

제 7 장 유지관리 방안

7.1 개 요

7.2 유지관리 일반사항

7.3 안전점검

7.4 보수·보강개소 유지관리방안

제 7 장 유지관리 방안

7.1 개 요

7.1.1 목적

효과적인 교량 유지관리는 결함, 손상 및 열화를 초래할 수 있는 요인들을 미리 발견하여 예방적 조치를 취함으로써 손상단계로의 진전을 미연에 방지하고 이미 결함, 손상 및 열화가 발생한 경우에는 초기에 대책을 강구함으로써 대규모의 보수·보강까지 이르지 않도록 경제적인 유지관리를 행하여 교량의 공용수명을 연장하는 것이다. 이를 위해서는 설계 및 시공 단계에서부터 유지관리를 염두에 둔 계획이 이루어져야 하며 관련자료의 보존, 점검 및 진단, 일상적 예방유지관리 계획수립과 시행결과에 따른 조치계획 수립 등의 일련의 과정이 적절히 수행되어야 한다.

7.1.2 적용범위

본서는 고가구조물의 유지관리를 시행함에 있어서 「본선 교량 및 정거장」의 유지관리를 대상으로 정리한 것이다.

고가구조물은 「본선 교량 및 정거장」과 「부속시설」로 구성되어 있고, 본서는 「본선 교량 및 정거장 구조물」을 주 대상으로 유지관리의 중점사항을 서술했다.

「본선 교량 구조물」은 바닥판, 거더, 가로보, 교대, 교각 등이며, 여기에 교량 외부의 주변환경(성능개선공사, 인접공사)을 고려하여 점검토록 하였다.

「부속시설」은 외부계단 등이 해당된다.

고가구조물의 유지관리를 시행함에 있어서 항목별 관리방법, 일상유지, 조치사항 등의 내용에 대하여 체계적이고 일괄적인 운용을 도모하기 위하여 필요한 일반적이고 기본적인 사항을 규정한다.

7.1.3 용어의 정의

「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」 및 「지침」에서 규정하고 있는 용어 위주로 정리하였다.

■ 시설물(施設物)

- 건설공사를 통하여 만들어진 교량·터널·항만·댐·건축물 등 구조물과 그 부대시설로서, 제1종 시설물, 제2종 시설물 및 제3종 시설물

■ 1종 시설물

- 공중의 이용편의와 안전을 도모하기 위하여 특별히 관리할 필요가 있거나 구조상 안전 및 유지관리에 고도의 기술이 필요한 대규모 시설물로서 대통령령으로 정하는 시설물

■ 2종 시설물

- 1종 시설물 외에 사회기반시설 등 재난이 발생할 위험이 높거나 재난을 예방하기 위하여 계속적으로 관리할 필요가 있는 시설물로서 대통령령으로 정하는 시설물

■ 3종 시설물

- 1종 시설물 및 2종 시설물 외에 안전관리가 필요한 소규모 시설물로서 법 제8조에 따라 지정·고시된 시설물(「지침」 제98조(지정대상) 및 [별표 31] 참조)

■ 관리주체(管理主體)

- 관계법령에 따라 해당시설물의 관리자로 규정된 자 또는 해당시설물의 소유자를 말한다. 이 경우 해당시설물의 소유자와의 관리계약 등에 따라 시설물의 관리책임을 진 자는 관리주체로 보며, 관리주체는 공공관리주체와 민간관리주체로 구분

■ 공공관리주체(公共管理主體)

- 국가·지방자치단체
- 「공공기관의 운영에 관한 법률」 제4조에 따른 공공기관
- 「지방공기업법」에 따른 지방공기업

■ 민간관리주체(民間管理主體)

- 공공관리주체 외의 관리주체

■ 안전점검(安全點檢)

- 경험과 기술을 갖춘 자가 육안이나 점검기구 등으로 검사하여 시설물에 내재되어 있는 위험요인을 조사하는 행위를 말하며, 점검목적 및 점검수준을 고려하여 국토교통부령으로 정하는 바에 따라 정기안전점검 및 정밀안전점검으로 구분

■ 정밀안전진단(精密安全診斷)

- 시설물의 물리적·기능적 결함을 발견하고, 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 하기 위하여 구조적 안전성과 결함의 원인 등을 조사·측정·평가하여 보수·보강 등의 방법을 제시하는 행위

■ 긴급안전점검

- 시설물의 붕괴·전도 등으로 인해 재난 또는 재해가 발생할 우려가 있는 경우에 시설물의 물리적·기능적 결함을 신속하게 발견하기 위하여 실시하는 점검

■ 안전점검등

- 안전점검, 긴급안전점검 및 정밀안전진단을 말함

■ 내진성능평가(耐震性能評價)

- 지진으로부터 시설물의 안전성을 확보하고 기능을 유지하기 위하여 「지진·화산재해대책법」 제14조(내진설계기준의 설정)제1항에 따라 시설물별로 정하는 내진설계기준에 따라 시설물이 지진에 견딜 수 있는 능력을 평가하는 것

■ 도급(都給)

- 원도급·하도급·위탁, 그 밖에 명칭 여하에 불구하고 안전점검·정밀안전진단이나 긴급안전점검, 유지관리를 완료하기로 약정하고, 상대방이 그 일의 결과에 대하여 대가를 지급하기로 한 계약

■ 하도급

- 도급받은 안전점검·정밀안전진단이나 긴급안전점검 또는 유지관리 용역의 전부 또는 일부를 도급하기 위하여 수급인이 제3자와 체결하는 계약

■ 유지관리(維持管理)

- 완공된 시설물의 기능을 보전하고 시설물 이용자의 편의와 안전을 높이기 위하여 시설물을 일상적으로 점검·정비하고 손상된 부분을 원상복구하며, 경과시간에 따라 요구되는 시설물의 개량·보수·보강에 필요한 활동을 하는 것

■ 시설물정보관리종합시스템(FMS)

- 「법」 제5조 제2항 제3호에 따른 시설물의 안전과 유지관리에 관련된 정보체계를 구축하기 위하여 국토해양부장관이 시설물의 정보와 「법」 제28조제1항에 따른 안전진단전문기관, 제45조에 따른 한국시설안전공단과 「건설산업기본법」 제9조에 따라 등록한 유지관리업자에 관한 정보를 종합관리하는 시스템

■ 하자담보책임기간

- 「건설산업기본법」과 「주택법」 등 관계법령에 따른 하자담보책임기간 또는 하자보수기간 등

■ 시설물관리체계(施設物管理體系)

- 시설물의 안전점검, 정밀안전진단 등 유지관리를 함에 있어서 비용 및 시기를 최적화할 수 있도록 계획된 체계

■ 사전조사

- 정밀안전점검 및 정밀안전진단 용역을 수주하여 실시하는 사람은 당해시설물의 설계도서 등 유지관리 자료와 과업지시서 등이 법령 및 지침, 세부지침 등에 부합되는지의 여부를 검토하는 행위

■ 현장조사

- 기존 시설물에 관한 기초자료를 얻고, 시간이 경과함에 따라 구조물의 상태변화(결함, 손상, 열화 등) 및 균열폭과 길이 등 구성재료의 변화를 추적하기 위하여 수행하는 행위

■ 상태평가(狀態評價)

- 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위

■ 안전성평가(安全性評價)

- 현장조사를 통하여 수집된 자료를 기초로 하고 설계도서 및 기존의 안전점검 및 정밀안전진단 실시결과를 참고하여 시설물의 구조·수리·수문해석 등 안전성을 평가하는 행위

■ 종합평가(綜合評價)

- 상태평가와 안전성평가 결과에 의하여 시설물의 안전상태를 종합적으로 평가하는 행위

■ 안전등급(安全等級)

- 정기안전점검(3종 시설물에 한함), 정밀안전점검 또는 정밀안전진단 실시결과 종합평가에 따른 당해 시설물의 안전상태를 나타내는 등급

■ e-보고서

- 안전점검등 실시결과 작성한 보고서를 보관 및 활용 등 유지관리 업무에 효율적으로 활용할 수 있도록 전자매체에 의하여 작성한 보고서

■ 복합시설물

- 기능과 역할이 각각 다른 개별 시설물들이 집합된 시설물

■ 보수(補修)

- 시설물의 내구성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 유지관리 대책

■ 보강(補強)

- 시설물의 부재나 구조물의 내하력과 강성 등의 역학적인 성능을 회복 또는 향상시키는 것을 목적으로 한 대책

■ 장비관리(裝備管理)

- 점검 및 진단에 사용하는 장비는 소요성능 및 측정의 정밀·정확도를 유지하도록 관리하여야 하며, 「국가표준기본법」 및 「계량에 관한 법률」에 의하여 검·교정을 받는 행위

■ 기본과업(基本課業)

- 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단을 실시함에 있어 시설물의 구분없이 기본적으로 실시하여야 하는 「지침」에서 정하고 있는 과업

■ 선택과업(選擇課業)

- 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단을 실시함에 있어 시설물의 여건에 따라 실시하여야하는 「지침」에서 정하고 있는 과업으로서 안전점검 및 정밀안전진단 목적을 달성하기 위하여 현 지여건을 감안하여 실시

■ 현장 재료시험

- 시설물이 위치하는 현장에서 구조물에 손상을 입히지 않고 강도 및 결함 등을 측정하는 것

■ 실내시험(室內試驗)

- 시설물의 특정부분에 대한 자료가 필요할 경우 구조물로부터 재료의 일부를 채취하여 시험실에서 실시하는 실내시험

■ 콘크리트의 상태변화

- 2005년 제정된 콘크리트표준시방서 유지관리편 참조

-상태변화 : 초기결함, 손상, 열화 등을 총칭

-초기결함 : 시공 시에 발생한 균열, 콜드조인트, 초기균열 등

-손 상 : 역학상 및 기능상 터널의 사용목적에 따라 그 기능이 저하되어 있는 상태 또는 방치하면 기능저하의 가능성이 있는 상태.

-열 화 : 구조물의 재료적 성질 또는 물리, 화학, 기후적 혹은 환경적인 요인에 의해서 주로 시공 이후에 장기적으로 발생하는 내구성능의 저하현상으로써 시간의 경과에 따라 진행함.

7.1.4 중점관찰구간

중점관찰사항은 정밀안전진단을 실시하여 조사된 구조물의 결함상태를 중요도, 손상정도 등을 고려하여 선정하였다. 또한 외부적인 요인으로 구조물의 결함이 유발될 가능성이 큰 구간도 중점대상구간으로 선정하여 구조물의 기능과 안전을 지속적으로 유지할 수 있도록 하고자 한다.

또한 구간별로 중점관찰구간을 병기함으로써 일상 점검시 적극 활용할 수 있게 하였다.

7.2 유지관리 일반사항

7.2.1 계획 수립 및 시행

시설물의 유지관리 업무를 효과적이고 적절한 방법을 통하여 경제적으로 수행하기 위해서는 '시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법' 제5조 제1항의 규정에 의하여 해당시설물에 대해 5년마다 안전 및 유지관리계획을 수립하여야 하며, 이에 따라 매년 시행계획을 수립·시행하여야 한다.

유지관리의 계획수립 및 시행을 위해서는 먼저 다음과 같은 내용의 운영방침을 수립한다.

- 1) 시설물에 대한 지속적인 점검과 사전정비를 효과적이며 체계적인 방법으로 실시하여 시설물의 기능을 보존하고 이용자의 안전과 편의를 도모하도록 한다.
- 2) 주 시설의 관리를 최우선으로 하고, 부속 시설물도 예방정비를 철저히 시행하여 시설물의 피해가 확대되는 것을 방지한다.
- 3) 시설물 정비를 효과적으로 수행하기 위해서 보수·보강공법의 타당성을 사전에 충분히 판단한 후 적절한 규모와 경제적인 방법으로 적기에 시행한다.
- 4) 예산 집행상 차질이 없도록 명확한 년, 월, 주간 작업계획 하에 일일 인력동원 자재투입, 작업운영 등 철저한 작업계획을 수립하여 예산낭비 요인이 발생하지 않도록 한다.
- 5) 작업원의 이직현상과 동원의 어려움을 해소하고 능력 있고 성실한 필수 작업요원들을 고정, 확보하여 운영할 수 있도록 하는 유지관리반의 정예화가 필요하다.
- 6) 기존시설에 대하여 새로운 방법에 의한 개량과 규격 및 기준을 변경할 때는 현재 시행되는 모든 기준에 부합되어야 하며, 관리책임 부서 및 관련기관과 협의 후 조치한다. 이 밖에도 건설교통부령이 정하는 사항을 포함하여 운영방침을 수립한다.

주) '시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법' 시행규칙 제3조

- ①항 : 공공관리주체는 법 제6조제4항의 규정에 따라 소속 중앙행정기관의 장, 특별시장, 광역지사, 도지사 또는 특별자치도지사에게, 민간관리주체는 법 제6조제5항의 규정에 따라 특별자치도지사, 시장, 군수 또는 구청장에게 각각 안전 및 유지관리계획을 매년 2월15일까지 제출하여야 한다.
- ④항 : 법 제6조제6항에 따른 자료의 제출은 민간관리주체가 시설물관리계획 또는 중기관리계획을 제출한 날부터 15일 이내에 하여야 한다.
- ⑤항 : 법 제6조제7항에 따른 자료의 제출은 공공관리주체 또는 시장, 군수, 구청장으로부터 보고받거나 제출받은 날부터 15일 이내에 하여야 한다.

7.2.2 유지관리 절차

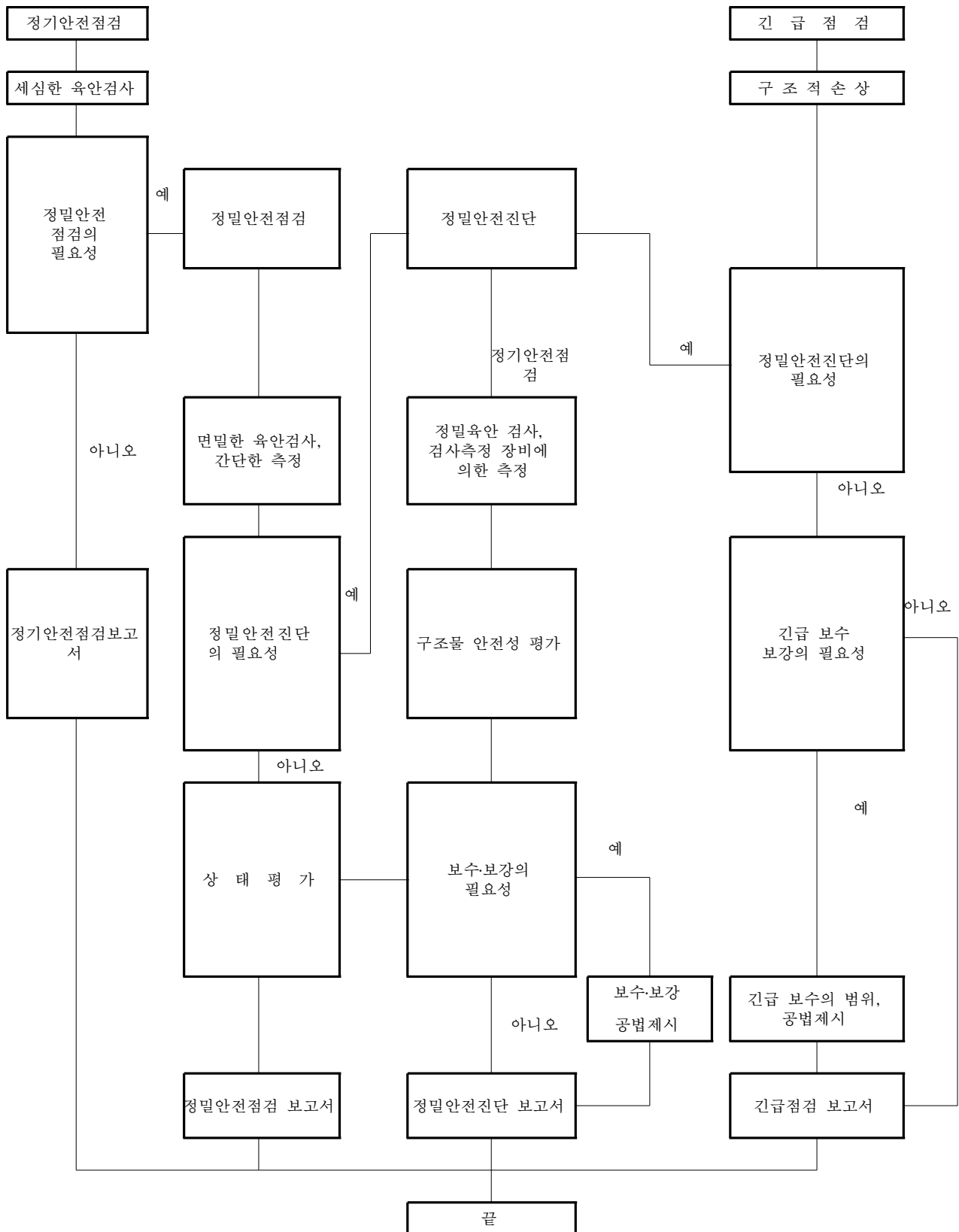
시설물의 유지관리는 정확한 현재의 상태를 조사, 급격한 기능저하를 가져올 우려가 있는 결함을 조기에 파악하여 적절한 대책을 수립하는 것이 매우 중요하다.

시설물의 유지관리는 정량적으로 기준화된 것이 아니므로 경험적 판단을 요하는 경우가 많으나 적절하고 객관적인 평가가 이루어지기 위해서는 점검기준 및 평가·판정기준에 의해 유지관리를 시행하는 것이 바람직하다.

한편, 새로운 형식의 특수구조물에 결함이 나타난 경우에는 경험의 부족으로 향후의 예측이 불가능한 경우가 있으므로 전문기술자의 자문을 구하여야 한다.

유지관리를 적절히 수행하기 위해서는 다음과 같은 절차에 따르는 것이 바람직하다.

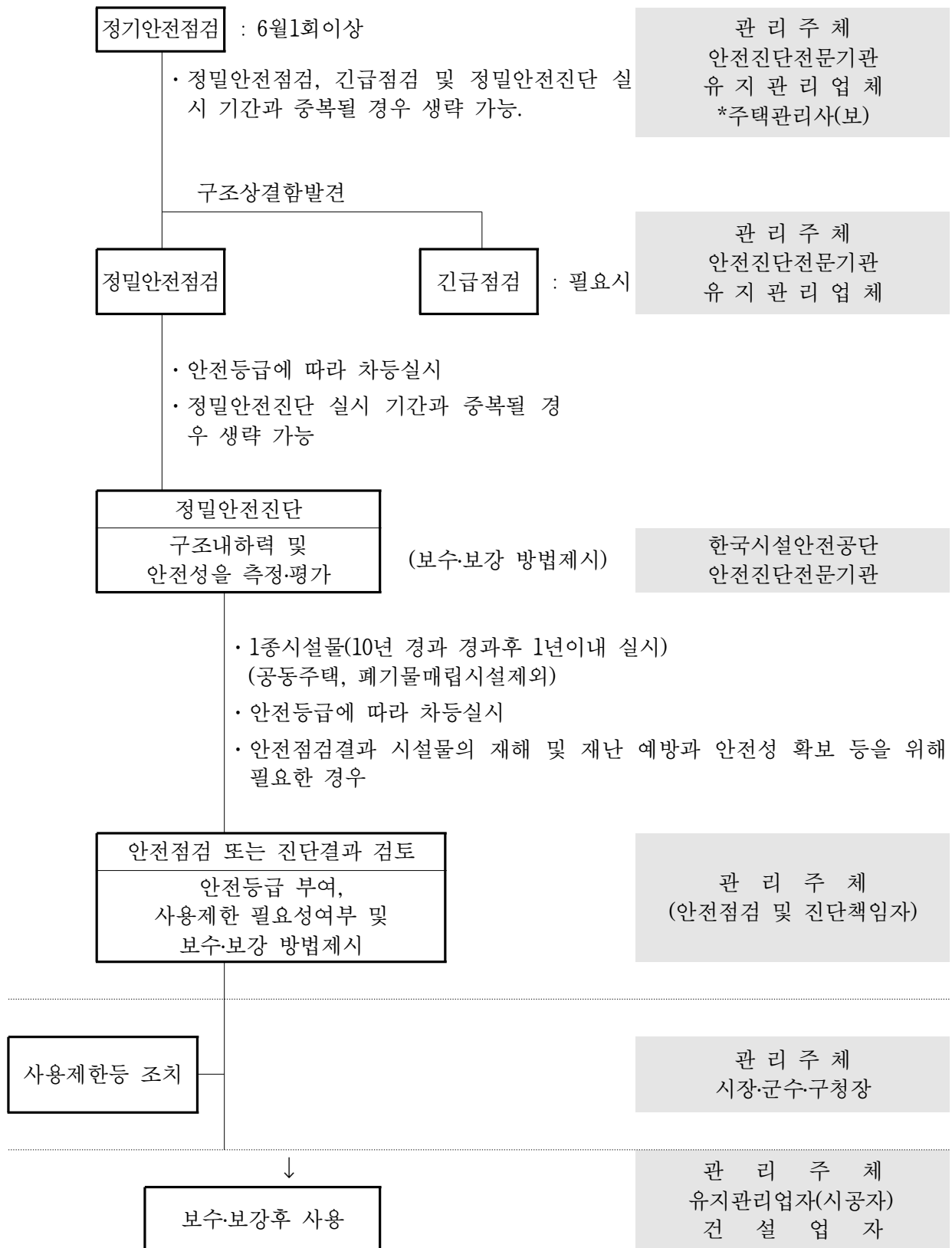
- 1) 시설물별 적절한 유지관리 계획을 작성한다.
- 2) 유지관리자는 유지관리 계획에 따라 시설물의 점검을 실시하며, 점검은 점검표에 의해 실시한다.
- 3) 점검결과에 따라 발견된 결함의 진행성 여부, 발생 시기, 결함의 형태나 발생위치와 그 원인과 장애추이를 정확히 평가·판정한다.
- 4) 점검결과에 의한 평가·판정 후 적절한 대책을 수립하여 시행한다.



주) 1. 정기안전점검결과 필요시 기 계획된 정밀안전점검의 시기를 조정하여 실시할 수 있다.

2. 긴급점검후 필요한 경우는 긴급복구를 하여야 한다.

7.2.3 유지관리 업무체계



【그림 I-7.1】 시설물 유지관리 업무체계도

7.2.4 자료의 관리방안

자료관리는 유지관리 업무중에 결정을 내려야 할 때 그 판단근거가 되는 기초자료를 용이하게 제공받을 수 있는 체계를 합리적으로 구축하여야 한다.

관리주체는 터널시설물의 준공도면, 설계보고서, 체계산서, 공사시방서, 시공상 특이한 사항에 대한 자료 등을 보관하여야 한다.

자료관리의 방법에는 관리하는 자료의 항목이나 종류에 따라 차이가 있지만 관리하는 대상 구조물의 수량, 지역의 범위에 따라서도 또한 차이가 있다.

일반적으로 시공시 설계도서류의 보존관리는 물론 일상업무에 사용빈도가 높은 평면도 등은 설계 원도 보다 복사된 현황 원도를 따로 작성하여 사용하는 것이 좋다.

대량의 구조물을 유지관리 하려면 기존 구조물에 관한 자료도 필연적으로 요구되므로 이용빈도가 높은 자료를 D/B화하여 정보검색을 합리화하는 것이 좋다.

관리하는 구조물에 관한 각종자료 및 유지관리 실시자료는 향후의 유지관리를 진행하는데 필요하며 과거의 경과로부터 현재를 분석하거나 장래의 투자계획을 책정하는 경우 등에도 필수 불가결한 정보원이 된다. 자료관리는 우선 관리할 자료의 항목을 정한 다음 그것을 관리하는 방법을 규정하여야 한다.

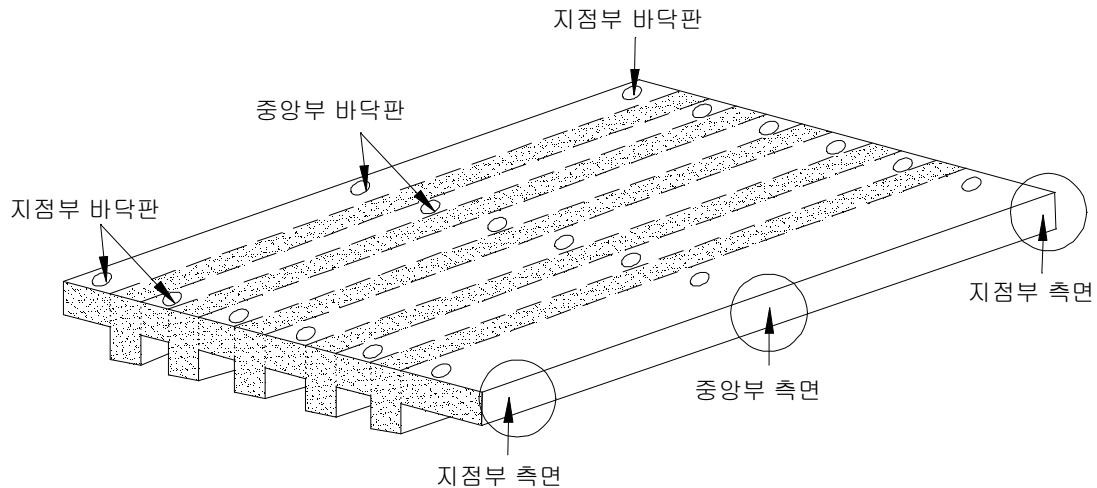
효과적인 유지관리를 위해 필요한 자료에는 다음의 것이 있다.

- 1) 주변지역의 현황도 및 관계서류
- 2) 지반조사 보고서 및 실험 보고서
- 3) 지반상태의 변화에 대한 기록 자료
- 4) 신설시점에서의 설계도, 구조계산서, 설계도면, 표준시방서, 특별시방서, 견적서
- 5) 보수, 개수시의 상기 설계도서류 및 작업 이력에 대한 기록 자료
- 6) 공사계약서, 시공도, 사용재료의 업체명 및 품명
- 7) 공정사진, 준공사진
- 8) 관련된 인허가 서류 등

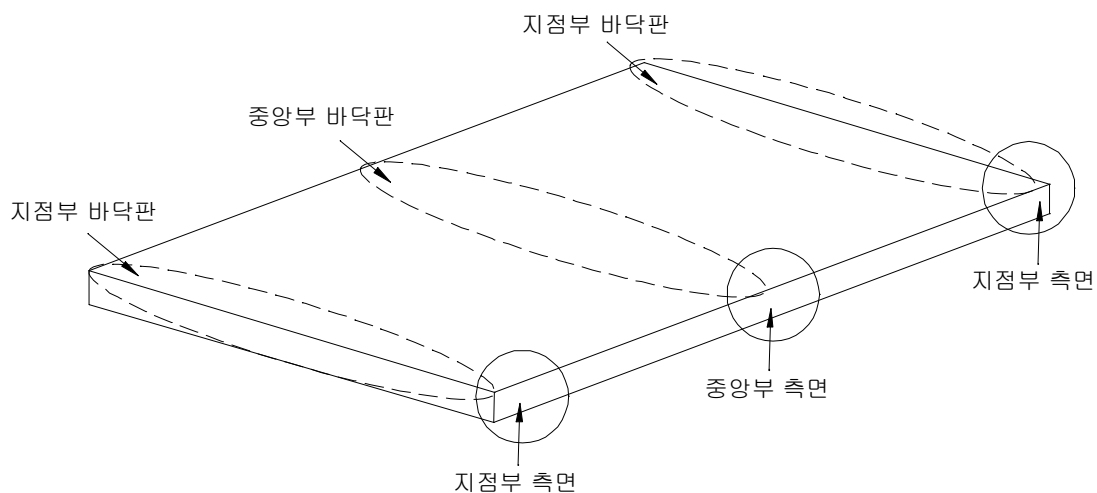
7.2.5 구조물 손상의 종류

가. 콘크리트 바닥판

부 위		손 상 종 류
▷ 공통		• 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출 • 재료분리(공동, 공극) • 누수 및 백태(유리석회)
▷ 거더교		• 균열, 망상균열
▷ 바닥판, 라멘상부	- 받침부(단부)	• 부스러짐 • 사인장균열
	- 중앙부	• 휨균열



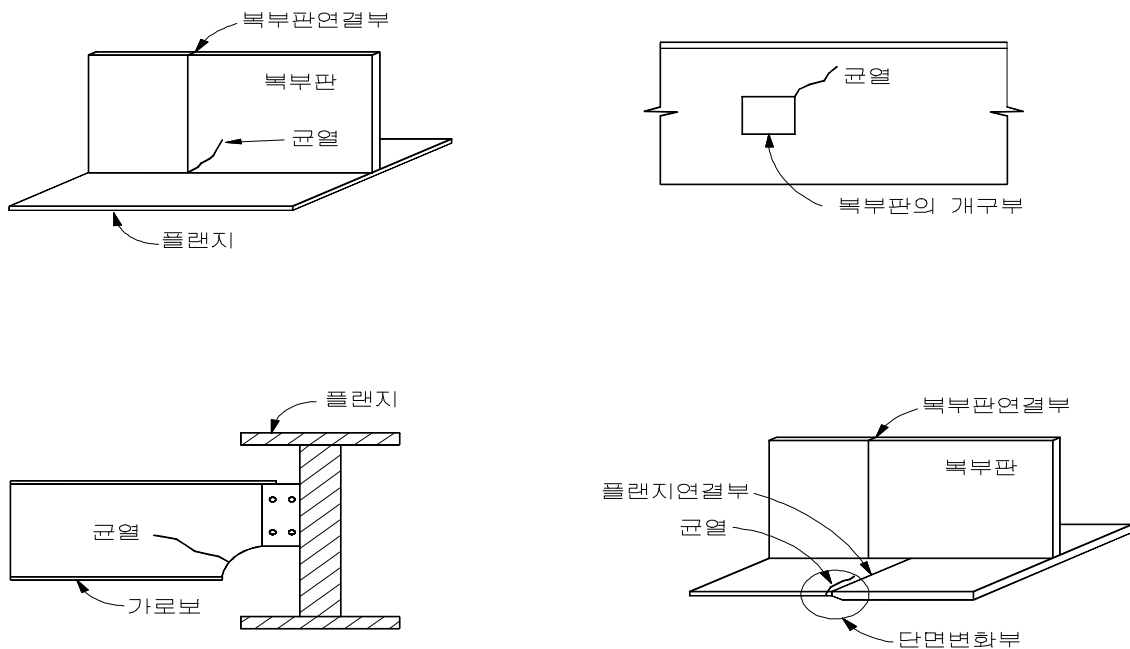
【그림 I -7.2】 거더가 있는 경우의 바닥판점검부위



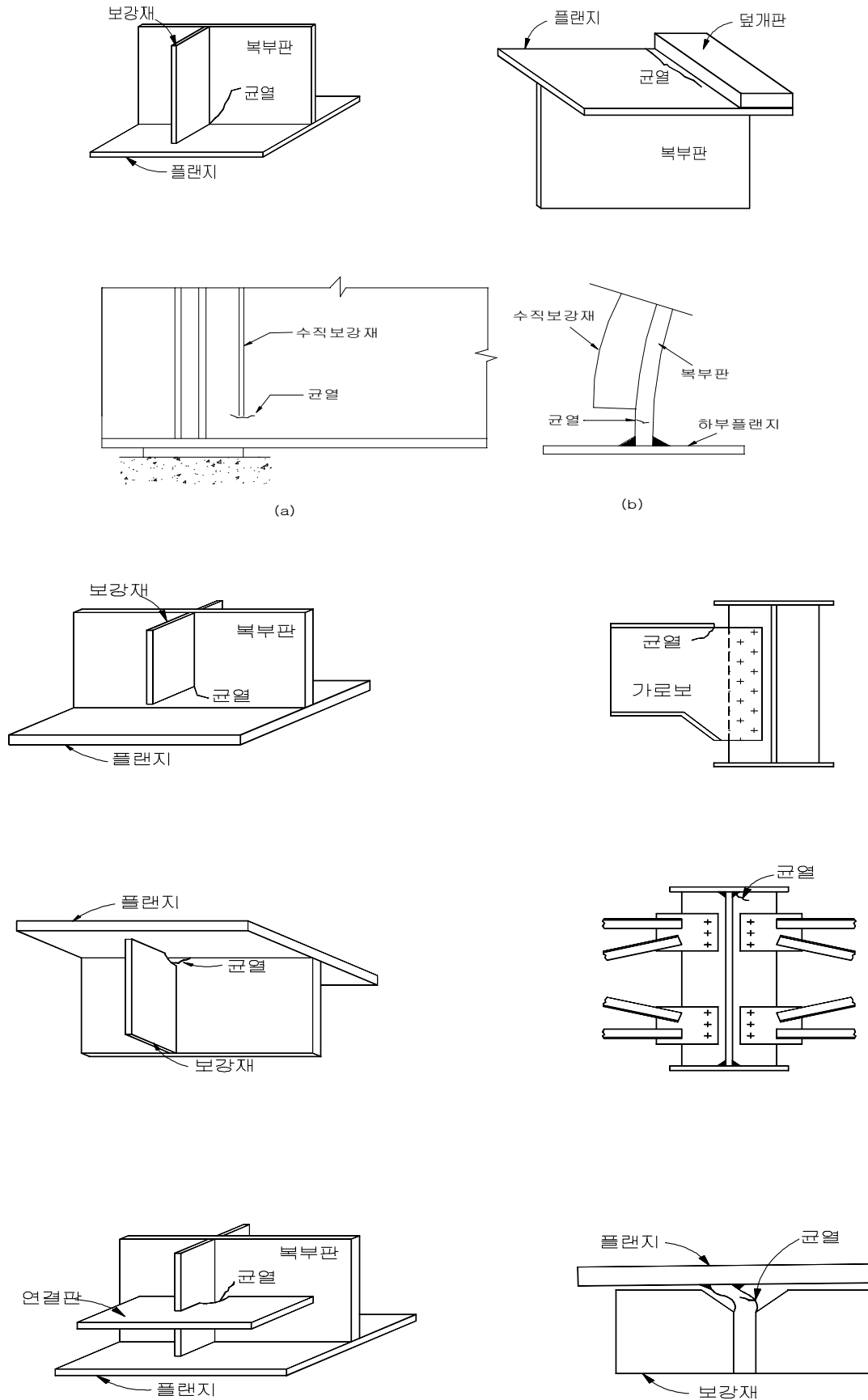
【그림 I -7.3】 거더가 없는 경우의 바닥판 점검부위

나. 강 바닥판, 강 거더 및 강 교각(강 주탑)

부 위	손 상 종 류
▷ 공통	· 도장 손상 및 부식 · 현장이음부 볼트손상, 누수 · 신축이음 하면, 배수구 주변, 난간하면 누수, 부식 · 이상음 발생
▷ 피로강도등급 낮은 용접상세부(D, E급)	· 피로균열
▷ 받침부	· 복부판 부식 및 국부좌굴 · 거더와 받침연결부 부식 · 게르버교의 경우 핀 연결부 부식 · 지점보강재 하단 용접부 균열 · 박스내부 출입구 방치 · 박스내부 바닥 물고임 및 부식
▷ 중앙부	· 부식 · 플랜지 변형 및 처짐 · 맞대기 용접부, 덮개판 덧댐부 끝부분 균열
▷ 주탑	· 주탑하단부 연결볼트 부식 및 파단
▷ 보수부위	· 용접부 및 용접부 주변 균열
▷ 부재연결판	· 트러스교, 아치교의 현재, 사재, 수직재 연결판의 부식, 균열 및 변형 · 사장교, 현수교의 케이블 정착부 연결판의 부식, 균열 및 변형



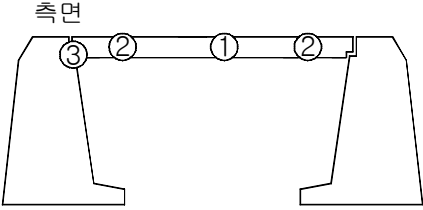
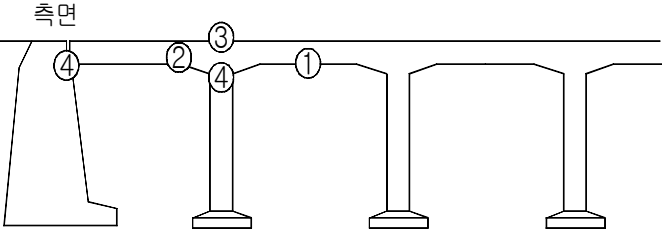
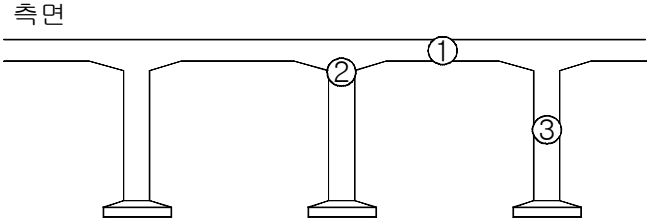
【그림 I -7.4】 피로균열이 발생하기 쉬운 구조상세

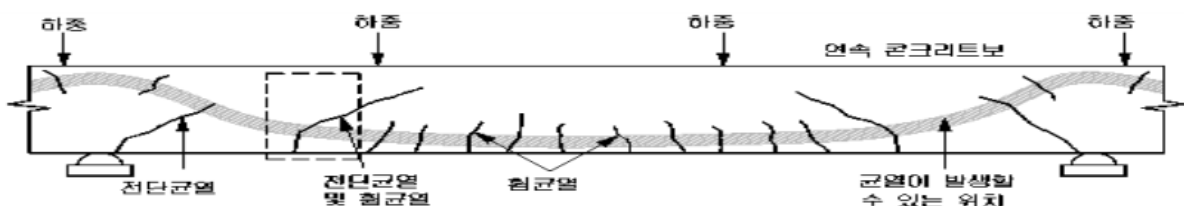


【그림 1-7.4】 피로균열이 발생하기 쉬운 구조상세(계속)

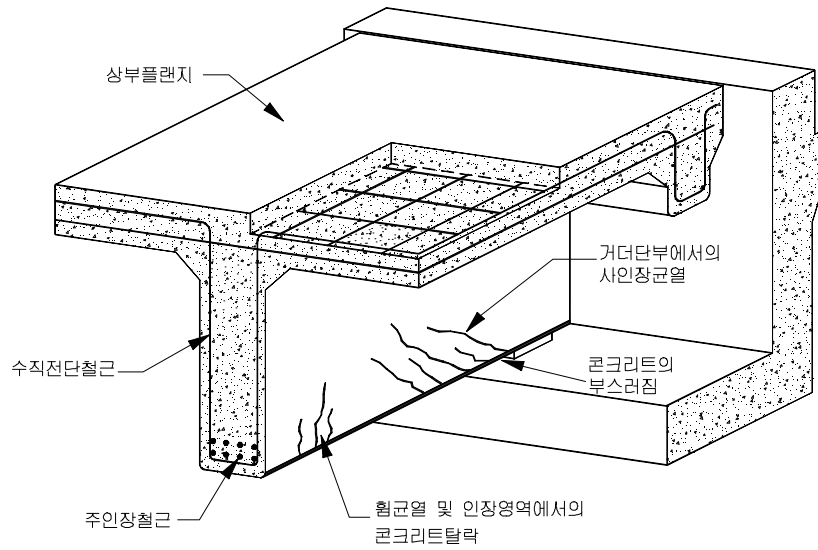
다. 철근콘크리트 거더

부 위	손 상 종 류
▷ 공통	· 박리, 박락, 층분리, 파손, 철근노출, 백태(유리석회)
▷ 받침부	· 부스러짐 · 복부 사인장 균열
▷ 중앙부	· 횡방향 균열

구조형식	부 위	비 고
단순보		① 지간중앙부 ② 지간 1/4부 ③ 받침부
연속보 게르버보		① 지간중앙부 ② 변곡점부(약 1/4) ③ 교각상부 ④ 받침부
라멘보		① 지간중앙부 ② 우각부 ③ 교각부



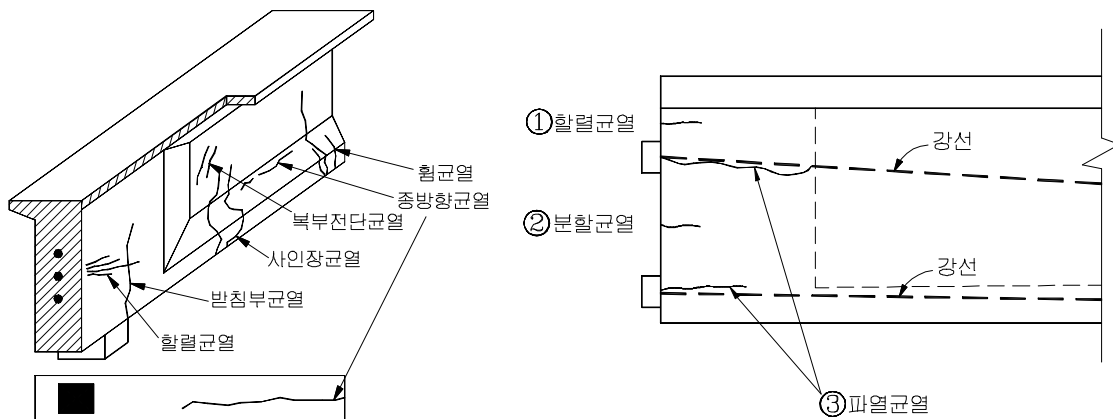
【그림 I-7.5】콘크리트 거더에 발생하는 균열의 유형과 위치



【그림 I-7.6】철근콘크리트 거더의 손상유형

라. 프리스트레스 콘크리트 거더

부 위	손 상 종 류
▷ 공동	· 박리, 박락(파손), 철근노출, 백태
▷ 받침부	· 부스러짐 · 복부 사인장균열 · 연속교 상단 휨균열 · 격벽 개구부 모서리 균열
▷ 중앙부	· 휨균열, 거더처짐 · 쉬스관 노출 및 파손 · 박스내부 플랜지 및 복부의 강선방향 균열 · 시공이음부 균열 및 누수
▷ 강선정착부	· 정착부 균열 및 파손



【그림 I-7.7】PSC 빔의 손상유형 및 정착구역의 국부균열

마. 콘크리트 가로보

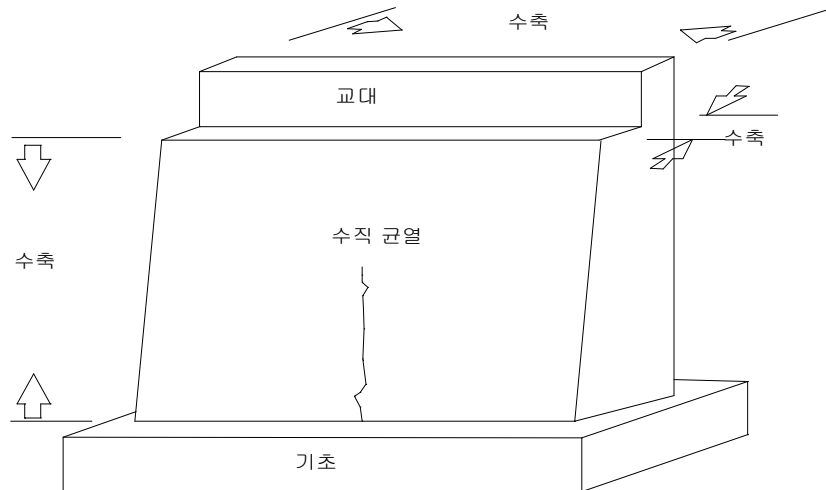
부 위	손 상 종 류
▷ 공통	· 박리, 박락, 층분리, 파손, 철근노출, 백태(유리석회)
▷ 철근콘크리트 가로보	· 박락(파손), 철근노출 · 경사균열(거더의 상대처짐 의심)
▷ 프리스트레스트 콘크리트 가로보	· 쉬스관 노출 및 파손 · 정착부 균열 및 파손

바. 강 가로보와 세로보

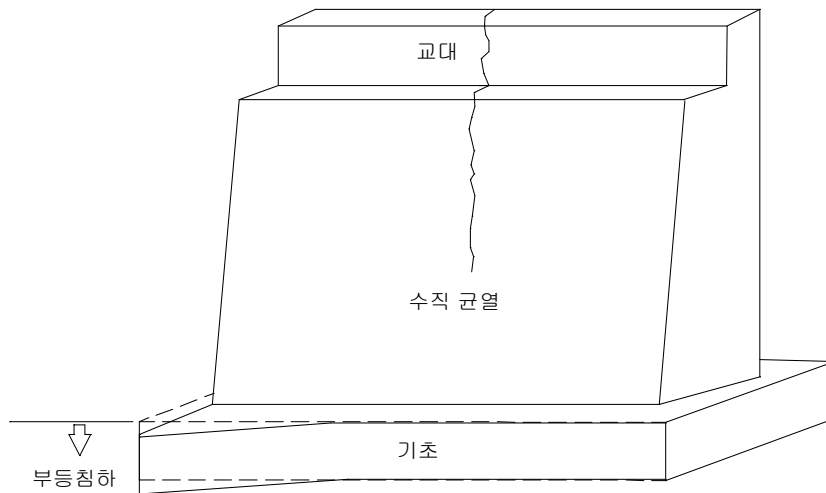
부 위	손 상 종 류
▷ 공통	· 도장 손상 및 부식 · 현장이음부 볼트손상, 누수 · 이상음 발생
▷ 피로강도등급 낮은 용접상세부(D, E급)	· 피로균열
▷ 2차부재	· 가로보, 세로보, 브라켓 및 브레이싱 변형 · 하중집중점, 가로보와 세로부 교차부 균열 · 거세트판 용접부 끝부분 균열
▷ 보수부위	· 용접부 및 용접부 주변 균열

사. 교대

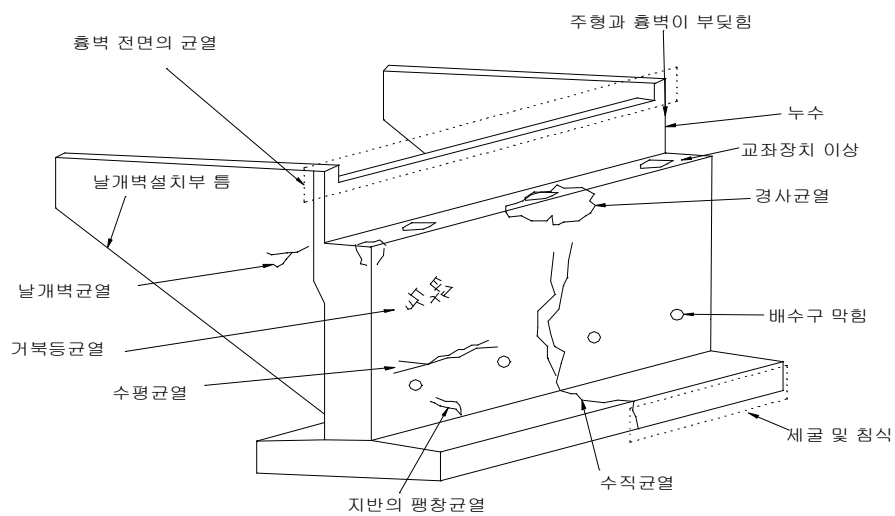
부 위	손 상 종 류
▷ 공통	· 교대 기울음 및 전도 · 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
▷ 두부(Coping)	· 두부 물고임 · 받침부 균열 및 파손 · 두부와 홍벽 경계부 균열 · 거더와 홍벽 신축유간 부족
▷ 벽체	· 수직균열 및 침하 · 구체와 날개벽 분리 · 구체부 배수구 막힘 · 수면접촉부 침식
▷ 날개벽(옹벽 포함)	· 날개벽 이동, 전도 · 석축이 있는 경우 사면붕괴



【그림 1-7.8】 온도응력, 건조수축에 의한 교대의 수직균열



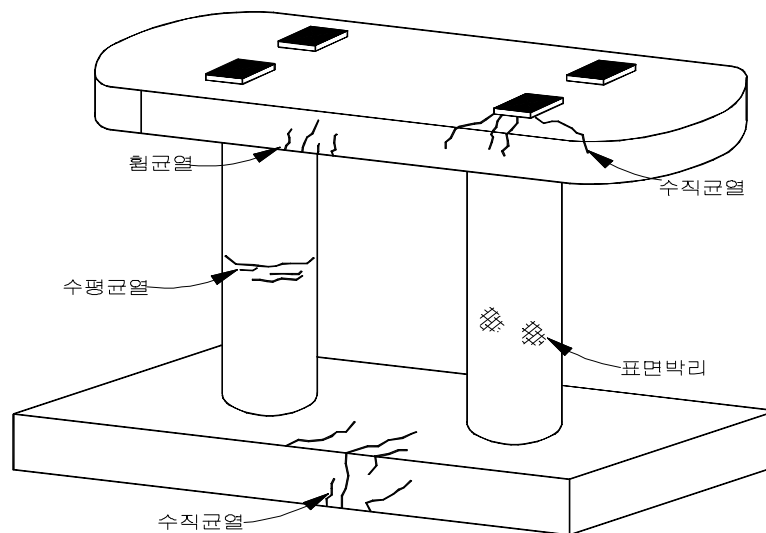
【그림 1-7.9】 부등침하로 인한 교대의 수직균열



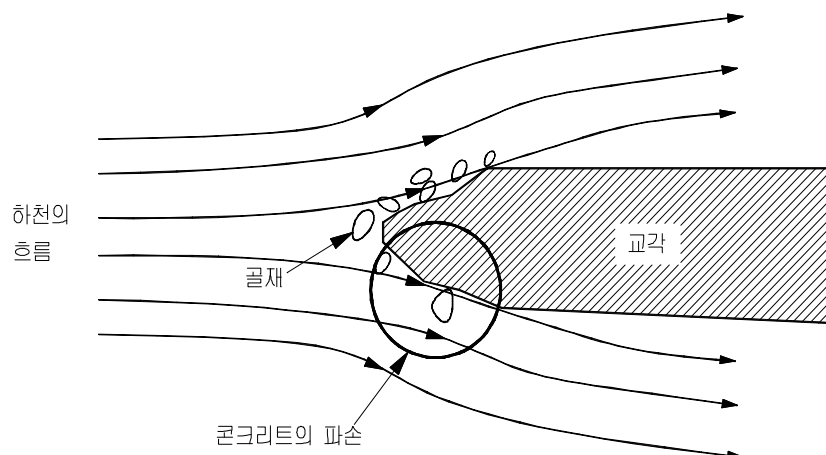
【그림 1-7.10】 교대의 점검부위

아. 콘크리트 교각

부 위	손 상 종 류
▷공통	• 교각 기울음 및 전도 • 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출, 백태(유리석회)
▷두부(Coping)	• 두부 물고임 • 받침부 하부 균열 및 파손
▷벽체	• 시공이음부 균열 • 이동 또는 기울음 • 수면접촉부 침식



【그림 1-7.11】 콘크리트 교각의 점검부위



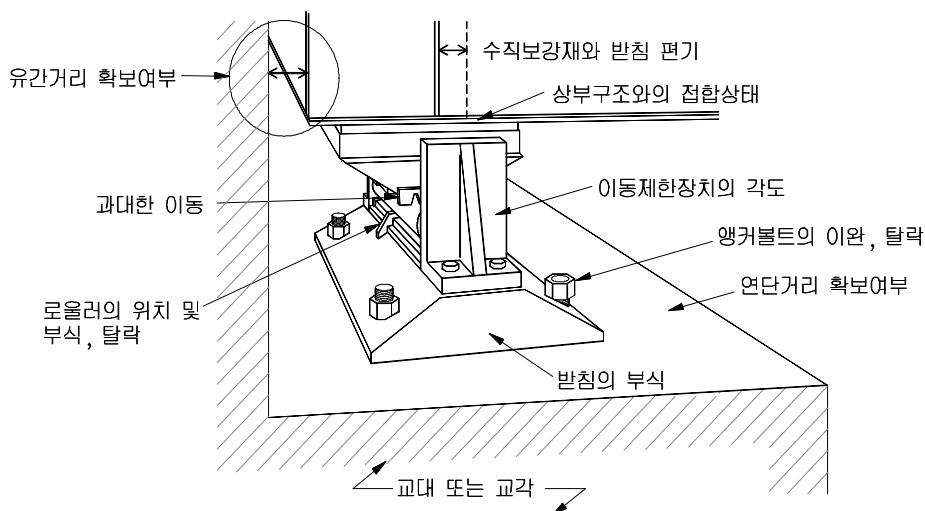
【그림 1-7.12】 유수에 의한 콘크리트 교각의 침식

자. 기초

부 위	손 상 종 류
▷공통	· 박리, 박락, 철근노출, 백태 · 침식, 세굴, 측방유동, 침하 · 하부구조물 기울음 및 전도
▷직접기초	· 콘크리트 균열 및 파손
▷말뚝기초	· 말뚝 노출 및 침식
▷케이슨기초	· 케이슨 노출 및 침식 · 충돌파손

차. 교량받침

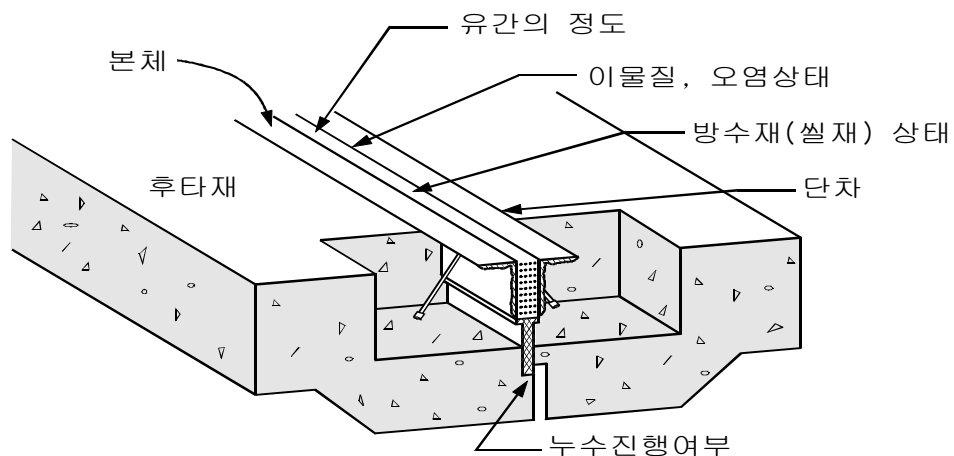
부 위	손 상 종 류
▷본체	- 공통 · 가동받침의 신축유간 부족 · 가동받침 전·후방의 가동장애 요소 · 받침과 거더의 밀착상태 · 수직보강재와 받침 편기상태 · 받침 물고임 및 부식
	- 강재받침 · 가동면 부식 · 부속물 파손(부상방지장치 및 이동제한장치)
	- 탄성받침 · 부풀음 및 갈라짐 · 고무판의 과도한 변형
▷받침콘크리트	· 앵커볼트 파손, 절단 · 콘크리트 파손, 하부공동 및 침하 · 교각두부 균열



【그림 1-7.13】교량받침 점검부위

카. 신축이음

부 위		손 상 종 류
▷본체	- 공통	• 충격음, 본체유동 및 파손 • 누수 • 유간부족 및 유간과다 • 유간 오물퇴적
	- 고무재	• 고무판 마모, 강판노출 및 부식
	- 강재	• 강재 연결부 이완 및 파손
▷후타재		• 단차(본체, 교면포장, 접속슬래브) • 균열 및 파손



【그림 I -7.14】 신축이음 점검부위

타. 교면포장

부 위		손 상 종 류
▷공통	▷아스팔트	• 균열, 함몰, 단차 및 요철, 블리딩, 마모
	▷콘크리트	• 균열, 마모, 박리, 파손
▷신축이음 전후, 구조물 경계부		• 단차, 파손
▷곡선부, 중차량 통행차로		• 마모, 바퀴자국
▷배수구 주변		• 물고임

파. 배수시설

부 위	손 상 종 류
▷배수구(유입구) - 뚜껑(그레이팅)	• 뚜껑파손 및 주변파손, 누락 • 오물퇴적, 막힘 • 배수구의 설치높이가 높음 • 배수구 설치위치 불량 • 배수구 설치간격 넓음
▷배수관	• 관의 연결부 어긋남, 파손 • 이물질에 의한 막힘 • 지지철물의 이완 및 파손 • 배수관 길이 부족(짧음) • 유출구 위치 부적절(도로구간)

하. 난간 및 연석

부 위	손 상 종 류
▷난간, 연석	- 강재, 알루미늄 • 강재의 경우 도장 손상 및 부식 • 난간과 상판연결부의 결함, 파손 • 전체적인 처짐 및 선형불량
	- 철근 콘크리트 • 균열, 박리, 파손 • 철근노출 및 부식 • 전체적인 처짐 및 선형불량

7.3 안전점검

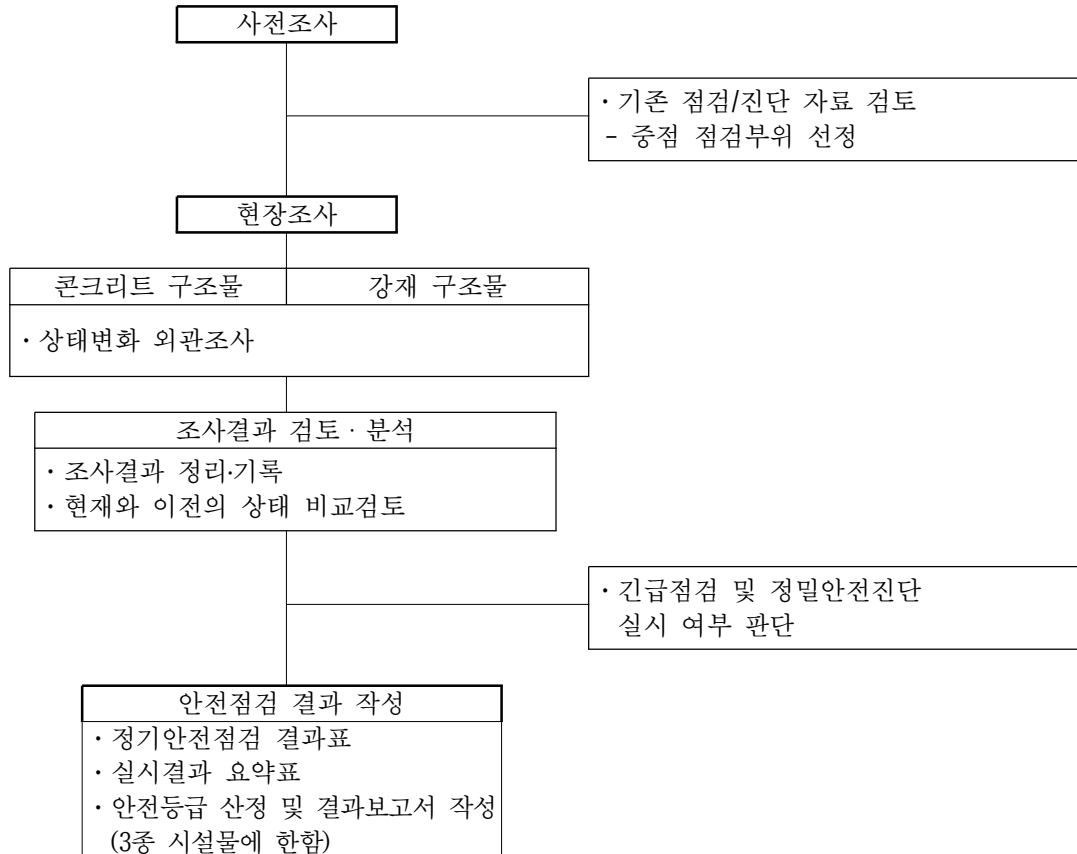
7.3.1 개요

안전점검이란 경험과 기술을 갖춘자가 육안 또는 점검기구 등으로 검사하여 시설물에 내재되어 있는 위험요인을 조사하는 행위를 말하며, 정밀안전진단이란 시설물의 물리적·기능적 결함을 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 취하기 위하여 구조적 안전성과 결함의 원인 등을 조사·측정·평가하여 보수·보강 등의 방법을 제시하는 행위를 말한다.

7.3.2 정기안전점검

정기안전점검은 육안 및 망원경, 거울 등의 보조기구를 사용하여 점검자가 도보로 접근 가능한 교량의 상부와 하부의 전반적인 외관형태를 관찰하여 중대한 결함을 발견할 수 있도록 세심한 외관 조사 수준으로 한다.

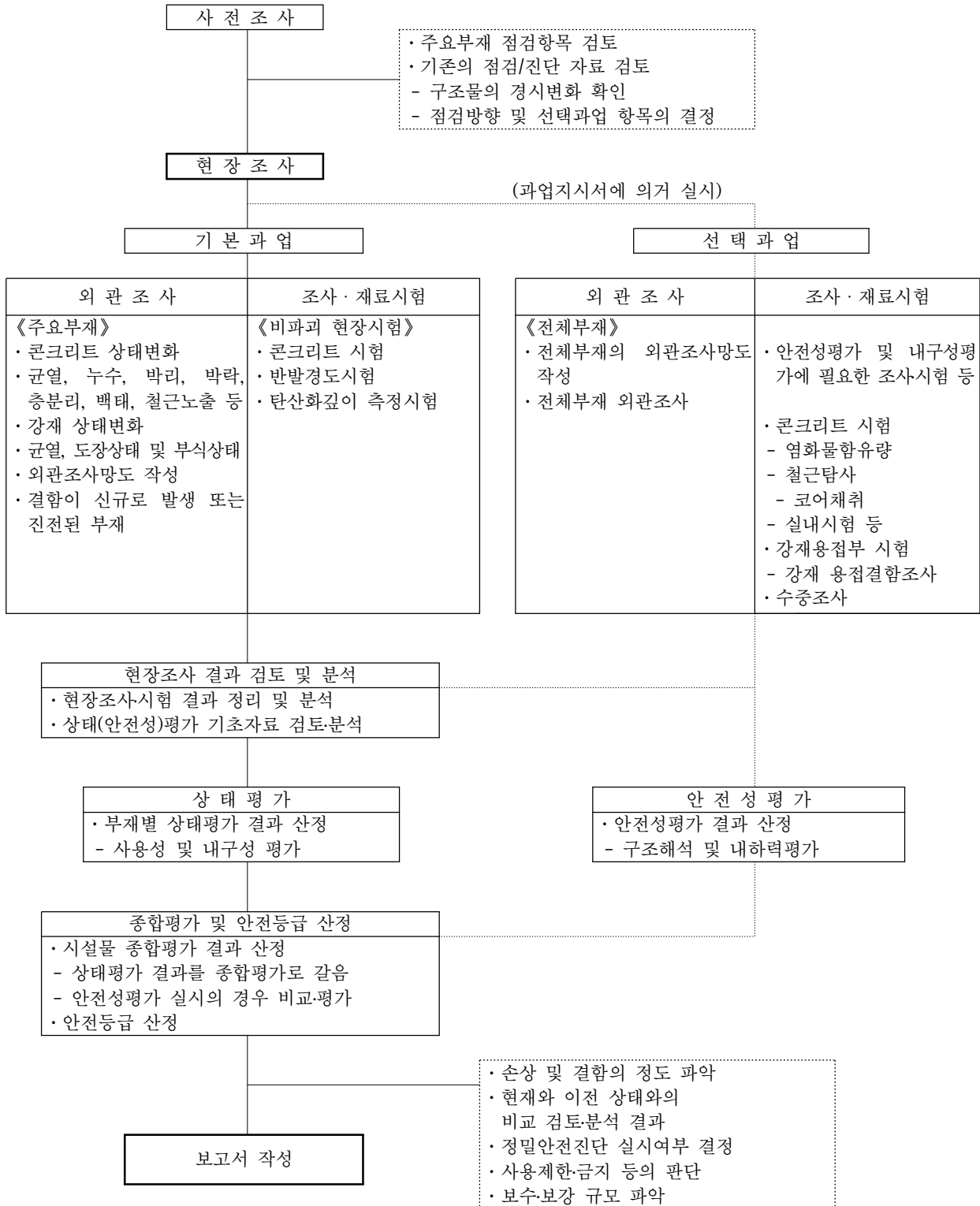
정기안전점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시사용 포함)로부터 반기에 1회 이상 실시하여야 하며 정밀안전점검, 긴급점검 및 정밀안전진단의 실시기간과 중복되는 경우에는 생략한다.



【그림 I -7.15】 정기안전점검 흐름도

7.3.3 정밀안전점검

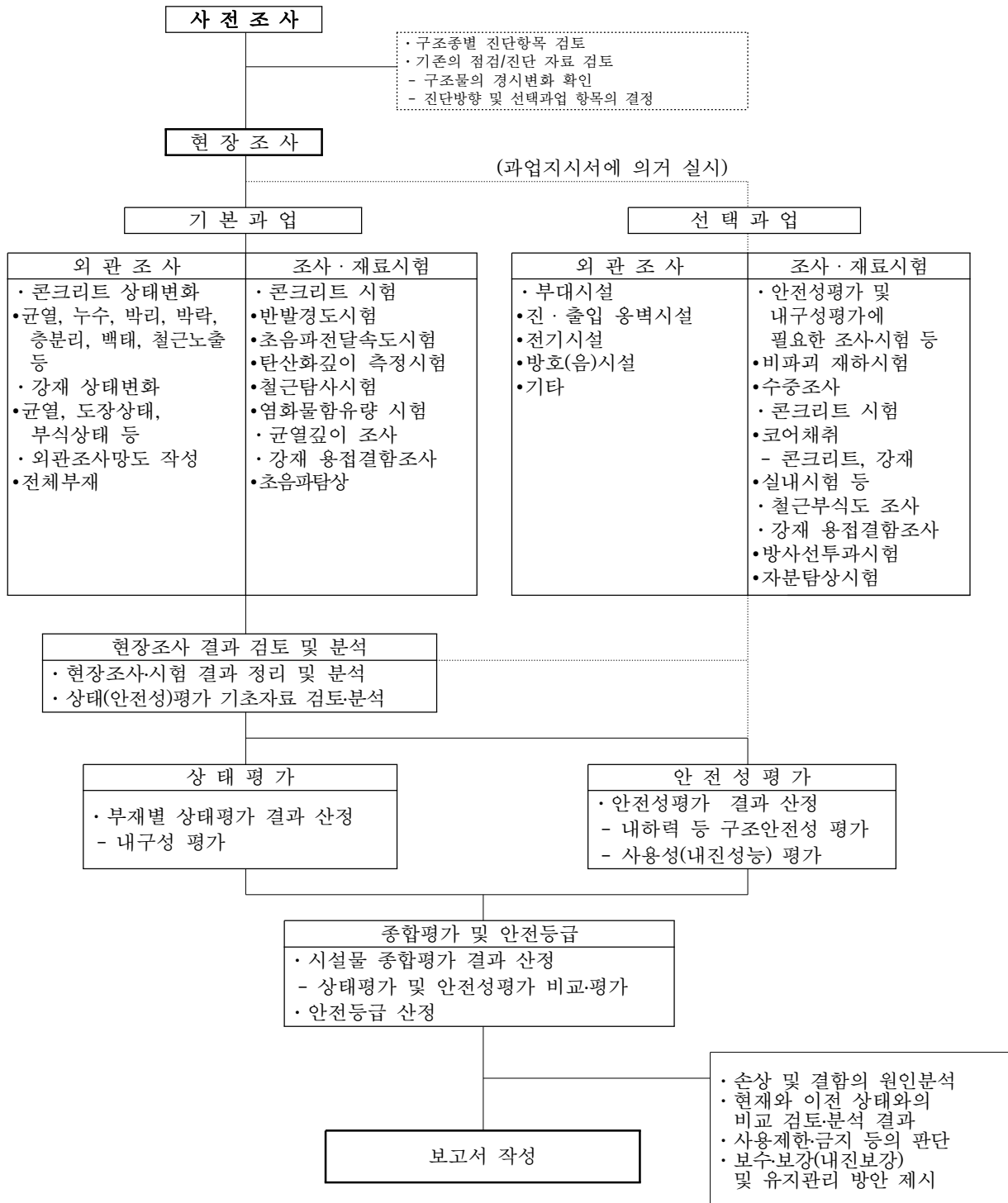
정밀안전점검은 교량의 물리적, 기능적 상태를 판단하고 최초 또는 이전에 기록된 상태로 부터의 변화를 확인하며 현재의 사용조건을 만족시키고 있는지를 확인하기 위한 점검이다.



【그림 I -7.16】 정밀안전점검 흐름도

7.3.4 정밀안전진단

정밀안전진단은 영 제10조에 따른 1종 시설물을 기준으로 산정하여 10년이 지난 때부터 1년 이내에 실시 완료하여야 한다. 다만, 시설물의 특성상 정밀안전진단이 1년 이상 소요되는 시설물은 국토해양부장관과 협의하여 실시 완료하여야 한다.



【그림 I -7.17】 정밀안전진단 흐름도

7.4 보수·보강개소 유지관리 방안

7.4.1 개요

보수·보강후의 콘크리트 구조물에 대해서는 시공된 보수·보강공법의 성능을 고려해서 유지관리계획을 설정하고 이에 기초해서 적절한 유지관리를 실시하지 않는다. 보수·보강전의 콘크리트 구조물에 대해서 이미 유지관리계획이 설정되어 있는 경우에는 이 계획과 보수·보강 후의 콘크리트 구조물의 상황을 비교·검토하고, 계획에 실용상의 지장이 있는 것으로 판단된 경우에는 점검강화, 유지관리구분의 재검토를 포함하고, 새로운 유지관리계획을 책정할 필요가 있다.

보수·보강후에는 재료검사, 시공완성 후 검사 및 보수·보강부재의 품질, 성능이 시간경과에 따라 소정의 효과를 발휘하는지 추적점검을 확인하여야 한다.

보수·보강을 위한 검사요령은 다음과 같은 수서로 진행하도록 한다.

- ① 각 보수·보강 시공단계에서 검사항목을 설정
- ② 검사내용과 방법을 설정
- ③ 검사수량을 설정
- ④ 기준(규격)값을 설정, 판정

7.4.2 보수·보강개소별 유지관리 방안

가. 보수·보강공사의 품질관리 절차

1) 품질보증

보수·보강공사에 앞서 공사관리 자격이 있는 공사관리자와 보수·보강재료의 품질을 확인한다.

① 자격요건 관리

- 작업기간 동안 공사관리 자격이 있는 공사관리자를 상시 배치한다.
- 보수·보강공사를 직접 수행하는 자의 자격여부를 확인한 후 공사를 시작한다.

② 재료 품질관리

- 보수·보강재료는 시방서가 요구하는 일반요건을 만족시키는 것을 사용한다.
- 제조사로부터 받은 각각의 제품에 대한 자료를 상시 비치한다.
- 제품은 제조사의 취급설명서에 따라 취급, 운반한다.
- 사용기가 손상, 개방된 재료는 사용치 않는다.
- 시공시 취급상 주의사항을 준수한다.

2) 제출물

품질보증을 받을 수 있는 자료를 제출하여야 한다.

① 자격요건에 관한 증빙서류(시험 시공 착수 전 제출)

② 기술자료

· 재료의 검정을 위해 재료의 견본과 기술자료 및 사용법을 발주자 대리인에게 제출한다.

3) 사용재료 선택

사용재료는 품질이 보증된 재료에 한해서 사용한다.

4) 장비 선택

사용장비는 상세한 기술자료를 공사관리자에게 제출하여 보수공사 일반시방서 및 관련 규정에 적합하고 품질보증이 된 장비를 사용한다.

5) 시공

① 관련시방서에 따라 공사가 진행되는지 공사관리자는 확인한다.

② 공사 현장과 그 주변 지역은 매일 작업 후 청소하여 깨끗이 유지한다.

6) 현장품질시험

보수·보강효과를 확인할 수 있는 적절한 품질시험을 수행한다.

① 보수·보강공사 완료후 공사관리자가 지정하는 개소의 시료를 채취하여 제출하여야 한다.

② 시료채취시 구조물에 손상을 최소화 할 수 있는 위치를 선정하여 채취한다.

나. 보수·보강평가

보수·보강의 평가는 보수·보강 공사중이나 종료시의 보수·보강이 보수·보강 설계대로 행하여졌는가의 여부에 대해 수행한다. 또한 보수·보강공사 완료 후, 필요에 따라서 평가 기준을 적용하여 보수·보강효과의 확인을 하여야 한다.

보수·보강공사를 완료하고 난 후 보수·보강이 소정의 목적을 달성하였는가의 확인 및 평가는 누수와 같은 경우에는 비교적 용이하다. 그러나 내구성 등을 목적으로 한 균열보수의 경우에는 보수효과의 확인을 위한 평가가 쉬운 것은 아니므로 작업 과정에서 계획서대로 보수·보강공사가 제대로 이루어졌는지 철저한 관리가 우선 필요하며, 보수후 일정 수량의 코어를 채취하여 평가를 수행하고, 주로 보수 후 점검시 육안과 점검장비를 이용한 조사로도 평가가 가능하다.

또한 보수·보강공사가 완료되었을 시에는 균열조사에 의해 얻은 기록, 원인추정과 보수·보강 필요여부 판정의 경위, 보수·보강설계서, 보수·보강공사기록 등의 각종 자료를 정리하여 유지관리에 활용하여야 한다.

1) 균열보수

① 평가기준

- 강도와 강성에 관한 기준
 - 균열부에 서로 다른 깊이로 에폭시 주입을 하여 보수한 단면의 코어를 채취하여 할렬 인장강도 시험을 수행한 결과, 균열깊이의 80% 주입만으로도 거의 완전한 주입 효과를 나타낼 수 있다고 보고되었다. 즉, 강도 및 강성에 대해서는 최소한 균열 깊이의 80% 이상 주입을 권장한다.
- 투수성에 관한 기준
 - 보수된 균열은 사용중상태에서 물이나 기타 액체에 의한 투수성 평가를 해야 한다. 완전한 방수를 확보하기 위해서는 균열이 100% 채워져야 한다. 한편 물과 기타 액체의 삼투압이 적은 경우에는 95%이상의 충전이 적당하다. ACI 228.2R에 물의 삼투압 시험에 의한 보수효과의 확인을 제시하고 있다.
 - 일반적으로 이미 누수가 발생하고 있는 구조물의 방수보수는 용이하지 않다. 완전하게 누수를 방지할 수 있는 확률도 낮다.
- 미관에 관한 기준
 - 보수는 기존 콘크리트와 어울리게 해야 한다. 특히 균열과 철근노출 및 녹물 오염 등의 미관을 손상시키는 증상을 회복하고, 구조물의 기능성(미관)을 회복하여야 한다.

② 평가방법

- 보수공사에 대한 평가는 시공중 및 시공후에도 수행하여야 한다.
- 시공중에는 각 단계에서 적절한 방법에 따라 시공관리를 하고, 소정의 품질이 얻어지고 있는 것을 확인해야 한다. 예를 들면, 표면도포제의 시공 등은 얼룩, 흘림, 칠하다 남은 곳 등이 없는지 확인하고, 이 같은 불량인 경우는 바로 재도포를 실시하지 않으면 안된다.
- 시공후에는 확실한 보수·보강이 실시되고 있는 것을 적절한 방법에 의해 검사하지 않으면 안된다. 시공후에 실시하는 조사결과는 시공불량의 판정뿐만 아니고, 그 후 구조물의 유지관리 시 초기값으로도 이용할 수 있기 때문에, 이후의 유지관리에 유효한 것으로 판단되는 정보는 검사시에 가능한 한 취득해 두는 것이 좋다. 검사 시 불량이 확인된 경우에는 그 원인을 명확하게 하고, 그에 따르는 조치를 하지 않으면 안된다.
- 보수공사 후 평가는 대규모의 보수공사 혹은 특별히 중요한 보수공사의 경우에는 구조상 문제가 되지 않는 부위에서 작은 지름의 코어를 채취하여 보수효과의 확인을 실시하는 것이 좋다.

- 코어 채취에 의한 평가

- 주입 및 부착재료의 침투깊이 및 주입효과 등은 균열의 보수부를 포함하는 코아시료의 채취에 의해 평가한다. 시료는 다이아몬드 끝날을 사용하는 건식 또는 습식드릴에 의해 채취에 의해 평가한다. 사후 보수 평가의 책임 기술자는 코어 채취 위치나 시편의 수를 결정해야 한다. 고려해야할 사항으로는 구조물 유형(보, 슬래브, 벽체), 구조부재의 크기, 보수부재의 크기, 보수의 성격(구조적, 비구조적), 그리고 품질의 보증 정도 등이 있다.

- 육안에 의한 주입효과 평가 : 채취한 코어로부터 육안관찰에 의해 주입효과를 평가할 수 있다.

- 실내시험에 의한 평가

- a. 경사전단시험 : 재료성능을 평가하기 위해서 일반적으로 이용되고 있다.
- b. 직접전단시험 : 보수재료와 기존구조물 사이의 부착강도를 측정한다.
- c. 일축 인장시험 : 인장부착강도를 측정하는 시험방법이다.

- 비파괴시험에 의한 평가

- 비파괴검사법은 평가되는 구조물의 크기가 크거나, 다른 기법을 실행할 수 없는 경우 구조적 부재를 평가하기 위해 사용된다.

- 초음파 시험

초음파 속도시험은 콘크리트를 통하여 발신자로부터 수신자까지 도달하는데 걸리는 시간을 기록하며, 초음파 시험을 사용하여 개별 균열에서 접착 재료의 침투깊이를 측정하는 것은 매우 어렵다. 이 방법은 크랙이 전부 채워졌는지 부분적으로 채워졌는지, 상당히 채워졌는 지간에 보수의 전체적인 품질을 평가하는데 유용하다. 효과적인 시험을 위해서는 시험이 보수 직전과 직후에 수행되어야 한다.

- 현장 부착강도 시험에 의한 평가

- 덧씌우기나 표면접착제의 부착강도는 인발시험과 같은 현장시험으로 판정할 수 있다. 유효한 현장시험중의 하나는 두 층 사이의 부착력을 측정하는 박리시험이다. 이 시험은 두 층을 커팅한 다음 시험기에 의해 인장파괴가 생길 때까지 인장하중을 걸어 그 파괴양상으로 평가한다.

2) 단면보수(표면처리) 및 단면복원

단면보수(표면처리)공법에서 경제적이며 효과적인 보수를 하기 위해서는 보수에 의해 표면으로부터의 내구성을 저하시키는 요인(탄산화, 염화물이온 등)의 침입을 차단시켜 철근의 부식을 방지하는 것이 중요하다. 결국 보수공사에 대한 합격판정의 기준은 손상된 콘크리트 완전제거, 철근의 방청처리, 보수재는 소요의 강도를 가지고, 기존 콘크리트와의 부착이 양호하고, 타설후의 경화 또는 건조수축이 작은 것이라야 한다.

3) 누수보수

누수 보수공사에 대한 합격판정의 기준은 수밀성의 확보에 있으며, 육안조사로 판단하는 방법이 신뢰성이 높다. 일반적으로 누수는 부재를 관통하는 균열, 수밀성 부족부, 시공이음부 등에서 발생하는데, 이미 누수가 발생하고 있는 구조물의 방수보수는 용이하지 않다. 완전하게 누수를 방지할 수 있는 확률도 낮다. 이런 경우 균열보수와 표면처리공법을 병용하는 것이 바람직하고, 누수의 정도, 구조물의 열화도와 환경조건을 고려해서 그 조합을 선택할 필요가 있다.

4) 보강공법

보강공법에 대한 합격기준은 보강공사 완료후에 구조적으로 부족한 콘크리트구조물의 내하력 복원되었는가이다.

지중구조물의 경우 보강공사후 보강효과는 직접적으로 측정할 수 없으므로, 정밀 육안조사를 실시하여 균열 등의 추가손상이 조사되지 않는다면, 그것으로 필요로 하는 보강이 이루어진 것으로 판단해도 좋다. 단, 유지관리시 주기적인 점검을 실시하여 보강상태의 확인이 필요하다.

다. 공사관련 서류 인계 및 관리

- 1) 공사 완료후 시설물관리에 필요한 자료인 준공도면, 구조계산서, 특별시방서 등을 관리주체에 모두 인계하여야 한다.
- 2) 관리주체는 인계 받은 자료를 보관하여야 한다.
- 3) 세부적인 사항은 “7.2.4 자료의 관리방안”을 참조한다.

라. 보수·보강개소별 유지관리방안

항 목	유지관리방안	비 고
보강부	· 외관상태, 점검망치 활용, 인발부착강도 시험 · 보강부 주변 추가손상 조사	
균열부	· 균열폭에 따른 주입간격 준수 · 중력의 영향을 크게 받는 상부구조물(슬래브, 거더)는 보수시 주입압력의 상향 등의 조치 필요 · 보수후 추가균열 발생시기 조사(추후 재균열 발생여부 판단)	
누수부	· 중력의 영향을 크게 받는 상부구조물(슬래브, 거더) 주입제의 탈락에 대한 조사가 필요 · 누수에 대한 원인을 판단하여 적절한 보수 실시	
단면손상부	· 철근노출부위는 방청처리 필수 · 외관상태, 점검망치 활용으로 보수부 상태확인	