

제8장 보수 · 보강 및 유지관리 방안

8.1 보수 · 보강 방안

8.2 보수 · 보강 개략공사비

8.3 유지관리 방안

제8장 보수·보강 및 유지관리방안

8.1 보수·보강 방안

8.1.1 개요

본 교량에 발생된 주요 손상에는 바닥판하면 백태, 박리, 누수, 거더 도장박리, 하바 구조 균열, 파손, 백태, 교량받침 도장박리 등이 있다.

외관조사시 발견된 결함 및 손상은 설계 성능으로의 향상을 위하여 보수 및 보강을 수행하는 것이 원칙이나, 손상으로 인한 내구성 및 내하력의 저하가 미미하고 보수보강 작업으로 오히려 교량부재의 성능이 저하될 것으로 예상되는 손상의 경우에는 보수·보강을 수행하지 않고 추후 실시할 점검 및 진단시 손상부위를 계속 관찰함으로써 교량의 장수명화를 도모하는 것이 효과적이다.

본 장에서는 가천교에 발생한 각종 결함 및 손상에 대한 원인을 분석하고, 적절한 보수·보강 방안을 제시함으로써 교량의 각부재가 설계 성능을 회복할 수 있도록 하였고, 손상의 정도가 미미하여 보수·보강의 필요가 없는 부분에 대해서는 손상내용을 정확히 기술하여 추후 실시할 점검 및 진단시 손상의 진행여부를 확인하도록 하였다.

보수·보강방안에 대한 검토사항은 기존자료의 검토를 통한 보수·보강 이력을 조사하고 진단 결과에 따른 보수·보강 범위를 선정하며, 이에 따른 공법선정, 재료의 선정 등을 검토하여 보수·보강 긴급우선순위에 따른 보수시기를 결정하여야 한다.

<표 8.1> 시설물의 보수·보강방안 수립에 따른 검토사항

검 토 순 서	내 용
기존자료분석	기존 점검 및 진단자료 분석, 설계도서 조사
보수·보강 이력검토	사용기간중 시설물의 보수·보강이력검토
보수·보강의 범위 선정	손상규모에 따른 보수여부 결정 구조물의 사용년한을 고려한 보수·보강 범위 산정
공법의 선정	구조물의 기능에 따른 공법선정 구조물의 주변환경 및 형식을 고려하여 공법선정 공법의 시공성 및 경제성 고려하여 결정
보수재료의 선정	기존의 재료와 물성이 같은 보수재 선택 구조물의 종류 및 환경조건 고려 구조물의 사용년한을 고려한 보수재 선택
보수시기 결정	구조적인 안전성, 내구성, 사용성, 결함, 열화의 중요도에 따라 우선순위 부여

8.1.2 우선순위 선정

조사된 손상 중에서 보수·보강 대상 부위에 대해서는 가능한 한 조속히 보수·보강을 실시하는 것이 원칙이나, 동시에 전체 손상에 대한 보수·보강을 실시하는 것은 비경제적이므로, 경제적이고 효율적인 보수·보강작업을 위해 발생한 손상이 교량의 안전성에 미치는 영향을 고려하여 손상을 종류별로 구분하여 아래와 같이 보수 우선순위를 부여하였다.

또한, 직접 구조물에 발생한 손상이 아닌 경우 유지관리 방안에는 기술하되, 공사비 산정에는 반영하지 않았다.

<표 8.2> 보수·보강 우선순위 결정 기준

구분	순위	내 용
단기	1순위	『시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법』 시행령 제18조(시설물의 중대한 결함)의 “대통령령으로 정하는 중대한 결함”에 포함되는 손상 - 시설물의 철근콘크리트의 염해 또는 탄산화에 따른 내력손실 등 - 주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 상태평가 기준 “d”이하인 경우 - 철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나, 부식 가능성이 큰 경우
중기	2순위	- 보조부재에 발생된 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
장기	3순위	- 기능발휘에는 지장이 없으나, 망치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성 증진을 위해 보수가 필요한 손상 - 발생된 손상이 경미하여, 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우
주의 관찰		1~3순위를 제외한 손상으로써 지속적인 관찰을 통해 향후 발전상태에 따라 보수·보강 여부를 판단할 수 있는 정도의 손상 - 경미한 강재의 용접결함 - 기타 경미한 손상으로써 내구성 및 사용성에 지장을 주지 않은 경우

8.1.3 보수·보강 일람표

<표 8.3> 부재별 보수·보강일람표(범물방향)

구 분		손 상 현 황	단 위	손상물량	개소	보수·보강방안	우선 순위
거더외부		도장긁힘	m ²	0.01	1	도장보수	2
거더내부		도장박리	m ²	2.34	3	도장보수	2
		이물질퇴적	m ²	8.00	4	청소	3
		환기구볼트 미체결	개소	4.00	4	정비	3
바닥판하면		균열(0.3mm미만)	m	42.00	42	표면처리	2
		표면박리,오염	m ²	5.00	1	주의관찰	-
하부구조		균열(0.3mm미만)	m	28.30	21	표면처리	2
		망상균열	m ²	42.50	9	표면처리	2
		표면열화	m ²	20.00	1	주의관찰	-
		이물질퇴적(조류서식)	m ²	6.20	3	청소	3
		누수오염, 체수흔적	m ²	14.00	3	주의관찰	-
		실란트 파손	m	3.00	1	실란트충전	3
교량 받침	무수축 몰탈	균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	표면처리	2
신축 이음	후타재	균열(0.3mm미만)	m	23.70	55	표면처리	2
		망상균열	m ²	2.70	2	표면처리	2
교면포장		아스콘 균열	m	15.00	2	주의관찰	-
		아스콘 패임, 파손	m ²	1.52	7	주의관찰	-
		소성변형	m ²	2.00	1	주의관찰	-
난간 및 연석		균열(0.3mm미만)	m	354.80	337	표면처리	3
		백태균열	m	3.60	3	표면처리	3

<표 8.4> 부재별 보수·보강일람표(안심방향)

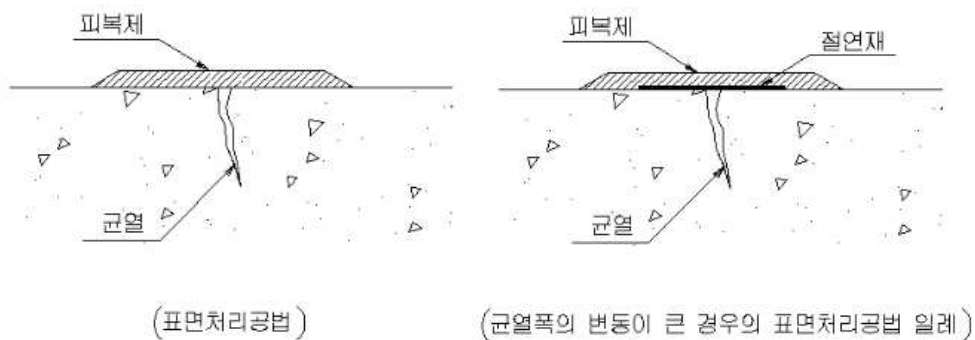
구 분		손 상 현 황	단 위	손상물량	개소	보수·보강방안	우선 순위
거터외부		강재변형	m	2.00	1	주의관찰	-
바닥판하면		균열(0.3mm미만)	m	20.50	34	표면처리	2
		백태	m ²	0.20	1	표면처리	2
		파손	m ²	0.04	1	단면보수	2
하부구조		균열(0.3mm미만)	m	31.80	17	표면처리	2
		망상균열	m ²	36.00	5	표면처리	2
		표면열화	m ²	25.00	2	주의관찰	-
		이물질퇴적(조류서식)	m ²	7.00	3	청소	3
		누수오염, 체수흔적	m ²	25.50	3	주의관찰	-
		파손	m ²	0.03	3	단면보수	2
교량 받침	무수축 물탈	균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	표면처리	2
	받침 콘크리트	균열(0.3mm미만)	m	0.60	2	표면처리	2
신축 이음	후타재	균열(0.3mm미만)	m	16.60	37	표면처리	2
	본체	차수커버 볼트탈락	ea	3.00	3	정비	3
포장		아스콘 균열	m	58.50	8	주의관찰	-
		아스콘 망상균열	m ²	34.00	2	주의관찰	-
		아스콘 파손	m ²	0.76	4	주의관찰	-
배수시설		배수구 막힘	개소	4.00	4	청소	3
		배수관 볼트탈락	개소	1.00	1	정비	3
		배수관 누수오염	개소	1.00	1	주의관찰	-
난간 및 연석		균열(0.3mm미만)	m	136.40	140	표면처리	3
		단차	m	1.50	1	주의관찰	-

8.1.4 보수공법

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) |

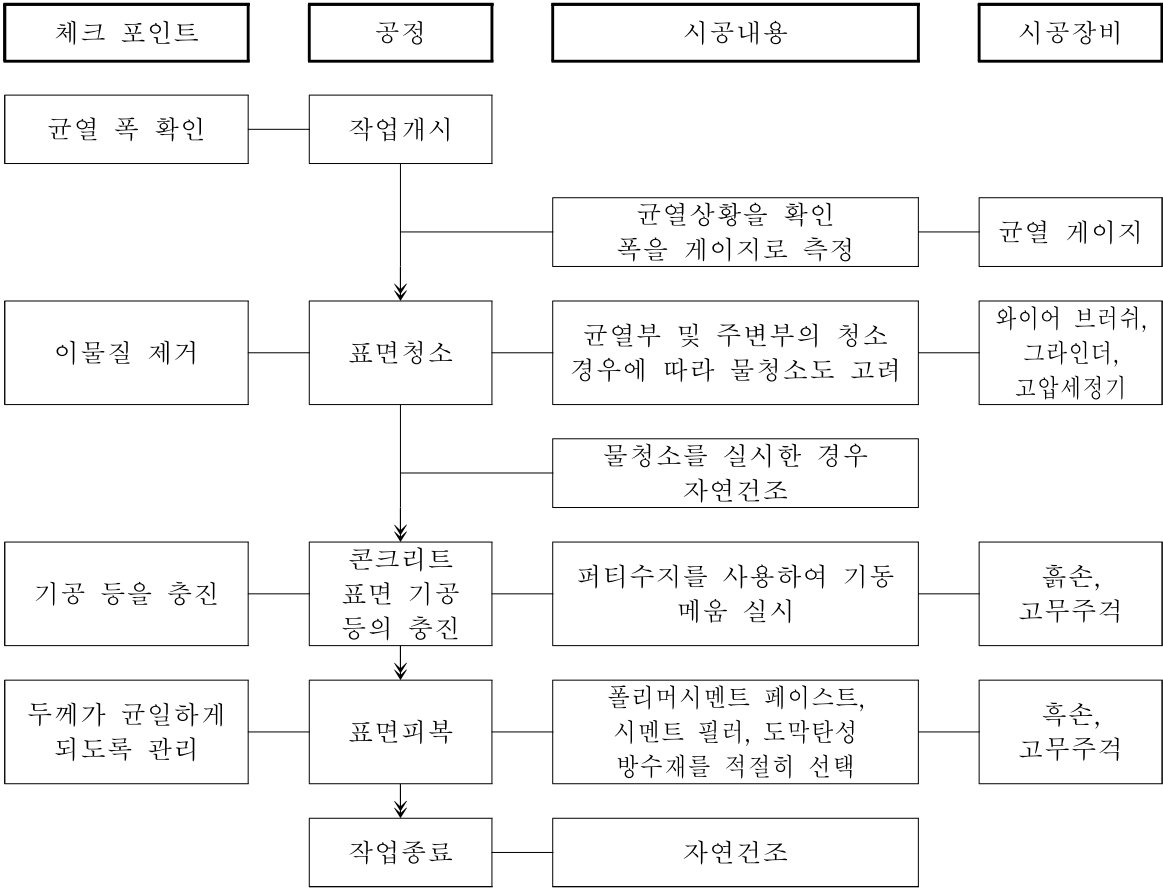
<그림 8.1> 표면처리공법 개요도

2) 시공시 주의사항

- ① 기존의 도막 및 이물질을 수공구 또는 샌더 등의 진동공구를 사용하여 제거한다.
- ② 도막을 완전히 제거한 후 고압수세정기(100~150kg/m²)를 사용하여 표면위에 남아 있는 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 혼화재는 사용 전에 수회 흔들어야 한다.
- ⑩ 시공완료 후 충분히 건조한 후 담당자의 확인을 받아야 한다.

3) 시공 흐름도



<그림 8.2> 표면처리공법 시공 흐름도

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 8.5> 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 8.6> 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

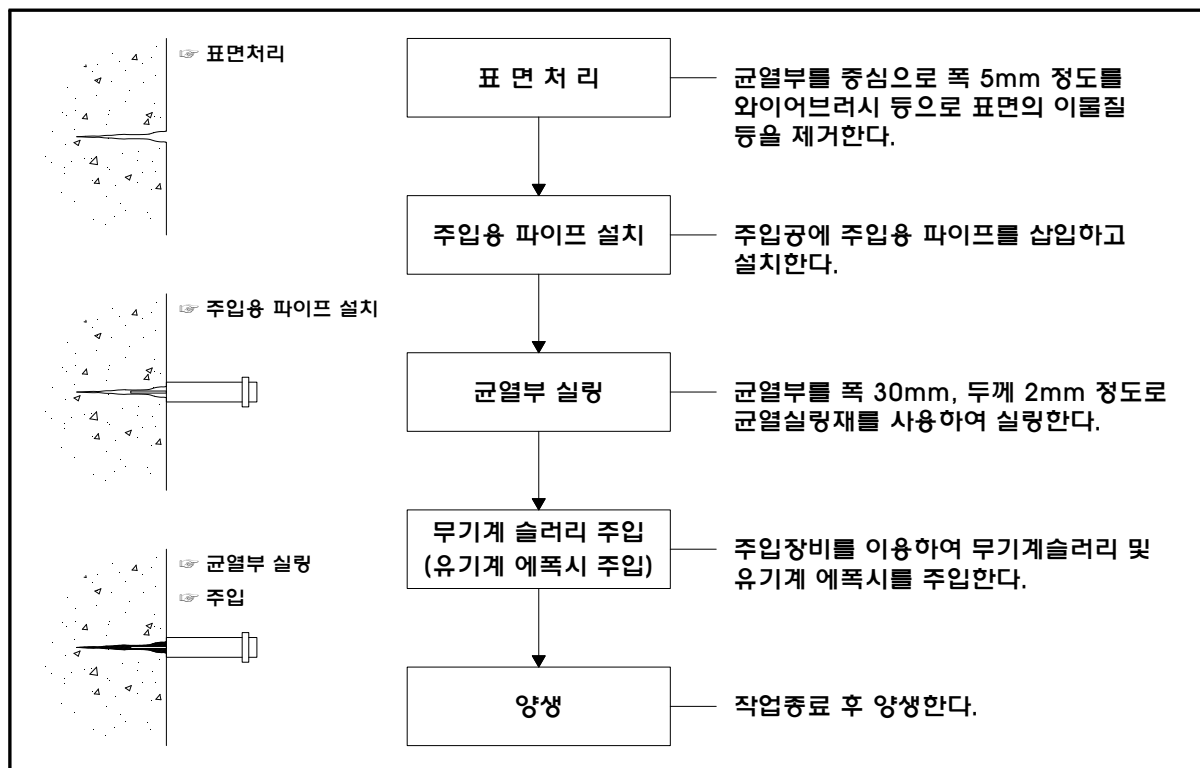
<표 8.7> 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격

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 8.8> 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

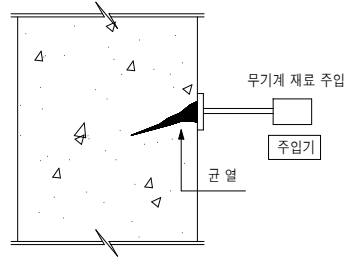
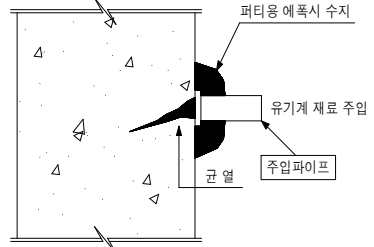


<그림 8.3> 균열 보수공법 개요도

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 8.9> 주입공법 공법비교안

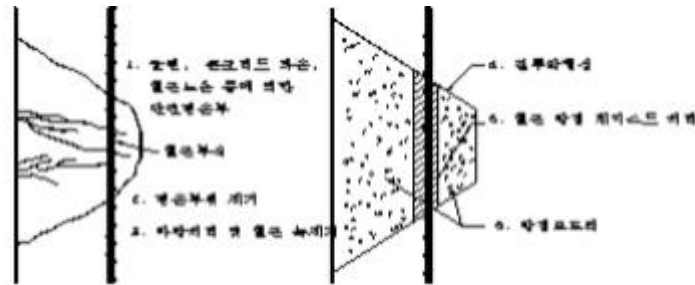
구 분	폴리머 슬러시멘트 주입공법	에폭시 주입공법
개요도		
공법 개요	균열부위를 컷팅하고 균열부를 썰링한 후에 무기계재료인 폴리머 슬러시멘트를 주입기를 통하여 주입하는 공법	균열부위를 컷팅하고 균열부를 썰링한 후에 유기계 재료인 에폭시를 주입기를 통하여 주입하는 공법
시공 방법	표면처리→U.V컷팅→주입기설치→균열부 썰링→폴리머슬러시멘트주입→단면복구	표면처리→U.V컷팅→주입기설치→균열부 썰링→에폭시주입→단면복구
특징	- 품질관리가 용이하고 재균열 발생우려 없음 - 균열보수의 일괄적인 공정에 대한 재료 및 시방확보 - 콘크리트 모체와 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

다) 단면보수(철근방청)공법

1) 적용 범위

- 외관조사 결과, 바닥판, 교대의 단면손상 등이 조사되었다. 이는 시공시의 다짐불량, 피복두께 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 발생한 철근은 녹을 제거하고 방청 처리를 한 후 방청모르터를 도포하는 순서로 보수시공을 진행한다.

2) 보수방법

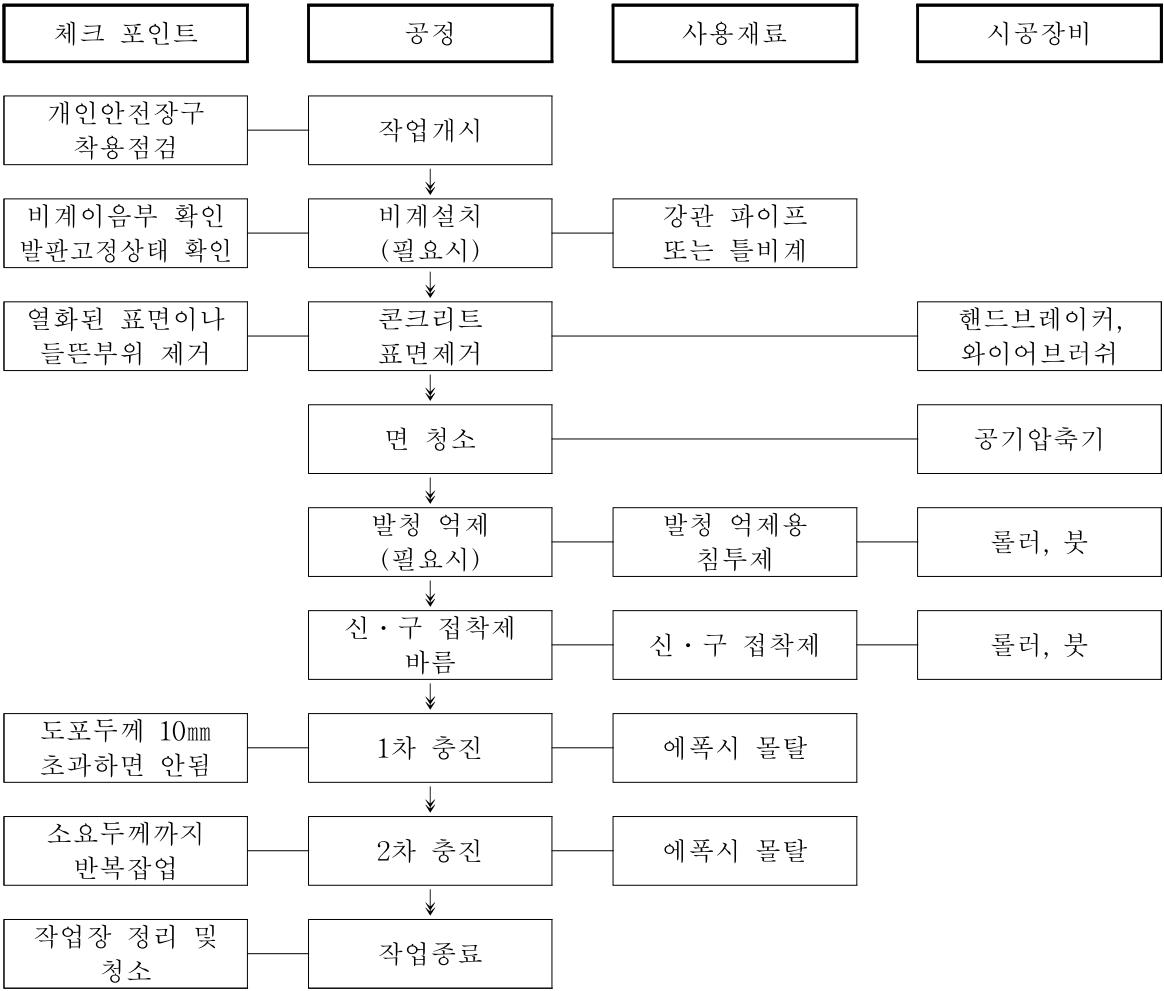


<그림 8.4> 단면보수공법 개요도

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 방청 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 충전 후 최소 2시간 경과 후에 2차 충진을 실시한다.
- ⑫ 에폭시몰탈은 상온에서 배합후 시간이 경과하면 접착력 및 강도가 저하되므로 작업 종료 후 남은 것은 재사용하지 말고 버려야 한다.
- ⑬ 에폭시 몰탈의 혼합량은 중량비를 기준으로 저울을 이용하여 정확히 계량하여야 한다.



<그림 8.5> 단면보수공법 시공 흐름도

라) 강박스 거더 내·외부 도장보수공법

1) 적용 범위

- 공용년수의 증가에 따라 도장부가 열화되어 발생한 부식 및 발청, 도장박리 등의 도장손상에 적용한다.

2) 일반사항

① 적용범위

- 본 지침은 강재의 중방식 보수도장 공사에 적용한다.

② 용어의 정의

- 중방식 도장(Heavy Duty Coating)이라 함은 교량, 해상 구조물 등 심한 부식환경에 놓여있는 철 구조물을 장기간에 걸쳐 부식으로 보호하기 위하여 제조한 도료로 시공하는 방식도장을 말한다.

③ 시방규정의 준수

- 공사감독자는 본 지침은 물론 도로교 표준시방서 및 강교 보수도장공사 시방서 규정을 준수하여야 한다.

3) 사용도료 및 건조도막 두께

① 전면 재도장시

<표 8.10> 일반적인 부식 환경 도막두께

도장부위		바탕처리 정도	도장 층별	도료 종류	건조도막 두께(μm)
강교 부위		거의 완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 중 도 상 도	무기질 징크계 염화 고무계 염화 고무계	50 60 60
강교 내부	1안	거의 완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 상 도	무기질 징크계 역청질계	75 75
	2안	거의 완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 상 도	무기질 징크계 타르에폭시계	75 75
	3안	거의 완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 상 도	무기질 징크계 에폭시계	75 75

<표 8.11> 가혹한 부식 환경 도막두께

도장부위		바탕처리 정도	도장 층별	도료 종류	건조도막 두께(μm)
외 부	1안	거의 완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 중 도 상 도	무기질 징크계 에폭시계 우레탄계	75 100 80
	2안	거의 완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 중 도 상 도	에폭시계(알미늄) 에폭시계 우레탄계	100 100 80
내 부	1안	거의 완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 상 도	무기질 징크계 타르에폭시계	75 100
	2안	거의 완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 상 도	무기질 징크계 에폭시계	75 100
	3안	거의 완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	하 도 상 도	에폭시계(알미늄) 에폭시계	100 100

② 부분 재도장시

<표 8.12> 부분 재도장시 도막두께

도장부위		바탕처리 정도	도장 층별	도료 종류	건조도막 두께(μm)
외 부	염화고무계 알키드 조합페인트	· 거의 완전한 브라스트 (Sa 2 1/2)	T/U 하 도 상 도	에폭시계(알미늄) 에폭시계(마스틱) 우레탄계	(80) 100 50
	우레탄계		T/U 하 도 상 도	에폭시계(알미늄) 에폭시계(마스틱) 우레탄계	(80) 80 50
내 부	역청질계	· 동력공구 시공(St3)	T/U 상 도	에폭시계(알미늄) 역청질계	(80) 75
	광명단페인트		T/U 상 도	에폭시계(알미늄) 에폭시계(마스틱)	(80) 100

※ 주) T/U(touch-up) : 국부적인 보수도장을 말하며 터치업 면적이 큰 경우는 블라스팅을 하고 전면 재도장 기준을 적용한다.

4) 적용요령

① 전면보수시의 환경은 대기 오염 및 염화칼슘의 영향 등을 고려하여 가급적 가혹한 부식 환경을 적용한다.

② 도료의 종류와 건조도막두께는 공사 및 도료의 특성에 따라 변경될 수도 있다.

- ③ 무기질 징크위에 도장 전에는 반드시 미스트 코트를 실시한다.
- ④ 강교 내부의 상도는 유지관리상 가급적 밝은색(회색)으로 도장한다.
- ⑤ 전면 재도장은 도장면적 전체를 바탕 처리하는 경우를 말하며 부분 재도장은 녹발생 등으로 도장이 손상된 부분만을 바탕 처리하여 터치업 도장 후 하도, 상도는 필요면적만을 도장하거나 또는 전 면적을 도장 하는 것이다.

5) 바탕처리의 정도

· 보수 도장시의 바탕처리 등급은 다음을 원칙으로 한다.

- ① 전면 재도장시 : SIS(스웨덴 규격협회) 규정에 의한 Sa 2 1/2
- ② 부분 재도장시 : SIS 규정에 의한 Sa 2 1/2 또는 St 3

6) 특수부위의 도장

- ① 모재와 연결판 접촉면은 후막형 무기질 징크리치 페인트로 도장한다.
- ② 강상판, 강재료와 콘크리트의 접촉면, 방수층면은 브라스팅 처리를 하여 녹·흑피 등을 제거한 후 무기질 징크리치 페인트로 도장한다.
- ③ 받침장치·앵커볼트 부위는 특별히 규정한 경우를 제외하고는 제청작업을 한 후 무기질 징크리치 도료나 에폭시계(알루미늄 또는 미스틱) 도료로 도장한다.

7) 검 사

- ① 검사항목

<표 8.13> 도장 전·후 검사항목

검사시기	검사항목	검사방법
도장 전	· 도료 · 피도체 바탕처리 상태	· 시험성적표심사 · 시료채취 시험실시(KSM 5000) · 시방서 기준
도장 후	· 도료 사용량 · 외관조사 · 도막두께 · 도막부착시험	· 전수조사 · 육안조사 · 측정기에 의함 · 테이프 테스트

② 도료의 품질검사

- 제조업체 시험 성적표
 - 제조업체가 제출한 시험성적표가 규격에 적합한지 확인하여야 한다.
 - 시험성적표는 도료의 종류별·도료 롯트별로 확인 검사를 해야 한다.
- 용기의 규격번호 및 명칭이 표시되었는지 확인하여야 한다.

- 도료의 수량은 설계 소요량이 반입되었는지 확인하여야 한다.
- 현장시료 채취시험은 반드시 공인된 시험기간에 의뢰검사를 실시하여야 한다. 도장 후 도막의 부착성 시험도 필요시에는 의뢰검사를 실시할 수 있다.
- 불합격 도료의 처리
 - 시험에 불합격한 도료는 즉시 현장 외부로 반출하고 반출을 증빙할 수 있도록 반품 과정의 사진을 촬영하여 반출송장과 함께 제출한다.
 - 시험에 불합격하여 도료를 반출하고 재 반입하는 경우는 도료 제조업체를 변경한다.

③ 도장 후 검사

- 외관의 육안조사
 - 도막의 변·퇴색이나, 광택의 감퇴, 백염화, 오손, 균열, 벗겨짐, 부풀음 및 녹 등의 이상유무 및 발생정도를 판정한다.
- 층별 도장이 건조된 후 도막측정기에 의하여 도막 두께를 측정한다.
- 도막의 부착성 실험
 - 칼로 X-Cut 한 후 테이프 테스트를 실시하여 3A등급 이상(ASTM D 3359 기준) 이어야 한다.

8) 강재도장 공법 비교

<표 8.14> 강재도장 공법 비교

공법	중방식 금속한합물 피막	염화고무계 도료 (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 · 내마모성 우수 · 강인한 도막, 미관성 · 내약품성, 내충격성 · 희생양극방식 기능 · 내염성, 내구성 · Re-Coating이 용이 · 음용수 기준에도 적합한 친환경적 소재	· 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 금속 혼합물이 잘 혼합되도록 전동 믹서기를 이용하여 혼합하여야 함 · 작업전 시공교육 필요	· 내약품성이 나쁨. · 내구성이 짧음 · 내열성이 나쁨 · 초기접착력은 우수하나, 접착력 저하(계면탈락) · 저온시 증점(점도상승, 유동성감소) 및 결화현상 발생	· 공사비 고가 · 수축팽창에 대한 유연성 (신율)부족 · 자외선에 의해 변색을 일으키며, 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
경제성	36,000원/m ²	18,000원/m ²	20,000원/m ²	30,000원/m ²

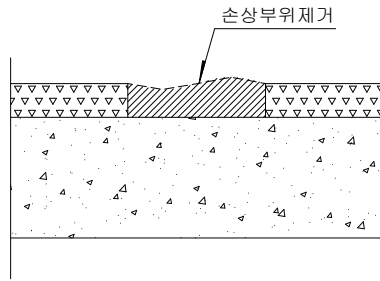
마) 아스팔트 패칭공법

1) 적용범위

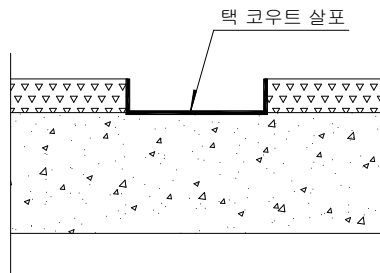
- ① 교면포장에 발생한 손상 중 국부적인 아스콘 탈락 등은 시간이 지남에 따라 손상이 더욱 커지는 특성이 있고 통행차량의 주행성 저하와 교량에 충격원인을 제공하므로 보수가 필요하다. 보수방안은 단기적으로는 손상부위에 국부적으로 아스팔트 패칭 공법을 적용하는 방법이 있으며 장기적으로는 전면 재포장 하는 방법이 있다.
- ② 부분적인 아스팔트 포장의 보수에 사용되는 공법으로 보수의 긴급성에 따라 가열혼합식과 상온혼합식으로 나누며 보수효과가 좋은 가열혼합식을 사용하는 것으로 한다.
- ③ 패칭보수 완료후 신·구 아스콘 접속부에서 체수가 될수 있으므로 접속부의 마무리에 유의하여야 한다. 포장의 절취는 상판면까지 행하고 택코우트 및 도막방수는 상판뿐만아니라 측면까지 잘 도포한다. 아스팔트 패칭 보수는 작업의 효율성 및 보수효과를 위해 1m²을 기준으로 한다.

2) 시공방법

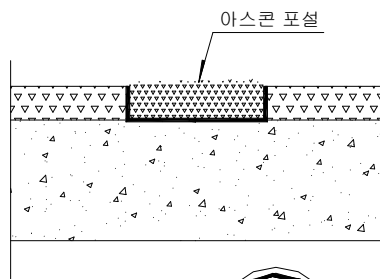
- ① 안전관리기준에 의거 안전시설 설치후 교통통제를 실시한다.
- ② 제거부분을 양호한 포장면과 30cm 정도 겹쳐지게 페인트 등으로 표시한다.
- ③ 로드컷터기를 사용하여 차량진행 방향과 나란하게 직각 절단하고 브레이커로 파쇄한다.
- ④ 절삭구간은 바브켓을 이용하여 부산물을 모두 제거하고 특히 절삭면에 분리되어 있는 잔재는 인력으로 압축공기를 이용하여 가열, 건조시킨다.
- ⑤ 바닥면과 옆면에 수동 살포기 및 인력을 이용하여 택코팅을 실시한다.
- ⑥ 아스팔트 혼합물 포설
- ⑦ 탠덤 롤러를 사용하여 충분히 다짐을 실시한다.
- ⑧ 패칭부 가장자리를 유제 아스팔트로 실링하여 신·구 아스콘 접속을 견고히 함으로 우수의 침투를 예방한다.
- ⑨ 이음부 포설 시 유제가 많이 포설되었을 경우에는 모래를 뿌려 제거한다.
- ⑩ 포장보수 완료 후 시공 주위를 깨끗이 청소한다.
- ⑪ 교통통제 시설 철거 후 교통개방 시 표면온도는 50℃이하가 되도록 한다.
- ⑫ 절삭된 폐아스팔트는 지정장소에 모아서 처리한다.



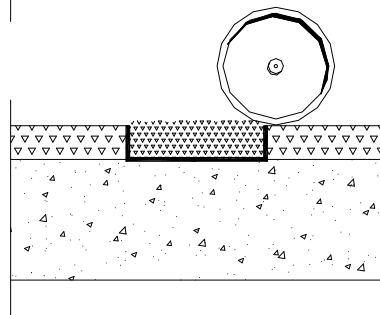
1. 파손된 부분보다 30cm 정도 크게 절삭기를 이용하여 절삭한다.
2. 제거하는 부분은 수직으로 정사각형 또는 직사각형의 형상을 만든다.
3. 차량 진행 방향에 직각으로 해야 한다.
4. 포장의 절단은 면이 고르게 나올 수 있도록 해야 한다.
5. 먼지 및 부스러기를 깨끗이 청소한다.



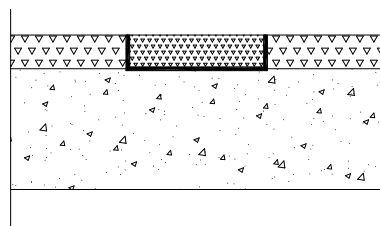
1. 급속 경화형 커트백 아스팔트를 이용하여 택 코우팅을 실시한다.
2. 택 코우트는 적정량을 균일하게 살포하는 것이 중요하므로 시험 살포를 통하여 디스트 리뉴터의 속도와 살포량의 관계를 파악하여 두는 것이 중요하다.
3. 절삭된 면에도 택 코우트를 실시하여 기존 포장면과의 접착력을 증가시켜야 한다.



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 가능한 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 8.6> 아스팔트 패칭공법 시공 개요도

바) 아스팔트 실링보수

1) 적용 범위

① 아스팔트 포장 도로는 지형, 기후 그리고 교통량에 따라 엄격하게 설계되지만 차량 운하중의 반복작용과, 온도변화에 의한 수축·팽창 작용 및 기층의 변화상태에 의해 설계에 관계없이 점차 노후화 하기 시작하며 특히, 아스팔트에 포함된 가소성분, 아스팔트 성분은 산화작용으로 경화되며 교통량에 따른 중압과 온도변화로 탄성력이 작아져 균열이 진행된다.

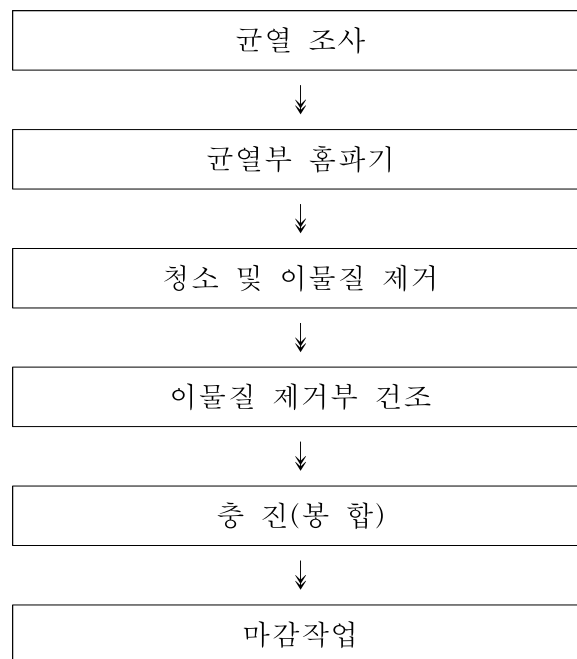
② 단순 균열 부분에 적합하여 시공속도가 빠르고 경제적이며 균열이 폭이 좁고 깊이가 상대적으로 낮아 이물질이 적게 침투되어 있는 균열에 적합하다.

③ 발달된 균열의 진행방향에 따라 흙파기 작업을 하여 침투되어 있는 이물질을 제거하며, 시공면 접착부의 접착 강도를 증진시킬수 있어 균열의 폭이 크고 깊이가 깊은 균열에 적합하다.

④ 큰 성상 균열 또는 Cement Concrete 포장 위의 Asphalt 층에 보이는 균열 등에 혼합물을 채워서 보수하는 공법

⑤ 균열부의 먼지나 흙은 제거하고 파손 부분을 제거한 후 Asphalt Mortar, Slurry, 혼합물, Brown Asphalt, 주입줄눈재, Guss Asphalt 등으로 채운다.

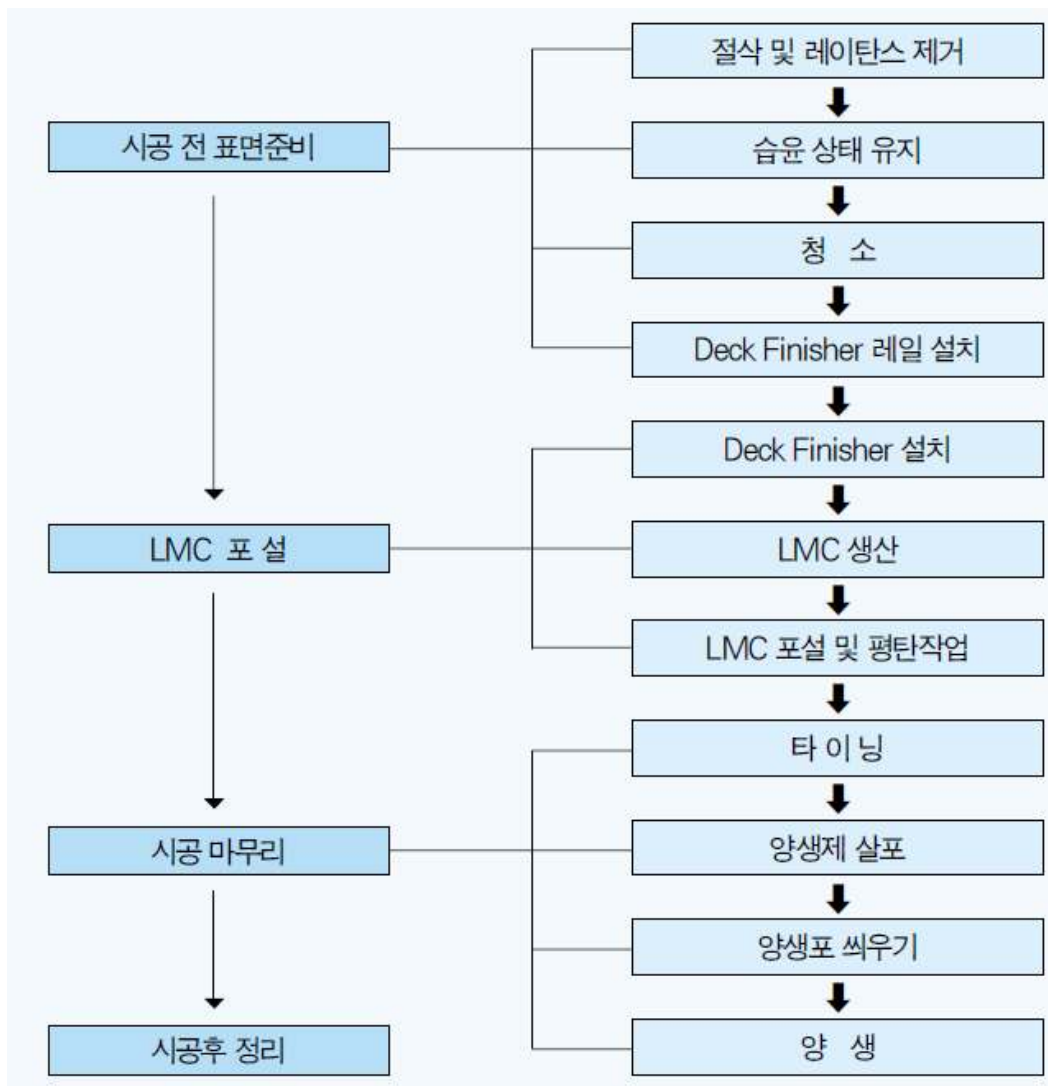
2) 시공흐름도



<그림 8.7> 아스팔트 균열보수공법 시공 흐름도

사) 콘크리트 재포장(LMC)

1) 시공절차



<그림 8.8> 콘크리트 재포장(LMC) 시공절차

2) 시공방법

① 교면준비

② 교면절삭

- ② · 교량 슬래브 콘크리트의 표면을 절삭 깊이 2mm내외로 요철이 생기게 절삭한다.
- ③ · Latex 혼합개질콘크리트와 접하는 방호벽이나 중분대 기초 등과 같은 측벽은 치핑(Chipping)하여 거친 면으로 만든다.
- ④ · 부착력을 저해하는 레이탄스, 들뜬 콘크리트 부스러기, 오일, 흡착된 이물질 등을 완전히 제거한다.
- ⑤ · 그라인딩 작업에 의해 발생된 미 분말은 압축공기로 완전히 제거한다.

① 습윤상태 유지

⑧ · 건조한 슬래브 콘크리트로 인한 Latex 혼합개질콘크리트의 배합수량 흡수가 방지되도록, 교면 절삭 후 텅마를 덮고 살수하여 습윤 상태를 유지한다.

⑨ · 이러한 교면 습윤상태는 Latex 혼합개질콘크리트가 포설되기 전 최소 24시간 이상 유지되어야 한다.

①

① 교면청소

⑫ · 스라인딩 작업, 교면 습윤 유지 등으로 인해 발생한 각종 이물질은 고압수로 살수하여 깨끗이 청소한 다음 비닐을 덮어 이물질의 유입을 방지하여야 한다.

⑬ · 이러한 교면청소는 Latex 혼합개질콘크리트가 포설되기 최소 12시간 전에 완료되어야 한다.

⑭ · 교면요철, 홀(Hole) 등과 같은 파인 흠에 고여있는 물은 압축공기(Air Compressor)로 제거하여야 한다.

② 마무리 장비 레일설치

⑯ · 레일은 마무리 장비의 중량을 충분히 지지할 수 있고, 이동중 변형이 생기지 않는 재질로 해야 한다.

⑰ · 레일은 마무리면이 계획고에 일치될수 있도록 설치되어야 한다.

⑱ · 레일 받침대는 좌우, 상하 움직임이 없도록 고정시켜야 한다.

⑲ · 레일 이음부 간격은 2m 이상이어야 한다.

⑳ · 레일 받침대의 간격은 1m 이내로 하여야 한다. 다만, 레일 이음부 전, 후에는 40cm 이내로 하여야 한다.

② 배합 및 생산

① 배합

㉑ · 배합기준 : Latex 혼합개질콘크리트의 배합기준은 아래와 같다.

㉑

항목	시험방법	단위	기준
휨강도(f_{28})	KS F 2407,2408	kg/cm ²	45 이상
압축강도(f_{28})	KS F 2405	kg/cm ²	270 이상
단위 Latex량		단위시멘트 중량의 %	15
단위 수량		kg/cm ²	150 이하
굵은골재 최대치수		mm	13
슬럼프 범위	KS F 2403	cm	10~15
공기량 범위	KS F 2409	%	3~6

<그림 8.9> 교면포장용 Latex 혼합개질콘크리트 배합기준

- ④ · 시방 배합 : 시공자는 감독원이 승인한 콘크리트의 재료를 사용하여 감독원의 입회하에 시방배합을 실시한다.
- ⑤ · 협장 배합 : 시공자는 Latex 혼합개질콘크리트에 사용할 골재의 시험결과를 반영한 수정배합표를 작성하여 감독원과 협의하여 현장배합을 결정하여야 한다.

f) 생산

- ⑧ · 믹스에 재료의 투입순서는 골재, 시멘트, 물, Latex순으로 연속하여 투입하여야 한다.
- ⑨ · 믹싱시간(Mixing Time)은 소용의 공기량과 슬럼프를 확보할 수 있는 시간 이상이어야 한다.
- ⑩ · 믹스로부터 배출된 Latex 혼합개질콘크리트의 구성 성분과 반죽질기는 포장이 종료될 때까지 균등하여야 한다.
- ⑪ · 믹스의 용량은 표면에 Latex Film이 생기기 전에 마무리 작업이 종료되고 마무리 장비가 일정한 속도로 진행될 수 있어야 한다.
- ⑫ · 믹스의 배합성능을 확인하기 위하여 포설 전 시험을 실시하여야 하며, 시험결과 그 허용오차는 1%범위 이내이어야 한다.

③ 포설·마무리

- ① 브루밍(Brooming) 작업 - 부착력을 증진시키고 신·구 경계면의 결함을 없애기 위하여 타설 직전에 소량의 Latex 혼합개질콘크리트를 데크브러쉬(Deck Brush)로 쓸어 교면에 모르타르(Mortar)로 얇게 도포하는 작업으로써 다음 사항을 준수하여야 한다.
 - ② · 브루밍은 교면뿐만 아니라 Latex 혼합개질콘크리트가 접촉되는 방호벽, 중분대, 측벽에도 실시되어야 한다.
 - ③ · 브루밍한 표면은 Latex 혼합개질콘크리트가 포설되기 전에 건조되어서는 안된다.
 - ④ · 브루밍 후 남은 Latex 혼합개질콘크리트(모르타르가 빠진)는 포장재표에 혼합 사용되어서는 안된다.

e) 포설 및 마무리

- ① · 포설하기 전에 교면이 깨끗하고, 표면건조 포화상태로 되었는지 확인해야 한다.
- ② · 예상치 못한 기상변화에 대비하여 굳지 않은 콘크리트를 보호하기 위해 사전에 충분한 준비를 하여야 한다. 만일, 포설 중 비가 내리면 감독원은 모든 작업을 중단시키고, 이로 인해 손상된 부분은 제거하여야 한다.
- ③ · 포설 두께는 최소 40mm 이상이어야 하고, 포설높이는 계획고보다 3~10mm높게 포설한 다음 진동 다짐으로 마무리하여야 한다.
- ④ · 모서리 부, 측벽부 등과 같이 채움이 취약한 부위에는 별도의 콘크리트 진동기로 다짐을 실시하여야 한다.
- ⑤ · 포설 양쪽 단부, 국부적인 보수 등은 흙손으로 인력 마무리하여야 한다. 이때 마무리 면은 직선자로 평탄성을 점검하고 필요에 따라 요철 부분을 정정하여야 한다.

- ㉑ · Latex 혼합개질콘크리트 마무리 면은 소요의 평탄성과 중·횡계획고와 내구적인 표면을 유지할 수 있어야 한다.

④ 양생

㉒ 피막양생제 살포

- ㉒ · 피막양생제는 유성제품을 사용하여야 하며 사용량은 1.5 L/m^2 (원액농도 0.105kg/m^2) 이상으로 한다.
- ㉓ · 포설마무리 후 즉시 또는 타이닝이 끝난 즉시 양생제를 살포하여야 한다.
- ㉔ · 양생제는 전 면적에 고르게 살포되어야 하며, 어떠한 경우에도 양생제가 살포되지 않은 부분이 있어서는 안된다.

㉓ 습윤양생

- ㉓ · 표면마무리가 끝난 후 교통이 개방될때까지 건조, 온도변화, 하중, 충격 등의 나쁜 영향을 받지 않도록 보호하여야 한다.
- ㉔ · 콘크리트 표면이 변형되지 않을 정도로 성형되면 즉시 깨뜨사고, 고르게 물로 축인 닝마를 덮고, 끈이어 비닐을 깔아 48시간 동안 습윤 양생을 하여야 한다. 다만, 대기온도가 13°C 이하일 경우는 감독원은 양생기간을 더 연장할 수 있다.
- ㉕ · 습윤양생이 끝나면 양생포를 걷어내고 72시간 이상 기건양생을 하여야 한다.

㉔ 타이닝

- ㉔ · 평탄 마무리가 끝나고 표면에 성형성이 유지되면 즉시 타이닝기에 의한 기계마무리를 하여야 한다. 이때 홈의 깊이는 3mm 이상을 표준으로 하고, 홈의 간격은 2~3cm로 하여 충분한 마찰계수를 갖도록 하여야 한다.
- ㉕ · 특별히 마찰계수를 증진시킬 필요가 있을 경우에는 감독원의 지시에 따라 홈의 깊이 및 간격을 조정할 수 있다.

3) 품질관리

- ㉒ 라텍스 - 라텍스의 고형분 함유량, 입도분포, 제조공정 등에 따라 LMC의 성질에 미치는 영향이 매우 크므로 표준화된 제조공정을 갖춘 공장 제품을 반드시 사용하여야 하며, 아래의 품질을 만족하여야 한다.

부타디엔 함유량(%)	고형분 함유량(%)	pH	응고량(%)	표면장력 (dyne/cm)	입자크기 (Å)	동결융해 안정성
34 ± 1.5	46~53	9.5~11	0.1이하	400이하	1,800~ 2,100	응고량 0.1% 이하

<그림 8.10> 라텍스의 품질기준

4) 기존 교면포장 공법과의 비교

구분		LMC 포장	아스팔트 포장	콘크리트 포장	비고
조직구성					
설치단면					
경제성	초기 투자비	49,036원/m ²	46,941원/m ²	16,345원/m ²	
	유지관리비	-	56,700원/m ²	-	
	계	49,036원/m ²	103,641원/m ²	16,345원/m ²	제압비 포함
장·단점		· 강도 및 밀도증진 · 교량 바닥판 단면력 증대 · 균열 억제 · 방수효과 탁월 · 유지관리 양호 · 국내 시공 실적이 적다. · 시공이 다소 번거로움 (바닥판 양생후 별도타설) · 초기투자비 다소 고가	· 상판의 노후화 징후파악 곤란 · 교량 바닥판 보호 · 방수층 파손시 상판에 염화물 침투로 철근부식 및 콘크리트 열화 현상 발생 · 방수효과 보통(재 포장시 교통차단 시간이 길어 방수층 시공 곤란) · 유지관리 불량 · 국내 대다수교량에 시공 · 시공성 양호 · 초기투자비 보통	· 교량 바닥판 단면력증대 · 마모층 면의 균열발생시 염화물 침투로 철근 부식 및 콘크리트 열화현상 발생 · 방수 효과 불량 · 유지관리 불량 · 일부구간 시공(중부, 호남고속도로) · 시공성 양호(바닥판 콘크리트와 동시 타설) · 평탄성 불량 · 초기투자비 매우 저렴	

※ 아스팔트 교면포장 유지관리비는 20년 동안 7년에 1회씩 총 3회 덧씌우기 가정

<그림 8.11> 교면포장 공법 비교

8.2 보수·보강 개략공사비

금회 진단 결과에 따른 보수·보강 개략공사비의 보수공법별 단가는 국토관리사무소 2021년 유지보수단가 등을 적용하여 산정하였다.

<표 8.15> 보수·보강 개략공사비(범물방향)

[illegible]

<표 8.17> 가천교 보수·보강 개략공사비

구 분	1순위	2순위	3순위	합 계
순공사비(천원)	-	9,599	10,922	20,521
제경비(순공사비×50%, 천원)	-	4,800	5,461	10,261
개략공사비(천원)	-	14,399	16,383	30,782
유지보수 개략공사비 총계(천원)			30,782	
※ 순공사비는 가시설, 접근장비, 교통통제 등 부대비용을 제외한 금액임.				

<표 8.18> 가천교 전단키 설치시 개략공사비

공종		수량	단위	단가(천원)	금액(천원)	비고
전단키설치 (1,000kN)	A1, A2	4	개소	2,000	8,000	일방
전단키설치 (2,000kN)	P1~P4	16	개소	4,000	64,000	일방
부대공	비계 등	2	식	20,000	40,000	
직접공사비					112,000	
제경비(50%)					56,000	
총공사비					168,000	

<표 8.19> 가천교 탄성받침 교체시 개략공사비

공종		수량	단위	단가(천원)	금액(천원)	비고
교량인상	1,500kN	32	개소	1,500	48,000	교대
	2,000kN	124	개소	2,000	248,000	교각
책업보강재 제작 및 설치	2,000kN	156	개소	1,600	249,600	
교량받침 해체 및 설치	3,000kN	14	개소	5,500	77,000	
	8,000kN이하	36	개소	6,000	216,000	
부대공	비계 등	2	식	20,000	40,000	
직접공사비					878,600	
제경비(50%)					439,300	
관급자재(탄성받침)		2	식	90,000	180,000	
관급자재 계					180,000	
총공사비					1,497,900	

8.3 유지관리 방안

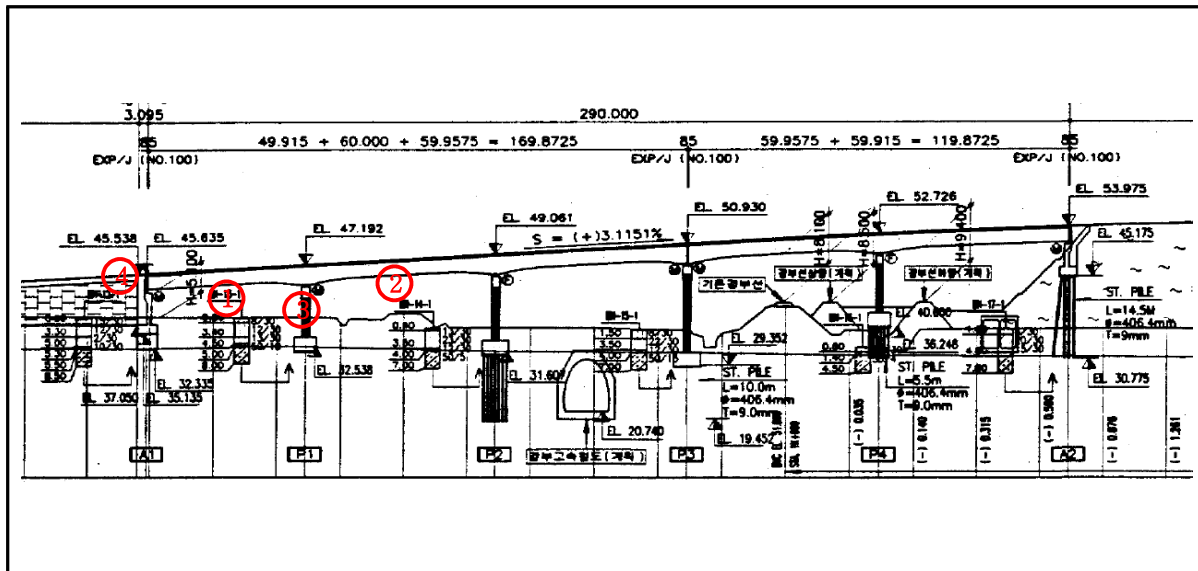
8.3.1 개요

본 유지관리 방안은 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법” 규정에 따라 고시된 ‘시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침’과 관련하여 가천교에 관한 상세한 유지관리지침을 제시하여 과학적이고 체계적인 유지관리를 도모함에 있다. 교량의 유지관리는 교량의 기능과 사용재료의 성능저하 등을 신속 정확히 조사, 측정, 평가하여 이에 대한 적절한 조치를 취함으로써 사용자의 안전과 원활한 교통흐름을 확보함과 동시에 향후 교량 유지관리에 필요한 자료를 얻는 것을 목적으로 실시하며, 세부목적은 다음과 같다.

- 교량 안전성을 확보하고, 설계목적에 부합되도록 한다.
- 교량 상태를 체계적이고 주기적으로 기록한다.
- 손상을 조기에 발견하고, 향후 발생될 손상을 예측한다.
- 보수, 보강, 개축 등 의사결정에 필요한 자료를 제공한다.
- 점검결과의 전산관리 등을 통해 합리적인 유지관리 계획을 수립하여, 예산의 최적분배가 가능하게 한다.
- 축적된 점검결과 분석을 통해 향후 설계, 시공될 교량의 개선을 기대한다.

위와 같은 목적에서 본 가천교의 유지관리는 금회 정밀안전진단에서 조사되고 분석된 손상 및 결함을 근거로 하여 관리항목을 제시하고 그에 따른 점검 및 조사요령을 기술하고 각 구조부재별로 발생가능한 손상, 결함 및 평가방법을 제시하였다. 다음은 본 교량에서 중점적으로 관리하여야 할 중요 항목이다.

- 거더외부 변형
- 거더내부 도장박리
- 하부구조 균열(망상균열 포함)
- 방호벽 단차



① 거더외부 변형



S1-G4 거더외부 변형(안심방향)



S1-G4 거더내부 상태양호(안심방향)

② 거더내부 도장박리



S2-G1 거더내부 도장박리(범물방향)



S2-G1 거더내부 도장박리(범물방향)

<그림 8.12> 중점유지관리 사항

③ 하부구조 균열



P1 코핑부 균열(폭 0.2mm)



P1 코핑부 균열(폭 0.2mm)

④ 방호벽 단차



A1 접속부 단차(안심방향)

<그림 8.12> 중점유지관리 사항(계속)

8.3.2 유지관리를 위한 점검항목

외관조사 결과 결함이 발견된 부재 및 보수·보강을 실시한 부재에서 결함의 진전 여부와 발생유무를 주기적으로 관찰함으로 후에 더 크게 발전할 가능성이 있는 결함 부위에 대한 원인을 분석하여 사전에 예방하고자 유지관리차원에서 점검하여야 할 사항들이다.

<표 8.20> 각 구조부재별 점검사항

구 분		점 검 내 용
강박스 거더	내부	· 우수유입, 바닥 물고임 및 부식 · 도장부식 및 현장이음부 볼트 손상 · 보강재 변형 발생 여부 · 출입구 방지
	외부	· 도장 손상 및 부식 · 플랜지 변형 및 처짐 · 복부판 부식 및 국부좌굴 · 2차부재(가로보, 세로보, 브라켓) 도장손상 및 부식
바닥판		· 하면 균열의 진전 여부, 백태 및 누수 동반 여부 · 하면 캔틸레버부 들뜸, 박락, 가로등 지주부 철근노출 등의 단면손상 진전여부
신축이음		· 신축이음부 누수 및 부식 정도 · 후타재 이격, 단차 진전으로 충격이나 진동음이 심한 정도 · 하절기 유간협착 유무, 유간 이물질 퇴적 여부 · 후타재 균열, 박리, 박락 진전 여부
받침장치		· 앵커볼트 손상여부 · 받침장치 부식 유무 · 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 재료분리 진전 여부
교대		· 균열의 진전 여부 · 철근노출, 들뜸 발생부위 확대 여부 · 교좌면 및 두부면의 물고임, 콘크리트 박리 발생 유무 · 뒷채움부 침하 및 교대 기울음 · 법면 배수로 균열, 파손 진전, 토사유실 유무
교각 및 기초		· 균열의 진전 여부 · 기초의 침하 여부
기타	교면 포장	· 아스콘 마모 진전, 표면 균열 여부 · 신축이음 경계 아스콘 손상, 접속부 아스콘 침하 진전 여부
	난간 연석	· 콘크리트 난간 균열 진전, 피복부족에 의한 들뜸, 박락 및 철근노출 진전 여부 · 충분대 연석 들뜸, 망상균열, 박리 심화 여부
	배수 시설	· 배수구 막힘, 체수 등 · 배수관 누수 여부, 배수관 유출구 주변 콘크리트 부재 열화 발생 유무

8.3.3 부재별 점검요령

가) 교면포장

점 검 부 위		점 검 항 목	
▷공통		• 균열(미세, 선상, 격자형) • 소성변형(요철, 바퀴자국, 단차) • 포트홀(패임) • 노면잡물(구배불량)	
▷신축이음 전후, 구조물 경계부		• 단차, 침하	
▷배수구 주변		• 물고임(배수구 간격, 유출구 위치)	
관 련 사 진			
	〈아스콘 파손〉		〈아스콘 균열〉
점 검 요 령	○ 점검방법 - 보도 혹은 방호울타리 양측 노면에서 상세점검 - 중차량 통행이 많은 차선, 급정지 구간 주변의 손상 점검 - 신축이음 전후 및 경계부의 단차 점검 - 배수구 주변 물고임 점검(가급적 비온 직후 교면위 물고임 및 포트홀 점검) 및 부유물 퇴적 흔적에 의한 물고임 부위 확인 ○ 손상발생시 조치 - 교면포장의 균열 및 보수면적, 단차 등 각 손상에 대하여 점검야장에 경간별로 기록 후 사진촬영 ○ 점검시 유의사항 - 노면에서 점검시 교통사고의 위험이 높으므로 2인 1조로 하여 차량 진행방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검 진행 - 상세조사를 실시할 경우 신호봉 등을 사용하여 차량 유도후 안전하게 점검		
	점 검 도 구	• 사진기 • 줄자(5m, 50m) • 필기도구(소형보드판, 매직, 분필) • 점검야장 • 신호봉 또는 수기	

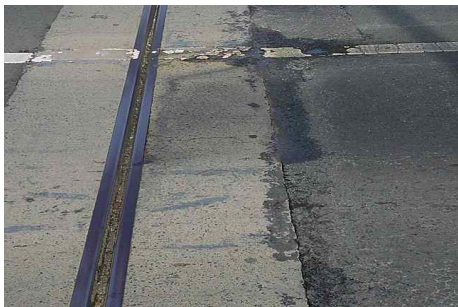
나) 배수시설

점 검 부 위		점 검 항 목
▷배수구	- 격자판(grating) - 유입구	• 파손, 누락 • 누수, 체수(막힘) • 오염(오물퇴적)
▷배수관		• 파손(연결 고정부 탈락) • 배수관 길이 부족(거더에 물 떨어짐) • 유출구 위치 부적절 (도로상이나 구조물 위에 위치)
관 련 사 진	 〈연결볼트 탈락〉	 〈배수구 막힘〉
점 검 요 령	○ 점검방법 - 배수구 : 보도부 혹은 노면에서 도보로 점검하며, 배수구 설치간격, 유입구 누락여부, 그레iting 파손 및 오물퇴적 확인 - 배수관 ① 교량하부 및 측면에서 점검하며 접근이 어려운 부분은 접근장비를 이용 ② 교량이 도로 위를 통과할 경우 배수관에서 유출된 물이 통행인이나 통행차량 위로 떨어지지 않는지 점검 ③ 배수관의 물이 구조물의 부식을 유발할 수 있는 위치로 배수되는지 점검 ④ 경사가 완만한 배수관은 점검용 망치로 두들겨 내부에 쓰레기로 막혀있는지 점검 ⑤ 배수관 지지장치 및 연결부 상태는 흔들어 보거나 망치로 두들겨서 점검 ○ 손상발생시 조치 - 배수구에 휴지나 나뭇잎 등으로 막혀있는 경우에는 드라이버를 사용하여 제거 ○ 점검시 유의사항 - 보도가 없는 노면에서 점검시 2인 1조로 하여 차량진행 방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검하며 통행차량에 주의 - 접근장비 사용시 교통소통 및 안전에 유의	
점 검 도 구	• 사진기 • 드라이버(driver) • 점검용망치	• 줄자(5m,50m) • 필기도구(소형보드판, 매직, 분필) • 점검야장

다) 난간 및 연석

점 검 부 위	점 검 항 목		
▷난간(방호울타리)	• 변형, 파손 • 탈락, 들뜸, 철근노출 • 시공불량, 줄눈부 실란트 손상, 외측 누수		
▷연석	• 박리, 박락, 부스러짐, 파손		
관 련 사 진	 〈방호벽 균열〉  〈중분대 균열〉		
점 검 요 령	○ 점검방법 - 교량 한쪽에서 눈을 방호울타리높이 정도로 낮추어 방호울타리의 전체 선형에 급격한 변화 부분이 있는지 점검 - 강재 방호울타리의 경우 방호울타리 기둥과 바닥판 접촉면의 부식 혹은 볼트 손상에 의해 전도 우려가 있는지 힘을 주어 밀거나 당겨서 흔들림 정도를 확인 - 연속 받침부 방호울타리는 콘크리트의 경우 부모멘트에 의한 균열(일반적으로 0.3mm 이상)을 점검하고 강재연석의 경우에는 용접부 균열 점검 - 방호울타리 줄눈부의 실란트 열화로 우수 또는 동절기 제설재 등이 노면에서 줄눈부를 통해 바닥판으로 침투하여 열화를 발생시키는지 점검 ○ 손상발생시 조치 - 방호울타리의 전체 선형에 급격한 변화부분이 있는 경우 받침이나 하부구조의 침하가 있을 수 있으므로 해당부재 점검시 참고할 수 있도록 기록 유지 - 차량 충돌 등 외부의 강한 하중에 의한 손상일 경우 바닥판에도 영향을 줄 수 있으므로 바닥판 점검시 고려 - 방호울타리부의 큰 변형이나 파손된 부분으로 통행인 또는 차량의 추락 위험이 있을시 즉시 연락하여 추락 방지시설 등의 응급조치 필요 - 방호울타리 줄눈부 외측 바닥판 열화발생시 줄눈부 실란트 재시공 등으로 바닥판으로의 우수침투 방지 필요		
점 검 도 구	<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> • 사진기 • 숟(브러쉬) - 강재 부식부위 등 상세확인 </td> <td style="vertical-align: top;"> • 줄자(5m,50m) • 필기도구(소형보드판, 매직, 분필) • 점검야장 </td> </tr> </table>	• 사진기 • 숟(브러쉬) - 강재 부식부위 등 상세확인	• 줄자(5m,50m) • 필기도구(소형보드판, 매직, 분필) • 점검야장
• 사진기 • 숟(브러쉬) - 강재 부식부위 등 상세확인	• 줄자(5m,50m) • 필기도구(소형보드판, 매직, 분필) • 점검야장		

라) 신축이음

점 검 부 위		점 검 항 목
▷본체	- 공통	• 누수, 오염(배수시설 누락, 유간의 오물퇴적) • 유간(부족 및 과다) • 이상진동(충격음) • 본체 유동 및 파손(충격음, 흔들림)
	- 강재	• 방수재(씰재) 파손 - 노면수 유입
▷후타재		• 균열, 파손(괘임 및 요철) • 전·후의 단차(교면포장과의 단차)
관 련 사 진	 〈후타재 균열〉	 〈차수판 볼트탈락〉
점 검 요 령	○ 점검방법 - 보도 혹은 방호울타리측 노면부에서 점검하며 필요시 교통유도 후 점검 - 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격음 발생여부 점검 - 고무재의 마모, 파손, 충전 씰재 노출로 차량통행 저해 및 방수기능 저하상태를 점검하며 교각, 교대 위에서 신축이음 하부의 방수성 및 단부보강 슬래브 상태를 점검 - 방호울타리부 신축이음의 방수기능 점검 - 점검기간내 온도차이가 큰 아침과 한낮에 신축 이동량을 조사하고 적정유간을 확보하는 있는지 확인 점검 - 특히, 하절기 고온지속 현상이 지속되는 경우 신축이음 유간 협착여부에 대해서 주의관찰을 실시하여야 함 ○ 손상발생시 조치 - 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격으로 타부재에 추가손상이 우려되거나 주행 안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립 - 하절기 신축이음 유간 협착으로 파손 우려시 즉시 교체를 실시하여 유간을 확보하여야 함 ○ 점검시 유의사항 - 차량 진행방향과 반대방향으로 점검을 진행하며 2인 1조로 점검수행 - 신축유간 점검시 통행차량에 유의	
점 검 도 구	• 사진기 • 줄자 • 점검용 망치 • 드라이버(driver) - 유간오물 확인 • 필기도구(소형보드판, 매직, 분필) • 점검야장	

마) 바닥판

점 검 부 위	점 검 항 목
▷공통	• 균열, 박리, 박락, 층분리, 철근노출 • 재료분리(공동, 공극) • 누수 및 백태(유리석회)
▷거더교	• 균열, 망상균열
관 련 사 진	  <균열> <백태>
점 검 요 령	○ 점검방법 - 바닥판의 손상정도를 판단하는데 있어서 균열은 상당한 비중을 차지하므로 점검시에는 단순히 균열규모와 모양을 관찰하는데 그치지 말고, 여러 상태에 따른 원인을 파악하고 그에 따른 적절한 조치방법을 수립할 수 있도록 주의 깊게 조사한다. - 바닥판 균열상황은 정기적인 조사로 진행상황을 파악하도록 한다. 그러기 위해서는 현장에 균열의 시점과 종점을 표시해 두는 것이 필요하며 이후 점검자는 이의 진행여부를 면밀히 관찰하여야 한다. - 큰 균열일지라도 상당히 오래전에 발생하여 안정된 것이 있는 반면에 미세균열일지라도 운하중의 반복재하에 의해 점차 커지는 균열이 있으므로 균열조사시에는 특별히 큰 균열에만 주목하지 말고 미세한 균열에도 주의한다. - 균열로부터 녹물 유출 여부를 조사할 것(철근의 부식 예측). - 모든 휨모멘트 구간에서 층분리, 박락 등을 조사할 것 - 내부에 공동이나 층분리가 존재할 경우 육안으로 점검이 불가능하므로 점검망치를 두드려 소리로써 층분리 여부를 판단한다. 특히 콘크리트 내부의 열화상태가 심한 경우에는 외관상 건전한 부위에서도 편칭전단파괴의 우려가 있으므로 반드시 점검용 망치로 두드려 소리를 확인한다. - 누수 및 백태가 발견된 부위는 배수구배 불량 등의 표면 체수의 원인이 아닌 경우 교면포장 하부의 불량, 방수층의 파손, 수포(水泡)대의 형성 등의 체수가 원인일 수 있으므로 포장을 제거하여 조사하는 등 우수유입 경로와 체수 원인을 규명하여 배수가 원활히 되도록 하거나 누수의 원인을 제거하는 등의 조치가 필요함 - 휨 및 전단부위의 균열 및 철근노출 등의 결함은 콘크리트 덮개측정 및 철근탐상 등의 조사를 수행하여 상세 검토를 실시한다. ○ 점검시 유의사항 - 본 교량은 Deck Plate가 설치되어 있지 않으므로 노출된 전면에 대해서 점검을 실시하고 특히 중앙부는 균열의 진전여부, 캔틸레버부 외측은 단면손상 확대여부에 대해서 점검한다. ○ 손상발생시 조치 - 누수로 인한 백태 및 부식 관찰로 바닥판의 관통균열 의심시 즉시 보고하여 대책을 수립
점 검 도 구	• 사진기 • 줄자 • 점검용 망치 • 근접조사를 위한 사다리 내지 고소점검차 및 교량점검차 • 필기도구(소형보드판, 매직, 분필) • 점검야장

바) 강박스 거더

점 검 부 위		점 검 항 목	
▷공통		• 도장 손상 및 부식 • 현장이음부 볼트손상, 누수 • 신축이음 하면, 배수구 주변, 난간하면 누수, 부식 • 이상음 발생	
▷받침부		• 복부판 부식 및 국부 좌굴 • 거더와 받침 연결부 부식 • 지점 보강재 하단 용접부 균열 • 박스내부 바닥 물고임 및 부식	
▷중앙부		• 부식 • 플랜지 변형 및 처짐 • 맞대기 용접부, 덮개판 덧댐부 끝부분 균열	
관 련 사 진			
	〈외부 변형〉		〈내부 도장박리〉
점 검 요 령	○ 점검방법 • 공통 - 접근장비를 이용하여 박스외부를 점검하고 박스내부는 도보에 의해 점검하며 복부 높이가 높은 곳에는 가벼운 이동식 사다리로 점검 - 피로균열은 주로 주부재보다는 보강재나 2차부재의 거셋판 등에서 발생하므로 어느 부위에 어떤 형태의 피로균열이 많이 발생하는지 미리 파악해 두는 것도 중요 • 박스외부 - 전체적으로 선형이 급격하게 변화된 부분이 있는지 확인하며 특히 처짐의 과다발생 여부에 대해 점검 - 정모멘트 부위는 하면을, 부모멘트 부위는 상면의 용접상세부를 기준으로 하여 피로균열의 발생유무를 점검 • 박스내부 - 낮은부분의 체수 여부를 점검하고 체수구간 발견 시 하부플랜지 배수구(Φ20mm) 위치가 적절한지 점검할 것 - 박스내부 점검 시에는 내부전등이 설치된 경우라도 상세한 점검을 위하여 손전등을 준비하여야 하며 이때 예비 배터리를 휴대할 것 ○ 손상발생시 조치 - 박스 내·외부의 도장손상 부위는 손상확대 방지를 위하여 부분 재도장을 실시하거나 손상범위가 전체 면적의 10% 이상일 경우 전체 재도장을 고려하여야 한다. - 용접부에 발생한 피로균열은 육안으로 균열을 발견하기 힘든 단계에서 이미 80% 이상 부재의 기능이 상실된 상태이며 관통이 육안으로 쉽게 발견할수 있는 단계는 잔존수명이 15% 밖에 남지 않은 단계이므로 즉시 대책을 수립하여야 하며 무엇보다도 초기단계에서 균열을 발견하고자 하는 노력이 중요하다.		
점 검 도 구	• 사진기 • 줄자(5m자) • 점검용 망치 • 손전등(박스 내부) • 필기도구(소형 보드판, 분필, 매직) • 점검야장		

사) 교량받침

점 검 부 위		점 검 항 목
▷본체	- 공통	- 부식(오물퇴적), 변형 - 균열, 파손(균열발생으로 파손진행) - 가동받침의 유간부족 및 가동 장애요소 - 받침과 거더의 밀착상태(분리) 및 연결리벳 또는 볼트상태(녹물의 유출 등) - 가동방향 오류, 편기설치
	- 강재받침	- 가동면 부식 - 부속물 파손(부상방지장치 및 이동제한장치)
▷이동제한장치		- 밀린 흔적, 용접부 균열 - 파손
관 련 사 진	 〈받침콘크리트 균열〉	 〈무수축물탈 균열〉
점 검 요 령	○ 점검방법 - 도보접근이 불가능한 부분은 접근장비를 이용하여 근접점검 - 받침하부에 공동이 의심되면 긴드라이버 혹은 철사로 찔러서 확인하고, 침하 흔적은 앵커볼트의 체결상태 및 인접받침의 상태를 참고하여 확인 - 이물질 퇴적시 청소 후 점검 - 현장에서 이동량 표시계를 확인하여 현재 받침의 이동여유량의 부족여부를 개략적으로 판단하고 이동량이 과하다고 판단되면 내업시 정밀분석 실시 ○ 손상발생시 조치 - 받침하부 교각 두부에 0.3mm 이상의 균열이 단부까지 진행된 경우 즉시 보고하고 안전성 검토 및 대책 수립 필요	
점 검 도 구	- 사진기 - 줄자 - 균열자 - 온도계	- 청소용 걸레 - 점검용 망치 - 드라이버(driver) - 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) - 점검야장

아) 교 대

점 검 부 위		점 검 항 목
▷공통		• 균열(시공이음부 횡방향 균열) • 박리, 박락, 층분리, 백태, 파손, 철근노출 • 교대 회전(기울음), 침하(연직이동)
▷두부		• 두부 및 보자리 물고임 • 두부와 홍벽 경계부 균열(후면으로 기울음) • 거더와 홍벽 신축유간 부족
▷벽체		• 균열(수직균열) • 벽체와 날개벽 분리(이동)
▷날개벽		• 날개벽 이동, 전도
관 련 사 진	 〈홍벽 균열〉	 〈구체 실란트파손〉
점 검 요 령	○점검방법 - 접근장비에 의해 근접 육안점검 - 침하 혹은 이동여부가 의심스러운 경우 측량으로 확인 - 신축이음 하면에 위치하므로 누수 및 화학물질 등에 대한 열화 취약부위이므로 탄산화 시험에 의한 탄산화 깊이 확인 - 실측 철근 피복두께 부족으로 인한 단면손상 발생, 기발생된 손상 확대 여부 등 확인 ○점검시 유의사항 - 교대와 거더 단부의 유간이 벌어지거나 단혀 있을 경우 거더 상·하부와 홍벽 사이 간격이 서로 차이가 나는지 점검하고 교대 전도 여부도 확인 - 연약지반상의 교대는 뒷채움부의 침하로 인하여 점속슬래브 하부에 공동이 발생하여 홍벽이 교대 뒤쪽으로 전도되어 균열이 발생하기도 함 - 교대 뒷면과 날개벽 사이에 공동이 발생했거나 흙이 침하된 경우 날개벽의 전도를 의심하여 점검 - 벽체에 수직으로 발생하는 균열은 건조수축에 의한 비구조적 균열이므로 우려할 바는 아니지만 폭이 넓은 교대에서 균열폭이 1mm 이상이면 교대기초의 부등침하도 의심하여야 함	
점 검 도 구	• 사진기 • 균열자 • 줄자(5m자) • 점검용 망치	• 점검추 - 기울음 측정 • 탄산화시험세트 • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장

자) 교각

점 검 부 위		점 검 항 목
▷공통		• 균열, 박리, 철근노출, 파손 • 침하
▷두부		• 두부 및 받침장치 주변 물고임 • 받침 하부 균열 및 파손(박리, 박락)
▷구체		• 수직균열 • 이동 또는 기울음 • 시공이음부 벌어짐, 백태
▷수면접촉부		• 수중구간의 경우 침식
관 련 사 진	 〈기둥 망상균열〉  〈기둥 파손〉	
점 검 요 령	○ 점검방법 - 접근장비를 이용하여 점검 - 교각의 침하 혹은 이동이 의심스러운 경우 상부 거더와 받침의 연결부 혹은 앵커설치부에 균열 혹은 움직인 흔적이 있는지 점검. - 침하 혹은 이동여부가 의심스러운 경우 측량으로 확인 - 신축이음의 유간이 비정상적(크게 벌어짐 또는 닫힘)이거나 방호울타리 선형이 불량한 경우에는 교각 침하가 의심스러우므로 교각 구체 상부와 하부를 측량기로 측량하여 측정하여 교각의 전도 여부를 확인하고 구체에 기준점을 표시하여 침하여부를 주기적으로 확인 ○ 손상발생시 조치 - 받침하부 교각 두부에 기 확인된 균열의 균열폭 확대 및 신규 균열이 발생된 경우 보고 및 대책 수립 필요 - 침하나 이동이 의심스러운 경우 기초 주변 세굴 및 지지 지반의 조사가 필요	
점 검 도 구	• 사진기 • 균열자 • 줄자(5m자) • 점검용 망치	• 점검추 - 기울음 측정 • 탄산화시험세트 • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장

차) 추락방지시설

점 검 부 위	점 검 항 목
▷점검시설	• 결함 및 파손 • 고정부 및 연결부 파손
관 련 사 진	 〈점검로 상태양호〉  〈점검사다리 상태양호〉
점 검 요 령	○ 점검방법 - 도보를 이용하여 점검 - 교량 구조체와 용접, 앵커 등으로 연결되어 있으므로 연결부의 상태를 주의 깊게 점검한다. - 철재난간의 파손, 탈락 등 확인 ○ 손상발생시 조치 - 앵커 및 볼트 탈락의 경우 보고 및 대책 수립 필요
점 검 도 구	• 사진기 • 줄자(5m자) • 점검용 망치 • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장