

제6장 보수·보강 및 유지관리방안

6.1 개요

6.2 보수·보강 방안

6.3 보수·보강 공법

6.4 유지관리 방안

제6장 보수·보강 및 유지관리방안

6.1 개 요

구조물의 잔존수명을 증가시키고 추가적인 손상을 방지하기 위해서는 외관조사 결과에서 나타난 손상에 대해 설계, 시공, 유지관리의 측면으로 구분하여 구조요소별로 적절한 보수를 실시하여야 하고, 구조내력이 부족할 경우 구조검토, 내하력평가 결과를 토대로 원상회복 및 성능향상을 위한 보강을 시행하여야 한다. 그러나 보수·보강의 여부의 결정은 경제성, 효율성, 구조성능의 회복 정도에 따른 안전성, 노선의 중요도 등을 고려하여 신중히 결정하여야 한다.

일반적으로 구조물에 발생하는 결함 및 손상은 설계, 시공, 유지관리의 원인으로 대별할 수 있다. 즉, 보수·보강방법, 재료 등을 선정함에 있어 손상원인을 정확하게 판단하여 가장 최적의 방안을 적용하는 것이 무엇보다도 중요하며, 보수·보강 대책의 효과, 시공성, 안전성, 경제성 등의 검토가 요구된다. 또한, 각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생한 각종 결함에 대하여 보강을 보수보다, 주요부재를 보조부재보다 우선하여 보수·보강 순위를 결정하여야 한다. 이는 동일한 결함에 대해서도 구성부재의 중요도, 구조물에 미치는 영향정도에 따라 보수시기를 달리할 수 있다는 것을 의미한다. 아래의 표는 대상구조물에 적용한 보수·보강의 우선순위를 나타낸다.

【표 6.1.1】 보수·보강 우선순위 결정 기준

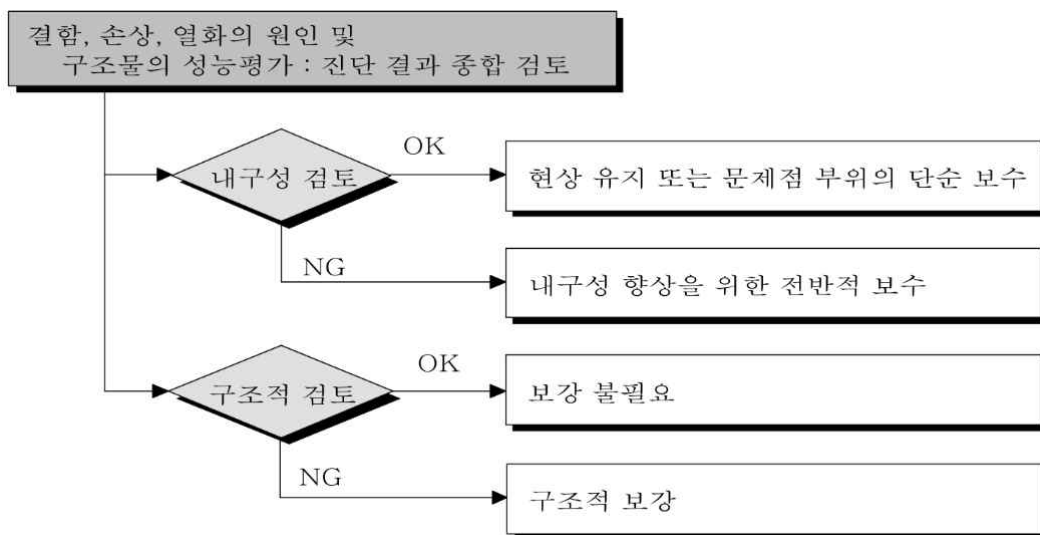
구분	순위	내 용
단기	1순위	『시설물의 안전관리에 관한 특별법』 제12조(중대한 결함)의 “대통령이 정하는 중대한 결함”에 포함되는 손상 - 철근콘크리트 시설물의 염해 또는 탄산화에 따른 내력손실 등 - 주요부재에 발생한 결함 및 손상이 커 상태평가 기준 “d” 이하인 경우 - 철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나, 부식가능성이 큰 경우 - 차량 통행에 지장을 줄 수 있는 손상
중장기	2순위	- 보조부재에 발생한 결함 및 손상이 커 내구성에 영향을 미치는 경우 - 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내구성, 기능성, 사용성 저하방지를 위한 보수가 필요한 경우
	3순위	기능발휘에는 지장이 없으나, 방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성 증진을 위해 보수가 필요한 손상
주의관찰		1~3순위를 제외한 손상으로서 지속적인 관찰을 통해 향후 발전상태에 따라 보수·보강 여부를 판단할 수 있는 정도의 손상 - 콘크리트의 0.1mm이하의 비구조적 미세균열(단, 균열집중구간은 제외) - 기타 경미한 손상으로서 내구성 및 사용성에 지장을 주지 않은 경우

6.2 보수·보강 방안

6.2.1 보수·보강의 필요성 판단

보수의 필요성은 발생한 손상이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하였으며, 이를 위해 각종 지침 및 기준(표준시방서 등)을 참조하였다.

보강을 할 경우 부재안전율을 각종 기준에서 정하는 수치이상으로 하기 위하여 어느 정도까지 부재단면 등을 증가하여야 하는지를 판단하였다.



【그림 6.2.1】 보수·보강 범위의 결정

6.2.2 보수·보강 수준 결정

조사 및 시험을 통하여 얻은 결과를 기초자료로 종합적인 평가를 실시한 후 보수·보강의 수준을 결정하게 된다. 손상 및 열화에 대하여 분포면적, 분포유형, 시설물의 안전성, 현상태의 내구성능, 보수 후의 회복목표수준 등을 고려하여 보수·보강 여부 및 수준을 아래의 경우 중에서 결정한다.

- ① 현상유지
- ② 실용상 지장이 없는 성능까지 회복
- ③ 초기 수준이상으로 개선
- ④ 개축

6.2.3 보수·보강 공법 선정

가. 보수·보강 공법 선정

우수한 성능의 보수·보강 공법도 적용구조물의 형식과 환경조건에 따라서 그 성능이 충분히 발휘되지 않는 경우가 있다. 따라서 보수·보강 공법 선정시에는 구조물의 중요도, 형식, 기능, 환경조건 혹은 보수 후의 내용년수 등을 고려하고 공법이 그 성능을 충분하게 발휘할 수 있는지 확인하여야 한다.

나. 보수재료의 선정

보수재료는 보수공법의 사용목적에 부합하고 시공하기에 적절한 기본적인 성능을 만족하여야 한다.

다. 보수재료의 기본 특성 설정

보수재료의 선정을 위한 기본은 구조물의 종류 및 기능, 보수재료의 종류 및 성능 규격치, 환경조건, 시공조건 및 보수부위의 내용년수 등을 설정한다.

라. 보수재료의 요구 성능 설정

보수재료의 요구 성능은 보호성능, 내구성능, 시공성능 및 기본적인 성능을 고려하여 설정한다. 일반적으로 보수재료에 요구되는 성능으로는 시공성과 내구성능이다. 보수재료는 재료 자체의 특성을 충분하게 발휘할 수 있도록 시공되어야 한다. 즉, 시공환경에서 간단하면서도 균일하게 시공이 되는 것이 중요하다. 내구성능은 보수재료의 원래의 목적이 되는 성능이지만 보수 후의 고용기간 중 소정의 수준을 만족시키는 것을 나타내는 성능이다. 재료 자체의 열화에 대한 저항성과 밀접한 관계가 있다. 부착성과 수축성 등은 보수재료가 구조물과 일체화해서 거동하는 것에 기본이 되는 성능이고, 이것이 불충분한 경우에 이들 재료는 그 본래의 목적을 달성할 수 없다.

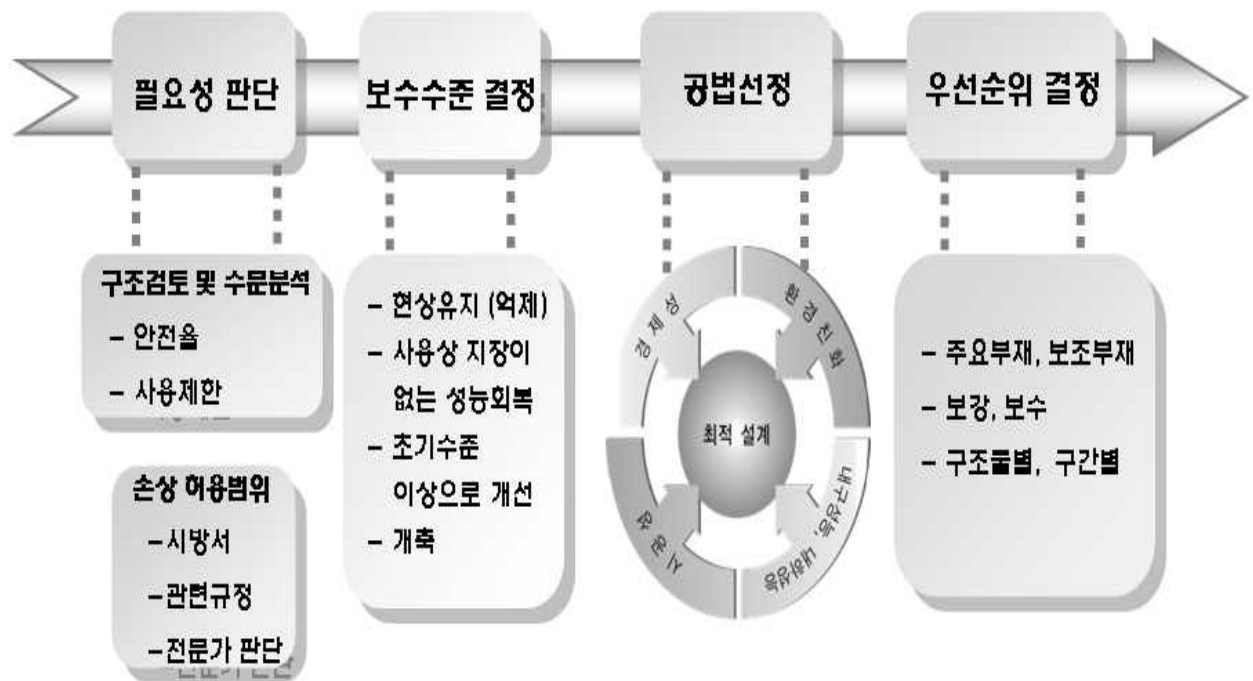
마. 적용 가능한 보수재료의 선정

구체적인 요구 성능 및 그 요구수준이 결정되면 그것을 만족시키는 재료의 후보를 선정한다. 단, 재료를 새로 설계하는 것이 곤란한 경우에는 시판 재료 중에서 요구성능을 만족시키는 것으로 생각되는 것을 선택하던지, 혹은 요구성능을 만족하도록 복수의 시판재료를 조합한 재료시스템을 구축해도 좋다. 재료를 조합해서 사용하는 경우에는 고려방법과 조합의

가능성, 문제점 등에 관해서 명확히 해둘 필요가 있다.

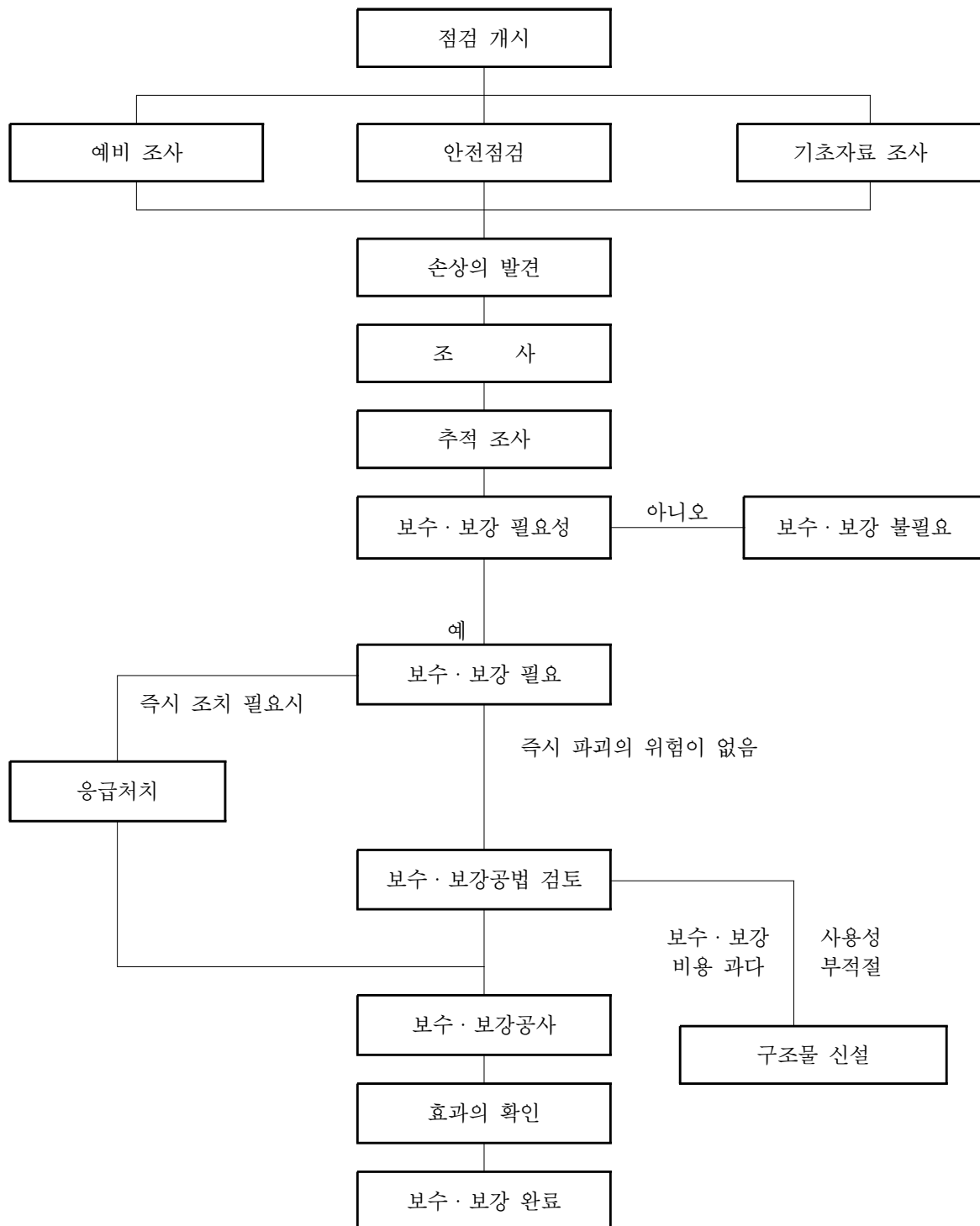
바. 보수재료의 성능조사

보수재료가 요구성능을 만족하고 있는가를 적당한 방법을 통해서 조사해야 한다. 이 조사는 설계된 재료의 성능 평가값이 요구성능의 수준 이상인 것을 확인하는 것으로 성능조사의 구체적인 방법은 다음과 같다. 첫 번째 방법으로는 재료의 다양한 특성값을 사용해서 요구성능을 직접 평가하고 그 결과를 요구수준과 비교하는 것이다. 또 다른 방법으로는 공공기관이 정한 규격시험을 통해 얻어진 재료시험 결과를 공공기관이 설정한 규격치와 비교하는 것이다.



【그림 6.2.2】 보수·보강 공법 선정 흐름도

6.2.4 보수·보강의 업무 흐름도



【그림 6.2.3】 보수·보강의 업무 흐름도

6.2.5 보수·보강 방안

【표 6.2.1】결함내용별 보수·보강방안

구 분		결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고
본선	BOX구간	균열(Cw0.3mm미만)	m	4	10.00	표면처리	3순위
		백태, 보수부 백태	m ²	2	0.26	표면처리	3순위
		박리, 파손	m ²	2	0.50	단면보수	3순위
		타일탈락	EA	11	11.00	재시공	3순위
		누수(떨어짐, 스며있음)	EA	8	8.00	지수보수	2순위
	NATM구간	균열(Cw0.3mm미만)	m	8	18.00	표면처리	3순위
		재균열(Cw0.3mm미만)	m	1	6.00	표면처리	3순위
		균열(Cw0.3mm이상)	m	121	855.60	주입보수	2순위
		재균열(Cw0.3mm이상)	m	17	138.00	주입보수	2순위
		망상균열	m ²	8	116.95	표면처리	3순위
		백태, 보수부 백태	m ²	35	39.24	표면처리	3순위
		균열부백태	m ²	1	0.10	표면처리	3순위
		박리, 박락, 층분리, 파손, 보수부 층분리, 재박리	m ²	108	18.36	단면보수	2순위
		박락 및 철근노출	m ²	1	1.00	단면보수(방청)	1순위
		단면불량	m ²	1	1.50	단면보수	3순위
		피복부족	m ²	7	38.20	단면보수(방청)	1순위
		재료분리	m ²	1	0.10	단면보수	3순위
		누수(떨어짐, 스며있음)	EA	42	42.00	지수보수	2순위
		타일탈락, 파손	EA	1,848	1,848.00	재시공	3순위
		거푸집 미제거	EA	1	1.00	정비	3순위
		브라켓 변형	m	1	3.00	정비	3순위
		풍도슬래브 격벽 파손	m ²	1	0.10	단면보수	2순위
		풍도슬래브 점검문 파손	EA	1	1.00	단면보수	2순위
	포장부	포장 균열	m	26	33.50	주의관찰	주의관찰
		포장 망상균열	m ²	3	135.00	주의관찰	주의관찰
		포장 굽힘, 파손, 보수부 파손	m ²	34	7.11	단면보수	2순위
		포장 들뜸	m ²	5	315.00	주의관찰	주의관찰
		표면불량	m ²	1	21.00	주의관찰	주의관찰
		간격재 탈락	m	1	7.00	주의관찰	주의관찰
		로드셀 파손	m ²	2	1.04	재시공	2순위
	공동구	균열(Cw0.3mm미만)	m	1	1.00	주의관찰	주의관찰
		균열(Cw0.3mm이상)	m	2	2.00	주의관찰	주의관찰
		재균열(Cw0.3mm이상)	m	2	2.00	주의관찰	주의관찰
		백태	m ²	2	0.50	주의관찰	주의관찰
		굽힘, 파손, 층분리	m ²	11	39.51	주의관찰 (단면보수:S378)	2순위
		표면오염	m ²	6	10.50	주의관찰	주의관찰
		덮개탈락, 덮개파손	EA	48	48.00	재시공	3순위
	배수시설	상태양호	-	-	-	-	-
	갹문	상태양호	-	-	-	-	-

【표 6.2.1】결함내용별 보수·보강방안(계속)

구 분		결함내용 및 손상, 열화내용	단위	개소	손상물량	조치방안	비고	
RAMP	BOX구간	균열(Cw0.3mm이상)	m	1	5.00	주입보수	2순위	
		백태	m ²	1	0.09	표면처리	3순위	
		박락	m ²	1	0.25	단면보수	2순위	
		누수(스며있음)	EA	1	1.00	지수보수	2순위	
	NATM구간	균열(Cw0.3mm이상)	m	14	66.70	주입보수	2순위	
		재균열(Cw0.3mm이상)	m	2	14.00	주입보수	2순위	
		망상균열	m ²	13	301.50	표면처리	3순위	
		백태	m ²	4	1.29	표면처리	3순위	
		박리, 박락, 파손, 층분리, 보수부 박락	m ²	17	1.44	단면보수	2순위	
		단면불량	m ²	4	6.00	단면보수	3순위	
		누수(떨어짐, 스며있음)	EA	5	5.00	지수보수	2순위	
		타일탈락	EA	148	148.00	채시공	3순위	
		풍도슬래브 내부 자재적치	EA	1	1.00	정비	3순위	
		포장부	포장 파손	m ²	4	0.22	주의관찰	주의관찰
	로드셀 파손		m ²	1	0.05	주의관찰	주의관찰	
	공동구	균열(Cw0.3mm이상)	m	2	3.00	주의관찰	주의관찰	
		덮개파손, 덮개탈락	EA	18	18.00	채시공	3순위	
	배수시설	상태양호	-	-	-	-	-	
	갹문	상태양호	-	-	-	-	-	
부대 시설	피난연락궡	체수	m ²	1	24.00	주의관찰	주의관찰	
		누수(떨어짐)	EA	6	6.00	지수보수	2순위	
		상부 판넬탈락	EA	1	1.00	채설치	3순위	
	U-TYPE 옹벽	타일탈락	EA	5	5.00	주의관찰	주의관찰	
		로드셀 파손	m ²	1	0.50	주의관찰	주의관찰	
	기타시설	전기실	균열(Cw0.3mm이상)	m	1	1.00	주의관찰	주의관찰
			바닥 망상균열	m ²	1	30.00	주의관찰	주의관찰
			누수(스며있음)	EA	3	3.00	지수보수	2순위
			누수(떨어짐)	EA	1	1.00	지수보수	2순위
			누수(백태)	EA	1	1.00	지수보수	2순위
			백태, 보수부 백태	m ²	6	3.71	표면처리	3순위
			철근노출	m ²	4	0.64	단면보수(방청)	1순위
			체수	m ²	1	5.00	주의관찰	주의관찰
		환기실	균열(Cw0.3mm이상)	m	2	6.50	주입보수	2순위
		수문	백태	m ²	1	0.05	표면처리	3순위

【표 6.2.1】결함내용별 보수·보강방안(계속)

구 분		결함내용 및 손상, 열화내용		단위	개소	손상물량	조치방안	비고
부대 시설	공기정화시설 #1	축류팬실	균열(Cw0.3mm이상)	m	2	2.30	주입보수	2순위
			누수(스며있음)	EA	2	2.00	지수보수	2순위
			누수, 백태	EA	1	1.00	지수보수	2순위
			체수흔적	m ²	1	3.00	주의관찰	주의관찰
			누수흔적	m ²	1	0.40	주의관찰	주의관찰
			표면오염	m ²	1	3.00	주의관찰	주의관찰
			피복부족	m ²	3	27.00	단면보수(방청)	1순위
		유도갱	망상균열	m ²	2	336.00	주의관찰	주의관찰
			백태, 보수부 백태	m ²	3	1.27	표면처리	3순위
			균열부백태	m ²	6	1.92	표면처리	3순위
			누수(스며있음)	EA	1	1.00	지수보수	2순위
			조명 점등불량	EA	8	8.00	정비	3순위
		유도갱 접속부	백태	m ²	2	0.12	표면처리	3순위
		연직갱 연결형갱	백태	m ²	1	0.10	표면처리	3순위
		환기탑	균열(Cw0.3mm이상)	m	29	99.50	주입보수	2순위
			백태	m ²	3	0.17	표면처리	3순위
		전기실	균열(Cw0.3mm미만)	m	1	2.00	표면처리	3순위
			균열(Cw0.3mm이상)	m	1	4.00	주입보수	2순위
			백태	m ²	1	0.05	표면처리	3순위
			충분리	m ²	1	0.06	단면보수	3순위
			바닥균열	m	1	4.00	주의관찰	주의관찰
	공기정화시설 #2	축류팬실	누수(떨어짐,스며있음)	EA	25	25.00	지수보수	2순위
			백태	m ²	14	5.15	표면처리	3순위
			균열부백태	m ²	1	0.50	표면처리	3순위
			누수흔적	m ²	1	0.50	주의관찰	주의관찰
			체수	m ²	2	160.00	주의관찰	주의관찰
		유도갱	균열(Cw0.3mm이상)	m	7	16.50	주입보수	2순위
			누수(떨어짐,스며있음)	EA	41	41.00	지수보수	2순위
			백태	m ²	9	1.32	표면처리	3순위
		연직갱 연결형갱	균열(Cw0.3mm이상)	m	2	6.00	주입보수	2순위
			누수(떨어짐,스며있음)	EA	7	7.00	지수보수	2순위
			백태	m ²	1	0.60	표면처리	3순위
		환기탑	균열(Cw0.3mm이상)	m	8	22.50	주입보수	2순위
			백태	m ²	6	2.18	표면처리	3순위
		전기실	충분리	m ²	1	0.20	단면보수	3순위
부속시설		신호기파손		EA	5	5.00	재설치	3순위

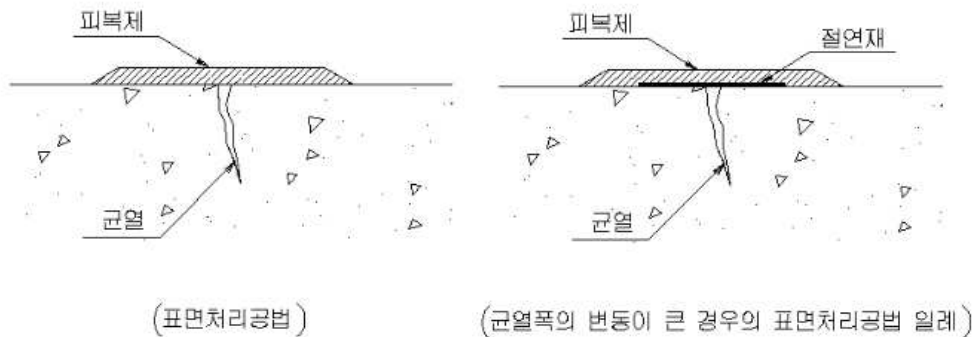
6.3 보수·보강 공법

6.3.1 균열보수공법

가. 표면처리공법

1) 적용 범위

- 대상교량에 발생한 폭 0.2mm 이하의 균열과 백태 등의 표면손상은 진전방지 및 미관을 고려한 표면처리 보수를 실시한다.
- 폭 0.2mm 이하의 미세한 균열에 대해 직접 그 균열의 표면을 피복하여 방수성, 내수성을 지니도록 하는 것으로 그 효과는 균열표면의 보수에 그치므로 본 공법 적용시 균열의 진행여부에 대한 주기적인 관찰이 요구된다.



<사용 재료>

- | | |
|---------------|----------------------|
| ① 폴리머시멘트 페이스트 | ③ 도막 탄성방수재 (아크릴 수지계) |
| ② 시멘트 필러 | ④ 도막 탄성방수재 (우레탄 수지계) |

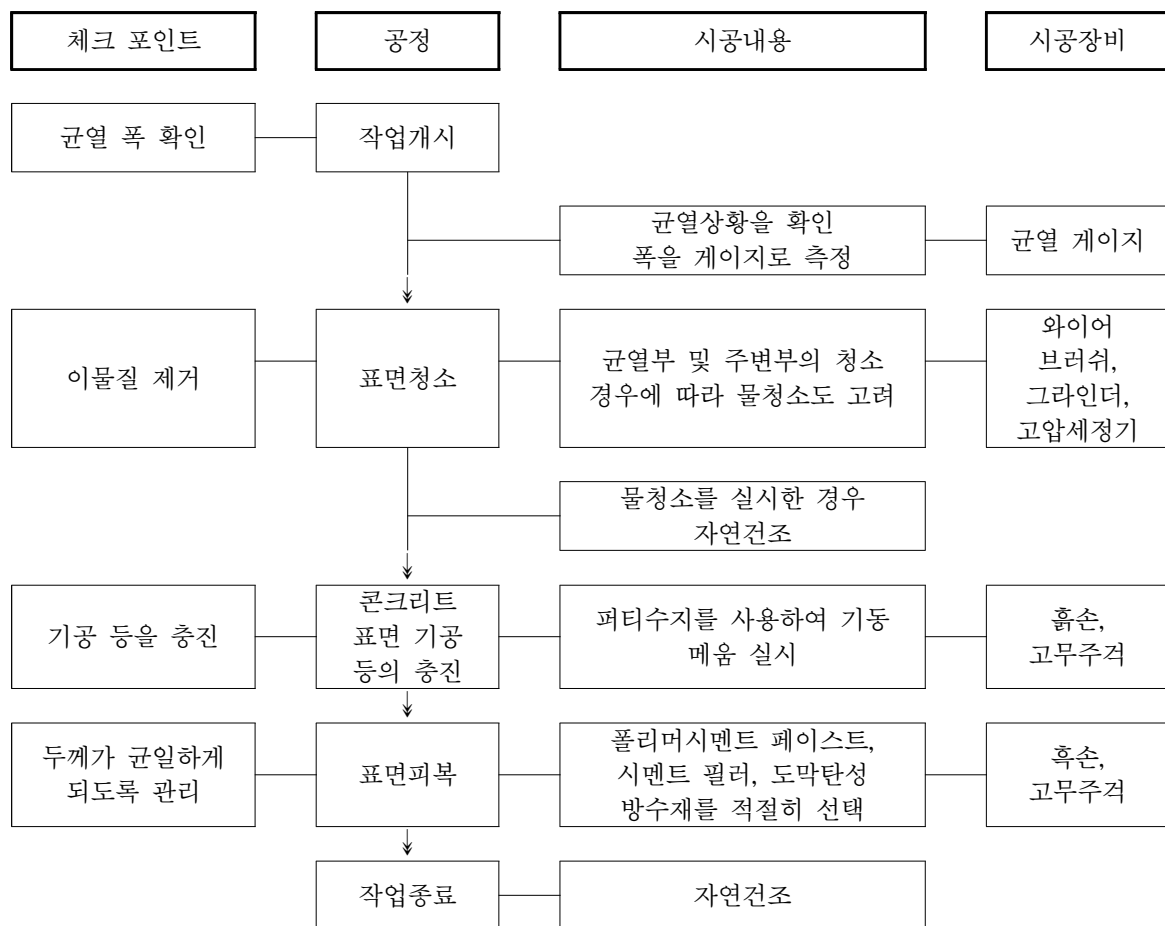
【그림 6.3.1】 표면처리공법 개요도

2) 시공시 주의사항

- ① 기존의 도막 및 이물질을 수공구 또는 샌더 등의 전동공구를 사용하여 제거한다.
- ② 도막을 완전히 제거한 후 고압수세정기(100~150kg/m²)를 사용하여 표면위에 남아있는 이물질을 완전히 제거한다.(물을 사용할수 없는 경우에는 압축공기나 진공 청소기를 사용한다.)
- ③ 세정 순서는 위쪽에서 아래쪽으로 하고 오염된 물이 아래쪽 벽면에 부착되지 않도록 주의하여 세정한다.
- ④ 유지 등으로 더러워진 부분은 용제나 전용세제를 사용하여 세정한다.
- ⑤ 충분히 건조한 후 담당자의 확인을 받아야 한다.

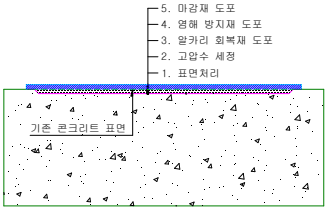
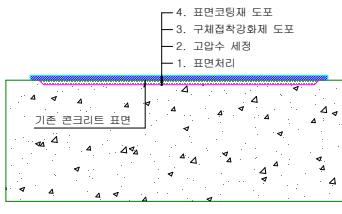
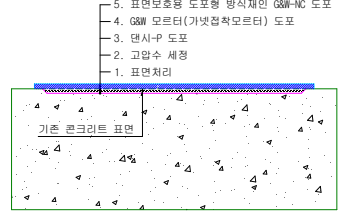
- ⑥ 제품선정 후 제품 시방규정에 의한 표준 도포량 확인한다.
- ⑦ 직사광선, 바람 등이 현저한 장소에서 시공할 때는 급격한 건조를 방지하기 위한 조치를 취하여야 한다.
- ⑧ 동절기 시공 시에는 따뜻한 날을 선택하여 시공하여야 한다.
- ⑨ 혼화제는 사용 전에 수회 흔들어야 한다.
- ⑩ 시공완료 후 충분히 건조한 후 담당자의 확인을 받아야 한다.

3) 시공 흐름도



【그림 6.3.2】 표면처리공법 시공 흐름도

【표 6.3.1】표면처리공법 비교표

공 법 명	하이브리드(HRM) 공법	FCSM 공법	리폼시스템 공법
공법개요	친환경 재료인 메타카올린과 제올라이트를 포함하고 있어 강도 발현이 우수할뿐만 아니라 알카리 골재 반응을 억제하고, 염소이온 및 암모니아 가스 흡착 기능을 가지고 있어 내화학 기능확보가 가능하여 손상된 RC구조물을 보수하는 공법	고인성 PVA섬유의 3차원적 가교작용에 의해 몰탈에 강력한 균열저항성과 연성이 향상된 섬유복합몰탈을 이용한 콘크리트 구조물의 보수공법	구상형 용융슬래그 골재와 CORE-CELL 중합반응 수성아크릴계 폴리머를 사용하는 고성능 폴리머 시멘트를 이용하여 손상된 RC구조물을 보수하는 공법
부착강도	표준부착강도 10.0 kgf/cm ² 이상	표준부착강도 10.0 kgf/cm ² 이상	표준부착강도 10.0 kgf/cm ² 이상
장 점	- 부식철근 아질산 방청성분에 의한 철근 부동태 재생, 방청 - 콘크리트 표면 강화 - 방청표면 피복제, CO₂, 가스, 산소, 수분 차단 - 환경 친화적인 수성제품 - 메타카올린과 제올라이트를 포함하고 있어 내화학적 기능을 확보하고 있음. - 탄산화 콘크리트 알카리 회복기능	- PVA 섬유의 3차원 가교작용으로 균열억제 - 우수한 휨 강성과 연성으로 보강성능 발휘 - 건조수축 및 진동에 의한 균열에 강력한 저항성 - 내마모성, 내충격성, 부착성이 우수 - 구체와 역학적 거동이 동일하여 박리-박락 없음 - 내구성 5배 이상 우수, 구조물 Life Cycle을 연장 - 중성화저항성, 내화학성, 내화성이 우수 - 스프레이시 리바운드가 1% 이내로 적다.	- 습윤면 부착강도 매우 우수 - 준기계화시공으로 공기단축(시공성, 작업성 우수) - 기존 Con'c 물성치와 유사 - 환경친화적임 - 수밀성, 내화확성, 내마모성 우수 - 투습성 및 통기성 확보 - 균열발생 억제 가능 - 하수관거 시공실적 많음
단 점	전문시공 필요	- 몰탈 교반시에 숙련공 필요 - 시공실적이 적음	- 전문시공 필요 5 ° C 이하 작업불가
공정순서			
시 공 성	시공 공정 다소 복잡	시공 공정 다소 복잡	뿔칠시공시 1회 최대 22cm까지 시공가능하며 리바운드량이 5% 미만
구조적 안전성	양 호	양 호	양 호
사 용 성	양 호	양 호	양 호

나. 주입보수공법

1) 개요

균열(0.3mm이상)부에 수지를 주입하면 콘크리트와 일체를 이루어 콘크리트의 방수성을 향상시켜서 내부 철근의 부식방지 및 콘크리트의 열화방지에 효과적이다.

균열보수는 균열 폭 및 균열깊이, 균열의 형태, 구조적 안전성 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 사용하여야 한다.

2) 수지주입공법의 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 유리하다.

【표 6.3.2】 수지주입공법의 종류

압입식 공법	흡입식 공법
· 수동식 주입 : 인력 · 기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식 · 저압·저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 압력 · 자동주입식 기계주입 : 자동주입기	· 균열의 양단에 흡기구와 충전재 주입구를 설치하여, 흡입펌프로 충전재를 흡입주입

【표 6.3.3】 균열폭에 알맞은 수지의 점도

형 상		점도(20℃, 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

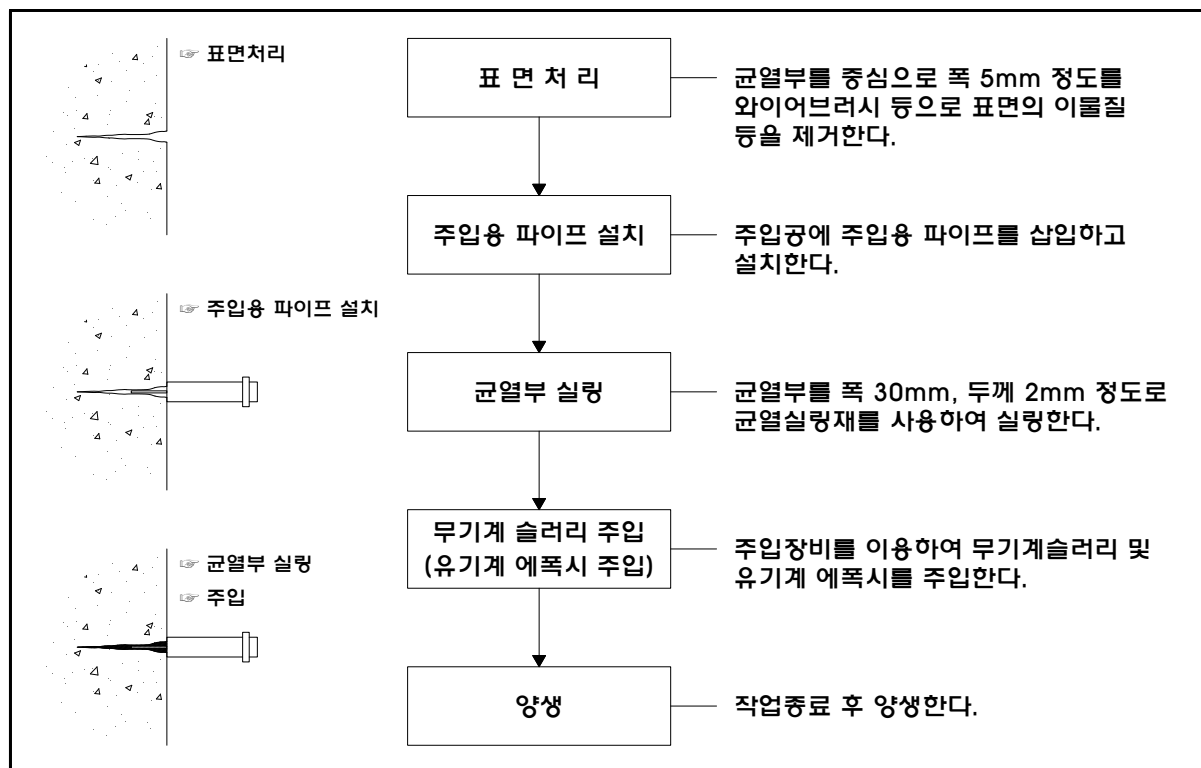
【표 6.3.4】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격

균열 폭(mm)	주입파이프/패커간격(mm)	비고
0.3이하	50~100	
0.3~0.5	100~200	
0.5~1.0	150~250	
1.0이상	200~300	

【표 6.3.5】 에폭시계 수지의 규격

시험항목	시험방법	시험조건	실링 및 퍼티용 규격치	주입용 규격치
비 중	KS M 3015	20℃ 7일간	1.7±0.2	1.2±0.2
사용가능시간	온도상승법	20℃	60이상	30이상
점 도	JIS K 6838	〃	-	5,000이하
압축항복강도	KS M 3015	20℃ 7일간	6.0이상	6.0이상
휨강도	〃	〃	3.5이상	4.0이상
인장강도	〃	〃	2.0이상	2.0이상
압축탄성계수	ASTM D 695	〃	0.1~0.6	0.1~0.6
인장전단강도	KS M 3722	〃	100이상	100이상
충격강도	KS M 3015	〃	0.15이상	0.3이상
경 도	ASTM D 2240	〃	80이상	80이상

3) 시공방법

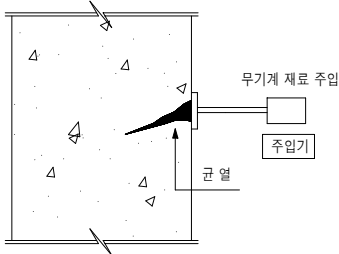
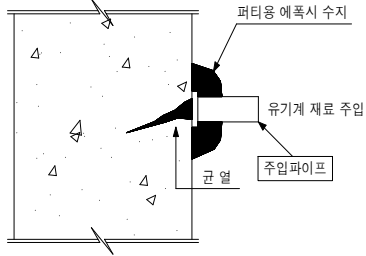


【그림 6.3.3】 균열 보수공법 개요도

4) 시공시 주의사항

- ① 대기온도가 10~30℃ 일 때 시공 가능하며, 우천시는 중지한다.
- ② 에폭시계 수지는 사용에 앞서 현장에서 시공시의 기온에 대응하는 경화시간을 설정하여 균열 주입 효과를 높이도록 한다.
- ③ 사용하는 에폭시계 수지는 적당한 루트마다 시험을 실시하여 품질을 확보한다.
- ④ 썰링 및 표면 마감면은 주입압에 견디도록 충분히 양생한다.
- ⑤ 주입된 에폭시계 수지가 경화한 후에는 주입 파이프를 절단하고 썰링재와 함께 그라인더로 갈아 평탄하게 표면처리 한다.

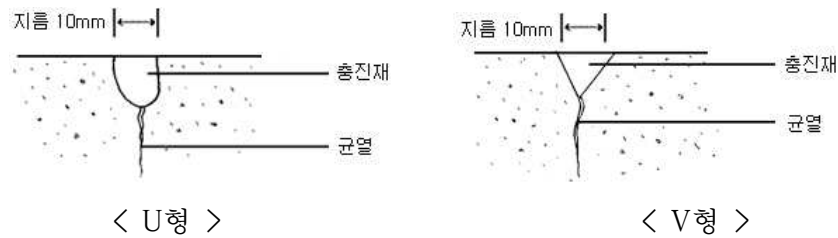
【표 6.3.6】 주입보수공법 비교표

구 분	폴리머 슬러리시멘트 주입공법	에폭시 주입공법
개요도		
공법 개요	균열부위를 컷팅하고 균열부를 썰링한 후에 무기계재료인 폴리머 슬러리시멘트를 주입기를 통하여 주입하는 공법	균열부위를 컷팅하고 균열부를 썰링한 후에 유기계 재료인 에폭시를 주입기를 통하여 주입하는 공법
시공 방법	표면처리→U.V컷팅→주입기설치→균열부 썰링→폴리머슬러리시멘트주입→단면복구	표면처리→U.V컷팅→주입기설치→균열부 썰링→에폭시주입→단면복구
특징	- 품질관리가 용이하고 재균열 발생우려 없음 - 균열보수의 일괄적인 공정에 대한 재료 및 시방확보 - 콘크리트 모체와 동등한 탄성계수, 열팽창 계수, 투수성 확보 - 수용성인 무기계 재료의 사용으로 습윤지역 시공이 가능함 - 보통형식의 것은 경화시간이 낮고 공기가 길어짐 - 공정이 다소 복잡하여 시공전문가필요 - 유기계에 비해 접착강도 떨어짐	- 인장, 휨강도가 우수함 - 건조한 환경에 유리함 - 경화시간이 빠름 - 시공실적 다수 - 습기가 있는 부분에서는 접착력이 떨어지며 품질관리가 어려움 - 주입압력이 크면 균열이 확대되므로 주의 - 탄성계수, 열팽창계수가 콘크리트와 다름

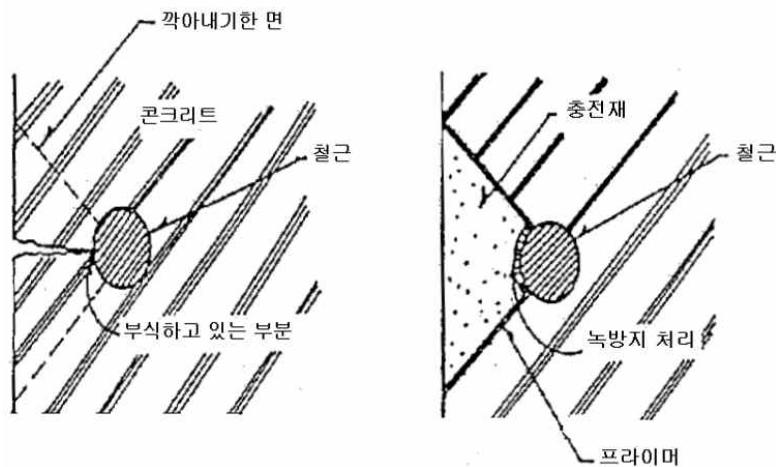
다. 충전공법

1) 개 요

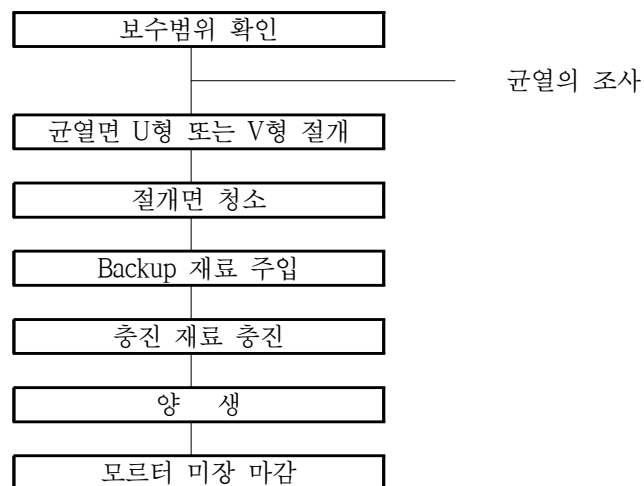
충전공법은 0.5mm이상의 비교적 큰 폭의 균열보수에 적용하는 공법으로 균열을 따라 콘크리트를 U형 또는 V형으로 잘라내고 그 부분에 보수재를 충전하는 방법이다. 이 공법은 철근이 부식하지 않는 경우와 철근이 부식하고 있는 경우에 따라 보수방법이 다르다.



【그림 6.3.4】 철근이 부식되지 않은 경우의 충전공법



【그림 6.3.5】 철근이 부식된 경우의 충전공법



【그림 6.3.6】 충전공법 시공순서도

2) 철근이 부식되지 않은 경우

균열을 따라 약 10mm의 폭으로 콘크리트를 U형 또는 V형으로 잘라낸 후, 이 잘라낸 부분에 시일재, 탄성형 에폭시 수지 및 폴리머 시멘트 몰탈 등을 충전하고 균열을 보수한다. U자형으로 잘라내는 경우는 균열을 따라서 양측에 커터로 구조물을 절단한 후 그 사이의 콘크리트를 깨어내는 방법으로 실시한다. 이에 비해 V자형으로 잘라내는 경우에는 전동 드릴 끝에 원추형 다이아몬드 비트를 부착하여 균열에 따라 잘라내는 방법으로 안전하지만, 폴리머 시멘트 몰탈을 충전하는 경우에는 충전한 몰탈의 박리, 박락이 일어나기 쉽기 때문에 U형을 채용하는 것이 바람직하다.

3) 철근이 부식되어 있는 경우

철근이 부식하고 있는 부분을 충분히 처리할 수 있을 정도로 콘크리트를 깨어내고, 철근의 녹을 제거하여 철근의 방청처리 후, 콘크리트에 프라이머 도포를 행한 후에 폴리머 시멘트 모르타와 에폭시 수지 모르타 등의 재료를 충전하는 방법으로 실시한다. 이 방법은 철근이 부식하고 있는 경우에 있어서 콘크리트 구조물의 내구성 회복을 목표로 한 균열 보수방법이 주류이므로 재료와 공법에 따라 크게 나누면

- ① 보수재료에 의해 물리적으로 부식을 방지하는 방법
- ② 콘크리트에 알칼리성을 부여하여 화학적으로 부식을 억제하는 방법
- ③ ①과②를 혼용하는 방법이 있다.

4) 시공순서

충진공법의 시공은 균열의 정도와 손상상황 즉 진행성 유무, 철근 부식의 유무와 재료의 종류에 다소 차이는 있으나 일반적인 시공순서는 다음과 같다.

- 커트 범위를 확인한 후 마크를 한다
- 균열에 따라 커터로 U자형 또는 U자형으로 커트한다. 절삭단면은 폭 10~50mm, 깊이는 10~50mm 정도로 한다.
- 커트한 부분은 압축공기 또는 고성능 진공청소기로 청소한다.
- 피착면을 건조시킨 후 전용 프라이머를 도포한다.
- 충전재를 소정의 배합비로 혼합, 교반한다.
- 프라이머 건조 후, 혼합한 충전재를 충전하고 피착체면에서 공극의 잔류여 부를 확인한 다음 공극이 있으면 공기를 빼고 채운다.
- 충전재의 표면을 주걱으로 충분히 눌러서 평활하게 마무리한다.
- 충전재가 경화할 때까지 양생한다.
- 충전재가 경화한 다음 주변의 불순물 등을 주걱, 신나, 샌더 등으로 제거하고 청소한다.

6.3.2 단면보수공법

가. 단면보수공법(철근비노출부)

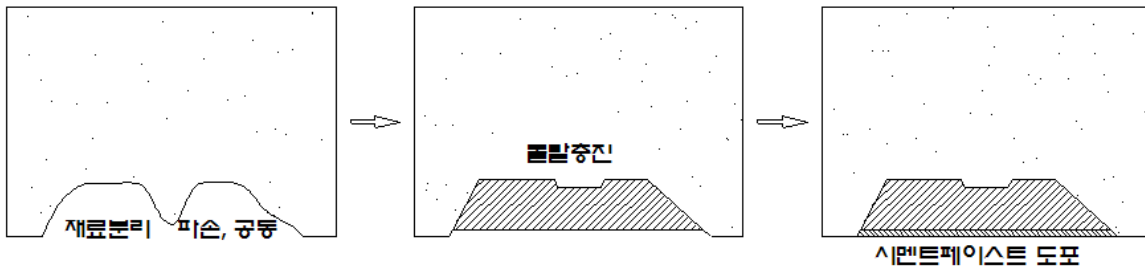
1) 개요

이 공법은 재료분리, 파손, 공동 등 단면결손부에 대하여 열화된 구체를 강화하기 위해 폴리머 몰탈 또는 무수축 몰탈 등으로 단면을 수복시키는 공법이다.

2) 시공방법

- ① 손상부 표면제거 - 콘크리트 건전부까지 치핑한다.
- ② 고압세척 및 콘크리트 접착제 도포 - 고압세정기 사용하여 이물질제거
- ③ 몰탈충전 - 몰탈로 단면복구
- ④ 표면처리 - 시멘트페이스트 등 도포

3) 개요도



4) 결손 단면복구용 재료 성질

- ① 장시간 보관에도 재료의 성질 변화가 없을 것
- ② 부착력이 높은 재료

5) 주의사항

- ① 고압세정기의 용량은 50~150 kg/cm²를 사용
- ② 1회 도포시 두께는 10mm 정도로 한다.

6) 콘크리트 충전

- ① 단면결손이 큰 공동에 대한 보수시 단면복구 재료는 일반 콘크리트를 단면복구재로 사용하여 충전시킨 후 단면을 복구한다.

7) 단면복구시 보수두께 기준

구 분	단면보수 두께 기준
비 철근노출	• 단면복구공법의 설계두께는 중성화상태, 철근의 노출 및 부식 상태, 원콘크리트의 상태에 따라 시공현장에서 결정해야 함 • 일반적인 재료분리, 침식, 파손의 경우 - 철근 노출이 발생되지 않은 부분의 단면복구에 대해서는 대부분 설계두께로 30mm를 적용하고 있음 - 콘크리트 표면에 경미한 곰보, 열화발생시 평균 10mm 정도를 제안함 (결함 및 열화깊이가 깊은 경우 깊이는 증가될 수 있음)

8) 단면보수 후 재 탈락 방지 방안

- ① 모르타가 경화된 후(7일 이후) 타검봉을 두들겨 소리로 부착면의 들뜸 유무를 검사한다. 들뜸이 있다고 판단되면 코어로 확인하여 보완 등의 조치를 취해야 한다.
- ② 철근노출부 단면보수시 굵은 골재 최대치수 이상으로 철근을 노출하고 단면보수를 수행하여야 재 탈락이 감소한다.
- ③ 단면보수시 현장조사시 결함 두께를 고려하며 시공시 주의사항 및 시공순서에 따라 보수를 실시한다.

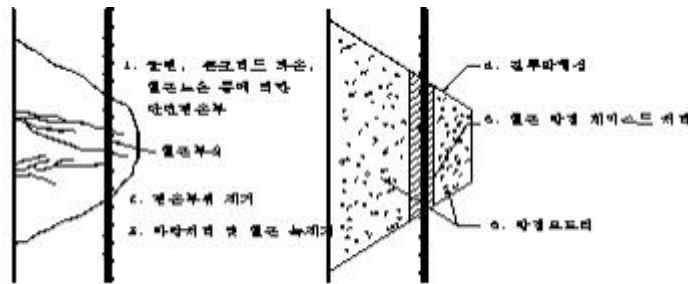
가. 단면보수(철근방청)공법

1) 적용 범위

외관조사 결과, 바닥판, 교대의 단면손상 등이 조사되었다. 이는 시공시의 다짐불량, 피복 두께 부족, 공용기간의 증가로 인한 콘크리트 열화, 외부충격 등에 의하여 발생된 것으로 판단되며 일부손상에 대해서는 콘크리트 내구성 차원의 보수가 이루어져야 한다.

본 공법은 상기 단면 손상부에 대한 보수공법으로, 현재 조사된 부위의 불건전 콘크리트와 기타 이물질 부위를 제거하고, 부식이 발생된 철근은 녹을 제거하고 방청 처리를 한 후 방청모르타를 도포하는 순서로 보수시공을 진행한다.

2) 보수방법

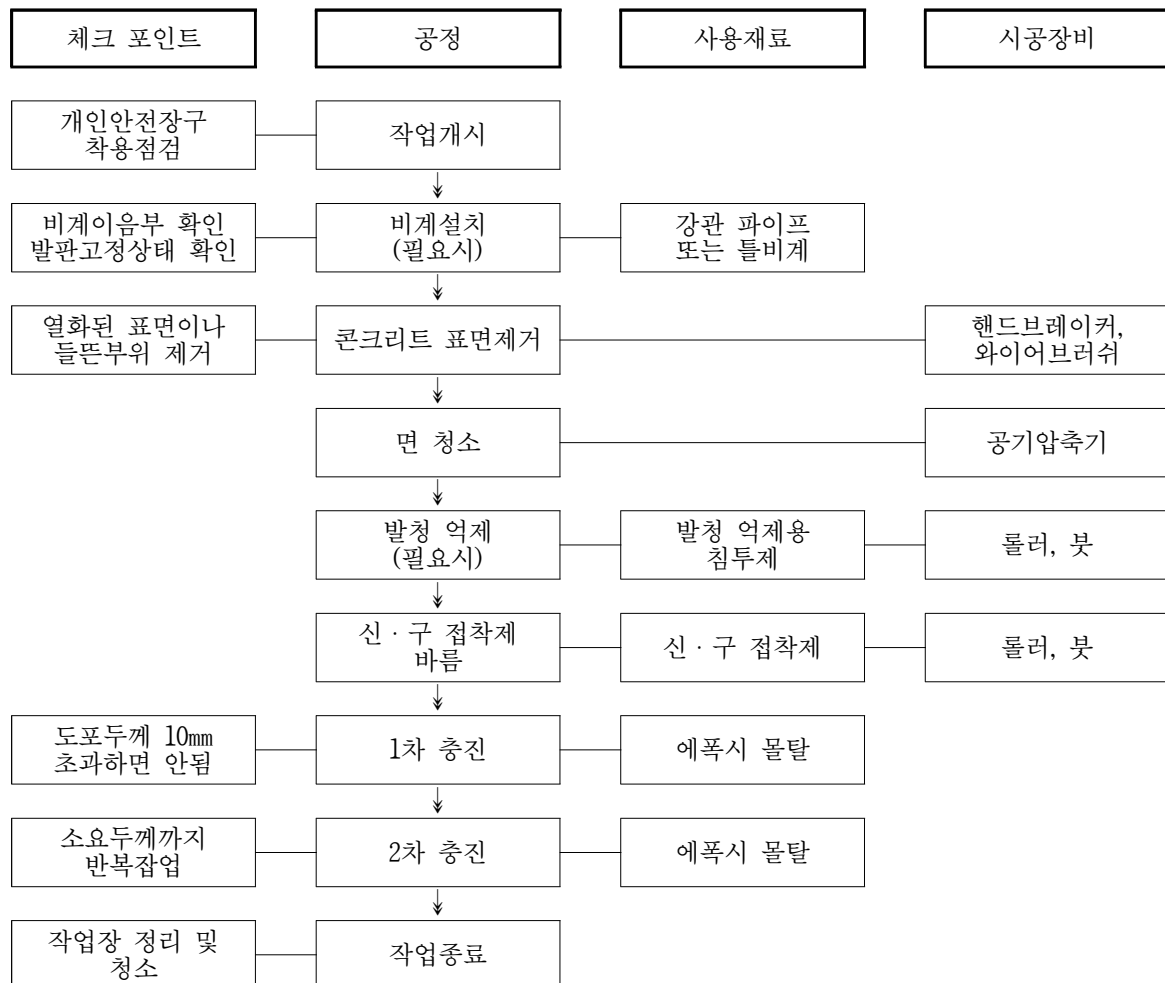


【그림 6.3.7】 단면보수공법 개요도

3) 시공방법 및 유의사항

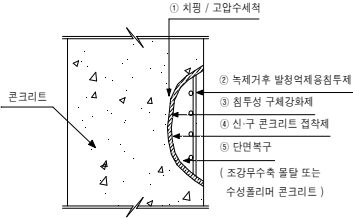
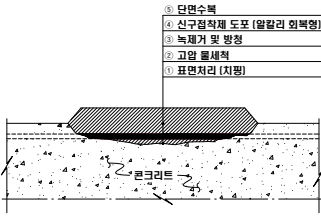
- ① 기존 콘크리트의 열화부위 및 탄산화 부분을 브레이커 등을 이용하여 제거한다.
- ② 콘크리트 표면제거 시 파편 및 분진이 발생되므로 보호안경을 착용 후 작업에 임한다.
- ③ 콘크리트 표면제거 후 고압세척기를 이용하여 고압 세척한다.
- ④ 콘크리트 제거 후 공기압축기를 사용하여 표면을 깨끗이 청소한다.
- ⑤ 기온이 5℃ 이하에서는 작업을 중지해야 한다.

- ⑥ 철근 부식의 원인이 되는 전해질을 제거하고 공극을 메워 콘크리트 밀도증가로 산소와 물이 차단되도록 발청 억제용 침투제를 도포한다.
- ⑦ 신·구재료의 접착력을 증진시키기 위하여 신·구 접착제를 도포한다.
- ⑧ 비가 예상되거나 습도가 80%이상일 경우, 안개가 심한 경우에는 작업을 중지하여야 한다.
- ⑨ 기존 콘크리트 탈락부위에 1차 충진은 에폭시 몰탈로 실시한다.
- ⑩ 에폭시몰탈 시공시 미장두께는 10mm를 넘어서서는 안 된다.
- ⑪ 기온이 30℃ 이하에서는 1차 충진 후 최소 2시간 경과 후에 2차 충진을 실시한다.
- ⑫ 에폭시몰탈은 상온에서 배합후 시간이 경과하면 접착력 및 강도가 저하되므로 작업종료 후 남은 것은 재사용하지 말고 버려야 한다.
- ⑬ 에폭시 몰탈의 혼합량은 중량비를 기준으로 저울을 이용하여 정확히 계량하여야 한다.



【그림 6.3.8】 단면보수공법 시공 흐름도

【표 6.3.7】 단면보수공법 비교표

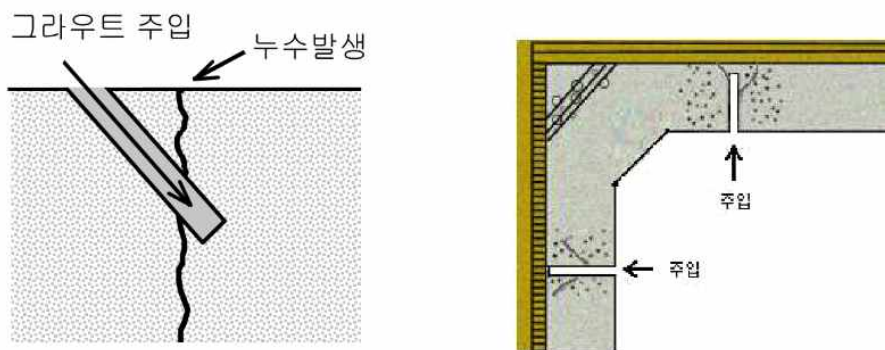
구 분	폴리머시멘트공법	PMI공법	에코플래시공법
개 요 도			
공법개요	노출된 철근은 녹을 제거한 후 발청억제용 침투제로 방청하고 구체는 침투성 구체 강화제를 도포한 후 조강무수축 몰탈 또는 수성폴리머 몰탈을 사용하여 단면복구를 하는 방법.	고분자 융합 신소재와 탄소 나노튜브 하이브리드화 시켜 초기발생하는 수화열에 대한 저항성을 확보하여 초기균열 예방 및 내구성, 내식성이 우수한 다기능 복합 표면보수공법	탄산화, 염해, 동해 및 화학적 부식 등의 열화원인에 대응하여 천연광물을 함유한 모르타르와 특수건식 스프레이를 이용하여 화학적 물리적으로 개보수하고 접착보강핀을 추가하여 장기부착하여 강도를 증진시킨 보수공법.
시공방법	치핑/고압수 세척 → 노출철근의 녹제거 → 발청억제용 침투제 도포 (철근) → 침투성 구체강화제 도포 → 신·구 Con'c 접착제 도포 → 조강 무수축 몰탈 또는 수성폴리머 Con'c로 단면복구.	손상부 치핑/고압물세척 → 철근녹제거/방청처리 → 구체 접착강화제 도포(필요시) → 모르타르 도포 → 표면코팅제 도포	표면하지처리(치핑)→고압물세척→ERH-PIN 시공 → ERH 모르타르 충전 → ERH 프라이밍 도포 → ERH 코트 도포
장 점	- 수밀성, 내마모성, 내구성 우수함. - 경화시간이 짧다. - 유기성 및 무기성으로 구성되며 제품 다양. - 국내실적 다수.	- 수화열에 대한 저항성 우수 - 내구성 및 내식성 우수 - 유연성과 강한 부착력을 유지함으로써 장기적인 내구성 확보 - 내화학성, 통기성, 방수성 우수 - 구체와 역학적 거동 동일 박리,박락 없음 - 탄산화, 염해방지 성능 우수	- 소단면 대단면에 이르는 기계화(건식스프레이) 시공을 통한 우수한 품질과 공기단축 - 천연재료 사용 기존 콘크리트와 물리적 성질이 유사하여 시공 후 재손상 발생가능적음 - 물리적 접착 보강핀을 통한 장기부착강도 확보 - 무기코트재료 표면피복(음용수 부위적합) - 리튬실리케이트를 이용한 내구성 회복 효과
단 점	- 유기질 재료로 통기성 확보 어려움. - 유기질재료로서 Con'c 모재와 물성의 차이가 있음.	숙련공 필요	공정이 다소 복잡 시공전문가 필요

6.3.3 누수보수공법

가. 충전 주입공법

충전 방수 주입공법은 수밀하지 못한 콘크리트 구조물의 표면에 부분적으로 스며 나오는 누수에 대한 보수공법으로

- 일부 쉬트 방수한 벽체에서 누수 시발점을 모르고 누수부위가 불분명하게 벽체면에 물기만 있는 상태로서 누수량이 모여 물방울이 되어 떨어질 때
- 누수위치가 확실한 국부적인 포인트를 보수할 때
- 콘크리트의 파취가 곤란한 부위
- 구체의 두께가 두텁고 공극 혹은 균열이 망상으로 발생했을 경우
- 누수발생 부위중 석회분이 흘러내려 백화현상이 심한 부위 등에 적용된다.



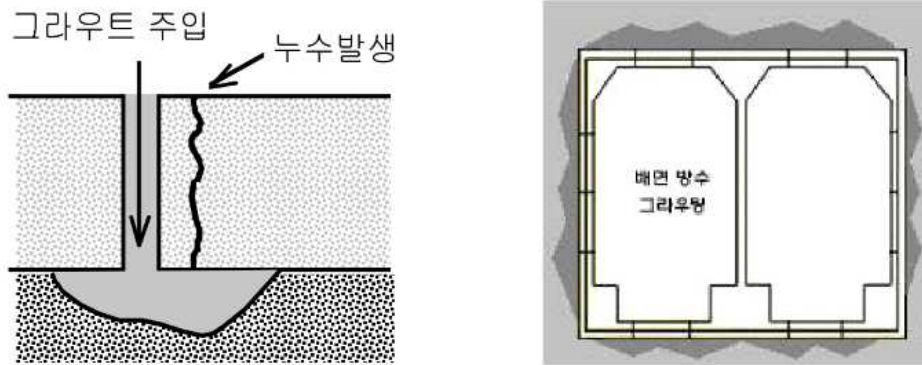
【그림 6.3.9】 충전주입방수 공법의 개요



【그림 6.3.10】 충전주입방수 공법의 시공순서도

나. 배면 주입공법

배면 방수 주입공법은 누수면적이 넓으면서 누수발생 위치가 불분명하고 산발적으로 스며나오는 누수문제에 대한 보수·보강 공법이다. 배면 방수 슈트가 파손되었던지 배면의 방수 상태 불량으로 지하수가 침투되어 구조물 내부로 누수가 발생할 때 구조물 내부에서 구조체를 토사층까지 천공, 주입하여 배면 토사층을 고결시키고 지하수 유속이 없도록 지반을 불투수층화시켜 배면의 파손된 방수층을 보호하게 된다. 또한 배면에 주입된 그라우트의 주입압과 지하수로 인한 수압이 구조물에 대한 침투 압력을 증가시켜 수밀치 못한 콘크리트에서 각종 누수 원인에 따라 배면 그라우팅 주입액이 구조물 내부로 유입되어 그라우트에 의하여 유로가 막혀 공극이 충전되므로 수밀 콘크리트가 되어 방수가 되는 것이다.



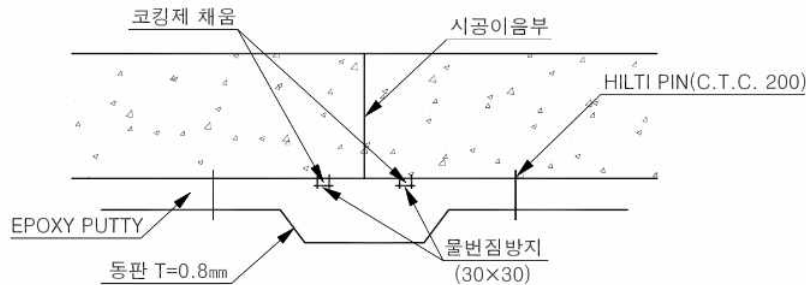
【그림 6.3.11】 배면주입방수 공법의 개요



【그림 6.3.12】 배면주입방수 공법의 시공순서도

다. 유도 배수공

시공이음부에서 누수가 발생하는 부위는 다음과 같이 동판 또는 F.R.P 판넬로 유도배수공을 설치하여 누수되는 물을 유도배수 처리한다.



【그림 6.3.13】 유도배수공(동판의 경우) 상세도

라. 누수보수공법의 적용성 검토

【표 6.3.8】 누수보수공법의 적용성 검토

구 분	충전주입공법	배면누수공법	유도배수
공법개요	•단면(구체) 내부에 방수층 형성	•배면부에 방수층을 형성하는 공법	•유입되는 지하수를 배수처리하는 공법
장 점	•배면주입에 비해 공사비 저렴 •국부적인 누수 결함에 유리	•배면부의 손상된 방수층 재형성 가능 •누수 재발생 가능성 없음 •누수면적이 넓으면서, 산발적인 누수결함에 유리	•시공이 간단함 •공사비 저렴 •향후 유지보수가 용이함 •단면결손을 유발하지 않음
단 점	•배면부의 손상된 방수층 재형성이 어려움 •누수 재발생 가능성 있음 •누수 면적이 넓을 경우 불리	•공사비 많이 소요(배면부 공동 및 공극) •누수면적이 넓지 않을 경우 공사비 과다 투입될 가능성 있음	•미관성 저하
적 용 성	•균열부 누수 •시공이음부 누수 •면상누수(구체누수)	•균열부 누수 •시공이음부 누수 •면상누수(구체누수) •Joint부 누수	•Joint부 누수 •누수량이 다소 많은 곳
적용순서	•누수부 충전주입 → 누수여부 확인 → 배면주입공법 적용 •유도배수 → 누수량이 다소 많은 곳 (Joint부)		

- 1) 지하차도의 누수에 대하여 1차적으로 충전주입공법 적용 재 누수여부를 확인 - 2차적으로 배면주입에 의한 공법을 적용.
- 2) 1차적으로 충전주입공법시 국부적으로 미세균열부에 주입이 충실히 되지 않아 미세균열부에서 누수가 재발생되는 가능성이 있으므로 시공시 숙련된 작업공에 의하여 보수가 시행되어 정밀한 시공이 이루어져야 함.
- 3) 누수량이 다소 많이 발생하는 것은 유도배수를 통한 보수가 이루어져야 함.

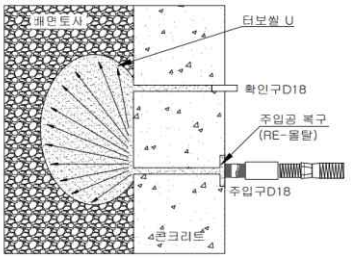
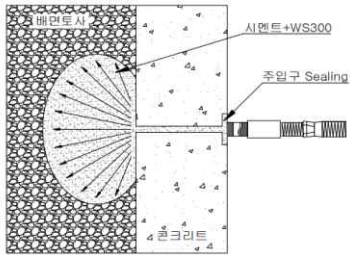
【표 6.3.9】 주입공법별 특징

구분	폴리우레탄 주입공법	핀그라우트공법	아크릴계
공법별 개요도			
공법 개요	· 수압이 없는 구조물에 지수를 목적으로 함 · 발포성 우레탄 주입, 크랙의 공극을 충전하는 공법	NL 페이스트(폴리우레탄계)를 균열부 등에 주입하여 충전하고 물과 반응하여 부피가 팽창시켜 누수부를 차단하는 공법	무기계 주입재(시멘트계)를 패커를 통해 습식 누수부 균열에 주입하여 재균열 방지 및 광범위하게 균열억제 등의 효과 기대 배면에 약액을 주입하여 방수층을 형성하기도 함
시공방법	· 누수 균열부에서 10~20cm 이격하여 천공, 주입구 설치 · 주입기의 최대 토출압력이 200kgf/cm²이 되어야 함 · 24시간이상 양생후 주입구를 제거하고 콘크리트면의 이물질 제거 후 폭 1.0m에 표면마감은 일정한 선형을 유지하여 정리	균열 및 누수부위 V 컷팅 → NL 포켓 설치 → 급결지수제로 도포 및 NL PATE를 주입 → 주입관을 밀봉한 후 지수부를 확인 → 주입관 절단 후 표면처리	· 균열 부위 20~30cm 간격 패커 설치 · 무기계 고성능 반응 촉진제 주입 · 무기계 특수 혼화재 주입 · 고성능 무기계 그라우트(초미립자 시멘트+SH+GH)주입
장점	· 지속적이지 못하나 순간적으로 지수효과가 있음 · 사용장비가 비교적 간단 · 국부적인 누수시 재하자의 발생이 높으나 초기비용이 비교적 낮음 · 극소량으로 발생시 내구성이 없는 응급처치용으로 사용하기도 함	· 물이 배어나오는 곳의 수밀성, 방수성을 회복시킴 · 수지가 저절로 콘크리트중의 물을 흡수하여 지수 · 시공이 간단하다.(그리스긴) · 수압이 강하고 유동성이 있는 구조물에 대하여 유도배수가 가능한 공법과 작업성의 용이	· 다소의 누수가 있어도 U컷트, V컷트 등의 도수공법을 병용하지 않고 무기계 지수 주입재만에 의해 지수 가능 · 본 공법은 0.2mm 이상의 균열 혹은 공동에도 무기계 지수 주입재를 충전해 견고한 보수를 할 수 있음
단점	· 재하자의 발생율이 높음 · 다량 누수구간시 전체주입비용이 과다 · 단면 원상복구 불가 및 지수효과 기대가 어려움 · 발포속도가 너무 빨라서 주입부근에서만 효과를 볼 수 있고, 물이 없어지면 수축현상이 일어남	· 숙련된 기능공에 의한 작업이 요구됨 · 재하자의 발생율이 높음 · 다량 누수구간시 전체 주입비용 과다	· 다량 누수 구간시 전체 주입비용이 증가 · 광범위한 누수부 보수는 어려움
경제성	160,000 원/m ²	180,000 원/m ²	200,000 원/m ²
검토 결과	· 남태령지하차도 T.R.M구간에 적용이 어려움 · BOX구간 누수부 적용이 가능하며, 일반적으로 폴리우레탄 주입공법 시공		

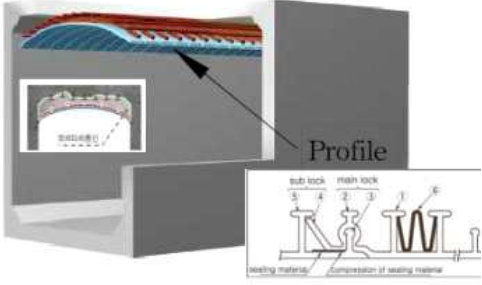
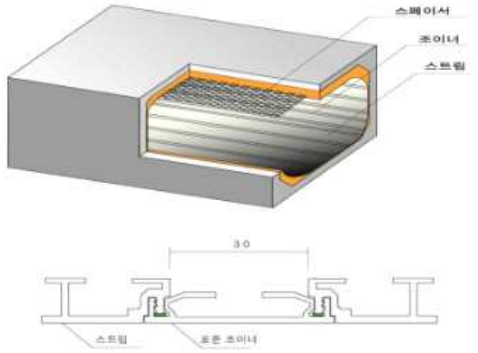
【표 6.3.10】 유도배수공법 특징

구분	유도배수 공법
공법별 개요도	
공법 개요	• 누수되는 부위 및 누수가 예상되는 구간에 유도배수 파이프를 설치 • 재설치 부위는 기존 배수관 제거 후 유도배수관 설치
시공 방법	• 이물질 제거 → 강관 하면 누수부 용접 및 방수쉬트 부착(T.R.M구간) → 유도 배수로 설치 및 용접, 실리콘 마감 → 유도파이프 → 단열 → 마무리
장점	• 시공이 간단함 • 공사비 저렴 • 향후 유지보수가 용이함 • 단면결손을 유발하지 않음
단점	• 근본적인 누수 차단 방안은 아님 • 동절기 시 유도배수관이 손상될 수 있음(단열 필요) • 접합부가 많고 매연 등에 의해 수명이 짧음
경제성	• 96,000 원/㎡
검토결과	• 시공비가 저렴하고 유지보수가 용이함

【표 6.3.11】 배면 그라우팅 공법별 특징

구분	비경화점착유연형계 (터보셀 방수층 형성공법)	시멘트 배면복구제
공법의 개요	· 점착,유연형의 재료인 터보셀을 기존 방수층까지 천공하여 주입함으로서 방수층을 재형성하는 공법	· 시멘트 계열의 그라우트제를 이용한 구채배면 또는 구채 공극에 천공 주입하는 누수 보수 공법
개요도		
구체 거동 대응력	· 젤상으로 구체와 점착의 형태로 부착이 되기 때문에 구체가 거동을 하더라도 유동적으로 대처하므로 재료자체의 손상도 없음	· 압축강도가 512kg/cm ² (재령28일)인 경화형 재료는 습윤면, 수중상태에서 점착이 어려울 뿐 아니라 구체의 거동에 대응하기가 어려움
점도	3,000,000 cP (20℃) · 높은 점도 때문에 배면에 압착의 형태를 이루면서 밀실하게 채워질 수 있고 유실될 우려가 없음	- · 굳기 전까지의 점도가 매우 낮기 때문에 유실될 우려가 높음
재료간의 계면분리 현상	· 굳지않은 제품으로서 주입시차에 따른 재료 분리현상이 없이 연속된 방수층을 형성	· 선 주입된 재료와 후속 주입된 재료의 시차에 의한 계면 분리가 생기며 그 계면은 누수의 경로가 됨
이물질과의 부착력	· 이물질이 있더라도 높은 점착력으로 부착에 문제가 없어 기존방수층을 복원하는 효과가 있음	· 이물질이 있는 경우 점착 불량에 문제가 발생하며 기존 방수층을 복원시키지 못함
습윤, 수중면 점착성	· 고점도의 재료로서 수중, 습윤상태에서도 점착을 이룸	· 습윤상태에서 점착이 불가능
위부온도 영향	· 온도변화에 영향을 받지 않음	· 현장의 온도가 높으면 양생과정에서 수분이 빨리 증발하므로 강도발현이 어려움
장점	· 높은 점착력으로 이물질, 습윤상태의 바탕면(배면)에서도 부착이 이루어지는 특성을 가지고 있음 · 일액형의 재료로서 굳지 않는 젤상을 유지하므로 구체가 거동하더라도 방수층의 손상, 들뜸 현상이 생기지 않음 · 바탕면과 점착력이 우수하므로 누수가발생하더라도 부분보수가 가능하여 유지관리비 절감의 효과가있다. · 환경친화적소재(VOC0.02%이내) · 동절기에도시공가능 · 양생기간이 불필요하고 작업시 위험성이적음.	· 시멘트 계열의 무기질계로서 콘크리트 구조물의 열팽창계수 및 탄성계수와 유사한 특성을 가지고 있고 내구성이 우수함
단점	· 전용장비가 반드시 필요함 · 노출시공이 불가능함	· 구체거동 시 대응력이 미약하여 방수층이 쉽게 손상된다. · 재료간의 계면분리 현상으로 인해 추가 누수 경로 제공 · 습윤상태에서의 시공이 불가능함 · 공사후 누수발생시 누수지점 확인이 어려워 부분보수가 불가능하므로 유지관리 비용이 상승한다
경제성	· 285,000 원/m ²	· 293,000 원/m ²
검토결과	· 방수의 효과를 기대하기 위해서는 T.R.M구간 시공 필요 · 터보셀 방수층 형성공법의 경우 누수가 면에 없으며, 단기간 누수 재발시 하자보수 가능	· 방수층(탄성고무재)을 형성하여 신축거동시 손상

【표 6.3.12】전면지수 공법별 특징

구분	RPPR 공법	플로팅 공법
공법별 개요도		
공법 개요	· 단면에 경질염화비닐재(프로파일)를 결합하여 제관하고, 무수축 고강도 모르타르를 충전하여 일체화된 복합단면으로 누수를 방지하는 공법	· 단면에 스트립라이너를 직선형으로 제관하고 고강도 특수 충전재를 주입하여 강성복합관을 형성하는 공법
시공 방법	· 표면처리→앵커 및 버팀대 설치→프로파일 제관→동바리 설치→무수축 고강도 모르타르 충전→양생 및 마무리	· 표면처리→스페이서 설치→스트립 및 조이너 설치→동바리 설치→특수충전재 주입→양생 및 마무리
장점	· 강성복합단면으로 강도증진 및 방수효과 우수 · 내화학적, 내식성, 수밀성, 내마모성, 내구성 등 우수 · 기계화시공으로 시공속도가 빠르며, 균질한 품질확보 · 단면형상에 관계없이 제관이 가능 · 연속면 형태로 시공이음부 없음(누수차단)	· 내식성, 수밀성, 내약품성, 내마모성 등 우수 · 현장상황에 따라 전체, 벽체 및 바닥 일부만 시공할 수 있으며, 종방향 지장물(통신, 상수관, 가스관 등)이 있어도 시공이 가능 · 단면형상에 관계없이 제관이 가능
단점	· 손상으로 인한 해체 비용이 발생 · 기계제관으로 전문작업자가 필요 · 동바리 설치로 교통통제가 필요	· 동바리 설치로 교통통제가 필요 · 작업이 복잡하고 인력에 의한 작업으로 균질성 저하
경제성	· 315,000 원/㎡	· 389,000 원/㎡
검토결과	· 누수부에 지수작업이 선행되어야 함(배면 그라우팅 및 방수쉬트 부착) · 시공 후 강관과 몰탈사이 누수가 진행되어 동결 및 해빙이 반복될 경우 충전재가 손상되기 쉽고 손상에 따른 보수가 어려울 것으로 예상됨 · 하천수 유입시 동결 방지를 위해 추가적인 단열시설이 필요	

6.3.4 포장보수공법

가. 포장면 보수(아스콘 패칭 공법)

1) 공법개요

포트홀, 단차, 부분적인 균열 등 적은 면적의 손상된 곳을 직접 채우는 임시적인 방법과 불량 부분을 약간 크게 절취하여 수리하는 방법으로 구분할 수 있다. 전자는 특히 긴급성을 필요로 하는 경우에 쓰인다. 사용하는 재료는 기존 포장과 같은 재료를 사용하는 하는 것이 바람직하나 긴급히 대응하여야 하는 것과 기설 포장과 같은 재료를 얻기 어려울 때에는 쉽게 구할 수 있는 재료를 사용해도 좋다. 패칭 재료는 일반적으로 가열 아스팔트 혼합물이 사용되며, 긴급을 요할 때는 상온 아스팔트 혼합물도 사용된다.

2) 시공방법

- ① 가열 혼합식 공법 : 가열 혼합식 공법에 의한 혼합물은 기존 포장과 부착이 좋고 내구성과 안정성이 우수하며 시공직후 안정되어 대형차 교통량이 많은 도로에 적합하다. 반면에 혼합물의 온도관리를 엄중히 하지 않아 온도가 떨어진 혼합물로 포설한 부분은 충분한 밀도가 얻어지지 않고 기존 포장과의 부착도 기대할 수 없게 된다. 따라서 혼합물의 운반에 있어 천막포 등으로 덮어 보온에 특히 주의하여 온도강하를 방지해야 한다.
- ② 상온 혼합식 공법 : 상온 혼합식 공법에 사용하는 혼합물은 상온에서 취급하는 것이 특징이므로 운반과 포설에 편리하다. 상온 혼합물에 의한 포설에서도 가열 혼합식과 거의 같은 순서, 방법으로 시행하면 된다. 혼합물은 어느 기간 동안 저장할 수 있으나 가열 혼합물과 비교할 때 안정성, 내구성이 떨어지므로 대형차 교통량이 많은 도로에서는 긴급을 요하는 장소 이외에는 사용하지 않는 것이 좋다.
- ③ 구스아스팔트 : 가열 혼합식 공법과 거의 동일.

나. 포장면 보수(아스콘 쉐링 공법)

1) 공법개요

포장면에 발생한 균열부에 적용하며, 균열의 봉합을 주목적으로 한다.

2) 시공방법

- 시공부위 절단 및 깨기
- 압축공기 청소 및 Tape부착 : 파편, 미세먼지, 미량의 습기제거, 점착성 이물질을 제거후 포장 깨기 측면에 Tape를 부착한다.
- 시공부위 가열 및 백업제 서치 : 양호한 주입을 위하여 히트랜스를 사용해 시공부위를 가열 (약 70° C유지)한 후 백업제를 설치한다.
- 1차 도포 및 지지판 설치 : 시공부위에 로드셀을 2mm ~ 3mm정도로 1차도포 후 지지판 (철판 : 5 ~ 6mm)을 설치한다
- 조인트제(로드셀)의 주입
- 마무리 작업 : 스퀴즈나 롤러로 평탄한면(평탄화)을 만든 후 석회가루 또는 탈크가루를 표면에 살포해 냉각시키면 시공즉시 차량통행이 가능하다.

【표 6.3.13】 교명포장 공법별 특징

구분		초속경라텍스개질 콘크리트(VES-LMC)	에폭시 수지 몰탈	아스팔트
재료의 구성		초속경 시멘트 + 라텍스 + 조세골재 (13mm) + 물	에폭시수지 + 규사 + 탄산칼슘	아스팔트 + 조세골재 + 쇠석 + 석 분
포장 구조				
적용대상		■ 기존 포장면 재포장	■ 주차장 및 기계실, 전기실, 화학공장 바닥 ■ 신설 및 부분보수 교면 재포장	■ 신설 및 기존 포장면 재포장
공법특징		■ 열화부 선택적 제거 가능 ■ 단기차단으로 안전에 유리 ■ 절대공기 최소 ■ 주행성 회복 ■ 공용수명 증진 ■ 교량 바닥판 슬래브 단면보강 효과 ■ 초기 공사비 과다	■ 압축강도가 극히 우수 ■ 내약품성 및 내마모성이 우수 (콘크리트의 8배) ■ 원하는색상을 낼 수 있다 ■ 표면이 미려하고 하지의 요철, 굴곡상태의 은폐효과 양호 ■ 초기 공사비 및 유지보수비 가장 비쌈 ■ 워커빌리티 불리(믹서된 재료 는 10분 이내 소모) ■ 빠른 교통개방을 요하는 보수 공사에는 부적합	■ 주행성이 타 포장공법보다 우수 ■ 재료색상의 특성상 운전자의 눈의 피로도 우수 ■ 초기 공사비 저렴 ■ 반복적인 유지보수 필요 ■ 교량의 내구성 저하 (우수침투) ■ 포장층 두께로 인한 교량 사하중 증가
교통개방 시기		■ 3~4시간 양생후 교통개방	■ 2일 이상 양생 후 교통개방	■ 다짐 완료 후 상온 상태에서 교 통개방
공용수명		■ 20년 이상	■ 20년 이상	■ 3~7년
재료적 특성	강도	■ 압축강도 400 - 450 kgf/cm ² ■ 휨강도 60 - 100 kgf/cm ²	■ 압축강도 700 kgf/cm ² 이상 ■ 휨강도 취성적임	■ Flow(1/100cm) 28 - 94
	균열 저항성	■ 균열저항성이 크고, 균열발생이 거의없음	■ 기존 콘크리트와의 변형특성차 및 취성적인 성질에 의한 공용 중 균열 발생	■ 거북등균열, 선상균열, 종횡방향균열 발생
	투수성	■ 시멘트의 분말도 및 라텍스필 름막 형성과 공극 충전효과에 해 투수성이 매우 낮음	■ 재료적인 특성상 불투성이나 균열 틈새로 물이 침투가능	■ 아스팔트의 노화, 균열 등에 의 해 투수성이 큼
	부착성	■ 부착강도 16-23 kg/cm ² 으로 바닥판 콘크리트와 완전 부착	■ 기존콘크리트와의 거동 불일치 에 의한 응력집중 발생 ■ 취성적인 성질에 의해 공용 중 박리 및 탈락 가능성	■ 우수의 침투 등에 의해 박리 및 탈락됨

6.4 유지관리 방안

6.4.1 개요

구조물의 유지관리는 시설물의 기능성과 안전성을 유지하기 위하여 정기점검 및 정밀점검을 통하여 구조물의 손상여부를 확인할 수 있고 특히, 초기에 결함을 찾아서 그 결함정도에 따라 적절한 보수공법의 선정, 보수시기 등을 판단하여 신속한 보수가 실시되어야 한다.

초기에 발견된 결함의 보수시기를 놓치면 장기적으로 보수가 어려울 뿐만 아니라 많은 보수비와 보수기간의 장기화로 통행차량의 불편과 동시에 물류비 증액의 원인이 된다.

따라서, 유지관리는 손상된 부분을 원상복구하며, 경과시간에 따른 시설물의 개량, 보수·보강에 필요한 활동을 하는 것으로 교량의 각 부위별로 발생 가능한 손상에 대하여 주의 깊게 점검하여 그 원인을 미리 해소하는 예방활동에 목표를 두어야 한다.

본 과업에서는 유지관리업무에 대한 일반적 사항과 정밀안전진단 결과를 바탕으로 한 중점 유지관리 방안에 대하여 제안하였다.

6.4.2 유지관리 일반

가. 개요

구조물은 건설 후 각종 자연환경 및 인위적인 사용 환경의 영향을 받아 시간경과와 함께 물리적, 화학적으로 노후화되어 사용성 및 안전성이 저하된다. 유지관리란 이렇게 노후화되는 구조물의 기능을 항상 양호한 상태로 유지하고 이용자의 편의와 안전을 확보함은 물론 기능상 지장을 주는 요소를 사전에 발견하고 제거하고, 점검을 통하여 이상이 발견된 개소에 대하여는 보수 및 보강을 실시하는 작업을 말한다.

나. 유지관리 업무 및 흐름

1) 자료관리

자료관리는 대상구조물이 처해있는 상황을 문서를 통하여 객관적으로 확인할 수 있도록 하기위한 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 유지관리시 필요한 관련 자료를 열거하면 다음과 같다.

- ① 설계도서(시공 및 보수 도면, 구조계산서 등)
- ② 공사내역서 및 시방서
- ③ 사진 및 시험 결과
- ④ 보수·보강 이력
- ⑤ 사고기록, 점검 및 진단 이력
- ⑥ 상태 및 안전성 평가 기록

2) 일상관리

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

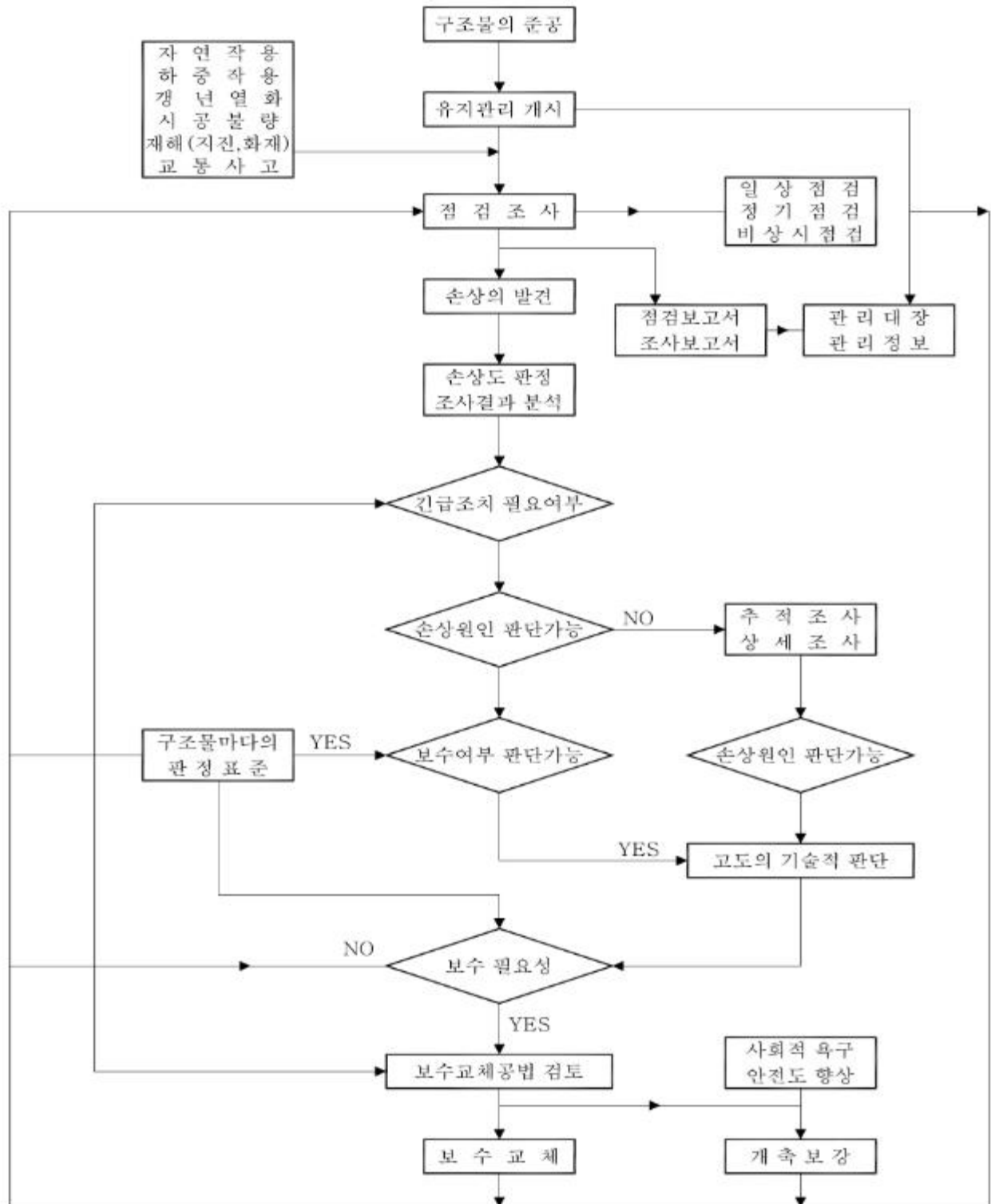
3) 점검 및 진단

점검은 구조물의 현황을 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.

4) 보수 및 보강

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 6.4.1】 유지관리 흐름도

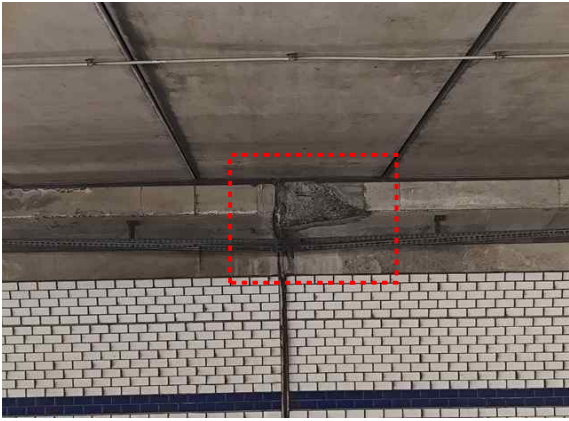
6.4.3 중점 유지관리사항

금회 정밀안전점검 결과에 따라 조사된 손상 등에 대해 향후 점검시 중점 유지관리사항은 다음과 같다.

【표 6.4.1】 중점 유지관리사항

구 분	세 부 내 용	
BOX 구간		
	본선 BOX구간 슬래브 S721 누수(스며있음)	본선 BOX구간 벽체 S719 누수(스며있음)
조사 결과	· 누수, 백태 등 ⇒ 누수로 인해 주변 콘크리트 오염, 내부 철근 부식 등 손상 발생에 따른 콘크리트 내구성저하 및 주행차량 안전성저하 등이 발생될 우려가 있으므로 우선적인 보수가 필요함 ⇒ 보수 전까지는 주행차량의 안전사고가 발생되지 않도록 지속적인 점검 필요함	
NATM 구간		
	본선 NATM구간 천단부 S144 누수(스며있음)	본선 NATM구간 측벽부 S480 누수(떨어짐)
조사 결과	· 누수, 백태 등 ⇒ 누수로 인해 주변 콘크리트 오염, 내부 철근 부식 등 손상 발생에 따른 콘크리트 내구성 저하 등이 발생될 우려가 있으므로 우선적인 보수가 필요함 ⇒ 보수 전까지는 손상의 진전여부에 대한 지속적인 점검 필요함	

【표 6.4.1】중점 유지관리사항 (계속)

구 분	세 부 내 용	
NATM 구간		
	본선 NATM구간 천단부 S184 피복부족	본선 NATM구간 측벽부 S351 박락 및 철근노출
조사 결과	콘크리트 박락 및 철근노출, 피복부족 ⇒ 시공시 외부충격, 시공미흡 등에 의한 손상으로, 현재 철근이 일부 외기와 접촉하는 상태로 부식 발생 가능성이 있으므로, 단면보수(방청)가 필요함	
부대 시설		
	공기정화시설#2 축류팬실 측벽부 누수	공기정화시설#2 유도갱 측벽부 누수
조사 결과	누수, 백태, 체수 등 ⇒ 우천시 우수유입 등에 의한 손상으로 공용기간 경과시 철근 및 콘크리트 손상 등의 2차손상 발생을 유발할 우려가 있으므로 지수보수, 표면처리를 실시하는 것이 필요함	

【표 6.4.1】중점 유지관리사항 (계속)

구 분	세 부 내 용	
포장부		
	본선 포장부 S617 파손	본선 포장부 S658 파손
조사 결과	· 포장 파손, 보수부 파손 등 ⇒ 포장 파손, 보수부 파손의 경우 차량운하중에 의한 충격, 보수미흡 등의 원인에 의한 것으로 판단되며, 주행차량의 안전성 확보를 위해 단면보수를 통한 유지관리가 요구됨	
공동구		
	본선 공동구 S378 파손	본선 공동구 S704 덮개파손
조사 결과	· 공동구 파손, 덮개파손, 덮개탈락 등 ⇒ S378 공동구 파손의 경우 차량충돌에 의한 손상으로 판단되며, 유지관리의 안전 및 편의성을 위해 단면보수(재설치)를 통한 보수가 요구됨 ⇒ 덮개탈락, 덮개파손의 경우 품질불량, 시공미흡 등에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 점검자의 안전을 위해 덮개 재시공을 실시하는 것이 요구됨	

