

제 6 장 보수 · 보강 및 유지 관리 방안

6.1 개 요

6.2 보수 · 보강 방안

6.3 보수공법

6.4 유지 관리 방안

제 6 장 보수·보강 및 유지관리방안

6.1 개 요

보수는 구조물에 작용한 위해요인에 의해 발생한 구조물의 손상을 치유하는 것을 말하며, 보강이란 설계하중 이상의 하중 등 위해요인에 구조물이 안전하도록 하기 위해서 구조물의 내하력 등을 증진시키는 것을 말한다. 따라서, 보수·보강을 위해서는 상태평가 결과 및 안전성평가 결과 등을 정밀 검토 후 필요성, 방법 및 그 수준을 제시하여야 한다.

보수의 필요성은 발생한 손상(균열 등)이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하여야 하며, 이를 위해 세부지침 및 각종 기준(표준시방서 등)을 참조한다. 보강의 경우는 부재안전율을 각종 기준에서 정하는 수치이상으로 하기 위하여 어느 정도까지 부재단면 등을 증가하여야 하는지를 판단하여야 한다.

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

이 때 중요한 것은 구조물의 결함 발생원인에 대한 정확한 분석이며, 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고 또한, 적절한 보수재료를 선택할 수 있다. 따라서, 시설물 관련 제반자료, 진단시 수행한 각종 상태평가 및 안전성평가 결과를 기초로 하여 결함 발생원인에 대한 정확한 분석을 실시한 후 결함부위 또는 부재에 가장 적합한 보수·보강 공법을 선택하여야 한다.

6.2 보수·보강 방안

6.2.1 보수·보강 우선순위 선정

보수·보강에 대한 우선순위 선정기준은 세부지침의 중대한 결함과(시설물의 구조안전에 영향을 주는 결함) 손상의 발생현황(철근부식 가능성) 등을 고려하여 선정하여야 한다.

가. 중대한 결함

1) 실시결과에의 이행

법 제11조에 따라 안전점검 또는 정밀안전진단 실시결과를 통보받은 관리주체는 실시결과 구조안전에 영향을 줄 수 있는 중대한 결함사항이 포함되어 있는 경우에는 법 제15조 및 영 제16조에 따라 통보를 받은 날부터 2년 이내에 그 결함사항에 대한 보수·보강 등의 필요한 조치에 착수하여야 하며, 특별한 사유가 없는 한 착수한 날부터 3년 이내에 이를 완료하여야 한다.

2) 중대한 결함의 정도

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

【표 6.2.1】 중대한 결함의 정도

중대한 결함	세부결함의 정도
1) 시설물의 기초세굴	○기초세굴에 대한 상태평가 기준 “d” 이하
2) 교량 교각의 부등침하	○교각 변위의 상태평가 기준 “d” 이하
3) 교량 받침의 파손	○교량받침의 상태평가 기준 “d” 이하
4) 시설물의 철근콘크리트의 염해 또는 탄산화에 따른 내력손실	○탄산화 잔여 깊이 또는 전염화물 이온량 등에 대한 상태평가 기준이 “d” 판정으로 철근콘크리트 바닥판, 철근콘크리트 거더, 프리스트레스 콘크리트 거더, 교대 및 교각 등에서 철근(강선)부식과 관련하여 상태평가 기준이 “e”를 포함하는 경우
5) 주요 구조부위의 철근량 부족	○구조 안전성 검토 결과 철근량 부족으로 내력 보강이 필요한 경우로 철근콘크리트 바닥판, 거더 및 교각 코핑부 등이 해당
6) 콘크리트 거더 부재의 균열 심화	○거더 부재의 균열 상태평가 기준 “d” 이하
7) 철근콘크리트 부재의 심한 재료분리	○열화 및 손상의 상태평가 기준 “d” 이하
8) 철강재 용접부의 불량 용접	○강재 용접연결부 결함의 상태평가 기준 “d” 이하
9) 교대·교각의 균열 발생	○균열의 상태평가 기준 “d” 이하
10) 강재 거더 및 연결판의 균열 및 심한 변형	○모재 및 연결부 손상의 상태평가 기준 “d” 이하
11) 케이블 부재의 손상	○케이블 부재의 상태평가 기준 “d” 이하

금회 정밀점검 결과 본 구조물에서 조사된 손상 중 대통령령이 정하는 중대한 결함에 포함되는 손상은 없는 것으로 분석되었다.

나. 보수·보강 우선순위 선정

본 구조물의 경우, 구조안전성에 영향을 미치는 보강이 필요한 부위는 없는 것으로 분석되었다. 따라서, 보수 대상에 대한 우선순위를 다음과 같이 선정하였으며, 선정 시 고려사항과 내용은 【표 6.2.2】의 “선정기준 및 내용”과 같다.

【표 6.2.2】 도로시설물 보수·보강 우선순위 및 보수기한 기준 주요내용

구 분	구조물 상태	설 계	보수·보강
중대결함	- 부재의 손상 상태가 전체구조물에 즉각적영향, 시민 안전 위험 등 ※ 기초부세굴, 부등침하, 교량받침파손	즉시 보수설계착수	익년도 보수완료
1 순위	- 부재의 손상도 심각(D, E급), 방치시 전체구조물 안전성영향, 주요노선 등 ※ 0.3mm 이상균열, 신축이음누수, 철근노출	익년도 보수설계착수	2년내 보수완료
2 순위	- 방치시 장래 보수·보강 비용의 급증 ※ 포장균열, 구조물 열화, 후타재 파손	3년내 보수설계착수	4년내 보수완료
3 순위	- 내구성 증진을 위한 연차보수 필요		지속관찰

보수 우선순위 중 중대결함에 해당되는 손상은 없는 것으로 조사되었으며, 외관상태가 대체적으로 양호하지만 일부 0.3mm 이상균열과, 신축이음누수 등 도로시설물 보수·보강 우선순위 및 보수기한 기준 주요내용에 1순위 에 해당하는 손상과 방치시 장래 보수·보강 비용의 급증 등 손상에 대해서 2순위로 구분하였다.

6.2.2 보수 방안

가. 손상물량 집계

본 구조물에 대한 손상별 보수 방안은 다음과 같다.

【표 6.2.3】 손상물량 집계표 - 도림천복개 3구간

위 치	손상 내용	보수방법	손상물량	단위	개소	우선 순위
바닥판 하면 / 거더	균열 (0.3mm미만)	주의관찰	6.00	m	3	-
	균열부백태(0.3mm미만)	주입보수	2.2	m	5	1
	망상균열	표면처리	1.00	m²	1	2
	보수재 박리,박락	단면보수	7.22	m²	14	2
	누수,백태,오염,열화	표면처리	14.24	m²	15	2
	재료분리, 철근노출	단면보수(방청)	0.22	m²	6	1
	거푸집미제거	주의관찰	8	개소	8	-
	층분리	단면보수	0.24	m²	1	1
	재료분리	주의관찰	0.37	m²	3	-
교각	균열 (0.3mm미만)	주의관찰	1.30	m	4	-
	균열 (0.3mm이상)	주입보수	1.10	m	2	1
	보수부 재균열 (0.3mm미만)	표면처리	3.30	m	4	1
	망상균열, 누수 및 백태	표면처리	30.74	m²	2	2
	파손 및 들뜸	단면보수	0.33	m²	2	1
	박락 및 철근노출	단면보수	0.24	m²	2	1
	층분리	단면보수	1.36	m²	3	1
기초	파손	단면보수	0.55	m²	3	1
신축이음	후타재 균열 (CW=0.2mm이하)	주의관찰	1.50	m	1	-
	신축이음 누수	유도배수	15.00	m	3	1
	후타재 파손	단면보수	0.14	m²	2	2
	후타재 재료분리, 마모	주의관찰	28.20	m²	4	-

【표 6.2.3】 손상물량 집계표 - 도림천복개 3구간 - 계속

위 치	손상 내용	보수방법	손상물량	단위	개소	우선 순위
교면포장	아스콘 균열	주의관찰	80.00	m	2	-
	아스콘 패임	주의관찰	3.15	m ²	6	-
	아스콘 마모, 보수부 변형, 소성변형	주의관찰	25.34	m ²	6	1
	몰탈파손	단면보수	0.30	m ²	1	2
	체수	주의관찰	3.00	m ²	2	-
배수시설	배수구 막힘	청소	1	개소	1	-
	유도배수관 누수	배수관보수	5.00	m	1	1
	배수관 파손	재설치	1	개소	1	1
	배수관 길이부족	길이연장	1	개소	1	2
	유도배수관 파손	배수관보수	1	개소	1	1
	배수관 부식	도장보수	0.60	m ²	1	2
	배수공 주변 누수,백태	주의관찰	1.75	m ²	3	-

6.2.3 보수공사 개략공사비

도림천복개 3구간 보수공사

【표 6.2.4】 보수공사 집계표 - 도림천복개 3구간

구분	결함 및 손상	보수·보강 방안	보수물량	단위	단가 (원)	개략공사비 (원)	우선 순위
바닥판 하면 / 거더	균열 (0.3mm미만)	주의관찰	7.20	m	-	-	-
	균열부백태 (0.3mm미만)	주입보수	2.64	m	37,919	100,106	1
	망상균열	표면처리	1.20	m²	41,876	50,251	2
	보수재 박리, 박락	단면보수	8.66	m²	83,604	724,345	2
	누수, 백태, 오염, 열화	표면처리	17.09	m²	83,604	1,428,625	2
	재료분리, 철근노출	단면보수(방청)	0.26	m²	149,006	39,337	1
	거푸집미제거	주의관찰	9.60	m²	-	-	-
	층분리	단면보수	0.29	m²	149,006	42,913	1
	재료분리	주의관찰	0.44	m²	-	-	-
교각	균열 (0.3mm미만)	주의관찰	1.56	m	-	-	-
	균열 (0.3mm이상)	주입보수	1.32	m	37,919	50,053	1
	보수부 재균열 (0.3mm미만)	표면처리	3.96	m	41,676	165,036	1
	망상균열 누수, 백태	표면처리	36.89	m²	41,676	1,537,344	2

【표 6.2.4】 보수공사 집계표 - 도림천복개 3구간 - 계속

구분	결함 및 손상	보수·보강 방안	보수물량	단위	단가 (원)	개략공사비 (원)	우선 순위
교각	파손 및 들뜸	단면보수	0.40	m²	149,006	59,006	1
	박락 및 철근노출	단면보수	0.29	m²	149,006	42,913	1
	충분리	단면보수	1.63	m²	149,006	243,177	1
기초	파손	단면보수	0.66	m²	149,006	98,343	1
신축 이음	후타재 균열 (0.2mm이하)	주의관찰	1.80	m	-	-	-
	신축이음 누수	유도배수	12.00	m	500,000	9,000,000	1
	후타재 파손	단면보수	0.17	m²	83,604	14,045	2
	후타재 재료분리, 마모	주의관찰	33.84	m²	-	-	-
교면 포장	아스콘 균열	주의관찰	80.00	m	-	-	-
	아스콘 패임	주의관찰	3.15	m²	-	-	-
	아스콘 마모, 보수부 변형, 소성변형	팻칭보수	25.34	m²	169,000	5,138,952	1
	물탈파손	단면보수	0.30	m²	128,170	46,141	2
	체수	주의관찰	3.00	m²	-	-	-
배수 시설	배수구 막힘	청소	1	개소	-	-	-
	유도배수관 누수	배수관보수	5.00	m	300,000	1,800,000	1
	배수관 파손	재설치	1	개소	100,000	100,000	1

【표 6.2.4】 보수공사 집계표 - 도림천복개 3구간 - 계속

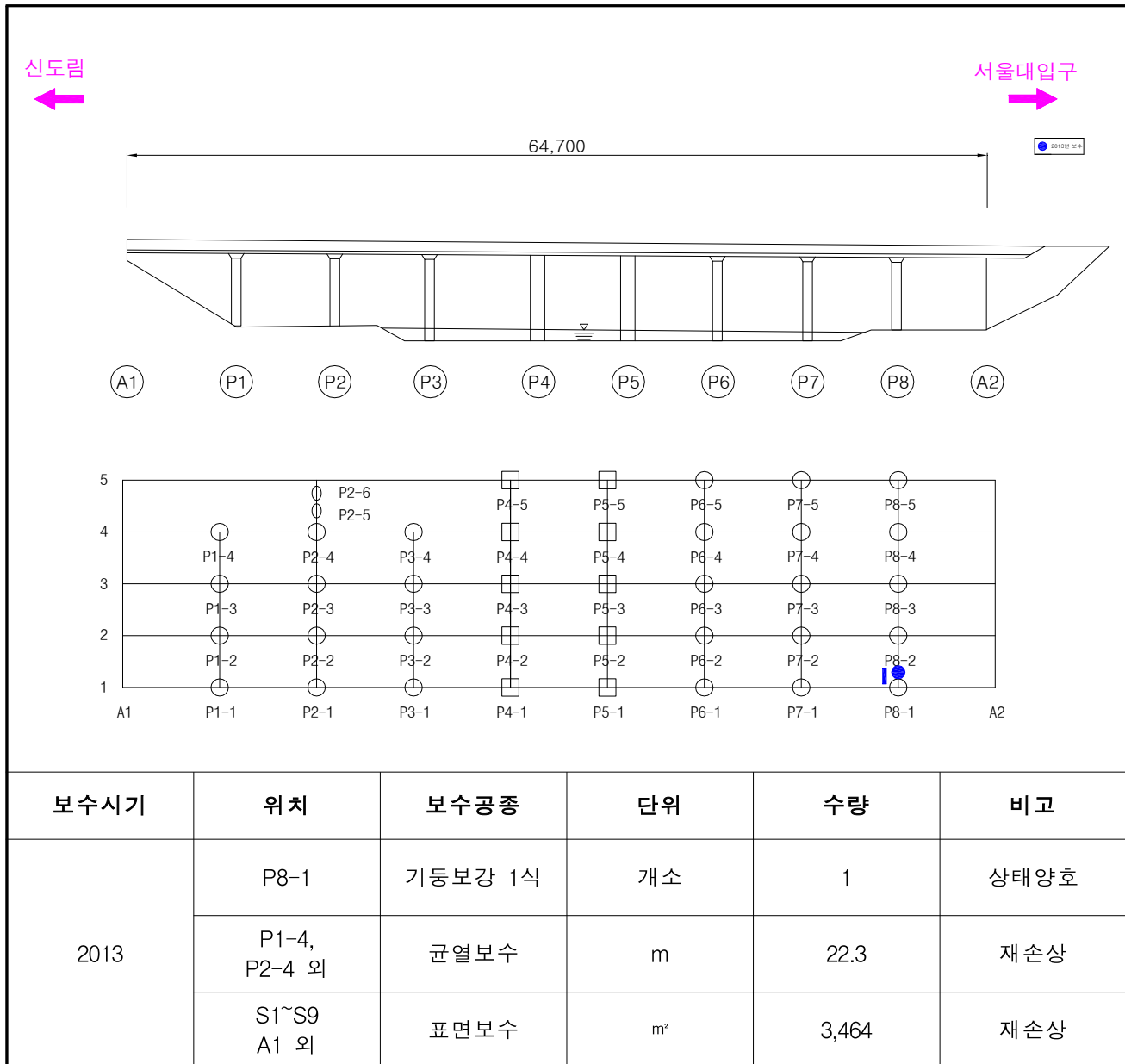
구분	결함 및 손상	보수·보강 방안	보수물량	단위	단가 (원)	개략공사비 (원)	우선 순위
배수 시설	배수관 길이부족	길이연장	1	개소	100,000	100,000	2
	유도배수관 파손	배수관보수	1	개소	300,000	300,000	1
	배수관 부식	도장보수	0.72	m²	18,369	13,225	2
	배수공 주변 누수, 백태	주의관찰	2.10	m²	-	-	-
순공사비 합계						21,093,819	
부대공 (순공사비x10%)						2,109,381	
제경비 (순공사비x50%)						11,601,600	
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위				17,179,841	
		2순위				3,913,978	
		3순위				-	
개략공사비						34,804,802	

※1. 보수물량은 손상물량을 20%할증한 물량임.

2. 전 단면에 보수를 실시하는 손상과 개소 손상은 할증제외.

6.2.4 주요 보수내역

【표 6.2.5】 주요 보수내역

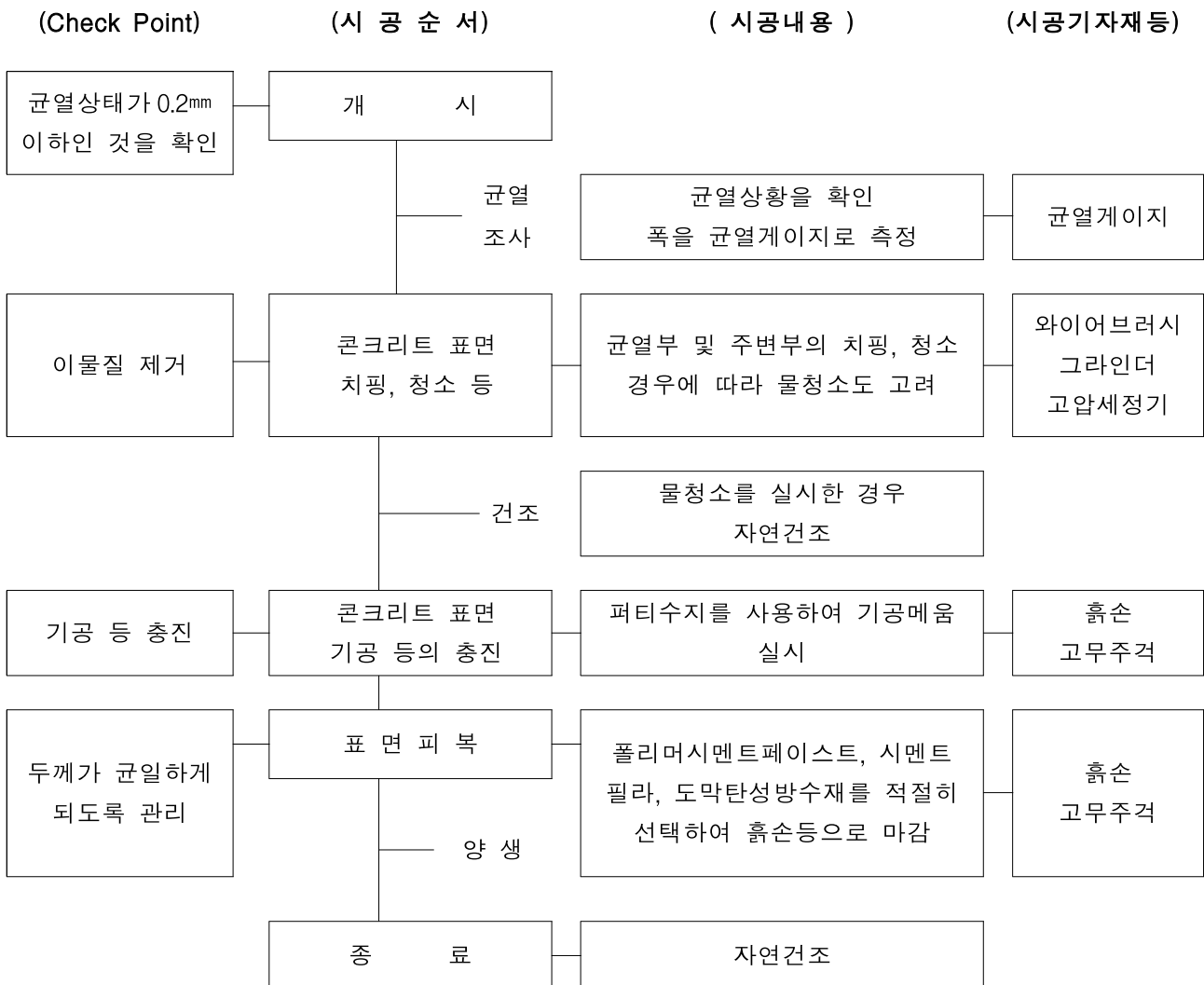


6.3 보수공법

6.3.1 콘크리트 균열 보수공법

가. 표면처리공법

표면처리공법의 적용은 균열(0.2mm이하), 선상 및 면상백태가 발생한 경우에 적용하는 것으로 하며 표면을 피복하여 방수성, 내구성을 지니도록 하는 것으로 그 효과는 콘크리트 표면의 보수에 그치므로 본 공법 적용시 균열 등의 결함발생 여부에 대한 주기적인 관찰이 요구된다. 공법의 흐름도 및 공법 개요도는 다음과 같다.



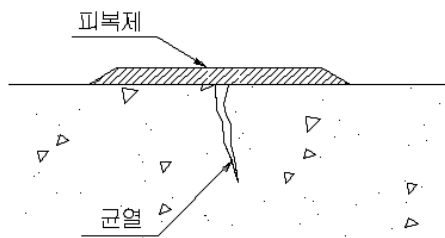
【그림 6.3.1】 표면처리공법 시공 흐름도

균열의 성장이 정지된 상태에서는 균열선 및 백태를 따라 폭 50~100 mm를 와이어 브러쉬로 닦아내거나 심한 경우 치핑을 실시한 후 폴리머 시멘트 페이스트나 모르터로 균일하게 도포한다. 콘크리트 표면에 0.3mm이하의 미세한 균열이 많이 분포해 있는 경우도 같은 방법으로 도포할 수 있으며, 재료를 기계로 분무하여 도포할 수도 있다.

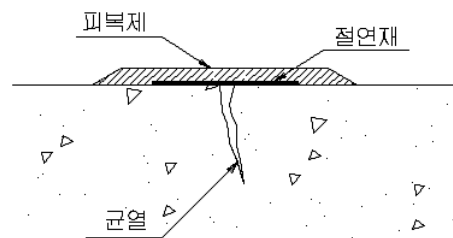
균열폭의 변동이 큰 경우 경화후의 재질이 단단한 폴리머 시멘트 페이스트나 모르터로 보수할 경우 보수부위에 다시 균열이 발생하므로 균열면을 와이어브러쉬로 완전히 청소한 후 균열선을 중심으로 폭 10~15mm 절연재를 부착하고, 절연재를 중심으로 폭 30~50mm, 두께 2~4mm의 변형성 및 신장성이 큰 실링재를 도포하여 바닥의 변형을 이 테이프 사이에서 흡수할 수 있도록 한다.

[사용재료]

- | | |
|--------------------|--------------------|
| ① 폴리머시멘트 페이스트 | ② 시멘트 필라 |
| ③ 도막탄성방수재(아크릴 수지계) | ④ 도막탄성방수재(우레탄 수지계) |



(표면처리공법)



(균열폭의 변동이 큰 경우의 표면처리공법 일례)

【그림 6.3.2】 균열부 표면처리 공법 개요도

이 공법은 예전에는 균열부분의 폭이 작은 경우에 사용하는 경우가 대부분이었다. 그러나, 최근에는 균열 폭의 확대를 제어하거나, 부식된 철근의 결손부분을 보충하는 등의 목적으로, 탄소섬유시트나 아라미드섬유시트, 유리섬유시트라고 하는 연속섬유시트를 구조물의 표면에 붙이는 방법이 실용화되고 있다.

이러한 연속섬유 시트 접착공법은 콘크리트 구조물의 휨 내력과 전단내력성을 향상시킬 목적으로 개발된 보수·보강공법이지만, 이용방법의 하나로써 균열부분의 보수가 제안되고 실용화되고 있다. 균열의 보수공법으로서 생각하는 경우에는 표면 피복공법과 위치가 결정된다.

【표 6.3.1】 표면처리공법 비교표

구 분	PMI 공법 (특허 제1133782호)	에코플래시공법 (특허 제10-0814915호, 제10-0814962호 건설신기술 제577호)	리코시스템 공법 (특허 제0757104호)	리폼시스템 공법 (특허10-0566481호)
개 요 도				
공법개요	• 고분자 입체융합 신소재와 탄소나노튜브의 단면 보수재를 이용한 콘크리트 구조물의 내구성을 증대하는 표면처리공법	• 중성화, 염해, 동해 및 화학적 부식 등의 열화원인에 대응하여 천연광물을 함유한 모르타르와 특수 건식스프레이를 이용하여 화학적 물리적으로 개보수 하는 공법	• 탄성 복합소재로 구성된 하이브리드 결정체로, 구조물 표면에 물리, 화학적 성능이 우수한 방호막을 형성하여, 내구성이 우수한 수용성 친환경 표면보호 공법	• 무기계 아크릴 수지 등 친환경 재료를 사용하여 항균작용 공기정화작용, 방오작용 등 열화된 콘크리트의 내구성 증진 및 표면강화, 중성화방지, 철근의 방청, 내염성 등을 확보할 수 있는 보수공법
시공방법	• 표면처리(그라인딩, 고압물세척) → MC-LV (방식용 바탕조정재 도포) → MC도포 → MC-NANO(오염방지) 도포	• 표면처리(그라인딩, 고압물세척) → ERH-HF 필링제도포 → ERH-프라임 도포 → ERH-코트 도포	• 표면처리 → 리코피엠 도포 → 리코셀 도포 (2회) → 리코슈퍼탑 도포(오염방지용)	• 표면처리 → 고압물 세척 → 표면 보호재
장 점	• 입체융합방식으로 자연석 질감의 표현 • 환경 친화적인 수려한 외관으로 주변 환경과 동화되어 심리적 안정성 추구 • 염해, 탄산화방지 및 방식성능 우수 • 시공 공정이 간단 • 촉진내후성/내약품성/내충격성/내오존성/내구성 우수 • 유지관리비 절감 • 오염방지 기능으로 환경개선 효과 우수 • 자외선에 의한 색상변색 및 광택변화가 없음	• 화학적 부식에 저항성 및 중성화 저항성이 우수함 • 내약품성 및 내화학성이 우수하며, 인체에 무해함 • 중성화 방지 및 알칼리 성능회복 기능 • 무기코트재료에 의한 표면피복(음용수 부위 적함) • 리튬실리케이트를 이용한 내구성 회복 효과 • 습윤한 상태의 부착강도 우수함 • 표면 보호재는 다양한 색상을 창출함	• 환경유해물질(VOC/VAC/4대중금속)불검출 • 친환경제품 사용 • 시공 공정이 간단 • 염해, 중성화방지 성능 우수 • 촉진내후성, 내약품성, 내충격성, 내구성 우수 • 오염방지 기능으로 미관개선 효과 우수	• 콘크리트와 유사한 무기질재료 사용 • 통기성 우수 • 장기적인 내구성 및 내염성 우수 • 균일한 시공품질 확보 • 내마모성, 내화학성, 부착성, 내충격성 우수 • 시공이 간편하다(롤러, 스프레이)
단 점	• 시공에 대한 기초 지식이 필요함 • 재료배합 비율 준수	• 시공에 대한 기초 지식이 필요함	• 시공에 대한 기초 지식이 필요함 • 수용성 제품이므로, 자재 관리 유의	• 충분히 교반 후 도포
단 가	35,976 / ㎡ 당	34,098 / ㎡ 당	27,878 / ㎡ 당	27,359 / ㎡ 당

표면처리공법에 사용하는 보수재료를, 보수목적과 관련되게 만들어 정리한 것이 다음 표이다. 여기서는 방수제 등의 침투성도포 방수제에 의한 보수도 표면피복 공법의 침투성도포방수제는 주로 외부에서의 물의 침투방지를 목적으로 한 방법으로, 폭이 0.2mm 정도이하의 균열부의 보수에 사용된다. 균열폭이 큰 경우에는 부적당하다.

연속섬유시트 접착공법으로 균열부를 보수할 때, 균열폭이 비교적 큰 경우나 균열부에서의 누수가 확인된 경우에는 하지 처리로서 균열부를 주입공법으로 보수해 놓아야 한다. 이 하지처리가 불충분하면, 연속섬유시트와 구조물과의 접착면이 파괴되어 시트의 박리 등의 불량일어난다.

이처럼 균열부가 변동하는 경우에는 균열부를 가로지르는 연속섬유의 파단을 막기 위해서 균열부와 피복재와의 사이에 비닐시트 등의 절연재료를 끼우는 것 같은 조치를 마련해 두는 것이 중요하다.

【표 6.3.2】 표면처리공법의 보수목적과 재료

보수재료 \ 보수목적	방수성 향상	내구성 향상	균열 제어	내하성 향상
도막탄성방수재	◎	○	×	×
침투성방수제	○	△	×	×
폴리머시멘트모르타르	○	△	×	×
시멘트필라	○	△	×	×
탄소섬유시트	◎	◎	◎	◎
아라미드섬유시트	◎	○	◎	◎
유리섬유시트	◎	○	△	△
◎: 우수, ○:양호, △:가, ×:불가				

나. 수지주입공법

균열부에 수지를 주입하면 콘크리트와 일체를 이루어 콘크리트의 방수성을 향상시켜서 내부 철근의 부식방지 및 콘크리트의 열화방지에 효과적이다.

균열보수는 균열 폭 및 균열깊이, 균열의 형태, 구조적 안정성 여부 등을 종합적으로 판단하여 보수 목적에 따라 가장 유리한 보수 대책을 선정하여야 한다. 또한, 균열보수는 균열 폭과 균열깊이를 고려하여 이에 적합한 주입속도, 점도 및 양생 속도를 갖는 수지재료를 사용한다.

【표 6.3.3】수지주입공법의 종류

압 입 식
· 수동식 주입 : 인력 · 기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식 · 저압·저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 압력
흡 입 식
· 균열의 양단에 흡기구와 충전재 주입구를 설치하여 흡입펌프로 충전재를 흡입주입

1) 수지주입공법의 선정

균열 주입공법에는 압입식과 흡입식이 있다. 압입식 주입공법에는 수동식, 기계식 및 저압·저속식 주입 방법이 있으며 【표 6.3.3】는 주입공법의 종류이다.

종래에는 수동식 기계주입 방법이 많이 이용되고 있으나, 이 방법은 주입량을 정확하게 파악할 수 없으며, 관통하지 않은 균열은 구석까지 보수재료를 주입하기가 곤란하다. 또한, 주입압력이 너무 높으면 균열을 넓혀 주는 등의 문제점이 있다. 따라서, 【표 6.3.3】의 저압·저속 주입의 압입식 공법이 주요하며, 저압·저속의 주입공법은 주입량 파악이 쉬우며, 균열 구석까지 주입할 수 있는 특징이 있다.

2) 압입식 수지주입공법 선정

이 공법은 균열 위에 주입수지가 들어 있는 용기를 설치하여 고무, 용수철, 공기압 등으로 서서히 수지를 주입하는 방식으로 압입방식은 【표 6.3.4】과 같다.

【표 6.3.4】압입식 수지주입공법

압 입 방 식	용기의 형태
압축용기에서의 압축공기로 주입	플라스틱제의 실린더
압력탱크내의 압축된 압력으로 주입	플라스틱제의 압력탱크
고무시트의 복원력으로 주입	플라스틱제 틀에 고무시트를 고정
고무밴드의 복원력으로 주입	플라스틱제 실린더와 피스톤
캡슐내의 용수철로 주입	플라스틱제 캡슐 탱크

이 공법을 적용함에 있어서는 시공위치, 시공시기에 맞는 작업시간 및 균열폭에 대응한 점도의 재료를 선정하는 것이 중요하고, 균열폭에 알맞은 수지의 점성도는 【표 6.3.5】과 같으며, 일반적인 주입 파이프의 간격과 설치 개요는 【표 6.3.6】 , 【그림 6.3.3】와 같다.

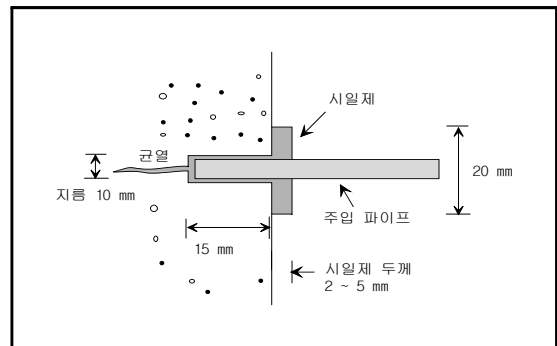
【표 6.3.5】 균열폭에 알맞은 수지의 점성도

형 상		점성도(20℃, cp)	주입 가능한 균열폭
액 상	저점성도	500±200	0.1mm 전후
	고점성도	1,500±500	0.2mm 전후
겔 상태		6,000±1,000	0.5~5mm 전후

【표 6.3.6】 균열폭에 따른 주입파이프의 간격

균열폭	주입파이프 간격(mm)
0.3 이하	50 ~ 100
0.3 ~ 0.5	100 ~ 200
0.5 ~ 1.0	150 ~ 250
1.0 이상	200 ~ 300

【그림 6.3.3】 주입파이프 설치도

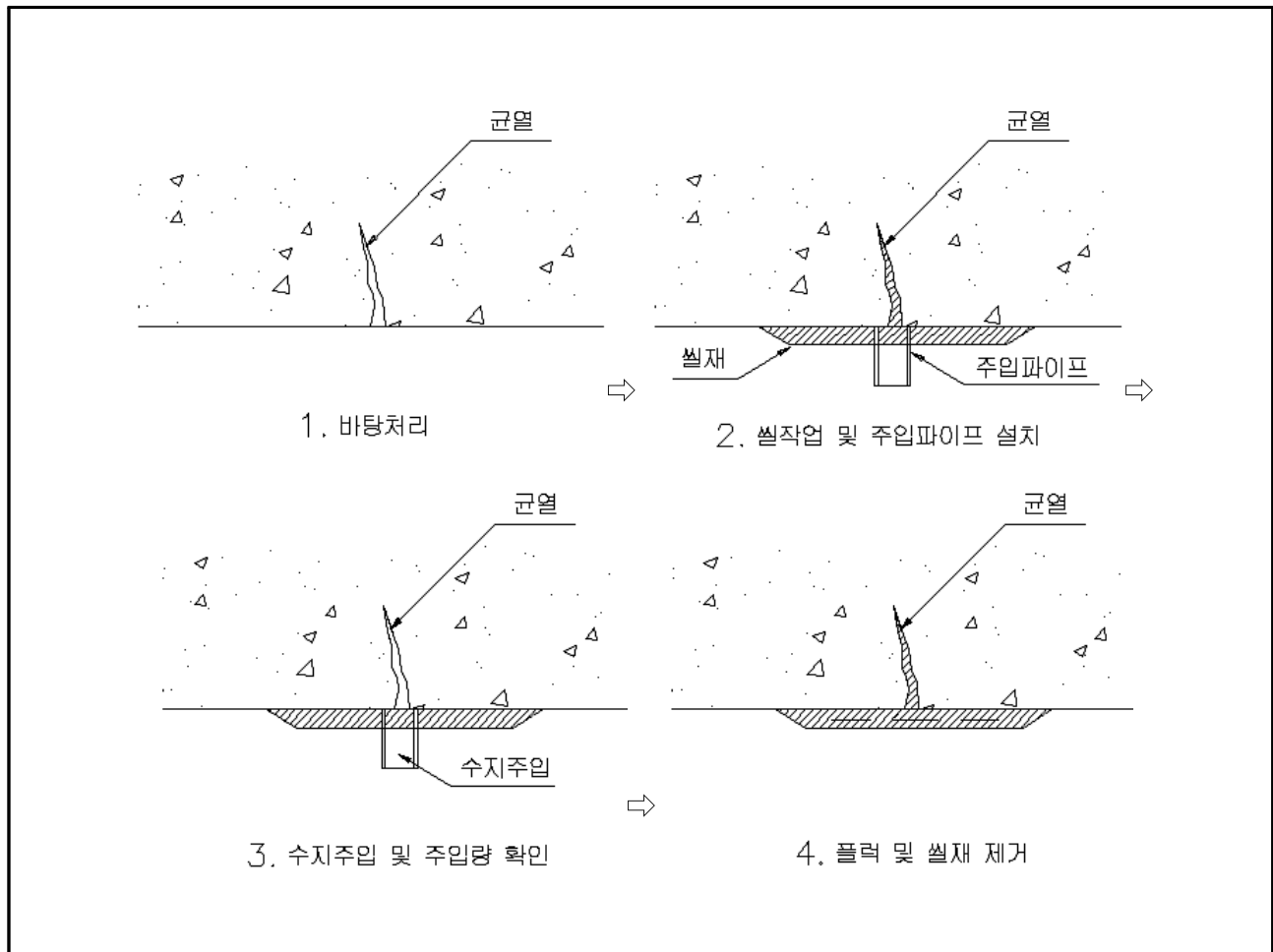


3) 압입식 수지주입 공법 특징

수지가 들어 있는 용기를 균열 위에 설치하므로 사람의 손을 필요로 하지 않고, 용기 높이의 저압력에 의해 자동으로 주입되므로 압력에 의한 실링부의 파손도 적어 시공관리가 용이하다. 그리고, 주입되는 수지의 거동은 동심원상으로 확대되므로 주입압력에 의한 균열이나 들뜸이 발생되지 않는다.

주입압력은 4kgf/cm² 이하로 규정되어 있으나 실제로는 1kgf/cm² 전후가 사용된다. 주입제에는 에폭시수지 이외에도 무기질계의 슬러리도 사용할 수 있으며, 무기질계 슬러리는 습윤 환경하에서도 사용이 가능하다. 반면에 주입기에 여분의 주입재료가 남아 재료의 손실이 큰 단점이 있다.

수지주입공법의 공법개요도는 【그림 6.3.4】와 같고, 수지계 주입재의 특징은 【표 6.3.7】와 같다.



【그림 6.3.4】 균열 수지주입 공법 개요도

【표 6.3.7】 수지계 주입재의 특징

재 료 명	주요 성분	특징 · 용도
에 폭 시 수 지 계 균열주입재	에폭시수지	· 균열, 추종성이 양호 · 적용가능 균열 폭은 0.2~2.0mm
	유연형 에폭시수지	· 경화물의 유연성이 풍부하여 진행성 균열에 적합 · 균열 및 알칼리골재반응의 성능저하 보수에 적합
	자기유화형 에폭시수지	· 수중경화, 콘크리트 중의 수분과 반응 · 강도특성이 뛰어남 · 균열 폭 0.15mm 이상에 적용
	에폭시수지, 포틀랜드 시멘트	· 수중경화형 에폭시수지와 시멘트의 반응으로 발포 · 적용 균열 폭 1mm~10mm

【표 6.3.7】 수지계 주입재의 특징 (계속)

재 료 명	주요 성분	특징 · 용도
실런트계 충 전 재	우레탄수지	· 단일성분으로 작업성이 뛰어남 · 탄성계수가 작아 균열 추종성이 양호 · 구조물의 신축 줄눈부에 사용
폴 리 머 시멘트계 주 입 재	에폭시수지계 에밀전 미분말충전재 조강시멘트	· 균열폭 5.0mm 이상에 적용 · 습윤면에 대하여 접착성이 우수 · 알칼리골재반응에 의한 성능저하의 보수에 적합

4) 시공시 주의사항

- 대기온도가 10~30℃일 때 시공 가능하며, 우천시는 중지한다. 보수부 콘크리트의 표면 온도는 10℃이상을 표준으로 하고 있으므로 기온차가 심한 경우에는 기온의 변화에 대응하는 에폭시계 수지의 성상을 조사하여 두고 겨울철 부득이 시공하는 경우에는 가열 양생 등의 조치를 생각할 필요가 있다.
- 에폭시계 수지는 사용에 앞서 현장에서 시공시의 기온에 대응하는 경화시간을 설정하여 균열 주입 효과를 높이도록 한다.
일반적으로 에폭시계 수지의 경화시간이란 접착제를 혼합해서 충분한 접착강도가 보증되는 작업 가능시까지의 시간을 말하나 기온, 혼합량의 대소 등에 따라서도 다르므로 주의해야 한다.
- 사용하는 에폭시계 수지는 적당한 롯트마다 시험을 실시하여 품질의 확인이 필요하다.
- 썰링 및 표면 마감면은 주입압에 견디도록 충분히 양생한다.
- 주입된 에폭시계 수지가 경화한 후에는 주입 파이프를 절단하고 썰링재와 함께 그라인더로 갈아 평탄하게 마무리한다.

6.3.2 단면복구공법

콘크리트 표면을 피복하여 철근부식 등의 내구성 저하의 원인이 되는 물질의 침투를 억제함으로써 구조물의 내구성 저하를 방지하는 공법으로서 침투막제, 접착제, 단면보수재, 철근방청재의 조합에 의한 공법으로 본 터널의 철근노출, 재료분리, 보수불량 부위 등 노출 철근이 부식되어 있는 결함 부분에 대한 보수방법으로 사용한다.

가. 표면처리

기존콘크리트 열화부위, 중성화 부분을 브레이커 등을 이용하여 콘크리트 표면을 깎아낸다. 이때 손상부 깊이가 철근까지 확대되었을 때는 철근 뒷면 2cm이상을 깎아낸다.

나. 표면청소

콘크리트 표면철거 후 고압 살수기를 이용하여 표면을 고압세척한다. (※고압세척의 압력은 노즐 TIP에서 5,000 psi(350kgf/cm²)의 압력으로 한다.)

다. 철근부식방지

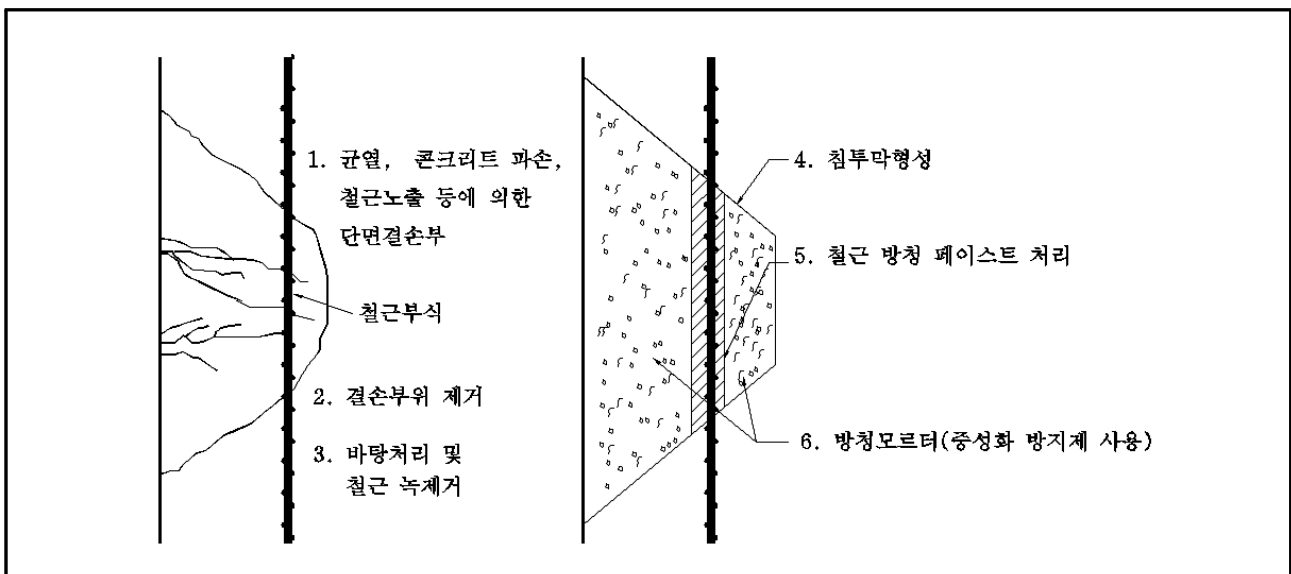
철근부식 방지를 위해 방청제를 도포하며 철근의 방식성, 단면보수재 및 철근과의 부착성이 좋은 재료를 사용하여야 한다.

라. 접착력 강화

신·구 재료의 접착력 강화를 위하여 붓이나 에어 스프레이 건을 사용하여 접착제를 균일하게 도포 한다. 콘크리트면과 밀착성이 뛰어나고 탄성계수, 열팽창계수, PH 등이 비슷한 규산염계, 폴리머 계통 접착제 등 사용한다.

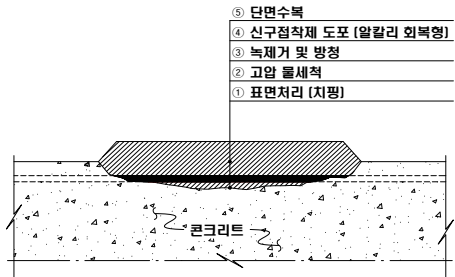
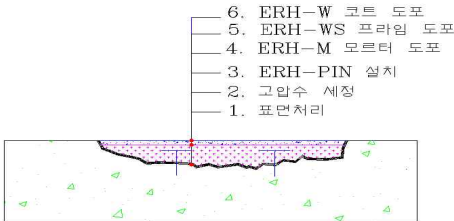
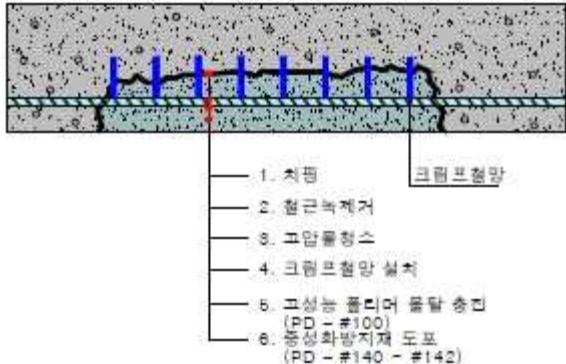
마. 단면 보수재

기존 콘크리트 탈락부위에 구상형 용융 조강 무수축 폴리머 모르터를 바른다.



【그림 6.3.5】 단면복구 공법 개요도

【표 6.3.8】 단면복구공법 비교표

구 분	PMI 공법 (특허 제1133782호)	에코플래시공법 (특허 제10-0814915호제10-0814962호 건설신기술 제577호)	PSMD 공법 (신기술 506호) (특허 제10-0578385호)	오래콘 공법 (특허 제0572035호)
개 요 도				
공법개요	• 철근콘크리트 표면에 침투식 구체강화제를 도포하여 칼슘실리케이트 수화물 형성으로 조직을 기밀화 시키고 탄소 나노튜브(CNT)가 함유된 단면수복제를 도포 수화열에 저항성을 확보하고 망상균열을 최소화함으로써 장기적인 내구성 확보는 물론 방수, 방식 기능의 표면보호제를 마감하여 보수, 보호하는 표면처리공법	• 중성화, 염해, 동해 및 화학적 부식 등의 열화원인에 대응하여 천연광물을 함유한 모르타르와 특수건식스프레이를 이용하여 화학적 물리적으로 개보수 하고 접착보강핀을 추가하여 장기부착강도를 증진시킨 보수공법	• 유, 무기 섬유복합과 미세섬유질의 세피오라이트와 장섬유인 폴리프로필렌 섬유를 혼합한 하이브리드시멘트계 보수재(PD-#100)를 활용하여 내균열성과 콘크리트와의 일체성을 강화시켜 시공성과 안정성을 증대시킨 콘크리트 보수공법	• 침투성이 우수한 리튬실리케이트계 구체강화제로 콘크리트를 강화하고 물리적 성능 및 내구성이 우수한 알루미노 실리케이트계 고내구성 폴리머 모르타르와 급결제 분사 장치를 사용한 콘크리트 구조물 보수공법
시공순서	• 표면처리(치핑) → 고압세정 → 녹제거 및 방청 → 신구접착제도포(알칼리회복형) → 단면수복 → 표면보호제 도포	• 표면처리(치핑) → 고압세정 → ERH-M 모르터 도포 → ERH-WS 프라이م 도포 → ERH-W 코트 도포	• 치핑 → 철근 녹제거 → 고압물청소 → 크림프철망 설치 → 고성능 폴리머 몰탈 충전 (PD-#100) → 중성황방지제 도포 (PD-#140~#142)	• 표면처리 및 고압물 세척 → 방청제 및 구체강화제 도포 → 신·구접착제 도포 → 폴리머몰탈 뿔칠
장 점	• 조직을 치유하여 내구성 및 강도 우수 • 유연성과 강한 부착력을 유지함으로써 장기적인 내구성 확보 • 망상균열에 대한 저항성 우수 • 수화열에 대한 저항성우수. • 탄산화, 염해방지 성능 우수	• 무기섬유 혼입에 의한 물리적 특성 우수 • 화학적 부식에 저항성 및 중성화 저항성 우수 • 내약품성, 내화학성이 우수, 인체에 무해함 • 소단면 대단면에 이르는 기계화 시공을 통한 우수한 품질과 공기단축 • 천연재료의 사용으로 기존 콘크리트와 물리적 물접착 보강핀을 통한 장기부착강도 확보	• 국내최초로 Multiple fiber system을 적용한 보수재는 내균열성 증진 및 하자요인 최소화 • 경제적이고 합리적인 보수재(방수형,내화학적성용,그라우팅용,수중용의 용도별 설계적용) • 열적탄성변화에 강한 익스펜션 조인트 설계적용 • 파형의 크림프철망으로 보수재와의 효율적인 결합과 지지력 향상으로 균열, 들뜸현상등 하자요인제어 • 세피오라이트와 폴리프로필렌을 중합한 보수재는 내균열성 증진 및 뿔칠 시공의 특성을 고려한 충전성 확보와 부착력 증진의 효과가 크다, • 습윤면 부착성능이 우수하다.	• 무기계 재료로 기존구체와 일체화 • 급결제사용 가능한 모르타르분사장치 사용으로 타설두께를 높혀 공기단축등 시공성 우수 • 단시간내 초기응결로 철도, 차량통행 등으로 인한 진동구조물 적용 유리 • 폴리머 몰탈혼입사용으로 부착성능 우수 • 화학 및 염해저항성과 내구성 우수
단 점	• 시공에 대한 기초 지식 필요 • 숙련도 필요	• 시공에 대한 기초 지식 필요	• 크림프 철망 사용시 작업공정과 비용이 추가적으로 소요	• 무기계공법으로 경화시간이 유기계보다 느리므로 초기양생이 중요 • 시공시 숙련공이 필요
단 가	단 면 보 수 : 136,009 / ㎡당 단면보수(방청) : 196,849 / ㎡당	단 면 보 수 : 123,030 / ㎡당	158,432 / ㎡당	단 면 보 수 : 83,604 / ㎡당

6.3.3 아스팔트 패칭 공법

가. 개 요

본 교량은 국부적인 접속부 망상균열 및 파손이 발생하여 아래와 같은 공법을 적용한다.

나. 적용범위

함몰 및 소성변형 등은 시간이 지남에 따라 손상이 더욱 커지는 특성이 있고, 통행차량의 주행성 저하와 교량에 충격원인을 제공하므로 보수가 필요하다. 보수방안은, 단기적으로는 손상부위에 국부적으로 아스팔트 패칭공법을 적용하는 방법이 있으며, 장기적으로는 전면 재포장하는 방법이 있다.

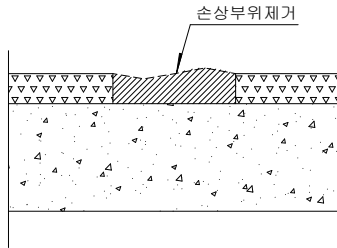
부분적인 아스팔트보장의 보수에 사용되는 공법으로, 보수의 긴급성에 따라 가열혼합식과 상온혼합식으로 나누며, 보수효과가 좋은 가열혼합식을 사용하는 것으로 한다.

패칭보수 완료 후 신·구 아스콘 접속부에서 체수가 될 수 있으므로, 접속부의 마무리에 유의하여야 한다. 포장의 절취는 상판면까지 행하고, 택코우트 및 도막방수는 상판뿐만 아니라 측면까지 잘 도포 한다. 아스팔트 패칭보수는 작업의 효율성 및 보수효과를 위해 1.0m × 1.0m를 기준으로 한다.

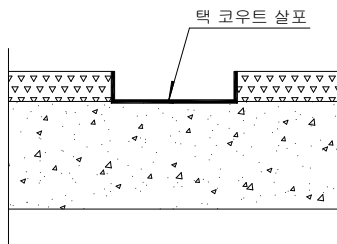
다. 시공방법

- 안전관리기준에 의거 안전시설 설치 후 교통통제를 실시한다.
- 제거부분을 양호한 포장면과 30cm 정도 겹쳐지게 페인트 등으로 표시한다.
- 로드컷터기를 사용하여 차량진행 방향과 나란하게 직각 절단하고 브레이커로 파쇄한다.
- 절삭구간은 바스켓을 이용하여 부산물을 모두 제거하고, 특히 절삭면에 분리되어 있는 잔재는 인력으로 압축공기를 이용하여 가열, 건조시킨다.
- 바닥면과 옆면에 수동 살포기 및 인력을 이용하여 택코팅을 실시한다.
- 아스팔트 혼합물 포설.
- 탠덤로라를 사용하여 충분히 다짐을 실시한다.
- 패칭부 가장자리를 유제 아스팔트로 실링하여 신·구 아스콘 접속을 견고히 함으로서 우수의 침투를 예방한다.
- 이음부 칩실 시 유제가 많이 포설되었을 경우에는 모래를 뿌려 제거한다.
- 포장보수 완료 후 시공 주위를 깨끗이 청소한다.
- 교통통제시설 철거 후 교통개방 시 표면온도는 50℃이하가 되도록 한다.

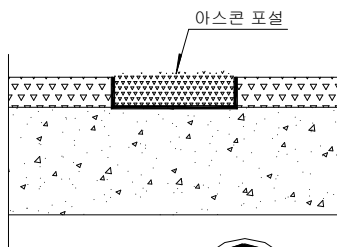
- 절삭된 페아스팔트는 지정장소에 모아서 처리한다.



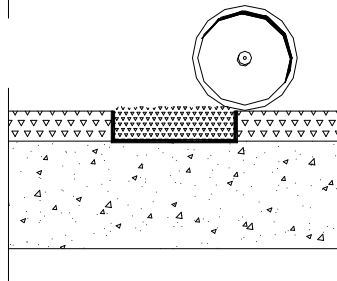
1. 파손된 부분보다 30cm 정도 크게 절삭기를 이용하여 절삭한다.
2. 제거하는 부분은 수직으로 정사각형 또는 직사각형의 형상을 만든다.
3. 차량 진행 방향에 직각으로 해야 한다.
4. 포장의 절단은 면이 고르게 나올 수 있도록 해야 한다.
5. 먼지 및 부스러기를 깨끗이 청소한다.



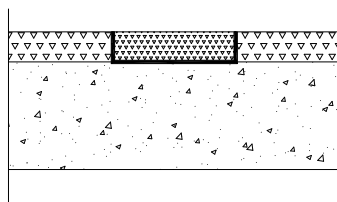
1. 급속 경화형 커트백 아스팔트를 이용하여 택 코우팅을 실시한다.
2. 택 코우트는 적정량을 균일하게 살포하는 것이 중요하므로 시험 살포를 통하여 디스트 리미터의 속도와 살포량의 관계를 파악하여 두는 것이 중요하다.
3. 절삭된 면에도 택 코우트를 실시하여 기존 포장면과의 접착력을 증가시켜야 한다.



1. 밀입도 아스팔트 혼합물을 채운다.
2. 가열 아스팔트를 포설할 경우에는 온도가 120℃ 이하가 되지 않도록 시공해야 한다.
3. 인력 포설 경우에는 혼합물의 온도가 쉽게 내려가기 때문에 신속히 작업해야 한다.
4. 균일한 밀도 및 두께가 되도록 신중히 포설한다.
5. 포설시 혼합물의 재료 분리가 발생되지 않도록 주의한다.
6. 가열 아스팔트 혼합물의 사용이 불가능하면 유화 아스팔트나 커트백 아스팔트를 사용한 플랜트 배합 아스팔트를 사용할 수 있다.



1. 포설 후 가능하면 빨리 다짐을 하며, 다짐을 하기 전에 표면을 점검하고 불균일한 표면이나 요철 등이 발생한 경우에는 즉시 수정해야 한다.
2. 다짐 작업은 보수 규모에 맞는 장비를 선택해야 한다. 작업의 규모가 작은 보수 공사의 경우에는 진동 컴팩터 또는 1t 진동 롤러가 적합하며 작업 규모가 큰 경우에는 8~12t사이의 진동 롤러가 적합하다.



1. 보수 부위의 종단평탄성을 비롯한 품질 관리를 위해서는 직선자 또는 스트링 라인(String line)을 사용한다.

6.3.4 포장 균열 처리 공법 (이음부 씰링)

가. 개요

포장 도로 균열 부위를 적기에 보수하지 않으면 우수 침투로 주변부까지 손상되어 표층 또는 기층까지 재시공하여야 하는 등 적기 보수가 가장 중요하다. 따라서 균열 실런트를 균열부에 주입함으로써 포장 내구성을 증진시킨다.

포장 균열부의 씰런트 주입방법을 본 교량의 보도부(WS1~5) 이음 틈발생부에 적용함으로써 하부로의 우수유입을 방지한다.

나. 균열 보수절차

1) 균열 절단

균열 또는 아스팔트 시공 조인트 선에 균열 실런트를 주입하기 위해서 적절한 장비(diamond saw 또는 rotary impact router)를 사용하여 균열주위의 파손을 최소화하며 균열부를 절단하여야 한다.

컷팅 깊이는 40mm까지 조절이 가능하며 폭은 12mm로 컷팅 한다.

2) 균열부 청소 및 건조

절단된 균열의 이물질을 깨끗이 제거하고 건조 후 공기청소기(High pressure airblasting, Hot-airblasting 또는 Sandblasting)로 균열면의 미세먼지를 제거해야하고, 그 부위를 뜨거운 공기로 청소해야 한다. 청소 및 건조과정은 균열보수에서 가장 중요한 부분중에 하나이다. 균열보수에서 균열채움재가 쉽게 떨어지는 원인으로 균열면과 실런트의 접착이 잘 안돼 일어나는 경우가 많은데, 청소 및 건조부분을 제대로 하지 못하면 채움재와 균열면의 접착이 약해지기 때문이다.

3) 실런트의 준비

적절한 실런트의 사용은 균열보수에서 필수적이다. 실런트는 ASTM D3405의 규격을 만족해야 한다. 또한 균열 실런트는 공급자가 제공하는 사용 규격에 따라 시행되어야 한다. 여기에는 최소한 최소 재료 가열온도, 주입온도, 교통개방 가능 온도 등이 명기되어야 한다. 특히 실런트의 overheating이 되지 않도록 주의해야 한다. 실런트의 overheating은 실런트의

성질을 바뀌게 하여 균열보수의 적합한 실런트가 되지 못하기 때문이다. Overheating을 했을 경우에는 재료를 버리고 새로운 실런트를 다시 준비하여야 한다.

(1) 실런트 기준(ASTM D 3405)

구 분	기 준
안전가열온도	가열시 견딜수 있는 최대온도(제조회사)
침입도(25℃)	90 이하
흐름도(25℃)	3.0mm 이하
접착성(-29℃)	세 번의 사이클 실험에서 재료이탈이 생기면 안됨
탄성회복률(25℃)	최소 60% 이상 회복
아스팔트 친밀도(60℃)	실런트와 아스팔트의 접착성이 보장되어야 함

(2) 흐름도(Flow)

고체화된 재료를 약 5시간 오븐온도 $60 \pm 1^\circ\text{C}$ 에 노출시킨다. 본 실험동안 장비패널을 종방향으로 $75 \pm 1^\circ$, 횡방향으로는 수평이 되게 재료 위에 안착시키고, 본 실험시간 5시간 동안 길이의 변화를 흐름도로 기록한다.

(3) 접착성(Bond)

본 실험은 $-29 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 약 3.2mm/hr의 일정한 비율로 6.4mm까지 콘크리트 블록 사이에 있는 실런트를 인장함으로써 그 접착성을 판가름하는 실험이다.

- ① 대체방법 : 대체방법으로는 3.2mm/hr의 일정한 비율로 12.7mm까지 인장하는 방법도 있다.
- ② 재압축 : 인장후 실험재료를 2시간 동안의 회복시키고 실런트를 재압축시킨다.
- ③ 반복횟수 : 재압축이 후행되는 팽창실험이 3회의 반복으로 시행한다.

(4) 탄성 회복률(Resilient)

볼침입 장비(Ball Penetration Tool)를 이용 5초 동안 실험재료 표면에 안착시켜 읽은 값 P를 기록하고, 계속해서 추가적으로 100을 더 침입시키는데 이때 10초 동안 일정한 비율로써 수행한다. 또 추가적으로 5초 동안 더 장비의 투과를 유지시키고, 장비의 클러치를 놓고, 20초 동안 회복된 최종 수치값 F를 측정치를 이용 다음 식을 이용 탄성 회복률을 계산

한다.

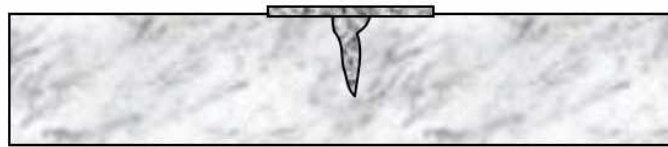
$$\text{Recovery, \%} = P + 100 - F$$

(5) 아스팔트 친밀도(Asphalt Compatibility)

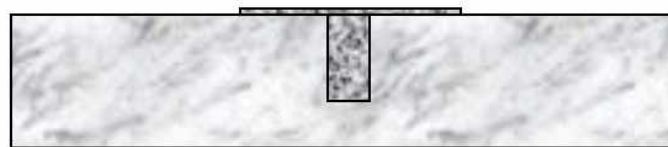
본 실험은 $60 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 오븐에 실런트를 72시간 동안 노출시킨 후 꺼내어 실내온도에서 냉각시켜 아스팔트와 실런트와의 친밀정도를 측정하는 실험이고, 방법은 ASTM D 1074에 준한다.

4) 실런트의 주입

실런트의 주입에는 여러 가지의 형태가 있다. 대표적인 형태는 다음 그림과 같다. 실런트 주입시 균열의 하부에서부터 위로 연속적으로 주입시키므로 공기 등이 갇혀 있지 않도록 하여야 한다.



【그림 6.3.6】 Crack filling의 형태



【그림 6.3.7】 Crack Sealing의 형태

균열보수에 있어 실런트의 물성과 균열면과의 접착성이 중요한 요인으로 시공은 실런트의 감온성을 고려하여 덥거나 추운 여름과 겨울보다는 봄, 가을의 10°C 이상의 맑은 날에 시공하는 것이 바람직하다. 특히 기온이 5°C 이하일 때와 강우의 염려가 있을 때에는 작업을 시작해서는 안된다.

균열보수공법이 시행된 뒤 바로 교통 개방을 할 필요가 있을 경우에는 균열처리부에 모래를 살포하거나 휴지 등을 덮어 실런트의 양생 중 떨어져 나가는 것을 방지할 수 있다.

6.4 유지관리 방안

6.4.1 개 요

본 과업의 대상 시설물은 『시설물의 안전관리에 관한 특별법』에서 1종 시설물로 분류하고 있는 주요시설물이므로 법 제4조에 따라 관리주체는 안전 및 유지관리계획을 수립하여 체계적이고 일관성 있는 안전점검 및 정밀안전진단이 실시될 수 있도록 하여야 한다.

따라서 시설물의 유지관리를 보다 효과적으로 실시하기 위해서는 본 과업에서 제시한 시설물별 주요 점검부위를 중심으로 정기적으로 육안검사를 실시하되 특히 현 상태에서 손상 및 열화정도가 심한 부위는 보수·보강 절에 제시한 방법을 이용하여 보수·보강을 실시한 후 주기적인 관찰 및 점검 등을 실시하여 추가 손상이 진전되지 않도록 이력관리를 하여야 한다.

6.4.2 용어의 정의

- ▶ 시설물 관리체계 : 시설물의 안전점검, 정밀안전진단 등 유지관리를 함에 있어서 비용 및 시기를 최적화할 수 있도록 계획된 체계
- ▶ 상태평가 : 시설물의 외관을 조사하여 결함의 정도를 포함한 시설물에 대한 상태를 평가하는 행위
- ▶ 안전성평가 : 현장조사를 통하여 수집된 자료를 기초로 하고 설계도서 및 기존의 안전점검·정밀안전진단 실시결과를 참고하여 시설물의 구조·수리·수문해석 등 안전성을 평가하는 행위
- ▶ 종합평가 : 상태평가와 안전성평가 결과에 의하여 시설물의 안전상태를 종합적으로 평가하는 행위
- ▶ 안전등급 : 정밀점검 또는 정밀안전진단 실시결과 종합평가에 따른 당해 시설물의 안전상태를 나타내는 등급
- ▶ 정기점검 : 시설물의 손상이나 결함을 조기에 발견하고 시설물의 기능적 상태를 판단하기 위한 세심한 외관조사 수준의 점검 (반기에 1회 이상)
- ▶ 정밀점검 : 면밀한 외관조사와 간단한 측정·시험장비를 통해 시설물의 현 상태를 정확히 판단하고 최초 또는 이전에 기록된 상태의 변화를 확인하며 시설물이 사용요건을 만족시키고 있는지를 판별하는 점검 (안전등급에 따라 차등 실시)

- ▶ 긴급점검 : 관리주체가 필요하다고 판단하는 경우나 관계행정기관의 장이 필요하다고 판단하여 관리주체에 긴급점검 요청이 있을 때 실시하는 정밀점검 수준의 안전점검
- ▶ 정밀안전진단 : 정밀한 외관조사와 각종 측정·시험장비를 사용하여 시설물의 물리적, 기능적 결함을 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 하기 위하여 구조적인 안전성 및 결함의 원인 등을 검토, 분석, 평가함과 더불어 보수, 보강방법을 제시하는 행위 (안전등급에 따라 차등 실시)

6.4.3 점검 및 진단 실시 시기

관리주체는 소관시설물에 대하여 영 제6조제1항 및 영 제9조제2항에 따라 정기적으로 정기점검, 정밀점검 및 정밀안전진단을 실시하여야 하며, 법 제4조에 따른 시설물의 안전 및 유지관리계획 수립시 안전점검 및 정밀안전진단 실시계획이 포함하여야 한다.

다만, 영 제6조제1항에 따른 안전점검은 다음 어느 하나에 해당하면서 시설물을 사용하지 않는 경우에는 국토해양부장관과 협의하고 실시를 생략하거나 시기를 조정 할 수 있다.

- ① 시설물의 증축 및 개축, 리모델링 등의 공사 중인 경우
- ② 시설물의 철거예정인 경우

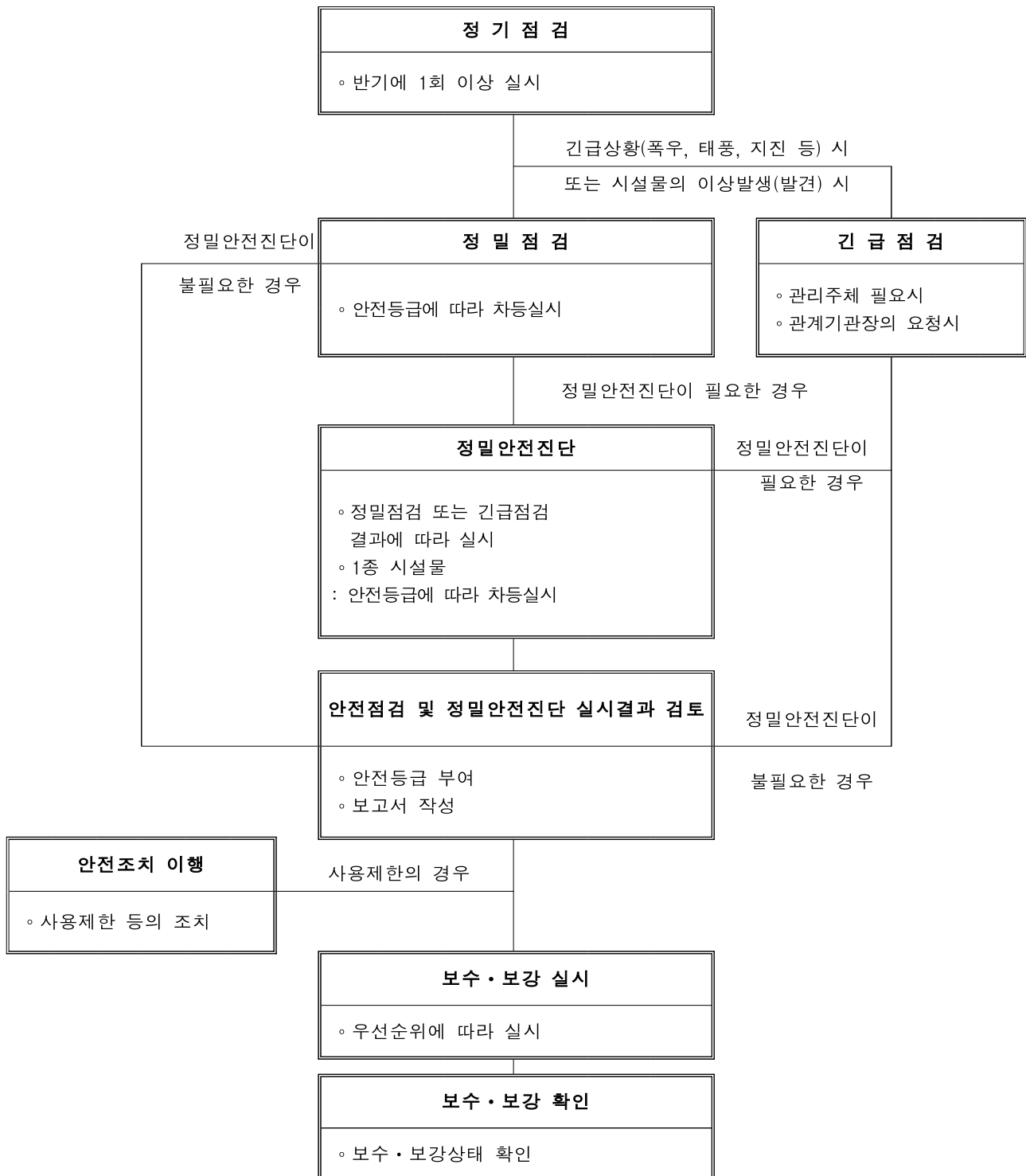
시설물 구조형태의 변경으로 1종 또는 2종시설물이 된 경우 안전점검 및 정밀안전진단 실시시기는 준공일 또는 사용승인일(임시 사용승인 포함)로부터 기산한다. 다만, 1종시설물로 변경된 경우 정밀안전진단 실시시기는 그 시설물의 최초 준공일로부터 기산하며, 시설물의 최초 준공일이 10년이 경과된 시설물은 구조형태의 변경으로 1종시설물이 된 시점으로부터 1년 이내에 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

- ▶ 정기점검 : 반기에 1회 이상 실시
- ▶ 정밀점검 및 정밀안전진단 : 시설물 안전등급에 따라 정기적으로 실시

안전등급	정밀점검		정밀안전진단
	건축물	그 외 시설물	
A 등급	4년에 1회 이상	3년에 1회 이상	6년에 1회 이상
B·C 등급	3년에 1회 이상	2년에 1회 이상	5년에 1회 이상
D·E 등급	2년에 1회 이상	1년에 1회 이상	4년에 1회 이상

6.4.4 유지관리 업무흐름

시설물의 유지관리를 위한 점검 및 진단업무의 흐름은 다음 【그림 6.4.1】과 같다.



【그림 6.4.1】 유지관리업무 흐름도

6.4.5 점검 및 진단 시 안전에 관한 사항

가. 일반사항

점검 및 진단을 실시하는 기관은 시설물별 안전수칙을 자체적으로 작성 시행해야 하며 이에 따른 안전계획서를 준비한다. 본 세부지침에서 열거되지 않은 사항이라도 관련 규정 에 따라 안전하게 진단을 실시한다.

나. 안전관리조직

점검 및 진단을 실시하는 기관은 점검 및 진단 참여자를 중심으로 안전관리 조직을 구성 하도록 하며 협력업체가 있는 경우에는 협력업체를 포함하도록 하고 안전관리자를 선임하 도록 한다.

다. 안전교육

점검 및 진단대상 시설물인 수문의 특성과 현장조사의 난이도, 위험도를 고려하여 안전수 칙 등을 제정하고 이에 따라 안전교육을 실시하도록 하며 안전교육일지를 작성토록 한다.

라. 보호구

점검 및 진단 참여자는 노동부장관 검정 합격품을 사용하고 적절한 보호구를 착용하고 적합한 안전시설을 설치 사용한다.

다음의 각 사항의 작업 시에는 반드시 보호구를 착용한다.

- 높이 2m이상의 고소작업으로 추락의 위험이 있는 장소에서는 안전벨트를 착용한다.
- 낙하물에 의한 위험이 있는 장소에서는 안전모 및 안전화를 착용한다.
- 분진 등이 현저하게 발생하는 장소에서는 분진 방지 마스크를 착용한다.
- 유해가스 등에 의한 질식 등의 위험이 있는 장소에서는 방독 마스크 또는 방독면을 착용한다.
- 산소 결핍 등의 위험이 있는 장소에서는 송기 또는 산소 마스크를 착용한다.
- 어두운 곳에서의 작업 시에는 형광 표시 의류나 반 벨트 등을 착용한다.
- 현저한 소음이 발생하는 작업 장소에서는 귀마개를 착용한다.

- 그라인더 작업 등 비산물에 의한 위해 요소가 발생하는 작업 시에는 보안경 또는 보안면을 착용한다.
- 수상 부분에서의 작업 시에는 구명장구 및 비상로프를 착용·휴대한다.
- 유해물질 및 가스와 산소결핍 등이 우려되는 작업공간에 대하여는 이에 대한 사전조사와 대책이 마련한다.
- 기타 위험 요소가 있는 장소에서의 작업 시에는 적절한 보호용구를 사용한다.

마. 안전사고의 처리

안전관리자는 안전사고 발생 시 응급조치를 취하고 신속하게 인근 병원으로 후송하며 관련법에서 규정한 중대한 사고인 경우에는 규정된 시간 내에 산업재해 조사표에 의하여 보고한다.

바. 안전수칙

- 일기 조건으로 작업 수행이 곤란한 경우에는 작업을 하지 아니한다.
- 위험한 작업 시에는 안전관리자가 입회하도록 하며 특별교육을 실시한다.
- 작업실시 전에 지장물의 파악을 위하여 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.
- 안전관리자는 위험물 저장소, 통제구역 등의 출입에 대하여는 관리주체와 사전 협의를 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.
- 산소결핍이 예상되는 장소는 작업 전에 반드시 산소 농도를 측정하고 적절한 조치를 취한다.
- 유해 가스 발생 및 잔류가 예상되는 장소는 반드시 사전에 정밀 측정기로 측정·확인하고 안전조치를 한 후에 작업한다.
- 전기를 사용 할 경우에는 감전사고 예방 조치를 취한다.

- ▶ 각종 측정장비의 사용 시 주의사항을 숙지하여야 하며 무리한 사용과 조작을 하지 않는다.
- ▶ 장비 사용에 있어 취급자격이 요구되는 장비는 유자격자 이외에는 사용하지 않아야 한다.
- ▶ 고소차 사용 시는 굴절붐(Boom) 및 암(Arm) 등에 무리가 가지 않도록 주의하고 자체적으로 작성한 안전수칙에 따라 장비운용을 시행한다.

6.4.6 관리에 필요한 자료

관리에 필요한 자료는 「법」 제17조에 규정한 도서 외에 점검 및 정밀안전진단을 위해 필요한 자료를 모두 포함한다. 관리주체는 준공도면, 구조계산서(수치해석 보고서 포함), 공사시방서, 지반조사 현황 및 분석 보고서 등을 반드시 보관하여야 하며, 「지침」에 명시한 서류는 물론 아래에 명시한 서류도 시설물의 관리에 필요한 자료이므로 보존하도록 한다. 또한 「법」 제17조 2항에 의하여 「지침」에 명시되지 않은 기타 자료라도 필요시 관리주체는 자료를 제공하도록 한다.

□ 설계 및 준공관련 도서

- 1) 시공도서 : 시공도면, 보수·보강도면, 구조계산서, 수리·수문계산서
- 2) 제작 및 작업도면 : 붕괴유발 부재를 포함한 시설물부재의 상세도면
- 3) 준공도면 : 최종도면
- 4) 시방서 : 공사시방서
- 5) 운전 및 유지관리 지침서
- 6) 준공보고서, 감리보고서

□ 시공기록

- 1) 주요 시공사진, 중요부분 감독일보
- 2) 주요 설계변경 내역
- 3) 설계 및 시공회사, 시행자, 감독자

☐ 시설 운영기록

- 1) 시설의 주요기능에 대한 운영실적
- 2) 운영기간중 사항
- 3) 기타 특기사항

☐ 품질관리 관련자료

- 1) 품질시험기록
- 2) 비파괴시험자료
- 3) 염해도 등
- 4) 재료종류, 등급, 품질을 기록한 공장 재료증명서

☐ 사고기록

날짜, 경위, 사고사유, 조치사항, 부재손상 및 보수현황, 피해정도

☐ 계측기록

계측이 필요하다고 판단되는 항만에 대하여는 중요한 구조부위를 선정하여 정기적으로 계측을 시행하고 그 기록을 보존한다. 이 때 시설물에 계측지점을 표시 보존함으로써 연계성 있는 계측을 실시할 수 있도록 도상과 계측지점을 일치시켜 기록 보존한다.

☐ 보수·보강 이력

날짜, 보수위치·공법·물량 및 손상종류, 시공회사, 공사비

☐ 점검이력

날짜, 점검자, 관리주체, 점검의 종류 등 모든 점검활동 관련사항

- 1) 점검시 필요사항

- 구조물에 대한 현장점검을 원활히 수행하기 위하여 점검시 필요한 각 교량의 특성과 주요점검부위, 특수장비목록, 접근방법, 하상구간 진·출입 절차 등
- 점검시 교량 운용계획을 포함한 점검자나 공공의 안전을 확보하기 위한 특별한 사항

2) 점검자료의 갱신

- 관리대장에는 현장조사일시를 명시하여야 하며 최종 점검 이후 항만에서 수행된 주요작업에 대하여 기록한다.
- 유지관리와 개량작업으로 인하여 구조물과 수로의 폭원 및 깊이가 변경된 경우에도 변경된 치수를 기록한다.

□ 시설물관리대장

- ▶ 「지침」의 부록에 수록된 양식과 기입요령에 따라 기본현황, 상세제원, 안전점검 및 정밀안전진단이력, 보수·보강이력 등을 빠짐없이 정확하게 기록한 시설물관리대장
- ▶ 시설물관리대장의 작성 및 제출은 시설물정보통합관리시스템(<http://fms.kistec.or.kr>)의 각 입력항목을 입력하는 것으로서 같음한다.

6.4.7 점검 및 진단자료

가. 개요

시설물의 점검 및 진단자료는 점검 및 진단 시마다 그 결과에 따라 변경될 수 있으며, 수행된 점검 및 진단의 결과와 더불어 각 시설물 자료에는 다음 사항을 포함한다.

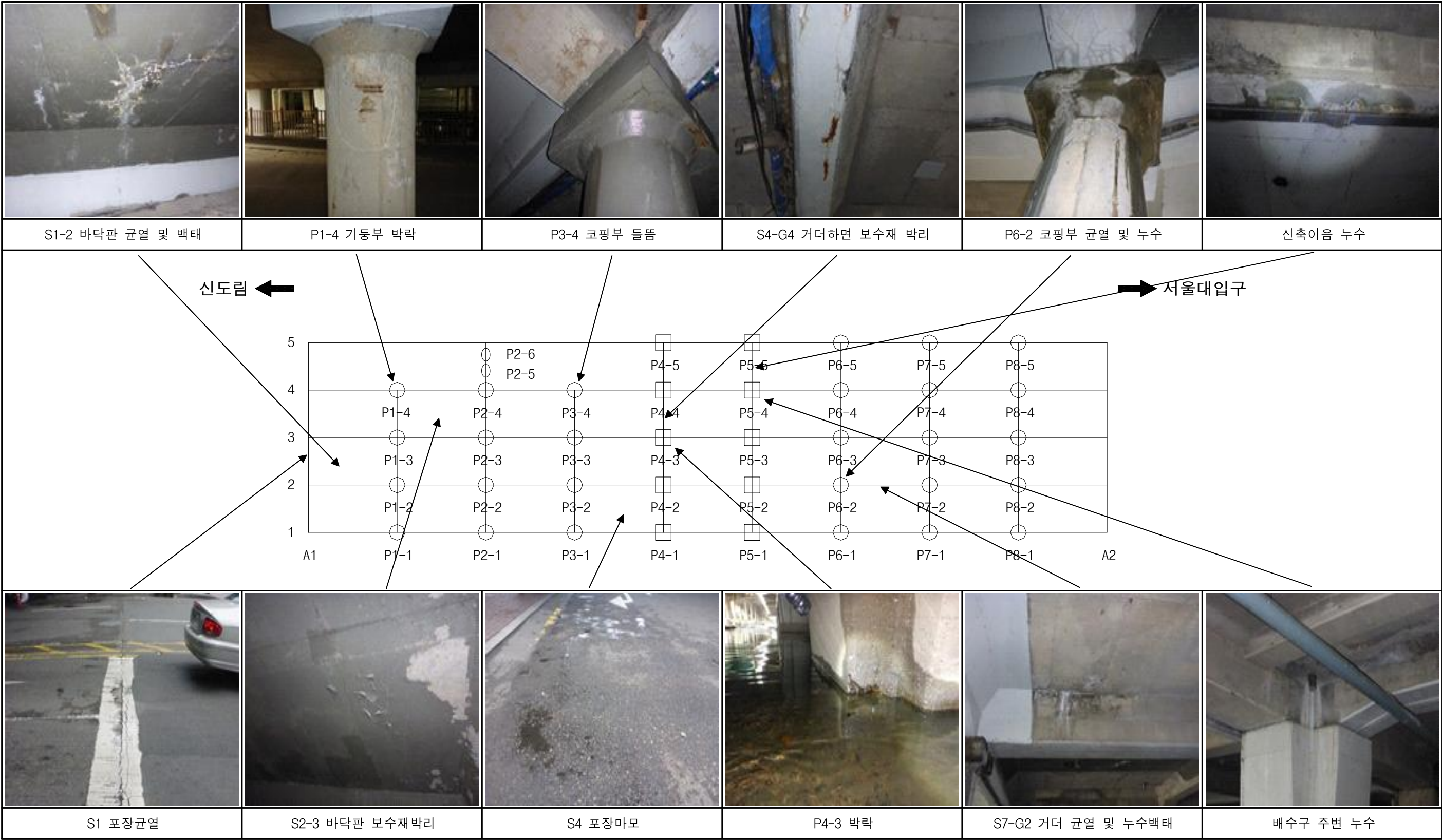
- 1) 사용제한사항
- 2) 부대시설물
- 3) 환경조건(시설물의 내구성과 안전에 영향을 주는 조건)
- 4) 기타

나. 점검 및 진단자료의 갱신

시설물관리대장에는 현장조사일시를 명시하여야 하며 점검 및 진단 결과에 의해 시설물에 수행된 주요 보수·보강작업에 대하여 기록한다.

유지관리와 개량작업으로 인하여 구조물 등이 변경된 경우에는 변경된 구체적 내용과 치수를 기록한다.

6.4.8 중점유지관리사항

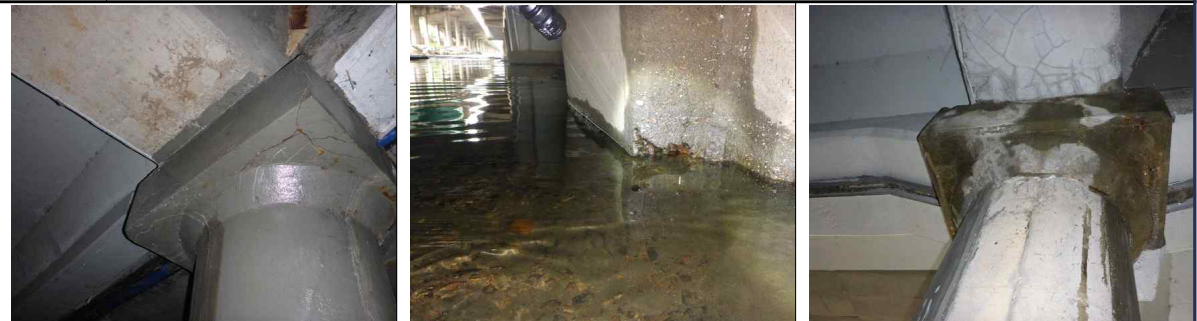


가. 부재별 중점 유지관리 항목

1) 바닥판 및 거더

점검 항목	○ 위치 : 바닥판 S1-2, S2-3, S7-G2, S6, S7, S9 캔틸레버 ○ 내용 : 바닥판 백태, 바닥판 보수재 박리, 거더 균열 및 누수
점검 요령	○ 점검방법 : 근접 육안점검, 사다리 이용 육안점검 ○ 점검내용 : 바닥판에 발생된 백태와 보수재 박리부에 대한 표면보수 상태 점검, 거더부 균열, 누수에 대한 주입보수 상태확인
	

2) 하부구조

점검 항목	○ 위치 : 교각P3-4, P4-3, P6-2 ○ 내용 : 코핑들뜸부 보수상태 , 침식부 상태, 코핑 누수/백태 상태
점검 요령	○ 점검방법 : 근접 육안점검, 사다리 이용 육안점검 ○ 점검내용 : 코핑부 들뜸의 진행 상태, 침식 보수부 상태 및 누수에 의한 교각의 열화 손상 진행상태 조사
	

3) 기타시설

점검 항목	○ 위치 : 교면포장 S2, 신축이음 하면, 바닥슬래브 하면 배수구 주변 ○ 내용 : 포장 마모, 신축이음 누수 및 신축유간 토사퇴적 상태, 배수관주변 누수/백태
점검 요령	○ 점검방법 : 도보를 이용한 근접 육안점검 ○ 점검내용 : 포장면 마모의 진행상태, 신축이음 누수 보수상태 확인, 배수관 주변 누수/백태의 진행상태 확인 후 보수 방안 검토, 신축유간 주기적인 청소 상태확인
	

나. 구조부재별 정기점검표

【표 6.4.2】 구조부재별 정기점검표

구조부재	점 검 부 위		점 검 항 목
교면포장	▷ 공통		• 균열(미세, 선상, 격자형) • 소성변형(요철, 바퀴자국, 단차) • 함몰(패임) • 노면잡물(구배불량)
	▷ 신축이음 전후 ▷ 구조물 경계부		• 단차, 침하
	▷ 배수구 주변		• 물고임(배수구 간격, 유출구 위치)
방호울타리, 보도 및 연석	▷ 난간	-알루미늄	• 변형, 파손(차량 충돌)
	▷ 연석	-철근 콘크리트	• 박리, 부스러짐, 파손
신축이음	▷ 본체	-공통	• 누수, 오염(배수시설 누락, 유간의 오물퇴적) • 유간(부족 및 과다) • 이상진동(충격음) • 본체 유동 및 파손(충격음, 흔들림)
	▷ 후타재		• 균열, 파손(패임 및 요철) • 전·후의 단차(교면포장과와의 단차)

【표 6.4.2】 구조부재별 정기점검표(계속)

구조부재	점 검 부 위		점 검 항 목
배수시설	▷ 배수구	-격자판 (grating) -유입구	• 파손, 누락 • 누수, 체수(막힘) • 오염(오염퇴적)
	▷ 배수관		• 파손(연결 고정부 탈락) • 배수관 길이 부족(거더에 물 떨어짐) • 유출구 위치 부적절(도로상이나 구조물 위에 위치)
바닥판 및 거더	▷ 공통		• 균열(시공이음부 횡방향 균열) • 박리, 백태(유리회석), 파손, 철근노출 • 신축이음부 누수
교 대 및 교 각	▷ 공통		• 균열, 박리, 철근노출, 파손 • 침하
	▷ 두부		• 두부 물고임 • 받침 하부 균열 및 파손(박리, 박락)
	▷ 구체		• 수직균열 • 이동 또는 기울음
	▷ 기초		• 수중구간의 경우 침식, 세굴
부속시설	▷ 조명시설		• 지주 기초 연결볼트 이완
	▷ 표지판		• 청소불량 및 노후화 • 파손