

제 6 장 보수 · 보강 및 유지관리방안

6.1 개 요

6.2 보수 · 보강 방안

6.3 보수 · 보강 개략 공사비

6.4 유지관리방안

제 6 장 보수·보강 및 유지관리방안

6.1 개 요

모든 구조물은 시간이 경과함에 따라 여러 가지 원인에 의하여 손상이나 결함이 발생하게 되고 그대로 방치해 두면 점진적으로 발전하여 대형사고의 원인이 될 수 있다. 본 과업대상 구조물에 대한 외관조사 및 내구성조사의 결과 일부 구간에 보수가 필요한 것으로 평가되었다. 본 구조물의 보수는 현상태의 내하력, 내구성, 기능성 등의 성능을 유지하고 필요에 따라 성능을 개선하기 위해서 실시하여야 하며 보수구간에 대하여는 시행에 앞서 다음과 같은 기본방향 설정이 필요하다.

- ① 보수공사 중 차량운행에 지장을 주어 사회적 문제점이 발생되지 않도록 한다.
- ② 보수공법의 선정시 시공성 및 경제성을 고려한 효과적인 공법을 선정하여 시행한다.
 - 차량통행이 많기 때문에 작업시간을 고려하여 신속하게 시공이 가능하면서도 충분한 강도를 발현할 수 있는 재료의 사용이 요구됨
- ③ 보수공법의 우선순위는 내구성 및 내하력에 미치는 영향을 고려하여 완급을 결정한다.
- ④ 보수공법의 적용은 구조물의 안전에 최우선을 두고 공사 시 참여 인원의 안전관리에 최선을 다하여야 한다.

오천터널(상)은 2004년 12월에 준공되어 공용중인 연장 457.0m 터널로서 유지관리이력 검토 결과, 준공이후 일부 손상에 대해 보수를 일부 실시하였으며, 터널내의 용도변경 및 새로운 부착시설물은 없는 것으로 조사되었다.

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

- (1) 현상유지(진행억제)
- (2) 실용성 지장이 없는 성능까지 회복
- (3) 초기 수준이상으로 개선
- (4) 개축

6.2 보수·보강 방안

6.2.1 보수·보강 추진방향 및 우선순위의 선정

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

-보수보다 보강을, 주부재를 보조부재보다 우선하여 실시한다.

-시설물 전체에서의 우선순위 결정은 각 부재가 갖는 중요도, 발생한 결함의 심각성을 종합 검토하여 결정한다.

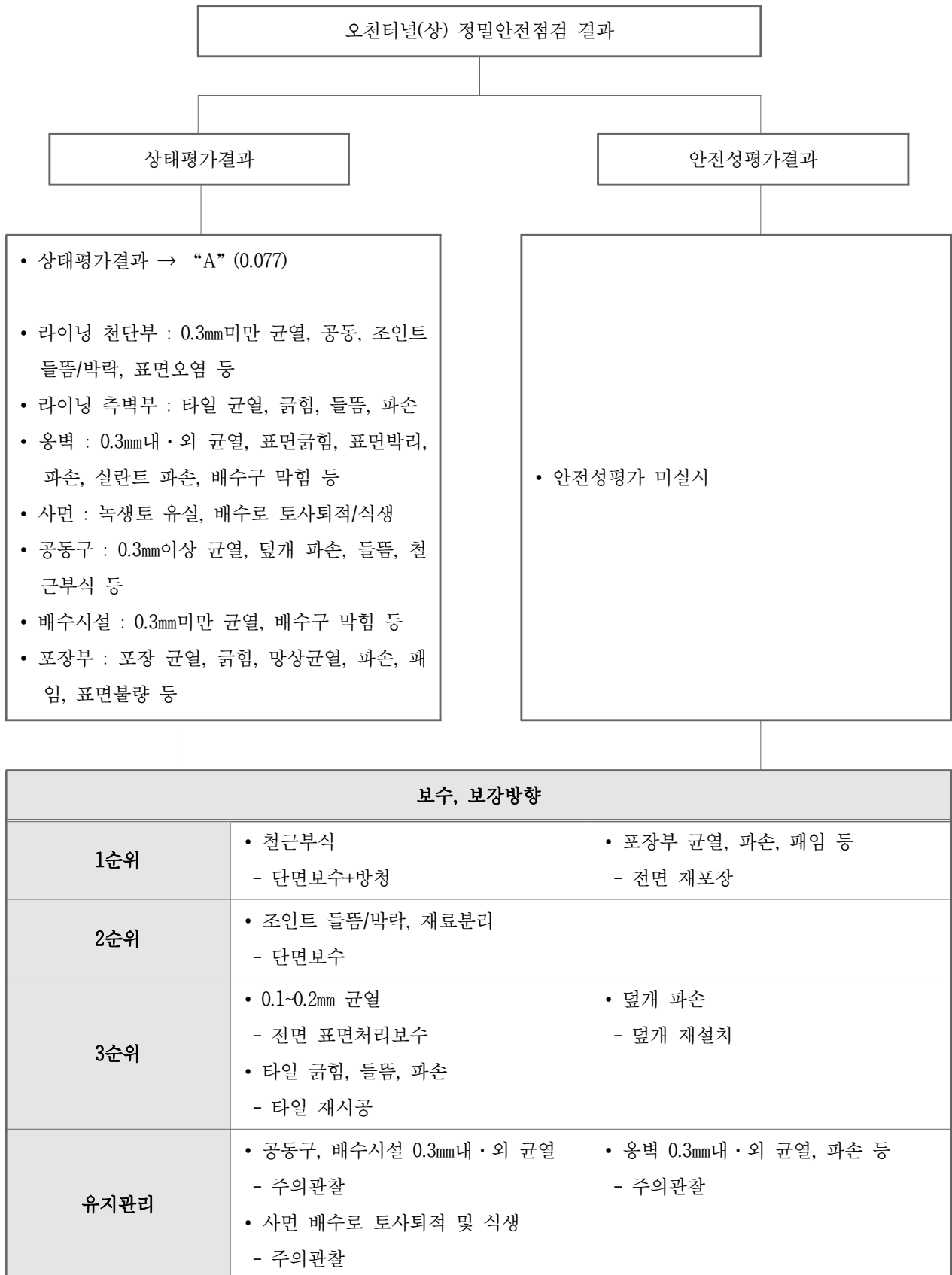
-각 시설물은 주요부재와 보조부재로 이루어져 있으며, 이들 시설물에서 발생한 각종 결함에 대한 보수·보강 우선순위는 다음과 같이 결정한다.

-필요한 경우 각 부재의 중요도 및 발생한 결함이 심각하지 않은 경우에도 사용성을 고려하여 우선순위를 조정할 수 있다.

-보수, 보강의 우선순위는 다음의 기준에 의해 구분하며, 언급되지 않은 손상에 대해서는 책임기술자의 판단 하에 우선순위를 선정한다.

【표 6.1】 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
중장기	2순위	- 보조부재에 발생한 결함 및 손상이 커 내구성에 영향을 미치는 경우 - 상부 차량 통행에 지장을 줄 수 있는 손상 - 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
유지관리		1~3순위를 제외한 손상으로서 유지관리를 통해 향후 발전상태에 따라 보수·보강 여부를 판단할 수 있는 정도의 손상 - 콘크리트의 0.2mm이하의 비구조적 미세균열(단, 균열집중구간은 제외) - 빈번한 차량통행으로 인한 보수효과가 없는 경우, 향후 교체가 시행될 부재 등 - 기타 경미한 손상으로서 내구성 및 사용성에 지장을 주지 않은 경우



【그림 6.1】 보수·보강방안 추진방향

6.2.2 결함내용별 보수·보강방안

【표 6.2】 보수·보강 일람표

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	단위	우선순위
라이닝 천단부	균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	2.9	m	3순위
	공동	주의관찰	0.06	m ²	유지관리
	조인트 들뜸/박락	단면보수	0.14	m ²	2순위
	표면오염	주의관찰	60.0	m ²	유지관리
	피복부족	주의관찰	15.0	m ²	유지관리
라이닝 측벽부	타일 균열	주의관찰	68.0	EA	유지관리
	타일 굽힘	타일 재시공	2.0	EA	3순위
	타일 들뜸	타일 재시공	21.0	EA	3순위
	타일 파손	타일 재시공	23.0	EA	3순위
	물탈탈락	주의관찰	0.08	m ²	유지관리
	표면오염	주의관찰	0.5	m ²	유지관리
옹벽	균열(cw=0.3mm미만)	주의관찰	6.9	m	유지관리
	균열(cw=0.3mm이상)	주의관찰	50.3	m	유지관리
	표면굽힘	주의관찰	0.24	m ²	유지관리
	표면박리	주의관찰	1.2	m ²	유지관리
	파손	주의관찰	0.29	m ²	유지관리
	이물질삼입	주의관찰	0.03	m ²	유지관리
	실란트 파손	주의관찰	2.4	m	유지관리
	실란트 누락	주의관찰	1.2	m	유지관리
	배수구 막힘	주의관찰	9.0	EA	유지관리

【표 6.2】 보수·보강 일람표(계속)

구 분	손상내용	보수방안	손상물량	단위	우선순위
사면	녹생토 유실	사면보호공 설치	195.0	m ²	2순위
	배수로 토사퇴적 및 식생	주의관찰	60.0	m ²	유지관리
공동구	균열(cw=0.3mm이상)	주의관찰	107.6	m	유지관리
	덮개 파손	덮개 재설치	63.0	EA	3순위
	들뜸	단면보수	2.64	m ²	2순위
	재료분리	단면보수	0.2	m ²	2순위
	철근부식	단면보수+방청	0.08	m ²	1순위
	파손	단면보수	0.06	m ²	2순위
배수시설	균열(cw=0.3mm미만)	주의관찰	1.8	m	유지관리
	배수구 토사퇴적	주의관찰	0.2	m ³	유지관리
	배수구 막힘	청소	12.0	EA	2순위
	노면 토사퇴적	청소	224.74	m ²	3순위
포장부	균열	재포장	63.2	m	1순위
	긁힘	재포장	0.3	m ²	1순위
	망상균열	재포장	1.0	m ²	1순위
	보수불량	재포장	6.33	m ²	1순위
	파손	재포장	9.81	m ²	1순위
	패임	재포장	0.7	m ²	1순위
	표면불량	재포장	78.0	m ²	1순위
소화시설	소화기함 파손	재설치	1.0	EA	3순위

6.2.3 보수공법의 종류 및 방법

가. 콘크리트 표면처리공법(c/w=0.3mm미만)

1) 공법 개요

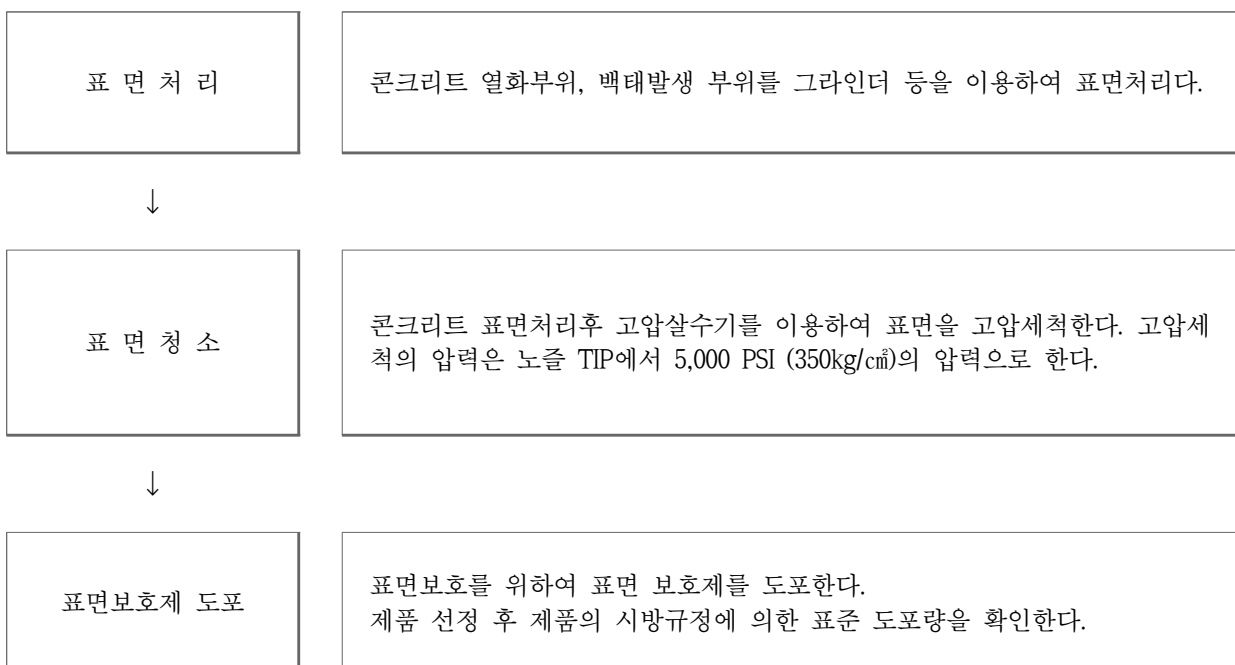
콘크리트 표면이 노후 및 열화된 부위에 대해서 그라인더를 이용하여 열화부위를 제거하고 표면보호제를 도포하여 보수하는 방법이며 표면백태, 0.2mm 이하의 미세균열의 발생 부위에 적용한다. 또한, 보수 효과는 콘크리트 표면의 보수에 그치므로 본 공법 적용시 균열 등의 결함발생 여부에 대한 주기적인 관찰이 요구된다.

2) 시공방법 및 유의사항

균열의 성장이 정지된 상태에서는 균열선 및 백태를 따라 폭 50~100mm를 와이어 브러쉬로 닦아 내거나 심한 경우 치핑을 실시한 후 폴리머 시멘트 페이스트나 모르타르로 균일하게 도포한다.

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

<시공순서도>



【그림 6.2】 콘크리트 표면처리 시공순서도

나. 균열주입보수(c/w=0.3mm이상)

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 수지 재료를 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 주입량과 약이 쉽고 균열 구석까지 주입할 수 있는 특징이 있어 유리하다.

【표 6.3】 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 6.4】 균열폭에 알맞은 수지의 점도

형상		점도(20℃, cp)	주입 가능한 균열 폭
액상	저점도	500±200	0.1mm 전후
	고점도	1,500±500	0.2mm 전후
Gel 상태		6,000±1,000	0.5~5.0mm 전후

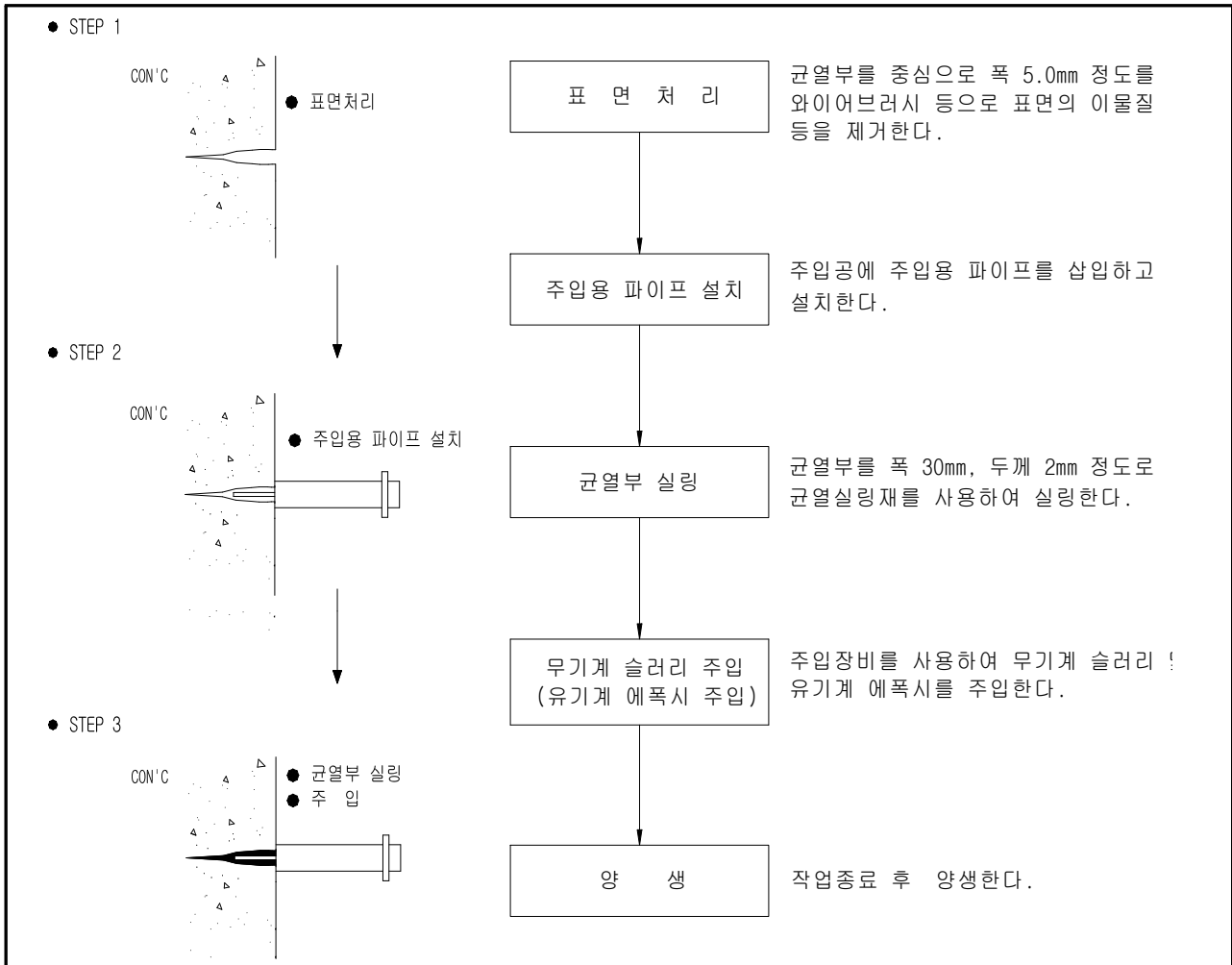
【표 6.5】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격

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 6.6】 에폭시계 수지의 규격

시험항목	시험방법	시험조건	셀링 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】 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 찢림 및 표면 마감면은 주입압에 견디도록 충분히 양생한다.
- ⑤ 주입된 에폭시계 수지가 경화한 후에는 주입 파이프를 절단하고 찢림재와 함께 그라인더로 갈아 평탄하게 표면처리 한다.

【표 6.7】 주입공법 공법비교안

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→폴리머슬러리 시멘트주입→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 늦고 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
경제성	80,000원/m	70,000원/m

다. 단면보수공법

1) 단면복구(보수)공법 개요

2) 단면복구(보수)시 털어내기 작업

단면복구(보수)시 털어내기 작업은 콘크리트 표면의 상황을 봐서 판단하는 것이 아니고 다음의 항목 및 【그림 6.3】을 참고하여 털어내기 범위나 형상을 결정하는 것이 좋다.

① 열화부분을 고려한 털어내기 범위

보수 개소의 콘크리트를 털어낼 때에 탄산화 등에 의한 취약한 부분을 남기면, 기설 콘크리트와 복구재료와의 충분한 부착강도를 얻을 수 없을 뿐 아니라, 균열이나 철근부식 재발의 원인이 된다. 따라서, 부재 내력에 영향을 미칠 수 없는 범위에서 열화부분을 모두 제거할 필요가 있다. 열화부분을 효과적으로 확인하기 위해서는 탄산화깊이나 알칼리 반응성 생성물의 측정 등 열화요인과 관련된 시험을 실시하는 것이 바람직하다.

② 철근의 녹을 고려한 털어내기 범위

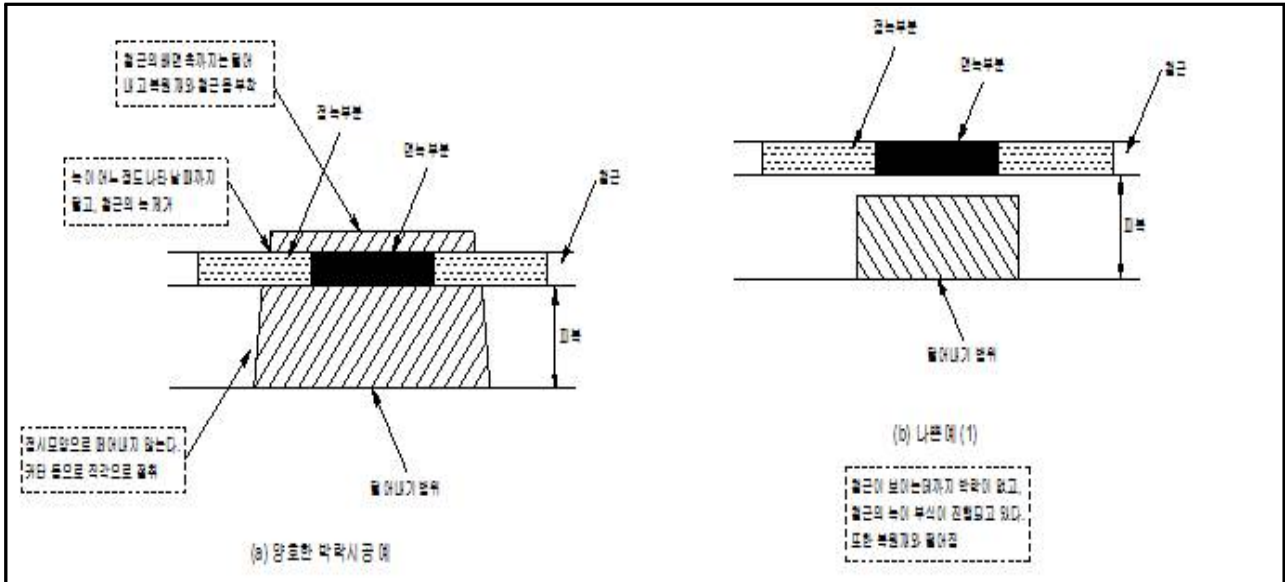
콘크리트의 열화부분을 충분하게 제거하여도 철근의 부식범위는 이 부위보다 넓은 경우가 대부분이다. 이 경우는 박락되어 노출된 부분의 철근 청소를 실시하여도 그 전후는 녹이 잔존한 채 남아있게 된다. 이 상태에서 단면복구(보수)를 실시하면 보수된 범위는 마이너스(-), 그 전후는 플러스(+)의 macro cell 부식이 생겨서 철근부식이 주위로 확산되어 보수효과가 적어지는 결과를 나타내는 경우가 많다.

따라서, 녹제거를 확실하게 할 수 있도록 철근표면의 전면에 녹이 나오고 있는 부분(면 녹의 부분)뿐만 아니라, 이것과 인접하면서 녹이 점상으로 나타나는 비교적 건전한 부분(점 녹의 부분)이 드러나는 범위까지 털어낼 필요가 있다. 한편, 털어내기 전에 면 녹의 범위를 파악하기 위해서는 자연전위 보정법에 근거하고 보정자연전위에서 -350mV보다 낮은 전위를 가리키는 부분이 이것에 해당한다.

또한, 같은 이유로 녹의 제거는 철근의 전 주변에 대하여 실시하여야 하고, 철근은 박락된 부분(면)에서부터 뒷부분까지 파취할 필요가 있다. 이것은 단면복구(보수)재가 철근을 둘러싸는 것에 의한 부착성 향상에도 유효하다.

③ 털어내기 형상

콘크리트와 단면복구(보수)재와는 일반적으로 열팽창율이 다르기 때문에 복구재의 단부가 접시형상으로 되어 있으면, 온도신축에 의해 그 부분으로부터 박리현상을 보이는 우려가 있다. 이것을 방지하기 위해 털어내기시 단부가 접시형상으로 되는 것을 피하고, 될 수 있는 한 수직에 가까운 각도로 깊이 털어내는 것이 중요하다.



【그림 6.4】 단면복구(보수) 상세도

3) 철근의 방청 처리

털어내기에 의해 노출된 철근의 녹 제거는 특히 정성껏 실시할 필요가 있다. 일반적으로 와이어 브러시를 이용할 수 있는 것이 많지만, 보다 확실한 녹제거 방법은 샌드 블라스트, 워트제트 등을 쓰는 것이 좋다.

녹을 제거한 후는 철근에 방청재를 도포한다. 방청재에는 녹방지 도료, 아질산염계 방청재, 염분흡착제를 사용한 시멘트계 방청형 보수재가 있다. 일반적으로 철근부식의 억제는 철근부식효과가 있는 아질산염 이온이 함유된 것이 효과적이다.

액산의 아질산칼륨이나 아질산리튬을 철근이나 박락면에 직접 도포하여 아질산염이온을 같이 배합한 아질산염계 방청재가 있다. 염화물에 의한 부식의 경우 유효한 도포량은 아질산 이온량과 염화물량의 비율을 관리하여야 하며 많은 양의 충전이 필요한 경우 Paste나 모르터 등을 혼합하여 사용하는 등의 검토가 필요하다. 또한 최근 개발된 염분흡착재를 이용한 방청재는 해수성분을 함유한 수분이 있는 개소의 철근부식에 대응하여 아질산 이온을 도입 또는 함유한 염화물량의 저감효과가 있다.

염분흡착재는 콘크리트 제체중의 유해한 염화물이 흡착되어 저감되어지는 동시에 염분흡착재 자신이 기다리고 있는 아질산 이온을 방출하는 것에 의해 높은 방청재 효과를 얻을 수 있다.

4) 단면복구(보수) 재료

복구재의 선정은 열화의 요인, 손상 상황, 누수 상황 등을 감안하고, 기설의 철근이나 콘크리트와의 부착성, 시공성, 재료특성 등을 평가하고 시공개소에 적합한 것을 채용 할 필요가 있다. 특히 사용실적이나 적절한 시험방법 등에 의해 품질, 성능을 확인할 수 있는 복구재를 사용하는 것이 바람직하다. 단면복구(보수)재는 저수축성이 요구되며, 복구재 충전 후 경화전에 우려할만한 차량진동을 받는 부위는 조강형을 사용하고, 아치부나 슬래브 하면 등 시공성을 중시할 경우는 경량형을 사용하고, 거푸집을 설치해서 충전할 경우는 고유동형을 사용하는 방안을 검토하여야 한다.

일반적으로 단면복구(보수)재를 충전하기 전에 프라이머를 도포하는 경우가 많다. 프라이머는 기설 콘크리트와 복구재의 부착성 향상을 목적으로 한 에폭시 수지계, 복구재의 수분이 기설 콘크리트에 흡수되어 경화에 필요한 수분이 결핍하는 「드라이 아웃」 방지를 목적으로 한 수성 에멀션을 주재료 하는 재료 등이 있다.

【표 6.8】 일반적인 단면 복구(보수)재의 분류

분 류		개 요
유기계	수지모르터 (에폭시수지 등)	• 에폭시 등의 수지와 잔골재를 이용한 모르터로 고강도, 수밀, 경량, 접착성이 뛰어나고 쉬어쓰기 용이하나 고가임
무기계	폴리머 시멘트 모르터	• 시멘트에 SBR, 포키시 등의 수지를 첨가한 모르터로 고강도, 수밀성 양호
	무수축 모르터	• 팽창재가 함유된 건조수축을 보상하는 것에 의해 억제하는 모르터

6) 단면복구(보수)시 유의 사항

- ① Lath 철망이나 Wire Mesh를 끼울 경우는 박리현상이 발생되지 않게 충분히 고정된 뒤 단면복구(보수)재를 충전한다.
- ② 철근방청재, 프라이머, 단면복구(보수)재는 동일 제작사의 제품을 사용하거나 서로 양호한 조합의 물건을 이용한다.
- ③ 보수 깊이가 깊은 개소의 충전은 여러층으로 시공할 경우 경계부위가 부착상의 약점이 되기 쉬우므로 정확한 작업이 요구된다.
- ④ 보수한 단면복구(보수)재가 낙하할 가능성이 있는 부위는 중점적으로 검사 및 점검을 실시한다. 또한, 재료의 선택에 따라 신구콘크리트접착재의 도포가 필요할 경우에는 도포 후 단면복구(보수)를 실시한다.
- ⑤ 털어내기 작업시 콘크리트 분진으로 인한 대기오염을 방지하기 위해 집진시설이나 물분사 등을 실시하여 도로주변의 환경오염에 주의하여야 한다.

【표 6.9】 단면복구(보수) 공법비교안

구 분	폴리머시멘트 모르터 공법	에폭시수지 모르터 공법
개 요 도		
공법개요	콘크리트 손상부위 및 철근의 부식을 제거하고 콘크리트 보호제를 도포한 후 철근을 방청하고 무기계인 폴리머시멘트 모르터로 단면을 복구한 후 무기계 마감재로 마감하는 공법	콘크리트 손상부위 및 철근의 부식을 제거하고 접착제를 도포한 후 철근을 방청하고 유기계인 에폭시수지 모르터로 단면을 복구한 후 유기계 마감재로 마감하는 공법
시공방법	치핑/고압수 세척 → 철근 부식제거 → 콘크리트 보호재(침투성) 도포 → 철근 방청제 도포 → 폴리머시멘트 모르터로 단면복구 → 마감재(무기계)도포	치핑/고압수 세척 → 철근 부식제거 → 프라이머(접착제) 도포 → 에폭시수지 모르터로 단면복구 → 마감재(유기계) 도포
특 징	- 철근의 방청효과가 우수하고 재부식 확률이 없음 - 철근 노출부 보수의 일괄적인 공정에 대한 재료 및 시방확보 - 폴리머시멘트의 사용으로 콘크리트 중성화 방지 효과가 우수함 - 수용성인 무기계 재료의 사용으로 습윤지역 시공이 가능함 - 일반적으로 한번의 시공두께가 얇기 때문에 목표두께가 두꺼울 경우 공정이 증가함 - 보통 형식의 것은 경화시간의 늦고 공기가 길어짐	- 인장, 휨강도가 콘크리트보다 우수함 - 재료 자체의 접착성 및 내마모성이 우수함 - 재료비가 폴리머 시멘트에 비해 저가임 - 경화시간이 빠름 - 방청효과가 확실하지 않음 - 유기계 재료로서 통기성이 없으므로 재부식 발생 우려 - 습기가 있는 부분에서는 접착력이 떨어지며 품질관리가 어려움
경제성	150,000원/m	130,000원/m

라. 단면정리(신축이음부 박리 및 박락-반원형 손상)

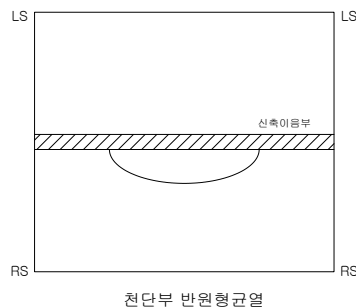
1) 개요

신축이음부 반원형 손상은 터널 라이닝 시공시 밀실과 연속성을 위해 강제거푸집을 설치 후 라이닝을 타설하는 경우 라이닝 유압에 의해 밀착된 거푸집의 하중 분포의 불균형 또는 충격에 의하여 반원형의 형태로 균열이 발생 되거나 신축이음부 온도신축구속에 의한 것으로 탈락이 우려되는 콘크리트 중 차량통과시 충돌이 예상되므로 탈락 예측 블록은 제거하는 것이 바람직 한 것으로 판단된다.

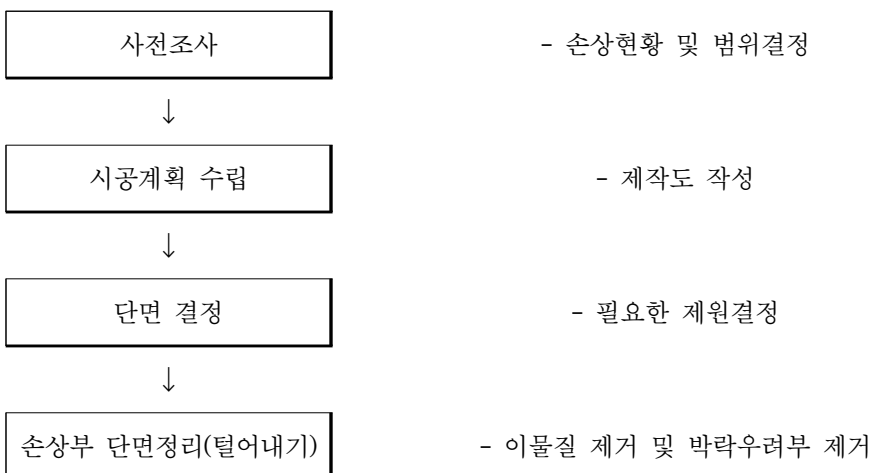
2) 보수방법

천단부, 어깨부 반원형 손상

con'c 깨기 후 표면정리



3) 시공순서



6.3 보수·보강 개략공사비

6.3.1 보수·보강 개략공사비

【표 6.10】 보수·보강 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
라이닝 천단부	균열(cw=0.3mm미만)	표면보수	2.9	1.09	m ²	61	66	3순위
	조인트 들뜸/박락	단면보수 t=10mm	0.14	0.21	m ²	147	31	2순위
라이닝 측벽부	타일 굽힘	타일 재시공	2.0	2.0	EA	2	4	3순위
	타일 들뜸	타일 재시공	21.0	21.0	EA	2	42	3순위
	타일 파손	타일 재시공	23.0	23.0	EA	2	46	3순위
사면	녹생토 유실	사면보호공 설치	195.0	1.0	식	10,000	10,000	2순위
공동구	덮개 파손	덮개 재설치	63.0	63.0	EA	30	1,890	3순위
	들뜸	단면보수 t=10mm	2.64	3.96	m ²	147	582	2순위
	재료분리	단면보수 t=10mm	0.2	0.3	m ²	147	44	2순위
	철근부식	단면보수+방청 t=13mm	0.08	0.12	m ²	247	30	1순위
	파손	단면보수 t=10mm	0.06	0.09	m ²	147	13	2순위
배수시설	배수구 막힘	청소	12.0	12.0	EA	3	36	2순위
	노건 토사퇴적	청소	224.74	337.11	m ²	3	1,011	3순위
포장부	균열	재포장	63.2	3,199.0	m ²	316	1,010,884	1순위
	굽힘	재포장	0.3					
	망상균열	재포장	1.0					
	보수불량	재포장	6.33					
	파손	재포장	9.81					
	패임	재포장	0.7					
	표면불량	재포장	78.0					
소화시설	소화기함 파손	재설치	1.0	1.0	EA	30	30	3순위
개략공사비	구분	1순위		2순위		3순위		
	순공사비	1,010,914		10,706		3,089		
	제경비(순공사비×3%)	505,457		5,353		1,545		
	합계	1,516,371		16,059		4,634		
유지보수 개략공사비 총계		1,537,064						

주1)보수물량은 손상물량에 50%를 할증하였음(정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영).

주2)동일부재에서 보수방안을 중심으로 합산하여 개략공사비를 산출하였음.

6.4 유지관리방안

6.4.1 개요

터널의 유지관리는 시설물의 기능성과 안전성을 유지하기 위하여 일상점검 및 정밀점검을 통하여 구조물의 손상여부를 확인할 수 있고 특히, 초기 결함을 찾아서 그 결함정도에 따라 적절한 보수공법의 선정, 보수시기 등을 판단하여 신속한 보수가 실시되어야 한다. 초기에 발견된 결함의 보수시기를 놓치면 나중에는 보수하기 어려울 뿐만 아니라 많은 보수비와 보수기간의 장기화로 통행차량의 불편과 동시에 물류비 증액의 원인이 된다. 따라서 유지관리를 통하여 손상된 부분을 원상복귀하며, 경과시간에 따라 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.

점검은 주기적인 조사 및 관찰을 통해 구조물의 이상 및 손상을 조기에 발견함으로써 안전하고 원활한 기능을 확보하고 합리적인 유지관리 자료를 획득하기 위하여 실시한다. 점검은 정기점검, 정밀점검 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 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

【표 6.11】 점검주기 및 주요조사항목

점검종류	점검주기	주요조사항목
정기안전점검	반기 1회	·박리, 균열, 박락, 사용하중, 누수 등에 관하여 전회 점검시와 변형, 변위 발달상태
정밀안전점검	2년 1회	·설계도서 검토 ·형상검사(규격, 변위, 변형, 침하 등) ·상태검사(파열, 손상, 부식, 균열, 누수, 열화 등) ·현장시험·측정(강도, 철근, 피복, 철근부식, 탄산화 등)
긴급점검	필요시	·손상의 정도, 보수의 긴급성, 보수작업의 규모, 주요 보조 부재의 내하력, 사용제한 여부 등
정밀안전진단	A등급 : 6년 B.C등급 : 5년 D.E등급: 4년	·구조물의 노후화, 손상정도, 초기 및 정기점검 상태로부터 변화 확인 ·구조해석 및 안전성 평가

6.4.2 부위별 점검요령

가. NATM구간

1) 갱문

구분	갱문 점검항목		점검장비
일반 사항	균 열	- 위치, 균열폭, 길이, 깊이, 진행성 여부	- 고소점검차 - 카메라 - 필기도구 - 줄자 - 망치 - 써치랜턴
	누 수	- 위치, 누수량, 수질, 기온변화	
	손 상	- 박리·박락, 층분리, 백태, 동해, 파손, 오염 등에 대한 조사	
	경사도	- 부등침하, 갱문의 기울어짐, 침하, 이동, 단차여부	
	갱구부상부	- 토사유입, 물고임, 식생, 비탈면 유실, 옹벽 및 숏크리트 상태 - 배수로 처짐 및 균열 여부	
○ 중점점검 사항		- 천장부 및 벽체 종방향 균열 - 발생된 균열의 진행성 여부 조사 - 시공이음부 주변 누수, 백태 - 결함 보수개소의 효과 조사	

2) 라이닝

구분	라이닝 점검항목		점검장비
일반 사항	균 열	- 위치, 균열폭, 길이, 깊이, 진행성 여부, 형태	- 고소점검차 - 카메라 - 필기도구 - 줄자 - 망치 - 랜턴
	누 수	- 위치, 누수량, 기온변화	
	변 상	- 박리·박락, 백태, 두께부족, 단차, 압좌 파손 등에 대한 위치	
	동 해	- 동해, 고드름, 측빙	
측 벽 부		- 오염, 각종 케이블 고정상태, 재료분리	
시공이음부		- 단차, 파손, 압좌, 시공불량 여부, 토사유입 여부	
○ 중점점검 사항		- 천장부 및 벽체 종방향 균열 - 발생된 균열의 진행성 여부 조사 - 시공이음부 주변 누수, 백태 - 결함 보수개소의 효과 조사	

3) 라이닝 접속시설

구분	라이닝 접속시설 점검항목	점검장비
일반사항	- 균열, 누수, 백태, 파손, 압좌, 변형, 오염	- 카메라 - 필기도구 - 줄자 - 망치 - 랜턴
집수정	- 철근노출·부식, 균열, 누수, 백태, 박리·박락 파손, 토사유입	
하부 배수구	- 누수, 파손, 토사유입, 침수, 오염, 이물질 퇴적, 소제구 및 뚜껑	
바닥 라이닝	- 균열, 변형, 파손, 누수, 토사유입, 침하, 융기	
○ 중점점검 사항	- 균열, 철근노출, 누수 및 백태 - 바닥 라이닝의 부등침하	

6.4.3 정밀안전점검 결과에 따른 중점유지관리 사항

【표 6.12】 중점유지관리항목

구 분	현 황	관리방안	관련사진
라이닝	•균열 •조인트 들뜸/박락	•정기 및 차기 정밀안전점검 시 손상 수량 증가, 손상부 확대여부 확인 - 손상 확대에 따라 보수시기 결정 - 보수 시 품질 및 시공관리 - 보수 후 재손상 발생여부 확인	
측벽부	•타일 균열 및 탈락	•정기 및 차기 정밀안전점검 시 손상 수량 증가, 발생여부 확인 - 손상 확대에 따라 보수시기 결정 - 보수 시 품질 및 시공관리 - 보수 후 재손상 발생여부 확인	
공동구	•덮개 파손 •측구 철근부식, 들뜸	•정기 및 차기 정밀안전점검 시 손상 수량 증가, 발생여부 확인	
포장부	•포장 균열, 파손 •포장 패임, 보수불량	•정기 및 차기 정밀안전점검 시 손상 수량 증가, 보수여부 확인 - 재손상 방지를 위한 재포장 실시 - 보수 시 품질 및 시공관리 - 보수 후 재손상 발생여부 확인	 

