

1.6 보수·보강 및 유지관리방안

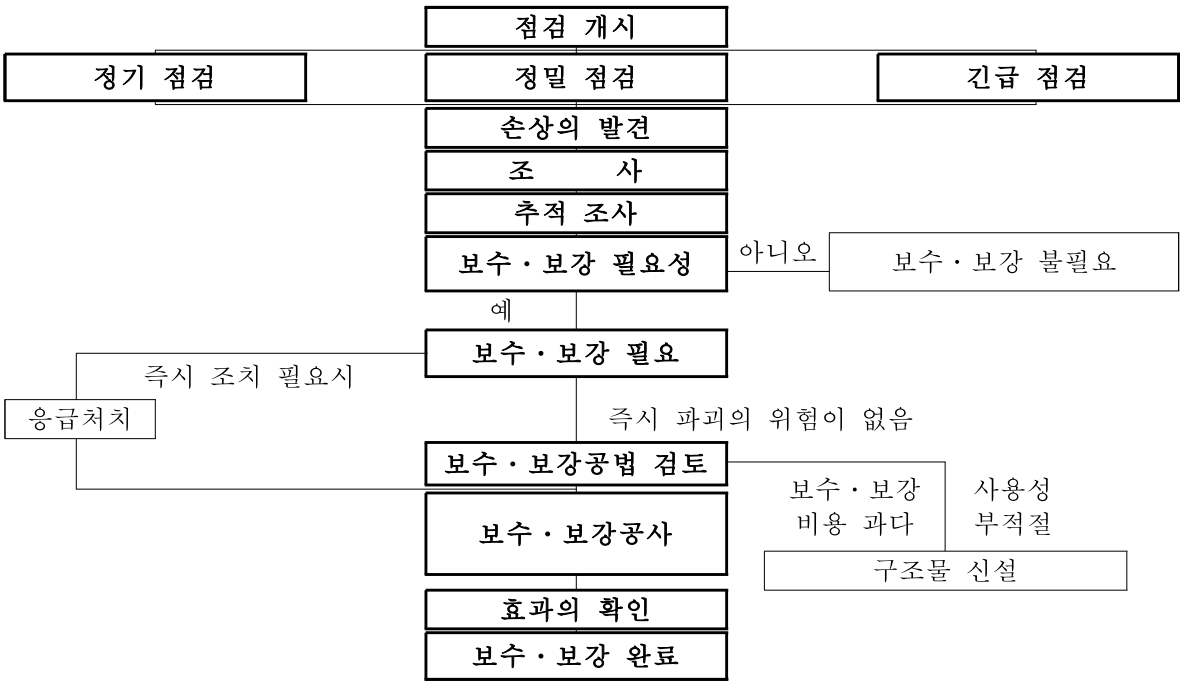
1.6.1 개요

본 구조물에 필요한 보수·보강의 우선순위는 손상 및 결함의 종류, 성상 및 원인 등을 고려하여, 보수의 완급성을 판단하여 다음과 같이 정하였다.

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

가. 선정 시 고려사항

보수·보강 방안 선정의 요건	보수·보강 재료 및 공법 선정시 고려사항
	내구성능 내하성능 충분한 내구성 확보가 가능한 보수 방안 충분한 내하력 확보가 가능한 보강 방안
	환경친화 유해환경요소를 발생시키지 않는 방안 화재 등 재해의 피해를 최소화 할 수 있는 방안 미관이 양호한 방안
	시공성 시공성의 제약요소를 최소화 할 수 있는 방안 시공이 간단한 방안 보수·보강 품질이 확실한 방안
	경제성 경제적으로 유리한 방안 공기를 단축시킬 수 있는 방안 주변 민원발생을 최소화 할 수 있는 방안



<그림 1.6.1>보수·보강의 업무 흐름도

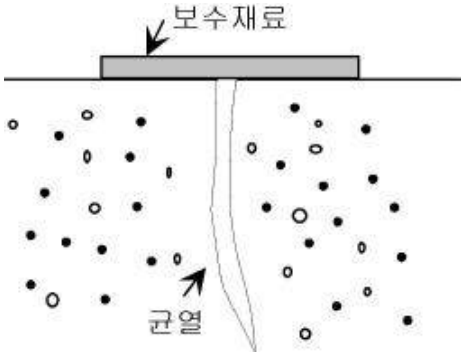
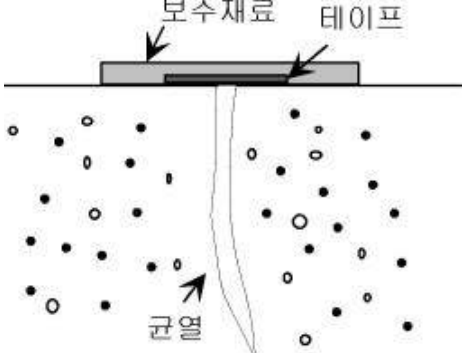
나. 보수·보강 공법상세

1) 균열 보수공법

① 표면처리공법 / 백태보수공법

공법개요	표면처리공법은 미세한 균열(폭 0.2mm이하)위에 도막을 형성하여, 방수성, 내구성을 향상시킬 목적으로 사용하며, 균열부분만을 피복하는 방법과 전면을 피복하는 방법이 있음
------	---

보수개념도

비 진행성 균열	진행성 균열
	

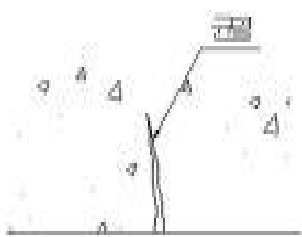
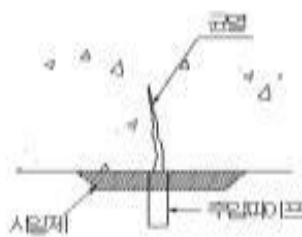
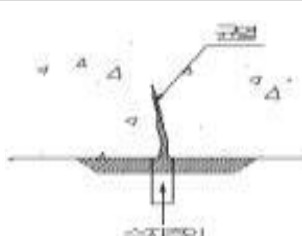
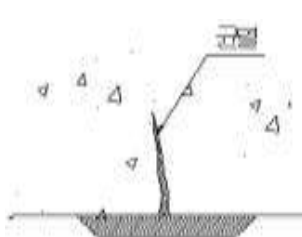
시공순서



② 주입공법

공법개요	주입공법은 균열에 수지계 또는 시멘트계의 재료를 주입하여 방수성, 내구성을 향상시키는 공법으로, 마감재가 콘크리트 모체로부터 들떠 있는 경우에도 적용할 수 있음
------	---

보수개념도

시공순서	시공상세	
보수범위 확인		• 바탕처리 : 균열면에 유리석회 및 먼지제거
균열부위 청소		• 주입파이프설치 및 쉐링 : 주입파이프 사이의 균열부분에 쉐링후 1~2일 양생
주입용 파이프 설치		• 수지주입 : 수동식, 유압식, 자동식 주입법 등으로 주입
균열면 쉐링		• 주입파이프 철거 및 표면마무리
주 입		
파이프, 쉐링재 제거		
모르터 미장마감		

주입용수지의 요구선능

- 1) 장시간의 보관에도 재료성질 변화가 없을 것
- 2) 균열폭의 크기에 따라 점도의 조정이 용이할 것
- 3) 사용시 기온에 대해 사용기간을 용이하게 조절할 수 있을 것
- 4) 주입후 상온에 경화될 수 있을 것
- 5) 경화시 수축이 작을 것

<표 1.6.1>균열폭에 알맞은 수지의 점도

형 상		점도(20°C, cp)	주입 가능한 균열 폭
액 상	저점도	500±200	0.1mm 전후
	고점도	1,500±500	0.2mm 전후
Gel 상태		6,000±1,000	0.5~5.0mm 전후

<표 1.6.2>에폭시계 수지의 규격

시험항목	시험방법	시험조건	단 위	실링 및 퍼티용 규격치	주입용 규격치
비 중	KS M 3015	20° C 7일간		1.7±0.2	1.2±0.2
사용가능시간	온도상승법	20° C	분	60이상	30이상
점 도	JIS K 6838	"	CPS	-	5,000이하
압축항복강도	KS M 3015	20° C 7일간	kgf/cm ²	600이상	600이상
휨강도	"	"	"	350이상	400이상
인장강도	"	"	"	200이상	200이상
압축탄성계수	ASTM D 695	"	"	(1.0~6.0)×10	(1.0~6.0)×10
인장전단강도	KS M 3722	"		100이상	100이상
충격강도	KS M 3015	"	kgf·cm/cm ²	1.5이상	3.0이상
경 도	ASTM D 2240	"	shore	80이상	80이상

※“콘크리트교량의 보수·보강관련 신기술 및 표준품셈 공법편람, 국토해양부, 2002.4”

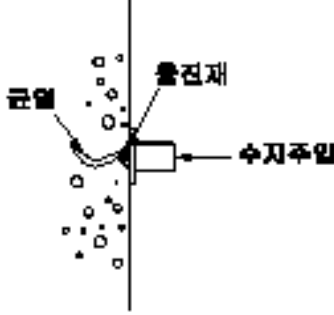
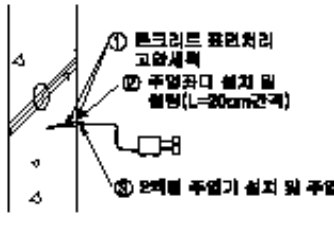
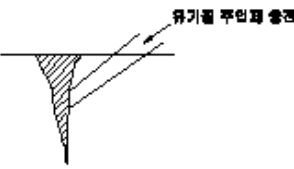
주입공법의 종류

균열 주입공법에는 압입식과 흡입식이 있다. 압입식 주입공법에는 수동식, 기계식, 저압·저속식 주입 및 자동주입식 기계주입공법이 있으며, 이 중 저압·저속식 주입은 주입량 파악이 쉽고 균열 구석까지 주입할 수 있는 특징이 있어 유리

압 입 식	• 수동식 주입 : 인력 • 기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식 • 저압/저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 입력
-------	---

③ 공법비교안

<표 1.6.3>균열주입공법 비교안

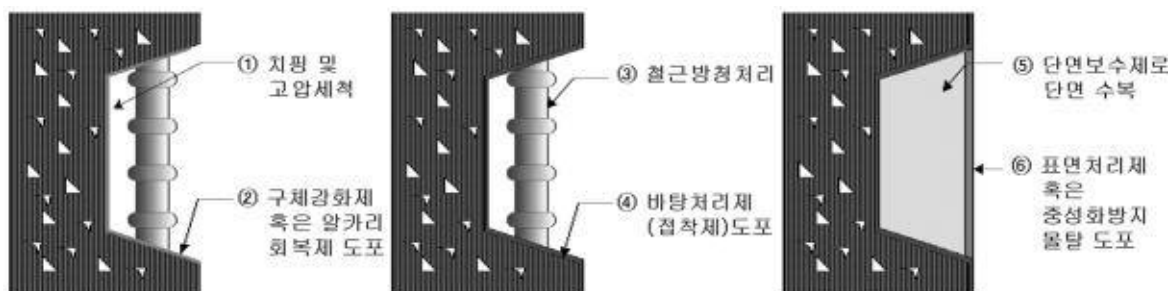
공 종 보수공법	제 1 안	제 2 안	제 3 안
	에폭시수지 주입공법	무기계 슬러리 주입공법	유기질계 충전공법
개 요 도			
공법개요	- 가장 일반적인 공법으로 무기질 재료인 에폭시계 수지를 주입기를 통해 주입하는 공법 - 기존의 에폭시 주입공법을 개량시킨 저점도에폭시 수지를 특수주입기를 사용하여 미세 부위까지 주입하는 공법	콘크리트 균열부에 유기계+무기계 재료인 수성에폭시를 주입기를 통해 주입하는 공법	균열 부위를 V-Cut 한 후 유기질계 재료를 충전하는 공법
시공방법	- Con'c 표면청소 → 주입기, 패카설치 → U&V호 주입 → 패카제거 → 균열부위 V컷트 → 접착력강화 → V컷트 부위 충전	표면처리 → U Cutting → 주입기 설치 → 균열부 썰링 → RF슬러리 주입 → 단면복구	드릴로 천공 → 팩커 삽입 → 폴리머시멘트 주입 → 단면복구 → 마무리 청소
장 점	- 공사비 저렴 - 시공성 용이 - 시공실적 다수	- 모체와 탄성계수, 열팽창 계수가 동일하여 재균열 발생 가능성이 작음 - 모체와 일체화 가능 - 습윤면 시공이 가능	- 인장 및 휨강도 우수 - 시공성 및 부착성 우수
단 점	전문 기능공 필요	- 유기계에 비해 접착강도가 떨어짐 - 경화속도가유기계에 비해 지연됨 - 균열폭이 0.5mm 이상에 대해서만 주입가능	- 기존 콘크리트와 물리적 성질이 달라 온도 및 하중 변화에 의해 재균열 발생 가능성이 있음 - 인체에 다소 유해함
경 제 성	56,000 원/m ²	112,000 원/m ²	89,000 원/m ²

2) 단면복구공법

① 단면복구공법 개요

공법개요	단면복구공법은 콘크리트 구체에 발생 재료분리, 철근노출, 박리·박락, 표면열화 등의 손상부위를 제거하고, 철근의 부식이 진행된 경우에는 방청처리를 실시한 후 적절한 보수재료를 통하여 제거된 단면을 원래대로 복구하는 공법
------	--

보수개념도



시공순서

열화부 제거, 치핑

구체강화제 도포
(혹은 알칼리회복제 도포)

철근 녹제거 및 방청처리

신구콘크리트 접착제 도포

모르터 수복(단면복원)

미장 및 마감

마무리

보수전 조사항목

- 내부 철근의 부식상태
- 콘크리트의 열화 및 중성화 상태
- 균열의 발생/진전상태
- 염화물 함유량

시공사례



② 단면복구공법 재료비교

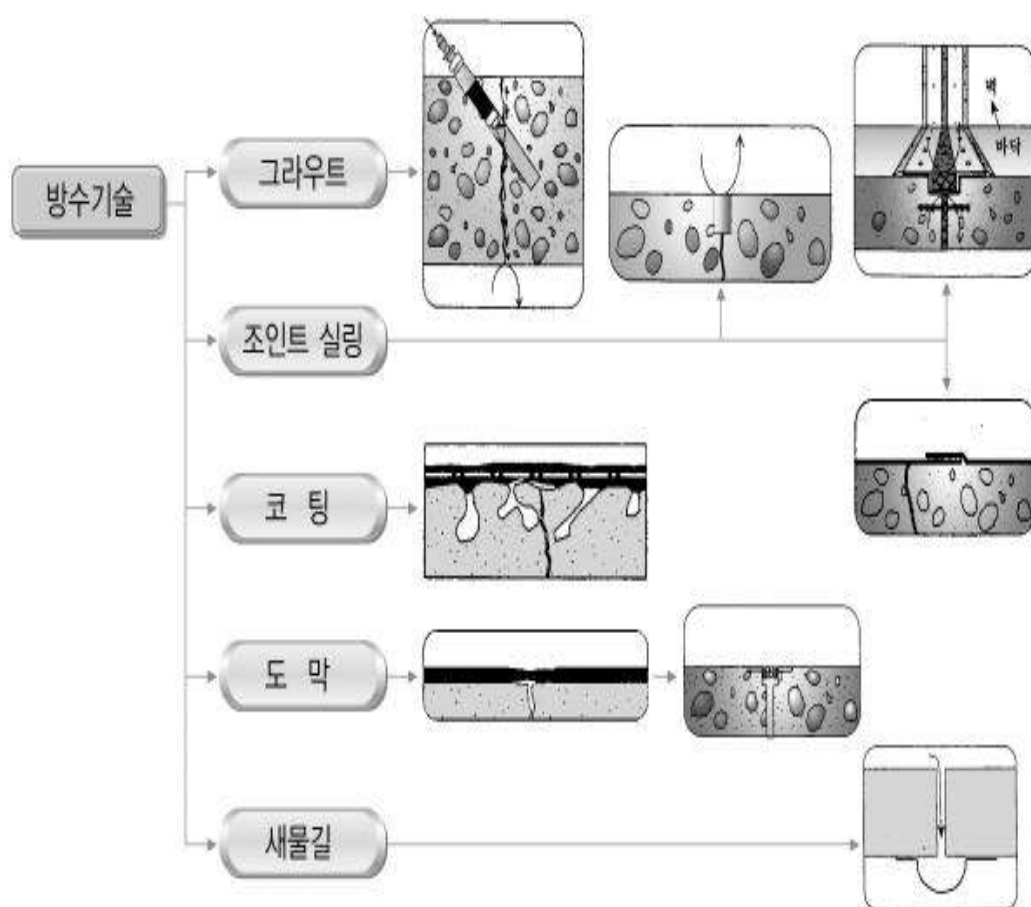
<표 1.6.4> 단면복구공법 재료비교

구 분	폴리머시멘트 모르터 공법	에폭시수지 모르터 공법
개 요 도		
공법개요	콘크리트 손상부위 및 철근 부식부를 제거하고 콘크리트 보호제를 도포한 후 철근을 방청하고 무기계인 폴리머시멘트 모르터로 단면을 복구한 후 무기계 마감재로 마감하는 공법	콘크리트 손상부위 및 철근의 부식을 제거하고 접착제를 도포한 후 철근을 방청하고 유기계인 에폭시수지 모르터로 단면을 복구한 후 유기계 마감재로 마감하는 공법
시공방법	치핑/고압수 세척 → 철근의 부식제거 → 콘크리트 보호제(침투성) 도포 → 철근 방청제 도포 → 폴리머시멘트 모르터로 단면복구 → 마감재(무기계) 도포	치핑/고압수 세척 → 철근의 부식제거 → 프라이머(접착제) 도포 → 에폭시수지 모르터로 단면복구 → 마감재(유기계) 도포
장 점	- 철근의 방청효과가 우수하고 재부식 확률이 없음 - 철근 노출부 보수에 일괄적인 공정에 대한 재료 및 시방확보 - 폴리머시멘트의 사용으로 콘크리트 중성화 방지 효과가 우수함 - 수용성인 무기계 재료의 사용으로 습윤 지역 시공이 가능함	- 인장, 휨강도가 콘크리트보다 우수함 - 재료 자체의 접착성 및 내마모성이 우수함 - 경화시간이 빠름
단 점	- 일반적으로 한번의 시공두께가 얇기 때문에 목표두께가 두꺼울 경우 공정이 증가함 - 보통 형식의 것은 경화시간이 늦고 공기가 길어짐	- 방청효과가 확실하지 않음 - 유기계 재료로서 통기성이 없으므로 재부식 발생 우려 - 습기가 있는 부분에서는 접착력이 떨어지며 품질관리가 어려움

3) 누수보수공법

① 누수보수공법 개요

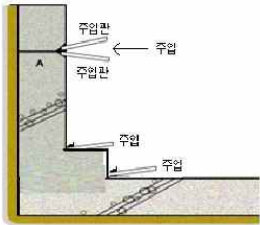
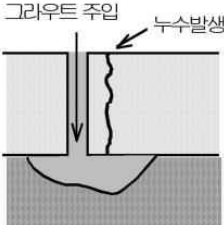
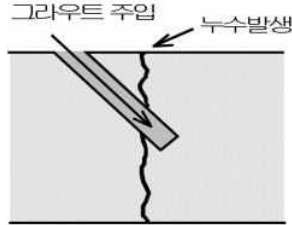
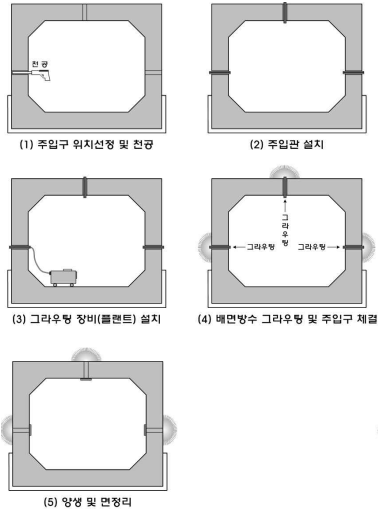
- 콘크리트의 누수는 구조물의 기능장애와 열화의 원인이 되므로, 누수방지 및 방수대책을 수립할 경우에는 가능한 모든 인자들을 고려하여 공법을 선정하는 것이 중요하다. 기존 구조물의 누수방지공법에는 주입공법(Injection 및 Grouting), 줄눈실링공법(Joint Sealing), 쉬트식방수공법, 도막식방수공법, 침투식방수공법, 시멘트방수공법 등이 있다.
- 시공이음, 줄눈 등과 같이 구조물의 수축·팽창 작용에 의하여 누수발생이 필연적인 부분의 경우 일부 누수를 허용하여 유도배수를 시행하는 방법도 있다.



<그림 1.6.2> 누수부 보수 개념도

② 누수보수공법 비교

<표 1.6.5> 누수보수공법 비교

구분	전면 주입공법	배면 주입공법	충전 주입공법
개요도			
공법개요	누수부위의 크고 작음에 관계없이 누수위치가 확실한 경우 적용되는 보수공법	누수면적이 넓으면서 누수위치가 불분명하고 산발적인 경우 적용되는 보수공법	수밀치 못한 콘크리트 구조물의 표면에 부분적으로 스며든 누수에 대한 보수공법
사용재료	우레탄 겔 및 기포, 친수성 아크릴레이트, 에폭시, 친수성 초미세시멘트 등	시멘트 모르타, 우레탄, 에폭시 등	우레탄 겔 및 기포, 친수성 아크릴레이트, 에폭시, 친수성 초미세시멘트 등
시공순서			
적용부위	• 균열, 공극, 이음부 부위	• 보호벽돌과 구조물 공간 • 토사와 구조물의 경계면 부위	• 누수위치가 확실한 국부적인 포인트를 보수 할 때 • 콘크리트의 파취가 곤란한 부위 • 구체의 두께가 두텁고 공극 혹은 균열이 망상으로 발생한 부위 • 누수발생부위 중 시간이 오래 경과되어 석회분이 흘러내려 백화현상이 심한 부위

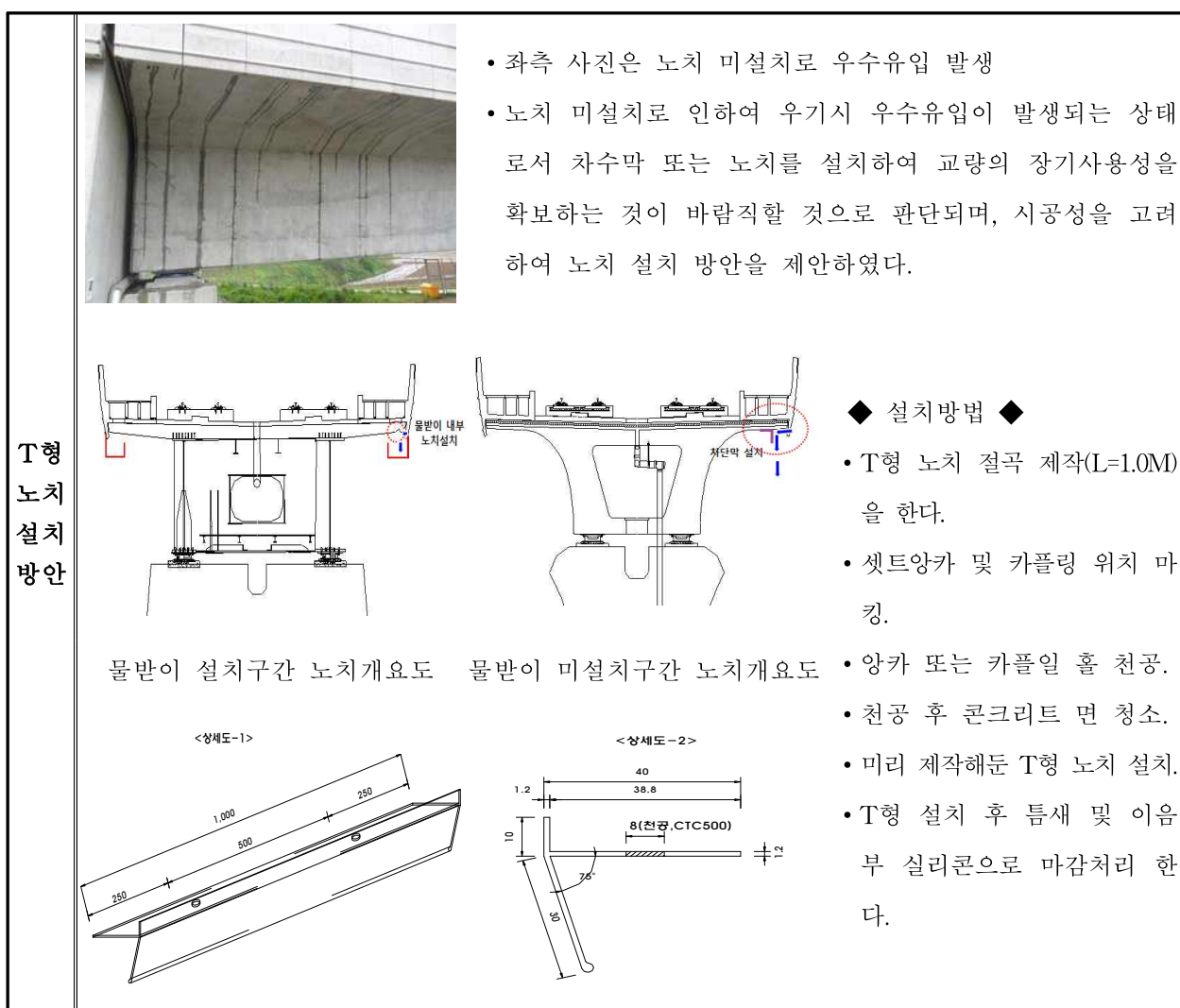
4) 노치설치방안

① 개요

노치 미설치로 인한 우수유입이 전교량에서 확인되어 장기간 방치시 강재 단면손상 및 받침부식 등이 발생할 우려가 있으므로 노치를 설치하여 내부로 우수유입을 차단하는 방안을 제시하였다.

② 설치방안

캔틸레버측 우수 유입으로 인한 하부구조물의 손상을 억제하기 위한 노치 설치 방안 개요도를 아래에 제시하였다.



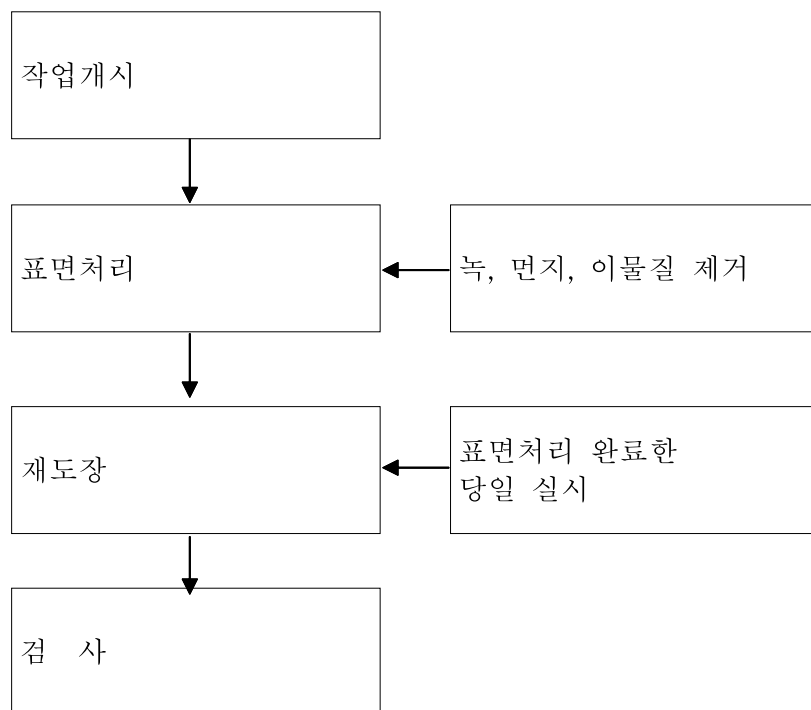
<그림 1.6.3>T형 노치 설치방안 개요도

5) 도장보수공법

① 개요

부식에 의한 결함이 발생한 부재에 대해서 녹에 의한 부식이 그 이상 진행하지 않도록 녹 및 이물질을 제거한 후 중방식도장을 실시하는 공법이다.

② 시공방법



<그림 1.6.4>도장보수 공법 순서도

③ 시공상세 및 유의사항

- 동력공구 및 수공구(와이어브러쉬, 샌트 페이퍼)로 표면처리한다.
- 구 도장계에 대한 확인 및 확실한 표면처리를 실시한다.
- 표면처리 후 분무기 또는 붓을 이용하여 재도장 실시한다.
- 표면처리 후 같은 날 하지도장을 실시한다(결로 및 이물질 등의 영향).
- 도료의 칠 중복은 충분히 건조한 후에 실시하고 대기온도 및 칠표면의 온도가 5℃ 이상이어야 한다.
- 표면처리 후 당일 도장을 수행하지 못한 부분은 다시 표면처리 후 도장한다.
- 폐쇄된 개소에서의 작업시에는 통풍 및 조명등의 환경여건과 안전작업에 대한 대책을 수립한 후에 실시한다.

④ 도장공법비교

<표 1.6.6>도장공법 비교

공 법	염화고무계도료 (일반중방식)	에폭시계 도료	세라믹계 도료	중방식 금속혼합물피막
시공순서	· 표면처리 · 무기질징크 하도 · 염화고무도료 (중, 상도)	· 표면처리 · 수용성 무기징크 (1, 2, 3차 도포)	· 세라믹코팅 바탕 만들기 · 무기 아연말게 · 무기 세라믹계 · 우레탄 세라믹	· 표면처리 · 1차피막 (하도) · 2차피막 (중도) · 3차피막 (상도)
장 점	· 일반적인 시공성 · 국내 적용 실적이 많음. · 건조가 빠름.	· 내약품성 · 강인한 도막, 미관성 우수 · 희생양극방식기능	· 내약품성 · 강인한 도막, 미관성 우수 · 내구성 우수	· 내열성, 내후성, 방청력, 부착력, 신율 우수 · 내마모성 우수 · 강인한 도막, 미관성 · 내약품성, 내충격성 · 희생양극방식 기능 · 내염성, 내구성 · Re-Coating이 용이 · 음용수 기준에도 적합한 친환경적 소재
단 점	· 내약품성이 나쁨. · 내구성이 짧음 · 초기접착력은 우수하나, 장기 접착력 저하(계면탈락) · 저온시 증점(점도상승, 유동성 감소) 및 겔화 현상 발생	· 공사비 고가 · 수축팽창에 대한 유연성 부족 · 자외선에 약해 변색을 일으키며, 재료의 변형 유발 · 고온에서 황변 현상 있음. · 초기접착력은 우수하나, 장기 접착력 저하(계면탈락)	· 공사비 고가 · 수축팽창에 대한 유연성(신율)부족 · 다른 재질이므로 층간 분리현상이 나타날 수 있음.	· 일반적 도료에 비해 비교적 고가 · 작업시 접착제와 금속혼합물이 잘 혼합되도록 전동믹서기를 이용하여 혼합하여야 한다 · 작업전 시공 교육 필요
검토의견	본 비교표는 다수의 도장공법 중 일부에 대하여 수록한 상태이므로 공법 및 제품은 관리주체의 선택이 필요함.			

1.7 유지관리방안

1.7.1 개요

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·보강에 까지 이르지 않도록 경제적인 유지관리를 행하여 교량의 공용수명을 연장하는 것이다. 이를 위해서는 관련자료의 보존, 점검 및 진단, 일상적 예방 유지관리 계획수립과 시행결과에 따른 조치대책 수립 등의 일련의 과정이 적절히 수행되어야 한다.

<표 1.7.1>유지관리의 기본개념

구 분			내 용
유 지 관 리	점검 · 검사		• 정기점검, 이상시 점검을 주체로 하며 이에 동반되는 관리업무
	평 가		• 점검 결과에 따라 시설의 건전도를 평가하여, 보수의 필요성을 판단하는 것
	유 지 보 수	유지	• 시설물의 물리적 노후도의 진행이나 기능저하를 허용한계 이내로 멈추게 하기 위한 행위
		보수	• 물리적·기능적으로 노후화된 시설물을 부분적으로 수리하여 원래의 기능과 구조로 회복시키는 행위
		보강	• 외력에 의하여 파손된 시설물을 부분적으로 보수하여 원래의 기능과 구조로 회복시키는 행위
갱신 · 교체			• 물리적·기능적으로 노후화된 시설물이나 이상한 외력에 의하여 파손된 시설물을 전면적으로 수리하여 원래의 기능과 구조물로 회복시키는 행위
개 량			• 당초 계획했던 기능을 능가하는 기능을 갖출 수 있는 구조로 개량하는 행위

1.7.2 유지관리 일반

가. 개 요

시설물의 유지란 건설된 시설물이 제 기능을 유지하기 위하여 정기점검, 정밀점검, 긴급점검 및 정밀안전진단을 통하여 사전에 유해요인을 제거하고, 손상된 부분을 원상 복구하여 당초 건설된 상태를 유지함과 동시에 경과시간에 따라 요구되는 시설물의 개량과 시설을 추가함으로서 이용자의 편의와 안정을 도모하기 위한 목적으로 시행하는 것이다. 시설물 유지관리는 사후유지관리와 예방 유지관리로 분류할 수 있다. 사후 유지관리는 문제가 발생된 후 보수 또는 보강하는 방식이고, 예방 유지관리는 문제발생의 징후 또는 그 원인을 사전에 발견해 적절한 조치를 취함으로써 문제발생을 예방하는 방식이다. 과거에는 보통 사후 유지관리가 대부분이었으나, 오늘날은 기술 및 장비의 발달로 예방 유지관리를 지향하고 있으며, 이를 통한 시설물의 안전성 및 사용성 확보에 그 목적이 있다.

1.7.3 유지관리 업무 및 흐름

유지관리를 효율적으로 하기 위해서는 아래의 항목에 대해 아래 그림에 따라서 수행하는 것이 바람직하다.

가. 자료관리

자료관리는 대상구조물이 처해있는 상황을 문서를 통하여 객관적으로 확인할 수 있도록 하기 위한 자료를 관리하는 업무를 말하며, 일반적으로 설계도서, 구조물대장, 보수·보강대장, 사고이력 등의 자료를 정리·관리하는 일을 말한다. 자료는 구조물의 점검, 보수·보강시마다 계속 증가하므로 수정이 편리하도록 작성되어야 하며, 이런 점에서 볼 때 관련내용을 전산화하여 관리하면 효율적이다.

일반적으로 구조물의 유지관리 시 필요한 관련 자료를 열거하면 다음과 같다.

- 1) 설계도서(시공 및 보수 도면, 구조계산서 등)
- 2) 공사내역서 및 지방서
- 3) 사진 및 시험결과
- 4) 보수·보강이력
- 5) 시설물관리대장
- 6) 사고기록, 점검 및 진단이력
- 7) 상태 및 안전성 평가기록

나. 일상관리

일상관리는 구조물의 내구적인 손상을 예방하는 차원에서 수행하는 작업을 말하는 것으로서 청소가 대표적인 경우이다. 또한 소모성 물품의 교환, 부착물의 정비 등 간단한 작업이 여기에 포함된다.

다. 점검 및 진단(예방 유지관리)

점검은 구조물의 현상을 파악하여 이상 및 손상을 조기에 발견함으로써 안전하고 원활한 기능을 확보하고 합리적인 유지관리 자료를 획득하기 위하여 실시한다. 또한 유지관리상 필요한 손상과 이상의 정도를 계속적으로 파악하기 위하여도 점검이 필요하다.

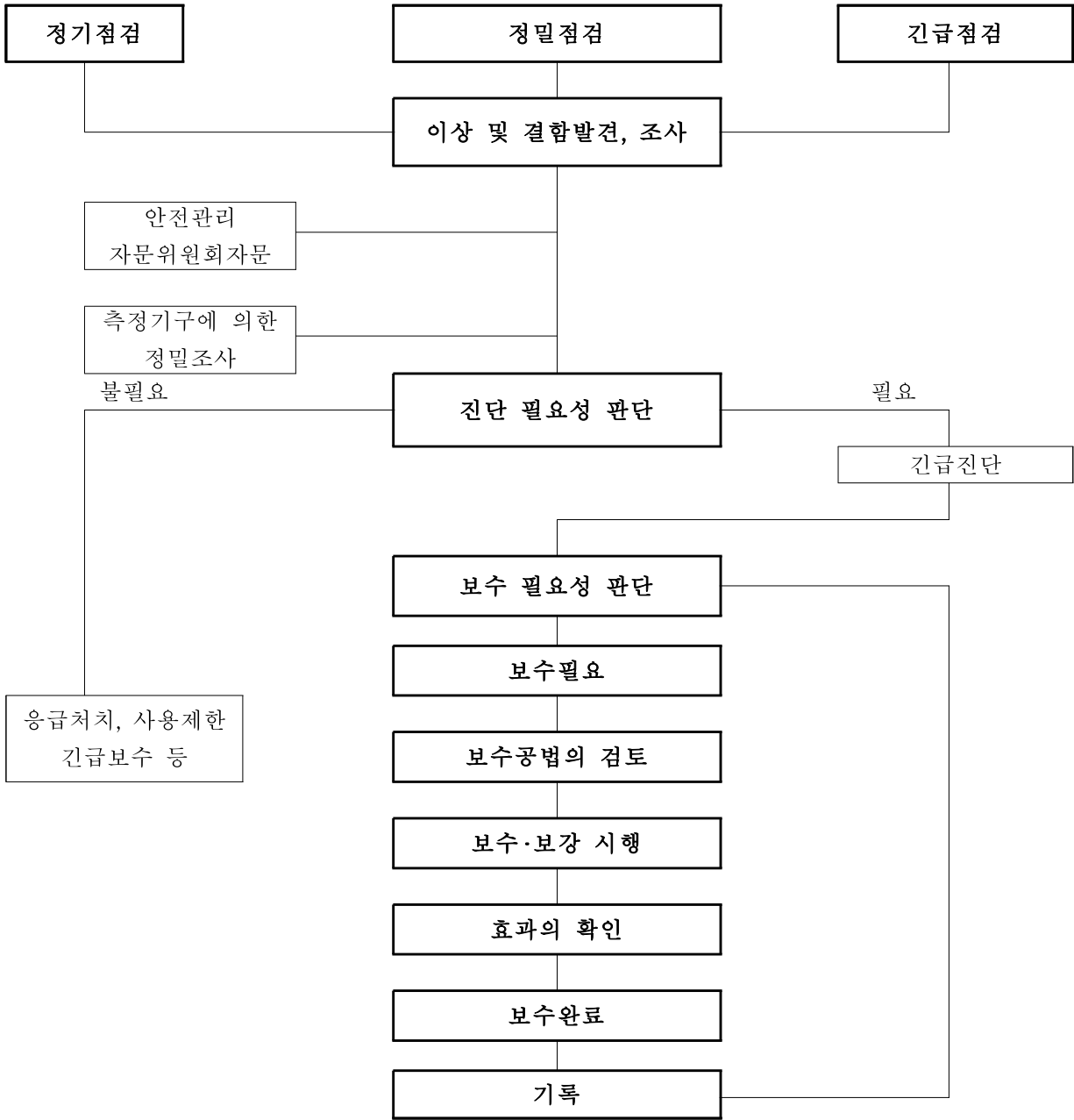
점검은 일상점검, 정기점검(초기점검 포함) 및 긴급점검으로 나누며, 점검결과 이상의 정도가 심하거나 보수·보강에 대한 필요성이 있는 경우에는 상세조사를 실시한다.

또한 위의 조사를 통하여 유지관리 담당자가 대상구조물에 대한 전문적인 조사가 필요하다고 판단될 때에는 전문가에 의한 안전진단을 실시한다.

라. 보수 및 보강(사후 유지관리)

점검이나 진단을 통하여 손상을 발견하였을 때는 손상의 원인을 정확히 파악하여 보수·보강 또는 신설이나 교체를 시행하여야 한다. 보수는 손상된 부위를 고쳐서 원래의 기능으로 회복시키는 작업을 의미하며, 보강은 현 상태의 손상방지는 물론 구조적 내하력 및 지지력을 현 상태 이상으로 향상시키는 것을 목적으로 실시하는 작업을 말한다.

효율적인 유지관리를 위한 흐름도는 다음과 같다.



<그림 1.7.1>유지관리 흐름도

1.1
1.2
1.3
1.4
1.5
1.6
1.7

유
지
관
리
방
안

1.7.4 점검주기 및 주요 조사항목

본 시설물의 공용기간 중에는 다음의 점검주기 및 주요 조사항목에 대한 지속적인 점검을 실시하여 시설물의 안전성과 내구성을 유지하여야 할 것으로 판단된다.

<표 1.7.2>점검주기 및 주요조사항목

점검종류	점검주기	주요 조사항목
정기점검	반기 1회	• 박리, 균열, 박락, 사용하중, 누수 등에 관하여 전회 점검 이후 변형, 변위 발달상태 • 손상의 지속유무 확인(누수, 균열, 변형 등)
정밀점검	안전등급에 따라 차등실시	• 설계도서 검토 • 형상검사(규격, 변위, 변형, 침하 등) • 상태검사(파열, 손상, 부식, 균열, 누수, 열화 등) • 현장시험·측정(강도, 철근, 피복, 철근부식, 중성화 등) • 전회의 정기점검 및 정밀점검 시와 비교하여 손상의 진행여부 판단 • 보수, 보강시공 상태의 확인(필요시)
긴급점검	필요시	• 손상의 정도, 보수의 긴급성, 보수작업의 규모, 주요보조부재의 내하력, 사용제한 여부 등
정밀안전진단	안전등급에 따라 차등실시	• 구조물의 노후화, 손상정도, 초기 및 점검 상태로부터의 변화 확인 • 구조해석 및 안정성 평가 • 정기점검 및 정밀점검 결과 분석

주) 정밀점검 및 정밀안전진단 실시주기(안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 국토교통부, 한국시설안전공단, 2013)

<표 1.7.3>안전등급별 시설물의 점검 및 진단주기

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

- 주) 1. 건축물에는 그 건축물의 부대시설인 옹벽과 절토사면을 포함하며, 항만시설물 중 썰물시 바닷물에 항상 잠겨있는 부분은 4년에 1회 이상 정밀점검을 하여야 한다.
2. 최초로 실시하는 정밀점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시 사용승인 포함)을 기준으로 3년 이내(건축물은 4년 이내)에 실시하여야 한다.
3. 정밀점검 또는 정밀안전진단을 받은 경우 그 날(완료일)을 기준으로 정밀점검의 실시주기를 정한다. 또한 정밀안전진단 실시 기간과 중복되는 경우에는 생략할 수 있다.