



제7장

보수 · 보강 및 유지관리방안

7.1 개 요

7.2 보수 · 보강 방안

7.3 보수 · 보강 개략공사비

7.4 유지관리방안

제7장 보수 · 보강 및 유지관리방안

7.1 개 요

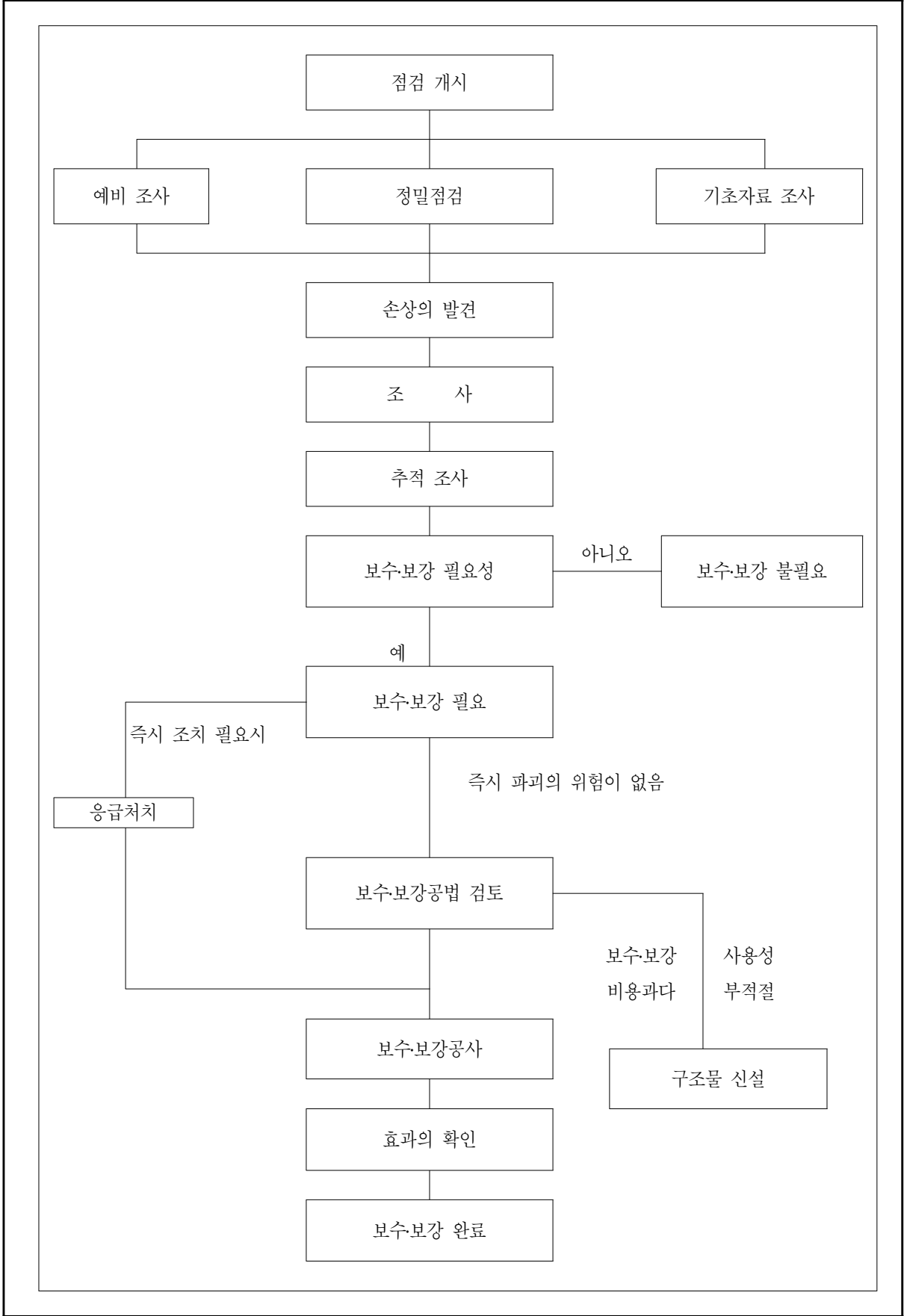
교량의 안전성과 사용성을 유지하고 추가적인 손상을 방지하기 위해서는 적절한 보수가 이루어져야 하며, 안전성평가 결과를 토대로 보강여부를 결정하여야 한다. 그러나 보수·보강여부의 결정은 경제성, 효율성, 안전성, 노선의 중요도 등을 고려하여 종합적으로 판단하여야 한다. 이러한 보수·보강 방법의 기본방향은 장기적으로 내하력을 유지시키고 내구성 저하를 방지하는데 그 목적이 있으며,

- (1) 결함 및 손상에 대한 내하력 확보차원의 보수·보강 방안
- (2) 주부재 및 부부재에 발생한 손상에 대한 내구성 확보차원의 보수방안
- (3) 시공 및 공용 중에 발생한 결함에 대한 보수방안
- (4) 구조물 유지관리 측면에서의 보수방안 등을 제시하고자 한다.

기 발생한 손상 및 결함에 대해서는 먼저 보수의 필요성을 검토한 후 가능한 조속히 보수·보강을 실시하는 것이 원칙이나, 동시에 전체 손상에 대한 보수·보강을 실시하는 것은 비경제적이므로 구조물의 중요도, 손상 정도, 사용 환경조건 및 경제성 등을 종합적으로 고려하여 보수·보강 범위, 시기 및 수준을 결정하였다.

【표 7-1】 시설물의 보수 · 보강방안 수립에 따른 검토사항

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



【그림 7-1】 보수·보강 흐름도

7.2 보수 · 보강 방안

7.2.1 부재별 보수 · 보강방안

가. 부재별 결함에 따른 보수 · 보강방안

본 교량에 대한 정밀안전진단을 수행한 결과, 본 구조물은 시공시 시공 정밀도의 저하로 인하여 발생한 구조물의 결함(Defect)과 공용 중 시간의 경과와 주변의 환경인자에 의한 재료의 열화에 의한 손상(Damage)이 발생하고 있는 것으로 조사되었다.

진단시 조사된 보수가 필요한 손상 및 결함에 대해서는 가능한 한 조속한 보수를 실시하는 것이 원칙이나, 경제적이고 효율적인 보수·보강 작업을 위해 손상 및 결함이 구조물의 안전성에 미치는 영향을 고려하여 다음과 같이 우선순위를 부여하였다.

1) 부산방향

【표 7-2】 부재별 결함에 따른 보수 · 보강방안(부산)

구분	손상 내용	손상물량		단위	보수 방안
		개소	물량		
바닥판 하면	균열(Cw=0.3mm미만)	5	3.30	m	표면보수
	균열(Cw=0.3mm이상)	3	1.60	m	주입보수
	데크플레이트 부식	18	2.98	m ²	주의관찰
	박락	2	0.50	m ²	단면보수
	균열 및 백태	1	0.80	m	표면보수
	백태	4	0.87	m ²	표면보수
	열화	2	0.48	m ²	단면보수
거더 외부	변형	3	0.70	m ²	주의관찰
	도장박리	8	2.77	m ²	재도장
	부식	30	16.56	m ²	재도장
거더 내부	도장박리	1	0.01	m ²	재도장
	부식	1	0.24	m ²	재도장
	우수유입	7	7	ea	주의관찰
	이물질 퇴적	3	6.09	m ²	주의관찰
	실링재 미처리	104	104	ea	실링처리
격벽	부식	2	0.04	m ²	재도장
가로보	상태 양호	-	-	-	-
교대	균열(Cw=0.3mm미만)	2	1.40	m	표면보수
	균열(Cw=0.3mm이상)	2	1.10	m	주입보수
	박리	1	0.06	m ²	주의관찰
	박락	2	0.02	m ²	단면보수
	채수	2	1.96	m ²	유도배수관 설치
	강판 부식	3	0.96	m ²	주의관찰
	법면 토사유출(압성토 유실)	1	150.00	m ²	교대 보호블록공 설치

【표 7-2】 부재별 결함에 따른 보수·보강방안(부산)－계속

구분	손상 내용	손상물량		단위	보수 방안
		개소	물량		
교각	균열 (Cw=0.3mm미만)	99	121.00	m	표면보수
	균열 (Cw=0.3mm이상)	9	18.20	m	주입보수
	망상균열 (Cw=0.3mm미만)	10	152.15	m ²	표면보수
	박리	13	5.78	m ²	단면보수
	박락	4	2.06	m ²	단면보수
	재료분리	4	2.85	m ²	단면보수
	철근노출	1	1.60	m ²	단면보수(방청)
	표면오염	3	98.00	m ²	주의관찰
	앵커볼트 미체거	1	1	ea	주의관찰
교량 받침	받침부식	3	0.27	m ²	채도장
	도장박리	10	1.35	m ²	채도장
	Soleplate부식	15	2.25	m ²	채도장
	균열 (Cw=0.3mm미만)	1	0.50	m	표면보수
	균열 (Cw=0.3mm이상)	2	0.50	m	주입보수
	보수부 박리	1	1.44	m ²	주의관찰
	받침몰탈 균열 (Cw=0.3mm미만)	1	0.10	m ²	표면보수
신축 이음	본체부식	3	1.09	m ²	주의관찰
	차수판 볼트탈락	12	12	ea	주의관찰
	차수판 덮개 파손	1	1	ea	주의관찰
	후타재 균열	82	35.61	m	표면보수
	후타재 파손	3	0.83	m ²	단면보수
	후타재 열화	2	0.98	m ²	단면보수
	이물질 퇴적	4	6.00	m	청소
교면포장	상태 양호	—	—	—	—
방호벽/ 중앙 분리대	균열 (Cw=0.3mm미만)	218	249.60	m	표면보수
	망상균열 (Cw=0.3mm미만)	6	120.24	m ²	표면보수
	백태	1	0.10	m ²	표면보수
	파손	2	0.29	m ²	단면보수
	박리	5	0.35	m ²	주의관찰
배수 시설	배수관 부식	50	50	ea	재설치
	배수관 길이부족	2	2	ea	재설치
	배수관 누수	3	3	ea	재설치
점검로/ 방음벽	점검로 부식	2	2	ea	재설치
	사다리 망실	1	1	ea	재설치

2) 춘천방향

【표 7-3】 부재별 결함에 따른 보수·보강방안(춘천)

구 분	손상 내용	손상물량		단위	보수 방안
		개소	물량		
바닥판 하면	데크플레이트 부식	320	54.35	m ²	주의관찰
	박리	1	0.05	m ²	단면보수
	박락	1	0.09	m ²	단면보수
	백태	4	10.01	m ²	표면보수
	재료분리	4	1.40	m ²	단면보수
거더 외부	변형	3	0.70	m ²	주의관찰
	도장박리	7	0.58	m ²	재도장
	부식	27	2.29	m ²	재도장
거더 내부	도장박리	30	38.18	m ²	재도장
	도장불량	1	1.25	m ²	재도장
	부식	4	1.59	m ²	재도장
	볼트부식	35	35	ea	재도장
	결로	2	3.36	m ²	주의관찰
	볼트 체결 불량	13	13	ea	주의관찰
	우수 유입	26	26	ea	주의관찰
	채수	2	1.26	ea	주의관찰
	실링재 미처리	116	116	ea	실링처리
격벽	부식	1	0.01	m ²	재도장
가로보	상태 양호	—	—	—	—
교대	균열 (Cw=0.3mm미만)	6	5.10	m	표면보수
	박리	2	0.84	m ²	단면보수
	파손	1	0.01	m ²	단면보수
	철근노출	2	0.16	m ²	단면보수(방청)
	강관부식	3	1.90	m ²	주의관찰
	표면오염	2	1.40	m ²	주의관찰
교각	균열 (Cw=0.3mm미만)	79	93.80	m	표면보수
	균열 (Cw=0.3mm이상)	2	2.20	m	주입보수
	망상균열 (Cw=0.3mm미만)	6	127.14	m ²	표면보수
	보수부 재균열	1	0.10	m	주의관찰
	보수부 망상균열	3	18.00	m ²	주의관찰
	박리	3	6.30	m ²	단면보수
	보수부 박리	2	8.40	m ²	주의관찰
	보수재 박리	1	0.30	m ²	주의관찰
	박락	4	0.04	m ²	단면보수
	재료분리	7	2.96	m ²	단면보수
	철근노출	1	0.02	m ²	단면보수(방청)
	파손	5	0.17	m ²	단면보수
	표면오염	1	27.00	m ²	주의관찰

【표 7-3】 부재별 결함에 따른 보수·보강방안(춘천)－계속

구분	손상 내용	손상물량		단위	보수 방안
		개소	물량		
교량 받침	받침부식	2	0.50	m ²	재도장
	도장박리	14	1.43	m ²	재도장
	도장박락	1	0.03	m ²	재도장
	Soleplate부식	14	1.78	m ²	재도장
	균열(Cw=0.3mm미만)	8	3.34	m	표면보수
	보수부 재균열	1	0.30	m	주의관찰
	균열(Cw=0.3mm이상)	3	4.50	m	주입보수
	망상균열(Cw=0.3mm미만)	2	0.84	m ²	표면보수
	보수부 망상균열	1	0.20	m ²	주의관찰
	받침물탈 균열	2	1.60	m	표면보수
신축 이음	후타재균열(Cw=0.3mm미만)	82	35.61	m	표면보수
	후타재균열(Cw=0.3mm이상)	46	22.76	m	주입보수
	본체부식	4	2.84	m ²	주의관찰
	후타재 파손	6	0.18	m ²	단면보수
	이물질 퇴적	4	5.50	m ²	청소
	차수판 볼트탈락	6	6	ea	주의관찰
교면포장	균열(Cw=0.3mm미만)	6	3.50	m	주의관찰
	망상균열(Cw=0.3mm미만)	5	423.00	m ²	주의관찰
배수 시설	배수관 부식	11	11	ea	주의관찰
	배수구 막힘	4	4	ea	청소
	배수관 누수	1	1	ea	주의관찰
	이물질 퇴적	3	3	ea	청소
	배수관 파손	3	3	ea	재설치
	배수관 길이부족	1	1	ea	배수관 연결
방호벽	균열(Cw=0.3mm미만)	47	27.40	m	표면보수
	균열(Cw=0.3mm이상)	7	5.80	m	주입보수
	보수부재균열(Cw=0.3mm미만)	10	7.80	m	주의관찰
	보수부재균열(Cw=0.3mm이상)	6	8.30	m	주의관찰
	균열 및 백태	34	404.90	m	표면보수
	박리	2	0.72	m ²	단면보수
	박락	1	0.02	m ²	단면보수
	철근노출	1	0.01	m ²	단면보수(방청)
	재료분리	1	0.08	m ²	단면보수
	파손	1	0.20	m ²	단면보수
중앙 분리대	균열(Cw=0.3mm미만)	207	169.10	m	표면보수
	균열(Cw=0.3mm이상)	3	3.60	m	주입보수
	파손	1	0.10	m ²	단면보수
	철근노출	3	1.88	m ²	단면보수(방청)
점검로/ 방음벽	점검로 부식	1	1	ea	발판 재설치
	사다리 망실	1	1	ea	재설치

나. 보수·보강 우선순위 선정

진단시 조사된 보수가 필요한 손상 및 결함에 대해서는 가능한 한 조속한 보수를 실시하는 것이 원칙이나, 경제적이고 효율적인 보수·보강 작업을 위해 손상 및 결함이 구조물의 안전성에 미치는 영향을 고려하여 다음과 같이 우선순위를 부여하였다.

1) 부산방향

【표 7-4】 보수·보강 우선순위 선정(부산)

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, 교좌장치의 파손 ◦초기수준이상으로 개선할 필요가 있는 손상 (1순위 발생 부재 : 교각)
		◦발생된 주요손상 - 철근노출
장 기	2순위	◦철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나 철근부식 가능성이 있는 손상 ◦실용상 지장이 없는 성능까지 회복하여야 할 손상 (2순위 발생 부재 : 바닥판하면, 교대, 교각, 교량받침, 신축이음, 방호벽/중앙분리대, 배수시설, 점검로/방음벽)
		◦발생된 주요손상 - 균열(Cw=0.3mm이상)/ 박락/ 열화/ 체수/ 박리/ 재료분리/ 받침부식/ 도장박리/ Soleplate부식/ 후타재 파손/ 후타재 열화/ 파손/ 배수관 부식/ 배수관 길이부족/ 배수관 누수/ 점검로 부식/ 사다리 망실 등
장 기	3순위	◦방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 상태 ◦현상유지(진행억제)를 위해 필요로 하는 대책 (3순위 발생 부재 : 바닥판하면, 거더외부, 거더내부, 격벽, 교대, 교각, 교량받침, 신축이음, 방호벽/중앙분리대)
		◦발생된 주요손상 - 균열(Cw=0.3mm미만)/ 균열 및 백태/ 백태/ 도장박리/ 부식/ 실링재미처리/ 망상균열(Cw=0.3mm미만)/ 받침물탈 균열/ 후타재 균열/ 이물질 퇴적등
	4순위	◦발생된 손상이 경미하여, 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우 ◦부분적 보수보다는 향후 전체적인 보수 및 개량이 필요한 경우 (4순위 발생 부재 : 바닥판 하면, 거더 내외부, 교대/교각, 교량받침, 신축이음)
		◦발생된 주요손상 - 데크플레이트 부식/ 변형/ 우수유입/ 이물질 퇴적/ 박리/ 강판부식 등

【표 7-5】 보수·보강 우선순위 선정결과(부산)

구 분	손상 내용	단위	손상물량		보수·보강 방안	우선 순위
			개소	물량		
바닥판 하면	균열 (Cw=0.3mm미만)	m	5	3.30	표면보수	3
	균열 (Cw=0.3mm이상)	m	3	1.60	주입보수	2
	테크플레이트 부식	m ²	18	2.98	주의관찰	4
	박락	m ²	2	0.50	단면보수	2
	균열 및 백태	m	1	0.80	표면보수	3
	백태	m ²	4	0.87	표면보수	3
	열화	m ²	2	0.48	단면보수	2
거더 외부	변형	m ²	3	0.70	주의관찰	4
	도장박리	m ²	8	2.77	재도장	3
	부식	m ²	30	16.56	재도장	3
거더 내부	도장박리	m ²	1	0.01	재도장	3
	부식	m ²	1	0.24	재도장	3
	우수유입	ea	7	7	주의관찰	4
	이물질 퇴적	m ²	3	6.09	주의관찰	4
	실링재 미처리	ea	104	104	실링처리	3
격벽	부식	m ²	2	0.04	재도장	3
가로보	상태 양호	—	—	—	—	—
교대	균열 (Cw=0.3mm미만)	m	2	1.40	표면보수	3
	균열 (Cw=0.3mm이상)	m	2	1.10	주입보수	2
	박리	m ²	1	0.06	주의관찰	4
	박락	m ²	2	0.02	단면보수	2
	체수	m ²	2	1.96	유도배수관 설치	2
	강판 부식	m ²	3	0.96	주의관찰	4

【표 7-5】 보수·보강 우선순위 선정결과(부산) - 계속

구분	손상 내용	단위	손상물량		보수 방안	우선 순위
			개소	물량		
교각	균열 (Cw=0.3mm미만)	m	99	121.00	표면보수	3
	균열 (Cw=0.3mm이상)	m	9	18.20	주입보수	2
	망상균열 (Cw=0.3mm미만)	m ²	10	152.15	표면보수	3
	박리	m ²	13	5.78	단면보수	2
	박락	m ²	4	2.06	단면보수	2
	재료분리	m ²	4	2.85	단면보수	2
	철근노출	m ²	1	1.60	단면보수(방청)	1
	표면오염	m ²	3	98.00	주의관찰	4
	앵커볼트 미제거	ea	1	1	주의관찰	4
교량 받침	받침부식	m ²	3	0.27	채도장	2
	도장박리	m ²	10	1.35	채도장	2
	Soleplate부식	m ²	15	2.25	채도장	2
	균열 (Cw=0.3mm미만)	m	1	0.50	표면보수	3
	균열 (Cw=0.3mm이상)	m	2	0.50	주입보수	2
	보수부 박리	m ²	1	1.44	주의관찰	4
	받침물탈 균열	m ²	1	0.10	표면보수	3
신축 이음	본체부식	m ²	3	1.09	주의관찰	4
	차수판 볼트탈락	ea	12	12	주의관찰	4
	차수판 덮개 파손	ea	1	1	주의관찰	4
	후타재 균열	m	82	35.61	표면보수	3
	후타재 파손	m ²	3	0.83	단면보수	2
	후타재 열화	m ²	2	0.98	단면보수	2
	이물질 퇴적	m	4	6.00	청소	3
교면포장	상태 양호	-	-	-	-	-
방호벽/ 중앙 분리대	균열 (Cw=0.3mm미만)	m	218	249.60	표면보수	3
	망상균열 (Cw=0.3mm미만)	m ²	6	120.24	표면보수	3
	백태	m ²	1	0.10	표면보수	3
	파손	m ²	2	0.29	단면보수	2
	박리	m ²	5	0.35	주의관찰	4
배수 시설	배수관 부식	ea	50	50	재설치	2
	배수관 길이부족	ea	2	2	재설치	2
	배수관 누수	ea	3	3	재설치	2
점검로/ 방음벽	점검로 부식	ea	2	2	발판 재설치	2
	사다리 망실	ea	1	1	재설치	2

2) 춘천방향

【표 7-6】 보수·보강 우선순위 선정(춘천)

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, 교좌장치의 파손 ◦초기수준이상으로 개선할 필요가 있는 손상 (1순위 발생 부재 : 교대, 교각, 방호벽)
		◦발생된 주요손상 - 철근노출
	2순위	◦철근부식에 의한 내하력 저하가 우려되거나 철근부식 가능성이 있는 손상 ◦실용상 지장이 없는 성능까지 회복하여야 할 손상 (2순위 발생 부재 : 바닥판하면, 교대, 교각, 교량 받침, 신축이음, 배수시설, 방호벽, 중앙분리대, 점검로/방음벽)
장 기		◦발생된 주요손상 - 균열($C_w=0.3\text{mm}$이상)/ 박리/ 박락/ 재료분리/ 파손/ 받침부식/ 도장박리/ 도장 박락/ Soleplate부식/ 후타재균열($C_w=0.3\text{mm}$이상)/ 후타재 파손/ 배수관 파손/ 배수 관 길이부족/ 점검로 부식/ 사다리 망실 등
	3순위	◦방치시 규모가 증대될 수 있는 손상 및 사용성을 위해 보수가 필요한 상태 ◦현상유지(진행억제)를 위해 필요로 하는 대책 (3순위 발생 부재 : 바닥판하면, 거더외부, 거더내부, 격벽, 교대, 교각, 신축이음, 배수시설, 방호벽, 중앙분리대)
		◦발생된 주요손상 - 균열($C_w=0.3\text{mm}$미만)/ 망상균열($C_w=0.3\text{mm}$미만)/ 백태/ 도장박리/ 부식/ 도장 불량/ 볼트부식/ 실링재 미처리/ 받침물탈 균열/ 후타재균열($C_w=0.3\text{mm}$미만)/ 이물 질 퇴적/ 배수구 막힘/ 균열 및 백태등
	4순위	◦발생된 손상이 경미하여, 유지관리를 통한 점검이 필요한 경우 ◦부분적 보수보다는 향후 전체적인 보수 및 개량이 필요한 경우 (4순위 발생 부재 : 바닥판 하면, 거더 내외부, 교대/교각, 교량받침, 교면포장, 배수시설, 신축이음, 방호벽)
		◦발생된 주요손상 - 데크플레이트 부식/ 변형/ 볼트체결 불량/ 우수유입/ 체수/ 강판부식/ 표면오염/ 보수부 망상균열/ 보수재 박리 등

【표 7-7】 보수·보강 우선순위 선정결과(춘천)

구 분	손상 내용	단위	손상물량		보수 방안	우선 순위
			개소	물량		
바닥판 하면	데크플레이트 부식	m ²	320	54.35	주의관찰	4
	박리	m ²	1	0.05	단면보수	2
	박락	m ²	1	0.09	단면보수	2
	백태	m ²	4	10.01	표면보수	3
	재료분리	m ²	4	1.40	단면보수	2
거더 외부	변형	m ²	3	0.70	주의관찰	4
	도장박리	m ²	7	0.58	재도장	3
	부식	m ²	27	2.29	재도장	3
거더 내부	도장박리	m ²	30	38.18	재도장	3
	도장불량	m ²	1	1.25	재도장	3
	부식	m ²	4	1.59	재도장	3
	볼트부식	ea	35	35	재도장	3
	결로	m ²	2	3.36	주의관찰	4
	볼트체결 불량	ea	13	13	주의관찰	4
	우수 유입	ea	26	26	주의관찰	4
	체수	ea	2	1.26	주의관찰	4
	실링재 미처리	ea	116	116	실링처리	3
격벽	부식	m ²	1	0.01	재도장	3
가로보	상태 양호	-	-	-	-	-
교대	균열 (Cw=0.3mm미만)	m	6	5.10	표면보수	3
	박리	m ²	2	0.84	단면보수	2
	파손	m ²	1	0.01	단면보수	2
	철근노출	m ²	2	0.16	단면보수(방청)	1
	강관부식	m ²	3	1.90	주의관찰	4
	표면오염	m ²	2	1.40	주의관찰	4
교각	균열 (Cw=0.3mm미만)	m	79	93.80	표면보수	3
	균열 (Cw=0.3mm이상)	m	2	2.20	주입보수	2
	망상균열 (Cw=0.3mm미만)	m ²	6	127.14	표면보수	3
	보수부 재균열	m	1	0.10	주의관찰	4
	보수부 망상균열	m ²	3	18.00	주의관찰	4
	박리	m ²	3	6.30	단면보수	2
	보수부 박리	m ²	2	8.40	주의관찰	4
	보수재 박리	m ²	1	0.30	주의관찰	4
	박락	m ²	4	0.04	단면보수	2
	재료분리	m ²	7	2.96	단면보수	2
	철근노출	m ²	1	0.02	단면보수(방청)	1
	파손	m ²	5	0.17	단면보수	2
	표면오염	m ²	1	27.00	주의관찰	4

【표 7-7】 보수·보강 우선순위 선정결과(춘천)－계속

구분	손상 내용	단위	손상물량		보수 방안	우선 순위
			개소	물량		
교량 받침	받침부식	m ²	2	0.50	재도장	2
	도장박리	m ²	14	1.43	재도장	2
	도장박락	m ²	1	0.03	재도장	2
	Soleplate부식	m ²	14	1.78	재도장	2
	균열(Cw=0.3mm미만)	m	8	3.34	표면보수	3
	보수부 재균열	m	1	0.30	주의관찰	4
	균열(Cw=0.3mm이상)	m	3	4.50	주입보수	2
	망상균열(Cw=0.3mm미만)	m ²	2	0.84	표면보수	3
	보수부 망상균열	m ²	1	0.20	주의관찰	4
	받침물탈 균열	m	2	1.60	표면보수	3
신축 이음	후타재균열(Cw=0.3mm미만)	m	82	35.61	표면보수	3
	후타재균열(Cw=0.3mm이상)	m	46	22.76	주입보수	2
	본체부식	m ²	4	2.84	주의관찰	4
	후타재 파손	m ²	6	0.18	단면보수	2
	이물질 퇴적	m ²	4	5.50	청소	3
	차수판 볼트탈락	ea	6	6	주의관찰	4
교면포장	균열(Cw=0.3mm미만)	m	6	3.50	주의관찰	4
	망상균열(Cw=0.3mm이상)	m ²	5	423.00	주의관찰	4
배수 시설	배수관 부식	ea	11	11	주의관찰	4
	배수구 막힘	ea	4	4	청소	3
	배수관 누수	ea	1	1	주의관찰	4
	이물질 퇴적	ea	3	3	청소	3
	배수관 파손	ea	3	3	재설치	2
	배수관 길이부족	ea	1	1	배수관 연결	2
방호벽	균열(Cw=0.3mm미만)	m	47	27.40	표면보수	3
	균열(Cw=0.3mm이상)	m	7	5.80	주입보수	2
	보수부재균열(Cw=0.3mm미만)	m	10	7.80	주의관찰	4
	보수부재균열(Cw=0.3mm이상)	m	6	8.30	주의관찰	4
	균열 및 백태	m	34	404.90	표면보수	3
	박리	m ²	2	0.72	단면보수	2
	박락	m ²	1	0.02	단면보수	2
	철근노출	m ²	1	0.01	단면보수(방청)	1
	재료분리	m ²	1	0.08	단면보수	2
	파손	m ²	1	0.20	단면보수	2
중앙분리대	균열(Cw=0.3mm미만)	m	207	169.10	표면보수	3
	균열(Cw=0.3mm이상)	m	3	3.60	주입보수	2
	파손	m ²	1	0.10	단면보수	2
	철근노출	m ²	3	1.88	단면보수(방청)	1
점검로/방음벽	점검로 부식	ea	1	1	발판 재설치	2
	사다리 망실	ea	1	1	재설치	2

7.2.2 주요손상에 대한 보수·보강 방법

가. 콘크리트 균열보수

1) 주입보수 개요

균열(0.3mm이상)부에 수지를 주입하면 콘크리트와 일체를 이루어 콘크리트의 방수성을 향상시켜서 내부 철근의 부식방지 및 콘크리트의 열화방지에 효과적이다.

균열보수는 균열 폭 및 균열깊이, 균열의 형태, 구조적 안전성 여부 등을 종합적으로 판단하여 보수 목적에 따라 가장 유리한 보수 대책을 선정하여야 한다. 또한, 균열보수는 균열 폭과 균열깊이를 고려하여 이에 적합한 주입속도, 점도 및 양생 속도를 갖는 수지재료를 사용하여야 한다.

2) 수지주입공법의 종류

균열 주입공법에는 압입식과 흡입식이 있다. 압입식 주입공법에는 수동식, 기계식, 저압·저속식 주입 및 자동주입식 기계주입공법이 있으며, 이 중 저압·저속식 주입은 주입량 파악이 쉽고 균열 구석까지 주입할 수 있는 특징이 있어 유리하다.

【표 7-8】 수지주입공법의 종류

압입식 공법	흡입식 공법
· 수동식 주입 : 인력 · 기계식 주입 : 공기압식, 유압식, 기어식 · 저압·저속식 주입 : 고무, 용수철, 공기 등의 압력 · 자동주입식 기계주입 : 자동주입기	· 균열의 양단에 흡기구와 충전재 주입구를 설치하여, 흡입펌프로 충전재를 흡입주입

【표 7-9】 균열폭에 알맞은 수지의 점도

형 상	점도(20℃, cp)	주입 가능한 균열 폭
액 상	저점도	500±200
	고점도	1,500±500
Gel 상태	6,000±1,000	0.5~5.0mm 전후

【표 7-10】 균열폭에 따른 주입파이프/패커의 간격

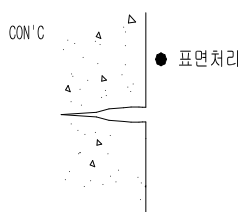
균열 폭(mm)	주입파이프/패커간격(mm)	비고
0.3이하	50~100	
0.3~0.5	100~200	
0.5~1.0	150~250	
1.0이상	200~300	

【표 7-11】 에폭시계 수지의 규격

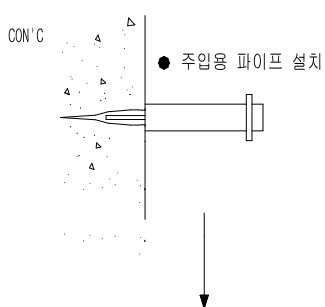
시험항목	시험방법	시험조건	실험 및 퍼티용 규격치	주입용 규격치
비 중	KS M 3015	20℃ 7일간	1.7±0.2	1.2±0.2
사용가능시간	온도상승법	20℃	60이상	30이상
점 도	JIS K 6838	"	-	5,000이하
압축항복강도	KS M 3015	20℃ 7일간	6.0이상	6.0이상
휨강도	"	"	3.5이상	4.0이상
인장강도	"	"	2.0이상	2.0이상
압축탄성계수	ASTM D 695	"	0.1~0.6	0.1~0.6
인장전단강도	KS M 3722	"	100이상	100이상
충격강도	KS M 3015	"	0.15이상	0.3이상
경 도	ASTM D 2240	"	80이상	80이상

3) 시공방법

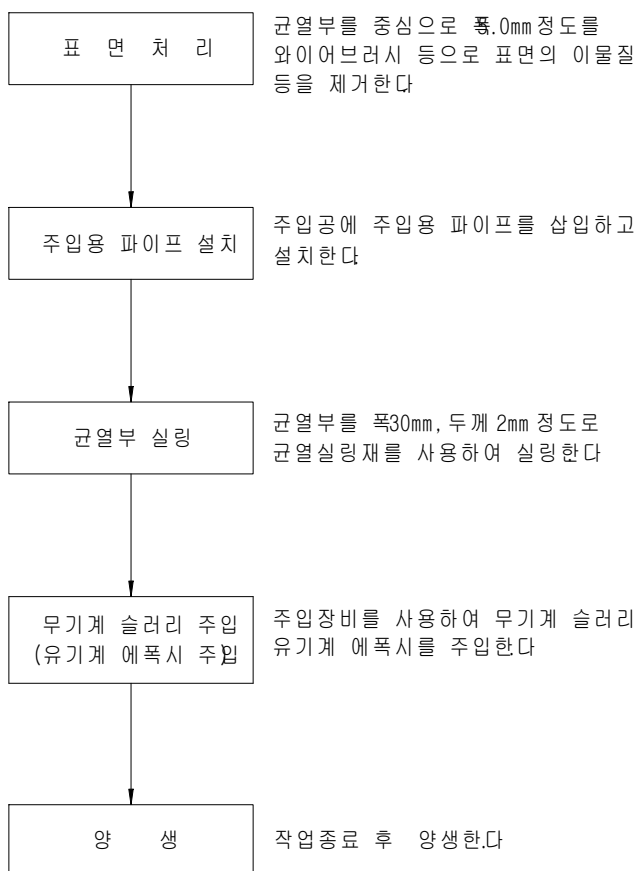
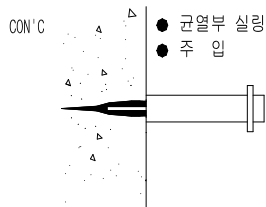
● STEP 1



● STEP 2



● STEP 3



【그림 7-2】 균열 보수공법 개요도

4) 시공시 주의사항

- ① 대기온도가 10~30℃일 때 시공 가능하며, 우천시는 중지한다.
- ② 에폭시계 수지는 사용에 앞서 현장에서 시공시의 기온에 대응하는 경화시간을 설정하여 균열 주입 효과를 높이도록 한다.
- ③ 사용하는 에폭시계 수지는 적당한 루트마다 시험을 실시하여 품질을 확보한다.
- ④ 썰링 및 표면 마감면은 주입압에 견디도록 충분히 양생한다.
- ⑤ 주입된 에폭시계 수지가 경화한 후에는 주입 파이프를 절단하고 썰링재와 함께 그라인더로 갈아 평탄하게 표면처리 한다.

5) 균열 보수의 품질관리

보수에 앞서 공사관리 자격이 있는 공사관리자와 보수재료의 품질을 확인한다.

① 자격요건 관리

- 주입작업기간동안 시방에 적격인 공사관리자 또는 작업반장을 상시 배치한다.
- 시방에 적합한 보수재료 제조사 대리인을 배치하여 주입하는 기술을 보수작업반에게 전수한다.

② 재료 품질관리

- 보수 재료는 보수시방서가 요구하는 일반요건을 만족시키는 것을 사용한다.
- 제조사로부터 받은 제품에 대한 자료를 상시 비치한다.
- 제품은 취급설명서에 따라 취급, 운반한다.
- 용기가 손상, 개방된 재료는 사용을 금한다.
- 용기에 다음과 같은 표식이 되어 있는가를 확인한 후 시공시 취급상 주의사항을 준수한다.

③ 제출 자료

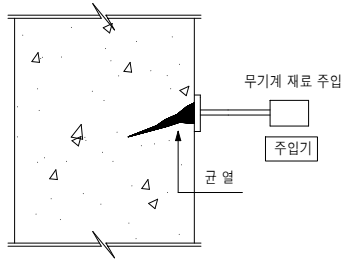
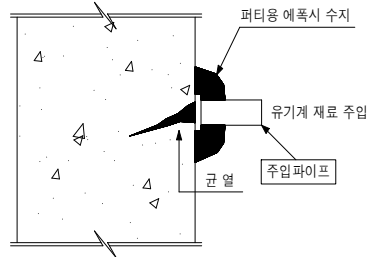
보수공사 시공전 다음 자료들을 제출하여 품질보증을 받는다.

- 자격요건에 관한 증빙서류 : 시공자의 공사관리자, 보수재료 제조자 및 대리인
- 보수재료의 기술자료 : 재료의 검정을 위해 재료의 견본과 기술자료 및 사용법

④ 보수재료의 선택

균열 유형별로 구분하여 부착성, 신축성, 강도 등을 고려하여 선택한다.

【표 7-12】 주입공법 공법비교안

구 분	폴리머 슬러리시멘트 주입공법	에폭시 주입공법
개요도		
공법 개요	균열부위를 커팅하고 균열부를 썰링한 후에 무기계재료인 폴리머 슬러리시멘트를 주입기를 통하여 주입하는 공법	균열부위를 커팅하고 균열부를 썰링한 후에 유기계 재료인 에폭시를 주입기를 통하여 주입하는 공법
시공 방법	표면처리→U.V커팅→주입기설치→ 균열부 썰링→폴리머슬러리 시멘트주입→단면복구	표면처리→U.V커팅→주입기설치→ 균열부 썰링→에폭시주입→단면복구
특징	· 품질관리가 용이하고 재균열 발생우려 없음 · 균열보수의 일괄적인 공정에 대한 재료 및 시방확보 · 콘크리트 모체와 동등한 탄성계수, 열팽창 계수, 투수성 확보 · 수용성인 무기계 재료의 사용으로 습윤지역 시공이 가능함 · 보통형식의 것은 경화시간이 늦고 공기가 길어짐 · 공정이 다소 복잡하여 시공전문가필요 · 유기계에 비해 접착강도 떨어짐	· 인장, 휨강도가 우수함 · 건조한 환경에 유리함 · 경화시간이 빠름 · 시공실적 다수 · 습기가 있는 부분에서는 접착력이 떨어지며 품질관리가 어려움 · 주입압력이 크면 균열이 확대되므로 주의 · 탄성계수, 열팽창계수가 콘크리트와 다름

나. 콘크리트 단면보수

1) 단면보수공법 개요

콘크리트 단면 결손부중 박락(파손) 및 철근 노출부는 내구성 저하방지를 위하여 단면보수 공법을 사용하여 보수를 실시하는데, 콘크리트 표면을 피복하여 철근부식 등의 내구성 저하의 원인이 되는 물질의 침투를 억제함으로서 구조물의 내구성 저하를 방지하는 공법으로서 침투막제, 접착제, 단면 보수재, 철근방청재의 조합에 의한 공법으로 본 교량에서는 상기한 결합 중 콘크리트 파손부 및 철근노출, 부식부에 대한 보수방법으로 사용한다.

2) 단면복구시 털어내기 작업

단면복구시 털어내기 작업은 콘크리트 표면의 상황을 봐서 판단하는 것이 아니고 다음의 항목 및 【그림 7-3】을 참고하여 털어내기 범위나 형상을 결정하는 것이 좋다.

① 열화부분을 고려한 털어내기 범위

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

② 철근의 녹을 고려한 털어내기 범위

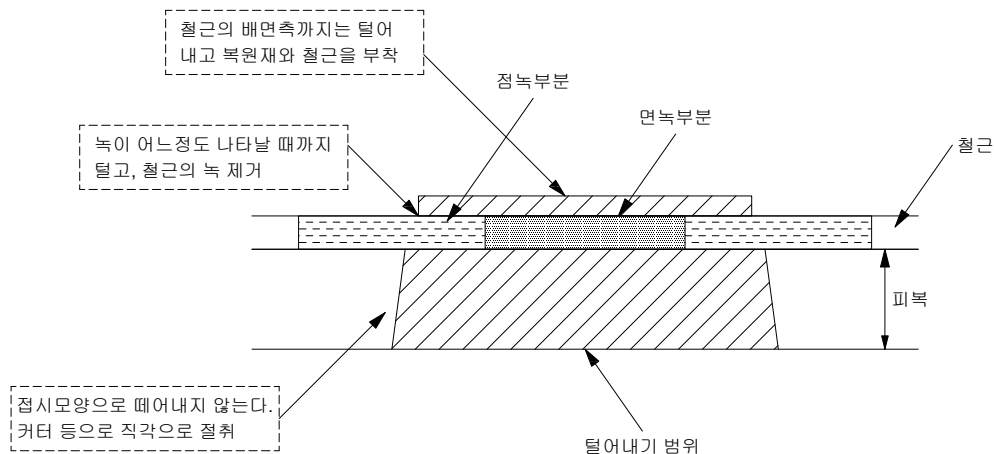
콘크리트의 열화부분을 충분하게 제거하여도 철근의 부식범위는 이 부위보다 넓은 경우가 대부분이다. 이 경우는 박락되어 노출된 부분의 철근 청소를 실시하여도 그 전후는 녹이 잔존한 채 남아있게 된다. 이 상태에서 단면복구를 실시하면 보수된 범위는 마이너스(-), 그 전후는 플러스(+)의 macro cell 부식이 생겨서 철근부식이 주위로 확산되어 보수효과가 적어지는 결과를 나타내는 경우가 많다.

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

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

③ 털어내기 형상

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



【그림 7-3】 단면복구 상세도

3) 철근의 방청 처리

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

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

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

염분흡착제는 콘크리트 체체중의 유해한 염화물이 흡착되어 저감되어지는 동시에 염분흡착제 자신이 기다리고 있는 아질산 이온을 방출하는 것에 의해 높은 방청재 효과를 얻을 수 있다.

4) 단면복구 재료

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

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

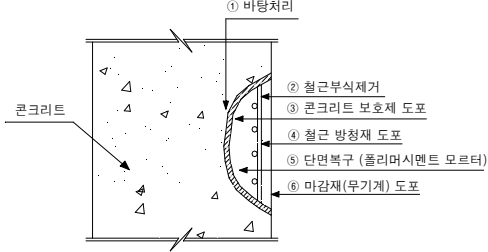
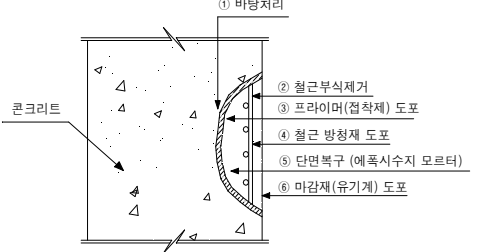
【표 7-13】 일반적인 단면 복구재의 분류

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

5) 단면복구시 유의 사항

- ① Lath 철망이나 Wire Mesh를 끼울 경우는 박리현상이 발생되지 않게 충분히 고정 한 뒤 단면복구재를 충전한다.
- ② 철근방청재, 프라이머, 단면복구재는 동일 제작사의 제품을 사용하거나 서로 양호한 조합의 물건을 이용한다.
- ③ 보수 깊이가 깊은 개소의 충전은 여러층으로 시공할 경우 경계부위가 부착상의 약점이 되기 쉬우므로 정확한 작업이 요구된다.
- ④ 보수한 단면복구재가 낙하할 가능성이 있는 부위는 중점적으로 검사 및 점검을 실시한다.
- ⑤ 털어내기 작업시 콘크리트 분진으로 인한 대기오염을 방지하기 위해 집진시설이나 물분사 등을 실시하여 도로주변의 환경오염에 주의하여야 한다.

【표 7-14】 단면보수 공법비교안

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

다. 재도장

1) 도장재료의 선정

강재에 대해 쉽게 발생하는 방식재의 손상으로 인한 구조물 상태와 이에 대한 일반적인 보수방법이다.

방식설계는 향후 관리비용과 직결되므로 LCC(Life Cycle Cost) 개념인

$$LCC = I + M + R \quad (I : \text{초기비용}, M : \text{보수비용}, R : \text{교체비용})$$

공식에 의해 내구성 있는 방식재를 선정하여 보수비용(M)과 교체비용(R)의 요인을 절감하는 것이 중요하다.

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

【표 7-15】 강재부식부의 일반적인 도장보수 방법

구 분	원 인	발생 현상	일반 보수방법	문 제 점
각종 부식 발생	◦염분피해 ◦도장박락 ◦동결융해 ◦건습반복	◦코팅제의 박락 및 변형으로 모체면에 생기는 각종부식현상 ◦코팅제의 자외선 노출로 인한 변색 및 변형 ◦변형으로 인한 부분박리, 박락 발생	◦표면처리 (blast) ◦발청부위보수 ◦재도장	기존의 중방식 도료들의 내구년한이 3~5년 정도로 대체적으로 짧은 편으로 재도장시 경제적으로 부담이 크게 발생되고, 표면처리시 각종 공해발생 가능성 내포, 보수 후 재도장 가능성 유포 (동일방법)

2) 표면처리

- 기 도장된 표면에 부착된 염분량을 측정하여 염분 부착량이 $150\text{mg}/\text{m}^2$ 이상인 경우에는 강재 표면의 염분과 이물질을 깨끗한 물로 씻어낸다. 이때 분사압력은 2MPa 로 하며, 강재면과의 거리는 $30\sim 45\text{cm}$ 정도 유지한다.
- 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.
- 블라스팅시 표면조도가 $15\sim 35\mu\text{m}$ 가 되도록 한다. 기존의 무기질아연 도장면 위에 재도장을 실시한다.
- 블라스팅과 하부도장은 같은 날 실시한다. 블라스팅 후 재도장까지 1일 이상 지체되면 밤에 응결된 수분에 의해 발청이 될 수도 있다.
- 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 재 도장을 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 7-16】 강재 도장시 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. 도장작업시 주의해야 할 사항을 아래에 정리하였다.
-도막두께 불량 (Thickness)	얇은 도막은 점녹의 발생원인이 될 수가 있고, 도막이 두꺼우면 내부 용융상태에서 표면이 경화함으로 인해 균열이 발생할 수 있다.
-핀홀 (Pinholes)	기존 도장면의 핀홀 위에 스프레이 도장을 할 경우에는 도장 후 핀홀내부의 공기가 빠져나오면서 구멍이 발생한다(gassing 효과). 따라서, 도장작업시 핀홀이 발생하면 이를 먼저 제거하는 것이 바람직하다.
-건조스프레이 (Dry spray)	건조스프레이는 용제의 빠른 증발로 인하여 페인트 입자가 건조한 상태로 분사되는 것을 말하며, 이러한 현상이 발견되면 즉시 제거한 후 재도장한다.
-불연속	부분적으로 도장이 누락되거나, 오버랩이 되지 않아 도막두께가 얇은 것을 불연속(discontinuities) 또는 휴일(holiday)이라고 한다.
-분화구 (Cratering)	도장 후에 부분적으로 분화구 모양의 구멍이 형성되는 경우가 있는데, 이를 분화구(Cratering) 또는 어안(Fisheyes)라고 한다. 이것은 도장면 또는 페인트 분무공기에 함유되어 있던 기름에 의한 것으로, 이러한 현상이 발생하면 표면을 거칠게 한 후 브러쉬로 재도장한다.
-점토상 균열 (Mud Cracking)	점토상 균열은 두터운 도장면(특히 아연이 많은 도장)에서 발생하며, 두터운 수용성 도장면에서 용제나 수분이 빠르게 증발할 때 발생한다. 따라서, 빠른 건조가 예상되는 곳에서는 고비율 수용성 도장재료의 적용을 가능하면 피하는 것이 바람직하다.
-점녹 (Pin Point Rusting)	점녹은 도막두께가 적절하지 않을 경우 방식효과가 감소함으로써 발생한다. 이러한 결함을 방지하기 위해서는 적절한 함량의 도장재료를 사용하고, 도막두께가 충분해야 한다.

【표 7-17】 전면 재도장시 부식환경에서 사용도료 및 건조도막두께

도장부위		바탕처리정도	도장층별	도료 종류	건조도막두께(μm)
외부	1안	거의 완전한 블라스트 (Sa 2 1/2)	하 도	무기질징크계	55
			중 도	에폭시계	100
			상 도	우레탄계	80
	2안	거의 완전한 블라스트 (Sa 2 1/2)	하 도	에폭시(알미늄)	100
			중 도	에폭시계	100
			상 도	우레탄계	80
내부	1안	거의 완전한 블라스트 (Sa 2 1/2)	하 도	무기질징크계	55
			상 도	타르에폭시계	100
	2안	거의 완전한 블라스트 (Sa 2 1/2)	하 도	무기질징크계	55
			상 도	에폭시계	100
	3안	거의 완전한 블라스트 (Sa 2 1/2)	하 도	에폭시계	100
			상 도		100

【표 7-18】 부분 재도장시 사용도료 및 건조도막두께

기존의 도장 부위		바탕처리정도	도장층별	도료 종류	건조도막두께(μm)
외부	염화고무계, 알키드 조합페인트	· 거의 완전한 블라스트 (Sa 2 1/2) · 동력공구시공 (St 3)	T/U	에폭시계(알미늄)	(80)
			하 도	에폭시계(마스틱)	100
			상 도	우레탄계	50
	우 레 탄 계		T/U	에폭시계(알미늄)	(80)
			하 도	에폭시계(마스틱)	80
			상 도	우레탄계	50
내부	역 청 질 계		T/U	에폭시계(알미늄)	(80)
			상 도	역청질계	55
	광명단 페인트, 에 폭 시 계		T/U	에폭시계(알미늄)	(80)
			상 도	에폭시계(마스틱)	100

【표 7-19】 발청부 도장보수 공법비교안

공 법	중방식 금속혼합물 (알루미늄계)피막	염화고무계도료 (일반중방식)	세라믹계 도료
시공 순서	- 표면처리 1차피막 (하도) 2차피막 (중도) 3,4차피막 (상도)	- 표면처리 - 무기질징크 하도 - 염화고무도료 중, 상도	- 세라믹코팅 바탕 만들기 - 무기아연말게 - 무기세라믹계 - 우레탄세라믹
장 점	- 내열성, 내후성, 방청력, 부착력, 신율 - 내마모성 - 강인한 도막, 미관성 - 내약품성, 내충격성 - 희생양극방식 기능 - 내염성, 내구성 - Re-Coating이 용이 - 음용수 기준에도 적합한 친환경적 소재	- 일반적인 시공성 - 국내적용 실적이 많음. - 건조가 빠름.	- 내약품성 - 강인한 도막, 미관성 - 내구성
단 점	- 일반적 도료에 비해 비교적 고가 - 작업시 접착제와 금속혼합물이 잘 혼합되도록 전동 믹서기를 이용하여 혼합하여야 함 - 작업 전 시공교육 필요	- 내약품성이 나쁨. - 내구성이 짧음 - 내열성이 나쁨. - 초기접착력은 우수하나, 접착력 저하(계면탈락) - 저온시 증점 (점도상승, 유동성 감소) 및 겔화 현상발생	- 공사비 고가 - 수축팽창에 대한 유연성(신율)부족 - 다른 재질이므로 층간 분리 현상이 나타날 수 있음.
내구성	20년	3 ~ 4년	10년

7.3 보수 · 보강 개략공사비

7.3.1 부산방향

【표 7-20】 보수 · 보강 개략공사비-부산방향

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	3.30	0.99	m ²	33	33	3
	균열(Cw=0.3mm이상)	주입보수	1.60	2.40	m	69	166	2
	박락	단면보수	0.50	0.75	m ²	210	158	2
	균열 및 백태	표면보수	0.80	0.24	m ²	33	8	3
	백태	표면보수	0.87	0.26	m ²	33	9	3
	열화	단면보수	0.48	0.72	m ²	210	151	2
거더 외부	도장박리	재도장	2.77	4.16	m ²	20	83	3
	부식	재도장	16.56	24.84	m ²	20	497	3
거더 내부	도장박리	재도장	0.01	0.02	m ²	20	1	3
	부식	재도장	0.24	0.36	m ²	20	7	3
	실링재 미처리	실링처리	104	156	ea	5	780	3
격벽	부식	재도장	0.04	0.06	m ²	20	1	3
교대	균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	1.40	0.42	m ²	33	14	3
	균열(Cw=0.3mm이상)	주입보수	1.10	1.65	m	69	114	2
	박락	단면보수	0.02	0.03	m ²	210	6	2
	채수	유도배수관 설치	1.96	1	ea	200	200	2
교각	균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	121.0	36.30	m ²	33	1,198	3
	균열(Cw=0.3mm이상)	주입보수	18.20	5.46	m	69	377	2
	망상균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	152.15	228.23	m ²	33	7,532	3
	박리	단면보수	5.78	8.67	m ²	210	1,821	2
	박락	단면보수	2.06	3.09	m ²	210	649	2
	재료분리	단면보수	2.85	4.28	m ²	210	899	2
	철근노출	단면보수(방청)	1.60	2.40	m ²	240	576	1
교량 받침	받침부식	재도장	0.27	0.41	m ²	60	25	2
	도장박리	재도장	1.35	2.02	m ²	20	40	2
	Soleplate부식	재도장	2.25	3.38	m ²	20	68	2
	균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	0.50	0.15	m ²	33	5	3
	균열(Cw=0.3mm이상)	주입보수	0.50	0.75	m	69	52	2
	받침물탈 균열	표면보수	0.10	0.03	m ²	33	1	3

【표 7-20】 보수·보강 개략공사비-부산방향(계속)

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
신축 이음	후타재 균열	표면보수	35.61	10.68	m²	33	352	3
	후타재 파손	단면보수	0.83	1.25	m²	210	263	2
	후타재 열화	단면보수	0.98	1.47	m²	210	309	2
	이물질 퇴적	청소	6.00	1	식	20	20	3
방호벽/ 중앙 분리대	균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	249.60	74.88	m²	33	2,471	3
	망상균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	120.24	180.36	m²	33	5,952	3
	백태	표면보수	0.10	0.15	m²	33	5	3
	파손	단면보수	0.29	0.44	m²	210	92	2
배수 시설	배수관 부식	재설치	50	50	ea	200	10,000	2
	배수관 길이부족	재설치	2	2	ea	200	400	2
	배수관 누수	재설치	3	3	ea	200	600	2
점검로/ 방음벽	점검로 부식	발판 재설치	2	2	ea	50	100	2
	사다리 망실	재설치	1	1	ea	500	500	2
순공사비 합계(천원)							36,535	
제경비(순공사비×50%)							18,267	
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					864	
		2순위					25,485	
		3순위					28,453	
개략공사비(천원)							54,802	

※ 0.3mm미만 균열 : L (m) * 0.2(m) * 1.5(할증) = 보수물량(m²)

※ 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 실시설계시 공법변경 및 단가변동에 의해 바뀔 수 있음

※ 본 개략공사비 단가산출은 「한국도로공사 유지보수 단가집」 참조

7.3.2 춘천방향

【표 7-21】 보수·보강 개략공사비-춘천방향

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	박리	단면보수	0.05	0.08	m ²	210	17	2
	박락	단면보수	0.09	0.14	m ²	210	29	2
	백태	표면보수	10.01	15.02	m ²	33	496	3
	재료분리	단면보수	1.40	2.10	m ²	210	441	2
거더 외부	도장박리	재도장	0.58	0.87	m ²	20	17	3
	부식	재도장	2.29	3.44	m ²	20	69	3
거더 내부	도장박리	재도장	38.18	57.27	m ²	20	1,145	3
	도장불량	재도장	1.25	1.88	m ²	20	38	3
	부식	재도장	1.59	2.39	m ²	20	48	3
	볼트부식	재도장	35	35	ea	3	105	3
	실링재 미처리	실링처리	116	116	ea	5	580	3
격벽	부식	재도장	0.01	0.02	m ²	20	1	3
교대	균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	5.10	1.53	m ²	33	50	3
	박리	단면보수	0.84	1.26	m ²	210	265	2
	파손	단면보수	0.01	0.02	m ²	210	4	2
	철근노출	단면보수(방청)	0.16	0.24	m ²	240	58	1
교각	균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	93.80	28.14	m ²	33	929	3
	균열(Cw=0.3mm이상)	주입보수	2.20	3.30	m	69	228	2
	망상균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	127.14	190.71	m ²	33	6,293	3
	박리	단면보수	6.30	9.45	m ²	210	1,984	2
	박락	단면보수	0.04	0.06	m ²	210	13	2
	재료분리	단면보수	2.96	4.44	m ²	210	932	2
	철근노출	단면보수(방청)	0.02	0.03	m ²	240	7	1
	파손	단면보수	0.17	0.26	m ²	210	55	2
교량 받침	받침부식	재도장	0.50	0.75	m ²	60	45	2
	도장박리	재도장	1.43	2.15	m ²	20	43	2
	도장박락	재도장	0.03	0.05	m ²	20	1	2
	Soleplate부식	재도장	1.78	2.67	m ²	60	160	2
	균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	3.34	1.00	m ²	33	33	3
	균열(Cw=0.3mm이상)	주입보수	4.50	6.75	m	69	466	2
	망상균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	0.84	1.26	m ²	33	42	3
	받침물탈 균열	표면보수	1.60	0.48	m ²	33	16	3

【표 7-21】 보수·보강 개략공사비-추천방향(계속)

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
신축 이음	후타재균열 (Cw=0.3mm미만)	표면보수	35.61	10.68	m²	33	352	3
	후타재균열 (Cw=0.3mm이상)	주입보수	22.76	34.14	m	69	2,356	2
	후타재 파손	단면보수	0.18	0.27	m²	210	57	2
	이물질 퇴적	청소	5.50	1	식	20	20	3
배수 시설	배수구 막힘	청소	4	1	식	20	20	3
	이물질 퇴적	청소	3	1	식	20	20	3
	배수관 파손	재설치	3	3	ea	200	600	2
	배수관 길이부족	배수관 연결	1	1	ea	500	500	2
방호벽	균열 (Cw=0.3mm미만)	표면보수	27.40	8.22	m²	33	271	3
	균열 (Cw=0.3mm이상)	주입보수	5.80	8.70	m	69	600	2
	균열 및 백태	표면보수	404.90	121.47	m²	33	4,009	3
	박리	단면보수	0.72	1.08	m²	210	227	2
	박락	단면보수	0.02	0.03	m²	210	6	2
	철근노출	단면보수(방청)	0.01	0.02	m²	240	5	1
	재료분리	단면보수	0.08	0.12	m²	210	25	2
	파손	단면보수	0.20	0.30	m²	210	63	2
중앙 분리대	균열 (Cw=0.3mm미만)	표면보수	169.10	50.73	m²	33	1,674	3
	균열 (Cw=0.3mm이상)	주입보수	3.60	5.40	m	69	373	2
	파손	단면보수	0.10	0.15	m²	210	32	2
	철근노출	단면보수(방청)	1.88	2.82	m²	240	677	1
점검로/ 방음벽	점검로 부식	발판 재설치	1	1	ea	50	50	2
	사다리 망실	재설치	1	1	ea	500	500	2
순공사비 합계(천원)							27,047	
제경비(순공사비×50%)							13,523	
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					1,121	
		2순위					15,108	
		3순위					24,342	
개략공사비(천원)							40,570	

※ 0.3mm미만 균열 : L (m) * 0.2(m) * 1.5(할증) = 보수물량(m²)

※ 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, 부대공중(고소차 등)비는 별도 계산 하여야 함

※ 본 개략공사비는 실시설계시 공법변경 및 단가변동에 의해 바뀔 수 있음

※ 본 개략공사비 단가산출은 「한국도로공사 유지보수 단가집」 참조

7.4 유지관리 방안

7.4.1 개요

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

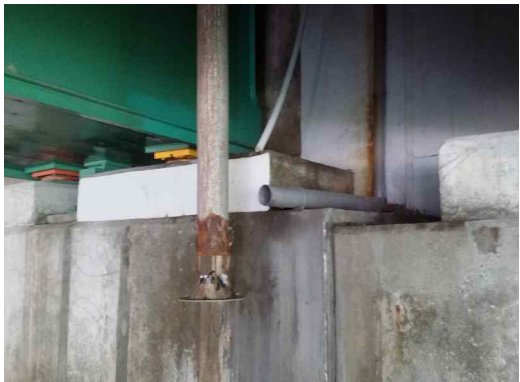
따라서 유지관리는 손상된 부분의 원상복구와 경과시간에 따라 시설물의 개량, 보수·보강에 필요한 활동을 하는 것으로 교량의 각 부위별로 발생 가능한 손상에 대하여 주의 깊게 점검하여 그 원인을 미리 해소하는 예방활동에 목표를 두어야 한다.

7.4.2 중점유지관리 항목

금회 정밀안전진단 결과에 따른 중점유지관리 항목은 현장조사 및 과거이력 조사결과를 토대로 다음과 같이 선정하였다.

가. 부산방향

【표 7-22】 중점 유지관리 항목(부산방향)

구 분	중점 유지관리 항목 - 배수시설 불량	
배수시설	• 공용기간 증가에 따른 노후화, 배수관 설치 불량 등에 의해 교대 A1 홍벽측에 배수관 연결부 파손, 배수관길이부족 발생. • 배수관 연결부 파손으로 교대 상단부에 체수발생. → 우기 시 배수역할을 못해 교량 받침장치 및 거더와 같은 강재부재에 도장박리 부식 등 2차적인 손상발생 가능성 있음. → 배수관 재설치와 지속적인 점검을 통해 유지관찰이 필요함.	
		
	교대 A1 홍벽측 배수관 연결부 파손	배수관 길이부족

【표 7-22】 중점 유지관리 항목(부산방향)-계속

구 분	중점 유지관리 항목 - 신축여유량 부족	
신축이음장치	• 시공 시 시공불량(설치 시 온도 미반영)과 공용기간 증가에 따른 이물질퇴적으로 인해 거동 미흡 등 복합적인 원인으로 A1 신축이음장치 신축여유량이 부족한 것으로 평가됨. • 신장 여유량이 부족하여 온도에 의한 바닥판 팽창 시 신축이음장치에 응력집중으로 후타재, 교대 홍벽, 바닥판 단부에도 2차적인 손상이 발생 할 수 있으며, 금회 현장조사 시 후타재 파손, 교대 홍벽측에 배수관 탈락 등의 손상이 발생함. A2 신축이음장치는 교량의 내구성확보를 위해 교체가 필요 할 것으로 판단됨. → 신축이음장치 교체 후 지속적인 점검통해 유지관리가 필요 할 것으로 판단됨.	
		
	신축이음장치(A1) 전경	신축이음장치(A1) 유간 측정

나. 춘천방향

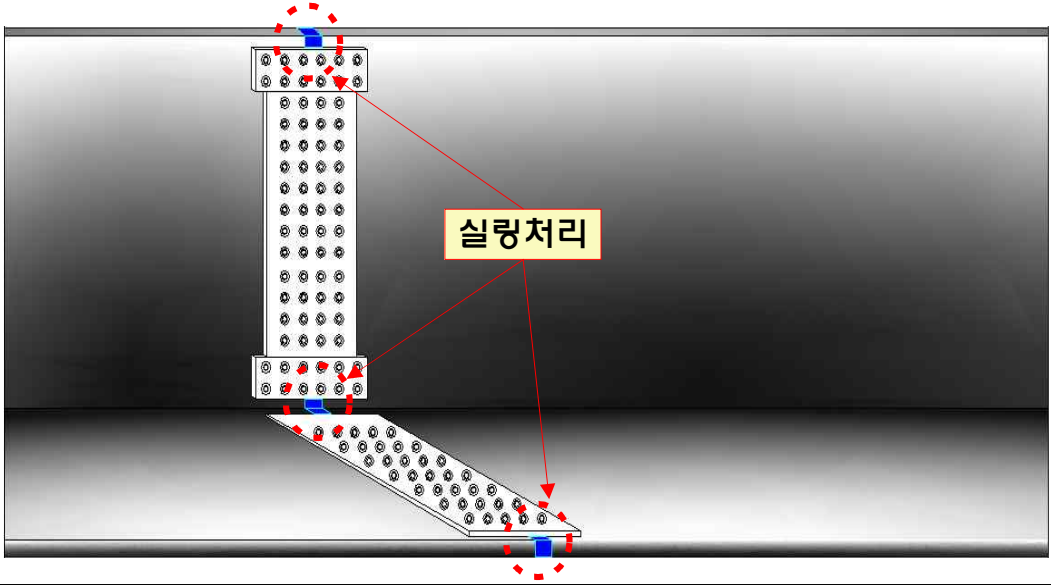
【표 7-23】 중점 유지관리 항목(춘천방향)

구 분	중점 유지관리 항목 - 날개벽 기울기 측정을 통한 유지관리
날개벽	• 교대 A1 좌측 홍벽부에 균열 및 박리 발생. • 교면포장 아스콘 균열(cw=5.0mm) 발생. • 방호벽(날개벽-접속부) 파손 발생. → 교대 시공 후 지반의 안정화 단계 중 구조물의 부분변위로 추정되며, 현 상태에서 구조물에 영향을 미칠만한 손상은 발생하지 않았으나, 지속적인 유지관리가 필요할 것으로 판단됨. • 부등침하 여부 확인. → 날개벽의 부등침하 여부를 파악하기 위하여 기울기 측정을 실시하였다. 측정결과, 부등침하로 인하여 발생한 손상은 아닌 것으로 판단되며, 방호벽에 발생한 파손은 자료조사 결과, 정확한 손상발생 시기를 알 수 없으나, 2012.12~2015. 사이에 발생한 것으로 판단되며, 최소 1년 6개월 동안 손상의 진행은 없는 것으로 판단됨. → 따라서 진행성 손상은 아닌 것으로 판단되며, 금회 조사 시 기울기 측정을 기준으로 주기적인 확인이 필요할 것으로 판단됨.

【표 7-23】 중점 유지관리 항목(춘천방향)-계속

구 분		중점 유지관리 항목 - 날개벽 기울기 측정을 통한 유지관리																
날개벽																		
	방호벽(날개벽-접속부) 파손	아스콘 균열(cw=5.0mm)	기울기 측정															
	• 기울기 측정 <table><tr><th>구 분</th><th>초기값(1차 측정) (2016. 08)</th><th>2차측정 (2016. 11)</th><th>변위값 (초기값-2차)</th><th>비 고</th></tr><tr><td>A1 날개벽</td><td>1.4°</td><td>1.38°</td><td>0.02°</td><td>양 호</td></tr><tr><td>A1 접속옹벽</td><td>0.7°</td><td>0.7°</td><td>-</td><td>양 호</td></tr></table> → 기울기 측정은 과업기간 중 2회에 걸쳐 측정하였으며, 측정결과 측정오차로 인해 미소한 차이는 있지만 기울기 변화는 없는 것으로 판단됨.				구 분	초기값(1차 측정) (2016. 08)	2차측정 (2016. 11)	변위값 (초기값-2차)	비 고	A1 날개벽	1.4°	1.38°	0.02°	양 호	A1 접속옹벽	0.7°	0.7°	-
구 분	초기값(1차 측정) (2016. 08)	2차측정 (2016. 11)	변위값 (초기값-2차)	비 고														
A1 날개벽	1.4°	1.38°	0.02°	양 호														
A1 접속옹벽	0.7°	0.7°	-	양 호														

【표 7-24】 중점 유지관리 항목(부산, 춘천방향)

구 분	중점 유지관리 항목 - 강박스 스플라이스 상·하단 실링처리
거더	 → 상기 그림과 같이 실링처리를 실시하여 거더 내부측으로 우수 유입을 차단하는 것이 적절한 것으로 판단되며, 설치 후 지속적인 유지관리가 필요.

7.4.3 부재별 중점유지관리 사항

부재별 발생한 결함의 진전여부와 신규 발생유무를 주기적으로 관찰함으로써 추후 손상의

진전 및 내하력 저하 가능성을 사전에 예방하기 위하여 다음과 같은 점검이 이루어 져야 한다.

가. 교면포장

- 1) 포장면과 후타재 접속부 단차, 포장 시공이음부 등 확인
- 2) 교면의 배수불량, 체수 가능성여부 확인

나. 방호울타리

- 1) 차량충돌 등과 같은 외부 충격으로 파손 및 철근노출 발생 여부 확인
- 2) 균열 및 망상균열 발생 여부 확인
- 3) 교대 지점부 신축유간 부족에 의한 손상 발생 여부 확인

다. 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

라. 바닥판

- 1) 바닥판하면 철근노출 등 단면결손 발생 여부 확인
- 2) 캔틸레버하면 균열, 백태 등 발생 여부 확인

마. 거더 및 가로보

- 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

바. 교대 및 교각

- 1) 교대 및 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) 측방유동에 의한 교대의 이동, 침하, 활동 여부 확인

사. 교량받침

- 1) 신축이음 누수로 인한 교량받침 부식 발생 여부 확인
- 2) 받침 모르타르 균열 및 파손 발생 여부 확인

아. 신축이음장치

- 1) 파손, 누수 및 유간 오물퇴적 여부 확인
- 2) 유간부족, 유간과다, 본체 파손 등 손상여부 확인
- 3) 후타재의 단차, 균열 및 파손 여부 확인