

제 7 장 보수 · 보강 및 유지관리방안

7.1 개 요

7.2 보수 · 보강 방 안

7.3 보수 · 보강 공 법

7.4 유 지 관 리 방 안

제7장 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 개 요

본 장에서는 조사된 결함 및 손상에 대하여 그 결과를 토대로 교량의 안전성과 건전성을 유지하기 위한 보수·보강 방법을 제안하고자 한다. 보수·보강의 기본방향은 장기적으로 내하력을 유지시키고 내구성 저하를 방지하는데 그 목적이 있으며,

- 1) 결함 및 손상에 대한 내하력 확보차원의 보수·보강
- 2) 콘크리트 및 철근의 내구성 확보차원의 보수
- 3) 외관상태의 결함에 대한 보수
- 4) 구조물의 유지관리 차원의 보수

에 대한 방법을 제시하는데 있다.

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.

- 1) 1순위: 구조적인 손상이며, 내하력의 저하로 인하여 교량의 안전에 영향을 미칠 가능성이 있으므로 조속한 보수·보강이 필요한 손상.
- 2) 2순위: 구조적인 손상이며, 교량의 안전에는 영향이 없으나 방치할 경우 장기적으로 내구성 저하로 인하여 교량의 수명이 단축될 가능성이 있으므로 내구성 확보차원에서 보수·보강이 필요한 손상
- 3) 3순위: 비구조적인 손상이며, 당장의 보수·보강의 필요성은 없으나, 기능확보, 미관확보를 등의 목적으로 보수·보강이 필요한 손상

주요 손상 및 결함에 따라 7.2절 보수·보강 방안에 부재별 결함내용 및 보수물량을 작성·요약하였고, 이에 따른 부위별 손상 및 결함의 원인과 보수위치, 자세한 보수·보강 방법은 7.3절부터 상세히 기술하였다. 또한, 장기적인 관점에서 구조 안전성, 내구성 및 사용성을 위해서 중점 유지관리 항목으로 다루어야 할 사항을 8.4절의 유지관리방안에 기술하였다.

7.2 보수·보강 방안

7.2.1 부재별 보수·보강 물량

<표 7.2.1> 부재별 보수·보강 물량 집계표

구 분		결 함내용	단위	개소	손상물량	보수·보강 방법	순위
교면 포장	교량 구간	▪ 아스콘 망상균열	m ²	11	230.5	재포장(방수포함)	2
		▪ 아스콘 균열	M	14	190.5	아스콘균열보수	2
		▪ 아스콘 패임	m ²	1	0.3	재포장	2
	토공 구간	▪ 아스콘 균열	M	7	18.0	재포장	2
		▪ 아스콘 망상균열	m ²	1	42.0	재포장	2
콘크리트 방호난간		▪ 균열(0.3mm미만)	M	55	64.6	유지관찰	3
		▪ 균열(0.3mm이상)	M	67	106.7	주입보수	1
		▪ 균열,백태(0.3mm미만)	M	8	1.4	표면보수	2
		▪ 콘크리트 백태	m ²	10	0.86	표면보수	2
옹벽		▪ 균열(0.3mm이상)	M	1	0.2	주입보수	1
		▪ 콘크리트 파손	m ²	4	0.11	단면보수	2
		▪ 철근노출	m ²	1	0.02	방청+단면보수	1
		▪ 누수흔적, 백태	m ²	2	1.04	표면보수	2
배수시설		▪ 배수관길이부족	EA	02	2.0	배수관길이연장	1
신축이음		▪ 후타재 균열	M	105	60.5	유지관찰	3
		▪ 이물질퇴적	M	2	3.5	청소	1
		▪ 배수로파손	EA	1	0.25	배수로재설치	1
바닥판하면		▪ 균열(c/w=0.3mm미만)	M	6	6.0	유지관찰	3
		▪ 백태, 누수흔적	m ²	6	52.0	표면보수	2
거더	외부	▪ 도장 긁힘	m ²	2	7.5	재도장(외부)	1
		▪ 강재변형	m ²	1	1.0	유지관찰	3
	내부	▪ 도장박락, 부식	m ²	4	3.46	재도장(내부)	1
		▪ 실링처리미흡	EA	8	8.0	실링보수	1
		▪ 비둘기배설물퇴적	m ²	4	9.4	청소	1
받침장치		▪ 받침 부식	EA	2	2.0	재도장(받침)	1
받침몰탈		▪ 철근노출	m ²	1	0.01	방청+단면보수	1
교대		▪ 균열(c/w=0.3mm미만)	M	4	2.75	유지관찰	3
교각		▪ 균열(c/w=0.3mm미만)	M	21	29.7	유지관찰	3
		▪ 누수흔적, 오염	m ²	10	52.04	표면보수	2
		▪ 배설물 퇴적	m ²	3	10.25	청소	1

7.2.2 보수·보강 개략공사비

<표 7.2.2> 보수·보강 개략공사비

구 분		보수·보강 방법	보수물량	단위	단가(천원)	개략공사비 (천원)	순 위
교면 포장	교량구간	채포장	277.0	m ²	78	21,603	2
		아스콘균열보수	190.5	M	32	6,096	2
	토공구간	채포장	72.0	m ²	48	3,456	2
콘크리트 방호난간		주입보수	64.6	M	78	5,039	1
		표면보수	0.8	M	65	52	2
옹벽		주입보수	0.2	M	78	19	1
		단면보수	0.1	m ²	198	26	2
		방청+단면보수	0.0	m ²	230	6	1
		표면보수	1.2	m ²	63	79	2
배수시설		배수관길이연장	2.0	EA	200	400	1
신축이음		청소	4.2	M	5	21	1
		배수로 설치	90.5	M	300	27,150	1
바닥판하면		표면보수	62.4	m ²	65	4,056	2
거더	외부	재도장(외부)	9.0	m ²	48	432	1
	내부	재도장(내부)	4.2	m ²	34	141	1
		실링보수	8.0	EA	5	40	1
		청소	11.3	m ²	12	135	1
개략 공사비		1순위 순공사비			33,383		
		2순위 순공사비			35,368		
		순공사비 합계			68,750		
		제경비(순공사비×50%)			34,375		
		개략공사비			103,125(천원)		

* 손상물량의 20%할증 → 보수물량임.

* 균열<0.3 표면처리는 길이(m)×폭(0.25m)를 적용하여 m²으로 산정함.

* 보수 수량은 손상 영향범위, 보수효과, 작업성 등을 고려, 별도의 실시설계 필요.

7.3 보수·보강 공법

7.3.1 콘크리트 균열 주입공법

가. 개요

균열부에 수지를 주입하면 콘크리트와 일체를 이루어 콘크리트의 방수성을 향상시켜서 내부 철근의 부식방지 및 콘크리트의 열화 방지에 효과적이다. 균열보수는 균열폭 및 균열 깊이, 균열의 형태, 구조적 안전성 여부 등을 종합적으로 판단하여 보수목적에 따라 가장 유리한 보수대책을 선정하여야 한다. 또한, 균열보수는 균열폭과 균열깊이를 고려하여 이에 적합한 주입속도, 점도 및 양생속도를 갖는 수지재료를 사용한다.

나. 시공방법

균열주입공법에는 압입식과 흡입식이 있으며 압입식 주입공법은 수동식, 기계식 및 저압·저속식 주입방법이 있으며 <표 7.3.1>에 주입공법의 종류를 나타내었다.

종래에는 수동식 기계주입방법이 많이 이용되고 있으나 이 방법은 주입량을 정확하게 파악할 수 없으며 관통하지 않은 균열은 구석까지 보수재료를 주입하기가 곤란하다. 또한 주입압력이 너무 높으면 균열을 넓혀 주는 등의 문제점이 있다.

따라서, 저압·저속의 주입공법이 주요하며, 저압·저속의 주입공법은 주입량 파악이 쉬우며 균열 구석까지 주입할 수 있는 특징이 있다. 이 공법은 균열위에 주입수지가 들어 있는 용기를 설치하여 고무, 용수철, 공기압 등으로 서서히 수지를 주입하는 방식으로 압입방식은 <표 7.3.2>와 같다.

<표 7.3.1> 주입공법의 종류

구 분	공 법 개 요	비 고
압입식	·수동식 주입 : 인력 ·기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식 ·저압·저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 압력	
흡입식	·균열의 양단에 흡기구와 충전재 주입구를 설치하여, 흡입 펌프로 충전재를 흡입주입	

<표 7.3.2> 저압·저속식 주입방법

압입방식	용기의 형태	비 고
압축용기에서의 압축공기로 주입	플라스틱제의 실린더	
압력탱크내의 압축된 압력으로 주입	플라스틱제의 압력탱크	
고무시트의 복원력으로 주입	플라스틱제 틀에 고무시트를 고정	
고무풍선압으로 주입	고무풍선	
고무밴드의 복원력으로 주입	플라스틱제 실린더와 피스톤	
캡슐내의 용수철로 주입	플라스틱제 캡슐 탱크	

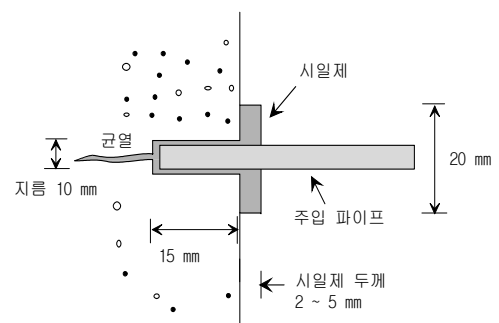
이 공법을 적용함에 있어서는 시공위치, 시공시기에 맞는 작업시간 및 균열폭에 대응한 점도의 재료를 선정하는 것이 중요하다. 일반적으로 균열폭에 알맞은 수지의 점성도는 <표 7.3.3>과 같으며, 주입파이프의 간격은 <표 7.3.4>와 같다.

<표 7.3.3> 균열폭에 알맞은 수지의 점성도

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

<표 7.3.4> 균열폭에 따른 주입파이프의 간격

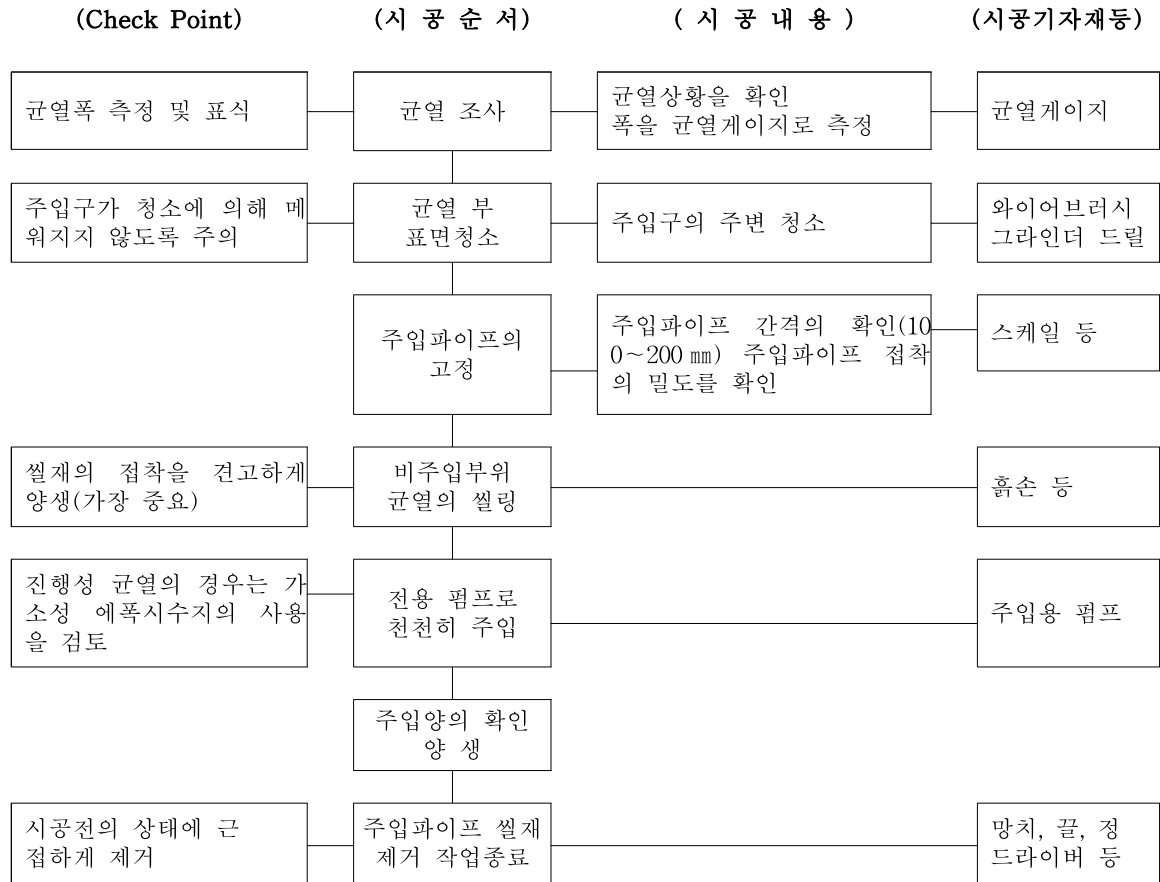
균열폭(mm)	주입파이프 간격(mm)
0.3이하	50 ~ 100
0.3~0.5	100 ~ 200
0.5~1.0	150 ~ 250
1.0이상	200 ~ 300



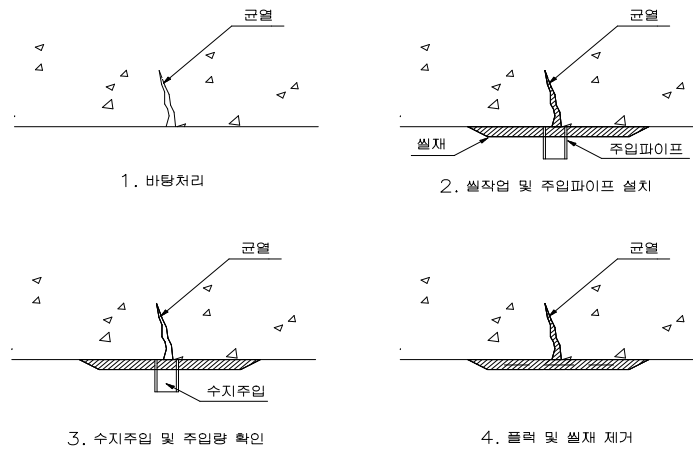
<그림 7.3.1> 주입파이프 설치도

다. 압입식 수주주입 공법 특징

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



<그림 7.3.2> 수지주입 공법 시공 흐름도



<그림 7.3.3> 균열 수지주입 공법 개요도

주입압력은 4kgf/cm^2 이하로 규정되어 있으나 실제로는 1kgf/cm^2 전후가 사용된다. 주입제는 에폭시수지 이외에도 무기질계의 슬러리도 사용할 수 있으며, 무기질계 슬러리는 습윤 환경하에서도 사용이 가능하다. 반면에 주입기에 여분의 주입재료

가 남아 재료의 손실이 큰 단점이 있다.

수지주입공법의 흐름도 및 공법개요도는 <그림 7.3.2>, <그림 7.3.3>과 같고, 수지계 주입재의 특징은 <표 7.3.5>과 같다.

<표 7.3.5> 수지계 주입재의 특징

재료명	주요 성분	특징 · 용도
에폭시 수지계 균열주입재	에폭시수지	· 균열, 추종성이 양호 · 적용가능 균열 폭은 0.2~2.0mm
	유연형 에폭시수지	· 경화물의 유연성이 풍부하여 진행성 균열에 적합 · 균열 및 알칼리골재반응의 성능저하 보수에 적합
	자기유화형 에폭시수지	· 수중경화, 콘크리트 중의 수분과 반응 · 강도특성이 뛰어남 · 균열 폭 0.15mm 이상에 적용
	에폭시수지, 포틀랜드 시멘트	· 수중경화형 에폭시수지와 시멘트의 반응으로 발포 · 적용 균열 폭 1mm~10mm
실런트계 충전재	우레탄수지	· 단일성분으로 작업성이 뛰어남 · 탄성계수가 작아 균열 추종성이 양호 · 구조물의 신축 줄눈부에 사용
폴리머 시멘트계 주입재	에폭시수지계 에밀전 미분말충전재 조강시멘트	· 균열폭 5.0mm 이상에 적용 · 습윤면에 대하여 접착성이 우수 · 알칼리골재반응에 의한 성능저하의 보수에 적합

라. 시공시 주의사항

i) 대기온도가 10~30℃일 때 시공 가능하며, 우천시는 중지한다.

보수부 콘크리트의 표면 온도는 10℃이상을 표준으로 하고 있으므로 기온차가 심한 경우에는 기온의 변화에 대응하는 에폭시계 수지의 성상을 조사하여 두고 겨울철 부득이 시공하는 경우에는 가열양생 등의 조치를 생각할 필요가 있다.

ii) 에폭시계 수지는 사용에 앞서 현장에서 시공시의 기온에 대응하는 경화시간을 설정하여 균열 주입 효과를 높이도록 한다.

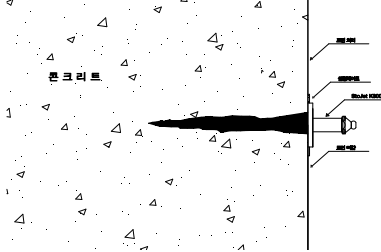
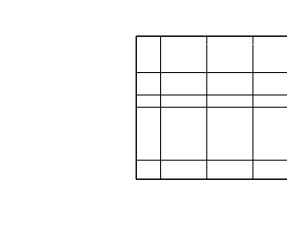
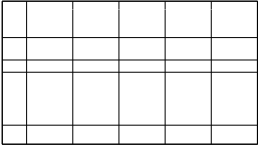
일반적으로 에폭시계 수지의 경화시간이란 접착제를 혼합해서 충분한 접착강도가 보증되는 작업 가능시까지의 시간을 말하나 기온, 혼합량의 대소 등에 따라서도 다르므로 주의해야 한다.

iii) 사용하는 에폭시계 수지는 적당한 롯트마다 시험을 실시하여 품질의 확인이 필요하다.

iv) 썰링 및 표면 마감면은 주입압에 견디도록 충분히 양생한다.

v) 주입된 에폭시계 수지가 경화한 후에는 주입 파이프를 절단하고 썰링재와 함께 그라인더로 갈아 평탄하게 마무리한다.

<표 7.3.6> 균열주입공법 비교표

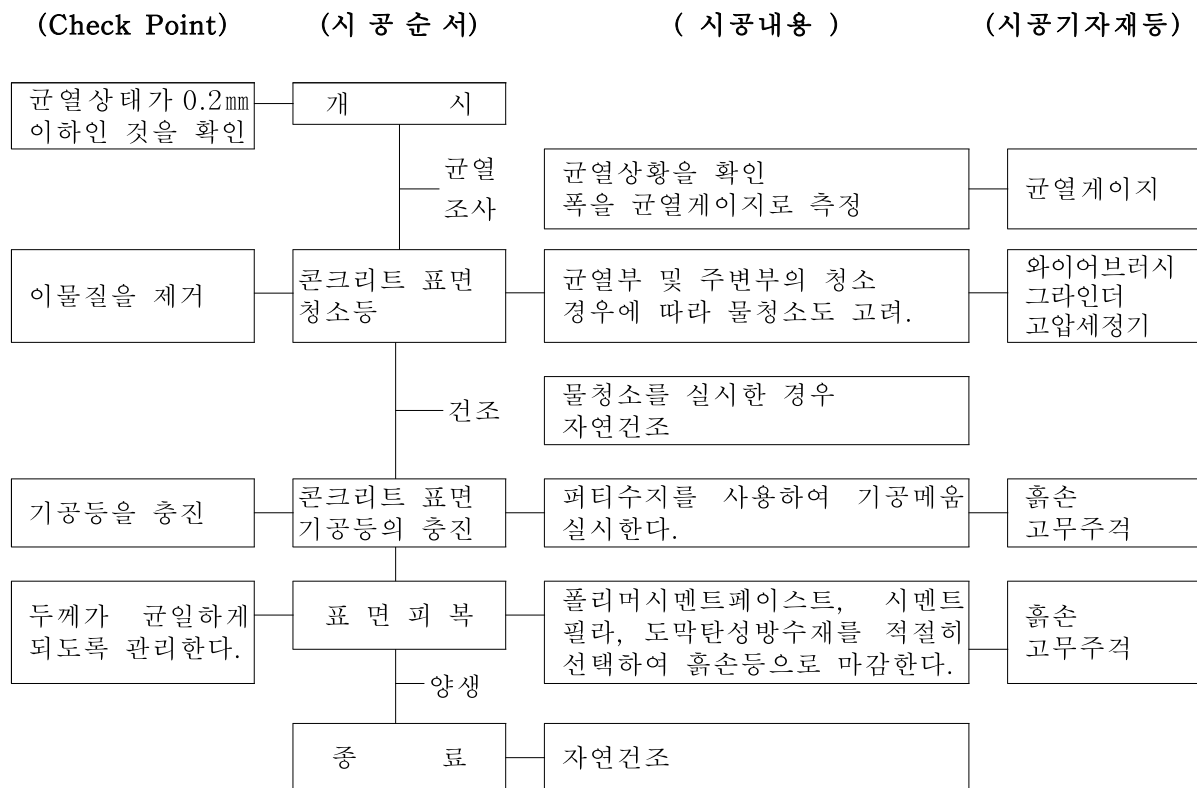
구 분						
항 목	SKI 균열보수공법	패카 에폭시 주입공법	이소시아네이트수지 주입공법	슬러리시멘트 주입공법	우레탄 주입공법	
개요도						

7.3.2 콘크리트 표면처리공법

가. 표면처리(균열부)

1) 개요

본 교량에서의 표면처리 공법의 적용은 백태, 균열(망상균열)이 백태를 동반하는 경우에 표면을 피복하여 방수성, 내구성을 지니도록 하는 것으로 그 효과는 균열 표면의 보수에 그치므로 본 공법 적용시 균열의 진행 여부에 대한 주기적인 관찰이 요구된다. 표면처리 시공 흐름도 및 공법 개요도는 아래와 같다.



<그림 7.3.4> 표면처리 공법 시공 흐름도

2) 시공방법

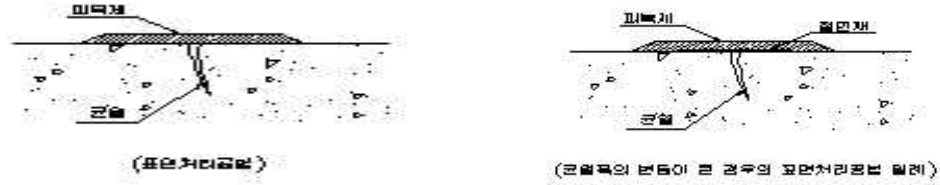
균열의 성장이 정지된 상태에서는 <그림 7.3.4>과 같이 균열선을 따라 폭 50~100 mm를 와이어 브러쉬로 닦아낸 후 폴리머 시멘트 페이스트나 모르터로 균일하게 도포한다. 콘크리트 표면에 0.3mm이하의 미세한 균열이 많이 분포해 있는 경우도 같은 방법으로 도포할 수 있으며, 재료를 기계로 분무하여 도포할 수도 있다.

균열폭의 변동이 큰 경우 경화후의 재질이 단단한 폴리머 시멘트 페이스트나 모르터로 보수할 경우 보수부위에 다시 균열이 발생하므로 <그림 7.3.5>와 같이 균열면을 와이어브러쉬로 완전히 청소한 후 균열선을 중심으로 폭 10~15mm 절연재를 부착하고, 절연재를 중심으로 폭 30~50mm, 두께 2~4mm의 변형성 및 신장성이 큰 실링재를 도포하여 바닥의 변형을 이 테이프 사이에서 흡수할 수 있도록 한다. 망상균열이 발생한 경우 균열부 전체에

표면처리를 실시하는 것으로 한다.

[사용재료]

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



<그림 7.3.5> 균열부 표면처리 공법 개요도

나. 표면처리(열화부)

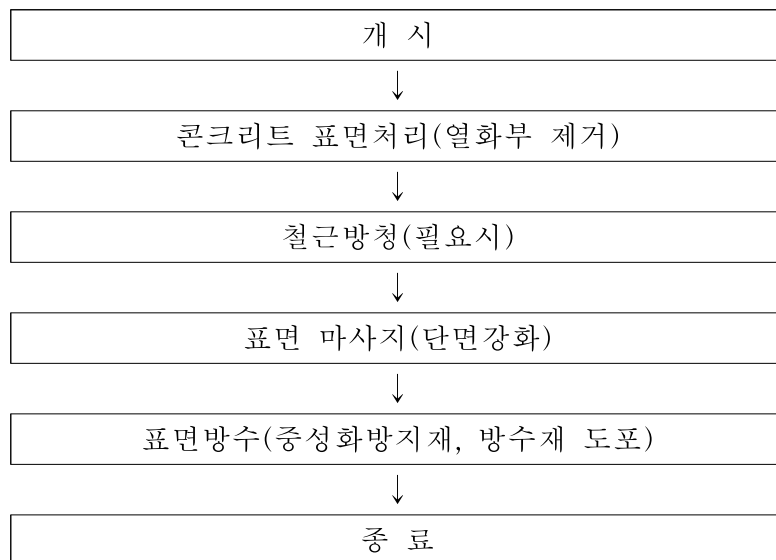
1) 개요

콘크리트 구조물 표면에 발생된 균열 및 백태 등의 콘크리트 표면 열화는 구조물의 미관을 저하시킬 뿐만 아니라 장기적으로 방치시 구조물의 내구성에도 영향을 미칠 수 있으므로 열화부를 제거 한 후 내구성 확보를 위한 보수를 시행하여야 한다.

따라서, 콘크리트 구조물 표면에 발생된 백태 및 표면 열화 등은 콘크리트의 내구성 저하를 촉진시켜 장기적인 안전성에도 영향을 미칠 수 있으므로 보수가 필요한 상태이다.

2) 시공방법

누수에 의한 백태 및 오염이 발생하여 열화 발생부를 제거한 후 중성화 방지 및 방수재를 도포하여 표면처리에 의한 보수를 시행하며, 열화가 표면까지 진행되었거나 철근이 부식되었을 경우 철근이 노출되도록 완전히 치핑한 후 철근방청작업을 시행한 후 중성화 방지재 및 방수재를 도포한다.



<그림 7.3.6> 표면처리공법 시공순서도

3) 시공순서

- ① 기존 콘크리트의 백화, 백태 및 망상균열 부분을 그라인더를 이용하여 콘크리트 표면을 처리한다.
- ② 콘크리트 표면처리후 고압살수기를 이용하여 표면을 고압세척 한다.
- ③ 물세척(고압세척)후 건조시킨다.
- ④ 부식철근 및 열화부내 철근에 대한 방청을 실시한다.
- ⑤ 기존 콘크리트의 구체 및 표면강화를 위하여 침투성 표면강화재 및 발청억제재 + 급결시멘트(폴리머모르터)로 표면을 맞사지 하며 단면을 복원하다.
- ⑥ 콘크리트 중성화 방지, 방수를 위해 중성화 방지 및 방수재를 2회 도포한다.
- ⑦ 작업장 주위를 깨끗하게 정리한다.

<표 7.3.7> 표면처리공법 비교표

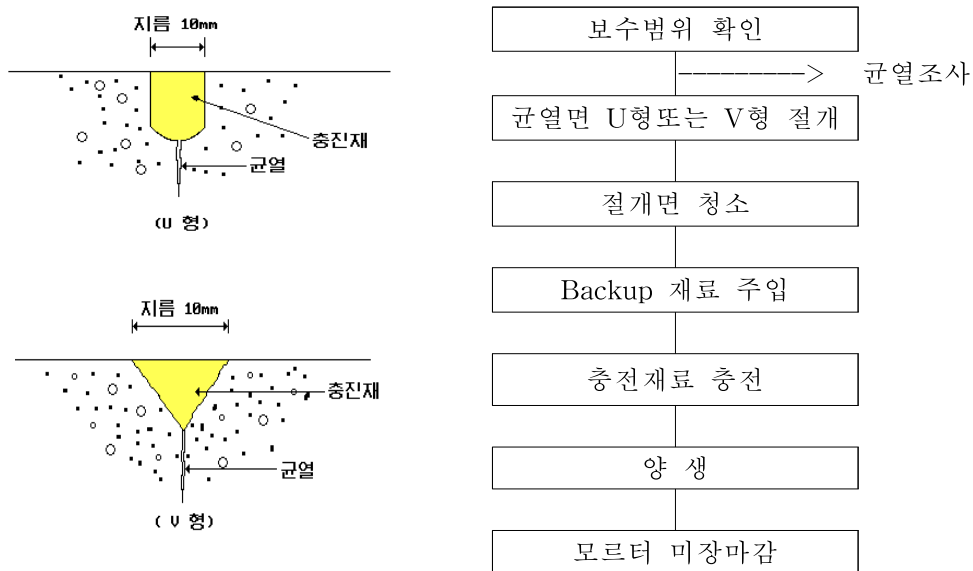
항 목	라파공법(특허 0466947호)	금속혼합물계(신기술345호)	폴리머에폭시계(신기술 274호)	일육시스템(캐나다수입제품) 아크릴코폴리머계	세라믹계 (신기술273호)
시공개요	세라믹계로서 2성분형이며 압축 강도, 휨강도를 극복하고, 우수한 작업성, 내구성, 부착성을 최대화 한 공법	금속혼합물도료(CORUSEAL)를 이용한 콘크리트 염해·중성화 방지기술-토목구조물용	수화응고형 분말도포재 및 코팅재를 이용 한 콘크리트 보호마감 이중처리공법-건축 용	일육시스템(캐나다수입제품)	세라믹메탈제와 코팅재를 이용한 강구조 물의 보수 방식처리공법-철재용
시공순서	표면처리(그라인딩) 알칼리 회복 방청처리(라파알큐어) 중성화,염해방지 표면처리제 도포 (라파가드)	표면처리 · 공극부위 퍼티 · 1차 코팅 침투성접착제도포 · 2차 코팅 금속피막 · 3차 코팅 금속피막	· 표면처리 · 불룩조정 (E.G.P X규사30%) · 중성화방지물탈 (E.G프로텍터) · TOP COAT(H.B코트)	· 표면처리 · 고압물청소 · 프라이머 #300도포 · 터프후렉스 도포	· 세라믹코팅바탕만들기 · 에폭시아연말(AM-C-P) · 에폭시세라믹 (AM-C-I) · 우레탄세라믹(AM-C-U)
장 점	높은 부착 강도가능 콘크리트와 같은 무기계로 모체와 수명을 같이한다. 가격이 비교적 저가이다.	국내 적용실적이 많음 우수한 경제성과내구성(20년)	내약품성 우수 강인한 도막과 미관성	내약품성 우수 균열에 대한유연성이 있다	내약품성 우수 강인한 도막과 미관성 내구성 우수
단 점	경화시간이 유기계보다 늦어 초기 양생이 중요하다.	일반 페인트에 비하여 고가 이다. 시공에 대한 기초지식필요	균열에 대한 유연성이 없다 자외선에 의해 색이 변한다 초기접착력은 우수 하나 접착력이 저하 된다 박리박락 현상이일어난다	시공성이 나쁘다 내구성이 짧다 내충격성이 나쁘다 초기접착력은 우수 하나 접착력이 저하 된다	공사비고가 수축팽창에 대한 유연성이 없다 다른 재질이므로 층간 분리현상이 나타날 수 있다
성분구성	세라믹메탈제와 코팅재	금속혼합물도료	폴리머에폭시계	아크릴코폴리머계	세라믹메탈제와 코팅재
내구성	20년 이상	15 ~ 20년 이상	3 ~ 5년	2 ~ 3년	5 ~ 8년

7.3.3 충전공법

가. 개요

충전공법은 균열의 폭이 0.5 mm 이상으로 비교적 큰 경우의 보수에 적합한 공법으로, 균열을 따라 모르터 마감 또는 콘크리트를 절단하여, 그 부분에 보수재를 충전하는 방법이다. 이 공법은 철근이 부식되어 있는 경우와 부식되지 않은 경우에 따라 보수방법이 다르다. 충전공법에는 철근이 부식되지 않은 경우, 철근이 부식되어 있는 경우, U커트 실링재 충전공법, 결합부위 에폭시수지 모르터 충전공법 그리고 결합부위 폴리머 시멘트 모르터 충전공법 등이 있다.

1) 철근이 부식되지 않은 경우



<그림 7.3.7> 철근이 부식하지 않는 경우의 충전공법 및 시공흐름

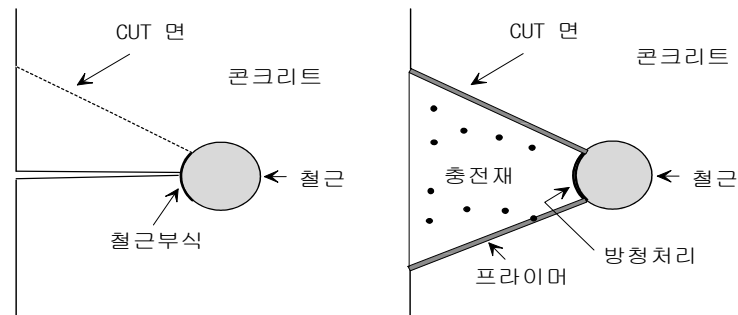
철근이 부식되지 않은 경우는 <그림 7.3.7>과 같이 균열을 따라 약 10mm 폭으로 콘크리트를 U형 또는 V형으로 절개한 후, 이 부위에 실링재·유연성 에폭시수지 또는 폴리머 시멘트 모르터 등을 충전하여 보수한다. V형으로 절개하는 방법은 간편하지만 폴리머 시멘트 모르터를 충전하는 경우 충전한 모르터의 박리가 발생하기 쉽기 때문에 U형으로 절개하는 방법이 보다 효과적이다.

2) 철근이 부식된 경우

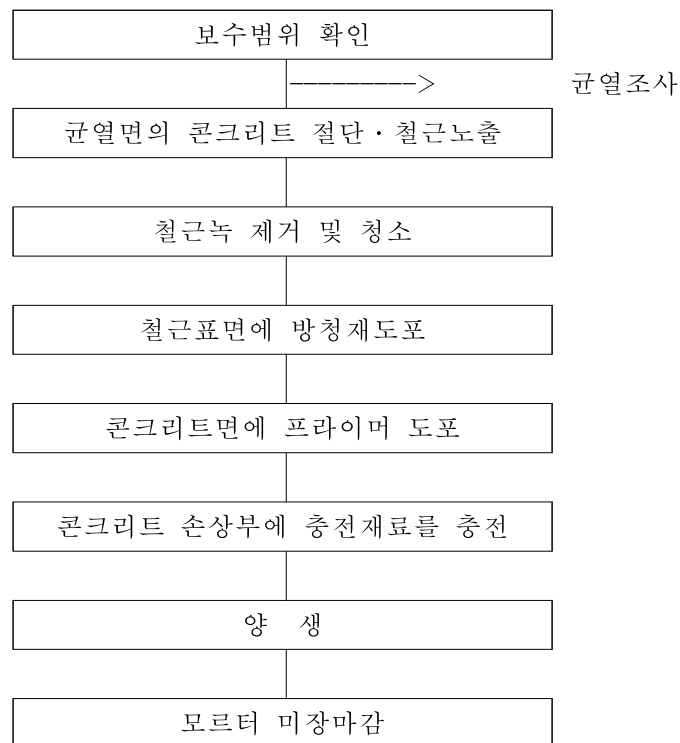
철근이 부식된 경우의 충전공법은 <그림 7.3.8>과 같이 부식된 철근부위까지 콘크리트를 깨내고 철근의 녹을 완전히 제거한다. 철근에 대한 방청처리와 콘크리트면에 대한 프라이머도포후 폴리머 시멘트 모르터나 에폭시수지 모르터 등의 재료로 충전하는 순서로 시공한다. 보수 순서는 <그림 7.3.9>과 같다.

이 방법은 철근이 부식된 경우 철근콘크리트 구조물의 내구성 회복을 목표로하는

균열보수의 주된 방법으로 환경조건에 따라 여러 가지의 재료 및 공법이 사용될 수 있다. 철근이 부식된 경우의 충전공법은 크게 보수재료에 의해 물리적으로 부식을 방지하는 방법, 콘크리트에 알칼리성을 부가하여 화학적으로 부식을 방지하는 방법 및 이 두가지의 혼용방법 등 3가지로 분류될 수 있다.



<그림 8.3.8> 철근이 부식된 경우의 충전공법



<그림 7.3.9> 철근이 부식된 경우의 충전공법의 흐름도

철근이 부식된 경우의 보수에는 다음 사항을 고려해야 한다. 첫째, 부식된 철근의 녹을 완전히 제거하는 것을 원칙으로 한다. 둘째, 균열이 발생되지 않은 부분의 철근도 부식하는 경우가 많기 때문에 그 부분을 포함하여 보수한다. 셋째, 균열이 진행성이면 균열폭이 증가되는 경우가 많이 있기 때문에 변형에 대한 유연성이 큰 보수재료를 사용한다.

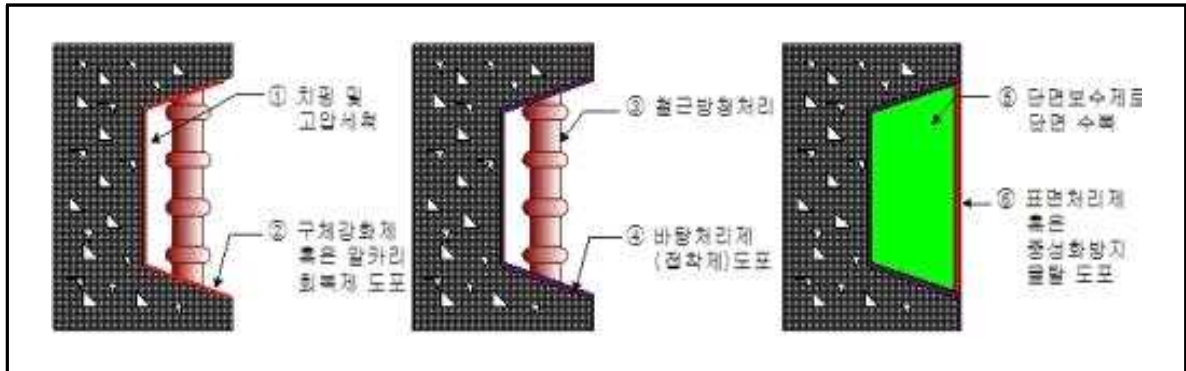
이상에서 언급한 공법에 사용하는 재료로서는 일반적으로 콘크리트는 타설 후 수년이 지나도 수분을 함유하는 재료이므로 균열면은 항상 습윤 상태로 있는 것이 많다. 이같은 경우는 습윤 균열 전용으로 개발된 에폭시 수지계 보수재료를 이용하는 것이 바람직하다. 시멘트계 보수재료는 현재 주입성능이 합성수지계에 비해 떨어지나 수경성이므로 습윤면의 시공에 적합하고 내구성, 내화성이 우수하여 화재 발생시 등에 유리하다.

7.3.4 단면복구공법(철근방청 포함)

가. 개요

철근노출이 동반된 재료분리, 들뜸, 공동, 박락 등의 손상부와 피복부족에 따른 철근노출 부위에 적용하는 공법이다.

나. 시공방법



☞ 시공순서



☞ 보수전 조사항목

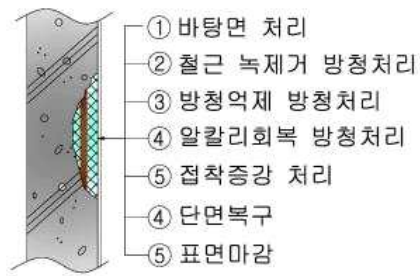
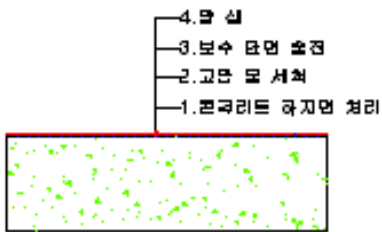
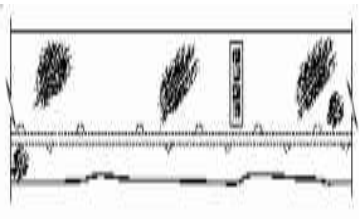
- 내부 철근의 부식상태
- 콘크리트의 열화 및 중성화 상태
- 균열의 발생/진전상태
- 염화물 함유량

☞ 시공사례



<그림 7.3.10> 단면복구공법(철근방청포함) 개요도

<표 7.3.8> 단면복구공법(철근방청) 비교표

항 목	라파공법(특허 0466947호)	리플래시 공법 (신기술 제330호)	MDF 공법(신기술 246호)	리폼시스템 공법(신기술 59호)
시공개요	• 무기계로서 1성분형이며 압축강도, 휨 강도를 극복하고, 우수한 작업성, 내구성, 부착성을 최대화한 공법	• 친수성폴리머와 특수미립시멘트로 구성되고, 특히 습윤면에 대한 부착성능이 우수한 무기질단면피복재 및 항균성개질재와의 복합에 의한 열화된 RC구조물의 방식 및 보수하는 공법	• 철근노출 및 단면손실 부위에 분말형 폴리머물탈을 혼합기에 물과 혼합한 후 고압펌프에 의해 압축 이송하여 분사노출에 압축공기를 투입시켜 보수해야할 단면에 2mm이하의 입자상태를 고압분사시켜 단면을 복구하는 공법	• 철근노출 및 단면손실 부위에 철근방청과 수성아크릴계 폴리머 물탈을 이용하여 구조물의 내구성을 증진시키는 공법
보 수 단면도				

7.3.5 강재 도장 보수

가. 개요

본 교량은 강박스 거더로 외부 및 내부에 대한 강재 부식이 조사된 상태로서 신축 이음 누수로 인한 외부 강재부식 및 내부 바닥판하면 노면수 유입에 의한 현장이 음부 및 기존 천공부에서 누수가 발생하여 부식이 조사된 상태이다. 그밖에 굽힘 등에 의해 국소적으로 도장박리, 박락 등의 손상이 조사되어 부식된 부위 및 도장이 불량한 곳에 대한 지속적인 방치시 강재 단면감소 및 관통 등의 손상이 발생하므로 조기에 재도장 보수를 시행하여 교량의 내구성을 확보해야 할 것이다.

나. 재도장 시스템

1) 재도장 시스템 선정

일반적인 강도로교 도장은 노출된 환경하에서 재도장 후에도 색상이 변하지 말아야 한다. 따라서, 부분적인 재도장을 실시함에 있어 기존의 도장 적용공법을 면밀히 검토하였으며 재도장 시에는 기존 도장계와 동일한 종류를 선정하여 실시토록한다. 또한, 재도장 시에는 서울시 “강교보수도장지침”을 기준으로 하여 실시토록 하며 특히 도심지에 위치한 교량으로서 분진방지 등의 조치가 필요하다.

<표 7.3.9> 기존 도장 적용공법

구	분	종류	개요도
	상도	수용성아크릴(30μm)	
외부도장			

상도 수용성아크릴(30 μ m)

수용성 아크릴(30 μ m)

수용성 하이폴리머(160 μ m)

갈바륨 용사

고압수 세척 및 동력공구 세정

상도

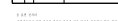
중도

하도

바탕만들기

기존강판

볼트 및 SPLICE 외부도장



로, 공인인증 없이
도 가능함

작업과 검사기준에 대해 적용되어진다.

2) 적용기준

- 도로교 표준시방서
- 강도로교 용접 및 도장 요령서(건설교통부 : 98. 11)
- S.S.P.C : 미국철강 구조물 도장 협회
- S.I.S : 스웨덴 규격 협회
- 도로 제조원의 기술 지침서

3) 용어의 정의

- ① 표면처리 검사(소지처리) : 피도장면의 표면처리 상태가 하도 도장에 적합한가의 여부를 판정 하는 것.

4) 연마재

- ① 브라스팅(BLASTING)에 사용되는 연마재 < 그리트(GRIT), 쇼트볼(SHOT BALL) 등> 는 청결, 건조하고 기름이나 오염물질이 함유되어 있지 않은 상태의 것을 사용한다.
- ② 연마재의 보관은 해풍 및 빗물 등에 노출되지 않은 곳에 보관한다.

5) 표면처리 기준

<표 7.3.11> 표면처리 등급

구 분	S.I.S	S.S.P.C	비 고
준나금속 브라스팅 세정	Sa2.5	SSPC-SP10	
일반 브라스트 세정	Sa2	SSPS-SP6	
동력공구 세정	St3	SSPC-SP3	적용
수공구 세정	St2	SSPC-SP2	
스위프(SWEEP)	Sa1	SSPC-SP7	

○ 도장 표면처리 검사요령

공사 시방서에서 도장을 요구할 시는 다음에 따라 표면처리 검사를 한다.

(1) 1차 표면처리의 검사요령

- ① 표면처리의 등급이 도장 사양서와 일치하는지를 확인한다.
- ② 표면조도의 측정은 표면조도 측정 게이지를 사용한다.(25 μ m~75 μ m)
- ③ 브라스팅 처리후 도장(SHOP PRIMER)까지의 시간은 4시간 이내로 한다.
- ④ 원자재가 입고 대면 브라스팅 작업전 표면에 부착된 기름, 수분 및 이물질 등을 완전히 제거한다.
- ⑤ 브라스팅후 원판에 잔존하는 먼지와 연마재 등을 제거한 후 도장을 한다.

(2) 2차 표면처리의 요령

- ① 2차 표면처리는 도장 시방서에 따라 SSPC-SP-10 또는 스위프 브라스팅으로 실시하되, 표면조도는 $25\mu\text{m} \sim 75\mu\text{m}$ 이내로 하며, 기준 이상일 경우 도료 제조자의 추천에 따른다.
- ② 기름, 그리이스, 기타 이물질 등이 없어야 한다.
- ③ 브라스팅이 끝난후 강재표면에 잔존하는 유해물질을 에어블로잉 등을 통하여 제거한 후 도장한다.
- ④ 브라스팅에 사용하는 공기는 오일, 수분 등이 포함되지 말아야 하며, 이를 위하여 오일, 수분 분리기를 공기라인에 설치한다.
- ⑤ 비철금속, 기계가공 부위 등을 적절한 방법으로 보호하였는지 확인한다.
- ⑥ 표면처리 누락부위 등 지적사항에 대한 수정작업이 완료되었는지 확인한다.

○방청도장 표면처리 요령

장기간 녹막이 효과를 유지할 목적이나 공사기간중 녹발생에 의한 오염을 방지할 목적으로 방청도장(녹막이 칠)을 실시할 경우에 적용하며 방청도장의 표면처리(바탕 만들기)의 선정은 공사 시방서에 따른다.

6) 검사

<표 7.3.12> 표면처리 검사방법 및 검사기준

검 사 항 목	검 사 방 법	검 사 기 준	검 사 장 비	비 고
용접선	육안검사		(1) S.S.P.C. & SIS 규정집 & QISSP (2) 표면조도 측정기 (3) 온·습측정기 (4) 철표면온도계	
용접열 영향부	육안검사			
모서리 절단부	육안검사			
SLOT HOLE/SCALLOP	육안검사			
BLOT HOLE	육안검사			
STUD BOLT	육안검사			
마킹 펜자국	육안검사			
발자국 오염	육안검사			
SHOP PRIMER 양호한 부위	육안검사	SSPC-SP-7 Sa 1		
표면 조도	표면조도 측정기	규정집		
연마제 잔존	육안검사	완전 제거		
기타 용접결함	육안검사	완전 제거		

7) 도장검사

검사원은 도장 사양서에 따라 표면처리 및 도장작업이 수행되는지를 작업의 각 단계마다 체크하고 도장검사 기준에 따라 전량검사를 실시한다.

○ 도장

- ① 도장작업 과정에서 도막두께는 자주적, 지속적으로 CHECK 되어져야 한다.
- ② 도장작업은 일조시간에 주위온도 0℃ 이상, 습도 85% 이하일 때 시행되어야 한다.

○ 도막두께(D.F.T) 측정방법

- ① 도막두께는 1.8 평방미터에서 측정하며 측정한 횟수의 85%가 허용치를 넘어야 하며, 나머지 15%는 허용치의 75% 이상이어야 한다.
- ② 도막두께는 교정된 MAGNET 도막두께 측정기를 이용하여 측정한다.

○ 수정작업

- ① 수정요구되는(RESPRAY WORK) 부위는 기공, 갈라짐 등을 예방하기 위해 브러싱(BRUSHING) 작업을 시행한 후 재도장 한다.
- ② TOUCH-UP 요구되는 부위는 POWER BRUSHING 작업을 한 후 시행한다.

라. 도장작업검사

1) 적용범위

본 검사기준서는 한국 강구조협회의(KASC) 강교품질기준서에 따라 교량구조물의 중방식 도장작업 및 검사기준서에 대해 적용되어진다.

2) 적용기준

- 도로교 표준시방서
- 강도로교 용접 및 도장 요령서(건설교통부 : 98. 11)
- S.S.P.C : 미국철강 구조물 도장 협회
- S.I.S : 스웨덴 규격 협회
- 도료 제조원의 기술 지침서

3) 용어의 정의

- ① 표면처리 검사(소지처리) : 피도면의 표면처리 상태가 하도 도장에 적합한가의 여부를 판정하는 것.
- ② 도장검사(하도, 중도) : 하도도장 상태가 후속도장을 위하여 적합한가의 여부를 판정하는 것.
- ③ 최종검사(FINAL INSPECTION) : 도장 사양서에 명기된 색상, 도막두께, 광택, 외관상태 등 도장상태의 적합여부를 판정하는 것.

4) 도료

○도료규격

특별시방서에 요구되어지는 품질기준을 만족하여야 한다.

○도료 보관

- ① 통풍이 잘 되고 직사광선 및 화기로부터 안전한 장소에서 보관하여야 한다.
- ② 도료용기의 라벨이 손상되지 않아야 한다.
- ③ 눈, 비 및 이슬 등에 노출되지 않아야 한다.
- ④ 도료의 보관창고 온도는 도료 제조원의 기술 지침서에 따른다.
- ⑤ 도료의 침전을 막기 위해 정기적으로 용기를 뒤집어 주어야 한다.
- ⑥ 도료의 사용기한은 제조일로부터 1년 이내로 한다.(단, 도료제조원의 지침서에 따른다.)
- ⑦ 도료는 완전히 밀봉된 상태로 현장에 인도되어야 하며, 보관도 완전히 밀봉된 상태로 이루어지도록 한다.

5) 도장

○도장조건

- ① 최적의 도장온도 범위는 15℃~32℃ 사이이며, 일반적으로 4℃ 이하, 43℃ 이상에서는 도장을 하지 않아야 한다.(단, 도료제조원의 지침서에 따른다.)
- ② 철표면의 온도가 이슬점보다 3℃ 이상 높아야 한다.
- ③ 최적의 습도범위는 40~80% 이다.(단, 도료제조원의 지침서에 따른다.)
- ④ 표면처리후 원칙적으로 4시간 이내에 도장을 실시하여야 한다.
- ⑤ 피도장물 상태에 대한 도장제한은 아래와 같다.

<표 7.3.13> 피도장물 상태에 대한 도장제한

번호	표 면 상 태	대 책
1	피도장면에 결로 등으로 오염되었고 이 상태가 계속 될 것으로 예측되는 경우	에어블로우 또는 걸레질로 제거하거나 예열 혹은 환풍기 등을 가동, 제거한다.
2	피도장면내 토양, 모래, 먼지, 기름, 기타 이물질이 부착되어 있는 경우	알칼리 세척 또는 수, 동력 공구 등으로 청소 실시
3	옥외도장으로 강우, 강설, 강풍 등 자연 악영향이 있는 경우 또한 도장막에 악영향이 있을 것으로 예상되는 경우	악 기상조건에서는 작업중지 또는 도장장내에 반입하여 도장조건(온도, 습도, 이슬점 등)을 체크한 후 도장여부를 결정한다.
4	도장막 건조중 이물질의 부착이 예상되는 경우	도장작업중지, 적당한 덮개를 씌운다.
5	규정된 소지조정이 안된 경우	재소지조정을 실시
6	사용도료가 사용가능한 기간이 초과한 경우	사용기한이 초과된 것은 폐기
7	기온 및 상대습도가 도장조건을 초과한 경우	도장조건에 부합되도록 대기조건을 조정한다.

○ 층간도장 처리기준

<표 7.3.14> 층간도장 처리기준

번 호	항 목	처 리 기 준	비 고
1	습 기	육안으로 보이는 부분이 없어야 한다.	
2	염 분	육안으로 보이는 부분이 없어야 한다.	
3	유 지 분	육안으로 보이는 부분이 없어야 하며 단, 용제로 문지른 자국은 허용한다.	
4	징 크 염	침전물은 제거하여야 하며, 단, 자국은 허용한다.	
5	용접 화염	제거하여야 한다.	
6	분필 자국	제거하여야 한다.	
7	마킹 페인트	제거하지 않아도 된다.	
8	먼지, 이물질	제거하여야 한다.	
9	스프레이 더스트	제거하여야 한다.	
10	STRIPE COAT	용접선, 끝단면, 구멍, 구석진 곳 등 도장(스프레이)이 어려운 곳 등의 부위에는 STRIPE COATING 실시.	
11	불탄 곳 및 손상부위	수, 동력 공구를 사용하여 제거하여야 하며, 손상부위의 주변은 턱같이 작업을 하여야 한다.	
12	재도장 간격경과	새로운 표면조도를 형성시켜야 하며 도료제조원의 감리자 조원 및 기술 지침서에 따른다.	

6) 도장검사

○ 검사 측정기구

- ① 표면조도 측정기
- ② 대기오염 측정기
- ③ 철표면 온도측정기
- ④ 습도계 및 이슬점 계산기
- ⑤ 습도막 측정기
- ⑥ 건조도막 측정기
- ⑦ 부착력 측정기

○ 도료검사 및 육안검사

<표 7.3.15> 검사기준 및 조치사항

검 사 항 목	검 사 기 준	조 치 사 항
도료규격	특별시방서에 따른다. 제조업체 시험성적서에 의함. 최초 입고시는 공인기관 시험성적서	사용불가
도료보관	10~38℃ 보관온도(단, 도료제조원의 지침서에 따른다.) 직사광선을 받지 않는 곳	사용불가
사용가능기간	제조일로부터 1년(단, 도료제조원의 지침서에 따른다.)	사용불가
대기조건	대기온도 및 철표면온도 10℃(5℃) 이상 상대습도 80%(85%) 이하 이슬점 온도 : 대기, 철 표면온도가 이슬점 온도보다 3℃ 이상 안개, 서리, 비가 오는 날 작업불가	- 대기조건이 검사기준에 맞도록 시설보완 조치하거나 전문검사요원과 협의하여 대책수립(철표면가열, 도장면 가열 등) - 도료제조원의 지침서 준수
피도장물 상태	- 결로가 생성시 - 흙, 모래 등 이물질 오염시 - 도막건조기간동안 이물질이 부착될 경우 - 오일, 구리스 등 유기오염물질로 오염시 - 규정된 표면처리 불량시	- 핫 에어블로우 - 스위핑 혹은 샌드 페이퍼링으로 이물질 완전 제거 - 덮개로 이물질 부착 방지 - 블라스팅, 파워툴 등으로 유기오염물 완전 제거 - 재표면처리
도막표면 상태	- 균열의 생성이 없을 것 (진흙균열 포함) - 고기는 생성이 없을 것 - 박리된 곳이 없을 것 - 흐름현상이 없을 것 - 홀리데이 스폿이 없을 것	- 동력공구나 샌드 페이퍼로 처리 후 재도장 시행
모서리, 절단면 도막두께	- 모서리, 가장자리로부터 2.5cm 이내 및 절단면의 도막두께를 일반부위 도막두께로 맞추려고 여러번 스프레이를 할 경우 이는 과도막이 형성되어 균열이 발생하는 하자를 야기하므로 일반부위의 도막두께 75% 이상을 기준으로 검사한다.	- 모서리부위 및 절단면을 도장할 때는 주위의 과도막형성(200 μ m 이상)에 각별히 주의하여야 하며, 과도막형성에 의해 균열발생우려가 있다고 판단시에는 전문검사요원이 제시하는 방법을 따른다.

○ 도막측정

(1) 측정시기 및 방법

- ① 도막측정은 도장막이 완전히 건조된 상태에서 실시하며 하도, 중도, 상도 등 각 스테이지(STAGE)별로 실시한다.
- ② 코너부위, 홀부위, 용접선으로부터 2.5cm 이내에서는 도막측정을 하지 않는다.
- ③ 단위부재당 20~30개소(1개소당 5점측정 평균)를 측정한다.

(2) 판정기준

- ① 측정단위의 각각의 평균값이 시방서의 규정 도막두께보다 커야 하며, 각각의 측정 평균값은 시방서 상의 규정도막두께의 90% 이상이어야 한다.
- ② 샵프라이머(SHOP PRIMER)(1회, 20 μ)는 도막두께 계산에서 제외시킨다.

○ 도막 부착력 측정방법

(1) 테이프 테스트(TAPE TEST)에 의한 부착력 측정방법

① 장비명 : 칼(KNIFE), 크로스 커트 테스터(CROSS CUT TESTER)

② 용도 : 도막을 절단(CUTTING)하여 그 위에 테이프를 붙였다가 떼어냄으로써 금속 표면에 대한 도막 및 도료 층간의 부착력을 측정하는데 사용.

"A"방법 : 현장에서 실행하기에 적당

"B"방법 : 실험실에서 실행하기에 적당

③ 측정방법

"A"방법 : X-절단 테이프 테스트(도막두께가 $125\mu\text{m}$ 초과인 경우) 철표면의 도막 위에 X-절단을 한후 그 절단부위에 대해 압에 민감한 테이프를 붙였다가 떼는 방법

"B"방법 : 크로스 절단 테스트(CROSS CUT TEST)(도막두께가 $125\mu\text{m}$ 미만인 경우) 철표면의 도막위에 격자상으로 6~11번 절단한 후 그 부위에 대해 압에 민감한 테이프를 붙였다가 떼는 방법이며 격자상의 도막이 어느 정도 떨어졌는가를 측정한다.

- 건조도막 0~50 μ 일때 : 1mm 간격

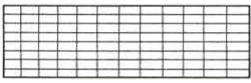
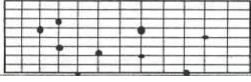
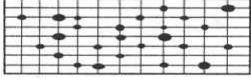
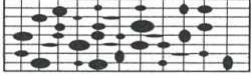
50~125 μ 일때 : 2mm 간격

"C"방법 : impact 테스트(dupon식 Test)(도막두께가 $125\mu\text{m}$ 미만인 경우) 철표면의 도막두께 1m 높이에서 일정한 중량(0.5kg)을 떨어뜨려 도막주위를 관찰하여 측정하는 방법

(2) 판정기준

① 크로스 절단 테스트인 경우 : 육안 또는 확대경으로 보아 3B등급 이상이 되어야 한다.

<표 7.3.16> 크로스 절단 테스트 상태 및 내용

등 급	상 태	내 용	비 고
5B		격자가 깨끗함	
4B		격자면적의 5% 이내 영향	
3B		격자면적의 5~15% 영향 한 격자도 완전히 박리되는 것이 없는 상태	
2B		격자면적의 15~35% 영향	
1B		격자면적의 35~65% 영향	
0B		대부분 벗겨지거나 떨어짐(65% 이상)	

- ② X-절단 테이프 테스트인 경우 : 육안 또는 확대경으로 보아 3A등급 이상이 되어야 한다.

<표 7.3.17> X-절단 테이프 테스트 등급 및 상태

등 급	상 태	비 고
5A	벗겨짐이나 떨어짐이 없을 것.	
4A	흠집면을 따라 벗겨짐 이나 떨어짐의 흔적이 있음.	
3A	양쪽에 1.6mm까지 흠집면을 따라 톱니모양의 떨어짐이 있음.	
2A	양쪽에 3.2mm까지 흠집면을 따라 톱니모양의 떨어짐이 있음.	
1A	테이프 밑의 X가 대부분 떨어짐.	
0A	X자 지역을 넘어서도 떨어짐.	

○ 돌리 테스트(DOLLY TEST)에 의한 부착력 측정방법

① 장비명 : 돌리 테스터(DOLLY TESTER)

- ② 용도 : 도막을 절단하지 않고 장비를 사용하여 금속 표면에 대한 도막의 부착력을 측정하는데 사용

③ 측정방법

- 강력한 부착력을 가진 본드(BOND)를 사용하여 시험용 PIN과 도막에 완전하게 부착후 본드의 완전 건조여부를 확인한다.
- 시험용 핀 둘레를 커터를 사용하여 절단한다.
- 돌리 테스터의 후크(HOOK)를 도면에 부착된 시험용 핀에 완전하게 건다.
- 돌리 테스터의 본체에 부착되어 있는 핸들을 돌리면 본체에 표시된 눈금으로 바늘이 움직이는데 도료의 부착력 이상으로 핸들을 돌리면 떨어지는데 떨어질 때의 눈금이 (파운드 혹은 PSI로 표기됨) 도료의 부착력임.

④ 판정기준

- 도료 제조원의 지침서에 따른다.(일반적인 부착력 기준은 200PSI 이상임)

<표 7.3.18> 강재거더 도장공법 비교표

구 분			제1안 하이폴리머 아크릴계 도장(NOXYDE)	제2안 내후성 도장(우레탄)	제3안 중방식 도장(염화고무)
개 요			본교량의 도장은 부식 및 도장박리등 손상이 있는 부분에 대해 전면 도장을 시행함 표면처리(조도) 방법 검토 방청 효과의 극대화 환경 오염 방지 작업원의 안전(환기 및 화재) 확보 유지 보수용 용이성 도시미관(색상) 고려 경제성 검토		
도 장 사 양	내부	하도 상도	수용성 하이폴리머 175μ 수용성 하이폴리머 175μ	무기징크 75μ 에폭시계 100μ	무기징크 75μ 염화고무계 100μ
	외부	하도 중도 상도	수용성 하이폴리머 160μ 수용성 하이폴리머 160μ 수용성 아크릴 30μ	무기징크 75μ 에폭시계 100μ 우레탄계 80μ	무기징크 75μ 염화고무계 100μ 염화고무계 80μ
표 면 처 리 등 급			SSPC- SP3, st3 (동력공구세정)	SSPC SP-10, Sa2½	SSPC SP-10, Sa2½
방 청 원 리			수용성 하이폴리머를 이용하여 부식성 물질의 접촉을 차단하는 방식	무기질 징크도료의 음극보호방식+중상도의 하도 보호기능에 의한 방식	무기질 징크도료의 음극보호방식+중상도의 하도 보호기능에 의한 방식
내 구 년 한			25년	20년이상	10~15년
장 점			심한 부식환경하에서 방청력, 내후성이 우수함. 공사기간 단축 및 경제성 우수 유기용제가 없어 환경규제 없음 비계등 가시설이 비교적 간단함 색상제한이 없음 협소공간 작업 유리 유지보수가 용이	심한 부식환경하에서 방청력, 내후성이 우수함. 우수한 방청력과 경제적인 사양으로 국내에서 최근에 사용사례가 증가 추세임. 유지비용이 비교적 경제적. 색상에 제한이 없다. 유지, 보수가 용이.	심한 부식환경하에서 방청력이 우수 기준에 가장 일반적으로 사용하고 있는 도장사양 초기 도장비가 저렴하다. 색상에 제한이 없다. 유지, 보수가 용이하다.
단 점			중방식 도장에 비해 공사비 저가 습기가 많은 곳에서(85%이상) 건조 지연	초기 도장비가 염화고무 사양에 비해 비교적 비싸다. 유기용제 사용으로 환경오염	내구년한이 비교적 짧다. 유기용제 사용으로 환경오염
특 기 사 항			동력공구세정으로 협소한 공간에서 작업 시 유리하며 경제적으로 현재 상용범위가 증가하고 있는 도장 사양임 (한강대교, 반포대교, 동작대교등)	내후성이 우수하여 염화고무 사양에 비하여 내구 연한이 향상되었음에도 불구하고 가격이 비교적 경제적이라 최근 상용범위가 증가하고 있는 도장 사양임. (성수대교, 돌산대교, 신행주대교등)	재래식 도장사양인 알키드계 도료에 비하여 내구 연한이 우수할뿐 아니라 초기투자 비용이 저렴하여 현재 가장 일반적으로 적용된 도장 시스템 (반포대교외 80년대 대부분의 한강교량)

7.3.6 교면 재포장

가. 교면포장의 목적

교면포장은 교통하중에 의한 충격, 빗물, 기타의 기상 조건으로부터 교량의 상부 바닥판을 보호하고 동시에 이용교통 차량에 쾌적한 주행성을 제공한다.

1) 교면포장의 소요 특성

- ① 승차감 : 평탄한 표면 유지로 승차감 확보
- ② 안전성 : 미끄럼에 대한 저항능력, 마찰저항성 확보
- ③ 내구성 : 차량의 제동, 추진 및 기후환경에 대한 안정성 확보로 유지보수 주기 감소
(소성변형, 쇼빙 등 파손감소)
- ④ 불투수성 : 방수성능 유지로 제빙염, 우수의 침투로 인한 구조물 손상 방지.
- ⑤ 접착성 : 포장 하부 즉 강상판/콘크리트 상판과의 부착특성 유지로 부식방지
- ⑥ 유연성 : 교량의 신축/팽창 및 처짐, 진동에 따른 응력을 흡수하고 교통충격에 저항
- ⑦ 사하중 감소 : 교량 사하중을 감소시켜 경제성 및 구조물 내구성 확보

다. 아스팔트 포장의 파손형태 및 해결방안

1) 파손형태

아스팔트 도로의 파손 형태로는 소성변형과 균열이 있으며, 그밖에 밀림, 차바퀴 눌림, 패임, 플러싱, 마모, 라벨링 등이 있으나, 국내 아스팔트 포장도로의 주요 파손원인은 소성변형에 기인한다.

2) 포장시기별 파손형태

소성변형은 포장 후 단기간 내에 발생하고 피로균열은 장기간에 걸쳐 발생하는 등 아스팔트 포장은 시기별로 파손형태가 다르게 나타나며, 개략적인 시기별 파손 유형은 다음과 같다.

3) 파손원인

① 소성변형 (Rutting, Permanent deformation)

여름철 고온에서 아스팔트의 점도가 감소한 상태에서 포장체에 가해지는 반복 교통하중에 의하여 상하 또는 좌우로 발생하는 영구변형으로 공극율, 교통조건을 고려치 않은 아스팔트 선정, 시공불량, 교통하중 과다 등의 요인에 의하여 주로 발생되며, 국내 포장도로의 가장 큰 문제점이다.

② 균열 (Cracking)

균열은 포장체에 가해지는 반복하중에 의해 포장체 하부로부터 발생하는 피로균열 (Fatigue Cracking)과 겨울철 온도변화로 인해 포장체 상부로부터 발생하는 저온균열 (Low Temperature Cracking)이 있으며, 탄성 및 유연성이 부족한 아스팔

트, 굵은 골재 과다, 아스팔트함량 부족 등의 요인에 의하여 발생한다.

4) 소성변형 방지대책

일반적으로 소성변형과 균열방지를 위한 조치는 서로 상반되기 때문에 항상 두가지 성능을 동시에 고려하여 대처하여야 한다.

<표 7.3.19> 교면포장 시기별 파손 유형

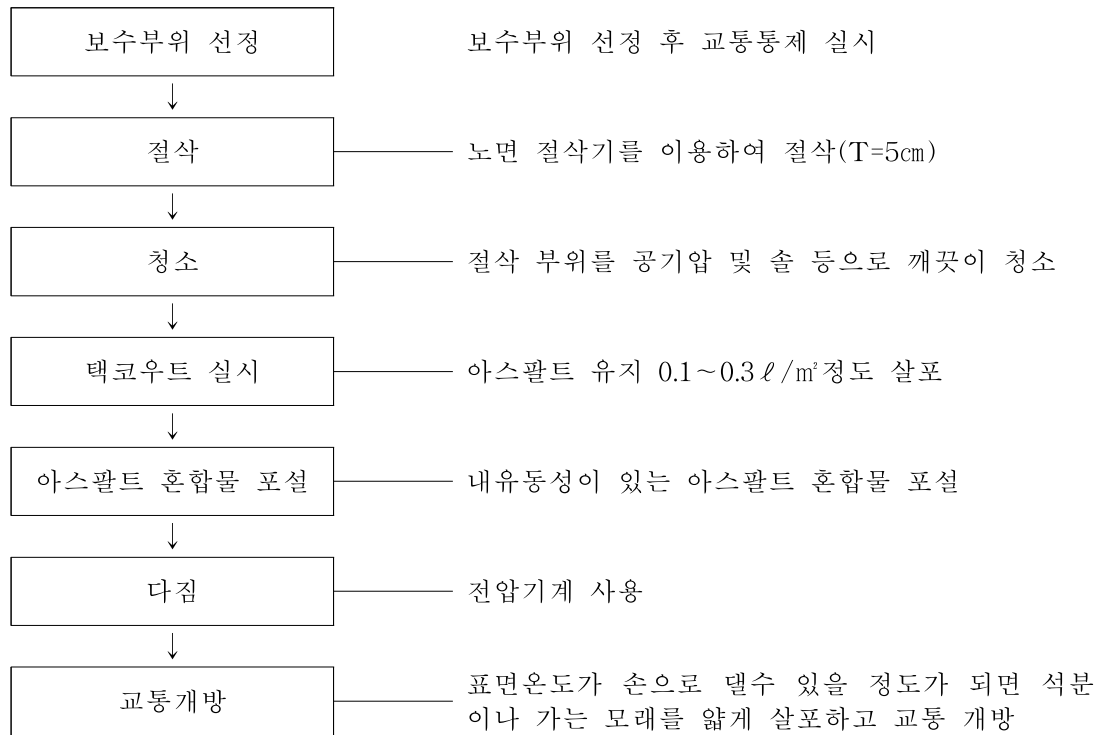
구분	초기 (시공 후 1~3년)	후기 (시공 후 3년~)
파손 유형	· 소성변형 (Rutting) · 밀림 (Shoving) · 차바퀴눌림 (Corrugation) · 패임 (Pot Hole) · 포장체 부등 침하에 의한 균열 및 변형	· 피로균열 (Fatigue Cracking) · 저온균열 (Low Temp. Cracking) · 마모 (Polishing) · 라벨링 (Raveling)

나. 시공방법

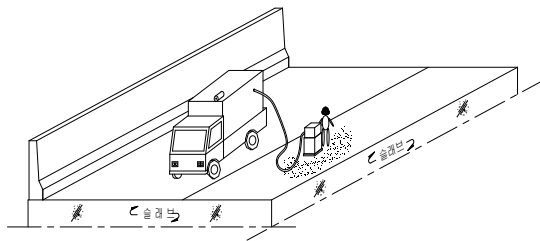
절삭 오버레이 공법은 노면 절삭기를 이용하여 기존포장면을 4cm~5cm 정도 깎아낸후 오버레이 재포장을 실시하므로 재포장에 의한 사하중 증가가 없는 것이 장점이다. 본 교량의 포장층은 아스콘 코아 채취를 통한 포장두께 측정결과 6.5cm 이상이나오므로 4~5cm를 절삭하고 오버레이를 수행하면 교량의 유지관리 측면이나 주행성면에서 양호한 것으로 판단된다.

- 시공방법 및 주의사항

- ① 절삭오버레이에는 절삭만해도 좋은경우와 포장두께의 부족분까지 두껍게 포설해야 하는 경우가 있다.
- ② 노면 절삭의 방법에는 상온의 상태에서 기계적으로 절삭하는 방식, 포장면을 버너 등으로 가열해서 포장면을 연화시켜 얇게 깎아내는 방식이 있다.(상온방식의 전용 기계에는 주행형식에 따라 크롤러형과 휠형이 있음.)
- ③ 절삭 중 기계가 좌우로 기운다든지 진행방향을 올라갔다 내려갔다 하지 않도록 주의하고 계획눈높이에 맞춰 정확히 절삭한다(절삭깊이가 깊은 경우에는 반복해서 작업하는 것이 좋음.)
- ④ 절삭폐재는 깨끗이 제거하고 특히 절삭된 부분에 절삭폐재 등이 남지 않도록 주의한다.



<그림 7.3.11> 절삭 덧씌우기(Over-Ray)공법 시공 흐름도



다. 교면포장재

교면포장재는 내구성 및 피로저항성이 우수하고 소성변형에 강한 개질아스팔트에 대하여 <표 7.3.20>에 비교하였다.

<표 7.3.20> 교면포장재의 비교

구 분	SBR LATEX 아스팔트	SMA아스팔트	SBS아스팔트
개요	- 고무제품인 SBR을 물과 50:50으로 분산시켜 현탁액 형태(LATEX)로 생산 STYRENE BUTADIENE RUBBER). - 아스콘 공장에서 현장배합 (PLANT MIX)	- 일반아스팔트인 AP-5를 BASE 아스팔트로 하여 조골재 및 BITUMEN과 섬유를 보강한 MASTIC을 혼합하여 생산 - 기존의 아스팔트 믹싱 플랜트에서 생산	일반아스팔트인 AP-5를 BASE 아스팔트로 하여 정유공장에서 고무제품인 SBS를 물리 화학적으로 개질 시켜 생산(PREMIX)
특징	ASCONPLANT의 MIXER 내에서 골재와 배합될 때 수분증발과정에서 건조된 골재의 건조상태가 나빠지고, 급격한 수분건조 후 고형분의 고무만 남게되므로 점도의 급격한 증가로 골재와 혼합에 세심한 주의가 필요하다.	- SMA 혼합물의 구성은 크게 골재, 아스팔트, 섬유첨가재(fiber)의 3종류로 나뉨 - 일반 밀입도 아스팔트 혼합물과 달리 골재의 사용 측면에서는 굵은골재가 상대적으로 다량으로 사용되고, 다량의 굵은골재 사용에 따른 탈리 및 균열에 대한 저항성을 향상시키기 위하여 상대적으로 많은 양의 아스팔트가 사용됨 - 많은 양의 아스팔트의 흘러내림과 블리딩을 방지하기 위한 섬유첨가재가 추가되며 다량의 채움재가 사용된다는 것이 SMA 혼합물 구성상 특징임	분자결합형 SBS PMA는 완전 국산화된 사전배합(Pre-Mix) 형태의 제품으로 아스콘 플랜트에서 별도의 추가 설비나 인력없이 일반아스팔트 혼합물과 동일한 방법으로 그 혼합물을 생산하며 일반아스팔트 혼합물과 동일한 다짐장비를 활용하기 때문에 시공이 매우 편리함
장단점	- 소성변형 저항성 우수 - 노화 방지(AGING) - 접착력우수 - 저온균열 저항성 우수 - 교량상 시공실적이 다수 - 외국의 수입에 의존	- 과중한 교통량과 높은 온도에 의한 소성변형에 대하여 저항력이 좋다. - 유연성이 좋아서 낮은 온도에서 균열이 없다. - 마모에 대한 저항력이 좋다. - 내구성이 우수하다. - 소음이 적다. - 교량상의 진동에 의한 균열의 발생우려가 있다.	- 소성변형 저항성 우수 - 저온/피로균열(CRACK) 방지효과 우수 - 노화 방지(AGING) - 방수효과 우수 - 탄성이 우수하여 진동에 대한 저항성 우수 - 타 개질 아스팔트에 비하여 경제적이다. - 국내의 시공실적이 많지 않음.

7.3.7 교면방수 공법

가. 개요

방수층은 일반적으로 시트계통 방수재료 또는 용제계통 방수제를 살포 또는 설치하거나 방수성능을 가진 포장혼합물 등을 포설하여 방수층을 형성시킨다. 여기서는 용제계통 방수제 중 도막식과 침투식에 대하여 비교 설명한다.

용제계통 방수제는 클로로플렌고무 등에 휘발성용제로 희석한 용액으로 이것을 바닥판 위에 도포하거나(도막식), 살포침투(침투식)시켜 휘발 건조하여 고화시키면 방수층이 형성된다.

나. 시공방법

- 1) 교면 방수는 철저히 시공한다.
- 2) 교면의 중·횡구배로 방수제가 한 곳으로 고이지 않고 상판 전부분에 두께가 균일해 질 수 있도록 시공에 주의한다.
- 3) 방수제의 시공을 단일층으로 시공하게 되면 두께가 불균일해지는 경우가 많으므로 2~3회 나누어 도포하고 블리스터링의 발생이 최소화되도록 유의하며, 발생시에는 구멍을 뚫어 공기를 빼내고 방수제 특성에 맞게 블리스터링 발생 부분에 재시공을 실시한다.
- 4) 방수층을 시공한 후 양생 중과 아스콘 포설시에 공사에 필요한 장비와 인원 이외의 출입을 철저히 제한하여야 하며, 방수층과 포장층의 접착을 방해하는 이물질 등의 반입을 최소화하여 오염에 대비하여야 한다.

다. 교면 방수재 선정

<표 7.3.21> 교면방수재의 비교

구분	도 막 식 방 수		쉬트 방수	침투식 방수 (폴리머)
	구스톤(아스팔트계)	클로로프로펜(고무계)		
공법 개요	• GUSS를 COOKER에 고온(220℃)으로 녹여 교면에 포설 • 유리섬유메쉬 설치	• 고무롤 톨루엔 등의 용액에 녹인 액체를 교면에 포설	• 부직포 등에 가열용해한 고무혼합 아스팔트를 함침시킨 쉬트를 교면에 접촉시킴.	• 콘크리트 슬라브표면의 미세 공극에 방수재를 침투시켜 방수막 형성
재료 /성분	• 구스톤 (폴리머변형 아스팔트계) • 유리섬유 메쉬	• 고무롤 톨루엔등에 녹인 액상재료	• 고무화 아스팔트 및 폴리에틸렌복합 방수 시트	• 폴리머
시공 방법 (공정)	• 교면정리→프라이머 도포(1회)→유리섬유메쉬 설치→구스톤(고온용융)포설→규사살포	• 교면정리→프라이머 도포(2회)→방수층시공(상온)	• 청소→프라이머도포→쉬트부착(접착제 또는 토치 가열)	• 레이턴스제거→폴리머몰탈 보수→폴리머 함침→규사살포
장점	• 고온(200℃)의 구스액 포설로 이음 없는 방수층이 형성되어 방수성 우수 • 높은 접착성으로 밀림현상 없음. • 유리섬유메쉬 시공으로 인장강도 탁월 • 식음과 동시에 아스콘 표층 포설이 가능하여 작업시간 단축 • 균열 추종성 양호	• 공사비 비교적 저렴 • 고무계로서 균열 추종성 양호	• 내한 내열성 우수 • 균열 추종성 양호	• 교량상판 열화부 폴리머콘크리트 단면보강으로 내하력증대 • 노후상판 콘크리트폴리머 함침강화 • 규사살포로 상부아스콘층과의 부착력증대
단점	• 방수장비 소요	• 시공이 복잡하고 긴 양생시간 (72시간이상) 소요 • 포장층 밀림현상 발생 • 시공관리가 다소 곤란 (기포발생, 도막두께 형성 곤란) • 휘발성 용제 사용으로 화재위험 및 환경에 악영향	• 요철부 시공 곤란 • 부착력이 부족 • 밀림현상 발생 • 시공 실적이 적다.	• 균열 발생시 대책없음. • 침투깊이 확인곤란 • 재살포시 추가 침투불가능 • 표층 시공시 별도의 텍코팅 필요
시공 두께	2~3 mm	0.8~1.2 mm	3~4 mm	1~2 mm

7.3.8 아스팔트 쉐링 보수

가. 개요

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.

나. 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 40mm까지 조절이 가능하며 폭은 12mm로 컷팅한다.

2) 균열부 청소 및 건조

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

3) 실런트의 준비

적절한 실런트의 사용은 균열보수에서 필수적이다. 실런트는 ASTM D3405의 규격을 만족해야 한다. 또한 균열 실런트는 공급자가 제공하는 사용 규격에 따라 시행되어야 한다. 여기에는 최소한 최소 재료가열온도, 주입온도, 교통개방가능 온도 등이 명기되어야 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℃)	3.0mm 이하
접착성(-29℃)	세 번의 사이클 실험에서 재료이탈이 생기면 안됨
탄성회복률(25℃)	최소 60% 이상 회복
아스팔트 친밀도(60℃)	실런트와 아스팔트의 접착성이 보장되어야 함

○ 흐름도(Flow)

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

○ 접착성(Bond)

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

① 대체방법: 대체방법으로는 3.2mm/hr의 일정한 비율로 12.7mm까지 인장하는 방법도 있다.

② 재압축: 인장후 실험재료를 2시간 동안 회복시키고 실런트를 재 압축시킨다.

③ 반복횟수: 재압축이 수행되는 팽창실험이 3회의 반복으로 시행한다.

○ 탄성 회복률(Resilient)

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

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

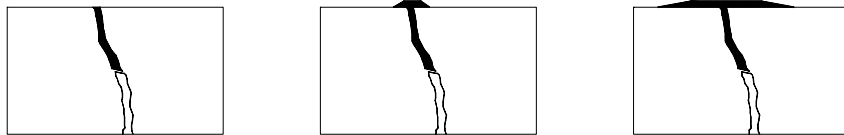
○ 아스팔트 친밀도(Asphalt Compatibility)

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

에 준한다.

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

(b) Crack Sealing의

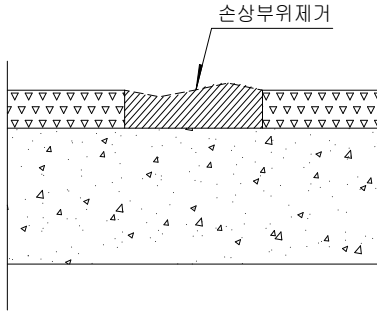
7.3.9 아스팔트 패칭

가. 적용범위

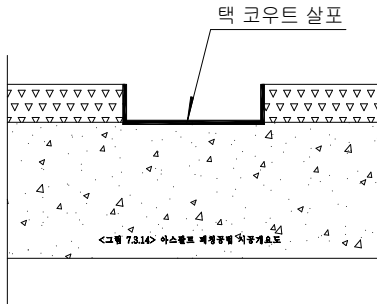
- 패임, 함몰 등의 아스팔트 손상에 적용한다.
- 부분적인 아스팔트보장의 보수에 사용되는 공법으로, 보수의 긴급성에 따라 가열 혼합식과 상온혼합식으로 나누며, 보수효과가 좋은 가열혼합식을 사용하는 것으로 한다.
- 패칭보수 완료 후 신·구 아스콘 접속부에서 체수가 될 수 있으므로, 접속부의 마무리에 유의하여야 한다. 포장의 절취는 상판면까지 행하고, 택코우트 및 도막방수는 상판뿐만 아니라 측면까지 잘 도포 한다. 아스팔트 패칭보수는 작업의 효율성 및 보수효과를 위해 1.0m × 1.0m를 기준으로 한다.

나. 시공방법

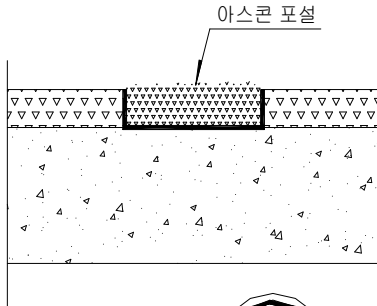
- ① 안전관리기준에 의거 안전시설 설치 후 교통통제를 실시한다.
- ② 제거부분을 양호한 포장면과 30cm 정도 겹쳐지게 페인트 등으로 표시한다.
- ③ 로드컷터기를 사용하여 차량진행 방향과 나란하게 직각 절단하고 브레이커로 파쇄한다.
- ④ 절삭구간은 바스켓을 이용하여 부산물을 모두 제거하고, 특히 절삭면에 분리되어 있는 잔재는 인력으로 압축공기를 이용하여 가열, 건조시킨다.
- ⑤ 바닥면과 옆면에 수동 살포기 및 인력을 이용하여 택코팅을 실시한다.
- ⑥ 아스팔트 혼합물 포설.
- ⑦ 탠덤로라를 사용하여 충분히 다짐을 실시한다.
- 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.



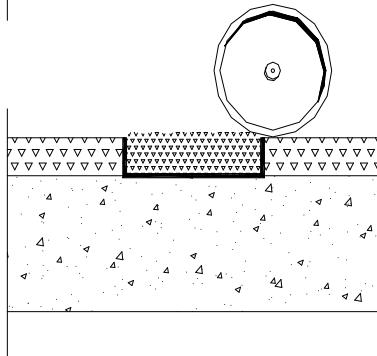
1. 파손된 부분보다 30cm 정도 크게 절삭기를 이용하여 절삭한다.
2. 제거하는 부분은 수직으로 정사각형 또는 직사각형의 형상을 만든다.
3. 차량 진행 방향에 직각으로 해야 한다.
4. 포장의 절단은 면이 고르게 나올 수 있도록 해야 한다.
5. 먼지 및 부스러기를 깨끗이 청소한다.



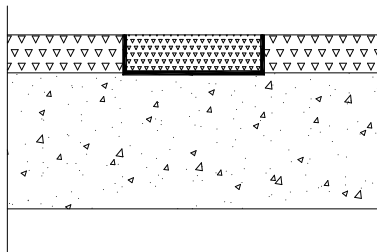
1. 급속 경화형 커트백 아스팔트를 이용하여 택 코우팅을 실시한다.
2. 택 코우트는 적정량을 균일하게 살포하는 것이 중요하므로 시험 살포를 통하여 디스트 리뷰터의 속도와 살포량의 관계를 파악하여 두는 것이 중요하다.
3. 절삭된 면에도 택 코우트를 실시하여 기존 포장면과의 접착력을 증가시켜야 한다.



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 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.

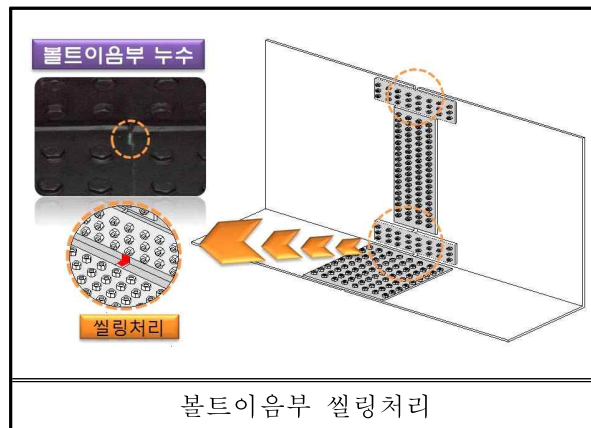
7.3.10 현장이음(Splice)부 틈 실링보수

가. 개요

주형내부 볼트이음부 틈에 대해 충전이 미 실시 되면 우수가 유입되어 거더 내부에 표면부식이 발생될 수 있으므로 장기적인 유지관리 및 내구성 확보 차원에서 실리콘 충진을 하여야 한다.

나. 보수 개요도

거더 내부 볼트이음부와 다이아프램에는 연결틈새와 스켈럽이 발생되며, 이 부분을 통한 우수 등 수분이 유입되어 내부에 물이 고일 수 있으므로 이를 차단하기 위하여 충전재 작업을 다음과 같이 실시한다.



<그림 7.3.15> 실링처리 방안

다. 충전방법

- ① 바탕면에 묻은 이물질 등은 신나로 깨끗이 닦아내고, 건조시킨다.
- ① 두께가 균일하고, 평활하도록 충전재를 시공하며, 교량의 도장계열과 상용성이 가장 좋은 재료로서 현장에서 시공이 용이한 1액형 우레탄 실린트를 사용한다.
- ① 색상은 강교의 마감 색상을 고려하여 동일한 계열을 선택하는 것이 바람직하다.

7.3.11 조류 퇴치시설 설치

가. 개요

거더 내부에 조류의 출입 및 서식으로 인한 배설물오염이 발생되면 강재 거더의 부식을 초래하고 시설물의 미관 및 위생상의 피해가 있으므로 조류 퇴치시설을 설치하여 시설물의 손상을 방지하여야 한다.

나. 공법 비교안

<표 7.3.22> 조류 퇴치방안 공법 비교

구 분	그물망 설치	스파이크 설치	조류기피제 설치
형 태			
특 징	·가격이 저렴 ·넓은 장소 및 교각 주변 완전 차단 불가 ·서식지 폐쇄로 효과 우수 ·유지관리 곤란 및 미관 저해	·설치가 간편 ·주서식지 그물망 설치 병행 필요 ·설치장소 외 내부공간 서식 가능 ·유지관리 곤란 ·미관 다소 불량 ·공사비 고가	·간편한 시공 ·설치구역 대비 효율성 높음 (광범위) ·시간경과에 따른 효과 저감
시공 방법	·양쪽 모서리에 고정하여 그물망 설치	·스파이크 니들 표면에 접착제나 나사를 이용 원하는 장소에 표면을 접착	·케이스에 약액주입 후 실리콘 고정
검토 의견	친환경적이며 시공 장소에 제약을 받지 않고 경제적인 공법을 채택하는 것이 적합할 것으로 판단됨		

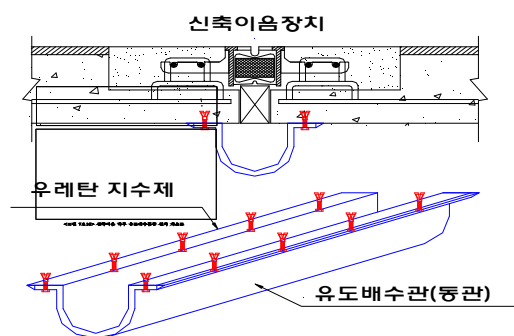
7.3.12 신축이음 하부 유도배수관 설치

가. 현황

가천교의 신축이음부 우수유입으로 인한 받침장치 및 강재거더 단지점부 하부플랜지, 수직보강재의 부식이 발생할 우려가 있으므로 신축이음의 누수로 인한 주변 부재의 부식에 대한 근본적인 방안으로 신축이음부 하면에 반영구적인 동관, 스텐레스 등의 재질을 사용한 유도배수홈통을 설치하여 상부 우수유입으로부터 강재부식을 방지할 수 있는 유도배수홈통 설치 방안을 제안하고자 한다.

나. 시공방법

유도
배수
홈통
설치
방안



7.4 유지관리방안

7.4.1 유지관리개요

본 유지관리방안은 "시설물의 안전관리에 관한 특별법"규정에 따라 고시된 안전점검 및 정밀안전진단지침과 관련하여, 가천교에 관한 상세한 유지관리지침을 제시하여 과학적이고 체계적인 유지관리를 도모함에 있다.

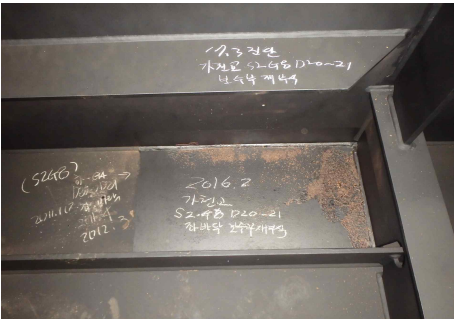
교량의 유지관리는 교량의 기능과 사용재료의 성능저하 등을 신속 정확히 조사, 측정, 평가하여 이에 대한 적절한 조치를 취함으로써 사용자의 안전과 원활한 교통흐름을 확보함과 동시에 향후 교량 유지관리에 필요한 자료를 얻는 것을 목적으로 실시하며, 세부목적은 다음과 같다.

- 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.

7.4.2 부재별 중점 유지관리 항목

구분	중점 유지관리 항목	조치방안	비고
교면포장	★아스콘 망상균열 ★아스콘 균열, 패임	망상균열부 재포장 아스콘 균열보수	
콘크리트 방호난간	★재균열(c/w=0.3mm이상) ★콘크리트 백태	균열 진전여부 유지관찰	
배수시설	★배수관 길이부족	배수관 길이연장	
신축이음	★후타재균열 ★배수로 파손	유지관찰 배수로 설치	
바닥판하면	★균열(c/w=0.3mm미만) ★종조인트 누수흔적 및 백태	유지관찰 표면보수	
STB	★외부 강재 도장 긁힘, 박락 ★강재 변형 ★내부 도장 박락, 실링처리미흡	재도장(외부) 주의관찰 재도장, 실링보수	
받침장치	★부분 부식 ★받침물탈 철근노출	재도장(받침) 방청+단면보수	
교대 및 교각	★균열(c/w=0.3mm미만) ★누수흔적, 오염	유지관찰 표면보수	

구분	중점관리사항		비고
교면 포장	- 지속적인 유지관찰을 통한 추후 보수 계획수립 - 접속부 아스콘 패임 발생여부 확인		
	<교면포장 망상균열> (S1, 안심방향) 	<아스콘 패임> (S2, 범물방향) 	
방호벽	- 차량충돌 등 외적인 요인에 의한 콘크리트 파손 및 철근노출 발생여부 확인		
	<균열> (중앙분리대) 	<콘크리트 백태> (안심방향) 	
신축이음 장치	- 본체 손상여부 확인(고무재 파손, 이동유간, 단차, 충격음 등) - 후타재 균열 및 망상균열 진전여부 확인 - 신축이음 본체 토사퇴적 및 이물질퇴적 확인 - 신축이음 하부 바닥판 콘크리트 손상 및 누수 발생여부 확인		
	<유간사이 토사퇴적> (A1) 	<후타재균열> (A1) 	

구분	중점관리사항		비고
바닥판	- 포장손상에 따른 바닥판 손상 발생여부 - 바닥판하면 균열부 손상 진전 여부 - 콘크리트 백태 등 손상의 진전여부 확인		
	<캔틸레버 균열> 	<종조인트부 누수흔적, 백태> 	
STB	- 도장박리, 박락 발생 여부 확인 - 강재 부식에 대한 발생 여부 확인		
	<도장 긁힘> 외부(S2, G8) 	<강재 부식> 내부(S2-G8, D20-21) 	
교량받침	- 교량받침 가동여부 및 이동여유량 확보 여부 확인 - 우수유입에 따른 부식 및 거동여부 확인 - 편기 및 편위 발생여부 - 도장 박리, 박락에 대한 손상 유무 확인 - 2차부재 몰탈 균열, 파손 등 손상 유무 확인		
	<받침 부식> (P4 SH6) 	<무수축몰탈 철근노출> (A2 SH6) 	

구분	중점관리사항		비고
교대 및 교각	- 신축이음 하부 우수유입 여부, 우수유입에 따른 콘크리트 열화 진행 여부 확인 - 본체의 침하, 회전 및 수평이동 여부 - 교대 및 교각 균열진행 여부 확인 - 교각 기중하부 침식부 진전 여부		
	<교대 건조수축균열> 	<교각 누수흔적, 오염> 	

<표 7.4.1> 점검 및 진단시 접근방법과 유지관리 사다리 위치 및 점검통로 현황

범물동 방향		안심방향	
주형1 주형2 주형3 주형4 주형5 주형6 주형7 주형8			
구분	설치위치 및 접근방법		비고
BOX내부 진·출입로	시·종점부 지점 출입구를 통하여 점검		●
점검로 교량상부 (↓)	P1, P2, P3, P4(철도주의)		■
점검차 이용 점검 동선	S2, S3, S5 (S4경간 철도구간) - 상부 굴절차량 이용 점검, 하부 고소작업차 이용 점검		◇

<표 7.4.2> 유지관리 점검표

구조부재	점 검 부 위		점 검 항 목
교면포장	▷공통		• 균열 (미세, 선상, 격자형) • 소성변형 (요철, 바퀴자국, 단차) • 함몰 (패임) • 노면잡물 (구배불량)
	▷신축이음 전후 ▷구조물 경계부		• 단차, 침하
	▷배수구 주변		• 물고임 (배수구 간격, 유출구 위치)
신축이음	▷본체	- 공통	• 누수, 오염 (배수시설 누락, 유간 오물퇴적) • 유간 (부족 및 과다) • 이상진동 (충격음) • 본체 유동 및 파손 (충격음, 흔들림)
	▷후타재		• 균열, 파손 (패임 및 요철) • 전 · 후의 단차 (교면포장과의 단차)
배수시설	▷배수구	- 격자판 (grating) - 유입구	• 파손, 누락 • 누수, 체수 (막힘) • 오염 (오물퇴적)
	▷배수관		• 파손 (연결 고정부 탈락) • 배수관 길이 부족 • 유출구 위치 부적절
Steel BOX Girder	▷내부		• 맞대기 용접부 균열 • 도장 부식 및 탈락 • 보강재의 좌굴 • 볼트상태 • 용접불량의 균열발생
	▷외부		• 콘크리트 파손 및 박락 • 철근노출 및 부식 여부 • 도장탈락 및 부식 • 연결부 이상 여부
교량 받침	▷본체	- 공통	• 부식(오물퇴적), 변형 • 균열, 파손 (균열발생으로 파손진행) • 가동받침의 유간부족 및 가동 장애요소 • 받침과 거더의 밀착상태 (분리) • 앵커볼트 파손 (절단) • 가동방향 오류, 편기설치
		- 강재 받침	• 가동면 부식 • 부속물 파손
	▷받침대		• 균열, 파손 (하부공동) • 부분 침하

<표 7.4.2> 유지관리 점검표(계속)

구조부재	점 검 부 위	점 검 항 목
교대	▷공통	• 균열 (시공이음부 횡방향 균열) • 박리, 백태, 파손, 철근노출 • 교대 회전 (기울음) • 교대 침하 (연직이동)
	▷두부(Coping)	• 두부 물고임 • 두부와 홍벽 경계부 균열 (홍벽 후면으로 기울음) • 거더와 홍벽 신축유간 부족
	▷구체	• 균열 (수직균열) • 구체와 날개벽 분리 (이동)
	▷날개벽	• 날개벽 이동, 전도
교각	▷공통	• 균열, 박리, 철근노출, 파손, 침하
	▷두부	• 두부 물고임 • 받침 하부 균열 및 파손 (박리, 박락)
	▷구체	• 수직균열 • 이동 또는 기울음

7.4.3 유지관리업무

가. 일 반

효과적인 교량관리를 위하여 설계도서를 포함한 필요한 자료를 보관하여야 한다.

1) 설계도

- 시공도서 : 시공도면, 보수·보강도면, 준공내역서, 구조계산서
- 제작 및 작업도면 : 붕괴유발부재를 포함한 교량부재의 상세도면
- 준공도면 : 최종도면

2) 시방서

- 표준시방서 및 전문시방서(보수·보강공사 포함)

3) 사 진

- 전경, 정면, 측면, 주요 결합부, 주요 공정사진

4) 재료시험

- 시공재료 종류, 등급, 품질을 기록한 공장 재료증명서
- 품질관리(선정 및 관리시험)기록
- 비파괴 시험자료(재료의 강도 등)

5) 보수이력

- 보수기간, 보수위치 · 공법 · 물량 및 손상종류, 시공회사, 공사비, 참여기술자

6) 사고기록

- 사고일시, 경위, 부재의 손상 및 보수 · 보강현황, 인명이나 장비 등 손상정도

7) 교량관리대장

- 교량에 관한 손상과 보수 · 보강을 포함한 연도별 점검기록이 포함된 교량 관리기록으로서 관리항목에는 다음과 관련된 사항이 포함된다.

- 교량구분

교량명, 교량일련번호, 관리주체, 위치, 이정, 교차코드, 확장구분

- 교량형식 및 사용재료

경간수, 상부구조 형식, 하부구조 형식, 부착시설 형식, 중앙 · 차보도 분리대 형식 및 높이, 난간 · 조명 형식

- 연령 및 공용성

착·준공 년월일, 상·하행 차선수, 우회로 연장·경로, 일평균 교통량 등 교통관련기록

- 교량제원

교장, 총폭원, 유효폭원, 최대경간장, 교고, 통과높이, 곡선반경, 보도폭, 접속도로 폭 · 곡선반경

- 교량분류, 내하력 및 통행제한

교량등급, 설계하중, 내하력 평가방법 및 계산기록, 기본내하력, 공용하중, 교량안전도, 허용통과하중 및 통행제한여부, 붕괴유발부재 표시도면, 재하 시험 수행 시 고유진동수, 충격계수

- 교량상태 평가

바닥판, 상부구조, 하부구조, 수로에 관한 관찰 상태, 유지관리활동 또는 제한사항 등을 포함한 교량상태 점검결과

- 기 타

교각보호시설여부, 세굴위험여부, 통행제한사항 (하중, 속도), 부대시설물, 기타 구조물에 피해를 주는 환경조건

- 교량관리대장의 변경 작성

- 확폭이나 확장의 경우
- 유지보수나 개량작업으로 부재의 강도나 사하중의 변화가 구조물의 상태 또는 내하력을 변화시키는 경우 그에 따른 내하력 계산을 한다.
- 사고일시, 경위(원인 및 대책포함), 부재의 손상 및 보수·보강현황
- 부착시설 현황(상수도관, 가스관, 통신케이블 등)
- 전면 개수 시는 기존교량 대장은 보존하고 재작성

나. 점검 및 진단 자료

1) 점검 및 진단 이력

- 점검종류 및 일시, 점검자, 관리주체, 점검결과 등 모든 점검/진단활동 관련사항

2) 점검 시 필요조치사항

- 현장점검을 원활히 수행하기 위한 각 교량의 특성과 부위, 특수장비 목록, 접근방법 등
- 점검자나 공공 안전확보를 위한 점검 시 교통운용계획을 포함한 특별한 사항
- 기 실시한 점검 및 진단보고서 • 준공도면 등 건설 관련 기록
- 보수·보강 기록이나 사고이력

3) 점검자료의 갱신

- 교량관리대장에는 현장조사일시를 명시하며 최종 점검 이후 교량에서 수행된 주요작업에 대하여 기록한다.
- 유지관리와 개량작업으로 인하여 구조물의 규격이 변경된 경우에도 변경된 치수를 기록한다.

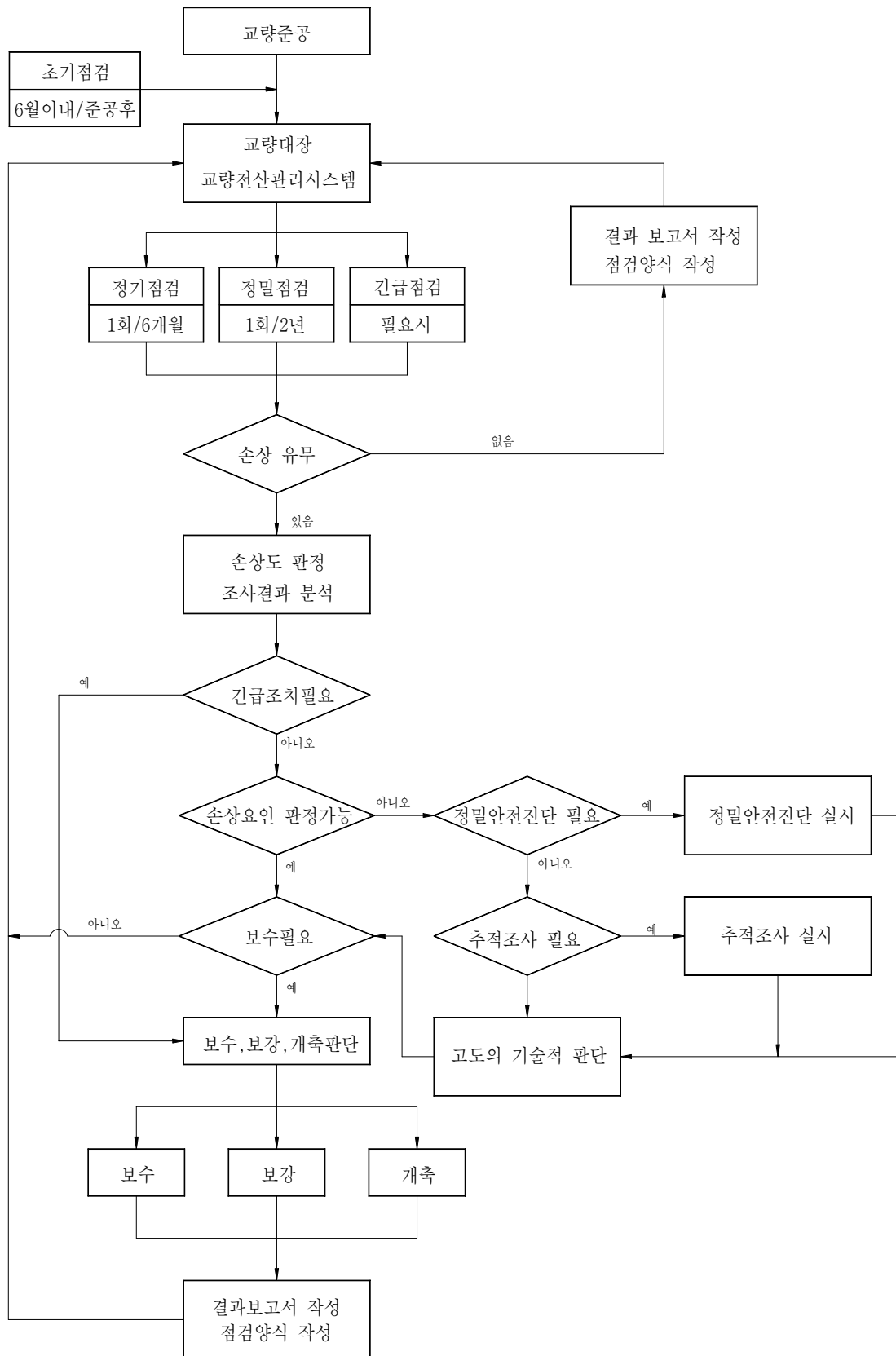
다. 상태 및 안전성 평가 자료

1) 내하력 평가기록

- 관리주체는 내하력 평가방법과 종류 및 해석결과, 사용된 계수 등 내하력 결정에 관련된 제반기록을 보관한다.

2) 계측기록

- 계측이 필요하다고 판단되는 구간에는 중요한 구조부위를 선정하여 정기적으로 계측을 시행하고 그 기록을 보존한다. 계측을 실시한 경우에는 시설물에 계측지점을 표시·보존함으로써 연계성 있는 계측을 할 수 있도록 도상(圖上)과 계측지점을 일치시켜 기록·보존하도록 하며, 동적주행 시험시 교통통제 여건, 시험시 안전문제 등을 고려하여 규정속도 80km/hr까지 측정하도록 한다.



<그림 7.4.1> 유지관리 흐름도

라. 유지관리업무 종류와 방법

안전점검은 「법」 제6조에서 정기점검, 정밀점검 및 긴급점검으로 구분하고 있으며, 이를 근거로 「지침」 제3장에서는 정기점검, 정밀점검은 초기점검과 정기적 정밀점검으로 세분하고, 긴급점검은 손상점검과 특별점검으로 세분하고 있다.

(1) 정기점검

- ① 경험과 기술을 갖춘 자에 의한 세심한 육안검사 수준의 점검으로서 시설물의 기능적 상태를 판단하고 시설물이 현재의 사용요건을 계속 만족시키고 있는지 확인하기 위한 관찰로 이루어진다.
- ② 점검자는 육안 및 망원경, 거울 등의 보조기구를 사용하여 도보로 접근 가능한 교량의 전반적인 시설물의 전반적인 외관상태를 조사한다.
- ③ 정기점검은 시설물의 준공일 또는 사용승인일(임시사용 포함) 다음 반기부터 반기별 1회 이상 실시하며, 정밀점검, 긴급점검 및 정밀안전진단의 현장조사 기간과 중복되는 경우 생략할 수 있다. 점검결과 중대한 결함이 있는 경우에는 즉시 보고하여야 한다.
- ④ 외형상 확연히 나타나는 손상 및 결함은 특기사항으로 기입하고 상태평가 등급은 매기지 않는다.

(2) 정밀점검

- ① 시설물의 현상태를 정확히 판단하고 최초 또는 이전에 기록된 상태로부터의 변화를 확인하며 구조물이 현재의 사용 요건을 만족시키고 있는지 여부를 판단한다.
- ② 정기점검보다 비교적 정밀육안검사와 간단한 측정기구, 필요한 경우 점검차를 이용하여 점검한다
- ③ 정밀점검은 전회의 정밀점검 완료일을 기준으로 2년에 1회 이상 실시하고 이전의 점검·진단시 발견된 결함의 진전 및 신규발생을 파악하여 시설물의 주요 부재별 상태를 평가하고 부록에 수록되어 있는 정밀점검 서식에 정밀점검 내용, 결과 및 조치필요사항 등을 기록하고 시설물 전체에 대한 상태평가등급(A, B, C, D, E)을 결정한다. 결함이 신규로 발생 또는 진전된 부재는 외관조사망도를 작성하여 조사결과를 도면으로 기록하여야 한다.
- ④ 준공 후 50년이 경과하고 연장 100m 이상인 하천교량은 수중조사를 필히 실시한다.
- ⑤ 시설물에 영 제12조의 중대한 결함이 발생하거나, 중요 부재의 상태평가등급이 D등급 이하로 정밀안전진단이 필요하다고 판단될 경우 시설물의 관리주체는 「법」 제7조 제1항의 규정에 의하여 정밀안전진단을 실시한다.

(3) 긴급점검

긴급점검은 관리주체가 필요하다고 판단하는 경우나 관계행정기관의 장이 필요하다고 판단하여 관리주체에 긴급점검의 요청이 있을 때 실시하는 점검으로서 손상점검과 특별점검으로 구분된다.

① 손상점검

손상점검은 비계획적인 점검으로 재해나 사고에 의해 비롯된 시설물의 손상을 긴급히 점검하는 것이다. 점검의 범위는 손상의 정도, 긴급한 사용제한 또는 사용금지의 필요 여부, 보수·보강의 긴급성, 보수·보강작업의 규모 및 작업량 등을 파악하여 결정하는 것이며 이를 위하여 측정·시험 및 필요한 경우 안전성평가를 실시하여야 한다. 점검자는 사용제한 및 사용금지 여부를 판단하여 필요할 경우에는 즉시 관리주체에 보고하여야 하며 관리주체는 필요한 조치를 취하여야 한다.

② 특별점검

특별점검은 정밀점검의 수준으로 실시되는 점검으로서 기초침하 또는 세굴과 같은 결함이 의심되는 경우나 사용제한 중인 시설물의 지속적인 사용여부를 판단하기 위하여 주목적이며 점검시기는 결함의 심각성을 고려하여 결정한다. 또한, 시설물의 구조형태가 변화되었을 경우에도 특별점검을 실시하여야 하는데 이는 문제점 발생부위 및 붕괴유발 요인 등 중점 유지관리 사항을 파악하고 향후 안전점검 및 정밀안전진단시 상태 및 안전성 평가의 기초자료인 각종 초기 값들을 구하는 것이 주목적이다. 점검서식은 정밀점검 서식에 준해 작성하되 점검의 범위·내용 및 특성에 따라 조정 가능하다.

(4) 정밀안전진단

① 정밀안전진단은 「법」 제7조1항의 규정에 의하여 관리주체가 안전점검을 실시한 결과 시설물의 재해 및 재난 예방과 안전성 확보 등을 위하여 필요하다고 인정되는 경우에 실시하며, 정기적으로 실시하는 정밀안전진단은 영제9조의 규정에 의한 1종 시설물에 대하여 준공일 또는 사용승인일(임시사용 포함)을 기준으로 산정하여 10년이 경과된 시점부터 1년 이내에 실시 완료하여야 하며, 차회 진단은 전회의 진단 완료일을 기준으로 산정하여 5년에 1회 이상 정기적으로 실시 완료하여야 한다.

② 정밀안전진단은 안전점검으로 쉽게 발견할 수 없는 결함부위를 발견하기 위하여 정밀한 근접 육안검사를 실시하고 또한 시설물의 상태평가 및 안전성 평가에 필요한 데이터를 얻기 위하여 각종 측정·시험장비에 의한 측정·

시험을 실시한다.

- ③ 전체 구조물의 표면에 대한 육안검사 결과는 도면으로 기록하여야 하며, 구조물 전체의 부재별 상태를 평가하고 시설물 전체에 대한 상태평가등급을 결정하여야 한다. 시설물의 결함 정도에 따라 구조물의 안전성평가를 실시하여 안전성평가등급을 결정하여야 하며, 필요한 경우에는 구조물의 사용성, 내진성 등도 평가하도록 한다.
- ④ 정밀안전진단 결과 보수·보강이 필요한 경우에는 보수·보강방법을 제시하여야 한다.
- ⑤ 준공 후 50년 경과하고 연장 100m 이상인 하천교량은 수중조사를 필히 실시한다.

(5) 정밀점검 및 정밀안전진단 실시시기

정밀점검 및 정밀안전진단 실시 시기는 <표 7.4.3>과 같다.

<표 7.4.3> 정밀점검 및 정밀안전진단 실시시기

안전등급	정밀점검	정밀안전진단	비고
A등급	4년에 1회 이상	6년에 1회 이상	
B, C등급	3년에 1회 이상	5년에 1회 이상	
D, E등급	2년에 1회 이상	4년에 1회 이상	