제 6 장 보수 · 보강 방안

6.1 개 요
6.2 보수 · 보강방법
6.3 보수 · 보강 개략공사비
6.4 유지관리방안

제 6장 보수·보강 방안

6.1 개 요

6.1.1 보수·보강 개요

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

1) 보수공사 중 차량 운행에 지장을 주어 사회적 문제점이 발생되지 않도록 한다.
2) 보수공법의 선정시 시공성 및 경제성을 고려한 효과적인 공법을 선정하여 시행한다.
   - 운행시간이 정지되는 동안의 짧은 작업시간을 고려하여 신속하게 시공이 가능하면서도 충분한 강도를 발현할 수 있는 재료의 사용이 요구된다.
3) 보수공법의 우선순위는 내구성 및 사용성에 미치는 영향을 고려하여 완급을 결정한다.
4) 보수공법의 적용은 구조물의 안전에 최우선을 두고 공사시 참여 인원의 안전관리에 최선을 다하여야 한다.

6.1.2 보수·보강의 필요성

보수의 필요성은 발생된 손상(균열 등)이 어느 정도까지 허용되는가의 판단에 의하여야 하며, 이를 위해 본 지침 및 각종 기준(표준시방서 등)을 참조한다.

보강의 경우는 부재 안전율을 각종 기준에서 정하는 수치 이상으로 하기 위하여 어느 정도까지 부재단면 등을 증가하여야 하는지를 판단하여야 한다.

6.1.3 보수·보강 수준

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

- 현상유지
- 실용상 지장이 없는 성능까지 회복
- 초기 수준 이상으로 개선
- 개축

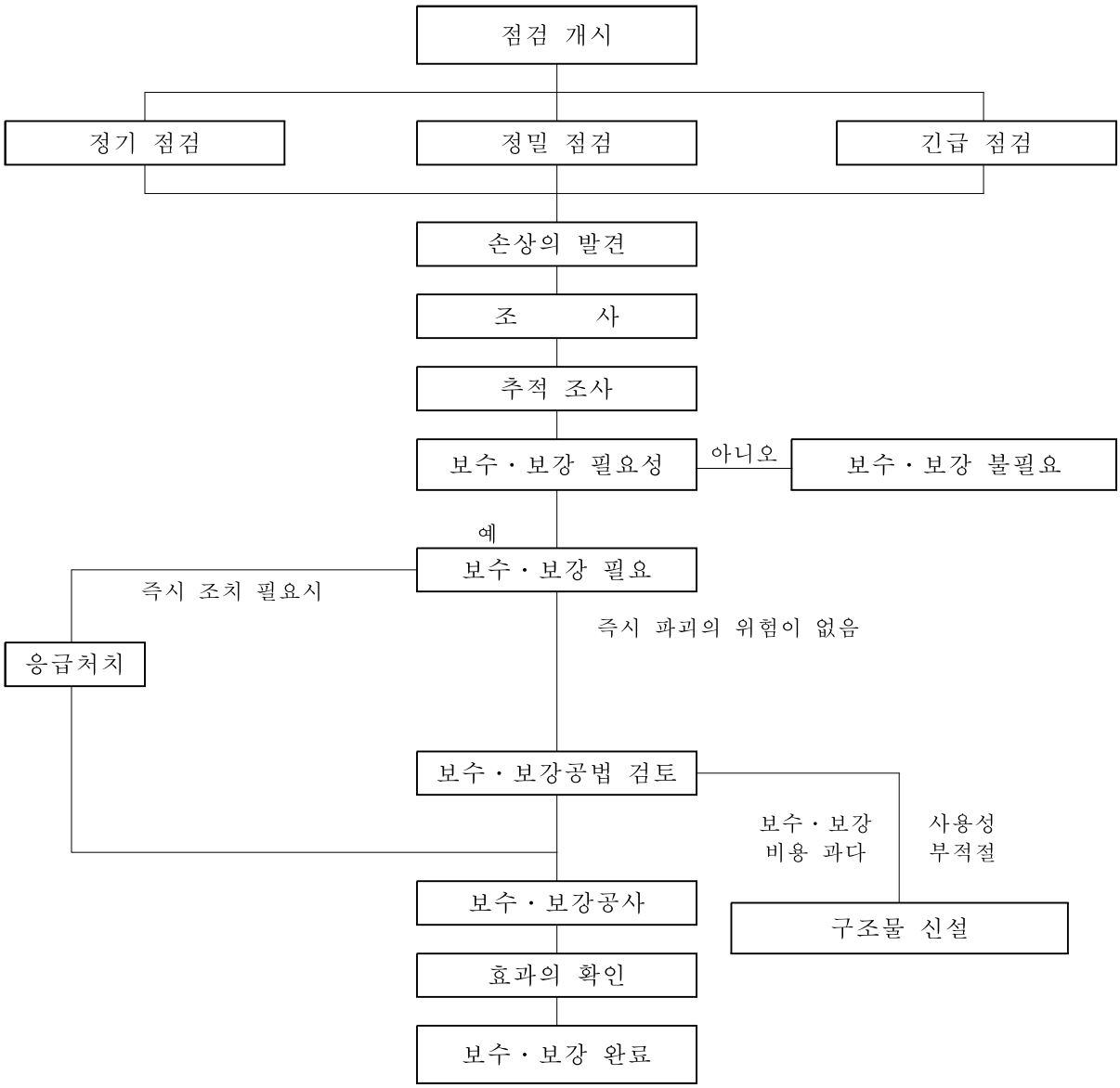
6.1.4 보수・보강 우선순위 결정

보수·보강의 우선순위는 시설물에 발생된 결함 및 손상의 심각성, 각 부재의 중요도와 구조적인 안전성, 내구성 및 사용성을 종합적으로 고려하여 아래와 같이 결정하였다.

【표 6.1.1】 보수・보강 우선순위

구 분	순 위	내 용
단 기	1순위	◦ 구조물의 거동에 지장을 초래하여 구조적인 문제를 유발시킬 수 있는 손상 ◦ 하부 차량과 통행인의 안전에 유해를 일으킬 수 있는 손상 ◦ 『시설물의 안전관리에 관한 특별법』 제12조(중대한 결함)의 “대통령이 정하는 중대한 결함”에 포함되는 손상 - 교각의 부등침하 - 교량받침의 파손 ◦ 초기수준이상으로 개선할 필요가 있는 손상
		◦ 발생된 주요손상 - 해당사항 없음
	2순위	◦ 철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나 철근부식 가능성이 있는 손상 ◦ 실용상 지장이 없는 성능까지 회복하여야 할 손상
		◦ 발생된 주요손상 - 방호울타리 : Con'c박리 및 박락 - 바닥판하면 : 누수 및 백태, Con′c 박락 - 교량받침 : 가동여유량 부족, 받침콘크리트 재료분리, 공동 - 교대, 교각 : 박리, 박락
장 기	3순위	◦ 방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 상태 ◦ 현상유지(진행억제)를 위해 필요로 하는 대책
		◦ 발생된 주요손상 - 교면포장 : ASP 패임, 포트홀 - 바닥판하면 : 폭0.2mm이하 균열 - 거더 : 도장박리, 긁힘 - 교대, 교각 : 폭0.2mm이하 균열, 이격, 균열 및 백태, 망상균열 - 교량받침 : 받침몰탈 균열 - 신축이음 : 후타재 균열, 차수판탈락
	4순위	◦ 발생된 손상이 경미하여, 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우 ◦ 부분적 보수보다는 향후 전체적인 보수 및 개량이 필요한 경우 (교면포장, 방호울타리, 거더외부, 신축이음)
		◦ 발생된 주요손상 - 교면포장 : 균열, 망상균열 - 신축이음 : 단차(이격), 유간부족

6.1.5 보수・보강의 업무 흐름도



【그림 6.1.1】보수・보강의 업무 흐름도

6.2 보수・보강 방법

6.2.1 결함 내용별 보수・보강 방법

(1) 균열보수여부 판정기준

1) 측정 균열폭이【표 6.2.1】의 허용균열폭보다 적은 경우에는 보수할 필요가 없고, 허용 균열폭보다 큰 경우에는 보수가 필요하다. 강재부식에 대한 환경조건은【표 6.2.2】를 따른다. 다만【표 6.2.1】에 적용될 수 있는 피복두께는 100mm 이하를 표준으로 한다.

【표 6.2.1】철근콘크리트 구조물의 허용균열폭 wa(mm)

강재의 종류	강재의 부식에 대한 환경조건			
	건조 환경	습윤 환경	부식성 환경	고부식성 환경
철 근	0.4mm와 0.006Cc 중 큰 값	0.3mm와 0.005Cc 중 큰 값	0.3mm와 0.004Cc 중 큰 값	0.3mm와 0.0035Cc 중 큰 값
프리스트레싱 긴장재	0.2mm와 0.005Cc 중 큰 값	0.2mm와 0.004Cc 중 큰 값	-	-

※ 여기서, Cc는 최외단 주철근의 표면과 콘크리트 표면 사이의 콘크리트 최소 피복두께(mm)
※ 콘크리트 구조설계기준 해성(한국콘크리트학회, p.500 참조)

【표 6.2.2】강재의 부식에 대한 환경조건의 구분

건조환경	◦ 일반 옥내부재, 부식의 우려가 없을 정도로 보호한 경우의 보통 주거 및 사무실 건물내부
습윤환경	◦ 일반 옥외의 경우, 흙속의 경우, 옥내의 경우에 있어서 습기가 찬 곳
부식성환경	◦ 습윤 환경과 비교하여 건습의 반복작용이 많은 경우, 특히 유해한 물질을 함유한 지하수위 이하의 흙속에 있어서 강재의 부식에 해로운 영향을 주는 경우, 동결작용이 있는 경우, 동상방지제를 사용하는 경우 ◦ 해양 콘크리트 구조물 중 해수 중에 있거나 극심하지 않은 해양환경에 있는 경우(가스, 액체, 고체)
고부식성환경	◦ 강재의 부식에 현저하게 해로운 영향을 주는 경우 ◦ 해양콘크리트 구조물 중 간만조위의 영향을 받거나 비말대에 있는 경우, 극심한 해풍의 영향을 받는 경우

※ 콘크리트 구조설계기준 해성(한국콘크리트학회, p.499 참조)

2) 내하력 문제 때문에 보강여부를 판정하는 경우에도 【표 6.2.1】의 기준에 따른다.

3) 내구성 확보를 위한 허용 균열폭은 조건에 따라 다음과 같다.

조 건	허용균열폭(mm)
건 조 환 경	0.40
습 윤 환 경	0.30
부 식 성 환 경	0.20
고 부 식 성 환 경	0.15
수 밀 성 구 조	0.10

▣ 판정근거 : 콘크리트 구조물의 균열, 누수 보수·보강 전문시방서, 국토해양부, 1999.12, p4-23

(2) 결함, 손상별 보수.보강 우선순위 선정기준

구 분	순 위	내 용
단 기 대 책	1순위	주요부재에 발생된 결함 및 손상이 커 내하력에 영향을 미치는 경우 (철근이 노출되어 철근부식에 의한 내하력 저하 가능성이 있는 손상) 시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령 제12조, 시행규칙 9조에서 정한 결함
	2순위	즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내하력, 기능성 저하 방지를 위한 보수가 필요한 경우 (철근부식 가능성이 있는 손상 또는 기존 보수부 중 손상이 발생되었으나 내부 상태를 관찰할 수 없는 경우)
장 기 대 책	3순위	기능발휘에는 지장이 없으나, 내구성 증진을 위해 연차보수가 필요한 경우 (방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 경우)
	4순위	발생된 손상이 경미하여, 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우

(3) 선정시 고려사항

보수·보강방안 선정의 요건	보수·보강 재료 및 공법 선정시 고려사항	
	내구성능 내하성능	◦충분한 내구성 확보가 가능한 보수 방안 ◦충분한 내하력 확보가 가능한 보강 방안
	환경친화	◦유해 환경 요소를 발생시키지 않는 방안 ◦화재 등 재해의 피해를 최소화 할 수 있는 방안 ◦미관이 양호한 방안
	시 공 성	◦시공성의 제약 요소를 최소화 할 수 있는 방안 ◦시공이 간단한 방안 ◦보수 품질이 확실한 방안
	경 제 성	◦경제적으로 유리한 방안 ◦공기를 단축시킬 수 있는 방안 ◦주변 민원발생을 최소화 할 수 있는 방안

(4) 보수.보강 공법 산정

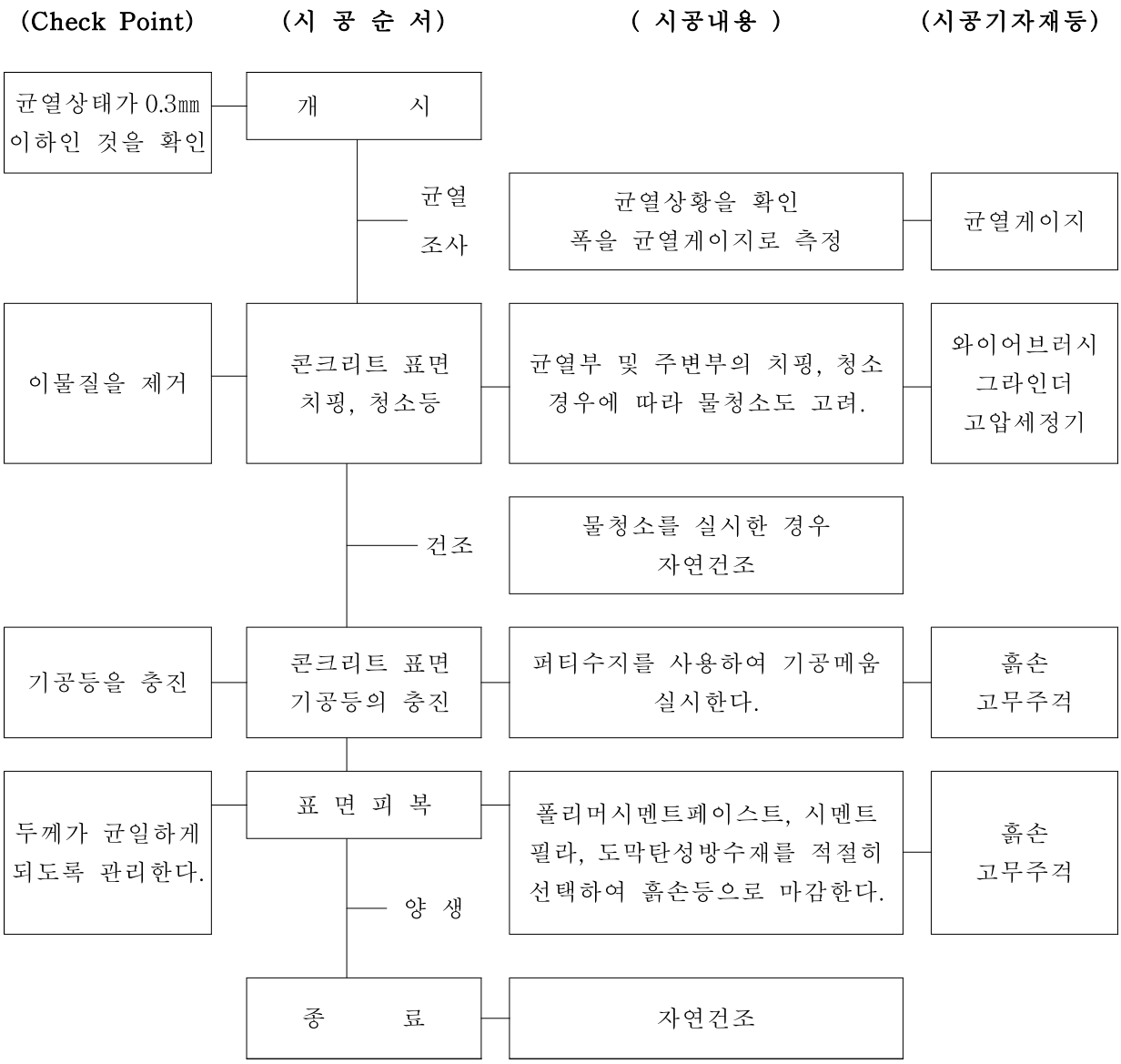
부 재	결함종류	손상물량			보수·보강 방안	우선순위
		개소	물량	단위		
바닥판 하면	균 열(0.3mm미만)	82	115.40	m	표면처리	2
	균 열(0.3mm이상)	1	8.50	m^2	주입공법	1
	균열부백태(0.3mm미만)	6	4.00	m	표면처리	2
	누수흔적	2	2.00	m^2	표면처리	2
	박락, 파손	4	0.72	m^2	단면복구	2
	백태	2	14.18	m^2	표면처리	2
	철근노출	1	0.25	m^2	단면복구	1
	보수부 박락	1	0.18	m^2	단면복구	2
교대	폐콘크리트 적치	11	5.75	m^2	주의관찰	-
	파손 및 철근노출	1	0.30	m^2	단면복구	1
	배면공동	1	0.30	m^2	배면그라우팅보수	1
	0.3㎜규모 미만 균열	2	2.8	m	표면처리	2
교각	균 열(0.3mm미만)	6	3.7	m	표면처리	2
	균 열(0.3mm이상)	1	0.9	m	주입공법	2
교량받침	플레이트 부식	57	14.25	m^2	재도장	2
	받침몰탈 파손	32	0.42	m^2	단면복구	2
	고무링 파손	1	1	EA	주의관찰	-
	고무링 탈락	2	2	EA	주의관찰	-
	이동량게이지 파손	50	50	EA	주의관찰	-
	솔플레이트 함몰	1	0.36	m^2	주의관찰	-
신축이음	신축이음 누수	2	39.00	m^2	유도배수관 설치	2
	신축이음덮개 미설치	-	-	EA	주의관찰	-
	신축이음 본체부식	1	12.00	m^2	주의관찰	-
	유간부 토사퇴적	2	9.40	m^2	청소	3

부 재	결함종류	손상물량			보수·보강 방안	우선순위
		개소	물량	단위		
신축이음	후타재 망상균열	2	0.40	m^2	주의관찰	-
	후타재 파손	1	0.08	m^2	주의관찰	-
	후타재 마모	1	1.80	m^2	주의관찰	-
	후타재 균열 (0.3mm미만)	140	43.10	m	주의관찰	-
교면포장	아스콘 균열	7	18.20	m	주의관찰	-
	아스콘 소성변형	2	262.40	m^2	패칭 보수	2
	아스콘 망상균열	2	3.66	m^2	패칭 보수	2
	아스콘 패임, 포트홀, 파손	4	12.03	m^2	패칭 보수	2
배수시설	그레이팅 미설치	1	1	EA	스틸그레이팅 설치	2
보도부 및 방호울타리	망상균열	2	33.20	m^2	표면처리	2
	철근노출	1	0.01	m^2	단면복구	1
	콘크리트파손	6	0.58	m^2	단면복구	2
	표면박리/열화	1	27.00	m^2	주의관찰	-
	균 열 (0.3mm미만)	9	19.30	m	표면처리	2
	보수부재균열 (0.3mm미만)	6	8.00	m	표면처리	2
	교명주 위치불량	1	1	EA	주의관찰	-

6.2.2 주요결함 및 손상에 대한 보수·보강 방법

(1) 표면처리공법

본 시설물에서의 표면처리 공법의 적용은 균열, 선상 및 면상백태가 발생한 경우에 적용하는 것으로 하며 표면을 피복하여 방수성, 내구성을 지니도록 하는 것으로 그 효과는 콘크리트 표면의 보수에 그치므로 본 공법 적용시 균열 등의 결함발생 여부에 대한 주기적인 관찰이 요구된다. 공법의 흐름도 및 공법 개요도는 다음과 같다.



【그림 6.2.1】표면처리 공법 시공흐름도

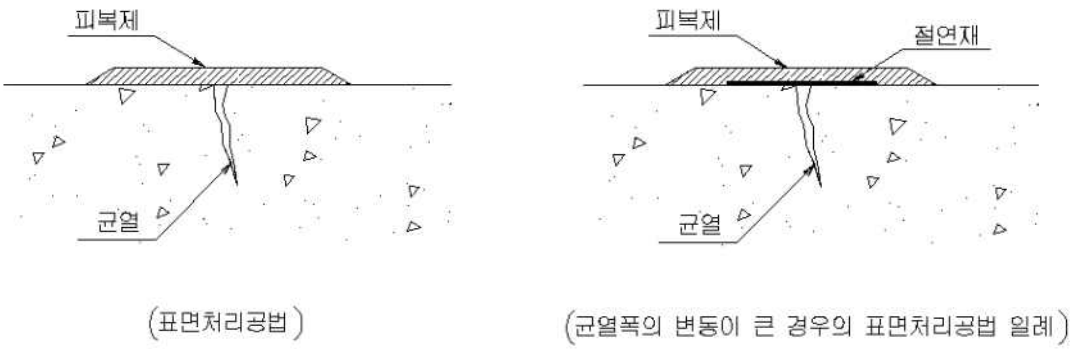
균열의 성장이 정지된 상태에서는【그림 6.2.2】과 같이 균열선 및 백태를 따라 폭 50~100 mm를 와이어 브러쉬로 닦아내거나 심한 경우 치핑을 실시한 후 폴리머 시멘트 페이스트나 모르터로 균일하게 도포한다. 콘크리트 표면에 0.3mm이하의 미세한 균열이 많이 분포해 있는 경우도 같은 방법으로 도포할 수 있으며, 재료를 기계로 분무하여 도포할 수도 있다.

균열폭의 변동이 큰 경우 경화후의 재질이 단단한 폴리머 시멘트 페이스트나 모르터로 보수할 경우 보수부위에 다시 균열이 발생하므로【그림 6.2.2】과 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.

[사용재료]

① 폴리머시멘트 페이스트 ② 시멘트 필라

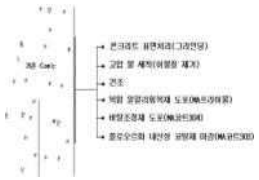
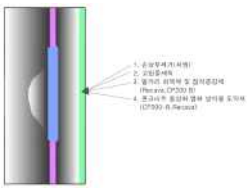
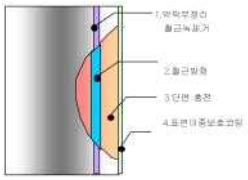
③ 도막탄성방수재(아크릴 수지계) ④ 도막탄성방수재(우레탄 수지계)



【그림 6.2.2】 균열부 표면처리 공법 개요도

1) 표면처리공법 비교

【표 6.2.2】 표면처리공법 비교

구 분	MA공법	하이브리드시스템을 이용 공법	MDF공법(TS)	레미가드공법
개요도				
장 점	·내산성, 내화학성, 내황산염저항성 우수 ·산성환경에 대한 내부식성 우수 ·유기용제를 사용하지 않으므로 환경친화적 ·화학적 침식작용을 억제 하므로, 구조물의 수명연장 ·무기계 재료로써, 모체와 일체거동	·특수 수지로써 장점과 단점을 보완한 수지를 사용하여 만들어진 최첨단 중성화 및 염화방지용 보호도막제 ·부착단면이 증대되고, 부착력이 강화되어 들뜸이 업음 ·간단한 공정 및 작업성 우수 ·품질유지 확보	·기계화 시공이므로 공기가 단축 ·표면의 이중보호로 구조물의 내구연한을 증진 ·시공이 간단하여 공사기간 및 공사비용 절감 ·시공장소에 제약이 없음 ·방수성, 염분침투, 동해저항성 우수	·물리, 화학적 복합장벽을 형성함으로써 철근부식억제를 통한 내구성, 내화학성 향상 ·시멘트 회사로서 품질확보 및 신뢰도 우수 ·습윤바탕면 접착성 우수 ·자외선에 의한 변색이 없음 ·노후화가 심한 구조물에 적합
단 점	·작업시 숙련자 필요	·시공실적이 상대적으로 적음	·표면처리가 작고 분산된 경우 작업 효율성 저하	·숙련된 기능공에 의한 정밀시공 요함 ·동절기(5℃이하) 작업 불가능
비 고	·차량 통행량이 많고, 손상보수부재의 보호가 요구되는 구조물에 적용	·노후화에 따른 콘크리트 보호와 둔치에 위치한 시설물의 미관이 동시에 요구되는 구조물에 적용	·건축시설물 등 일반 구조물에 적용	·차량 및 시민의 이용자수가 적은 터널 및 옹벽 등의 시설물에 적용

(2) 균열 보수(수지 주입)

1) 개 요

균열부에 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) 수지주입 공법의 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 6.2.3】 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

3) 압입식 수지 주입공법 적용

이 공법은 균열 위에 주입수지가 들어있는 용기를 설치하여 고무, 용수철, 공기압, 자동식 기계 등으로 수지를 주입하는 방식으로 압입방식은【표 6.2.4】와 같다.

이 공법을 적용함에 있어서는 시공위치, 시공시간에 맞는 작업시간 및 균열폭에 대응한 점도의 재료를 선정하는 것이 중요하고. 균열폭에 알맞은 수지의 점성도는 【표 6.2.5】와 같으며, 일반적인 주입 파이프의 간격은 【표 6.2.6】과 같다.

【표 6.2.4】 수지주입공법의 종류

압입 방식	용기의 형태
◦ 압축용기에서의 압축공기로 주입	◦ 플라스틱의 실린더
◦ 압력탱크내의 압축된 압력으로 주입	◦ 플라스틱제의 압력탱크
◦ 압축실린더에 의한 유입으로 주입	◦ 금속제의 실린더
◦ 고무시트의 복원력으로 주입	◦ 플라스틱제 틀에 고무시트를 고정
◦ 고무풍선압으로 주입	◦ 고무풍선
◦ 고무밴드의 복원력으로 주입	◦ 플라스틱제 실린더와 피스톤
◦ 캡슐내의 용수철로 주입	◦ 플라스틱제 캡슐 탱크

【표 6.2.5】 균열폭에 알맞은 수지의 점도

형 상		점도(20°C, 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 6.2.6】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격

균열 폭(mm)	주입파이프/패커 간격(mm)	비 고
0.3이하	50~100	
0.3~0.5	100~200	
0.5~1.0	150~250	
1.0이상	200~300	

【표 6.2.7】 에폭시계 수지의 규격

시험항목	시험방법	시험조건	단 위	실링 및 퍼티용 규격치	주입용 규격치
비 중	KS M 3015	20°C 7일간		1.7±0.2	1.2±0.2
사용가능시간	온도상승법	20°C	분	60이상	30이상
점 도	JIS K 6838	〃	CPS	-	5,000이하
압축항복강도	KS M 3015	20°C 7일간	kgf/mm^2	5.0이상	5.0이상
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	〃	$kgf \cdot mm/mm^2$	0.15이상	0.3이상
경 도	ASTM D 2240	〃	쇼아 D	80이상	80이상

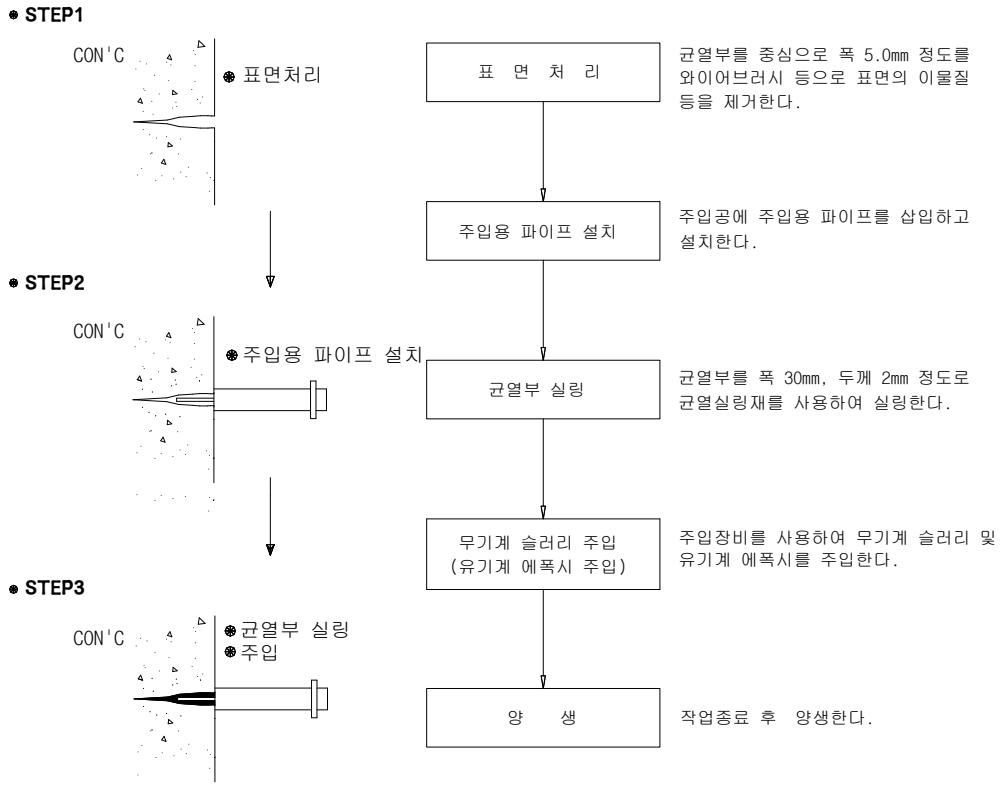
※ “콘크리트교량의 보수·보강관련 신기술 및 표준품셈 공법편람, 국토해양부, 2002.4”

4) 압입식 수지 주입공법의 특징

수지가 들어 있는 용기를 균열 위에 설치하므로 사람의 손을 필요로 하지 않고, 용기 높이의 저압력에 의해 자동으로 주입되므로 압력에 의한 실링부의 파손도 적어 시공관리가 용이하다. 주입되는 수지의 거동은 동심원상으로 확대되므로 주입압력에 의한 균열이나 들뜸이 발생되지 않는다. 주입압력은 0.04kgf/mm2 이하로 규정되어 있으나, 실제로는 0.01kgf/mm2 전후가 사용된다.

5) 시공개요

【표 6.2.8】주입공법 시공개요

공 법	주입공법
개요	Cw=0.3mm 이상의 균열부 또는 습식균열, 재균열에 수지계 또는 무기질계(시멘트계)의 재료를 주입하여 내구성을 향상시키는 공법
시공도	
시공순서	① 보수범위 확인 ② 균열부위 청소 ③ 주입용파이프 설치 ④ 균열면 실링 ⑤ 주입 ⑥ 파이프 제거 ⑦ 실제거 ⑧ 마감
특 징	① 내하력복원의 안전성을 기대할 수 있다. ② 내구성저하 방지 및 누수방지를 기대할 수 있다. ③ 경화후의 에폭시수지는 화학적 성질이 안정하여 내후성이 좋다. ④ 미관의 유지가 용이하며 경제적이다.

6) 균열주입보수 비교

【표 6.2.9】 균열주입 공법 비교

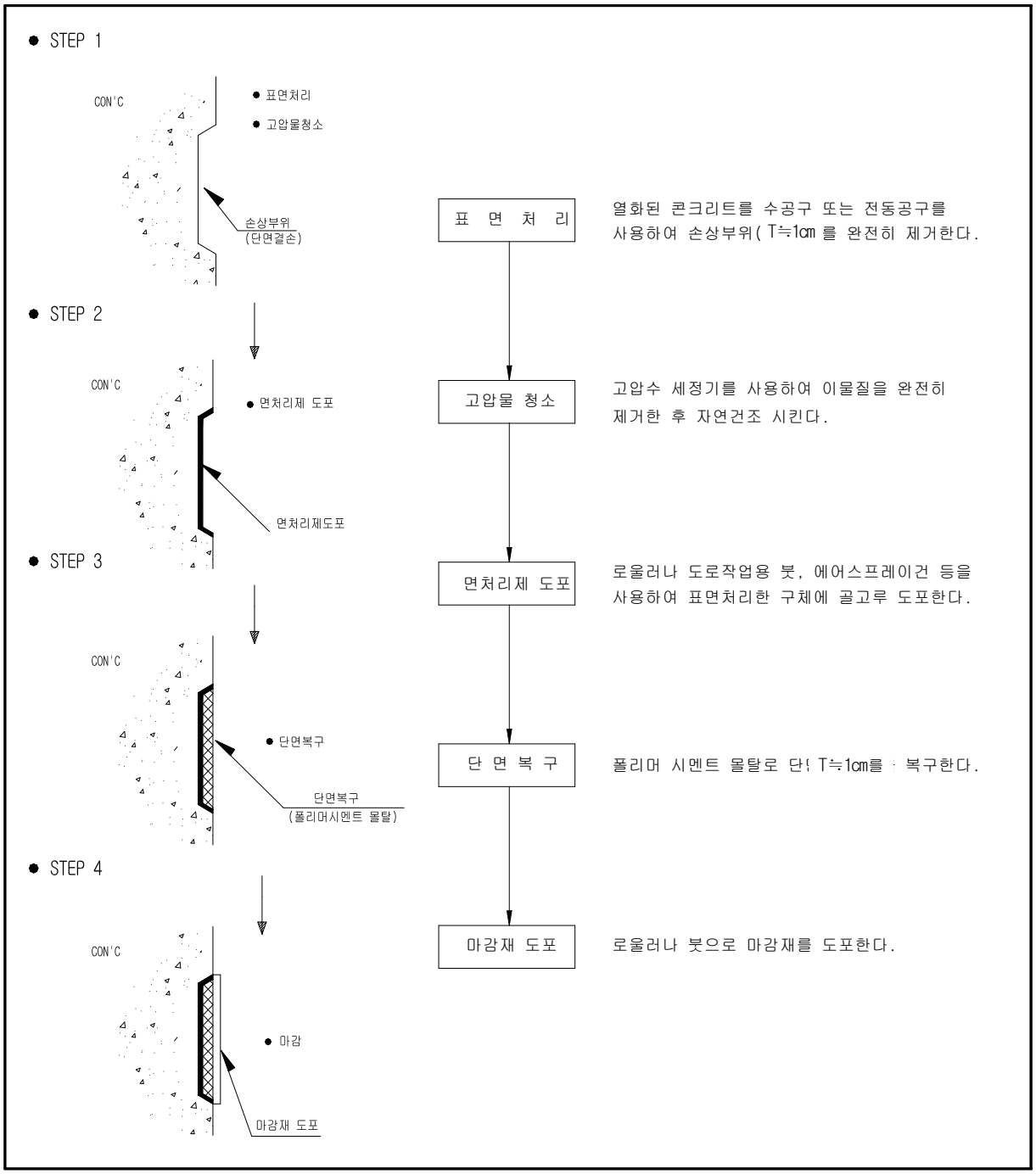
공종 / 공법		균열보수(균열폭0.3mm이상)			
		1안	2안	3안	4안
공법		VOC삭감형 수성에폭시주입공법 (리폼시스템)	SBR계 폴리머시멘트 슬러리주입공법 (쌍용)	마이크로 시멘트 슬러리주입공법	일반 유성에폭시 주입공법
내용		유기계	유,무기계	무기계	유기계
재료적 유사성		· 유기계재료이지만 열팽창계수 및 탄성계수가 콘크리트와 유사	· 유.무기계재료로서 온도에 따른 열팽창계수 및 탄성계수가 콘크리트와 유사	· 초미립무기계재료로서 열팽창계수 및 탄성계수가 콘크리트와 유사	· 유기계재료로서 열팽창계수 및 탄성계수 등 물성·특성이 콘크리트와 상이
수축성		· 유기계재료이지만 휘발성화합물 등을 섞지 않으므로 경화에 따른 수축성 없음	· SBR계혼화재로모르터를 구성하므로 수축성 없음	· 물과 혼합한 모르터로 다소 수축성 있음	· 유기계재료로서 휘발성혼화재 등을 혼합하므로 경화에 따른 수축다소발생
침투성		· 균열폭0.02mm까지가능	· 균열폭0.02mm까지가능	· 균열폭0.02mm까지가능	· 균열폭0.02mm까지가능
부착강도		35kg/㎠	20kg/㎠	10kg/㎠	25kg/㎠
특징	장점	· 시공성, 접착성 및 주입성 우수 · 균열부 콘크리트내 철근의 방청기능 있음 · 미세균열에의 침투성이우수 · 습윤부 및 수중부 시공가능 · 시공실적다수	· 내약품성우수 · 균열부 콘크리트내 철근의 방청기능 있음	· 내중성화기능 · 물성·특성이 콘크리트와 유사	· 콘크리트 구조물의 균열보수에 범용적으로 적용 · 미세균열에의 침투성이 양호 · 공사비 저렴 · 시공실적 매우 많음
	단점	· 시공시 온도에 유의	· 공정복잡하여 시공전문가 필요 · 장기부착성 다소 떨어짐	· 시공실적적음 · 장기부착성 떨어짐	· 콘크리트중성화유발 · 장기부착성 기대곤란
검토의견		· 시공실적多,콘크리트친화성및주입성, 장기내구성우수.	· 시멘트계통의 주입재료로서 부착강도가 작고 미세균열깊이까지의 침투성이 다소 떨어짐.	· 시멘트계통의 주입재료로서 부착강도가 작고 미세균열깊이까지의 침투성이 다소 떨어짐.	· 일반적인 보수공법이나 유성에폭시의 장기내구성저하 및 콘크리트중성화 유발로보수효과 기대곤란.

(3) 단면복구공법

1) 단면복구공법(Ⅰ)

① 철근노출을 동반하지 않은 재료분리, 표면박리 등의 손상부에 적용하는 공법으로 보수 단면 두께는 10.0mm이다

② 시공방법

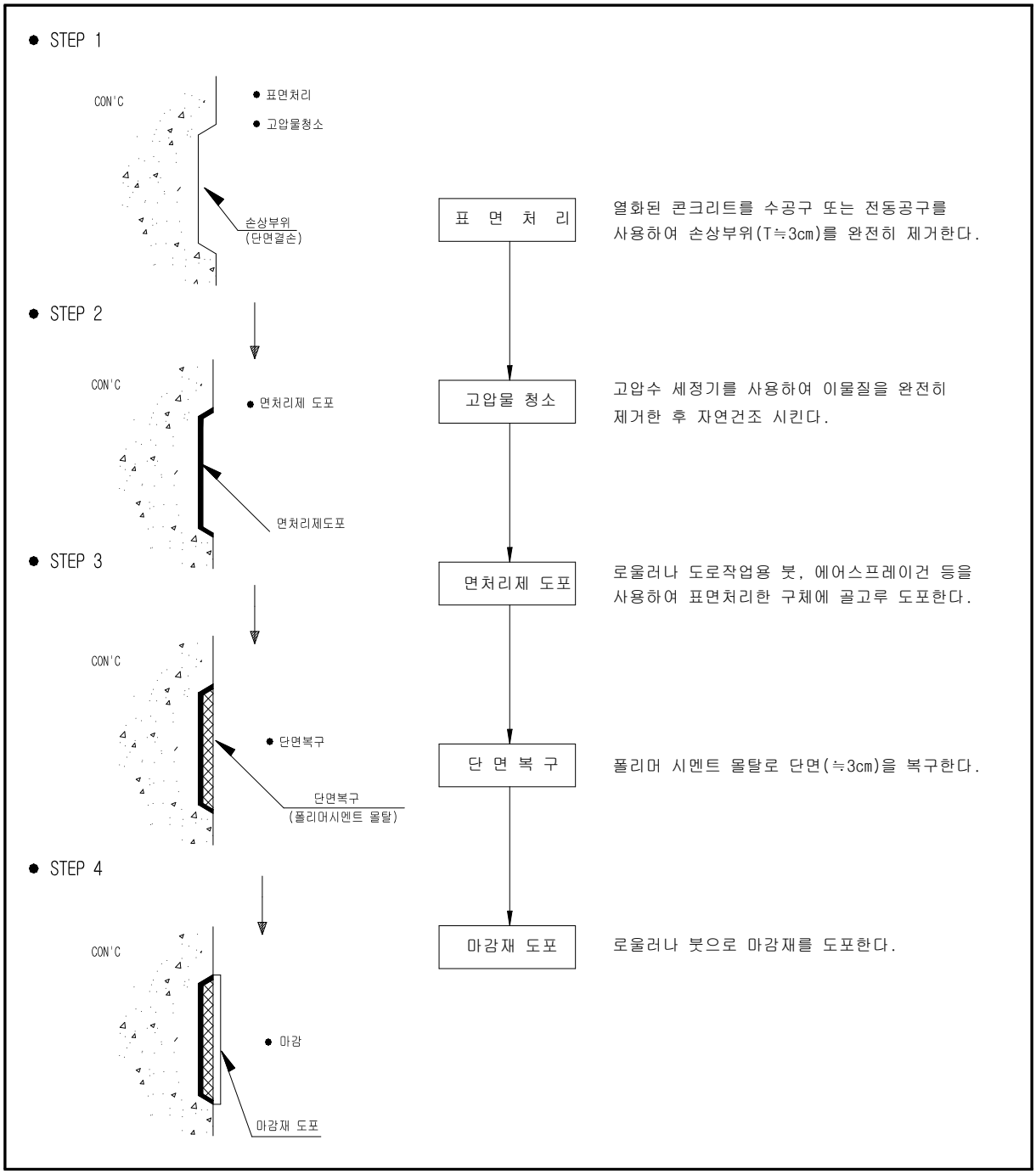


【그림 6.2.2】 단면복구공법(Ⅰ) 시공방법

2) 단면복구공법(Ⅱ)

① 철근노출을 동반하지 않은 파손, 박리, 박락, 들뜸, 공동 등의 손상부에 적용하는 공법으로 보수 단면 두께는 30.0mm이다

② 시공방법

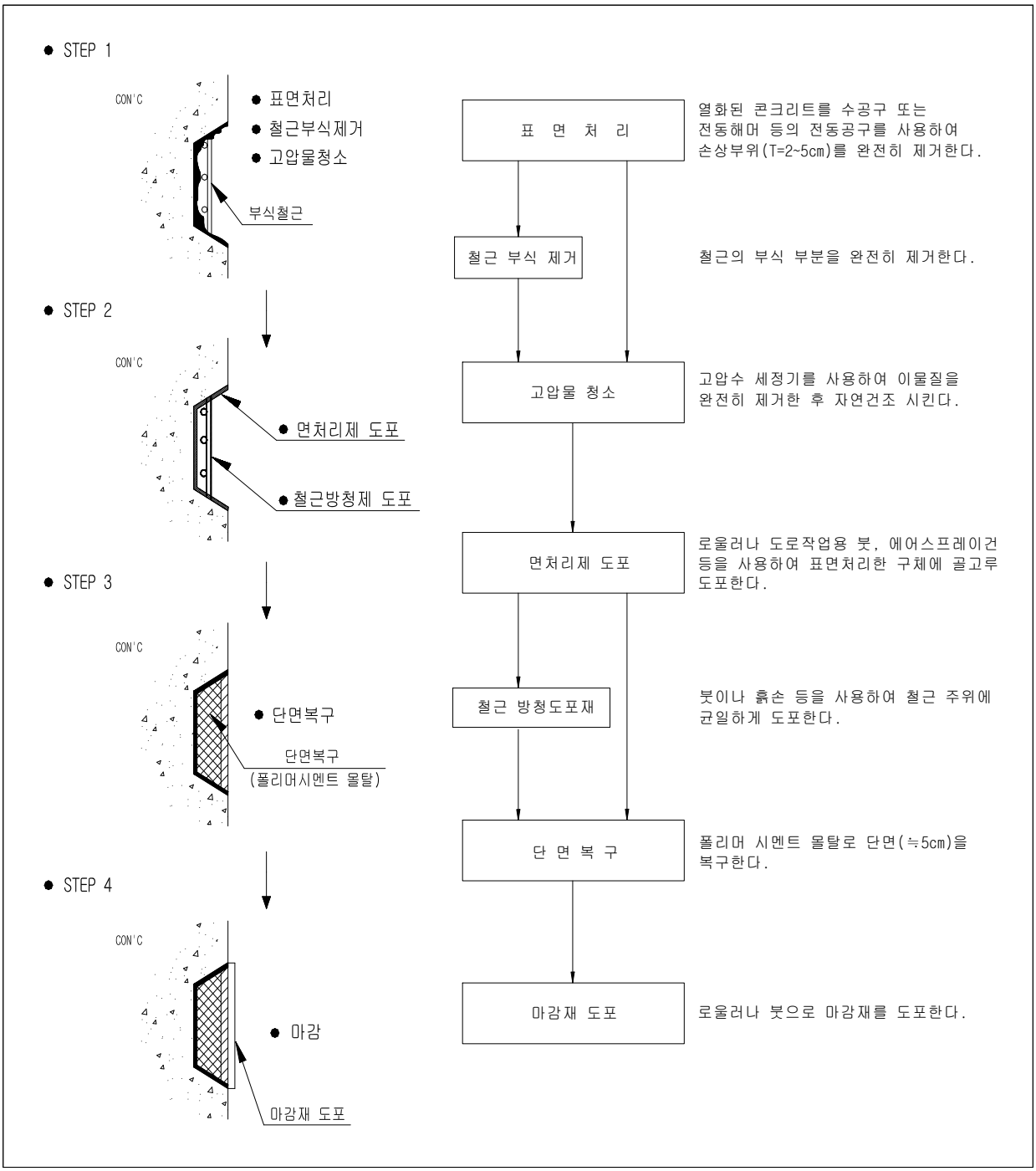


【그림 6.2.3】 단면복구공법(Ⅱ) 시공방법

3) 단면복구공법(Ⅲ)

① 철근노출이 동반된 재료분리, 들뜸, 공동, 박락 등의 손상부와 피복부족에 따른 철근노출에 적용하는 공법이다.

② 시공방법



【그림 6.2.4】 단면복구공법(Ⅲ) 시공방법

4) 단면복구공법 비교

【표 6.2.10】 단면복구 공법 비교

구분 / 공법	리폼시스템공법 (신기술477호)	리플래쉬 (신기술330호)	CROS(크로스) (신기술288호)
공법 개요	·상형 용융 슬래그 골재를 이용한 보수용 모르타르, 개량형 연속믹서와 압송펌프를 이용한 콘크리트 구조물의 단면복구 기술	·습윤면에 방식층을 형성하기 위한 무용제형 친수성 폴리머와 고강도 실리카 및 미립분 시멘트, 폴리아민계 경화제를 혼합하여 제조한 항균성 개질제를 이용하여 화학적 침식을 유발하는 세균발생을 억제하여 구조물의 내구성을 증진시키는 공법	·고알카리성, 고농도 방청 성분을 갖는 방청복합 알카리 회복제와 아질산계분말 방청제 혼입 폴리머 시멘트 모르터 병용 사용하여 중성화 및 염해 등에 의해 손상된 RC 구조물을 보수하는 공법
장 점	·자원재활용한 환경친화적 신소재 ·구상형슬래그 혼입으로 유동성 향상 ·CORE-CELL폴리머사용으로강도특성이우수하고,내구성및내화학성등이뛰어나다. ·CORE-CELL폴리머로우수한조막형성→건조수축균열억제 ·시공성 및 경제성확보 ·배합시 분진 발생억제, 인력절감	·내화학 및 세균억제성 우수 ·습윤부 부착성 우수 ·하수암거 및 관거에 적합	·열화원인 및 열화정도별 보수시스템공법 확립 ·콘크리트 제거 없이 다량 염분함유된 콘크리트내 철근부식억제 및 예방효과기대 ·아질산계폴리머 사용으로 내구성 및 방청성 우수
단 점	·모르터 고유의 특성으로 전문적인 기술자가 필요함. ·시공시온도 및 습도에 유의	·장기부착강도가 약하다. ·숙련된 기능공에 의한 정밀시공이 요구됨 ·고가의 재료를 사용하여 전반적으로 경제성이 떨어짐	·시공공정이 다소 복잡하여 전문적인 기술자가 필요함 ·습윤면에서의 부착력저하가 예상되므로 철저한 시공관리가 요구된다. ·시공공정이 복잡하여 시공단가가 고가이다.

5) 시공시 유의사항

① 운영중인 구조물에서는 단면복구 작업 그 자체나 작업대의 설치 및 플랜트 설비에 제약을 받는 일이 많기 때문에 작업시간, 작업운반차, 반입로 등의 시공조건을 충분히 검토하여 계획을 세울 필요가 있다.

② 단면복구량은 실시설계를 기초로 하여 구할 수 있지만 일반적으로 사전에 구한 복구량은 실제 시공시에 비해 낮을 때가 많으므로 시공상의 단면복구량은 약간의 여유를 감안해 둘 필요가 있다.

③ 시공 완료 후 각 사용 재료의 사용량, 잔량을 확인하고 계획량과 실 단면복구량을 비교하여야 한다.

④ 시공시 각 사용 재료의 특성을 충분히 숙지함과 동시에 시공조건, 작업환경에 충분히 주의하여 안전을 확보하여야 한다.

⑤ 단면복구공법 내에 코팅공법이 포함되어 있는 경우 방식코팅이 반영되어 있지 않은 부분은 코팅공정을 실시할 수 있으나 별도의 방식코팅이 보수·보강에 반영되어 있는 부분은 코팅공정을 제외하여야 한다.

⑥ 캔틸레버부 단면복구시에는 기존 노치와 동일한 V형 홈을 시공하여 교면수 유입에 따른 차수기능을 유지토록 한다.

(4) 강재 재도장

보수도장의 선택은 표면처리방법에 따라 2가지 방법으로 구분된다. 즉, 표면처리방법으로써 전면적인 브라스팅 세정기에 의한 도장시스템과 부분적인 표면처리인 동력공구세정에 의한 도장시스템 등에서 그 방법을 선정한다.

본 교량의 경우 부분적인 보수예정이므로 동력공구 세정으로 표면처리를 하는 것으로 한다.

(1) 보수용 도료의 선택(동력공구 세정실시)

1) 보수용 하도(발청부분, 보수도장)의 선정기준

① 동력공구 세정(SSPC SP3)후에 도장하므로 불충분하게 표면처리한 부분도 부착력이 우수하여야 한다.

② 기존도막을 녹이는 문제가 발생되지 않아야 한다.

③ 방청력이 우수하여야 한다.

④ 작업방법(스프레이, 롤러, 붓)이 용이해야 한다.

2) 중도(전면도장)의 선정기준

① 부분 보수 도장된 후에 전면에 도장될 도료이므로 기존도막을 녹이는 데에 문제가 없어야 한다.

② 기존도막 및 보수도장 하도와의 부착력이 우수하여야 한다.

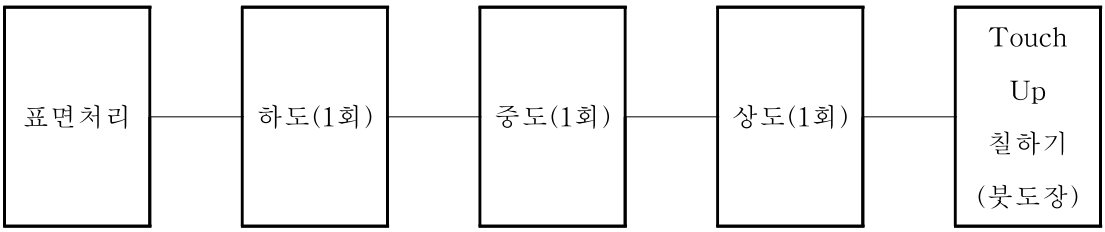
③ 내수성 및 내구성이 우수하여야 한다.

3) 상도(전면도장)의 선정기준

① 중도의 요구조건에 만족하고 추가적으로 내후성(자외선에 대한 내구성이 우수하여 장기간 햇볕에 폭로되어도 변색 및 광택의 손실이 적은 것)이 우수하여야 한다.

(2) 보수도장 작업공정

보수도장 작업공정 흐름도는 다음과 같다.



(3) 비산·먼지에 의한 오염 방지 계획

1) 개요

본 공법은, 강재구조물 등의 기존 도막 및 녹을 직압식 샌드노즐로 연마, 박리하여 바탕처리(Sa2 ½)를 수행한다. 브라스트 단부는 부사식 노즐과 회수호스가 일체로 되어 있어, 표면처리와 동시에 분진·도막파편은 탱크의 집진실로 회수된다. 연마재는 재활용으로 사용되기 때문에, 발생하는 폐기물의 량도 감소할 수 있다. 또한 인력에 의한 작업이기 때문에 상황을 확인하면서 구석구석까지 세심한 처리를 수행할 수 있다.

2) 시스템의 개요(FRCP)

연마재는 가압탱크에서 호스를 거쳐 압송되고, 노즐에서 분사된 이후 즉시 분사브러시 내부에서 흡수되어 회송탱크로 보내진다. 분진은 미세먼지로 분급되어 먼지탱크에 포집된다.

3) 장점

① 분진의 발생, 소음, 진동이 극히 적다.

② 인력인 관계로 바탕면의 상태를 확인하면서 작업이 가능하다.

③ 구조물의 형상에 따라 작업이 가능하다.

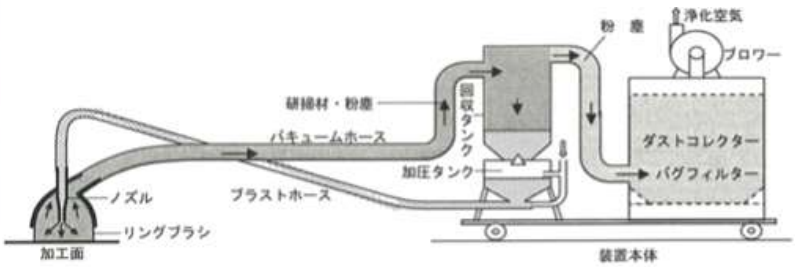
④ 폐기물의 수집이 용이하다.

⑤ 제1종 표면처리가 가능하다. (Sa2 ½)

⑥ 시스템이 소형으로 현장에서 이동이 용이하다.

⑦ 진공형식임으로 표면 마감이 간단히 끝난다.

⑧ 다양한 종류의 연마재를 사용할 수 있다.



(4) 강교 재도장 시 유의사항

1) 표면처리는 녹발생 부위와 도막내부에 녹이 발생하여 도막이 부플은 부위에 대해 동력공구 세정으로 녹을 제거하여야 하며, 또 구 도막이 원판에 양호하게 부착된 부위에 대해서는 도막 표면에 먼지, 기름등의 이물질을 제거하여야 한다. 하도에서는 표면처리면(녹 발생 제거부위) 및 주위에 대한 부분 보수도장을 실시한다. 이때에는 녹 제거 부분만이 아니라 주위 도막에 대해서도 충분히 중첩하여 도장하여야 한다. 중도 및 상도에서는 전면에 걸쳐 도장한다.

2) 에폭시계 중도와 우레탄계 상도는 재도장 간격이 길어질 경우에는 부착력이 떨어질 수 있으므로 중도 도장 건조후 가능한 한 빨리 상도 도장을 실시하여야 한다. 하도 및 중도는 스프레이를 사용하면 1회에 규정도막으로 도장이 가능하나, 로울러 또는 붓으로 도장하는 경우에는 2회 도장을 실시하여야 한다.

3) 도막두께의 측정시 구 도막의 도막두께를 사전에 파악하여 이를 감안한 도막두께의 측정 및 확인이 있어야 한다. 또 보수도장 작업시에는 오염방지를 위한 시설을 설치하거나 도료가 비산되지 않도록 대책을 세운 후에 작업을 실시하여야 한다.

6.3 보수 · 보강 개략공사비

부 재	결함종류	손상물량	보수물량	단위	보수·보강 방안	단가	공사비	우선순위	비고
바닥판 하면	균 열 (0.3mm미만)	115.40	173.1	m	표면처리	27,000	4,673,700	2	
	균 열 (0.3mm이상)	8.50	12.75	m^2	주입공법	69,000	879,750	1	
	균열부백태 (0.3mm미만)	4.00	6.00	m	표면처리	27,000	162,000	2	
	누수흔적	2.00	3.00	m^2	표면처리	27,000	81,000	2	
	박락, 파손	0.72	1.08	m^2	단면복구	75,000	81,000	2	
	백태	14.18	21.27	m^2	표면처리	27,000	574,290	2	
	철근노출	0.25	0.375	m^2	단면복구	75,000	28,125	1	
	보수부 박락	0.18	0.27	m^2	단면복구	75,000	20,250	2	
교대	파손 및 철근노출	0.30	0.45	m^2	단면복구	75,000	33,750	1	
	배면공동	0.30	1식		배면그라우팅보수	10,000,000	10,000,000	1	
	0.3㎜규모 미만 균열	2.8	4.2	m	표면처리	27,000	113,400	2	
교각	균 열 (0.3mm미만)	3.7	5.55	m	표면처리	27,000	149,850	2	
	균 열 (0.3mm이상)	0.9	1.35	m	주입공법	69,000	93,150	2	
교량받침	플레이트 부식	14.25	21.375	m^2	재도장	50,000	1,068,750	2	
	받침몰탈 파손	0.42	0.63	m^2	단면복구	69,000	43,470	2	
신축이음	신축이음 누수	39.00	58.5	m^2	유도배수관 설치	20,000	1,170,000	2	
	유간부 토사퇴적	9.40	9.40	m^2	청소	94,338	886,777	3	
교면포장	아스콘 소성변형	262.40	393.6	m^2	패칭 보수	15,000	5,904,000	2	
	아스콘 망상균열	3.66	5.49	m^2	패칭 보수	15,000	82,350	2	
	아스콘 패임, 포트홀, 파손	12.03	18.045	m^2	패칭 보수	15,000	270,675	2	

부 재	결함종류	손상물량	보수물량	단위	보수·보강 방안	단가	공사비	우선순위	비고
배수시설	그레이팅 미설치	1	1	EA	스틸그레이팅 설치	150,000	150,000	2	
보도부 및 방호울타리	망상균열	33.20	49.8	m^2	표면처리	27,000	1,344,600	2	
	철근노출	0.01	0.015	m^2	단면복구	75,000	1,125	1	
	콘크리트파손	0.58	0.87	m^2	단면복구	75,000	65,250	2	
	균 열 (0.3mm미만)	19.30	28.95	m	표면처리	27,000	781,650	2	
	보수부재균열 (0.3mm미만)	8.00	12.0	m	표면처리	27,000	324,000	2	

순 공사비 합계		28,982,912
제경비(순 공사비 × 50%)		14,491,456
순위별 공사비 (제경비 포함)	제1순위	16,414,125
	제2순위	25,730,078
	제3순위	1,330,166
	제4순위	0
개략공사비		43,474,368

※ 각 손상물량별로 추가보수 등 여유수량을 감안하여 할증(1.5)을 적용하였으며, 명확하게 수량산출이 가능한 손상은 할증 적용을 제외하였음(보수물량 = 손상물량 × 1.5(할증))
※ 본 공사비는 개략공사비로 보수공사시 가시설비, 부대공종(고소차 등)비는 별도 계산 하여야 함
※ 본 개략공사비는 2016년 서울시 일위대가표를 참조하였으며 실시설계시 공법변경 및 단가변동에 의해 바뀔 수 있음.
※ 청소, 원상복구는 보통인부 일위대가로 산정하였음.

6.4 유지관리방안

6.4.1 개 요

교량의 유지관리는 시설물의 기능성과 안전성을 유지하기 위하여 일상점검 및 정밀점검을 통하여 구조물의 손상여부를 확인할 수 있고 특히, 초기 결함을 찾아서 그 결함정도에 따라 적정한 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.

6.4.2 유지관리 일반 업무

유지관리를 효율적으로 하기 위해서는 아래의 항목에 따라서 수행하는 것이 바람직하다.

(1) 자료관리

자료관리는 대상구조물이 처해있는 상황을 문서를 통하여 객관적으로 확인할 수 있도록 각종 자료를 관리하는 업무를 지칭하는 것으로서 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 관련 자료를 전산화하여 관리하는 것이 효율적이다.

일반적으로 구조물의 유지관리시 필요한 자료를 열거하면 다음과 같다.

- 설계도서(시공 및 보수도면, 구조계산서 등)
- 공사내역서 및 시방서
- 사진 및 시험결과
- 공사내역서 및 시방서
- 시설물 관리대장
- 사고기록, 점검 및 진단이력
- 상태 및 안전성 평가기록

(2) 일상관리

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

1) 교량청소, 배수구 관리

시설물의 접근 가능한 모든 부위에 대해 적어도 1년에 1회 이상 청소를 실시한다.

2) 받침장치 관리

받침장치는 원활한 작동을 위하여 부식부위를 제거하고 윤활유를 주기적으로 주입한다.

3) 신축이음장치 관리

신축이음장치는 유간을 확보하기 위해 정기적으로 청소되어야 하며, 후타재에 대한 주기적인 관찰과 하부로의 누수 여부를 관찰하여야 한다.

4) 균열 관리

바닥판하면, 교대 및 교각에 발생된 균열부는 보수 후에도 주기적인 관리가 필요하며, 정기점검을 통해 필요에 따라서는 계측을 통한 유지관리가 필요하다.

5) 누수 관리

신축이음장치 불량으로 인한 교대 및 교각부 누수, 포장부 방수 불량 및 바닥판하면 균열부에서 누수 부위에 대해서 보수 후에도 주기적인 관찰을 통한 유지관리가 필요하다.

(3) 점검 및 진단

점검은 주기적인 조사 및 관찰을 통해 구조물의 이상 및 손상을 조기에 발견함으로서 안전하고 원활한 기능을 확보하고 합리적인 유지관리 자료를 획득하기 위하여 실시한다.

점검은 정기점검, 정밀점검(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 정밀안전진단을 실시하여야 한다.

【표 6.4.1】 점검주기 및 주요조사항목

점검종류	점검주기	주요조사항목
정기점검	반기 1회	◦ 박리, 균열, 박락, 사용하중, 누수 등에 관하여 전회 점검시와의 변형, 변위 발달상태
정밀점검	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 보조부재의 내하력, 사용제한 여부 등
정밀안전진단	점검결과에 따라 실시	◦ 구조물의 노후화, 손상정도, 초기 및 정기점검 상태로부터의 변화 확인 ◦ 구조해석 및 안전성 평가

【표 6.4.2】 각 구조부재별 중요도 및 점검항목

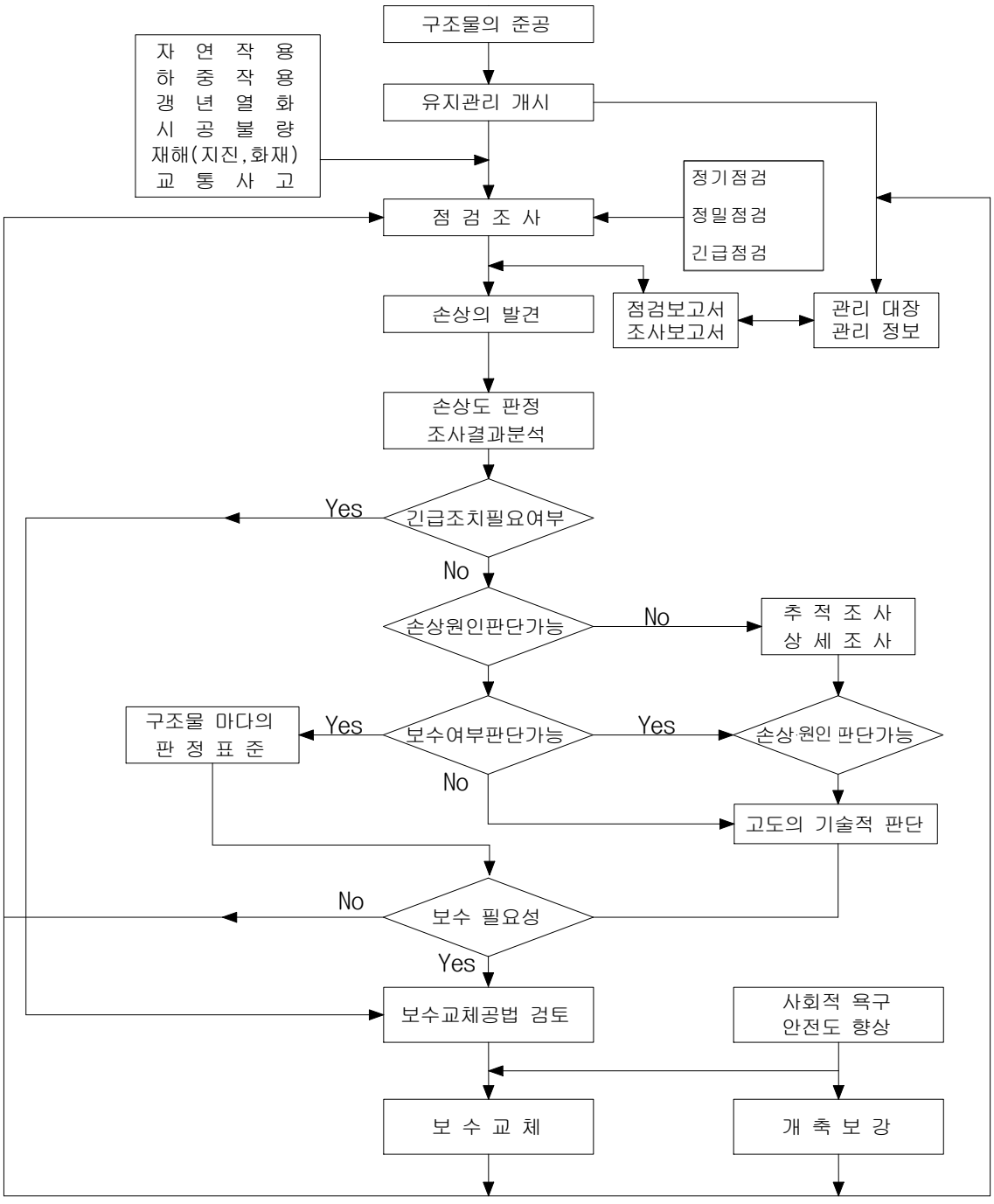
분 류		유지관리 점검항목	교량의 안전성 측면에서 본 중요도	교량의 내구성측 면에서 본 중요도	교량의 사용자측 면에서 본 중요도	해 당 사 항
상부구조	교면 포장	- 포장체의 균열, 요철, 단차 및 함몰 - 청소상태 및 체수 가능성	▲	▲	◎	유(有)
	배수 시설	- 배수구, 배수관의 파손 상태 - 배수구 주위의 체수 상태 및 하부구조 누수 상태 - 배수구 주위의 퇴적물 및 오염상태	△	◎	○	유(有)
	난간	- 강재난간 : 부식발생 여부, 변형 및 파손 여부 - 연석 및 콘크리트 난간 : 균열, 박리, 파손 여부와 철근의 노출	△	○	◎	유(有)
	바닥 판	- 균열 및 탈락 : 일방향 균열, 이방향 균열, 콘크리트 탈락 및 함몰, 철근노출 포함 - 누수 및 백태 : 발생 균열 부위의 누수 여부, 백태현상 발생 여부 및 범위	◎	◎	◎	유(有)
	거더	- 강재거더 및 2차부재 : 부식발생 여부, 변형 및 파손여부 - 볼트풀림 및 탈락 여부	◎	◎	◎	유(有)
하부구조	교각	- 전단력에 의한 전단균열 - 교대,교각 코핑부의 박리 및 철근노출 - 교대와 날개벽 사이 균열	◎	◎	△	유(有)
	기초	- 기초의 세굴 진행 여부 - 기초의 침하와 파일 노출	◎	◎	△	유(有)
부속시설	신축 이음 장치	- 신축이음의 작동여부, 유간, 이상음 - 신축이음 본체의 재료적 열화, 균열, 파손 - 본체 방수재(씰재)의 파손, 하부구조로의 누수여부 - 앵커부의 이완, 탈락 및 파손 상태 - 본체의 이물질 유입 등 오염상태 - 무수축 콘크리트의 파손 및 주행성 상태	△	△	◎	유(有)
	받침 장치	- 받침의 고정된 상태와 손상,노화부재의 유무 - 가동 받침의 작동 유무 - 앵커볼트의 변형 파손 유무,너트의 이완여부 - 강재 받침의 녹, 부식의 범위, 고무재 받침의 균열 - 고정단, 가동단, 받침의 정상유무 - 받침형식(가동·고정의 받침배치도)의 사항을 기재하여 이후의 유지관리업무에 대비 - 받침부 콘크리트와 충전 모르터의 균열발생 상황	○	△	△	유(有)

주) 1. 국토해양부 시설물 유지관리지침 참조
2. ◎ : 아주 중요 ○ : 매우중요 △ : 보통 ▲ : 미약

(4) 보수 및 보강

점검이나 진단을 통하여 손상을 발견하였을 때는 손상의 원인을 정확히 파악하여 보수·보강 또는 신설이나 교체를 시행하여야 한다. 보수란 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 다음【그림 6.4.1】와 같다.



【그림 6.4.1】 유지관리 흐름도

6.4.3 유지관리 사항

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

(1) 교면포장

① 포장면과 후타재 접속부 단차, 포장 시공이음부 등 확인

② 교면의 배수불량, 체수 가능성여부 확인

(2) 방호벽

① 차량충돌 등과 같은 외부 충격으로 인한 파손 및 철근노출 발생 여부 확인

② 균열 및 망상균열 발생 여부 확인

③ 난간파손, 변형 발생 여부 확인

(3) 배수시설

① 오물퇴적으로 인한 배수구 및 배수관 막힘 여부 확인

② 배수구 덮개 및 배수관 파손 여부 확인

③ 배수구 주변 배수경사 불량으로 인한 물고임 발생 여부 확인

(4) 바닥판

① 균열, 철근노출, 누수, 백태 등 발생여부 확인

② 캔틸레버하면 균열, 백태 등 발생 여부 확인

(5) 거더

① 도장상태 및 부식 발생 여부 확인

② 주거더의 보강재 변형 및 좌굴여부 확인

③ 용접부 피로균열 발생 여부 확인

④ 볼트 현장연결부 볼트이완 등 볼트체결 상태 확인

⑤ 처짐 및 변형 여부 확인

(6) 교대 및 교각

① 교대・교각 균열, 파손, 철근노출 등 발생 여부 확인

② 교각 코핑부 수평전단철근 부족에 의한 균열 발생 여부 확인

③ 신축이음부 누수로 인한 콘크리트 표면오염 여부 확인

④ 받침부 가동여유량 부족에 의한 파손 여부 확인

(7) 신축이음

① 파손, 누수 및 유간 오물퇴적 여부 확인

② 유간부족, 유간과다, 본체 파손 등 손상여부 확인

③ 후타재의 단차, 균열 및 파손 여부 확인