

RD-12-E6-017

안전점검 및 정밀안전진단 세부지침해설서(수문)

2012. 12.



머 리 말

우리나라는 '60년대 이후의 급속한 경제성장 과정에서 대부분의 시설물들이 “공기단축” 과 “공사비절감” 위주로 건설되어 선진국의 시설물에 비해 시작부터 안전에 취약할 수밖에 없었습니다. 그럼에도 불구하고 사용 중 유지관리 마저 소홀히 하여 '90년대 들어 성수대교와 삼풍백화점 붕괴사고 등의 값비싼 대가를 치른 경험이 있습니다.

이에 따라 정부에서는 1995년 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」을 제정하여 시설물의 안전관리를 시행하고 있으며, 특히 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 업무를 표준화하기 위하여 국토해양부와 우리공단은 교량·댐 등 12개 국가 주요시설물의 점검·진단 업무의 실시방법 및 절차 등을 규정한 세부지침을 마련하였습니다.

이 해설서는 2010.12월 출간된 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」 중 시설물편 제7장 수문에 대한 바른 이해와 적절한 적용에 도움이 되도록 하기 위하여 작성되었습니다. 2011년에 공통편과 시설물편 6종(교량, 터널, 댐, 항만, 상수도, 건축)의 해설서를 발간하였으며, 금년에는 시설물편 나머지 6종(하구둑, 수문, 제방, 하수처리장, 옹벽, 절토사면)의 해설서를 발간하게 되었습니다.

아울러 본 해설서는 초보자가 알기 쉽도록 그림과 사진 등을 많이 포함하여 편집 구성에 최선을 다하였으나 미흡한 점도 많을 것입니다. 앞으로 계속 보완 발전시켜 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단에 유용하게 활용될 수 있도록 최선을 다하겠습니다.

끝으로 본 해설서 개발작업에 참여하여 주신 직원과 자문위원 여러분들의 노고에 깊은 감사를 드리는 바입니다.

2012년 12월

한국시설안전공단 이사장 김 경 수

제 목 차 례

7.1 관리일반

7.1.1 적용범위	7-1
7.1.2 용어정의	7-2
7.1.3 안전점검 및 정밀안전진단 대상 시설	7-5
7.1.4 중대한 결함의 정도	7-6

7.2 현장조사

7.2.1 시설물의 점검사항	7-7
7.2.2 시설물 현장조사 요령	7-14

7.3 재료시험 항목 및 수량

7.3.1 정밀점검	7-23
7.3.2 정밀안전진단	7-26

7.4 상태평가 기준 및 방법

7.4.1 상태평가 항목 및 기준	7-31
7.4.2 상태평가 결과 산정 방법	7-47

7.5 안전성평가 기준 및 방법

7.5.1 일반	7-60
7.5.2 안전성평가 기준	7-61
7.5.3 안전성평가 산정 방법	7-67

7.6 종합평가 기준 및 방법

7.6.1 종합평가 기준	7-69
7.6.2 종합평가 결과 산정 방법	7-70

7.7 보수·보강 방법

7.7.1 구조물 기초 지반의 일반적인 보수·보강공법	7-78
-------------------------------------	------

7.7.2 콘크리트 구조물의 손상에 대한 일반적인 보수·보강공법	7-79
7.7.3 기계설비	7-85
부록 A 과업지시서 예시	7-89
부록 B 사전검토 보고서 예시	7-105

제 7 장 수 문

7.1 관리일반

7.2 현장조사

7.3 재료시험 항목 및 수량

7.4 상태평가 기준 및 방법

7.5 안전성평가 기준 및 방법

7.6 종합평가 기준 및 방법

7.7 보수·보강 방법

제7장 수문

7.1 관리일반

7.1.1 적용 범위

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

- 1종 시설물
 - 특별시·광역시 안에 있는 국가 하천의 수문 및 통문
- 2종 시설물
 - 시 안에 있는 국가하천의 수문 및 통문
 - 특별시·광역시 안에 있는 지방하천의 수문 및 통문

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

- 시설물의 안전관리에 관한 특별법, 시행령, 시행규칙
- 콘크리트 구조설계기준
- 콘크리트 표준시방서
- 「산업표준화법」에 의한 한국산업규격(KS)

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

※ 하수암거 및 우수암거의 안전점검 및 정밀안전진단 실시는 본 장의 암거에 대한 안전점검 및 정밀안전진단 요령을 준용할 수 있다.

【해설】

1. 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」 “이하 시특법” 시행령[별표1] “1종시설물 및 2종시설물의 범위”(제2조제1항관련)의 기준으로 수문의 안전점검 및 정밀안전진단 실시에 적용을 원칙으로 한다.
2. 옹벽형 육갑문의 경우 제8장 제방의 특수제에 준하여 점검한다.(용어 정의 참조)

7.1.2 용어 정의

○수문

본류를 횡단하거나, 본류로 유입되는 지류를 횡단하여 제방을 분리시키는 형태로 설치된 문비(문짝)를 가진 구조물을 말한다.

○ 통문

하천의 통문은 제방을 관통하여 설치한 사각형 단면의 수로로서 문비(문짝)를 가진 구조물을 말한다.

【해설】

1. 본장에서 정의하지 않은 세부적인 용어의 정의는 “하천설계기준”을 적용할 수 있다.
2. 수문은 조석의 역류방지, 내수배제, 각종 용수의 취수 등을 목적으로 제방을 절개하거나 본류로 유입되는 지류를 횡단하는 구조물이다. 수문의 분류는 목적, 형식, 구조, 형상에 따라 분류한다.
 - (1) 목적에 의한 분류
 - ① 배수문 : 제내지의 하수 및 우수를 배제하기 위해 또는 홍수시나 만조시에 외수의 침입을 방지하는 동시에 본류수위가 강하했을 때 재내의 배수를 목적으로 설치하는 것이다.
 - ② 용수취수문 : 관개용수, 공업용수 또는 생활용수를 취수하기 위해 제방에 설치한 것으로 일반적으로 통수량이 적으므로 통문의 형태가 많다.
 - ③ 역수문 : 보통 지류의 하류부에 설치되며 본류의 역류를 방지하고 지류 자체의 과대한 치수시설을 하지 않고 그 범람을 방지하고자 설치하는 것이다.
 - ④ 역조수문 : 하천의 감조부에서 염수피해를 방지하기 위해 본류 또는 지류를 횡단해서 설치하는 수문이며 일반적으로 하구부에 설치되므로 규모가 크게 된다. 따라서 홍수소통에도 큰 지장이 없도록 하는 동시에 만조시에 그 목적을 충분히 달성할 수 있도록 설계되어야 한다.
 - ⑤ 통선수문 : 수운을 주목적으로 설치하는 것이며 내외해 또는 상하류의 수위차가 있는 구간에서 수운을 위해 설치한 것은 별도로 갑문이라 한다.
 - ⑥ 유량조절 수문 : 본류의 중·상류에서 지류의 분류량을 조절하기 위해 설치하는 수문이다.
 - ⑦ 육갑수문 : 도로 또는 철도로 인하여 하천제방을 계획상 필요한 높이로 축조할 수 없는 경우에 그 부분에 한해서 육갑구조로 만든 것이다.(상세내용은 참고사항 참조)
 - (2) 형식에 의한 분류
 - ① 단경간 수문 : 통수단면이 하나인 수문이다.
 - ② 다경간 수문 : 배수, 역류방지, 수운, 분류유량조절 등을 목적으로 하는 경우가 많으며 일반적으로 규모가 크고 각 경간의 길이가 같은 것과 다른 것이 있다.

(3) 구조에 의한 분류

- ① Sluice gate
- ② Rolling gate
- ③ Tainter gate
- ④ Drum gate

(4) 형상에 의한 분류

- ① 수문 : 본류를 횡단하거나 본류로 유입되는 지류를 횡단하여 제방을 분리시키는 형태로 설치한 문짝을 가진 구조물
- ② 통문 : 제방을 관통하여 설치한 사각형 단면의 문짝을 가진 구조물
- ③ 통관 : 제방을 관통하여 설치한 원형 단면의 문짝을 가진 구조물



<통문>



<통관>

3. “국가하천”과 “지방하천”은 「하천법」 제7조의 정의에 따른다.

(1) 「하천법」 제7조(하천의 구분 및 지정)

- ① 국가하천은 국토보전상 또는 국민경제상 중요한 하천으로서 다음 각 호의 어느 하나에 해당하여 국토해양부 장관이 그 명칭과 구간을 지정하는 하천을 말한다.
 - (가) 유역면적 합계가 200km² 이상인 하천
 - (나) 다목적댐의 하류 및 댐 저수지로 인한 배수영향이 미치는 상류의 하천
 - (다) 유역면적 합계가 50km² 이상이면서 200km² 미만인 하천으로서 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 하천
 - 인구 20만명 이상의 도시를 관류(貫流)하거나 범람구역 안의 인구가 1만명 이상인 지역을 지나는 하천
 - 다목적댐, 하구둑 등 저수량 500만 m³ 이상의 저류지를 갖추고 국가적 물 이용이 이루어지는 하천
 - 상수원보호구역, 국립공원, 유네스코생물권보전지역, 문화재보호구역, 생태·습지보호지역을 관류하는 하천
 - 그 밖에 범람으로 피해가 일어나는 지역으로서 대통령령으로 정하는 하천
- ② 지방하천은 지방의 공공이해와 밀접한 관계가 있는 하천으로서 시·도지사가 그 명칭과 구간을 지정하는 하천을 말한다.

〈참고사항〉

1. 육갑(수)문은 평상시에는 통행로로 이용하고 홍수 시에는 문짝을 닫아 제방 역할을 하는 구조물이며, 암거형 육갑문과 옹벽형 육갑문이 있다.
 - (1) 암거형 육갑문은 사각형 암거형태의 통로가 설치된 시설
 - (2) 옹벽형 육갑문은 천단이 개방된 형태의 통로가 설치된 시설로서, 문비 및 통로를 제외한 부분의 경우 콘크리트 옹벽구조의 특수제와 유사한 형태의 시설
2. 특수제는 특수한 목적으로 토사와 함께 콘크리트, 석재 등의 재료로 축조되며, 석축, 옹벽, 말뚝 등으로 앞비탈의 구조가 수직(경사도가 45°이상) 인 제방을 의미한다.



<암거형 육갑문>



<옹벽형 육갑문>

7.1.3 안전점검 및 정밀안전진단 대상 시설

수문 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 실시 범위에 대한 세부적인 대상시설은 [표 7.1]과 같다.

[표 7.1] 수문 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 대상시설 범위

구 분	시설물명	점검 및 진단 실시범위			비 고
		정기점검	정밀점검	정밀안전진단	
주요부재	◦ 수문 본체	○	○	○	
	◦ 문비	○	○	○	
보조부재	◦ 배수(통행)암거	○		○	
	◦ 날개벽(홍벽 포함)	○		○	
	◦ 물받이	○		○	
	◦ 관리교	○		○	
	◦ 부대시설 등 (인접제방은 필요시 포함한다)	○		○	

【해설】

1. 보조부재의 부대시설 중 인접 제방의 경우 세부지침 제8장 제방편에 따라 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하여야 하며, 이 경우 제방 대가를 별도로 반영하여 실시하여야 한다.
2. 정밀점검의 경우 [표 7.1]과 같이 보조부재는 관리주체에서 실시여부를 판단하여 실시할 수 있다.

7.1.4 중대한 결함의 정도

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

1) 시설물의 기초세굴

- [표 7.24] 기초세굴에 대한 상태평가 기준에서 “d” 이하인 경우

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

- [표 7.27]의 탄산화 잔여 깊이 또는 [표 7.28]의 전염화물 이온량 등에 대한 상태평가 기준이 “d” 판정으로 [표 7.21]의 철근노출 상태평가 기준에서 “e”를 포함하는 경우

3) 수문의 작동불량(하천)

- [표 7.33]의 문비 작동여부에 대한 상태평가 기준에서 “d” 이하인 경우

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

【해설】

1. 시특법 제11조에 따라 안전점검 또는 정밀안전진단을 실시한 자는 지체없이 그 결과를 관리주체에게 통보하여야 하며, 영 제12조의 “중대한 결함”이 있는 경우에는 그 내용을 특별자치도지사, 시장, 군수 또는 구청장에게도 통보하여야 한다.
2. 시특법 영 제12조의 “중대한 결함”은 「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침」 공통편 3.1.7항과 같다.
3. 특별자치도지사, 시장, 군수, 또는 구청장에 통보를 하는 경우 그 통보 내용에는 다음 각 호의 사항이 포함되어야 한다.
 - (1) 시설물의 명칭 및 소재지
 - (2) 관리주체의 상호, 명칭, 성명(법인인 경우에는 대표자의 성명을 말한다) 및 주소
 - (3) 안전점검 또는 정밀안전진단의 실시기간과 실시자
 - (4) 시설물의 상태별 등급과 중대한 결함 내용
 - (5) 관리주체가 조치하여야 할 사항
 - (6) 그 밖에 안전관리에 필요한 사항

7.2 현장조사

7.2.1 시설물의 점검사항

가. 시설물의 결함 및 손상

1) 수문구조물

[표 7.2] 수문 구조물의 결함 및 손상 종류

세부시설	결함 및 손상	비 고
수문본체, 관리교	변형	
	균열 (구조 및 건조수축)	
	기초 세굴	
	콘크리트 파손, 박리	
	철근노출, 박락	
	누수, 백태	
	퇴적	
암거, 날개벽, 물받이	상(하)부 슬래브 처짐	
	흡관변형	
	균열 (종단, 횡단, 건조수축)	
	기초 세굴	
	철근노출, 박락	
	콘크리트 파손, 박리	
	신축이음부 불량	
	퇴적	
	단차	
	누수, 백태	
연결관 돌출		

2) 문비

[표 7.3] 문비의 결함 및 손상 종류

세부시설	결함 및 손상	비 고
문비	문비의 부식손상	
	문비의 변형	
	수밀부 누수	
	마찰부 손상	

3) 기계설비

[표 7.4] 기계설비의 결함 및 손상 종류

세부시설	결함 및 손상	비 고
권양기	작동여부	
	와이어로프의 손상	
	랙바의 손상	
	마찰부 손상	

【해설】

1. 수문 손상의 종류 :수문 손상은 주로 유수의 물리적, 화학적 침식작용에 따라 지반의 거동에 의한 활동과 침하 그리고 유지관리 불량에 의한 시설물의 노후화로 여러 가지 손상형태를 보이는데 일반적인 손상의 종류는 다음과 같다.
 - (1) 수문 본체구조물 및 암거의 손상
 - (2) 구조적 결함에 의한 손상
 - (3) 유지관리 불량에 의한 손상
2. 수문 손상의 원인: 수문 시설의 손상종류에 대한 정확한 원인을 조사하고 이해하는 것은 구체적인 점검항목을 선정하고 체계적인 점검계획을 수립하는데 필수적이기 때문이며, 손상을 미리 방지하고 손상 발견시 적절한 보수보강대책을 마련하기 위함이다. 수문손상의 주요 원인은 다음과 같다.

수문손상의 주요 원인
① 지반의 침하 및 변위 ② 암거 주변 제방의 거동 ③ 홍수 등에 의한 이물질 운반, 침투 및 침윤선 발달 ④ 구조체의 품질 저하 등

[해설 표 7.2.1] 수문 손상의 원인

손상원인	내용
암거의 손상	<ul style="list-style-type: none"> · 수문자료 및 입지조건의 파악 불충분 · 토사 등 퇴적으로 배수능력 저하 · 설계시 단면 및 철근량이 부족한 경우 · 암거 및 이음부 불량으로 배면 토사가 배출되어 공동이 발생하여 제방이 침하된 경우
침투	<ul style="list-style-type: none"> · 차수벽 또는 누수 널말뚝이 부족한 경우 · 토질조사의 불충분으로 지반 누수대책이 부적절한 경우 · 기초잡석, 기타 시공상의 오류 · 다짐 불충분 및 되메움 토사 불량으로 투수성이 큰 경우 · 연결호안의 접속불량으로 세굴된 경우 · 매립된 흙막이 널판, 거푸집 등이 부식되어 공극이 발생한 경우
세굴	<ul style="list-style-type: none"> · 빠른 유속과 수압이 클 경우 · 토석류의 충격력이 큰 경우
지진	<ul style="list-style-type: none"> · 설계시 지진력을 고려하지 않을 경우
부등침하	<ul style="list-style-type: none"> · 침하대책이 미비한 경우 · 제체 및 기초지반내의 변형계수가 다른 이물질이 존재할 경우 · 지반의 지지력이 부족한 경우 · 본체와 부대시설 등의 기초구조가 불균일 할 경우 · 암거 설계시 종방향응력에 대한 단면이 부족한 경우
구조역학적 결함	<ul style="list-style-type: none"> · 설계미흡으로 단면 또는 철근량이 부족한 경우 · 이음위치가 잘못된 경우
유지관리 불량	<ul style="list-style-type: none"> · 작은 손상을 적기에 보수하지 않아 큰 손상으로 발전하는 경우 · 문짝 접속부 및 문틀에 자갈 등의 이물질이 끼이거나 어패류 부착으로 문짝 조작 기능을 해치는 경우 · 시설물이 노후화된 경우

3. 시설물별 결함 및 손상

(1) 변형

수문본체 및 관리교의 변형 외에도 암거 슬래브의 처짐, 흉관 변형 등을 발생유무를 기록하며, 변형의 범위, 진행정도 및 구조적인 안전성 유무를 정성적으로 판단한다.

(2) 균열

① 콘크리트 체적변화와 구속조건에 기인하는 것이며, 균열폭, 길이 및 형태, 진행성여부 등을 파악한다.

② 상세한 내용은 세부지침 해설서 공통편 『균열조사 요령』 참조

(3) 기초 세굴

세굴의 진행상태에 따라 기초하부의 노출 정도를 기록한다.

(4) 파손 및 박리

① 파손은 콘크리트에 발생하는 여타의 제반 손상을 의미하며 위치, 크기 및 깊이를 기록하여야 한다.

② 박리는 콘크리트 표면의 모르타르가 점진적으로 손실되는 현상으로서 콘크리트의 탈락을 포함하는 손실이며, 점검자는 박리의 위치, 크기 및 깊이를 기록하여야 한다.

(5) 박락 및 층분리

① 층분리는 철근의 상부 또는 하부에서 콘크리트가 층을 이루며 분리되는 현상이다.

② 층분리는 콘크리트 내부에서 발생하는 현상으로 육안으로 식별하기 어려우므로 점검자는 타격해머(고무망치 혹은 작은 망치)를 이용하여 콘크리트 표면을 두드려서 다른 부위에 비해서 중공음(속이 비어있는 소리)이 발생하는지 여부를 확인해야 한다.

③ 층분리는 주로 철근의 부식(소금, 염화칼슘 등)에 의한 팽창이 주요 원인이므로 해당부위를 깨낸 후 철근부식 여부를 확인하여야 한다.

④ 박락은 콘크리트가 균열을 따라서 원형으로 떨어져 나가는 층 분리현상의 진전된 현상이며, 점검자는 박락의 위치, 크기 및 깊이를 기록하여야 한다.

(6) 철근노출

철근노출은 콘크리트 표면에서의 철근의 노출을 의미하며, 노출된 크기(길이 또는 면적)를 기록하여야 한다.

(7) 누수 및 백태

① 누수 및 백태는 콘크리트체를 통한 물의 누수 및 침투에 의해 발생되며, 누수는 누수위치와 누수의 정도를 4단계(스며있음, 떨어짐, 흐름, 분출)로 구별하고, 백태는 발생면적을 기록한다.

② 백태는 콘크리트 내부의 수분에 의하여 염분이 콘크리트 표면에 고형화한 현상으로, 콘크리트 노후화의 증거이다.

(8) 신축이음부 불량

신축이음부의 이격, 파손 등을 확인하여야 하며, 신축이음부를 통한 누수의 정도를 4단계(스며있음, 떨어짐, 흐름, 분출)로 기록한다.



<균열>



<철근 노출>



<콘크리트 파손>



<백태>

[해설 사진 7.2.1] 본체, 관리교 결함사례



<균열 및 백태>



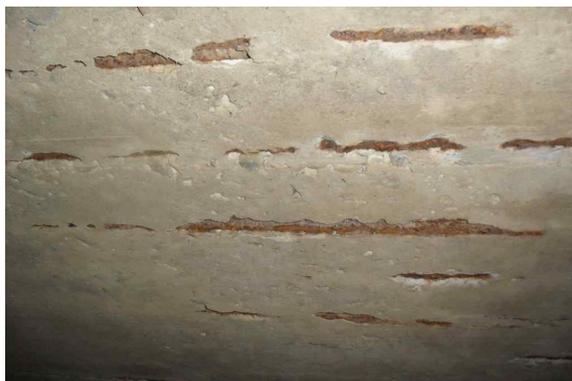
<세굴 및 철근 노출>



<신축이음부 누수>



<균열 및 누수>



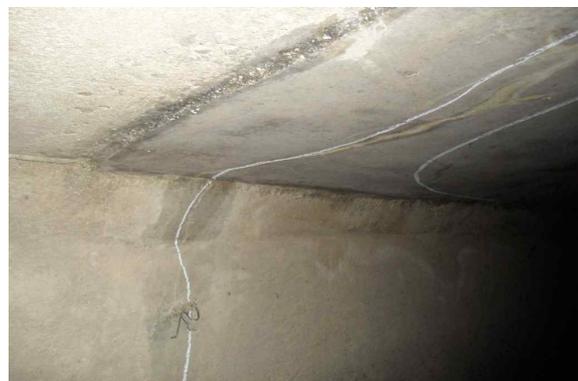
<철근 노출>



<토사 퇴적>



<종단균열>



<횡단균열>

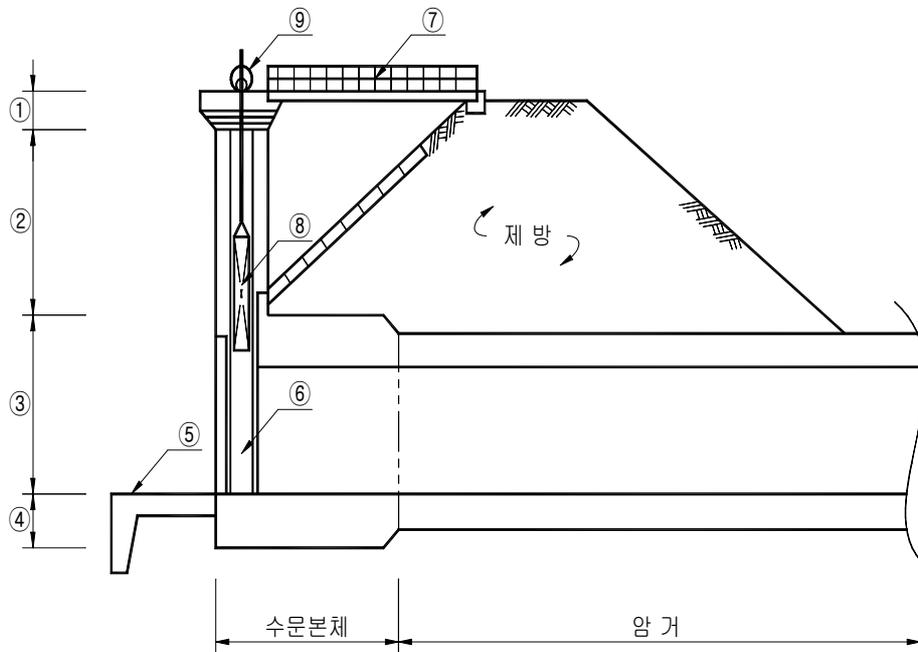
[해설 사진 7.2.2] 암거부 결함사례

나. 정밀안전진단의 조사항목

정밀안전진단의 일반적인 진단 조사항목을 외관조사항목, 내구성조사항목 및 기타항목으로 구분하여 [표 7.5]에 제시하였다.

[표 7.5] 수문의 일반적인 정밀안전진단 조사항목

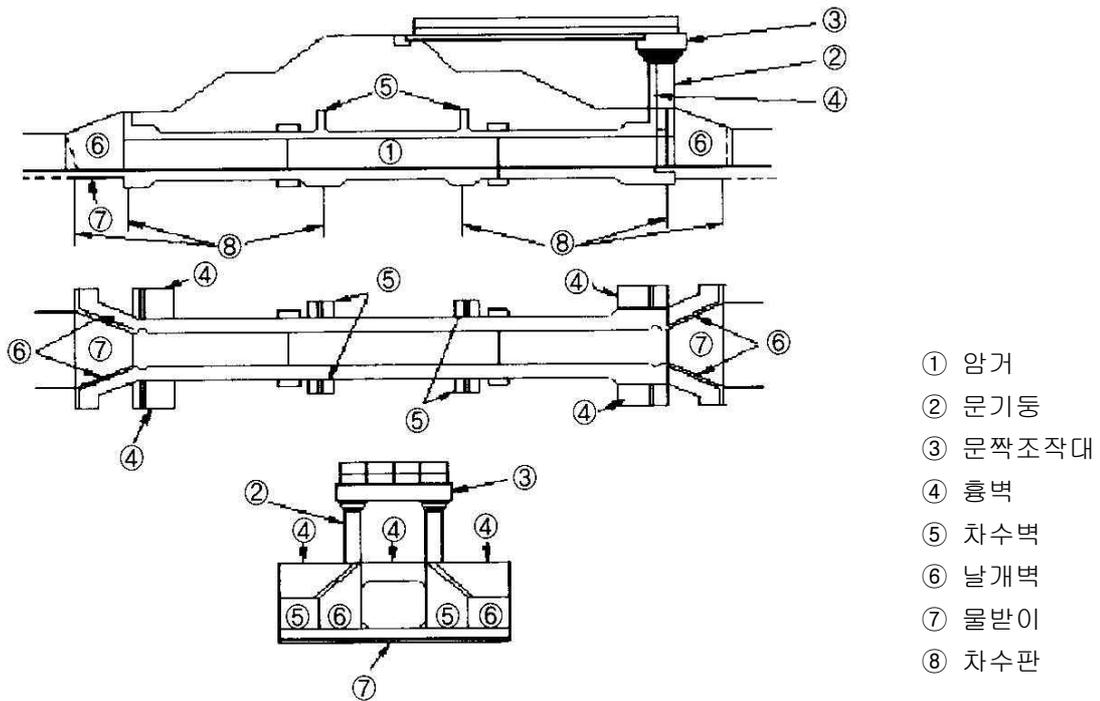
외관조사 항목	내구성조사 항목	기 타 항 목
<ul style="list-style-type: none"> ○ 콘크리트 : 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 재료분리, 백태, 누수, 파손, 신축이음 탈락 및 열화 등 ○ 강재 : 부식, 피로균열, 도장손상 등 ○ 구조물 : 변형, 세굴, 침하 등 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 콘크리트강도 : <ul style="list-style-type: none"> - 비파괴시험(반발경도법, 초음파법) - 파괴시험(코어채취시험법) ○ 철근탐사 : 배근간격 등 ○ 콘크리트 탄산화깊이 ○ 콘크리트 염화물함량 ○ 강재시험 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 각종 기기의 작동시험



번호	부재명	번호	부재명
①	조작대	⑥	문틀
②	문기둥	⑦	관리고
③	보기둥	⑧	문비
④	기초상판	⑨	권양기
⑤	물받이		

[그림 7.1] 수문 부재의 명칭

【해설】



- ① 암거
- ② 문기둥
- ③ 문짝조작대
- ④ 흥벽
- ⑤ 차수벽
- ⑥ 날개벽
- ⑦ 물받이
- ⑧ 차수판

- ① 암거 : 용수 또는 배수용의 수로가 도로나 제방 등의 아래에 매설된 경우를 암거라 하며, 암거 단면의 형상이 사각형이면 통문으로, 원형이면 통관이라 함
- ② 문기둥 : 수문의 문비(문짝)를 지지하는 기둥형태의 구조물이며, 높이는 완전히 열었을 경우 여유고를 확보하여야 함
- ③ 문짝조작대 : 권양기의 설치 및 수문의 개폐를 목적으로 설치된 구조물
- ④ 흥벽 : 수문의 본체와 제방내 토립자의 이동 및 유출을 방지함과 동시에 날개벽의 파손 등으로 인한 제방붕괴를 방지하는 구조물이며, 본체와 일체 구조로 제외지 계획제방단면내에 위치하여야 함
- ⑤ 차수벽 : 제방과의 접촉면을 따라 발생하는 침투수의 침투경로를 길게 하기 위해 설치하는 구조물이며, 침투수류에 의해 암거주변에 파이핑이 생기는 것을 막기 위해 암거 본체와 일체의 콘크리트 벽으로 상단높이는 계획홍수위까지, 1.0m이상의 폭과 35cm 이상의 두께를 가져야 함. 또한, 제방단면이 크고 암거의 길이가 길 경우 2개 이상 설치함
- ⑥ 날개벽 : 배면의 흩을 지탱하여 붕괴를 방지하는 날개 형태의 구조물이며, 본체와 분리된 철근콘크리트 구조이며 날개벽 상단부는 계획제방단면에 일치하여야 함
- ⑦ 물받이 : 도수를 발생시켜 유수의 세력을 완화시킬 목적으로 설치하는 구조물
- ⑧ 차수판 : 차수를 목적으로 설치하는 판형태의 구조물, 일반적으로 철판형 구조물

7.2.2 시설물 현장조사 요령

가. 시설물별 외관조사 요령

수문의 안전점검 및 정밀안전진단은 수문을 포함한 암거 등의 구조물에 대한 노후화된 부재와 결함의 형태 등을 파악하고, 기능상의 문제점 점검을 위한 수문의 조작과 구조적 또는 수리학적 문제점을 조사한다.

아울러 안전점검 및 정밀안전진단 실시에서 책임기술자는 수중조사에 대한 필요성 여부를 판단하여 시행하여야한다.

1) 수문 및 암거

- ① 수문과 암거의 노후화도 조사를 위하여 외관조사로 콘크리트 구조물의 균열, 박리, 층분리, 백태, 누수, 부등침하, 손상 등을 조사한다.
- ② 노출된 콘크리트 및 강재 구조물의 취약부에 대해서는 재료시험에 의거 현장 시험을 실시하여, 구조물의 결함과 노후화 상태를 조사한다.
- ③ 수문 날개벽과 저판부의 세굴현상이나 배수문의 작동불량과 같은 중대한 결함이 발견되었을 경우에는 「법」의 규정에 따라 조치한다.

2) 문비

- ① 문비 및 문틀의 주부재 변형여부, 지수고무의 열화여부, 동판의 탈락·변형여부, 도장상태, 볼트·너트의 이완상태를 각 문비별로 조사
- ② 수문의 대표 문비를 선정하여 수평형의 배치간격, 사용부재, 문비의 크기 등 실제치수를 측정

3) 제방 및 부대시설

- ① 제방 및 부대시설의 안전점검 범위는 수문 설치부근(전후 20m)으로 한다.
- ② 제방의 안전점검은 「제8장 제방」을 준용하여 실시한다.

4) 기계설비

(가) 외관조사

- 권양기의 구동부인 커플링부, 베어링부의 조사를 실시하며, 그리스주유 여부도 조사
- 기계설비의 손상상태평가표는 복합부재에 대하여 작성하며, 주로 손상상태를 기록하고 필요한 경우에만 개략도를 포함하여 작성

(나) 작동시험

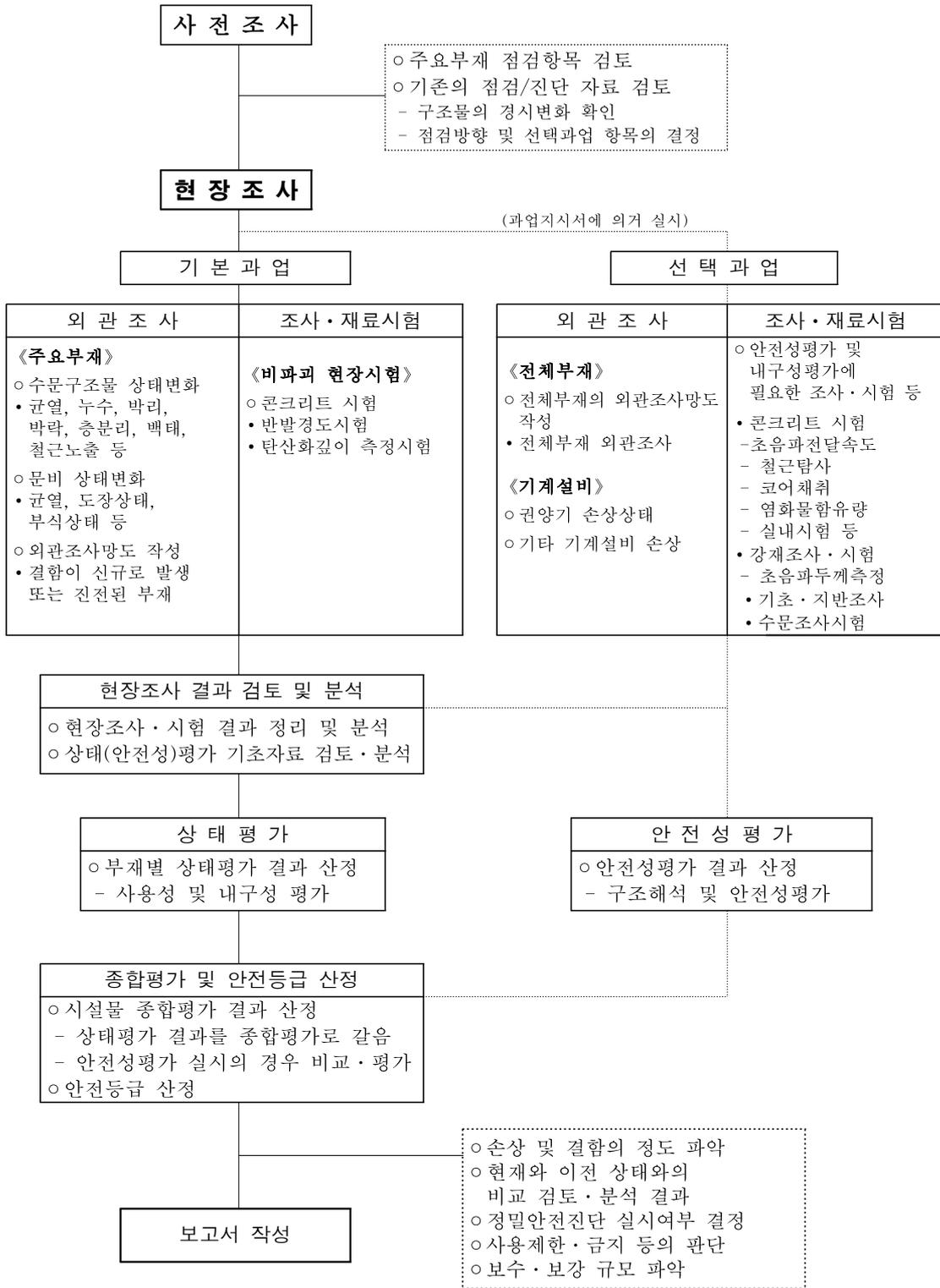
- 문비의 작동시험은 권양기와 문비, 문틀의 정상적인 작동여부를 판단하는 것으로 각 문비별로 작동과 관련된 구동부의 특별한 소음발생여부, 수문의 개도계의 오차여부, 자동정지 여부, 자동 및 수동작동 가능여부를 기록한다.
- 문비의 작동과 관련하여 권양기 모터의 작동상태, 핸드레버 관리상태 또는 문비 지수관 고무의 부식 및 훼손 등을 파악하고 문틀의 노후화 상태를 기록한다.

【해설】

1. 수문의 정밀점검은 기본과업과 선택과업으로 구분하여 실시하며 정밀점검의 과업 구분은 [해설 표 7.2.1]과 같으며, 정밀점검 흐름도는 [해설 그림 7.2.1]과 같다.

[해설 표 7.2.1] 정밀점검 과업 내용

과업 항목	기본과업	선택과업 (필요시)
자료수집 및 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리·수문계산서 • 시공·보수·보강도면, 제작 및 작업도면 • 재료증명서, 품질시험기록, 재하시험 자료, 계측자료 • 시설물관리대장 • 기존 안전점검·정밀안전진단 실시결과 검토·분석 • 보수·보강이력 검토·분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조·수리·수문 계산 (계산서가 없는 경우) • 실측도면 작성 (도면이 없는 경우)
현장조사 및 시험	<ul style="list-style-type: none"> • 기본시설물 또는 주요부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 콘크리트 구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등 - 강재 구조물 : 균열, 도장상태, 부식상태 등 • 간단한 현장 재료시험 등 <ul style="list-style-type: none"> - 콘크리트 비파괴강도(반발경도시험) - 콘크리트 탄산화 깊이 측정 	<ul style="list-style-type: none"> • 전체부재에 대한 외관조사망도 작성 • 시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등 • 조사용 접근장비 운용 • 조사부위 표면청소 • 마감재의 해체 및 복구 • 수중조사 • 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성 평가 등에 필요한 조사·시험
상태평가	<ul style="list-style-type: none"> • 외관조사 결과분석 • 현장 재료시험 결과 분석 • 대상 시설물(부재)에 대한 상태평가 • 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임 기술자의 소견 (안전등급 지정) 	-
안전성 평가	-	<ul style="list-style-type: none"> • 필요한 부위의 구조·지반·수리·수문 해석 등 안전성평가 • 임시 고정하중에 대한 안전성평가
보수·보강 방법	-	<ul style="list-style-type: none"> • 보수·보강 방법 제시
보고서 작성	<ul style="list-style-type: none"> • CAD 도면 작성 등 보고서 작성 	-

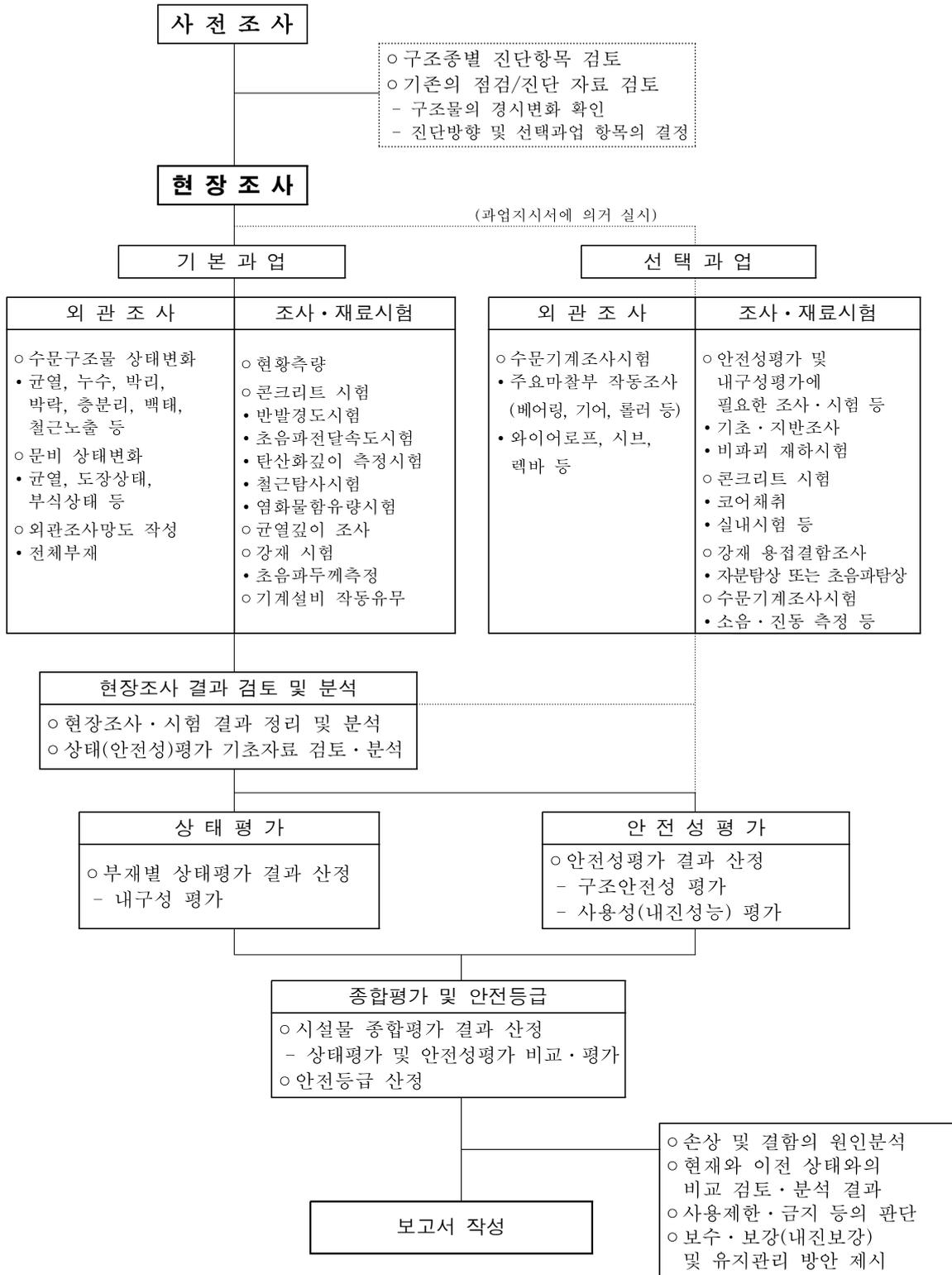


[해설 그림 7.2.1] 정밀점검 흐름도

2. 수문의 정밀안전진단의 과업 구분은 [해설 표 7.2.2]와 같으며, 정밀안전진단의 흐름도는 [해설 그림 7.2.2]와 같다.

[해설 표 7.2.2] 정밀안전진단 과업 내용

과업 항목	기본과업	선택과업 (필요시)
자료수집 및 분석	<ul style="list-style-type: none"> • 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리·수문계산서 • 시공·보수도면, 제작 및 작업도면 • 재료증명서, 품질시험기록, 재하시험 자료, 계측자료 • 시설물관리대장 • 기존 안전점검·정밀안전진단 실시결과 검토·분석 • 보수·보강이력 검토·분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조·수리·수문 계산 (계산서가 없는 경우) • 실측도면 작성 (도면이 없는 경우)
현장조사 및 시험	<ul style="list-style-type: none"> • 전체부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 <ul style="list-style-type: none"> - 콘크리트 구조물: 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등 - 강재 구조물 : 균열, 도장상태, 부식 및 접합(연결부) 상태 등 • 현장 재료시험 등 <ul style="list-style-type: none"> - 콘크리트 시험 : 비파괴강도(반발경도시험, 초음파전달 속도시험 등), 탄산화 깊이측정, 염화물함유량시험 - 강재 시험 : 초음파두께측정 • 기계·전기설비 및 계측시설의 작동 유무 	<ul style="list-style-type: none"> • 시료채취 및 실내시험 • 재하시험 및 계측 • 지형,지질,지반조사 및 탐사, 토질조사 • 수중조사(준공후 50년 경과하고 연장 100m 이상인 하천교량은 필수) • 누수탐사 • 침하, 변위, 거동 등의 측정 (안전점검 실시결과, 원인 규명이 필요하다고 평가한 경우 필수) • 콘크리트 체체 시추조사 • 수리·수층격·수문조사 • 시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등 • 조사용 접근장비 운용 • 조사부위 표면청소 • 마감재의 해체 및 복구 • 기계·전기설비 및 계측시설의 성능검사 또는 시험계측(건축물 제외) • 기본과업 범위를 초과하는 강재비파괴시험 • CCTV, 단수시키지 않는 내시경 조사 등 • 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성평가 등에 필요한 조사·시험
상태평가	<ul style="list-style-type: none"> • 외관조사 결과분석 • 현장시험 및 재료시험 결과분석 • 콘크리트 및 강재 등의 내구성 평가 • 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 소견 	-
안전성평가	<ul style="list-style-type: none"> • 조사, 시험, 측정결과의 분석 • 기존의 구조계산서 또는 안전성평가 자료 검토·분석 • 내하력 및 구조 안전성평가 • 시설물의 안전성평가 결과에 대한 소견 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조·지반·수리·수문 해석 (구조계 변화 또는 내하력 및 구조안전성 저하가 예상되는 경우 필수) • 구조안전성 평가 등 전문기술을 요하는 경우의 전문가 자문 • 내진성능 평가 및 사용성 평가 • 임시 고정하중에 대한 안전성평가
종합평가	<ul style="list-style-type: none"> • 시설물의 종합평가 결과에 대한 소견 • 안전등급 지정 	-
보수·보강 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 보수·보강 방법 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 내진보강 방안 제시 • 시설물 유지관리 방안 제시
보고서작성	<ul style="list-style-type: none"> • CAD 도면 작성 등 보고서 작성 	-



[해설 그림 7.2.2] 정밀안전진단 흐름도

3. 암거길이

암거길이는 원칙적으로 제방 정규단면을 손상시키지 않도록 제방단면의 제외지 비탈 끝에서 제내지 비탈끝까지로 설계하지만 계획제방 단면안에 설치할 경우 암거 윗부분에서 흙벽 높이까지의 높이가 1.5m 이하가 되도록 설계하여야 한다.(하천설계기준, 2009)

4. 부등침하 및 이음매

암거의 길이가 30m이상일 경우 부등침하에 대한 구조검토를 시행하여야 하며, 이음매를 설치할 필요가 있는 경우는 종방향 구조계산을 실시하여 설치하도록 하며, 이음매를 중앙부근에 설치하는 것을 피하도록 되어 있다.(하천설계기준, 2009)

5. 문비(문짝)

<p>문비 및 개폐장치 점검사항</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 부등침하에 의한 문기동의 변형 ② 문기동의 손상, 균열 ③ 문비 전면 금속물의 정착 상황 ④ 문비 전면부에 있는 토사와 쓰레기 등의 퇴적

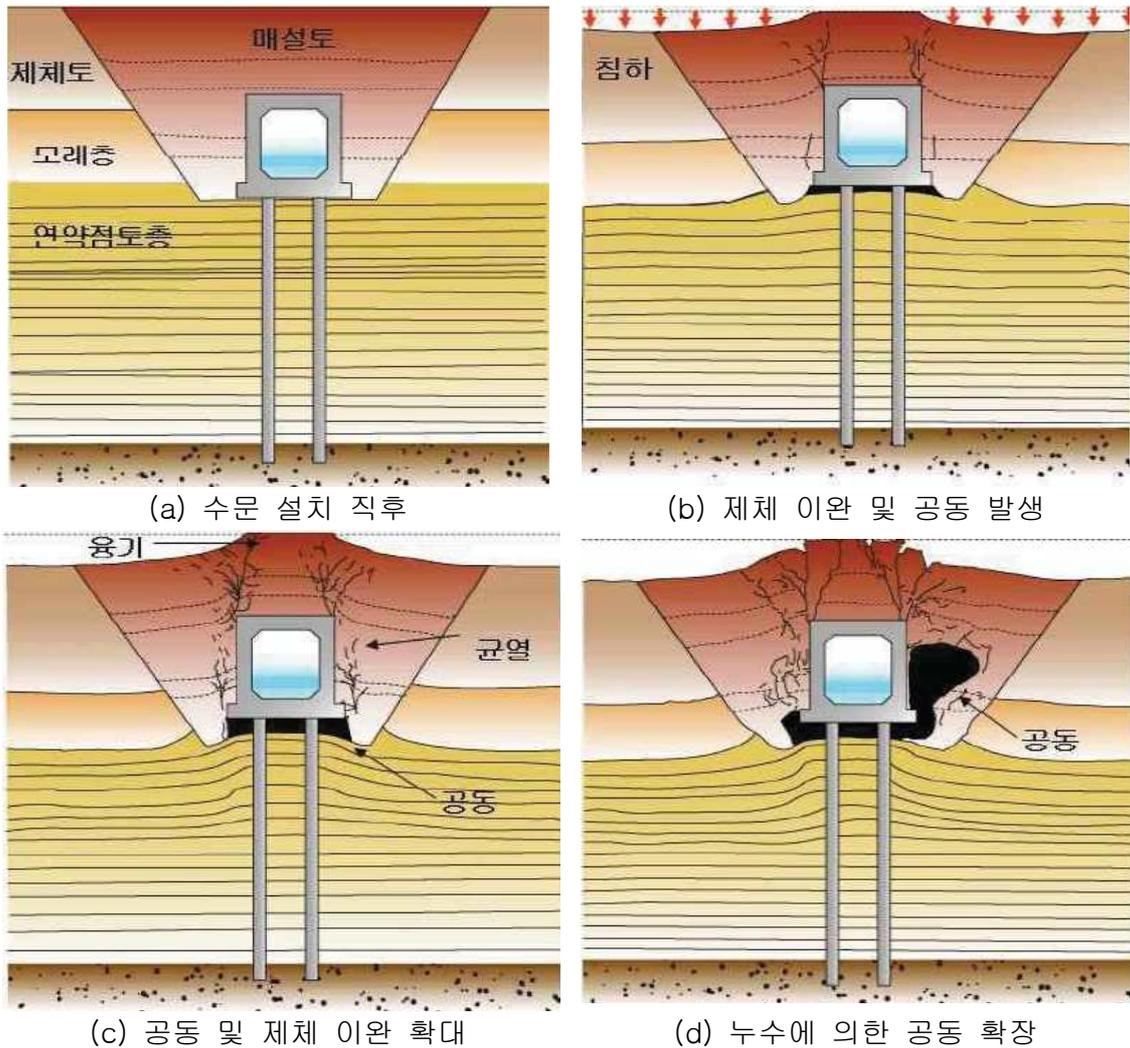
- (1) 문비(문짝)는 예상되는 하중에 대해 안전성, 수밀성, 개폐용이, 내구성, 보수편리 및 유해한 진동이 없어야 하므로 이를 고려하여 점검하여야 한다. 문비 전면에 퇴적된 토사와 쓰레기 등의 이물질이 있을 경우 유수소통에 지장이 없도록 즉시 제거되어야 한다.
- (2) 해수의 영향구간내에 설치되는 수문은 염수침입으로부터 안정성을 확보하기 위해 2중수문을 설치하여야 한다. 2중수문의 구조는 보통 제외지측은 자동수문(Flap) 제내측은 인양수문을 설치한다.
- (3) 서울특별시, 광역시 등 주요시가 지 구간과 치수상 중요한 국가하천 등에 설치되는 수문도 치수상 안정성을 확보하기 위해서 2중수문을 설치하는 것이 바람직하다.

6. 수문과 제방이 접하는 부분은 누수가 발생할 위험이 크므로, 이를 고려한 조사가 필요하며, 조사방법은 제방을 참고한다.

<p>구조물 접합부 점검사항</p> <ul style="list-style-type: none"> ① 지반침하(압밀침하, 즉시침하)에 의한 본체 저판 밑의 공동화 ② 암거 기초지반 융기, 함몰, 제체 균열 발생 ③ 제체의 지반침하에 의한 본체 벌어짐, 지수판 균열, 날개벽과의 접합부 벌어짐, 암거, 옹벽, 날개벽 등 균열의 발생 ④ 암거 주변 물길의 형성과 그로 인한 본체 주변의 공동화

- (1) 구조물과 제체 지반의 물성차이에 따른 주변지반의 상대적인 변위에 의한 구조물의 균열, 제체 누수, 접합부 틈새, 지수판 균열, 날개벽 손상, 하부 공동 등이 발생할 수 있으므로 이를 유의하여 점검한다.

(2) 특히, 수문이 말뚝처리된 경우 수문과 제방의 상대적인 침하차이에 의하여 제체 이완 및 공동이 발생하여 제방이 붕괴되는 경우가 발생할 수 있으므로 수문 저면의 공동발생 여부를 고려하여 조사한다.



[해설 그림 7.2.2] 수문 하부 공동에 의한 제방 붕괴 과정

7. 바닥보호공

물받이와 접속하여 설치된 바닥보호공은 그 피해가 본체에 영향을 주는 경우가 있기 때문에 하류부 하상 저하 및 국부세굴의 발생에 유의하여 점검한다. 세굴 등이 발생한 경우에는 바닥보호공의 규격을 크게하고 길이를 연장하는 등의 적절한 조치를 강구해야 한다.

【참고문헌】

- 하천유지·보수매뉴얼(국토해양부, 2012.2)
- 하천시설물 유지관리 매뉴얼작성 결과보고서(건설교통부, 2005.3)
- 하천제방 배수통문의 설계 및 안정성 평가기법 연구(건설교통부, 2005.8)

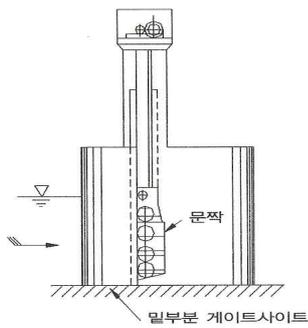
〈참고사항〉

1. 문짝(하천설계기준, 2009)

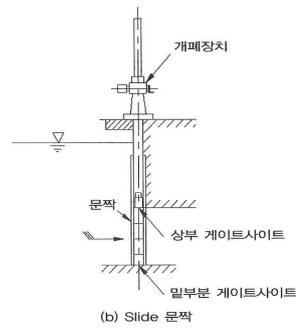
- (1) 일반적으로 수문의 문짝은 강구조로 설계하는 것이 원칙이며, 문짝의 종류를 크게 분류하면 [해설 표 7.2.2]과 같으며, 그 형태는 [해설 그림 7.2.3]와 같다.
- (2) 조작의 확실성에는 인양식 문짝이 가장 뛰어나며, Flap문짝과 Mitre문짝은 인공적인 조작이 필요하지 않는 대신 사소한 유하물에 의해서도 불완전 개폐 또는 개폐 불능이 발생할 수 있다. 따라서 치수상 중요한 하천에서는 가장 확실한 인양식 문짝을 사용하는 것이 원칙이다. 다만, Flap문짝과 Mitre문짝은 다음의 조건을 모두 만족하는 경우에 한정한다.
 - ① 불완전 개폐를 일으킬 위험이 없다고 인정되는 장소
 - ② 단기간 불완전 개폐가 되어도 치수상 지장이 없다고 인정되는 장소
 - ③ 인양식 문짝으로 할 경우에 배출시 개폐조작의 시기를 놓칠 우려가 있고 그 조작과 관리상 매우 곤란하다고 인정되는 장소 등 이다.

[해설 표 7.2.2] 문짝의 분류

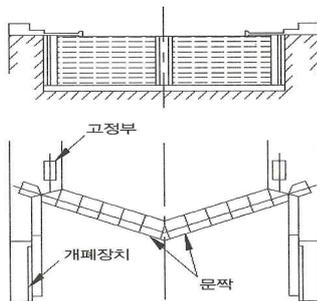
종류		재료	개폐방식	특징
인양식 문짝	슬라이드형 문짝	강재 또는 강재와 목재의 혼합	Spindle 방식	1)조작이 확실 2)설치비용 많음
	롤러형 문짝		Rack 방식	
Flap 문짝	Wire rope chain 방식		1)불안전개폐의 가능성 있음 2)설치비용 저렴	
Mitre 문짝	유압식 방식			
				자동
			자동	



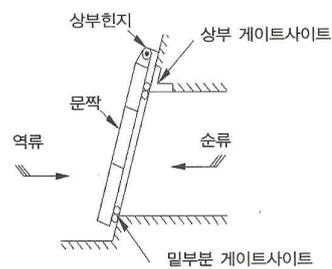
(a) Roller 문짝



(b) Side 문짝



(C) Mitre 문짝(C)



(d) Flap 문짝

[해설 그림 7.2.3] 문짝의 분류

나. 현황측량 조사

1) 현황측량

- 수문과 인접지역(수문구조물 폭 + 하천 상하류 총20m)의 종평면도를 작성할 수 있도록 현황측량을 실시
- 평면도 작성을 위한 측량
시설물의 배치상황을 알 수 있는 정도로 실시
- 종단면도 작성을 위한 측량
암거상부에 작용하는 하중조건을 상세히 알 수 있는 정도로 실시
- 수준측량
기존의 측량자료가 있으면 이를 인용하고, 없으면 인근의 도근점에서부터 표고를 측량하여 수문 주요부의 표고를 확정

2) 외관조사망도 구성

- 외관조사망도 작성 시 문비를 지지하는 구조물인 수문본체는 경간(련수)을 기준으로 본체1, 본체2, ... 등의 복합부재로 구분하고, 이를 조작대, 문기둥, 보기둥, 문틀, 기초상판 등의 개별부재로 구분하여 각 개별부재를 1개 외관조사망도로 구성한다.
- 암거의 경우 신축이음 등의 구조적 불연속지점을 기준으로 암거를 분할 후 각각을 개별부재로 구분하고 1개 외관조사망도로 구성한다.

【해설】

1. 현황측량의 정밀도

평면도의 경우는 시설물의 배치상황을 알 수 있는 정도의 수준으로 실시하고, 종단면도는 암거 상부의 하중조건을 상세히 알 수 있는 정도로서 안전성평가의 입력자료로 활용할 수 있는 수준으로 실시한다.

2. 수준측량

기존의 설계도 및 측량자료가 없고 인근에 도근점이 없을 경우 수문 바닥고 또는 수문 상단을 기준으로 상대적인 수준측량을 사용할 수도 있다.

3. 외관조사망도 구성

[표 7.37] 수문 구조물의 평가단계별 구분표를 참조하여 외관조사망도를 구분한다.

7.3 재료시험 항목 및 기준수량

7.3.1 정밀점검

가. 재료시험 항목 및 평가방법

[표 7.6] 정밀점검의 재료시험 항목

구 분	기본과업	선택과업
수문 구조물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 콘크리트강도 - 비파괴시험 : 반발경도 ○ 콘크리트 탄산화 깊이 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 콘크리트강도 - 비파괴시험 : 초음파전달속도 - 국부파괴법 : 코어강도 등 ○ 철근배근 상태조사
문 비	-	<ul style="list-style-type: none"> ○ 강재 초음파두께측정
기계설비	-	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수문 및 각종기기 시험

[표 7.7] 정밀점검 재료시험 평가방법

구 분	재료시험 항목	평가 방법
기본 과업	<ul style="list-style-type: none"> ○ 콘크리트 비파괴강도 - 반발경도시험 	○ 외관상 건전부위와 불량부위에 대한 비교평가 필요함.
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 콘크리트 탄산화 깊이 측정 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현장측정 ○ 탄산화속도계수 산정
선택 과업	<ul style="list-style-type: none"> ○ 콘크리트 비파괴강도 - 초음파전달속도시험 	○ 기본과업 반발경도시험과 동일 적용
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 콘크리트강도 - 국부파괴 : 코어채취시험 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 콘크리트강도 평가의 기준 ○ 필요시 콘크리트 물성시험 등
	<ul style="list-style-type: none"> ○ 철근탐사시험 - 철근배근상태 - 철근피복두께 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 구조검토를 위한 철근조사 ○ 콘크리트의 강도 및 물성시험 등을 위한 철근 위치 탐사
	문 비	○ 도막두께측정
기계설비	○ 각종기기 시험	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기기의 특성과 상황 등을 고려 실시 ○ 주요외관조사 및 허용기준 초과 여부

【해설】

1. 재료시험 항목은 기본과업과 선택과업으로 나누고 필수적으로 실시해야 하는 항목을 "기본과업"으로, 과업의 내용과 범위에 따라 선택적으로 추가되는 항목을 "선택과업"으로 구분하였다.
2. 정밀점검은 간단한 재료시험을 포함하는 점검행위로 기본과업과 선택과업은 상태평가를 위한 최소한의 시험항목으로 규정하였다. 각 과업에 해당되는 시험항목의 평가 및 시험방법은 “세부지침 공통편 부록”의 내용을 따른다.
3. 염화물함유량시험
 - (1) 대상은 다음 표에서 정하는 해안에서 250m 이내 거리에 위치하고 있는 시설물을 대상으로 하며 시험부재의 철근깊이까지 10mm 또는 20mm 단위로 깊이별로 구분하여 KS F 2713(2002)의 산-가용성 염화물시험방법으로 실시하여 염화물의 분포를 파악하여야 한다.
 - (2) 또한, 동절기 염화칼슘 등의 사용 등에 따라 염해의 우려가 있는 시설물도 포함한다.

[염해에 관한 외적 성능 저하요인의 구분]

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

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

나. 재료시험 기준수량

[표 7.8] 정밀점검의 기본과업 재료시험 기준수량

구 분	기 준 수 량	비 고
반발경도시험	○ 수문본체 : 1회	· 관리교 포함
	○ 암거 길이 40m당 1회	· 날개벽 및 물받이 포함
탄산화 깊이 측정	< 상 동 >	

[표 7.9] 정밀점검의 선택과업 재료시험 기준수량

구 분	기 준 수 량	비 고
초음파 전달속도시험	○ 수문본체 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 관리교 포함
	○ 암거 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 날개벽 및 물받이 포함
코어채취 ¹⁾	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 강도 및 염화물함유량 시험 등
철근탐사시험	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	
강제 초음파두께측정	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 문비 스킨플레이트 두께
수문 시험 ²⁾	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	

- 주1) 콘크리트 코어를 채취할 경우 그 채취 지점은 관리주체와 협의한 후 구조물에 영향이 최소화되는 지점을 선정토록 하고 1개소 당 3개의 코어를 채취한다.
코어에 대한 실내시험인 압축강도, 비중, 흡수율 등의 항목은 필수적으로 실시한다.
또한 이전에 수행한 안전점검이나 정밀안전진단에서 코어채취 및 실내시험에 대한 자료가 충분하고 이들의 평가결과가 기준에 적합한 경우에는 기존의 자료를 이용할 수 있다.
- 주2) 수문에 대한 시험은 관리주체와 협의하여 실시

【해설】

1. "재료시험 기준수량"은 과업을 위한 최소의 수량을 말하며 점검 책임기술자의 판단에 따라 추가적인 시험의 개소수가 필요한 경우에는 관리주체와 협의하여 시험수량을 달리할 수 있다.

7.3.2 정밀안전진단

가. 재료시험 항목

[표 7.10] 정밀안전진단의 재료시험 항목

구 분	기본과업	선택과업
현 황	○ 현황측량	○ 기초·지반시험
수문 구조물	○ 콘크리트강도 - 비파괴시험 : 반발경도, 초음파속도 ○ 철근탐사 - 철근 배근상태/ 철근 피복두께 ○ 콘크리트 탄산화 깊이 ○ 균열깊이 조사 ○ 콘크리트 염화물함유량 ¹⁾	○ 콘크리트강도 - 국부파괴법 : 코어강도 ○ 콘크리트 물성 및 미세구조
문 비	○ 초음파두께측정	○ 용접부 결함탐사
기계설비	○ 수문 작동유무	○ 수문기계조사시험 - 와이어로프 직경측정(정지시) - 소음·진동 측정 - 주요마찰부 작동확인 (베어링, 기어, 롤러)

주1) [표 7.6] 콘크리트 염화물 함유량 참조

[표 7.11] 정밀안전진단 재료시험 평가방법

구분	재료시험 항목	평가 방법
기본 과업	현황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현황측량 ○ 종 · 평면도 작성 ○ 시설물 배치 상황 파악
	콘크리트	<ul style="list-style-type: none"> ○ 콘크리트강도(비파괴시험법) : 반발경도, 초음파전달속도 ○ 외관상 건전부위와 불량부위에 대한 비교평가 필요함.
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 철근탐사시험 : 철근배근상태, 피복두께 ○ 구조검토를 위한 철근조사 ○ 콘크리트의 강도 및 물성시험 등을 위한 철근 위치 탐사
	구조물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 콘크리트 탄산화 깊이 측정 ○ 현장측정 ○ 탄산화속도계수 산정
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 균열깊이 조사 ○ 발생균열의 철근깊이 이상 발견 또는 관통 여부 등 평가 ○ 허용균열폭과의 비교 · 검토
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 콘크리트 염화물함유량 시험 ○ 시료채취 및 평가
문비	<ul style="list-style-type: none"> ○ 초음파두께측정 ○ 강재의 부식정도 파악 	
기계설비	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수문작동 유무¹⁾ ○ 자동 및 수동작동 가능여부 등 판단 	
선택 과업	현황	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기초 · 지반시험 ○ 구조물 손상의 원인 규명
	콘크리트 구조물	<ul style="list-style-type: none"> ○ 콘크리트강도(국부파괴법) : 코어채취 ○ 콘크리트 강도 평가의 기준
		<ul style="list-style-type: none"> ○ 필요시 콘크리트 물성시험 등 ○ 강도, 수분함량 등
	문비	<ul style="list-style-type: none"> ○ 강재용접 결함(균열 등) 평가 ○ 자분탐상 또는 초음파탐상 등
기계설비	<ul style="list-style-type: none"> ○ 와이어로프 허용 감소량 초과여부 ○ 소음 · 진동 허용범위 초과여부 ○ 주요마찰부 정상작동 여부 	

주1) 수문의 작동가능여부에 대한 육안관찰을 말하며, 이에 대한 평가는 [표 7.33] 문비 작동불량에 대한 상태평가 기준에 의한다.

【해설】

1. 염화물함유량시험의 실내시험은 건설기술관리법 제25조에 따른 국·공립시험기관 또는 품질검사전문기관에 의뢰하여 실시하여야 하므로 선택과업에 해당하며, 기본과업은 시료채취 및 실내시험결과에 대한 평가를 포함한다.
2. 기계조사시험
 - (1) 전반적인 작동시험

정지 필요한 측정 브레이크패드 두께, 디스크직경 베이스프레임 수평도드럼홈 깊이, 고무경도 등을 측정하고 작동중에 마찰부의 전반적인 상태를 상승 하강 중에 각각 확인한다. 필요한 경우 경도측정을 치면접촉부를 1~2개소 선택하여 치면에 직각으로 3개소 경도값을 측정하여 치면의 경도상태를 파악한다.
 - (2) 진동소음측정

권양기의 작동시험을 시행하는 중에 모터부하측 감속기부하측에 대하여 수직(또는 수평)방향에 대하여 각각 1회 이상 진동값을 측정하고 분석한다.
진동측정중이나 그후에 모터측 커플링측 감속기측에 대하여 1m 거리에서의 소음을 각 1회 이상 측정하고 분석한다.
 - (3) 권양기 와이어 단면감소 및 소선절단상태

드럼 또는 시브의 감김 시작점 부근에서 소선에 손상이 가지 않게 그리스를 제거한후 버어니어 캘리퍼스로 10cm 간격씩 3방향에서 3회 측정하여 평균치로 환산하여 최종 직경의 결정은 평균값으로 하며, 이 평균직경으로 허용 감소량 초과 유무를 판단한다.

나. 재료시험 기준수량

[표 7.12] 정밀안전진단의 기본과업 재료시험 기준수량

구 분	기 준 수 량	비 고
현황측량 ¹⁾	○ 수문구조물 폭 + 하천 상하류 20m	
반발경도시험	○ 수문본체 : 2회 (관리교 포함) ○ 암거 길이 40m당 1회 (날개벽 및 물받이 포함)	· 동일부위 시험
초음파진달속도 시험		
철근탐사시험		
탄산화 깊이 측정		
균열깊이 조사 및 염화물함유량 시험	○ 책임기술자 판단에 의해 기준수량 결정	· 상태평가 기준 참조
강재 초음파두께측정	○ 각 문비별 스킨플레이트 부식 부분 : 3개소 (1개소당 4번 측정)	· 문비 스킨플레이트 두께
수문작동 유무 ²⁾	○ 각 문비별 1회	

- 주1) 수문시설물의 배치사항 전반이 나타나도록 중·평면도 작성
 현황측량 시 수문측량은 기존의 측량자료가 있으면 이를 인용하고, 없으면 인근의 도근점에서부터 표고를 측량하여 수문의 주요부의 표고를 확정한다.
 단, 기존 현황측량결과가 있으면 이를 인용한다.
- 주2) 관리주체와 책임기술자의 협의결과에 따라 실시여부를 결정한다.

[표 7.13] 정밀안전진단의 선택과업 재료시험 기준수량

구 분	기 준 수 량	비 고
기초·지반시험	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	
코어채취 ¹⁾	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 강도 등
강재 용접결함 탐상	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	· 자분 또는 초음파탐상
수문기계조사시험	○ 과업 내용에 의해 조사 및 수량 결정	

- 주1) 콘크리트 코어를 채취할 경우 그 채취 지점은 관리주체와 협의한 후 구조물에 영향이 최소화되는 지점을 선정토록 하고 1개소 당 3개의 코어를 채취한다.
 코어에 대한 실내시험인 압축강도, 비중, 흡수율 등의 항목은 필수적으로 실시한다.
 또한 이전에 수행한 안전점검이나 정밀안전진단에서 코어채취 및 실내시험에 대한 자료가 충분하고 이들의 평가결과가 기준에 적합한 경우에는 기존의 자료를 이용할 수 있다.

【해설】

1. 콘크리트 강도평가를 위한 반발경도시험과 초음전달속도시험은 조합법을 적용하기 위하여 동일 시험부위에서 실시하여야 한다. 조합법은 콘크리트강도와 밀접한 상관관계를 갖는 슈미트해머에 의한 반발경도와 초음파를 이용한 전달속도를 병용하여 콘크리트강도를 추정할 수 있다.
2. 균열깊이조사는 균열의 깊이가 상태평가에 영향을 미치지 않으나, 균열깊이가 피복두께를 초과하는지 여부는 조사하여야 보수보강의 정도를 판단할 수 있으므로 균열깊이의 조사가 필요하다.

7.4 상태평가 기준 및 방법

7.4.1 상태평가 항목 및 기준

가. 평가유형 및 영향계수

시설물의 상태평가는 결함 및 손상에 따른 각각의 상태평가 기준을 적용하며, 상태변화가 전체 구조물에 미치는 안전성의 영향정도, 구조적인 중요도가 적절히 고려되어 평가될 수 있도록 결함 및 손상을 평가유형(評價類型)별로 구분하여 영향계수를 적용한다.

1) 평가유형의 구분

결함 및 손상에 대한 평가유형은 다음과 같이 구분한다.

① 중요결함

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

② 국부결함

수평이음부 불량 등과 같이 구조물의 안전성에 직접적인 영향을 미치지 않지만 손상이 진전될 경우 전체 구조물의 안전에 상당한 영향을 끼칠 수 있는 결함.

③ 일반손상

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

[표 7.14] 수문 구조물의 상태변화에 따른 평가유형 및 영향계수

세부시설	결함 및 손상	평가유형	영향계수	평가기준	평가점수
수문본체, 관리교	○ 변형	중요결함	1.0	a	5
	○ 구조적 균열			b	4
	○ 기초 세굴			c	3
				d	2
	○ 콘크리트 파손, 박리	국부결함	1.0	a	5
	○ 철근노출, 박락			b	4
	○ 탄산화 진행 깊이			c	3
	○ 염화물함유량			d	2
		e	1		
	○ 건조수축 균열	일반손상	1.0	a	5
○ 누수, 백태	b			4	
	c			3	
○ 퇴적	d			2	
	e	1			
암거, 날개벽, 물받이	○ 상(하)부 슬래브 처짐	중요결함	1.0	a	5
	○ 흡관변형			b	4
	○ 종단균열			c	3
	○ 기초 세굴			d	2
		e	1		
	○ 철근노출, 박락	국부결함	1.0	a	5
	○ 횡단균열			b	4
	○ 콘크리트 파손, 박리			c	3
	○ 신축이음부 불량			d	2
	○ 탄산화 진행 깊이			e	1
	○ 염화물함유량	일반손상	1.0	a	5
	○ 건조수축 균열			b	4
	○ 퇴적			c	3
	○ 단차			d	2
	○ 누수, 백태			e	1
○ 연결관 돌출					

[표 7.15] 문비의 결함 및 손상에 따른 평가유형

세부시설	결함 및 손상	평가유형	영향계수	평가기준	평가점수
문 비	문비의 부식손상	중요결함	1.0	a	5
				b	4
				c	3
				d	2
				e	1
	문비의 변형	국부결함	1.0	a	5
			1.1	b	4
			1.2	c	3
			1.4	d	2
2.0			e	1	
누 수	일반손상	1.0	a	5	
		1.1	b	4	
		1.3	c	3	
		1.7	d	2	
		3.0	e	1	

[표 7.16] 기계설비의 결함 및 손상에 따른 평가유형

세부시설	결함 및 손상	평가유형	영향계수	평가기준	평가점수
권양기	작동불량	중요결함	1.0	a	5
				b	4
				c	3
				d	2
				e	1
	와이어로프의 손상	국부결함	1.0	a	5
			1.1	b	4
			1.2	c	3
			1.4	d	2
			2.0	e	1
	랙바의 손상	국부결함	1.0	a	5
			1.1	b	4
			1.2	c	3
1.4			d	2	
2.0			e	1	
마찰부 손상	일반손상	1.0	a	5	
		1.1	b	4	
		1.3	c	3	
		1.7	d	2	
		3.0	e	1	

【해설】

1. 영향계수는 중요결함에 비하여 상대적으로 구조물에 미치는 영향이 적은 국부결함과 일반손상의 등급을 상향조정함으로써 이들이 전체 구조물에 미치는 영향을 평가절하하기 위한 것이다.
2. 영향계수의 적용
[표 7.14]~[표 7.15]와 같이 평가기준(a~e)에 따라 중요결함은 1.0을 평가점수에 곱하고, 국부결함은 1.0~2.0을 평가점수에 곱하고 일반손상은 1.0~3.0을 평가점수에 곱하여 평가지수를 산정한다.
3. 결함 및 손상에 대한 평가유형을 정리하면 다음과 같다.

【해설 표 7.4.1】 평가유형별 영향계수

평가유형	정 의	평가기준	평가점수	영향계수
중요결함	침하, 경사/전도 및 활동 등과 같이 전체 구조물의 구조적인 안전에 직접영향을 미치는 결함.	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0
국부결함	수평이음부 불량 등과 같이 구조물의 안전성에 직접적인 영향을 미치지 않지만 손상이 진전될 경우 전체구조물의 안전에 상당한 영향을 끼칠 수 있는 결함	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.2 1.4 2.0
일반손상	파손, 마모, 콘크리트 재료분리 등과 같이 구조물의 안전에 크게 영향을 주지 않는 일반적인 손상.	a b c d e	5 4 3 2 1	1.0 1.1 1.3 1.7 3.0

나. 상태평가 항목 및 기준

1) 수문 구조물

[표 7.17] 일반 구조물 콘크리트 균열의 상태평가 기준

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

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

[표 7.18] 수처리 구조물 콘크리트 균열의 상태평가 기준

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

※) 수처리 구조물 → 하수 접촉 구조물
 주) 균열 면적율 산정방법
 제1장 교량 [표1.11] 참조

[표 7.19] 백태 및 누수에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	면적율
a	5	0%
b	4	5% 미만
c	3	5~10% 미만
d	2	10~20% 미만
e	1	20% 이상

※) 백태, 박락에 대한 면적율 산정 방법
 면적율은 결함 및 손상의 상태평가 기준에 별도로 정하지 않은 경우에 다음을 적용한다.

$$\text{면적율(\%)} = \frac{\text{결함 및 손상 발생 면적}}{\text{조사 단위 면적}} \times 100$$

[표 7.20] 박락, 층분리에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	박락, 층분리 깊이	면적율 20% 이하	면적율 20% 이상
a	5	없음	a	a
b	4	15mm 미만	b	c
c	3	15mm~20mm 미만	c	d
d	2	20mm 이상 ~ 25mm 미만	d	e
e	1	25mm 이상이거나, 조골재 손실	e	e

[표 7.21] 철근노출에 대한 상태평가 기준

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

주) 상태평가 결과가 "e"이고, [표 7.27](탄산화) 또는 [표 7.28](염화물)의 상태평가 결과가 "d"이면 7.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

※) 철근노출의 발생면적은 철근노출 길이당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 함

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

[표 7.22] 파손에 대한 상태평가 기준

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

주) 파손은 박리, 세굴, 재료분리(곰보판), 몰탈 탈락 등 여타의 손상을 포함한다.

* 파손은 콘크리트가 재료적, 환경적, 또는 외부적인 하중조건에 의해 손상을 입은 것을 말한다. 박락 및 층분리는 콘크리트 내에 매입된 철근이 재료적, 환경적인 요인에 의해 손상되어 콘크리트가 탈락되는 상태를 말하며, 철근노출은 시공불량에 의해 피복두께부족이 발생되어 철근이 콘크리트표면에 노출된 상태를 말한다.

[표 7.23] 배수지장에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	배수 지장 (퇴적, 단차, 연결관 돌출, 지장물)
a	5	양호
b	4	다소의 배수지장물이 있으나, 배수에는 이상 없음
c	3	배수지장물로 인해 배수기능을 제대로 발휘하지 못하여 부분적 채수현상 발생
d	2	배수지장물로 인해 배수기능을 제대로 발휘하지 못하여 광범위한 채수현상 발생
e	1	배수지장물로 인해 배수기능을 완전히 상실

[표 7.24] 기초세굴에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	기초 세굴
a	5	없음
b	4	시공당시 지반과 비교하여 약간의 세굴(기초와 무관)
c	3	시공당시 지반과 비교하여 기초근입 깊이가 반 이상 줄어든 경우
d	2	세굴이 진행하여 기초하부의 국부적 노출
e	1	기초하부 완전 노출

주) 상태평가 결과가 "d" 이하의 경우 7.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

[표 7.25] 부재 변형에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	변형발생 (상·하부 슬래브 처짐, 흡관변형)
a	5	변형이 발생되지 않은 상태
b	4	부분적으로 경미한 변형이 발생한 상태이나, 근본적인 보수는 필요하지 않은 상태
c	3	변형의 정도가 보통정도이나, 지속적인 관찰로 진행성을 감시할 정도의 상태
d	2	변형의 정도가 국부적으로 심각하여 부분적인 구조적 안전에 심각한 영향을 미칠 수 있는 상태
e	1	변형의 정도가 아주 심하고 광범위하게 발생하여 구조적인 안전을 상실한 상태

[표 7.26] 신축이음불량에 대한 상태평가 기준

평가기준 (점수) 구분	a (5)	b (4)	c (3)	d (2)	e (1)
신축이음 불량 (이음부 이격, 파손)	신축이음을 통한 누수가 없음	신축이음을 통해 물이 스며들고 있음 (또는 가능성이 있음)	신축이음을 통해 물이 떨어짐 (또는 가능성이 있음)	신축이음을 통해 물이 흐름 (또는 가능성이 있음)	신축이음을 통해 물이 분출됨 (또는 가능성이 있음)

[표 7.27] 탄산화 잔여 깊이의 상태평가 기준

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

주) 상태평가 결과가 "d"이고, [표 7.21](철근노출)의 상태평가 결과가 "e"이면 7.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

※제1장 교량 표[1.26] 참조

[표 7.28] 전염화물 이온량의 상태평가 기준

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

주) 상태평가 결과가 "d"이고, [표 7.21](철근노출)의 상태평가 결과가 "e"이면 7.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

※제1장 교량 표[1.27] 참조

【해설】

1. 허용균열폭

(1) 콘크리트 구조설계기준(2007)에서 철근 콘크리트 구조물의 내구성확보를 위하여 허용되는 균열폭은 다음과 같다. 내구성에 관한 균열폭을 검토할 경우 구조물이 놓이는 환경조건을 고려하여야 한다.

[해설 표 7.4.2] 철근콘크리트구조물의 허용균열폭 w_a (mm)

강재의 종류	강재의 부식에 대한 환경조건			
	건조 환경 ¹⁾	습윤 환경 ²⁾	부식성 환경 ³⁾	고부식성 환경 ⁴⁾
철근	0.4mm와 $0.006c_c$ 중 큰 값	0.3mm와 $0.005c_c$ 중 큰 값	0.3mm와 $0.004c_c$ 중 큰 값	0.3mm와 $0.0035c_c$ 중 큰 값
프리스트레싱 긴장재	0.2mm와 $0.005c_c$ 중 큰 값	0.2mm와 $0.004c_c$ 중 큰 값	-	-

주 1) 일반 옥내 부재, 부식의 우려가 없을 정도로 보호한 경우의 보통 거주 및 사무실 건물 내부
 2) 일반 옥외의 경우, 흙 속의 경우, 옥내의 경우에 있어서 습기가 찬 곳
 3) ① 습윤환경과 비교하여 건습의 반복작용이 많은 경우, 특히 유해한 물질을 함유한 지하수위 이하의 흙 속에 있어서 강재의 부식에 해로운 영향을 주는 경우, 동결작용이 있는 경우, 동상방지제를 사용하는 경우
 ② 해양콘크리트 구조물 중 해수 중에 있거나 극심하지 않은 해양환경에 있는 경우(가스, 액체, 고체)
 4) ① 강재의 부식에 현저하게 해로운 영향을 주는 경우
 ② 해양콘크리트구조물 중 간만조위의 영향을 받거나 비말대에 있는 경우, 극심한 해풍의 영향을 받는 경우

여기서, c_c 는 최외단 주철근의 표면과 콘크리트 표면사이의 콘크리트 최소 피복두께(mm)

(2) 콘크리트 구조설계기준(2007)에서 수처리구조물의 내구성과 누수방지를 위하여 허용되는 균열폭은 다음과 같다.

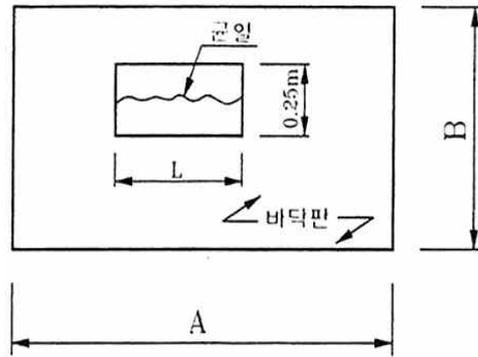
[해설 표 7.4.3] 수처리 구조물의 허용균열폭 w_a (mm)

구 분	횡인장 균열 ³⁾	전 단면인장 균열 ⁴⁾
오염되지 않은 물 ¹⁾	0.25	0.20
오염된 액체 ²⁾	0.20	0.15

주 1) 음용수(상수도) 시설물
 2) 오염이 매우 심한 경우 발주자와 협의하여 결정
 3) 휨모멘트에 의해 발생하는 균열로서 단면의 한쪽 부분에만 발생하는 균열
 4) 주로 축 인장력에 의해 단면 전체에 인장응력이 발생되어 단면 전체에 걸쳐 발생하는 균열

2. 콘크리트 균열 면적을 산정 방법

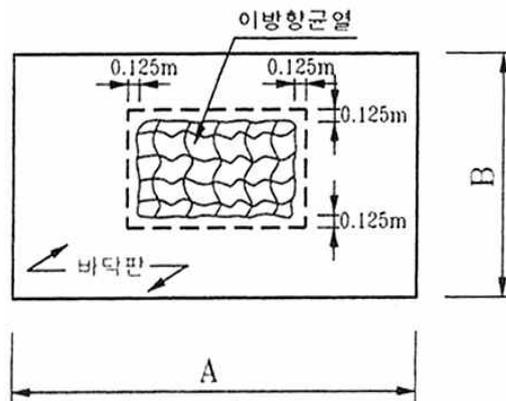
(1) 1방향 균열인 경우



- ① 균열발생 면적은 길이 당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 하며,
- ② 균열의 개수가 2개 이상일 경우는 각 균열길이에 0.25m의 폭을 곱해서 합산하여 구한다.
- ③ 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

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

(2) 2방향 균열인 경우

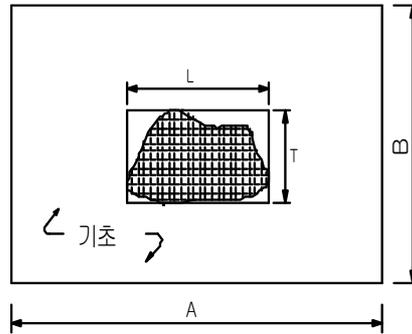


- ① 균열발생 면적은 균열발생부위를 가로, 세로의 최·외측균열을 경계로 하여 사각형 형태로 구획한 후
- ② 점선 내면 면적인 (가로길이+0.25m)×(세로길이+0.25m)로 구한다.
- ③ 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

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

3. 표면 손상 면적을 산정 방법

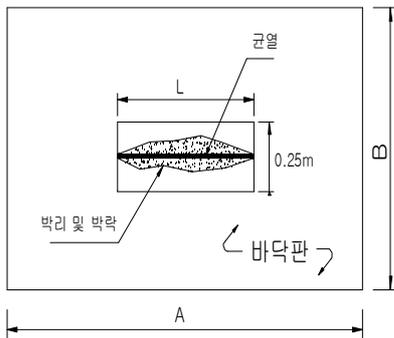
(1) 상태평가시 손상 발생 면적이 필요한 백태, 박리, 박락, 층분리 및 파손의 경우 면적율은 아래 식으로 산정한다.



$$\text{표면손상면적율(\%)} = \frac{\sum \text{결함 및 손상발생면적}}{\text{조사단위면적}} \times 100$$

4. 철근노출 면적을 산정 방법

(1) 철근부식 손상에 대한 면적을 산정 방법



- 철근이 완전히 노출된 경우는 노출면적으로 산정하고, 내부에서 철근 부식시에는 철근노출 길이 당 0.25m의 폭을 차지하는 것으로 한다.
- 균열 면적율은 아래 식으로 산정한다.

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

5. 탄산화 상태평가 기준

- (1) 탄산화 깊이에 대한 평가는 철근으로부터 탄산화의 남은 깊이를 지표로 하여 탄산화에 의한 강재부식 가능성을 나타낸 것으로 탄산화에 의한 단독 열화에 대하여 적용 한다.
- (2) 콘크리트 품질평가 기준인 탄산화는 직접적인 손상항목이 아닌 철근부식을 유발할 수 있는 환경에 관한 항목으로써 상태평가 기준 범위를 “a~d”로 한다.
- (3) 탄산화 조사는 [공통편] 부록 1의 콘크리트 탄산화 깊이 측정에 따라 시행하며, 시험개소별로 평가한다.
- (4) 철근의 피복은 조사 위치에서의 실측치를 기준으로 하며, 철근피복조사를 실시하지 않은 경우는 설계도의 수치를 따른다.

6. 염화물 상태평가 기준

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

2) 문비

[표 7.29] 부식손상에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상 태	비 고
a	5	부식이 없음	클램프 플레이트, 볼트, 너트 등도 동일하게 적용
b	4	전면부식이 조금 발견되거나 건전부 모재두께의 5% 미만의 점부식이 관찰되는 상태	
c	3	가벼운 전면부식이 전단면에 발생되었거나, 건전부 모재두께의 5~20%의 점부식이 관찰되는 상태	
d	2	심화된 전면부식이 전단면에 발생되어 있거나, 건전부 모재두께의 20~50%의 점부식이 관찰되는 상태로 보수가 필요한 상태	
e	1	전면부식과 건전부 모재두께의 50% 이상의 점부식으로 인하여 시급히 보강이 필요한 상태	

[표 7.30] 문비변형에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상 태
a	5	변형이 없는 양호한 상태
b	4	변형이 없는 건전한 상태
c	3	부분변형이 있으나 문틀에 밀착되는 상태
d	2	변형으로 문틀에 밀착하지 못하여 잭스크류 등의 별도의 누름 장치를 이용하여야 문틀에 밀착되는 상태
e	1	변형으로 작동이 원활하지 못한 상태로 작동시 접촉, 끼임 발생과 부분적인 두께감소가 1/2이상인 경우

[표 7.31] 수밀부 누수에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상 태
a	5	누수가 없는 양호한 상태
b	4	누수가능성이 없는 건전한 상태
c	3	미세한 누수가 있는 경미한 상태
d	2	지수고무의 훼손 및 밀착불량 등으로 부분적인 누수가 발생하는 상태
e	1	문비의 변형으로 누수가 다량으로 발생하여 별도 부대설비(모래주머니)를 설치하여야 누수가 가능한 상태

[표 7.32] 마찰부 손상(문비)에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상 태
a	5	회전이 원활한 양호한 상태
b	4	약간의 부식이 있으나 작동이 원활한 건전한 상태
c	3	고착으로 회전 및 작동이 불량하나 문비의 작동에는 이상이 없는 상태
d	2	고착으로 회전이 불량(마찰음 발생 등)하여 문비작동이 불량한 상태
e	1	고착으로 회전이 불량(마찰음 발생 등)하여 작동이 불가능한 상태

3) 기계설비

[표 7.33] 문비 작동여부에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상 태
a	5	전동 및 수동 상승·하강에 이상이 없는 양호한 상태이며, 상하한 자동정지도 양호한 상태
b	4	작동 시 이음발생이 없으며, 상승 및 하강에 이상이 없는 건전한 상태
c	3	작동 시 구동부에 다소간의 이상 진동 및 이음발생 등이 있으나, 상승·하강은 원활한 상태
d	2	전동 작동이 원활하지 않고, 비상점검 등의 임시조치 후에 제한 작동 가능한 상태
e	1	전혀 작동되지 않는 상태

주) 상태평가 결과가 "d" 이하의 경우 7.1.4절의 중대한 결함으로 본다.

[표 7.34] 와이어로프 손상에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상 태
a	5	와이어로프의 손상이 없는 양호한 상태
b	4	와이어로프의 손상이 없는 건전한 상태
c	3	와이어로프 표면의 그리스 도포가 불량한 상태
d	2	와이어로프 표면에 산화부식이 발생한 경우
e	1	와이어로프의 직경감소가 7%이상, 하나의 꼬임에서 소선 절단이 10% 이상, 꺾임 및 심한 킁크가 있는 경우

주 1) 크레인 안전 규칙 참조

[표 7.35] 랙바 손상에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상 태
a	5	랙바에 손상이 없는 양호한 상태
b	4	랙바에 손상이 없는 건전한 상태
c	3	랙바의 마모가 허용범위 이내의 정상적이나 구리스 도포가 불량하거나 부식이 발생한 상태
d	2	랙바의 직경감소가 10%이내이나 편마모가 발생한 경우
e	1	랙바의 최대 직경감소가 10%이상 발생한 경우

[표 7.36] 마찰부(베어링, 크러치, 커피링)에 대한 상태평가 기준

평가기준	평가점수	상 태
a	5	작동이 원활한 양호한 상태
b	4	작동이 원활한 건전한 상태
c	3	이음 등의 발생이 있으나 작동에는 이상이 없는 상태
d	2	이상 진동으로 소음이 과다하게 발생하고 고착으로 회전이 불량한 상태
e	1	진동이 과다하게 발생하여 작동이 불가능한 상태

7.4.2 상태평가 결과 산정 방법

가. 수문 시설물 평가 단계별 절차

수문 시설물은 크게 수문 구조물, 문비 및 기계설비 등으로 구분되며, 다음에 제시되는 상태평가 결과 산정 방법에 따라 수행한다.

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



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

[그림 7.2] 수문 시설물 평가 단계별 절차

나. 수문 구조물

○ 수문 구조물 상태평가

수문 구조물을 복합시설물로 보고 이를 하위단계인 개별시설, 복합부재, 개별부재로 구분한 후 개별부재부터 평가를 실시한다.

평가의 최초단계인 손상상태 평가표에 대한 외관조사망도는 개별부재에 대하여 작성하는 것을 원칙으로 하고 필요시 개별부재의 크기, 면적에 따라 부위별로 분할하여 작성한다. 시설물의 상태를 평가하기 위하여 시설물을 평가단계별로 구분하여 다음 표와 같이 평가단계별 구분표를 작성한다

[표 7.37] 수문 구조물의 평가단계별 구분표 (예)

평가단계별 구분			부재 및 시설물의 구분				
평가구분	평가대상						
상태평가	1단계	상태변화* (결함, 손상)	조작대 문기둥 보기둥 문틀 기초상판	블록1 블록2 ...	블록1 블록2 ...	구간1 구간2 ...	-상부구조 경간슬래브1 경간슬래브2 ...
	2단계	개별부재	(좌측면, 우측면,...)			(좌측면, 우측면,...)	-하부구조 교대1,... 교각1,...
	3단계	복합부재	본체1 본체2 ...	상류측 하류측	좌안상류측 좌안하류측 우안상류측 우안하류측	암거1 암거2 ...	상부구조 하부구조
상태평가 안전성평가 종합평가	4단계	개별시설	수문본체	물받이공	날개벽	암거	관리교량
종합평가	5단계	복합시설	수문 구조물, <문비>				
	6단계	통합시설	수 문				
	7단계	종합시설	-				

※) 개별부재(부위)에 대한 외관조사망도 작성

○ 육갑문 구조물 상태평가

육갑문 구조물은 문비를 지지하는 수문본체, 날개벽, 제방을 관통하는 암거로 구분하여 각각을 개별시설로 평가한다.

육갑문의 수문본체는 문비가 설치되어 있는 구조물로서 기초슬래브, 좌측벽체, 우측벽체, 상부슬래브 등의 개별부재로 구분하고 그 중요도는 동일하게 적용한다. 관리교량 평가시 복합부재 및 개별부재 들의 중요도는 동일하게 적용한다.

【해설】

1. 기존에 안전점검 또는 정밀안전진단이 수행된 경우, 결함의 진행정도 및 손상정도를 비교하기 위해 외관조사망은 기존의 조사망과 동일하게 작성하는 것이 바람직하다.
2. 아래 [해설 표 7.4.1]은 육갑문의 5단계 토목구조물을 시설물로 분류하고, 부재를 세분화한 결과를 예시한 것이다.

[해설 표 7.4.1] ○○육갑문 복합시설(토목구조물) 구분 예시

평가단계별 구분			부재 및 시설물의 구분		
평가구분	평가대상				
상태평가	1단계	상태변화 ^{※)} (결함, 손상)	기초슬래브 좌측벽체 우측벽체 상부슬래브	제내지측 날개벽 (상류측, 하류측) 제외지측 날개벽 (상류측, 하류측)	-통행암거1 내부1구간 (좌측면, 우측면, 상면, 바닥면) 내부2구간 (...
	2단계	개별부재			
	3단계	복합부재	제내지측 본체 제외지측 본체	제내지측 날개벽 제외지측 날개벽	통행암거1 ~ 통행암거3
상태평가 안전성평가 종합평가	4단계	개별시설	수문본체	날개벽	암거
종합평가	5단계	복합시설	토목 구조물, <문비>		
	6단계	통합시설	수 문		
	7단계	종합시설	-		

1) 1단계 평가 : 부재별 손상상태 평가표 작성

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

손상상태 평가표에는 평가항목에 없는 손상 및 결함이라 할지라도 모두 기록하는 것을 원칙으로 한다. 각 손상 및 결함에 대한 상태평가 결과가 c, d, e 일 경우 보수 우선순위에 따라 보수·보강을 한다.

[표 7.38] 부재(부위)별 손상상태 평가표 (예)

부위(망번호) / 개별부재		복합부재 / 개별시설		표번호																															
좌측면 / 조작대		본체1 / 수문본체		No. 1-1																															
<p>※ 필요시 별도의 용지에 아래의 조사결과표를 작성한다.</p> <p style="text-align: center;">조 사 결 과 표</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>번호</th> <th>손상(결함)종류</th> <th>손상(결함)내용</th> <th>단 위</th> <th>크 기</th> <th>평가결과</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>균열</td> <td>건조수축균열</td> <td>폭(mm)*길이(cm)</td> <td>0.2*150</td> <td>b</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>균열</td> <td>구조적균열</td> <td>폭(mm)*길이(cm)</td> <td>0.3*230</td> <td>c</td> </tr> <tr> <td>③</td> <td>박락</td> <td>배력철근을 따라 발생</td> <td>면적(m²)</td> <td>15.0</td> <td>d</td> </tr> <tr> <td>④</td> <td>기초세굴</td> <td>보기동하부세굴</td> <td>면적(m²)*깊이(m)</td> <td>8.5*0.08</td> <td>d</td> </tr> </tbody> </table>						번호	손상(결함)종류	손상(결함)내용	단 위	크 기	평가결과	①	균열	건조수축균열	폭(mm)*길이(cm)	0.2*150	b	②	균열	구조적균열	폭(mm)*길이(cm)	0.3*230	c	③	박락	배력철근을 따라 발생	면적(m ²)	15.0	d	④	기초세굴	보기동하부세굴	면적(m ²)*깊이(m)	8.5*0.08	d
번호	손상(결함)종류	손상(결함)내용	단 위	크 기	평가결과																														
①	균열	건조수축균열	폭(mm)*길이(cm)	0.2*150	b																														
②	균열	구조적균열	폭(mm)*길이(cm)	0.3*230	c																														
③	박락	배력철근을 따라 발생	면적(m ²)	15.0	d																														
④	기초세굴	보기동하부세굴	면적(m ²)*깊이(m)	8.5*0.08	d																														
조사일자 : 2008. 7. 19			조사자 : 홍길동, 김철수																																

【해설】

[해설 표 7.4.2] 육갑문 1단계 상태평가 예시

【부재(부위)별 손상상태 평가표 : 1단계 평가표】

부위(망번호) / 개별부재	복합부재 / 개별시설	표번호			
내부1구간	통행암거-1	No. 1-5			
조사 결과 표					
번호	손상(결함)종류	손상(결함)내용	단 위	크 기	평가결과
①	균열	건조수축 및 온도응력	폭(mm)*길이(cm)	0.2*900	b
②	누수, 백태	결함부 누수	면적(m ²)	13.5	b
③	균열	건조수축 및 온도응력	폭(mm)*길이(cm)	0.2*750	b
④	누수, 백태	결함부 누수	면적(m ²)	6.75	b
⑤	도장박리	도장불량	면적(m ²)	0.1	b
⑥	도장박리	도장불량	면적(m ²)	0.15	b
⑦	누수, 백태	결함부 누수	면적(m ²)	2.5	b
조사일자 : 2007. 8. 27 ~9. 7			조사자 : ○○○, △△△		

2) 2단계 평가 : 개별부재 평가표 작성

암거의 특정구간이 긴 경우 이 구간을 1개의 개별부재로 평가할 경우 일부에 발생한 손상이 개별부재의 평가결과에 미치는 영향이 크다.

따라서 그 손상이 부재에 영향을 미칠 수 있는 범위(길이 10~30m) 또는 수축이음부를 기준으로 다수의 외관조사망도로 구분하고 각각을 개별부재로서 평가한다. 개별부재별로 작성된 외관조사망도에 나타난 손상 및 결함을 평가유형별로 중요결함, 국부결함, 일반손상으로 구분한다.

개별부재의 평가는 각각의 손상 및 결함에 대한 평가기준에 따른 평가점수(M)에 손상 및 결함이 부재의 안전에 미치는 영향을 반영한 평가유형별 영향계수(F)를 곱하여 산출한다. 산출된 결함 및 손상의 상태평가지수(E1) 중 최소값을 개별부재의 상태평가지수(E2) 및 상태평가 결과로 결정한다.

[표 7.39] 평가기준별 평가지수 및 평가유형별 영향계수

평가기준별 평가지수 범위		구 분		영 향 계 수					
평가기준	평가지수 (E _{1~7} , E _s , E _c)	평가기준에 따른 평가점수		a:5	b:4	c:3	d:2	e:1	
a	4.5 ≤ E ₁ ≤ 5.0	평가 유형	중요결함	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
b	3.5 ≤ E ₁ < 4.5		국부결함	1.0	1.1	1.2	1.4	2.0	
c	2.5 ≤ E ₁ < 3.5		일반손상		1.0	1.1	1.3	1.7	3.0
d	1.5 ≤ E ₁ < 2.5								
e	1.0 ≤ E ₁ < 1.5								

결함 및 손상의 상태평가지수(E1) = M × F

여기서, M : 평가점수, F : 영향계수

개별부재의 상태평가지수(E2) = Min (다수의 E1 값)

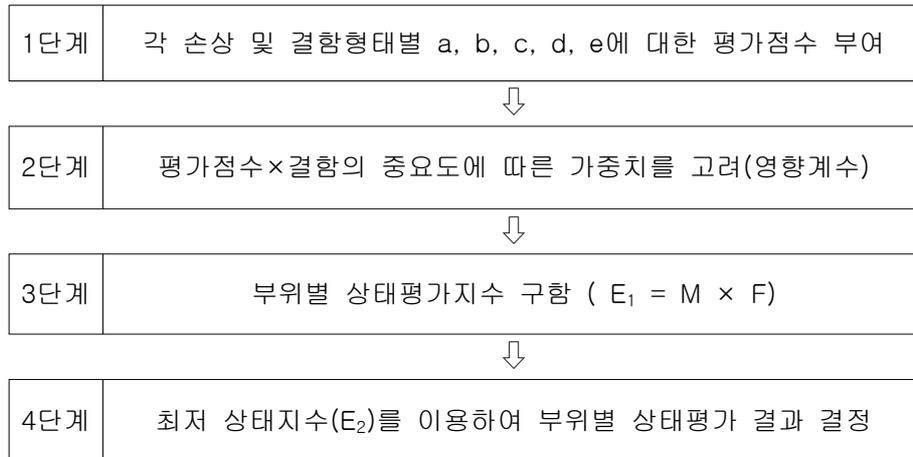
평가결과를 결정하기 위한 평가지수 값은 소수3째 자리를 반올림하여 사용한다.

[표 7.40] 개별부재 평가표 (예)

개 별 부 재 :	조작대 / 본체1				표번호
1단계 표번호 :	1-1, 1-2				2-1
조사항목	평가유형	평가기준	평가점수 M	영향계수 F	평가지수 E ₁ =M*F
균열	중요결함	표 -	3	1.0	3.0
박락	국부결함	표 -	4	1.1	4.4
누수	일반손상	표 -	3	1.3	3.9
1. 개별부재의 상태평가지수(E ₂) = 상태평가지수 E ₁ 중 최소값 =					3.0
2. 개별부재의 상태평가 결과 =					c

【해설】

1. 개별부재의 상태평가 절차를 요약하면 [해설 그림 7.4.1]과 같다.



【해설 그림 7.4.1】 개별부재의 상태평가 절차(1, 2단계) 흐름도

- (1) 1단계 : [표 7.40]에서 예시된 조사항목 중 “균열”, “박락” 및 “누수”의 경우 [표 7.38]과 같은 부재(부위별) 평가에서 평가 결과에 따라 평가점수(M)을 부여한다.
- (2) 2단계 : “균열”은 [표 7.14]의 세부시설 수문본체의 “구조적 균열”에 해당하므로 평가유형의 “중요결함”에 해당하며 평가결과와 관계없이 영향계수(F)는 “1”에 해당한다. 역시 같은 방법으로 “박락”은 상태평가기준에서 “국부결함”에 해당하며 평가점수가 “4”이므로 영향계수는 “1.1”에 해당된다.
 “누수”도 같은 방법으로 상태평가기준에서 “일반손상”에 해당하며 평가점수가 “3”이므로 영향계수는 “1.3”에 해당된다.
- (3) 3단계 : 1단계에서 구한 평가점수와 2단계에서 결정한 영향계수를 곱하여 각 손상에 대한 상태평가지수(E_1)를 구한다.
 - ① 균열 : $E_1 = M \times F = 3.0 \times 1.0 = 3.0$
 - ② 박락 : $E_1 = M \times F = 4.0 \times 1.1 = 4.4$
 - ③ 누수 : $E_1 = M \times F = 3.0 \times 1.3 = 3.9$
- (4) 4단계 : 개별부재의 손상에 대한 상태평가지수중 최소값이 “균열”에 해당하므로 “3.0”으로 선정한다. 상태평가지수가 “3.0”이므로 [표 7.39]에 따라 개별부재의 상태평가결과는 “c”(2.5≤ E_1 < 3.5)로 결정한다.

3) 3단계 평가 : 복합부재 평가표 작성

복합부재는 개별부재의 집합으로 주요부재와 보조부재로 구분할 수 있다.

복합부재의 평가는 개별부재가 구조체의 안전에 미치는 영향을 판단하여 그 중요도를 반영한다. 이때 개별부재의 중요도의 합이 100이 되도록 한다. 이때, 중요도를 규정하지 않은 기타의 다른 복합부재에 속하는 개별부재들은 부재숫자에 따라 균등배분하거나 면적 등의 규모 비율을 적용하여 중요도의 합이 100이 되도록 한다.

책임기술자는 개별부재의 특성에 따라 중요도를 조정할 필요가 있다고 판단될 경우 규정된 값의 20%값 범위 내에서 조정할 수 있다. 또한, 복합부재의 안전은 상태가 나쁜 개별부재의 영향을 크게 받으므로 그에 상응한 보정을 하기 위하여 조정계수를 사용한다.

복합부재의 평가지수(E3) 산정 시 조정계수의 사용은 개별부재의 평가지수(E2)별로 위험성이 큰 값에 보다 큰 가중치를 적용하여 부재 전체의 안전성을 평가절하 한다. 이는 단순 산술평균법의 적용보다 다소 낮은 평가지수의 평가결과를 도출한다. 복합부재의 평가는 개별부재의 평가지수(E2)에 중요도 및 조정계수를 반영하여 복합부재의 상태평가지수(E3)를 산출하고 상태평가 결과를 결정한다.

$$\text{복합부재의 상태평가지수}(E3) = \sum(E2 \times A \times W) / \sum(A \times W)$$

여기서, E2 : 개별부재의 상태평가지수

A : 조정계수

W : 중요도

[표 7.41] 평가지수에 따른 조정계수

평가기준	a	b	c	d	e
평가지수 (E _{1~7} , E _s , E _c)	5.0 ~ 4.5이상	4.5미만~ 3.5이상	3.5미만~ 2.5이상	2.5미만~ 1.5이상	1.5미만~ 1.0이상
조정계수(A)	1	2	3	6	6

[표 7.42] 개별부재의 중요도 조정 방법 (예)

구 분	조작대	문기둥	문틀	보기둥	기초상판	비 고
중요도	20	25	15	25	15	20+25+15+25+15 ⇒ 100
중요도 (조정 후)	-	25*100/80 =31.2 ⇒ 31	15*100/80 =18.8 ⇒ 19	25*100/80 =31.2 ⇒ 31	15*100/80 =18.8 ⇒ 19	31+19+31+19 ⇒ 100

* 중요도 조정 방법은 특정한 부재가 추가되거나 제외되는 경우에 복합부재의 중요도를 100으로 환산하는데 이용하는 방법임.

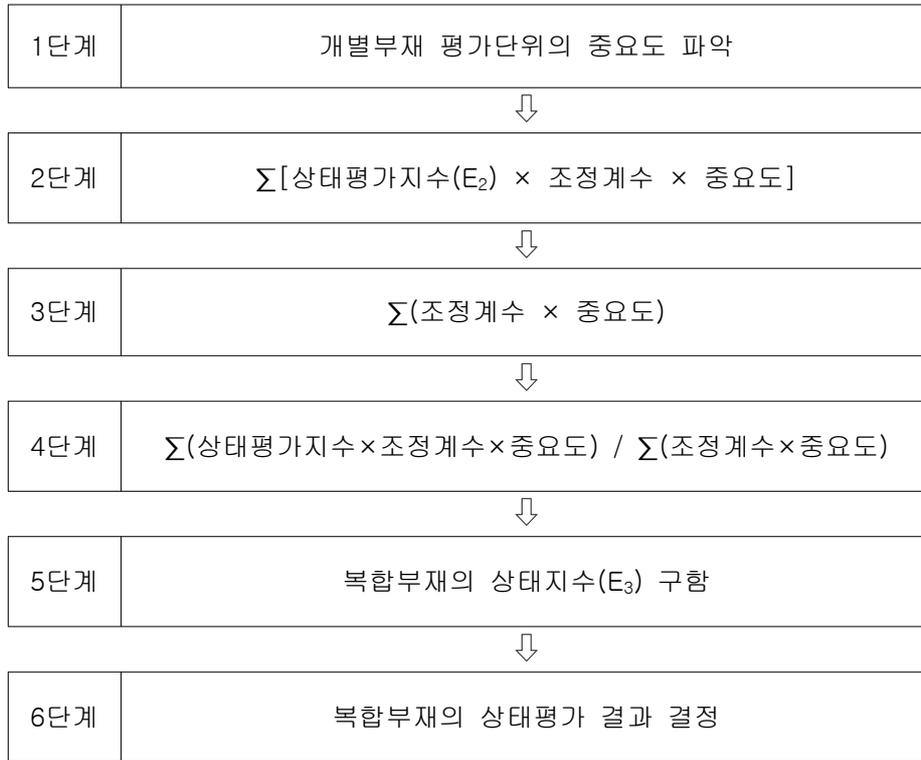
[표 7.43] 복합부재 평가표 (예)

복 합 부 재 :	본체1/수문본체					표번호
2단계 표번호 :	2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 2-5					No. 3-1
개별부재	평가결과	평가지수 E ₂	조정계수 A	중요도(%) W	계산값 A*W	계산값 E ₂ *A*W
조작대	c	3.0	3	20	60.0	180.0
문기둥	b	3.6	2	25	50.0	180.0
문틀	b	3.6	2	15	30.0	108.0
보기둥	b	3.6	2	25	50.0	180.0
기초상판	b	3.6	2	15	30.0	108.0
합계(Σ)				100	220.0	756.0
<조사자 의견>						
1. 복합부재의 상태평가지수(E ₃) = Σ(E ₂ *A*W)/Σ(A*W) = 756.0/220.0 =						3.44
2. 복합부재의 상태평가 결과 =						c

* 기타 구조물의 중요도는 부재숫자에 따라 균등하게 부여하거나 면적 등에 따라 책임기술자가 정한다.

【해설】

1. 복합부재의 상태평가 절차를 요약하면 [해설 그림 7.4.2]와 같다.



【해설 그림 7.4.2】 복합부재의 상태평가 절차(3단계) 흐름도

- (1) 1단계 : [표 7.43]의 복합부재 "본체1"의 경우 개별부재는 조작대·문기둥·문틀·보기둥·기초상판 5개로 구성되어 있으며, 중요도는 [표 7.42]와 동일하게 예시하였다.
 개별부재의 갯수가 [표 7.42]에서 예시된 것과 다르게 추가되거나 제외되는 경우, [표 7.42] 중요도 조정방법에 의하여 개별부재의 가중치를 조정 할 수 있다. 이때 중요도의 합은 100이 되도록 조정하여야 한다.
- (2) 2단계 : [표 6.65]에서 개별부재별 평가결과에 따라 조정계수(A) 구하여, 각 개별부재별로 상태평가지수, 조정계수, 중요도를 곱한다.
 - ① 개별부재 "조작대"의 경우 평가결과가 "c"이므로 조정계수는 [표 7.41]에서 "3"에 해당한다.
 - ② 다른 4개의 개별부재의 조정계수도 같은 방법으로 결정한다.
- (3) 3단계 : 가중평균치를 구하기 위하여 각 개별부재별로 조정계수, 중요도를 곱한값을 구한다.
- (4) 4, 5단계 : 2단계값을 3단계값으로 나누어 가중평균치를 구하고 그 값이 복합부재의 상태평가지수(E_3)가 된다. 상태평가지수 계산시 소수 셋째자리까지 계산하고 반올림하여 소수 둘째자리로 표시한다.
- (5) 6단계 : 5단계에서 구한 상태평가지수(E_3)가 "3.44"이므로 [표 7.39]에 따라 복합부재의 상태평가결과는 "c"(2.5≤E< 3.5)로 결정한다.

4) 4단계 평가 : 개별시설 평가표 작성

수문 구조물의 개별시설은 동일기능을 수행하는 복합부재의 집합으로 구성되어 있다. 개별시설의 평가는 복합부재의 중요도는 같다는 가정 하에 복합부재의 상태평가지수(E3)에 규모(길이, 면적, 부피, Capacity 등)를 반영하여 개별시설의 상태평가지수(Ec)를 산출하고 상태평가 결과를 결정한다. 또한 개별시설의 평가단계에서는 안전성평가를 수행하여 종합평가 결과를 결정한다.

개별시설의 상태평가지수(Ec) = Min + V1 × V2

여기서, V1 = 0.3 × (Max - Min)

V2 = Σ(E3 × S) / (5 × ΣS)

S : 규모

Max : 복합부재의 상태평가지수(E3) 최대값

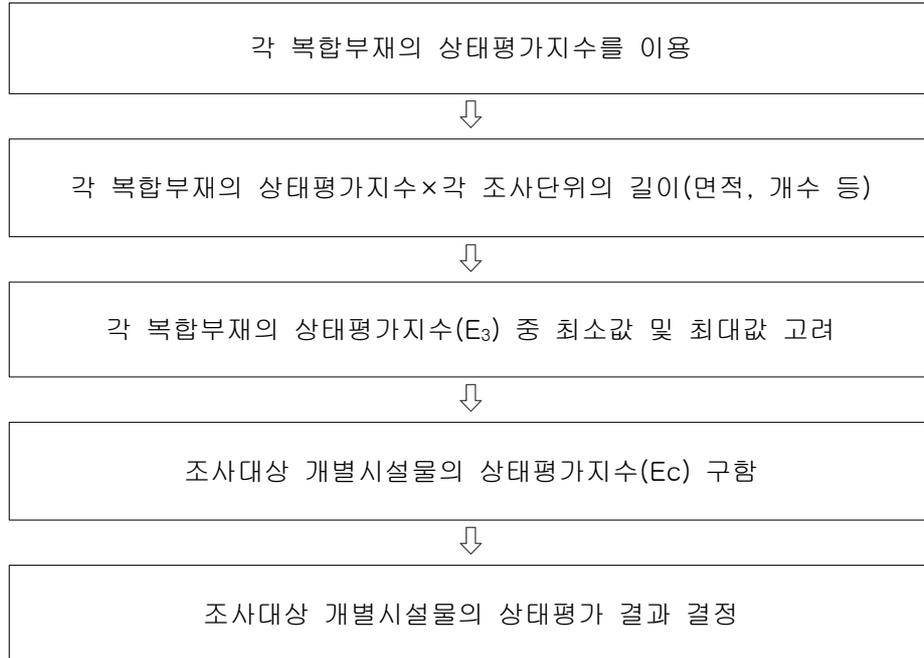
Min : 복합부재의 상태평가지수(E3) 최소값

[표 7.44] 개별시설 평가표 (4단계 평가표 부분 예시)

개 별 시 설 :	수문본체			
3단계 표번호 :	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7			
복합부재명	평가결과	평가지수 E ₃	규 모(m) S	계산값 E ₃ *S
본체1	c	3.44	15	51.6
본체2	b	3.50	15	52.5
본체3	b	3.77	15	56.6
본체4	b	3.67	15	55.1
본체5	c	3.02	15	45.3
본체6	c	3.19	15	47.9
본체7	b	3.59	15	53.9
합계(Σ)			105.0	362.9
<조사자 의견>				
1. 상태평가지수(E ₃) 최대값 (Max. Value) =				3.77
2. 상태평가지수(E ₃) 최소값 (Min. Value) =				3.02
3. V ₁ = 0.3*(Max.-Min) = 0.3*(3.77-3.02) =				0.23
4. V ₂ = Σ(E ₃ *S) / (5*ΣS) = 362.9 / (5*105.0) =				0.69
5. 개별시설의 상태평가지수(Ec) = Min.+V ₁ *V ₂ = 3.02 + 0.23*0.69 =				3.18
6. 개별시설의 상태평가 결과 =				c

【해설】

1. 개별시설의 상태평가 절차를 요약하면 [해설 그림 7.4.3]과 같다.



[해설 그림 7.4.3] 개별시설의 상태평가 절차(4단계) 흐름도

- (1) 1단계 : [표 7.44]의 복합부재 “본체1”의 평가결과와 상태평가지수는 [표 7.43]에서 산정된 결과이며, 다른 복합부재 “본체2”부터 “본체7”까지도 같은 방법으로 산정된 결과를 예시한 것이다.
- (2) 2단계 : 규모값(S)은 길이를 기준으로 하여 각 복합부재의 길이를 기입한 것이다.
- (3) 3,4단계 : 개별시설의 상태평가지수(E_c) 공식에 최대값, 최소값 등을 넣고 계산하면, [표 7.43]에서 알 수 있듯이 상태평가지수는 “3.18”로 산정되었다.
- (4) 5단계 : 상태평가지수(E_c)가 “3.18”이므로 [표 7.39]에 따라 개별시설의 상태평가 결과는 “c”(2.5≤ E_c < 3.5)로 결정하였다.

다. 문비 및 기계설비

문비 및 기계설비의 상태를 평가하기 위한 평가단계별 구분은 단경간(1련) 수문에 있는 문비 및 기계설비를 개별시설에 해당하는 것으로 하고, 이를 권양기, 문비로 구분하여 복합부재로 평가한다. 또한 각각의 복합부재를 다음 표와 같이 개별부재로 분류하고, 설치되어 있는 개별부재의 중요도는 동일하게 적용한다.

권양기 등 기계설비를 선택과업으로 조사한 경우 4단계 평가시 규모는 복합부재의 중요도로써 정한다. 복합부재의 중요도는 권양기 40%, 문비 60%를 적용한다. 책임기술자는 현장 여건에 따라 중요도를 20% 범위 내에서 조정할 수 있다.

문비의 손상상태평가표는 복합부재에 대하여 작성하며, 주로 손상상태를 기록하고 필요한 경우에만 개략도를 포함하여 작성한다.

문비 및 기계설비에 대한 상태평가 절차는 수문본체 구조물과 같은 방법 및 절차로 수행한다.

[표 7.45] 문비 및 기계설비의 평가단계별 구분표 (예)

평가단계별 구분			부재 및 시설물의 단계별 구분		
평가구분		평가대상			
상태평가	1단계	상태변화 ^{※)} (결함, 손상)	- 권양기 로프 - 드럼 - 감속기 - 제동장치	- 권양기 로프 - 드럼 - 감속기 - 제동장치	...
	2단계	개별부재	- 문비 외판 - 보강재 - 수밀부 - 롤러부(가이드 - 플레이트포함)	- 문비 외판 - 보강재 - 수밀부 - 롤러부(가이드 - 플레이트포함)	
	3단계	복합부재	(부위1, 부위2 ...)	(부위1, 부위2 ...)	
상태평가 안전성평가 종합평가	4단계	개별시설	권양기1 문비1	권양기2 문비2	...
	5단계	복합시설	문비 및 기계설비 1	문비 및 기계설비 2	...
종합평가	6단계	복합시설	문비, 기계설비, <수문 구조물>		
	7단계	통합시설	-		
	8단계	종합시설	-		

※) 개별부재(부위)에 대한 외관조사망도 작성

7.5 안전성평가 기준 및 방법

7.5.1 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 상태평가 결과 및 각종 계측·측정·조사·시험 등을 통하여 충분한 기초자료를 확보하는 것이 중요하며, 안전성평가 시 검토할 사항은 다음과 같다.

- ① 비파괴 시험결과 분석
- ② 토질조사 등의 결과 분석
- ③ 시설물의 변형/변위 및 거동 등의 측정결과 분석
- ④ 구조물의 구조검토·해석결과 분석
- ⑤ 기타 안전성평가를 위하여 필요한 사항

나. 안전성평가의 적용

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

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

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

7.5.2 안전성평가 기준

가. 수문 구조물

1) 수문 구조물의 안전성평가

- 제반 설계서 또는 기존 정밀안전진단 보고서의 내하력 검토결과가 있는 경우 이들을 검토하여 구조물의 구조적 안전성을 판단한다.
- 설계서 등이 없는 경우
주요부재에 대한 내하력 검토를 시행한다. 이때, 내하력 검토는 주요 구조부재 중 취약부재를 선택하여 시행한다.

2) 내하력 검토

내하력 검토는 콘크리트구조설계기준에 있는 강도설계법에 의해 검토하는 것으로 하며, 이때, 강도감소계수와 하중계수는 기존시설의 안전성평가 내용에서 정한 바를 따른다.

3) 토압

토압은 토질조사에 근거하여 산출하는 것이 기본이나 토질조사결과가 없는 경우에는 구조물기초설계기준('97, 건교부) 등에 나와 있는 일반적인 토사에 대한 값을 취해 토압을 산정한다.

암거의 경우에 암거 주위의 교통하중에 의한 추가하중은 지하철설계기준(서울시) 등에 나와 있는 DB하중의 지하공간에서의 분포값을 취해 산출한다.

4) 수문본체

수문본체의 경우 자중, 권양하중, 풍압, 활하중 등을 고려하며, 이들 하중의 산출은 도로교설계기준('05, 한국도로교통협회) 등을 참조하고, 홍수위는 기존의 하천정비기본계획 등에 나와 있는 홍수위를 취하며, 홍수 시 지하수위는 홍수위와 동일하게 형성된다고 가정한다.

5) 구조계산

구조계산은 탄성해석을 실시한다.

지지조건은 토질조사 결과가 있는 경우에는 지반스프링을 취하며(도로교설계기준 참조), 토질조사 결과가 없는 경우에는 힌지와 롤러로서 취한다.

6) 단면 내하력 검토

단면의 내하력 검토는 휨, 전단 등에 대해 검토하며, 이때, 설계도면이 있으면 설계도면에 따르고 설계도면이 없는 경우엔 하천구조물표준도('83, 건설부) 등을 참조하여 내하력 검토를 실시한다.

내하력 검토 후 휨, 전단 등에 대한 내하율(내하력/발생력) 값에 따라 아래와 같이 안전성평가 결과를 결정한다.

[표 7.46] 내하율에 의한 안전성평가 기준

평가기준	평가점수	상 태
a	5	산출된 내하율이 1.0 이상인 경우
b	4	산출된 내하율이 1.0 이상인 경우이나 주요부재의 단면손실이 있는 경우
c	3	산출된 내하율이 1.0 미만 0.9이상인 경우
d	2	산출된 내하율이 0.9 미만 0.75이상인 경우
e	1	산출된 내하율이 0.75미만인 경우

수문의 조작대 표고가 홍수위보다 낮으면 홍수시 권양기 침수로 인하여 수문조작이 불가능할 수 있다. 조작대 표고는 필히 검증된 결과를 사용하며 홍수위는 하천정비기본계획상의 홍수위편을 참조하여 수문지점의 홍수위를 산출한다(직선보간법 등 사용). 조작대 표고와 수문지점의 홍수위 값에 따라 아래와 같이 안전성평가 결과를 결정한다.

[표 7.47] 조작대 접근성에 대한 안전성평가 기준

평가기준	평가점수	상 태
a	5	조작대 표고가 홍수위보다 높고, 접근로 표고도 홍수위보다 높은 경우
b	4	-
c	3	조작대 표고가 홍수위보다 높으나, 접근로 표고가 홍수위보다 낮은 경우
d	2	조작대 표고가 홍수위보다 낮은 경우
e	1	-

【해설】

1. 구조해석을 통한 내하력 평가는 현 설계기준의 극한하중에 대한 검토를 실시하고, 필요 시 지진하중을 고려할 수 있다.(내진설계 대상이 되는 수문은 「하천설계기준」 3.2 수문의 내진설계를 참조) 현장조사에 의한 구조물의 부재치수와 상태, 재료의 성질 및 기타 구조조건을 실제 상태대로 사용하중을 반영하여 안전성 평가를 실시한다.(콘크리트 구조설계기준 20장 구조물의 안전성 평가 참조)

2. 내하율에 따른 안전성검토 보고서 작성 예시

(1) 검토조건

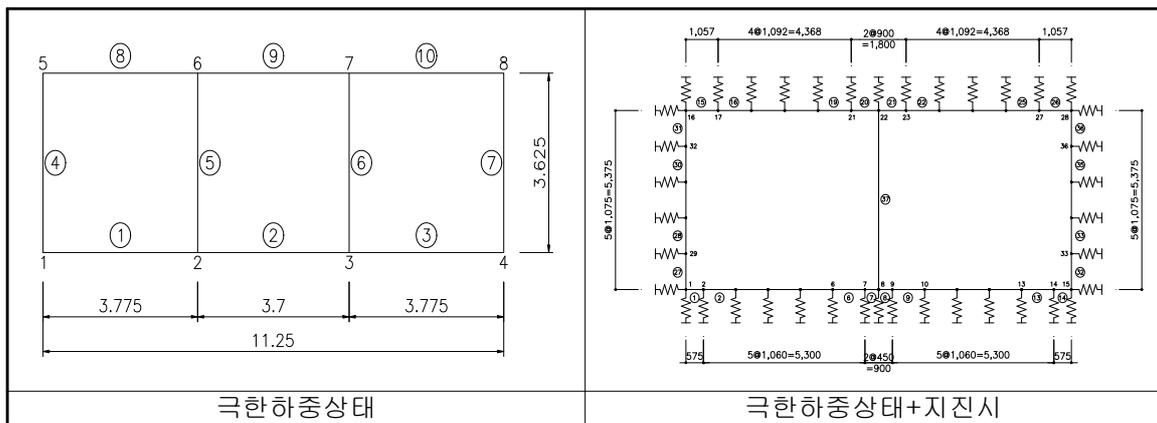
- ① 대상구간 및 단면도
- ② 단위중량, 하중강도 및 강도감수계수, 토압계수, 하중계수

(2) 하중계산(정상시와 홍수시 검토)

- ① 고정하중은 구조물의 단위중량을 기준으로 산출한다.
- ② 상재 활하중
- ③ 연직토압, 수평토압
- ④ 지하수압

(3) 하중재하도 및 해석 모델링

- ① 하중조합
 - 극한하중상태의 하중조합을 검토하며 필요 시 지진하중을 검토 할 수 있다.
- ② 모델링



(4) 단면력 산정 및 내하력 검토

① 단면력 산정

부재별		단면력 (Mu) (t·m)	$a(= \frac{As \cdot f_y}{0.85 f_{ck} \cdot b})$	$Md = \psi \cdot As \cdot f_y \cdot (d - \frac{a}{2})$	안전율 (Md/Mu)	평가
1련 배수 암거 상부	중앙	17.3	3.75	30.56	1.77	충분한 안전을 확보

② 철근의 유효깊이 및 철근량

부재별	철근유효깊이 (d, cm)	철근량 (cm ²)	비고
1련암거 상부슬래브	43	중앙 : D22@250 × 2 = 30.97	

(5) 내하력에 대한 안전성평가등급 산정

- 내하력 검토 결과, 모든 부재에서 내하율이 1.00이상으로 나타나야 내하력을 확보하고 있는 것으로 평가된다.

구조물	안전율	내하력 평가등급	비고
배수암거	1.77	a	

3. 조작대 접근성에 대한 안전성평가 보고서 작성 예시

평가항목		표고 (EL. m)	홍수위 (EL. m)	조작대접근성 평가결과	비고
제1수문	조작대	15.50	11.70	a	
	접근로	12.00			
제2수문	조작대	16.00	13.00	c	
	접근로	12.50			

☞ 예시된 제1수문의 경우 조작대와 접근로의 표고가 홍수위보다 높으므로 [표 7.47]의 평가기준에 따라 "a"에 해당된다.

☞ 예시된 제2수문의 경우 조작대의 표고가 홍수위보다 높아 홍수시 권양기의 침수위험은 없으나 접근로가 홍수위보다 낮아 조작대의 접근이 어려우므로 [표 7.47]의 평가기준에 따라 "c"에 해당된다.

《참고사항》

1. 수문의 내진설계

내진설계의 대상이 되는 수문은 본류를 횡단하거나 본류로 유입되는 지류를 횡단하여 제방을 분리시키는 형태로 설치한 수문이다

(1) 수문은 유량을 통과시키거나 제어할 목적으로 설치하며, 물이 유출입 되는 구조물을 충징하는 넓은 의미와 그 형상에 따라 세분화하여 아래와 같이 통문, 통관과 함께 사용하는 좁은 의미의 수문으로 나눌 수 있다.

- ① 수문 : 본류를 횡단하거나 본류로 유입되는 지류를 횡단하여 제방을 분리시키는 형태로 설치한 문짝을 가진 구조물
- ② 통문 : 제방을 관통하여 설치한 사각형 단면의 문짝을 가진 구조물

- ③ 통관 : 제방을 관통하여 설치한 원형 단면의 문짝을 가진 구조물
- (2) 이중 내진설계의 대상이 되는 수문은 통문 및 통관을 제외한 ①항의 수문이다.

2. 수문의 내진등급

- (1) 수문의 내진 등급은 다음의 위험계수에 의하여 분류한다.
 - ① 내진 1등급은 총 위험계수가 10보다 큰 수문
 - ② 내진 2등급은 총 위험계수가 10이하인 수문
 - ③ 총 위험계수가 4이하인 수문에 대하여는 발주기관과 협의하여 내진설계를 하지 않을 수 있다.

위험인자	높음	중간	낮음
계획홍수량(m^2/s) (위험계수)	20,000초과 (4)	20,000~10,000 (2)	10,000미만 (0)
수문의 높이 (위험계수)	30초과 (4)	30~10 (2)	10미만 (0)
대피시킬 인원의 수(인) (위험계수)	5,000초과 (8)	5,000~500 (4)	500미만 (0)
하류피해 (위험계수)	높음 (8)	중간 (4)	낮음 (0)

- (2) 수문이 지질학적으로 지진지반운동이 활발한 지역에 위치하는 등 지진의 영향을 특별히 고려해야 할 경우 위험계수와는 별도로 내진등급을 상향조정 할 수 있다.

나. 문비

문비에 대한 안전성평가는 안전성에 문제가 있다고 판단되는 특별한 경우를 제외하고는 별도로 수행하지 않는다.

안전성평가를 수행할 경우에 동일규격의 설비가 다수 설치된 경우에는 취약한 설비를 선정하여 대표적으로 수행하며, 안전성평가 결과를 동일규격의 설비에 같이 적용한다. 제반설계서 또는 기존의 정밀안전진단 보고서가 있는 경우 이들을 검토하여 안전성을 판단하고 설계서 등이 없는 경우에는 주요부재에 대한 응력비 검토를 시행한다.

- ① 하중의 산출은 계획수위(하천정비 기본계획에 나와 있는 홍수위) 및 문비의 바닥고에 따라야한다.
- ② 주요부재는 굽힘응력, 전단응력, 처짐, 스킨플레이트 등에 대한 허용응력은 강재설비설계기준, 댐연시설기술기준, 수문·통문게이트설계요령 및 농지개량사업계획설계기준(해면간척편) 등을 참고하여 검토하여야한다.
- ③ 부재의 적용치수는 주로 설계도서를 기준으로 하고, 특별한 경우(부식이 많이 진행된 경우 등)에는 실측값을 적용한다.
- ④ 안전성 평가는 부재의 휨, 전단 등에 대한 응력비(허용응력/발생응력) 값에 따라 아래와 같이 안전성평가 결과를 결정한다.

[표 7.48] 문비 구조검토에 대한 안전성평가 기준

평가기준	평가점수	상 태
a	5	산출된 응력비가 1.5 이상인 경우
b	4	산출된 응력비가 1.5 미만 1.1이상인 경우
c	3	산출된 응력비가 1.1 미만 1.0이상인 경우
d	2	산출된 응력비가 1.0 미만 0.9이상인 경우
e	1	산출된 응력비가 0.9미만인 경우나, 부식으로 단면손실이 있는 경우

*) 응력비는 부재의 허용응력/발생응력에 대한 비율로 산출한다.

7.5.3 안전성평가 결과 산정 방법

가. 일반

각종 해석을 통하여 안전성 평가기준에 따른 각각의 안전성평가 결과가 결정되면 이들을 종합하여 하나의 안전성평가 결과를 결정하기 위하여 본 평가체계에서 다음과 같은 수식을 사용한다.

이 수식에 의해 산출되는 안전성평가지수(E_s)는 각 검토항목의 안전성평가 결과 중 가장 낮은 안전성평가 결과보다 다소 상향된 결과로 평가된다.

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

여기서, N : 안전성 검토항목 수

L : 검토항목의 안전성평가지수(평가점수) 중 최소값

H : 검토항목의 안전성평가지수(평가점수) 중 최대값

M_i : 검토항목의 최대 및 최소값을 제외한 나머지 값들

검토단면이 다수인 경우도 각 검토단면의 안전성평가 결과를 하나의 검토항목으로 간주하여 위의 식에 의해 최종적인 전체 구조물의 안전성평가 결과를 결정할 수 있다.

안전성평가는 각 시설물의 개별부재 또는 복합부재에 대한 각종 해석 후 각각의 안전성평가기준에 따른 안전성평가 결과를 결정한 후 위의 식으로 개별시설의 안전성평가지수를 산출한다.

또한 아래의 [표 7.49]에 제시된 안전성평가지수 범위에 따른 안전성평가 결과 기준에 의해 개별시설의 안전성평가 결과를 결정한다.

[표 7.49] 안전성평가지수에 따른 안전성평가 기준

안전성평가지수의 범위	안전성평가기준	안전성평가점수	비 고
$4.5 \leq E_s \leq 5.0$	A	5	
$3.5 \leq E_s < 4.5$	B	4	
$2.5 \leq E_s < 3.5$	C	3	
$1.5 \leq E_s < 2.5$	D	2	
$1.0 \leq E_s < 1.5$	E	1	

나. 수문 구조물 안전성평가 결과 산정 방법

[표 7.50] 수문본체 안전성평가표 (4단계 평가표 부분 예시)

안 전 성 평 가					
평가항목	평가결과	평가점수	평가항목	평가결과	평가점수
1. 내하력	<i>a</i>	5	4. 기타 검토2	<i>b</i>	4
2. 조작대접근성	<i>b</i>	4	5. 기타 검토3	<i>d</i>	2
3. 기타 검토1	<i>c</i>	3			
<검토자 의견>					
1. 평가항목수(N)에 따라 Es 수식 선택 1.1) N=1이면 $Es = Min$, N=2이면 $Es = Min + 0.3 * (Max - Min)$ 1.2) N>2이면 $Es = Min + 0.3 * (Max - Min) * \sum M / (5 * (N-2))$ (Max, Min = 평가점수 최대, 최소값 : M = 최대, 최소값을 제외한 나머지 중간값)					
2. 개별시설 안전성평가지수(Es) =					2.66
3. 개별시설 안전성평가 결과 =					C

다. 문비 안전성평가 결과 산정 방법

[표 7.51] 문비 안전성평가표 (4단계 평가표 부분 예시)

안 전 성 평 가					
평가항목	평가결과	평가점수	평가항목	평가결과	평가점수
1. 휨	<i>a</i>	5			
2. 전단	<i>b</i>	4			
<검토자 의견>					
1. 평가항목수(N)에 따라 Es 수식 선택 1.1) N=1이면 $Es = Min$, N=2이면 $Es = Min + 0.3 * (Max - Min)$ 1.2) N>2이면 $Es = Min + 0.3 * (Max - Min) * \sum M / (5 * (N-2))$ $= 3 + 0.3 * (5 - 3) * 12 / (5 * (3 - 2))$ (Max, Min = 평가점수 최대, 최소값 : M = 최대, 최소값을 제외한 나머지 중간값)					
2. 개별시설 안전성평가지수(Es) =					4.30
3. 개별시설 안전성평가 결과 =					B

7.6 종합평가 기준 및 방법

7.6.1 종합평가 기준

시설물의 상태평가와 안전성평가를 실시한 경우에는 각각의 결과로 부여된 상태평가 결과와 안전성평가 결과를 종합적으로 비교·검토하여 그 시설물에 대한 종합평가를 결정하며, 시설물에 대한 종합평가 기준은 [표 7.52]의 종합평가지수($E_{4\sim7}$)에 따라 결정한다.

[표 7.52] 종합평가지수에 따른 종합평가 기준

종합평가지수($E_{4\sim7}$)	종합평가 기준	비 고
$4.5 \leq (E_{4\sim7}) \leq 5.0$	A	
$3.5 \leq (E_{4\sim7}) < 4.5$	B	
$2.5 \leq (E_{4\sim7}) < 3.5$	C	
$1.5 \leq (E_{4\sim7}) < 2.5$	D	
$1.0 \leq (E_{4\sim7}) < 1.5$	E	

7.6.2 종합평가 결과 산정 방법

가. 종합평가 결과 산정

평가대상 개별시설에 대하여 상태평가 및 안전성평가를 실시한 후 그 결과에 의해 산출된 상태평가지수와 안전성평가지수를 비교하여 작은 값을 종합평가를 위한 종합평가지수(E4)로 결정한다.

안전성평가를 실시하지 않은 경우는 상태평가지수를 종합평가지수로 같음하고, 종합평가지수(E4)를 적용하여 개별시설의 종합평가 결과를 결정하고, 평가단계별로 그 결과를 취합하여 종합평가를 실시한다.

나. 종합평가 결과 산정 방법

평가대상 시설물에 대하여 평가단계별 구분표에 따라 종합평가 결과 산정절차를 예시하였다.

1) 4단계 평가 : 개별시설 평가표 작성

시설물의 평가단계별 구분표에서 4단계에 해당하는 종합평가 결과를 결정하기 위해 시설물별 상태평가 및 안전성평가 결과로 산출된 상태평가지수와 안전성평가지수를 사용하며 이 값 중에서 작은 값을 개별시설의 종합평가지수(E4)로 적용한다.

안전성평가를 실시하지 않은 경우는 상태평가지수를 종합평가지수로 같음하고 [표 7.52]에 따라 평가대상 시설물에 대한 종합평가 결과를 부여한다.

개별시설의 종합평가지수 (E4) = $\text{Min}(E_c, E_s)$

여기서, E_c : 개별시설의 상태평가지수

E_s : 개별시설의 안전성

[표 7.53] 개별시설 평가표 (예)

개 별 시 설 :	수 문 본 체			표번호	
3단계 표번호 :	3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 3-6, 3-7			4-1	
상 태 평 가					
복합부재명	평가결과	평가지수 E ₃	규 모(m) S	계산값 E ₃ *S	
본체1	c	3.44	15	51.6	
본체2	b	3.50	15	52.5	
본체3	b	3.77	15	56.6	
본체4	b	3.67	15	55.1	
본체5	c	3.02	15	45.3	
본체6	c	3.19	15	47.9	
본체7	b	3.59	15	53.9	
합계(Σ)			105.0	362.9	
<조사자 의견>					
1. 상태평가지수(E ₃) 최대값 (Max. Value) =				3.77	
2. 상태평가지수(E ₃) 최소값 (Min. Value) =				3.02	
3. V ₁ = 0.3*(Max.-Min) = 0.3*(3.77-3.02) =				0.23	
4. V ₂ = Σ(E ₃ *S) / (5*ΣS) = 362.9 / (5*105.0) =				0.69	
5. 개별시설의 상태평가지수(E _c) = Min.+V ₁ *V ₂ = 3.02 + 0.23*0.69 =				3.18	
6. 개별시설의 상태평가 결과 =				C	
안 전 성 평 가					
평가항목	평가결과	평가점수	평가항목	평가결과	평가점수
1. 내하력	a	5	4. 기타 검토2	b	4
2. 조작대접근성	b	4	5. 기타 검토3	d	2
3. 기타 검토1	c	3			
<검토자 의견>					
1. 평가항목수(N)에 따라 Es 수식 선택					
1.1) N=1이면 Es = Min, N=2이면 Es = Min + 0.3 * (Max - Min)					
1.2) N>2이면 Es = Min + 0.3 * (Max - Min) * Σ M / (5 * (N-2))					
(Max, Min = 평가점수 최대, 최소값 : M = 최대, 최소값을 제외한 나머지 중간값)					
2. 개별시설 안전성평가지수(E _s) =					2.66
3. 개별시설 안전성평가 결과 =					C
종 합 평 가					
1. 개별시설 종합평가지수(E ₄) = 최소값 (Ec, Es) =					2.66
2. 개별시설 종합평가 결과 =					C

【해설】

1. [표 7.53]의 개별시설의 상태평가결과는 [표 7.44]의 개별시설 “수문본체”상태평가 결과를 인용한 것이며, 안전성평가 결과도 [표 7.50]의 “수문본체” 안전성평가 결과를 인용하여 예시한 것이다.
2. 종합평가는 [표 7.53]의 상태평가 결과와 안전성평가 결과의 최소값이 안전성평가 결과 “2.66”이므로 이 값을 종합평가지수로 결정하였다.
3. 개별시설의 종합평가지수가 “2.66”이므로 [표 7.52]에 따라 개별시설의 종합평가결과는 “C”(2.5≤E4<3.5)로 결정한다.

2) 5단계 평가 : 복합시설 평가표 작성

수문 구조물은 각각 기능이 다른 다수의 개별시설이 모여 홍수방어라는 하나의 목적을 수행한다.

각각의 개별시설들은 주요시설과 보조시설로 구분할 수 있으며, 개별시설의 기능에 문제가 발생할 경우 복합시설의 목적수행에 미치는 영향을 판단하여 개별시설의 중요도를 반영한다.

(수문본체 : 40, 물받이공 : 7, 날개벽 : 10, 암거 : 40, 관리교량 : 3).

복합시설의 평가 시 중요도의 결정은 복합부재 평가(3단계평가)에서와 같은 방법으로 수행하며, 개별시설의 종합평가지수(E4)에 중요도 및 조정계수를 반영하여 복합시설의 종합평가지수(E5)를 산출하고 종합평가 결과를 결정한다.

$$\text{복합시설의 종합평가지수}(E_5) = \frac{\sum(E_4 \times A \times W)}{\sum(A \times W)}$$

여기서, E4 : 개별시설의 종합평가지수

A : 조정계수

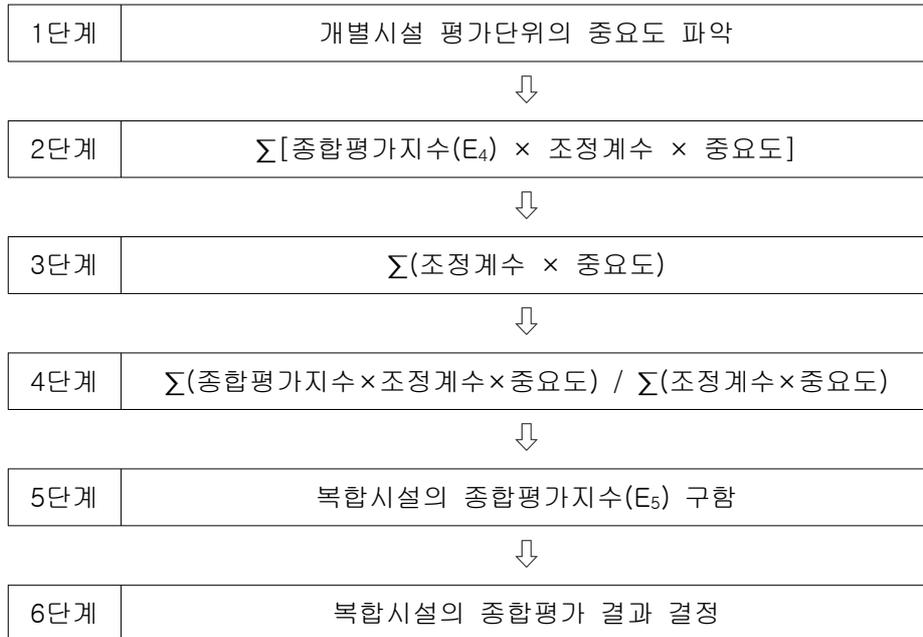
W : 중요

[표 7.54] 복합시설 평가표 (예)

복합시설 :	수문 구조물					표번호
4단계 표번호 :	4-1, 4-2, 4-3, 4-4, 4-5					5-1
개별시설	평가결과	평가지수 E ₄	조정계수 A	중요도(%) W	계산값 A*W	계산값 E ₄ *A*W
수문본체	C	2.66	3	40	120.0	319.2
물받이공	C	3.20	3	7	21.0	67.2
날개벽	C	3.27	3	10	30.0	98.1
암거	C	3.05	3	40	120.0	366.0
관리교량	C	3.05	3	3	9.0	27.5
합계(Σ)				100	300.0	878.0
<조사자 의견>						
1. 복합시설의 종합평가지수(E ₅) = $\frac{\sum(E_4 * A * W)}{\sum(A * W)} = \frac{878.0}{300.0} =$						2.93
2. 복합시설의 종합평가 결과 =						C

【해설】

1. 복합시설의 종합평가 절차를 요약하면 다음과 같다.



【해설 그림 7.6.1】 복합시설의 종합평가 절차 흐름도

- (1) 1단계 : [표 7.54] 복합시설 “수문구조물”은 5개의 개별시설물로 구성되어 있으며, 중요도는 본문에서 예시한 값을 인용하였다. 만약, 개별시설의 개수가 예시된 것과 다르게 많거나 적을 경우에는 [표 7.42]와 같이 개별시설의 중요도를 조정할 수 있다. 이때 개별시설의 중요도의 합은 100이 되어야 한다.
- (2) 2단계 : [표 7.54]에서 개별시설별 평가결과에 따라 조정계수(A) 구하여, 각 개별시설별로 상태평가지수, 조정계수, 중요도를 곱한다.
- ① 개별시설 “수문본체”의 경우 [표 7.53]의 예시 결과를 인용한 것이며, 인용된 평가결과가 “C”이므로 조정계수는 [표 7.41]에서 “3”에 해당한다.
 - ② 다른 개별시설 물받이공·날개벽·암거·관리교량의 조정계수도 같은 방법으로 결정한다.
- (3) 3단계 : 가중평균치를 구하기 위하여 각 개별시설별로 조정계수, 중요도를 곱한값 을 구한다.
- (4) 4, 5단계 : 2단계값을 3단계값으로 나누어 가중평균치를 구하면, 그 값이 복합시설의 종합평가지수(E_5)가 된다.
- (5) 6단계 : [표 7.54]의 경우 5단계에서 구한 종합평가지수(E_5)가 “2.93”이므로 [표 7.52]에 따라 복합시설의 종합평가결과는 “C”(2.5≤E<3.5)로 결정된다.

3) 6단계 평가 : 통합시설 평가표 작성

수문은 유지관리 방법이 다른 복합시설(수문 구조물, 문비 등)로 구성되어 수문의 설치 목적인 홍수방어를 수행하는 통합시설에 해당한다. 이들은 각각의 시설에 문제가 발생할 경우 통합시설의 안전과 목적수행에 미치는 영향은 차이가 발생할 수 있으므로 복합시설이 통합시설에 미치는 영향을 고려하여 그 중요도를 반영하며, 이때 복합시설의 중요도의 합은 100이 되도록 규정한다. 책임기술자는 복합시설의 특성에 따라 중요도를 조정할 필요가 있다고 판단될 경우 규정된 값의 20%값 범위 내에서 조정할 수 있다.

- 중요도가 규정되지 않은 추가적인 복합시설이 있는 경우
책임기술자가 그 복합시설의 중요도를 판단하여 정하고, 기타의 복합시설들은 규정된 비율대로 배분하여 감한다.
- 중요도는 제시되어 있으나 해당 복합시설이 없는 경우
그 중요도를 나머지 복합시설에 가중 배분한다.
통합시설의 평가는 복합시설의 종합평가지수(E5)에 조정계수 및 중요도를 반영하여 통합시설의 종합평가지수(E6)를 산출하고 종합평가 결과를 결정한다. 수문 시설물의 평가는 통합시설 평가표(6단계평가)를 작성하는 것으로 종료된다.

$$\text{통합시설의 종합평가지수}(E6) = \frac{\sum(E5 \times A \times W)}{\sum(A \times W)}$$

여기서, E5 : 복합시설의 종합평가지수

A : 조정계수

W : 중요도

[표 7.55] 복합시설의 중요도 조정방법 (예)

구 분	수문 구조물	문비 및 기계설비	비 고
중요도	85±17(20%)	15±3(20%)	85 + 15 = 100
중요도 (조정 후)	85 + 3 ⇒ 88	15 - 3 ⇒ 12	88 + 12 = 100

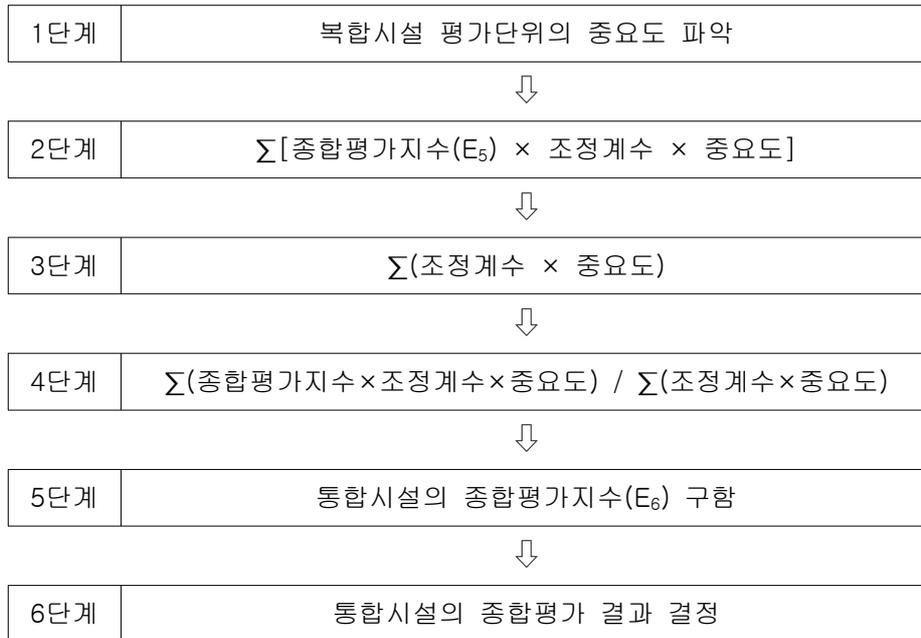
※) 상기 예시는 중요도를 조정하여 중요도의 합이 100이 되도록 조정하기 위한 방법이다.

[표 7.56] 통합시설 평가표 (예)

통합시설 :	수문					표번호
5단계 표번호 :	5-1, 5-2					No. 6-1
복합시설	평가결과	평가지수 E ₅	조정계수 A	중요도(%) W	계산값 A*W	계산값 E ₅ *A*W
수문 구조물	C	2.93	3	85	255.0	747.2
문비 및 기계설비	B	3.63	2	15	30.0	108.9
합계(Σ)				100	285.0	856.1
<조사자 의견>						
1. 통합시설의 종합평가지수(E ₆) = Σ(E ₅ *A*W)/Σ(A*W) = 856.1/285.0 =						3.00
2. 통합시설의 종합평가 결과 =						C

【해설】

- 6단계 통합시설의 평가도 5단계 평가 복합시설의 종합평가와 동일한 절차에 따라 시행하면 된다.
- 통합시설의 종합평가 절차를 요약하면 다음과 같다.



[해설 그림 7.6.2] 통합시설의 종합평가 절차 흐름도

- (1) 1단계 : [표 7.56] 통합시설 “수문”은 2개의 복합시설물로 구성되어 있으며, 중요도는 [표.7.55]에서 예시한 값을 인용하였다.
 책임기술자는 중요도 조정의 필요성이 있다고 판단될 경우 [표 7.55]에서 예시된 것과 같이 20%를 조정할 수 있다. “문비 및 기계설비”의

경우 중요도가 15이므로 12~18의 범위 값을 가질수 있다. 따라서 중요도의 합이 100이어야 하므로 다른 복합시설 “수문구조물”은 82~88의 중요도 값을 가질 수 있다.

- (2) 2단계 : [표 7.56]에서 복합시설별 평가결과에 따라 조정계수(A) 구하여, 각 복합시설별로 상태평가지수, 조정계수, 중요도를 곱한다.
- ① 복합시설 “수문구조물”의 경우는 [표 7.41]의 예시 결과를 인용하였으며. 인용된 평가결과가 “C”이므로 조정계수는 [표 7.41]에서 “3”에 해당한다.
 - ② 다른 복합시설 “문비 및 기계설비”의 조정계수도 같은 방법으로 결정한다.
- (3) 3단계 : 가중평균치를 구하기 위하여 각 복합시설별로 조정계수, 중요도를 곱한값 을 구한다.
- (4) 4, 5단계 : 2단계값을 3단계값으로 나누어 가중평균치를 구하면, 그 값이 통합시설의 종합평가지수(E_6)가 된다.
- (5) 6단계 : [표 7.56]의 경우 5단계에서 구한 종합평가지수(E_6)가 “3.00”이므로 [표 7.52]에 따라 통합시설의 종합평가결과는 “C”(2.5≤E<3.5)로 결정된다.

7.7 보수·보강 방법

수문 시설물의 주요 보수·보강 방법을 소개하면 다음과 같다.

【해설】

1. 세부지침 수문편에 안전성평가 기준이 명시되어 있으며, 일반적인 콘크리트표준시방서 및 하천설계기준 등을 참고로 하여 보수·보강의 필요성 여부를 판단한다.
2. 구조물 결함에 따른 보수·보강은 보수재료와 공법 선정 시 공법의 적용성, 구조적 안전성, 경제성 등을 검토하여 결정한다. 이 때 중요한 것은 구조물의 결함발생 원인에 대한 정확한 분석이며, 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고, 또한 적절한 보수재료를 선택할 수 있다. 따라서 시설물관련 제반자료, 안전점검 및 정밀안전진단 시 수행한 각종 상태평가 및 안전성 평가 결과를 기초로 하여, 결함발생 원인에 대한 정확한 분석 후 결함부위 또는 부재에 가장 적합한 보수·보강공법을 선정하여야 한다.

7.7.1 구조물 기초 지반의 일반적인 보수·보강 방법

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

【해설】

1. 그라우팅 공법
그라우팅 공법은 물, 시멘트, 벤토나이트 등의 재료를 혼합하여 토립자의 간극, 토층의 경계, 암반 및 콘크리트 구조물의 균열 등에 주입하는 공법으로, 구조물의 기초지반의 누수, 침하, 균열, 압압력의 경감 등 보강 및 지수를 목적으로 사용한다.
2. 치환 공법
치환 공법은 손상이 발생한 부분을 제거하고 동일한 재료로서 치환하는 것으로 소규모의 활동, 붕괴, 균열 등의 손상에 사용한다.
3. 압성토 공법
압성토 공법은 기초지반의 활동으로 인한 손상을 막기 위하여 경사면에 소단 모양의 압성토를 설치하는 공법이다.

4. 말뚝 공법

사면활동은 활동면에 대한 활동력이 지반에 대한 저항력보다 크며 사면이 파괴되어 지반활동이 발생하므로 이를 방지하기 위하여 흙의 저항력을 증가시키지 않고 별도의 말뚝으로 저항력을 부담시켜 사면을 안정시키는 공법이다.

5. 아스팔트 차수공법

아스팔트 차수공법은 아스팔트의 특성을 이용하는 것으로 기초지반의 압밀변형에 대응할 수 있고 휨 특성 및 불투수성이 우수하여 수구조물의 표면처리에 적용된다.

6. 점토차수공법

사면 기울기를 그대로 하고 소단형태로 점토를 피복하는 방법으로 차수재료의 선정을 위해 입도분포, 다짐시험, 액성한계시험, 점토광물 시험 등이 필요하다.

7. 쉬트파일(Sheet Pile) 공법

쉬트파일(Sheet Pile) 공법은 폭이 넓은 강판(쉬트)을 특수한 타입틀(관입 프레임)로 지지하면서 진동 햄머와 워터 젯을 이용하여 타입하는 방식으로서, 소정의 심도에 도달한 후 관입 프레임을 빼면서 단부 속에 불투수성 그라우팅재료를 충전하여 지수벽을 만드는 공법이다.

7.7.2 콘크리트 구조물의 손상에 대한 일반적인 보수 · 보강 공법

- 표면보호공법
- 단면보수공법
- 강관접착공법
- 프리스트레스 도입공법
- 콘크리트 덧붙이기공법

【해설】

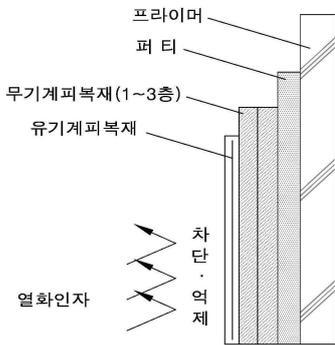
1. 표면보호공법은 콘크리트 구조물의 표면에 보수재료를 도포하거나 함침하는 방법을 이용하여 내구성향상, 보수, 미관·경관의 확보를 위한 공법으로 표면피복공법과 표면함침공법으로 나눌 수 있다.

(1) 표면피복공법은 피복재료로 콘크리트 표면에 수 $100\mu\text{m}$ 으로부터 수 mm의 피막을 형성하여 보수하는 것으로 피복재료에 따라 유기계피복공법과 무기계피복공법으로 크게 구분된다.

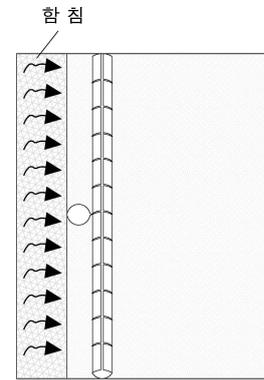
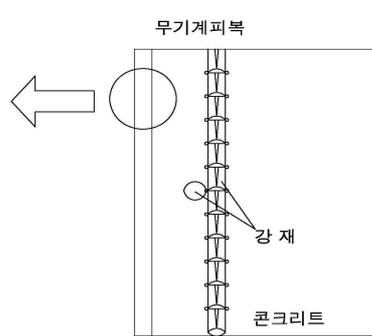
① 유기계피복 공법을 피복재료의 차이에 따라 구분하면 도포 공법과 쉬트 공법의 2종류로 분류할 수 있다. 도포 공법은 유기계피복재료를 콘크리트 표면에 도포함으로써 피막을 형성하고, 이것을 몇 층으로 칠해 콘크리트 표면을 보호하는 공법이다. 한편, 쉬트 공법은 연속섬유 등에 의해 성형된 쉬트를 콘크리트 표면에 접착시키는 것에 의해 콘크리트 표면을 보호하는 공법이다.

② 무기계피복 공법은, 단층에 의한 도포 공법, 복층에 의한 도포 공법 및 매쉬 공법으로 분류된다. 단층에 의한 도포 공법의 공정은 바탕처리공 및 중도공(중도재 도포)로 구성되며, 바탕의 상태에 의해 바탕처리공, 프라이머공, 퍼티공을 공정으로 포함하는 경우가 있다. 복층에 의한 도포 공법은 바탕조정공, 중도공(중도재 도포), 상도공(상도재 도포)로 구성되어, 바탕의 상태에 따라 바탕처리공, 프라이머공, 퍼티공을 공정으로 포함하는 경우가 있다. 매쉬 공법은 중도재 또는 콘크리트와 중도재와의 사이에 매쉬를 넣은 콘크리트의 박락방지 공법이다.([해설 그림 7.7.3 ~4] 참조)

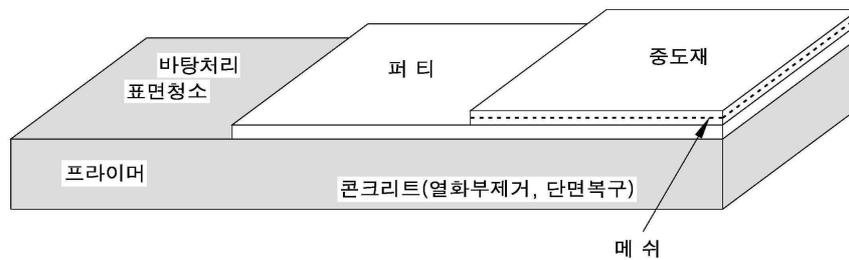
(2) 표면함침공법은 정해진 효과를 발휘하는 재료를 콘크리트 표면부터 함침시켜 콘크리트 표면부의 조직을 개선하고 콘크리트 표층부의 특수기능을 부여하는 것으로 부재를 보호하고 콘크리트 구조물의 내구성을 향상시키는 공법이다.



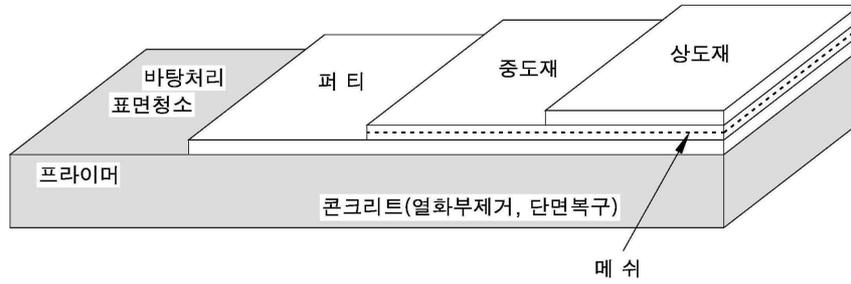
[해설 그림 7.7.1] 표면피복공법 개요도(무기계의 경우)



[해설 그림 7.7.2] 표면함침공법 개요도



[해설그림 7.7.3] 단층에 의한 도포 공법의 매쉬 공법 단면도



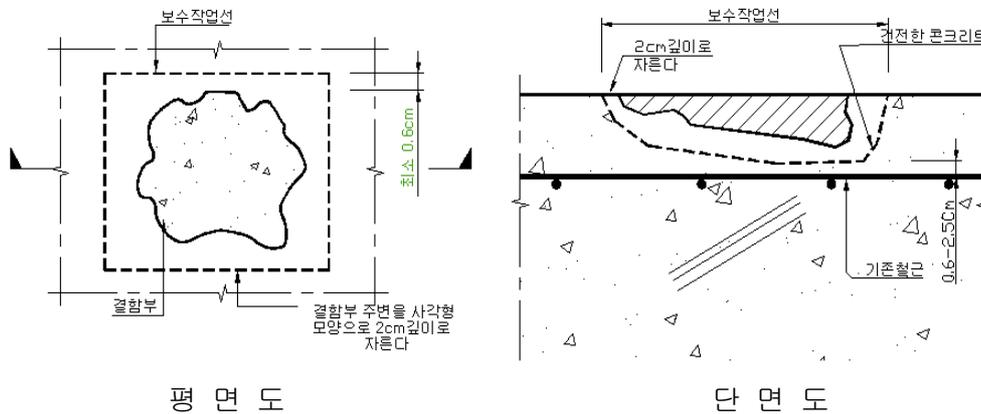
[해설그림 7.7.4] 복층에 의한 도포 공법의 매쉬 공법 단면도

2. 단면보수공법

콘크리트 부재의 손상(박리, 재료분리, 박락, 철근노출 등)은 손상깊이 및 정도에 따라 다음과 같은 보수·보강 공법이 있다.

(1) 얇은 보수(Shallow Repairs)

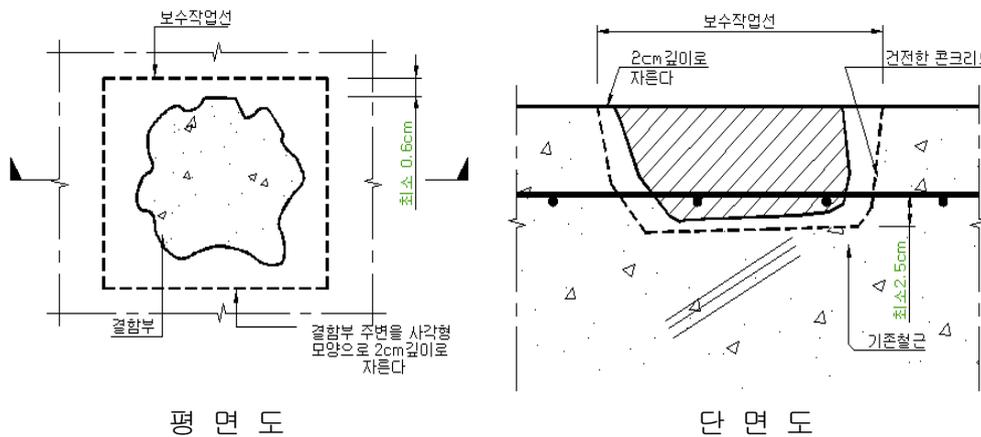
얇은 보수는 콘크리트 손상 깊이가 얇고 철근이 노출되지 않는 경우에 적용된다.



[해설 그림 7.7.5] 콘크리트 단면보수(얇은 보수) 개요도

(2) 깊은 보수(Deep Repairs)

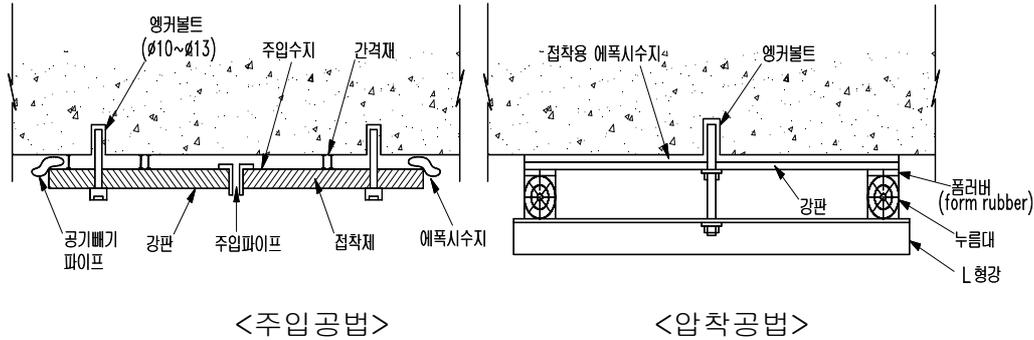
깊은 보수는 손상 깊이가 철근피복두께보다 더 깊을 때 적용된다.



[해설 그림 7.7.6] 콘크리트 단면보수(깊은 보수) 개요도

3. 강판 접착공법

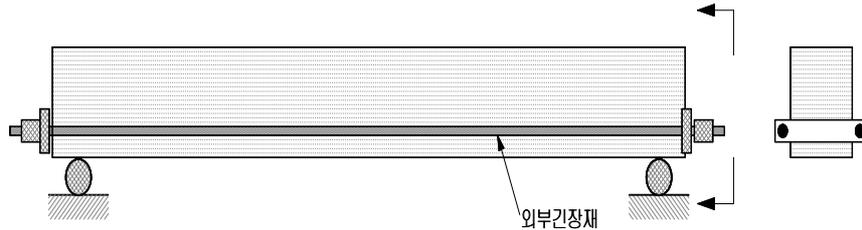
콘크리트 바닥판(Slab)면, 보 또는 기둥면에 강판을 접착하여 기존 콘크리트 구조물과 일체화시켜 콘크리트 열화와 철근의 부식을 방지함은 물론 하중에 대한 내하력을 증가시키는 공법으로 주입공법과 압착공법 등 두 가지 종류가 있다.



[해설 그림 7.7.7] 강판접착공법 개요도

4. 프리스트레싱 공법

프리스트레싱 도입에 의한 보강은 콘크리트에 프리스트레싱력을 부여함으로써 부재에 발생하고 있는 인장응력을 감소시켜 균열을 복귀시킬 뿐만 아니라 압축응력을 부여하는 것을 목적으로 하는 공법이며 구조물의 내력 및 강성의 증강, 균열폭의 감소 등의 효과가 있다.



[해설 그림 7.7.8] 프리스트레싱 공법 개요도

《참고사항》

1. 균열 기준은 구조물의 중요도, 특성 등에 따라 다양하므로 구조물의 특성 및 균열현상 등을 고려하여 적절한 보수공법을 사용해야 한다. 콘크리트 균열의 보수목적과 균열상태에 따른 보수공법별 적정성을 비교하면 다음 [해설 표 7.7.1]과 같다.

[해설 표 7.7.1] 콘크리트 균열의 보수공법 적정성 비교

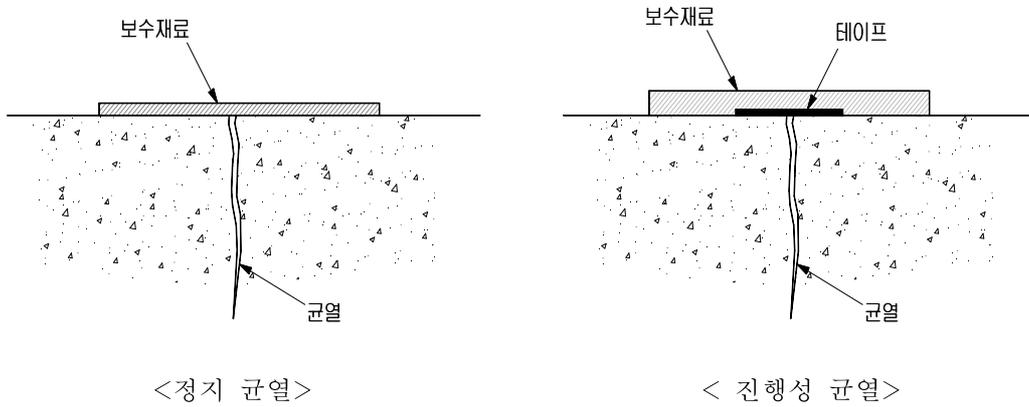
보수 목적	균열현상 · 원인		균열폭 (mm)	보수 공 법				
				표면처리공법	주입공법	충진공법	침투성 공법	기타
방수성	철근부식 미발생시	균열폭 변동이 작음	0.2 이하	○	△		○	
			0.2~1.0	△	○	○		
		균열폭 변동이 큼	0.2 이하	△	△		○	
			0.2~1.0	○	○	○	○	
내구성	철근부식 미발생시	균열폭 변동이 작음	0.2 이하	○	△	△		
			0.2~1.0	△	○	○		
			1.0 이상		△	○		
		균열폭 변동이 큼	0.2 이하	△	△	△		
			0.2~1.0	△	○	○		
			1.0 이상		△	○		
		철근부식	-					□
		염 해	-					□
		반응성 골재	-					□

주1) 균열폭 3.0mm 이상의 균열은 구조적인 결함을 수반하는 일이 많으므로 여기에 표시하는 보수공법 뿐만 아니라 구조내력의 보강을 포함하여 실시하는 일이 보통이다.
 주2) ○ : 적당 △ : 조건에 따라 적당 □ : 기타

2. 균열의 보수범위는 콘크리트 구조설계기준 부록 V 균열의 검증 절을 참조하여 결정한다.
3. 콘크리트 균열 보수에 관한 일반적인 공법을 나열한 것이다. 각 공법의 주요내용은 다음과 같다.

(1) 표면처리공법

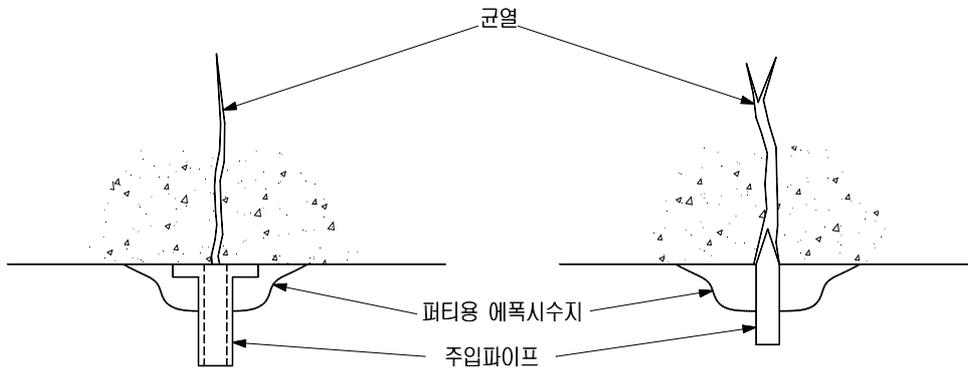
미세한 균열(일반적으로 폭 0.2mm이하) 위에 도막을 입혀 방수성과 내구성을 향상시키는 공법이며 균열내부를 처리할 수 없고, 진행성 균열은 보수하기 곤란한 점이 있다.



[해설 그림 7.7.9] 표면처리 공법 개요도

(2) 주입공법

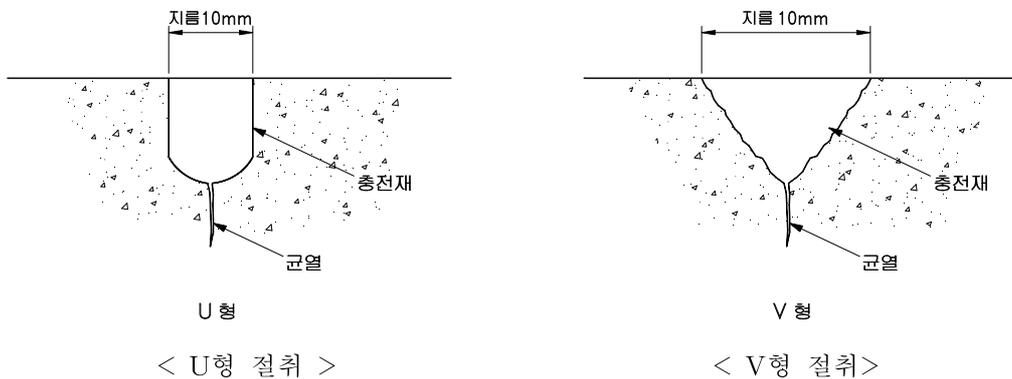
균열 부분에 에폭시계 수지 및 시멘트계 재료를 주입하여 콘크리트를 일체화시키고 콘크리트의 수밀성을 크게 하며 콘크리트 및 철근의 열화와 부식을 방지하는 공법이다.



[해설 그림 7.7.10] 주입공법 개요도

(3) 충전공법

균열폭이 비교적 큰(0.5mm이상) 경우에 적용하는 공법으로서 균열을 따라 콘크리트를 V형이나 U형으로 절취하고 그 부분에 보수재를 충전하는 공법이며 이 공법은 철근이 부식되지 않는 경우와 철근이 부식되는 경우로 나누어 보수한다.



[해설 그림 7.7.11] 충전공법 개요도

(4) 침투성 도포방수제에 의한 누수방지

침투성 방수제 도포공법은 콘크리트 표면부가 전반적으로 노후되어 0.2mm 정도 이하의 미세한 균열을 갖는 경우에 적용되며, 균열폭이 큰 경우는 부적당하다. 침투성 도포방수제에 의한 0.2mm 정도의 균열폭의 경우, 누수방지에 관한 일본 내 실내실험 결과 누수가 발생되지 않는 것으로 나타났지만 이 공법은 아직 시공실적이 적어서 내구성에 대한 신뢰성이 불명확하나 최근 국내에서 널리 이용되고 있는 공법중의 하나이다.

7.7.3 기계설비

기계설비의 상태평가에 의해 손상 및 기기불량으로 판단되는 경우 주동력 기기의 정상 가동 또는 시스템의 안전 확보를 위해 즉시 교체하도록 하고 경미한 손상에 대해서는 장래 유지보수 계획에 반영하여 보수하도록 한다.

부 록

A. 과업지시서 예시

B. 사전검토보고서 예시

부록 A

과업지시서 예시

-정밀점검, 정밀안전진단

본 과업지시서 예시는 과업의 제반여건에 따라 변경될 수 있습니다.

정밀안전진단(안전점검) 과업지시서

1. 일반조건

1.1 과업명 : ○○수문 정밀안전진단(안전점검)

1.2 과업의 목적

본 과업은 “시설물의안전관리에관한특별법”(이하 “시특법“ 이라한다.) 제7조 및 동법 시행령 제9조에 규정에 따른 정밀안전진단(안전점검)으로서 시설물에 대한 물리적 기능적 결함을 조사하고 구조적 안전성 및 손상상태를 점검하여, 재해를 예방하고 시설물의 효용을 증진시켜 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.3 과업의 범위

1.3.1 시설물 명 : ○○수문

1.3.2 위 치 : ○○도 ○○시(군) ○○동(면) ○○리

1.3.3 제 원

수문 현황	문비규격 (B×H×갯수)	
	암거규격 (B×H×런수)	
	암거연장	
	권양기 형식	

1.3.4 정밀안전진단(안전점검) 대상시설물의 범위

시설물명	점검 및 진단 실시범위	
	정밀점검	정밀안전진단
◦ 수문 본체	○	○
◦ 문비	○	○
◦ 배수(통행)암거		○
◦ 날개벽(홍벽 포함)		○
◦ 물받이		○
◦ 관리교		○
◦ 부대시설 등		○

1.4 과업내용

[정밀안전진단]

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

[정밀점검]

- 1) 자료수집 및 분석
- 2) 현장조사 및 시험
- 3) 상태평가
- 4) 안전성평가(선택과업이 있을 경우)
- 5) 보수·보강방법(선택과업이 있을 경우)
- 6) 보고서 작성

1.5 주요업무의 사전승인 등

계약상대자는 다음 사항에 대해서는 사전에 관리주체의 승인을 받아 과업을 수행하여야 한다.

- 1) 과업수행계획서 및 착수신고서의 내용변경
- 2) 기본계획을 포함한 주요내용 및 방침의 설정 또는 변경
- 3) 기타 감독원의 지시나 계약상대자의 판단에 따라 승인 받아야 할 사항

1.6 과업수행 및 공정보고

1.6.1 착수신고서 제출

- 1) 계약상대자가 과업착수시 제출할 착수신고서와 착수신고서에 포함하여 제출할 서류의 내용과 서식은 다음 각호와 같다.
 - ㉠ 착수신고서
 - ㉡ 사업수행계획서
 - ㉢ 인력 및 장비 투입계획서
 - ㉣ 세부공정계획서
 - ㉤ 사업책임기술자 선임신고서
 - ㉦ 사업수행 조직표
 - ㉧ 안전관리계획서
 - ㉨ 사전검토 보고서
- 2) 계약상대자는 당해 시설물의 설계도서 등 유지관리자료와 과업지시서 등이 법령 및 지침, 세부지침 등에 부합되는지의 여부를 검토하여 용역 착수일로부터 15일 이내에 관리주체에게 서면으로 보고하고 그 방침을 받아 용역 업무를 진행하여야 한다. 다만, 용역업무의 특수성 등으로 인하여 별도로 기간을 정할 경우에는 그 기간으로 한다.
- 3) 설계도서 등의 사전검토를 거쳐 관리주체의 방침을 받은 결과를 반영한 과업수행 계획서를 작성하여 관리주체에게 서면으로 보고하고 승인을 받아 용역 업무를 진행하여야 한다.

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

1.6.2 공정보고

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

- 1) 과업추진내용 및 공정현황
- 2) 과업수행상 중요 문제점 및 대책
- 3) 참여기술자 현황
- 4) 다음 달 과업수행 계획

1.7 법률준수의 의무

계약상대자는 이 과업을 수행함에 있어 관계 법률에 저촉되는 행위로 인한 모든 피해 사항에 대하여 책임을 져야 한다.

1.8 안전관리

1.8.1 일반

안전점검 및 정밀안전진단을 실시하는 사람은 안전은 물론 공공의 안전을 위하여 진단측정장비 및 기기 등을 안전하게 운용하고 작업을 안전하게 수행하도록 안전관리계획을 수립하여야 한다.

1.8.2 안전점검 및 정밀안전진단 종사자의 안전

- 1) 안전점검 및 정밀안전진단을 실시하는 사람은 안전모, 작업복, 작업화 및 필요한 경우 청각, 시각 및 안면보호장비 등을 포함한 개인용 보호장구를 항상 착용하여야 하며 진단측정장비 및 기기를 항상 최적의 상태로 정비하여야 한다.
- 2) 밀폐된 공간에서의 작업이 필요할 경우에는 유해물질, 가스 및 산소결핍 등에 대한 조사와 대책을 사전에 마련하여야 한다.

1.8.3 공공의 안전

공공의 안전측면에서 관리주체는 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 실시 기간 동안 교통통제와 작업공간 확보를 위하여 적절한 계획을 수립 시행하여야 한다.

1.9 용어의 해석

과업지시서상의 용어해석에 차이가 있을 경우에는 관리주체와 계약상대자가 상호 협의하여 결정해야 한다.

2. 점검계획 및 세부사항

2.1 점검계획

2.1.1 일 반

점검계획은 현장에서의 예비조사 후에 수립하며 조사항목은 아래와 같다.

- 1) 현장여건 및 문제점
- 2) 시설관리자 및 주민의견 청취
- 3) 제반시설 관련자료

이때 도면 및 자료를 개략 검토한 후에 조사를 수행함으로써 구조물의 형상이나 세부사항들에 대한 예비검증이 되도록 한다.

2.1.2 점검계획 수립

예비조사시 수집된 자료의 검토 후 점검계획을 수립하며 다음 사항이 포함되어야 한다.

- 1) 조사범위 및 항목결정
 - 각 분야별 조사범위와 세부항목을 전체 점검계획에 맞추어 결정
 - 책임기술자가 필요하다고 판단되는 경우 별도조사항목 포함
- 2) 기존 점검자료 검토
 - 기발견된 결함의 확인을 위해 검토
- 3) 분야별 소요인원 및 구성
 - 분야별 총소요인원을 판단하여 가용인력을 판단, 투입계획수립
- 4) 재료시험 실시에 대한 적정성여부 판단
- 5) 점검기간 및 계획된 작업시간 예측
- 6) 점검범위 및 안전성에 대한 판단
- 7) 점검장비 선정

재료시험에 대한 장비, 측량장비, 토질, 기계, 전기, 시험장비를 준비할 때에는 분야별 세부조사항목에 부합되는 장비를 준비한다. 또한, 접근장비는 육안조사 및 점검장비에 의한 측정이 가능 하도록 사다리, 고무보트, 램프, 잠수장비(수중카메라), 리프트카, 비계, 보조등반장비 등을 준비한다.

이러한 장비선정시에 다음항목을 고려한다.

- ① 접근장비를 안전하게 지지하는지 여부
 - ② 장비위치에 따른 교통통제 필요성
 - ③ 장비설치에 따른 지장물 존재여부
- 8) 접근방법 결정
 - 권양기실 하부 등의 점검은 비계, 리프트카, 사다리 설치 등 현장여건에 따라

안전을 고려해 최선의 방법을 선택한다.

- 구조물의 수중부위 조사에 보트를 이용할 경우에는 구멍의 착용 등 안전에 유의하며, 잠수부를 이용하는 방법을 강구한다.

9) 점검종사자 안전

- 점검업무 및 접근방법과 관련하여 점검자는 안전사고 예방에 유의한다.

10) 기타 점검자와 관리주체가 필요하다고 판단되는 사항

2.1.3 과업수행 적용 기준

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

- 1) 시설물의 안전관리에 관한 특별법, 시행령, 시행규칙
- 2) 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 지침
- 3) 콘크리트 구조설계기준
- 4) 콘크리트 표준시방서
- 5) 하천 설계기준
- 6) 산업표준화법」에 의한 한국산업규격(KS)
- 7) 국토해양부 발행 각종 관련 표준시방서

2.2 점검실시 세부사항

2.2.1 자료수집 및 분석

관리주체가 보존하는 감리보고서·시설물관리대장 및 설계도서 등 관련서류와 다음에 명시된 자료를 수집하고 검토·분석하여 본 과업의 기초자료로 활용한다.

- 1) 설계도서
시설물의 준공도서로서 종·평면도, 단면도, 구조물도, 시공상세도, 구조계산서, 수리·수문계산서, 공사시방서 등 시설물의 유지관리에 필요한 도서
- 2) 시설물관리대장
- 3) 시공관련 자료
- 4) 안전점검 및 정밀안전진단 자료
- 5) 보수·보강공사 자료

2.2.2 현장 조사 및 제반관련 시험 실시

- 1) 현장조사는 사전에 기존자료를 검토하여 예상되는 각종손상에 대하여 충분히 이해한 후 현장조사에 임한다.
- 2) 현장조사는 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단지침(세부지침, 수문편)에 의해 실시하며, 점검대상 구조물에 대한 상세외관조사 및 현장시험을 실시하여 부위(망)별, 부재별로 상태평가에 활용한다.
- 3) 상세외관조사시 주요결함이 발견될 경우 이에 대한 안전성검토 실시한다.

2.2.3 세부시설별 조사사항

※ 정밀안전진단(안전점검) 대상시설물의 범위와 기본과업 및 선택과업구분에 따라 당해 시설물에 해당하는 조사사항을 선택하여 명시함

가. 수문 구조물

세부시설	결함 및 손상	비 고
수문본체, 관리교	변형	
	균열 (구조 및 건조수축)	
	기초 세굴	
	콘크리트 파손, 박리	
	철근노출, 박락	
	누수, 백태	
암거, 날개벽, 물받이	퇴적	
	상(하)부 슬래브 처짐	
	흡관변형	
	균열 (종단, 횡단, 건조수축)	
	기초 세굴	
	철근노출, 박락	
	콘크리트 파손, 박리	
	신축이음부 불량	
	퇴적	
	단차	
	누수, 백태	
연결관 돌출		

나. 문비

세부시설	결함 및 손상	비 고
문비	문비의 부식손상	
	문비의 변형	
	누 수	

다. 기계설비

세부시설	결함 및 손상	비 고
권양기	작동불량	
	와이어로프의 손상	
	랙바의 손상	
	마찰부 손상	

2.2.4 선택과업

선택과업은 과업 수행 전 계약상대자와 합동으로 실시한 사전조사 결과에 따라 조사 항목을 선정하며, 과업수행중에 발생하는 항목은 협의하여 추진한다.

2.2.5 상태평가

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

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

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

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

2.2.6 안전성평가(안전점검의 경우 선택과업)

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

보고서에는 평가에 사용된 해석방법의 종류 및 해석결과에 대한 설명과 계산기록을 포함하여야 한다.

2.2.7 종합평가 및 안전등급 지정

- 1) 상태평가 및 안전성평가를 실시한 결과를 종합하여 세부지침의 종합평가 기준에 따라 시설물의 종합평가 결과를 결정한다.
- 2) 정밀안전진단(안전점검)을 실시한 책임기술자는 당해 시설물에 대한 종합적으로 평가한 결과로부터 안전등급을 지정한다.

다만 정밀안전진단(안전점검) 실시결과 기존의 안전등급보다 상향하여 조정할 경우에는 해당 시설물에 대한 보수·보강 조치 등 그 사유가 분명하여야 한다.

안전등급	시설물의 상태
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

2.2.8 보수·보강방법(안전점검의 경우 선택과업)

1) 일반

보수는 시설물의 내구성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 유지관리 대책을 말하며, 보강이란 부재나 구조물의 내하력과 강성 등의 역학적인 성능을 회복, 혹은 향상시키는 것을 목적으로 한 대책을 말한다.

보수를 위해서는 상태평가 결과 등을, 보강을 위해서는 상태평가 및 안전성평가 결과 등을 상세히 검토하고, 발생된 결함의 종류 및 정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 필요한 보수·보강 방법 및 수준을 정하여야 한다.

2) 보수·보강의 필요성 판단

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

보강의 경우는 부재안전율을 각종 기준에서 정하는 수치이상으로 하기 위하여 어느 정도까지 부재단면 등을 증가하여야 하는지를 판단하여야 한다.

3) 보수·보강의 수준의 결정

보수·보강의 수준은 위험도, 경제성 등을 고려하여 아래의 경우 중에서 결정한다.

- 현상유지(진행억제)
- 실용상 지장이 없는 성능까지 회복
- 초기 수준이상으로 개선
- 개축

4) 공법의 선정

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

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

따라서 시설물관련 제반자료, 진단시 수행한 각종 상태평가 및 안전성 평가 결과를 기초로 하여, 결함 발생 원인에 대한 정확한 분석 후 결함부위 또는 부재에 가장 적합한 보수·보강공법을 선정하여야 한다.

5) 보수·보강 우선순위의 결정

각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생된 각종 결함에 대한 보수·보강 우선순위는 다음과 같이 결정한다.

- 보수보다 보강을, 주부재를 보조부재보다 우선하여 실시한다.
- 시설물 전체에서의 우선순위 결정은 각 부재가 갖는 중요도, 발생한 결함의 심각성 등을 종합 검토하여 결정한다.

6) 유지관리 방안 제시(선택과업)

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

3. 보고서 작성 방법

3.1 일반

정밀안전진단(안전점검) 실시결과 보고서는 시설물 관리주체의 유지관리업무에 효율적이며 체계적으로 활용할 수 있도록 과업내용을 중심으로 작성·제출하여야 하며, 세부적인 작성 방법은 세부지침을 참조한다.

3.2 정밀점검보고서에 포함될 사항

1) 서두

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

- 제출문(정밀점검을 실시한 기관의 장)
- 정밀점검 결과표 (안전등급)

- 시설물 현황표
- 참여 기술진 명단
- 시설물의 위치도
- 시설물의 전경사진, 부위별 사진
- 정밀점검 실시결과 요약문
- 보고서 목차

2) 정밀점검의 개요

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

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

3) 자료수집 및 분석

정밀점검의 관련자료를 검토·분석하고 그 내용을 기술한다.

- 설계도면, 구조계산서
- 기존 정밀점검·정밀안전진단 실시결과
- 보수·보강이력
- 시설물의 내진설계 여부 확인
- 기타 관련자료

4) 현장조사 및 시험

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

- 기본시설물 또는 주요부재별 외관조사 결과분석
- 주요한 결함(손상)의 발생원인 분석
- 재료시험 및 측정 결과분석

5) 시설물의 상태평가

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

- 대상 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결과 결정
- 콘크리트 또는 강재의 내구성 평가

6) 안전등급 지정

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

7) 시설물의 안전성 평가 (필요한 경우 추가로 실시)

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

8) 종합결론 및 건의

- 정밀점검 실시결과 종합결론
- 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부
- 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항
- 기타 필요한 사항

9) 부록

- 과업지시서
- 외관조사망도
- 측정, 시험 성과표
- 상태평가 결과 자료
- 시설물관리대장 사본
- 현황조사 및 외관조사 사진첩
- 사용장비 및 기기의 사진
- 사전조사 자료 일체 (사전검토 보고서, 과업수행계획서 등 관련자료)
- 기타 참고자료
(정밀점검 결과와 관련되는 설계도서, 감리보고서, 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 보고서 등 관련자료 포함)

3.3 정밀안전진단보고서에 포함될 사항

1) 서두

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

- 제출문(정밀안전진단을 실시한 기관의 장)
- 정밀안전진단 결과표 (안전등급)
- 시설물 현황표
- 참여 기술진 명단
- 시설물의 위치도

- 시설물의 전경사진, 부위별 사진
- 정밀안전진단 실시결과 요약문
- 보고서 목차

2) 정밀안전진단의 개요

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

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

3) 자료수집 및 분석

정밀안전진단의 관련자료를 검토·분석하고 그 내용을 기술한다.

- 설계도면, 구조계산서
- 기존 정밀점검·정밀안전진단 실시결과
- 보수·보강이력 및 용도변경
- 시설물의 내진설계 여부 확인
- 기타 관련자료

4) 현장조사 및 시험

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

- 전체 시설물 외관조사 결과분석
- 주요한 결함(손상)의 발생원인 분석
- 재료시험, 측정결과의 분석

5) 시설물의 상태평가

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

- 콘크리트 또는 강재의 내구성 평가
- 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결정

6) 시설물의 안전성평가

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

- 현장 재하시험 및 계측 결과분석
- 지형, 지질, 지반, 토질조사 등의 결과분석
- 시설물의 변위, 거동 등의 측정결과 분석
- 시설물의 구조해석 및 구조계산을 통한 분석결과
- 수문, 수리 등 해석결과 및 분석 (관리주체의 요구 등 필요한 경우)
- 시설물의 내(하)력 평가
- 시설물의 내진성능, 사용성 평가 (관리주체의 요구 등 필요한 경우)
- 정밀안전진단 결과 시설물의 보수·보강방법을 제시한 때에는 보수·보강시 예상되는 임시 고정하중(공사용 장비 및 자재 등)이 시설물에 현저하게 작용하는 경우에 대한 구조안전성 평가 포함 시행
- 시설물의 안전성평가 결정
안전성평가 작성 방법은 세부지침의 제9장에서 기술한 내용을 따른다.

7) 종합평가

- 시설물의 상태평가와 안전성평가 결과를 종합하여 안전상태 종합평가 결과의 결정
종합평가 작성 방법은 세부지침의 제10장에서 기술한 내용을 따른다.

8) 안전등급 지정

정밀안전진단 실시결과 상태평가 및 안전성평가 등을 종합적으로 평가하여 제 11장에서 기술한 내용을 따라 당해 시설물의 안전등급을 지정하여야 한다.

9) 보수·보강 방법

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

(내진성능 평가 후 내진능력 부족시의 경우를 포함)

- 보수·보강방법에 대한 개요, 시공방법, 시공시 주의사항 등
- 당해 시설물의 유지관리를 위한 요령, 대책 등
시설물을 안전하고 경제적으로 유지관리하는데 필요한 사항을 제시하는 것으로 결함 및 손상의 종류와 원인, 점검요령, 조치대책 등에 관한 실무적이고 필수적인 내용을 해당 시설물의 그림 및 사진 등을 위주로 구성하여 안전점검 경험이 적은 사람도 쉽게 활용할 수 있도록 하여야 한다.

10) 종합결론 및 건의사항

- 정밀안전진단 실시결과의 종합결론
- 유지관리시 특별한 관리가 요구되는 사항
- 기타 필요한 사항

11) 부록

- 과업지시서

- 외관조사망도
- 구조해석 모델링 및 수치해석 자료 (입출력자료는 e-보고서에 포함)
- 측정, 시험, 계측 성과표
- 상태평가 결과 자료
- 안전성평가 결과 자료
- 시설물관리대장 사본
- 현황조사 및 외관조사 사진첩
- 사용장비 및 기기의 사진
- 사전조사 자료 일체 (사전검토 보고서, 과업수행계획서 등 관련자료)
- 기타 참고자료
(정밀안전진단 결과와 관련되는 설계도서, 감리보고서, 이전의 안전점검 및 정밀안전진단 보고서 등 관련자료 포함)

4. 성과품 납품목록

이 과업과 관련한 성과품은 다음과 같으며 이에 대한 지불은 산출내역서상의 계약금액으로 한다

- 1) 정밀안전진단(안전점검)보고서(부록포함) : 20부(안전점검의 경우 10부)
- 2) CD보고서 : 5부
- 3) 사진첩 : 3부

부록 B

사전검토 보고서 예시

정밀안전진단(안전점검) 사전검토 보고서

1. 과업명 : ○○수문 정밀안전진단(안전점검)

2. 배경 및 목적

시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 지침(국토해양부고시 제2010-1037호, 2010. 12.31)의 3.1.4항 및 3.9.2항에 따라 과업대상 시설물의 과업지시서 또는 용역설계서 내용이 법령 및 지침, 세부지침 등에 부합되는지 여부를 검토하고, 그 결과를 관리주체에 보고하고 과업수행계획서에 수록하고자 함

3. 과업의 범위

3.1 시설물 명 : ○○수문

3.2 위 치 : ○○도 ○○시(군) ○○동(면) ○○리

4. 사전검토 내용

4.1 정밀안전진단(안전점검) 대상시설물의 범위

구 분	시설물명	점검 및 진단 실시범위			금회실 시범위	제외 사유
		정기점검	정밀점검	정밀안전진단		
주요부재	◦ 수문 본체	○	○	○	○	
	◦ 문비	○	○	○	○	
보조부재	◦ 배수(통행)암거	○		○	○	
	◦ 날개벽(홍벽 포함)	○		○	○	
	◦ 물받이	○		○	○	
	◦ 관리교	○		○	○	
	◦ 부대시설 등 (인접제방은 필요시 포함한다)	○		○	○	

4.2 정밀안전진단(안전점검) 유지관리자료 보유 현황 검토

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계도서	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 공통 <ul style="list-style-type: none"> - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서 		
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 설계도면 <ul style="list-style-type: none"> - 공통 - 토목 - 건축 - 기계·전기설비 		
시설물 관리대장	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 기본현황 ◦ 상제제원 ◦ 유지관리 이력 		
시공관련 자료	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 시공관련 자료 ◦ 품질관리 관련자료 <ul style="list-style-type: none"> - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ◦ 사고기록 ◦ 시설 운영기록 		
안전점검 및 정밀안전진단 자료			
보수보강 자료			

4.3 정밀안전진단(안전점검) 과업의 범위

[표 1.1] 정밀점검일 경우

과업항목	지침상 기본과업	금회 과업 내용	
자료수집 및 분석	<ul style="list-style-type: none"> •설계도서 •시설물관리대장 •시공관련자료 •안전점검·정밀안전진단 실시결과 자료 •보수보강이력 검토·분석 	○저등	
현장조사 및 시험	<ul style="list-style-type: none"> •외관조사 및 외관조사망도 작성 •간단한 현장 재료시험 등 <ul style="list-style-type: none"> - 콘크리트 비파괴강도(반발경도시험) - 콘크리트 탄산화 깊이 측정 	○콘크리트 시험 -반발경도시험 -탄산화시험 -균열깊이 조사 ○철근탐사시험	
상태평가	<ul style="list-style-type: none"> •외관조사 결과분석 •재료시험 결과 분석 •대상 시설물(부재)에 대한 상태평가 •시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임 기술자의 소견 (안전등급 지정) 	○저등	
안전성평가	-		
보수·보강 방법	-		
보고서작성	•CAD 도면 작성 등 보고서 작성	○저등	
과업항목	지침상 선택과업	금회 과업 내용	비용 반영
자료수집 및 분석	<ul style="list-style-type: none"> •구조·수리·수문 계산(계산서가 없는 경우) •실측도면 작성 (도면이 없는 경우) 		
현장조사 및 시험	<ul style="list-style-type: none"> •전체부재에 대한 외관조사망도 작성 •시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등 •조사용 접근장비 운용 •조사부위 표면청소 •마감재의 해체 및 복구 •수중조사 •기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성 평가 등에 필요한 조사시험 	○콘크리트 시험 - 코어채취 - 연하물함유량 - 실내시험 등 ○강재조사·시험 - 두께측정	○ ○ ○ ○
상태평가	-		
안전성평가	<ul style="list-style-type: none"> •필요한 부위의 구조지반수리수문 해석 등 안전성평가 •임시 고정하중에 대한 안전성평가 		
보수·보강 방법	•보수보강 방법 제시		

[표 1.2] 정밀안전진단일 경우

과업항목	지침상 기본과업	금회 과업 내용
자료수집 및 분석	<ul style="list-style-type: none"> •설계도서 •시설물관리대장 •시공관련자료 •안전점검·정밀안전진단 실시결과 자료 •보수·보강이력 검토·분석 	○저동
현장조사 및 시험	<ul style="list-style-type: none"> •전체부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 ◦현장 재료시험 등 <ul style="list-style-type: none"> - 콘크리트 시험 : 비파괴강도(반발경도시험, 초음파전달 속도시험 등), 탄산화 깊이측정, 염화물 함유량시험 - 강재 시험 : 강재 비파괴시험 ◦기계·전기설비 및 계측시설의 작동 유무 	<ul style="list-style-type: none"> ○전체부재 외관조사 및 외관조사망도 작성 ○콘크리트 시험 <ul style="list-style-type: none"> -반발경도시험 -초음파전달속도시험 -탄산화시험 -균열깊이 조사 ○철근탐사시험 ○강재(수문) 조사 <ul style="list-style-type: none"> -두께측정 -수문의 작동상태
상태평가	<ul style="list-style-type: none"> •외관조사 결과분석 •현장시험 및 재료시험 결과분석 •콘크리트 및 강재 등의 내구성 평가 •부재별 및 시설물 전체 상태평가 결과에 대한 소견 	○저동
안전성평가	<ul style="list-style-type: none"> •조사, 시험, 측정결과의 분석 •기존의 구조계산서 또는 안전성평가 자료 검토·분석 •내하력 및 구조 안전성평가 •시설물의 안전성평가 결과에 대한 소견 	○저동
종합평가	<ul style="list-style-type: none"> •시설물의 종합평가 결과에 대한 소견 •안전등급 지정 	○저동
보수·보강방법	<ul style="list-style-type: none"> •보수·보강 방법 제시 	○저동
보고서작성	<ul style="list-style-type: none"> •CAD 도면 작성 등 보고서 작성 	○저동

[표 1.2] 정밀안전진단일 경우(계속)

과업항목	지침상 선택과업	금회 과업 내용	비용 반영
자료수집 및 분석	<ul style="list-style-type: none"> •구조·수리·수문 계산(계산서가 없는 경우) •실측도면 작성 (도면이 없는 경우) 		
현장조사 및 시험	<ul style="list-style-type: none"> •시료채취 및 실내시험 •지형,지질,지반조사 및 탐사, 토질조사 •수중조사 •누수탐사 •침하, 변위, 거동 등의 측정 •콘크리트 체체 시추조사 •수리·수충격·수문조사 •시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등 •조사용 접근장비 운용 •기계전기설비 및 계측시설의 성능검사 또는 시험계측 •기본과업 범위를 초과하는 강제비파괴시험 •기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성평가 등에 필요한 조사·시험 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 콘크리트 시험 <ul style="list-style-type: none"> -코어채취 -실내시험 등 ○ 지반 및 토질조사 ○ 수중조사 ○ 기계, 전기설비 조사 <ul style="list-style-type: none"> - 수문 및 권양기 ○ 계측기 상태조사 <ul style="list-style-type: none"> -실내시험 등 ○ 강제 용접부 조사 <ul style="list-style-type: none"> -자분탐상 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ○ ○ ○ × × ○
안전성평가	<ul style="list-style-type: none"> •구조·지반·수리·수문 해석 •구조안전성 평가 등 전문기술을 요하는 경우의 전문가 자문 •내진성능 평가 및 사용성 평가 •임시 고정하중에 대한 안전성평가 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내진성능평가 	<ul style="list-style-type: none"> ○
보수·보강 방법	<ul style="list-style-type: none"> •내진보강 방안 제시 •시설물 유지관리 방안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 내진보강 방안 제시 ○ 시설물 유지관리 방안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> × ×

4.4 정밀안전진단(안전점검) 기본과업 재료시험 수량

[표 2.1] 정밀점검의 경우

구 분	세부지침 기준		금회 수량	비고
	개 요	산출수량		
반발경도 시험	○수문본체 : 1회			· 관리교 포함
	○암거 길이 40m당 1회			· 날개벽 및 물받이 포함
탄산화깊이 측정	< 상 동 >			

[표 2.2] 정밀안전진단의 경우

구 분	세부지침 기준		금회 수량	비고
	개 요	산출수량		
현황측량	○수문구조물 폭 + 하천 상하류 20m			
반발경도시험	○수문본체 : 2회 (관리교 포함) ○암거 길이 40m당 1회 (날개벽 및 물받이 포함)			· 동일부위 시험
초음파전달 속도시험				
철근탐사시험				
탄산화 깊이 측정				
균열깊이 조사 및 염화물함유량 시험	○책임기술자 판단에 의해 기준수량 결정			· 상태평가 기준 참조
강재 초음파두께 측정	○각 문비별 스킨플레이트 부식 부분 : 3개소 (1개소당 4번 측정)			· 문비 스킨플레이트 두께
수문작동 유무	○각 문비별 1회			

4.5 기타 사항

5. 결론

[정밀점검의 경우 예시]

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

[정밀안전진단의 경우 예시]

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

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

- 현장조사 및 시험
 - 기계, 전기설비조사
 - 계측기 상태조사
- 보수·보강방법
 - 내진보강방안
 - 시설물 유지관리 방안 제시

안전점검 및 정밀안전진단 세부지침 해설서(수문)

발행 한국시설안전공단

2012년 12월 일 초판

* 본 세부지침해설서의 내용에 관한 질의 및 건의 사항은 한국시설안전공단으로 연락하여 주시기 바랍니다.

한국시설안전공단 (http://www.kistec.or.kr)
(우) 411-758 경기도 고양시 일산서구 고양대로 315 대표전화 1599-4114, 031-910-4114

본 세부지침해설서 및 다른 해설서 내용은 공단홈페이지에서 다운로드 받으실 수 있습니다.

공 통 편				2011. 12
시설물편	제 1장	교 량		2012. 12(개정판)
	제 2장	터 널		2011. 12
	제 3장	댐		2011. 12
	제 4장	항 만		2011. 12
	제 5장	상 수 도		2011. 12
	제 6장	하 구 독		2012. 12
	제 7장	수 문		2012. 12
	제 8장	제 방		2012. 12
	제 9장	하수처리장		2012. 12
	제 10장	건 축 물		2011. 12
	제 11장	옹 벽		2012. 12
	제 12장	절 토 사 면		2012. 12
