼성제	기본 시설물	◦ 상부공	○	○	○	
		◦ 직립부, 사석경사면, 소파공(수상부)	○	○	○	
		◦ 직립부, 사석경사면, 소파공(수중부)		○	○	
		◦ 기초부		○	○	
	부대 시설물	◦ 등대, 계선주, 방충재, 차막이	○	○	○	
사석식 경사제	기본 시설물	◦ 상부공	○	○	○	
		◦ 사석경사면, 소파공(수상부)	○	○	○	
		◦ 사석경사면, 소파공(수중부)		○	○	
	부대 시설물	◦ 등대, 계선주, 방충재, 차막이	○	○	○	
공중이 이용하는 부위		◦ 추락방지시설	○	○	○	
		◦ 도로포장	○	○	○	
		◦ 도로부 신축이음부	○	○	○	
		◦ 환기구 등의 덮개	○	○	○	

※ 등대는 세부지침 제6장 건축물 편에 따라 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하여야 하며, 이 경우 대가를 별도로 반영하여 실시하여야 한다. 기전시설물은 기계전기설비 외관조사 요령의 방법에 따른다.

4.1.4 중대한 결함 등의 정도

가. 중대한 결함의 적용 범위

항만 외곽시설물의 구조안전에 중대한 영향을 미치는 것으로 인정되는 결함으로 대통령령으로 정하는 중대한 결함의 적용 범위는 다음과 같다.

다만, 시설물의 전반적인 상태 및 환경 여건에 따라 책임기술자가 조정할 수 있다.

1) 시설물의 기초세굴

- [표 4.20]의 기초부 세굴에 대한 상태평가기준에서 “e”의 경우

2) 시설물의 철근콘크리트의 염해 또는 탄산화에 따른 내력손실

- [표 4.29], [표 4.30]의 탄산화 잔여 깊이 및 전염화물 이온량 등에 대한 상태평가기준에서 “d” 판정으로 철근노출과 부식을 동반하고 있는 경우

- 탄산화 잔여 깊이 또는 전염화물 이온량 등에 대한 상태평가기준이 “e” 판정인 경우

3) 시설물의 파손 및 결함

- [표 4.24]의 방파제의 상부공 및 직립부 파손에 대한 상태평가기준에서 “e”의 경우

4) 직립부의 속채움재 유실, 케이슨 및 블록 이격

- [표 4.18], [표 4.19]의 속채움재 유실 및 블록 이격 등에 대한 상태평가기준에서 “e”의 경우

5) 시설물의 범선변위 및 침하

- [표 4.15]~[표 4.17]의 구조물의 침하, 경사/전도, 활동 등에 대한 상태평가기준의 “d” 이하의 경우

※ 5)항의 상태변화에 대한 평가유형은 중요결함으로 1), 2), 3), 4)항의 평가유형은 국부결함으로 분류하고 있다.

나. 공중이 이용하는 부위의 적용 범위

항만 외곽시설물의 공중의 안전에 영향을 미치는 것으로 인정되는 결함으로 대통령령으로 정하는 공중이 이용하는 부위의 적용 범위는 다음과 같다.

다만, 시설물의 전반적인 상태 및 환경 여건에 따라 책임기술자가 조정할 수 있다.

1) 추락방지시설

- 추락방지시설에 대한 평가기준이 “d” 이하인 경우

2) 도로포장

- 도로포장에 대한 평가기준이 “d” 이하인 경우

3) 도로부 신축이음부

- 도로부 신축이음부에 대한 평가기준이 “d” 이하인 경우

4) 환기구 등의 덮개

- 환기구 등의 덮개에 대한 평가기준이 “d” 이하인 경우

4.2 현장조사

4.2.1 시설물의 점검사항

항만외곽시설물의 현장조사 항목과 요령, 방법은 대표적인 외곽시설인 방파제를 기준으로 규정하였다. 파제제 및 호안의 구조형식은 방파제와 유사하므로 방파제의 지침을 준용하는 것으로 한다. 방파제의 점검항목은 직립제 및 혼성제, 사석식 경사제에 대해 적용할 수 있다.

가. 직립제 및 혼성제

[표 4.2] 직립제 및 혼성제의 점검항목

구 분		점 검 항 목	비 고
수상부	상부공	○ 침하 ○ 경사/전도 ○ 활동 ○ 파손 ○ 균열 ○ 박리 ○ 마모/침식	
수상부 및 수중부	직립부	○ 침하 ○ 경사/전도 ○ 활동 ○ 파손 ○ 균열 ○ 박리 ○ 마모/침식 ○ 속채움재 유실(케이슨식) ○ 케이슨 및 블록 이격	· 수중부 점검 : 정밀안전점검, 정밀안전진단
	사석 경사면	○ 사면변화 ○ 피복석 유실	
	소파공	○ 교란 및 유실 ○ 파손	
수중부	기초부	○ 세굴 ○ 기초사석 교란	· 정밀안전점검, 정밀안전진단
수상부	부대시설	○ 등대, 계선주, 차막이, 방충재의 파손상태	

나. 사석식 경사제

[표 4.3] 사석식 경사제의 점검항목

구 분		점 검 항 목	비 고
수상부	상부공	○ 침하 ○ 활동 ○ 파손 ○ 균열 ○ 박리 ○ 마모/침식	· 수중부 점검 : 정밀안전점검, 정밀안전진단
수상부 및 수중부	사석 경사면	○ 사면변화 ○ 피복석 유실	
	소파공	○ 교란 및 유실 ○ 파손	
수상부	부대시설	○ 등대, 계선주, 차막이, 방충재의 파손상태	

다. 공중이 이용하는 부위

[표 4.4] 공중이 이용하는 부위 점검항목

구 분	점 검 항 목	비 고
공중이 이용하는 부위	○ 추락방지시설의 상태 ○ 도로부 포장 및 신축이음부 상태 ○ 환기구 등의 덮개 상태 ○ 기타조사	

- 책임기술자는 추락방지시설, 도로부 포장 및 신축이음부, 환기구 등의 덮개와 같은 공중이 이용하는 부위가 대상시설물에 해당되는지 여부를 확인하고, 해당 부위의 결함조사를 실시한다.
단, 시설물에 공중이 이용하는 부위가 해당하지 않는 경우 책임기술자의 판단에 따라 조사 부위를 제외할 수 있다.
- 대상시설물에 해당되는 공중이 이용하는 부위는 숙련된 점검자의 육안조사 또는 점검 로봇 등을 활용한 외관조사 및 영상분석(법 시행령 별표 10의14)을 활용하여 결함 및 파손 등을 점검하고 각 평가항목 및 기준에 따라 중대한 결함 등의 해당 여부를 검토하여야 한다.
- 조사된 결함 및 파손 중 중대한 결함 등이 발견된 경우는 해당부위의 외관조사망도 및 사진 대지를 작성하여 「법」 제22조제2항에 따라 관리주체에게 통보하여야 한다.

4.3 재료시험 항목 및 기준수량

재료시험은 직립제 및 혼성제에 대해 적용하고 사석식 경사제는 필요시 관리주체와 협의하여 재료시험 항목 및 기준수량을 정하는 것을 원칙으로 한다.

4.3.1 정밀안전점검

가. 재료시험 항목 및 평가방법

[표 4.5] 정밀안전점검의 재료시험 항목

구 분	기본과업	선택과업
직립제 및 혼성제	○ 콘크리트강도 - 비파괴시험 : 반발경도 ○ 콘크리트 탄산화 깊이	○ 콘크리트강도 - 비파괴시험 : 초음파전달속도 - 국부파괴법 : 코어강도 ○ 철근탐사시험 ○ 염화물함유량¹⁾

주1) 제1장 교량 1.3.1절 참조

※ 단, 사석식 경사제의 상치콘크리트는 재료시험이 필요할 경우, 책임기술자의 판단 하에 직립제 및 혼성제의 재료시험 항목에 준해 수행한다.

[표 4.6] 세부시설별 정밀안전점검 재료시험 평가방법

구 분	재료시험 항목	평가방법
기본과업	○ 콘크리트 비파괴강도 - 반발경도시험	○ 외관상 건전부위와 불량부위에 대한 비교평가 필요함
	○ 콘크리트 탄산화 깊이 측정	○ 현장측정 ○ 탄산화속도계수 산정
선택과업	○ 콘크리트 비파괴강도 - 초음파전달속도시험	○ 반발경도시험과 동일 적용
	○ 콘크리트강도 - 국부파괴 : 코어채취시험	○ 콘크리트강도 평가의 기준 ○ 필요시 콘크리트 물성시험 등
	○ 철근탐사시험 - 철근배근상태 - 철근피복두께	○ 구조검토를 위한 철근조사 ○ 콘크리트의 강도 및 물성시험 등을 위한 철근 위치 탐사
	○ 콘크리트 염화물함유량 시험	○ 철근까지 시료채취 및 평가 ¹⁾

주1) 시료채취의 깊이는 책임기술자의 판단에 의해 실시한다.

나. 재료시험 기준수량

[표 4.7] 정밀안전점검의 기본과업 재료시험 기준수량

구 분	기 준 수 량	비 고
반발경도시험	○ 직립부 1회 이상	· 100m 마다
탄산화 깊이 측정	○ 상태평가 및 중요도를 고려 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정	

[표 4.8] 정밀안전점검의 선택과업 재료시험 기준수량

구 분	기 준 수 량	비 고
조음과 전달속도시험	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 반발경도시험과 동일부위 시험 원칙
코어채취 ¹⁾	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 시험위치는 현장여건을 반영하여 실시 · 실내시험 병행
철근탐사시험	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 코어채취 수행시 병행
염화물함유량시험	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	
수중조사 ²⁾	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 수중부 외관조사

- 주1) 이전에 수행한 안전점검이나 정밀안전진단에서 코어채취 및 실내시험에 대한 자료가 충분하고 이들의 평가결과가 기준에 적합한 경우에는 기존의 자료를 이용할 수 있다.
주2) 기초부가 수중에 위치할 경우, 조사방법 및 조사수량은 관리주체와 협의하여 결정한다.

4.3.2 정밀안전진단

가. 재료시험 항목

[표 4.9] 세부시설별 정밀안전진단의 재료시험 항목

구 분	기본과업	선택과업
직립제 및 혼성제	○ 콘크리트강도 － 비파괴시험 : 반발경도, 초음파속도 ○ 철근탐사시험 － 철근 배근상태 － 철근 피복두께 ○ 콘크리트 탄산화 깊이 ○ 철근부식도 ○ 콘크리트 염화물함유량¹⁾ ○ 균열깊이 조사	○ 콘크리트강도 － 국부파괴법 : 코어강도 ○ 콘크리트 물성 및 미세구조 ○ 시추조사 및 토질실내시험 ○ 계측 및 변위측정

주1) 제1장 교량 1.3.2절 참조

※ 재료시험시 비말대에서는 시험에 지장을 초래할 수 있는 이물질을 제거한 후에 실시한다.

※ 재료시험시 조사선 및 조사차량이 요구될 때에는 책임기술자의 판단하에 선택조사장비를 추가할 수 있으며, 이에 대한 대가는 관리주체와 협의하여 결정한다.

※ 단, 사석식 경사제의 상치콘크리트는 재료시험이 필요할 경우, 책임기술자의 판단 하에 직립제 및 혼성제의 재료시험 항목에 준해 수행한다.

[표 4.10] 세부시설별 정밀안전진단 재료시험 평가방법

구 분	재료시험 항목	평가방법
기본과업	○ 콘크리트강도(비파괴시험법) : 반발경도, 초음파전달속도	○ 외관상 건전부위와 불량부위에 대한 비교평가 필요함
	○ 철근탐사시험 : 철근배근상태, 피복두께	○ 구조검토를 위한 철근조사 ○ 콘크리트의 강도 및 물성시험 등을 위한 철근 위치 탐사
	○ 콘크리트 탄산화 깊이 측정	○ 현장측정 ○ 탄산화속도계수 산정
	○ 철근부식도시험	○ 주요부재의 철근 대상 ○ 철근부식확률 평가
	○ 콘크리트 염화물함유량 시험	○ 철근까지 시료채취 및 평가 ¹⁾
	○ 균열깊이 조사	○ 발생균열의 철근깊이 이상 발전 또는 관통 여부 등 평가 ○ 허용균열폭과의 비교·검토
선택과업	○ 콘크리트강도(국부파괴법) : 코어채취	○ 콘크리트강도 평가의 기준 ○ 필요시 콘크리트 물성시험 등
	○ 콘크리트 물성 및 미세구조	○ 강도, 수분함량 등
	○ 기초지반(시추)조사	○ 시설물의 구조적 안전성 검토
	○ 계측 및 변위측정	○ 시설물의 침하, 변위 및 거동 측정

주1) 시료채취의 깊이는 책임기술자의 판단에 의해 실시한다.

나. 재료시험 기준수량

[표 4.11] 정밀안전진단의 기본과업 재료시험 기준수량

구 분	기 준 수 량	비 고
반발경도시험	○ 직립부 1회 이상	• 50m 마다 • 단면변화부 1회 이상
초음파전달속도시험		
철근탐사시험 ¹⁾		
탄산화 깊이 측정	○ 직립부 1회 이상	• 100m 마다 • 단면변화부 1회 이상
염화물함유량시험		
철근부식도시험 ²⁾	○ 직립부 1회 이상	
균열깊이 조사	○ 책임기술자 판단에 의해 기준수량 결정	• 상태평가기준 참조

주1) 무근콘크리트를 제외한 철근콘크리트 직립부에 대해서는 평가가 가능하도록 실시하여야 한다.

주2) 철근부식이 의심스러운 경우, 책임기술자의 판단에 따라 조사수량 추가

[표 4.12] 정밀안전진단의 선택과업 재료시험 기준수량

구 분	기 준 수 량	비 고
코어채취 ¹⁾	○ 직립부 1회 이상	• 실내시험 병행
수중조사 ²⁾	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 수중부 외관조사
기초지반(시추)조사 ³⁾	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	• 토질실내시험 병행
계측 및 변위측정조사 ⁴⁾	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	

주1) 코어에 대한 실내시험인 압축강도, 비중, 흡수율 등의 항목은 필수적으로 실시한다.
단, 이전의 실내시험에 대한 자료가 충분하고, 평가결과가 기준에 적합한 경우에는 그 수량만큼 총수량에서 공제가능

주2) 기초부가 수중에 위치할 경우, 조사방법은 관리주체와 협의하여 결정한다. 단, 최초 정밀 안전진단 시에는 필수적으로 수중조사를 실시하여야 한다.

주3) 다음의 경우에 기초지반조사를 실시하며, 설계 시나 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과에서 이용 가능한 자료는 이를 적용할 수 있다.

- 외관조사 결과 중대한 구조적 결함이 발견된 경우
- 콘크리트의 강도가 현저하게 저하된 경우
- 구조물에 작용하는 하중조건이 크게 변하였거나, 변화가 예상되는 경우

주4) 시설물에 대한 침하, 변위, 거동 등에 대한 원인규명이 필요하다고 판단되는 경우 계측 및 변위측정 조사를 실시한다.

4.4 상태평가기준 및 방법

4.4.1 상태평가항목 및 기준

가. 평가유형 및 영향계수

항만외곽시설에서의 시설물의 상태변화가 전체 구조물에 미치는 안전성의 영향정도, 구조적인 중요도가 적절히 고려되어 평가될 수 있도록 결함 및 손상을 평가유형별로 구분하여 영향계수를 적용한다.

1) 평가유형의 구분

① 중요결함

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

② 국부결함

- 케이슨 속채움재 유실, 케이슨 및 블록 이격, 기초부 세굴, 사석경사면의 변화, 피복석 유실, 소파공의 교란 및 유실 등과 같이 구조물의 안전성에 직접적인 영향을 미치지 않는 손상이 진전될 경우 전체 구조물의 안전에 상당한 영향을 끼칠 수 있는 결함

③ 일반손상

- 파손, 균열, 박리, 마모 및 침식 등과 같이 구조물의 안전에 크게 영향을 주지 않는 일반적인 손상

2) 영향계수의 적용

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

영향계수는 안전성에 직접적인 영향을 미치는 중요결함의 상태평가기준을 근거로 하여 국부적인 결함의 결과를 상향 조정함으로써 이들이 전체 구조물에 미치는 영향을 평가 절하하는 계수이며, 영향계수는 상태평가를 위한 표준기준이며, 책임기술자의 판단으로 다소 조정할 수 있다.

나. 직립제 및 혼성제

[표 4.13] 직립제 및 혼성제의 평가유형 및 영향계수

부 위	손상형태 및 조사항목		평가기준	평가점수	영향계수
상부공 및 직립부	침하	중요결함	a	5	1.0
	경사/전도		b	4	
			c	3	
	활동		d	2	
			e	1	
	파손	일반손상	a	5	1.0
	균열		b	4	1.1
	박리		c	3	1.3
			d	2	1.7
	마모/침식		e	1	3.0
기초부	속채움재 유실(케이슨식)	국부결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.2 1.4 2.0
	케이슨 및 블록 이격				
	세굴				
	기초사석교란				
	사면변화				
사석경사면	피복석 유실				
소파공	교란 및 유실	일반손상	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.3 1.7 3.0
	파손				

다. 사석식 경사제

[표 4.14] 사석식 경사제의 평가유형 및 영향계수

부 위	손상형태 및 조사항목		평가기준	평가점수	영향계수
상부공	침하	중요결함	a	5	1.0
			b	4	
			c	3	
	활동		d	2	
			e	1	
	파손	일반손상	a	5	1.0
	균열		b	4	1.1
	박리		c	3	1.3
	마모/침식		d	2	1.7
사석경사면		국부결함	e	1	3.0
	사면변화		a	5	1.0
			b	4	1.1
	피복석 유실		c	3	1.2
			d	2	1.4
소파공	교란 및 유실	일반손상	e	1	2.0
			a	5	1.0
			b	4	1.1
	파손		c	3	1.3
			d	2	1.7
			e	1	3.0

[표 4.15] 침하의 상태평가기준

평가 기준	평가 점수	최대 침하량의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	5	8cm미만	5cm미만	○ 침하가 거의 발생되지 않은 상태
b	4	8cm이상~ 12cm미만	5cm이상~ 8cm미만	○ 부분적으로 경미한 침하가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	3	12cm이상~ 16cm미만	8cm이상~ 12cm미만	○ 침하의 정도가 보통정도이나 시설물의 기능저하 또는 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	2	16cm이상~ 20cm미만	12cm이상~ 15cm미만	○ 침하의 정도가 심각하여 시설물의 기능 또는 구조물의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	20cm이상	15cm이상	○ 침하의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 시설물의 기능 또는 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

주1) 상태평가결과가 “d” 이하이면 4.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

주2) 선택과업으로 침하에 대한 안정성 평가를 수행한 경우, 침하에 대한 상태평가를 생략할 수 있다.

주3) 사석식 경사제의 경우, 책임기술자의 판단 하에 ‘조사된 상태’로만 평가할 수 있으며
이 때에는 반드시 사유 또는 근거 등을 명시하여야 한다.

[표 4.16] 경사/전도의 상태평가기준

평가 기준	평가 점수	최대기울기의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	5	3%미만	2%미만	○ 경사/전도가 발생되지 않은 상태
b	4	3%이상~ 4%미만	2%이상~ 3%미만	○ 부분적으로 경미한 경사/전도가 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않는 상태
c	3	4%이상~ 6%미만	3%이상~ 4%미만	○ 경사/전도의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	2	6%이상~ 8%미만	4%이상~ 6%미만	○ 경사/전도의 정도가 심각하여 구조물의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	8%이상	6%이상	○ 경사/전도의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

주) 상태평가결과가 “d” 이하이면 4.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

[표 4.17] 경사/전도의 상태평가기준

평가 기준	평가 점수	최대활동의 범위		조사된 상태
		비진행성	진행성	
a	5	8cm미만	5cm미만	○ 양호한 상태
b	4	8cm이상~ 12cm미만	5cm이상~ 8cm미만	○ 부분적으로 경미한 활동이 발생한 상태이나 근본적인 보수는 필요하지 않는 상태
c	3	12cm이상~ 16cm미만	8cm이상~ 12cm미만	○ 활동의 정도가 보통정도이나 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	2	16cm이상~ 20cm미만	12cm이상~ 16cm미만	○ 활동의 정도가 심각하여 구조물의 구조적인 안정에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	20cm이상	16cm이상	○ 활동의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안정을 상실할 수 있는 위험한 상태

주) 상태평가결과가 “d” 이하이면 4.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

※ 선택과업으로 활동에 대한 안전성 평가를 수행한 경우, 활동에 대한 상태평가를 생략할 수 있다.

[표 4.18] 케이슨 속채움재 유실의 상태평가기준

평가 기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 양호한 상태
b	4	○ 경미하게 발생한 상태
c	3	○ 다소 크게 발생한 상태
d	2	○ 심하게 발생하여 구조적인 안정에 영향을 줄 정도
e	1	○ 매우 심하여 경사가 발생하고 구조적인 안정에 크게 영향을 줄 정도

주) 상태평가결과가 “e” 이면 4.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

[표 4.19] 케이슨 및 블록 이격의 상태평가기준

평가 기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 양호한 상태
b	4	○ 경미하게 발생한 상태
c	3	○ 다소 크게 발생한 상태
d	2	○ 평가단위의 1개소에서 심각하게 발생하여 구조적인 안정에 영향을 줄 정도
e	1	○ 평가단위의 2개소 이상에서 매우 심하게 발생하여 구조적인 안정에 크게 영향을 줄 정도

주) 상태평가결과가 “e” 이면 4.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

[표 4.20] 기초세굴의 상태평가기준

평가 기준	평가점수	세굴의 최대 깊이	조사된 상태
a	5	30cm미만	○ 세굴이 없는 상태
b	4	30cm이상~ 50cm미만	○ 세굴이 경미하게 발생한 상태
c	3	50cm이상~ 70cm미만	○ 세굴이 다소 심하게 발생한 상태
d	2	70cm이상~ 90cm미만	○ 세굴이 심하여 구조물 하단부가 크게 드러나고 기초사석이 교란되어 구조적인 안정에 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	90cm이상	○ 세굴이 아주 심하여 구조물의 안정이 심각하게 위협받고 있는 상태

주) 상태평가결과가 “e” 이면 4.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

[표 4.21] 기초사석 교란의 상태평가기준

평가 기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 발생한 곳이 없음
b	4	○ 기초사석이 부분적으로 경미하게 교란되어 있음
c	3	○ 기초사석이 전반적으로 다소 심하게 교란되어 있고 사석 경사에 변화발생
d	2	○ 기초사석이 심하게 유실되어 안벽 하단부가 크게 드러나서 구조적인 안정에 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	○ 기초사석이 완전히 유실되어 방파제의 안정이 심각하게 위협받고 있는 상태

[표 4.22] 사면변화 및 피복석 유실의 상태평가기준

평가 기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 양호한 상태
b	4	○ 국부적으로 경미하게 경사면 변화가 발생한 상태
c	3	○ 전반적으로 경사면 변화가 다소 심하게 발생한 상태
d	2	○ 수상부 및 수중부의 피복석 또는 소파공의 경사면 변화가 광범위하면서도 심하게 발생하여 체체의 안정에 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	○ 경사면 변화가 전체적으로 아주 심하게 발생하고 피복석 또는 소파공이 광범위하게 산란 이동되어 있어서 체체의 안정에 매우 심각하게 영향을 미칠 수 있는 상태

[표 4.23] 소파공 교란 및 유실의 상태평가기준

평가 기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 양호한 상태
b	4	○ 소파공이 국부적으로 경미하게 교란된 상태
c	3	○ 소파공이 전반적으로 교란되었고, 일부 소파공이 유실된 상태
d	2	○ 소파공이 부분적으로 유실되어 사면변화가 크게 발생하였고, 일부 구간에서 소파능력이 상실된 상태
e	1	○ 소파공이 광범위하게 유실되어 대부분의 구간에서 소파능력이 상실된 상태

[표 4.24] 상부공 및 직립부 파손의 상태평가기준

평가 기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 콘크리트 부재에 파손이 발생하지 않은 양호한 상태
b	4	○ 파손이 경미하고, 추가적인 손상진행의 가능성이 없는 건전한 상태
c	3	○ 파손이 경미하지만, 철근부식 등과 같은 추가적인 손상진행의 가능성이 있는 보통의 상태
d	2	○ 시설의 주요부에 부분적인 파손이 발생하여 제체의 안전성이 저하되거나, 손상의 진행에 따라 손상규모가 확대될 위험이 있는 불량한 상태
e	1	○ 시설의 주요부에 큰 파손이 발생하여 시설의 기능상실, 안전성 결여 또는 파괴로 이어질 수 있는 위험한 상태

주) 상태평가결과가 “e” 이면 4.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

[표 4.25] 상부공 및 직립부 균열의 상태평가기준

평가 기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 양호한 상태
b	4	○ 경미한 상태의 균열
c	3	○ 균열이 다소 심한 상태
d	2	○ 전반적으로 균열이 심하게 발생하여 보수가 요구되는 상태
e	1	○ 대규모 관통 균열의 발생으로 구조물의 기능성에 영향을 초래하여 우선적인 보수가 요구되는 상태

[표 4.26] 상부공 및 직립부 박리의 상태평가기준

평가 기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 양호한 상태
b	4	○ 박리의 초기단계로 철근부식에 의해 박리부분에 균열이 형성되기 시작하거나 경미하게 콘크리트 덮개가 탈락된 상태
c	3	○ 콘크리트 덮개가 일어나는 다소 심한 부분박리가 다소 심하게 발생한 상태
d	2	○ 박리부분이 탈락하여 노출철근의 부식이 발생한 상태
e	1	○ 노출된 철근의 부식이 심하여 구조적 기능을 상실한 상태

[표 4.27] 상부공 및 직립부 마모/침식의 상태평가기준

평가 기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 마모/침식된 부위가 없는 양호한 상태
b	4	○ 마모/침식에 의해 골재가 노출된 상태
c	3	○ 상·하부와 비교해서 단면(철근덮개)이 감소되기 시작한 상태
d	2	○ 철근덮개가 탈락되고 철근이 부분적으로 노출되어 부식이 발생한 상태
e	1	○ 마모/침식된 부위의 철근이 완전히 노출되어 구조적인 기능을 상실한 상태

[표 4.28] 소파공 파손의 상태평가기준

평가 기준	평가점수	조사된 상태
a	5	○ 양호한 상태
b	4	○ 파손이 경미하고, 추가적인 손상진행의 가능성이 없는 건전한 상태
c	3	○ 파손이 경미하지만, 추가적인 손상진행의 가능성이 있는 보통의 상태
d	2	○ 부분적으로 파손되어 일부 구간에서 소파능력이 상실된 상태
e	1	○ 광범위하게 파손되어 대부분의 구간에서 소파능력이 상실된 상태

[표 4.29] 탄산화 잔여 깊이의 상태평가기준

평가 기준	평가점수	탄산화 잔여 깊이	철근부식의 가능성
a	5	○ 30mm이상	○ 탄산화에 의한 부식발생 우려 없음
b	4	○ 10mm이상~30mm미만	○ 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성 있음
c	3	○ 0mm이상~10mm미만	○ 탄산화에 의한 부식발생 가능성 높음
d	2	○ 0mm미만	○ 철근부식 발생 조건 만족
e	1	○ 0mm미만	○ 철근부식도 조사 등을 통해 철근부식 발생 확인

주1) 상태평가결과가 “d” 판정으로 철근노출과 부식 등을 동반하고 있거나, 상태평가결과가 “e”판정에 해당하면 4.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

주2) 제1장 교량[표 1.28] 해설을 따른다.

[표 4.30] 전염화물 이온량의 상태평가기준

평가 기준	평가점수	전염화물 이온량	철근부식의 가능성
a	5	○ 염화물 $\leq 0.3\text{kg/m}^3$	○ 염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없음
b	4	○ $0.3\text{kg/m}^3 < \text{염화물} < 1.2\text{kg/m}^3$	○ 염화물이 함유되어 있으나, 부식발생 가능성 낮음.
c	3	○ $1.2\text{kg/m}^3 \leq \text{염화물} < 2.5\text{kg/m}^3$	○ 향후 염화물에 의한 부식발생 가능성 높음.
d	2	○ 염화물 $\geq 2.5\text{kg/m}^3$	○ 철근부식 발생 조건 만족
e	1	○ 염화물 $\geq 2.5\text{kg/m}^3$	○ 철근부식도 조사 등을 통해 철근부식 발생 확인

주) 상태평가결과가 “d” 판정으로 철근노출과 부식 등을 동반하고 있거나, 상태평가결과가 “e”판정에 해당하면 4.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

라. 공중이 이용하는 부위

[표 4.31] 추락방지시설 상태평가기준

평가기준	조사된 상태
a	○ 손상 및 결함 등이 없는 최상의 상태
b	○ 추락방지시설에 경미한 결함 및 파손이 발생하였으나, 기능에는 문제가 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 상태
c	○ 추락방지시설에 결함 및 파손으로 인하여 기능에 일부 문제가 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○ 고정부 및 연결부 파손 등으로 인해 추락방지시설의 전도 및 이탈이 발생할 수 있어 즉각적인 보수·보강이 필요한 상태
e	○ 추락방지시설의 전반적 기능저하로 사용자의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지해야 하는 상태

[표 4.32] 도로포장 상태평가기준

평가기준	조사된 상태
a	○ 포장상태가 최상으로 차량의 주행에 문제가 없는 상태
b	○ 포장의 결함 및 파손이 미미하게 발생된 상태로 차량주행에 문제는 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○ 포장 결함 및 파손이 차량에 직접적인 파손을 유발할 정도는 아니나 차량 운전자에게 불편감을 유발할 수 있어 간단한 보수가 필요한 상태
d	○ 깊이 8cm이상의 포트홀에 의해 차량에 심각한 손상이 발생할 수 있어 즉각적인 보수가 필요한 상태 ○ 배수불량으로 인한 주행차로 상시 물고임으로 통행차량의 안전성 저하가 우려되는 상태
e	○ 도로포장 결함 및 파손 정도가 심각하고 차량주행이 불가하여 차량통행 제한 및 사용금지가 필요한 상태

[표 4.33] 도로부 신축이음부 상태평가기준

평가기준	조사된 상태
a	○ 신축이음부에 손상이 없는 상태
b	○ 신축이음 본체의 토사 및 이물질 퇴적, 고무판 노후, 후타재의 미세균열이 발생된 상태로 기능발휘에는 지장이 없으며 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 상태
c	○ 신축이음 본체의 유간사이 이물질로 기능불량, 고무판 마모, 국부적인 부식 등의 열화가 발생한 상태 또는 후타재의 균열이 50cm이하의 간격으로 발생하거나, 국부적인 박리, 박락, 파손이 발생하여 간단한 보수가 필요한 상태
d	○ 신축유간 밀착으로 인한 거동불량 또는 신축유간이 넓어 차량통행에 지장을 초래할 수 있어 교체가 필요한 상태 ○ 신축이음의 파손 상태가 심각하여 차량통행 시 충격이 발생하는 등 긴급한 보수·보강이 필요한 상태
e	○ 신축이음부 본체 탈락으로 차량주행 시 파손을 유발하거나, 주행 중 사고의 원인이 될 수 있는 상태

[표 4.34] 환기구 등의 덮개 상태평가기준

평가기준	조사된 상태
a	○ 환기구 등의 덮개가 최상의 상태
b	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없고 기능성에 문제가 없는 상태 ○ 기능성에 문제가 없어 결함 및 파손에 대해 지속적 관찰이 필요한 상태
c	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능에 일부 문제가 발생하여 보수가 필요한 상태
d	○ 덮개 등(지지구조 철물, 연결재, 걸침턱 등)에 결함 및 파손 등으로 기능이 상실되어 국부적인 교체 및 보강이 필요한 상태
e	○ 결함 및 파손 정도가 심각하거나 덮개 등이 탈락된 상태

4.4.2 상태평가결과 산정 방법

가. 항만외곽시설

1) 상태평가방법

- ① 우선 평가단위별로 조사결과를 정리하여 평가단위별 상태평가결과를 산정
- ② 그 결과를 토대로 조사단위의 상태평가결과를 결정
- ③ 최종적으로는 조사대상 전체구조물의 상태평가결과를 산정

2) 중력식 외곽시설의 상태평가 단계

① 평가단위별 상태평가

- 평가단위별로 조사된 각 손상 및 결함형태별 평가점수를 구하고, 평가점수에 결함이 구조체에 미치는 중요도를 고려한 영향계수를 곱하여 상태지수를 구한 후 그 중 가장 심각한 상태지수를 이용하여 평가단위의 상태평가결과를 구한다.

② 조사단위별 상태평가

- 평가단위별로 산정된 상태 평가점수에 상태의 심각성을 감안한 조정계수를 곱하고 이를 전체 조사단위에 대하여 가중 평균하여 조사단위별 상태지수를 계산한 후 조사단위의 상태평가결과를 결정한다.

③ 조사대상 전체구조물의 상태평가

- 조사대상 전체구조물의 상태평가는 조사단위별로 결정된 상태지수 중 심각한 쪽을 고려하고 조사단위 길이를 고려하여 결정한다.

상기의 방법으로 결정되는 조사대상 구조물의 조사단위에 대한 상태평가결과는 구조물의 건전도 상태를 파악하고, 구조물의 보수 우선순위를 결정하는데 이용되며, 조사대상 전체구조물의 상태평가는 구조물 전체의 전반적인 상태를 파악하기 위한 목적으로 실시한다.

3) 평가단위별 상태평가

각 평가단위에 대한 상태평가는 평가단위에 포함된 각종 유형의 손상 및 결함형태에 대해 정의한 평가점수에 영향계수를 곱하여 구해진 상태지수 중 최소 상태지수에 해당되는 상태평가결과를 평가단위의 결과로 채택한다.

상태지수에 해당하는 상태평가결과는 [표 4.35]와 같이 정한다.

[표 4.35] 직립제 및 혼성제의 평가단위별 상태평가결과 산정(예)

조사단위번호 : 1 평가단위 번호 : 8

부 위	손상형태 및 조사항목		상태평가 기준	조사량 및 상태	평가 점수	영향 계수	상태 지수
상부공 및 직립부	침하	중요결함	표 4.15	5 cm	4	1.0	4.0
	경사 및 전도		표 4.16	2.0 %	4	1.0	4.0
	활동		표 4.17	5 cm	4	1.0	4.0
	파손	일반손상	표 4.24	없음	5	1.0	5.0
	균열		표 4.25	0.1 mm	4	1.1	4.4
	박리		표 4.26	없음	5	1.0	5.0
	마모/침식		표 4.27	없음	5	1.0	5.0
	속채움재 유실(케이슨식)	국부결함	표 4.18	없음	5	1.0	5.0
	케이슨 및 블록 이격		표 4.19	없음	5	1.0	5.0
	세굴		표 4.20	—	—		
기초부	기초사석 교란		표 4.21	—	—		
사석	사면변화		표 4.22	—	—		
경사면	피복석 유실		표 4.22	—	—		
소파공	교란 및 유실	일반손상	표 4.23	없음	5	1.0	5.0
	파손		표 4.28	없음	5	1.0	5.0

상태등급별 상태지수 범위		구 분	영향계수				
평가기준	상태지수(CI)	평가등급 (평가점수)	a(5)	b(4)	c(3)	d(2)	e(1)
a(최상)	$4.5 \leq CI \leq 5.0$	중요결함	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
b(양호)	$3.5 \leq CI < 4.5$						
c(보통)	$2.5 \leq CI < 3.5$	일반손상	1.0	1.1	1.3	1.7	3.0
d(심각)	$1.5 \leq CI < 2.5$	국부결함	1.0	1.1	1.2	1.4	2.0
e(위험)	$1.0 \leq CI < 1.5$						

최소 상태지수 = 4.0 ⇒ 평가단위 상태등급 = b

[표 4.36] 사석식 경사제의 평가단위별 상태평가결과 산정(예)

조사단위번호 : 1 평가단위 번호 : 8

부 위	손상형태 및 조사항목		상태평가 기준	조사량 및 상태	평가 점수	영향 계수	상태 지수
상부공	침하	중요결함	표 4.15	5 cm	4	1.0	4.0
	활동		표 4.17	5 cm	4	1.0	4.0
	파손	일반손상	표 4.24	없음	5	1.0	5.0
	균열		표 4.25	0.1 mm	4	1.1	4.4
	박리		표 4.26	없음	5	1.0	5.0
	마모/침식		표 4.27	없음	5	1.0	5.0
사석 경사면	사면변화	국부결함	표 4.22	—	—		
	피복석 유실		표 4.22	—	—		
소파공	교란 및 유실		표 4.23	없음	5	1.0	5.0
	파손	일반손상	표 4.28	없음	5	1.0	5.0

상태등급별 상태지수 범위		구 분	영향계수				
		평가등급 (평가점수)	a(5)	b(4)	c(3)	d(2)	e(1)
평가기준	상태지수(CI)						
a(최상)	$4.5 \leq CI \leq 5.0$						
b(양호)	$3.5 \leq CI < 4.5$	중요결함	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
c(보통)	$2.5 \leq CI < 3.5$	일반손상	1.0	1.1	1.3	1.7	3.0
d(심각)	$1.5 \leq CI < 2.5$	국부결함	1.0	1.1	1.2	1.4	2.0
e(위험)	$1.0 \leq CI < 1.5$						

최소 상태지수 = 4.0 ⇒ 평가단위 상태등급 = b

4) 조사단위의 상태평가

조사단위에 대한 상태평가는 각 평가단위의 상태평가결과에 해당되는 평가점수를 이용하여 다음 식으로 계산되는 상태지수를 이용 결정한다.

상태평가결과는 계산된 상태지수를 이용하여 [표 4.37]에 따라 결정한다.

$$\text{조사단위의 상태지수(CI)} = \frac{\sum_{m=1}^5 m \cdot N_m A_m}{\sum_{m=1}^5 N_m A_m}$$

여기서,

m = 평가결과(a~e)에 따른 평가점수

N_m = 평가점수 m 에 해당하는 평가단위의 수

A_m = 평가점수 m 에 해당하는 조정계수로 [표 4.37]에 정의된 값

여기서, 조정계수의 사용은 평가단위별 상태평가에 보다 심각한 상태의 평가단위에 가중치를 두기 위한 것이다.

[표 4.37] 상태지수에 의한 상태평가결과

평가기준	평가점수(m)	상태지수(CI)	조정계수(A)
a	5	4.5이상 ~ 5.0미만	1
b	4	3.5이상 ~ 4.5미만	2
c	3	2.5이상 ~ 3.5미만	3
d	2	1.5이상 ~ 2.5미만	6
e	1	1.0이상 ~ 1.5미만	6

각 조사단위의 상태평가결과가 결정되면 c, d, e 일 경우 보수 우선순위에 따라 보수 조치하며, 필요에 따라 정밀안전진단을 실시하게 된다.

다음 [표 4.38]은 조사단위의 상태평가 예를 보인다.

[표 4.38] 조사단위의 상태평가(예)(계속)

■ 각 조사단위별 평가단위의 상태평가결과 정리

조사단위 \ 평가단위	평가단위별 상태평가결과									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
2	b	c	b	c	b	c	b	c	b	c
3	c	d	c	d	c	d	c	d	c	d
4	a	b	c	d	e	e	d	c	b	a

■ 조사단위별 상태지수 및 평가결과의 계산

[조사단위 1]

평가 기준	평가 점수 (m)	조정계수 (Am)	평가단위 수 (Nm)	조정계수×평가단위수 (Nm · Am)	조정계수×평가단위수×평가점수 (m · Nm · Am)
a	5	1	5	5	25
b	4	2	5	10	40
c	3	3	0	0	0
d	2	6	0	0	0
e	1	6	0	0	0
계	—	—	10 (ΣNm)	15 (ΣNm · Am)	65 (Σm · Nm · Am)
$\text{조사단위 상태지수 (CI)} = \frac{\sum_{m=1}^5 m \cdot N_m \cdot A_m}{\sum_{m=1}^5 N_m \cdot A_m} = \frac{65}{15} = 4.33 \Rightarrow b$					

[조사단위 2]

평가 기준	평가 점수 (m)	조정계수 (Am)	평가단위 수 (Nm)	조정계수×평가단위수 (Nm · Am)	조정계수×평가단위수×평가점수 (m · Nm · Am)
a	5	1	0	0	0
b	4	2	5	10	40
c	3	3	5	15	45
d	2	6	0	0	0
e	1	6	0	0	0
계	—	—	10 (ΣNm)	25 (ΣNm · Am)	85 (Σm · Nm · Am)
$\text{조사단위 상태지수(CI)} = \frac{\sum_{m=1}^5 m \cdot N_m \cdot A_m}{\sum_{m=1}^5 N_m \cdot A_m} = \frac{85}{25} = 3.40 \Rightarrow c$					

[표 4.38] 조사단위의 상태평가(예)

[조사단위 3]

평가 기준	평가 점수 (m)	조정계수 (Am)	평가단위 수 (Nm)	조정계수×평가단위수 (Nm · Am)	조정계수×평가단위수×평가점수 (m · Nm · Am)
a	5	1	0	0	0
b	4	2	0	0	0
c	3	3	5	15	45
d	2	6	5	30	60
e	1	6	0	0	0
계	—	—	10 (ΣNm)	45 (ΣNm · Am)	105 (Σm · Nm · Am)
$\text{조사단위 상태지수 (CI)} = \frac{\sum_{m=1}^5 m \cdot N_m \cdot A_m}{\sum_{m=1}^5 N_m \cdot A_m} = \frac{105}{45} = 2.33 \Rightarrow d$					

[조사단위 4]

평가 기준	평가 점수 (m)	조정계수 (Am)	평가단위 수 (Nm)	조정계수×평가단위수 (Nm · Am)	조정계수×평가단위수×평가점수 (m · Nm · Am)
a	5	1	2	2	10
b	4	2	2	4	16
c	3	3	2	6	18
d	2	6	2	12	24
e	1	6	2	12	12
계	—	—	10 (ΣNm)	36 (ΣNm · Am)	80 (Σm · Nm · Am)
$\text{조사단위 상태지수 (CI)} = \frac{\sum_{m=1}^5 m \cdot N_m \cdot A_m}{\sum_{m=1}^5 N_m \cdot A_m} = \frac{80}{36} = 2.22 \Rightarrow d$					

5) 조사대상 전체 구조물의 상태평가

조사대상 구조물에 대한 조치사항은 조사단위별로 처리하나 조사대상 구조물의 건전도 상태를 파악하고 보수 우선순위 결정을 위한 기본 자료로 사용하기 위해 전체 구조물의 상태평가가 필요하게 된다.

조사대상 전체 구조물에 대한 상태평가결과는 각 조사단위의 상태지수를 이용하여 전체 구조물에 대한 상태지수를 구하고 그 값에 따라 결정하였다. 전체 구조물의 상태지수는 심각한 상태의 조사단위를 기준으로 계산하며 각 조사단위의 길이를 고려하여 다음과 같은 식으로 계산한다

$$\text{전체 구조물의 상태지수 (CI)} = L + 0.3(H - L) \frac{\sum_{n=1}^N (CI)_n \times \ell_n}{5 \sum_{n=1}^N \ell_n}$$

여기서,

L : 포함된 조사단위의 상태지수 중 최솟값(가장 나쁜 상태에 해당)

H : 포함된 조사단위의 상태지수 중 최댓값(가장 좋은 상태에 해당)

N : 포함된 총 조사단위 수

(CI)_n : n번째 조사단위의 상태지수

ℓ_n : n번째 조사단위의 길이

[표 4.39] 조사 대상 전체 구조물의 상태평가결과 산정(예)

조사단위	평가결과	상태지수 ((CI) _n)	길이(m) (ℓ_n)	상태지수 × 길이 ((CI) _n × ℓ_n)
1	b	4.33	100	433
2	c	3.40	100	340
3	d	2.33	100	233
4	d	2.22	100	222
계	—	—	400 ($\sum \ell_n$)	1228 ($\sum (CI)_n \cdot \ell_n$)
◦ 총 조사단위 수 : N = 4 ◦ 조사단위의 상태지수 중 최솟값 : L = 2.22 ◦ 조사단위의 상태지수 중 최댓값 : H = 4.33 ◦ CI = $L + 0.3(H - L) \frac{\sum_{n=1}^N (CI)_n \times \ell_n}{5 \sum_{n=1}^N \ell_n}$ ◦ CI = $2.22 + 0.3(4.33 - 2.22) \times \frac{1228}{5 \times 400} = 2.22 + 0.39 = 2.61$				

C

4.5 안전성평가기준 및 방법

4.5.1 일반

가. 안전성평가를 위한 선택과업

시설물의 안전성평가의 목적은 시설물이 제 기능 및 역할을 유지할 수 있는 구조적 및 운영상의 안전성에 대한 확보여부를 평가하는데 있으므로 현장으로부터 시설물의 현황과 상태 및 특성을 충분히 파악하여 제반 문제점을 도출하고 기초자료 분석 및 구조검토·해석 등에 의해 문제점에 대한 원인을 규명함과 더불어 안전성 여부를 판단하여야 한다.

안전성 평가를 위하여 기본과업 이외의 필요한 계측, 측정, 조사 및 시험 등의 선택과업을 시설물 종류 및 구조적 특성에 따라 책임기술자는 관리주체와 협의하여야 하며, 이를 위해서는 설계자료 검토, 시공방법과 사용재료의 검토, 기록을 통한 운영이력의 분석, 부재별 상태평가결과 및 각종 계측·측정·조사·시험 등을 통하여 충분한 기초자료를 확보하는 것이 중요하다.

나. 안전성평가의 적용

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

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

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

4.5.2 안전성평가기준

가. 항만외곽시설

1) 일반적인 안전성 검토

항만외곽시설의 안전성 검토는 일반적으로 다음과 같은 사항에 대해 수행하며, 검토 방법 및 안전율은 「항만 및 어항 설계기준·해설」을 따르는 것을 원칙으로 한다. 다만, 방파제의 형식에 따라 적절하게 설계기준을 참고하여 안정성 평가를 실시한다.

- 침 하
- 전 도
- 활 동
- 원호활동
- 지반의 지지력

2) 활동에 대한 안전성 검토

항만외곽시설의 활동에 대한 안전율은 벽체에 작용하는 연직 및 수평력 그리고 벽체 저면과 기초와의 마찰계수에 의해 결정한다.

○ 평상시 1.2 이상, 이상시 1.0 이상을 표준으로 함

3) 기초지반의 안전성 검토

구조물의 기초지반에 작용하는 편심·경사하중에 대한 지지력 검토는 원호활동해석법에 의하여 산정하는 것을 표준으로 한다.

○ 평상시 1.2 이상(원호활동은 1.3적용), 지진시는 1.0 이상을 기준

○ 전도(지진시는 안전율 1.0적용)에 대한 안전율도 동일한 값을 적용

기초지반은 새로이 가해진 하중증가에 대해서 침하를 일으키므로 지반조사를 통한 현재 지반상태에서의 추가침하 예정량을 검토할 필요가 있다.

침하 안전성 검토 결과로부터 얻어진 침하완료 예정시점의 상부공 표고(A)와 설계 표고(B)와의 비교를 통해 안전성 평가를 수행하며, B-A의 값이 5~15cm 일 때를 양호한 경우와 불량한 경우의 경계치인 “c”의 상태로 결정하였다. 일반적으로 상부공의 침하된 표고가 설계표고보다 약 30cm 정도를 초과하게 되면 증고시 계선주의 사용이 어려워지고 방충재의 재배치를 고려해야하는 등의 기능성 측면과 화물 선하작업의 안전성측면에서 문제가 발생하므로 이때의 상태를 “e”로 설정하였다. 안전성평가의 기준은 현장 측정자료를 근거로 한 상태평가의 기준과 별도로 설정한다.

[표 4.40] 활동, 지지력, 원호활동 및 전도에 대한 평가기준

평가기준	평가점수	상 태	
a	5	평상시	안전율이 1.2(원호활동 1.3) 이상인 경우
		지진시	안전율이 1.0(전도, 1.0) 이상인 경우
c	3	평상시	안전율이 1.0 이상 1.2(원호활동 1.3) 미만인 경우
		지진시	안전율이 0.9 이상 1.0(전도, 1.0) 미만인 경우
d	2	평상시	안전율이 0.8 이상 1.0 미만인 경우
		지진시	안전율이 0.7 이상 0.9 미만인 경우
e	1	평상시	안전율이 0.8 미만인 경우
		지진시	안전율이 0.7 미만인 경우

※ 선택과업으로 활동에 대한 안전성 평가를 수행한 경우, 활동에 대한 상태평가를 생략할 수 있다.

[표 4.41] 침하에 대한 평가기준

평가기준	평가점수	상 태
a	5	B-A의 값이 5cm 미만인 경우
b	4	B-A의 값이 5cm 이상 10cm 미만인 경우
c	3	B-A의 값이 10cm 이상 15cm 미만인 경우
d	2	B-A의 값이 15cm 이상 30cm 미만인 경우
e	1	B-A의 값이 30cm 이상인 경우

※ 선택과업으로 침하에 대한 안전성 평가를 수행한 경우, 침하에 대한 상태평가를 생략할 수 있다.

나. 내진성능평가

「법」 제12조제4항에 따라 내진성능평가를 실시할 경우 세부지침 부록 1. 내진성능평가 공통적용사항과 KDS 64 17 00(내진)등 관련 내진설계기준에 따라 시설물의 내진성능을 만족시키도록 내진성능평가를 수행하며, 관련 문헌을 참고할 수 있다.

4.5.3 안전성평가결과 산정 방법

안전성평가결과는 각각의 검토항목(구조검토, 전도, 활동, 원호활동, 침하, 지지력 등)에 따라 계산된 안전율을 허용안전율과 비교하여 기준에 따라 얻어진 각 평가점수로부터 산정된다. 각 검토항목에 대한 중요도는 동일한 것으로 간주하여 평가한다.

가. 안전성평가지수

검토단면이 다수인 경우도 각 검토단면의 안전성평가지수를 하나의 검토항목으로 간주하여 아래 식을 적용하여 최종적인 전체 구조물의 안전성평가지수를 결정한다.

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

여기서,

N = 안전성 검토항목의 수(구조검토, 활동, 전도, 지지력 등)

L = 검토항목의 평가점수 중 최솟값

H = 검토항목의 평가점수 중 최댓값

M_i = 검토항목의 최대 및 최솟값을 제외한 나머지 값들

안전성평가지수에 의한 안전성평가결과는 [표 4.42]에 따라 결정한다.

[표 4.42] 안전성평가지수에 의한 안전성평가기준

안전성평가기준	안전성평가지수
A	4.5 이상 ~ 5.0 이하
B	3.5 이상 ~ 4.5 미만
C	2.5 이상 ~ 3.5 미만
D	1.5 이상 ~ 2.5 미만
E	1.0 이상 ~ 1.5 미만

나. 안전성평가결과 산정 방법

항만외곽시설에서의 안전성평가결과 산정 예는 [표 4.43]과 같다.

[표 4.43] 항만외곽시설 안전성평가결과 산정(예) : 검토단면-1

검토항목	적용기준 (평상시)	안전율 또는 상태	평가결과	평가점수	비 고
활 동	[표 4.40]	1.1	c	3	
진 도	[표 4.40]	1.3	a	5	
지지력	[표 4.40]	0.9	d	2	
침 하	[표 4.41]	9.2cm	b	4	
안전성평가결과	$\text{안전성평가지수} = L + 0.3(H - L) \frac{\sum_{i=1}^{N-2} M_i}{5 \times (N - 2)}, (N > 2)$ $= 2 + 0.3(5 - 2) \frac{(4 + 3)}{5 \times (4 - 2)}$ $= 2.63$ 안전성평가결과 = C ([표15.37] 적용)				

4.6 종합평가기준 및 방법

4.6.1 종합평가기준

시설물의 상태평가와 안전성평가를 실시한 경우에는 각각의 결과로 부여된 상태평가 결과와 안전성평가결과를 종합적으로 비교·검토하여 그 시설물에 대한 종합평가를 결정하며, 시설물에 대한 종합평가기준은 [표 4.44]의 종합평가지수에 따라 결정한다.

[표 4.44] 종합평가지수에 따른 종합평가기준

종합평가지수 구분	종합평가기준	비 고
$4.5 \leq \text{종합평가지수} \leq 5.0$	A	
$3.5 \leq \text{종합평가지수} < 4.5$	B	
$2.5 \leq \text{종합평가지수} < 3.5$	C	
$1.5 \leq \text{종합평가지수} < 2.5$	D	
$1.0 \leq \text{종합평가지수} < 1.5$	E	

4.6.2 종합평가결과 산정 방법

가. 정밀안전점검

정밀안전점검 시 안전성평가를 수행하지 않고 상태평가만을 수행한 경우는 상태평가 결과를 해당시설물의 종합평가결과로 하며, 모두 수행한 경우 상태평가지수와 안전성평가지수 중 작은 값을 항만외곽시설의 종합평가지수로 하며 [표 4.44]의 기준에 따라 종합평가결과를 결정한다.

나. 정밀안전진단

현장조사에 따른 상태평가지수와 안전성 검토에 근거한 안전성평가지수 중 작은 값을 항만외곽시설의 종합평가지수로 하며 [표 4.44]의 기준에 따라 종합평가결과를 결정한다.

$$\text{종합평가결과} = \text{MIN}(\text{상태평가결과}, \text{안전성평가결과})$$

4.7 보수·보강 방법

항만 외곽시설물의 주요 보수·보강 방법을 소개하면 다음과 같다.

4.7.1 상치콘크리트 파손에 대한 보수공법

일반적인 콘크리트 보수방법을 참조한다.

4.7.2 기초지반 침하에 대한 보강공법

- 고압분사교반공법
- 압력주입그라우팅공법

4.7.3 활동에 대한 보수공법

- 고압분사교반공법
- 압력주입그라우팅공법
- 앵커공법

4.7.4 항만 외곽시설물의 보수·보강공법의 적용

보수·보강공법의 선택은 구조형식에 따라 해양수산부 발간(1998) “항만구조물 중력식 안벽 및 외곽시설 보수·보강 표준지침서”를 참조한다.