

제 7 장 보수 · 보강 및 유지관리방안

7.1 개 요

7.2 보수 · 보강 방안

7.3 보수 · 보강 개략공사비

7.4 유지관리방안

제 7 장 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 개 요

모든 구조물은 시간이 경과함에 따라 여러가지 원인에 의해 손상이나 결함이 발생하게 되고, 작은 결함이라도 그대로 방치해 두면 점진적으로 발전하여 대형사고의 원인이 될 수도 있다. 따라서 구조물에 대한 보수·보강은 구조물의 기능성 및 안전성을 유지하고 필요에 따라 그 기능의 강화를 도모하기 위해 실시하여야 한다.

7.1.1 보수·보강 방안 수립에 따른 검토사항

외관조사, 내구성조사, 구조검토, 상태평가 및 안전성평가 결과 등을 종합적으로 검토하고 시공성, 경제성 등을 고려하여 적합한 재료와 보수·보강공법을 선정하였으며, 그에 따라 보수·보강의 우선순위는 결함, 손상, 열화의 상태에 따라서 구조적 안전성, 사용성 및 내구성 등을 종합적으로 고려하여 결정하였다.

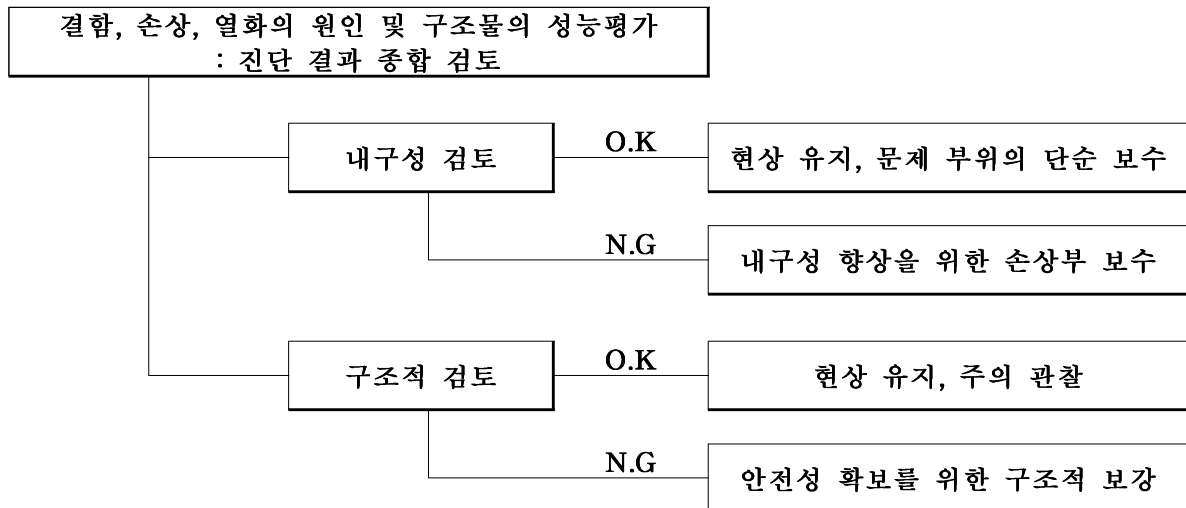
【표 7.1】 보수·보강 방안 수립에 따른 검토사항

검 토 항 목	검 토 내 용
보수·보강 필요성 판단	외관조사, 내구성조사, 구조검토, 상태 및 안전성평가 ⇒ 진단 결과 종합 분석 후 보수·보강 여부 판단
보수·보강 공법의 선정	- 구조물의 기능 및 중요도 - 구조물의 형식과 환경조건 - 보수 후의 요구 내용년수 - 공법의 시공성과 경제성
보수·보강 수준 결정	- 국부적인 보수 또는 전반적 보수여부 결정 - 구조물 수명과 장·단기 대책을 고려한 보수·보강 범위 산정
보수·보강 재료의 선정	- 용도 및 목적에 적합한 품질을 가진 재료 선정 - 품질과 성능이 확인된 것을 사용 ⇒ 적절한 시험방법, 사용 실적 또는 신뢰할 만한 자료 근거
보수·보강 우선순위 결정	- 결함, 손상, 열화의 중요도 - 구조적 안전성, 사용성, 내구성

7.1.2 보수·보강 필요성 판단

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

보강의 경우는 부재안전율을 각종 기준에서 정하는 수치이상으로 하기 위하여 어느 정도까지 부재단면 등을 증가하여야 하는지를 판단하여야 한다.



【그림 7.1】 보수·보강 범위의 결정

7.1.3 보수·보강 공법 선정 및 수준 결정

가. 보수·보강 공법의 선정

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

나. 보수·보강의 수준 결정

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

- 현상유지(진행억제)
- 실용상 지장이 없는 성능까지 회복
- 초기 수준이상으로 개선
- 개축

본 구조물은 내구성 확보를 위한 일부 보수가 필요한 상태로 실용상 지장이 없는 성능까지 회복 수준으로 결정하였다.

7.1.4 보수·보강 재료의 선정

보수재료는 보수공법의 사용목적에 부합하고 시공하기에 적절한 기본적인 성능을 만족하여야 한다.

가. 보수재료의 기본 특성 설정

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

나. 보수재료의 요구 성능 설정

보수재료의 요구 성능은 보호성능, 내구성능, 시공성능 및 기본적인 성능을 고려하여 설정한다. 일반적으로 보수재료에 요구되는 성능으로는 시공성과 내구성능이다. 보수재료는 재료 자체의 특성을 충분하게 발휘할 수 있도록 시공되어야 한다. 즉, 시공환경에서 간단하면서도 균일하게 시공이 되는 것이 중요하다.

내구성능은 보수재료의 원래의 목적이 되는 성능이지만 보수 후의 공용기간 중 소정의 수준을 만족시키는 것을 나타내는 성능으로 재료 자체의 열화에 대한 저항성과 밀접한 관계가 있다. 부착성과 수축성 등은 보수재료가 구조물과 일체화해서 거동하는 것에 기본이 되는 성능이고, 이것이 불충분한 경우에 이들 재료는 그 본래의 목적을 달성할 수 없다.

다. 적용 가능한 보수재료의 선정

구체적인 요구 성능 및 그 요구수준이 결정되면 그것을 만족시키는 재료의 후보를 선정한다. 단, 재료를 새로 설계하는 것이 곤란한 경우에는 시판 재료 중에서 요구 성능을 만족시키는 것으로 생각되는 것을 선택하거나, 혹은 요구 성능을 만족하도록 복수의 시판재료를 조합한 재료시스템을 구축해도 좋다. 재료를 조합해서 사용하는 경우에는 고려방법과 조합의 가능성, 문제점 등에 관해서 명확히 해둘 필요가 있다.

라. 보수재료의 성능조사

보수재료가 요구 성능을 만족하고 있는가를 적당한 방법을 통해서 조사해야 한다. 이 조사는 설계된 재료의 성능 평가값이 요구 성능의 수준 이상인 것을 확인하는 것으로 성능조사의 구체적인 방법은 다음과 같다.

첫 번째 방법으로는 재료의 다양한 특성 값을 사용해서 요구 성능을 직접 평가하고 그 결과를 요구수준과 비교하는 것이다.

또 다른 방법으로는 공공기관이 정한 규격시험을 통해 얻어진 재료시험 결과를 공공기관이 설정한 규격치와 비교하는 것이다.

7.1.5 보수·보강 우선순위 결정

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

【표 7.2】 보수·보강 우선순위 선정기준

구 분	순 위	보수·보강 우선순위	비 고
단 기	1순위	『시설물의 안전관리에 관한 특별법』 제12조(중대한 결함)의 “대통령이 정하는 중대한 결함”에 포함되는 손상 - 철근콘크리트 시설물의 염해 또는 탄산화에 따른 내력손실 등 - 주요부재에 발생한 결함 및 손상이 상태평가 기준 “d”이하인 경우 - 철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나, 부식가능성이 큰 경우	
중장기	2순위	보조부재에 발생한 결함 및 손상이 커 내구성에 영향을 미치는 경우 - 상부 차량 통행에 지장을 줄 수 있는 손상 - 즉각적인 보수는 요구되지 않지만 내구성, 기능성, 사용성 저하방지를 위한 보수가 필요한 경우	
	3순위	기능발휘에 지장이 없거나, 방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성 증진을 위해 보수가 필요한 손상	
지속관찰		1~3순위를 제외한 손상으로 지속적인 관찰을 통해 향후 발전상태에 따라 보수·보강 여부를 판단할 수 있는 정도의 손상 - 콘크리트의 0.2mm이하 비구조적 미세균열(단, 균열집중구간은 제외) - 경미한 강재의 용접결함 - 후타재 등의 보조부재에서의 주행에 지장을 주지 않는 균열 등의 손상 (빈번한 차량통행으로 인한 보수효과가 없는 경우, 향후 교체가 시행될 부재 등) - 기타 경미한 손상으로 내구성, 사용성에 지장이 없는 경우	

가. 균 열

【표 7.3】 균열 보수·보강 우선순위 선정기준

구분	순위	균열폭(C, mm)				
		0.1 미만	0.1≤C<0.2	0.2≤C<0.3	0.3≤C<0.5	0.5≤C
주부재	콘크리트 바닥판	지속관찰			2순위	1순위 (2순위)
	프리스트레스트 콘크리트 거더	지속관찰		2순위	1순위 (2순위)	1순위
	교대, 교각	지속관찰	지속관찰 (선택적 보수)		2순위 (1순위)	1순위
	교량 기초	지속관찰			2순위 (1순위)	1순위
보조 (기타) 부재	콘크리트 가로보	지속관찰			2순위	2순위 (1순위)
	받침콘크리트	지속관찰			2순위	2순위 (1순위)
	방호벽	지속관찰			3순위	2순위
구 분		건조 환경	습윤 환경	부식성 환경	고부식성 환경	수밀성 구조
허용균열폭 wa(mm)		0.40	0.30	0.20	0.15	0.10

- 주) 1. () 안은 손상의 규모, 발생형태, 연속성 등을 감안하여 책임기술자의 판단하에 ()안에 순위로 조정할 수 있음.
 2. 콘크리트 균열의 경우 책임기술자의 구조적원인에 의한 명백한 보수 사유가 있을 경우 균열이 적더라도 이에 대한 사유를 언급하고 보수토록 함.
 3. 방수를 필요로 하는 중요부위에 대해서는 $c/w=0.2\text{mm}$ 이상의 균열에 대해서 보수토록 함.

나. 박리 및 박락

【표 7.4】 박리 및 박락 보수·보강 우선순위 선정기준

구 분	손 상 깊 이 (mm)			
박리	0.5mm미만, 박리면적율 10%미만	0.5mm~1.0mm, 박리면적율 10%미만	1.0mm~25mm	25mm이상
	지속관찰	지속관찰(2~3순위)	2순위	1순위
박락	15mm미만, 박락면적율 10%미만	15mm~20mm, 박락면적율 10%미만	15mm미만, 박락면적율 10%이상 20mm이상, 박락면적율 10%미만	20mm이상, 박락면적율 10%이상
	지속관찰	지속관찰	2순위	1순위(2순위)

- 주) 1. () 안은 손상의 규모, 발생형태, 연속성 등을 감안하여 책임기술자의 판단하에 ()안의 순위로 조정할 수 있음.
 2. 박락에 의한 철근노출이 발생하였을 경우 손상면적에 준하지 않고 철근부식이 가속화 되므로 즉각적인 보수 필요(1순위). 특히, 교량 하부에 통과도로가 있을 경우 박락은 손상의 규모와 상관없이 우선적인 보수가 필요

다. 누수 및 백태

【표 7.5】 누수 및 백태 보수·보강 우선순위 선정기준

구 분	손 상 정 도		
누 수	경미한 누수흔적(건조한 상태)	현저한 누수(습윤상태)	누수 관찰 가능(방울떨어짐)
백 태	면적율 5%미만	5~10%	10% 이상
판 단	경우에 따라 보수	2순위 (1순위)	1순위

- 주) 1. 누수/백태는 모든 콘크리트 부재에 적용하며, 신축이음 등의 부속부재는 해당하지 않음.
 2. 신축이음의 누수는 우선적으로 신축이음의 누수를 차단하는 방안을 수립하여야 하며, 교체 등의 표면열화에 대한 보수는 책임기술자의 판단하에 보수 필요.
 3. 백태는 화학적인 작용에 의한 것으로서 미관의 이유뿐만 아니라 표면의 내구성을 고려하여 보수계획수립 필요
 4. 누수/백태의 기준을 각각 평가하고 두 개의 평가 결과 중 낮은 손상을 평가하여 보수계획 수립.
 5. () 안은 손상의 규모, 발생형태, 연속성 등을 감안하여 책임기술자의 판단하에 ()안의 순위로 조정할 수 있음.

7.2 보수·보강 방안

7.2.1 부재별 보수·보강방안

정밀안전진단 결과 부재별 결함내용 및 보수·보강 방안은 다음 【표 7.6】 ~ 【표 7.7】 와 같다.

가. 백운1교(부산)

【표 7.6】 백운1교(부산) 부재별 보수·보강 방안

구분	손상내용	손상깊이·폭 (mm)	개소	손상		보수		보수 수준	보수 방안	우선 순위
				물량	단위	물량	단위			
바닥판	박리	t=10미만	1	0.20	m²	0.30	m²	성능회복	단면보수	3순위
	백태		25	19.64	m²	29.46	m²	성능회복	표면처리	3순위
	부식		126	69.52	m²	104.28	m²	성능회복	강재 재도장	3순위
	철근노출		4	0.08	m²	0.12	m²	성능회복	단면보수(방청)	2순위
	파손	t=10미만	1	0.16	m²	0.24	m²	성능회복	단면보수	3순위
보강거더 및 아치리브	PIT		15	15	ea	-	ea	현상유지	유지관리	4순위
	부식		150	33.55	m²	50.33	m²	성능회복	강재 재도장	3순위
	SP볼트 부식		2,037	20.37	m²	30.56	m²	성능회복	강재 재도장	3순위
	도장박리		13	20.13	m²	30.20	m²	성능회복	강재 재도장	3순위
	실리콘 마감 불량		152	152	ea	228.00	ea	성능회복	실링 보수	3순위
	이물질 퇴적		10	6.05	m²	9.08	m²	성능회복	청소	3순위
	점검구 볼트 부식		5	0.05	m²	0.08	m²	성능회복	강재 재도장	3순위
2차부재 (가로보, 세로보, 행거, 브레이싱)	언더컷		1	0.10	m²	-	m²	현상유지	유지관리	4순위
	볼트 부식		1,236	13.01	m²	19.52	m²	성능회복	강재 재도장	3순위
	도장박리		31	7.51	m²	11.27	m²	성능회복	강재 재도장	3순위
	변형		9	1.50	m²	-	m²	현상유지	유지관리	4순위
교대	부식		691	49.59	m²	74.39	m²	성능회복	강재 재도장	3순위
	계단침하		1	1.00	m	-	m	현상유지	유지관리	4순위
	마감 불량		1	0.30	m²	-	m²	현상유지	유지관리	4순위
	망상균열	cw=0.2이하	6	6.56	m²	-	m²	현상유지	유지관리	4순위
	박리	t=10미만	2	0.61	m²	-	m²	현상유지	유지관리	4순위
	백태		6	22.29	m²	33.44	m²	성능회복	표면처리	3순위
	파손	t=10미만	5	1.39	m²	2.09	m²	성능회복	단면보수	4순위
	균열	cw=0.2이하	26	20.50	m	-	m²	현상유지	유지관리	4순위
	균열	cw=0.3이상	4	4.10	m	6.15	m	성능회복	주입공법	2순위
	채수		1	3.75	m²	5.63	m	성능회복	유도배수로 설치	3순위

- 주) 1. 보수시 시공성 및 효율성을 고려하여 보수·보강 물량은 손상물량에 50%를 할증 후 소수점 2자리에서 절사 하였으며, 명확하게 수량산출이 가능한 손상은 할증적용을 제외하였음.
 2. 균열 폭 0.2mm이하는 길이에 0.25m를 곱하여 보수·보강 물량을 m²으로 산정함.
 3. 채수는 유도배수로 설치를 위한 신축이음하부 연장을 보수 물량으로 산정함.

【표 7.6】 백운1교(부산) 부재별 보수·보강 방안(계속)

구분	손상내용	손상깊이·폭 (mm)	개소	손상		보수		보수 수준	보수 방안	우선 순위
				물량	단위	물량	단위			
교각	망상균열	cw=0.2이하	5	0.85	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	박리	t=10미만	9	50.16	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	재료분리	t=10미만	6	0.21	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	파손	t=10미만	7	0.20	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	균열	cw=0.2이하	24	17.30	m	-	m	현상유지	유지관리	4순위
받침장치	거푸집 미제거		1	0.60	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	받침부식		3	3.00	m ²	4.50	m ²	성능회복	강재 재도장	3순위
	받침콘크리트 균열		21	8.20	m	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	받침콘크리트 백태		1	0.20	m ²	0.30	m ²	성능회복	표면처리	3순위
	받침콘크리트 망상균열		6	9.43	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	솔플레이트 부식		4	1.96	m ²	2.94	m ²	성능회복	강재 재도장	3순위
신축이음	강재부식		5	0.98	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	백태		1	1.50	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	토사퇴적		4	0.96	m ²	1.44	m ²	성능회복	청소	3순위
	후타재 균열		38	15.60	m	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	후타재 파손		1	0.05	m ²	0.08	m ²	성능회복	단면보수	3순위
배수시설	배수관 부식		7	0.30	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	배수구 막힘		9	9	ea	13.50	ea	성능회복	청소	3순위
방호벽	강판부식		4	4	ea	0.16	m ²	성능회복	강재 재도장	3순위
	균열	cw=0.2이하	18	17.50	m	6.56	m ²	성능회복	표면처리	3순위
	균열	cw=0.3이상	3	1.60	m	2.40	m	성능회복	주입보수	2순위
	균열백태	cw=0.2이하	32	19.75	m	29.63	m ²	성능회복	표면처리	3순위
	덮개판 변형		2	0.05	m ²	2	ea	성능회복	표면처리	3순위
	망상균열	cw=0.2이하	1	0.49	m ²	0.74	m ²	성능회복	표면처리	3순위
	박리	t=10미만	1	1.50	m ²	2.25	m ²	성능회복	단면보수	3순위
	백태		11	0.94	m ²	1.41	m ²	성능회복	표면처리	3순위
	보호덮개 탈락		3	3	ea	4.50	ea	성능회복	재설치	3순위
	철근노출		5	0.05	m ²	0.08	m ²	성능회복	단면보수(방청)	2순위
	파손	t=10미만	1	0.10	m ²	0.15	m ²	성능회복	단면보수	3순위

주) 1. 보수시 시공성 및 효율성을 고려하여 보수·보강 물량은 손상물량에 50%를 할증 후 소수점 2자리에서 절사 하였으며, 명확하게 수량산출이 가능한 손상은 할증적용을 제외하였음.

2. 균열 폭 0.2mm이하의 길이에 0.25m를 곱하여 보수·보강 물량을 m²으로 산정함.

3. 방호벽의 강판부식 1ea = 0.2m×0.2m = 0.04m²×4ea = 0.16m²

나. 백운1교(춘천)

【표 7.7】 백운1교(춘천) 부재별 보수·보강 방안

구분	손상내용	손상깊이·폭 (mm)	개소	손상		보수		보수 수준	보수 방안	우선 순위
				물량	단위	물량	단위			
바닥판	거푸집 미제거		1	2.00	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	균열	cw=0.2이하	46	62.80	m	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	균열백태	cw=0.2이하	7	6.10	m	9.15	m ²	성능회복	표면처리	3순위
	누수흔적		13	396.00	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	망상균열	cw=0.2이하	2	3.10	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	물뚫기홈 미설치		1	1.50	m	2.25	m	성능회복	설치	3순위
	박리	t=10미만	3	0.51	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	백태		5	0.83	m ²	1.25	m ²	성능회복	표면처리	3순위
	재료분리	t=10미만	6	6.76	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	철근노출 및 녹물흔적		6	2.87	m ²	4.31	m ²	성능회복	단면보수(방청)	2순위
	파손	t=10미만	1	1.50	m ²	2.25	m ²	성능회복	단면보수	3순위
거더	거푸집 미제거		10	3.60	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	균열	cw=0.2이하	167	310.80	m	-	m	현상유지	유지관리	4순위
	균열	cw=0.3이상	89	248.10	m	372.15	m	성능회복	주입보수	1순위
	균열백태	cw=0.2이하	1	0.30	m	0.45	m ²	성능회복	표면처리	3순위
	누수흔적		1	4.00	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	망상균열		4	61.50	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	박리		1	2.45	m ²	3.68	m ²	성능회복	단면보수	3순위
	볼트미제거		5	5	ea	-	ea	현상유지	유지관리	4순위
	파손		11	0.40	m ²	0.60	m ²	성능회복	단면보수	3순위
	재료분리		35	96.15	m ²	144.23	m ²	성능회복	단면보수	3순위
	철근노출		67	23.99	m ²	35.99	m ²	성능회복	단면보수(방청)	2순위
	이물질 삼입(잡철물)		175	1.80	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	철근 미제거		12	12	ea	-	ea	현상유지	유지관리	4순위
	재료분리		2	0.08	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
가로보	재료분리		2	0.08	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
교대	균열	cw=0.2이하	29	26.50	m	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	균열	cw=0.3이상	2	0.80	m	1.2	m	성능회복	주입보수	2순위
	녹물흔적(잡철물)		253	1.19	m ²	1.78	m ²	성능회복	유지관리	4순위
	망상균열	cw=0.2이하	11	43.20	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	박리		3	1.38	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	백태		6	0.20	m ²	0.30	m ²	성능회복	표면처리	3순위
	재료분리		19	0.92	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	와이어매쉬 노출		2	3.30	m ²	4.95	m ²	성능회복	단면보수	3순위
	이물질삼입(잡철물)		59	0.52	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	접합부 이격		3	21.00	m	31.5	m	성능회복	실링보수	3순위
	체수		5	15.00	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	누수흔적		1	0.48	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	파손	t=10미만	7	2.36	m ²	3.54	m ²	성능회복	단면보수	3순위
	토사퇴적		1	0.28	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위

주) 1. 보수시 시공성 및 효율성을 고려하여 보수·보강 물량은 손상물량에 50%를 할증 후 소수점 2자리에서 절사 하였으며, 명확하게 수량산출이 가능한 손상은 할증적용을 제외하였음.
 2. 균열 폭 0.2mm이하는 길이에 0.25m를 곱하여 보수·보강 물량을 m²으로 산정함.

【표 7.7】 백운1교(춘천) 부재별 보수·보강 방안(계속)

구분	손상내용	손상깊이·폭 (mm)	개소	손상		보수		보수 수준	보수 방안	우선 순위
				물량	단위	물량	단위			
교각	거푸집 미제거		1	0.01	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	균열	cw=0.2이하	76	87.20	m	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	망상균열	cw=0.2이하	8	24.68	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	재료분리	t=10미만	24	48.18	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	철근노출		32	0.38	m ²	0.57	m ²	성능회복	단면보수(방청)	3순위
	파손	t=10미만	48	1.02	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	이물질 삼입(잡철물)		160	1.64	m ²	2.46	m ²	성능회복	유지관리	4순위
받침장치	받침부식		9	8.60	m ²	12.90	m ²	성능회복	강재 재도장	3순위
	받침콘크리트 균열		9	5.30	m	-	m	현상유지	유지관리	4순위
	받침콘크리트 망상균열		1	0.48	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	받침콘크리트 파손		2	0.02	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	볼트부식		27	0.37	m ²	0.56	m ²	성능회복	강재 재도장	3순위
	상부 플레이트 변형		1	1	ea	-	ea	현상유지	유지관리	4순위
	재료분리		4	3.04	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	콘크리트 탈락		1	0.0018	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	이물질 노출		6	0.16	m ²	0.24	m ²	현상유지	유지관리	4순위
신축이음	강재부식		3	5.00	m	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	단차		1	3.00	m	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	본체 부식		3	5.00	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	토사퇴적		5	16.00	m ²	24	m ²	성능회복	청소	3순위
	후타재 마모		4	3.52	m ²	-	m ²	현상유지	유지관리	4순위
	후타재 박리		1	0.02	m ²	0.03	m ²	성능회복	단면보수	3순위
교면포장	아스콘 균열		15	23.50	m	35.25	m	성능회복	실링보수	3순위
	망상균열		3	15.40	m ²	23.10	m ²	성능회복	소파보수	3순위
	포장마모		2	9.25	m ²	13.88	m ²	성능회복	소파보수	3순위
	시공이음부 균열		5	174.60	m	261.90	m	성능회복	실링보수	3순위
	포트홀		2	0.10	m ²	0.15	m ²	성능회복	소파보수	3순위
배수시설	배수관 부식		2	2	ea	-	ea	현상유지	유지관리	4순위
방호벽	균열	cw=0.2이하	117	85.40	m	32.03	m ²	성능회복	표면처리	3순위
	균열	cw=0.3이상	45	66.50	m	99.75	m	성능회복	주입보수	2순위
	균열백태	cw=0.2이하	9	9.40	m	14.10	m ²	성능회복	표면처리	3순위
	망상균열	cw=0.2이하	2	1.25	m ²	1.88	m ²	성능회복	표면처리	3순위
	긁힘		1	0.10	m ²	0.15	m ²	성능회복	단면보수	3순위
	철근노출		7	0.07	m ²	0.11	m ²	성능회복	단면보수(방청)	2순위
	파손	t=10미만	4	0.12	m ²	0.18	m ²	성능회복	단면보수	3순위
기타부재	전선관 보호덮개 부식		5	7.70	m	11.55	m	성능회복	교체	3순위
	전선관 보호덮개 파손		2	10.30	m	15.45	m	성능회복	교체	3순위

주) 1. 보수시 시공성 및 효율성을 고려하여 보수·보강 물량은 손상물량에 50%를 할증 후 소수점 2자리에서 절사 하였으며, 명확하게 수량산출이 가능한 손상은 할증적용을 제외하였음.

2. 균열 폭 0.2mm이하의 길이에 0.25m를 곱하여 보수·보강 물량을 m²으로 산정함.

7.2.2 주요결함 및 손상에 대한 보수·보강 방법

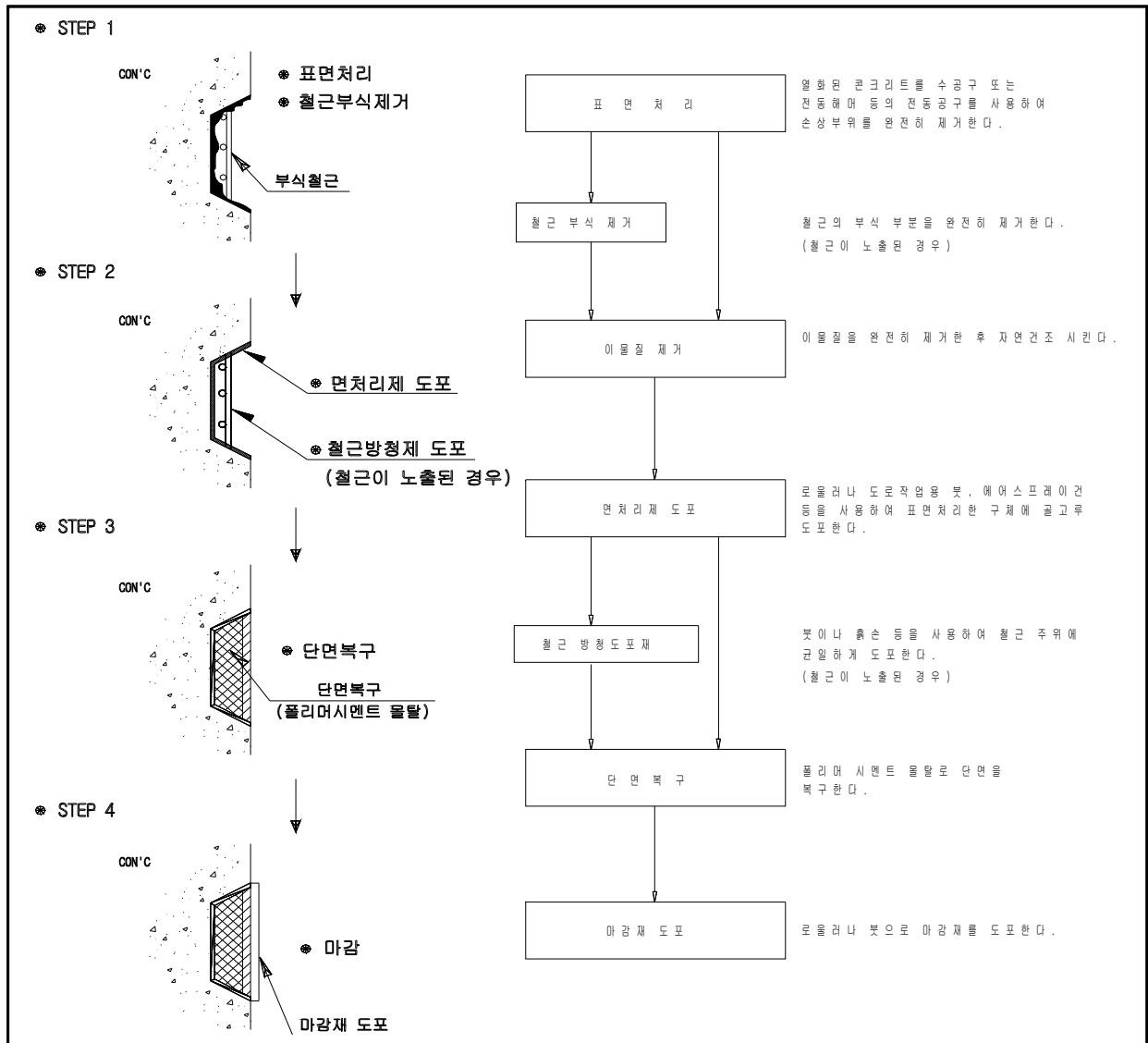
가. 단면보수

1) 개 요

단면보수는 철근부식으로 인한 철근노출, 공동, 박리, 박락 및 균열 등의 손상된 부위를 치핑 한 후 철근노출 부위는 방청처리와 구체강화를 시킨 후 단면을 보수 모르타르로 충전해서, 손상된 콘크리트를 신규 상태로 회복시키는 공법이다.

외관조사 결과 부분적인 피복두께 부족으로 인한 철근노출, 박리, 박락 등이 발생된 상태로 향후 철근 부식에 따른 콘크리트 및 철근단면손실 가능성이 있으므로, 내구성 및 사용성 확보를 위해 단면보수를 실시하여야 한다.

2) 시공순서 및 개요도



【그림 7.2】 단면보수 시공순서 및 개요도

① 표면처리

- 콘크리트 표면에 탈락되려고 하거나 심한 균열로 약간의 물리적 충격으로도 탈락이 예상되는 부분은 모두 철거해야 한다.
- 철근이 노출되어 있는 경우에는 철근 후면 약 2~3cm까지 콘크리트를 제거하여 완전 노출시키며 와이어 브러쉬(Wire Brush) 또는 전기 브러쉬 등으로 녹을 완전히 제거한다.

② 표면청소

- 콘크리트 표면처리 후 고압 살수기를 이용하여 표면을 고압 세척한다.
(고압세척의 압력은 노즐 TIP에서 5,000 psi(350kgf/cm²)의 압력으로 한다.)

③ 철근부식방지

- 철근부식 방지를 위해 방청제를 도포하며 철근의 방식성, 단면보수재 및 철근과의 부착성이 좋은 재료를 사용하여야 한다.
- 노출된 철근은 가능한 건조상태에 붓을 사용하여 도포한다.
- 도포 시 철근 표면에 과다하게 칠하지 말아야한다.
- 철근방청제 도포는 2~3회 시공한다.

④ 접착력 강화

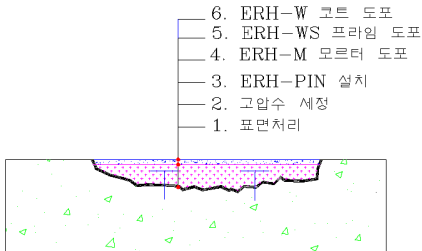
- 신·구 재료의 접착력 강화를 위하여 붓이나 에어 스프레이 건을 사용하여 접착제를 균일하게 도포한다. 콘크리트면과 밀착성이 뛰어나고 탄성계수, 열팽창계수, PH 등이 비슷한 규산염계, 폴리머 계통 접착제 등 사용한다.

⑤ 단면 보수재

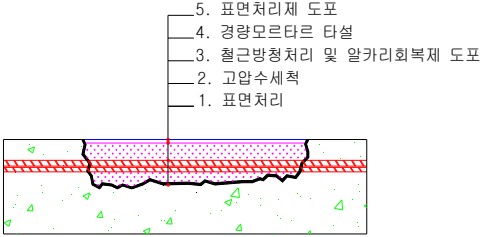
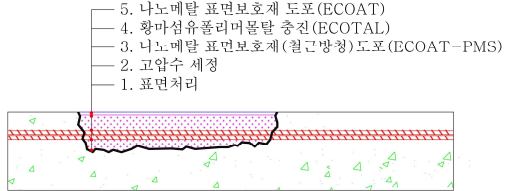
- 깨끗한 담수를 사용해서 폴리머 시멘트 모르타르를 혼합한다.
- 시공 전에 콘크리트 표면을 물로 약간 적신 후 폴리머 시멘트 모르타르를 타설한다.
- 타설은 흙손이나 스프레이로 가능하다.

3) 단면보수 비교안

【표 7.8】 콘크리트 단면보수 비교표

구 분	프리웨팅 공법 (신기술 제507호)	에코플래시 공법 (신기술 제577호)
개요도		
공 법 개 요	이중오거 믹서 샤프트를 이용한 프리웨팅 스프레이 방식의 철근콘크리트 구조물 보수공법으로 콘크리트의 탄산화 등 각종 열화요소에 의해 손상되고 성능이 저하된 콘크리트를 제거하고 추가적인 이중보호방식을 실시 시공성 및 장기적인 내구성을 증진시킨 보수공법	탄산화, 염해, 동해 및 화학적 부식 등의 열화원인에 대응하여 천연광물을 함유한 모르타르와 특수건식스프레이를 이용하여 화학적 물리적으로 개보수 하고 접착보강편을 추가하여 장기부착강도를 증진시킨 보수공법
공 법 특 징	- 개선된 스프레이 방식과 우수한 단면복구재 사용으로 시공두께가 우수(10~20mm/회)함. - 원형 등 구조물 형상에 따른 제약 없음. - 자동화 기계화시스템에 의한 인력절감 및 공사비가 절감됨. - 열화요인 및 구조물의 특성에 따른 특화된 재료를 적용함. - 우수한 부착 성능에 의해 접착강화 공정이 불필요함. - 스프레이시 리바운드가 적음. - 수복면의 밀도 향상으로 품질이 우수함. - 공정이 단순해서 작업시간이 단축됨. - 기계작업으로 품질유지가 확보됨. - 다짐효과가 극대화됨. - 스프레이 시공시 전문가 필요함.	- 무기섬유 혼입에 의한 물리적 특성이 우수함. - 화학적 부식에 저항성 및 탄산화 저항성이 우수함. - 천연재료의 사용으로 기존 콘크리트와 물리적 성질이 유사하여 시공 후 재 손상 발생 가능 적음. - 물리적 접착 보강편을 통한 장기부착강도를 확보함. - 무기코트재료에 의한 표면을 피복함. (음용수 부위적합) - 리튬실리케이트를 이용한 내구성 및 알칼리 회복 효과가 있음. - 습윤한 상태에서 부착강도가 우수함. (해안·수리구조물 등) - 공정이 다소 복잡하여 시공전문가가 필요함.
공사비	74,062원/m ² (표면처리보수) 104,629원/m ² (T=10mm) 216,305원/m ² (T=30mm) 323,424원/m ² (T=50mm) 229,427원/m ² (T=30mm, 철근노출) 341,125원/m ² (T=50mm, 철근노출)	53,596원/m ² (표면처리보수) 128,947원/m ² (T=10mm) 225,281원/m ² (T=30mm) 321,614원/m ² (T=50mm) 244,723원/m ² (T=30mm, 철근노출) 341,056원/m ² (T=50mm, 철근노출)

【표 7.8】 콘크리트 단면보수 비교표(계속)

구 분	코스텀 공법 (신기술 제596호)	에코텍트 공법 (신기술 제642호)
개요도		
공 법 개 요	• 염해, 탄산화, 열화 등으로 인하여 손상된 단면에 침투성 알칼리 회복WP, 신구접착제, 경량모르타르, 염해, 탄산화 방지표면처리제를 적용하여 구조물을 원상회복 및 유해환경으로부터 보호하는 보수공법	• 천연재료인 황마섬유가 혼입된 폴리모 모르타르를 이용하여 단면을 보수하고, 콘크리트 구조물의 내구성 증진 및 유해물질 침투를 방지하기 위해 나노메탈 미분이 함유된 표면보호제를 분사하여 내구성을 확보하는 보수공법
공 법 특 징	• 철근노출시 방청과 단면복구를 동시수행(공기단축) • 침투성방청제는 철근을 노출시키지 않아도 부식방지 효과가 탁월함. • 부착력 및 내구성, 내약품성이 우수함. • 공사비가 저렴함. • 무기계재료로서 모체와 일체거동함. • 무기계공법으로 경화시간이 유기계보다 느리므로 초기양생이 중요함. • 시공전문가가 필요함. • 장거리 압송이 가능하며, 대단면에 시공이 유리함.	• 친환경적인 무용제형 금속혼합물을 사용함. • 균열 저항성이 우수함. • 점착력, 부착력, 내화확성이 우수함. • 압축강도가 우수함. • 시공전문가가 필요함. • 섬유가 몽치므로 고른 압축강도 확보가 미흡함. • 균일한 배합비유지 믹싱시간이 간소화됨. • 별도의 보조재료가 불필요하며 인력/일반기계장비 시공이 모두 가능함. • 작업중 적정점도 유지와 정확한 정량 배합으로 고품질 확보가 가능함.
공사비	62,058원/㎡(표면처리보수) 109,958원/㎡(T=10mm) 211,289원/㎡(T=30mm) 325,205원/㎡(T=50mm) 218,546원/㎡(T=30mm, 철근노출) 332,461원/㎡(T=50mm, 철근노출)	74,737원/㎡(표면처리보수) 119,167원/㎡(T=10mm) 214,504원/㎡(T=30mm) 309,842원/㎡(T=50mm) 225,105원/㎡(T=30mm, 철근노출) 320,442원/㎡(T=50mm, 철근노출)

나. 균열보수

1) 개 요

구조물에 발생된 폭 0.3mm이상의 균열은 콘크리트 재료적 특징인 건조수축 및 외적(환경)인 요인 등에 의해 발생한 것으로, 이를 그대로 방치할 경우 철근부식 등 내구성 저하가 우려되므로 다음과 같은 보수가 필요하다.

균열보수는 내구성 측면에서 폭 0.3mm이상 균열에 대해 주입보수, 폭 0.3mm미만의 균열은 보수가 필요치 않는 균열로 주기적인 관찰 후 균열의 폭 및 길이의 진행성이 있을시 보수를 실시하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

① 균열폭(Cw) 0.3mm 이상의 경우

【표 7.9】 보수공법 재료 선정시 유의사항(균열폭 0.3mm 이상의 경우)

균열 유형			적용공법	보수공법(재료)선정시 유의사항	비 고
비구조적 균열	진행성 (변화)	건식	탄성씰링 주입보수	신축성을 고려하여 균열 재발 방지	
		습식	탄성씰링 그라우팅	신축성, 차수성 고려하여 균열, 누수 차단	
	고정	건식	주입보수	-	
		습식	탄성씰링 그라우팅	차수성을 고려한 보수재료 선택	
구조적 균열			탄성씰링 그라우팅	해당사항 없음	

주) 누수를 동반한 습식 균열의 경우, 수밀성을 확보할 수 있는 주입보수(습식)을 적용함.

② 균열폭(Cw) 0.3mm 미만인 경우

【표 7.10】 보수공법 재료 선정시 유의사항(균열폭 0.3mm 미만의 경우)

균열 유형		적용공법	보수공법(재료)선정시 유의사항	비 고
균열 폭 0.1mm	건식 습식	주의관찰	-	
균열 폭 0.2mm	건식		-	
균열부 백태	습식	표면처리 (면처리)	차수성을 고려한 보수재료 선택	

2) 균열 보수재료의 선정기준

균열 보수재료의 선정기준은 현재 각 기관에서 적용되고 있는 기준과 “콘크리트 구조물의 균열, 누수 보수·보강 전문시방서” (한국시설안전공단, 1999.12)를 적용하였다.

일반적으로 균열 보수재료는 수지계 재료(폴리머 모르터, 에폭시수지, 가요성 에폭시수지, 탄성씰링제, 도막탄성방수재 등), 시멘트계 재료(폴리머시멘트슬러리, 폴리머시멘트페이스트, 폴리머시멘트모르터, 시멘트충전재, 팽창시멘트주입재 등)가 있다.

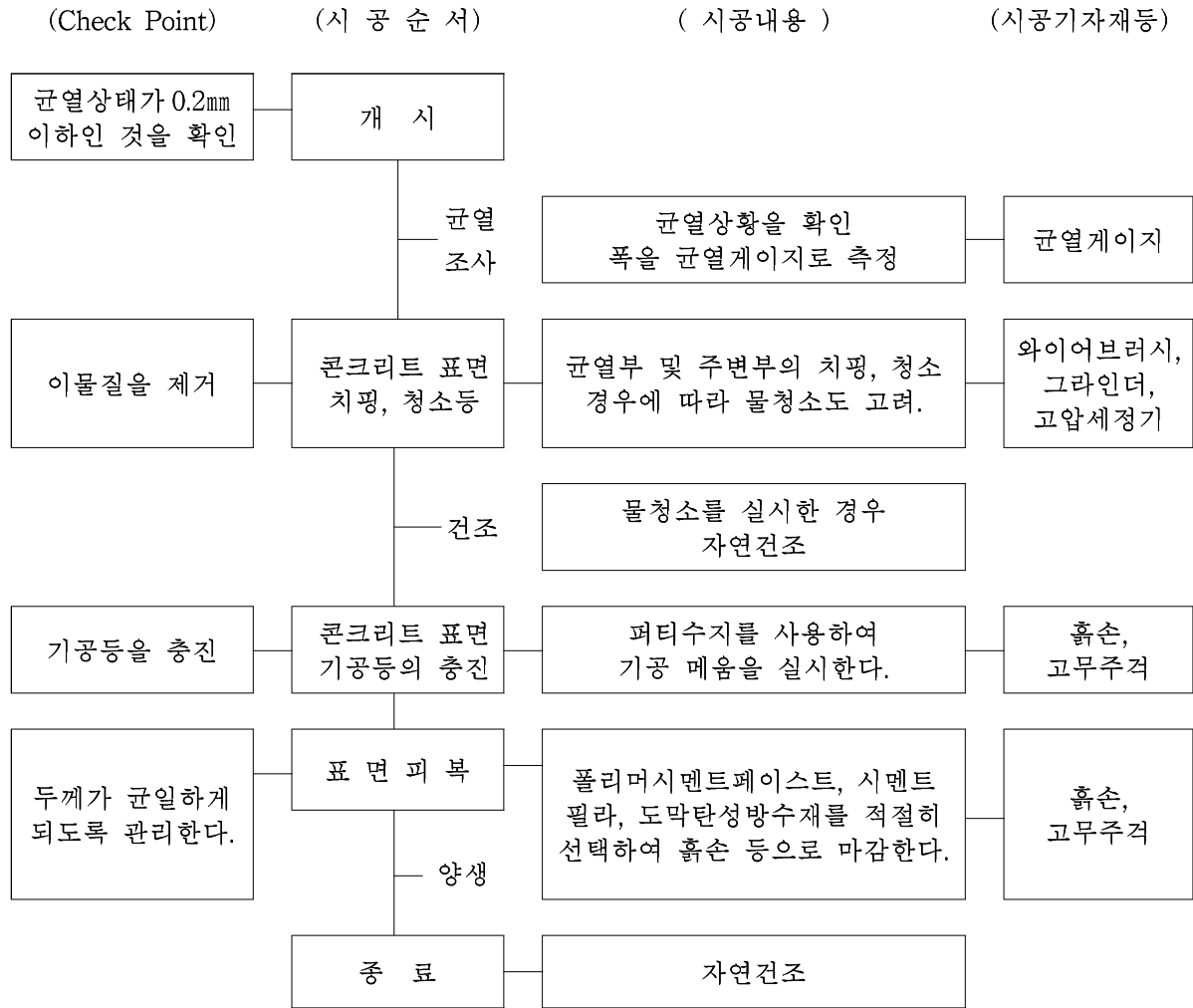
균열 보수공법에는 일반적으로 표면처리보수, 주입보수, 충전보수, 기타의 공법이 있고 공법에 따라 사용재료가 상이하게 된다. 균열보수에 사용되는 재료의 종류와 보수 공법 사이의 관계는 【표 7.11】과 같다.

【표 7.11】 균열보수 재료의 종류와 보수공법

구 분	보수재료의 종류	표면처리보수	주입보수	충전보수
수 지 계 재 료	폴리머 모르터			○
	에폭시 수지		○	○
	가요성에폭시수지		○	○
	탄성씰링재	○		○
	도막탄성방수재	○		
시멘트계 재 료	폴리머시멘트슬러리		○	
	폴리머시멘트페이스트	○		
	폴리머시멘트모르터			○
	시멘트충전재	○		
	팽창시멘트주입재		○	

3) 표면처리보수

표면처리보수의 적용은 선상 및 면상백태가 발생한 경우에 적용하는 것으로 하며 표면을 피복하여 방수성, 내구성을 지니도록 하는 것으로 그 효과는 콘크리트 표면의 보수에 그치므로 본 공법 적용 시 균열 등의 결함발생 여부에 대한 주기적인 관찰이 요구된다. 공법의 흐름도 및 공법 개요도는 【그림 7.3】과 같다.



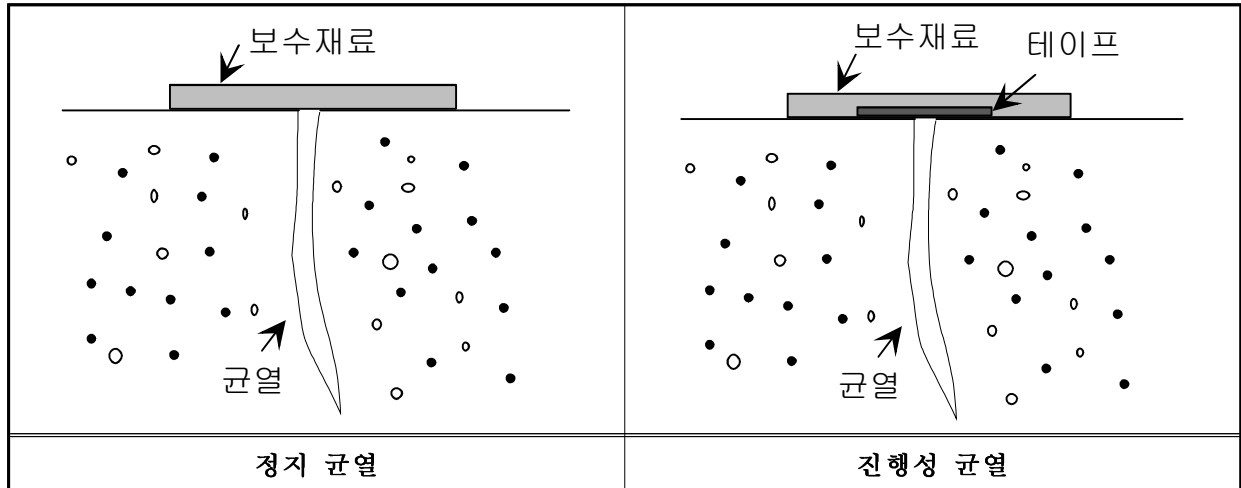
【그림 7.3】 표면처리보수 시공 흐름도

균열의 성장이 정지된 상태에서는 【그림 7.4】와 같이 균열선 및 백태를 따라 폭 50~100mm를 와이어 브러쉬로 닦아내거나 심한 경우 치핑을 실시한 후 폴리머 시멘트 페이스트나 모르타르로 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 모르타르로 보수할 경우 보수부위에 다시 균열이 발생하므로 【그림 7.4】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 쉘링재를 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 7.4】 균열부 표면처리보수 개요도

4) 주입보수

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 사용한다.

【표 7.12】 주입보수의 종류

종 류	특 징
압입식	• 수동식 주입 : 인력 • 기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식 • 저압·저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 압력
흡입식	• 균열의 양단에 흡기구와 충전재 주입구를 설치하여 흡입펌프로 충전재를 흡입주입

① 주입보수의 선정

균열 주입보수에는 압입식과 흡입식이 있다. 압입식 주입보수에는 수동식, 기계식 및 저압·저속식 주입 방법이 있으며, 【표 7.12】은 주입보수의 종류별 특징이다.

종래에는 수동식 기계주입 방법이 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, 【표 7.13】의 저압·저속 주입의 압입식 공법이 주요하며, 저압·저속의 주입보수는 주입량 파악이 쉬우며, 균열 구석까지 주입할 수 있는 특징이 있다.

② 압입식 주입보수 선정

이 공법은 균열 위에 주입수지가 들어 있는 용기를 설치하여 고무, 용수철, 공기압 등으로 서서히 수지를 주입하는 방식으로 압입방식은 【표 7.13】과 같다.

【표 7.13】저압·저속식 주입방법

압 입 방 식	용기의 형태
• 압축용기에서의 압축공기로 주입	• 플라스틱제의 실린더
• 압력탱크내의 압축된 압력으로 주입	• 플라스틱제의 압력탱크
• 고무시트의 복원력으로 주입	• 플라스틱제 틀에 고무시트를 고정
• 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 중요하고, 균열 폭에 알맞은 수지의 점성도는 【표 7.14】와 같으며, 일반적인 주입 파이프의 간격과 설치 개요는 【표 7.15】 , 【그림 7.5】와 같다.

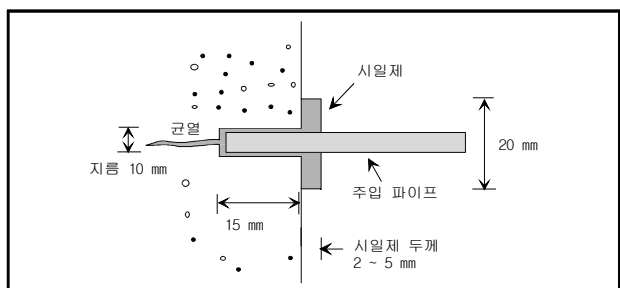
【표 7.14】균열폭에 알맞은 수지의 점성도

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 7.15】균열폭에 따른 주입파이프의 간격

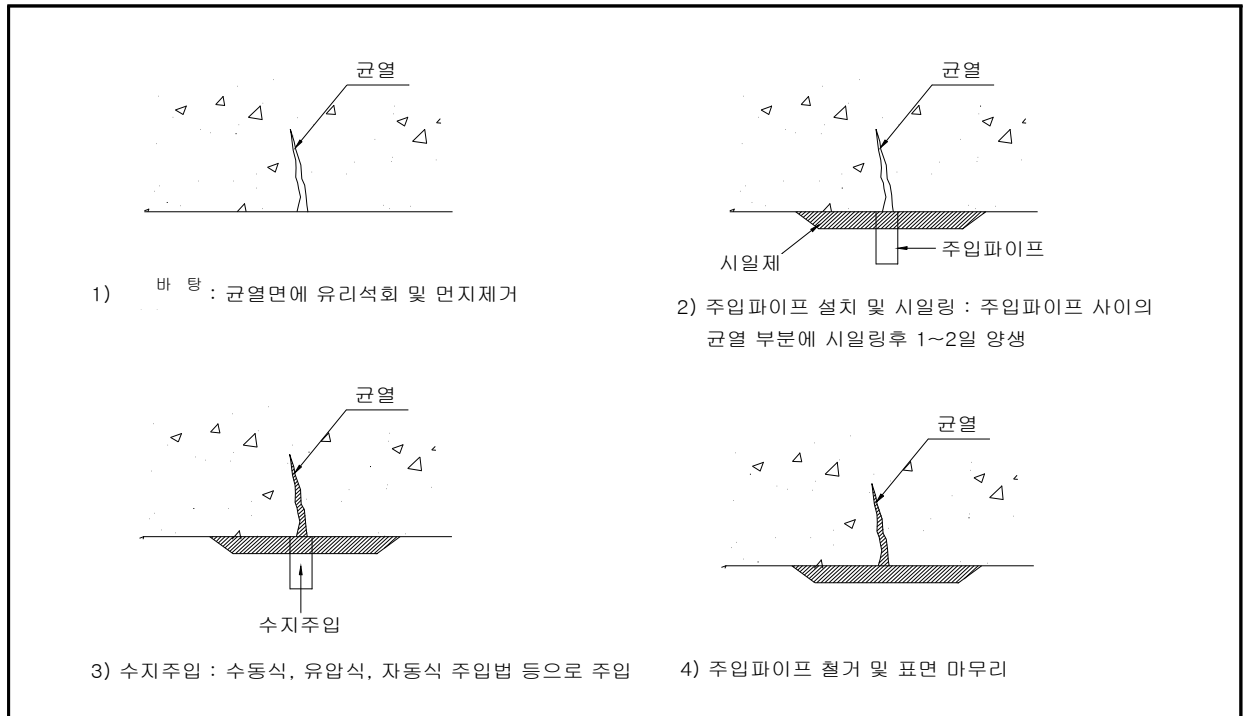
균열폭	주입파이프 간격(mm)
0.3 이하	50 ~ 100
0.3 ~ 0.5	100 ~ 200
0.5 ~ 1.0	150 ~ 250
1.0 이상	200 ~ 300

【그림 7.5】주입파이프 설치도

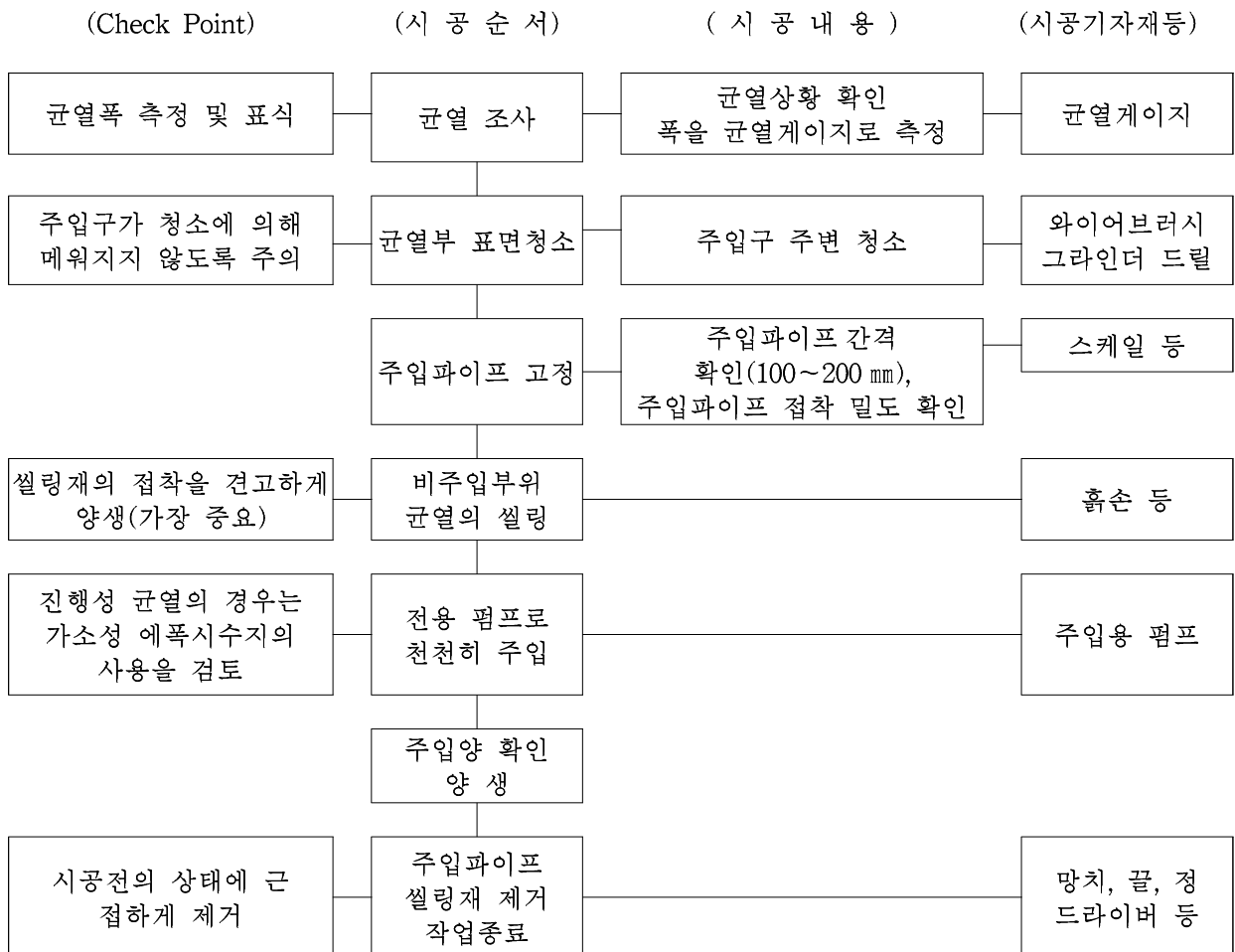


③ 압입식 주입보수 특징

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



【그림 7.6】 주입보수 시공상세도



【그림 7.7】 주입보수 시공 흐름도

주입압력은 4kgf/cm² 이하로 규정되어 있으나 실제로는 1kgf/cm² 전후가 사용된다. 주입제는 에폭시수지 이외에도 무기질계의 슬러리도 사용할 수 있으며, 무기질계 슬러리는 습윤 환경하에서도 사용이 가능하다. 반면에 주입기에 여분의 주입재료가 남아 재료의 손실이 큰 단점이 있다. 수지주입보수 공법의 시공상세도 및 흐름도는 【그림 7.6】 , 【그림 7.7】 과 같고, 수지계 주입재의 특징은 【표 7.16】 과 같다.

【표 7.16】 주입재의 특징

재료명	주요 성분	특징 · 용도
에폭시 수지계 균열주입재	에폭시수지	• 균열, 추종성이 양호함. • 적용가능 균열 폭은 0.3~2.0mm임.
	유연형 에폭시수지	• 경화물의 유연성이 풍부하여 진행성 균열에 적합함. • 균열 및 알칼리골재반응의 성능저하 보수에 적합함.
	자기유화형 에폭시수지	• 수중경화, 콘크리트 중의 수분과 반응함. • 강도특성이 뛰어남. • 균열 폭 0.15mm 이상에 적용함.
	에폭시수지, 포틀랜드 시멘트	• 수중경화형 에폭시수지와 시멘트의 반응으로 발포함. • 적용 균열 폭 1mm~10mm임.
실린트계 충전재	우레탄수지	• 단일성분으로 작업성이 뛰어남. • 탄성계수가 작아 균열 추종성이 양호함. • 구조물의 신축 줄눈부에 사용함.
폴리머 시멘트계 주입재	에폭시수지계 에틸렌 미분말충전재 조강시멘트	• 균열 폭 5.0mm 이상에 적용함. • 습윤면에 대하여 접착성이 우수함. • 알칼리골재반응에 의한 성능저하의 보수에 적합함.

④ 시공시 주의사항

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.

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.

사용하는 에폭시계 수지는 적당한 롯트마다 시험을 실시하여 품질의 확인이 필요하다.

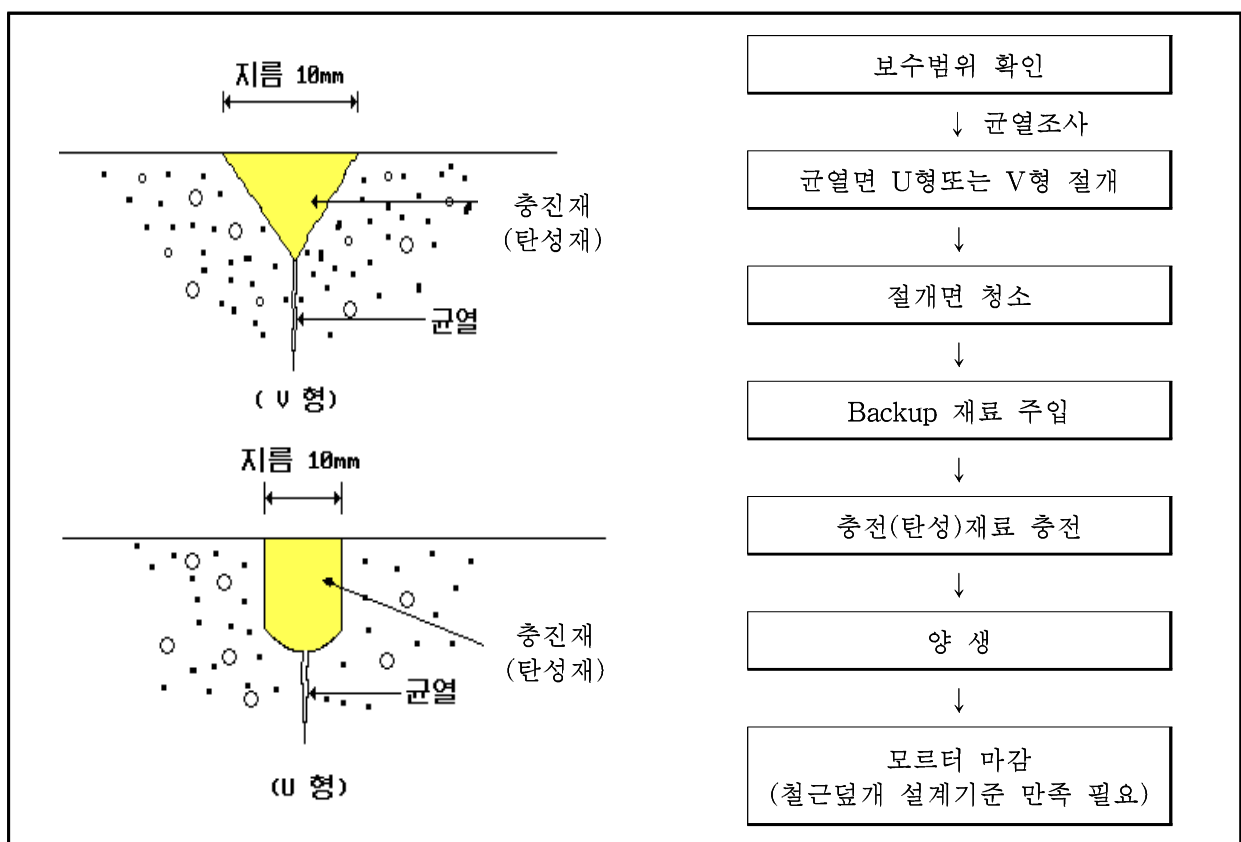
셀링 및 표면 마감면은 주입압에 견디도록 충분히 양생한다.

주입된 에폭시계 수지가 경화한 후에는 주입 파이프를 절단하고 셀링재와 함께 그라인더로 갈아 평탄하게 마무리한다.

5) 충전보수

충전보수는 균열의 폭이 0.5mm이상으로 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. 충전보수에는 철근이 부식되지 않은 경우, 철근이 부식되어 있는 경우, U커트 씰링재 충전보수, 결합부위에 에폭시수지 모르터 충전보수 그리고 결합부위 폴리머 시멘트 모르터 충전보수 등이 있다.

① 철근이 부식되지 않은 경우



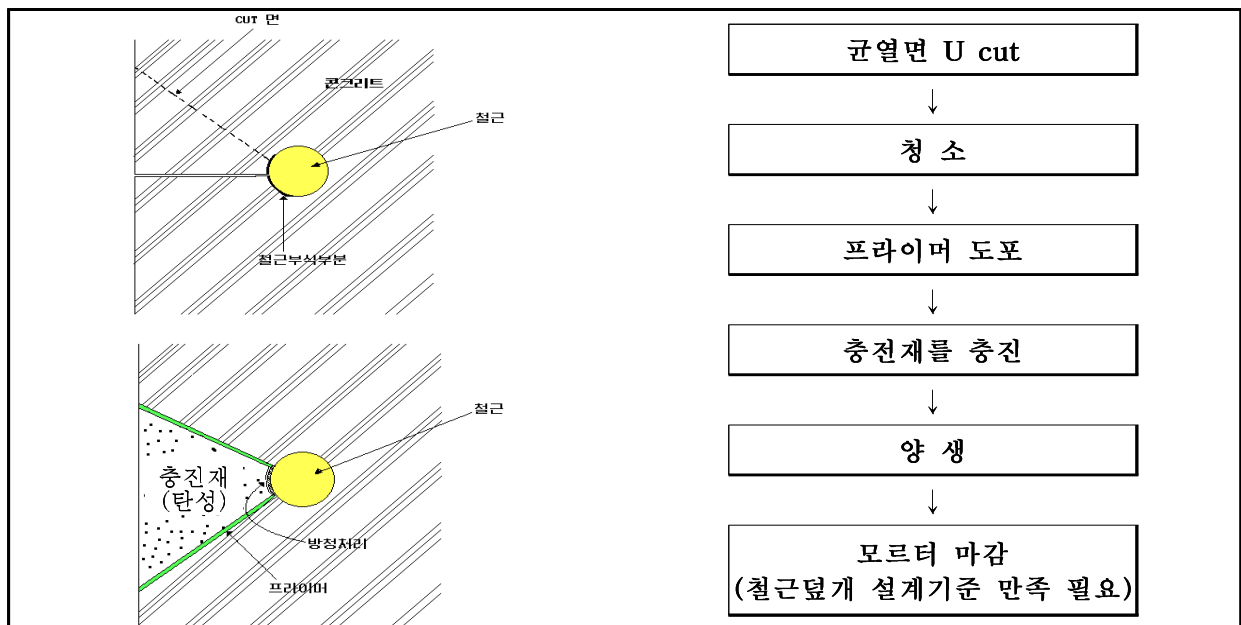
【그림 7.8】 철근이 부식되지 않은 경우의 충전보수 및 시공흐름

철근이 부식되지 않은 경우는 【그림 7.8】 과 같이 균열을 따라 약 10 mm 폭으로 콘크리트를 U형 또는 V형으로 절개한 후, 이 부위에 씰링재·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 충전보수는 【그림 7.9】와 같이 부식된 철근부위까지 콘크리트를 깨내고 철근의 녹을 완전히 제거한다. 철근에 대한 방청처리와 콘크리트면에 대한 프라이머 도포후 폴리머 시멘트 모르터나 에폭시수지 모르터 등의 재료로 충전하는 순서로 시공하며 보수 순서는 【그림 7.9】와 같다.

이 방법은 철근이 부식된 경우 철근콘크리트 구조물의 내구성 회복을 목표로 하는 균열보수의 주된 방법으로 환경조건에 따라 여러 가지의 재료 및 공법이 사용될 수 있다. 철근이 부식된 경우의 충전보수는 크게 보수재료에 의해 물리적으로 부식을 방지하는 방법, 콘크리트에 알칼리성을 부가하여 화학적으로 부식을 방지하는 방법 및 이 두 가지의 혼용방법 등 3가지로 분류될 수 있다.



【그림 7.9】 철근이 부식된 경우의 충전보수 및 시공흐름

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.

③ 균열보수의 검사

균열보수 검사는 보수 공사 전·중·후로 구분하여 보수 공사가 설계, 시방서 내용대로 적합하게 시공되고 있는지 여부를 단계별로 중점 시공관리 사항을 정하여 검사한다.

㉠ 작업전의 검사 항목

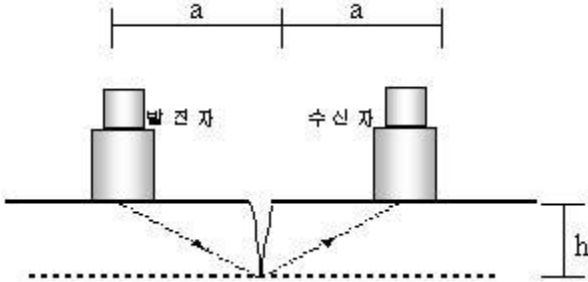
- 표면정리 및 균열 확인

㉡ 작업중의 검사 항목

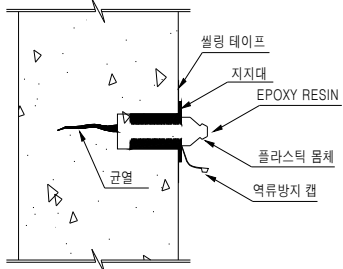
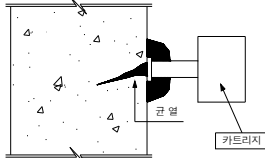
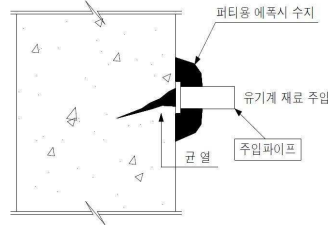
- 주입량 체크 : 주입 보수 실시 전에 주입기에 있는 주입재의 양과 보수 완료 후 주입기 제거 전에 주입재의 양을 체크하여 주입 정도를 판단한다.

㉢ 작업 종료 후의 검사 항목

【표 7.17】 주입보수 작업 종료 후의 검사 항목

구 분	적 용 방 법
초음파시험	• 초음파신호 속도시험을 사용하여 개별 균열에서 접착 재료의 침투깊이를 측정하는 것은 매우 어렵음. 이 방법은 크랙이 전부 채워졌는지 부분적으로 채워졌는지, 상당히 채워졌는지 간에 보수의 전체적인 품질을 평가하는데 유용함. 효과적인 시험을 위해서는 시험이 보수 직전과 직후에 수행되어야 함.  • 균열깊이 h는 다음 식으로부터 계산됨. $h = a \sqrt{(T_c/T_o)^2 - 1}$
충격음법	• 충격음법에서 콘크리트 표면은 응력을 만들기 위해 작은 충격기로 기계적인 방법으로 충격을 줌. 충격음법은 균열이 분리되어 있을 때 접착재료의 침투 정도를 결정하기 위해서 사용됨. 만약 균열이 많거나 균열을 관통하여 철근이 보강되어 있다면 충격음법을 사용하여 스며든 정도를 평가하는 것은 어렵거나 거의 불가능함.
코어채취	• 주입 및 부착재료의 침투깊이 및 주입효과 등은 균열의 보수부를 포함하는 코어 시료의 채취에 의해 평가함. 사후 보수 평가의 책임기술자는 코어 채취 위치나 시편의 수를 결정해야 함. 고려해야 할 사항으로는 구조물 유형(보, 슬래브, 벽체 등), 구조부재의 크기, 보수의 성격(구조적, 비구조적), 품질의 보증 정도 등이 있음.

【표 7.18】 주입보수 비교표

구 분	SKI 균열보수 공법	BICS 균열보수 공법	패카 에폭시 공법
개요도			
공 법 개 요	플라스틱 마이크로 패커와 중공형 코아비트를 이용한 균열보수공법	에폭시수지를 고무압주입기로 주입시키는 공법	균열부위를 컷팅하고 균열부를 싰링한 후에 유기계 재료인 에폭시를 패커를 이용하여 주입하는 공법
시 공 방 법	1.함마드릴천공(1차천공) 2.중공형 코아비트 드릴천공(2차천공) 3.균열부 주위 표면청소 4.확인창 부착, 균열부 싰링 5.에폭시 주입 6.마감처리	1.표면처리 2.받침파이프 접착 3.싰링작업 4.에폭시 주입 5.주입량 확인 6.주입기구, 싰 제거 7.표면정리	1.표면처리 2.천공 3.패커설치 4.싰링작업 5.에폭시주입 6.싰링재, 패커 제거 7.표면정리
공 법 특 징	• 다양한 보수액 주입가능 • 주입압력 조절 우수 • 주입량 조절 우수 • 단기간 작업완료 • 시공부위 무제한 • 신공법에 대한 인지도 미흡 • 콘크리트 깨짐없이 균열심부까지 밀실한 주입가능 • 시공시 전력이 필요	• 습윤면 시공가능 • 숙련된 기술 필요없음 • 하중변화에 의한 재균열 발생 우려 • 물성의 차이에 의해 시간의 경과 후 접착면 균열 발생	• 인장, 휨강도가 우수함 • 건조한 환경에 유리함 • 시공실적 다수 • 경화시간이 빠름 • 주입량 점점이 용이하고, 균열 속 깊이까지 주입 가능 • 가장 일반적으로 쓰이는 공법 • 시공이 간단
공사비	93,407원/m(건식) 129,560원/m(습식)	42,559원/m	32,838원/m(건식) 32,460원/m(습식)

다. 교량받침 부식 및 도장박리 보수공법

1) 개 요

교량받침 본체 및 가동면에는 녹 및 표면부식이 발생되면 부식으로 인한 단면감소와 원활한 거동을 위해 보수가 필요하므로 발생한 녹 및 부식부를 제거하고, 가동면은 윤활제를 도포하여 장기적인 내구성과 원활한 거동 상태를 유지할 수 있도록 하여야 한다.

2) 재도장 작업

재도장 작업 관리의 주된 항목은 표면처리의 상태, 접착 간격, 시공 후의 도막외관, 도막두께, 도료의 사용량 등이다. 그러나 도막두께의 평가는 신설 도장시와는 다르며 적용하는 표면처리의 종류에 따라 평가방법을 다르게 해야한다. 재도장에 있어서 품질관리는 도막면의 상태, 은폐력, 작업성, 도료의 사용량 등에 따라 행하지만, 도장계에 따라서는 도장두께가 두껍게 되면 도막이 갈라질 염려가 있다.

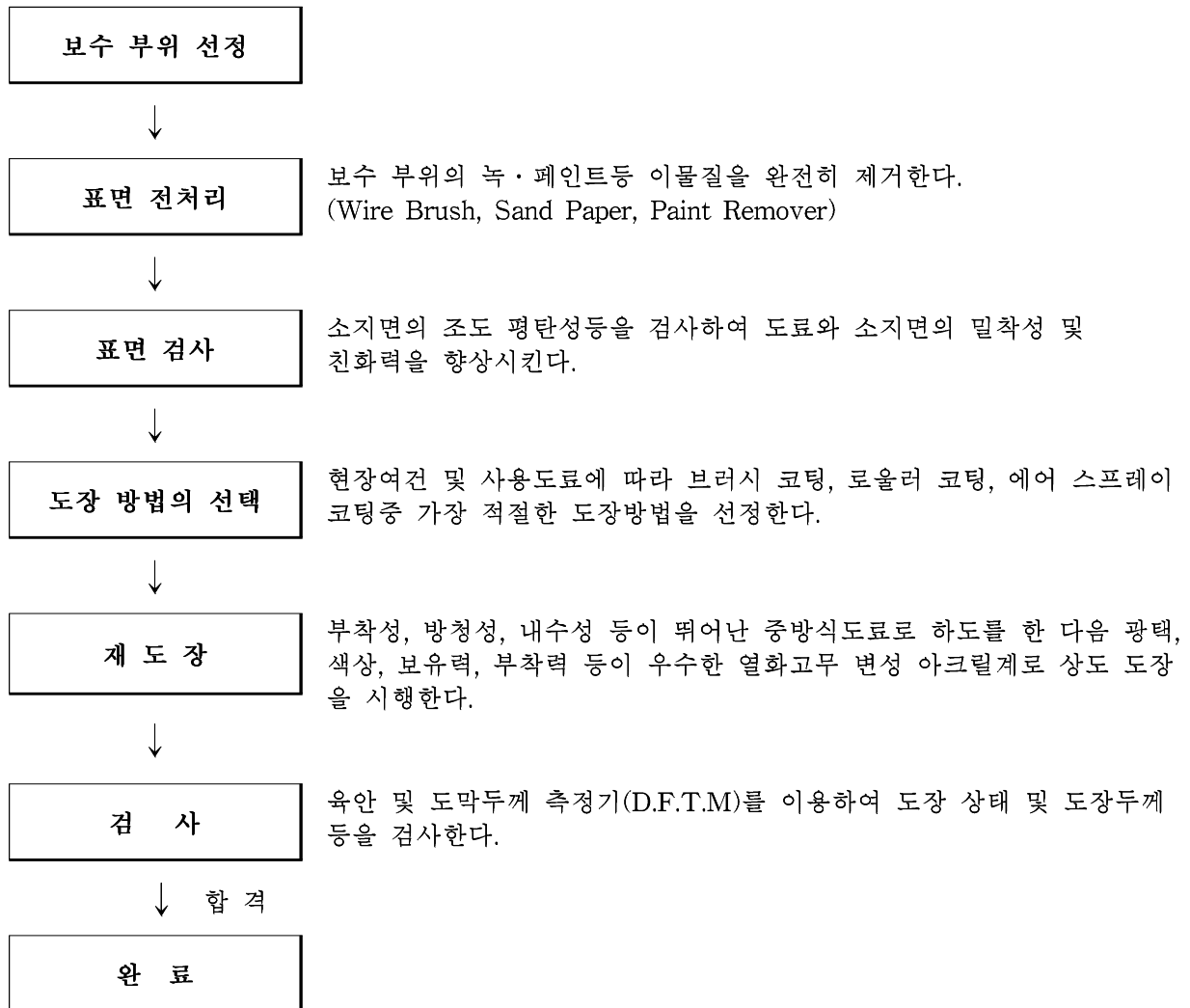
재도장 작업시 다음과 같은 기상조건에 유의하면서 실시하여야 한다.

- ① 도장에 필요한 최저 기온은 5℃이고, 도장하는 표면에 습기와 서리가 없도록 해야한다.
 - 표면온도, 도료온도, 도장 및 경화가 5℃ 이상 60℃ 이하에서 시공
 - 상대습도 85% 이하
 - 표면온도는 이슬점 온도보다 2.7℃ 이상에서 시공
- ② 경화되는 순간에 온도가 최저치보다 내려가면 도막이 손상된다.
- ③ 온도와 관련된 도막 손상 문제는 온도를 측정하지 않는데서 기인하기 때문에 지속적인 온도 측정이 필요하다.
- ④ 습기 있는 곳에서의 2층 도장은 1층 도막이 반드시 건조되어 있어야 한다.
- ⑤ 스프레이 할 때 풍향과 풍속이 근처의 자동차, 다른 구조물에 피해를 주는가를 반드시 고려해야 한다.
- ⑥ 강한 바람은 도료 입자들의 과도한 건조를 초래하며 건조분사를 발생시켜 도장의 부착력이나 다음 층 도장될 도료의 부착력을 저하시킨다.

기타 시공조건은 도료 제조회사가 제공한 각 도료의 도장지시서에 따르며 도장완료 후 감독관으로부터 품질관리기준에 의한 각종 검사를 득하여야 한다.

또한, 보수도장을 실시한 후 3~5년 이후에는 반드시 발청 상태를 재확인하는 것이 필요하므로 전문가에 의한 현장조사를 실시하여야 한다.

3) 시공방법



【그림 7.10】 교량받침 부식 및 도장박리 시공방법

4) 주의사항

교량받침에 발생된 녹 및 표면부식부는 반드시 완전히 제거되어야 한다.

윤활제 도포는 장기간 동안 원활한 거동을 할 수 있도록 충분히 도포되어야 한다.

재도장시 받침의 원활한 신축 거동을 위하여 가동면에는 도장을 해서는 안된다.

라. Steel Box Girder 부식 및 도장박리 보수공법

1) 도장 재료의 선정

본 교량에 적용할 도장재료 및 색상의 선택은 재료의 장단점과 경제성 및 주변환경을 감안하여 결정하는 것이 바람직하다.

2) 표면처리

- ① 기 도장된 표면에 부착된 염분량을 측정하여 염분 부착량이 150mg/m^2 이상인 경우에는 강재 표면의 염분과 이물질을 깨끗한 물로 씻어낸다. 이때 분사압력은 2MPa 로 하며, 강재 면과의 거리는 $30\sim 45\text{cm}$ 정도 유지한다.
- ② 강재표면이 건조해질 때까지 기다린 후, 동력공구세정방법(power tool cleaning)을 선정하여 강재표면의 녹을 제거한다. 이때 재도장 실시는 녹 제거(블라스팅) 상태를 감독관 및 감리의 확인과 승인 후 실시한다.
- ③ 블라스팅시 표면조도가 $15\sim 35\mu\text{m}$ 가 되도록 한다. 기존의 무기질아연 도장면 위에 재도장을 실시한다.
- ④ 블라스팅과 하부도장은 같은 날 실시한다. 블라스팅 후 재도장까지 1일 이상 지체되면 밤에 응결된 수분에 의해 발청이 될 수도 있다.
- ⑤ 하부도장을 실시한 후 상부도장까지는 5일이 경과하지 않도록 한다. 만약 5일 이상 경과하면, 상부도장 이전에 깨끗한 물로 세척한 후 도장하도록 한다.

3) 강재 도장시 고려사항

강재부식부에는 재도장을 실시하여 부식을 방지하는 것이 원칙이며, 본 교량의 경우에도 기존의 발청부위의 부식을 제거하고, 재 도장으로 방식처리를 하는 것이 필요하다.

재도장시에는 다음의 사항을 고려하여 시행하는 것이 바람직하다.

【표 7.19】 재도장시 고려사항

도장대상면 물청소	• 현재 도장면에는 공기중의 이물질이 고형화하여 부착되어 있다. 재도장을 위한 표면처리시 이러한 이물질을 제거하지 않으면 블라스팅할 때 이물질이 강재에 부착되어 도장하부 부식의 원인이 되므로 먼저 기존의 도장면을 깨끗이 물청소한다.
가벼운 블라스팅	• 부식이 심한 부위는 동력공구와 수동공구를 이용하여 부식을 제거하고, 발청부위는 가볍게 블라스팅한다. 화이트 블라스팅은 비용과다 및 환경오염을 가중시킬 우려가 있으므로, 기존의 부식부위를 가볍게 블라스팅하여 기존의 녹을 제거한다.
도장보수 작업	• 도장 대상면의 표면처리 후에 재도장을 실시하며, 시공때와 같이 강재면 위에 도장을 하는 것이 아니라 기존의 도장면 위에 도장작업을 수행하므로, 도장작업시 이러한 특성을 고려하여 선택하도록 한다.

4) 외부도장 종류

【표 7.20】 외부도장 종류

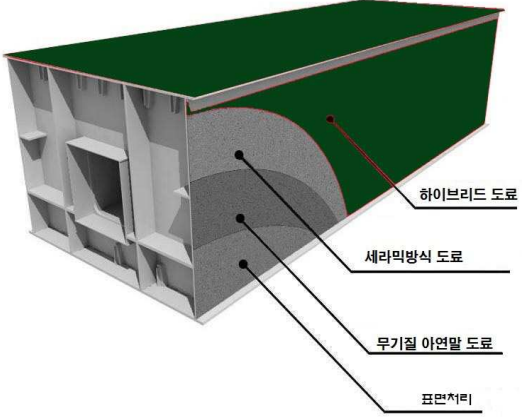
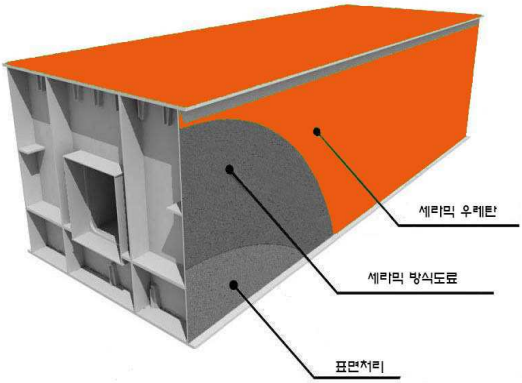
구 분	염화고무계	폴리우레탄계	수용성무기징크(IC531)
개 요	• 수투과성 및 공기 투과성이 아주 낮은 염화고무수지에 체질 안료 및 착색안료를 배합하여 만든 도료 • 건조가 빠르고, 층간 밀착성이 우수하고, 내수성 및 내약품성이 우수한 1액형 도료	• 이소시아네이트기를 다수 가진 가교성분과 하이드록시기를 가진 폴리올 성분이 반응하여 도막을 형성하는 도료 • 화학반응에 의하여 경화하므로 치밀하고, 단단한 도막 형성	• Silicate와 Potassium 비율 (5.3 : 1)임. • 건조후 탄산칼륨염이 잔존함. • 탄산칼륨이 물과 반응하여 수소와 탄산가스를 발생시켜 도막 층간 부착이 불량함.
특 징	• 일액형이므로 작업이 편리함. • 보수도장이 용이함. • 색상이 다양함. • 내열성 및 내용제성이 불량함.	• 내후성이 우수함. • 경도, 광택, 내화학적, 내마모성이 우수함. • 황변이 발생함. • 가격이 고가임.	• 도장작업 조건이 적합한 경우 내구연한이 우수함. • 색상이 제한(회색)됨. • 보수가 어려움. • 시공환경에 민감함.

5) 내부도장 종류

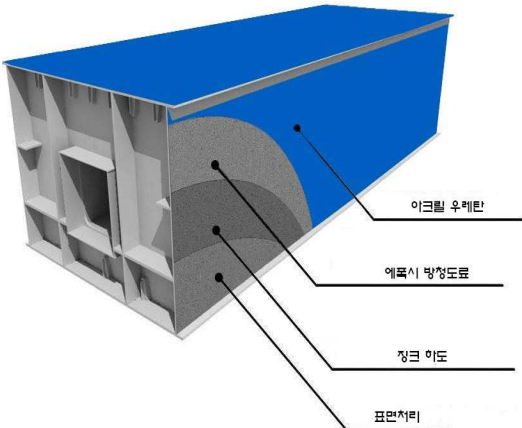
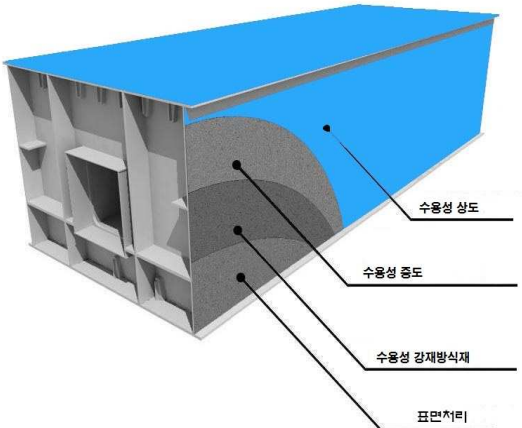
【표 7.21】 내부도장 종류

구 분	후막형 에폭시계	타르 에폭시계	수용성무기징크(IC531)
개 요	• 에폭시 수지에 체질안료 및 착색안료를 배합하여 제조한 도료 • 하도와 상도의 가교 역할 및 중도로서 차단 역할을 하는 도료로 사용	• 에폭시 수지에 내수성이 탁월한 타르를 배합	• Silicate와 Potassium 비율 (5.3 : 1) • 건조후 탄산칼륨염이 잔존 • 탄산칼륨이 물과 반응하여 수소와 탄산가스를 발생시켜 도막 층간 부착이 불량함
특 징	• 다양한 색상 • 내수성, 내마모성, 내용제성 우수 • 수분접촉시 변색 없음 • 작업성, 경도, 부착성 우수 • 공사비 고가	• 내수성, 방청성이 우수함. • 경도, 부착성이 우수함. • 가격 저렴(후막형 에폭시 대비 20% 저렴)함. • 색상이 제한(흑색, 갈색)됨. • 어두운 색상이므로 검사 및 점검시 불리함. • 냄새가 심하여 작업환경이 열악함. • 내용제성, 내후성불량(황변)	• 도장작업 조건이 적합한 경우 내구연한이 우수함. • 색상이 제한(회색)됨. • 보수가 어려움. • 시공환경에 민감함.

6) 도장보수 비교안

구 분	하이브리드 세라믹계 (케이닉스공사)	세라믹메탈계 (비엔비)
개 요 도 (외부기준)	 하이브리드 도료 세라믹방식 도료 무기질 아연말 도료 표면처리	 세라믹 우레탄 세라믹 방식도료 표면처리
	상온가교형 아크릴수지를 혼합한 도료를 철구조물 표면에 도포하여 피막을 형성함으로써 중방식, 내후성 방식을 구현하는 공법	나노세라믹플레이크, 기능성폴리머, 세라믹 분말을 혼합한 도료를 표면에 도포하여 부식 인자의 도막내 침투를 차단하여 내구연한을 증대시키는 공법
장 단 점	· 박막형 오염방지 코팅 · 내구성, 내후성, 색상보존력 양호 · 박막으로 내구성 저하 · 하/중도는 유기용제 사용, 상도만 수성용제를 사용하여 층간박리현상 발생빈도 높음 · 초기공사비 고가	· 내약품, 내염해, 내조분, 내충격성 우수 · 내구성, 부착력, 상도광택성 등 내후성 우수 · 국내·외 대규모 공사 적용실적 풍부 · 내구수명 인증 : RS인증 · 제조공정이 복잡하여 공정관리 중요 · 휘발성 유기용제 사용으로 환경적 측면 불리
제품특허 등	제 10-0764081 호	제 10-0982451 호 NEP-MKE-2009-025 (신제품)
내구성 인증	-	RS인증 (부품소재신뢰성인증) : 강교용중방식도료 15년이상 사용 후 90% 이상없음
기대내구연한	10년 ~ 15년	15년 이상
시공성 (외부기준)	3회도장	2회도장
경제성	표면처리 (B급기준)	40,132원/㎡
	도장비 (외부)	37,000원/㎡
적용실적	인동육교 등 40여건	문산대교, 서울역7017프로젝트 등 140여건

【그림 7.11】 도장보수 비교표

구 분	3안 아크릴계 (태일케미칼)	4안 하이브리드계 (세기하이테크)
개 요 도 (외부기준)	 징크(Zn) 에폭시계 중방식 방청도료와 아크릴 에스테르 우레탄수지 도료를 이용한 신·구 강구조물의 방청·방식 목적의 중방식 도장 공법	 수용성 복합소재로 결합된 하이브리드 결정체로, 구조물 표면에 물리, 화학적 성능이 우수한 방호막을 형성하여, 내구성이 우수한 수용성 친환경 표면보호 공법
장 단 점	· 초 내화학적 및 내충격성 내마모성 등의 우수한 물리적 성능 발휘 · 자외선 차단기능으로 변색 및 탈색 적음 · 에폭시계로 내구수명이 타 공법에 비해 짧아 유지보수 소요 발생 빈도 높음 · 휘발성 유기용제 사용으로 환경적 측면 불리 · 초기공사비 고가	· 염해 및 강재 방식성능 우수 · 시공 공정이 간단 (일액형) · 오염방지 기능으로 미관개선 효과 우수 · 환경유해물질 불검출 제품 · 시공에 대한 기초 지식이 필요함 · 속건형으로 경화속도 미관리시 시공불편초래 · 무기질 필러 성분함유로 충분한 교반이 없을 경우 들뜸, 부스럼 현상 발생 · 수용성으로 공정 미관리시 시공중 녹발생
제품특허 등	제 10-0910983 호	제10-0757104호
내구성 인증	-	-
기대내구연한	10년 ~ 15년	10년 ~ 15년
시공성 (외부기준)	3회도장	3회도장
경제성	표면처리 (B급기준)	40,132원/㎡
	도장비 (외부)	40,000원/㎡
적용실적	구 거제대교 보수공사 등	장항I.C교, 양수대교 등

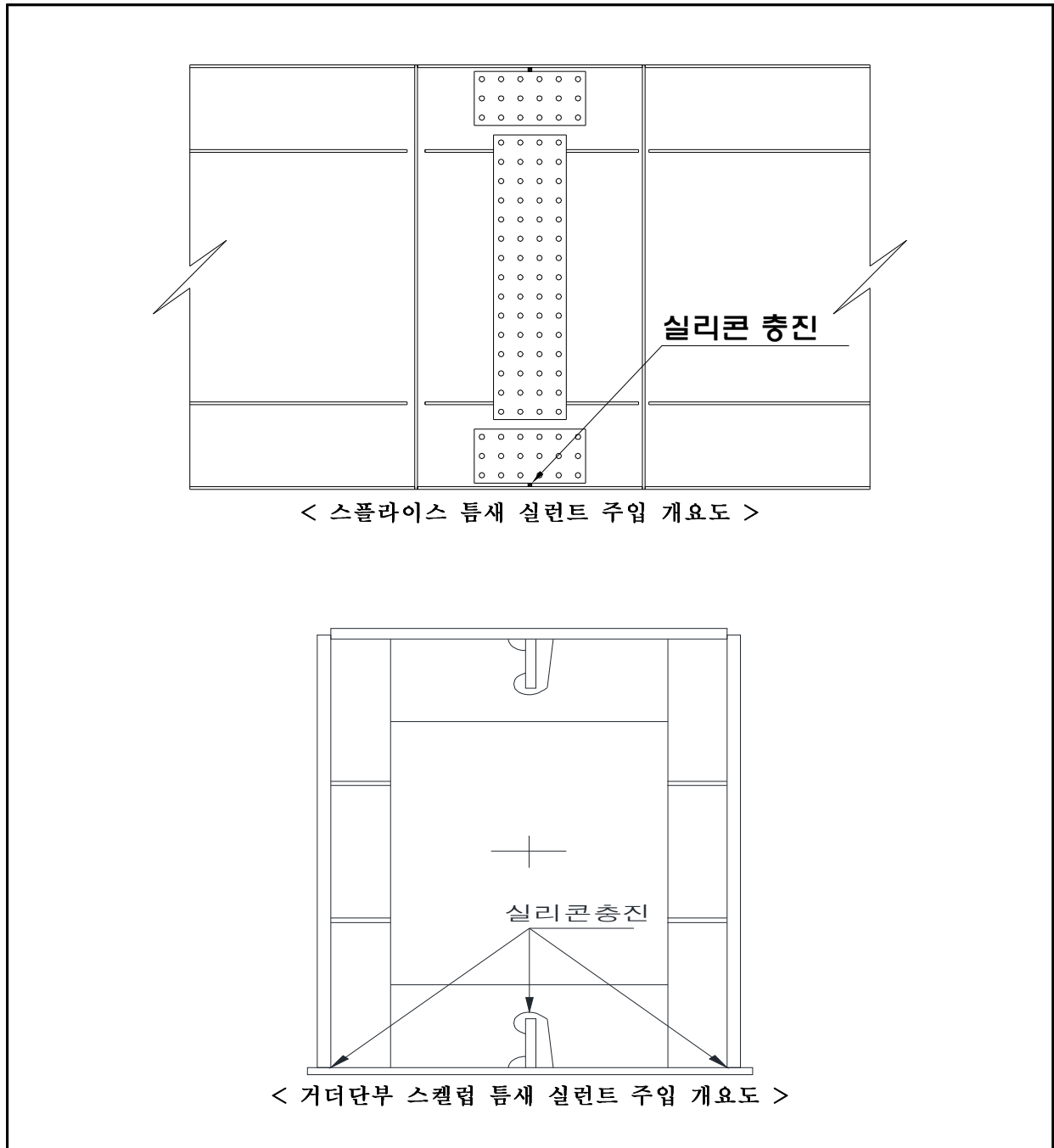
【그림 7.11】 도장보수 비교표(계속)

마. Steel Box Girder 스플라이스 틈새 실런트 주입

1) 개 요

거더내부에 Scallop 및 Splice 틈으로 우수가 유입하여 하부플랜지에 누수흔적, 강재 및 볼트 부식이 발생한 상태이므로 장기적인 유지관리 및 내구성 확보 차원에서 보수가 필요하다.

2) 보수 개요도



【그림 7.12】 거더단부 스켈럽 및 스플라이스 틈새 실런트 주입

7.3 보수·보강 개략공사비

7.3.1 백운1교(부산)

가. 부재별 보수·보강 개략공사비

【표 7.22】 백운1교(부산) 부재별 보수·보강 개략공사비

구 분	손상내용	보수·보강 공법	보수깊이·폭 (mm)	보수		단가 (원)	공사비 (원)	비고
				물량	단위			
바닥판	박리	단면보수공법(Ⅰ)	t=10미만	0.30	m ²	212,097	63,629	3순위
	백태	표면처리공법	-	29.46	m ²	33,361	982,815	3순위
	부식	강재 재도장	-	104.28	m ²	16,208	1,690,170	3순위
	철근노출	단면보수공법(Ⅱ)	-	0.12	m ²	240,899	28,908	2순위
	파손	단면보수공법(Ⅰ)	t=10미만	0.24	m ²	212,097	50,903	3순위
보강거더 및 아치리브	부식	강재 재도장	-	50.33	m ²	20,110	1,012,136	3순위
	SP볼트 부식	강재 재도장	-	30.56	m ²	20,110	614,562	3순위
	도장박리	강재 재도장	-	30.20	m ²	20,110	607,322	3순위
	실리콘 마감 불량	실리콘 재시공	-	152.00	ea	2,000	304,000	3순위
	이물질 퇴적	청소	-	9.08	m ²	20,110	181,600	3순위
	점검구 볼트 부식	강재 재도장	-	0.08	m ²	20,110	1,609	3순위
2차부재 (가로보, 세로보, 행거, 브레이싱)	볼트 부식	강재 재도장	-	19.52	m ²	20,110	392,547	3순위
	도장박리	강재 재도장	-	11.27	m ²	20,110	226,640	3순위
	부식	강재 재도장	-	74.39	m ²	20,110	1,495,983	3순위
교대	백태	표면처리공법	-	33.44	m ²	33,361	1,115,592	3순위
	파손	단면보수공법(Ⅰ)	t=10미만	2.09	m ²	212,097	443,283	3순위
	균열	주입공법	cw=0.3이상	6.15	m	69,938	430,119	2순위
	채수	유도배수로 설치	-	25.20	m	145,000	3,654,000	3순위

- 주) 1. 공사시 경제적인 측면을 고려하여 일부 손상 중 발생정도가 아주 경미하고 구조적인 문제가 없는 손상은 제외하였음.
 2. 상기 개략공사비는 가시설비 등의 부대비용이 제외된 금액이며, 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 변동될 수 있음.
 3. 각 공법별 단가는 2016년 도로공사 단가를 적용하였으며, 총 공사비는 백원 단위에서 절삭하였음.

【표 7.22】 백운1교(부산) 부재별 보수·보강 개략공사비(계속)

구 분	손상내용	보수·보강 공법	보수깊이·폭 (mm)	보수		단가 (원)	공사비 (원)	비고
				물량	단위			
받침장치	받침부식	강재 재도장	-	4.50	m²	20,110	90,495	3순위
	받침콘크리트 백태	표면처리공법	-	0.30	m²	33,361	10,008	3순위
	슬플레이트 부식	강재 재도장	-	2.94	m²	20,110	59,123	3순위
신축이음	토사퇴적	청소	-	1.44	m²	20,000	28,800	3순위
	후타재 파손	단면보수공법(Ⅰ)	t=10미만	0.08	m²	212,097	16,968	3순위
배수시설	배수구 막힘	청소	-	9.00	ea	20,000	180,000	3순위
방호벽	강판부식	강재 재도장	-	4	ea	20,110	80,440	3순위
	균열	표면처리공법	cw=0.2이하	2.40	m²	33,361	80,066	3순위
	균열	주입공법	cw=0.3이상	2.40	m	69,938	167,851	2순위
	균열백태	표면처리공법	cw=0.2이하	29.63	m²	33,361	988,486	3순위
	덮개판 변형	재설치	-	0.08	m²	10,000	800	3순위
	망상균열	표면처리공법	cw=0.2이하	0.74	m²	33,361	24,687	3순위
	박리	단면보수공법(Ⅰ)	t=10미만	2.25	m²	10,000	22,500	3순위
	백태	표면처리공법	-	1.41	m²	33,361	47,039	3순위
	보호덮개 탈락	재설치	-	3.00	ea	10,000	30,000	3순위
	철근노출	단면보수공법(Ⅱ)	-	0.08	m²	240,899	19,272	2순위
	파손	단면보수공법(Ⅰ)	t=10미만	0.15	m²	212,097	31,815	3순위
순공사비	공사비 합계		15,174,168원					
순위별 순공사비	단기	(1순위)	-					
	중장기	(2순위)	646,150원					
		(3순위)	14,528,019원					
제경비	(순공사비×50%)		7,587,084원					
개략공사비	순공사비+제경비		22,761,000원(≒이천이백칠십만원)					

- 주) 1. 공사시 경제적인 측면을 고려하여 일부 손상 중 발생정도가 아주 경미하고 구조적인 문제가 없는 손상은 제외하였음.
2. 상기 개략공사비는 가시설비 등의 부대비용이 제외된 금액이며, 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 변동될 수 있음.
3. 각 공법별 단가는 2016년 도로공사 단가를 적용하였으며, 총 공사비는 백원 단위에서 절삭하였음.

7.3.2 백운1교(춘천)

가. 부재별 보수·보강 개략공사비

【표 7.23】 백운1교(춘천) 부재별 보수·보강 개략공사비

구 분	손상내용	보수·보강 공법	보수깊이·폭 (mm)	보수		단가 (원)	공사비 (원)	비고
				물량	단위			
바닥판	균열백태	표면처리공법	cw=0.2이하	9.15	m ²	33,361	305,253	3순위
	물뚫기흙 미설치	설치	-	2.25	m	10,000	22,500	3순위
	백태	표면처리공법	-	1.25	m ²	33,361	41,701	3순위
	철근노출 및 녹물흔적	단면보수공법(Ⅱ)	-	4.31	m ²	240,899	1,038,275	2순위
	파손	단면보수공법(Ⅰ)	t=10미만	2.25	m ²	212,097	477,218	3순위
거더	균열	주입공법	cw=0.3이상	372.15	m	69,938	26,027,427	1순위
	균열백태	표면처리공법	cw=0.2이하	0.45	m ²	33,361	15,012	3순위
	박리	단면보수공법(Ⅰ)	-	3.68	m ²	212,097	780,517	3순위
	파손	단면보수공법(Ⅰ)	-	0.60	m ²	212,097	127,517	3순위
	재료분리	단면복구공법(Ⅰ)	-	144.23	m ²	212,097	30,590,750	3순위
	철근노출	단면보수공법(Ⅱ)	-	35.99	m ²	240,899	8,669,955	2순위
교대	균열	주입공법	cw=0.3이상	1.2	m	69,938	83,926	2순위
	백태	표면처리공법	-	0.30	m ²	33,361	10,008	3순위
	파손	단면보수공법(Ⅰ)	t=10미만	3.54	m ²	212,097	750,823	3순위
	접합부 이격	실링보수	-	31.50	m	20,000	630,000	3순위
교각	철근노출	단면보수공법(Ⅱ)	-	1.605	m ²	240,899	386,643	2순위
받침장치	받침부식	강재 재도장	-	12.90	m ²	16,208	209,083	3순위
	볼트부식	강재 재도장	-	0.56	m ²	16,208	9,076	3순위

- 주) 1. 공사에 경제적인 측면을 고려하여 일부 손상 중 발생정도가 아주 경미하고 구조적인 문제가 없는 손상은 제외하였음.
2. 상기 개략공사비는 가시설비 등의 부대비용이 제외된 금액이며, 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 변동될 수 있음.
3. 각 공법별 단가는 2016년 도로공사 단가를 적용하였으며, 총 공사비는 백원 단위에서 절삭하였음

【표 7.23】 백운1교(춘천) 부재별 보수·보강 개략공사비(계속)

구 분	손상내용	보수·보강 공법	보수깊이·폭 (mm)	보수		단가 (원)	공사비 (원)	비고
				물량	단위			
신축이음	토사퇴적	청소	-	24.00	m²	20,000	480,000	3순위
	후타재 박리	단면보수공법(Ⅰ)	-	0.03	m²	212,097	6,363	3순위
교면포장	아스콘 균열	실링보수	-	35.25	m	6,765	238,466	3순위
	망상균열	소파보수	-	23.10	m²	20,395	471,125	3순위
	포장마모	소파보수	-	13.88	m²	20,395	283,083	3순위
	시공이음부 균열	실링보수	-	261.90	m	6,765	1,771,754	3순위
	포트홀	소파보수	-	0.15	m²	20,395	3,059	3순위
방호벽	균열	표면처리공법	cw=0.2이하	32.03	m²	33,361	1,068,553	3순위
	균열	주입공법	cw=0.3이상	99.75	m	69,938	6,976,316	2순위
	균열백태	표면처리공법	cw=0.2이하	14.10	m²	33,361	470,390	3순위
	망상균열	표면처리공법	cw=0.2이하	1.88	m²	33,361	62,719	3순위
	긁힘	단면보수공법(Ⅰ)	t=10미만	0.15	m²	212,097	31,812	3순위
	철근노출	단면보수공법(Ⅱ)	-	0.11	m²	240,097	26,411	2순위
	파손	단면보수공법(Ⅰ)	t=10미만	0.18	m²	212,097	38,177	3순위
기타부재	전선관 보호커버 부식	교체	-	11.55	m	50,000	577,500	3순위
	전선관 보호커버 파손	교체	-	15.45	m	50,000	772,500	3순위
순공사비		공사비 합계		83,453,656원				
순위별 순공사비	단기	(1순위)		26,027,427,원				
	중장기	(2순위)		17,181,524원				
		(3순위)		40,244,705원				
제경비		(순공사비×50%)		41,726,827원				
개략공사비		순공사비+제경비		125,180,000원(≒일억이천오백만원)				

- 주) 1. 공사시 경제적인 측면을 고려하여 일부 손상 중 발생정도가 아주 경미하고 구조적인 문제가 없는 손상은 제외하였음.
2. 상기 개략공사비는 가시설비 등의 부대비용이 제외된 금액이며, 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 변동될 수 있음.
3. 각 공법별 단가는 2016년 도로공사 단가를 적용하였으며, 총 공사비는 백원 단위에서 절삭하였음.

7.4 유지관리방안

7.4.1 개 요

효과적인 교량 유지관리는 결함, 손상 및 열화를 초래할 수 있는 요인들을 미리 발견하여 예방적 조치를 취함으로써 손상단계로의 진전을 미연에 방지하고 이미 결함, 손상 및 열화가 발생한 경우에는 초기에 대책을 강구함으로써 대규모의 보수·보강에 까지 이르지 않도록 경제적인 유지관리를 행하여 교량의 공용수명을 연장하는 것이다. 이를 위해서는 관련자료의 보존, 점검 및 진단, 일상적 예방 유지관리 계획수립과 시행결과에 따른 조치대책 수립 등의 일련의 과정이 적절히 수행되어야 한다.

7.4.2 부재별 일반 유지관리 사항

본 절은 교량의 안전성과 기능성, 사용성 및 노후화 정도 등을 파악하여 재해를 사전에 예방하기 위해서 유지관리상 필요한 점검항목 및 점검요령을 기술하였다.

가. 시설물 부재별 명칭

1) 백운1교(부산)

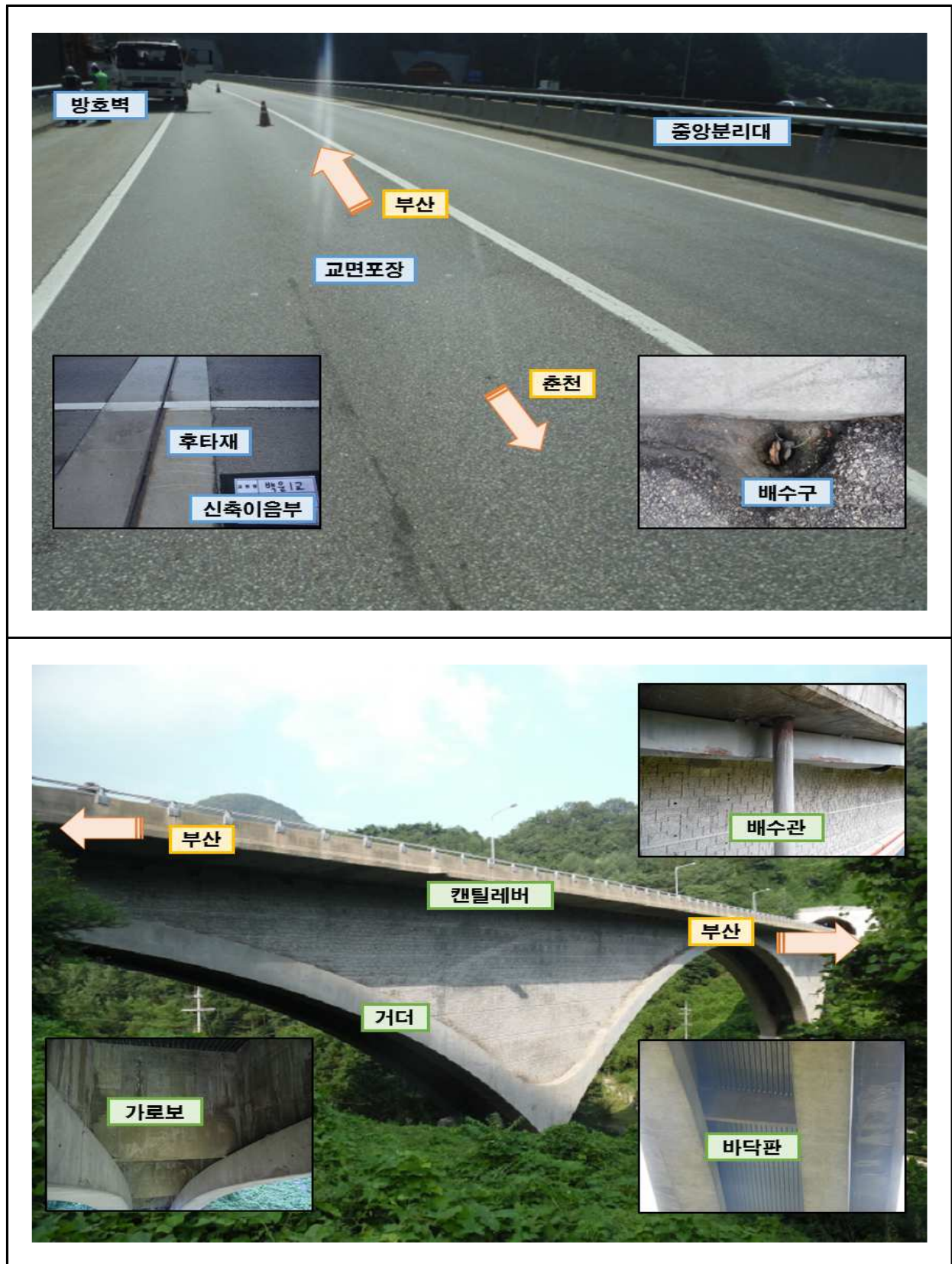


【그림 7.13】 백운1교(부산) 부재별 명칭



【그림 7.13】 백운1교(부산) 부재별 명칭(계속)

2) 백운1교(춘천)



【그림 7.14】 백운1교(춘천) 부재별 명칭



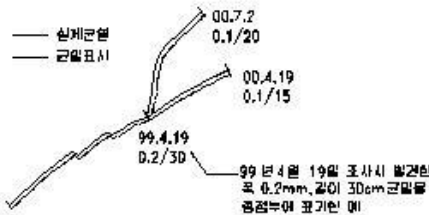
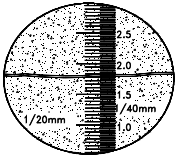
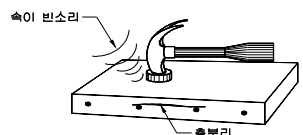
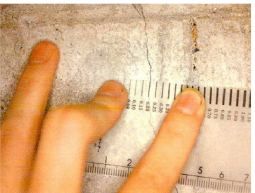
【그림 7.14】 백운1교(춘천) 부재별 명칭(계속)

나. 바닥판

【표 7.24】 바닥판 일반 유지관리 사항

점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 공통		• 박리, 박락, 층분리, 철근노출(피복두께 부족), 파손 • 백태(유리석회), 오염 • 재료분리, 데크플레이트 부식
▷ 거더교		• 균열(거더사이, 현치부 종방향 균열) • 망상균열
▷ 슬래브, 라멘교 상부	- 단부	• 부스러짐 • 사인장균열
	- 중앙부	• 휨균열
주요 부위	 < 바닥판 > 백운1교(부산) < 캔틸레버 하면 > 백운1교(부산) < 바닥판 > 백운1교(춘천) < 캔틸레버 하면 > 백운1교(춘천)	
점검 요령	○ 점검방법 - 도보접근이 불가능한 구간은 점검장비를 이용 근접 점검 - 슬래브의 중앙부 횡방향 균열과 받침부 사인장균열은 단면부족 등과 같은 구조적 균열의 형태로써 균열폭, 진전사향 등을 파악하기 위하여 균열의 시·종점을 표시하여 정기적으로 진전여부 관찰	

【표 7.24】 바닥판 일반 유지관리 사항(계속)

	 (a) 균열표시 예  (b) 균열경 조사 예
점검 요령	- 부모멘트가 발생하는 연속 받침부는 상부에서 하부로, 정모멘트가 발생하는 중앙부 구간은 하부에서 상부 순서로 점검을 진행 - 균열로부터 녹물 유출 여부 조사(철근 부식) - 망상균열, 층분리, 누수나 백태흔적이 발견될 경우 점검용 망치를 두드려 나는 소리로서 내부결합의 존재여부를 추정한다. 내부에 결합 존재 시 외관상 건전한 부위에서도 편칭 전단 파괴의 우려가 있다. ※점검용 망치 : 내부의 공동이나 층분리 여부를 소리로 판단. 즉 건전한 부분을 두들기면 “평”하는 맑은 소리가 나지만 내부결합이 있는 부분은 “퍽”하는 소리가 난다.  
	※편칭전단파괴(Punching Shear Failure) : 국부적으로 바닥판에 구멍이 뚫리는 현상 ○ 점검시 유의사항 - 균열은 발생위치, 균열폭, 진전길이, 반복성(공통성) 등을 종합적으로 고려하여 발생원인을 규명하고 보수·보강 등 조치방법을 수립할 수 있도록 주변여건을 주의깊게 조사 - 큰 균열일지라도 상당히 오래전에 발생하여 안정된 것이 있는 반면에 미세균열일지라도 운하중의 반복재하에 의해 점차 커지는 균열이 있으므로 균열 조사 시에는 특별히 큰 균열에만 주목하지 말고 미세한 균열에도 주의  < 예시 > - 누수 및 백태가 발견된 부위는 교면포장 상태가 비교적 양호할 경우 포장하부의 콘크리트 상태불량, 방수층의 파손이 원인일 수 있으므로 포장을 제거하여 조사하는 등의 원인분석 행위가 필요 - 환경적 요인에 의하여 열화가 심한 부분은 철근의 부식환경을 확인하기 위하여 탄산화시험을 실시 ※ 탄산화시험 : 철근콘크리트의 부식, 내구성, 잔존수명을 파악하기 위하여 콘크리트 절단면 또는 절취된 콘크리트의 코어에 페놀프탈레인 용액을 사용하여 탄산화의 깊이 측정
점검 도구	• 사진기 • 균열자 • 균열경 • 줄자 • 필기 도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장 • 필요시 반발경도 및 탄산화 시험기기

다. Steel Box Girder

【표 7.25】 Steel Box Girder 일반 유지관리 사항

점 검 부 위		점 검 항 목
▷공통		• 변형, 균열, 파손 • 표면(도장)상태 오염, 부식 • 이상처짐 • 연결부 볼트 이완, 파손, 이상음
▷받침부		• 복부판 부식 및 국부좌굴 • 박스내부 출입구 개폐 • 거더와 받침연결부 부식
▷중앙부		• 맞대기 용접부 균열 • 플랜지 변형 및 처짐 • 다이아프램 연결부 균열
▷2차부재		• 거더와의 연결부 균열
▷보수부위		• 용접부 및 용접부 주변 균열
주요 부위	 < 거더 외부 백운1교(부산) >  < 거더 내부 백운1교(부산) >	
점검 요령	○ 점검방법 - 점검로에서 육안점검 혹은 교량하부에서 육안 또는 망원경으로 점검 - 중앙부 처짐은 점검로에서 하부플랜지 정도로 눈높이를 낮추어 점검하거나 교대 옆 혹은 교량에서 조금 떨어진 거리에서 하부플랜지의 전체적인 선형 점검 - 누수에 취약한 신축이음 하부, 배수구 주변 혹은 외측거더의 도장손상 및 녹발생 조사 - 차량통과시 빼걱거리는 소리 등 이상음이 들리면 소음발생 부위를 추정하여 기록 유지 ○ 손상발생시 조치 - 눈에 띌 정도의 처짐이나 충돌에 의한 손상으로 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립 ○ 점검시 유의사항 - 박스내부 출입구 잠금장치가 망가져 있는 경우 부랑인들이 거주하고 있는 경우가 있으므로 2인 이상이 1조가 되어 내부점검 - 박스내부에 환기부족으로 유해가스가 있을 수 있으므로 환기를 시킨후 점검하고 인화성 물질을 휴대하지 않도록 하며 특히 흡연은 삼가하여야 함	
점검 도구	• 사진기(망원렌즈) • 줄자(5m자) • 점검야장 • 점검용 망치 • 손전등(박스내부) • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필)	

라. 철근콘크리트 거더

【표 7.26】 철근콘크리트 거더 일반 유지관리 사항

점 검 부 위		점 검 항 목
▷공통		• 박리, 박락, 층분리 • 파손, 철근노출 • 백태(유리석회)
▷받침부		• 부스러짐 • 복부 사인장 균열
▷중앙부		• 횡방향 균열
▷2차부재		• 경사균열(거더의 상대처짐 의심)
주요 부위	 < 거더 하면 백운1교(춘천) >	 < 거더 및 가로보 백운1교(춘천) >
점검 요령	○ 점검방법 - 점검로에서 육안점검 혹은 교량하부에서 육안 또는 접근장비를 이용하여 근접육안 점검 - 받침부나 중앙부 근처의 손상을 중점 점검하며, 받침부 복부 사인장 균열은 정밀 조사 - 균열의 진행 상황 파악을 위해 균열의 시·종점 표시 후 정기적인 점검 실시 - 균열부에 녹물이 유출되는 것은 철근부식의 징후이므로 유출여부를 조사 ○ 점검시 유의사항 - 받침부 거더 복부 사인장 균열, 중앙부 휨균열에 대한 균열폭, 진전길이 등을 조사하고 다른 거더에서 공통적으로 발생하는 손상인지 확인 - 공통적인 손상은 대부분 구조적인 결함이므로 발생 원인을 규명하고 보수·보강 등 적절한 조치방법을 수립할 수 있도록 함 - 미세균열일지라도 신규손상일 경우 균열의 진행성 여부에 대한 확인 필요 - 환경적 요인에 의하여 열화가 심한 부분은 철근의 부식 환경을 확인하기 위하여 탄산화시험, 염화물함유량 시험, 자연전위차시험 등을 선별하여 실시	
점검 도구	• 사진기(망원렌즈) • 줄자(5m자) • 점검야장 • 균열자 • 점검용 망치 • 필기 도구(소형 보드판, 매직, 분필)	

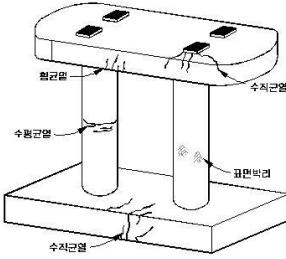
마. 교대

【표 7.27】 교대 일반 유지관리 사항

점 검 부 위		점 검 항 목			
▷ 공통		• 균열(시공이음부 횡방향 균열) • 박리, 박락, 층분리, 백태(유리석회), 파손, 철근노출 • 교대 회전(기울음), 침하(연직이동)			
▷ 두부		• 두부 물고임 • 두부와 홍벽 경계부 균열(후면으로 기울음) • 거더와 홍벽 신축유간 부족			
▷ 벽체		• 균열(수직균열) • 벽체와 날개벽 분리(이동)			
▷ 날개벽		• 날개벽 이동, 전도			
주요 부위	 < 교대 A1 > 백운1교(부산)	 < 교대 A2 > 백운1교(부산)	 < 교대 A1 > 백운1교(춘천)	 < 교대 A2 > 백운1교(춘천)	
점검 요령	○ 점검방법 - 접근 장비에 의해 근접 육안점검 - 교대 입지조건이 성토부 혹은 연약지반에 위치한 경우 전후방으로 교대 벽체가 기울었는지 확인하고 의심스러운 경우 실을 매단 점검추를 늘어뜨리거나 측량기로 확인(날개벽, 옹벽 포함) - 신축이음 하면에 위치하므로 누수 및 화학물질 등에 대한 열화 취약부위이므로 탄산화 시험에 의한 탄산화 깊이 확인 ○ 점검시 유의사항 - 신축이음 유간이 벌어져 충격음이 발생하거나 단혀 있을 경우 거더 상·하부와 홍벽 사이 간격이 서로 차이가 나는지 점검하고 교대 전도 여부도 확인 - 연약지반상의 교대는 뒷채움부의 침하로 인하여 접속슬래브 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 대체적으로 건조수축에 의한 비구조적 균열이므로 우려할 바는 아니지만 폭이 넓은 교대에서 균열폭이 큰 경우 교대기초의 부동침하도 의심하여야 함				
점검 도구	• 사진기 • 균열자 • 줄자(5m자) • 점검용 망치 • 점검추 - 기울음 측정 • 탄산화 시험기 • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장				

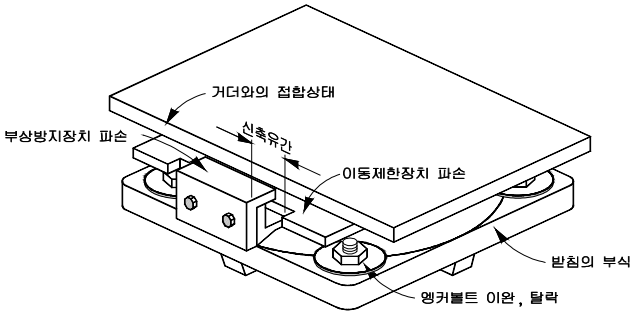
바. 교각

【표 7.28】 교각 일반 유지관리 사항

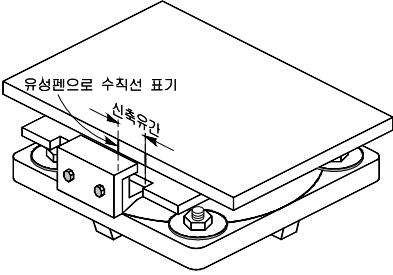
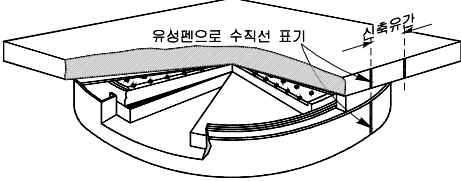
점 검 부 위		점 검 항 목	
▷ 공통		• 균열, 박리, 철근노출, 파손 • 침하	
▷ 두부		• 두부 물고임 • 받침 하부 균열 및 파손(박리, 박락)	
▷ 구체		• 수직균열 • 이동 또는 기울음	
▷ 수면접촉부		• 수중구간의 경우 침식	
주요 부위			
	< 교각 P1 > 백운1교(부산)	< 교각 P2 > 백운1교(부산)	< 교각 P1 > 백운1교(춘천)
			
			< 교각 P2 > 백운1교(춘천)
점검 요령	 ○ 점검방법 - 접근장비 및 점검로에서 점검 - 신축이음의 유간이 비정상적(크게 벌어짐 또는 닫힘)이거나 방호울타리 상단선형이 불량한 경우에는 교각 침하가 의심스러우므로 교각 구체 상부와 하부를 측량기로 측정하여 교각의 전도 여부를 확인하고 구체에 기준점을 표시하여 침하여부를 주기적으로 확인 ○ 손상발생시 조치 - 교각두부 받침하부에 폭 0.3mm 이상 균열이 단부까지 진행된 경우에는 교량 안전과 직접적으로 관련이 있으므로 즉시 보고 및 대책수립 ○ 점검시 유의사항 - 신축이음 유간이 크게 벌어지거나 닫힘, 방호울타리 선형불량은 교각 침하의 징후로 볼 수 있으므로 교각 점검 시 참고해야 할 항목임		
점검 도구	• 사진기 • 균열자 • 줄자(5m자) • 점검용 망치		
	• 점검추 - 기울음 측정 • 탄산화 시험기 • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장		

사. 교량받침

【표 7.29】 교량받침 일반 유지관리 사항

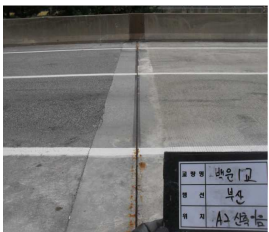
점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 본체	- 공통	• 부식(오물퇴적), 변형 • 균열, 파손(균열발생으로 파손진행) • 가동받침의 유간부족 및 가동 장애요소 • 받침과 거더의 밀착상태(분리) • 앵커볼트 파손(절단) • 가동방향 오류, 편기설치
	- 강재받침	• 가동면 부식 • 부속물 파손
	- 고무받침	• 고무재 부풀음 및 갈라짐 • 고무판의 과도한 변형
▷ 받침대		• 균열, 파손(하부공동) • 부분 침하
▷ 이동제한장치		• 용접부 균열 • 파손
주요 부위	 < 교량받침, 백운1교(부산) >  < 교량받침, 백운1교(춘천) >	
주요 내용	 ○ 점검방법 - 도보접근이 불가능한 부분은 접근장비를 이용하여 근접점검 - 가동받침의 가동여부는 가동면의 윤활재가 밀린 흔적이나 먼지 부착정도로 확인 가능함 - 눈금자가 설치되지 않은 받침은 측면을 깨끗한 형검으로 잘 닦고 유성펜으로 상부받침과 이동제한장치 끝부분에 수직으로 선을 그어 놓으면 다음 점검시 온도차에 따른 가동량을 측정할 수 있음 - 곡선교 내측단부 혹은 사교의 예각단부의 반반력으로 인한 받침과 거더의 들뜸 상태 점검	

【표 7.29】 교량받침 일반 유지관리 사항(계속)

주요 내용	  - 경사교에서 받침 경사설치로 인한 상부가동받침과 하부받침 접촉 및 받침 부속품과의 접촉으로 인한 가동장애요소 점검 - 수직보강재와 받침이 10cm 이상 편기시 하부플랜지의 국부변형이나 거더 복부판의 좌굴 여부 확인 - 받침하부에 공동이 의심되면 긴드라이버 혹은 철사로 찔러서 확인하고, 침하흔적은 앵커볼트의 체결상태 및 인접받침의 상태를 참고하여 확인 - 받침부의 물고임 부분은 누수부위 확인 및 물고임 원인분석 ○손상발생시 조치 - 받침하부 교각 두부에 0.3mm 이상의 균열이 단부까지 진행된 경우 즉시 보고하고, 안전성 검토 및 대책 수립 필요
점검 도구	• 사진기 • 줄자 • 균열자 • 온도계 • 유성펜(매직) 및 청소용 걸레 • 점검용 망치 • 드라이버(driver) • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장

아. 신축이음

【표 7.30】 신축이음 일반 유지관리 사항

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)
	- 고무재	• 고무판 마모, 강판노출 및 부식
	- 강재	• 방수재(셀재) 파손 - 노면수 유입
▷ 후타재		• 균열, 파손(패임 및 요철)
주요 부위	 < 신축이음 A1 > 백운1교(부산)  < 신축이음 A2 > 백운1교(부산)  < 신축이음 A1 > 백운1교(춘천)  < 신축이음 A2 > 백운1교(춘천)	

【표 7.30】 신축이음 일반 유지관리 사항(계속)

주요 내용	○ 점검방법 - 보도에서 점검 - 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격음 발생 여부 점검 - 고무재의 마모, 파손, 충전 씰재 노출로 방수기능 저하상태를 점검하며 교각, 교대 위에서 신축이음 하부의 방수성 및 단부보강 바닥판 상태 점검 < 예시 > - 방호울타리부 신축이음의 방수기능 점검 - 점검기간 내 온도차이가 큰 아침과 한낮에 신축 이동량을 조사하고 적정유간을 확보하고 있는지 확인 점검 ○ 손상발생시 조치 - 신축이음 본체의 유동, 단차, 파손으로 인한 충격으로 타부재에 추가손상이 우려되거나 주행안전성에 지장을 초래할 경우 즉시 보고하여 대책을 수립 ○ 점검시 유의사항 - 차량 진행방향과 반대방향으로 점검을 진행하며 2인 1조로 점검수행 - 신축유간 점검시 차량에 유의
점검 도구	• 사진기 • 줄자 • 점검용 망치 • 드라이버(driver) - 유간오물 확인 • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장

자. 교면포장

【표 7.31】 교면포장 일반 유지관리 사항

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
▷ 미끄럼 방지포장		• 마모
▷ 배수구 주변		• 물고임(배수구 간격, 유출구 위치)
주요 부위	 < 교면포장, 백운1교(부산) >	 < 교면포장, 백운1교(춘천) >
점검 요령	○ 점검방법 - 보도 혹은 방호울타리 양측 갓길에서 상세점검 - 중차량 통행이 많은 차선, 곡선부 외측, 급정지 구간 주변의 손상 점검 - 신축이음 전후 및 경계부의 단차 점검 - 배수구 주변 물고임 점검(가급적 비온 직후 교면 위 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 사진 촬영 ○ 점검시 유의사항 - 노건에서 점검시 교통사고의 위험이 높으므로 2인 1조로 하여 차량 진행방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검 진행 - 상세조사를 실시할 경우 신호봉 등을 사용하여 차량 유도후 안전하게 점검	
점검 도구	• 사진기 • 줄자(5m, 50m) • 필기도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장 • 신호봉 또는 수기	

차. 배수시설

【표 7.32】 배수시설 일반 유지관리 사항

점 검 부 위		점 검 항 목	
▷ 배수구	- 격자판(grating) - 유입구	• 파손, 누락 • 누수, 체수(막힘) • 오염(오물 퇴적)	
▷ 배수관		• 파손(연결 고정부 탈락) • 배수관 길이 부족(거더에 물 떨어짐) • 유출구 위치 부적절 (도로상이나 구조물 위에 위치)	
주요 부위	 < 배수구 > 백운1교(부산)  < 배수관 > 백운1교(부산)  < 배수구 > 백운1교(춘천)  < 배수관 > 백운1교(춘천)		
점검 요령	○ 점검방법 • 배수관 - 교량하부 및 측면에서 점검하며, 접근이 어려운 부분은 접근장비를 이용 - 교량이 도로 위를 통과할 경우 배수관에서 유출된 물이 통행인이나 통행차량 위로 떨어지지 않는지 점검 - 배수관의 물이 구조물의 부식을 유발할 수 있는 위치로 배수되는지 점검 - 경사가 완만한 배수관은 점검용 망치로 두들겨 내부에 쓰레기로 막혀있는지 점검 - 배수관 지지장치 및 연결부 상태는 흔들어 보거나 망치로 두들겨서 점검 ○ 손상발생시 조치 - 배수구에 휴지나 나뭇잎 등으로 막혀있는 경우는 드라이버를 사용하여 제거 ○ 점검시 유의사항 - 보도가 없는 갯길에서 점검시 2인 1조로 하여 차량 진행 방향과 반대방향으로 걸어가면서 점검하며 차량에 주의 - 접근장비 사용시 교통소통 및 안전에 유의		
점검 도구	• 사진기 • 드라이버(driver) • 점검용 망치 • 줄자 • 필기 도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장		

카. 방호벽, 중앙분리대

【표 7.33】 방호벽, 중앙분리대 일반 유지관리 사항

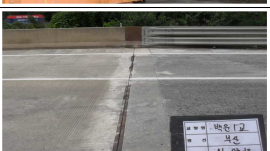
점 검 부 위		점 검 항 목
▷ 난간, 방음벽	- 강재, 알루미늄	• 변형 • 파손
▷ 보도		• 신축이음 접촉부 부스러짐(파손) • 표면 부스러짐(동결융해)
▷ 연석	- 철근콘크리트	• 박리, 박락, 부스러짐, 파손
주요부위	 < 방호벽, 백운1교(부산) >  < 중앙분리대, 백운1교(춘천) >	
점검요령	○ 점검방법 - 교량 한쪽에서 눈을 난간높이 정도로 낮추어 난간의 전체 선형에 급격한 변화 부분이 있는지 점검 - 안전난간 및 방음벽의 경우 기둥과 바닥판 접촉면의 부식 혹은 볼트 손상에 의해 전도 우려가 있는지 힘을 주어 밀거나 당겨서 흔들림 정도를 확인 - 연속 받침부 연석 및 자갈막이 콘크리트의 경우 부모멘트에 의한 균열(일반적으로 0.3mm이상)을 점검 ○ 손상발생시 조치 - 난간의 전체 선형에 급격한 변화부분이 있는 경우 받침이나 하부구조의 침하가 있을 수 있으므로 해당부재 점검시 참고할 수 있도록 기록 유지 - 외부의 강한 하중에 의한 손상일 경우 바닥판에도 영향을 줄 수 있으므로 바닥판 점검시 고려 - 난간의 큰 변형이나 파손된 부분으로 통행인 추락 위험이 있을 시 즉시 연락하여 추락 방지시설 등의 응급조치 필요	
점검도구	• 사진기 • 솔(브러쉬) • 강재 부식부위 등 상세확인 • 줄자 • 필기 도구(소형 보드판, 매직, 분필) • 점검야장	

7.4.3 진단결과에 따른 중점 유지관리 사항

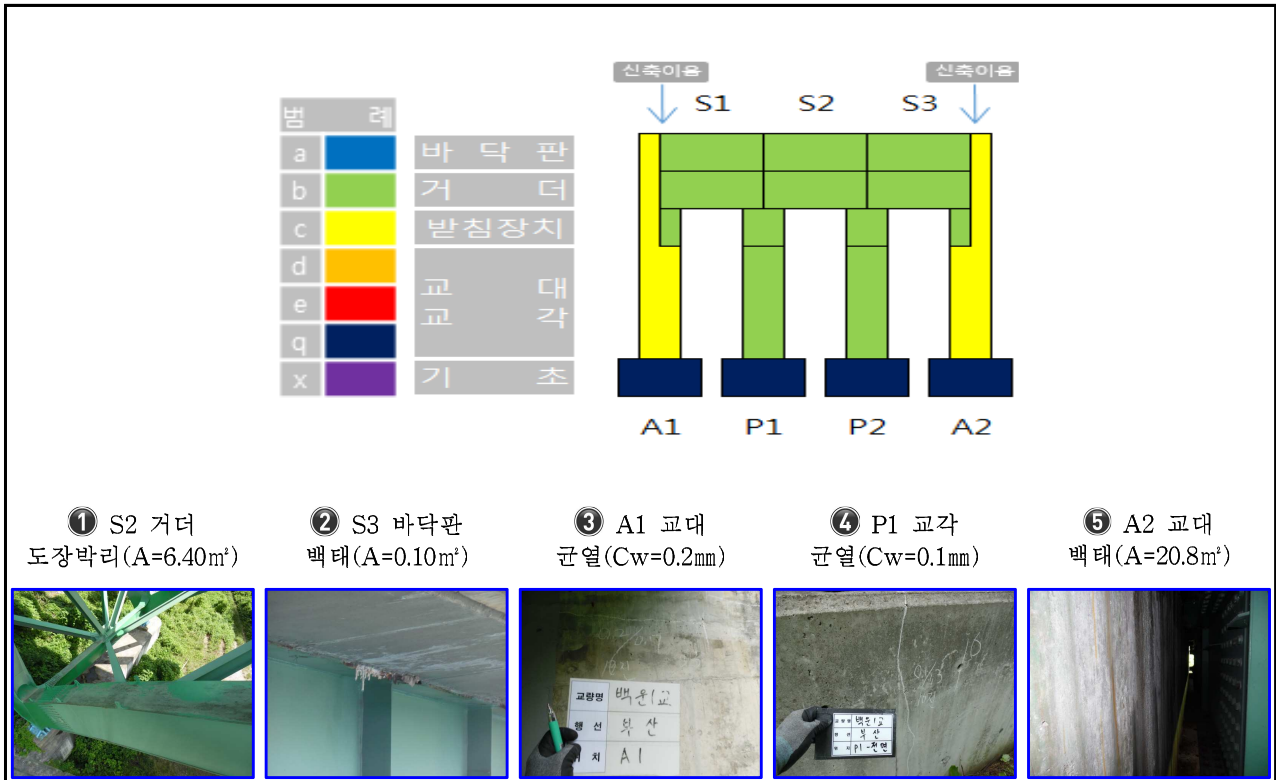
가. 주요 손상별 중점 유지관리 사항

본 대상교량의 정밀안전진단 결과 구조의 안전과 직접적인 관련이 있는 결함, 손상 및 열화는 발견되지 않았으나, 유지관리의 효율성과 반복적으로 발생 가능한 현상은 주기적인 점검이 필요하며, 점검 시 확인하여야 할 사항은 다음과 같다.

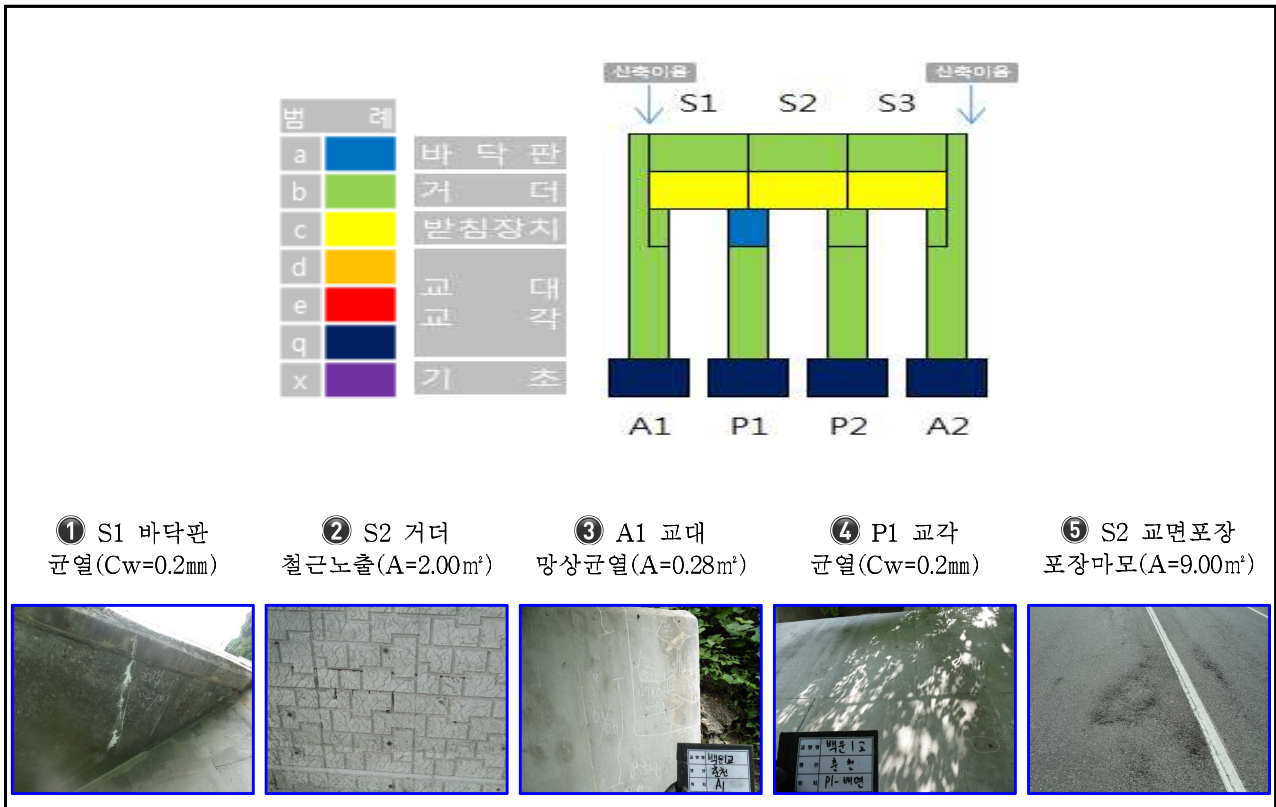
【표 7.34】 주요 손상별 중점 유지관리 사항

부재	손상유형	손상위치	유지관리내용	비고
바닥판	백태 및 부식	백운1교(부산) S3	•재포장 보수 후 손상 진전 여부 관찰	
	염화물함유량 시험 “d”	백운1교(춘천) S3	•염화물함유량 과다에 의한 철근 부식 손상 발생 여부 관찰	
거더	실리콘 마감불량	백운1교(부산) S2	•우수유입으로 인한 2차 손상 방지를 위한 실링보수 필요	
거더	맞대기 용접 이음부	백운1교(부산) 용접부	•용접부 부식 및 균열 발생 여부	
교대	백태	백운1교(부산) A1	•표면처리 후 재손상 여부 관찰	
	염화물함유량 시험 “d”	백운1교(춘천) A2	•염화물함유량 과다에 의한 철근 부식 손상 발생 여부 관찰	
교각	철근노출	백운1교(춘천)	•철근노출부 손상 진전 여부 •보수후 재손상 여부	
받침장치	부식	백운1교(춘천) A2	•신축이음 누수에 따른 받침장치 부식 진전 및 가동상태	
신축이음부	유간부족	백운1교(부산) A1	•온도신축에 의한 손상 발생 여부	

나. 상태평가 현황도 및 손상 위치도



【그림 7.15】 백운1교(부산) 상태평가 현황도 및 손상 위치도



【그림 7.16】 백운1교(춘천) 상태평가 현황도 및 손상 위치도

다. 중점유지관리 균열

1) 중점유지관리 균열 현황

금번 조사된 균열은 보수·보강방안에 따른 조치가 이루어져야 하고, 보수 후 재손상 여부 및 박락 등의 2차 손상 여부 확인을 위해 다음과 같이 균열폭이 0.3mm 이상인 균열들에 대해 중점관리 균열로 제시하였으며, 차기 정밀점검 및 정밀안전진단 외관조사 시 재손상 및 추가손상 등을 확인할 필요가 있을 것으로 판단된다.

2) 백운1교(부산)

【표 7.35】 백운1교(부산) 중점유지관리 균열 현황

구 분	점검부위		외관조사망도 번호	손상 번호	균열폭 (mm)	길이 (m)	비 고
1	교대	S6	01-058	1	0.3	1.2	
2	교대	S7	01-058	2	0.3	1.7	
3	교대	S19	01-058	3	0.3	0.5	
4	교대	S19	01-058	4	0.3	0.7	

3) 백운1교(춘천)

【표 7.36】 백운1교(춘천) 중점유지관리 균열 현황

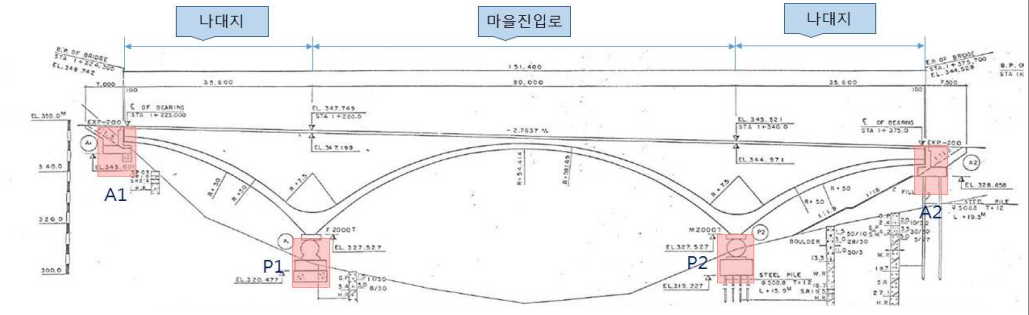
구 분	점검부위		외관조사망도 번호	손상 번호	균열폭 (mm)	길이 (m)	비 고
1	교각	01-018	P1	28	0.3	2.8	보수

7.4.4 현장조사 현안사항

【표 7.37】 백운1교(부산) 현장조사 현안사항

구 분	세 부 내 용			
위 치 도				
형 하 공 간 이 용 현 황				
	구 분	S1	S2	S3
	이 용 현 황	나 대 지 (급 경 사)	마 을 진 입 로	나 대 지 (급 경 사)
S1			S2	S3
조 사 방 법	- 바닥판하면 및 거더 외부 : 바닥판하면 중앙부는 점검통로를 이용하여 조사를 실시하고, 외측부는 고소점검차 및 굴절점검차를 이용한 조사를 실시함 - 교대 및 교각 하부 : 교대(A1) 및 교각(P1, P2)는 도보 접근이 용이하였으나, 교대(A2)는 점검로 미설치로 인해 도보 접근시 어려움이 있어 각별한 주의가 필요함			

【표 7.38】 백운1교(춘천) 현장조사 현안사항

구 분	세 부 내 용			
위치도				
형하공간 이용현황				
	구분	S1	S2	S3
	이용현황	나대지(급경사)	마을진입로	나대지(급경사)
				
		S1	S2	S3
조사방법	- 바닥판하면 및 거더 외부 : 바닥판하면 점검통로 미설치로 인해 고소점검차 및 굴절점검차를 이용한 조사를 실시함 - 교대 및 교각 하부 : 교각(P1, P2)는 도보 접근이 용이하였으나, 교대(A1, A2)는 점검로 미설치로 인해 도보 접근시 어려움이 있어 각별한 주의가 필요함 - 하부 고소점검차 접근시 S2(P2측) 일부 구간 임의 경작으로 고소점검차 진입이 불가능한 구간은 디지스코프를 이용한 조사 실시			

7.4.5 유지관리 개선 방안

가. 개요

백운1교(춘천)의 교대(A1, A2)측은 경사가 급하여 하부에서의 도보 접근 시 미끄러짐 및 추락의 우려가 있으므로 유지관리 시 점검자의 안전을 위해 계단 설치が必要할 것으로 판단된다.

나. 백운1교(춘천) 교대(A1, A2) 현황

	
백운1교(춘천) 교대 A1	백운1교(춘천) 교대 A2

다. 계단 설치 현황 예시

계단 설치는 철재 계단과 콘크리트 계단 등이 주로 사용되며, 설치 현황 예시 다음과 같다.

	
< 철재 계단 설치 현황 >	< 블럭 계단 설치 현황 >