

제8장

보수·보강 및 유지관리방안

8.1 개 요

8.2 보수·보강 방안

8.3 유지관리 방안

제8장 보수·보강 및 유지관리방안

8.1 개 요

본 장의 보수·보강 방안은 과업 결과에 따라서 구조물의 내구성, 방수성, 내하력, 안전성, 기밀성 및 미관을 고려하여 보수·보강 방법을 제시하며, 보수·보강에 있어서의 손상 원인, 보수 범위와 규모, 환경조건, 안전, 공사기간, 경제성 등이 합리적으로 적용되어 소기의 목적이 달성될 수 있도록 하였다.

8.2 보수·보강 방안

본 교량은 외관조사, 콘크리트 비파괴시험, 재하시험 및 구조해석을 수행한 결과 안전등급을 “C”(상태평가 “C”, 안전성평가 “A”)로 지정하였다. 따라서, 본 장에서는 구조물에 발생한 손상 및 결함에 대한 원인을 검토하고 그 결과를 토대로 하여 교량의 내구성과 사용성을 유지하기 위하여 보수·보강방법을 제안하였다.

※ 보수 우선순위의 선정

① 등급 관리 및 시급성이 요구되는 부재 우선순위 반영함.

(하부구조, 신축이음, 교면포장 백태 동반 포트홀 및 보수미흡 등)

② 평가기준 근거 ‘c’등급 이하 손상 및 결함 우선순위 반영함.

(신축이음 본체 누수, cw=0.3mm 이상 균열, 철근노출, 강교 볼트, 배수 상태불량 등)

③ 주요 부재의 손상 및 결함 우선순위 반영함.(바닥판, 거더, 하부구조)

8.2.1 보수·보강 일람표

[표 8.1] 부재별 보수·보강방안 및 우선순위 (1)

구분	손상내용	손상 물량	단위	보수 물량	단위	보수·보강 방안	우선 순위
바닥 판	거푸집미제거	0.4	m ²	0.52	m ²	거푸집제거	3
	균열(0.3mm미만)	7.4	m	2.41	m ²	표면보수	2
	균열부백태	0.5	m	0.16	m ²	표면보수	2
	테크도장박리	0.22	m ²	0.29	m ²	재도장	2
	박락/철근노출	0.09	m ²	0.12	m ²	단면보수(방청)	1
	보수재박리	3.5	m ²	4.55	m ²	표면보수	2
	철근노출/파손	0.09	m ²	0.12	m ²	단면보수(방청)	1
	파손	0.2	m ²	0.26	m ²	단면보수	2

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량에 30%를 할증하였음.

※ 표면보수 물량은 손상길이(m) × 폭 0.25(m) = 면적(m²) 으로 환산하였음.

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영

[표 8.2] 부재별 보수·보강방안 및 우선순위 (2)

구분		손상내용	손상 물량	단위	보수 물량	단위	보수·보강 방안	우선 순위
바닥 판	하행	균열(0.3mm미만)	116	m	37.7	m ²	표면보수	2
		백태/ 보수부박락	0.5	m ²	0.65	m ²	단면보수	2
		보수부박락	0.5	m ²	0.65	m ²	단면보수	2
		보수재박리	1	m ²	1.3	m ²	표면보수	2
		철근노출/ 파손	0.02	m ²	0.03	m ²	단면보수(방청)	1
거더 내부	상행	누수흔적	1.08	m ²	1.4	m ²	채도장	2
		도장긁힘	0.28	m ²	0.36	m ²	채도장	2
		도장박리	0.29	m ²	0.38	m ²	채도장	2
		도장박리/부식	0.15	m ²	0.2	m ²	채도장	2
		리브누락	3	m	3.9	m	주의관찰	-
		리브변형	27.4	m	35.62	m	주의관찰	-
		맞대기용접부부식	0.16	m ²	0.21	m ²	채도장	2
		모따기누락	117	EA	117	EA	주의관찰	-
		보수부도장박리	0.09	m ²	0.12	m ²	채도장	2
		볼트녹발생	0.05	m ²	0.07	m ²	채도장	2
		볼트부식	0.5	m ²	0.65	m ²	채도장	2
		부식	28.12	m ²	36.56	m ²	채도장	2
		수평보강재누락(격벽)	2	EA	2	EA	주의관찰	-
		수평보강재변형	1.2	m	1.56	m	주의관찰	-
		실링재미처리	4	EA	4	EA	주의관찰	-
		와샤누락	720	EA	720	EA	주의관찰	-
		용접누락	301	EA	301	EA	주의관찰	-
		용접미실시	14	EA	14	EA	주의관찰	-
		용접부균열	0.2	m	0.26	m	주의관찰	-
		용접부기공	1	EA	1	EA	주의관찰	-
		용접부부식	0.04	m ²	0.05	m ²	채도장	2
		용접불량	9.6	m	12.48	m	주의관찰	-
		용접불량/휨리브절단	1	m	1.3	m	주의관찰	-
		이물질적치	4.65	m ²	6.05	m ²	청소	3
	하행	누수흔적	3	EA	3	EA	채도장	2
		도장박리	0.28	m ²	0.36	m ²	채도장	2
		도장불량	7.64	m ²	9.93	m ²	채도장	2
		리브누락	4.4	m	5.72	m	주의관찰	-
		리브변형	35.5	m	46.15	m	주의관찰	-
		맞대기용접부균열	0.1	m	0.13	m	주의관찰	-
		맞대기이음부용접누락	1	EA	1	EA	주의관찰	-
		모따기누락	114	EA	114	EA	주의관찰	-
		모재손상	6.6	m	8.58	m	주의관찰	-
		모재손상/누수	0.1	m	0.13	m	주의관찰	-
		변형	0.15	m ²	0.2	m ²	주의관찰	-
		볼트도장박리	1	EA	1	EA	채도장	2

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량에 30%를 할증하였음.

※ 표면보수 물량은 손상길이(m) × 폭 0.25(m) = 면적(m²) 으로 환산하였음.

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영

[표 8.3] 부재별 보수·보강방안 및 우선순위 (3)

구분		손상내용	손상 물량	단위	보수 물량	단위	보수·보강 방안	우선 순위
거더 내부	하행	볼트부식	0.13	m ²	0.17	m ²	재도장	2
		부식	7.39	m ²	9.61	m ²	재도장	2
		실링재미처리	4	EA	4	EA	주의관찰	-
		오염	5	m ²	6.5	m ²	주의관찰	-
		와샤누락	1	EA	1	EA	주의관찰	-
		용접누락	379	EA	379	EA	주의관찰	-
		용접미 실시(천공불량)	4	EA	4	EA	주의관찰	-
		용접부균열	2.9	m	3.77	m	주의관찰	-
		용접불량	5.7	m	7.41	m	주의관찰	-
		용접불량/이격	0.2	m	0.26	m	주의관찰	-
		용접비드미제거	2	EA	2	EA	주의관찰	-
		이물질적치	3	m ²	3.9	m ²	청소	3
거더 외부	상행	SP부식	57.18	m ²	74.33	m ²	재도장	2
		SP체킹	13.8	m ²	17.94	m ²	재도장	2
		도장긫힘	1.13	m ²	1.47	m ²	재도장	2
		도장박리	43.79	m ²	56.93	m ²	재도장	2
		도장백아화	552	m ²	717.6	m ²	재도장	2
		변형	5	m	6.5	m	주의관찰	-
		볼트노출	1	EA	1	EA	강교볼트체결	1
		볼트체결불량	2	EA	2	EA	강교볼트체결	1
		볼트탈락	1	EA	1	EA	강교볼트체결	1
		부식	0.21	m ²	0.27	m ²	재도장	2
		점부식	126.64	m ²	164.63	m ²	재도장	2
		표면부식	0.03	m ²	0.04	m ²	재도장	2
	하행	SP부식	56.16	m ²	73.01	m ²	재도장	2
		SP체킹	13.8	m ²	17.94	m ²	재도장	2
		도장긫힘	0.03	m ²	0.04	m ²	재도장	2
		도장박리	0.5	m ²	0.65	m ²	재도장	2
		도장백아화	370.99	m ²	482.29	m ²	재도장	2
		변형	1	m	1.3	m	주의관찰	-
		볼트미체결	3	EA	3	EA	강교볼트체결	1
		볼트부식	0.04	m ²	0.05	m ²	재도장	2
		부식	50.87	m ²	66.13	m ²	재도장	2
		시공불량	0.03	m ²	0.04	m ²	주의관찰	-
		점부식	292.19	m ²	379.85	m ²	재도장	2
거더 및 가로 보	상행	도장박리	44.75	m ²	58.18	m ²	재도장	2
		도장박리/점부식	19.84	m ²	25.79	m ²	재도장	2
		볼트부식	31.68	m ²	41.18	m ²	재도장	2
		볼트체결불량	6	EA	6	EA	강교볼트체결	1
		점부식	15.84	m ²	20.59	m ²	재도장	2

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량에 30%를 할증하였음.

※ 표면보수 물량은 손상길이(m) × 폭 0.25(m) = 면적(m²) 으로 환산하였음.

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영

[표 8.4] 부재별 보수·보강방안 및 우선순위 (4)

구분		손상내용	손상 물량	단위	보수 물량	단위	보수·보강 방안	우선 순위
거더 및 가로 보	하행	도장박리	0.12	m ²	0.16	m ²	재도장	2
		볼트부식	3.84	m ²	4.99	m ²	재도장	2
		볼트체결불량	9	EA	9	EA	강교볼트체결	1
		부식	1.5	m ²	1.95	m ²	재도장	2
		점부식	18.48	m ²	24.02	m ²	재도장	2
교대	상행	균열(0.3mm미만)	12.9	m	4.19	m ²	표면보수	1
		균열부백태	0.2	m	0.07	m ²	표면보수	1
		누수흔적	11	m ²	14.3	m ²	주의관찰	-
		망상균열	5.6	m ²	7.28	m ²	표면보수	1
		박리	0.4	m ²	0.52	m ²	단면보수	1
		백태	0.4	m ²	0.52	m ²	표면보수	1
		보수부박락	0.81	m ²	1.05	m ²	단면보수	1
		이물질퇴적	2	m ²	2.6	m ²	청소	1
		잡철근부식	0.08	m ²	0.1	m ²	단면보수	1
		잡철물노출	0.02	m ²	0.03	m ²	단면보수	1
		철근노출	0.16	m ²	0.21	m ²	단면보수(방청)	1
		토사퇴적	7.5	m ²	9.75	m ²	청소	1
		파손/철근노출	0.75	m ²	0.98	m ²	단면보수(방청)	1
	하행	균열(0.3mm미만)	0.6	m	0.2	m ²	표면보수	1
		누수흔적	18.5	m ²	24.05	m ²	주의관찰	-
		누수흔적/오염	14.4	m ²	18.72	m ²	주의관찰	-
		망상균열	18.08	m ²	23.5	m ²	표면보수	1
		박락/철근노출	0.57	m ²	0.74	m ²	단면보수(방청)	1
		박리	3.8	m ²	4.94	m ²	단면보수	1
		백태	0.18	m ²	0.23	m ²	표면보수	1
		재료분리	1.25	m ²	1.63	m ²	단면보수	1
		철근노출	0.2	m ²	0.26	m ²	단면보수(방청)	1
		토사퇴적	2	m ²	2.6	m ²	청소	1
		파손	0.31	m ²	0.4	m ²	단면보수	1
		폐자재적치	1	EA	1	EA	청소	1
교각	상행	균열(0.3mm미만)	23.85	m	7.75	m ²	표면보수	1
		균열(0.3mm이상)	6	m	7.8	m	주입보수	1
		균열(1.0mm이상)	1.5	m	1.95	m	주입보수	1
		긁힘	0.2	m ²	0.26	m ²	주의관찰	-
		백태	0.02	m ²	0.03	m ²	표면보수	1
		보수재박리	6.6	m ²	8.58	m ²	표면보수	1
		잡철물노출	0.05	m ²	0.07	m ²	단면보수	1
		재료분리	0.03	m ²	0.04	m ²	단면보수	1
		파손	0.03	m ²	0.04	m ²	단면보수	1
		표면보수재균열(0.3mm미만)	1.8	m	0.59	m ²	표면보수	1

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량에 30%를 할증하였음.

※ 표면보수 물량은 손상길이(m) × 폭 0.25(m) = 면적(m²) 으로 환산하였음.

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영

[표 8.5] 부재별 보수·보강방안 및 우선순위 (5)

구분	손상내용		손상 물량	단위	보수 물량	단위	보수·보강 방안	우선 순위
교각	하행	거푸집미제거	2	EA	2	EA	거푸집제거	1
		균열(0.3㎜미만)	22.95	m	7.46	m ²	표면보수	1
		균열(0.3㎜이상)	2	m	2.6	m	주입보수	1
		균열(0.5㎜이상)	5.7	m	7.41	m	주입보수	1
		균열(1.0㎜이상)	2	m	2.6	m	주입보수	1
		굽힘	0.49	m ²	0.64	m ²	주의관찰	-
		망상균열	0.36	m ²	0.47	m ²	표면보수	1
		백태	0.03	m ²	0.04	m ²	표면보수	1
		보수부재균열(0.3㎜미만)	1.5	m	0.49	m ²	표면보수	1
		보수재들뜸	2.14	m ²	2.78	m ²	단면보수	1
		재료분리	1.75	m ²	2.28	m ²	단면보수	1
		조류배설물퇴적	22	m ²	28.6	m ²	청소	1
		천공	1	EA	1	EA	주의관찰	-
		침식	3.5	m ²	4.55	m ²	단면보수	1
		파손	0.02	m ²	0.03	m ²	단면보수	1
		표면보수재균열(0.3㎜미만)	3.7	m	1.2	m ²	표면보수	1
교량 받침	상행	받침몰탈균열(0.3㎜미만)	16.4	m	5.33	m ²	표면보수	3
		이동량계이지문힘	4	EA	4	EA	주의관찰	-
	하행	받침몰탈균열(0.3㎜미만)	26	m	8.45	m ²	표면보수	3
		플레이트부식	2.52	m ²	3.28	m ²	재도장	3
신축 이음	상행	고무재고정철물파손	1.8	m	26.85	m	신축이음교체(NFJ,#160) (B'=13.425m, 2개소)	1
		식생	1	EA				
		신축이음누수	5	m				
		신축이음단차	10	m				
		유간토사퇴적	20	m				
		후타재균열	2.8	m				
		후타재망상균열	18.76	m ²				
		후타재파손	0.86	m ²				
	하행	신축이음누수	25	m	26.85	m	신축이음교체(NFJ,#160) (B'=13.425m, 2개소)	1
		신축이음단차	10	m				
유간토사퇴적		28	m					
후타재균열		3.4	m					
후타재마모	12.94	m ²						
교면 포장	상행	보수미흡	0.93	m ²	1.21	m ²	소파보수(방수,주간)	1
		소성변형	0.64	m ²	0.83	m ²	소파보수(방수,주간)	1
		소성변형/파손	2.4	m ²	3.12	m ²	소파보수(방수,주간)	1
		아스콘균열	65.5	m	85.15	m	주의관찰	-
		아스콘망상균열	115.5	m ²	150.15	m ²	주의관찰	-
		아스콘파손	0.25	m ²	0.33	m ²	소파보수(방수,주간)	1
		접속도로아스콘망상균열	4.02	m ²	5.23	m ²	주의관찰	-

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량에 30%를 할증하였음.

※ 표면보수 물량은 손상길이(m) × 폭 0.25(m) = 면적(m²) 으로 환산하였음.

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영

[표 8.6] 부재별 보수·보강방안 및 우선순위 (6)

구분	손상내용		손상 물량	단위	보수 물량	단위	보수·보강 방안	우선 순위
교면 포장	상행	접속도로이격	1.34	m ²	1.74	m ²	주의관찰	-
		체수	15	m ²	19.5	m ²	주의관찰	-
		토사퇴적	4	m ²	5.2	m ²	주의관찰	-
		포트홀	0.67	m ²	0.87	m ²	소파보수(방수,주간)	1
	하행	보수미흡	0.25	m ²	0.33	m ²	소파보수(방수,주간)	1
		소성변형	9.94	m ²	12.92	m ²	소파보수(방수,주간)	1
		아스콘균열	18	m	23.4	m	주의관찰	-
		아스콘망상균열	39	m ²	50.7	m ²	주의관찰	-
		아스콘파손	1.03	m ²	1.34	m ²	소파보수(방수,주간)	1
		체수	41	m ²	53.3	m ²	주의관찰	-
		포트홀	0.95	m ²	1.24	m ²	소파보수(방수,주간)	1
배수 시설	상행	그레이팅망실	1	EA	1	EA	주의관찰	-
		배수관이음부누수	5	EA	5	EA	실링보수(배수관)	1
	하행	배수구막힘	2	EA	2	EA	배수구청소	1
방호 벽	상행	방호벽망상균열	137.5	m ²	178.75	m ²	주의관찰	-
		시공이음부균열	131.1	m	170.43	m	주의관찰	-
		지장물고정앵커탈락	7	EA	7	EA	지장물앵커고정	3
		차수판변형	1	EA	1	EA	주의관찰	-
		차수판볼트탈락	6	EA	6	EA	주의관찰	-
		철근노출	0.39	m ²	0.51	m ²	단면보수(방청)	1
		파손	0.57	m ²	0.74	m ²	단면보수	3
		표면보수재균열(0.3mm미만)	38	m	49.4	m	주의관찰	-
	하행	교명판파손	1	EA	1	EA	주의관찰	-
		방호벽망상균열	137.5	m ²	178.75	m ²	주의관찰	-
		시공이음부균열	119.7	m	155.61	m	주의관찰	-
		차수판볼트탈락	8	EA	8	EA	주의관찰	-
		표면보수재균열(0.3mm미만)	41.4	m	53.82	m	주의관찰	-
중앙 분리 대	상행	균열(0.3mm미만)	19	m	24.7	m	주의관찰	-
		중분대망상균열	30	m ²	39	m ²	주의관찰	-
		중분대박리	2.3	m ²	2.99	m ²	단면보수	3
		중분대파손	7.23	m ²	9.4	m ²	단면보수	3
		표면보수재균열(0.3mm미만)	11.9	m	15.47	m	주의관찰	-
		표면보수재망상균열	74.75	m ²	97.18	m ²	주의관찰	-
	하행	균열(0.3mm미만)	11.2	m	14.56	m	주의관찰	-
		중분대망상균열	49.5	m ²	64.35	m ²	주의관찰	-
		중분대박리	1.6	m ²	2.08	m ²	단면보수	3
		중분대파손	5.04	m ²	6.55	m ²	단면보수	3
		표면보수재균열(0.3mm미만)	13	m	16.9	m	주의관찰	-
		표면보수재망상균열	100	m ²	130	m ²	주의관찰	-
점검 시설	상행	출입문플레이트파손	1	EA	1	EA	용접보수	2

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량에 30%를 할증하였음.

※ 표면보수 물량은 손상길이(m) × 폭 0.25(m) = 면적(m²) 으로 환산하였음.

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영

8.2.2 보수·보강 방안별 개략공사비

[표 8.7] 보수·보강 개략공사비 (1)

구분		손상내용	보수 물량	단위	보수·보강 방안	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
바닥 판	상행	거푸집미제거	0.52	m ²	거푸집제거	55	29	3
		균열(0.3mm미만)	2.41	m ²	표면보수	56	135	2
		균열부백태	0.16	m ²	표면보수	56	9	2
		데크도장박리	0.29	m ²	재도장	60	17	2
		박락/철근노출	0.12	m ²	단면보수(방청)	204	24	1
		보수재박리	4.55	m ²	표면보수	56	255	2
		철근노출/파손	0.12	m ²	단면보수(방청)	204	24	1
		파손	0.26	m ²	단면보수	196	51	2
	하행	균열(0.3mm미만)	37.7	m ²	표면보수	56	2,111	2
		백태/보수부박락	0.65	m ²	단면보수	196	127	2
		보수부박락	0.65	m ²	단면보수	196	127	2
		보수재박리	1.3	m ²	표면보수	56	73	2
		철근노출/파손	0.03	m ²	단면보수(방청)	204	6	1
거더 내부	상행	누수흔적	1.4	m ²	재도장	60	84	2
		도장긫힘	0.36	m ²	재도장	60	22	2
		도장박리	0.38	m ²	재도장	60	23	2
		도장박리/부식	0.2	m ²	재도장	60	12	2
		맞대기용접부부식	0.21	m ²	재도장	60	13	2
		보수부도장박리	0.12	m ²	재도장	60	7	2
		볼트녹발생	0.07	m ²	재도장	60	4	2
		볼트부식	0.65	m ²	재도장	60	39	2
		부식	36.56	m ²	재도장	60	2,194	2
		용접부부식	0.05	m ²	재도장	60	3	2
		이물질적치	6.05	m ²	청소	40	242	3
	하행	누수흔적	3	EA	재도장	60	180	2
		도장박리	0.36	m ²	재도장	60	22	2
		도장불량	9.93	m ²	재도장	60	596	2
		볼트도장박리	1	EA	재도장	60	60	2
		볼트부식	0.17	m ²	재도장	60	10	2
		부식	9.61	m ²	재도장	60	577	2
이물질적치		3.9	m ²	청소	40	156	3	

※ 상기 개략공사비는 실시설계 시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 변동될 수 있음.

※ 적용단가는 2023년 공종별 유지보수 단가집(한국도로공사), 2023 건설공사 표준품셈 등 참고하여 작성함.

[표 8.8] 보수·보강 개략공사비 (2)

구분		손상내용	보수 물량	단위	보수·보강 방안	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
거더 외부	상행	SP부식	74.33	m ²	재도장	60	4,460	2
		SP체킹	17.94	m ²	재도장	60	1,076	2
		도장긁힘	1.47	m ²	재도장	60	88	2
		도장박리	56.93	m ²	재도장	60	3,416	2
		도장백아화	717.6	m ²	재도장	60	43,056	2
		볼트노출	1	EA	강교볼트체결	10	10	1
		볼트체결불량	2	EA	강교볼트체결	10	20	1
		볼트탈락	1	EA	강교볼트체결	10	10	1
		부식	0.27	m ²	재도장	60	16	2
		점부식	164.63	m ²	재도장	60	9,878	2
		표면부식	0.04	m ²	재도장	60	2	2
	하행	SP부식	73.01	m ²	재도장	60	4,381	2
		SP체킹	17.94	m ²	재도장	60	1,076	2
		도장긁힘	0.04	m ²	재도장	60	2	2
		도장박리	0.65	m ²	재도장	60	39	2
		도장백아화	482.29	m ²	재도장	60	28,937	2
		볼트미체결	3	EA	강교볼트체결	10	30	1
		볼트부식	0.05	m ²	재도장	60	3	2
		부식	66.13	m ²	재도장	60	3,968	2
		점부식	379.85	m ²	재도장	60	22,791	2
거더 및 가로 보	상행	도장박리	58.18	m ²	재도장	60	3,491	2
		도장박리/ 점부식	25.79	m ²	재도장	60	1,547	2
		볼트부식	41.18	m ²	재도장	60	2,471	2
		볼트체결불량	6	EA	강교볼트체결	10	60	1
		점부식	20.59	m ²	재도장	60	1,235	2
	하행	도장박리	0.16	m ²	재도장	60	10	2
		볼트부식	4.99	m ²	재도장	60	299	2
		볼트체결불량	9	EA	강교볼트체결	10	90	1
		부식	1.95	m ²	재도장	60	117	2
		점부식	24.02	m ²	재도장	60	1,441	2

※ 상기 개략공사비는 실시설계 시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 변동될 수 있음.

※ 적용단가는 2023년 공종별 유지보수 단가집(한국도로공사), 2023 건설공사 표준품셈 등 참고하여 작성함.

[표 8.9] 보수·보강 개략공사비 (3)

구분		손상내용	보수 물량	단위	보수·보강 방안	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교대	상행	균열(0.3mm미만)	4.19	m ²	표면보수	56	235	1
		균열부백태	0.07	m ²	표면보수	56	4	1
		망상균열	7.28	m ²	표면보수	56	408	1
		박리	0.52	m ²	단면보수	196	102	1
		백태	0.52	m ²	표면보수	56	29	1
		보수부박락	1.05	m ²	단면보수	196	206	1
		이물질퇴적	2.6	m ²	청소	40	104	1
		잡철근부식	0.1	m ²	단면보수	196	20	1
		잡철물노출	0.03	m ²	단면보수	196	6	1
		철근노출	0.21	m ²	단면보수(방청)	204	43	1
		토사퇴적	9.75	m ²	청소	40	390	1
		파손/철근노출	0.98	m ²	단면보수(방청)	204	200	1
	하행	균열(0.3mm미만)	0.2	m ²	표면보수	56	11	1
		망상균열	23.5	m ²	표면보수	56	1,316	1
		박락/철근노출	0.74	m ²	단면보수(방청)	204	151	1
		박리	4.94	m ²	단면보수	196	968	1
		백태	0.23	m ²	표면보수	56	13	1
		재료분리	1.63	m ²	단면보수	196	319	1
		철근노출	0.26	m ²	단면보수(방청)	204	53	1
		토사퇴적	2.6	m ²	청소	40	104	1
		파손	0.4	m ²	단면보수	196	78	1
		폐자재적치	1	EA	청소	40	40	1
교각	상행	균열(0.3mm미만)	7.75	m ²	표면보수	56	434	1
		균열(0.3mm이상)	7.8	m	주입보수	78	608	1
		균열(1.0mm이상)	1.95	m	주입보수	78	152	1
		백태	0.03	m ²	표면보수	56	2	1
		보수재박리	8.58	m ²	표면보수	56	480	1
		잡철물노출	0.07	m ²	단면보수	196	14	1
		재료분리	0.04	m ²	단면보수	196	8	1
		파손	0.04	m ²	단면보수	196	8	1
		표면보수재균열(0.3mm미만)	0.59	m ²	표면보수	56	33	1

※ 상기 개략공사비는 실시설계 시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 변동될 수 있음.

※ 적용단가는 2023년 공종별 유지보수 단가집(한국도로공사), 2023 건설공사 표준품셈 등 참고하여 작성함.

[표 8.10] 보수·보강 개략공사비 (4)

구분		손상내용	보수 물량	단위	보수·보강 방안	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교각	하행	거푸집미제거	2	EA	거푸집제거	55	110	1
		균열(0.3mm미만)	7.46	m²	표면보수	56	418	1
		균열(0.3mm이상)	2.6	m	주입보수	78	203	1
		균열(0.5mm이상)	7.41	m	주입보수	78	578	1
		균열(1.0mm이상)	2.6	m	주입보수	78	203	1
		망상균열	0.47	m²	표면보수	56	26	1
		백태	0.04	m²	표면보수	56	2	1
		보수부재균열(0.3mm미만)	0.49	m²	표면보수	56	27	1
		보수재들뜸	2.78	m²	단면보수	196	545	1
		재료분리	2.28	m²	단면보수	196	447	1
		조류배설물퇴적	28.6	m²	청소	40	1,144	1
		침식	4.55	m²	단면보수	196	892	1
		파손	0.03	m²	단면보수	196	6	1
		표면보수재균열(0.3mm미만)	1.2	m²	표면보수	56	67	1
교량 받침	상행	받침몰탈균열(0.3mm미만)	5.33	m²	표면보수	56	298	3
	하행	받침몰탈균열(0.3mm미만)	8.45	m²	표면보수	56	473	3
		플레이트부식	3.28	m²	재도장	60	197	3
신축 이음	상행	신축이음누수, 단차 등	26.85	m	신축이음교체(NFJ,#160) (B'=13.425m, 2개소)	1,606	43,121	1
	하행	신축이음누수, 단차 등	26.85	m	신축이음교체(NFJ,#160) (B'=13.425m, 2개소)	1,606	43,121	1
교면 포장	상행	보수미흡	1.21	m²	소파보수(방수,주간)	52	63	1
		소성변형	0.83	m²	소파보수(방수,주간)	52	43	1
		소성변형/파손	3.12	m²	소파보수(방수,주간)	52	162	1
		아스콘파손	0.33	m²	소파보수(방수,주간)	52	17	1
		포트홀	0.87	m²	소파보수(방수,주간)	52	45	1
	하행	보수미흡	0.33	m²	소파보수(방수,주간)	52	17	1
		소성변형	12.92	m²	소파보수(방수,주간)	52	672	1
		아스콘파손	1.34	m²	소파보수(방수,주간)	52	70	1
포트홀	1.24	m²	소파보수(방수,주간)	52	64	1		
배수 시설	상행	배수관이음부누수	5	EA	실링보수(배수관)	9	45	1
	하행	배수구막힘	2	EA	배수구청소	79	158	1

※ 상기 개략공사비는 실시설계 시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 변동될 수 있음.

※ 적용단가는 2023년 공종별 유지보수 단가집(한국도로공사), 2023 건설공사 표준품셈 등 참고하여 작성함.

[표 8.11] 보수·보강 개략공사비 (5)

구분		손상내용	보수 물량	단위	보수·보강 방안	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
방호 벽	상행	지장물고정앵커탈락	7	EA	지장물앵커고정	35	245	3
		철근노출	0.51	m ²	단면보수(방청)	204	104	1
		파손	0.74	m ²	단면보수	196	145	3
중분 대	하행	중분대박리	2.99	m ²	단면보수	196	586	3
		중분대파손	9.4	m ²	단면보수	196	1,842	3
		중분대박리	2.08	m ²	단면보수	196	408	3
		중분대파손	6.55	m ²	단면보수	196	1,284	3
점검 시설	상행	출입문플레이트파손	1	EA	용접보수	30	30	2
직접공사비						245,669		
제경비(직접공사비의 50%)						122,835		
부대비(직접공사비의 35%)						85,984		
순위별 공사비 (제경비 포함)			1순위(단기)			183,489		
			2순위(중기)			260,075		
			3순위(장기)			10,924		
총 공사비						454,488		

※ 상기 개략공사비는 실시설계 시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 변동될 수 있음.

※ 적용단가는 2023년 공종별 유지보수 단가집(한국도로공사), 2023 건설공사 표준품셈 등 참고하여 작성함.

[표 8.12] 공종별 보수·보강 개략공사비

구분	표면보수	주입보수	단면보수	단면보수(방청)	신축이음교체
1순위	3,505	1,744	3,619	605	86,242
2순위	2,583	-	305	-	-
3순위	771	-	4,265	-	-
순 공사비	6,859	1,744	8,189	605	86,242
제경비	3,430	872	4,095	303	43,121
부대비	2,401	610	2,866	212	30,186
총 공사비	12,689	3,226	15,150	1,119	159,549

구분	채도장	강교볼트체결	포장보수	기타 (거푸집 제거, 청소, 실링보수)
1순위	-	220	1,153	2,095
2순위	137,663	-	-	30
3순위	197	-	-	672
순 공사비	137,860	220	1,153	2,797
제경비	68,930	110	577	1,399
부대비	48,251	77	404	979
총 공사비	255,041	407	2,133	5,174

[표 8.13] 부재별 보수·보강 개략공사비

구 분	개략공사비(천원)			
	1순위	2순위	3순위	합 계
바닥판 (거푸집 제거, 표면보수, 단면보수(방청) 등)	54	2,905	29	2,988
거더내부 (재도장, 청소)	-	3,846	398	4,244
거더외부 (재도장, 강교볼트체결)	70	123,189	-	123,259
가로보 및 세로보 (재도장, 강교볼트체결)	150	10,611	-	10,761
교대 및 교각 (표면보수, 주입보수, 단면보수 등)	11,207	-	-	11,207
교량받침 (표면보수, 재도장)	-	-	968	968
신축이음 (교체)	86,242	-	-	86,242
교면포장 (방수포함 소파보수)	1,153	-	-	1,153
배수시설 (배수관 실링, 배수구 청소)	203	-	-	203
방호벽 (단면보수(방청), 지장물앵커고정)	104	-	4,510	4,614
점검시설 (출입문 용접보수)	-	30	-	30
순 공사비	99,183	140,581	5,905	245,669
제경비 (순공사비의 50%)	49,592	70,291	2,953	122,835
부대비 (순공사비의 35%)	34,714	49,203	2,067	85,984
총 공사비	183,489	260,075	10,924	454,488

8.3 유지관리 방안

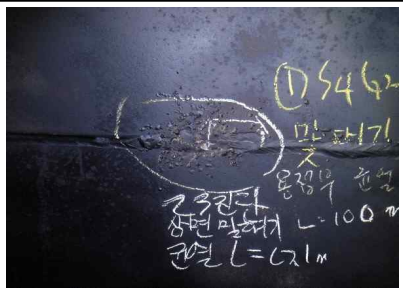
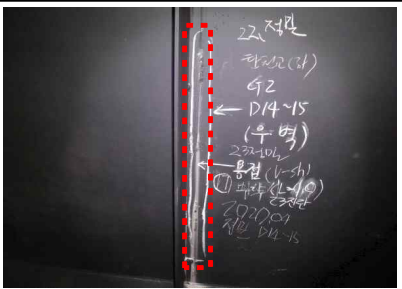
8.3.1 중점유지관리 사항

가. 거더 내부 용접 결함 및 맞대기 용접부 강재초음파탐상(UT)

금회 진단 결과, 거더 내부의 용접부는 용접결함(균열, 기공, 누락, 용입부족 등)이 조사되었으나 전반적으로 보강재, 격벽 등의 부부재와 압축부인 상부 플랜지 및 복부에 국한된 결함으로 보수·보강보다는 유지관리하며 지속적인 관찰이 필요한 상태로 판단된다. 다만, 맞대기 용접부 포함하여 용접결함의 개소가 다수이므로 향후 점검 및 진단에서도 그에 대한 면밀한 조사 및 검토가 필요하며, 중점 유지관리가 요구된다.

하부플랜지 맞대기 용접부 40개소에 대한 초음파탐상시험(UT) 결과, 전체 40개소에서 용접 결함이 검출되었고 대체로 조사길이 전체에 연속적으로 분포하여 단면감소량은 9~14 mm 정도로 탐사되었다. 금회 검출된 결함의 종류는 시공초기 결함인 용입부족(Incomplete Penetration), 융합불량(Lack of Fusion), 슬래그 혼입(Slag inclusion), 기공(Blow hole, Porosity) 등으로 판단되며, 맞대기 용접부 결함은 단면감소를 고려한 피로응력 검토가 필요한 상황이다.

금회 정밀안전진단에서는 단면감소를 고려한 용접부 피로 검토 및 안전성 평가를 실시(제6장 6.2.4 맞대기 용접부 안전성 검토 참고)하였고 그 결과, 허용응력범위 내로 피로 안전성은 확보하고 있는 것으로 평가되었으므로 현재 별도의 보강은 필요치 않을 것으로 판단된다. 따라서 맞대기 이음부 용접 결함 부위는 향후 점검 및 진단시에는 용접부의 균열 발생 여부에 대한 면밀한 조사가 요구되며, 정기적인 비파괴 검사를 수행하여 결함에 대한 변화 여부 관찰과 구조적 안전성 확보에 대한 검토를 지속적으로 실시하여 유지관리 하는 것이 타당해 보인다.

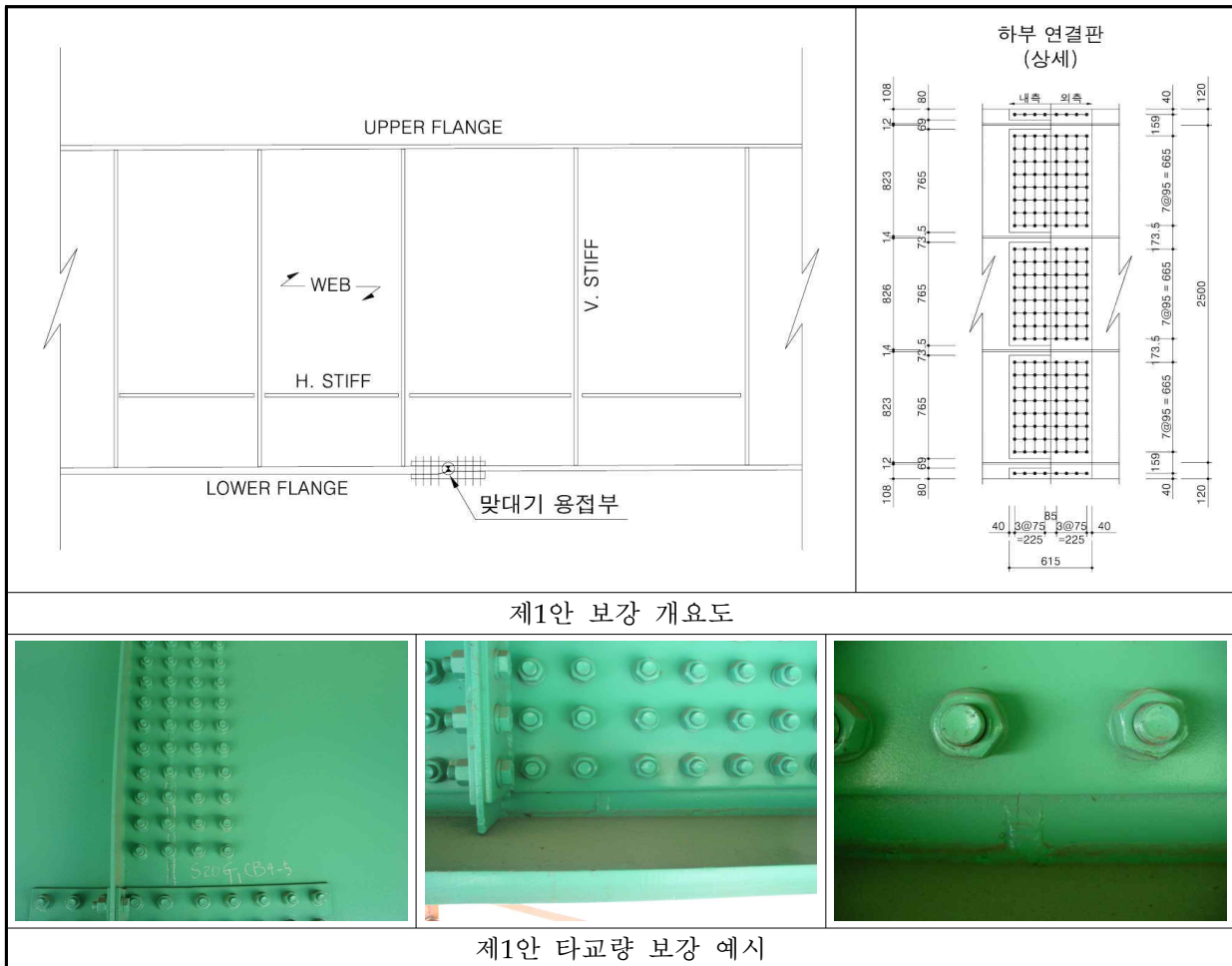
		
보강재 용접부 균열 (상행 S4 G3)	맞대기 용접부 균열 (하행 S4 G2 UF)	맞대기부 용접누락 (하행 S2 G2 RW)

향후 맞대기 용접부에 대한 면밀한 검토 결과에 따라 문제점 발견 시에는 보수 또는 보강이 필요할 것으로 판단되고 하부플랜지 맞대기 용접부의 결함에 대한 보수방법으로는 전면적으로 사하중을 제거한 뒤 용접 결함 부위를 가우징 후 재용접하는 방안이 가장 확실하다. 다만, 본 교량은 공용 중인 시설물로 현실적으로 이와 같은 보수공사는 어려우

므로 인장을 받는 하부플랜지의 맞대기 용접부에 작용하는 활하중 응력을 감소시키는 방법이 필요하며, 1등교의 내하력을 확보하기 위해서는 설계하중(차선하중)하에서 대상 부위의 활하중 응력을 감소시켜야 한다.

따라서, 일반적으로 현재의 사하중응력 상태에서 결손단면에 작용하는 설계하중응력을 감소시키는 방법으로 연결판 설치 또는 외부강선 설치를 고려할 수 있으며, 다음과 같다.

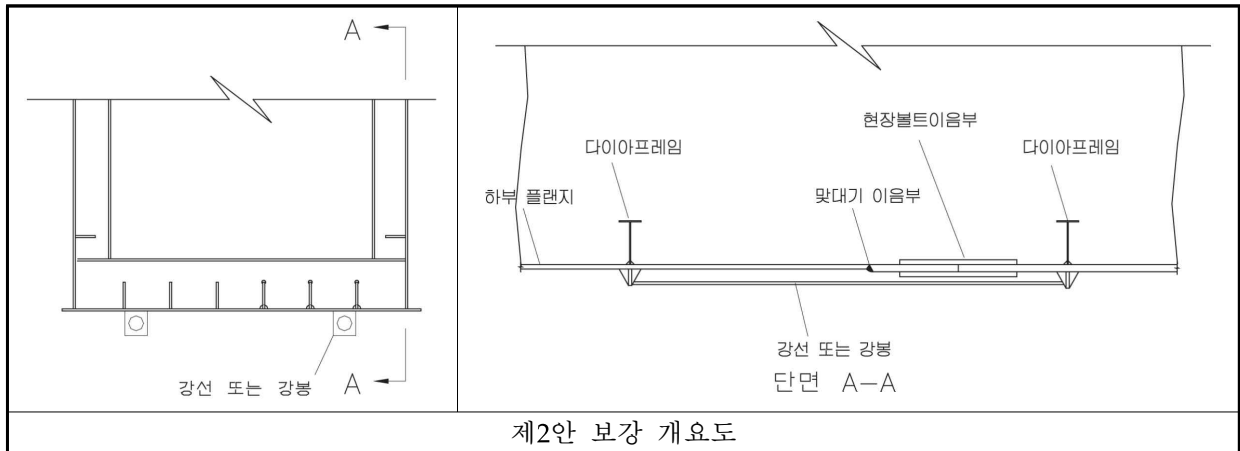
1) 제1안 : 내·외부 연결판 설치



2) 제2안 : 외부 강선 또는 강봉 설치

맞대기 이음부 주변에 기존의 현장연결판(SP)이 존재한다면 공간 부족으로 인해 새로운 연결판 설치가 불가능 할 것으로 판단되므로 제2안으로 외부 강선 또는 강봉 설치를 고려할 필요가 있다.

시공시 주의할 점은 외부 강선 또는 강봉은 활하중 감소를 목표로 설치하기 때문에 프리스트레싱 할 필요가 없고 단순 고정만으로 충분하며, 본 교량의 내하력을 고려하여 강봉의 단면적 또는 고정위치 등을 결정하여야 할 것이다.



나. 신축이음 노후에 따른 누수 및 단차

탄천교의 신축이음은 2003년(상행), 2017년(하행)에 교체를 실시한 것으로 검토되어 최대 약 20년 정도 장기공용 중이며, 그에 따른 신축이음 본체의 누수, 단차, 유간부 다량의 토사충진 및 식생 등이 조사되었다. 이는 2차 적으로 상부 차량의 통행시 충격음이 발생되고 유간부 이물질 장기 지속에 의한 신축기능 저하, 하부 교대 콘크리트의 열화 등을 유발하고 있는 상황이다.

금회 진단에서는 종합적으로 검토한 결과, 신축이음은 교체가 필요한 시기로 판단하였으며, 기능 및 사용성 등을 고려하여 신축허용량 No.160 규격의 신축이음으로 교체(상·하행 전체: 4개소)를 제안하였다.

따라서 신축이음은 중기관리계획에 따라 교체를 실시하는 것이 바람직하며, 교체 이전까지는 손상 증대 및 통행차량의 주행안전 확보 여부, 급격한 상태변화에 따른 보수의 시급성 판단 등의 중점적인 유지관리가 요구된다.

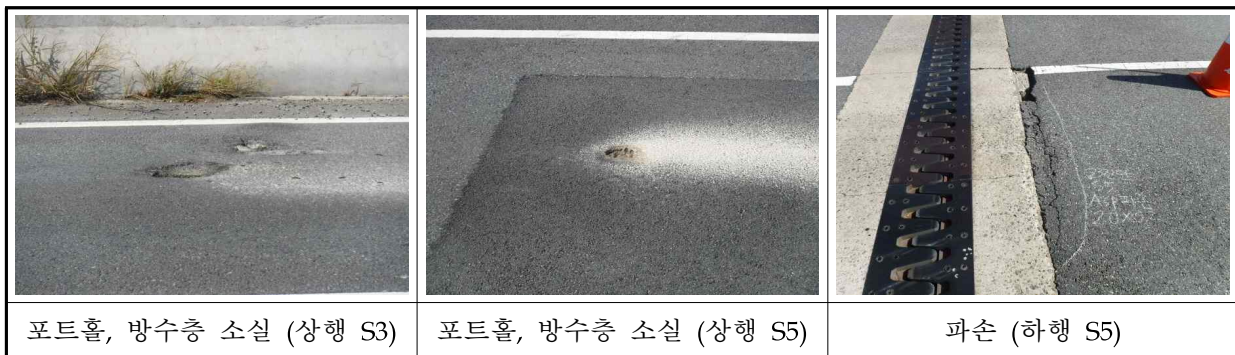


다. 교면포장 백태 동반 포트홀, 보수미흡, 파손 등

탄천교는 서울과 분당을 연결하는 주요 노선(분당수서로) 상에 위치하여 일교통량이 많고 중차량의 통행이 빈번하며, 도시고속화도로 특성상 주행차로에 전달되는 차륜하중 및 충격이 클 것으로 판단된다.

교면포장은 아스팔트 포장으로 이러한 환경과 시공미흡 등에 의해 포트홀, 보수미흡, 파손 등이 조사되었고 그중 포트홀 및 보수미흡 부위는 백태를 동반한 상태로 바닥판의 노출 및 방수층 소실이 확인되었다. 백태가 동반된 포장 손상의 위치는 거더 내부의 Splice 누수부와 동일 선상에 위치한 것으로 검토되었고 거더 내부의 모재, 볼트, 연결판 등의 부식을 유발하고 있는 상황이다.

따라서 포장 손상 부위는 금회 진단에서 제안한 보수방안에 따라 방수층 시공을 포함한 부분 재포장을 실시하는 것이 바람직하며, 향후에는 포장불량(포트홀, 소성변형, 파손 등) 및 물고임 발생과 하부의 누수 여부에 대한 연계 확인, 손상 증대 및 통행차량의 주행안전 확보 여부, 급격한 상태변화에 따른 전면 재포장 실시여부 판단 등의 중점적인 유지관리가 요구된다.



라. 교대 염화물 함유량 시험결과

금회 진단에서 실시한 콘크리트 재료시험 중 염화물 함유량 시험결과, 교대는 철근부의 염화물 함유량이 'b'로 평가되어 철근 부식의 가능성이 있는 상태로 분석되었다.

교대는 홍벽의 피복부족과 신축이음 누수 및 제설염수 유입에 의해 지속적으로 염해가 발생하고 있는 것으로 판단되고 금회 진단에서 제안한 신축이음 교체를 통한 누수 차단이 필요한 실정이다.

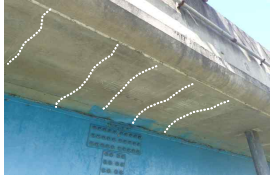
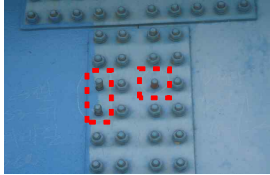
따라서 교대는 신축이음 교체 전후로 제설염수 유입 및 염해 발생에 따른 콘크리트 박락, 철근 노출 및 부식 발생 여부, 기 손상의 규모 확대 등에 대한 면밀한 관찰이 필요하고 염화물 정도 및 보수 필요여부 판단 등에 대한 중점적인 유지관리가 요구된다.

구 분			전염화물 함유량(%)	환산염화물 함유량(kg/m ³)	평가 기준	비고
상부 구조	상행 S1 RC	0~20mm	0.0096	0.217	a	
		20~40mm	0.0069	0.156	a	
		40~55mm	0.0050	0.113	a	철근
하부 구조	상행 A1 홍벽	0~20mm	0.0185	0.419	b	
		20~40mm	0.0178	0.403	b	
		40~48mm	0.0173	0.391	b	철근
	하행 P1 기둥	0~20mm	0.0069	0.156	a	
		20~40mm	0.0056	0.127	a	
		40~60mm	0.0051	0.115	a	
		60~80mm	0.0046	0.104	a	
		80~100mm	0.0042	0.095	a	철근

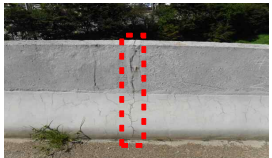
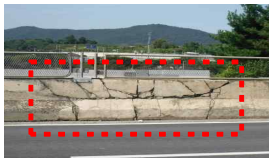
8.3.2 부재별 유지관리 사항

탄천교의 중점유지관리 사항 이외에 부재별로 유지관리가 필요한 사항은 다음과 같다.

[표 8.14] 부재별 유지관리 사항 (1)

부재구분	향후 유지관리 사항	대표 사진
바닥판	◦ 기 발생된 폭 0.1~0.2mm 균열 진전여부 및 추가 발생 ◦ 단부 우수유입에 따른 박락 및 철근노출 발생 여부 ◦ Deck Plate 신규손상(부식) 발생 여부 ◦ 보수 실시 후 보수부 재균열 등 손상(보수부 주변)의 상태 변화 및 신규손상 발생여부	 
거더 및 2차 부재	◦ 거더내부 우수 유입여부에 대한 주기적인 관찰 (단부 Slot부를 통한 우수유입) ◦ 현장이음부(SP) 우수유입 여부, 상부 교면 상태 추가 확인 ◦ 부식, 도장탈락, 백아화 등 손상 증가 및 신규 발생 여부 ◦ 강교 볼트 풀림, 누락 등 체결 현황 ◦ 용접 결함부 균열 발생 여부 및 강재 변형 진행성 관찰	 
하부구조	◦ 하부구조의 기 발생된 폭 0.1~0.2mm 균열 진전여부 및 추가 발생 ◦ 교대에 기 발생된 폭 0.3~1.0mm 균열의 보수여부 확인 및 균열의 재발생 확인 ◦ 박락, 재료분리, 철근노출 등 단면손상 발생 및 진전여부 ◦ 신축이음 누수로 인한 교대 열화 발생 및 진전여부 ◦ 수중 교각(P3) 기둥 하단부의 침식 확대여부 주의관찰 ◦ 손상부위 보수 후 보수상태 확인 및 재손상 발생여부 관찰	 
교량받침	◦ 받침 부식 발생 여부 및 손상 확대여부 확인 ◦ 받침콘크리트 균열, 박리(들뜸) 손상의 진전여부 확인 ◦ 교량받침 가동여유량 부족에 의한 2차손상 발생여부 확인	 

[표 8.15] 부재별 유지관리 사항 (2)

부재구분	향후 유지관리 사항	대표 사진
신축이음	◦ 신축이음 교체 후 하자 발생여부 등 상태 확인 ◦ 신규 및 추가 손상 발생 확인 (본체 단차, 누수, 후타재 균열, 파손 등)	 
교면포장	◦ 포장 망상균열, 들뜸, 소성변형, 포트홀 등 손상 진전 및 신규 여부 확인 ◦ 부분 재포장부 신규손상 발생여부 확인 ◦ 그 외 물고임 및 통행차량의 주행성 저하 손상 유무 확인	 
배수시설	◦ 상부 유입구 막힘에 의한 배수불량, 교면 체수 등 손상 발생 여부 확인 ◦ 배수관 누수 및 탈락, 길이부족 등 배수관 상태불량에 따른 인접한 강재 및 콘크리트 열화 여부 확인	 
방호울타리	◦ 방호벽 및 중앙분리대 균열, 박락, 파손, 철근노출 등 손상 진전 및 신규 발생 여부 확인 ◦ 방현망 탈락, 도로표지 탈락/전도 등 부대시설물 손상 발생 여부 및 통행차량의 주행성 저하 손상 유무 확인 ◦ 손상부위 보수 후 보수상태 확인 및 재손상 발생여부 관찰	 
점검시설	◦ 노후로 인한 출입시설 출입문 파손 및 추가손상 진전 여부 확인 ◦ 점검발판 부식 및 탈락, 고정부 흔들림, 난간 변형 및 전도, 용접 연결부 결함 등 이용 관계자의 안전확보 필요 철저	