제 7 장

보수·보강 및 유지관리 방안

7.1 개 요

7.2 보수·보강 방안

7.3 보수·보강 공법

7.4 유지관리 방안

제7장 보수·보강 및 유지관리 방안

7.1 개 요

금회 정밀안전점검을 통해 도출된 결과에 따라 내구성에 영향을 미칠 수 있는 손상들과 장기적인 구조적 안전성과 차량통행에 대한 안전확보, 시설물의 사용성 증대 및 경제적인 유지관리를 위해 조치가 필요한 결함은 제안된 방안을 토대로 보수・보강을 명확히 실시하고, 이에 대한 진행 여부를 지속 관찰하되 금회 과업에서 작성한 외관조사망도, 손상물량표 등을 참조하여 손상 진행 판단에 적극 활용토록 해야 한다. 특히 보수・보강 시 평가결과를 상세히 검토하고, 발생된 결함의 종류 및 정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등을 충분히 고려하여 적절한 최적의 방법 및 수준을 결정해야 한다. 조사된 손상 및 결함에 대하여는 가능한 한 조속한 시일 내에 보수・보강을 실시하는 것이 원칙이나, 동시에 전체 손상에 대해 조치하는 것은 비경제적일 수 있으므로, 경제적이고 효율적인 보수・보강을 위해 구조적 영향 여부를 최우선으로 고려하여 손상별 우선순위와 절차를 결정하였다.

1) 보수·보강방안 수립시 고려사항

구조물에 대한 보수·보강은 손상 구조물의 영향정도, 구조물의 중요도, 사용 환경조건 및 경제성 등에 의해서 보수·보강 방법 및 수준을 제안하였으며, 각 부재별 결함 및 손상은 관리주체가 효율적으로 유지관리계획을 수립할 수 있도록 보수대상 필요 여부와 우선순위를 지정하여 제안하였다.

2) 보수·보강의 수준결정

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

○ 현상유지(진행억제)　　○ 실용상 지장이 없는 성능까지 회복

○ 초기 수준이상으로 개선　　○ 개축

3) 공법의 선정

구조물 결함에 따른 보수·보강은 보수재료와 공법 선정시 공법의 적용성, 구조적 안전성, 경제성 등을 검토하여 결정한다. 이때 중요한 것은 구조물의 결함 발생 원인에 대한 정확한 분석이며, 이를 통해 적절한 공법을 선정할 수 있고, 또한 적절한 보수재료를 선택할 수 있다. 따라서, 시설물관련 제반자료, 안전점검시 수행한 각종 상태평가 및 안전성 평가 결과를 기초로 하여, 결함 발생 원인에 대한 정확한 분석 후 결함부위 또는 부재에 가장 적합한 보수·보강공법을 선정하여야 한다.

4) 보수 우선순위 결정방안

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

○ 보수보다 보강을, 주부재를 보조부재보다 우선하여 실시한다.

○ 시설물 전체에서의 우선순위 결정은 각 부재가 갖는 중요도, 발생한 결함의 심각성 등을 종합 검토하여 결정한다.

또한, 단계별 평가에서 시설물에 대한 종합평가는 부재 및 시설물에 발생한 결함 및 손상의 심각성과 부재 및 시설물의 중요도가 반영되어 있다. 따라서 보수·보강의 우선순위는 평가단계의 역순으로 추적하여 평가등급이 낮고, 중요도가 큰 부재 및 시설물 순서로 우선순위를 결정할 수 있다.

7.2 보수·보강 방안

7.2.1 보수·보강 방안 및 우선순위 선정

[표 7.2.1] 보수 · 보강 물량 및 우선순위

부재	손상내용	물량집계				조치방안	우선순위
		손상	단위	보수	단위		
교면포장	포장 망상균열	300.00	㎡	390.00	㎡	주의관찰	-
방호벽	균열(폭0.3㎜미만)	60.00	m	19.50	㎡	표면처리	하자
	균열(폭0.3㎜이상)	9.00	m	11.70	m	주입보수	하자
	방호벽 접속부 단차	3.00	㎡	3.90	㎡	주의관찰	-
신축이음장치	후타재 표면불량	1.50	㎡	1.95	㎡	주의관찰	-
	후타재 긁힘	0.03	㎡	0.04	㎡	주의관찰	-
	본체 부식	28.00	m	36.40	m	주의관찰	-
바닥판	균열(폭0.3㎜미만)	3.20	m	1.04	㎡	표면처리	하자
	재료분리	0.30	㎡	0.39	㎡	단면보수	하자
거더	들뜸	0.96	㎡	1.25	㎡	단면보수	하자
	파손	0.13	㎡	0.17	㎡	단면보수	하자
가로보	재료분리	7.84	㎡	10.19	㎡	단면보수	하자
교량받침	받침콘크리트 재료분리	0.14	㎡	0.18	㎡	단면보수	2
	플레이트 부식	1.00	EA	1.00	EA	도장보수	2
	볼트부식	4.00	EA	4.00	EA	도장보수	2
교대	균열(폭0.3㎜미만)	3.00	m	0.98	㎡	표면처리	하자
	균열(폭0.3㎜이상)	10.00	m	13.00	m	주입보수	하자
	들뜸	2.00	㎡	2.60	㎡	단면보수	하자
교각	균열(폭0.3㎜미만)	1.50	m	0.49	㎡	표면처리	하자
	망상균열	48.00	㎡	62.40	㎡	표면처리	하자

※균열의 표면처리 보수물량은 손상길이에 0.25m의 폭을 갖는 면적으로 산출(단, 망상균열 제외)
※보수물량은 손상물량에 30%를 할증한 물량임.(단 EA단위 물량, 산출물량이 확실한 경우 제외)
※상세 내용은 별첨 외관조사망도 및 결함물량표 참조

7.2.2 보수·보강 개략공사비

[표 7.2.2] 보수・보강 개략공사비

부재	손상내용	조치방안	물량집계		단가 (천원)	공사비 (천원)	우선 순위
			보수	단위			
교면포장	포장 망상균열	주의관찰	390.00	㎡	-	-	-
방호벽	균열(폭0.3㎜미만)	표면처리	19.50	㎡	42	819	하자
	균열(폭0.3㎜이상)	주입보수	11.70	m	19	223	하자
	방호벽 접속부 단차	주의관찰	3.90	㎡	-	-	-
신축이음 장치	후타재 표면불량	주의관찰	1.95	㎡	-	-	-
	후타재 긁힘	주의관찰	0.04	㎡	-	-	-
	본체 부식	주의관찰	36.40	m	-	-	-
바닥판	균열(폭0.3㎜미만)	표면처리	1.04	㎡	42	44	하자
	재료분리	단면보수	0.39	㎡	185	73	하자
거더	들뜸	단면보수	1.25	㎡	185	232	하자
	파손	단면보수	0.17	㎡	185	32	하자
가로보	재료분리	단면보수	10.19	㎡	185	1,886	하자
교량받침	받침콘크리트 재료분리	단면보수	0.18	㎡	185	34	2
	플레이트 부식	도장보수	1.00	EA	33	33	2
	볼트부식	도장보수	4.00	EA	33	132	2
교대	균열(폭0.3㎜미만)	표면처리	0.98	㎡	42	42	하자
	균열(폭0.3㎜이상)	주입보수	13.00	m	19	247	하자
	들뜸	단면보수	2.60	㎡	185	481	하자
교각	균열(폭0.3㎜미만)	표면처리	0.49	㎡	42	21	하자
	망상균열	표면처리	62.40	㎡	42	1,186	하자

※개략공사비는 현장 여건상 물량의 증감, 적용 공법 변경 등에 따라 변동될 수 있음.
※공종별 보수시기는 손상의 경중을 고려하여 동일 형태의 손상이라도 보수시기를 1순위~3순위로 구분함.
※부대공사비 및 폐기물처리비 등은 제외된 금액임.

[표 7.2.3] 보수・보강 총괄 개략공사비

구분		금 액(천원)				
		1순위	2순위	3순위	하자	합계
개략공사비	순공사비 계	-	199	-	5,286	5,485
	제경비	-	100	-	2,643	2,743
	합 계	-	299	-	7,929	8,228

※개략공사비는 현장 여건상 물량의 증감, 적용 공법 변경 등에 따라 변동될 수 있음.
※공종별 보수시기는 손상의 경중을 고려하여 동일 형태의 손상이라도 보수시기를 1순위~3순위로 구분함.
※부대공사비 및 폐기물처리비 등은 제외된 금액임.

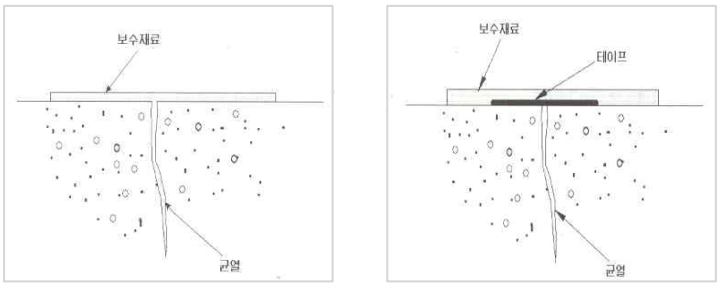
7.3 보수·보강 공법

보수.보강 방법의 기본방향은 장기적으로 설계 내하력을 유지시키고 내구성 저하를 방지하는데 그 목적이 있으며, 1) 결함 및 손상에 대한 내하력 확보차원의 보수.보강공법, 2) 콘크리트 및 철근의 내구성 확보차원의 보수, 3) 외관상태의 결함에 대한 보수 또는 구조물의 유지관리 차원의 보수에 대한 기본적인 방법을 제시하였다.

7.3.1 콘크리트 보수공법

가. 표면처리공법

표면처리공법은 미세한 균열 위에 도막을 형성하여, 방수성, 내구성을 향상시킬 목적이며, 균열부만 피복하는 방법과 전면을 피복하는 방법이 있다. 진행이 정지된 상태에서는 균열선을 따라 폭 50~100㎜를 와이어 브러쉬로 닦아낸 후 폴리머시멘트페이스트나 모르타르로 도포한다. 콘크리트표면에 0.3㎜미만의 미세 균열이 많이 분포해한 경우도 같은 방법으로 도포하며, 재료를 기계로 분무, 도포할 수도 있다. 진행성 균열인 경우 경화후의 재질이 단단한 폴리머시멘트 페이스트나 모르타르로 보수할 경우 보수부위에 다시 균열이 발생하므로 균열면을 와이어 브러쉬로 완전히 청소한 후 균열선을 중심으로 테이프를 부착하고 변형성 및 신장성이 큰 실링재를 도포하여 바닥의 변형을 이 테이프 사이에서 흡수할 수 있도록 한다.



(a) 정지균열 (b) 진행성균열

[그림 7.3.1] 표면처리공법

[표 7.3.1] 표면처리 보수재의 비교

재료	폴리머 모르타르	에폭시 모르타르	폴리우레탄	타르 에폭시
재 료 특 성	· 접착성 우수, 무수축 · 탄산화 저항성 우수 · 내구성,내후성 우수	· 접착성 우수 · 침투성 양호 · 경화시간 조정 가능	· 완전 1액형 · 우수한 탄성, 복원력	· 방수성 뛰어남 · 신축성 큼 · 2액형
장 점	· 콘크리트와 물성 유사 · 부착면 상태에 영향 적게 받음	· 부착성 상대적 우수 · 현장여건에 따른 경화시간 조정가능	· 탄성력 우수 · 누수차단성 큼	· 시공성 양호 · 표면 방수효과 큼 · 공사비 저렴
단 점	· 장기간 경화시간 필요	· 열팽창계수 큼 · 재료비 고가 · 고온 약함	· 콘크리트와 물성치 다름 · 보수 후 강성 복원 없음	· 내구성 적음 · 콘크리트와 물성치 다름 · 보수 후 강성 복원 없음
적 용 특 성	· 구조체 전반에 발생된 균열에 적합 · 미관측면의 보수	· 구조체 일방향 균열에 적합 · 표면열화가 있는 균열부	· 구체우수 침투부 · 비구조체 · 신축이음부등	· 미세균열부 표면방수 목적 · 지중 방수재기능

[표면처리공법 비교]

재료	DPCON-BASIC 공법	레미가드	오래콘	TGRS 공법
공법 개요	• 콘크리트에 직접 액상 도포, 내부 알칼리와 화학반응하여 침투깊이 10㎜이내의 강화 영역을 형성, 수밀성/내구성/내화학성 등 극대화 • 반영구적인 성능을 발현하는 무기계 흡수 및 결합형 공법	• 변성실리콘계 고분자와 TEOS를 이용하여 인체 무해한 친환경적 콘크리트 표면보호재. 신설 구조물 표면보호 및 열화된 구조물 보수보강재로 부착성, 내오염성, 내후성, 내약품성, 내산성 우수한 공법	• 중성화, 염해 및 여러 가지 원인에 의한 손상된 철근콘크리트 구조물의 단면의 표면을 세라믹도료를 사용하여 표면을 보호하는 공법	• 철근의 산화피막 회복, 중성화된 콘크리트의 재알칼리화, 자기희생양극법, 외부로부터 유해인자를 차단하는 표면처리 공법
장 점	• 탈락 우려 적음 • 침투성/방수성 우수 • 동결융해 저항성 우수	• 생산성 내화학성 우수 • 중성화 방지 효과 • 내충격, 내마모성 우수	• 손상부, 보수부의 부착력 우수 • 리바운드율 적음	• 염해 방지 우수 • 동결융해 방지 우수
단 점	• 무색의 경우 미관개선 효과 낮음 • 시공전 기술 습득 필요	• 무기계 공법으로 경화시간이 느림 • 표면미관 곰보상태	• 시공실적이 적음 • 숙련된 작업 필요	• 숙련 작업 필요
적용 특성	• 탄산화된 구체의 재알칼리화 • 습윤면에서 시공 가능	• 다단계시공으로 단계별 품질관리 필요	• 세라믹도료를 사용하여 표면보호	• 아질산 라튬의 중성화 방지제 이용, 화학적 처리 • 전기 화학적 방법 이용
단 가	32,000원/㎡	41,000원/㎡	44,000원/㎡	37,000원/㎡

나. 주입공법

주입공법은 균열에 수지계 또는 시멘트계의 재료를 주입하여 방수성, 내구성을 향상시키는 공법으로, 마감재가 콘크리트 모체로부터 들떠 있는 경우에도 적용할 수 있다. 이 공법을 적용함에 있어서는 시공위치, 시공시기에 맞는 작업시간 및 균열폭에 대응한 점도의 재료를 선정하는 것이 중요하다.

[표 7.3.2] 균열에 따른 주입공법의 분류

조건 \ 공법		기계주입공법	수동주입공법	유입공법	저압수지주입공법
시공위치	수평면(상)	○	○	○	○
	수평면(하)	○	○		○
	수직면	○	○		○
균열폭	0.25㎜이하	○			○
	0.25㎜~2.0㎜		○	○	○
	2.0㎜~5.0㎜		○	○	
	5.0㎜이상			○	

[표 7.3.3] 균열폭에 알맞은 수지의 점성도

형 상		점성도(20℃, cp)	주입 가능한 균열폭
액 상	저점성도	500±200	0.1㎜전후
	고점성도	1,500±500	0.2㎜전후
젤상태		6,000±1,000	0.5㎜~5.0㎜전후

△ 주입공법의 특징

1.내하력복구의 안전성을 기대할 수 있으며, 에폭시수지의 접착강도가 크고 경화시 수축이 거의 없음. ※ 단, 휨시험에서는 대부분 모재에서 파단이 일어남.

2.내구성저하 방지, 누수방지를 기대할 수 있으며, 미세한 균열에도 주입이 가능하고 균열이 발생한 콘크리트를 일체화시킬 수 있음.

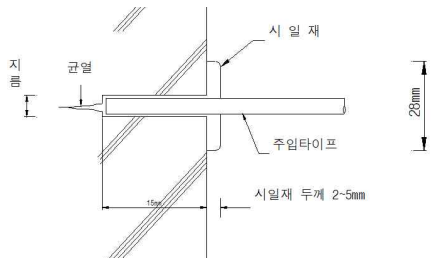
3.경화후의 에폭시수지는 화학적 성질이 안정하여 내후성이 좋음.

4.미관의 유지가 용이함.

5.경제적으로 구조물의 자중 증가가 거의 없으며, 접착강도가 단기간에 발현되고 작업성이 좋음.

[표 7.3.4] 주입공법의 종류

구 분	내 용
압입식	•수동식 주입: 인력 •기계식 주입: 공기압식, 유압식, 기어식 •저압, 저속식 주입: 고무, 용수철, 공기 등의 압력
흡입식	•균열의 양단에 흡기구와 충전제 주입구를 설치하여 흡입펌프로 충전제를 흡입주입



균 열 폭	주입파이프 간격
0.3㎜이하	50.0㎜~100.0㎜
0.3㎜~0.5㎜	100.0㎜~200.0㎜
0.5㎜~1.0㎜	150.0㎜~250.0㎜
1.0㎜이상	200.0㎜~300.0㎜

[그림 7.3.2] 일반적인 주입공법

[그림 7.3.3] 주입공법의 시공순서

1) 수동식 주입공법

주입건, 소형펌프를 사용하여 주입재를 비교적 다량으로 주입하는 방식으로, 콘크리트표면의 균열폭이 0.2㎜정도 이상의 균열부위에 그리스펌프를 사용하여 에폭시수지를 주입하는 경우에 적용한다.

[표 7.3.5] 수동식 주입공법의 장점, 단점

구 분	내 용
장 점	•다량의 수지를 단 시간에 주입할 수 있다. •주입용 수지의 점도에 제약을 받지 않는다. •벽, 바닥, 천장 등의 부위에 따른 제약이 없다. •주입구 부위에서 넓은 면적을 주입할 수 있다. •들뜸이 매우 적은 부위, 모재와 접착되어 있지 않은 부위, 발기 직전의 부위에도 주입이 가능하다. •주입량을 정확하게 알 수 있다. •주입압이나 속도를 조절할 수 있다.
단 점	•균열 폭 0.5㎜이하의 경우에는 주입이 매우 곤란하다. •공극부에 압력이 가해진다. •주입시 압력펌프를 필요로 한다. •경우에 따라 압착양생을 필요로 한다. •주입조작, 기기취급 조작시 숙련도가 요구되어 관리상의 문제점이 있다.

2) 저압, 저속식 주입공법

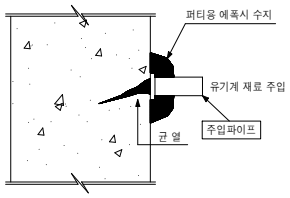
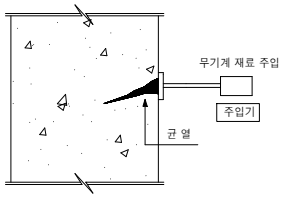
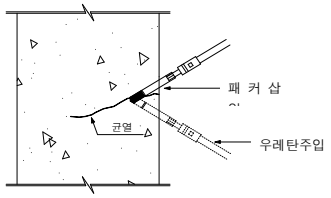
균열 위에 주입수지가 들어 있는 용기를 설치하여 고무, 용수철, 공기압 등으로 서서히 수지를 주입하는 방식으로 압입방식으로 주입되는 수지의 거동은 동심원상으로 확대되므로 주입압력에 의한 균열이나 들뜸이 발생되지 않는다.

주입압력은 0.4㎫이하로 규정되어 있으나 실제로는 0.1㎫전후가 사용되며, 최근에는 주입품질을 위해 2.1㎫의 압력까지 주입하는 경우가 많으며, 주입재는 에폭시수지 이외에도 무기질계의 슬러리도 사용할 수 있어 습윤환경하에서도 사용가능하다.

반면, 주입기에 여분의 주입재료가 남아 재료의 손실시 큰 단점이 있다.

3) 균열주입보수 비교안

[표 7.3.6] 균열의 보수공법

구분	1 안	2 안	3 안
	에폭시 주입공법	슬러리시멘트 주입공법	우레탄 주입공법
개요도			
공법 개요	•균열부위 컷팅, 균열부 씰링 후 유기계 재료인 에폭시를 주입기로 주입	•균열부위 컷팅, 균열부 씰링 후 무기계 재료인 폴리머 슬러리시멘트를 주입기로 주입하는 공법	•균열부위에 지그재그방향으로 패커를 삽입하고 우레탄을 주입하는 공법
시공 방법	표면처리→주입기설치→균열부 씰링→에폭시주입→단면복구	표면처리→주입기설치→균열부 씰링→폴리머슬러리시멘트주입→단면복구	표면처리→지그재그 천공→패커설치→지수용 우레탄 발포제 주입→마무리
장 점	•인장, 휨강도 우수 •건조한 환경에 유리 •경화시간이 빠름 •시공실적 다수	•품질관리가 용이, 재균열 발생우려 없음 •콘크리트 모체와 동등한 탄성계수, 열팽창 계수, 투수성 확보 •수용성인 무기계 재료의 사용으로 습윤지역 시공 가능	•접착력 우수 •탄성 및 인장강도 우수 •저점도로 미세균열 침투
단 점	•습기가 있는 부분에서는 접착력이 떨어지며 품질관리 어려움 •주입압력이 크면 균열 확대되므로 주의 •탄성계수, 열팽창계수 콘크리트와 다름	•보통형식의 것은 경화시간이 늦고 공기가 길어짐 •공정이 다소 복잡, 시공전문가가 필요 •유기계에 비해 접착강도 떨어짐	•다소 유해 •변형 발생가능 있음
검 토	•균열주입보수 재료로는 인장, 휨강도가 우수하며 현재 콘크리트 구조물 보수에 널리 사용되고 있는 에폭시 주입공법이 적합		

다. 충전공법

균열의 폭이 0.5㎜이상으로 비교적 큰 경우의 보수에 적합한 공법으로 균열을 따라 모르타르 마감 또는 콘크리트를 절단하여 그 부분에 보수재를 충전하는 방법이다. 이 공법은 철근이 부식되어 있는 경우와 부식되지 않은 경우에 따라 보수방법이 다르며, 충전공법에는 철근이 부식도지 않은 경우, 철근이 부식되어 있는 경우, U컷 실링재 충전 공법, 결함부위 에폭시수지모르타르 충전공법 그리고 결함부위 폴리머시멘트모르타르 충전공법 등이 있다.

1) 철근이 부식되지 않은 경우

균열을 따라 약 10.0㎜폭으로 콘크리트를 U형 또는 V형으로 절개한 후, 이 부위에 실링재, 유연성 에폭시수지, 폴리머시멘트모르타르 등을 충전하여 보수한다. V형으로 절개하는 방법은 간편하지만 폴리머시멘트모르타르를 충전하는 경우 충전한 모르타르의 박리가 발생하기 쉽기 때문에 U형으로 절개하는 방법이 보다 효과적이다.

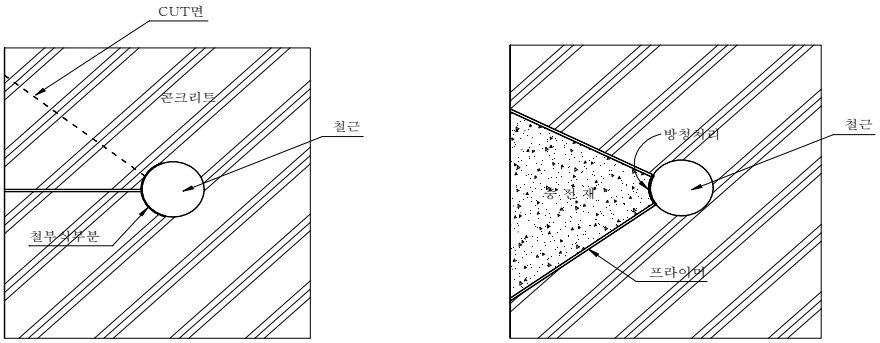
(U형) (V형)

[그림 7.3.4] 철근이 부식되지 않은 경우의 충전공법

[그림 7.3.5] 철근이 부식되지 않은 경우의 충전공법 흐름도

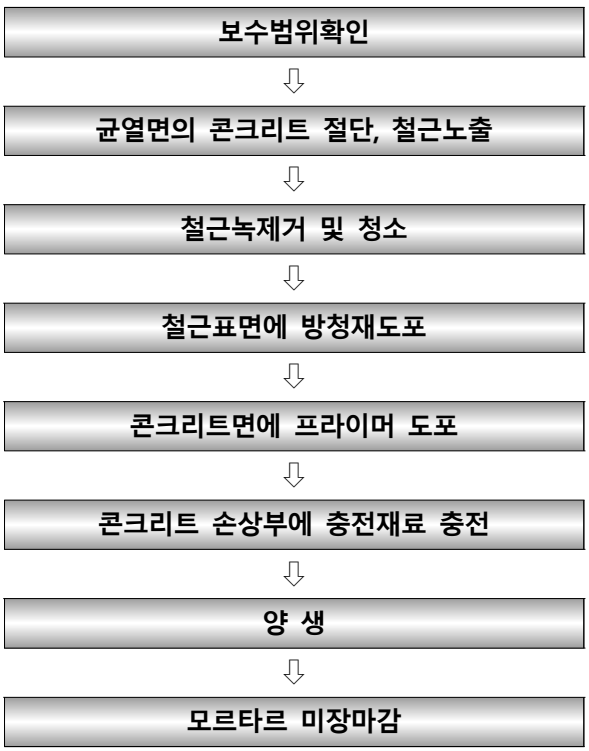
2) 철근이 부식된 경우

철근이 부식된 경우의 충전공법은 크게 보수재료에 의해 물리적으로 부식을 방지하는 방법, 콘크리트에 알칼리성을 부가하여 화학적으로 부식을 방지하는 방법 그리고 이 두 가지의 혼용방법 등 3가지로 분류될 수 있다.



구 분	보수시 유의사항
첫 째	부식된 철근의 녹을 완전히 제거하는 것을 원칙으로 함.
둘 째	균열이 발생되지 않은 부분의 철근도 부식하는 경우가 많기 때문에 그 부분을 포함하여 보수함.
셋 째	균열이 진행성이면 균열폭이 증가되는 경우가 많으므로 변형에 대한 유연성이 큰 보수재료를 사용함.

[그림 7.3.6] 철근이 부식된 경우의 충전공법

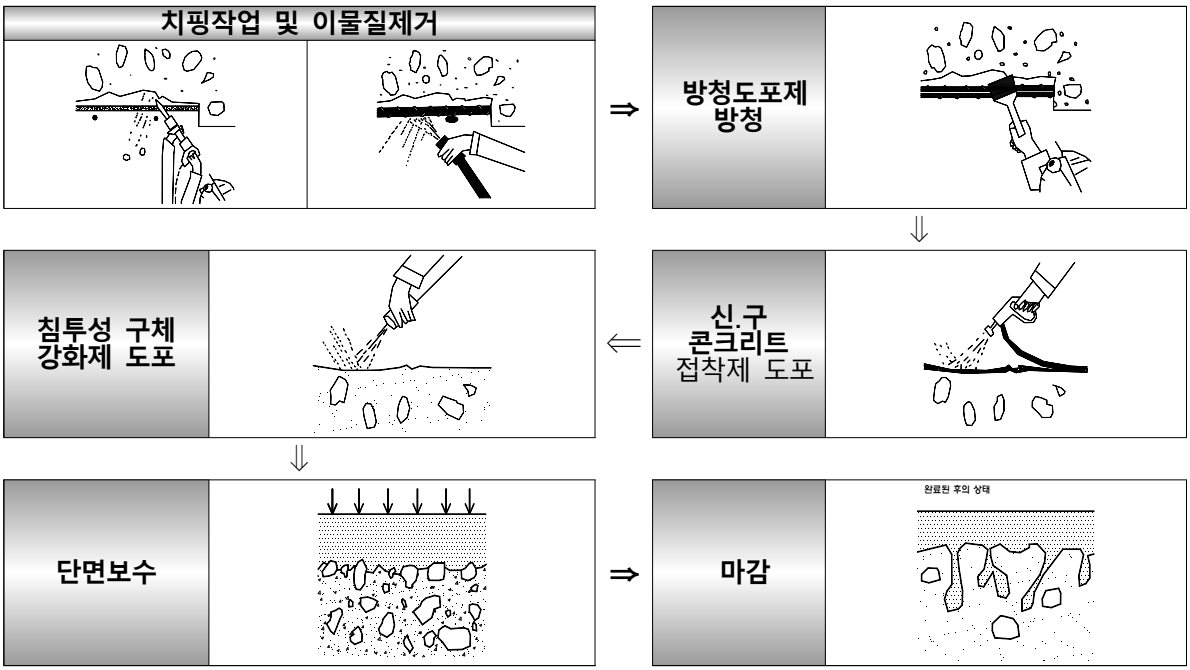


[그림 7.3.7] 철근이 부식된 경우의 충전공법 흐름도

라. 단면보수공법

1) 개 요

단면보수공법은 콘크리트 구조물이 상태변화로 당초 단면을 손실한 경우의 복구나 탄산화, 염화물 이온 등의 상태변화요인을 포함한 콘크리트 피복을 철거한 경우의 단면복구에 적용하는 보수공법이다. 콘크리트 구체에 발생된 재료분리, 철근노출, 박리, 박락, 표면열화 등의 손상부위를 제거하며, 철근의 부식이 진행된 경우에는 방청처리를 실시한 후 적절한 보수재료를 통하여 단면을 회복한다.

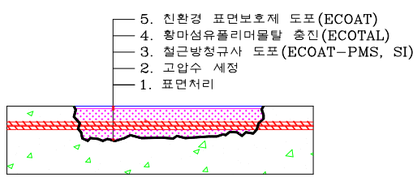
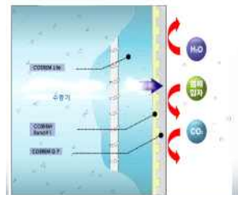
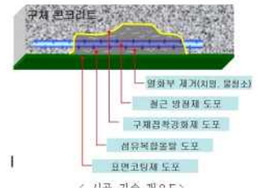


[그림 7.3.8] 단면보수 시공방법

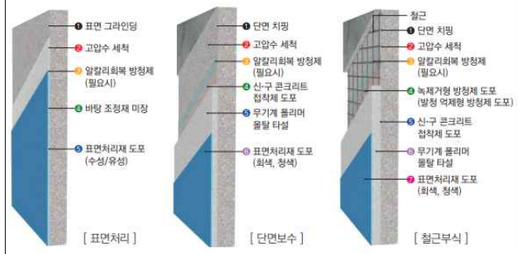
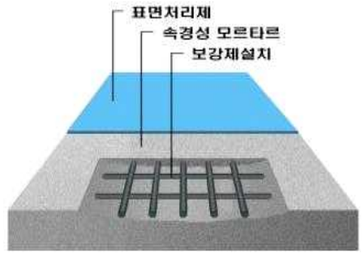
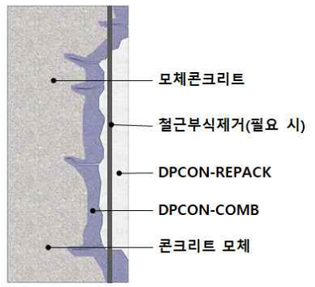
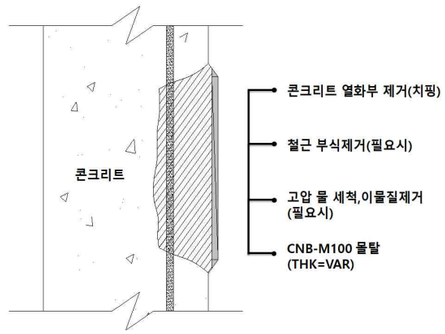
[그림 7.3.9] 단면보수공법 흐름도

2) 단면보수공법 비교안

[표 7.3.7] 단면보수공법 비교안-1

구 분	ECOTECT 공법(신기술 제642호) (2012년 02월 06일 ~ 2022년 02월 05일)	에코플래쉬 공법(신기술 제 577호) (2009년 04월 27일 ~ 2019년 04월 26일)	COSREM 공법(신기술 제596호) (2009년 12월 10일 ~ 2019년 12월 09일)	FCSM 공법(신기술 제 522호) (2007년 02월 08일 ~ 2010년 02월 07일-만료)	비고
명 칭	황마섬유 혼입폴리머 모르타르와 나노메탈 함유 표면보호재를 항온정량배합 분사장비로 시공하는 보수·보호공법	접착보강핀을 설치하고 미세분말 플라이애시 및 삼산화규산칼슘 섬유가 혼입된 모르타르를 회전돌기형 믹싱샤프트건에 의해 건식분사하는 콘크리트 단면보수공법	경량 보수모르타르와 통기성 경량 복합 보강 판넬을 활용한 콘크리트 구조물의 보수보강 공법	PVA섬유복합모르타르와 전용믹서 및 이중추진방식의 스프레이건을 이용한 콘크리트구조물의 단면보수기술	
개요도					
시 공 도	①콘크리트치핑→②철근녹제거/철근방청→③고압수세정→④철근방청처리→⑤ECOTAL충진→⑥ECOAT도포	①표면처리→②철근녹제거→③고압수세정→④ERH-PIN설치→⑤철근방청처리→⑥표면처리제 도포(ERH-모르타르,프라임, 코트 도포)	①콘크리트치핑→②고압세척→③철근방청제도포→④경량하이브리드 보수모르타르 타설→⑤표면처리제 도포	①열화부제거→②철근방청→③구체접착강화제→④섬유복합모르타르→⑤표면코팅제 도포	
기술개요	•단면보수 모르타르의 초기건조수축 균열 저감과 모르타르 양생시 급격한 수분증발로 인한 계면 부착력 저하의 문제를 개선시키기 위해 천연 재료인 황마섬유가 혼입된 폴리머 모르타르를 이용하여 단면을 보수하고, 콘크리트 구조물의 내구성 증진 및 유해물질 침투를 방지하기 위해 나노메탈 미분이 함유된 표면보호재를 항온 정량 배합 분사 장비로 균일하게 분사하여 내구성을 확보하는 콘크리트 보수·보호공법	•열화된 콘크리트 제거한 보수단면에 삽입핀과 사각의 메쉬형 접착보강구조물이 결합된 접착보강핀을 설치하고 미세분말 플라이애시 및 삼산화규산칼슘 섬유가 혼입된 모르타르를 타설하여 보수콘크리트의 균열이나 들뜸을 억제하였으며, 건식 압송장치로 모르타르 재료를 이송하고 노즐에서 압축공기와 물이 공급되는 회전돌기형 믹싱샤프트건으로 분사함으로써 이송거리를 증대시키고 재료분리 현상을 저감시킨 콘크리트 단면보수 공법	•페라이트계 경량골재, 나일론 보강 단섬유, 첨가제 등으로 구성된 경량 보수모르타르(COSREM-Lite)를 사용하여 보수함으로써 보수 모르타르의 기준 성능을 만족하고, 기존 보수 모르타르 대비 단위 중량을 경량화하였으며, 기존 장비를 이용하여 시공이 가능한 공법	•PVA(Polyvinyl alcohol)단섬유와 구형의 경량비드, CSA(Calcium Sulpho Aluminate)팽창재 등을 첨가하여 제조된 보수모르타르와 이를 시공 할 수 있는 섬유투입장치, 배합수 공급장치, 교반속도 조절장치를 포함한 전용믹서와 이중추진방식의 스프레이건을 사용하여 구조물을 보수하는 기술	
특 징	•초기 건조수축균열 완벽히 차단 •친환경보수재료 •단면 회복 우수 •시공성, 점착력, 부착력, 내화학성, 내약품성, 균열 저항성등이 우수 •기계화 시공으로 인한 품질 확보 가능	•물리적 특성 우수(무기섬유) •내약품성 및 내화학성이 우수 •천연무기재료에 의한 표면피복 •기계화 시공으로 부착력 및 품질 향상	•경량화 •초·장기 부착성능증진 •거동일체성 •균열 저항성 우수, 시공성 우수 •기계화 시공으로 부착력 및 품질 향상	•PVA 섬유의3차원 가교작용으로 균열억제 •건조수축및진동에 의한 균열저항성우수 •동결융해시공 장소에 제약을 받지 않음 •초기강도 및 시공성 탁월 •시공실적 다수 •섬유 별도 혼입에 따른 품질저하우려	
부착강도	3.3N/㎟	1.8N/㎟	0.8N/㎟ 이상	2.5N/㎟	
단 가	183,957원/㎡	170,937원/㎡	188,816원/㎡	167,835원/㎡	T=30㎜

[표 7.3.8] 단면보수공법 비교안-2

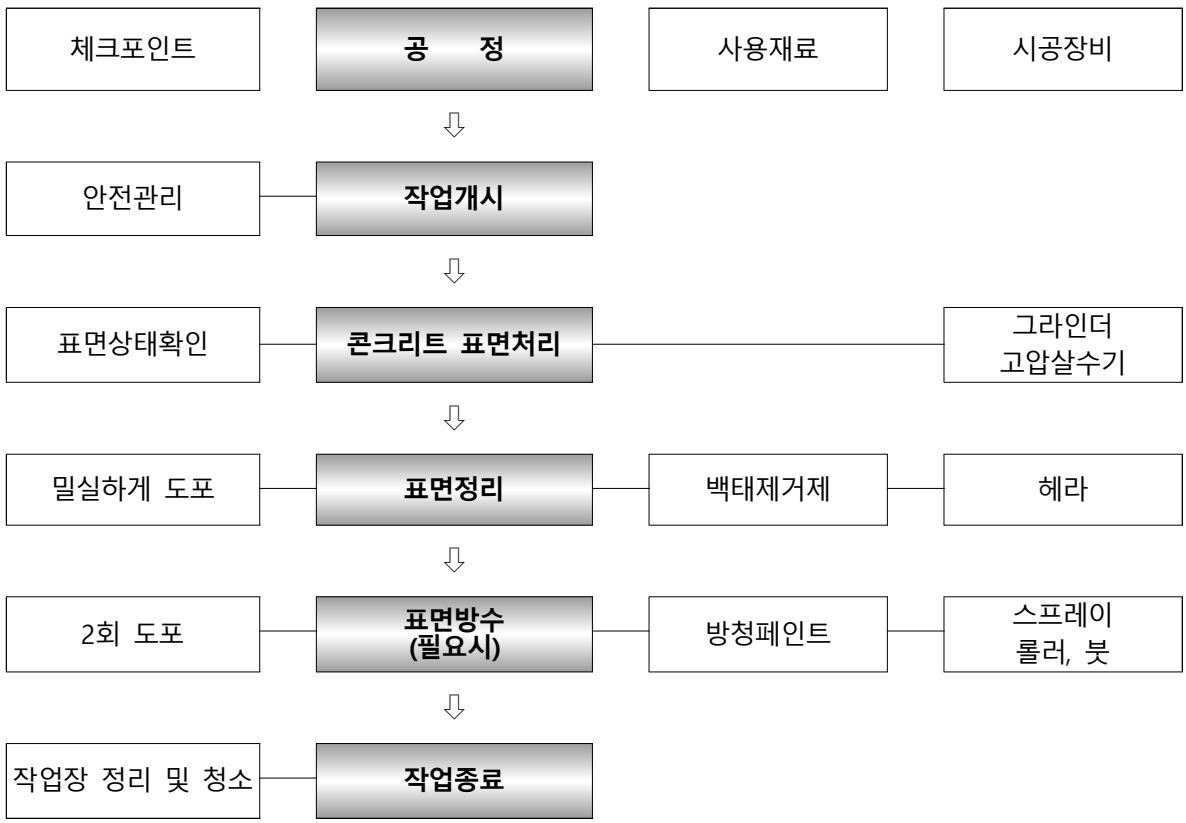
구 분	PR공법 (특허 제1119893호)	HI-REPAIR공법 (특허 제0643524)	DPCON-Repack 공법 (특허 제10-1891567호)	CNB-CON 공법 (특허 제10-1110704호)	비고
명 칭	고강도 섬유질 무기계 폴리머 모르타르를 비롯한 물리적/ 화학적인 방법으로 콘크리트를 보수 보강하는 공법	철근콘크리트 구조물 열화부의 단면보수 및 보강공법	단면복구재에 의해 화학적, 저항성, 부착강도 증진, 처짐 및 크랙저항성을 확보하는 다중 단면복구 공법	열화된 콘크리트를 보호하여 구조물의 내구성 및 내후성을 증대시키는 공법	
개요도	중성화된 콘크리트에 알칼리 회복제를 도포함으로써 중성화된 콘크리트를 재알칼리화로 회복시킴과 동시에 표면의 취약층을 강화시키고 무기계 폴리머 모르타르를 도포함으로써 향후의 중성화 및 염해를 방지하는 무기계 보수보강공법이다.	기존 콘크리트와 동일한 성분인 무기계 모르타르를 이용하여 보수 및 보강함에 따라 높은 부착강도를 유지함과 동시에 내구성이 탁월한 철근콘크리트 구조물 열화부단면 보수 및 보강공법	모체결합형 강화재에 의한 구체 자체의 조직치밀화, 동결융해 저항성 등 내구성 증진(1차 보호) 후, 활성 실리카, 알루미나계 성분 및 친수성 섬유가 혼입된 단면복구재에 의해 장기 내구성, 내산, 내알칼리성, 내수성 등 화학적 저항성, 부착강도의 증진, 처짐 및 크랙저항성을 확보(2차 보호)하는 다중 단면복구 공법	초기 강도 발현과 수축, 팽창, 부식 등 성능조절이 뛰어난 CSA계 시멘트를 이용한 폴리머몰탈과 시멘트 혼입 폴리머계 탄성방수제를 이용하여 구조물에 물이 침투되는 것을 막는 방수기능은 물론 미세균열 및 열화인자 침투를 사전에 차단하고, 열화된 콘크리트를 보호하여 구조물의 내구성 및 내후성을 증대시키는 공법	
시 공 도					
기술개요	•치핑작업 •고압 물세정 •철근 녹제거 라파다운 도포 •발청 억제 라파코드 도포 •침투성 알칼리 회복제 라파알큐어 도포 •신구 접착제 라파본드 도포 •면복구 라파콘 시공	•바탕처리 및 세척 •보수표면에 하이 글라스 매쉬 부착 •모르타르 단면 복구 •표면 처리제 도포	•처짐 및 크랙저항성 확보 •다중 단면복구	•콘크리트 열화부 제거(치핑) •철근 부식제거 •고압 물 세척, 이물질제거 •CNB-M100 모르타르	
장 점	•습윤면 시공 가능 •조기강도로 시공기간 단축 •우수한 부착력, 균열발생 없음 •무독성 시공 가능 •진공상태에서 시공 가능	•중성화방지, 알카리회복 우수 •동해,염해방지,도막방수 우수 •내구성증진효과 우수 •무수축 고강도 모르타르로 습윤면 부착강도 우수 •경화 후 균열발생 없음	•무기 혼화재에 의한 수축저감, 조기강도 발현 •친수성 섬유에 의한 처짐방지 및 크랙저항성 부여 •초미립 아크릴계 분말수지 적용에 의한 부착력, 내마모성 및 크랙저항성 증가 •강도 및 내구성이 우수하여 공용기간 연장 및 유지보수 비용 절감 효과	•제품의 응결시간을 촉진시켜 초기강도 발현 및 수축, 팽창, 부식 등 성능조절 탁월 •시멘트 계열의 무기질 탄성방수재 사용으로 콘크리트와 함께 수축 및 팽창거동 •아크릴 에멀젼을 사용하여 내마모성, 내후성, 내균열성, 내충격성 우수	
단 점	•기계화 시공이므로 치밀한 현장준비 필요	•가림막 설치 및 습윤양생 필요	•처짐 및 저항성 확보하는데 장시간 소요	•부식제거 및 이물질제거 시 정확한 작업 요함	
단 가	202,000/㎡	242,000/㎡	151,000/㎡	158,000/㎡	

마. 백태보수공법

노후화된 콘크리트 표면에 생기는 백색의 결정으로 수밀성이 약한 콘크리트나 모르타르에 물이 새어나면서 탄산칼슘이 표면에 퇴적하여 나타나는 현상이다.

방안으로는 콘크리트를 완전히 건조시킨 후 백태를 제거하고 폴리머모르타르 등으로 마감한다. 백태의 제거방법은 희석한 염산(1:5~1:10)으로 처리하거나 모래방사에 의해 제거하며, 인산으로 처리할 때는 처리 후 잔류인산을 물로 완전히 씻어내고 직사광선을 피하고 바람이 없는 날에 작업을 실시한다.

① 작업 전 충분한 안전교육을 실시하고 개인 안전장구 착용여부를 반드시 확인한다.
② 기온이 5℃이하에서는 작업을 중지하여야 한다.
③ 기존 콘크리트의 백태부분은 그라인더를 이용하여 표면처리하고 깨끗이 청소한다.
④ 백태제거제는 주제화 경화재를 중량비에 의해 배합한다.
⑤ 기존 콘크리트 표면에 백태제거제를 고르게 도포한다.
⑥ 백태제거제 도포 후 2시간 정도 건조시킨 후 후속작업을 실시한다.



[그림 7.3.10] 백태보수 시공흐름도

7.3.2 강재 보수공법

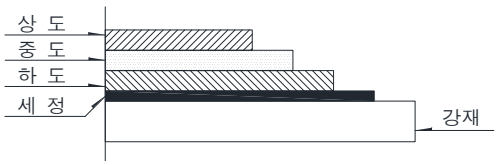
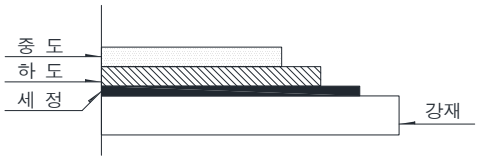
가. 강재 도장보수

일반적으로 강박스 내·외부에서 발생한 도장 손상은 도장 불량에 의한 도장박리와 외기에 의한 도장열화 및 점부식, 신축이음 하부 단부 및 격벽, 보강재의 부식 등에 의해 발생한다. 특히 강박스 내부의 부식은 직접적인 우수유입보다는 공용 중 외기에 의한 도장열화가 주원인으로 열화부의 제거 후 재도장을 통한 내구성 확보가 필요하다.

1) 보수방법 및 시공 상세도

보수 부위 선정	
↓	
표면 전처리	•보수 부위의 녹.페인트등 이물질을 완전히 제거 (Wire Brush, Sand Paper, Paint Remover)
↓	
표면 검사	•소지면의 조도 평탄성 검사, 도료와 소지면의 밀착성 및 친화력 향상
↓	
도장 방법의 선택	•현장여건 및 사용도료에 따라 브러시 코팅, 로울러 코팅, 에어 스프레이 코팅중 가장 적절한 도장방법 선정
↓	
재 도 장	•부착성, 방청성, 내수성 등이 뛰어난 중방식도료 하도 후 광택, 색상, 보유력, 부착력 등이 우수한 재료로 상도 도장
↓	
검 사	•육안 및 도막두께측정기(D.F.T.M)를 이용하여 도장 상태 및 도장두께 검사
↓ **합 격**	
완 료	

[도장보수 시공순서도]

구분	내 용	
시공 상세도		
적용대상	•강박스거더 외부 도장부식 및 박락 •캔틸레버 하면 브래킷 부식 •받침장치 부식	•강박스거더 내부 도장박리 및 부식

[도장보수 시공 상세도]

4) 공법 비교표

[표 7.3.9] 도장보수 전처리공법 비교표

공 법	숏 블라스팅	습식 샌드 블라스팅	건식 샌드 블라스팅
특 징	•숏 또는 그릿이라고 하는 금속.비금속의 미세한 입자를 매분 약 2,000회전의 고속으로 회전시켜 표면을 처리하는 기술	•물에 젖은 모래를 물+에어를 혼합한 기기를 이용하여 분사시켜 표면을 처리하는 기술(수압식)	•건조된 모래를 에어(공기)를 이용하여 분사시켜 표면을 처리하는 기술(압축공기식)
시 공 순 서	•사전 준비 •steel ball(grit)을 탱크안에 넣고 고속 회전시킴 •매분 약 2,000회전으로 원심력을 이용하여 분사	•사전준비 •습식 샌드를 탱크안에 넣고 물을 채움 •8:2로 섞여져 있는 물과 샌드의 혼합물을 분사	•사전준비 •건식 샌드를 탱크안에 넣고 물을 채움 •8:2로 섞여져 있는 공기와 샌드의 혼합물을 분사
공법의 특징	•샌드 블라스팅에 비해 작업 시간 짧음 •Rebound성 높으며 가공 시간단축 •공정이 복잡하여 전문가 필요 •시공성 좋음 •내구성 좋음 •공사비 고가	•건식 샌드 블라스팅에 비해 분진 없음 •규격 샌드가 별도로 필요 없음 •건식 샌드 블라스팅에 비해 미관성 좋지 않음 •공사비 다소 고가 •폐기물 절감 •샌드 소모량 줄여줌	•샌드재가 젖지 않도록 별도 보관소 필요 •작업지역 먼지, 분진 발생 •샌드물에 장막이나 칸막이 필요 •공사비 저렴함 •강인한 전처리 가능 •규격 샌드 준비

[표 7.3.10] 강도장보수 공법 비교표

공 법	중방식 금속혼합물피막	염화고무계도료 (일반중방식)	에폭시계 도료	세라믹계 도료
시공 순서	•표면처리 •1차피막 (하도) •2차피막 (중도) •3차피막 (상도)	•표면처리 •무기질징크 하도 •염화고무도료 중, 상도	•표면처리 •수용성 무기징크 1,2,3차 도포	•세라믹코팅 바탕만들기 •무기아연말계 •무기세라믹계 •우레탄세라믹
장 점	•내열성, 내후성, 방청력, 부착력, 신율우수 •내약품성, 내충격성 •희생양극방식 기능 •Re-Coating이 용이	•일반적인 시공성 •국내적용 실적이 많음 •건조가 빠름	•내약품성 •강인한 도막 미관성 •희생양극방식기능	•내약품성 •강인한 도막, 미관성 •내구성
단 점	•일반적 도료에 비해 비교적 고가 •작업시 접착제와 금속혼합물이 잘 혼합되도록 전동 믹서기를 이용하여 혼합하여야 함 •작업전 시공교육 필요	•내약품성이 나쁨. •내구성이 짧음 •내열성이 나쁨 •초기접착력은 우수하나, 접착력 저하(계 면탈락) •저온시 증점(점도상승, 유동성감소) 및 겔화현상 발생	•공사비 고가 •수축팽창에 대한 유연성(신율)부족 •자외선에 약해 변색, 재료의 변형 유발 •고온에서 황변현상 있음 •초기접착력은 우수하나, 접착력저하 (계면탈락)	•공사비 고가 •수축팽창에 대한 유연성(신율)부족 •다른 재질이므로 층간분리현상이 나타날 수 있음
내구성	20년	3 ~ 4년	5년	10년

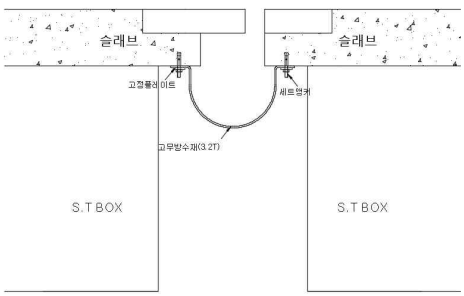
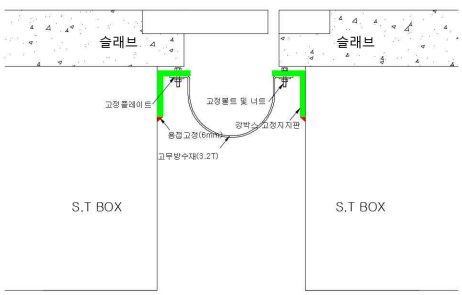
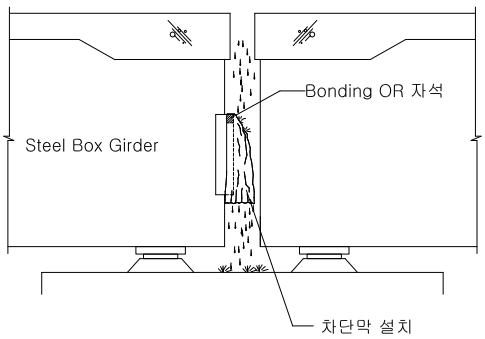
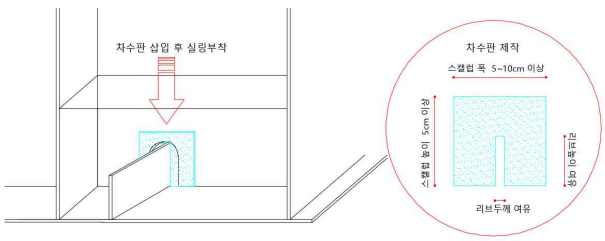
나. 강박스 내부 우수유입 방지 대책

•신축이음 누수나 조인트, 외부를 통한 우수가 강박스 단부에 설치된 격벽(다이아프램)의 슬리브나 스캘럽을 통해 박스 내부로 유입되는 경우가 많다. 우수 유입시 외측의 토사와 함께 내부로 흘러들어오는 경우 장기적으로 도장박리 및 부식을 유발할 수 있는 환경이 조성된다.

예시 스캘럽 우수유입	**예시** 내부 우수유입 및 체수	**예시** 토사퇴적

•부식 및 도장열화의 주원인인 우수유입을 차단하기 위해 신축이음 누수 보수조치와 단부 종리브교차부의 슬롯 및 출입구를 통한 우수유입 차단조치 선행 후 도장손상 및 부식발생부에 대한 보수를 시행해야 한다. 신축이음 누수 차단 대책은 하단부에 고무 또는 강재 물받이를 설치하여 유도배수하는 방법이 가장 적용성이 좋으며, 일부 누수량이 많은 부위는 신축이음장치 교체 전까지는 물받이에 의한 유도배수가 필요하다.

•또한 단부 종리브교차부 슬롯 및 스캘럽 마감은 고무재 삽입, 마감판 부착, 실리콘 마감 등의 방안이 있다.

	
물받이(바닥판 고정)	물받이(거더 고정)
	
출입구 우수차단	종리브 교차부 슬롯 차수판 설치
강박스내부 우수유입 차단 대책 방안	

7.3.3 포장 보수

가. 아스팔트 씰링

1) 개 요

도로의 포장균열 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.

2) 균열보수절차

(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 40㎜까지 조절이 가능하며 폭은 12㎜로 컷팅한다.

(2) 균열부 청소 및 건조

절단된 균열의 이물질을 깨끗이 제거하고 건조 후 공기청소기로 균열면 미세먼지 제거 시 뜨거운 공기로 청소해야 한다. 균열보수에서 균열 채움재가 쉽게 떨어지는 주된 원인으로 균열면과 실런트의 접착 불량인데, 청소 및 건조부분을 제대로 하지 못하면 채움재와 균열면의 접착이 약해지게 된다.

(3) 실런트의 준비

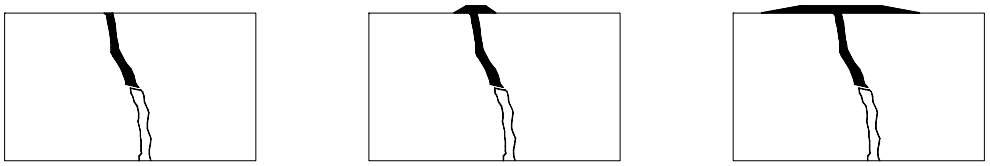
실런트는 ASTM D3405의 규격을 만족해야 하며, 공급자가 제공하는 사용 규격(최소 재료가열온도, 주입온도, 교통개방가능 온도 등 명기)에 따라 시행되어야 한다. 특히, 실런트의 overheating이 되지 않도록 주의해야 한다. 실런트의 overheating은 실런트의 성질을 바뀌게 하여 균열보수에 적합한 실런트가 되지 못하기 때문이다. Overheating을 했을 경우에는 재료를 버리고 새로운 실런트를 다시 준비하여야 한다.

○ 실런트 기준(ASTM D 3405)

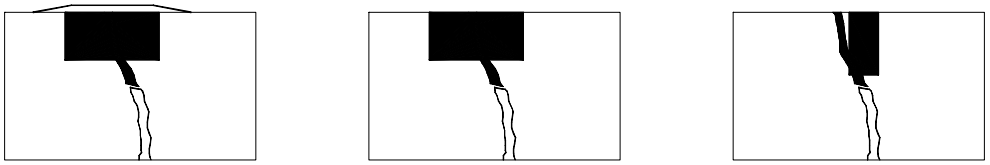
구 분	기 준
안전가열온도	· 가열시 견딜수 있는 최대온도(제조회사)
침입도(25℃)	· 90 이하
흐름도(25℃)	· 3.0㎜ 이하
접착성(-29℃)	· 세 번의 사이클 실험에서 재료이탈이 생기면 안됨
탄성회복률(25℃)	· 최소 60% 이상 회복
아스팔트 친밀도(60℃)	· 실런트와 아스팔트의 접착성이 보장되어야 함

(4) 실런트의 주입

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



(a) Crack filling의 형태



(b) Crack Sealing의 형태

[그림 7.3.11] 실런트 주입 형태

균열보수에 있어 실런트의 물성과 균열면과의 접착성이 중요한 요인으로, 시공은 실런트의 감온성을 고려하여 덥거나 추운 여름과 겨울보다는, 봄, 가을의 10℃ 이상의 맑은 날에 시공하는 것이 바람직하다. 특히 기온이 5℃ 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 실런트가 양생 중 떨어져 나가는 것을 방지할 수 있다.

나. 아스팔트 패칭

1) 적용범위

◦ 패임, 함몰 등의 아스팔트 손상에 적용한다.

◦ 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.

2) 시공방법

① 안전관리기준에 의거 안전시설 설치 후 교통통제를 실시한다.

② 제거부분을 양호한 포장면과 30cm 정도 겹쳐지게 페인트 등으로 표시한다.

③ 로드컷터기를 사용하여 차량진행 방향과 나란하게 직각 절단하고 브레이커로 파쇄한다.

④ 절삭구간은 바스켓을 이용하여 부산물을 모두 제거하고, 특히 절삭면에 분리되어 있는 잔재는 인력으로 압축공기를 이용하여 가열, 건조시킨다.

⑤ 바닥면과 옆면에 수동 살포기 및 인력을 이용하여 택코팅을 실시한다.

⑥ 아스팔트 혼합물 포설.

⑦ 탠덤로라를 사용하여 충분히 다짐을 실시한다.

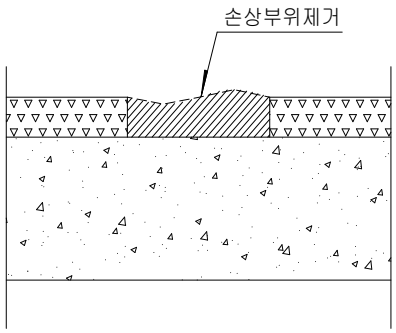
⑧ 패칭부 가장자리를 유제 아스팔트로 실링하여 신·구 아스콘 접속을 견고히 함으로서 우수의 침투를 예방한다.

⑨ 이음부 칩실 시 유제가 많이 포설되었을 경우에는 모래를 뿌려 제거한다.

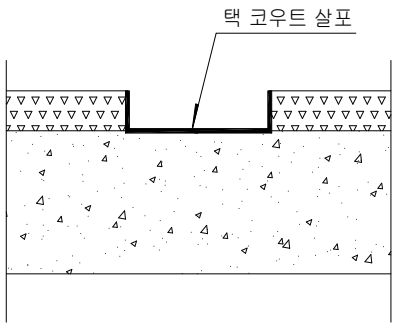
⑩ 포장보수 완료 후 시공 주위를 깨끗이 청소한다.

⑪ 교통통제시설 철거 후 교통개방 시 표면온도는 50℃이하가 되도록 한다.

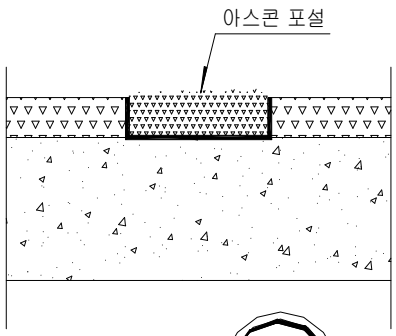
⑫ 절삭된 폐아스팔트는 지정장소에 모아서 처리한다.



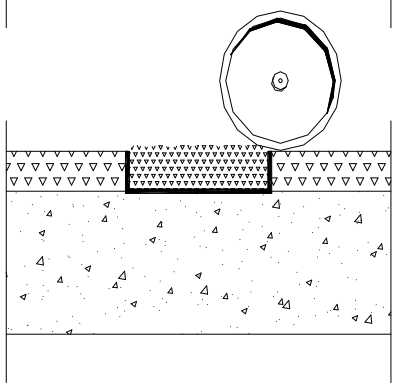
1. 파손된 부분보다 30㎝ 정도 크게 절삭기를 이용하여 절삭한다.
2. 제거하는 부분은 수직으로 정사각형 또는 직사각형의 형상을 만든다.
3. 차량 진행 방향에 직각으로 해야 한다.
4. 포장의 절단은 면이 고르게 나올 수 있도록 해야 한다.
5. 먼지 및 부스러기를 깨끗이 청소한다.



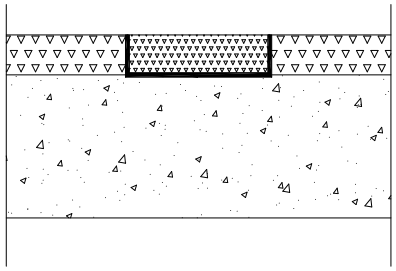
1. 급속 경화형 커트백 아스팔트를 이용하여 택 코우팅을 실시한다.
2. 택 코우트는 적정량을 균일하게 살포하는 것이 중요하므로 시험 살포를 통하여 디스트 리뷰터의 속도와 살포량의 관계를 파악하여 두는 것이 중요하다.
3. 절삭된 면에도 택 코우트를 실시하여 기존 포장면과의 접착력을 증가시켜야 한다.



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.

[그림 7.3.12] 아스팔트 패칭공법 시공개요도

7.3.4 보수성능 평가

금회 점검에서 조사된 손상의 보수는 손상의 규모, 형태, 범위 및 작업성 등을 고려하여 최상의 보수효과를 기대할 수 있도록 공법을 선정하여 제안하였으며, 향후 다음의 보수성능 평가 방법을 참고하여 보수 전.후 여건 변화시 적절히 공법을 적용할 수 있도록 할 필요가 있다. 보수공사를 실시 후 보수성능 및 효과 확인 및 평가를 위한 방법으로 구조적으로 문제가 되지 않는 부위에 최소 직경으로 코어를 채취할 수 있으며, 구조물 방수효과를 확인하는 방법으로 가스압입 누수진단기, 방식효과 확인은 전기 화학적 분극저항 측정법 등이 있다.

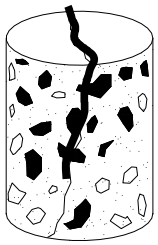
1) 코어채취 방법-소규모, 구조적 영향이 적은 부위에 제한

가) 코어강도시험

- KS F 2422

나) 육안 확인

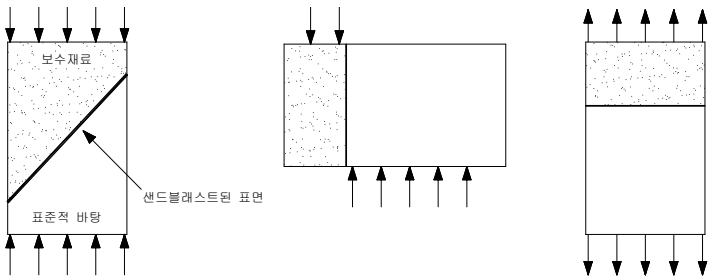
•콘크리트 코어의 육안 확인을 통한 보수효과 평가



:외국의 연구결과에 의하면 균열깊이 80% 주입만으로도 거의 완전한 주입효과를 나타낼 수 있다고 보고되고 있어 최소한 균열깊이의 80% 이상 주입이 권장됨.

:구조물에 직접적인 손상을 입히는 코어의 채취에는 신중해야 하며, 구조적인 영향이 적은 부위에 소규모, 제한적으로 실시하도록 해야함.

다) 실내시험에 의한 평가



경사전단시험 직접 전단 시험 일축인장시험

•경사전단 시험

:경제적이고 쉬움

(부착강도=파괴하중/부착면적)

:관련시험법(ASTM C 881~884, ASTM C 1042,1059)

•직접전단 시험

:시험실과 현장 어느곳의 공시체도 측정가능

:관련 시험법(BNL 직접전단, IOWA 직접전단)

•일축인장 시험

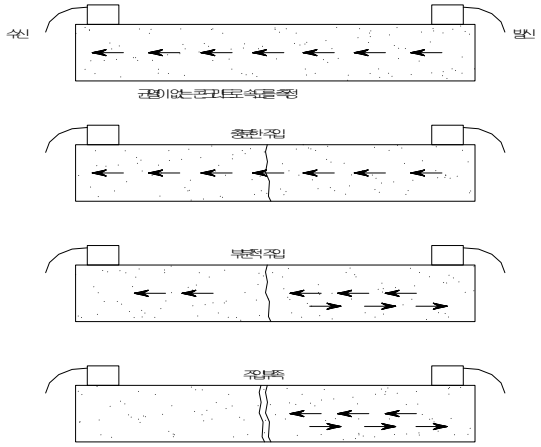
:현장의 콘크리트와 덧씌우기의 부착강도를 측정하는 시험방법

:관련 시험법(ACI 503R, NIST 연구 NISTIR 4648)

2) 비파괴 평가 방법

가) 초음파신호 속도(UPV) 시험

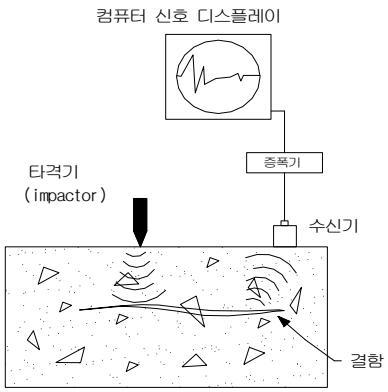
초음파 전파속도 측정에 의한 보수효과의 평가는 아래 그림과 같다.



① 균열이 없는 콘크리트 단면에 초기화 (calibration) 실시
② 송신 수신장치 일정간격 고정
③ 주입 양호 균열부 콘크리트와 건전부 콘크리트의 측정 전파속도는 거의 동일
④ 주입 불량 균열부의 측정 전파속도는 건전부에 비해 작게 나타남.

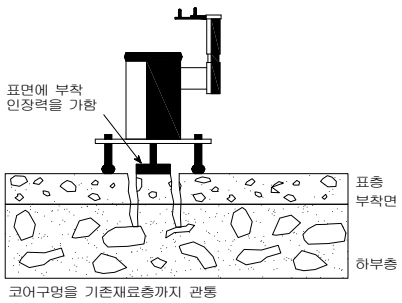
나) 충격 반향법(impact echo)

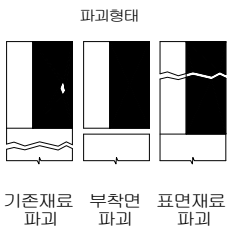
콘크리트 표면에 응력을 만들기 위해 타격기를 이용 기계적인 충격을 가했을 때 보수 전.후와 건전부에서 측정된 값의 비교하여 확인할 수 있다.



다) 부착강도 시험

섬유보강 등과 같은 표면접착 보수보강부의 부착강도는 인발시험(pull-off test) 등을 통해 현장 보수보강 효과를 확인할 수 있다.



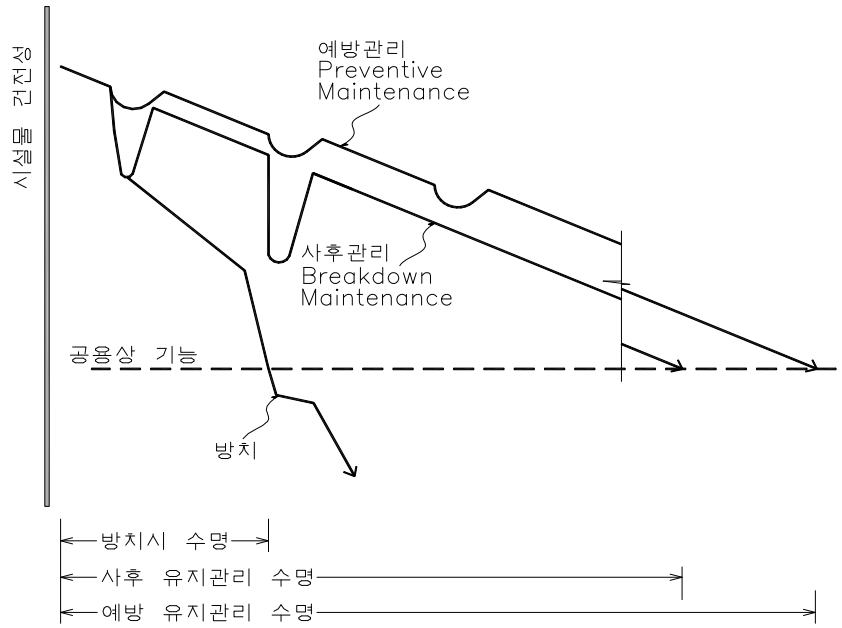


7.4 유지관리방안

7.4.1 개 요

시설물의 유지관리란「시설물의 안전관리에 관한 특별법」이하'시특법'제2조에서'완공된 시설물의 기능을 보전하고 시설물 이용자의 편의와 안전을 높이기 위하여 시설물을 일상적으로 점검·정비하고 손상된 부분을 원상복구하며 경과시간에 따라 요구되는 시설물의 개량, 개수, 보강에 필요한 활동을 하는 것'으로 규정하고 있다.

이러한 유지관리는 수행방식에 따라 사후유지관리(Breakdown Maintenance)와 예방유지관리(Preventive Maintenance)방식의 두 가지 개념으로 구분하여 설명 할 수 있다.



[그림 7.4.1] 유지관리 유형에 따른 시설물의 공용기간

① 시설물을 방치하면 손상이 더욱 진행되고 또 다른 손상을 유발시키는 등 기능저하가 가속되어 결국 공용성을 상실하게 되고

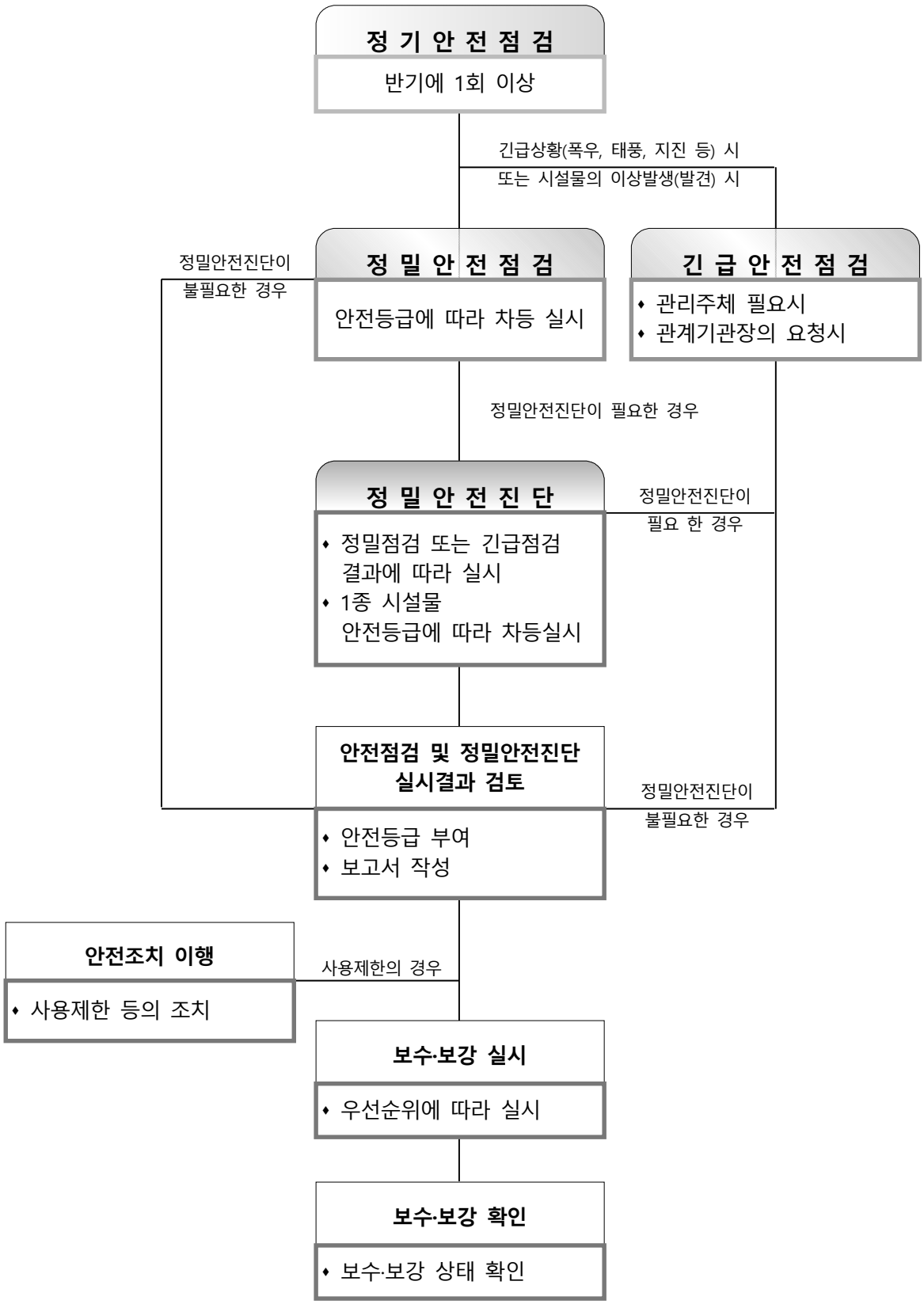
② 손상진행 후에 보수하는 방법 즉 사후유지관리를 한다면 손상이 경미한 시점에서 보수하여 기능회복을 도모하므로 공용 년 수를 연장할 수 있다. 단 손상의 진행이 현저하면 기능회복이 어렵고 많은 비용이 소요된다.

③ 손상 초기나 사전에 조치를 취하는 방법 즉 예방유지관리를 하면 손상의 초기단계에 조치되므로 비교적 적은 비용으로 기능을 회복할 수 있으며 건전한 상태의 공용 년 수를 확보 할 수 있다.

과거에는 보통 사후유지관리가 대부분이었으나, 인식의 변화와 기술의 발달로 근래에는 예방유지관리를 지향하고 있는 실정이며 그 일련의 대표적 활동이 시특법에 의한 시설물의 점검과 진단이며 결과에 따른 적극적 대책이 보수·보강이다.

7.4.2 안전점검 및 정밀안전진단 실시시기

시설물 유지관리의 일환인 안전점검 및 정밀안전진단의 실시시기는 아래와 같다.



[그림 7.4.2] 안전관리 업무 흐름도

7.4.3 중대결함

안전점검 또는 정밀안전진단 실시결과를 통보받은 관리주체는 중재결함이 포함되어있을 경우 시설물의 안전관리에 관한 특별법 15조 및 영 제16조에 따라 통보받은 날부터 2년 이내에 그 결함사항에 대한 보수·보강 등의 필요한 조치에 착수해야하며, 특별한 사유가 없는 한 착수한 날부터 3년 이내에 이를 완료하여야 한다.

가. 교량의 중대한 결함

[표 7.4.1] 시설물별 구조안전에 영향을 주는 결함(국토교통부령)-교량

시 설 물 명	주요부위의 중대한 결함
교 량	• 주요 구조부위 철근량 부족 • 주형의 균열 심화 • 철근콘크리트 부재의 심한 재료분리 • 부재 연결판의 균열 및 심한 변형 • 철강재 용접부의 용접불량 • 케이블 부재 또는 긴장재의 손상 • 교대 · 교각의 균열 발생

나. 중대한 결함의 정도

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

(1) 시설물의 기초세굴
- 기초세굴에 대한 상태평가 기준이 "d" 이하의 경우

(2) 교량 교각의 부등침하
- 교각 변위의 상태평가 기준이 "d" 이하의 경우

(3) 교량 받침의 파손
- 교량받침의 상태평가 기준이 "d" 이하의 경우

(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 부재의 균열 심화

- 부재의 균열 상태평가 기준이 "d" 이하인 경우

(7) 철근콘크리트 부재의 심한 재료분리

- 열화 및 손상의 상태평가 기준이 "d" 이하인 경우

(8) 철강재 용접부의 불량 용접

- 강재 용접연결부 결함의 상태평가 기준이 "d" 이하인 경우

(9) 교대·교각의 균열 발생

- 균열의 상태평가 기준이 "d" 이하인 경우

(10) 강재 거더 및 연결판의 균열 및 심한 변형

- 모재 및 연결부 손상의 상태평가 기준이 "d" 이하인의 경우

(11) 케이블 부재의 손상

- 케이블 부재의 상태평가 기준이 "d" 이하인 경우

(12) 프리스트레스 콘크리트 부재의 손상

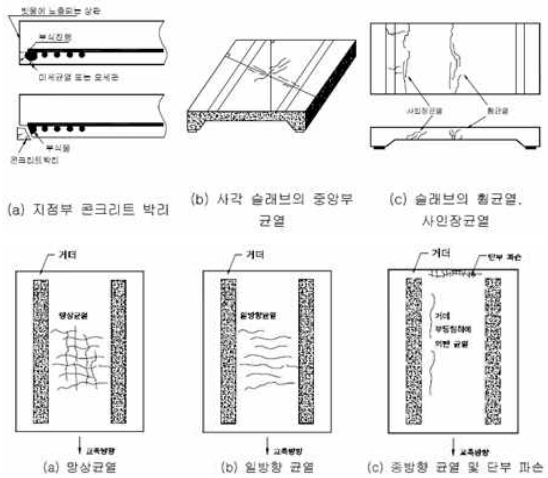
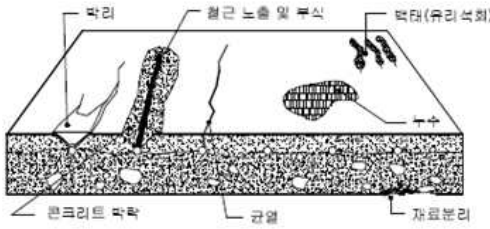
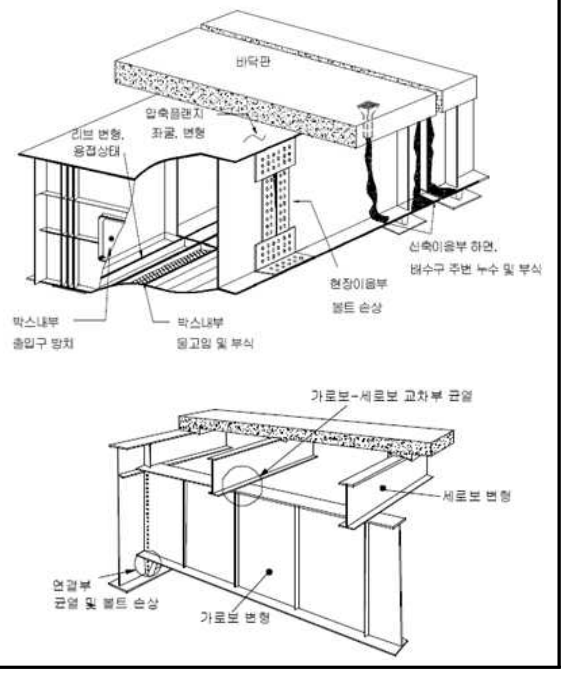
- 긴장재의 상태평가 기준이 "d" 이하인 경우

7.4.4 구조 부재별 점검사항

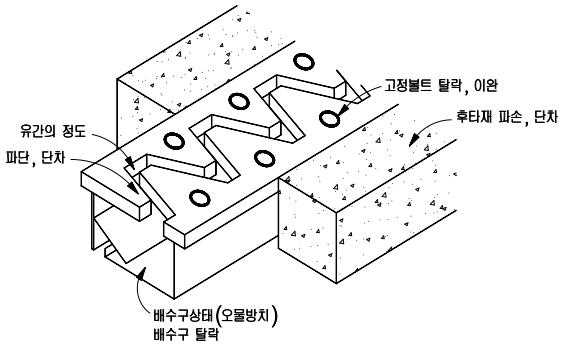
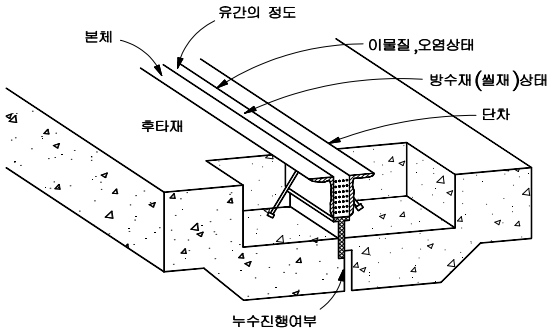
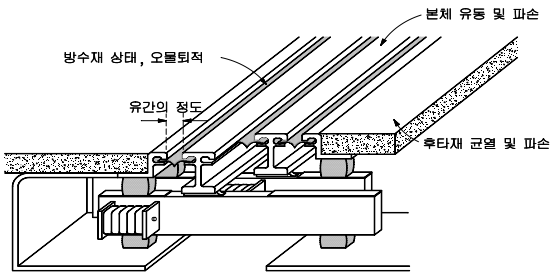
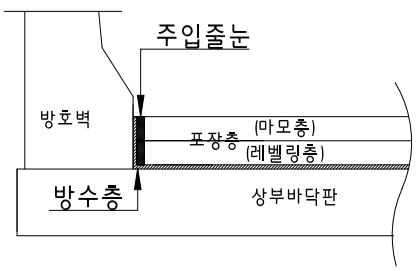
이 절에서 언급하는 내용은 본 교량에서 외관조사 결과 조사된 결함에 대해 보수·보강을 실시한 부재나 결함의 진전여부와 발생유무를 주기적으로 관찰함으로 후에 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하자는 유지관리차원에서 중점적으로 점검하여야 할 사항들이다.

장기적인 공용성의 확보를 위해 대상 교량의 각각의 구조부재 별로 중점적으로 유지관리 해야 할 부분들을 정리하면 다음과 같다.

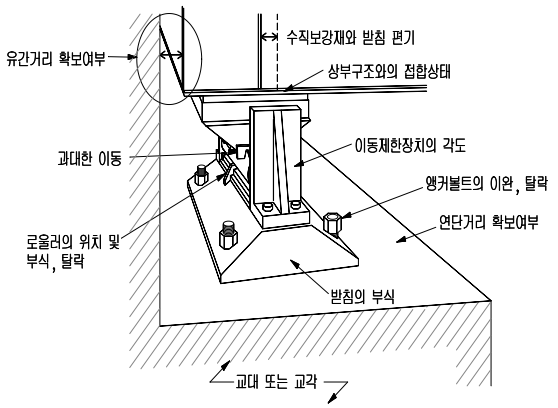
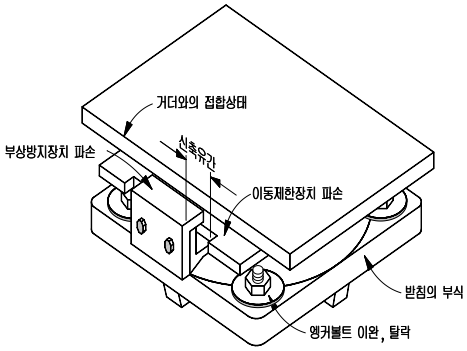
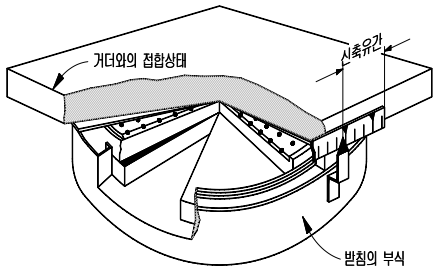
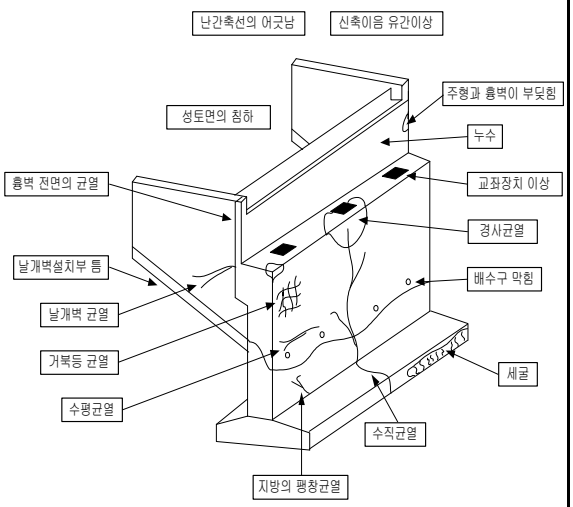
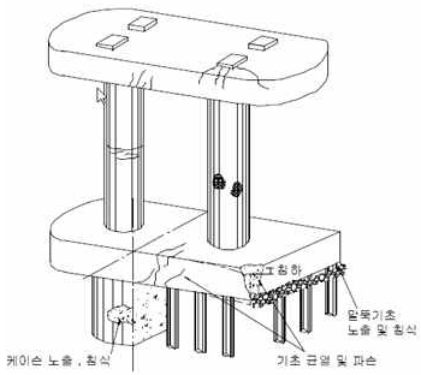
[표 7.4.2] 구조 부재별 점검사항(1)

구 분	점 검 내 용	
바닥판	·종,횡방향 균열과 망상균열 발생 여부 ·누수 및 백태 발생 여부 ·캔틸레버 손상여부	 
강재 주거더 및 2차 부재	•신축에 의한 교대 흉벽과의 밀착 여부 (하절기) •주형 외부 도장박리 및 부식 발생여부 •주형 내부 하부플랜지 부식 발생여부 •주거더의 보강재 변형 및 리브변형여부 •용접부 피로균열 발생 여부 •현장연결부 볼트이완 등 볼트체결 상태 •처짐 및 변형 여부	

[표 7.4.3] 구조 부재별 점검사항(2)

구 분	점 검 내 용	
교면포장	·포장면의 균열, 마모, 함몰, 단차 및 요철발생 여부 ·제빙재의 빈번한 살포에 의한 노후화 정도	
신축이음	·신축이음 본체 파손여부 ·신축이음 물받이 오물퇴적 여부 ·후타재 콘크리트의 균열 및 파손 여부 ·신축이음부 파손에 따른 누수 여부	  
난간 (콘크리트 방호벽)	·방호벽 균열 발생 여부 ·방호벽이음부의 우수 침투 및 열화에 의한 박리, 박락, 백태 발생 여부	
배수시설	·배수구 및 배수관 오물퇴적 발생 여부 ·배수구 덮개 파손 발생 여부	 <포장 단면>

[표 7.4.4] 구조 부재별 점검사항(3)

구 분	점 검 내 용	
받침부	·거동상태, 부식발생 여부 ·받침모르타르 균열 및 파손여부 ·신축 여유량 부족 여부 ·교대, 교각의 연단부 파괴(파손) 여부	  
교대 교각 기초	·교대/교각 균열 발생부에 대한 보수후 재균열 여부 (철근부식에 따른 팽창균열 발생 등) ·기초지반의 변화상태 ·변위(경사, 침하 등)여부 ·신축이음부 누수로 인한 백태 ·육안조사 및 타격조사를 통해 확인된 열화 및 손상부는 충분한 제거 후 보수를 시행해야 함.	 

7.4.5 중점 유지관리 사항

오창JCT R-A교에 대한 외관조사 및 비파괴시험, 주요부재에 대한 상태평가를 실시한 결과, 일부 손상이 발생하였으나 구조적인 손상은 없는 것으로 조사되었다. 다만, 향후 유지관리가 필요한 부분은 바닥판 단면손상, 교대 폭 0.3mm이상 균열 등에 대해서는 지속적인 유지관리를 통한 관찰이 필요하다.

그 외 현 상태에서 구조물의 안전성에는 큰 문제가 없을 것으로 판단되나 향후 유지관리에 있어 주의해야 할 사항을 정리하여 중점유지관리 항목으로 선정하였다.

가. 단면손상

관리부재	금회조사결과	중점유지관리사항
바닥판	 <S1 재료분리>	❑ 손상 현황 :거푸집 조기탈형 및 다짐부족으로 인한 재료분리 ▶바닥판 재료분리 (A=0.15㎡, 1개소) ❑ 중점유지관리 사항 ▶켄틸레버부 손상으로 강우시 우수유입으로 인한 손상의 진전 발생 우려 ▶단면손상부는 단면보수 필요

나. 폭 0.3mm이상 균열

관리부재	금회조사결과	중점유지관리사항
하부구조	 <교대 A1, A2> <교대 A1, A2>	❑ 손상 현황 ▶교대 균열(폭0.3㎜이상) (L=10.00㎡, 3개소) ❑ 중점유지관리 사항 ▶부재의 내구성 확보차원의 주입보수 필요 ▶폭 0.3m이상 균열의 진전여부 확인 필요