

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.

(바닥판, 하부구조, 신축이음 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 수량	단위	보수 수량	단위	보수·보강 방안	우선 순위
바닥 판	균열(0.3mm미만)	71.6	m	23.27	m ²	표면보수	1
	균열(0.3mm이상)	9.4	m	12.22	m	주입보수	1
	백태	0.03	m ²	0.04	m ²	표면보수	1
	보수부들뜸/파손	0.4	m ²	0.52	m ²	단면보수	1
	보수재탈락	31.12	m ²	40.46	m ²	표면보수	1
	이음부누수흔적	32.2	m ²	41.86	m ²	주의관찰	-
	이음부박락	0.5	m ²	0.65	m ²	단면보수	1

※ 보수수량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상수량에 30%를 할증하였음.

※ 표면보수 수량은 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	상행	재료분리	2.5	m ²	3.25	m ²	단면보수	1
		철근노출	1.32	m ²	1.72	m ²	단면보수(방청)	1
		층분리	0.04	m ²	0.05	m ²	단면보수(방청)	1
	하행	균열(0.3mm미만)	3.8	m	1.24	m ²	표면보수	1
		데크도장박리	0.04	m ²	0.05	m ²	재도장	1
		망상균열	4.8	m ²	6.24	m ²	표면보수	1
		보수부백태/누수	0.15	m ²	0.2	m ²	표면보수	1
		보수부파손	0.25	m ²	0.33	m ²	단면보수	1
		보수재박리	108	m ²	140.4	m ²	표면보수	1
		보수재탈락	122	m ²	158.6	m ²	표면보수	1
		이음부누수/백태	14	m ²	18.2	m ²	단면보수	1
		이음부누수흔적	34	m ²	44.2	m ²	주의관찰	-
		파손/철근노출	0.25	m ²	0.33	m ²	단면보수(방청)	1
거더 내부	상행	Splice부 볼트구멍천공미실시	5	EA	5	EA	주의관찰	-
		Splice부볼트녹발생	1.01	m ²	1.31	m ²	재도장	2
		Splice부볼트미체결	8	EA	8	EA	강교볼트체결	1
		Splice부볼트천공불량	5	EA	5	EA	주의관찰	-
		Splice부볼트체결누락 /천공불량	3	EA	3	EA	주의관찰	-
		Splice부볼트체결불량	2	EA	2	EA	강교볼트체결	1
		Splice부부식	0.3	m ²	0.39	m ²	재도장	2
		Splice부실링재누락	112	EA	112	EA	주의관찰	-
		녹발생	9.05	m ²	11.77	m ²	재도장	2
		누수	0.2	m ²	0.26	m ²	주의관찰	-
		누수/백태	0.24	m ²	0.31	m ²	주의관찰	-
		도장박리	0.34	m ²	0.44	m ²	재도장	2
		도장탈락	21.46	m ²	27.9	m ²	재도장	2
		리브변형	5.4	m	7.02	m	주의관찰	-
		리브시공불량	2	EA	2	EA	주의관찰	-
		리브썬기미제거	1	EA	1	EA	주의관찰	-
		리브용접부부식	0.15	m	0.2	m	재도장	2
		맞대기용접부용입부족 변형	3.2	m	4.16	m	주의관찰	-
			42.1	m	54.73	m	주의관찰	-
		볼트HOLE크기시공불량	4	EA	4	EA	주의관찰	-
		볼트누수흔적	8	EA	8	EA	재도장	2
		볼트불량	2	EA	2	EA	주의관찰	-
		볼트체결불량	4	EA	4	EA	강교볼트체결	1
		부식	7.37	m ²	9.58	m ²	재도장	2
		부식/토사적치	8	m ²	10.4	m ²	재도장	2
		수직보강재변형	4.4	m	5.72	m	주의관찰	-
		수평보강재미부착	2	EA	2	EA	주의관찰	-
		와셔누락	1299	EA	1299	EA	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 8.3] 부재별 보수·보강방안 및 우선순위 (3)

구분		손상내용	손상 물량	단위	보수 물량	단위	보수·보강 방안	우선 순위
거더 내부	상행	용접누락	1	EA	1	EA	주의관찰	-
		용접부기공	1	EA	1	EA	주의관찰	-
		용접부녹발생	6	m ²	7.8	m ²	재도장	2
		용접불량	0.8	m	1.04	m	주의관찰	-
		용접불량/누수	0.5	m	0.65	m	주의관찰	-
		이물질적치	35.8	m ²	46.54	m ²	청소	3
		이음판길이부족/볼트부족	2	EA	2	EA	주의관찰	-
		작업구용접불량/녹발생	0.8	m ²	1.04	m ²	재도장	2
		채수	9.06	m ²	11.78	m ²	주의관찰	-
		채수흔적	56	m ²	72.8	m ²	주의관찰	-
	하행	Splice부볼트녹발생	0.35	m ²	0.46	m ²	재도장	2
		Splice부볼트미체결	5	EA	5	EA	강교볼트체결	1
		Splice부볼트체결불량	6	EA	6	EA	강교볼트체결	1
		Splice부실링재누락	112	EA	112	EA	주의관찰	-
		녹발생	0.38	m ²	0.49	m ²	재도장	2
		녹발생/도장탈락	1.25	m ²	1.63	m ²	재도장	2
		도장박리	0.4	m ²	0.52	m ²	재도장	2
		도장탈락	4.04	m ²	5.25	m ²	재도장	2
		리브부식	0.5	m ²	0.65	m ²	재도장	2
		변형	32.8	m	42.64	m	주의관찰	-
		볼트체결불량	2	EA	2	EA	강교볼트체결	1
		부식	26.27	m ²	34.15	m ²	재도장	2
		용접균열	0.1	m	0.13	m	주의관찰	-
		용접누락	10	EA	10	EA	주의관찰	-
		용접부기공	1	EA	1	EA	주의관찰	-
		용접불량	0.5	m	0.65	m	주의관찰	-
		이물질적치	16.6	m ²	21.58	m ²	청소	3
		작업구용접불량	0.58	m ²	0.75	m ²	주의관찰	-
		작업구용접불량/녹발생	0.24	m ²	0.31	m ²	재도장	2
		천공오류	3	EA	3	EA	주의관찰	-
		채수흔적	0.44	m ²	0.57	m ²	주의관찰	-
		표면오염	40	m ²	52	m ²	재도장	2
거더 외부	상행	녹발생	23.96	m ²	31.15	m ²	재도장	2
		도장긁힘	2.4	m ²	3.12	m ²	재도장	2
		변형	3.1	m	4.03	m	주의관찰	-
		볼트녹발생	2.56	m ²	3.33	m ²	재도장	2
		볼트체결불량	2	EA	2	EA	강교볼트체결	1
	하행	녹발생	8.54	m ²	11.1	m ²	재도장	2
		도장박리	4.09	m ²	5.32	m ²	재도장	2
		미도장	0.3	m ²	0.39	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 외부	하행	변형	5.3	m	6.89	m	주의관찰	-
		보수부녹발생	0.28	m ²	0.36	m ²	채도장	2
		볼트녹발생	0.22	m ²	0.29	m ²	채도장	2
		볼트부식	0.16	m ²	0.21	m ²	채도장	2
		부식	1.15	m ²	1.5	m ²	채도장	2
거더 및 가로 보	상행	녹발생	1.24	m ²	1.61	m ²	채도장	2
		도장박리	0.06	m ²	0.08	m ²	채도장	2
		변형	1	m	1.3	m	주의관찰	-
		볼트녹발생	2.68	m ²	3.48	m ²	채도장	2
	하행	녹발생	1.3	m ²	1.69	m ²	채도장	2
		도장박리	0.15	m ²	0.2	m ²	채도장	2
		변형	0.4	m	0.52	m	주의관찰	-
교대	상행	균열(0.3mm미만)	13.8	m	4.49	m ²	표면보수	2
		균열(0.3mm이상)	1.7	m	2.21	m	주입보수	1
		누수흔적	42.55	m ²	55.32	m ²	주의관찰	-
		망상균열	1.43	m ²	1.86	m ²	표면보수	2
		백태	0.71	m ²	0.92	m ²	표면보수	2
		범면침하	0.3	m ²	0.39	m ²	주의관찰	-
		보수부들뜸	0.18	m ²	0.23	m ²	단면보수	2
		보수부망상균열	0.21	m ²	0.27	m ²	표면보수	2
		보수부재균열(0.3mm미만)	2	m	0.65	m ²	표면보수	2
		재료분리	0.87	m ²	1.13	m ²	단면보수	2
		철근노출	1.27	m ²	1.65	m ²	단면보수(방청)	1
		체수	2	m ²	2.6	m ²	주의관찰	-
		파손/철근노출	0.32	m ²	0.42	m ²	단면보수(방청)	1
	하행	균열(0.3mm미만)	18.6	m	6.05	m ²	표면보수	2
		누수흔적	45.63	m ²	59.32	m ²	주의관찰	-
		백태	0.04	m ²	0.05	m ²	표면보수	2
		보수부들뜸	0.18	m ²	0.23	m ²	단면보수	2
		보수부망상균열	0.9	m ²	1.17	m ²	표면보수	2
		보수부재균열(0.3mm미만)	4.2	m	1.37	m ²	표면보수	2
		철근노출	0.05	m ²	0.07	m ²	단면보수(방청)	1
		침하	1	m ²	1.3	m ²	주의관찰	-
		토사퇴적	6	m ²	7.8	m ²	주의관찰	-
		파손	0.4	m ²	0.52	m ²	단면보수	2
		파손/철근노출	0.36	m ²	0.47	m ²	단면보수(방청)	1
교각	상행	거푸집미제거	1	EA	1	EA	거푸집제거	3
		균열(0.3mm미만)	93.3	m	30.32	m ²	표면보수	2
		균열(0.3mm이상)	1	m	1.3	m	주입보수	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	상행	누수흔적	8.8	m ²	11.44	m ²	주의관찰	-
		들뜸	0.12	m ²	0.16	m ²	단면보수	2
		박락	1.81	m ²	2.35	m ²	단면보수	2
		박리	6.05	m ²	7.87	m ²	단면보수	2
		보수부들뜸	1.36	m ²	1.77	m ²	단면보수	2
		보수부재균열(0.3mm미만)	6.8	m	2.21	m ²	표면보수	2
		보수부재균열(0.3mm이상)	1.8	m	2.34	m	주입보수	1
		보수부파손	0.18	m ²	0.23	m ²	단면보수	2
		보수재탈락	3.6	m ²	4.68	m ²	표면보수	2
		잡철물	0.06	m ²	0.08	m ²	단면보수	2
		재료분리	0.5	m ²	0.65	m ²	단면보수	2
		층분리	0.01	m ²	0.01	m ²	단면보수(방청)	1
	하행	균열(0.3mm미만)	61.6	m	20.02	m ²	표면보수	2
		망상균열	3.25	m ²	4.23	m ²	표면보수	2
		보수부들뜸	1.67	m ²	2.17	m ²	단면보수	2
		보수부재균열(0.3mm미만)	1.2	m	0.39	m ²	표면보수	2
		잡철물	0.06	m ²	0.08	m ²	단면보수	2
		파손	0.02	m ²	0.03	m ²	단면보수	2
교량 받침	상행	플레이트부식	0.48	m ²	0.62	m ²	재도장	3
	하행	받침물탈균열(0.3mm미만)	0.3	m	0.1	m ²	표면보수	3
		받침물탈파손	0.06	m ²	0.08	m ²	단면보수	3
		받침콘크리트균열(0.3mm미만)	0.4	m	0.13	m ²	표면보수	3
		이동량영점편매물	2	EA	2	EA	주의관찰	-
		플레이트부식	0.27	m ²	0.35	m ²	재도장	3
신축이음	상행	신축이음누수	8	m	27	m	신축이음교체(NFJ,#160) (B'=13.5m, 2개소)	1
		유간토사퇴적	5.2	m				
		후타재균열	13.4	m				
		후타재파손	0.22	m ²				
		후타재파손/열화	1.08	m ²				
	하행	신축이음누수	10	m	27	m	신축이음교체(NFJ,#160) (B'=13.5m, 2개소)	1
		유간토사퇴적	17.5	m				
		후타재균열	37.2	m				
		후타재파손	0.08	m ²				
교면 포장	상행	보수미흡	0.52	m ²	0.68	m ²	소파보수(방수,주간)	1
		소성변형	48.8	m ²	63.44	m ²	소파보수(방수,주간)	1
		소성변형/들뜸	1	m ²	1.3	m ²	소파보수(방수,주간)	1
		아스콘균열	17.7	m	23.01	m	주의관찰	-
		아스콘들뜸	1.55	m ²	2.02	m ²	주의관찰	-
		아스콘마모	0.16	m ²	0.21	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	아스콘망상균열	644	m ²	837.2	m ²	주의관찰	-
		아스콘파손	8	m ²	10.4	m ²	소파보수(방수,주간)	1
		접속도로아스콘균열	7.7	m	10.01	m	주의관찰	-
	하행	보수미흡	0.64	m ²	0.83	m ²	소파보수(방수,주간)	1
		아스콘균열	17	m	22.1	m	주의관찰	-
		아스콘긁힘	0.15	m ²	0.2	m ²	주의관찰	-
		아스콘들뜸/식생	108	m ²	140.4	m ²	주의관찰	-
		아스콘망상균열	865.5	m ²	1125.15	m ²	주의관찰	-
		접속도로소성변형	108	m ²	140.4	m ²	주의관찰	-
		접속도로아스콘망상균열	1.6	m ²	2.08	m ²	주의관찰	-
		접속도로아스콘파손	0.04	m ²	0.05	m ²	주의관찰	-
배수 시설	상행	배수관길이부족	1	EA	1	EA	배수관길이연장	1
		배수관막힘	1	EA	1	EA	배수관재설치	1
		배수관접합부이격	1	EA	1	EA	실링보수(배수관)	1
	하행	배수관탈락	1	EA	1	EA	배수관재설치	1
		배수관탈락	1	EA	1	EA	배수관설치	1
		배수구막힘	1	EA	1	EA	배수구청소	1
방호 벽	상행	균열(0.3mm미만)	186.5	m	242.45	m	주의관찰	-
		긁힘	12.3	m ²	15.99	m ²	주의관찰	-
		도장박리	360	m ²	468	m ²	주의관찰	-
		박락/철근노출	6.25	m ²	8.13	m ²	단면보수(방청)	2
		식생	2	m	2.6	m	주의관찰	-
		차수판덮개볼트탈락	10	EA	10	EA	주의관찰	-
		차수판변형	1	EA	1	EA	주의관찰	-
		철근노출	0.01	m ²	0.01	m ²	단면보수(방청)	2
		파손/철근노출	0.1	m ²	0.13	m ²	단면보수(방청)	2
		표지판변형	1	EA	1	EA	주의관찰	-
	하행	균열(0.3mm미만)	178	m	231.4	m	주의관찰	-
		긁힘	7.1	m ²	9.23	m ²	주의관찰	-
		도장박리	360	m ²	468	m ²	주의관찰	-
		박락	1.15	m ²	1.5	m ²	단면보수	3
		박락/철근노출	2.49	m ²	3.24	m ²	단면보수(방청)	2
		차수판덮개볼트탈락	8	EA	8	EA	주의관찰	-
		파손	0.06	m ²	0.08	m ²	단면보수	3

※ 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	균열(0.3㎜미만)	23.27	㎡	표면보수	56	1,303	1
		균열(0.3㎜이상)	12.22	m	주입보수	78	953	1
		백태	0.04	㎡	표면보수	56	2	1
		보수부들뜸/파손	0.52	㎡	단면보수	196	102	1
		보수재탈락	40.46	㎡	표면보수	56	2,266	1
		이음부박락	0.65	㎡	단면보수	196	127	1
		재료분리	3.25	㎡	단면보수	196	637	1
		철근노출	1.72	㎡	단면보수(방청)	204	351	1
		충분리	0.05	㎡	단면보수(방청)	204	10	1
	하행	균열(0.3㎜미만)	1.24	㎡	표면보수	56	69	1
		테크도장박리	0.05	㎡	재도장	60	3	1
		망상균열	6.24	㎡	표면보수	56	349	1
		보수부백태/누수	0.2	㎡	표면보수	56	11	1
		보수부파손	0.33	㎡	단면보수	196	65	1
		보수재박리	140.4	㎡	표면보수	56	7,862	1
		보수재탈락	158.6	㎡	표면보수	56	8,882	1
		이음부누수/백태	18.2	㎡	단면보수	196	3,567	1
		파손/철근노출	0.33	㎡	단면보수(방청)	204	67	1
거더 내부	상행	Splice부볼트녹발생	1.31	㎡	재도장	60	79	2
		Splice부볼트미체결	8	EA	강교볼트체결	10	80	1
		Splice부볼트체결불량	2	EA	강교볼트체결	10	20	1
		Splice부부식	0.39	㎡	재도장	60	23	2
		녹발생	11.77	㎡	재도장	60	706	2
		도장박리	0.44	㎡	재도장	60	26	2
		도장탈락	27.9	㎡	재도장	60	1,674	2
		리브용접부부식	0.2	m	재도장	60	12	2
		볼트누수흔적	8	EA	재도장	60	480	2
		볼트체결불량	4	EA	강교볼트체결	10	40	1
		부식	9.58	㎡	재도장	60	575	2
		부식/토사적치	10.4	㎡	재도장	60	624	2
		용접부녹발생	7.8	㎡	재도장	60	468	2
		이물질적치	46.54	㎡	청소	40	1,862	3
		작업구용접불량/녹발생	1.04	㎡	재도장	60	62	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 8.8] 보수·보강 개략공사비 (2)

구분		손상내용	보수 물량	단위	보수·보강 방안	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
거더 내부	하행	Splice부볼트녹발생	0.46	m ²	재도장	60	28	2
		Splice부볼트미체결	5	EA	강교볼트체결	10	50	1
		Splice부볼트체결불량	6	EA	강교볼트체결	10	60	1
		녹발생	0.49	m ²	재도장	60	29	2
		녹발생/도장탈락	1.63	m ²	재도장	60	98	2
		도장박리	0.52	m ²	재도장	60	31	2
		도장탈락	5.25	m ²	재도장	60	315	2
		리브부식	0.65	m ²	재도장	60	39	2
		볼트체결불량	2	EA	강교볼트체결	10	20	1
		부식	34.15	m ²	재도장	60	2,049	2
		이물질적치	21.58	m ²	청소	40	863	3
		작업구용접불량/녹발생	0.31	m ²	재도장	60	19	2
		표면오염	52	m ²	재도장	60	3,120	2
거더 외부	상행	녹발생	31.15	m ²	재도장	60	1,869	2
		도장긁힘	3.12	m ²	재도장	60	187	2
		볼트녹발생	3.33	m ²	재도장	60	200	2
		볼트체결불량	2	EA	강교볼트체결	10	20	1
	하행	녹발생	11.1	m ²	재도장	60	666	2
		도장박리	5.32	m ²	재도장	60	319	2
		미도장	0.39	m ²	재도장	60	23	2
		보수부녹발생	0.36	m ²	재도장	60	22	2
		볼트녹발생	0.29	m ²	재도장	60	17	2
		볼트부식	0.21	m ²	재도장	60	13	2
부식	1.5	m ²	재도장	60	90	2		
거더 및 가로 보	상행	녹발생	1.61	m ²	재도장	60	97	2
		도장박리	0.08	m ²	재도장	60	5	2
		볼트녹발생	3.48	m ²	재도장	60	209	2
	하행	녹발생	1.69	m ²	재도장	60	101	2
		도장박리	0.2	m ²	재도장	60	12	2
		볼트녹발생	0.1	m ²	재도장	60	6	2
교대	상행	균열(0.3mm미만)	4.49	m ²	표면보수	56	251	2
		균열(0.3mm이상)	2.21	m	주입보수	78	172	1
		망상균열	1.86	m ²	표면보수	56	104	2
		백태	0.92	m ²	표면보수	56	52	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	보수부들뜸	0.23	m ²	단면보수	196	45	2
		보수부망상균열	0.27	m ²	표면보수	56	15	2
		보수부재균열(0.3mm미만)	0.65	m ²	표면보수	56	36	2
		재료분리	1.13	m ²	단면보수	196	221	2
		철근노출	1.65	m ²	단면보수(방청)	204	337	1
		파손/철근노출	0.42	m ²	단면보수(방청)	204	86	1
	하행	균열(0.3mm미만)	6.05	m ²	표면보수	56	339	2
		백태	0.05	m ²	표면보수	56	3	2
		보수부들뜸	0.23	m ²	단면보수	196	45	2
		보수부망상균열	1.17	m ²	표면보수	56	66	2
		보수부재균열(0.3mm미만)	1.37	m ²	표면보수	56	77	2
		철근노출	0.07	m ²	단면보수(방청)	204	14	1
		파손	0.52	m ²	단면보수	196	102	2
		파손/철근노출	0.47	m ²	단면보수(방청)	204	96	1
교각	상행	거푸집미제거	1	EA	거푸집제거	55	55	3
		균열(0.3mm미만)	30.32	m ²	표면보수	56	1,698	2
		균열(0.3mm이상)	1.3	m	주입보수	78	101	1
		들뜸	0.16	m ²	단면보수	196	31	2
		박락	2.35	m ²	단면보수	196	461	2
		박리	7.87	m ²	단면보수	196	1,543	2
		보수부들뜸	1.77	m ²	단면보수	196	347	2
		보수부재균열(0.3mm미만)	2.21	m ²	표면보수	56	124	2
		보수부재균열(0.3mm이상)	2.34	m	주입보수	78	183	1
		보수부파손	0.23	m ²	단면보수	196	45	2
		보수재탈락	4.68	m ²	표면보수	56	262	2
		잡철물	0.08	m ²	단면보수	196	16	2
		재료분리	0.65	m ²	단면보수	196	127	2
		충분리	0.01	m ²	단면보수(방청)	204	2	1
	하행	균열(0.3mm미만)	20.02	m ²	표면보수	56	1,121	2
		망상균열	4.23	m ²	표면보수	56	237	2
		보수부들뜸	2.17	m ²	단면보수	196	425	2
		보수부재균열(0.3mm미만)	0.39	m ²	표면보수	56	22	2
		잡철물	0.08	m ²	단면보수	196	16	2
		파손	0.03	m ²	단면보수	196	6	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 8.10] 보수·보강 개략공사비 (4)

구분		손상내용	보수 물량	단위	보수·보강 방안	단가 (천원)	개략공사비 (천원)	우선 순위
교량 받침	상행	플레이트부식	0.62	m ²	재도장	60	37	3
	하행	받침몰탈균열(0.3㎜미만)	0.1	m ²	표면보수	56	6	3
		받침몰탈파손	0.08	m ²	단면보수	196	16	3
		받침콘크리트균열 (0.3㎜미만)	0.13	m ²	표면보수	56	7	3
		플레이트부식	0.35	m ²	재도장	60	21	3
신축 이음	상행	신축이음누수, 후타재파손 등	27	m	신축이음교체(NFJ,#160) (B'=13.5m, 2개소)	1,606	43,362	1
	하행	신축이음누수, 후타재파손 등	27	m	신축이음교체(NFJ,#160) (B'=13.5m, 2개소)	1,606	43,362	1
교면 포장	상행	보수미흡	0.68	m ²	소파보수(방수,주간)	52	35	1
		소성변형	63.44	m ²	소파보수(방수,주간)	52	3,299	1
		소성변형/들뜸	1.3	m ²	소파보수(방수,주간)	52	68	1
		아스콘파손	10.4	m ²	소파보수(방수,주간)	52	541	1
	하행	보수미흡	0.83	m ²	소파보수(방수,주간)	52	43	1
배수 시설	상행	배수관길이부족	1	EA	배수관길이연장	128	128	1
		배수관막힘	1	EA	배수관재설치	128	128	1
		배수관접합부이격	1	EA	실링보수(배수관)	9	9	1
		배수관탈락	1	EA	배수관재설치	128	128	1
	하행	배수관탈락	1	EA	배수관설치	223	223	1
		배수구막힘	1	EA	배수구청소	79	79	1
방호 벽	상행	박락/철근노출	8.13	m ²	단면보수(방청)	204	1,659	2
		철근노출	0.01	m ²	단면보수(방청)	204	2	2
		파손/철근노출	0.13	m ²	단면보수(방청)	204	27	2
	하행	박락	1.5	m ²	단면보수	196	294	3
		박락/철근노출	3.24	m ²	단면보수(방청)	204	661	2
		파손	0.08	m ²	단면보수	196	16	3
직접공사비						146,968		
제경비(직접공사비의 50%)						73,484		
부대비(직접공사비의 35%)						51,439		
순위별 공사비 (제경비 포함)			1순위(단기)			220,728		
			2순위(중기)			45,286		
			3순위(장기)			5,877		
총 공사비						271,891		

※ 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] 공종별 보수·보강 개략공사비

구 분	표면보수	주입보수	단면보수	단면보수(방청)	신축이음교체
1순위	20,744	1,409	4,498	963	86,724
2순위	4,407	-	3,430	2,349	-
3순위	13	-	326	-	-
순 공사비	25,164	1,409	8,254	3,312	86,724
제경비	12,582	705	4,127	1,656	43,362
부대비	8,807	493	2,889	1,159	30,353
총 공사비	46,553	2,607	15,270	6,127	160,439

구 분	재도장	강교볼트체결	포장보수	기 타 (거푸집 제거, 청소, 배수관 재설치 등)
1순위	3	290	3,986	695
2순위	14,293	-	-	-
3순위	58	-	-	2,780
순 공사비	14,354	290	3,986	3,475
제경비	7,177	145	1,993	1,738
부대비	5,024	102	1,395	1,216
총 공사비	26,555	537	7,374	6,429

[표 8.12] 부재별 보수·보강 개략공사비

구 분	개략공사비(천원)			
	1순위	2순위	3순위	합 계
바닥판 (표면보수, 주입보수, 단면보수(방청) 등)	26,626	-	-	26,626
거더내부 (재도장, 강교볼트체결, 청소)	270	10,457	2,725	13,452
거더외부 (재도장, 강교볼트체결)	20	3,406	-	3,426
가로보 및 세로보 (재도장)	-	430	-	430
교대 및 교각 (표면보수, 주입보수, 단면보수 등)	991	7,837	55	8,883
교량받침 (표면보수, 단면보수, 재도장)	-	-	87	87
신축이음 (교체)	86,724	-	-	86,724
교면포장 (방수포함 소파보수)	3,986	-	-	3,986
배수시설 (배수관 길이연장, 배수관 재설치, 배수구 청소 등)	695	-	-	695
방호벽 (단면보수(방청), 단면보수)	-	2,349	310	2,659
순 공사비	119,312	24,479	3,177	146,968
제경비 (순공사비의 50%)	59,656	12,240	1,589	73,484
부대비 (순공사비의 35%)	41,759	8,568	1,112	51,439
총 공사비	220,727	45,286	5,877	271,891

8.3 유지관리 방안

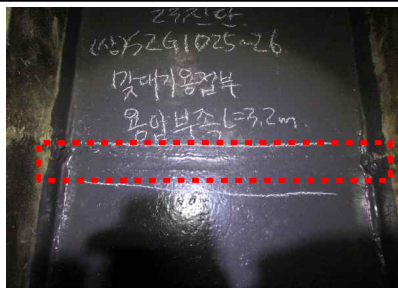
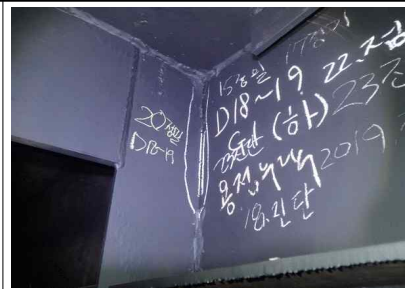
8.3.1 중점유지관리 사항

가. 거더 내부 용접 결함 및 맞대기 용접부 강제초음파탐상(UT)

금회 진단 결과, 거더 내부의 용접부는 용접결함(균열, 기공, 누락, 용입부족 등)이 조사되었으나 전반적으로 보강재, 격벽 등의 부부재에 국한된 결함으로 보수·보강보다는 유지관리하며 지속적인 관찰이 필요한 상태로 판단된다. 다만, 인장 취약부인 하부플랜지 맞대기 용접부의 용입부족이 일부 조사되어 향후 점검 및 진단에서도 그에 대한 면밀한 조사 및 검토가 필요하며, 중점 유지관리가 요구된다.

하부플랜지 맞대기 용접부 24개소에 대한 초음파탐상시험(UT) 결과, 13개소에서 용접결함이 검출되었고 대체로 조사길이 전체에 연속적으로 분포하여 단면감소량은 7~12mm 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.

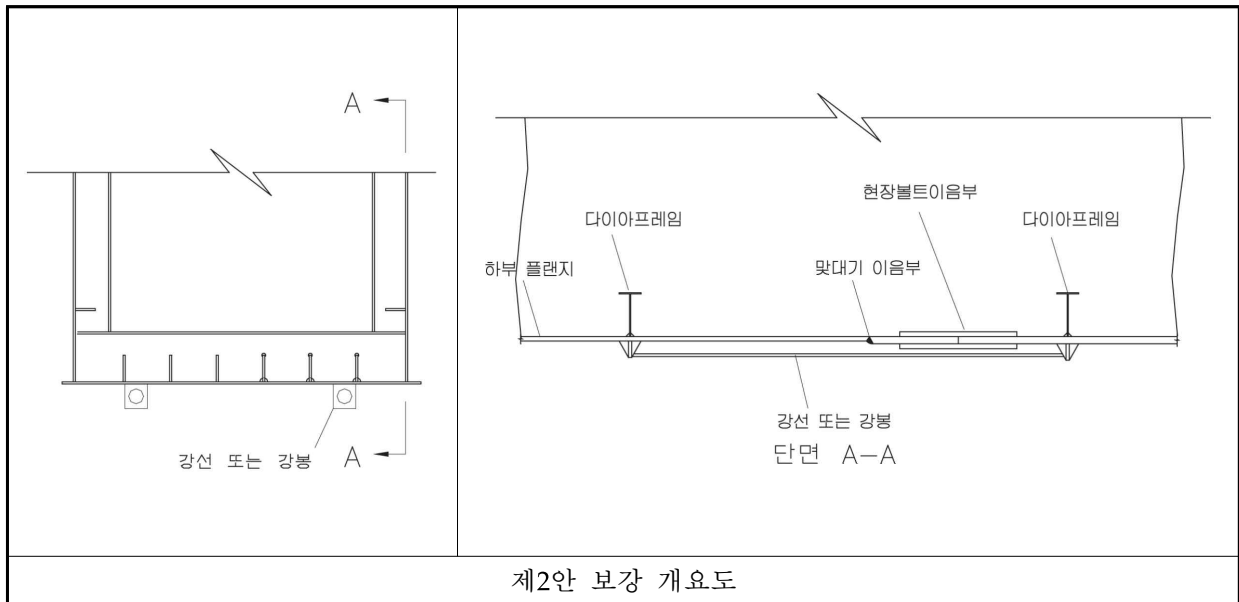
		
격벽 용접균열 (하행 S3 G1 D30)	맞대기부 용입부족 (상행 S2 G1 LF)	보강재 용접누락 (하행 S2 G1 LW)

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

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.

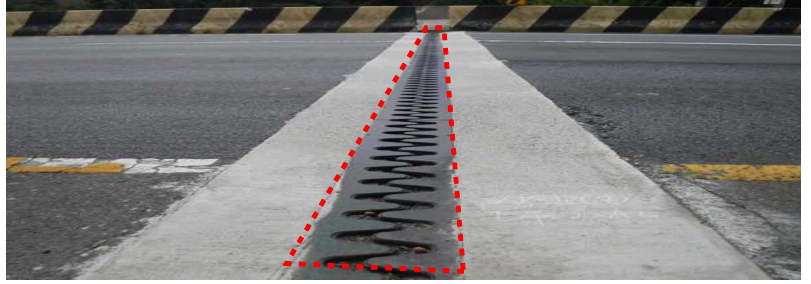


나. 신축이음 노후에 따른 누수 및 신축여유량 부족

상적교의 신축이음은 2010년~2013년(상·하행)에 교체를 실시한 것으로 검토되어 최대 약 13년 정도 장기공용 중이며, 그에 따른 신축이음 본체의 누수, 유간부 다량의 토사충진 등이 조사되었다. 이는 2차 적으로 유간부 이물질 장기 지속에 의한 신축기능 저하, 하부 교대 콘크리트의 열화 등을 유발하고 있는 상황이다. 또한 신축이음 신축여유량을 검토한 결과, 상행 A1, 하행 A2 신축이음 본체는 동절기 최대 수축시 충분한 여유량까지는 확보되지 못하고 있다.(최대 수축기 여유량 1mm 미만)

금회 진단에서는 종합적으로 검토한 결과, 신축이음은 교체가 필요한 시기로 판단하였으며, 기능 및 사용성 등을 고려하여 기존의 No.100 규격의 본체가 아닌 신축허용량이 더 큰 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.

		
본체 누수 (상행 A1)	본체 누수 (상행 A2)	본체 누수 (하행 A1)
		
본체 누수 (하행 A2)	후타재 금회 재시공 확인됨 (상행 A2) → 다만, 본체는 유지, 지속적인 누수 발생중	

구 분			계산 이동량(mm)		점검당시 실측유간(mm) ③	허용량(mm) ④	신축 여유량(mm)		검토 결과
			최대 수축시 ①	최대 신장시 ②			최대 수축시 ④-(①+③)	최대 신장시 ③-②	
상행	Exp.J-A2	신축이음장치	-39.3	21.9	60	100	0.7	38.1	O.K
		바닥판			75		-	53.1	O.K
		거더 상부			120			98.1	O.K
		거더 하부			125			103.1	O.K
하행	Exp.J-A1	신축이음장치	-39.3	21.9	60	100	0.7	38.1	O.K
		바닥판			130		-	108.1	O.K
		거더 상부			140			118.1	O.K
		거더 하부			155			133.1	O.K

다. 교면포장 백태 동반 망상균열, 보수미흡, 파손 등

상적교는 서울과 분당을 연결하는 주요 노선(분당내곡로) 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 망상균열, 보수미흡, 파손 등이 조사되었고 그중 파손 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 체수 및 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.



파손, 망상균열, 방수층 소실 (상행 S2)

보수미흡, 방수층 소실 (상행 S2)



내부 누수흔적 및 볼트부식 (상행 S2 G2 UF)



내부 P2 지점부 주변 체수 (상행 S2 G2 LF)

라. 교대 염화물 함유량 시험결과

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

교대의 흥벽은 피복두께가 부족한 상태는 아니나 신축이음 누수 및 제설염수 유입에 의해 지속적으로 염해가 발생하고 있는 것으로 판단되고 금회 진단에서 제안한 신축이음 교체를 통한 누수 차단이 필요한 실정이다.

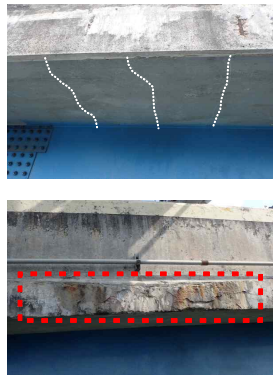
따라서 교대는 신축이음 교체 전후로 제설염수 유입 및 염해 발생에 따른 콘크리트 박락, 철근 노출 및 부식 발생 여부, 기 손상의 규모 확대 등에 대한 면밀한 관찰이 필요하고 염화물 정도 및 보수 필요여부 판단 등에 대한 중점적인 유지관리가 요구된다.

구 분			전염화물 함유량(%)	환산염화물 함유량(kg/m ³)	평가 기준	비고
상부 구조	상행 S3 RC	0~20mm	0.0082	0.186	a	
		20~40mm	0.0078	0.177	a	
		40~44mm	0.0063	0.143	a	철근
하부 구조	상행 A2 흥벽	0~20mm	0.0785	1.776	c	
		20~40mm	0.0662	1.498	c	
		40~67mm	0.0604	1.367	c	철근
	하행 P2 기둥	0~20mm	0.0148	0.335	b	
		20~40mm	0.0086	0.195	a	
		40~44mm	0.0043	0.097	a	철근

8.3.2 부재별 유지관리 사항

상적교의 중점유지관리 사항 이외에 부재별로 유지관리가 필요한 사항은 다음과 같다.

[표 8.13] 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 ◦ 캔틸레버부 측면(방호벽 외측 하단부) 우수유출 발생 여부 및 백태, 박락, 층분리, 철근노출 등 확인 ◦ Deck Plate 신규손상(부식) 발생 여부 ◦ 보수실시 후 보수부 재균열 등 손상(보수부 주변)의 상태변화 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 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 0.1~0.3mm 균열 진전여부 및 추가 발생 ◦ 박락, 재료분리, 철근노출 등 단면손상 발생 및 진전여부 ◦ 신축이음 누수로 인한 교대 열화 발생 및 진전여부 ◦ 손상부위 보수 후 보수상태 확인 및 재손상 발생여부 관찰	
교량받침	◦ 받침 부식 발생 여부 및 손상 확대여부 확인 ◦ 받침콘크리트 균열, 파손 손상의 진전여부 확인 ◦ 교량받침 가동여유량 부족에 의한 2차손상 발생여부 확인	

[표 8.14] 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 막힘, 누수 및 탈락, 길이부족 등 배수관 상태불량에 따른 인접한 강재 및 콘크리트 열화 열부 여부 확인	 
방호벽	◦ 균열, 박락, 파손, 철근노출 등 손상 진전 및 신규 발생 여부 확인 ◦ 도로표지 탈락/전도 등 부대시설물 손상 발생 여부 및 통행차량의 주행성 저하 손상 유무 확인 ◦ 손상부위 보수 후 보수상태 확인 및 재손상 발생여부 관찰	