

시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침 [성능평가 편]

2024. 12.



국토교통부



국토안전관리원

이 책자는 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」 제43조 및 같은 법 시행령 제30조에 따라 제정한 「시설물의 안전 및 유지관리의 실시 등에 관한 지침」의 시행을 위하여 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(성능평가 편)」을 정한 것으로 유지관리·성능평가 수행자는 본 「시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(성능평가 편)」에 따라 실시하되, 개별 시설물의 특성 및 제반여건 등을 고려하여 적절히 응용 실시할 수 있습니다.

제 목 차 례

[공통편]

제1장 서론	1
1.1 목적	1
1.2 적용범위	1
1.3 용어의 정의	1
제2장 시설물의 관리일반	5
2.1 시설물의 안전 및 유지관리계획 수립 및 제출	5
2.2 설계도서 등의 보존	6
2.3 설계도서 등 관련서류의 작성·제출	6
2.4 성능평가 및 유지관리 결과보고서 제출	7
제3장 시설물의 성능평가	8
3.1 일반	8
3.2 성능평가의 종류	13
3.3 성능평가 실시 시기	17
3.4 성능평가 실시자의 자격 및 의무	17
3.5 안전관리	18
3.6 성능평가 계획수립	20
3.7 성능평가의 실시범위	21
3.8 성능평가 과업 내용	21
3.9 성능평가 요령	27
제4장 현장조사 및 시험	30
4.1 일반	30
4.2 현장 재료시험	30
4.3 실내시험	30
4.4 재료시험 요령	31
4.5 시험결과의 해석 및 평가	31
4.6 시험 보고서	32

제5장 종합성능등급의 결정	33
5.1 시설물의 안전성능 평가방법	33
5.2 시설물의 내구성능 평가방법	34
5.3 시설물의 사용성능 평가방법	34
5.4 시설물의 종합평가방법	35
5.5 종합성능등급 지정	35
5.6 안전성능·내구성능·사용성능 등급 및 종합성능등급 작성 방법	37
제6장 유지관리 전략 제언	38
6.1 일반	38
6.2 유지관리 전략 제언 시 고려사항	38
6.3 유지관리 전략 활용 방안	38
6.4 유지관리 전략 제언 절차	39
제7장 성능평가결과보고서 작성 방법	41
7.1 성능평가결과보고서 작성 방법	41
7.2 성능평가 보고서에 포함하여야 할 사항	42
7.3 e-보고서 작성 방법	45
제8장 시설물의 유지관리	47
8.1 일반	47
8.2 성능목표 설정 및 관리	47
8.3 보수·보강의 실시 등	48
8.4 유지관리 이력 관리 등	49
8.5 유지관리 결과보고서 작성 및 제출	49
부록 1. 균열조사 및 현장시험 요령	
2. 시설물별 성능목표	
3. 시설물별 투자우선순위	
4. 보고서 서식	
5. 과업지시서 예시	
6. 사전검토보고서 예시	

[시설물편]

제1장 교량

제2장 터널

제3장 항만

제4장 댐

제5장 공항(여객터미널)

제6장 하구둑

제7장 수문

제8장 제방

제9장 상수도

제10장 옹벽

제11장 절토사면

공통편

제1장 서론

제2장 시설물의 관리일반

제3장 시설물의 성능평가

제4장 현장조사 및 시험

제5장 종합성능평가 등급의 결정

제6장 유지관리 전략 제시

제7장 성능평가 보고서 작성 방법

제8장 시설물의 유지관리

부록 1. 균열조사 및 현장시험 요령

2. 시설물별 성능목표

3. 시설물별 투자우선순위

4. 보고서 서식

5. 과업지시서 예시

6. 사전검토보고서 예시

제1장 서론

1.1 목적

본 「시설물의 안전 및 유지관리의 실시 세부지침(성능평가 편)(이하 「세부지침」 이라 한다)은 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」(이하 「법」 이라 한다) 제43조 및 같은 「법」 시행령(이하 「령」 이라 한다) 제30조 및 같은 「법」 시행규칙(이하 「규칙」 이라 한다) 제32조에 따라 「시설물의 안전 및 유지관리의 실시 등에 관한 지침」(이하 「지침」 이라 한다)에서 정하는 성능평가의 절차 및 실시방법, 유지관리 등에 관한 필요사항을 시설물별로 보다 상세히 제시하고 그 실시요령을 정하여 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물 기능 및 성능저하, 상태 등을 신속·정확하게 조사·평가하고, 그에 대한 적절한 성능확보를 취하여 재해 및 재난을 예방하며, 시설물의 안전성능 및 내구성능, 사용성능을 보완·보전케 함으로써 시설물의 효용성을 증진시킴과 더불어 과학적 유지관리를 체계화하는데 그 목적이 있다.

1.2 적용범위

본 「세부지침」은 「법」 제39조 및 제40조와 「령」 제28조에 따른 시설물의 유지관리·성능평가에 적용한다.

1.3 용어의 정의

- 성능평가 대상시설물
 - 건설공사를 통하여 만들어진 도로, 철도, 항만, 댐 등의 시설물로 「령」 별표 13의 범위에 포함된 시설물
- 관리주체
 - 관계 법령에 따라 해당 시설물의 관리자로 규정된 자나 해당 시설물의 소유자를 말함. 이 경우 해당 시설물의 소유자와의 관리계약 등에 따라 시설물의 관리책임을 진 자는 관리주체로 보며, 관리주체는 공공관리주체와 민간관리주체로 구분함
- 공공관리주체
 - 국가·지방자치단체
 - 「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조에 따른 공공기관
 - 「지방공기업법」에 따른 지방공기업

- 민간관리주체
 - 공공관리주체 외의 관리주체
- 유지관리
 - 완공된 시설물의 기능을 보전하고 시설물 이용자의 편의와 안전을 높이기 위하여 시설물을 일상적으로 점검·정비하고 손상된 부분을 원상복구하며 경과 시간에 따라 요구되는 시설물의 개량·보수·보강에 필요한 활동
- 성능평가
 - 시설물의 기능을 유지하기 위하여 요구되는 시설물의 성능(안전성능, 내구성능, 사용성능)을 종합적으로 평가하는 행위
- 안전성능
 - 조사 시점의 외관상 결함정도 및 시설물에 주어지는 내적하중(자중) 및 외적하중(활하중 등)으로 인해 시설물에 발생할 수 있는 손상 또는 붕괴에 저항하는 구조물의 성능
- 내구성능
 - 시설물 공용연수 경과 및 외부 환경조건에 따른 영향으로 인한 재료적 성질 변화로 발생할 수 있는 손상에 저항하는 구조물의 성능
- 사용성능
 - 시설물의 예상 수요를 고려하여 공용연수 동안 확보해야 할 사용자 편의성 및 계획 당시의 설계기준에 근거한 사용 목적을 만족하기 위한 구조물의 성능
- 종합성능
 - 조사 시점의 구조적 안전성능뿐만 아니라 시설물 공용연수 경과 및 외부 환경조건에 따른 손상에 저항하는 내구성능과 예상 수요를 고려하여 공용연수 동안 확보해야 할 사용성능을 종합적으로 반영한 구조물의 성능
- 성능목표
 - 시설물의 적절한 안전수준과 성능 및 기능을 유지·확보하여, 장기적인 유지관리 효율성을 극대화할 수 있는 수준
- 시설물통합정보관리체계
 - 시설물의 안전과 유지관리에 관한 정보를 체계적으로 관리 및 활용하기 위하여 국토교통부장관이 구축·운영하는 시스템
- 도급(都給)
 - 원도급·하도급·위탁 그 밖에 명칭여하에 불구하고 성능평가를 완료하기로 약정하고, 상대방이 그 일의 결과에 대하여 대가를 지급하기로 약정하는 계약
- 하도급
 - 도급받은 성능평가 용역의 전부 또는 일부를 도급하기 위하여 수급인이 제3자와 체결하는 계약

- 하자담보책임기간
 - 「건설산업기본법」과 「주택법」 등 관계법령에 따른 하자담보책임기간 또는 하자보수기간 등
- 사전조사
 - 성능평가 용역을 실시하는 사람이 당해시설물의 설계도서 등 유지관리 자료와 과업지시서 등이 법령, 「지침」 및 「세부지침」 등에 부합되는지의 여부를 검토하는 행위
- 현장조사
 - 기존 시설물에 관한 기초자료를 얻고, 시간이 경과함에 따라 구조물의 상태 안전성변화(결함, 손상, 열화 등) 및 구성 재료의 변화, 균열폭과 길이 등을 추적하기 위하여 수행하는 행위
- 안전성능 평가
 - 조사 시점의 외관상 결함정도 및 시설물에 주어지는 내·외적하중(고정하중, 활하중 등)으로 인해 시설물에 발생할 수 있는 손상 또는 붕괴에 저항하는 시설물의 성능을 평가하는 것
 - 상태안전성능 평가 : 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태안전성능을 평가하는 행위
 - 구조안전성능 평가 : 현장조사를 통하여 수집된 자료를 기초로 하고 설계도서 및 기존의 성능평가 실시결과 및 안전점검 등에 의한 실시결과를 참고하여 시설물의 구조·수리·수문해석 등 구조안전성능을 평가하는 행위
- 내구성능 평가
 - 시설물을 사용한 연수 및 외부 환경조건에 따른 영향으로 인해 재료적 성질 변화가 발생할 수 있는 손상에 저항하는 시설물의 성능을 평가하는 것
- 사용성능 평가
 - 시설물의 예상 수요를 고려하여 사용하고자 하는 시설물의 사용 가능한 연수 동안 확보해야 할 사용자 편의성 및 계획 당시의 설계기준에 근거한 사용 목적을 만족하기 위해 시설물의 성능을 평가하는 것
- 종합평가
 - 안전성능·내구성능·사용성능 평가결과에 의하여 안전 및 성능수준을 종합적으로 평가하는 것
- 종합성능등급
 - 성능평가 실시결과 종합성능평가에 따른 당해 시설물의 성능을 나타내는 등급
- e-보고서
 - 성능평가 실시결과 작성한 보고서를 보관 및 활용 등 유지관리 업무에 효율적으로 활용할 수 있도록 전자매체에 의하여 작성한 보고서
- 복합시설물
 - 기능과 역할이 각각 다른 개별 시설물들이 집합된 시설물

- 보수(補修)
 - 시설물의 성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 유지관리 대책
- 보강(補強)
 - 시설물의 부재나 구조물의 내하력과 강성 등의 역학적인 성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 대책
- 장비관리(裝備管理)
 - 성능평가에 사용하는 장비는 소요성능 및 측정의 정밀·정확도를 유지하도록 관리하여야 하며, 「국가표준기본법」 및 「계량에 관한 법률」에 의하여 검·교정을 받는 행위
- 기본과업(基本課業)
 - 시설물의 성능평가를 실시함에 있어 시설물의 구분 없이 기본적으로 실시하여야 하는 「지침」에서 정하고 있는 과업
- 선택과업(選擇課業)
 - 시설물의 성능평가를 실시함에 있어 시설물의 여건에 따라 실시하여야 하는 「지침」에서 정하고 있는 과업으로서 성능평가 목적을 달성하기 위하여 현지 여건을 감안하여 실시
- 현장시험
 - 시설물이 위치하는 현장에서 구조물에 손상을 입히지 않고 강도 및 결함 등을 측정하는 것
- 실내시험(室內試驗)
 - 시설물의 특정부분에 대한 자료가 필요할 경우 구조물로부터 재료의 일부를 채취하여 시험실에서 실시하는 시험

제2장 시설물 관리일반

2.1 시설물의 안전 및 유지관리계획 수립 및 제출

관리주체는 소관시설물에 대해 시설물의 안전 및 유지관리 계획(이하 「시설물관리계획」이라 한다)을 매년 수립·시행하여야 한다. 다만, 다음에 해당하는 시설물의 경우에는 특별자치시장·특별자치도지사·시장·군수 또는 구청장(구청장은 자치구의 구청장을 말하며, 이하 「시장·군수·구청장」이라 한다)이 수립하여야 한다.

- 「공동주택관리법」 제2조제2호에 따른 의무관리대상 공동주택이 아닌 공동주택 중 30세대 미만으로서 1세대의 면적이 「주택법」 제2조제6호에 따른 국민주택 규모 이하인 공동주택
- 「건축법」 제2조제2항제11호에 따른 노유자시설 중 관리주체의 영세성으로 인하여 국가 또는 지방자치단체의 지원을 받고 있는 시설
- 그 밖의 시설물 중 시설물의 규모, 경과년수 및 관리주체의 자력 등을 고려하여 시장·군수·구청장이 안전관리를 하여야 할 필요성이 있다고 인정하는 시설물 「시설물관리계획」에 포함되어야 할 사항은 다음과 같다.
- 시설물의 적정한 안전과 유지관리를 위한 조직·인원 및 장비의 확보에 관한 사항
- 긴급 상황 발생 시 조치체계에 관한 사항
- 시설물의 설계·시공·감리 및 유지관리 등에 관련된 설계도서의 수집 및 보존에 관한 사항
- 안전점검 또는 정밀안전진단의 실시에 관한 사항
- 보수·보강 등 유지관리 및 그에 필요한 비용에 관한 사항

관리주체는 제1종 및 제2종시설물로 지정된 소관시설물에 대해 매년 2월 15일까지 「시설물관리계획」을 제출하여야 한다.

성능평가 대상시설물의 관리주체는 해당 시설물의 생애주기를 고려하여 소관 시설물에 대해 5년마다 중기시설물관리계획(이하 「중기관리계획」이라 한다)을 수립·시행하여야 한다. 이 경우 성능평가 대상시설물의 관리주체는 해당 「중기관리계획」에 근거하여 「시설물관리계획」을 수립·시행하여야 한다.

「중기관리계획」에 포함되어야 할 사항은 다음과 같다.

- 성능평가 대상시설물에 대한 성능목표 및 관리기준 설정에 관한 사항
- 성능평가 대상시설물의 성능목표 달성 방법에 관한 사항
- 성능평가 대상시설물의 안전점검등 및 성능평가, 유지관리 이행에 관한 사항
- 성능평가 대상시설물에 대한 안전점검등 및 성능평가결과에 관한 사항
- 성능평가 대상시설물의 성능 변경(개축, 교체, 철거 등)에 관한 사항

「중기관리계획」은 성능평가 실시결과와 개축·교체·철거 등 시설물 준공 이후의 생애주기와 관련된 사항 등을 반영하여 수립하고, 이를 5년마다 2월 15일까지 제출하여야 한다.

관리주체는 긴급한 보수·보강을 실시하거나, 수립된 보수·보강 계획 또는 안전점검등 및 성능평가 실시시기 변경 등으로 「시설물관리계획」이나 「중기관리계획」을 변경하는 경우에는 변경한 날로부터 15일 이내에 이를 제출하여야 한다.

「시설물관리계획」 및 「중기관리계획」의 제출은 「법」 제55조에 따른 시설물 통합정보관리체계를 이용하여 전자문서 또는 서면으로 제출하여야 한다.

2.2 설계도서 등의 보존

관리주체는 「법」 제9조제6항에 따라 설계도서, 시설물관리대장, 감리보고서(이하 「관련서류」라 한다)를 보존하여야 하며 관련서류는 다음과 같다.

가. 설계도서

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

나. 시설물관리대장

- 시설물통합정보관리체계 운영규정에 따른 서식에 따라 작성된 시설물관리대장

다. 감리보고서

- 최종감리보고서

2.3 설계도서 등 관련서류의 작성·제출

제1종시설물 및 제2종시설물을 건설·공급하는 사업주체는 「법」 제9조제1항에 따라 하는 「관련서류」를 관리주체와 국토교통부장관에게 제출한다.

관리주체 등은 「관련서류」를 시설물통합정보관리체계 운영규정에 따라 작성하여 시설물통합관리체계를 통해 제출하여야 하며, 이 경우 관리주체 및 국토교통부장관에게 제출한 것으로 본다.

관리주체는 「법」 제9조제4항에 따라 중요한 보수·보강을 실시한 경우에도 관련 서류를 제출하여야 하며, 중요한 보수·보강의 범위는 다음과 같다.

- 철근콘크리트구조부 또는 철골구조부
- 건축물의 내력벽·기둥·바닥·보·지붕틀 및 주계단 (단, 사이기둥·최하층바닥·작은 보·차양·옥외계단, 그 밖에 이와 유사한 것으로 건축물의 구조상 중요하지 아니한 부분 제외)
- 교량의 받침
- 터널의 복공부위
- 하천시설의 수문문비
- 댐의 본체, 시공이음부 및 여수로
- 조립식 건축물의 연결부위
- 상수도 관로이음부
- 항만시설 중 갑문문비 작동시설과 계류시설, 방파제, 파제제 및 호안의 구조체

2.4 성능평가 및 유지관리 결과보고서 제출

가. 성능평가결과보고서

성능평가결과보고서는 시설물 관리주체의 유지관리 업무에 효율적이며 체계적으로 활용할 수 있도록 성능평가 과업내용을 중심으로 작성·제출하여야 한다.

나. 유지관리 결과보고서

관리주체는 시설물의 주요 부위 등과 시설물의 성능 및 기능을 저하시킬 수 있는 부재(붕괴유발부재, 피로취약부위 등)에 대한 보수·보강 등의 유지관리를 실시한 경우 유지관리 결과보고서를 작성하여 제출하여야 한다.

유지관리 결과보고서는 시설물의 보수·보강 및 사용제한 실적 중심으로 내용을 작성하여야 하며, 이를 증빙할 수 있는 사진첩 또는 설계도서 등 「관련서류」를 포함하여야 한다.

유지관리 결과보고서는 유지관리를 완료한 날부터 30일 이내에 시설물통합정보관리 체계를 이용하여 제출하여야 한다.

제3장 시설물의 성능평가

3.1 일반

3.1.1 목적

성능평가의 목적은 현장조사 및 각종시험에 의해 시설물의 성능을 종합적으로 평가하여 시설물의 객관적인 현재의 상태와 장래의 성능 변화를 파악·예측하고, 이를 통해 관리주체가 보수·개량·교체 등의 최적시기 결정 등 합리적 유지관리 전략을 마련하는 데에 있다.

성능평가는 제1종시설물에 대한 성능평가(이하 「제1종성능평가」라 한다)와 제2종 시설물에 대한 성능평가(이하 「제2종성능평가」라 한다)로 구분하여 실시하여야 한다.

3.1.2 시설물관리계획 수립

관리주체는 소관 성능평가 대상시설물에 대한 「시설물관리계획」 및 「중기관리계획」에 따라 체계적이고 일관성 있는 성능평가가 실시될 수 있도록 하여야 한다.

3.1.3 정밀안전점검 및 정밀안전진단과의 관계

성능평가는 「법」 제40조에 따라 정밀안전점검 및 정밀안전진단을 포함하여 실시하거나 최근 1년 이내에 실시한 정밀안전점검 및 정밀안전진단 결과를 활용할 수 있다.

정밀안전점검 및 정밀안전진단을 포함하거나 그 결과를 활용하여 성능평가를 실시하는 경우 제1종시설물은 정밀안전진단을, 제2종시설물은 정밀안전점검을 포함하거나 그 결과를 활용하여 성능평가를 실시하여야 한다.

관리주체가 제2종시설물에 대한 정밀안전진단을 실시하는 경우에는 정밀안전진단을 포함하거나 그 결과를 활용하여 「제1종성능평가」를 실시할 수 있다.

정밀안전점검 및 정밀안전진단 실시 결과를 활용하여 성능평가를 실시하는 경우 성능평가 착수일 기준으로 1년 이내 정밀안전점검 및 정밀안전진단 실시결과를 활용하여야 하며, 활용범위는 다음과 같다.

가. 정밀안전점검 결과 활용범위

- 기본시설물 또는 주요부재의 외관조사 및 외관조사망도 결과
 - 콘크리트 구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등
 - 강재 구조물 : 균열, 도장상태, 부식상태 등

- 간단한 현장 재료시험 등
 - 콘크리트 반발경도시험
 - 콘크리트 탄산화 깊이 등
- 보수·보강 방법
- 기타 책임기술자가 판단에 따라 활용 가능한 항목

나. 정밀안전진단 결과 활용범위

- 대상시설물의 외관조사 및 외관조사망도 결과
 - 콘크리트 구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등
 - 강재 구조물 : 균열, 도장상태, 부식 및 접합(연결부) 상태 등
- 현장 재료시험 등
 - 콘크리트 시험 : 반발경도시험, 초음파전달속도시험, 탄산화 깊이 측정, 염화물 함유량시험, 철근배근상태 등
 - 강재 시험 : 강재 비파괴시험 등
 - 기계·전기설비 및 계측시설의 작동유무
 - 안전성평가 검토 결과
- 보수·보강 방법
- 기타 책임기술자가 판단에 따라 활용 가능한 항목

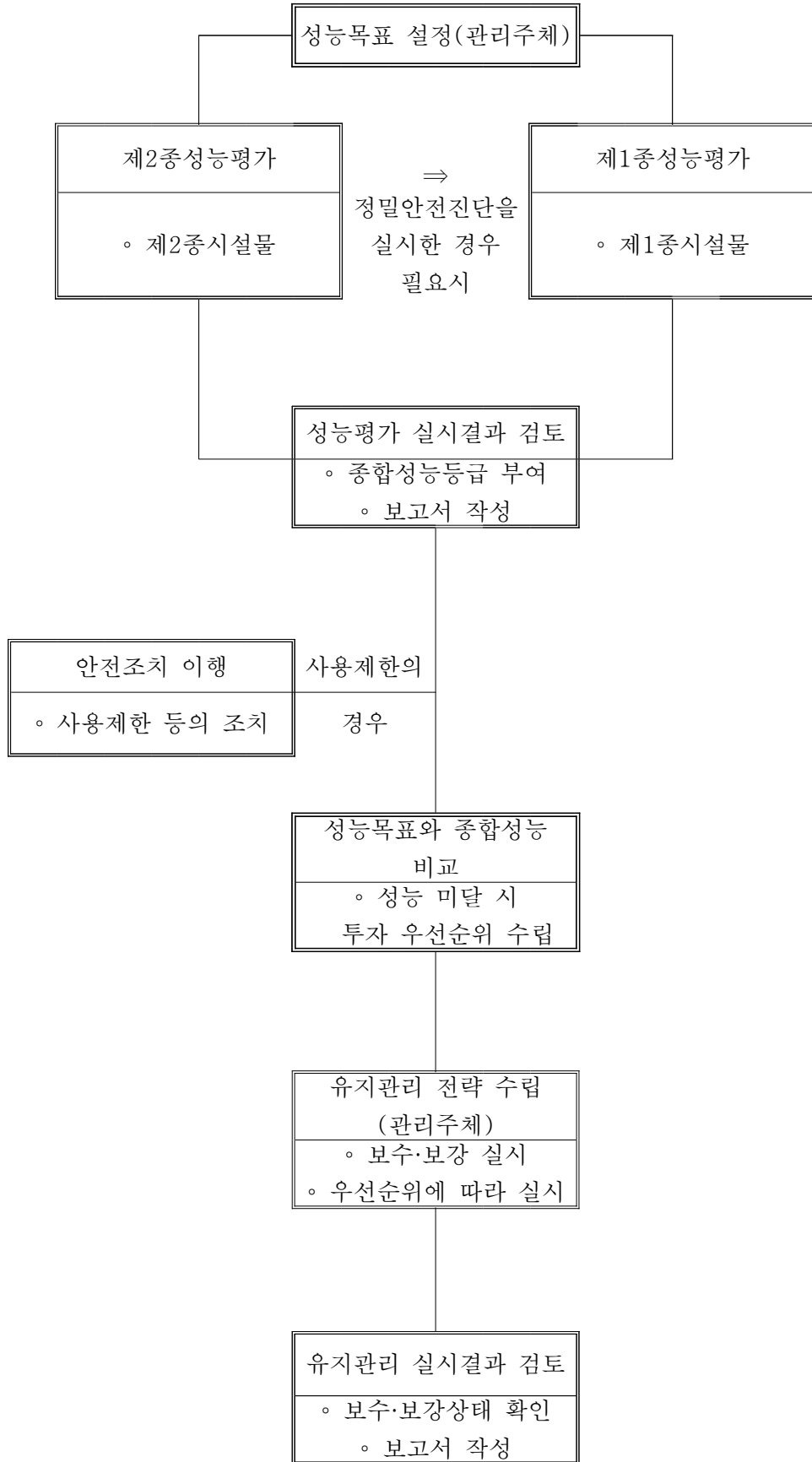
정밀안전점검 및 정밀안전진단 실시 결과를 활용하여 성능평가를 실시할 때, 정밀안전점검 및 정밀안전진단의 결과 자료가 부족한 경우에는 관련된 과업을 추가하여 실시할 수 있다.

3.1.4 예산의 확보

관리주체는 시설물의 안전점검등 및 성능평가, 보수·보강 등에 대한 비용을 다음 각 호에 따라 유지관리 예산에 반영하여 적절한 시기에 유지관리가 시행되도록 하여야 한다.

- 안전점검등 및 성능평가 : 「법」 제37조 및 제44조에 따른 안전점검등 및 성능평가 비용의 산정기준
- 보수·보강 등 : 결함 및 손상의 종류와 정도에 따른 관련 각종 기준(표준시방서, 콘크리트 보수보강요령, 공동주택하자판정기준 등) 및 표준 품셈 등

관리주체는 소관 시설물의 유지관리를 전산기법을 이용한 「시설물통합정보관리체계」에 의하여 과학적으로 시행하도록 노력하여야 하며, 이에 따라 유지관리 예산 및 보수·보강 시기 등을 결정할 수 있도록 하여야 한다.



[그림 1] 성능평가 업무 흐름도

3.1.5 준비사항

성능평가 실시를 위하여 준비해야 할 사항은 다음과 같다.

가. 성능평가 과업지시서 등의 작성

소관 시설물에 대한 성능평가를 발주할 때에는 「법」 제40조제1항에 따라 성능평가가 성실히 수행되도록 「지침」을 준수하여 과업지시서 또는 용역설계서를 작성하여야 한다. 정밀안전점검 및 정밀안전진단을 포함하여 성능평가를 실시할 경우에도 지침을 검토 및 반영하여 과업지시서 또는 용역설계서를 작성한다.

나. 성능평가 과업지시서 등의 검토

성능평가를 실시하는 사람은 사전검토 결과 당해 시설물의 과업지시서 또는 용역설계서 내용이 관련 「지침」과 위배되는 경우에 그 내용을 관리주체에게 보고하고, 과업수행 계획서에 수록하여야 한다.

다. 일정계획 수립

라. 조사·시험 항목의 선정

마. 경험과 기술을 갖춘 기술 인력과 소요 장비

바. 해당시설물의 설계도서 및 유지관리 관련 자료 등

3.1.6 고려사항

성능평가를 위한 조사·시험항목을 선정할 때는 다음 각 호를 고려하여야 한다.

1. 시설물에 대한 구조적 특수성, 사용 환경 및 사용재료의 검토
2. 최신 기술과 실무 경험의 적용

3.1.7 장비관리

가. 관리일반

성능평가의 실시에 사용되는 장비는 「국가표준기본법」 및 「계량에 관한 법률」에 의거하여 검·교정을 받아야 하며, 소요성능 및 측정의 정밀·정확도를 유지하도록 관리하여야 한다. 다만, 「국가표준기본법」 및 「계량에 관한 법률」에 따른 검·교정 대상에 해당하지 아니하는 경우에는 그 소요성능을 갖춘 장비여야 한다.

「규칙」 제23조에 따라 갖춘 성능평가 측정 장비는 「규칙」 별지 제12호 서식과 함께 해당 진단측정 장비 사진을 포함하여 관리하여야 한다.

나. 검·교정 대상 성능평가 측정 장비

「국가표준기본법」 제14조(국가교정제도의 확립) 규정에 의한 국가측정표준과 국가 사회의 모든 분야에서 사용하는 측정기 기간의 소급성 제고를 위하여 국가교정제도를 확립하여야 한다고 규정되어 있다.

「규칙」에서 정하고 있는 성능평가 측정 장비는 5분야 19종으로 이 성능평가 측정 장비 중에서 「국가표준기본법」 규정에 의한 교정대상이 되는 성능평가 측정 장비는 다음[표 1]의 6종이 해당된다.

[표 1] 법정 성능평가 측정 장비의 교정주기

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

한편, 교정주기 및 대상은 매년 변동이 있으므로 「교정대상 및 주기설정을 위한 지침¹⁾」 등에서 확인이 필요하다.

다. 교정주기의 설정

「교정대상 및 주기설정을 위한 지침」에서 정한 표준교정주기는 가장 보편적인 상황 하에서 사용하였을 때 그 측정기의 정밀정확도가 유지될 수 있는 기간을 추정한 교정주기이다.

「교정대상 및 주기설정을 위한 지침」에서 25개 측정분야 총 448종의 측정기에 대하여 표준교정주기를 정하고 있으나, 각 산업체에 측정기를 사용하고 있거나 보유하고 있는 자는 측정기의 정확도, 안전성, 사용목적, 환경조건 및 사용빈도를 감안하여 주기를 조정토록 권고하고 있다.

1) “교정대상 및 주기설정을 위한 지침” 국가기술표준원 고시 제2021-91호 2021.4.8.

라. 기타 성능평가 기기의 검·교정

「법」에서 정하고 있는 진단측정장비 이외에 성능평가 실시에서 사용되는 각종 기기 또는 장비 및 센서 등에 대해서도 「교정대상 및 주기설정을 위한 지침」에 근거하여 검·교정을 받아야 한다.

성능평가 실시에서 사용되는 법정 성능평가 측정 장비 이외의 검·교정이 필요한 대표적인 장비는 다음[표 2]와 같다.

[표 2] 법정 성능평가 측정 장비 이외의 장비 교정주기

진단장비명	교정주기(월)	비고
디지털고무경도측정기	12	
버니어캘리퍼스	12	
이산화탄소측정기	12	
산소측정기	12	
전자저울	12	
디지털 토크렌치	12	
토크렌치	6	볼트 체결력 측정

마. 교정기관

「국가표준기본법」에 따라 국가기술표준원에서 운영하고 있는 한국인증기구(KOLAS, Korea Laboratory Accreditation Scheme)로 부터 국가교정기관 및 시험검사기관으로 승인을 받은 교정기관에 해당 성능평가 측정 장비 및 각종 기구 및 센서 등에 대해서 검·교정을 받아야 한다.

3.2 성능평가의 종류

3.2.1 제2종성능평가

제2종성능평가는 시설물의 현 상태를 정확히 판단하고 최초 또는 이전에 기록된 상태로부터의 변화를 확인하며 구조물이 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위하여 면밀한 외관조사와 간단한 측정·시험장비로 필요한 측정 및 시험을 실시한다.

외관조사 및 측정·시험 결과와 이전의 성능평가 실시결과에서 발견된 결함의 진전 및 신규발생을 파악하여 시설물의 주요 부재별 상태를 평가하고 이전의 성능평가 실시결과와 비교·검토하여 시설물 전체에 대한 안전성능 및 내구성능, 사용성능 평가결과를 결정하여야 하며, 결함부위 등 주요 부위에 대한 외관조사망도 작성 등 조사결과를 도면으로 기록하여야 한다.

제2종성능평가 실시결과 결함이 광범위하게 발생하는 등 제1종성능평가가 필요하다고 판단된 경우에는 점검자는 관리주체에게 즉시 보고하여야 하며, 관리주체는 제1종성능평가를 실시하여야 한다.

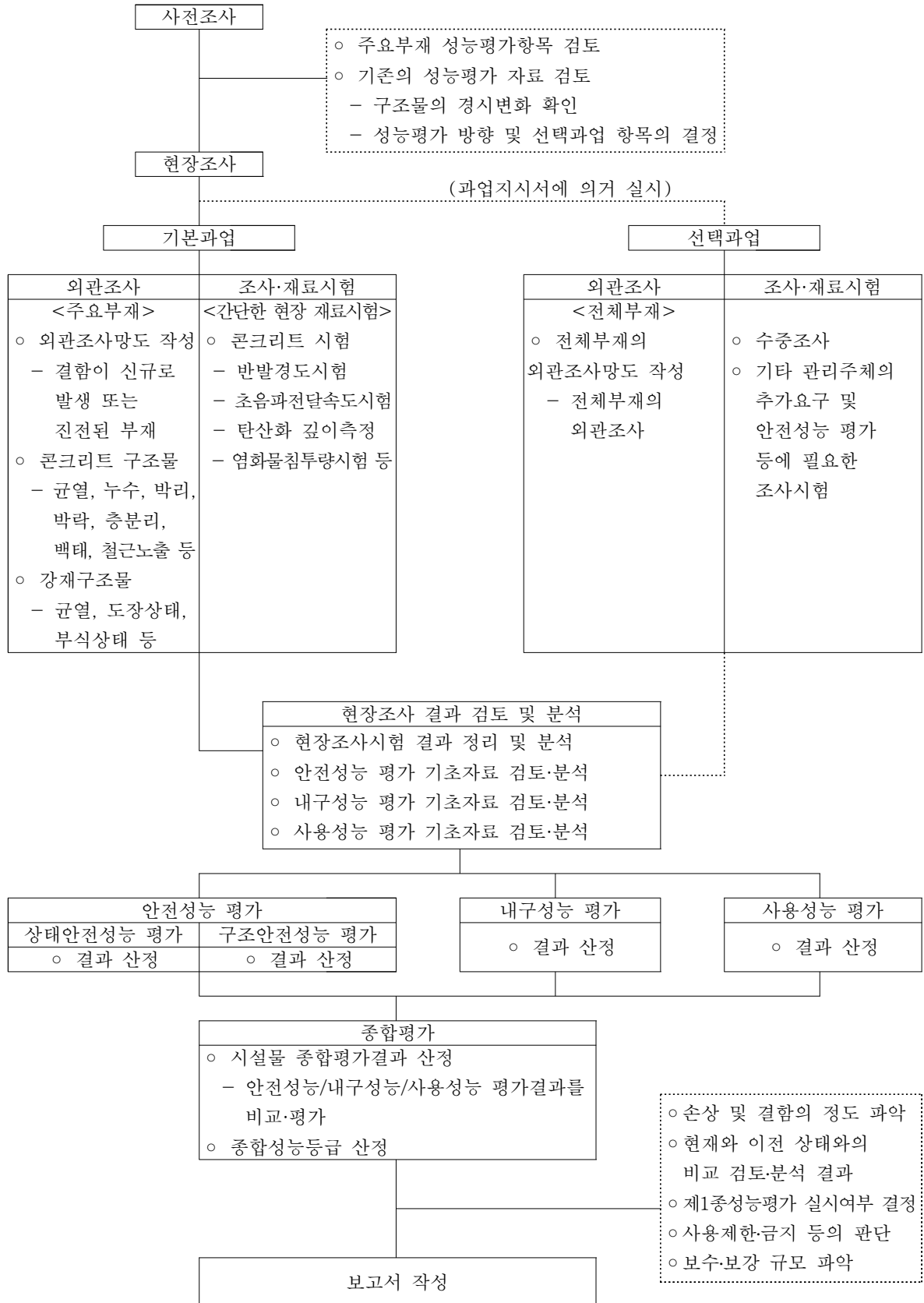
3.2.2 제1종성능평가

제1종성능평가는 정밀한 외관조사와 각종 측정·시험장비에 의한 측정·시험을 실시하여 시설물의 안전성능 및 내구성능, 사용성능 평가에 필요한 데이터를 확보한다.

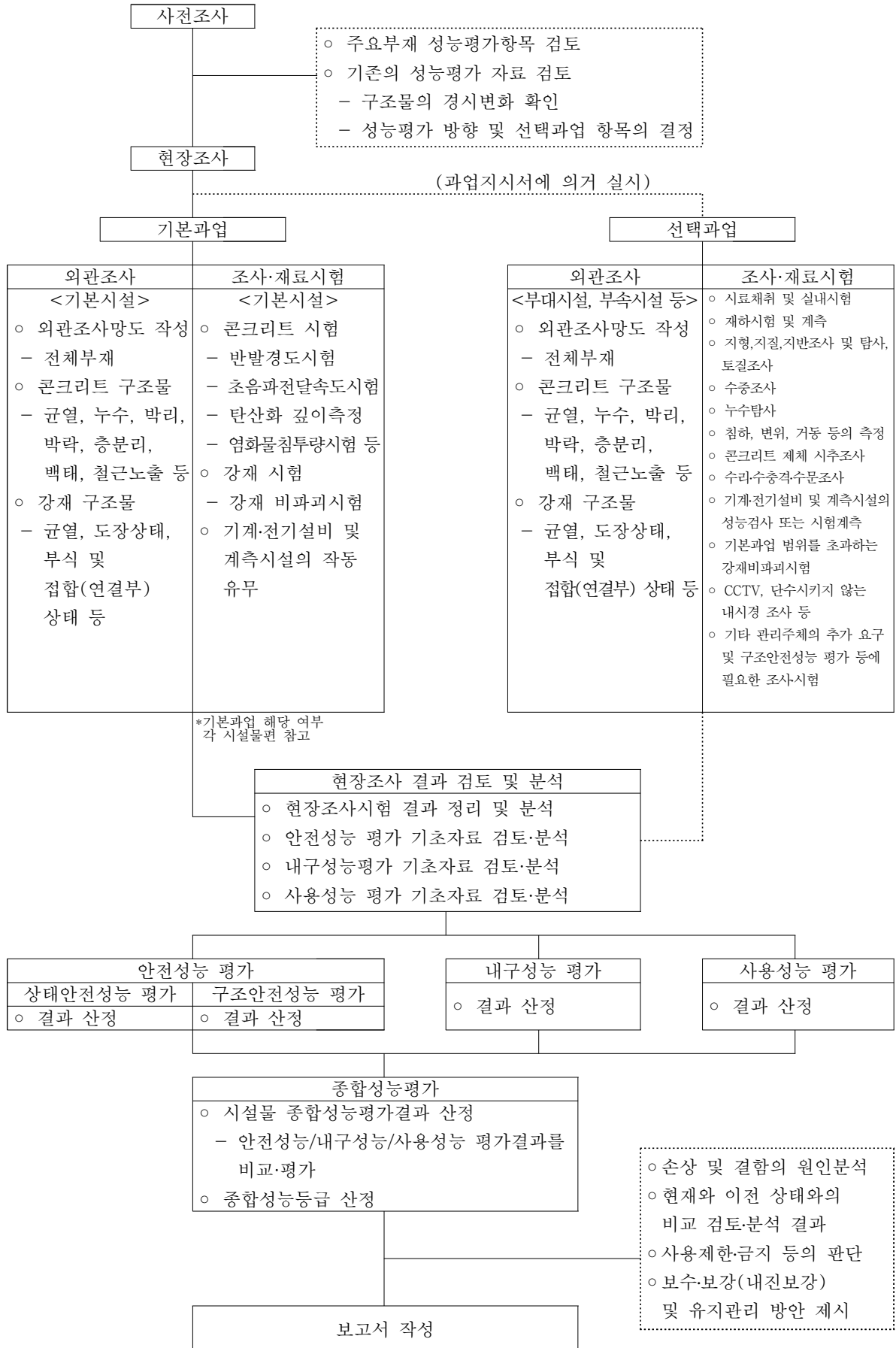
현장조사 시 필요한 경우 교통통제 및 안전조치를 취하여야 하며 시설물 근접조사를 위한 접근장비와 필요시 수중카메라 등 특수 장비와 잠수부 등 특수기술자도 투입하여야 한다.

결함의 유무 및 범위에 대한 확인이 필요한 때에는 현장 재료시험과 기타 필요한 재료시험을 병행하여야 한다. 대상시설물의 표면에 대한 외관조사 결과는 도면으로 기록하여야 하며, 구조물 전체 부재별 상태를 평가하고 시설물 전체에 대한 안전성능 및 내구성능, 사용성능 평가결과를 결정하여야 한다.

제1종성능평가결과 보수·보강이 필요한 경우에는 보수·보강방법을 제시하여야 한다. 이 경우 보수·보강 시 예상되는 임시 고정하중(공사용 장비 및 자재 등)이 현저하게 작용하는 상황에 대한 구조안전성능평가를 포함하여야 한다.



[그림 2] 제2종성능평가 흐름도



[그림 3] 제1종성능평가 흐름도

3.3 성능평가 실시 시기

관리주체는 소관 성능평가 대상시설물에 대하여 「영」 제28조제2항에 따라 성능평가를 실시하여야 하며, 실시주기의 산정은 이전 성능평가를 완료한 날을 기준으로 기산한다.

안전등급	정밀안전점검		정밀안전진단	성능평가
	건축물	그 외 시설물		
A등급	4년에 1회 이상	3년에 1회 이상	6년에 1회 이상	5년에 1회 이상
B·C등급	3년에 1회 이상	2년에 1회 이상	5년에 1회 이상	
D·E등급	2년에 1회 이상	1년에 1회 이상	4년에 1회 이상	

○ 정밀안전점검

최초로 실시하는 정밀안전점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(구조형태의 변경으로 시설물로 된 경우에는 구조형태의 변경에 따른 준공일 또는 사용승인일을 말한다)을 기준으로 3년 이내(건축물은 4년 이내)에 실시한다. 다만, 임시 사용승인을 받은 경우에는 임시 사용승인일을 기준으로 한다.

○ 정밀안전진단

최초로 실시하는 정밀안전진단은 준공일 또는 사용승인일(준공 또는 사용승인 후에 구조형태의 변경으로 제1종시설물로 된 경우에는 최초 준공일 또는 사용승인일을 말한다) 후 10년이 지난 때부터 1년 이내에 실시한다. 다만, 준공 및 사용승인 후 10년이 지난 후에 구조형태의 변경으로 인하여 제1종시설물로 된 경우에는 구조형태의 변경에 따른 준공일 또는 사용승인일로부터 1년 이내에 실시한다.

○ 성능평가

최초로 실시하는 성능평가는 성능평가 대상시설물 중 제1종시설물의 경우에는 최초로 정밀안전진단을 실시하는 때, 제2종시설물의 경우에는 「법」 제11조제2항에 따라 하자담보책임기간이 끝나기 전에 마지막으로 실시하는 정밀안전점검을 실시하는 때에 실시한다. 다만, 준공 및 사용승인 후 구조형태의 변경으로 인하여 성능평가 대상시설물로 된 경우에는 정밀안전점검 또는 정밀안전진단을 실시하는 때에 실시한다.

다만, 증축, 개축 및 리모델링 등을 위하여 공사 중이거나 철거예정인 시설물로서, 사용되지 아니하는 시설물에 대해서는 국토교통부장관과 협의하여 안전점검등 및 정밀안전진단, 성능평가의 실시를 생략하거나 그 시기를 조정할 수 있다.

3.4 성능평가 실시자의 자격 및 의무

성능평가 책임기술자는 「영」 별표 5에 따른 기술자격자로서 「규칙」 제10조에 따른 교육기관에서 시행하는 해당분야 교육과정을 이수하여야 한다.

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

성능평가의 참여기술자는 「영」 별표 11의 등록기준에 규정된 기술 인력의 자격요건을 갖춘 사람으로 「규칙」 제10조에 따른 교육기관에서 시행하는 해당분야의 성능평가 교육과정을 이수하여야 한다.

책임기술자 등은 주관적인 판단에 따라 성능평가가 이루어질 우려가 있으므로 객관성과 일관성을 갖추어 평가와 관련된 조사, 시험 및 측정 등을 실시하여야 한다.

3.5 안전관리

3.5.1 일반

성능평가를 실시하는 책임기술자는 성능평가를 실시하는 자의 안전뿐만 아니라 공공의 안전을 위하여 장비 및 기기 등을 안전하게 운용하고 작업을 안전하게 수행하도록 계획 수립 시 안전관리계획을 포함하여 수립하여야 한다.

3.5.2 성능평가 종사자의 안전

성능평가를 실시하는 자는 안전모, 작업복, 작업화와 필요한 경우 청각, 시각 및 안면 보호장비 등을 포함한 개인용 보호 장구를 항상 착용하여야 하며 장비 및 기기를 항상 최적의 상태로 정비하여야 한다. 또한 밀폐된 공간에서의 작업이 필요한 경우에는 유해 물질, 가스 및 산소결핍 등에 대한 조사와 대책을 사전에 마련하여야 한다.

가. 안전관리 조직

성능평가를 실시하는 기관은 종사자를 중심으로 안전관리 조직을 구성하도록 하며, 협력업체가 있는 경우에는 협력업체를 포함하도록 하고, 안전관리 책임자를 선임하도록 한다.

나. 안전교육

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

다. 보호구

성능평가 종사자는 고용노동부장관 검정 합격품을 사용하고, 적절한 보호구를 착용하며, 적합한 안전시설을 설치하여 사용한다.

다음의 각 사항의 작업 시에는 반드시 보호구를 착용하여야 한다.

- 높이 2m이상의 추락의 위험이 있는 장소에서는 안전벨트를 착용한다.
- 낙하물에 의한 위험이 있는 장소에서는 안전모 및 안전화를 착용한다.
- 분진 등이 현저하게 발생하는 장소에서는 방진 마스크를 착용한다.
- 유해물질 및 가스발생, 산소결핍 등 질식위험이 있는 장소에서는 방독 마스크 또는 방독면을 착용한다.

- 그라인더 작업 등 비산물에 의한 위험이 있는 작업은 보안경 또는 보안면을 착용한다.
- 현저한 소음이 발생하는 작업 장소에서는 귀마개를 착용한다.
- 수상 부분에서 작업을 할 때에는 구명장구 및 비상로프를 착용, 휴대한다.
- 기타 위험 요소가 있는 장소에서 작업 시에는 적절한 보호용구를 사용한다.

라. 안전사고의 처리

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

마. 안전수칙

- 일기 조건으로 작업 수행이 곤란한 경우에는 작업을 하지 아니한다.
- 위험한 작업 시에는 안전 관리자가 입회하도록 하며, 특별교육을 실시한다.
- 작업 실시 전에 작업에 지장을 주는 요인이 있을 경우 관리주체의 협조를 얻어 안전 조치를 취한 후에 작업을 실시한다.
- 공공의 안전과 관계가 있을 경우에는 적절한 조치(출입 금지, 접근 금지 등의 표지판 설치, 교통신호수, 감시인 배치 등)를 한다.
- 안전 관리자는 위험물 저장소, 통제구역 등의 출입에 대하여는 관리주체와 사전협의를 하여야 하며, 관리주체는 이에 적극 협조한다.
- 야간 또는 어두운 곳에서의 작업 시에는 충분한 밝기의 조명 시설을 갖추어야 하고 식별이 용이하도록 조치를 하여야 하며, 수시로 작업자 상호간에 연락을 취할 수 있도록 한다.
- 밀폐된 장소에서의 산소결핍이 예상되는 장소는 작업 전에 반드시 산소 농도를 측정하고 적절한 조치를 취한다.
- 유해 가스 발생 및 잔류가 예상되는 장소는 반드시 사전에 정밀 측정기에 의한 측정 및 확인, 안전조치를 한 후에 작업한다.
- 전기를 사용 할 경우에는 감전사고 예방 조치를 취한다.
- 각종 측정 장비의 사용 시 주의사항을 숙지하여야 하며 무리한 사용과 조작을 하지 않는다.
- 장비 사용에 있어 취급 자격이 요구되는 장비는 유자격자 이외에는 사용하지 않아야 한다.
- 점검차량을 사용할 때는 굴절붐(Boom) 및 암(Arm) 회전 시 주의하고 자체적으로 작성한 안전수칙에 따라 장비운용을 시행한다.

3.5.3 공공의 안전

공공의 안전측면에서 관리주체는 성능평가 실시기간 동안 교통통제 및 작업 공간 확보를 위하여 적절한 계획을 수립·시행하여야 한다.

3.6 성능평가 계획수립

3.6.1 일반

시설물의 성능평가를 수행하기 위한 계획수립은 다음의 사항을 고려하여야 하며, 철저한 시설물의 성능평가를 위해 기후·온도·현지여건 등을 고려하여 가장 바람직한 기간 중에 실시되어야 한다.

성능평가를 실시하는데 있어 조사, 시험 및 측정을 수행하는데 가장 알맞은 장비를 활용할 수 있도록 필요한 장비에 대해 사전에 현장조사나 설계도서 등을 검토하여 계획을 수립하여야 한다.

관리주체는 소관시설물의 구조형태의 변경 등으로 관리기준이 변경된 경우, 그 변경 기준을 반영하여 성능평가 계획을 수립하여야 한다.

3.6.2 계획수립

- 가. 성능평가를 수행하는데 필요한 인원, 측정 장비 및 기기의 결정
- 나. 기 발생된 결함의 확인을 위한 기존 안전점검 및 정밀안전진단, 성능평가 자료의 검토
- 다. 성능평가를 수행하는데 안전사고 발생 위험요인 등에 대한 안전관리 계획 검토
- 라. 성능평가를 수행하는데 정밀안전점검 및 정밀안전진단 포함 및 결과 활용 여부 검토
- 마. 성능평가 실시 기간과 소요 작업시간의 예측
- 바. 타 기관 또는 주민과의 협조관계
- 사. 선택과업에 대한 조사범위, 장비 및 인력 동원계획
- 아. 비파괴 시험을 포함한 기타 재료시험의 실시 위치 및 시험 실시계획
- 자. 붕괴유발부재, 피로취약부위 등과 같이 특별한 주의를 필요로 하는 부재·부위
- 차. 시설물의 기초와 주위 지반에 대한 조사방법, 조사항목 및 범위

3.6.3 성능평가 실시 시기의 선정

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

3.6.4 장비의 선정

시설물의 성능평가에 사용하는 장비는 접근에 필요한 장비와 실제 조사, 시험 및 측정을 수행하는데 사용되는 성능평가 측정 장비를 말한다.

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

성능평가방법과 장비의 선정에 있어 책임기술자는 사전에 현장조사를 하여야 하며 도면이 있는 경우는 도면을 가지고 수행함으로써 구조물의 형상이나 세부 사항들에 대하여 가장 알맞은 장비가 선정되도록 하여야 한다.

3.6.5 관리기준이 변경된 시설물의 성능평가

사용 중인 시설물의 시설 관리기준 등이 변경된 경우에는 그 변경기준을 반영하여 성능평가를 실시하여야 한다.

3.7 성능평가 실시범위

성능평가의 실시범위는 대상시설물 전체를 원칙으로 하며, 실시범위에 대한 세부사항은 「시설물관리법」에서 규정하는 바에 따른다. 다만, 다음의 각 호에 해당하는 경우에는 대상시설물의 범위를 조정할 수 있다.

- 복합시설물을 이루는 시설물의 일부가 완공 또는 사용승인 시기가 다른 경우
- 시설물의 용도상 구조 및 기능에 영향을 주지 않는 시설물
- 다른 법령에 의해 성능평가를 주기적으로 실시하는 경우

3.8 성능평가 과업 내용

3.8.1 제2종성능평가 과업

가. 기본과업

제2종성능평가의 기본과업은 시설물의 구분 없이 기본적으로 실시하고, 정밀안전점검을 포함 및 결과를 활용하여 성능평가를 실시할 수 있는 과업을 말한다.

기본과업의 현장조사 및 시험 항목은 최소필요 조건으로 특별한 사유가 있는 경우에는 이를 고려하여 추가 또는 축소할 수 있다.

1) 자료수집 및 분석

- 준공도면, 구조계산서, 특별지방서, 수리·수문계산서, 유지관리 지침서
- 시공·보수도면, 제작 및 작업도면
- 재료증명서, 품질시험기록, 재하시험 자료, 계측자료
- 시설물관리대장
- 시설물의 내구성능(염해·동해환경, 해안거리 등) 및 사용성능(사용자 편의성, 시설물의 수요 및 용량 등)에 대한 자료
- 기존 정밀안전점검 및 정밀안전진단, 성능평가 실시결과
- 보수·보강이력 및 유지관리 결과보고서

2) 현장조사 및 시험

- 대상시설물의 외관조사 및 외관조사망도 작성
 - 콘크리트 구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등
 - 강재 구조물 : 균열, 도장상태, 부식 및 접합(연결부) 상태 등
- 시설물의 내구성능 및 사용성능을 측정하기 위한 현장 재료시험
 - 콘크리트 시험 : 비파괴강도(반발경도시험, 초음파전달속도시험 등), 탄산화 깊이 측정, 염화물침투량시험 등
 - 강재 시험 : 강재 비파괴시험(시험량, 시험부위 등 세부사항은 시설물편 참조)
 - 기계·전기설비 및 계측시설의 작동유무 등

3) 안전성능평가

① 상태안전성능

- 외관조사 결과분석
- 현장시험 및 재료시험 결과 분석
- 대상 시설물(부재)에 대한 상태안전성능 평가
- 시설물 전체의 상태안전성능 결과에 대한 책임기술자의 소견

② 구조안전성능

- 조사, 시험, 측정 결과의 분석
- 기존의 구조계산서 또는 구조안전성능 평가 자료 분석
- 내하력 및 구조안전성능 검토
- 시설물의 구조안전성능 검토 결과에 대한 소견

4) 내구성능평가

- 외관조사 결과분석
- 현장시험 및 재료시험 결과 분석, 내구성능 관련 수집자료 검토
- 사용재료(콘크리트 및 강재 등)에 대한 내구성능 평가
- 시설물의 내구성능 평가결과에 대한 책임기술자의 소견

5) 사용성능 평가

- 사용성능 관련 수집자료 검토
- 사용 환경 및 기능 등에 대한 사용성능 평가
- 시설물의 사용성능 평가결과에 대한 책임기술자의 소견

6) 종합평가

- 안전성능, 내구성능, 사용성능 평가의 결과 분석
- 전체적인 평가에 대한 책임기술자의 소견
- 시설물의 종합성능등급 지정

7) 유지관리 전략 제언

- 시설물의 성능목표 및 성능평가 실시결과 검토·분석
- 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략 제시

8) 보고서 작성

- 외관조사망도 작성 등 보고서 작성

나. 선택과업

선택과업은 시설물의 여건에 따라 실시하여야 하는 과업으로서 제2종성능평가의 목적을 달성하기 위하여 대상시설물의 특성 및 현지여건 등을 감안하여 실시하여야 한다.

1) 자료수집 및 분석

- 구조·수리·수문 계산(계산서가 없는 경우)
- 실측도면 작성(도면이 없는 경우)

2) 현장조사 및 시험

- 시료채취 및 실내시험
- 재하시험 및 계측
- 지형, 지질, 지반조사 및 탐사, 토질조사
- 수중조사 (하천교량의 정밀안전진단을 성능평가에 포함하여 실시할 경우, 수중조사 실시에 관한 사항은 정밀안전진단 과업내용에 따른다.)
- 누수탐사
- 침하, 변위, 거동 등의 측정 (안전점검 실시결과, 원인 규명이 필요하다고 평가한 경우 필수)
- 콘크리트 체체 시추조사
- 수리·수충격·수문조사
- 시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등
- 조사용 접근장비 운용
- 조사부위 표면청소
- 마감재의 해체 및 복구
- 기계·전기설비 및 계측시설의 성능검사 또는 시험계측(건축물 제외)
- 기본과업 범위를 초과하는 강재비파괴시험
- CCTV 조사, 단수시키지 않는 내시경 조사 등
- 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성능, 내구성능, 사용성능 평가에 필요한 추가적인 조사·시험

3) 안전성능평가

- 필요한 부위의 구조·지반·수리·수문 해석 등 구조안전성능 평가 (구조 안전성능 검토를 위한 자료(구조계산서 및 구조안전성능 평가 자료 등)가 없거나 부족한 경우, 이전 성능평가결과보고서 및 설계도서, 외관조사 및 재료시험 결과 등을 검토하여 구조적인 취약부에 대한 구조·지반·수리·수문 해석 등의 구조안전성능 평가를 실시한다.)
- 보수·보강방법을 제시한 경우 보수·보강 시 예상되는 임시 고정하중에 대한 구조안전성능 평가

4) 내구성능 평가

- 기본과업의 평가 외 내구성능 평가

5) 사용성능 평가

- 기본과업의 평가 외 사용성능 평가

6) 유지관리 전략 제안

- 자료검토 및 전문가 자문을 통한 목표성능 설정 및 제안

3.8.2 제1종성능평가 과업

가. 기본과업

제1종성능평가의 기본과업은 시설물의 구분 없이 기본적으로 실시하고, 정밀안전진단을 포함 및 결과를 활용하여 성능평가를 실시할 수 있는 과업을 말한다.

기본과업의 현장조사 및 시험 항목은 최소필요 조건으로 특별한 사유가 있는 경우에는 이를 고려하여 추가 또는 축소할 수 있다.

1) 자료수집 및 분석

- 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리·수문계산서, 유지관리 지침서
- 시공·보수도면, 제작 및 작업도면
- 재료증명서, 품질시험기록, 재하시험 자료, 계측자료
- 시설물관리대장
- 시설물의 내구성능(염해·동해환경, 해안거리 등) 및 사용성능(사용자 편의성, 시설물의 수요 및 용량 등)에 대한 자료
- 기존 정밀안전점검 및 정밀안전진단, 성능평가 실시결과
- 보수·보강이력 및 유지관리 결과보고서

2) 현장조사 및 시험

- 대상시설물의 외관조사 및 외관조사망도 작성
 - 콘크리트 구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등
 - 강재 구조물 : 균열, 도장상태, 부식 및 접합(연결부) 상태 등
- 시설물의 내구성능 및 사용성능을 측정하기 위한 현장 재료시험
 - 콘크리트 시험 : 비파괴강도(반발경도시험, 초음파전달속도시험 등), 탄산화 깊이 측정, 염화물침투량시험 등
 - 강재 시험 : 강재 비파괴시험(시험량, 시험부위 등 세부사항은 시설물편 참조)
 - 기계·전기설비 및 계측시설의 작동유무 등

3) 안전성능 평가

① 상태안전성능

- 외관조사 결과분석
- 현장시험 및 재료시험 결과 분석

- 대상 시설물(부재)에 대한 상태안전성능 평가
 - 시설물 전체의 상태안전성능 결과에 대한 책임기술자의 소견
- ② 구조안전성능
- 조사, 시험, 측정 결과의 분석
 - 기존의 구조계산서 또는 구조안전성능 평가 자료 분석
 - 내하력 및 구조안전성능 평가
 - 시설물의 구조안전성능 결과에 대한 소견
- 4) 내구성능 평가
- 외관조사 결과분석
 - 현장시험 및 재료시험 결과 분석, 내구성능 관련 수집자료 검토
 - 사용재료(콘크리트 및 강재 등)에 대한 내구성능 평가
 - 시설물의 내구성능 평가결과에 대한 책임기술자의 소견
- 5) 사용성능 평가
- 사용성능 관련 수집자료 검토
 - 사용 환경 및 기능 등에 대한 사용성능 평가
 - 시설물의 사용성능 평가결과에 대한 책임기술자의 소견
- 6) 종합평가
- 안전성능, 내구성능, 사용성능 평가에 결과 분석
 - 전체적인 평가에 대한 책임기술자의 소견
 - 시설물의 종합성능등급 지정
- 7) 유지관리 전략 제언
- 시설물의 성능목표 및 성능평가 실시결과 검토·분석
 - 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략 제시
- 8) 보고서 작성
- 외관조사망도 작성 등 보고서 작성

나. 선택과업

선택과업은 시설물의 여건에 따라 실시하여야 하는 과업으로서 제1종성능평가의 목적을 달성하기 위하여 대상시설물의 특성 및 현지여건 등을 감안하여 실시하여야 한다.

- 1) 자료수집 및 분석
 - 구조·수리·수문 계산(계산서가 없는 경우)
 - 실측도면 작성(도면이 없는 경우)
- 2) 현장조사 및 시험
 - 시료채취 및 실내시험
 - 재하시험 및 계측

- 지형, 지질, 지반조사 및 탐사, 토질조사
- 수중조사 (하천교량의 정밀안전진단을 성능평가에 포함하여 실시할 경우, 수중조사 실시에 관한 사항은 정밀안전진단 과업내용에 따른다.)
- 누수탐사
- 침하, 변위, 거동 등의 측정 (안전점검 실시결과, 원인 규명이 필요하다고 평가한 경우 필수)
- 콘크리트 체체 시추조사
- 수리 · 수충격 · 수문조사
- 시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등
- 조사용 접근장비 운용
- 조사부위 표면청소
- 마감재의 해체 및 복구
- 기계 · 전기설비 및 계측시설의 성능검사 또는 시험계측(건축물 제외)
- 기본과업 범위를 초과하는 강재비파괴시험
- CCTV 조사, 단수시키지 않는 내시경 조사 등
- 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성능, 내구성능, 사용성능 평가에 필요한 추가적인 조사 · 시험

3) 안전성능 평가

- 구조 · 지반 · 수리 · 수문 해석 (구조계의 변화 또는 내하력 및 구조안전성능이 저하가 예상되는 경우 필수)
- 구조안전성능 평가 등 전문기술을 요하는 경우의 전문가 자문
- 내진성능평가
- 제시한 보수 · 보강방법에 따라 보수 · 보강 시 예상되는 임시 고정하중에 대한 구조안전성능 평가

4) 내구성능 평가

- 기본과업의 평가 외 내구성능 평가

5) 사용성능 평가

- 기본과업의 평가 외 사용성능 평가

6) 유지관리 전략 제언

- 자료검토 및 전문가 자문을 통한 성능목표 설정 및 제언
- 내진보강 방안 제시
- 시설물 관리방안 제시

3.9 성능평가 요령

3.9.1 일반

시설물별 성능평가 실시요령이나 세부서식은 「지침」에서 규정한다.

시설물의 성능평가 실시에 관한 기초자료를 얻기 위해 사전조사와 현장조사를 실시해야하며, 그 방법 및 내용은 다음을 따른다.

성능평가를 실시하려는 자는 해당 시설물의 설계·시공 및 감리와 관련된 자료와 유지관리에 관련된 자료 등 성능평가 실시에 필요한 기초자료를 확보하거나 「법」 제10조제1항 및 제2항에 따라 관리주체에게 요청하여 자료를 확보하여야 한다.

관리주체는 원활한 성능평가가 실시되기 위해 성능평가를 실시하는 자가 기초자료를 확보하기 위한 요청에 적극적으로 협조하여야 한다.

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

3.9.2 사전조사

가. 설계도서 등의 관련서류 사전검토

성능평가 용역을 수주하여 실시하는 사람은 당해 시설물의 설계도서 등 유지관리 자료와 과업지시서 등이 법령 및 「지침」 등에 부합되는지의 여부를 검토하여 용역 착수일로부터 15일 이내에 관리주체에게 서면으로 보고하고 그 방침을 받아 용역 업무를 진행하여야 한다.

다만, 용역업무의 특수성 등으로 인하여 별도로 기간을 정할 경우에는 그 기간으로 한다. 사전검토의 주요 내용은 다음과 같으며, 사전검토 보고서 작성은 부록에 수록된 「사전검토 보고서 예시」를 참고하여 작성한다.

- 대상시설물의 성능평가 실시범위
- 유지관리 자료 보유 현황
- 과업의 범위
 - 기본과업 항목
 - 선택과업 항목
- 기본과업 재료시험 수량
- 기타 법령, 지침 및 세부지침과의 부합여부

나. 과업수행계획서 작성

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

과업수행계획서는 다음에 열거한 순서로 하여 해당되는 사항을 일목요연하게 작성하여야 한다.

1. 과업의 목적
2. 과업의 개요
 - 1) 대상 시설물 현황 및 개요
 - 2) 과업범위
 - 3) 과업기간
3. 과업 수행방법
 - 1) 성능평가
 - (가) 조사 및 시험·측정
 - (나) 안전성능 평가
 - (다) 내구성능 평가
 - (라) 사용성능 평가
 - (마) 종합평가
 - (바) 유지관리 전략 제안
 - 2) 조사·시험관련 진단측정 장비
4. 과업수행 일정
5. 과업수행 조직
 - 1) 과업수행 조직체계
 - 2) 인원투입 계획
6. 안전관리계획
7. 사전검토 보고서 내용

다. 서류 관리

설계도서 등의 사전검토 보고서와 과업수행계획서에 관한 일체의 서류는 성능평가 실시결과 보고서에 수록하여야 한다.

3.9.3 현장조사

현장조사는 대상시설물에 관한 기존 기초자료를 얻고, 시간이 경과함에 따라 구조물의 안전성능(결함 및 손상, 열화, 하중변화 등), 내구성능(염해·동해환경, 해안거리 등), 사용성능(사용자의 편의성, 시설물의 수요 및 용량 등)의 변화를 추적하기 위하여 수행한다. 이러한 조사를 위해 현장에서는 외관조사 및 재료시험 등을 실시한다. 외관조사의 경우 조사자의 육안에 의한 방법으로 조사를 실시하나 필요에 따라 점검 로봇(법 시행령 별표 10의 14)등을 활용한 외관조사 및 영상분석으로 대체하여 실시할 수 있다. 균열조사 방법에 대한 세부사항은 부록 「균열조사 요령」을 따른다. 또한 재료시험은 제4장을

참고하여 실시한다.

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

3.9.4 성능평가 부위의 청소

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

3.9.5 시설물의 안전성능 평가, 내구성능 평가, 사용성능 평가, 종합평가

주관적인 판단에 따라 시설물의 안전성능 및 내구성능, 사용성능 평가가 이루어질 우려가 있으므로 평가의 객관성과 일관성 확보를 위하여 책임기술자 등은 시설물의 안전성능 평가, 내구성능 평가, 사용성능 평가, 종합평가를 통일된 서식과 기준(시설물 편 참조)에 의하여 실시하도록 한다.

3.9.6 시설물의 종합성능등급의 지정

성능평가를 실시하는 사람은 안전성능 평가, 내구성능 평가, 사용성능 평가 등을 종합적으로 평가하여 당해 시설물의 종합성능등급을 지정하여야 한다.

3.9.7 중대한 위험이 예견되는 결함

성능평가 기간 동안 공중에 중대한 위험을 끼칠 우려가 있는 구조물의 결함이 발견되는 경우에는 즉시 관리주체에 통보하여야 하며 관리주체는 필요한 조치를 하여야 한다.

제4장 현장조사 및 시험

4.1 일반

시설물의 평가를 적절히 수행하기 위하여 성능평가의 목적에 부합하는 현장 재료시험 및 실내시험을 실시하여야 하며 이를 위해 사전 현장조사, 도면 및 이전의 결과보고서 검토 등을 통하여 필요한 시험항목 및 시험횟수를 산정하여야 한다.

성능평가를 실시함에 있어 시설물별로 필요한 재료시험의 최소시험 항목과 기준수량은 「시설물편」을 따르며, 시설물의 특성과 성능평가의 목적에 따라 이를 조정할 경우에는 결과보고서에 그 사유를 명시하여야 한다.

4.2 현장 재료시험

현장 재료시험은 시설물이 위치하는 현장에서 시설물에 손상을 입히지 않고 강도 및 결함 등을 측정하는 것으로 이에 대한 세부사항은 부록 「재료시험 요령」에 따른다.

재료시험 방법은 시설물의 특성을 간접적으로 측정하는 시험방법으로 시험장비 및 측정방법의 특징, 적용한계 등을 고려하여 측정하여야 한다. 또한 시험을 실시하는 자는 시험장비의 사용법을 숙지하고 있는 충분한 경험을 갖춘 자이어야 하며 검·교정을 필한 장비를 사용하여야 한다.

4.3 실내시험

시설물로부터 재료의 일부를 채취하여 시험실에서 실시하는 실내시험은 시설물에 손상을 주기 때문에 특정부분에 대한 자료가 필요할 경우 실시하며, 가능한 전체적인 시설물의 평가에 유용하다고 판단되는 경우에 실시하여야 한다. 또한 재료채취에 의해 손상을 입은 부위는 원래 상태로 복구를 해야 한다.

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

4.3.1 콘크리트 시험

강도, 수분함량, 공기량, 염화물침투량, 탄산화깊이 시험 등

4.3.2 강재시험

강도 등

4.3.3 토질재료 시험

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

4.4 재료시험 요령

4.4.1 일반

재료시험 항목 및 수량은 성능평가 실시결과에 의한 시설물의 안전성능 또는 내구성능, 사용성능 평가가 객관적이며, 보편타당하게 이루어지고 이를 위한 기초자료를 충분히 확보할 수 있도록 결정하여야 한다.

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

「지침」 및 「시설물편」에서 제시되는 내용을 원칙으로 하되 시설물 특성 및 제반 여건을 고려하여 적절히 응용할 수 있다.

4.4.2 재료시험 항목 및 기준수량

가. 재료시험 항목 및 평가방법

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

나. 재료시험 기준수량

안전성능 및 내구성능, 사용성능 평가를 위한 기본과업 및 선택과업의 기준수량은 「시설물편」의 재료시험 항목 및 수량에 따라 실시한다. 이외의 재료시험 항목 및 수량에 대하여는 과업의 내용에 따른다.

4.5 시험결과의 해석 및 평가

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

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

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

4.6 시험 보고서

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

제5장 종합성능등급의 결정

5.1 시설물의 안전성능 평가방법

안전성능은 상태안전성능과 구조안전성능으로 구분하여 평가를 실시하며, 세부적인 방법 및 절차·기준 등은 「시설물편」에 따른다.

책임기술자는 상태안전성능과 구조안전성능에 대한 외관조사와 각종 시험 및 측정 결과를 종합적으로 검토하여 안전성능에 대한 안전성능 등급을 지정하여야 한다.

5.1.1 시설물의 상태안전성능 평가방법

상태안전성능 평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 결함, 손상, 열화 등 상태변화를 근거로 하여 상태안전성능 평가기준에 따라 실시한다.

제2종성능평가에서는 대상시설물에 대하여 점검하고, 외관조사망도를 작성하여 상세히 상태안전성능 평가를 실시하며, 외관조사망도를 작성하지 않은 부위는 이전의 성능평가 보고서에 수록된 상태안전성능 평가결과를 참조하여 책임기술자가 대상시설물에 대한 상태안전성능 평가결과를 결정한다.

제1종성능평가에서는 대상시설물에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 대상시설물에 대한 상태안전성능 평가결과를 결정한다.

상태안전성능 평가가 정확히 이루어졌는지 확인하는 동시에 기록용 문서로서 이용하기 위하여 외관조사 결과를 성능평가의 서식에 각각의 결함의 형태, 크기, 양 및 심각한 정도 등을 기록하여야 한다.

5.1.2 시설물의 구조안전성능 평가방법

책임기술자는 재하시험(계측) 및 구조해석 또는 기존의 구조안전성능 평가 자료와 함께 부재별 상태, 재료시험 결과 및 각종 계측, 측정, 조사 및 시험 등을 통하여 얻은 결과를 분석하고 이를 바탕으로 시설물의 안전과 부재의 내하력 등을 종합적으로 평가하여 「지침」의 구조안전성능 평가기준에 따라 시설물의 구조안전성능 평가결과를 결정한다.

결과보고서에는 구조안전성능 평가에 사용된 해석방법의 종류 및 해석결과, 입력 자료에 대한 설명과 계산 기록을 포함하여야 한다.

1. 비파괴재하시험

- 정적 또는 동적 재하시험

2. 지반조사 및 탐사

- 지표지질조사, 페이스맵핑, 시추 또는 오거보링, 시험굴, 공내시험, 시료채취, 토질 및 암반시험, G.P.R 탐사, 지하공동, 지층분석, 탄성파탐사, 전기탐사, 전자탐사, 시추공 토모그래피탐사, 물리검층 등

3. 지형, 지질조사 및 토질시험

4. 수리·수충격·수문 조사

5. 계측 및 분석

- 시설물 및 시설물 주변의 지반에 대한 침하, 변위, 거동 등의 계측(경사계, 로드셀, 지하수위계, 소음 및 진동 등) 및 계측 데이터 분석

6. 수중조사

- 조사선, 잠수부 등에 의한 교대·교각기초, 댐, 항만, 해저송유관 등의 수중조사

7. 누수탐사

8. 콘크리트 제체 시추조사

- 시추, 공내시험, 시편채취, 강도시험, 물성시험 등

9. 콘크리트 재료시험

- 코어채취, 강도시험, 성분분석, 공기량시험, 염화물침투량시험 등

10. 기계·전기설비 및 계측시설의 성능검사 또는 시험계측(건축물 제외)

11. 기본과업 범위를 초과하는 강재비파괴시험

12. 기타 구조안전성능 평가를 위하여 필요한 사항

5.2 시설물의 내구성능 평가방법

시설물의 내구성능에 대한 평가는 시설물의 재료적 내구성능을 확인하기 위해 시험결과와 외부환경에 대한 내구성능 저하인자 등을 종합적으로 검토하여 실시한다.

내구성능 평가를 위해 필요한 시험 항목 및 수량, 외부환경 인자 검토사항 등은 「세부지침」에 따르며, 시설물의 특성 및 평가 목적에 따라 이를 조정할 경우에는 결과보고서에 그 사유를 기재하여야 한다.

책임기술자는 내구성능을 확인하기 위한 시험결과, 부재의 열화 정도 등을 통하여 시설물의 사용 환경과 시설물의 물리적 상태를 함께 검토하여 내구성능 등급을 지정하여야 한다.

5.3 시설물의 사용성능 평가방법

시설물의 사용성능에 대한 평가는 시설물의 설계 당시와 준공 이후 사용자·관리자의 사용상 편의성, 수요, 용량 등에 대한 현장조사, 설계도서 및 관리기준 등을 종합적으로 검토하여 평가를 실시하여야 하며, 이에 대한 세부사항은 「세부지침」에 따른다.

책임기술자는 현장조사, 설계도서 및 관리기준 등의 검토 결과와 시설물의 준공 이후

사용성능과 관련된 평가 지표의 변동 유무를 확인하여 평가에 반영하고 사용성능 등급을 지정하여야 한다.

사용성능 평가를 위하여 시설물 유형, 준공시기 및 사용 환경이 유사한 시설물의 자료를 참고하여 반영할 수 있으며, 필요한 경우 자료를 획득할 수 있는 시험 및 측정 등을 추가로 실시할 수 있다.

5.4 시설물의 종합평가방법

책임기술자는 성능평가를 통해 실시 결과에 따라 결정된 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급을 종합하여 종합성능등급을 결정하여야 한다.

종합평가 및 종합성능등급의 산정 절차와 방법은 「세부지침」에 따르며, 최종적으로 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급과 함께 종합성능등급의 결과를 작성하여 보고서에 수록한다.

이전 안전성능, 내구성능, 사용성능 및 종합성능등급을 변경하는 경우에는 성능평가 실시결과와 유지관리(보수·보강 등) 이력 등을 검토하여 변경된 사유를 성능평가결과보고서에 기재하여야 한다.

5.5 종합성능등급 지정

5.5.1 안전성능 등급

등급	안전성능 수준
A (우수)	외관상 결함, 손상 또는 붕괴 등의 요인에 대한 문제점이 없는 성능 수준
B (양호)	일부 부재에서 경미한 결함이 발생하였으며, 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준
C (보통)	광범위한 부재에서 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강이 필요한 성능 수준
D (미흡)	심각한 결함에 대한 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정해야 하는 성능 수준
E (불량)	심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축이 필요한 수준

5.5.2 내구성능 등급

등급	내구성능 수준
A (우수)	외부 환경조건 등으로 인한 내구성능 저하가 발생할 가능성이 낮은 성능 수준
B (양호)	일부 부재에서 내구성능의 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경 등의 조건을 고려하여 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준
C (보통)	광범위한 부재에서 내구성능의 저하 가능성이 조사되었거나 주의가 필요한 수준으로 진행되어 간단한 보수가 필요한 성능 수준
D (미흡)	광범위한 부재에서 내구성 저하가 진행되어 긴급한 보수 또는 교체가 요구되는 성능 수준
E (불량)	광범위한 부재에서 내구성능의 저하가 심각하게 진행되어 즉각 사용을 금지하고 보수 또는 교체가 필요한 성능수준

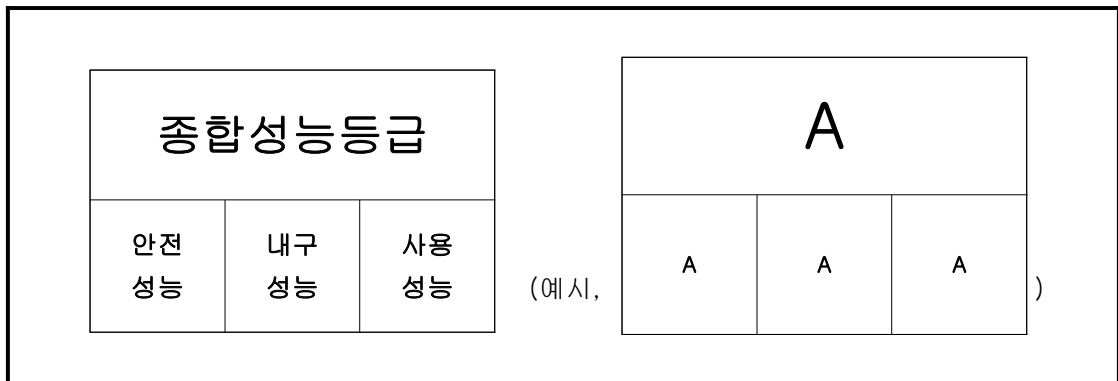
5.5.3 사용성능 등급

등급	사용성능 수준
A (우수)	현재 수요 등을 만족하고 장래 수요 및 외부조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준
B (양호)	현재 수요 등을 만족하나 장래 수요 및 외부조건 변화 등에 대한 관찰 및 주의가 필요한 성능 수준
C (보통)	장래 수요 및 외부조건 변화에 대해 기능발휘 또는 사용상 편의에 일부 문제점이 있어 일부 개선이 필요한 성능 수준
D (미흡)	대부분의 기능이 요구되는 기능에 미치지 못하거나 운영 및 사용상 편의가 심각하게 우려되는 수준으로서 광범위한 부분에서 개선이 필요한 성능 수준
E (불량)	기능 발휘 또는 사용상 편의를 기대할 수 없어 개선 또는 개량이 필요한 성능 수준

5.5.4 종합성능등급

등급	종합성능 수준
A (우수)	외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준
B (양호)	일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준
C (보통)	광범위한 부재에서 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었고 기능 또는 사용상의 편의에 일부 문제점이 있으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강 및 개선이 필요한 성능 수준
D (미흡)	성능이 기준에 미치지 못하여 시설물의 지속적인 사용이 어려운 수준으로 긴급한 보수·보강 또는 개선이 필요하며 사용제한 여부를 검토해야 하는 성능 수준
E (불량)	심각한 결함 또는 내구성능 저하로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있거나 기능을 발휘하지 못하는 수준으로 즉각 사용을 중단하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 성능 수준

5.6 안전성능·내구성능·사용성능 등급 및 종합성능등급 작성 방법



제6장 유지관리 전략 제언

6.1 일반

현재 시설물의 예산 배정 방식은 대부분 시설물 손상 및 결함만으로 결정되며, 관리 주체의 주관적 요소가 지배적 결정 요인으로 작용되는 경우가 많다. 또한, 시설물 관리 부서의 보수보강예산은 한정되어 있기 때문에 모든 결함을 적기에 보수하기에는 충분치 못한 실정이다. 이와 같이 유지관리 전략 제안에 포함된 모든 조치를 시행하기가 현실적으로 어려울 경우 가용 재원 규모 내에서 가장 효과적인 유지관리 방안을 우선적으로 선정해야 한다. 유지관리 전략 제언의 목적은 모든 보수·보강 후보를 대상으로 성능평가지표인 상태안전성능, 구조안전성능, 내구성능, 사용성능에 근거하여 경제적 측면, 환경적 측면, 사회적 영향 등을 고려하여 우선적으로 조치하여야 할 대상을 선정하는데 있다.

6.2 유지관리 전략 제언 시 고려사항

일반적인 유지관리 단계의 우선순위 산정 시에는 유지보수 시 발생하는 편익을 개별로 추정하기가 어렵기 때문에 신설 투자 시 적용하는 서비스수준(LOS : Level of Service), 위험도(Risk), 생애주기비용(LCC : Life Cycle Cost) 방법 등을 적용하기는 쉽지 않다. 이는 시설물 관리주체가 유지보수 대상을 선정할 경우 수십~수백개 이상의 시설물을 대상으로 계획을 수립하기 때문에 각 시설물 및 공법별로 정량화하여 분석하는데 많은 시간과 비용이 발생되기 때문이다. 시설물의 보수·보강 공법, 단가 등의 자료를 통해 보수·보강 물량을 산출하고 손상별, 부재별, 성능간, 등급별 가중치를 적용하여 유지관리 전략을 제언한다.

6.3 유지관리 전략 활용 방안

유지관리 전략 산정결과는 안전성능, 내구성능, 사용성능 등을 고려한 종합적인 평가를 통해 보수·보강 유형별 중요도를 파악하고 다양한 요소를 반영하여 보다 명확하고 객관적 자료 제공할 수 있으며, 이를 통해 의사결정과정의 투명성을 확보할 수 있다.

6.4 유지관리 전략 제안 절차

유지관리 전략은 총 5단계로 구성되며, 조치별 성능향상 기준으로 대상을 선정하는 방법을 선정한다.

[표 3] 유지관리 전략제안을 위한 우선순위 절차

구 분	분석 내용
<단계 I> 대상선정 단계	관리주체의 목표 및 방향에 기반하여 성능평가 대상을 도출
<단계 II> 자료수집 단계	시설물별로 성능평가 절차에 의한 평가결과와 추가 자료를 수집
<단계 III> 시설물 평가단계	- 성능목표·영향도에 따라 후보 조치별 평가 - 우선순위 선정을 위한 지표도출
<단계 IV> 순위선정단계	평가결과를 활용하여 등급에 영향도가 높은 조치를 선정하고 우선순위를 결정
<단계 V> 예산제약고려단계	우선순위 선정 후 예산제약을 감안한 조치 선택

6.4.1 대상선정

관리주체의 목표 및 방향에 기반을 두어 성능평가 대상을 도출한다. 시설물별로 성능평가 절차에 의한 평가결과와 추가 자료를 수집한다.

6.4.2 자료수집

시설물별로 성능평가 절차에 의한 평가결과와 추가 자료를 수집한다.

6.4.3 시설물 평가

성능목표·영향도에 따라 후보 조치별 평가를 수행한다. 우선순위 선정을 위한 지표를 도출한다. 각 보수조치별로 안전성능, 내구성능, 사용성능에 대한 영향도(가중치)를 반영하여 우선순위지수(PI)를 결정한다. 기본적으로 관리주체는 각 조치별로 평가지표를 분석할 수 있는 정보(영향도, 가중치 등)와 개략적인 비용을 산출하여야 한다.

- 부재별 손상별 보수물량 산출
- 표준 단가(건설공사 표준품셈, 건설공사 일위대가 등)를 통해 부재별 비용 산출
- 각 성능항목별 손상별, 부재별, 성능간, 등급별 가중치를 통해 효과지수 산정

* 요소별 가중치는 손상별, 부재별, 성능간, 등급별 가중치가 성능평가 등급에 미치는 영향을 근거하여 설정하나, 책임기술자의 판단에 따라 조정할 수 있다.

6.4.4 우선순위 수준 선정

우선순위 수준은 위험도, 경제성 등을 고려하여 다음 각 호의 경우 중에서 결정한다.

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

6.4.5 우선순위 선정

성능평가 가중치 및 기타 외부적 요소에 따라 조치별로 평가하여 성능향상 효과가 높은 조치를 선정하고 우선순위를 결정한다. 관리자의 판단에 따라 우선순위지수 (PI : Priority Index)는 낮지만 보수가 필요하다고 판단되는 경우 우선순위를 조정 할 경우 소건을 작성하여 시설물의 안전 및 유지관리 계획에 수록하여야 한다.

부재별 손상내역 및 성능에 가중치를 적용하여 우선순위지수를 산정한다. 각 시설물에 따른 손상별, 부재별, 성능간, 등급별 가중치는 「투자우선순위 지수(PI) 산정 가이드」를 참조하여 선정한다.

$$\text{우선순위지수} = D_n \times M_n \times P_n \times G_n$$

여기서, D_n : 손상별 가중치

M_n : 부재별 가중치

P_n : 성능간 가중치

G_n : 등급별 가중치

6.4.6 유지관리 전략 제안

우선순위지수를 통해 산정된 보수·보강 우선순위를 통해 유지관리 전략을 제안한다.

* 안전성능, 내구성능, 사용성능에 심각한 영향을 미치는 중대한 결함 등의 경우는 본 우선순위 기준과 상관없이 즉각적으로 보수·보강하는 것으로 한다.

제7장 성능평가결과보고서 작성 방법

7.1 성능평가결과보고서 작성 방법

성능평가결과보고서는 시설물 관리주체의 유지관리 업무에 효율적이며 체계적으로 활용할 수 있도록 성능평가 과업내용을 중심으로 작성·제출하여야 한다. 성능평가결과보고서는 시설물통합정보관리체계를 이용하여 제출하여야 한다.

7.1.1 제2종성능평가 실시결과 보고서

제2종성능평가는 부록의 「성능평가 표준서식」을 참고하여 작성하며, 제2종성능평가 결과 및 조치해야할 사항의 작성요령은 다음과 같다.

가. 제2종성능평가결과표

제2종성능평가결과표에는 해당시설물의 기본현황과 실시결과 요약을 기술하여야 하며, 특히 「라. 참고사항」에 다음의 내용이 작성되어야 한다.

- 차기 성능평가에서의 중점 점검부위 등
- 성능평가결과에 따른 보수·보강의 필요여부 판단을 위한 제1종성능평가 실시 여부 등에 관한 사항
- 성능평가결과 중대한 결함 등이 있는 경우에는 필요한 후속 조치사항을 기재

나. 시설물 현황표

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

특히, 시설물 현황표 구분에서 시설물 번호는 시설물통합정보관리체계상에서 부여하는 고유번호이며, 관리번호는 관리주체에서 유지관리를 위하여 정한 관리번호를 말한다. 중점 점검사항은 다음의 내용이 포함되어야 한다.

- 붕괴유발부재
- 보수·보강부위 등

7.1.2 제1종성능평가 실시결과 보고서

제1종성능평가는 부록의 「성능평가 표준서식」을 참고하여 작성하며, 제1종성능평가 결과 및 조치해야할 사항의 작성요령은 다음과 같다.

가. 제1종성능평가결과표

제1종성능평가결과표에는 대상시설물의 기본현황과 실시결과 요약을 기술하여야 하며,

특히 「라. 참고사항」에 다음의 내용이 작성되어야 한다.

- 차기 성능평가에서의 중점 점검부위 등
- 성능평가결과 중대한 결함 등이 있는 경우에는 필요한 후속 조치사항을 기재

나. 시설물 현황표

- 제2종성능평가 현황표(7.1.1 나. 시설물 현황표)의 작성방법을 참조한다.

7.2 성능평가 보고서에 포함하여야 할 사항

가. 서두

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

- 제출문(성능평가를 실시한 기관의 장)
- 시설물의 성능목표 및 성능평가결과표(기본성능 및 종합성능등급)
- 참여 기술진 명단
- 시설물의 위치도
- 시설물의 전경사진, 부위별 사진
- 성능평가결과 요약문
- 보고서 목차

나. 성능평가의 개요

성능평가의 범위와 과업내용 등 계획 및 실시와 관련된 주요사항을 기술한다.

- 성능평가의 목적
- 시설물의 개요 및 이력사항
- 평가의 범위 및 과업내용
- 사용 장비 및 시험기기 현황
- 성능평가 수행일정

다. 자료수집 및 분석

성능평가의 관련 자료를 검토·분석하고 그 내용을 기술한다.

- 설계도면, 구조계산서
- 기존 정밀안전점검·정밀안전진단·성능평가 실시결과
- 안전성능, 내구성능 및 사용성능 평가를 위한 자료수집 현황
- 보수·보강이력 및 용도변경
- 시설물의 내진설계 여부 확인
- 기타 관련자료

라. 현장조사 및 시험

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

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

마. 시설물의 안전성능 평가

- 과업내용에 따라 실시한 현장조사 및 시험의 분석 결과에 따라 시설물의 상태 안전성능과 구조안전성능 결과를 작성한다.

1) 상태안전성능 평가

- 시설물의 외관조사 결과
- 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태안전성능 평가결과 결정

2) 구조안전성능 평가

구조안전성능 평가를 위한 시험 및 계측 결과 분석(현장재하시험 및 계측, 지형·지질·지반·토질조사, 시설물의 변위·거동 등의 측정결과 분석 등)

- 구조계산 및 해석을 통한 결과 및 분석(관리주체의 요구에 의해 수행한 수리·수문 등 해석결과 및 분석 포함)
- 시설물의 내(하)력 평가 등(관리주체의 요구에 의해 수행한 내진성능평가 포함)
- 시설물의 보수·보강방법을 제시한 때에는 보수·보강 시 예상되는 임시 고정하중(공사용 장비 및 자재 등)이 시설물에 현저하게 작용하는 경우에 대한 구조안전성능 평가 포함
- 시설물의 구조안전성능 평가결과 결정

바. 시설물의 내구성능 평가

- 내구성능 평가를 위한 관련자료 분석 및 결과
- 콘크리트 또는 강재 등의 내구성능 분석 및 결과
- 시설물의 내구성능 평가결과 결정

사. 시설물의 사용성능 평가

- 사용성능 평가를 위한 관련자료 분석 및 결과
- 사용성능 평가를 위한 현장 및 실내시험 결과 분석
- 시설물의 사용성능 평가결과 결정

아. 종합평가

- 시설물의 안전성능, 내구성능, 사용성능 결과 분석
- 안전성능, 내구성능, 사용성능을 종합하여 종합성능등급 결과의 결정
- 시설물의 종합성능등급 지정

자. 시설물의 유지관리 전략 제언

시설물의 성능평가결과에 따라 손상 및 결함이 있는 부위 또는 부재 등에 대하여 적용할 보수·보강 방법과 우선순위 등의 유지관리 전략을 제시한다.

- 시설물의 성능목표 및 성능평가 실시결과 검토·분석
- 보수·보강방법에 대한 개요, 시공방법, 시공 시 주의사항 등
- 당해 시설물의 유지관리를 위한 요령, 대책 등
- 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략 제시

차. 종합결론 및 건의사항

- 성능평가 실시결과의 종합결론
- 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항
- 기타 필요한 사항

카. 부록

- 과업지시서
- 외관조사망도
- 구조해석 모델링 및 수치해석 자료 (입출력자료는 e-보고서에 포함)
- 측정, 시험, 계측 성과표
- 안전성능(상태 및 구조안전성능) 평가결과 자료
- 내구성능 평가결과 자료
- 사용성능 평가결과 자료
- 시설물관리대장 사본
- 현황조사 및 외관조사 사진첩
- 사용 장비 및 기기의 사진
- 사전조사 자료 일체
- 기타 참고자료(성능평가결과와 관련되는 설계도서, 감리보고서, 이전의 안전점검등 결과보고서 등 관련자료 포함)

7.3 e-보고서 작성 방법

7.3.1 일반

성능평가결과보고서는 e-보고서(「규칙」 별지 제20호 서식의 첨부자료로 제출하는 보고서로서 성능평가 실시결과를 작성한 보고서를 보관 및 활용 등 유지관리 업무에 효율적으로 활용할 수 있도록 전자매체에 의하여 작성한 보고서)로 작성하여야 한다.

- e-보고서에는 조사내용, 결과분석 등을 열람할 수 있도록 작성하여야 하며, 첨부되는 사진(칼라) 또는 동영상(칼라) 등은 결함을 구체적으로 확인할 수 있도록 하며, e-보고서와 서식에서 상호 참조할 수 있도록 하여야 한다.
- e-보고서에는 성능평가를 위한 입·출력 자료 전체를 포함하여야 하며, 기간이 경과한 후에도 결함에 대한 해석이 가능하도록 상세하고 명확하여야 한다.

7.3.2 e-보고서의 작성 및 제출

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

e-보고서를 시설물통합정보관리체계를 통하여 제출하는 경우 폴더의 구성은 다음과 같이 ① 계약서 및 대가내역서 폴더, ② 과업지시서 폴더, ③ 보고서 폴더, ④ 보고서 부록 폴더로 구성되며, 각각의 폴더에 관련 파일을 수록하여야 한다.

각 폴더에 저장하는 파일의 형식은 계약서 및 대가내역서, 과업지시서, 보고서 폴더에는 PDF 형식의 파일만을 저장하여야 하고, 보고서 부록 폴더의 파일 형식은 PDF 파일 형식을 원칙으로 하나, 일반적으로 사용하는 아래 표에 기재된 파일 형식은 수록 가능하다.

「계약서 및 대가내역서」폴더에는 계약서, 대가 산출 내역서 등 PDF 형식의 파일을 수록한다. 특히 다수의 시설물을 1건으로 계약한 경우 각 시설물 별로 계약금액을 알 수 있는 산출 내역서, 2개 이상의 업체가 공동 수행한 경우 각 업체의 계약금액을 알 수 있는 산출 내역서 등 PDF 형식의 파일을 반드시 수록하여야 한다.

「과업지시서」폴더에는 지침 [별표 4]에 따라 과업지시서 또는 용역설계서와 과업지시서 또는 용역설계서 내용이 관련 지침 및 세부지침에 부합되는지 여부를 검토한 사전 검토 보고서 등의 파일을 pdf 형식으로 수록한다.

「보고서」폴더에는 제2종성능평가, 제1종성능평가 보고서의 내용을 PDF 형식의 파일로 수록한다.

「보고서 부록」폴더에는 시설물관리대장, 사전조사 자료, 외관조사망도에 의한 손상 평가도, 시험 및 계측성과 자료, 사진첩, 시설물 평가(안전성능 평가, 내구성능 평가, 사용성능 평가, 종합평가)자료, 수치해석 입출력 자료, 전문가 자문내용, 관리주체 심의결과, 기타 참고자료 등 관련 파일을 수록한다.

[표 4] e-보고서 폴더 및 파일 형식

폴더 구분	폴더 내의 파일 형식	비 고
계약서 및 대가내역서	- *.pdf 파일	
과업지시서	- *.pdf 파일	
보고서	- *.pdf 파일	
보고서 부록	- *.pdf 파일 - *.txt 파일 - 이미지 파일: *.jpg, *.bmp, *.gif, *.tiff - 동영상 파일 : *.wmv, *.avi - 한글(한글) 파일 - MS Office 파일 - Auto Cad 파일	

※ 파일의 1개 크기는 50M Byte 이하로 작성한다.

제8장 시설물의 유지관리

8.1 일반

관리주체는 시설물의 기능 및 성능의 보존·관리를 위해 합리적이고 경제적인 보수·보강 등을 실시하고, 시설물의 규모 및 특성, 사용 환경 생애주기 등을 고려하여 체계적인 유지관리를 하여야 한다.

관리주체는 시설물의 안전점검등 및 성능평가, 보수·보강 등에 대한 비용을 다음에 따라 유지관리 예산에 반영하여 적절한 시기에 유지관리가 시행되도록 하여야 한다.

- 안전점검등 및 성능평가 : 「법」 제37조 및 제44조에 따른 안전점검등 및 성능평가 비용의 산정기준
- 보수·보강 등 : 결함 및 손상의 종류와 정도에 따른 관련 각종 기준(표준시방서, 콘크리트 보수보강요령, 공동주택하자판정기준 등) 및 표준 품셈 등

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

8.2 성능목표 설정 및 관리

관리주체는 성능평가 대상시설물의 적절한 안전수준과 장기적인 유지관리의 효율성을 확보하기 위해 합리적인 시설물의 성능목표를 설정하여 유지관리를 하여야 한다.

관리주체는 시설물의 성능목표를 설정하기 위해 성능평가 실시결과와 함께 [표 5]와 같이 시설물의 사용 환경 등을 검토하여 성능목표에 대한 등급을 지정하여야 하며, 시설물의 용도의 변경이나 전면적인 성능 변경이 예정(개축, 교체, 철거 등)된 경우 필요시 시설물의 성능목표에 대한 등급을 조정할 수 있다. 성능목표 선정 및 조정에 대한 세부적인 방법 및 절차는 「부록」에 따른다.

기존 성능목표 등급을 조정하여 변경할 경우에는 중기관리계획 및 유지관리 결과 보고서에 변경된 성능목표 등급을 반영하여야 하며 그에 대한 사유도 포함하여야 한다.

관리주체는 시설물의 성능목표를 달성할 수 있도록 성능평가 실시결과에 따른 유지관리(보수·보강 등) 전략을 반영하여 효율적이고 경제적인 유지관리가 시행될 수 있도록 노력하여야 한다.

[표 5] 성능목표 설정 시 고려되어야 할 사항

구분		고려사항							
		사용성 및 기능성			주변 환경			지진 구역계수	공용 연수
					동해 환경	해안 이격거리	강설 일수		
교량	도로교량	일교통량	중차량 통행량	차단 시 우회거리	○	○	○	○	○
	철도교량	일통과량		평균속도	○	○	—	○	○
터널	도로터널	일교통량		차단 시 우회거리	○	○	○	○	○
	철도터널	일통과량		평균속도	○	○	—	○	○
옹벽		—			○	—	○	○	○
절토사면		—			○	—	—	○	○
댐		연평균 저수용량			○	○	—	○	○
하구둑		—			○	○	○	○	○
수문		—			○	○	—	○	○
제방		—			○	—	—	○	○
공항		연간 이용객 수		항공기 운항편수	○	○	○	○	○
항만		연간 화물량	하역능력	접안능력	○	○	—	○	○
상수도		가동률			○	—	○	○	○

8.3 보수·보강의 실시 등

관리주체는 시설물의 성능 및 기능 등을 지속적으로 유지하고 공중의 안전 확보와 시설물을 사용 가능한 연수가 연장될 수 있도록 발견된 결함에 대해 합리적이고 경제적인 보수·보강 등을 실시하여야 한다.

관리주체는 안전점검등 및 성능평가 실시결과에 따라 발생된 결함의 종류 및 정도, 시설물의 중요도, 사용 환경 등을 면밀히 검토하여 필요한 보수·보강 방법 및 수준, 우선순위를 결정하여야 하며, 성능평가 대상시설물의 경우에는 성능목표를 고려하여 보수·보강 방법 및 수준, 우선순위를 결정한다.

8.4 유지관리 이력 관리 등

관리주체는 시설물의 체계적인 유지관리를 위해 「지침」 제6조에 따른 관련서류와 함께 시설물의 생애주기 동안 실시되는 유지관리 관련된 자료도 보존하고 관리하여야 한다. 유지관리와 관련된 자료는 다음과 같다.

- 안전점검 및 정밀안전진단 결과보고서
 - 유지관리 및 성능평가결과보고서
 - 시설물의 유지관리를 위해 계측 및 측정된 자료 및 보고서
 - 그 밖에 유지관리상 특기한 사항에 관한 보고서 등
- * 유지관리와 관련된 자료는 관련 업무를 실시한 경우에 보존한다.

8.5 유지관리 결과보고서 작성 및 제출

관리주체는 「영」 제29조에 따른 시설물의 주요 부위 등과 시설물의 성능 및 기능을 저하시킬 수 있는 부재(붕괴유발부재, 피로취약부위 등)에 대한 보수·보강 등의 유지관리를 실시한 경우 유지관리 결과보고서를 작성하여 제출하여야 한다.

유지관리 결과보고서는 시설물의 보수·보강 및 사용제한 실적 중심으로 내용을 작성하여야 하며, 이를 증빙할 수 있는 사진첩 또는 설계도서 등 관련서류를 포함하여야 한다.

유지관리 결과보고서는 유지관리를 완료한 날로부터 30일 이내에 시설물통합정보관리체계를 이용하여 제출하여야 한다.

부록

부록 1. 균열조사 및 현장시험 요령

1. 균열조사 요령
2. 현장시험 요령
3. 자료검토 요령

부록 2. 시설물별 성능목표

부록 3. 시설물별 투자우선순위

부록 4. 보고서 서식

1. 제2종 및 제1종성능평가 표준서식

부록 5. 과업지시서 예시

부록 6. 사전검토보고서 예시

부록 1

균열조사 및 현장시험 요령

1. 균열조사 요령
2. 현장시험 요령
3. 자료검토 요령

1. 균열조사 요령

1.1 일반

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

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

단순히 최대 균열 폭에만 주목하는 것이 아니라 균열이 전 구간에 걸친 균열 폭의 분포에도 유의해야 한다.

1.2 균열조사

가. 균열 폭의 측정

- ① 균열 폭은 콘크리트의 표면에서 균열 방향에 대해 직각으로 측정한 폭을 측정 기록한다.
- ② 균열 폭은 균열 발생의 원인 추정, 보수·보강 필요 여부의 판정, 보수·보강의 판단 자료가 되므로 측정 시 변동 원인을 고려하여 목적에 맞도록 측정해야 한다.
- ③ 균열 폭의 측정은 균열자(Crack Scale), 균열현미경 등을 사용한다.

나. 변동 균열의 측정

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

균열 폭의 변동을 검토할 경우는 초기 값을 측정한 위치를 구조물에 기록하여 두고 그 후 같은 위치에서 측정하며, 다음 사항을 준수하는 것이 측정 결과의 신뢰성을 확보하는 바람직한 측정 방법이다.

- ① 균열 폭은 온도나 습도에 따라 변화되므로 변동 측정을 할 경우에는 측정시의 온·습도의 조건은 가능한 같도록 하는 것이 원칙이다.
- ② 하루의 온도는 시각에 따라 변화되므로 측정 시각은 되도록 일정하게 오전 10시 전후에 하는 것이 좋으며, 이 시각의 온도는 하루 평균기온에 거의相当하므로 자료의 해석에 적합하다.

- ③ 직접 비를 맞는 경우의 구조물이나, 건축물의 외벽·지붕 슬래브 등의 부재에서는 강우가 있는 후 적어도 3일간 이상 경과된 뒤에 측정한다.
- ④ 보 등의 휨균열에서 구조내력 혹은 철근의 부식이 문제가 된다고 볼 수 있는 경우에는 철근과 같은 위치의 표면균열 폭을 측정한다.

다. 균열의 진행성

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

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

균열이 진행성인 경우 다음 사항을 조사한다.

1) 측정시기와 간격 및 기간

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

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

2) 구조물에 가해지는 하중의 조사

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

3) 구조물의 구조 결함 조사

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

4) 구조물의 환경 조사

건습의 반복 상태, 한랭지에서의 동결융해 상태 등을 조사한다.

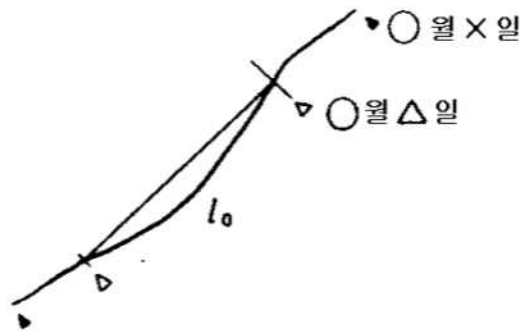
5) 사용재료의 조사

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

라. 균열의 길이와 형태

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

균열의 길이는 주로 보수·보강의 규모 파악과 공사비의 산출에 필요하므로 대표적으로 보수보강이 필요한 균열의 길이를 측정하고 기록 및 파악해 놓는 것이 필요하다.



[그림 4] 균열 길이의 기록 예

마. 균열의 관통 여부

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

균열의 관통 여부 측정에는 다음과 같은 방법이 있다.

- ① 균열 부분을 정확하게 육안으로 확인한다.
- ② 액체를 부어서 누수 되는 위치나, 모양 등을 확인한다.
- ③ 코어링을 한다.
- ④ 초음파의 전달속도를 측정한다.

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

바. 균열부 상황의 기록

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

1.3 비파괴시험에 의한 균열깊이 조사²⁾

가. 일반

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

초음파 발·수신자를 설치하는 위치와 탐촉자 직경에 따라 실제의 pulse 전달거리와 전달속도가 다르므로 균열깊이 추정 시에는 주의가 필요하다.

나. T-법

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

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

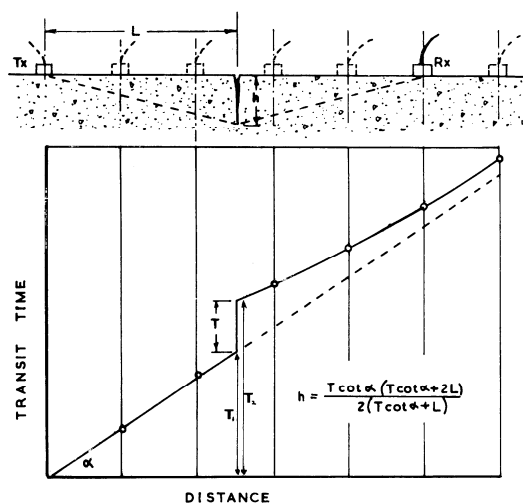
여기서, T : $T_2 - T_1$

L : 발진자(Tx)에서 균열까지의 거리

α : 주시곡선 시작점에서 균열까지의 전달시간 기울기

T1 : 주시곡선의 측정 시작점에서 균열까지의 전달시간

T2 : 주시곡선의 균열 시작점에서 이후의 전달시간



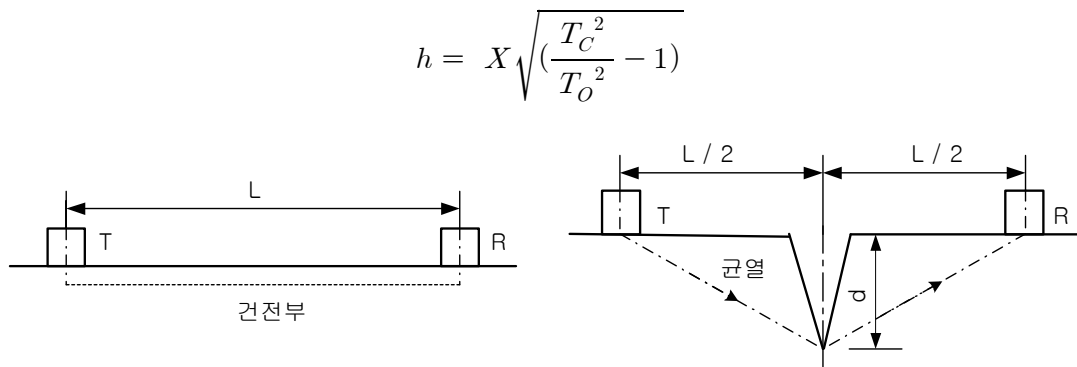
[그림 5] T-법

- 2) ○ KS F 2731:2013 콘크리트 압축 강도 추정을 위한 초음파 펄스 속도 시험방법
○ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼 : 한국시설안전기술공단('06.12)

다. Tc-To 법

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

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

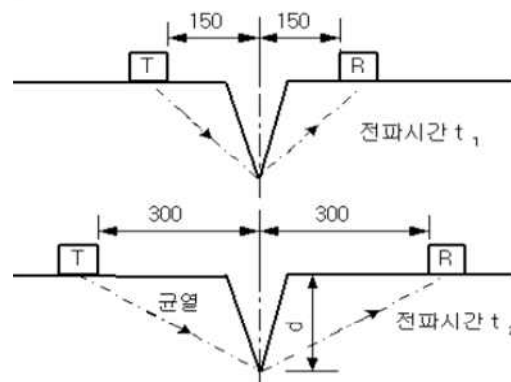


[그림 6] Tc-To 법

라. BS 법

BSI 1881 Part No. 203에 규정되어 있는 방법으로 발·수신자 배치를 균열 개구부에서 $a_1=150\text{mm}$ 일 경우의 전파시간 T_1 , $a_2=300\text{mm}$ 일 경우의 전파시간 T_2 를 이용하여 균열깊이 d 를 추정하는 방법으로 콘크리트 내부에 존재하는 철근의 영향으로 측정 결과의 오류를 나타낼 수 있으므로 주의가 요구된다.

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



[그림 7] BS 법

마. 균열깊이 측정의 제약조건³⁾

- ① 균열깊이가 1,000mm 이상이 되면 수신하는 초음파전달속도가 현저하게 쇠퇴하기 때문에 일반적인 초음파측정기로는 측정이 곤란하다.
- ② 표층부 철근의 배근깊이가 100mm 이하가 되면 철근 배근깊이 이상인 표면균열의 깊이를 측정하는 것이 곤란하다.
- ③ 콘크리트의 품질불량 및 콘크리트 내부에 곰보나 공동(구멍) 등 다짐불량의 가능성이 있으면 정확한 측정이 곤란하다.
- ④ 균열 내부에 물, 이물질이 있는 대상이나, 미세균열이 밀집되어 있는 경우에는 측정이 곤란하게 된다.
- ⑤ 발생된 균열이 개폐되는 경향을 나타내고 있으면 측정이 곤란하다.
- ⑥ 측정 대상과 측정 정밀도
 - 평탄한 측정 면에 직각한 균열깊이 : 200mm 이하의 경우 $\pm 5\%$
 - 평탄한 측정 면에 직각한 균열깊이 : 1,000mm 이하의 경우 $\pm 3\%$
 - 경사균열의 균열깊이 길이 : $\pm 15\%$

3) 진단장비 활용 · 관리 매뉴얼 : 한국시설안전기술공단('06.12)

2. 현장시험 요령

2.1 반발경도시험⁴⁾

2.1.1 일반

가. 일반

초기 시공불량의 경우, 피복 콘크리트에 전반적인 내구성 저하가 나타날 수도 있으며, 공용중의 품질저하는 동해(수분의 공급과 동결융해 사이클이 필요) 등과 같은 열화요인에 의하여 국부적으로 나타나는 경우가 많을 것이다.

피복 콘크리트의 품질이 저하되어 있을 경우 탄산화나 염화물침투 진행속도가 더욱 빨라지게 되어 콘크리트 구조물에 내구성이 취약한 약점부가 발생할 수 있다.

나. 적용 범위

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

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

본 「세부지침」에서는 보통콘크리트의 비파괴강도 추정을 위한 시험 등의 절차에 대해서 기술한다.

다. 측정기의 점검 및 교정

반발경도측정기는 엄밀한 검사를 하더라도 사용 후에 기계적인 오차가 발생하는 것이 단점이 있으므로 사전에 테스트 앤빌(Test Anvil)에 의한 정기 교정을 실시하여야 한다.

테스트 앤빌에 의한 반발경도측정기(N형)의 반발경도 R은 80을 기준으로 80 ± 2 의 범위를 정상으로 할 경우, 가능한 한 80 ± 1 의 범위이어야 한다. 이 범위의 값을 벗어날 경우 조정하여야 한다. 반발 값이 72 정도까지 나타나고 더 이상 반발 값이 올라가지 않을 경우에는

4) ○ KS F 2730:2008 콘크리트 압축강도 추정을 위한 반발경도시험 방법
○ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼 : 한국시설안전기술공단('06.12)
○ 진단장비 활용·관리 매뉴얼 : 한국시설안전기술공단('06.12)

다음 식에 의하여 보정하며, 이 이상의 보정 값을 필요로 하는 반발경도측정기는 사용하지 않는 것이 좋다.

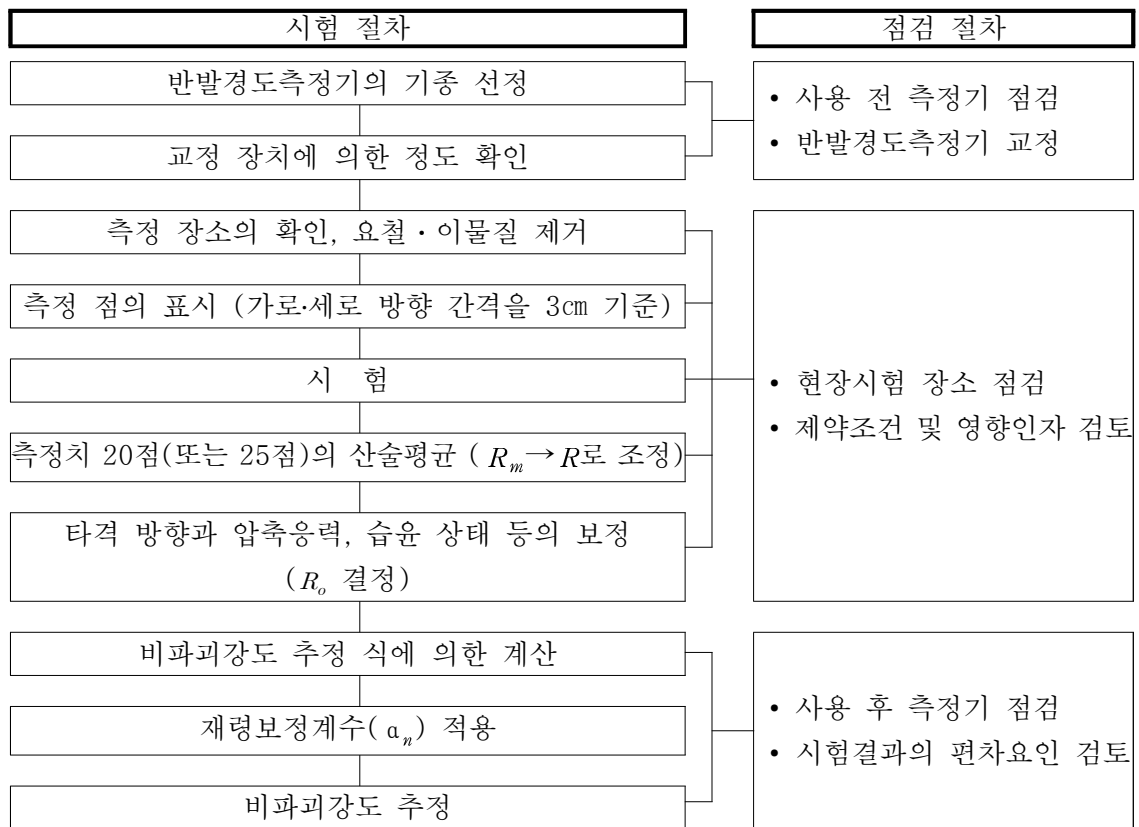
$$R = R_o \times 80 / R_a$$

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

R_o : 반발도 R 의 평균값

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

2.1.2 시험 등의 절차



[그림 8] 반발경도시험 및 측정기 점검 등의 절차

가. 보정반발경도(R_o)의 계산

- ① 반발경도시험 값(R_m) 20개의 평균을 산정
- ② 평균값에서 $\pm 20\%$ 이상 벗어나는 경우의 시험 값은 버리고 나머지 시험 값의 평균 (R)을 산출
- ③ 시험 값 중 버리는 값이 4개 이상인 경우는 시험 부위의 결정에서 문제가 있을 수 있으므로 전체 시험 값 군을 무시

- ④ 반발경도시험 현장의 여건 등을 고려하는 반발경도에 영향을 미치는 요인을 검토하여 각종 보정 값(ΔR)을 산정
- ⑤ 산정한 보정 값(ΔR)을 평균시험 값(R)에 가감하여 보정반발경도(R_o)를 결정하여 콘크리트 비파괴강도 추정에 적용
- ⑥ 보정반발경도(R_o)는 소수 첫째자리 기준

나. 반발경도시험의 제약 조건

1) 반발경도측정기 활용을 위한 제약조건의 검토

- 대상구조물의 제약조건과 종류, 측정범위 등을 파악하여 시험 결과의 정밀도를 높일 수 있는 방법을 강구하여야 한다.
- 콘크리트에서의 반발도와 비파괴강도와 관계는 각종 영향인자에 따라 다르므로 비파괴강도 추정의 정도를 향상시키기 위해서는 반드시 이들 인자에 관한 정보를 입수하여 이를 반영시켜야 한다.
- 현장측정 및 결과분석에 대한 절차는 KS F 2730의 규정에 준한다.

2) 대상 구조물의 제약조건

- 측정 부재의 선정
 - 부재의 두께 : 측정부의 콘크리트 두께 10cm 이상인 장소 선정
 - 측정 위치 : 보, 기둥 등 모서리로부터 3~6cm 이상 떨어진 장소에서 측정
- 측정 장소의 선정
 - 얇은 바닥판이나, 벽에서는 고정단 부근이나, 지지 변에 가까운 장소를 선정
 - 보, 기둥 등에서는 시공이음부, 재료분리, 높이, 방향 등의 강도변화를 고려해서 측정 장소를 선정
 - 측정 면이 모르타르, 타일 등 부착물이 있는 장소 등은 회피
 - 미장, 도장이 있을 경우 이것을 제거하여 콘크리트 면을 노출
 - 타격방향은 항상 측정 면에 대하여 직각방향으로 조용히 눌러서 측정

다. 반발경도시험에 영향을 미치는 인자

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

1) 반발경도에 미치는 영향인자

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

2) 시험결과와 편차 요인

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

2.1.3 점검방법

가. 개요

- 슈미트해머 법은 경화 콘크리트 면에 슈미트해머로 타격에너지를 가하여 콘크리트 면의 경도에 따라 반발경도를 측정하고, 이 반발경도(R_0)와 콘크리트 압축강도(F_c) 사이에는 특정한 상관관계가 있다는 실험적 경험을 기초로 하여 콘크리트 압축강도를 측정할 수 있다.

나. 원리

- 간편하고 짧은 시간에 강도 추정이 가능한 우수한 사용성과 콘크리트 구조물 전체에 대해 강도 측정이 가능하다는 점에서 유효한 시험법이라 할 수 있다.
- 타격 시 해머 내의 중추 반동량을 반발도(R)로 표시하며, 이 반발도(R)의 크기에 따라 콘크리트 압축강도를 추정한다. 일반적으로 타격 시 반발도(R)는 타격에너지 및 타격면의 형상, 크기, 재료의 물리적 특성에 따라 다르다.
- 콘크리트와 같은 불균질한 재료에서는 슈미트해머로 표면에서 국부적 타격을 하는 경우 반발도(R)는 타격면에 존재하는 골재의 유무, 습윤 상태, 콘크리트의 재령 등에 차이가 날 수 있으므로 유의해야 한다.

다. 콘크리트의 비파괴강도 추정

코어표본을 이용하여 반발경도와 압축강도와의 상관관계를 이용하는 것을 원칙으로 한다.

반발경도시험 값 군의 평균과 코어표본으로 구한 압축강도를 통해 개별 시험 값을 플롯하고 전체 결과에 대한 선형 회귀 식을 최소 제곱법에 의해 해당 시설물의 콘크리트 비파괴강도(F_c) 산정 식을 도출한다.

$$F_c = k_1 \cdot R_0 + C \text{ (MPa)}$$

여기서, R_0 : 타격방향에 따른 보정반발도

k_1 , C 는 상수

2.1.4 콘크리트 비파괴강도 추정

가. 코어 표본을 이용한 반발경도와 압축강도의 상관관계

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

- ① 코어 표본의 반발경도시험은 코어 표본을 채취하고자 하는 위치에서 코어채취 이전에 실시하여야 한다.
- ② 반발경도시험 값 군의 평균과 코어 표본으로 구한 압축강도를 통해 개별 시험 값을 플롯하고 전체 결과에 대한 선형 회귀 식을 최소 제곱법에 의해 해당 시설물의 콘크리트 비파괴강도(F_c) 제안 식을 도출한다.

$$F_c = k_1 \cdot R_0 + C \quad (\text{MPa})$$

여기서, R_0 : 반발도 R의 평균값

k_1 , C는 상수

나. 기존의 제안 식을 이용한 콘크리트 비파괴강도 추정

반발경도를 이용한 비파괴강도 추정은 가급적 시험 대상 구조 체의 수 개소에 대해서 반발경도를 구하고, 상기 성형 및 코어 표본에 의한 반발경도와 압축강도의 비파괴강도 제안 식을 이용해야 한다.

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

[표 6] 기존의 비파괴강도 추정 제안식

연구자	추정 제안식 (MPa)	비고
일본재료학회	$F_c = -18.0 + 1.27 \cdot R_0$	
동경 건축재료 검사소	$F_c = (10R_0 - 110) \times 0.098$	
일본건축학회	$F_c = (7.3R_0 + 100) \times 0.098$	
U.S Army	$F_c = (-120.6 + 8.0R_0 + 0.0932R_0^2) \times 0.098$	
木村	$F_c = (9.37 \times (0.987)^t R_0 + (1.3t - 109)) \times 0.098$	t는 재령(년)
KALIS 추정식	$F_c = 1.3343R_0 + 8.1977$	고강도 (40MPa이상)

다. 재령보정계수

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

따라서 장기재령 콘크리트의 강도 추정에서는 재령 28일의 강도추정식에서 구해진 비파괴강도에 슈미트해머 제조사에서 제시하고 있는 [표 7]의 재령보정계수(α)를 곱하여 평가한다.

[표 7] 재령보정계수, α 의 값 ($F_{28} = F_c \times \alpha$)

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

라. 코어강도를 고려한 비파괴강도 보정계수

신뢰성 있는 비파괴강도 추정을 위해서는 실구조물에서 채취한 코어강도를 고려할 필요가 있으며, 이를 위하여 선정된 비파괴강도 제안식에 아래와 같이 보정계수를 산출한 후, 보정계수를 제안식에 곱하여 대상 시설물의 콘크리트 비파괴강도를 추정하는 것이 바람직하다.

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

여기서, R_{pr} : 코어 압축강도(MPa)

R_{st} : 반발경도시험에 의해 추정된 비파괴강도(MPa)

k : 자료의 개수

2.1.5 시험 보고서

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

- 시험 일자, 시간
- 구조물에서 시험 영역의 위치
- 시험 대상 구조물 또는 표본에 대한 설명
- 콘크리트의 설계 조건
- 시험 위치의 표면 상태
 - 마무리 정도, 균열, 박리, 화재 피해 유무 등
- 시험시의 온도 및 콘크리트의 재령
- 콘크리트 내부의 함수 상태
 - 습윤 상태, 표면 건조 상태, 기건 상태 등
- 반발경도측정기의 종류 및 제품 번호
- 반발경도측정기의 타격 방향
- 시험 부위별 반발경도의 평균값
- 버린 반발경도의 값 및 위치

2.2 초음파전달속도시험⁵⁾

2.2.1 일반

가. 일반

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

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

나. 적용범위

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

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

다. 측정기의 영 보정(Zero Setting)

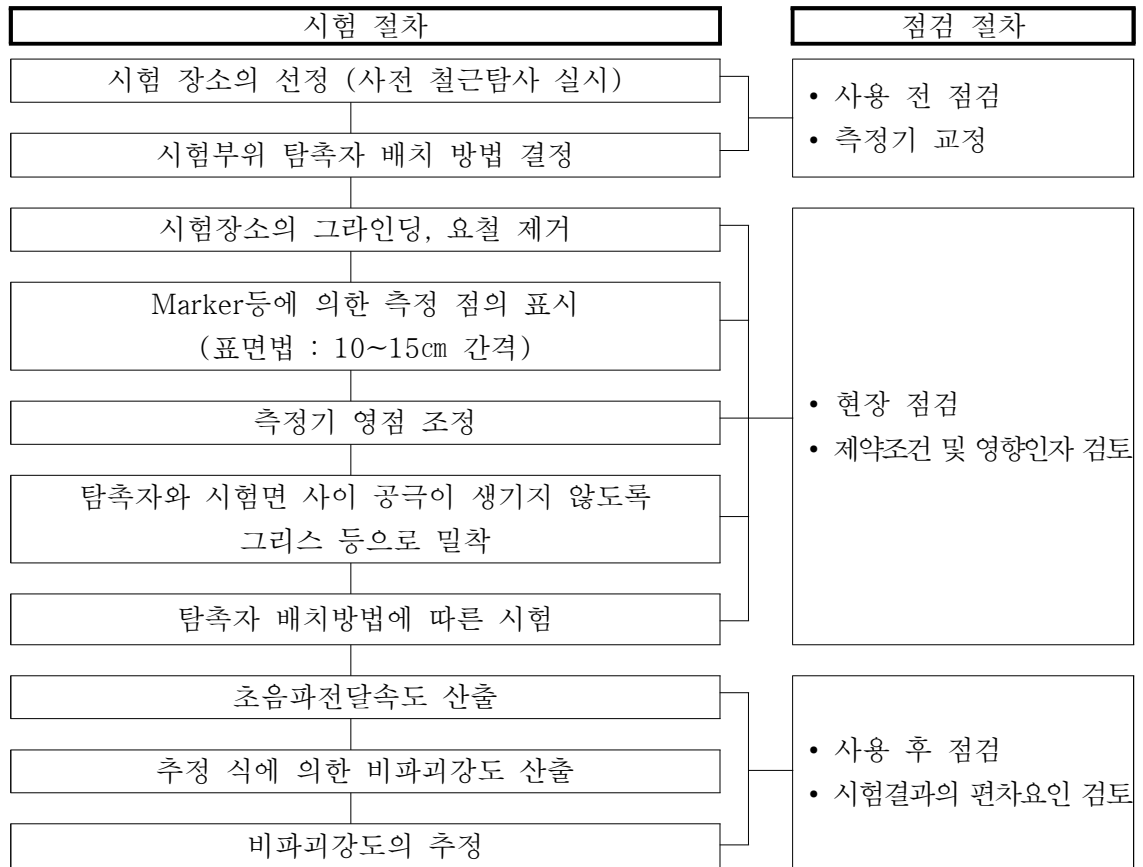
- 측정기를 사용하기 전에는 반드시 측정기에 대한 교정을 하여야 한다.
- 발신 및 수신 탐촉자를 합쳐서 측정 거리가 Zero의 경우에서 전달시간이 영점으로 나타나는 확인 여부와 측정 전에 표준시험체(교정봉)로 측정해서 미리 영 보정을 하여야 한다.
- 탐촉자 및 케이블의 교체의 경우 매번 영 보정하여야하며, 전자회로나 케이블의 안정성을 확인하기 위해 수시로 영 보정을 재확인할 필요가 있다.

5) ○ KS F 2731:2008 콘크리트 압축강도 추정을 위한 초음파 펄스 속도 시험 방법

○ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼 : 한국시설안전기술공단('06.12)

○ 진단장비 활용·관리 매뉴얼 : 한국시설안전기술공단('06.12)

2.2.2 시험 등의 절차



[그림 9] 초음파전달속도시험 및 측정기 점검 등의 절차

나. 초음파전달속도시험의 제약조건

1) 측정기 활용을 위한 제약조건의 검토

- 측정 대상구조물의 제약조건과 종류, 측정범위 등을 파악하여 측정 정밀도를 높일 수 있는 방법을 강구하여야 한다.
- 콘크리트 중의 초음파전달속도와 압축강도의 관계는 각종 영향인자에 따라 다르다. 비파괴강도 추정이나, 결함탐사의 정도를 향상시키기 위해서는 반드시 이들 영향인자에 관한 정보를 입수하여 이를 반영시켜야 한다.
- 현장측정 및 결과분석에 대한 절차는 KS F 2731의 규정에 준한다.

2) 측정 대상으로 하는 구조물에서의 제약조건

① 측정 대상구조물 : 콘크리트 구조물 전반

② 제약조건

- 콘크리트 표면에 도장이나, 외장재 및 구조물 내부에 철근이 과밀 배근되어 있는 경우, 균열 내부에 수분, 충전물, 미세균열, 밀집균열 등이 존재하는 구조물에서의 초음파전달속도의 시험은 곤란하다.

- 초음파전달속도시험 대상 콘크리트 면에 강재나 공동(구멍), 곰보가 존재하는 경우에는 초음파전달속도시험 결과가 크게 변화될 수 있다.
- 초음파전달속도시험에서는 시험 결과에 영향을 미칠 수 있는 부분과 없는 부분에 대한 병용 시험을 통해서 이를 확인하는 것이 바람직하다.
- 측정하기 전에 측정 위치 부근에 철근탐사장비로 철근이나 강재 등의 배치 여부 등을 확인하는 것이 필요하다.

다. 초음파전달속도시험에 미치는 영향인자

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

1) 초음파전달속도에 미치는 영향인자

○ 콘크리트의 함수량

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

○ 콘크리트의 온도

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

○ 측정거리(표면법의 경우 : 탐촉자간의 간격)

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

○ 시험 체의 형상

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

○ 철근의 영향

- 강재에서의 초음파전달속도는 약 5.1km/s로 콘크리트보다 크다.
- 강재는 콘크리트에서 추정된 초음파전달속도의 정확도를 감소시키므로 가능한 철근이 탐촉자 사이의 직진 경로 그 가까이에 놓여 있지 않는 조건에서 시험해야 한다.
- 철근 간섭을 허용하기 위한 초음파전달속도 시험 값의 보정의 경우는 다음과 같으며, 이에 대한 보정한다.
 - 철근이 초음파 경로와 평행으로 배근된 경우
 - 철근이 초음파 경로와 직각으로 배근된 경우

○ 접촉매질

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

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

2) 측정결과와 편차요인

- 콘크리트의 재료, 배합, 재령
 - 콘크리트의 재료, 배합, 재령 등에 따라 초음파전달속도는 다르므로 비파괴강도 추정 전에 반드시 이들 정보를 입수하여 검토한 결과를 반영하여야 한다.
- 측정 대상면의 상태
 - 콘크리트 표면에 모래입자, 먼지, 수분함유, 미세균열 등은 초음파전달속도에 영향을 미치므로 이를 고려한 시험이 필요하다.
- 측정기의 사용요령
- 탐촉자의 연결
- 초음파전달속도의 관계
- 비파괴강도 추정식의 이용

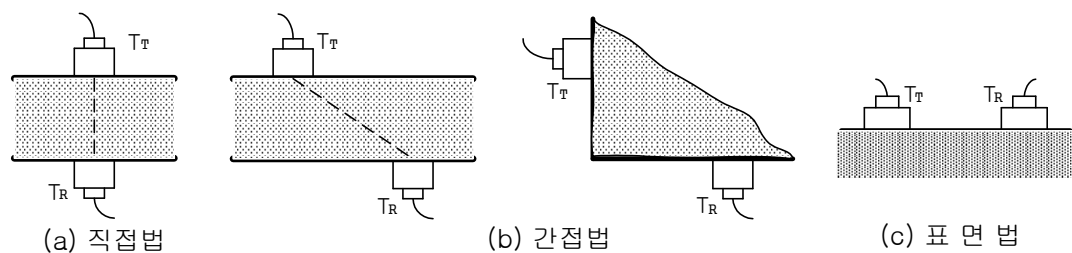
2.2.3 초음파전달속도시험

가. 탐촉자의 배치

본 시험의 정확도는 주로 투과 거리 측정의 정확도에 의해 좌우되며, 이 경우 탐촉자 간의 에너지 이동이 최대이기 때문에 비파괴강도 추정 시에는 [그림 10]에서 (a)의 직접법인 대향면의 배치방법을 원칙으로 한다.

다만 현장에서 탐촉자를 직접법으로 배치할 수 없는 경우 [그림 10]의 (b)와 (c)와 같은 간접법과 표면법으로의 측정은 그 신뢰성에 문제가 제기되고 있으나, 현장 조건에서는 표면법 적용의 경우가 많다.

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



[그림 10] 초음파 펄스 시험을 위한 탐촉자 배치 방법

나. 초음파전달속도의 산정

1) 직접법(Vd)

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

여기에서 Vd : 직접법에 의한 초음파전달속도(m/s)

L : 투과 거리(m)

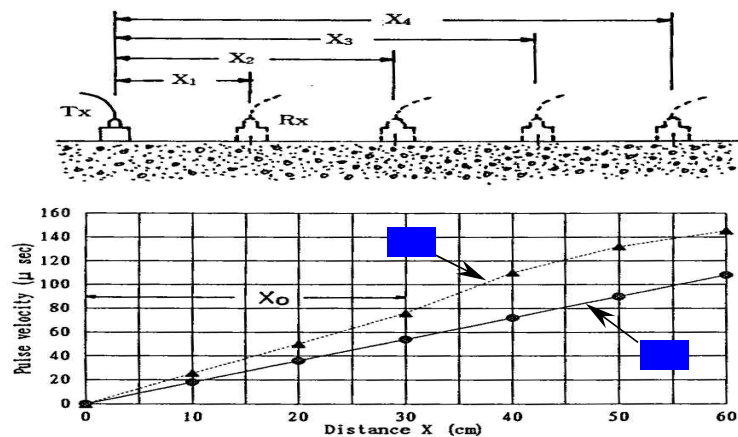
T : 유효 시간(s)

2) 표면법(Vi)

[그림 11]에서 ①의 경우로 각 거리 X_i 에 대한 전달시간 T_i 를 측정하여 X_i 와 T_i 의 관계를 그래프에 도시하여 나타나는 회귀직선식 $T = a + b \cdot S$ 의 상관계수에서 기울기의 함수를 초음파전달속도 V_i 를 결정한다.

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

[그림 11] ②의 경우인 콘크리트 내부의 구성 요소와 균열 및 결함 등에 의해 초음파 전달속도가 분산되면 경험적으로 3점 이상이 일직선으로 형성되는 구간의 회귀직선식에서 분석된 결정계수 r^2 값이 99% 이상이 되는 전달속도 V_i 를 결정한다.



[그림 11] 표면법에 의한 초음파전달속도의 측정

2.2.4 콘크리트 비파괴강도 추정

가. 코어 표본을 이용한 초음파전달속도와 압축강도와의 상관관계

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

- 절단과 습윤 처리된 코어 표본의 초음파전달속도는 구조물의 일부로 구성되어 있을 때보다 일반적으로 높게 나타나므로 코어 표본 채취 전에 초음파전달속도를 시험을 하는 것이 필요하다.
- 초음파전달속도시험 값과 코어 표본으로 구한 압축강도 시험 값을 플롯하고 전체 결과에 대한 선형회귀식을 최소 제곱법에 의해 해당 시설물의 콘크리트 비파괴강도 제안식을 도출한다.

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

- 코어 표본의 압축강도 시험은 KS F 2422⁶⁾에 따른다.

나. 기존의 제안식을 이용한 콘크리트 비파괴강도 추정

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

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

[표 8] 기존의 비파괴강도 추정 제안식

연구자	추 정 식 (MPa)	비 고
일본건축학회식	$F_c = (215V_d - 620) \times 0.098$	Vd : 직접법에 의한 초음파전달속도(km/s)
일본재료학회식	$F_c = (102V_d - 117) \times 0.098$	
J.Pysziak의 제안식	$F_c = (92.5V_d^2 - 508V_d + 782) \times 0.098$	
谷川의 제안식	$F_c = (172.5V_d - 499.6) \times 0.098$	

다. 초음파전달속도의 관계

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

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

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

라. 비파괴강도 보정계수

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

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

여기서, R_{pr} : 코어 압축강도(MPa)

R_{st} : 초음파전달속도시험에 의해 추정된 비파괴강도(MPa)

2.2.5 시험 보고서

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

- 시험 일자, 시간
- 구조물에서 시험 영역의 위치
- 시험 대상 구조물 또는 표본에 대한 설명
- 콘크리트의 설계 조건
- 초음파전달 경로와 탐촉자 위치에 대한 스케치
 - 시험 부위 근처의 철근 또는 덕트의 세부 사항 포함
- 시험 위치의 표면상태
- 마무리 정도, 균열, 박리, 화해 유무 등
- 시험시의 온도 및 콘크리트의 재령
- 콘크리트 내부의 함수 상태
 - 습윤 상태, 표면건조상태, 기건 상태 등
- 장치의 종류, 신뢰도, 주파수 및 주요 특징
- 투과거리, 시험방법 및 결과의 정확도
- 초음파전달속도의 시험 값
- 철근 간섭으로 보정된 초음파전달속도 값

2.3 콘크리트 코어시험⁷⁾

2.3.1 일반

가. 일반

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

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

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

나. 적용 범위

채취된 코어의 활용 목적은 다음과 같다.

- ① 대상 콘크리트의 관련 제반 정보 수집
- ② 코어강도와 각 비파괴시험법에 따른 비파괴강도 추정식의 신뢰성 확보를 위한 보정
- ③ 내부철근의 피복과 직경 측정 결과의 확인
- ④ 철근부식 상태 측정 결과의 확인
- ⑤ 발생 균열깊이의 측정 결과의 검증 및 보수상태 확인
- ⑥ 물리성 조사 : 탄산화깊이, 염화물침투량, 알칼리 골재 반응시험 등

다. 코어비트

보통 코어비트의 유효 천공지름으로는 $\phi 10 \sim 400\text{mm}$ 정도이며, 천공지름은 일반적으로는 내경을 나타내고 있어 코어채취 시에 코어비트의 두께 등을 고려하여야 한다.

1) 습식 코어비트

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

코어채취 시 필요한 냉각수의 양과 필요 천공속도를 파악하여야 한다.

7) ○ KS F 2422:2017 콘크리트에서 절취한 코어 및 보의 강도 시험 방법
○ KS F 2405:2010 콘크리트의 압축강도 시험 방법
○ 진단장비 활용·관리 매뉴얼 : 한국시설안전기술공단('06.12)

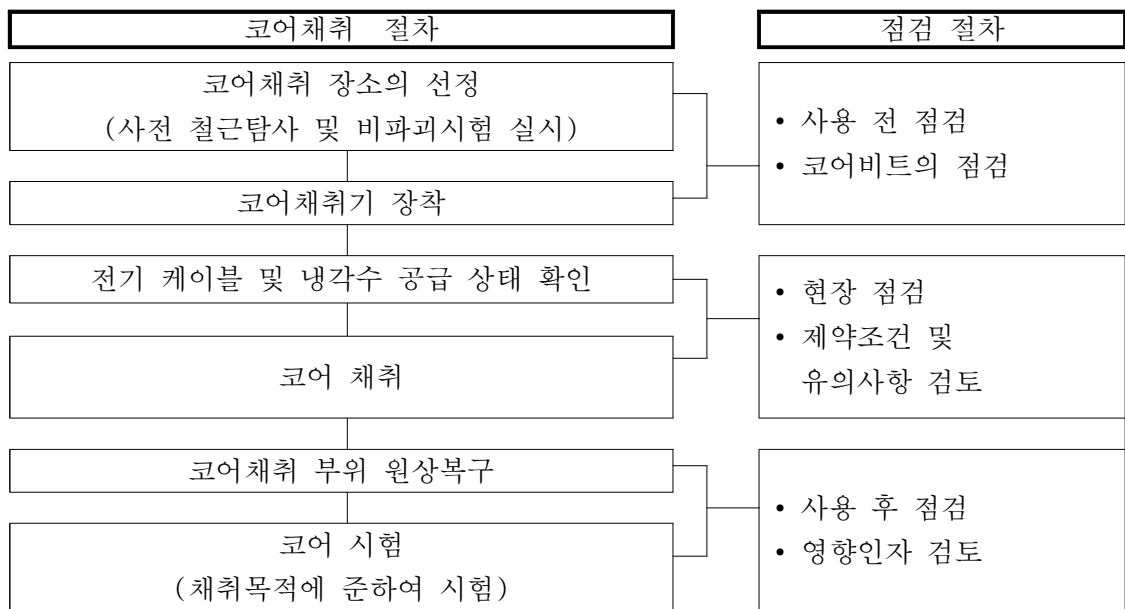
2) 건식 코어비트

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

2.3.2 코어채취

가. 채취기의 활용을 위한 제약조건 검토

- 코어채취 대상구조물의 제약조건과 종류, 채취범위 등을 파악하여 결과의 정밀도를 높일 수 있는 방법을 강구하여야 한다.
- 열화 손상이 심한 장소에서 코어를 채취할 경우에는 인접하여 비교적 양호한 장소에서도 코어를 채취하여 상호 비교하는 것이 바람직하다.
- 코어채취 과정에서 구조물 및 코어 공시체가 손상이 되지 않도록 하여야 하며, 채취된 코어의 강도시험 방법은 KS F 2422 규격에 준한다.



[그림 12] 코어채취 방법 및 기기 점검 등의 절차

나. 코어채취의 유의사항

1) 코어채취 장소의 선정

① 코어채취 방향

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

② 코어채취장소의 선정

- 코어채취에 앞서 다음 사항에 대한 사전조사가 반드시 필요하다

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

2) 대상 시설물에 따른 코어 채취 장소

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

3) 채취 코어의 직경 결정

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

4) 코어의 보관

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

5) 강도시험용 코어의 조건

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

2.3.3 코어강도에 미치는 영향인자

가. 코어의 보존

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

나. 높이/직경비의 영향

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

직경의 2배가되는 코어 공시체의 압축강도로 환산하여야 한다.

다. 매입 철근의 영향

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

라. 드릴링의 영향

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

마. 코어채취 위치와 방향의 영향

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

바. 코어 직경의 영향

- KS F 2405에서 사용되는 콘크리트강도 시험용 표준공시체는 $\phi 15 \times 30\text{cm}$ 의 원주형 공시체를 사용
- 공시체의 형상이 얇은꼴이면 공시체의 치수가 작을수록 압축강도는 크게 나타나는 경향이 있으므로 설계기준에서는 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ 공시체로 시험한 압축강도의 97%를 $\phi 15 \times 30\text{cm}$ 의 공시체 강도로 환산하도록 규정하고 있다.

2.3.4 시험 보고서

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

- 코어의 번호
- 코어의 채취 위치
- 코어의 채취방법
- 재령 : 채취 시의 재령 및 시험 시의 재령, 또는 그 어느 것으로 한다.
- 코어의 평균 지름(mm), 평균 높이(mm) 및 보정계수
- 최대 시험하중(N)
- 코어 압축강도(MPa)

2.4 철근탐사시험⁸⁾

2.4.1 일반

가. 일반

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

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

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

나. 적용 범위

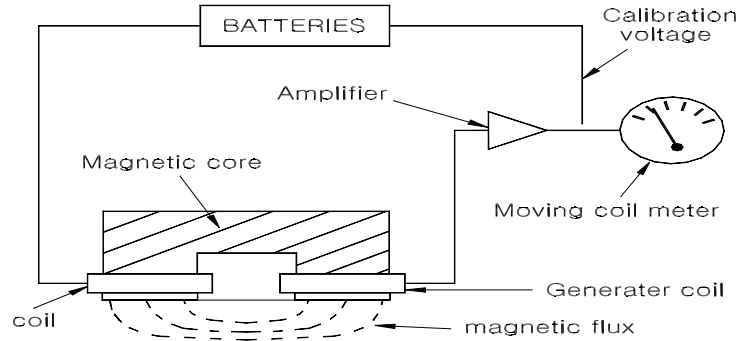
전자기유도 및 전자파레이더 방식에 의한 철근탐사 장비를 사용하여 철근 콘크리트 구조물에 배근된 철근의 위치, 지름, 콘크리트 피복 두께의 탐사에 적용한다.

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

다. 전자기유도 방식

전자기유도 방식을 이용한 장비는 기본적으로 평행 공진(共振)회로의 전압진폭 감소에 기초를 두고 있으며, Probe나 Scanner에서 만들어진 코일에 전류를 흘려 교류자장을 만들어 내고, 코일 전압의 변화는 자장내 자성체의 특성 및 거리에 의해 변하기 때문에 콘크리트 내부에 철근의 위치 및 직경 등을 구하는 방법으로 이용되고 있다.

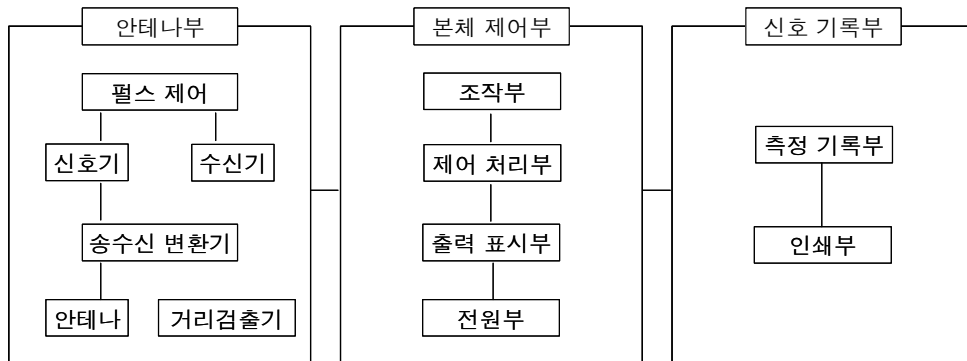
8) ○ KS F 2734:2019 전자기유도법에 의한 철근 탐사 시험 방법
○ KS F 2735:2019 전자파레이더법에 의한 철근탐사 시험 방법
○ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼 : 한국시설안전기술공단('06.12)
○ 진단장비 활용·관리 매뉴얼 : 한국시설안전기술공단('06.12)



[그림 13] 전자기유도 방식에 의한 철근탐사장비의 구성

라. 전자파레이더 방식

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

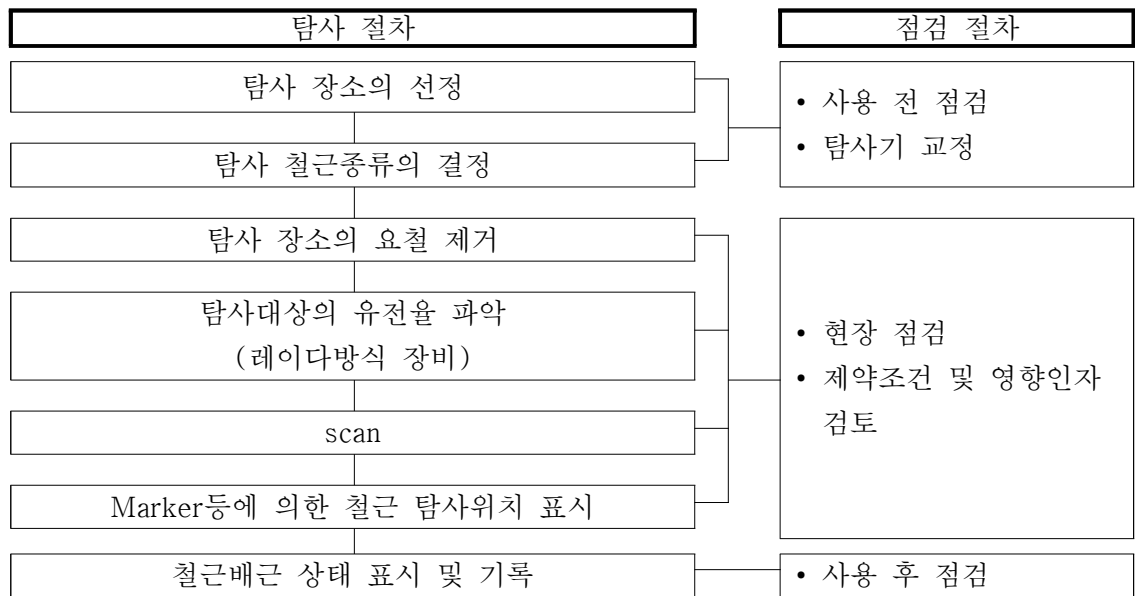


[그림 14] 전자파 레이더법에 의한 철근탐사장비의 장치 구성도

2.4.2 시험 등의 절차

가. 철근탐사시험을 위한 제약조건 검토

- 콘크리트 중의 각종 영향인자에 따라 철근탐사 결과가 다르게 나타나므로 이들 인자에 관한 정보를 입수하여 이를 반영시켜야 한다.
- 탐사 대상구조물의 제약조건과 종류, 탐사범위 등을 파악하여 탐사 정밀도를 높일 수 있는 방법을 강구하여야 한다.
- 탐사 장소의 이동 시 마다 전자파레이더 방식 장비는 탐사 대상 체의 유전율을 최소한의 드릴링에 의한 실측 피복두께를 파악하여 이를 고려한 교정을 실시하여야 한다.
- 철근탐사시험 방법에 대한 절차는 KS F 2734 및 KS F 2735의 규정에 준한다.



[그림 15] 철근탐사 및 장비 점검 등의 절차

나. 철근탐사장비별 시험 정밀도를 위한 제약조건

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

또한, 탐사방식에 따른 환경과 영향인자 등을 고려하여 시험하여야 한다.

- 탐사조건 및 적용한계
- 활용에서의 주의사항
- 활용 제고를 위한 조건

2.4.3 시험 보고서

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

가. 전자기유도 방식

- 날짜, 시간, 측정 장소, 기온, 습도
- 시험 대상 구조물이나 부재에 대한 상세
- 시험 부위의 콘크리트 상세
- 시험 위치
- 사용한 철근탐사 시험기의 유형과 검 · 교정한 날짜
- 보정 법에 대한 상세
- 철근의 지름, 위치 그리고 콘크리트 피복 두께에 대한 시험 값
- 정밀도
- 시험한 철근의 배근상태에 대한 그림
- 참고 문헌

나. 전자파레이더 방식

- 날짜, 시간, 시험 장소, 기온, 습도
- 시험 대상 구조물에 대한 설명이나 탐사 시의 현장 조건
- 시험 위치
- 시험 한계 (잡음의 원인, 장애물 등등)
- 시험 값과 필터, 안테나 주파수 등의 매개변수의 표시
- 시험 대상 면에서의 안테나 횡단 위치, 작동 방향 및 방위
- 피복두께와 철근의 지름에 대한 실측값과 보정한 값
- 정밀도
- 시험한 철근의 배근상태에 대한 그림
- 참고 문헌

2.5 철근부식도시험⁹⁾

2.5.1 일반

가. 일반

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

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

나. 적용 범위

본 「세부지침」에서는 철근부식시험과 관련하여 시험기구 및 시험방법 등의 비교에서 사용 빈도가 높은 자연전위법을 대상으로 기술한다.

[표 9] 철근의 부식진단에 관한 전기화학적 비파괴시험 방법

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

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

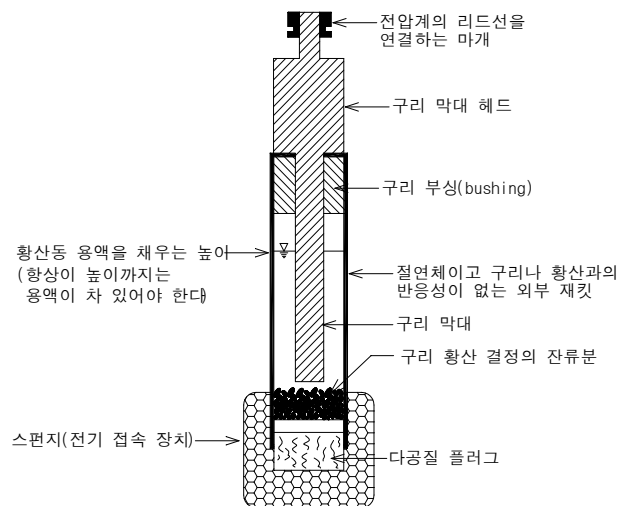
- 자연전위법은 조사시점에서의 철근의 부식 가능성에 대해서 진단하는 것이며, 철근의 부식속도를 측정하는 것이 아니다.
- 보다 정확한 철근부식의 진단을 실시하기 위해서는 다음의 시험결과를 종합하여 철근의 부식 정도를 판정하는 것이 바람직하다.
 - 철근의 피복두께

9) ○ KS F 2712:2018 콘크리트 내부 철근의 반전지 전위 시험 방법
 ○ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼 : 한국시설안전기술공단('06.12)
 ○ 진단장비 활용·관리 매뉴얼 : 한국시설안전기술공단('06.12)

- 콘크리트 중의 염화물침투량
- 콘크리트의 탄산화(중성화) 깊이
- 콘크리트의 저항률 측정
- 콘크리트 구조물의 균열 상황 등의 관찰

다. 반전지

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

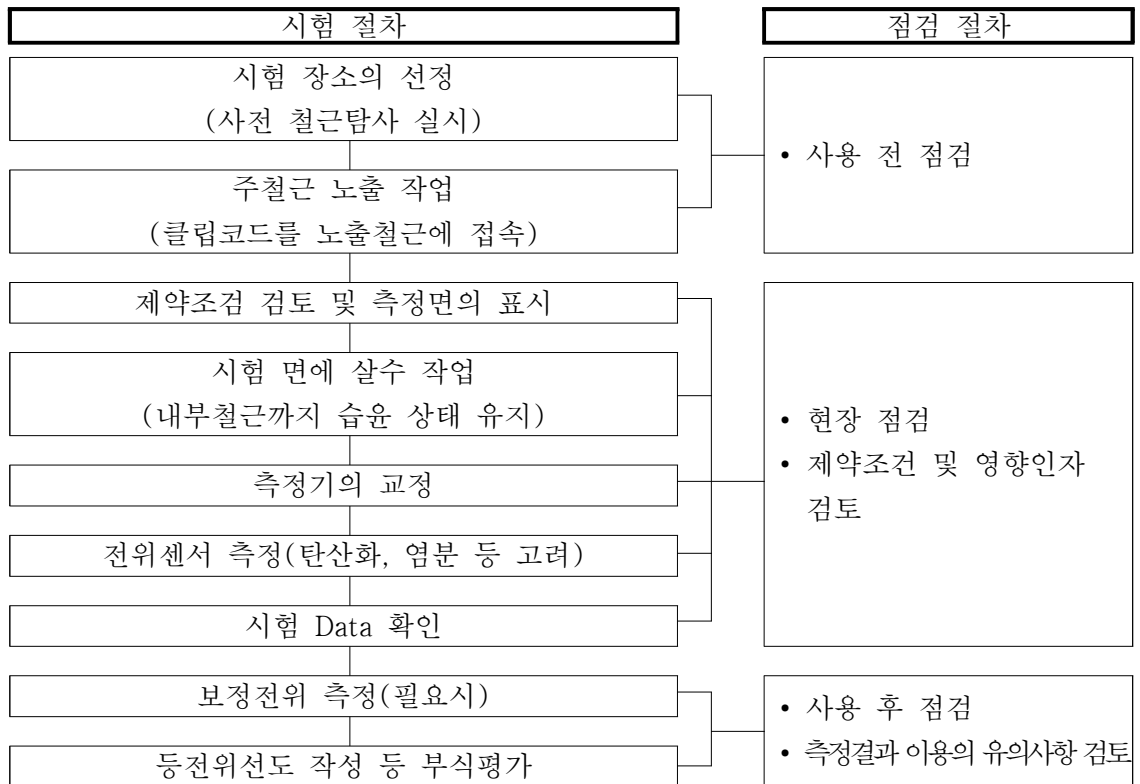


[그림 16] 동-황산동 반전지의 단면

2.5.2 시험 등의 절차

가. 철근부식 측정 장비의 활용을 위한 제약조건 검토

- 시험 대상구조물의 제약조건과 종류, 측정범위 등을 파악하여 시험 정밀도를 높일 수 있는 방법을 강구하여야 한다.
- 콘크리트 중의 각종 영향인자에 따라 측정결과가 다르게 나타나므로 이들 인자에 관한 정보를 입수하여 이를 반영시켜야 하며, 시험 대상은 시험정밀도의 저하 혹은 시험 불가능한 조건이 아닌 범위에 있어서는 자연전위의 측정이 가능하다.
- 현장시험 및 결과분석에 대한 절차는 KS F 2712의 규정에 준한다.



[그림 17] 철근부식도시험 및 측정기 점검 등의 절차

나. 시험 정밀도를 위한 제약 조건

1) 시험 정밀도

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

2) 자연전위법을 적용할 수 없는 경우

- 콘크리트 표면이 대단히 건조해 전기적으로 절연체에 가까울 경우
- 콘크리트 표면에 도장 등의 절연재료가 피복되어 있는 경우
- 콘크리트 표면이 물에 잠겨 있는 경우
- 내부철근이 에폭시 수지도장, 아연도금 등의 표면 코팅되어 있는 경우

3) 전위센서의 선정

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

4) 대상지점의 고려 사항

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

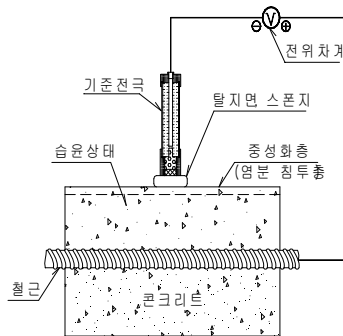
다. 측정간격의 선정

1) 통형 기준전극을 사용할 경우의 측정

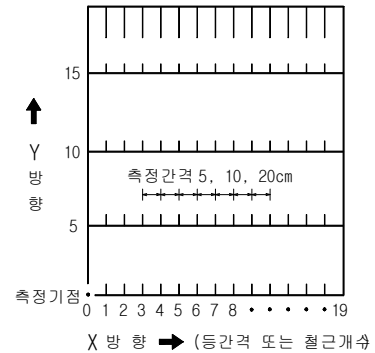
- [그림 18]에서 탈지면 등에 물을 적시고 충분히 짜내서 철근 바로 위 콘크리트 표면의 격자 상에서 한 점씩 측정하여 기록한다.

2) 회전식(휠) 기준전극을 사용할 경우의 측정

- 회전식 기준전극의 둘레에 고흡수성 스펀지를 장착한 회전식 기준 전극이 [그림 19]와 같이 선상이나 격자 상으로 측정한다.



[그림 18] 자연전위의 측정방법



[그림 19] 측정범위의 표시

라. 철근부식도시험 조건

1) 대상지점의 내부철근과의 통전 시험

- 시험 대상으로 하는 철근의 모두가 전기적으로 로 연속하고 있는지를 통전 시험 등을 통하여 파악하여야 한다.

2) 시험 면과 내부철근 사이의 습윤 유지

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

3) 대상 콘크리트의 품질상태 보정

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

4) 대상 콘크리트 표면과 내부의 전위차 보정

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

2.5.3 철근부식 판정

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

[표 10] 철근부식 유무의 판정기준 (자연전위 : CSE 기준)

부식 등급	KS F 2712 규격	
	자연전위 E (mV)	부식 확률 P(%)
I	$E > -200$	90% 이상의 확률로 부식 없음
II	$-200 \geq E > -350$	불명확
III	$-350 \geq E$	90% 이상의 확률로 부식 있음

2.5.4 시험 보고서

시험 보고서는 다음 사항을 기록한다.

- 반전지의 종류(동-황산동 반전지 외에 다른 전지를 사용한 경우)
- 측정시 반전지의 평균 온도 예측값
- 콘크리트 표면의 사전 침윤 방법과 철근과의 접속 방법
- 철근의 접속 위치를 나타내는
 - 등전위도
 - 누적 도수 분포도
 - 또는 상기 두 가지 모두
- -350mV보다 (음의 방향으로) 낮은 전위 값의 백분율
- -200mV보다 (음의 방향으로) 낮은 전위 값의 백분율

2.6 콘크리트 탄산화 깊이 측정¹⁰⁾

2.6.1 일반

가. 일반

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

나. 적용 범위

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

다. 시료 채취 시 주의사항

- 측면을 측정 면으로 하는 경우에는 코어 공시체가 채취 후 부착된 찌꺼기를 물로 씻어 제거하여야 한다.
- 물을 뿌리지 않는 경우에는 절단면이 과도하게 고온이 되지 않도록 주의하고 산성수의 유무에 관계없이 콘크리트 가루나 찌꺼기가 절단면에 부착되어 있으면 정확도가 낮아지는 경우가 있으므로 주의가 필요하다.
- 콘크리트를 깎아내기 전에 깎아낼 면의 주위에 콘크리트 커터로 홈을 내 놓으면 측정이 쉬워지며, 측정 면이 젖어 있는 경우에는 측정 면을 건조시킨다.
- 측정 면을 공기 중에 장시간 방치해두면 측정 면이 탄산화하여 정확한 탄산화 깊이를 측정할 수 없게 되므로 유의해야 한다.

라. 측정 장치

- 페놀프탈레인 1% 용액 분무에 의한 탄산화 깊이를 측정할 경우 필요한 측정 장치
 - 공시체의 쪼갬 시험이 가능한 압축 시험기, 휨 시험기, 만능 시험기, 해머 등
 - 공시체를 절단할 수 있는 콘크리트 커터 등
 - 콘크리트 구조물을 깎아낼 수 있는 정, 드릴, 콘크리트 커터 등
 - 측정 면에 콘크리트의 작은 조각이나 가루를 제거할 수 있는 솔, 전기청소기 등
 - 건조기
 - 분무기

10) ○ KS F 2596:2019 콘크리트 탄산화 깊이 측정 방법

○ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼 : 한국시설안전기술공단('06.12)

- 버니어캘리퍼스, 눈금자 등
 - 정규 눈금 0.5mm까지 읽을 수 있는 것으로 준비하고 콘크리트 구조물에서 시료를 채취한 경우에는 1mm 눈금이 부착된 것도 사용 가능하다.
- 시약
 - KS M 8238에서 규정한 페놀프탈레인 용액 또는 이와 같은 성능을 갖는 시약을 이용한다.
 - 지시약으로 사용되는 페놀프탈레인 용액은 95% 에탄올 90ml에 페놀프탈레인 분말 1g을 녹여 물에 첨가하여 100ml로 하며, 다만 공시체가 매우 건조한 경우에는 95% 에탄올의 양을 70ml로 하여 첨가하는 물의 양을 증가시킬 수 있다.

2.6.2 시험방법

가. 일부 떼어내기에 의한 방법

- 일부 떼어내기에 의한 경우는 철근 부식상태의 확인을 동시에 하는 경우가 많으며, 철근위치를 파악한 후 떼어내기 할 위치를 결정하는 경우가 많다.
- 떼어내기 방법으로는 손각읍, 전동픽, 에어픽 등이 있으며, 이 순서대로 작업효율이 좋으며, 대상 개소, 부위, 노면 아래조건, 주위환경 등에 의한 방법을 적절히 선택한 후 분진의 비산방지책을 검토해야 한다.
- 떼어내기 종료 후 콘크리트 면에 가루가 부착된 상태라면, 측정에 지장이 있으므로 완전히 제거하여야 한다.

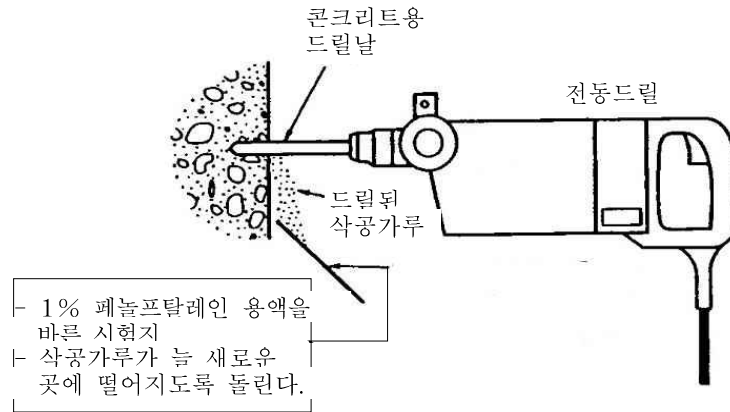
나. 코어 공시체를 이용하는 경우

- 압축강도시험과 병용하는 경우에는 원칙적으로 KS F 2422 「콘크리트에서 절취한 코어 및 보의 강도시험방법」에 따르며, 철근배치 등 구조물의 실정과 사용 골재치수에 따라 조정한다.
- 코어는 구조물 어디에서 채취한 것인지 정보를 기입하며, 시험하기까지의 양생에 관해서는 코어면을 충분히 세척하여 수건 등으로 닦은 후 비닐자루에 밀봉하여 저장하는 것이 바람직하다.
- 코어공시체는 강도시험기 등으로 쪼갠 후 쪼갬 면을 측정대상으로 하는 것이 적절하다.
- 코어측면을 대상으로 하는 것은 코어비트 마찰에 의한 조성변화, 커팅시 수분에 의한 영향 등이 발생하므로 가능하면 피해야 한다.

다. 드릴을 이용하는 경우

- $\phi 10\text{mm}$ 의 드릴링에 의해 채취되는 콘크리트 가루를 이용하여 탄산화 깊이를 시험하는 방법으로 (사)일본비파괴검사협회에 의해 NDIS 3419 「드릴 삭공분을 이용한 콘크리트 구조물의 중성화시험(1999)」으로 제정되어 있다.

- 이 방법에서는 드릴링에 의해 발생하는 콘크리트 가루가 페놀프탈레인 용액을 적신 원형 시험지에 떨어져 변색되는 시점을 탄산화 깊이로 정하고 있다.



[그림 20] 드릴에 의한 탄산화깊이 측정

2.6.3 탄산화 깊이 측정

- 측정면의 처리가 종료된 후 바로 측정 면에 시약을 분무기로 액체가 흘러 떨어지지 않을 정도로 분무한다.
- 콘크리트가 건조하여 적자색으로 변색된 부분이 선명하지 않은 경우에는 시약을 분무한 측정 면에 소량의 물을 분무하거나 시약을 재차 분무하여 변색이 선명해지고 난 뒤 측정하고 콘크리트 표면으로부터 적자색으로 변색한 부분까지의 거리를 0.5mm 단위로 측정한다.
- 측정 위치에 굽은 골재 입자가 있는 경우나 있었던 경우에는 입자 또는 입자가 빠져 패인 부분의 양단의 탄산화 위치를 연결하여 직선상에서 측정한다.
- 연한 적자색 부분이 나타나는 경우에는 선명한 적자색 단면까지의 거리를 탄산화 깊이로 측정함과 동시에 연한 적자색 부분까지의 거리도 함께 측정한다.
- 공시체의 쪼갬 면이나 절단면을 측정 면으로 하는 경우에는 탄산화의 상황에 따라 10~15mm 간격마다 1곳, 코어 공시체의 측면을 측정 면으로 하는 경우에는 5곳 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- 탄산화 된 부분의 면적을 측정하면 보다 정확하게 평균 탄산화 깊이를 산출할 수 있으며, 콘크리트 구조물을 깎아낸 면에서 측정하는 경우에는 깎아낸 면의 크기에 따라 4~8곳 정도로 시험한다.
- 평균 탄산화 깊이는 측정값의 합계를 측정 개소수로 나누어 구하고 반올림하여 소수점 이하 한 자리까지 구한다.

[표 11] 페놀프탈레인 분무 시기와 측정 시기

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

2.6.4 탄산화속도계수 산정

탄산화속도는 경과시간 t 의 평방근에 비례하여 진행한다고 하는 $\sqrt{t}$ 법으로 표현된다. 잔여피복두께가 모두 탄산화 되는 시간 T 는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\text{탄산화속도계수 } A = \frac{D}{\sqrt{t}}$$

$$T = \left[\frac{\text{설계피복두께}}{\text{탄산화속도계수}} \right]^2 - t$$

여기서, D : 탄산화 깊이(mm)

t : 공용년수(년)

2.6.5 시험 보고서

가. 반드시 기록하여야 할 사항

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

- ① 구조물의 명칭
- ② 구조물의 경과 연수
- ③ 코어 채취 및 떼어냄을 행한 연월일 및 시험일
- ④ 코어 채취 및 떼어냄을 행한 위치 : 옥내, 옥외, 부위, 방위, 높이 등
- ⑤ 사용 골재의 종류(보통 골재, 경량 골재)
- ⑥ 측정면의 종류 : 코어의 측면, 코어의 할렬면, 구조물의 떼어낸 면 등
- ⑦ 시 약
- ⑧ 측정 기구 : 버니어 캘리퍼스, 눈금자 등

- ⑨ 시약 분무로부터 탄산화 깊이까지의 시간
- ⑩ 탄산화 깊이의 측정 장소의 각 측정값, 평균값, 최댓값
- ⑪ 연한 적자색으로 변색된 부분의 유무
 - 있는 경우 그 상황을 사진 등으로 기록한다.

나. 필요에 따라 기록하여야 할 사항

- ① 코어 채취 또는 떼어냄을 행한 위치에서의 누수 유무
- ② 구조물 주변의 탄산가스 농도
- ③ 콘크리트 압축 강도 : 설계기준강도 또는 코어 강도
- ④ 탄산화 상황의 사진
- ⑤ 철근의 피복두께
- ⑥ 탄산화 속도 계수

2.7 강재 용접부 비파괴시험

2.7.1 일반

가. 일반

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

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

나. 시험(검사) 기술자

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

2.7.2 초음파탐상시험¹¹⁾

가. 일반

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

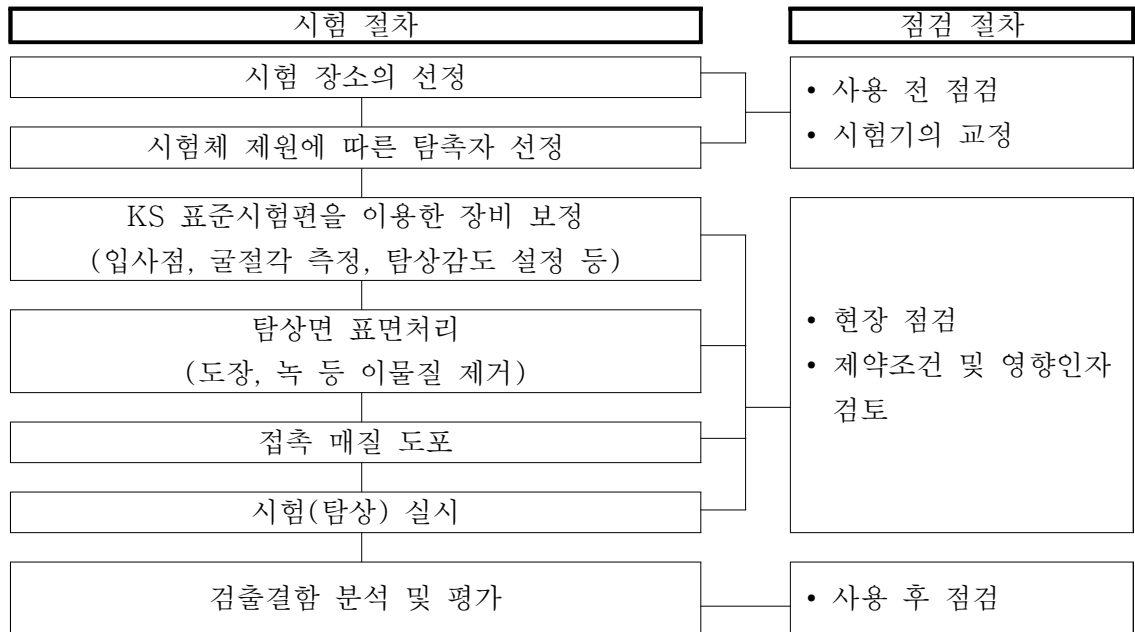
나. 적용범위

본 시험은 규격 두께 6mm 이상의 페라이트계 강의 완전용입 용접 부를 펄스 반사법을 사용한 기본표시의 초음파 탐상기에서 초음파탐상시험을 수동으로 실시하는 경우의 흠의 검출 방법, 위치 및 치수의 측정하는데 있다.

- ① 박판 용접부 및 필렛용접부 결함 검사에는 부적합
- ② 탐상기법의 특성상 시험결과의 재현성이 부족하며, 기술자는 시험대상체 및 강재 초음파시험에 대한 전문적인 지식과 충분한 경험이 필요

11) ○ KS B 0896:2020 강 용접부의 초음파 탐상 시험 방법
○ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼 : 한국시설안전기술공단('06.12)
○ 진단장비 활용·관리 매뉴얼 : 한국시설안전기술공단('06.12)

다. 시험 등의 절차



[그림 21] 강제 초음파시험 및 탐상기 점검 등의 절차

1) 탐상기의 활용을 위한 제약조건 검토

- 시험 대상구조물의 제약조건과 종류, 범위 등을 파악하여 시험 정밀도를 높일 수 있는 방법을 강구하여야 한다.
- 탐상기의 점검, 탐상, 결과분석 등에 대한 절차는 KS B 0896의 규정에 준한다.

2) 시험 정밀도를 위한 제약조건

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

- ① 시험 체의 표면이 거칠면 부재로 전달되는 초음파 에너지가 적어지며, 노이즈와 신호의 구분에 어려움이 있어 모양이 일정치 않거나 너무 얇아도 곤란하다.
- ② 시험체 건전부의 재질이 균질해야 한다.
- ③ 초음파의 퍼짐에 있어 그 사각인 불감대가 존재한다.
- ④ 초음파 탐촉자와 시험체 사이에 공기층이 존재하면 시험체로 초음파의 전달이 안 되므로 매질이 필요하다.
- ⑤ 주로 상대적인 값을 이용하므로 표준시험편과 대비시험편이 있어야 한다.
- ⑥ 시험체 내부 조직에 따라 측정 데이터의 해석을 달리해야 한다.
- ⑦ 결함의 방향과 초음파의 전달방향에 따른 영향이 크다.

3) 시험 정밀도의 영향인자

- 사전정보 수집
 - 시험에 앞서서 대상 체의 모재 재질, 두께, 용접부의 이음형상, 개선팔 및 형상, 용접시공 상세, 용접보수 상세, 제작상의 특기사항 등의 정보가 없으면 정확한 판단을 할 수 없다.

○ 시험 면에 의한 감도 영향

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

○ 용접부 시험에서의 결함 종류 추정

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

○ 온도의 영향

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

라. 초음파탐상기의 조정 및 점검

- 입사점, STB 굴절각, 탐상 굴절각, 측정 범위 및 탐상감도는 시험 전에 조정한다.
- 초음파탐상기의 조정은 작업시간 4시간 이내마다 점검하여 조정 시의 조건을 유지하고 있는 것에 대한 확인을 하여야 한다.

마. 결함의 판정

결함의 등급 분류는 결함 에코우 높이의 영역과 결함지시 길이에 대응하여 [표 12]에 따라 시행한다.

[표 12] 결함의 등급분류

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

바. 탐상 보고서

- ① 시험 연월일
- ② 시험 번호 또는 기호
- ③ 시험 기술자의 서명 및 자격
- ④ 재질 및 치수
- ⑤ 용접 방법 및 그루브 모양

- ⑥ 사용한 탐상기 명, 성능 및 점검 일시
- ⑦ 사용한 탐촉자, 성능 및 점검 일시
- ⑧ 사용한 표준 시험편 또는 대비 시험편
- ⑨ 탐상 부분의 상태 및 손질 방법
- ⑩ 탐상 범위
- ⑪ 접촉 매질
- ⑫ 감도 보정량
- ⑬ 검출 레벨
- ⑭ 탐상 데이터
 - 용접선 방향의 탐촉자 위치, 탐촉자 용접부 거리, 빔 노정, 최대 에코 높이(영역), 흠의 지시 길이
- ⑮ 흠의 횡단면 위치 및 평면 위치
 - 깊이, 용접선에 직각 방향의 위치
 - 흠의 지시 길이의 시단 또는 종단
- ⑯ 합격 여부와 그 기준
- ⑰ DAC 회로를 사용하였을 때는 다음 기록을 한다.
 - 탐상기 명 및 DAC 사용 시의 성능
 - 탐촉자의 제조 번호 및 DAC의 사용 시의 성능
 - DAC의 기점 조정 거리
 - DAC의 경사값
 - DAC 사용 시의 에코 높이 구분선
- ⑱ 검정의 결과, 음향 이방성을 가진다고 검정된 경우, 다음 기록을 한다.
 - 공칭 굴절각
 - STB 굴절각
 - L, C, (Q) 방향 및 흠을 검출한 방향의 탐상 굴절각
 - 굴절 각도차($\Delta\theta$)
 - 횡과 음속비 및 그 측정 방법
- ⑲ 탠덤 탐상 법을 적용한 경우는 다음 기록을 한다.
 - 탐상 불능 영역
 - 탐상 지그의 시방
 - 탠덤 기준선의 위치
 - 흠의 판두께 방향의 위치(깊이)
- ⑳ 기타 사항(지정 사항, 협의 사항, 입회, 샘플링 방법 등)

2.7.3 자분탐상시험¹²⁾

가. 일반

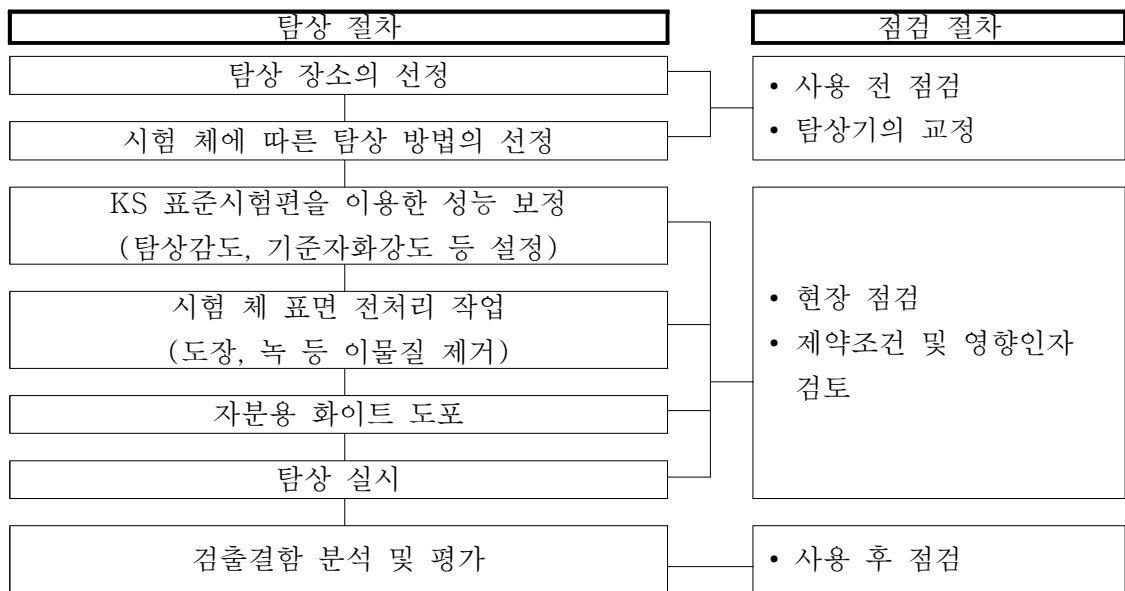
본 시험은 자성체의 표면에 있는 불연속 부를 검출하기 위하여 자성체를 자화시키고 자분(磁粉)을 적용시켜 누설자장에 의해 자분이 모이거나 붙어서 불연속부의 윤곽을 형성, 그 위치, 크기, 형태 등을 검사하는 비파괴검사 방법 중의 하나이다.

나. 적용 범위

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

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

다. 시험 등의 절차



[그림 22] 자분탐상 및 탐상기 점검 등의 절차

1) 탐상기의 활용을 위한 제약조건 검토

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

12) ○ KS D 0213:2018 철강 재료의 자분 탐상 시험 방법 및 자분 모양의 분류

○ 콘크리트 및 강재 비파괴시험 매뉴얼 : 한국시설안전기술공단('06.12)

○ 진단장비 활용·관리 매뉴얼 : 한국시설안전기술공단('06.12)

- 탐상 대상구조물의 제약조건과 종류, 범위 등을 파악하여 탐상 정밀도를 높일 수 있는 방법을 강구하여야 한다.
- 현장탐상 및 자분 모양의 분류에 대한 절차는 KS D 0213의 규정에 준한다.

2) 탐상 정밀도를 위한 제약조건

- 전처리
 - 전처리의 범위는 시험범위보다 넓게 잡아야 한다.
 - 탐상 면에 대한 부적절한 전처리는 결함검출 성능을 저하시키는 요인으로 작용하게 되므로 적절한 표면상태가 되도록 하여야 한다.
- 자분 모양의 관찰
 - 자분모양의 관찰은 원칙적으로 자분의 적용이 끝난 직후에 하여야 한다.
- 탈자

3) 탐상 정밀도의 영향인자

- 자분 및 검사액
 - 검사액 및 자분은 적당한 표준시험편 등을 사용하여 필요에 따라 그 성능을 확인하여야 한다.
- 통전시간의 설정
 - 통전시간의 설정은 통전 중의 자분의 적용을 완료할 수 있는 통전시간을 설정 하여야 한다.

4) 탐상할 때의 주의사항

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

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

라. 자분탐상기의 점검

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

마. 자분 모양의 분류

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

① 균열에 의한 자분모양

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

② 독립한 자분모양

- 독립하여 존재하는 각 자분모양은 다음 2종류로 분류한다.
 - 선상의 자분모양
 - 자분모양에서 그 길이가 나비의 3배 이상인 것.
 - 원형상의 자분모양
 - 자분모양에서 선상의 자분모양 이외의 것.

③ 연속한 자분모양

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

④ 분산한 자분모양

- 일정한 면적 내에 여러 개의 자분모양이 분산하여 존재하는 자분모양.

바. 탐상 보고서

자분탐상 시험의 조작에 의해 시험결과가 크게 영향 받는 시험방법이기 때문에 시험 조작의 확인을 위해 세세한 시험조건을 기록이 필요하다.

2.8 염화물 침투량 시험¹³⁾

2.8.1 일반

가. 일반

본 「세부지침」에서는 경화된 콘크리트 내의 염화물 침투량을 측정하는데 목적이 있다.

나. 적용 범위

이 측정 방법은 경화된 콘크리트 내의 염화물 침투량을 측정하기 위해 각 용도에 맞도록 전위차 측정법, 흡광광도법, 질산은 적정법, 이온크로마토그래피법 중에 선택하여 측정하는 방법에 대하여 규정한다.

2.8.2 시험방법

가. 시료의 채취

○ 코어 채취 및 절단

- 콘크리트 코어는 철근부를 피하여 철근 깊이까지 채취하며, 채취된 코어는 10~20mm 간격으로 절단한다.
- 850 μ m 체를 통과하도록 시료를 분쇄하며, 광택지를 10회 이상 옮기면서 시료를 잘 섞는다.
- 대략 10g 정도의 시료를 채취하며, 시료의 질량은 0.01g 까지 측정하고 25ml 비커에 담는다.

○ 산-가용성 염화물의 측정

- 염화물은 산-가용성 염화물(전 염화물)을 추출한다.
 - 75ml의 증류수로 시료를 분산시킨다.
 - 천천히 25ml의 질산(1:1)희석 용액을 가하고, 유리막대를 사용하여 시료의 덩어리를 모두 부수고, 황화수소의 냄새가 나는 것을 확인한 후 과산화수소(30% 용액) 3ml를 가한다.
 - 메틸 오렌지 지시약 3방울을 가한 후 젓는다.
 - 비커를 시계 접시로 덮고 1~2분간 방치한 후, 연분홍색이나 붉은색이 나타나 유지될 때까지 용액을 저으면서 질산(1:1)희석 용액을 조금씩 첨가한다.
 - 추가로 질산(1:1)희석 용액을 10방울 더 떨어뜨린 후, 용액을 덮고 빠르게 가열하여 끓인다.

13) ○ KS F 2717 : 경화된 콘크리트의 염화물 함유량 측정 방법

○ KS F 2713 : 콘크리트 및 콘크리트 재료의 염화물 분석 시험 방법

- 시험법
 - 다이얼 측정판이 달린 장비를 사용할 경우, 전극을 증류수에 담가 대략적인 당량점을 결정할 필요가 있다.
 - 측정의 중간 값에서 20mV 정도 낮은 값을 나타내도록 장비를 조절하며, 대략적인 전위를 기록한 후 비커를 비우고 전극을 흡수지로 닦는다.
 - 상온으로 식힌 용액이 담긴 비커에 2ml의 0.05N 표준용액을 가한다.
 - 0.05N 질산은 표준용액을 10ml 뷰렛에 눈금까지 채우고 뷰렛의 끝을 용액 속이나 위에 오도록 한다.
 - 증류수에서의 당량점으로부터 -60mV를 나타낼 때까지 천천히 적정하여 이때의 질산은 표준용액의 첨가부피를 기록한다.

2.8.3 염화물 침투량 측정

가. 철근부 전염화물 침투량 C_r 이 $2.5\text{kg}/\text{m}^3$ 이 되는 시점의 산정방법

○ 염화물 확산계수 산정 방법

- 염화물 확산계수는 아래의 식을 활용하여 구한다.

$$C_d - C_i = (C_s - C_i)(1 - \operatorname{erf}(\frac{x}{2 \times \sqrt{D_d \cdot t}}))$$

여기서, C_d : 깊이 $x(\text{cm})$, 시간 t 년에서 염소이온 농도 (kg/m^3)

C_i : 초기 염소이온 농도 (kg/m^3)

C_s : 표면 염소이온 농도 (kg/m^3)

erf : 오차함수, $\operatorname{erf}(s) = \frac{2}{\pi^{1/2}} \int_0^s e^{-\lambda^2} d\lambda$

D_d : 염소이온의 유효확산계수($\text{cm}^2/\text{년}$)

- 현장에서 채취된 코어시험체를 깊이별로 절단하여 KS F 2717(2013) 「경화된 콘크리트의 염화물 함유량 측정 방법」에 의하여 깊이별 염화물 침투량을 측정한다.
 - 측정에 필요한 시료는 10g으로 규정되어 있다.
 - 측정 깊이의 대푯값은 절단두께를 0~15mm, 15~30mm, ...로 설정한 경우는 7.5mm, 22.5mm, ...로 설정한다.
 - 염화물 확산계수를 구하는데 사용되는 측정 깊이는 철근에 가까운 깊이에서 염화물이 어느 정도 침투되어 있는 구간을 선정하는 것이 바람직하며, 구간별로 염화물 확산계수를 산출할 수도 있다.(표면부의 경우 염화물의 변동이 심하여 염화물 확산계수 값의 편차가 클 수 있고, 깊이가 깊은 구간에서 염화물의 침투가 거의 없는 경우 염화물 확산계수 산정이 어려울 수 있다.)
 - 산정된 측정 깊이 $x(\text{cm})$ 와 해당 깊이에서 측정된 염화물량을 기록하여 D_d 값으로

활용한다.

- 또한, 표면부 약 0~2mm 정도의 구간에서 시료를 채취하여 염화물량을 측정하며, 이를 표면부 염소이온 농도 C_s 값으로 활용하며, 채취된 코어시료에서 측정에 필요한 10g의 시료를 얻기 어려운 경우 코어채취부와 인접한 콘크리트에서 표면부(약 0~2mm)의 시료만을 추가로 채취하여 사용할 수 있다.
- 직접 표면부 염소이온 농도 C_s 값을 얻기 어려운 경우, 아래와 같이 콘크리트 표준시방서 해설(2009)의 해양콘크리트의 「해상부에 놓인 콘크리트 구조물의 해수접촉 부위별 표면 염화물 이온 농도 제안 값」 및 「해안 지역에서의 표면염화물 이온 농도 제안 값」을 참고하여 사용할 수 있다.

[표 13] 해상부에 놓인 콘크리트 구조물의 해수접촉 부위별 표면염화물 이온 농도 제안 값

해안구분	해수접촉 부위	표면염소 이온농도($C_s, kg/m^3$)
서, 남해안	간만대	18.0
	물보라 지역	7.5
	해상대기중	5.0
동해안	간만대, 물보라 지역	13.0
	해상대기중	7.0

[표 14] 해안 지역에서의 표면염화물 이온 농도 제안 값

해안구분	해안에서 거리(m)	표면염소 이온농도($C_s, kg/m^3$)
서, 남해안	해안선 부근	5.0
	100	2.0
	250	1.5
동해안	해안선 부근	7.0
	100	4.5
	250	3.0
	500	2.5
	1,000	1.5

- 초기 염소이온 농도 C_i 는 시공 당시 골재 등에 함유된 염분으로서 콘크리트표준시방서에서 $0.3kg/m^3$ 이하로 시공하도록 규정하고 있으며, 측정하기 어려운 경우 0으로 설정한다.
- erf 오차함수의 경우 프로그램을 활용하여 계산하며, (ex. MS excel의 경우 erf(하한값, 상한값)의 형태로 입력하여 계산하여 $erf[0, (\frac{x}{2 \times \sqrt{D_d \cdot t}})]$ 입력할 수 있다.
- 상기의 과정을 거치면 $C_d - C_i = (C_s - C_i)(1 - erf(\frac{x}{2 \times \sqrt{D_d \cdot t}}))$ 식에서 염화물 확산계수 D_d 만이 변수로 남고 나머지는 모두 입력값을 가지게 되며, 따라서

상기 식을 만족시키는 D_d 값이 대상 부재의 염화물 확산계수가 된다.(임의의 D_d 값을 입력하여 $(C_d - C_i)$ 값과 $(C_s - C_i)(1 - \text{erf}(\frac{x}{2 \times \sqrt{D_d \cdot t}}))$ 의 값이 같아지는 D_d 값을 찾아낸다.)

나. 철근부 전염화물 침투량 C_r 가 $2.5(kg/m^3)$ 가 되는 시점의 산정

- 염화물 확산계수 산정식 $C_d - C_i = (C_s - C_i)(1 - \text{erf}(\frac{x}{2 \times \sqrt{D_d \cdot t}}))$ 에서 염화물 확산계수 D_d 를 이미 알고 있기 때문에, C_d 값(깊이 $x(\text{cm})$, 시간 t 년에서 염소이온 농도)을 $2.5 kg/m^3$ 로 입력하고, 대상부재의 철근피복 두께를 깊이 $x(\text{cm})$ 로 입력하여 시간 $t(\text{year})$ 를 산출한다.
- 산출된 시간 $t(\text{year})$ 는 철근부 전염화물 침투량이 $2.5(kg/m^3)$ 가 되는 시점이며, 염화물량 평가 등급기준과 비교하여 등급을 산정한다.

3. 자료검토 요령

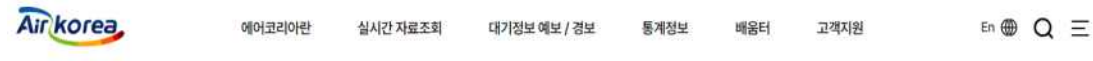
3.1 대기환경

3.1.1 해안으로부터의 거리

- 점검 대상시설물의 위치(지번이나 주소)를 파악함
- 지도 및 인터넷 정보를 이용하여 해안까지의 최단거리(직선거리)를 측정함
- 대상 시설물의 해상높이는 실측이나 도면을 통하여 측정함

3.1.2 이산화황 농도(ppm)

- 이산화황에 의한 대기오염은 강재를 부식시키는 대표적 인자로서 전원지역, 도시지역, 공장밀집지역 등 지역에 따라 부식에 미치는 영향은 다를 수 있음
- 에어코리아(<https://www.airkorea.or.kr>)에서 제공하는 지역별 10년 동안의 평균 농도를 사용함
- 조사방법 : 에어코리아 홈페이지 ⇒ 통계정보



3.1.3 습도 및 동해환경

- 습도 정보는 기상청 기상자료개방포털(<https://www.data.kma.go.kr>)에서 제공하는 ‘기상연보’를 통한 해당지역의 10년 동안 평균 젖음시간(τ , 평균기온 0°C 이상에서 평균 상대습도가 80% 이상인 경우) 관측일을 산정하여 사용함
- 동해환경 정보는 기상청 기상자료개방포털(<https://www.data.kma.go.kr>)의 기상 관측 자료를 통하여 지난 10년간 동절기의 일 최고기온, 일 최저기온, 강수량을 조사한다.
 - 동절기 기간 : 11월 1일 ~ 3월 31일
 - 해당 데이터를 엑셀로 저장 후 엑셀 필터링 등을 통해 아래 조건에 해당하는 일수를 계산하거나 동결융해 사이클 수를 참조함
 - 대상지점의 기상관측소는 대상구조물의 가장 가까운 관측소를 설정함
 - 수분과 지속적으로 접촉하지 않는 일반 부재의 경우 X 값 =
: {일 최저기온 $< -2.2^{\circ}\text{C}$ } & {일 최고기온 $> 0^{\circ}\text{C}$ } & {강수량 > 0 }인 연평균 일수
 - 수분과 지속적으로 접촉하는 부재의 경우 X 값 =
: {일 최저기온 $< -2.2^{\circ}\text{C}$ } & {일 최고기온 $> 0^{\circ}\text{C}$ }인 연평균 일수

여기서, X는 동결융해 반복지수를 의미하며, 수분접촉 여부에 따라 구분·산정

- 대상지점의 기상관측소는 대상구조물의 가장 가까운 관측소를 설정함
 - 같은 시라도 해도 관측지점에 따라 다소 큰 차이가 있으므로 가까운 관측소를 기점으로 반영함. 단 군소단위의 관측소가 없다면 시 관측소를 활용함
- 조사방법 : 기상청 기상자료개방포털 홈페이지 ⇒ 간행물 ⇒ 지상 ⇒ 기상월보, 발행기간 선택 후 조회

기상청 기상자료개방포털 국가기후데이터센터 소개 | ★가-가 | 로그인 | 사이트맵 | ☆즐거찾기 | ENG(info)

'관측'을 검색하세요 인기검색어

기상자료개방포털이란? 데이터 기후통계분석 간행물 소통과 참여

간행물

지상

지상

방재

농업

북한

해양

고층

Home > 간행물 > 지상 > 지상간행물

지상간행물

■ 자료설명

기상청의 지상기상관측 통계자료를 월보 및 연보로 발간하여 제공하고 있습니다.

*** 발간 주기: 기상월보 45일 이내, 기상연보 익년 6월 이내**

태그 간행물, 지상, 연보, 월보, 연월보, 종관

■ 검색조건

* 구분 기상월보 * 발행기간 2013년 01월 ~ 2023년 01월

> 조회

[표 15] 동결융해 사이클 수 (2023.3.31.~2013.3.31)

지점명	주소	지점번호	동결융해 사이클수 (회/연평균)	
			일반부재 (수분미접촉)	취약부재 (수분접촉)
속초	강원도 고성군 봉포리	90	3.1	43.0
철원	강원도 철원군 군탄리	95	11.0	84.3
동두천	경기도 동두천시 생연동	98	12.0	77.0
파주	경기도 파주시 운천리	99	13.1	77.8
대관령	강원도 평창군 횡계리	100	11.6	77.9
춘천	강원도 춘천시 우두동	101	10.1	78.4
백령도	인천광역시 옹진군 연화리	102	6.3	19.5
북강릉	강원도 강릉시 사천면	104	2.3	41.3
강릉	강원도 강릉시 용강동	105	1.8	30.4
동해	강원도 동해시 용정동	106	1.4	24.4
서울	서울특별시 종로구 송월동	108	8.6	44.8
인천	인천광역시 중구 전동	112	8.3	43.4
원주	강원도 원주시 명륜동	114	7.0	61.9
울릉도	경상북도 울릉군 도동리	115	7.3	14.1
수원	경기도 수원시 권선구 서둔동	119	10.3	61.4
영월	강원도 영월군 하송리	121	10.3	73.0
충주	충청북도 충주시 안림동	127	11.4	77.8
서산	충청남도 서산시 수석동	129	12.8	64.0
울진	경상북도 울진군 연지리	130	2.5	40.9
청주	충청북도 청주시 흥덕구 복대동	131	7.5	51.4
대전	대전광역시 유성구 구성동	133	9.1	59.3
추풍령	충청북도 영동군 관리	135	12.5	71.9
안동	경상북도 안동시 운안동	136	4.3	76.4
상주	경상북도 상주시 낙양동	137	8.1	54.3
포항	경상북도 포항시 남구 송도동	138	1.3	27.4
군산	전라북도 군산시 금동	140	9.8	48.5
대구	대구광역시 동구 효목동	143	2.1	47.0
전주	전라북도 전주시 완산구 남노송동	146	8.3	44.4
울산	울산광역시 중구 북정동	152	1.3	31.1
창원	경상남도 창원시 마산합포구 월포동	155	1.3	38.0
광주	광주광역시 북구 운암동	156	5.3	30.8
부산	부산광역시 중구 대청동1가	159	0.3	18.5
통영	경상남도 통영시 정량동	162	1.4	29.8
목포	전라남도 목포시 연산동	165	5.9	19.0
여수	전라남도 여수시 중앙동	168	1.5	18.1
흑산도	전라남도 신안군 예리	169	2.6	3.5
완도	전라남도 완도군 불목리	170	2.9	14.4
고창	전라북도 고창군 대산면 매산리	172	10.1	54.3
순천	전라남도 순천시 송주읍 평중리	174	6.9	59.8
제주	제주특별자치도 제주시 건입동	184	1.3	1.3
고산	제주특별자치도 제주시 고산리	185	0.4	1.1
성산	제주특별자치도 서귀포시 신산리	188	2.3	7.6
서귀포	제주특별자치도 서귀포시 서귀동	189	2.9	10.9
진주	경상남도 진주시 초전동	192	3.9	69.9
강화	인천광역시 강화군 삼성리	201	9.6	70.4
양평	경기도 양평군 양근리	202	8.5	63.8
이천	경기도 이천시 신하리	203	12.0	72.4
인제	강원도 인제군 남북리	211	11.9	82.0
홍천	강원도 홍천군 연봉리	212	9.1	68.1
태백	강원도 태백시 황지동	216	7.3	70.3
정선군	강원도 정선군 정선읍 북실리	217	5.8	39.6

제천	충청북도 제천시 신월동	221	14.8	83.6
보은	충청북도 보은군 성주리	226	15.0	88.0
천안	충청남도 천안시 동남구 신방동	232	10.4	77.0
보령	충청남도 보령시 요암동	235	8.6	49.6
부여	충청남도 부여군 가탑리	236	10.6	77.8
금산	충청남도 금산군 아인리	238	13.3	83.6
부안	전라북도 부안군 역리	243	9.4	48.3
임실	전라북도 임실군 이도리	244	15.5	78.8
정읍	전라북도 정읍시 상동	245	10.9	58.3
남원	전라북도 남원시 수덕리	247	12.3	73.8
장수	전라북도 장수군 선창리	248	14.5	82.1
고창군	전라북도 고창군 고창읍	251	3.6	35.3
영광군	전라남도 영광군 군서면 마곡리	252	7.1	36.3
김해시	경상남도 김해시 부원동	253	0.4	19.5
순창군	전라북도 순창군 순창읍 교성리	254	6.0	45.3
북창원	경상남도 창원시 성산구 중앙동	255	1.5	26.6
양산시	경상남도 양산시 동면 금산리	257	0.3	19.0
보성군	충청남도 태안군 태안읍 장산리	258	2.9	25.8
강진군	전라남도 강진군 강진읍 남포리	259	5.3	26.4
장흥	전라남도 장흥군 축내리	260	7.6	61.4
해남	전라남도 해남군 남천리	261	9.6	69.0
고흥	전라남도 고흥군 행정리	262	2.4	55.6
의령군	경상남도 의령군 의령읍 무전리	263	2.5	49.4
함양군	충청남도 태안군 태안읍 장산리	264	3.8	48.3
광양시*	전라남도 광양시 마동	266	0.9	14.9
진도군	전라남도 진도군 진도읍	268	7.3	37.1
봉화	경상북도 봉화군 의양리	271	10.3	94.5
영주	경상북도 영주시 성내리	272	7.5	68.3
문경	경상북도 문경시 유곡동	273	8.3	69.6
청송군	경상북도 청송군 청송읍	276	3.5	53.3
영덕	경상북도 영덕군 성내리	277	1.5	44.5
의성	경상북도 의성군 원당리	278	6.4	93.5
구미	경상북도 구미시 남통동	279	5.3	56.5
영천	경상북도 영천시 망정동	281	4.6	61.9
경주시	경상북도 경주시 서라벌대로	283	1.8	35.3
거창	경상남도 거창군 김천리	284	6.4	85.1
합천	경상남도 합천군 합천리	285	5.1	75.5
밀양	경상남도 밀양시 내이동	288	2.3	67.8
산청	경상남도 산청군 지리	289	4.9	64.8
거제	경상남도 통영시 장평리	294	0.1	19.0
남해	경상남도 남해군 다정리	295	0.6	30.9

3.1.4 염해환경

- 대상 시설물의 위치(지번이나 주소)를 파악함
- 인터넷 포털사이트 지도를 이용하여 해안까지의 최단 거리(직선거리)를 측정하며, 해안선의 기준은 만조를 기준으로 함
- 대상 시설물의 해상높이는 실측이나 도면을 통하여 측정함
- 강설횟수는 아래와 같이 기상청 기상자료개방포털 기후자료를 참조하며, 대상지점의 기상관측소는 대상구조물의 가장 가까운 관측소를 설정함
- 같은 시라도 해도 관측지점에 따라 다소 큰 차이가 있으므로 가까운 관측소를 기점으로 반영함. 단 군소단위의 관측소가 없다면 시 관측소를 활용함
- 기상청 기상자료개방포털(<https://www.data.kma.go.kr>)에 접속하여 기상관측 자료를 통한 동절기의 일 최심신적설을 조사함
 - 기상청 기상자료개방포털 홈페이지 ⇒ 기후통계분석 ⇒ 기상현상일수 ⇒ 눈일수 ⇒ 자료구분(월), 지역/지점 선택 및 기간 설정 후 검색 클릭

기상청 기상자료개방포털 국가기후데이터센터 소개 가-가 로그인 사이트맵 즐겨찾기 ENG(info)

'관측'을 검색하세요 Q 인기검색어 ▼ Q

기상자료개방포털이란? 데이터 기후통계분석 간행물 소통과 참여 ALL

기후통계분석

평년값 ▼

통계분석 ▼

기상현상일수 ▲

강수일수

눈일수

황사일수

폭염일수

열대야일수

안개일수

서리일수

Home > 기후통계분석 > 기상현상일수 > 눈일수

눈일수 - 기간조회

기간조회 분포도

■ 자료설명

눈일수는 기상현상 중 눈, 소낙눈, 가루눈, 눈보라, 소낙성진눈깨비, 진눈깨비, 싸락눈 중 어느 하나가 관측된 일수를 말하며, 관측자가 직접 관측한 현상일을 기준으로 제공합니다.

[눈 관련 기상현상 설명]

- 눈(snow): 침상(針狀), 각주상(角柱狀), 판상(板狀: 樹板狀을 포함) 등 얼음 결정으로 이루어진 강수현상
- 진눈깨비(sleet): 비와 눈이 동시에 섞여 내리는 강수현상
- 싸락눈(snow pellets): 불투명하고 백색으로 된 얼음 입자(2-5mm)의 강수현상
- 가루눈(snow grains): 아주 작은 백색의 불투명한 얼음 입자(1mm 미만)의 강수현상
- 눈보라(snow storm): 높은 날린 눈(지면에 내려 쌓인 눈이 높게 날려 올라간 현상)과 강설이 동시에 일어나는 강수현상

※ 목적지점 현황(2019년 4월 기준): 서울(108), 인천(112), 수원(119), 백령도(102), / 부산(159), 울산(152), 창원(155), 안동(136), / 대구(143), 포항(138), 울릉도(115), / 광주(156), 목포(165), 여수(168), 흑산도(169), / 전주(146), / 북춘천(93), 북강릉(104), / 대전(133), 홍성(177), / 청주(131), / 제주(184), 서귀포(189)

■ 검색조건

■ 자료구분 월 ▼
 ■ 구분 지점 ▼
 ■ 기간 2013 ▼ 년 ~ 2023 ▼ 년 01 ▼ 월 ~ 12 ▼ 월

■ 지역/지점 **선택**

전주

> 검색

부록 2

시설물별 성능목표

1. 성능목표 선정 기준

1.1 일반

관리주체는 성능평가 대상시설물의 적절한 안전수준과 장기적인 유지관리의 효율성을 확보하기 위해 합리적인 시설물의 성능목표를 설정하여 유지관리를 하여야 한다.

[표 16] 성능목표 설정 시 고려되어야 할 사항

구분		고려사항							
		사용성 및 기능성			주변 환경			지진 구역계수	공용 연수
					동해 환경	해안 이격거리	강설 일수		
교량	도로교량	일교통량	중차량 통행량	차단 시 우회거리	○	○	○	○	○
	철도교량	일통과량		평균속도	○	○	—	○	○
터널	도로터널	일교통량		차단 시 우회거리	○	○	○	○	○
	철도터널	일통과량		평균속도	○	○	—	○	○
옹벽		—			○	—	○	○	○
절토사면		—			○	—	—	○	○
댐		연평균 저수용량			○	○	—	○	○
하구둑		—			○	○	○	○	○
수문		—			○	○	—	○	○
제방		—			○	—	—	○	○
공항		연간 이용객 수		항공기 운항편수	○	○	○	○	○
항만		연간 화물량	하역능력	접안능력	○	○	—	○	○
상수도		가동률			○	—	○	○	○

시설물의 중요도나 향후 전면적인 개보수, 개축 등에 따라 관리자가 성능목표 등급을 조정할 수 있다.

- 관리주체는 기존 성능목표 조건 외에 위험도 및 취약도를 고려하여 성능목표 등급을 상향 조정할 수 있다.

* 지진, 기후변화(홍수 또는 열화진전·환경 등) 관련 영향인자가 시설물의 안전에 미치는 영향이 크다고 판단될 경우 이를 정성적으로 평가

- 상위계획에 근거하여 전면개보수, 개축, 폐쇄 등이 확정되어 있는 경우에는 성능목표 등급을 하향 조정할 수 있다.

* 시설물 개보수, 개축, 폐쇄 등이 차기 성능평가 주기(5년)내에 시행되는 경우에만 해당

1.2 성능목표 선정 기준

1.2.1 사용성 및 기능성

[표 17] 사용성 및 기능성 성능목표 등급 선정기준

구분	항목	내용	평가등급	
			모든 조건 해당	나머지
도로교량	일교통량 ¹⁾	구간당 일반국도: 10,000대 이상	상B	하B
		구간당 고속국도: 20,000대 이상		
	중차량 통행량	차선당 일반국도: 1,000대 이상		
		차선당 고속국도: 2,000대 이상		
대상교량의 차단 시 우회거리	5km 이상			
철도교량	일통과량 × 평균속도	6,000 이상	상B	하B
도로터널	일교통량	일반국도: 10,000대 이상	상B	하B
		고속국도: 20,000대 이상		
	대상교량의 차단 시 우회거리	5km 이상		
철도터널	평균속도 × 일 통행횟수	6,000 이상	상B	하B
항만 ²⁾	연간 화물량(백만톤GT) × 하역능력(천 톤)	10,000 이상	상B	하B
	접안능력	50,000톤(DWT) 이상		
댐	연평균 저수용량	700 백만m ³ 이상	상B	하B
공항	연간 이용객수	10,000,000명 이상	상B	하B
	연간 항공기 운항편수	90,000대 이상		
하구둑	—	—	B	
수문	—	—	B	
제방	—	—	B	
상수도	가동률 ³⁾	75% 이상	상B	하B
옹벽	—	—	B	
절토사면	—	—	B	

주1) 일교통량 자료가 없는 경우에는 인접지점의 자료에 근거하여 관리자가 선정할 수 있다.

주2) 연간 화물량, 하역능력, 접안능력 자료가 없는 경우에는 인접항만의 자료에 근거하여 관리자가 선정할 수 있다.

주3) 가동률은 건설기준코드(구 상수도 설계기준(환경부고시 제2017-206호, '17.11.17.))에서 제시하고 있는 75%를 기준으로 고려하였다.

1.2.2 주변 환경

[표 18] 주변 환경 성능목표 등급 선정기준

구분			내용	평가등급
동해환경	지속적인 수분접촉		$50 \leq X$	A
			$3 \leq X < 50$	B
			$X < 3$	C
	지속적인 수분접촉 없음		$50 \leq X$	B
			$3 \leq X < 50$	C
			$X < 3$	D
해안 이격거리	동해안	전지역	비말대 ¹⁾ < $Y \leq 250$	A
	서해안	고창, 태안	비말대 < $Y \leq 500$	
		그 외 지역	비말대 < $Y \leq 120$	
	남해안	사천, 거제	비말대 < $Y \leq 50$	
		그 외 지역	비말대 < $Y \leq 10$	B
	동해안	전지역	$250 < Y \leq 500$	
	서해안	고창, 태안	$500 < Y \leq 1,000$	
		그 외 지역	$120 < Y \leq 300$	
	남해안	사천, 거제	$50 < Y \leq 100$	
		그 외 지역	$10 < Y \leq 20$	C
	동해안	전지역	$500 < Y$	
	서해안	고창, 태안	$1,000 < Y$	
		그 외 지역	$300 < Y$	
강설일수			$14 \leq Z$	A
			$7 \leq Z < 14$	B
			$Z < 7$	C

* X : 동결융해 반복일수(지난 10년간 동절기(11월1일~3월31일)동안 최저기온이 -2.2°C 보다 작고 일 최고기온이 0°C 보다 높으며 강수량이 0mm이상인 경우를 1회로 지정한 사이클 수)

Y : 해안으로부터의 거리(m)(해안(만조시)으로부터 직선거리)

Z : 강설일수(최심신적설(하루동안 내린 눈이 최대로 깊었던 적설량))이 0mm초과인 경우를 1회로 측정하여 10년간의 강설일수의 평균값

주1) 비말대 : 해수가 직접 닿지는 않으나 파도가 칠 때 튀어오르는 물방울이 미치는 범위

1.2.3 지진구역계수

[표 19] 지진구역계수 성능목표 등급 선정기준

지진구역	내용		평가등급
I	시	서울특별시, 부산광역시, 인천광역시, 대구광역시, 대전광역시, 광주광역시, 울산광역시, 세종특별자치시	A
	도	경기도, 강원도 남부 ¹⁾ , 충청북도, 충청남도, 전라북도, 전라남도, 경상북도, 경상남도	
II	도	강원도 북부 ²⁾ , 제주도	B

주1) 강릉시, 동해시, 삼척시, 원주시, 태백시, 영월군, 정선군

주2) 속초시, 춘천시, 고성군, 양구군, 양양군, 인제군, 철원군, 평창군, 화천군, 홍천군, 횡성군

1.2.4 공용연수

[표 20] 공용연수 성능목표 등급 선정기준

공용연수(년)	평가등급
40년 이상	A
30년 이상 ~ 40년 미만	B
20년 이상 ~ 30년 미만	C
10년 이상 ~ 20년 미만	D
10년 미만	E

2. 성능목표 등급 선정 방법

2.1 시설물별 등급 점수 범위 및 대표 점수

[표 21] 시설물별 등급 점수 범위 및 대표 점수

구분		A	B		C	D	E
			상B	하B			
도로 교량	점수	0.10	0.2		0.40	0.70	1.00
	범위	$0 \leq X < 0.13$	$0.13 \leq X < 0.2$	$0.2 \leq X < 0.26$			
철도 교량	점수	0.10	0.2		0.40	0.70	1.00
	범위	$0 \leq X < 0.13$	$0.13 \leq X < 0.2$	$0.2 \leq X < 0.26$			
도로 터널	점수	0.08	0.23		0.43	0.65	0.88
	범위	$0 \leq X < 0.15$	$0.15 \leq X < 0.23$	$0.23 \leq X < 0.3$			
철도 터널	점수	0.08	0.23		0.43	0.65	0.88
	범위	$0 \leq X < 0.15$	$0.15 \leq X < 0.23$	$0.23 \leq X < 0.3$			
항만	점수	4.75	4.0		3.0	2.0	1.25
	범위	$45 \leq X \leq 50$	$40 \leq X < 45$	$35 \leq X < 40$			
댐	점수	4.75	4.0		3.0	2.0	1.25
	범위	$45 \leq X \leq 50$	$40 \leq X < 45$	$35 \leq X < 40$			
공항	점수	4.75	4.0		3.0	2.0	1.25
	범위	$45 \leq X \leq 50$	$40 \leq X < 45$	$35 \leq X < 40$			
하구둑	점수	4.75	4.0		3.0	2.0	1.25
	범위	$45 \leq X \leq 50$	$40 \leq X < 45$	$35 \leq X < 40$			
수문	점수	4.75	4.0		3.0	2.0	1.25
	범위	$45 \leq X \leq 50$	$40 \leq X < 45$	$35 \leq X < 40$			
제방	점수	4.75	4.0		3.0	2.0	1.25
	범위	$45 \leq X \leq 50$	$40 \leq X < 45$	$35 \leq X < 40$			
상수도	점수	4.75	4.0		3.0	2.0	1.25
	범위	$45 \leq X \leq 50$	$40 \leq X < 45$	$35 \leq X < 40$			
옹벽	점수	0.08	0.23		0.43	0.65	0.88
	범위	$0 \leq X < 0.15$	$0.15 \leq X < 0.23$	$0.23 \leq X < 0.3$			
절토 사면	점수	0.08	0.23		0.43	0.65	0.88
	범위	$0 \leq X < 0.15$	$0.15 \leq X < 0.23$	$0.23 \leq X < 0.3$			

2.2 성능목표 등급 선정

[표 22] 평가지표별 가중치 및 성능목표 등급 선정

구분	사용성 및 기능성 (1)	주변 환경			지진 구역계수 (5)	공용 연수 (6)
		동해환경 (2)	해안 이격거리 (3)	강설일수 (4)		
가중치	0.8	0.1			0.08	0.02
성능목표 = (1)×0.8 + [{(2)+(3)+(4)}÷3]×0.1 + (5)×0.08 + (6)×0.02						

- * 성능목표 선정 시 제외되는 지표가 있는 경우 원 가중치의 비율을 고려하여 가중치의 합이 1이 되도록 가중치를 조정할 수 있다.
- * 주변 환경은 조사된 동해환경, 해안이격거리, 강설일수 성능목표의 평균값을 적용한다. 만약 성능목표 선정 시 제외되는 지표가 있는 경우 해당 지표를 제외한 나머지 지표의 평균값을 적용한다.

2.3 성능목표 등급 산정 예

[표 23] ○○교량 성능목표 등급 산정 예

구분	사용성 및 기능성 (1)	주변 환경			지진 구역계수 (5)	공용 연수 (6)
		동해환경 (2)	해안 이격거리 (3)	강설일수 (4)		
평가등급	상B	B	B	C	B	D
평가점수	0.16	0.2	0.2	0.4	0.2	0.7
가중치	0.8	0.1			0.08	0.02
성능목표	= 0.16×0.8 + [{0.2+0.2+0.4}/3]×0.1 + 0.2×0.08 + 0.7×0.02 = 0.18(상B)					

부록 3

시설물별 투자우선순위

1. 투자우선순위 산정 방법

1. 투자우선순위 산정 방법

1.1 가중치 산정 방법

각 항목별 가중치는 전체 점수의 합을 해당 점수로 나누어 가중치를 산정하며, 가중치의 합은 1이 되도록 한다.

$$\text{가중치} = \text{해당 점수} / \sum(\text{지표 점수})$$

1.2 우선순위지수 선정 방법

성능평가 가중치 및 기타 외부적 요소에 따라 조치별로 평가하여 비용대비 효과가 높은 조치를 선정하고 우선순위를 결정한다. 관리자의 판단에 따라 우선순위지수 (PI : Priority Index)는 낮지만 보수가 필요하다고 판단되는 경우 우선순위를 조정 할 경우 소견을 작성하여 시설물의 안전 및 유지관리 계획에 수록하여야 한다.

부재별 손상내역 및 성능에 가중치를 적용하여 우선순위지수를 산정한다. 각 시설물에 따른 손상별, 부재별, 성능간, 등급별 가중치는 「투자우선순위 지수(PI) 산정 가이드」를 참조하여 선정한다.

$$\text{우선순위지수} = D_n \times M_n \times P_n \times G_n$$

여기서, D_n : 손상별 가중치

M_n : 부재별 가중치

P_n : 성능간 가중치

G_n : 등급별 가중치

부록 4

보고서 서식

1. 제1종 및 제2종성능평가 표준서식

※ 상기 보고서 서식은 필요시 변경하여 사용할 수 있음

1. 제1종 및 제2종성능평가 표준서식

1.1 제1종 및 제2종성능평가결과표

1.2 제1종 및 제2종성능평가 실시결과 요약표

1.3 시설물별 현황표

- ☐ 교량
- ☐ 터널
- ☐ 항만
- ☐ 댐
- ☐ 공항
- ☐ 하구둑
- ☐ 수문
- ☐ 제방
- ☐ 상수도
- ☐ 옹벽
- ☐ 절토사면

1.1 제1종 및 제2종 성능평가 결과표

○○시설물 제1종(제2종) 성능평가 결과표

가. 일반현황									
용역명		성능평가기간							
관리주체명		대표자		종별					
공동수급		계약방법		수행방법	단독	포함	활용		
시설물 구분		종류		목표성능					
준공일		성능평가금액 (천원)		종합성능등급					
				안전	내구	사용			
시설물 위치		시설물 규모							
나. 점검 실시결과 현황									
중대한 결함등	중대한 결함								
	공중이 이용하는 부위에 결함								
성능평가 주요결과									
주요 보수·보강									
다. 책임(참여)기술자 현황									
구분	성명	과업 참여기간	기술등급						
라. 참고사항									
※ 중대한 결함 등이 있는 경우 필요한 후속 조치사항 ※ 차기 성능평가 시 중점 점검부위									

1.2 제1종 및 제2종성능평가 실시결과 요약표

○○시설물 제1종(제2종) 성능평가 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	종합성능등급					
	안전 성능	내구 성능	사용 성능			
• • • • •						
책임기술자 : (서명)						

가. 상태안전성능 평가결과

상태안전성능 평가결과 및 보수·보강				상태안전성능 평가결과 :
결함발생 부재	상태안전성능 평가결과	결함종류		보수·보강(안)

나. 구조안전성능 평가결과

구조안전성능 평가 수행 부재	해석방법	구조안전성능 평가결과 요약	안전율	구조안전성능 평가결과

다. 내구성능 평가결과

내구성능 평가결과 및 보수·보강				내구성능 평가결과 :
결함발생 부재	내구성능 평가결과	결함종류	보수·보강(안)	

시 험 명	시험 부위	시험 결과	내구성능 평가결과
○ 탄산화깊이			
○ 염화물침투량			
○			

라. 사용성능 평가결과

사용성능 평가	사용성능 평가결과 요약	사용성능 평가결과

마. 내진성능평가 검토 수행 여부

검토대상 부재	설계적용 여부	결과	검토결과 요약
	Y/N		

바. 현장시험 (비파괴 및 추가시험)

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

1.3 시설물별 현황표

- ☐ 교량
- ☐ 터널
- ☐ 항만
- ☐ 댐
- ☐ 공항
- ☐ 하구둑
- ☐ 수문
- ☐ 제방
- ☐ 상수도
- ☐ 옹벽
- ☐ 절토사면

□ 교량

○○교 현황표

작성일 : 년 월 일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명				시설물번호			
준공년월일				관리번호			
시설물위치							
설계하중				노선명(이정)			
제원	연장	L = ○○ m, (○@○○ = ○○ m)					
	폭	B = ○○ m, (보도 + 차도) ○차로					
구조 형식	상부			기초 형식	교대		
	하부				교각		
교량받침				신축이음			
교차시설물 (도로, 철도, 하천)				통과 높이			
부착시설내용							
기 타		※ 종 · 평면도 ※ 중점 사항(붕괴유발부재, 보수 · 보강 부위 등을 기재) ※ 별지 이용					

□ 터널

○○터널 현황표

작성일 : 년 월 일

터널명			
노선명		시행청	
시점		종점	
터널형식		관리주체	
차선수		환기방식	
연장		설계사	
내공단면		시공사	
배수형식		감리사	
종단기울기		착공	
평균선형		준공	
연결통로		갱문형식	
주요공법		보조공법	
기타	※ 종·평면도 ※ 중점 사항(보수·보강부위, 계측관리부위 등) ※ 별지 이용		

※ 도로터널의 경우

○○터널 현황표

작성일 : 년 월 일

터널명		관리주체	
선명		구간	
위치		연장	
소재지		준공년도	
종단구배		등급	
곡선반경		시공사	
터널형식		착공일자	
열차운행회수		준공일자	
배수형식		갱문형식	
단·복선		공법	주요
			보조
기타	※ 종·평면도 ※ 중점 사항(보수·보강부위, 계측관리부위 등) ※ 별지 이용		

※ 철도터널의 경우

○○지하차도 현황표

작성일 : 년 월 일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명				시설물번호			
준공년도				관리번호			
위 치							
설계하중				노선명(이정)			
제원	연장						
	폭						
BOX 구간	연장			U-TYPE 구간	연장		
	토피고				옹벽 높이		
통과높이				펌프장유무			
신축이음유무				관리주체			
기 타		※ 중 · 평면도 ※ 중점 사항(보수 · 보강부위 등을 기재) ※ 별지 이용					

□ 항만

○○부두 시설물 현황표

시설물명				시설물번호			
준공년월일				관리번호			
위 치							
관리주체				Tel.			
시설 규모	최대 계류선박규모	DWT		구조형식	잔교식	강(콘크리트)말뚝	
	연 장	m			돌핀식	자켓식	
	천단고	DL	m		중력식	케이슨식	
	수 심		m		널말뚝식	강널말뚝식	
					(갑문형식)		
기 타							
참고) 시설물 종류에 따라 아래의 항목에 대한 시설규모와 구조형식을 위 칸을 적절하게 활용하여 기입 － 갑문시설: · 시설규모: 최대통과선박, 갑거연장(총 및 유효길이), 폭, 높이, 갑문(길이, 수) · 갑문형식: 갑문형식(슬라이딩 게이트 등)을 기입 － 계류시설: · 시설규모: 최대계류선박 규모(DWT), 연장, 천단고(DL.m), 수심(m) · 구조형식: 잔교식, 돌핀식, 중력식, 널말뚝식 부두의 구조형식을 기입 － Buoy식 계류시설 · 시설규모: 최대계류선박규모, 수심 등 · 구조형식: 다부표식, 단부표식 ※ 종·평면도 ※ 중점 사항 (보수·보강 부위 등을 기재) ※ 별지 이용							

□ 댐

○○댐 현황표

시설물명				시설물번호			
준공년월일				관리번호			
위 치							
관리주체				Tel.			
댐 제 원	하 천 명				총 저수량		백만㎥
	댐 형 식				유효 저수량		백만㎥
	댐 높 이		m		사수량		백만㎥
	댐 길 이		m		홍수조절용량		백만㎥
	댐 체 적		천㎥		댐정상 표고		EL. m
	상류면경사				계획 홍수위		EL. m
	하류면경사				상시 만수위		EL. m
					제한 수위		EL. m
여 수 로	설계홍수량		m³/sec		저수위		EL. m
	수 문	형식			시설용량		천kW
		문수			유효낙차		m
		크기	m		사용수량		m³/sec
기 타							
※ 종 · 평면도 ※ 중점 사항 (붕괴유발부재, 보수 · 보강 부위 등을 기재) ※ 별지 이용							

□ 공항

○ ○ 공항 현황표

시설물명			시설물번호		
준공년월일	(경과년수: 년)		관리번호		
위 치					
관리주체		관리책임자		Tel.	
건축면적(m ²)			연면적(m ²)		
층 수	지하 : , 지상 :		주용도		
기초형식			구조형식		
최고높이(m)			지하깊이(GL이하 ~기초바닥까지)(m)		
기둥표준간격 (m)			지하수위(GL-)(m)		
내진설계여부	O (), X ()		기준층 슬래브두께(mm)		
콘크리트 설계강도(MPa)			철근종류(MPa)		
철골종류(MPa)			방수공법(재)	지붕층 :	
				지하층 :	
준공도면 보관여부	건축(), 구조(), 전기(), 기계(), 조경(), 토목()				
준공서류 보관여부	구조계산서(), 지질조사 보고서(), 시방서(), 품질관리계획서(), 내역서()				
기 타	※ 입·평면도 ※ 중점 사항 (붕괴유발부재, 보수·보강 부위 등을 기재) ※ 별지 이용				

작성일 : 년 월 일

□ 하구둑

○○하구둑 현황표

시설물명				시설물번호				
준공년월일				관리번호				
위 치								
관리주체				Tel.				
배수 갑문	연 장	m		저수지 제원	하천명			
	높 이	m			하천등급	지방/급		
	문비수	개			유역면적	km ²		
	문비규격	가로 m × 세로 m	총저수량		천 m ³			
	권양형식				유효저수량	천 m ³		
	설계홍수량	m ³ /sec			총저수량	천 m ³		
	만수면적	km ²			홍수위	EL. m		
					사수위	EL. m		
방 조 제	연 장	m		설계 조건	설계홍수량	m ³ /sec		
	높 이	m			홍수위	EL. m		
	제정표고	EL. m			관리수위	EL. m		
	제정폭	m			사수위	EL. m		
	제체적	천 m ³			총저수량	m ³		
	최대저폭	m			유효저수량	m ³		
	상류면경사	1:			사수량	m ³		
	하류면경사	1:			만수위	EL. m		
갑문	연장	m			간조위	EL. m		
	통수폭	m			만조위	EL. m		
	통선폭	m						
	갑문수	m						
	갑문규격	가로 m × 세로 m						
기 타								
※ 중 · 평면도 ※ 중점 사항 (붕괴유발부재, 보수 · 보강 부위 등을 기재) ※ 별지 이용								

□ 수문

○○수문 현황표

시설물명				시설물번호			
준공년월일				관리번호			
위 치							
관리주체				Tel.			
관련 하천	하천수계			수문 현황	문 비 수		
	하 천 명				문비규격		
	하천등급				암거규격		
	하천에서의 위치				암거련수		
	제 방 고				암거연장		
	제 방 폭				권양기 형식		
	계획 홍수위				수문 바닥고		
	계획 홍수량				유역면적		
수혜면적							
기 타							
※ 종·평면도 ※ 중점 사항 (보수·보강 부위 등을 기재) ※ 별지 이용							

□ 제방

○○제방 현황표

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

□ 상수도

○○상수도 현황표

시설물명				시설물번호			
준공년월일				관리번호			
위 치							
관리주체				Tel.			
취수 시설	시설용량	m³/일		정수장	시설용량	m³/일	
취수 펌프장	시설용량	m³/일		관 로	관경	mm	
					연장	m	
가압 펌프장	시설용량	m³/일		조절지 및 배수지	시설용량	m³/일	
기 타							
※ 중·평면도 ※ 중점 사항 (붕괴유발부재, 보수·보강 부위 등을 기재) ※ 별지 이용							

□ 옹벽

○○옹벽 현황표

작성일 : 년 월 일

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

위치도 S = 1/25,000

표준 단면도

□ 절토사면

○○절토사면 현황표

작성일 : 년 월 일

시설물 번호			관리번호		
시설물명			시설물구분		
위 치	행정구역				
	위치좌표	시점 :			
		종점 :			
제 원	연 장		높 이		
	경사/방향		노 선		
관리주체			관리주체구분		
주변환경	인공구조물				
	주변지형		상부사면경사		
시공현황	준공년도		시 공 자		
	부대시설				
비 고					

절토사면 전경사진

표준 평면도

표준 횡단면	

위치도 (S = 1/25,000)

부록 5

과업지시서 예시

- 제1종(제2종) 성능평가

본 과업지시서 예시는 과업의 제반여건에 따라 변경될 수 있습니다.

제1종(제2종) 성능평가 과업지시서

1. 일반조건

1.1 과업명 : ○○교 제1종성능평가

1.2 과업의 목적

본 과업은 「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」(이하 「시특법」이라 한다.) 제40조 및 같은 「법」 시행령(이하 「령」이라 한다) 제28조에 규정에 따른 제1종성능평가(제2종성능평가)로서 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물 기능 및 성능저하, 상태 등을 신속·정확하게 조사·평가하고, 그에 대한 적절한 성능확보를 취하여 재해 및 재난을 예방하며, 시설물의 안전성능 및 내구성능, 사용성능을 보완·보전케 함으로써 시설물의 효용성을 증진시켜 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.3 과업의 범위

가. 시설물의 개요

- 1) 시설물 명 : ○○교
- 2) 위 치 : ○○도 ○○시(군) ○○동(면) ○○리
- 3) 제 원
 - 교 량 형 식 :
 - 연 장 : m
 - 교 폭 : m
 - 설 계 하 중 :
 - 준 공 년 도 : 년 월

나. 제1종성능평가(제2종성능평가) 대상시설물의 범위

구 분	부재명		제2종성능평가	제1종성능평가
대상 시설물	상부구조	바닥판, 거더	○	○
	하부구조	교대 및 교각, 주탑, 기초	○	○
	받침	교량받침	○	○
	케이블	케이블, 정착구, 행어밴드, 새들	○	○
	기타부재	신축이음, 배수시설, 난간 및 연석, 교면포장	○	○

1.4 과업 세부내용

- 자료수집 및 분석
- 현장조사 및 시험
- 안전성능 평가
- 내구성능 평가
- 사용성능 평가
- 종합평가
- 유지관리 전략 제안
- 보고서 작성

1.5 주요업무의 사전승인 등

계약상대자는 다음사항에 대해서는 사전에 관리주체의 승인을 받아 과업을 수행하여야 한다.

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

1.6 과업수행 및 공정보고

1.6.1 착수신고서 제출

- 1) 계약상대자가 과업착수 시 제출할 착수신고서와 착수신고서에 포함하여 제출할 서류의 내용과 서식은 다음 각 호와 같다.
 - ㉠ 착수신고서
 - ㉡ 사업수행계획서
 - ㉢ 인력 및 장비 투입계획서
 - ㉣ 세부공정계획서
 - ㉤ 사업책임기술자 선임신고서
 - ㉦ 사업수행 조직표
 - ㉧ 안전관리계획서
 - ㉨ 사전검토 보고서
- 2) 계약상대자는 당해 시설물의 설계도서 등 유지관리 자료와 과업지시서 등이 법령 및 시설물의 안전 및 유지관리의 실시 등에 관한 지침(이하 「지침」이라 한다) 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 제1종 성능평가(제2종성능평가) 실시결과 보고서에 수록하여야 한다.
- 5) 계약상대자는 상기 1.6.1항의 착수신고 서류 ○부를 관리주체에 제출하여야 한다.

1.6.2 공정보고

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

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

1.7 법률준수의 의무

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

1.8 안전관리

1.8.1 일반

제1종성능평가 및 제2종성능평가를 실시하는 사람은 안전은 물론 공공의 안전을 위하여 측정 장비 및 기기 등을 안전하게 운용하고 작업을 안전하게 수행하도록 안전관리 계획을 수립하여야 한다.

1.8.2 제1종성능평가 및 제2종성능평가 종사자의 안전

- 1) 제1종성능평가 및 2종 성능평가를 실시하는 사람은 안전모, 작업복, 작업화와 필요한 경우 청각, 시각 및 안면보호장비 등을 포함한 개인용 보호 장구를 항상 착용하여야 하며 측정 장비 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 1종 성능평가 및 2종 성능평가 실시 기간 동안 교통통제와 작업 공간 확보를 위하여 적절한 계획을 수립 시행하여야 한다.

1.9 용어의 해석

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

2. 성능평가 계획 및 세부사항

2.1 성능평가 계획

2.1.1 일반

성능평가 계획은 현장에서의 사전조사를 실시한 후에 수립하며 조사항목은 아래와 같다.

- 현장여건 및 문제점
- 시설관리자 및 주민의견 청취
- 제반시설 관련자료

이때 도면 및 자료를 개략 검토한 후에 조사를 수행함으로써 구조물의 형상이나 세부사항들에 대한 사전 정보를 갖고 점검에 임하도록 한다.

2.1.2 성능평가 계획 수립

사전조사 시 수집된 자료를 검토 후 점검계획을 수립하며 다음 사항이 포함되어야 한다.

- 1) 조사범위 및 항목결정
 - 각 분야별 조사범위와 세부항목을 전체 성능평가 계획에 맞추어 결정
 - 책임기술자가 필요하다고 판단되는 경우별도 조사항목 포함
- 2) 기존 점검자료 및 성능평가자료 검토
 - 기 발견된 결함의 확인을 위해 검토
- 3) 분야별 소요인원 및 구성
 - 분야별 총 소요인원을 판단하여 가용인력을 구성, 투입계획수립
- 4) 재료시험 실시에 대한 적정성여부 판단
- 5) 성능평가기간 및 계획된 작업시간 예측
- 6) 성능평가 범위 및 안전성에 대한 판단
- 7) 장비 선정

구조물의 성능평가에 필요한 재료시험 장비, 측량장비를 준비할 때에는 분야별 세부 조사 항목에 부합되는 장비를 준비하도록 한다. 또한, 접근장비는 육안조사 및 장비에 의한 측정이 가능하도록 사다리, 고소차, 교량점검차, 비계, 점검보트, 예인선 및 부선 등을 준비한다.

이러한 장비선정 시에는 다음의 항목을 고려한다.

- 접근장비를 안전하게 지지하는지 여부
- 장비위치에 따른 교통통제의 필요성
- 장비설치에 따른 지장물 존재여부

8) 접근방법 결정

- 교량 하면(바닥판 하면, 거더 하면, 박스거더 내부, 하부구조 두부, 교량받침 등)에 대한 현장조사 시에는 사다리, 고소차, 교량점검차, 비계 설치, 사다리 설치 등 현장여건에 따라 안전을 고려한 최선의 방법을 선택한다.
- 교량점검차의 접근이 불가능한 수중구간의 접근은 예인선 및 부선에 고소차를 태워 실시하되 안전장치의 착용 등을 통해 안전에 유의하며, 특히 기상상태에 주의한다.

9) 성능평가 종사자의 안전

- 성능평가 업무 및 접근방법과 관련하여 점검자는 안전사고 예방에 유의한다.

10) 기타 점검자와 관리주체가 필요하다고 판단되는 사항

2.1.3 과업수행 적용 기준

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

- 1) 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법, 시행령, 시행규칙
- 2) 시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침
- 3) 건설기준코드(구 콘크리트 구조기준)
- 4) 건설기준코드(구 콘크리트 표준시방서)
- 5) 건설기준코드(구 도로교 설계기준)
- 6) 건설기준코드(구 철도 설계기준)
- 7) 건설기준코드(구 하천설계기준, 하천설계기준·해설)
- 8) 「산업표준화법」에 의한 한국산업규격(KS)
- 9) 국토교통부 발행 각종 관련 건설기준코드(구 표준시방서)

2.2 점검 실시 세부사항

2.2.1 자료수집 및 분석

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

1) 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 및 성능평가 자료

5) 보수·보강공사 자료

2.2.2 현장조사 및 제반관련 시험 실시

1) 현장조사는 사전에 기존자료를 검토하여 예상되는 각종 손상에 대하여 충분히 이해한 후 현장조사에 임한다.

2) 현장조사는 「지침」 및 「시설물의 안전 및 유지관리의 실시에 관한 세부지침」에 의해 실시하며, 성능평가 대상 구조물에 대한 상세 외관조사 및 현장시험을 실시하여 부재별로 성능평가에 활용한다.

3) 상세 외관조사 시 주요결함이 발견될 경우 이에 대한 구조안전성능 검토를 실시한다.

2.2.3 세부시설별 조사사항

부재구분		진단부위		진단방법
상 부 구 조	상 관 부	(1)교면포장(아스팔트, 콘크리트)		육 안
		(2)배수시설(배수구, 배수관)		육 안
		(3)방호울타리(강재, 콘크리트) 및 연석		육 안
		(4)바닥판	손상(균열, 탈락)	비파괴장비 및 육안
		(철근콘크리트,강바닥판)	열화(누수, 백태)	육 안
		(5)신축이음 (고무형, 강재형)	본체(강재, 고무재)	간단한 공기구, 육안
			후타재(콘크리트)	간단한 공기구, 육안
	(6)교량받침 (강재, 고무재)	기능, 손상, 열화		간단한 공기구, 육안
	거 더	(7)철근콘크리트	중양부 손상, 결함, 열화	비파괴장비 및 육안
			받침부 손상, 결함, 열화	비파괴장비 및 육안
		(8)프리스트레스트	중양부 손상, 결함, 열화	비파괴장비 및 육안
			받침부 손상, 결함, 열화	비파괴장비 및 육안
		(9)강재	손상(균열, 처짐, 변형)	계측장비, 육안
			연결부 상태	육 안
			열화(부식, 오염)	육 안
브레이싱, 가로보			육 안	
하부구조	(10)교대 및 (11)교각			비파괴장비 및 육안
	(12)기초			육안, 설계·시공자료

2.2.4 선택과업

선택과업은 과업수행 전 계약상대자와 합동으로 실시한 사전조사 결과에 따라 조사 항목을 선정하며, 과업수행 중에 발생하는 항목은 협의하여 추진한다.

2.2.5 시설물의 안전성능 평가

가. 상태안전성능 평가

상태안전성능 평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 결함, 손상, 열화 등 상태변화를 근거로 하여 상태안전성능 평가기준에 따라 실시한다.

제2종성능평가에서는 대상시설물에 대하여 점검하고, 외관조사망도를 작성하여 상세히 상태안전성능 평가를 실시하며, 외관조사망도를 작성하지 않은 부위는 이전의 성능평가 보고서에 수록된 상태안전성능 평가결과를 참조하여 책임기술자가 대상시설물에 대한 상태안전성능 평가결과를 결정한다.

제1종성능평가에서는 대상시설물에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 대상시설물에 대한 상태안전성능 평가결과를 결정한다.

상태안전성능 평가가 정확히 이루어졌는지 확인하는 동시에 기록용 문서로서 이용하기 위하여 외관조사 결과를 성능평가의 서식에 각각의 결함의 형태, 크기, 양 및 심각한 정도 등을 기록하여야 한다.

나. 구조안전성능 평가

책임기술자는 재하시험(계측) 및 구조해석 또는 기존 의 구조안전성능 평가 자료와 함께 부재별 상태, 재료시험 결과 및 각종 계측, 측정, 조사 및 시험 등을 통하여 얻은 결과를 분석하고 이를 바탕으로 시설물의 안전과 부재의 내하력 등을 종합적으로 평가하여 「세부지침」의 구조안전성능 평가기준에 따라 시설물의 구조안전성능 평가결과를 결정한다.

결과보고서에는 구조안전성능 평가에 사용된 해석방법의 종류 및 해석결과, 입력자료에 대한 설명과 계산기록을 포함하여야 한다.

1. 비파괴재하시험

○ 정적 또는 동적 재하시험

2. 지반조사 및 탐사

○ 지표지질조사, 페이스맵핑, 시추 또는 오거보링, 시험굴, 공내시험, 시료채취, 토질 및 암반시험, G.P.R 탐사, 지하공동, 지층분석, 탄성파탐사, 전기탐사, 전자탐사, 시추공 토모그래피탐사, 물리검층 등

3. 지형, 지질조사 및 토질시험

4. 수리·수충격·수문 조사

5. 계측 및 분석

○ 시설물 및 시설물 주변의 지반에 대한 침하, 변위, 거동 등의 계측(경사계, 로드셀, 지하수위계, 소음 및 진동 등) 및 계측 데이터 분석

6. 수중조사

○ 조사선, 잠수부 등에 의한 교대·교각기초, 댐, 항만, 해저송유관 등의 수중조사

7. 누수탐사

8. 콘크리트 제체 시추조사

○ 시추, 공내시험, 시편채취, 강도시험, 물성시험 등

9. 콘크리트 재료시험

○ 코아 채취, 강도시험, 성분분석, 공기량시험, 염화물침투량시험 등

10. 기계·전기설비 및 계측시설의 성능검사 또는 시험계측(건축물 제외)

11. 기본과업 범위를 초과하는 강재비파괴시험

12. 기타 구조안전성능 평가를 위하여 필요한 사항

2.2.7 내구성능 평가

시설물의 내구성능에 대한 평가는 시설물의 재료적 내구성능을 확인하기 시험결과와 외부환경에 대한 내구성능 저하인자 등을 종합적으로 검토하여 실시한다.

내구성능 평가를 위해 필요한 시험 항목 및 수량, 외부환경 인자 검토사항 등은 「세부지침」에 따르며, 시설물의 특성 및 평가 목적에 따라 이를 조정할 경우에는 결과보고서에 그 사유를 기재하여야 한다.

책임기술자는 내구성능을 확인하기 위한 시험결과, 부재의 열화 정도 등을 통하여 시설물의 사용환경과 시설물의 물리적 상태를 함께 검토하여 내구성능 등급을 지정하여야 한다.

2.2.8 사용성능 평가

시설물의 사용성능에 대한 평가는 시설물의 설계 당시와 준공 이후 사용자·관리자의 사용상 편의성, 수요, 용량 등에 대한 현장조사, 설계도서 및 관리기준 등을 종합적으로 검토하여 평가를 실시하여야 하며, 이에 대한 세부사항은 「세부지침」에 따른다.

책임기술자는 현장조사, 설계도서 및 관리기준 등의 검토 결과와 시설물의 준공 이후 사용성능과 관련된 평가 지표의 변동 유무를 확인하여 평가에 반영하고 사용성능 등급을 지정하여야 한다.

사용성능 평가를 위하여 시설물 유형, 준공시기 및 사용환경이 유사한 시설물의 자료를 참고하여 반영할 수 있으며, 필요한 경우 자료를 획득할 수 있는 시험 및 측정 등을 추가로 실시할 수 있다.

2.2.9 시설물의 종합평가 및 종합성능등급 지정

책임기술자는 성능평가를 통해 실시 결과에 따라 결정된 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급을 종합하여 종합성능등급을 결정하여야 한다.

종합평가 및 종합성능등급의 산정 절차와 방법은 세부지침에 따르며, 최종적으로 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급과 함께 종합성능등급의 결과를 작성하여 보고서에 수록한다.

이전 안전성능, 내구성능, 사용성능 및 종합성능등급을 변경하는 경우에는 성능평가 실시결과와 유지관리(보수·보강 등) 이력 등을 검토하여 변경된 사유를 성능평가결과보고서에 기재하여야 한다.

가. 안전성능 등급

등급	안전성능 수준
A (우수)	외관상 결함, 손상 또는 붕괴 등의 요인에 대한 문제점이 없는 성능 수준
B (양호)	일부 부재에서 경미한 결함이 발생하였으며, 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준
C (보통)	광범위한 부재에서 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강이 필요한 성능 수준
D (미흡)	심각한 결함에 대한 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정해야 하는 성능 수준
E (불량)	심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축이 필요한 수준

나. 내구성능 등급

등급	내구성능 수준
A (우수)	외부 환경조건 등으로 인한 내구성능 저하가 발생할 가능성이 낮은 성능 수준
B (양호)	일부 부재에서 내구성능의 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경 등의 조건을 고려하여 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준
C (보통)	광범위한 부재에서 내구성능의 저하 가능성이 조사되었거나 주의가 필요한 수준으로 진행되어 간단한 보수가 필요한 성능 수준
D (미흡)	광범위한 부재에서 내구성 저하가 진행되어 긴급한 보수 또는 교체가 요구되는 성능 수준
E (불량)	광범위한 부재에서 내구성능의 저하가 심각하게 진행되어 즉각 사용을 금지하고 보수 또는 교체가 필요한 성능수준

다. 사용성능 등급

등급	사용성능 수준
A (우수)	현재 수요 등을 만족하고 장래 수요 및 외부조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준
B (양호)	현재 수요 등을 만족하나 장래 수요 및 외부조건 변화 등에 대한 관찰 및 주의가 필요한 성능 수준
C (보통)	장래 수요 및 외부조건 변화에 대해 기능발휘 또는 사용상 편의에 일부 문제점이 있어 일부 개선이 필요한 성능 수준
D (미흡)	대부분의 기능이 요구되는 기능에 미치지 못하거나 운영 및 사용상 편의가 심각하게 우려되는 수준으로서 광범위한 부분에서 개선이 필요한 성능 수준
E (불량)	기능 발휘 또는 사용상 편의를 기대할 수 없어 개선 또는 개량이 필요한 성능 수준

라. 종합성능등급

등급	종합성능 수준
A (우수)	외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준
B (양호)	일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준
C (보통)	광범위한 부재에서 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었고 기능 또는 사용상의 편의에 일부 문제점이 있으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강 및 개선이 필요한 성능 수준
D (미흡)	성능이 기준에 미치지 못하여 시설물의 지속적인 사용이 어려운 수준으로 긴급한 보수·보강 또는 개선이 필요하며 사용제한 여부를 검토해야 하는 성능 수준
E (불량)	심각한 결함 또는 내구성능 저하로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있거나 기능을 발휘하지 못하는 수준으로 즉각 사용을 중단하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 성능 수준

마. 안전성능·내구성능·사용성능 등급 및 종합성능등급 작성 방법

종합성능등급 안전 성능 내구 성능 사용 성능			(예시,	A A A A	)
--	--	--	------	---	---

2.2.10 유지관리 전략 제안

가. 일반

관리주체는 시설물의 상태 및 기능, 성능 등을 지속적으로 유지하고 공중의 안전 확보와 시설물의 기대수명이 연장될 수 있도록 발견된 결함에 대해 합리적이고 경제적인 보수·보강 등을 실시하여야 한다.

관리주체는 안전점검등 및 성능평가 실시결과에 따라 발생한 결함의 종류 및 정도, 시설물의 중요도, 사용환경 및 경제성 등을 면밀히 검토하여 필요한 보수·보강 방법 및 수준, 우선순위를 결정하여야 하며, 성능평가 대상시설물의 경우에는 성능목표를 고려하여 보수·보강 방법 및 수준, 우선순위를 결정한다.

나. 보수·보강 방법

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

보수를 위해서는 상태안전성능 평가, 내구성능 평가결과 등을, 보강을 위해서는 상태안전성능 평가 및 구조안전성능 평가, 내구성능 평가결과 등을 상세히 검토하고, 발생한 결함의 종류 및 정도, 시설물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 필요한 보수·보강 방법 및 수준을 정하여야 한다.

다. 보수·보강의 필요성 판단

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

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

라. 보수·보강의 수준의 결정

보수·보강의 수준은 위험도, 경제성 등을 고려하여 다음 각 호의 경우 중에서 결정한다.

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

마. 공법의 선정

시설물 결함에 따른 보수·보강은 결함 발생 원인에 대한 정확한 분석 후 각종 기준(표준시방서, 콘크리트 보수보강요령, 공동주택하자판정기준 등)을 참고해 결함부위 또는 부재에 가장 적합한 보수·보강공법을 선정하도록 하며, 공법의 적용성, 안전성능, 내구성능, 사용성능, 경제성 등을 검토하여 결정한다.

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

따라서 시설물관련 제반자료, 성능평가 시 수행한 각종 안전성능 평가 및 내구성능 평가, 사용성능 평가결과를 기초로 하여, 결함부위 또는 부재에 적합한 보수·보강공법을 선정하여야 한다.

콘크리트의 대표적인 손상인 균열에 대한 보수·보강방법은 다음과 같으며, 시설물별 주요 보수·보강공법은 시설물편을 참조하여 보수·보강공법을 선택할 수 있다.

균열기준은 구조물의 중요도, 특성 등에 따라 다양하므로 구조물의 특성 및 균열현상 등을 고려하여 적절한 보수공법을 사용하여야 한다.

- 표면처리공법
- 주입공법
- 충전공법
- 침투성방수제 도포공법 등

바. 보수·보강 우선순위의 결정

시설물에서 발생된 각종 결함에 대한 보수·보강 우선순위는 다음과 같이 결정한다.

- 보수보다는 보강을, 보조부재보다는 주부재를 우선하여 실시
- 시설물 전체에서의 우선순위 결정은 각 부재가 갖는 중요도, 발생한 결함의 심각성 등을 종합 검토하여 실시

보수·보강의 수준과 우선순위는 시설물의 안전성능 저하가 우려되어 보수·보강이 시급하거나 투자대비 효과가 큰 시설물을 중심으로 시설물의 성능목표를 합리적이고 경제적으로 달성될 수 있도록 제시되어야 하며 세부적인 방법 및 절차는 「세부지침」에 따른다.

사. 유지관리 방안 제시

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

아. 유지관리 전략 제안

책임기술자는 성능평가를 통해 발견된 손상 및 결함에 대해 시설물의 성능목표를 달성하고 최적 성능과 기능을 유지할 수 있는 보수·보강 방법을 검토·분석하여 합리적인 유지관리 전략을 제시하여야 한다.

보수·보강 방법은 조사된 결함 및 손상에 대해 성능평가 실시결과와 성능목표간의 정도를 분석·검토하여 보수·보강 물량 산정과 적정한 공법을 선정하여야 한다.

보수·보강의 필요성은 성능평가 실시결과에 따른 결함의 정도에 대해 각종 기준(건설기준코드(구 설계기준 및 표준시방서) 등)을 참조 및 검토하여 판단하고, 그 결과에 대해 경제적이고 가장 적합한 공법을 선정하여야 한다.

보수·보강의 수준과 우선순위 결정은 시설물의 성능목표와 효용가치, 중요도, 사용환경 등과 시설물의 안전성능 저하가 우려되어 보수·보강이 시급하거나 투자대비 효과가 큰 시설물을

중심으로 다음의 사항을 고려하여 우선순위를 수립하여야 한다. 이에 대한 세부적인 방법 및 절차는 「시설물편」에 따른다.

- 현재의 편익을 미래의 편익보다 우선하여 실시
- 미래의 비용을 현재의 비용보다 우선하여 실시
- 시설물의 안전성을 비용·편익보다 우선하여 실시
- 「법」 제22조에 따른 시설물의 중대한 결함 등에 대해서는 1~3호보다 우선하여 실시

책임기술자는 시설물의 성능목표를 달성 및 유지하고 중기관리계획에 반영될 수 있도록 경제적이고 합리적인 보수·보강 방법 및 우선순위 등을 검토하여 종합적인 유지관리 전략을 수립하여 결과보고서에 포함하여야 한다.

필요한 경우 성능평가 실시결과를 토대로 안전하고 경제적으로 시설물을 지속적으로 관리할 수 있는 방안을 제시할 수 있으며, 다음의 내용을 포함하여 경험이 적은 사람도 쉽게 활용할 수 있도록 하여야 한다.

- 대상시설물의 점검요령
- 결함 및 손상의 종류와 원인
- 결함 종류에 대한 조치대책
- 해당 시설물의 그림 및 사진 등

3. 보고서 작성 방법

3.1 일반

성능평가 실시결과 보고서는 시설물 관리주체의 유지관리업무에 효율적이며 체계적으로 활용할 수 있도록 과업내용을 중심으로 작성·제출하여야 하며, 세부적인 작성 방법은 「시설물편」을 참조한다.

3.2 성능평가 보고서에 포함될 사항

가. 서두

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

- 제출문(성능평가를 실시한 기관의 장)
- 시설물의 성능목표 및 성능평가결과표(기본성능 및 종합성능등급)
- 참여 기술진 명단
- 시설물의 위치도
- 시설물의 전경사진, 부위별 사진
- 성능평가결과 요약문
- 보고서 목차

나. 성능평가의 개요

성능평가의 범위와 과업내용 등 계획 및 실시와 관련된 주요사항을 기술한다.

- 성능평가의 목적
- 시설물의 개요 및 이력사항
- 평가의 범위 및 과업내용
- 사용장비 및 시험기기 현황
- 성능평가 수행일정

다. 자료수집 및 분석

성능평가의 관련자료를 검토·분석하고 그 내용을 기술한다.

- 설계도면, 구조계산서
- 기존 정밀점검·정밀안전진단·성능평가 실시결과
- 안전성능, 내구성능 및 사용성능 평가를 위한 자료수집 현황
- 보수·보강이력 및 용도변경
- 시설물의 내진설계 여부 확인
- 기타 관련자료

라. 현장조사 및 시험

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

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

마. 시설물의 안전성능 평가

과업내용에 따라 실시한 현장조사 및 시험의 분석 결과에 따라 시설물의 상태안전성능과 구조안전성능 결과를 작성한다

1) 상태안전성능 평가

- 시설물의 외관조사 결과
- 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태안전성능 평가결과 결정

2) 구조안전성능 평가

구조안전성능 평가를 위한 시험 및 계측 결과 분석(현장재하시험 및 계측, 지형·지질·지반·토질조사, 시설물의 변위·거동 등의 측정결과 분석 등)

- 구조계산 및 해석을 통한 결과 및 분석(관리주체의 요구에 의해 수행한 수리·수문 등 해석결과 및 분석 포함)
- 시설물의 내(하)력 평가 등(관리주체의 요구에 의해 수행한 내진성능평가 포함)

- 시설물의 보수·보강방법을 제시한 때에는 보수·보강시 예상되는 임시 고정하중(공사용 장비 및 자재 등)이 시설물에 현저하게 작용하는 경우에 대한 구조안전성능 평가 포함
- 시설물의 구조안전성능 평가결과 결정

바. 시설물의 내구성능 평가

- 내구성능 평가를 위한 관련자료 분석 및 결과
- 콘크리트 또는 강재 등의 내구성능 분석 및 결과
- 시설물의 내구성능 평가결과 결정

사. 시설물의 사용성능 평가

- 사용성능 평가를 위한 관련자료 분석 및 결과
- 사용성능 평가를 위한 현장 및 실내시험 결과 분석
- 시설물의 사용성능 평가결과 결정

아. 종합평가

- 시설물의 안전성능, 내구성능, 사용성능 결과 분석
- 안전성능, 내구성능, 사용성능을 종합하여 종합성능등급 결과의 결정
- 시설물의 종합성능등급 지정

자. 시설물의 유지관리 전략 제언

시설물의 성능평가결과에 따라 손상 및 결함이 있는 부위 또는 부재 등에 대하여 적용할 보수·보강 방법과 우선순위 등의 유지관리 전략을 제시한다.

- 시설물의 성능목표 및 성능평가 실시결과 검토·분석
- 보수·보강방법에 대한 개요, 시공방법, 시공시 주의사항 등
- 당해 시설물의 유지관리를 위한 요령, 대책 등
- 성능목표에 따른 보수·보강 방법 및 전략 제시

차. 종합결론 및 건의사항

- 성능평가 실시결과의 종합결론
- 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항
- 기타 필요한 사항

카. 부록

- 과업지시서
- 외관조사망도
- 구조해석 모델링 및 수치해석 자료 (입출력자료는 e-보고서에 포함)
- 측정, 시험, 계측 성과표
- 안전성능(상태 및 구조안전성능) 평가결과 자료

- 내구성능 평가결과 자료
- 사용성능 평가결과 자료
- 시설물관리대장 사본
- 현황조사 및 외관조사 사진첩
- 사용 장비 및 기기의 사진
- 사전조사 자료 일체
- 기타 참고자료(성능평가결과와 관련되는 설계도서, 감리보고서, 이전의 안전 점검등 결과보고서 등 관련자료 포함)

4. 성과품 납품목록

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

- 성능평가보고서(부록포함) : 20부
- CD보고서 : 5부
- 사진첩 : 3부

부록 6

사전검토 보고서 예시

제1종성능평가(제2종성능평가) 사전검토 보고서

1. 과업명 : ○○교 1종 성능평가

2. 과업의 목적

시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침의 제49조 제1항 및 같은 조 제4항에 따라 과업대상 시설물의 과업지시서 또는 용역설계서 내용이 법령 및 지침 등에 부합되는지 여부를 검토하고, 그 결과를 관리주체에 보고하고 과업수행계획서에 수록하고자 함

3. 과업의 범위

3.1 시설물 명 : ○○교

3.2 위 치 : ○○도 ○○시(군) ○○동(면) ○○리

4. 사전검토 내용

4.1 제1종성능평가(제2종성능평가) 대상시설물의 범위

구분	부재명		성능평가		비고
			제1종 성능평가	제2종 성능평가	
교량	상부구조	바닥판, 거더	○	○	
	하부구조	교대 및 교각, 주탑, 기초	○	○	
	받침	교량받침	○	○	
	케이블	케이블, 정착구,행어밴드, 새들	○	○	
	텐던	강연선	○	○	
	기타부재	신축이음, 배수시설, 보호시설, 교면포장	○	○	
	2차부재	가로보 및 세로보	○	○	

4.2 성능평가 유지관리자료 보유 현황 검토

보존대상 목록		관리주체 보유현황	비고
설계도서	◦ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서		
	◦ 설계도면 - 교량 및 복개구조물 - 위치도, 평면도, 단면도(중·횡),상부·하부 구조물도, 빔상세도, 신축이음, 교량받침 상세도		
시설물 관리대장	◦ 기본현황 ◦ 상제제원 ◦ 유지관리 이력		
시공관련 자료	◦ 시공관련 자료 ◦ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ◦ 사고기록		
성능평가 자료			
보수·보강 자료			

4.3 제1종성능평가(제2종성능평가) 과업의 범위

[표 24] 제2종성능평가일 경우

과업항목		지침 상 기본과업	금회 과업 내용
자료수집 및 분석		•설계도서 •시설물관리대장 •시공관련자료 •성능평가 실시결과 자료 •보수·보강이력 검토·분석	○ 좌동
현장조사 및 시험		•외관조사 및 외관조사망도 작성 •간단한 현장 재료시험 등 － 콘크리트 비파괴강도(반발경도시험) － 콘크리트 탄산화 깊이 측정	○ 콘크리트 시험 - 반발경도시험 - 탄산화시험 ○ 철근탐사시험
안전 성능 평가	상태 안전 성능 평가	•외관조사 결과분석 •재료시험 결과 분석 •대상 시설물(부재)에 대한 상태평가 •시설물 전체의 상태안전성능 평가결과에 대한 책임기술자의 소견 (안전등급 지정)	○ 좌동
	구조 안전 성능 평가	•기존 구조해석 자료를 통한 구조안전성 결과분석	○ 좌동
내구성능 평가		•외관조사 결과분석 •재료시험 결과 분석 •내구성능 결과분석	○ 좌동
사용성능 평가		•사용성능 결과분석	○ 좌동
종합평가		•종합평가결과분석	○ 좌동
유지관리 전략 제언		•시설물의 성능목표 분석 •성능목표에 보수·보강 방법 및 전략 제시	○ 좌동
보고서작성		•외관조사망도 작성 등 보고서 작성	○ 좌동

[표 25] 제2종성능평가일 경우(계속)

과업항목		지침 상 선택과업	금회 과업 내용	비용반영
자료수집 및 분석		•구조·수리·수문 계산(계산서가 없는 경우) •실측도면 작성(도면이 없는 경우)	—	×
현장조사 및 시험		•전체부재에 대한 외관조사망도 작성 •시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치 및 해체 등 •조사용 접근장비 운용 •조사부위 표면청소 •마감재의 해체 및 복구 •수중조사 •기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성 평가 등에 필요한 조사·시험	○ 전체부재 외관조사망도 작성 ○ 콘크리트 시험 — 코어채취 — 염화물침투량 — 실내시험 등 ○ 강재조사·시험 — 도막두께측정	○
안전 성능 평가	상태 안전 성능 평가	—	—	×
	구조 안전 성능 평가	•필요한 부위의 구조·지반·수리·수문 해석 등 안전성평가 •임시 고정하중에 대한 안전성평가	—	×
내구성능 평가		—	—	×
사용성능 평가		—	—	×
종합평가		—	—	×
유지관리 전략 제안		•보수·보강 방법 제시	—	×
보고서작성		—	—	×

[표 26] 제1종 성능평가일 경우

과업항목		지침 상 기본과업	금회 과업 내용
자료수집 및 분석		•설계도서 •시설물관리대장 •시공관련자료 •안전점검·정밀안전진단 실시결과 자료 •보수·보강이력 검토·분석	○ 좌동
현장조사 및 시험		•전체부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 •현장 재료시험 등 - 콘크리트 시험 : 비파괴강도(반발경도시험, 초음파전달 속도시험 등), 탄산화 깊이측정, 염화물침투량시험 - 강재 시험 : 강재 비파괴시험	○ 전체부재 외관조사 및 외관조사망도 작성 ○ 콘크리트 시험 - 반발경도시험 - 초음파전달속도시험 - 탄산화시험 - 균열깊이 조사 ○ 철근탐사시험
안전 성능 평가	상태 안전 성능 평가	•외관조사 결과분석 •현장시험 및 재료시험 결과분석 •콘크리트 및 강재 등의 내구성 평가 •부재별 및 시설물 전체 상태평가결과에 대한 소견	○ 좌동
	구조 안전 성능 평가	•조사, 시험, 측정결과의 분석 •기존의 구조계산서 또는 안전성평가 자료 검토·분석 •기존 자료를 내하력 및 구조 안전성평가 •시설물의 안전성평가결과에 대한 소견	○ 좌동
내구성능 평가		•외관조사 결과분석 •재료시험 결과 분석 •내구성능 결과분석	○ 좌동
사용성능 평가		•사용성능 결과분석	○ 좌동
종합평가		•종합평가결과분석	○ 좌동
유지관리 전략 제언		•시설물의 성능목표 분석 •성능목표에 보수·보강 방법 및 전략 제시	○ 좌동
보고서작성		•외관조사망도 작성 등 보고서 작성	○ 좌동

[표 27] 제1종성능평가일 경우(계속)

과업항목		지침 상 선택과업	금회 과업 내용	비용반영
자료수집 및 분석		•구조·수리·수문 계산(계산서가 없는 경우) •실측도면 작성(도면이 없는 경우)		×
현장조사 및 시험		•시료채취 및 실내시험 •지형,지질,지반조사 및 탐사, 토질조사 •수중조사 •조사용 접근장비 운용 •기본과업 범위를 초과하는 강제비파괴시험 •기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성평가 등에 필요한 조사·시험	○콘크리트 시험 -코어채취 -실내시험 등 ○수중조사 ○계측기 상태조사 -실내시험 등 ○강제 용접부 조사 -초음파두께측정 -자분탐상	○ ○ ○ ○
안전 성능 평가	상태 안전 성능 평가	—	—	×
	구조 안전 성능 평가	•구조해석 •구조안전성 평가 등 전문기술을 요하는 경우의 전문가 자문 •내진성능 평가 및 사용성 평가 •임시 고정하중에 대한 안전성평가	○안전성평가 ○내진성능평가	○ ×
내구성능 평가		—	—	×
사용성능 평가		—	—	×
종합평가		—	—	×
유지관리 전략 제언		•내진보강 방안 제시 •시설물 유지관리 방안 제시	○내진보강 방안 제시 ○시설물 유지관리 방안 제시	○ ×
보고서작성		—	—	×

4.4 제1종성능평가 기본과업 재료시험 수량

[표 28] 제2종성능평가 기본과업 재료시험 기준수량

구 분	교 량		비 고
	상부구조	하부구조	
반반경도시험	◦50m 마다	◦연장 50m 마다	—
철근탐사시험	◦책임기술자 판단에 따라 수량 결정		—
탄산화 깊이 측정	◦5경간 이내 : 2~3개소 ◦5경간 이상 : 3~6개소		—
염화물 침투량 시험	◦책임기술자 판단에 따라 수량 결정		· 간판대 또는 비말대 포함
도장두께	◦강 부재 : 2~3개소/대상경간		· 바닥판, 거더, 2차부재, 교각(주탑), 케이블

[표 29] 제1종성능평가 기본과업 재료시험 기준수량

구 분	교 량		비 고
	상부구조	하부구조	
반발 경도시험	◦철근콘크리트 : 2개소/50m ◦강합성교 : 1개소/50m	◦1개소/연장50m ◦교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상)	· 동일부위에서 시험
초음파 전달속도시험	◦철근콘크리트 : 2개소/50m ◦강합성교 : 1개소/50m	◦1개소/연장50m ◦교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상)	
철근탐사시험	◦철근콘크리트 : 2개소/50m ◦강합성교 : 1개소/50m	◦1개소/연장50m ◦교대, 교각 개소수 (경간장 50m 이상)	—
탄산화 깊이 측정	◦5경간 이내 : 4~6개소 ◦5경간 이상 : 6~9개소		—
염화물 침투량 시험	◦3개소 이상		· 간판대 또는 비말대 포함
균열깊이조사	◦부재의 중요도를 고려 책임기술자의 판단에 따라 수량 결정		· $C_w=0.3\text{mm}$ 이상 균열
강재용접부 초음파탐상시험	◦플레이트거더교 : 1개소/경간별 거더 ◦박스거더교 : 2개소/경간별 거더		· 맞대기용접부
도장두께	◦강 부재 : 5개소/대상경간		· 바닥판, 거더, 2차 부재, 교각(주탑), 케이블

4.5 기타 사항

5. 결론

[제2종성능평가의 경우 예시]

과업지시서와 용역설계서 검토결과, 2종 성능평가의 범위, 유지관리자료, 과업범위, 기본과업의 재료시험수량은 모두 지침과 부합됨.

[제1종성능평가의 경우 예시]

과업지시서와 용역설계서 검토결과, 제1종성능평가의 범위, 유지관리자료, 기본과업의 재료시험수량은 지침과 부합됨.

다만, 제1종성능평가 과업범위 중 아래와 같이 일부 항목에 대한 비용이 반영되지 않아 보완이 필요함

- 현장조사 및 시험
 - 계측기 상태조사
- 안전성능 평가
 - 내진성능 평가
- 유지관리 전략 제안
 - 시설물 유지관리 방안 제시