

제 출 문

한국도로공사 강원본부장 귀하

귀 본부와 2016년 6월 20일자로 계약을 체결한 『남조천교 등 10개소
정밀안전진단 용역』을 성실히 수행하고 금성교(부산, 춘천)의 결과를 본
보고서에 수록하여 부속자료와 함께 제출합니다.

준 공 2016년 12월 26일

에 스 큐 엔 지 니 어 링 (주)

대 표 자 이 래 철 (인)

(주) 한 국 건 설 방 재 연 구 원

대 표 자 김 영 미 (인)

목 차

■ 요 약 문

제1장 정밀안전진단 개요	3
1.1 과업의 목적	3
1.2 과업의 범위 및 내용	3
1.3 과업수행 절차 및 일정	5
1.4 대상 교량의 현황	7
1.5 사용장비 및 시험기기의 현황	33
1.6 사용장비 및 시험기기의 현황	34
제2장 자료수집 및 분석	37
2.1 자료수집 현황	39
2.2 건설 관련자료 검토결과 요약	41
2.3 기존 점검 및 진단 실시결과 요약	45
2.4 보수·보강 이력	53
2.5 자료분석 결과	54
제3장 현장조사 및 시험	55
3.1 개 요	57
3.2 외관조사(부산방향)	61
3.3 외관조사(춘천방향)	108
3.4 콘크리트 내구성조사	153
3.5 강재 내구성조사	188
3.6 현장조사 결과요약	214
제4장 시설물의 상태평가	229
4.1 상태평가 기준	231
4.2 상태평가 결과 산정 방법	238
4.3 상태평가 결과	239

제5장 시설물의 안전성평가	263
5.1 개 요	265
5.2 상부구조 안전성평가 검토	272
5.3 하부구조 안전성평가 검토	328
5.4 내하력평가 검토	346
5.5 안전성평가 결과요약	349
 제6장 종합평가 및 안전등급의 지정	 351
6.1 종합평가 산정절차	353
6.2 종합평가 결과	354
6.3 안전등급 지정	354
 제7장 보수·보강 및 유지관리방안	 355
7.1 개 요	357
7.2 보수·보강 방안	359
7.3 보수·보강 개략공사비	385
7.4 유지관리 방안	390
 제8장 종합결론	 395
8.1 상태평가 결과	397
8.2 안전성평가 결과	398
8.3 종합결언	399

금성교(부산) 정밀안전진단 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명	남조천교 등 10개소 정밀안전진단 용역		진단기간	2016. 6. 20 ~ 2016. 12. 26	
관리주체명	한국도로공사 강원본부 제천시		대 표 자	지사장 조 병 대	
공동수급	에스큐엔지니어링(주) (주)한국건설방재연구원		계약방법	제한경쟁	
시설물 구분	교량		종 류	도로교량	중 별 1종
준 공 일	2001년 12월 19일		진단금액 (천원)	70,770	안전등급 B
시설물 위치	충청북도 제천시 금성면 중전리 (중앙선 274.41km)		시설물 규모	L=830.0m, B=11.7m(2차로)	
나. 진단 실 결과 현황					
중대결함	- 없 음				
진 단 주요결과	- 바닥판 측면부 백태, 철근노출 및 콘크리트 열화 - 거더 내·외부 도장박리, 강재부식 - 교각 코핑부 및 기둥에 균열(폭 0.3mm이상)				
주 요 보수·보강	- 표면보수, 단면보수(방청) - 녹제거 후 재도장 - 주입보수				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분		성명	과업참여기간	기술등급	
사업책임		박 정 용	2016.06.20. ~ 2016.12.26.	특급기술자(기술사)	
분야별책임	재료시험	강 무 진	2016.06.20. ~ 2016.12.26.	특급기술자	
	자료분석	성 재 영	2016.06.20. ~ 2016.12.26.	특급기술자	
참여기술자	재료시험	송재성 외 3인	2016.06.20. ~ 2016.12.26.	초급~특급기술자	
	자료분석	안병진 외 7인	2016.06.20. ~ 2016.12.26.	초급~특급기술자	
라. 참고사항					

금성교(부산) 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
- 금성교(부산)는 고속국도 55호선 중앙선의 이점 271.41km에 시공된 고속국도 상 교량으로 준공 후 약 15년 공용중이며, 지속적인 점검 및 보수가 적절하게 시행되고 있다. - 금성교(부산)의 정밀안전진단 실시결과 외관조사 및 비파괴시험에 의한 상태평가 결과는 "B" 이고 안전성 평가(전 회차 자료분석) 평가결과는 "A" 로 평가되어 안전등급은 "B" 등급으로 지정되었다. - 전회 진단과 비교한 결과 전반적으로 동일하며, 손상크기 등의 진전없이 대체로 비슷한 것으로 확인되었고 구조적으로 문제가 될 만한 손상은 조사되지 않았다. - 따라서 제시된 보수·보강방법에 따라 보수를 실시하고 유지관리 방안에 제시한 중점점검 항목에 대해서 세심한 점검과 지속적인 관찰을 실시한다면 교량 공용이 증대될 것으로 판단된다.	
책임기술자 : 박 정 용 	

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
상부 구조	바닥판	b ~ c	- 데크 플레이트 부식 및 변형 - 박리 및 박락 - 백태 - 콘크리트 열화, 철근노출 - 누수	- 주의관찰 - 단면보수 - 표면보수 - 단면보수(방청) - 주의관찰 후 유도배수공 설치
	Steel Box Girder 내·외부	a ~ b	- 누수흔적 - 강재부식 - 이물질퇴적 - 강재변형, 굽힘 - 도장박리 및 도장열화 - 실링재미처리	- 실링처리 - 녹제거 후 재도장 - 청소 - 주의관찰 - 표면처리 후 재포장 - 실링처리
	Steel Box Girder 가로보 및 세로보	a ~ b	- 도장박리 및 박락 - 강재부식	- 녹제거 후 재도장
하부 구조	교 대	b	- 균열(0.3mm미만), 균열 및 백태 - 균열(0.3mm이상) - 망상균열	- 표면보수 - 주입보수 - 표면보수

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
하부 구조	교 각	b ~ c	- 균열 (0.3mm미만), 망상균열 - 균열 (0.3mm이상) - 박리 및 박락, 파손, 재료분리 - 철근노출	- 표면보수 - 주입보수 - 단면보수 - 단면보수(방청)
교량받침		a ~ c	- 부식, SolePlate 부식, 볼트부식 - 받침콘크리트 및 몰탈 균열 (0.3mm이상)	- 주의관찰 - 주입보수
신축이음		c	- 부식 - 후타재 균열 (0.3mm미만) - 후타재 균열 (0.3mm이상) - 이물질퇴적 - 차수판답개 유실	- 주의관찰 - 주의관찰 - 주입보수 - 청소 - 주의관찰
교면포장		a ~ b	- 아스콘 균열, 망상균열 - 포트홀	- 주의관찰 - 아스콘 팻칭보수
기타 부재	배수시설	a ~ b	- 부식 - 배수관 지지대 탈락, 파손 - 배수관 길이부족 - 배수구 막힘	- 주의관찰 - 재설치 - 배수관 연결, 엘보설치 - 청소
	난간 및 연석 (방호벽)	c	- 균열 (0.3mm미만), 균열 및 백태 - 균열 (0.3mm이상) - 파손, 박리 - 철근노출	- 표면보수 - 주입보수 - 단면보수 - 단면보수(방청)

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재		해 석 방 법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
상부 구조	바닥판	강도설계법	• 최소안전율 SF =1.51	1.0이상	A
	거 더	허용응력설계법	• 최소안전율 SF =1.07	1.0이상	
하부구조		강도응력설계법	• 기둥의 단면검토 양호 SF= 2.88	1.0이상	

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	비 고
반 침	적용	설계 시 내진검토 반영	
교 대	적용	설계 시 내진검토 반영	
교 각	적용	설계 시 내진검토 반영	

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

시 험 명	시 험 부 위	시 험 결 과	책임기술자 의 견
콘크리트 강도시험	바닥판, 교대, 교각	반발경도법, 초음파속도법에 의한 콘크리트 강도시험 결과 콘크리트 강도는 상, 하부구조 모두 전 개소에서 설계기준 강도를 100%이상 상회하는 양호한 상태로 평가됨.	양 호
철근배근 탐사	바닥판, 교대, 교각	철근 간격은 국부적으로 다소 편차를 보이거나 전체적으로 설계치와 유사하며 피복두께는 일부구간에서 설계치에 비해 다소 차이를 보이거나, 대부분 피복두께를 만족하는 것으로 조사됨.	양 호
콘크리트 염화물 함유량 시험	바닥판, 교대, 교각	염화물함유량시험 결과, 염화물 상태평가 기준인 a ~b로 평가되었으며, 염화물에 의한 철근부식은 없을 것으로 판단됨.	양 호
콘크리트 탄산화깊이 측정	바닥판, 교대, 교각	측정 결과, 탄산화 깊이가 상부구조에서 3.0~11.0mm, 하부구조에서 1.0~10.0mm로 나타나 측정위치에서의 철근피복두께를 고려할 때, “a” 와 “b” 로 평가됨. 탄산화 잔여깊이가 대부분 30mm이상으로 나타나 탄산화에 의한 철근부식의 가능성은 적은 것으로 평가됨.	양 호
균열깊이 측정	교각	측정한 결과, 측정위치에서 균열깊이가 최소피복두께에 근접하는 것으로 측정되었다. 향후 균열의 진전으로 철근부식이 우려가 있으므로 내구성확보 차원에서 균열보수(주입보수) 및 주기적인 유지관리가 필요한 것으로 판단됨.	균열보수 필요
강재 용접부 탐사	거더 내부	거더 내부 맞대기 용접부에 대하여 UT시험을 실시하였으며, 전 개소에서 평가기준을 만족하는 상태로 평가됨.	양 호
강재도막두께 측정	거더 내부 거더 외부	도막두께 측정결과, 전 개소의 실측도막두께가 기준치(외부 215 μ m, 내부 175 μ m)를 상회하는 것으로 측정됨.	양 호

금성교(부산) 현황표

작성일 : 2016년 12월 26일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		금성교(부산)		시설물번호		BR2001-0000452	
준공년월일		2001년 12월 19일		관리번호		제천교-08-1	
시설물위치		충청북도 제천시 금성면 중전리					
설계하중		DB-24 / DL-24		노선명(이정)		고속국도 55호선(중앙선) (274.41km)	
제원	연장	L=830.0m, (1@40+5@50+1@50+8@50+1@40)					
	폭	B=11.7m (2차로)					
구조 형식	상부	Steel Box Girder		기초 형식	교대	파일기초(A1, A2)	
	하부	교대 : 역T형, 교각 : 역T형			교각	P4~16:직접기초 P1~03:파일기초	
교량받침		스페리컬 받침		신축이음		레일 조인트	
교차시설물		고교천		통과높이		-	
설 계 사		한국해외기술공사		시 공 사		두산중공업(주)	
내진설계유무		-		관리주체		한국도로공사 강원본부 제천지사	
부착시설내용		-					
기 타		- 종·평면도는 본 보고서에 삽입 - 평면선형 : 곡교(R=2,000) - 교면포장 : 아스팔트 콘크리트 - 배수구 : 아연강관					

금성교(춘천) 정밀안전진단 결과표

1. 기본현황

가. 일반현황					
용역명	남조천교 등 10개소 정밀안전진단 용역		진단기간	2016. 6. 20 ~ 2016. 12. 26	
관리주체명	한국도로공사 강원본부 제천시		대 표 자	지사장 조 병 대	
공동수급	에스큐엔지니어링(주) (주)한국건설방재연구원		계약방법	제한경쟁	
시설물 구분	교량		종 류	도로교량	종 별 1종
준 공 일	2001년 12월 19일		진단금액 (천원)	70,770	안전등급 B
시설물 위치	충청북도 제천시 금성면 중전리 (중앙선 274.41km)		시설물 규모	L=830.0m, B=11.7m(2차로)	
나. 진단 실 결과 현황					
중대결함	- 없 음				
진 단 주요결과	- 바닥판 측면부 박리 및 박락, 재료분리, 철근노출 - 거더 내·외부 도장박리, 강재부식 - 교대 홍벽측 균열 및 백태, 백태 - 교각 코핑부 및 기둥에 균열(폭 0.3mm이상), 망상균열, 박리 및 박락				
주 요 보수·보강	- 단면보수, 단면보수(방청) - 표면처리 후 재도장 - 표면보수 - 주입보수, 표면보수, 단면보수				
다. 책임(참여)기술자 현황					
구분		성명	과업참여기간	기술등급	
사업책임		박 정 용	2016.06.20. ~ 2016.12.26.	특급기술자(기술사)	
분야별책임	재료시험	강 무 진	2016.06.20. ~ 2016.12.26.	특급기술자	
	자료분석	성 재 영	2016.06.20. ~ 2016.12.26.	특급기술자	
참여기술자	재료시험	송재성 외 3인	2016.06.20. ~ 2016.12.26.	초급~특급기술자	
	자료분석	안병진 외 7인	2016.06.20. ~ 2016.12.26.	초급~특급기술자	
라. 참고사항					

금성교(춘천) 정밀안전진단 실시결과 요약표

책임기술자 종합의견	
• 금성교(춘천)는 고속국도 55호선 중앙선의 이점 274.41km에 시공된 고속국도 상 교량으로 준공 후 약 21년 공용중이며, 지속적인 점검 및 보수가 적절하게 시행되고 있다. • 금성교(춘천)의 정밀안전진단 실시결과 외관조사 및 비파괴시험에 의한 상태평가 결과는 "B" 이고 안전성 평가(전 회차 자료분석) 평가결과는 "A" 로 평가되어 안전등급은 "B" 등급으로 지정되었다. • 전회 점검 이후 바닥판 측면부에서 공용기간 증가, 외부환경에 인한 손상이 일부 추가로 조사되었으나 구조적으로 문제가 될 만한 손상은 조사되지 않았다. • 따라서 제시된 보수·보강방법에 따라 보수를 실시하고 유지관리 방안에 제시한 중점점검 항목에 대해서 세심한 점검과 지속적인 관찰을 실시한다면 교량 공용이 증대될 것으로 판단된다.	
책임기술자 : 박 정 용 	

가. 정밀안전진단 외관조사 결과 기본사항

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
상부 구조	바닥판	a ~ b	- 데크 플레이트 부식 및 변형 - 박리 및 박락 - 백태, 균열(0.3mm미만) - 재료분리, 철근노출	- 주의관찰 - 단면보수 - 표면보수 - 단면보수(방청)
	Steel Box Girder 내·외부	b	- 강재부식, 도장박리 및 박락 - 이물질퇴적 - 실링재 미처리 - 강재변형	- 녹제거 후 재도장 - 청소 - 실링처리 - 주의관찰
	Steel Box Girder 가로보 및 세로보	a ~ b	- 도장박리 및 박락	- 녹제거 후 재도장
하부 구조	교 대	b ~ c	- 균열(0.3mm미만), 균열 및 백태 - 균열(0.3mm이상) - 백태 - 압성토 침하 - 박리 및 박락	- 표면보수 - 주입보수 - 표면보수 - 주의관찰 - 단면보수

상태평가 결과 및 보수·보강				상태평가 결과 : B
결함발생 부재		상태평가 결과	결함종류	보수·보강(안)
하부 구조	교 각	b ~ c	- 균열(0.3mm미만), 망상균열 - 균열(0.3mm이상) - 박리 및 박락, 파손, 재료분리 - 철근노출	- 표면보수 - 주입보수 - 단면보수 - 단면보수(방청)
교량받침		a ~ c	- 부식, SolePlate 부식, 볼트부식	- 녹제거 후 재도장
신축이음		c	- 부식 - 후타재 균열(0.3mm미만) - 후타재 균열(0.3mm이상) - 후타재 박리 - 이물질퇴적	- 주의관찰 - 주의관찰 - 주입보수 - 단면보수 - 청소
교면포장		b ~ c	- 균열(0.3mm미만), 망상균열 - 균열(0.3mm이상) - 파손, 침하	- 주의관찰 - 주의관찰 - 아스콘 팻칭보수
기타 부재	배수시설	a ~ b	- 균열(0.3mm미만) - 균열(0.3mm이상) - 배수관 지지대 탈락, 파손 - 부식 - 배수구 막힘	- 주의관찰 - 주의관찰 - 재설치 - 재설치 - 청소
	난간 및 연석 (방호벽)	b ~ c	- 균열(0.3mm미만), 균열 및 백태 - 균열(0.3mm이상) - 박리 및 박락, 파손 - 재료분리, 열화, 철근노출	- 표면보수 - 주입보수 - 단면보수 - 단면보수, 단면보수(방청)

나. 안전성평가 결과

안전성평가 수행 부재		해 석 방 법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성평가 결과
상부 구조	바닥판	강도설계법	• 최소안전율 SF =1.55	1.0이상	A
	거 더	허용응력설계법	• 최소안전율 SF =1.07	1.0이상	
하부구조		강도응력설계법	• 기둥의 단면검토 SF= 2.884	1.0이상	

다. 내진성능 검토 수행 여부

검토대상부재	설계적용여부	결 과	비 고
반 침	적용	설계 시 내진검토 반영	
교 대	적용	설계 시 내진검토 반영	
교 각	적용	설계 시 내진검토 반영	

라. 현장시험(비파괴 및 추가시험)

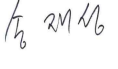
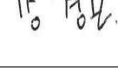
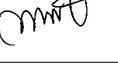
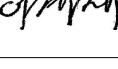
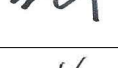
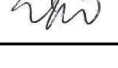
시 험 명	시 험 부 위	시 험 결 과	책임기술자 의 견
콘크리트 강도시험	바닥판, 교대, 교각	반발경도법, 초음파속도법에 의한 콘크리트 강도시험 결과 콘크리트 강도는 상, 하부구조 모두 전 개소에서 설계기준 강도를 100%이상 상회하는 양호한 상태로 평가됨.	양 호
철근배근 탐사	바닥판, 교대, 교각	철근 간격은 대체적으로 설계도와 일치하는 것으로 확인되었으나, 일부 교각 기둥부에서 설계피복두께에 부족한 것으로 확인됨. 현장조사 시 교각 기둥부에 피복두께 부족으로 인해 발생한 철근노출, 박리 및 박락 등 전반적으로 없는 것으로 조사됨.	보 통
콘크리트 염화물 함유량 시험	바닥판, 교대, 교각	염화물함유량시험 결과, 바닥판하면 S4와 교대 A2는 염화물 상태평가 기준인 “a” 로 평가되어 염화물에 의한 철근부식이 발생할 우려가 없는 상태로 분석되었으나, 교각 P4와 P8은 염화물 상태평가 기준인 “c” 로 평가되어 향후 염화물에 의한 부식 발생 가능성 높은 것으로 분석됨.	보 통
콘크리트 탄산화깊이 측정	바닥판, 교대, 교각	측정 결과, 탄산화 깊이가 상부구조에서 4.0~8.0mm, 하부구조에서 4.0~11.0mm로 나타나 측정위치에서의 철근피복두께를 고려할 때, “a” 로 평가됨. 탄산화 잔여깊이가 대부분 30mm이상으로 나타나 탄산화에 의한 철근부식의 가능성은 적은 것으로 평가됨.	양 호
균열깊이 측정	교각	측정한 결과, 측정위치에서 균열깊이가 최소피복두께에 근접하는 것으로 측정되었다. 향후 균열의 진전으로 철근부식이 우려가 있으므로 내구성확보 차원에서 균열보수(주입보수) 및 주기적인 유지관리가 필요한 것으로 판단됨.	균열보수 필요
강재 용접부 탐사	거더 내부	거더 내부 맞대기 용접부에 대하여 UT시험을 실시하였으며, 전 개소에서 평가기준을 만족하는 상태로 평가됨.	양 호
강재도막두께 측정	거더 내부 거더 외부	도막두께 측정결과, 전 개소의 실측도막두께가 기준치(외부 215 μ m, 내부 175 μ m)를 상회하는 것으로 측정됨.	양 호

금성교(춘천) 현황표

작성일 : 2016년 12월 26일

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		금성교(춘천)		시설물번호		BR2001-0000453	
준공년월일		2001년 12월 19일		관리번호		제천교-08-2	
시설물위치		충청북도 제천시 금성면 중전리					
설계하중		DB-24 / DL-24		노선명(이정)		고속국도 55호선(중앙선) (274.41km)	
제원	연장	L=830.0m, (1@40+5@50+1@50+8@50+1@40)					
	폭	B=11.7m (2차로)					
구조 형식	상부	Steel Box Girder		기초 형식	교대	파일기초 (A1, A2)	
	하부	교대 : 역T형, 교각 : 역T형			교각	P4~16:직접기초 P1~03:파일기초	
교량받침		스페리컬 받침		신축이음		레일 조인트	
교차시설물		교고천		통과높이		-	
설 계 사		한국해외기술공사		시 공 사		두산중공업(주)	
내진설계유무		-		관리주체		한국도로공사 강원본부 제천지사	
부착시설내용		-					
기 타		- 종·평면도는 본 보고서에 삽입 - 평면선형 : 곡교(R=2,000) - 교면포장 : 아스팔트 콘크리트 - 배수구 : 아연강관					

정밀안전진단 참여기술진

참여구분	참여분야	소속	직위	성명	참여기간	서명
책임기술자	사업책임	에스큐엔지니어링㈜	상 무	박정용	2016.06.20.~12.26. (152일)	
분야별 책임기술자	재료시험 분야	에스큐엔지니어링㈜	부 장	강무진	2016.06.20.~12.26. (152일)	
	자료분석 분야	에스큐엔지니어링㈜	부사장	성재영	2016.06.20.~12.26. (152일)	
분야별 참여기술자	재료시험 분야	(주)한국건설방재연구원	부사장	송재성	2016.06.20.~12.26. (95일)	
	자료분석 분야	에스큐엔지니어링㈜	부사장	안병진	2016.06.20.~12.26. (95일)	
참여기술자	재료시험 분야	에스큐엔지니어링㈜	사 장	박갑만	2016.06.20.~12.26. (36일)	
		에스큐엔지니어링㈜	부 장	최현호	2016.06.20.~12.26. (36일)	
		에스큐엔지니어링㈜	과 장	강경모	2016.06.20.~12.26. (36일)	
	자료분석 분야	에스큐엔지니어링㈜	대표이사	이래철	2016.06.20.~12.26. (35일)	
		에스큐엔지니어링㈜	사 장	박윤제	2016.06.20.~12.26. (35일)	
		에스큐엔지니어링㈜	고 문	이계제	2016.06.20.~12.26. (35일)	
		에스큐엔지니어링㈜	부사장	황종근	2016.06.20.~12.26. (35일)	
		에스큐엔지니어링㈜	전 무	이두원	2016.06.20.~12.26. (35일)	
		에스큐엔지니어링㈜	이 사	정재훈	2016.06.20.~12.26. (35일)	
		에스큐엔지니어링㈜	부 장	홍현기	2016.06.20.~12.26. (35일)	

2016. 12. 26. 감독원 : 이 민 혁 (서명)

감독원 : 권 혜 지 (서명)

시설물의 위치도



○시설물 위치 : 충청북도 제천시 금성면 중전리(중앙선 274.41km)

시설물의 전경사진



교 량 상 부



교 량 측 면

부 재 별 사 진 (부산방향)



포장부 전경



측면 전경



Steel Box Girder 내부 전경



Steel Box Girder 외부 전경



교대 전경



교각 전경

부 재 별 사 진 (춘천방향)



포장부 전경



측면 전경



Steel Box Girder 내부 전경



Steel Box Girder 외부 전경



교대 전경



교각 전경

정밀안전진단 결과 요약문

1. 과업의 개요

1.1 과업의 목적

본 과업은 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”(이하 “시특법”이라 한다.) 제7조 및 동법 시행령 제9조에 의한 정밀안전진단으로서 시설물의 물리적·기능적 결함과 손상을 조사·측정하고 원인을 분석하여 신속하고 적절한 조치를 취하며, 상태 및 구조적 안전성, 사용성을 종합적으로 검토·평가하여 적절한 보수·보강방법 및 유지관리방안을 수립하여, 고속도로 시설물의 재난예방과 안전성 확보를 통해 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

1.2 과업의 범위 및 내용

가. 과업의 범위

현장조사시 필요한 경우 교통통제 및 안전조치를 취하여야 하며, 시설물 근접조사를 위한 접근장비 등을 투입하여야 한다. 정밀안전진단에서는 시설물의 결함 정도에 따라 필요한 조사·측정·시험, 구조계산(기존 구조계산 내용 검토, 분석), 수치해석(기존 수치해석 내용 검토, 분석) 등을 실시하고 분석·검토하여 안전성평가(기존 안전성평가 자료 검토, 분석)결과를 결정하고, 보수·보강이 필요한 경우에는 보수·보강방법을 제시한다.

- (1) 자료수집 및 분석
- (2) 현장조사 및 시험
- (3) 상태평가
- (4) 안전성평가(금회 과업범위는 기존 안전성평가 자료 검토, 분석 수행)
- (5) 종합평가 및 안전등급 지정
- (6) 보수·보강 및 유지관리 방안 제시
- (7) 보고서 작성

나. 과업수행기간

2016. 06. 20. ~ 2016. 12. 26. (착수일로부터 190일)

1.3 시설물의 개요

【 금성교(부산) 현황 】

구 분	내 용	구 분	내 용
시설물명	금성교(부산)	관리주체	한국도로공사 제천시사
시설물위치	충청북도 제천시 금성면 중전리		
설계하중	DB-24 / DL-24	노선명	고속국도 55호선(중앙선) 274.41km
준공년월	2001년 12월 19일	설계사	한국해외기술공사
상부형식	Steel Box Girder	시공사	두산중공업(주)
교 폭	11.7m	감리사	—
연 장	830.0m (55.0+3@110.0+55.0)	교대 형식	본체 역T형
평면선형	곡교(R=2,000)		기초 파일기초
교면포장	아스팔트 콘크리트	교각 형식	본체 T형
난 간	콘크리트(방호벽)		기초 P4~16:직접기초 P1~03:파일기초
배수구	아연강관	신축이음	레일 조인트
교량받침	스페리컬 받침	설계도서	유
교차시설물	교고천		

【 금성교(춘천) 현황 】

구 분	내 용	구 분	내 용
시설물명	금성교(춘천)	관리주체	한국도로공사 제천시사
시설물위치	충청북도 제천시 금성면 중전리		
설계하중	DB-24 / DL-24	노선명	고속국도 55호선(중앙선) 274.41km
준공년월	2001년 12월 19일	설계사	한국해외기술공사
상부형식	Steel Box Girder	시공사	두산중공업(주)
교 폭	11.7m	감리사	—
연 장	830.0m (55.0+3@110.0+55.0)	교대 형식	본체 역T형
평면선형	곡교(R=2,000)		기초 파일기초
교면포장	아스팔트 콘크리트	교각 형식	본체 T형
난 간	콘크리트(방호벽)		기초 P4~16:직접기초 P1~03:파일기초
배수구	아연강관	신축이음	레일 조인트
교량받침	스페리컬 받침	설계도서	유
교차시설물	교고천		

2. 자료수집 및 분석

2.1 자료수집 현황

보존대상 목록		관리주체 보유현황
설계도서	◦ 공통 - 준공내역서 - 공사시방서 - 각종계산서 - 토질 및 지반조사 보고서 - 기타 특이사항 보고서 ◦ 설계도면 - 교량 위치도, 평면도, 단면도(중·횡), 상부·하부 구조물도, 신축이음·교량받침 상세도	◦ 구조 및 수리계산서 ◦ 토질조사보고서 ◦ 구조물도(준공)
시설물 관리대장	◦ 기본현황 및 상세제원 ◦ 점검 및 진단 이력 ◦ 보수보강 이력 및 유지관리 이력	◦ 한국도로공사 시스템 내 관리대장
시공관련 자료	◦ 시공관련 자료 ◦ 품질관리 관련자료 - 재료증명서 - 품질시험기록 - 관리 및 선정시험 기록 등 각종 시험 기록 - 시설물의 주요 구조 부위에 대한 계측 관련자료 ◦ 사고기록	◦ 시공기록보고서
안전점검 자료		◦ 하자만료전 ◦ 정밀점검 및 정밀안전진단 보고서

2.1 기존 점검 및 진단 실시결과 요약

본 교량은 2002~2015년까지 한국도로공사에서 자체점검을 실시하였고, 2012년 비엔티엔 지니어링(주)에서 최초 정밀안전진단을 실시하였다. 또한, 시설물정보관리종합시스템(FMS)를 참고하여 정리하였다.

가. 점검 및 진단이력

금성교(부산)은 2002년 4월 실시한 정기점검을 시작으로 2015년 10월 정기점검까지 공용 기간 중 정기점검 22회, 정밀점검 8회, 정밀안전진단 1회 등을 실시하였으며, 주요 점검이력은 다음 표와 같다.

【금성교(부산) 점검 이력 사항】

구분	점 검 기 간	점 검 자	상태 등급	점검결과 및 보수보강(안)
정기 점검	■ 2002.04.29	자체수행	양호	◦ 교면포장, 상판, 주형, 교좌장치, 신축이음장치, 교대, 교각
	■ 2003.04.21		양호	◦ 교면포장, 상판, 주형, 교좌장치, 신축이음장치, 교대, 교각
	■ 2003.11.04		양호	◦ 교면포장, 상판, 주형, 교좌장치, 신축이음장치, 교대, 교각
	■ 2004.04.06		양호	◦ 이상없음
	■ 2005.05.01		양호	◦ 양호함
	■ 2005.10.01		양호	◦ 양호함
	■ 2006.03.13		양호	◦ 이상없음
	■ 2006.08.01		양호	◦ 이상없음
	■ 2007.05.10		양호	◦ 양호함
	■ 2007.07.13		양호	◦ 양호함
	■ 2008.08.05		양호	◦ 양호함
	■ 2009.06.10		양호	◦ 양호함
	■ 2009.09.02		양호	◦ 양호함
	■ 2010.04.02		양호	◦ P7 신축이음장치 고무셀 탈리 ◦ 신축이음장치 교체
	■ 2011.04.29		양호	◦ A1측 신축이음장치(레일) 유간부족 ◦ 추가예산요청 및 2012년도 사업계획요청
	■ 2012.07.16		양호	◦ 균열 및 부식 ◦ 단면보수 실시예정
	■ 2013.04.24		양호	◦ A1 신축이음 노후 ◦ 신축이음장치 보수

주) 시설물관리대장 자체점검자료 참조

【금성교(부산) 점검 이력 사항】 (계속)

구분	점 검 기 간	점 검 자	상태 등급	점검결과 및 보수보강(안)
정기 점검	■ 2013.09.25 ■ 2014.04.21 ■ 2014.11.03	자체수행	양호 양호 양호	◦ A1 신축이음 노후 ◦ 신축이음장치 보수 ◦ 이상없음 ◦ 이상없음 ◦ S1, S2 1차로 교면포장 균열 ◦ A1, A2, P7 신축이음부 누수 ◦ P4-sh1, P7-sh1, A1-sh1 녹발생 ◦ S1, S2 1차로 교면포장 보수 ◦ A1, A2, P7 신축이음부 방수처리 ◦ P4-sh1, P7-sh1, A1-sh1 재도장 ◦ S1-G3 도장오염(10m², 1개소) ◦ S1-G4 도장오염(8m², 1개소)
	■ 2015.05.06 ■ 2015.10.06		양호 양호	◦ 슈녹발생 ◦ A1, A2 신축이음부 누수 ◦ 재도장, 신축이음부 방수처리
정밀 점검	■ 2002.10.28 ■ 2004.11.15 ■ 2006.08.01 ■ 2008.03.05 ■ 2010.08.22	자체수행	A등급 A등급 A등급 A등급 A등급	◦ 교면포장, 상판, 주형, 교좌장치, 신축이음장치, 교대, 교각 ◦ 이상없음 ◦ 양호함 ◦ 양호함 ◦ 양호함
	■ 2011.04.15	케이에스엠기술(주)	B등급	◦ 상부구조의 주요손상은 교면포장 전구간 망상 균열 발생, 배수구막힘, 방호벽 및 중앙분리대 균열, 박리, 철근노출, 신축이음 부식, 후타재 균열, 바닥판 철근노출, 거더 내·외부 도장박리 및 부식, 내부 용접불량이 조사됨 ◦ 하부구조의 주요손상은 받침본체 부식, 받침콘크리트 균열, 박리, 교대/교각 균열, 망상균열, 백태, 박리, 박락, 재료분리 등이 조사됨 ◦ 교면재포장, 표면처리, 주입보수, 단면보수, 재도장, 신축이음교체, 철근방청 등
	■ 2012.07.24	자체수행	B등급	◦ 데크플레이트 녹발생, 미세균열 및 누수 흔적 ◦ 재도장 및 단면보수 시행요망
	■ 2014.04.29	자체수행	B등급	◦ 양호함

주) 시설물관리대장 자체점검자료 참조

【금성교(부산) 점검 이력 사항】 (계속)

구분	점 검 기 간	점 검 자	상태 등급	점검결과 및 보수보강(안)
정밀 안전 진단	2012.04.16	비엔티엔지니어링(주)	B등급	- 교각부 시공초기 미세균열 및 망상균열 국부적 발생, A1 교대부 신축이음장치 협착(교체 필요) - 균열주입보수, 단면보수, 강재 재도장, 신축이음장치 교체(A1)

주) 시설물관리대장 자체점검자료 참조

【금성교(춘천) 점검 이력 사항】

구분	점 검 기 간	점 검 자	상태 등급	점검결과 및 보수보강(안)
정기 점검	2002.04.29	자체수행	양호	교면포장, 상판, 주형, 교좌장치, 신축이음장치, 교대, 교각
	2003.04.21		양호	교면포장, 상판, 주형, 교좌장치, 신축이음장치, 교대, 교각
	2003.11.04		양호	교면포장, 상판, 주형, 교좌장치, 신축이음장치, 교대, 교각
	2004.04.06		양호	이상없음
	2005.05.01		양호	양호함
	2005.10.01		양호	양호함
	2006.03.13		양호	이상없음
	2006.08.01		양호	이상없음
	2007.05.10		양호	양호함
	2007.07.13		양호	양호함
	2008.08.05		양호	양호함
	2009.06.10		양호	양호함
	2009.10.12		양호	양호함
	2010.04.02		양호	이상없음
	2011.04.29		양호	- A1측 신축이음장치(레일) 유간부족 2012년도 사업계획요청
	2012.07.13		양호	- 균열 및 박리, 파손 - 단면보수 및 재도장 실시예정
	2013.04.24		양호	- 슈편기 - 슈편기 보수

주) 시설물관리대장 자체점검자료 참조

【금성교(춘천) 점검 이력 사항】 (계속)

구분	점 검 기 간	점 검 자	상태 등급	점검결과 및 보수보강(안)
정기 점검	■ 2013.09.25	자체수행	양호	◦ 슈편기 ◦ 슈편기 보수
	■ 2014.04.14		양호	◦ 이상없음
	■ 2014.11.17		양호	◦ 이상없음
	■ 2015.05.06		양호	◦ P7 신축이음부 누수 ◦ P4-sh2, P4-sh1 녹발생 ◦ P7 코핑부 층분리 ◦ P7 신축이음부 방수처리 ◦ P4-sh2, P4-sh1 채도장 ◦ P7 코핑부 보수 ◦ S1-G2 거더 교대 유간 협착 ◦ P7 신축이음부 누수
	■ 2015.10.06		양호	◦ S1 중분대 방호벽 균열(0.2mm/0.8m, 1개소) ◦ S3 중분대 방호벽 균열(0.2mm/1.0m, 1개소) ◦ S7 중분대 방호벽 균열(0.2mm/1.0m, 2개소) ◦ 주의관찰, 방수처리, 균열보수
정밀 점검	■ 2002.10.28	자체수행	A등급	◦ 교면포장, 상판, 주형, 교좌장치, 신축이음장치, 교대, 교각
	■ 2004.11.15		A등급	◦ 이상없음
	■ 2006.08.01		A등급	◦ 양호함
	■ 2008.03.05		A등급	◦ 양호함
	■ 2010.08.22		A등급	◦ 양호함
	■ 2011.04.15	케이에스엠기술(주)	B등급	◦ 상부구조의 주요손상은 배수구 막힘, 방호벽 및 중앙분리대 균열, 박리, 철근노출, 신축이음부 부식, 후타재균열, 바닥판 데크플레이트 부식, 거더 내·외부 도장박리 및 부식이 조사됨 ◦ 하부구조의 주요손상은 받침콘크리트 균열, 박리, 교대/교각 균열, 망상균열, 박리, 박락, 철근노출, 재료분리 등이 조사됨 ◦ 표면처리, 주입보수, 단면보수, 채도장, 배수관 이음부 교체, 신축이음교체, 배수로 재시공, 철근방청, 실링 재시공 등
	■ 2012.07.26	자체수행	B등급	◦ 균열 및 망상균열, 누수흔적, 신축이음장치 유간 부족 및 후타재균열 ◦ 단면보수 및 배수구 청소
	■ 2014.04.29		B등급	◦ 양호함

주) 시설물관리대장 자체점검자료 참조

【금성교(춘천) 점검 이력 사항】 (계속)

구분	점 검 기 간	점 검 자	상태 등급	점검결과 및 보수보강(안)
정밀 안전 진단	■ 2012.04.16	비엔티엔지니어링(주)	B등급	- 교각부 시공초기 미세균열 및 망상균열 다수 발생, A1 교대부 신축이음장치 협착 - 균열주입보수, 단면보수, 강재 채도장, 신축이음장치 교체(A1)

주) 시설물관리대장 자체점검자료 참조

나. 기존 진단 실시결과

기존 정밀안전진단은 2012년04월 비엔티엔지니어링(주)에서 실시하였으며, 정밀안전진단 결과는 아래와 같다.

【금성교(부산) 정밀안전진단 결과분석】

구 분		외관조사 요약 및 검토의견	비고
외 관 조 사 결 과	바닥판	- 바닥판에 대한 외관조사 결과 현재 바닥판은 DeckPlate로 시공되어져 있어 콘크리트부에 대한 조사는 불가한 상태이며 데크플레이트에는 국부적인 부식(A=7.68㎡/31개소)이 발생한 상태이나 바닥판 누수 및 구조적 손상은 없으며 캔틸레버부에 종조인트부 우수유입에 의한 콘크리트 열화가 경미하게 발생한 상태이다. (누수 및 백태 A=24.09㎡/28개소) - 채도장 및 표면보수가 필요하다.	
	거 더 (STB)	- 주형부에 대한 외관조사 결과 전반적으로 매우 양호한 상태였으며 경미한 부식 및 도장박리 이외에 거의 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. - 강재 채도장, 지속적인 유지관리가 필요하다.	
	가로보	전반적으로 양호한 상태이며, 지속적인 유지관리가 필요하다.	
	교대 및 교각	- 하부구조에 대한 외관조사 결과 시공초기에 발생한 비구조적 미세균열이 다수 발생한 것으로 조사되었으며, (c/w=0.3mm미만 426.4m/405개소) 미세망상균열도 다수가 조사되어 이에 대한 보수가 필요할 것으로 판단된다. - 주입보수 및 표면보수, 단면보수 등이 필요하다.	
	받침장치	- 일부 강재부식, 받침몰탈 균열, 파손 등이 조사되었다. - 받침장치 채도장, 단면보수, 지속적인 유지관찰이 필요하다.	

【금성교(부산) 정밀안전진단 결과분석】 (계속)

구 분		외관조사 요약 및 검토의견				비고																						
외 관 조 사 결 과	신축이음	◦ A1교대측 신축이음장치는 현재 협착된 상태로 교체가 필요하며, 향후 교체시 받침장치에 대한 검토내용을 참고하여 교체를 시행해야 할 것으로 판단된다.																										
	교면포장	◦ 교면포장부는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나, 일부 보수부 재손상 등이 발생하였다. ◦ 보수부 재손상은 재포장과 지속적인 유지관찰이 필요하다.																										
	배수시설	◦ 배수구 막힘, 매물 등이 발생하였다. ◦ 배수구 청소와 절단 및 엘보 설치가 필요하다.																										
	방호벽 및 방음벽	◦ 방호벽에 cw=0.1~0.3mm 균열과 경미한 망상균열 등이 조사되었다. ◦ 주입보수 및 표면보수가 필요하다.																										
내구성 시험 결과	압축강도 조사	◦ 반발경도법 및 초음파법에 의한 콘크리트 강도조사 결과는 모두 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태로 조사되었다.																										
	철근배근 탐사조사	◦ 전반적으로 설계도면과 일치하나, 상부 피복두께는 20~30mm과다한 것으로 조사되었다.																										
	탄산화 시험	◦ 탄산화로 인한 콘크리트 내의 철근부식 가능성은 없는 것으로 조사되었다.																										
	염화물함 유량시험	◦ 염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없는 것으로 분석되었다.																										
강재 시험 결과	초음파 탐상 시험	◦ 구조물의 용접 상태는 양호한 것으로 평가되었다.																										
	도막 두께 측정	◦ 도막두께 측정값은 모든 위치에서 도로교 표준시방서 기준값을 상회하는 것으로 조사되어 양호한 상태로 평가되었다.																										
상태평가 결과		◦ “B” (환산점수 : 0.250)																										
안전성평가 결과		<table><tr><th colspan="2">안전성평가 수행 부재</th><th>해석방법</th><th>안전성평가 결과 요약</th><th>안전율</th><th>안전성 평가 결과</th></tr><tr><td rowspan="2">상 부 구 조</td><td>바닥판</td><td>강도설계법</td><td>◦ 최소안전율 SF=1.51</td><td>1.0이상</td><td rowspan="3">A</td></tr><tr><td>거더</td><td>허용응력 설계법</td><td>◦ 최소안전율 SF=1.07</td><td>1.0이상</td></tr><tr><td colspan="2">하부 구조</td><td>강도설계법</td><td>◦ 기둥의 단면검토 양호 SF=2.88</td><td>1.0이상</td></tr></table>					안전성평가 수행 부재		해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성 평가 결과	상 부 구 조	바닥판	강도설계법	◦ 최소안전율 SF=1.51	1.0이상	A	거더	허용응력 설계법	◦ 최소안전율 SF=1.07	1.0이상	하부 구조		강도설계법	◦ 기둥의 단면검토 양호 SF=2.88	1.0이상	
		안전성평가 수행 부재		해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성 평가 결과																					
		상 부 구 조	바닥판	강도설계법	◦ 최소안전율 SF=1.51	1.0이상	A																					
			거더	허용응력 설계법	◦ 최소안전율 SF=1.07	1.0이상																						
하부 구조		강도설계법	◦ 기둥의 단면검토 양호 SF=2.88	1.0이상																								

【금성교(부산) 정밀안전진단 결과분석】 (계속)

구 분	외관조사 요약 및 검토의견	비고
보수 · 보강방안	- 내구성 저하방지를 위해 균열보수 및 단면보수 실시 - 도장박리, 녹발생 등의 손상 발생 부위에 대해 방청 및 도장보수 실시 - 신축이음장치 교체, 배수구 청소, 절단 및 엘보 설치 등	
종합결론	- 금성교(부산)에 대한 정밀안전진단 결과 본 시설물은 공용기간(10년) 동안 구조물의 안전성에 저해되는 손상 및 결함이 없는 양호한 상태의 시설물이었으며, 구조적 안전성도 충분히 확보된 시설물로 평가되었다. 다만 구조물의 장기적인 내구성확보 및 효율적인 유지관리를 위해서는 주부재 및 보조부재에 대한 국부적인 보수가 필요할 것으로 판단된다. - 본 시설물의 상태평가 등급은 B등급, 안전성 등급은 A등급으로 종합평가등급은 B등급으로 지정하였다.	

【금성교(춘천) 정밀안전진단 결과분석】

구 분		외관조사 요약 및 검토의견	비고
외 관 조 사 결 과	바닥판	- 바닥판에 대한 외관조사 결과 현재 바닥판은 DeckPlate로 시공되어져 있어 콘크리트부에 대한 조사는 불가한 상태이며 데크플레이트에는 국부적인 부식(A=0.94㎡/5개소)이 발생한 상태이나 바닥판 누수 및 구조적 손상은 없으며 캔틸레버부에 종조인트부 우수유입에 의한 콘크리트 열화가 경미하게 발생한 상태이다. (누수 및 백태 A=3.78㎡/7개소) - 채도장 및 표면보수가 필요하다.	
	거 더 (STB)	- 주형부에 대한 외관조사 결과 전반적으로 매우 양호한 상태였으며 경미한 부식 및 도장박리 이외에 거의 손상이 없는 양호한 상태인 것으로 조사되었다. - 강재 채도장, 지속적인 유지관리가 필요하다.	
	가로보	전반적으로 양호한 상태이며, 지속적인 유지관리가 필요하다.	
	교대 및 교각	- 하부구조에 대한 외관조사 결과 시공초기에 발생한 비구조적 미세균열이 다수 발생한 것으로 조사되었으며, (c/w=0.3mm미만 392.8m/305개소) 미세망상균열도 다수가 조사되어 이에 대한 보수가 필요할 것으로 판단된다. - 주입보수 및 표면보수, 단면보수 등이 필요하다.	
	받침장치	- 강재부식, 받침몰탈 균열, 파손 등이 조사되었다. - 받침장치 채도장, 단면보수, 지속적인 유지관찰이 필요하다.	
	신축이음	A1교대측 신축이음장치는 현재 협착된 상태로 교체가 필요하며, 향후 교체시 받침장치에 대한 검토내용을 참고하여 교체를 시행해야 할 것으로 판단된다.	
	교면포장	- 교면포장부는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나, 일부 보수부 재균열 등이 발생하였다. - 부분재포장과 지속적인 유지관찰이 필요하다.	

【금성교(춘천) 정밀안전진단 결과분석】 (계속)

구 분		외관조사 요약 및 검토의견				비고																						
외 관 조 사 결 과	배수시설	◦ 전반적으로 배수는 양호한 상태이나 일부 배수관 탈락 및 설치오류로 인하여 교각부의 열화가 진행되고 있어 이에 대한 교체 및 보수가 필요할 것으로 판단된다. ◦ 배수구 청소와 절단 및 엘보 설치가 필요하다.																										
	방호벽 및 방음벽	◦ 방호벽에 cw=0.1~0.3mm 균열과 경미한 망상균열 등이 조사되었다. ◦ 주입보수 및 표면보수가 필요하다.																										
내구성 시험 결과	압축강도 조사	◦ 반발경도법 및 초음파법에 의한 콘크리트 강도조사 결과는 모두 설계기준강도를 상회하는 양호한 상태로 조사되었다.																										
	철근배근 탐사조사	◦ 전반적으로 설계도면과 일치하나, 상부 피복두께는 10~28mm과다한 것으로 조사되었다.																										
	탄산화 시험	◦ 탄산화로 인한 콘크리트 내의 철근부식 가능성은 없는 것으로 조사되었다.																										
	염화물함 유량시험	◦ 염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없는 것으로 분석되었다.																										
강재 시험 결과	초음파 탐상 시험	◦ 구조물의 용접 상태는 양호한 것으로 평가되었다.																										
	도막 두께 측정	◦ 도막두께 측정값은 모든 위치에서 도로교 표준시방서 기준값을 상회하는 것으로 조사되어 양호한 상태로 평가되었다.																										
상태평가 결과		◦ “B” (환산점수 : 0.221)																										
안전성평가 결과		<table><tr><th colspan="2">안전성평가 수행 부재</th><th>해석방법</th><th>안전성평가 결과 요약</th><th>안전율</th><th>안전성 평가 결과</th></tr><tr><td rowspan="2">상 부 구 조</td><td>바닥판</td><td>강도설계법</td><td>◦ 최소안전율 SF=1.55</td><td>1.0이상</td><td rowspan="3">A</td></tr><tr><td>거더</td><td>허용응력 설계법</td><td>◦ 최소안전율 SF=1.07</td><td>1.0이상</td></tr><tr><td colspan="2">하부 구조</td><td>강도설계법</td><td>◦ 기둥의 단면검토 양호 SF=2.884</td><td>1.0이상</td></tr></table>					안전성평가 수행 부재		해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성 평가 결과	상 부 구 조	바닥판	강도설계법	◦ 최소안전율 SF=1.55	1.0이상	A	거더	허용응력 설계법	◦ 최소안전율 SF=1.07	1.0이상	하부 구조		강도설계법	◦ 기둥의 단면검토 양호 SF=2.884	1.0이상	
안전성평가 수행 부재		해석방법	안전성평가 결과 요약	안전율	안전성 평가 결과																							
상 부 구 조	바닥판	강도설계법	◦ 최소안전율 SF=1.55	1.0이상	A																							
	거더	허용응력 설계법	◦ 최소안전율 SF=1.07	1.0이상																								
하부 구조		강도설계법	◦ 기둥의 단면검토 양호 SF=2.884	1.0이상																								
보수 · 보강방안		◦ 내구성 저하방지를 위해 균열보수 및 단면보수 실시 ◦ 도장박리, 녹발생 등의 손상 발생 부위에 대해 방청 및 도장보수 실시 ◦ 배수구 청소, 절단 및 엘보 설치 등																										

【금성교(춘천) 정밀안전진단 결과분석】 (계속)

구 분	외관조사 요약 및 검토의견	비고
종합결론	◦ 금성교(춘천)에 대한 정밀안전진단 결과 본 시설물은 공용기간(10년)동안 구조물의 안전성에 저해되는 손상 및 결함이 없는 양호한 상태의 시설물이었으며, 구조적 안전성도 충분히 확보된 시설물로 평가되었다. 다만 구조물의 장기적인 내구성확보 및 효율적인 유지관리를 위해서는 주부재 및 보조부재에 대한 국부적인 보수가 필요할 것으로 판단된다. ◦ 본 시설물의 상태평가 등급은 B등급, 안전성 등급은 A등급으로 종합평가등급은 B등급으로 지정하였다.	

2.2 보수·보강 이력

가. 금성교(부산)

금성교(부산)에 대한 보수·보강이력사항 검토 결과, 시설물정보관리 종합시스템(FMS)상에 기재된 내용은 2009년 신축이음교체가 1건이 확인되었으나, 현장조사 시 유지관리기간 동안 부분적인 보수가 시행되었던 것으로 판단된다.

【금성교(부산) 보수·보강 이력사항】

번 호	공사기간	부 위	공사내역	설계자	시공자	공사 감독	승인일
	공사구분			공사비 (천원)	책임기술자		작성자 (인)
1	2009-10-15~ 2009-11-30	신축이음	교체	임상연	(주)삼영건설		
	보수			5,000	황영식		

나. 금성교(춘천)

금성교(춘천)에 대한 보수·보강이력사항 검토 결과, 시설물정보관리 종합시스템(FMS)상에 기재된 내용은 2009년 신축이음교체가 1건이 확인되었으나, 현장조사 시 유지관리기간 동안 부분적인 보수가 시행되었던 것으로 판단된다.

【금성교(춘천) 보수·보강 이력사항】

번 호	공사기간	부 위	공사내역	설계자	시공자	공사 감독	승인일
	공사구분			공사비 (천원)	책임기술자		작성자 (인)
1	2009-06-09~ 2009-09-16	교면포장	재포장 (오버레이 등)	임상연	두산중공업(주)		
	개량			857,000	문영수		

2.3 자료분석 결과

구 분	수집 자료	자료 분석 결과	정밀안전진단 과업진행 방향
건설 관련 자료	◦ 일반보고서 ◦ 구조 및 수리계산서 ◦ 준공도면 ◦ 시공기록보고서	◦ 일반보고서 및 준공도면은 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨. ◦ 일반보고서, 준공도면, 구조계산서의 구조물 치수는 동일한 것으로 확인됨. ◦ 신축이음장치는 시공기록보고서와 관리대장상의 형식이 상이함. ◦ 구조검토 시 1996년 설계기준을 적용함	◦ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교, 검토 후 치수가 상이할 경우 안전측으로 구조계산토록 하고 도면을 재작성하며, 실측치와 동일할 경우는 준공도면을 기준으로 과업을 진행토록 함. ◦ 신축이음장치의 형식을 확인하여 관리대장과 일치하는지 확인하도록 함. ◦ 현 설계기준을 적용하여 구조검토를 실시함.
	◦ 시공 중 안전점검	◦ 시공 중 구조물에 대한 문제점은 없는 것으로 확인됨.	◦ 구조물에 대한 문제점은 없는 상태였으나, 사용 중 손상이 발생되거나 조사가 누락된 면이 있을 수 있으니 상세외관조사 시 면밀히 조사함.
유지 관리 자료	◦ 점검 및 진단 이력	◦ 바닥판 하면 균열, 망상균열, 균열 및 녹발생, 박리, 누수흔적 및 백태 ◦ STB 거더 도장박리 및 부식, 용접결함, 실링불량 ◦ 교대/교각의 균열, 망상균열, 누수흔적, 철근노출 및 녹발생, 박리, 파손, 압성토 파손 ◦ 교량받침 소울플레이트 도장박리 및 부식, 몰탈/콘크리트 균열, 들뜸, 파손, 철근노출 및 녹발생 ◦ 신축이음장치 본체 부식, 후타재 균열, 후타재 파손, 유간부족 ◦ 교면포장 아스콘 균열 및 망상균열 ◦ 내구성조사 결과 설계 값 이상으로 양호한 상태임.	◦ 점검 시 조사된 손상에 대한 사항을 상세외관조사 시 면밀히 조사하고, 추가 손상 확인, 보수여부 및 대책방안 마련. ◦ 금회 정밀안전진단이 초기자료이므로, 차후 비교, 검토 자료로 활용하여 안전성 변화 여부 확인.
	◦ 보수·보강 이력	◦ 보수·보강 이력을 검토한 결과, 본교량은 지속적인 유지관리가 진행된 것으로 평가됨.	◦ 보수·보강 이력사항에는 보수부에 대한 위치가 제시되어 있지 않으므로 보수된 손상명에 대한 사항을 상세외관조사 시 면밀히 조사함.
	◦ 기술과제 자료	◦ 기술자문 검토서를 통해 신축이음장치 유간 부족 및 협착, 바닥판 단부 균열 및 파손, 교대 파라펫부 누수, 신축이음 및 난간 방호벽 단차, 후타재 균열 및 파손에 대한 원인 분석과 대책수립 등이 검토됨.	◦ 기술자문 검토서를 참고자료로 활용하여 상세외관조사 시 면밀히 조사하고, 추가 손상확인, 보수여부 및 대책방안 마련.

3. 현장조사 및 시험

3.1 부산방향

가. 외관조사 결과요약

구 분	주요결함 및 외관조사 결과
바닥판	• 금회 진단 시 바닥판하면 손상으로는 균열, 데크 플레이트 부식, 박리 및 박락, 백태, 콘크리트 열화, 철근노출 등의 손상이 발생하였다. • 전 구간 바닥판 측면에 손상규모가 작은 백태가 발생하였으며, 이는 콘크리트 표면에 발생한 미세균열부에 외부 우수유입으로 인해 발생한 것으로 표면보수가 필요한 것으로 판단된다. 국부적으로 발생한 철근노출 및 콘크리트 열화는 콘크리트 피복두께 부족, 장기공용 증가와 반복적인 동결융해로 인해 발생한 손상으로 판단되며, 콘크리트 내구성 확보를 위해 방청을 동반한 단면보수와 일반적인 단면보수가 필요할 것으로 판단된다. • 국부적으로 발생한 박리 및 박락은 중방향 조인트부에 발생하였으며, 이는 물끓기흙 설치 시 충격으로 인해 발생한 손상으로 판단되며, 손상규모 및 범위가 경미하며, 철근노출 등의 추가적인 손상이 발생하지 않은 것으로 보아 지속적인 점검을 통해 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다. • 내측 바닥판하면은 데크 플레이트로 시공되어 있으며, 전반적으로 변형없이 양호한 상태이나, 일부 데크 플레이트 부식 등이 조사되었다. 데크 플레이트 부식은 장기공용 증가로 인해 발생한 손상으로 단면감소는 없는 것으로 확인되었으며, 발생한 부식에 대해 재도장 등 보수를 실시하기 보다는 추가적인 손상발생 여부를 지속적으로 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.
Steel Box 내부	• Steel Box Girder 내부는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나, 일부 도장박리, 강재부식, 용접불량 등의 손상이 조사되었으며, 하부플랜지 전 구간에 누수흔적과 이물질 퇴적 등이 확인되었다. 하부플랜지 발생한 누수흔적은 Splice 하단부를 통해 우수유입이 주요 원인으로 판단되며, 추후 2차적인 손상(녹발생, 강재부식)이 발생하지 않도록 실링처리가 필요할 것으로 판단된다. • S6-G1, S7-G1 좌측 복부판에 용접불량이 조사되었으며, 이는 용접 시공 시 용접전류 및 용접속도 불량, 용접작업 실수 등에 의해 발생한 것으로 판단된다. • Steel Box Girder 내부의 격벽은 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나, 일부 도장박리, 강재부식, 용접불량 등의 손상이 조사되었다. • 발생한 도장박리 및 강재부식은 장기공용 증가, 도장전 바탕처리 불량과 Splice, 하단부와 신축이음부를 통한 우수유입이 주요 원인으로 판단되며, 보수방안으로 표면처리 후 재도장이 적절할 것으로 판단된다. • S16-G2 격벽에 용접불량 1개소가 조사되었으며, 이는 용접 시공 시 용접전류 및 용접속도 불량, 용접작업 실수 등에 의해 발생한 것으로 판단된다.

구 분	주요결함 및 외관조사 결과
Steel Box 외부	- Steel Box Girder 외부에 대한 외관조사 결과 구조적인 손상은 없으나, 국부적으로 도장박리 및 강재부식, 볼트부식, 굽힘 등의 손상이 조사되었다. - 도장박리, 강재부식 및 볼트부식은 공용기간 증가로 인해 교량의 노후화 및 외부영향에 의한 열화, 도장전 바탕처리 불량 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 구조물의 내구성 확보를 위해 표면처리 후 재도장을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. - 일부 거더 복부판에서 발생한 굽힘은 공용 중 외부 충격에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 지속적인 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다. - 강 가로보 및 세로보에 대한 외관조사결과, 구조적인 손상은 없으나 도장박리 및 박락, 강재부식 등의 손상이 일부 조사되었다. - 도장박리 및 박락은 공용기간 증가로 인해 교량의 노후화 및 외부영향에 의한 열화, 도장전 바탕처리 불량 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 보수방안으로 재도장을 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다. - 발생한 강재 부식은 장기공용과 외부노출 등에 의해 발생한 손상으로 손상규모가 다소 작으나, 내구성확보를 위해 표면처리 후 재도장이 필요하다.
교대	- 교대 외관조사 결과, 교대 전면부에 발생한 손상은 균열보가 완료된 상태이나, 교대 상단, 흥벽에 일부 균열 및 망상균열, 균열 및 백태, 박리, 보수재 박리 등의 손상이 조사되었다. - 교대에 발생한 균열의 형상 및 발생 위치 등을 검토한 결과, 건조수축 및 온도변화에 의해 발생된 비구조적인 균열로 판단되며, 발생한 균열폭에 따라 0.3mm미만 균열은 표면보수, 0.3mm이상 균열은 내구성확보를 위해 주입보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. - 교대 A1 흥벽에 발생한 균열 및 백태 건조수축 및 온도변화에 의해 발생된 균열부에 우수유입으로 인해 발생한 손상으로 2차 손상이 발생하지 않도록 표면보수가 필요하며, 신축이음부 하면측으로 유도배수공 설치가 필요할 것으로 판단된다. - 교대 A2 전면부에 일부 박리(백태, 녹물동반)가 조사되었다. 발생한 박리는 장기공용 및 외부노출, 반복적인 동결융해로 발생한 손상이며, 철근부식이 진행 중인 것으로 판단되며, 내구성확보를 위해 방청을 동반한 단면보수가 필요할 것으로 판단된다. - 교대 A2 전면부에 일부 표면보수가 완료된 상태이나, 공용기간 증가에 따른 노후화, 시공 시 면처리 불량 등에 의해 보수재 박리가 조사되었다. 확인결과, 콘크리트 상태는 양호한 것으로 조사되어 현 상태를 지속적으로 유지관찰이 필요할 것이다. - 교대 A1, A2 사면은 블록 보호공이 설치되어 있으며, 설치상태는 양호한 것으로 조사되었다.

구 분	주요결함 및 외관조사 결과
교각	• 교각은 일부 기둥부 및 코핑부에 보수가 완료된 상태이나 균열 및 망상균열, 보수부 재균열, 보수재 박리, 전반적인 보수를 실시한 상태이나 균열, 망상균열, 누수흔적, 들뜸, 박락, 보수부 박리, 박리 및 박락, 백태, 재료분리, 철근노출 등의 손상이 조사되었다. • 교각에 다수 발생한 균열 및 망상균열의 형상 및 발생 위치 등을 검토한 결과, 건조수축 및 온도변화에 의해 발생한 비구조적인 균열로 판단되며, 내구성확보를 위해 균열폭 0.3mm이상의 균열에 대해 주입보수를 실시하고 균열폭 0.3mm미만 균열은 표면처리보수를 실시하는 것이 적절할 것으로 판단된다. • 일부 발생한 보수부 재균열과, 보수재 박리는 시공 중 외부영향(온도, 습도 등)과 시공미흡에 의해 추가적으로 발생한 손상으로 판단되며, 적절한 보수가 필요할 것으로 판단된다. • 시공미흡이나 공용 중 발생 가능한 국부적인 콘크리트 결함(박리 및 박락, 파손 등)이 조사되었다. 박락 및 파손 등은 공용 중 내구성 저하의 우려가 있으므로 단면보수가 요구된다. • 교각에 국부적으로 발생한 재료분리, 철근노출은 시공 시 콘크리트 다짐불량과 콘크리트 피복두께 부족에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성확보를 위해 단면보수, 방청을 동반한 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
교량받침	• 금회 교량받침 조사결과, 받침본체 점부식, 받침콘크리트 및 몰탈 균열 등의 손상이 조사되었다. • 교량 받침장치의 본체와 Soleplate에 국부적으로 점부식 및 녹발생이 조사되었다. 이는 외측면을 통한 우수유입이 가장 주요 원인으로 판단되며, 부식정도는 심한 상태가 아닌 것으로 제도장을 실시하기 보다는 지속적인 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다. • 받침콘크리트, 받침 몰탈에 발생한 균열은 건조수축에 의한 비구조적인 손상으로 판단되며, 손상정도가 경미하여 보수의 긴급성은 없으나, 내구성확보를 위해 0.3mm미만 균열은 표면보수, 0.3mm이상 균열은 주입보수가 필요할 것으로 판단된다.
신축이음	• 신축이음장치 외관조사 결과 강재부식, 후타재 균열, 이물질퇴적, 차수판 덮개 유실 등의 손상이 조사되었다. • 후타재에 발생한 균열, 건조수축 및 온도변화에 의해 발생한 비구조적인 균열로 판단되며, 발생한 균열폭에 따라 0.3mm미만 균열은 표면보수, 0.3mm이상 균열은 내구성확보를 위해 주입보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. • 발생한 신축이음장치 강재부식, 이물질퇴적은 공용기간 증가와 외부 환경적 영향에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 강재부식은 신축이음장치 사용성에 문제가 없을 것으로 지속적인 주의관찰이 필요하다. 또한 신축이음장치 유간사이의 이물질퇴적으로 인해 신축거동에 영향을 받지 않도록 주기적인 청소가 필요할 것으로 판단된다. • 교대 A1 신축이음장치에 발생한 차수판 덮개 유실은 공용기간 증가와 외부충격에 의해 발생한 손상으로 재설치를 통하여 외부 우수유입을 차단하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

구 분	주요결함 및 외관조사 결과
교면포장	• 교면포장 외관조사 결과, 전반적으로 재포장을 실시하여 양호한 상태로 조사되었으나, 일부 아스콘균열, 아스콘 망상균열, 아스콘 파손 등의 손상이 조사되었다. • 발생한 아스콘 균열은 시공이음에서 발생하였으며, 이는 교면포장 공사 시 전 구간 통제가 아닌 부분 통제하여 재포장을 실시하여 주행차량의 영향, 아스콘 품질 미흡 등에 의해 발생한 균열로 판단된다. • S7 교면포장에 발생한 아스콘 파손은 포트홀, 패임 등의 손상이 발생하여 부분재포장을 실시하였으나 다짐불량, 아스콘 품질 미흡 등에 의해 발생한 손상으로 판단된다. • 일부 발생한 아스콘 망상균열은 손상규모, 형상 등을 보아 재포장 시 온도의 영향과 아스콘 품질 미흡 등에 의해 발생한 균열로 손상크기가 경미하고 주행차량에 영향을 미칠 만한 손상은 아닌 것으로 지속적인 유지관찰이 필요할 것으로 판단된다.
배수시설	• 배수시설 외관조사 결과 균열, 부식, 배수관 지지대 파손, 막힘 등의 손상이 조사되었다. • 교면포장부 발생한 배수구 막힘은 공용기간 증가에 따른 이물질 퇴적으로 인해 발생한 손상으로 원활한 배수와 체수로 인해 차량의 주행성에 영향을 미치지 않기 위해 주기적인 청소가 필요할 것으로 판단된다. • 배수관 지지대 파손 및 부식은 공용기간 증가, 외부 우수유입, 주행차량의 진동 등으로 인해 발생한 손상으로 배수관 낙하, 2차 피해 등을 막기 위해 지지대 재설치가 필요할 것으로 판단된다.
방호벽 및 중앙분리대	• 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과 균열 및 망상균열, 박리 및 박락, 백태, 파손 등의 손상이 다수 조사되었다. • 발생한 균열과 망상균열은 건조수축 및 온도변화에 따른 콘크리트 신축으로 인하여 발생한 손상으로 판단되며, 균열 폭에 따라 0.3mm미만 균열은 표면보수, 0.3mm이상 균열은 주입보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. • 파손, 박리 및 박락 등의 손상은 온도변화에 따른 콘크리트 신축, 시공불량, 다짐불량, 표면열화 국부적인 외력의 작용으로 인하여 발생한 손상으로 판단되며, 내구성확보를 위해 단면보수가 적절할 것으로 판단된다. • 국부적으로 발생한 철근노출은 콘크리트 피복두께 부족과 콘크리트 치밀성 부족에 의해 발생한 손상으로 방청을 동반한 단면보수가 필요하다.
기타 부대시설	• 점검시설 외관조사 결과 교각 점검로 및 바닥판하면에 종방향으로 설치된 점검로는 고장상태, 강재변형 및 부식 없이 전체적으로 양호한 상태로 조사되었다. • 점검시설은 점검 시 작업자의 안전과 근접상세 조사가 가능한 시설물로서 강재변형 및 파손이 발생하지 않도록 지속적인 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.

나. 내구성조사 결과요약

시 험 명		시험부위		시험 결과	비 고
콘크리트	비파괴 강도시험 (MPa)	상부구조		27.0~33.3	• 설계기준강도(27MPa)를 상회함.
		하부구조		24.4~30.2	• 설계기준강도(24MPa)를 상회함.
	철근 탐사시험 (mm)	상부 구조	배근간격	100~300	• 전반적으로 철근배근간격 및 피복두께는 준공도면과 거의 일치함.
			피복두께	35~50	
		하부 구조	배근간격	100~252	
			피복두께	82~124	
	탄산화 잔여깊이 (mm)	상부 구조		25.0~37.0	• 상태평가 a
		하부 구조		62.0~96.0	
	염화물 함유량 시험 (kg/m³)	상부 구조		0.5771	• 상태평가 b
		하부 구조		0.0158~0.8622	• 상태평가 a~b
균열깊이 (cm)	하부 구조		5.96~6.52	• 주입보수 필요	
강재	초음파 탐상(UT)	거더 내부 (맞대기 용접부)		시험 68개소 (합격)	• 1급
	도막두께 (μm)	거더 내부		175~219	• 도막두께(175μm) 상회
		거더 외부		218~312	• 도막두께(215μm) 상회
종합 평가	■ 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 부재별로 측정 위치가 달라 다소 차이가 있지만, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. ■ 탄산화 깊이측정결과, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되어 상태등급 “a”로 판정됨. 염화물 함유량 시험결과 상부구조는 “a”로 평가되었고, 하부구조는 “a~b”로 평가됨. ■ 하부구조의 탄산화 깊이는 전차진단과 비교할 때, 다소 증가한 사유는 측정위치가 동일하지 않은 결과에 의한 편차로 판단됨. ■ 균열깊이 측정결과, 전반적으로 피복두께를 초과하여 내구성 저하 방지를 위한 주입보수가 요구됨. ■ 금회 진단결과, 비파괴 강도, 철근배근상태, 탄산화 깊이 시험결과, 대부분 양호한 수준으로 측정됨. ■ 강재에 대한 내구성 조사결과 전 개소에서 합격 판정된 것으로 나타나며, 도막두께 측정치도 측정개소 모두 기준치를 상회하는 양호한 상태인 것으로 측정됨.				

3.2 춘천방향

가. 외관조사 결과요약

구 분	주요결합 및 외관조사 결과
바닥판	• 금회 진단 시 바닥판하면 손상으로는 균열, 데크 플레이트 부식 및 변형, 박리 및 박락, 백태, 재료분리, 철근노출, 마감불량 등의 손상이 발생하였다. • S3 바닥판하면에 발생한 균열은 콘크리트가 타설되는 표면적이 큰 바닥판의 습윤 감소로 인한 콘크리트 체적변화에 따른 건조수축, 수화열에 의한 시공초기 균열로 판단되며, 균열보수인 표면보수를 실시하고 지속적인 유지관찰을 통해 재손상 발생여부 확인이 필요할 것으로 판단된다. • 내측 바닥판하면은 데크 플레이트로 시공되어 있으며, 전반적으로 양호한 상태이나 일부 데크 플레이트 변형 및 부식 등이 조사되었다. 데크 플레이트 부식은 장기공용 증가로 인해 발생한 손상으로 단면감소는 없는 것으로 확인되었으며, 변형은 데크 플레이트 설치 시 발생한 손상으로 판단된다. 발생한 변형 및 부식에 대해 채도장 등 보수를 실시하기 보다는 추가적인 손상발생 여부를 지속적으로 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다. • 바닥판하면 및 측면부에 발생한 박리 및 박락은 시공미흡이나 공용 중 반복적인 동결융해로 인해 발생한 손상으로 내구성확보를 위해 단면보수가 요구된다. • 국부적으로 발생한 재료분리 및 철근노출은 시공 시 콘크리트 다짐불량과 콘크리트 피복두께 부족에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 구조물의 내구성확보를 위해 단면보수와 방청을 동반한 단면보수가 필요한 것으로 판단된다.
Steel Box 내부	• Steel Box Girder 내부는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나, 일부 도장박리, 강재부식 및 볼트부식, 실링미처리, 이물질퇴적 등이 확인되었다. • 거더 내부에 국부적으로 발생한 도장박리 및 부식은 도장 전처리 불량과 Splice부를 통한 우수유입이 주요 원인으로 판단되며, 보수방안으로 채도장이 적절할 것으로 판단된다. • 발생한 Splice 실링재 미처리로 인해 외부에서 우수가 유입되어 도장박리, 강재부식 등을 발생시킬 수 있으므로 실링처리가 필요한 것으로 판단된다. 특히, 거더 G2 우측 복부 하단부는 우기 시 Splice 측으로 우수유입 가능성이 크며 실링처리가 요구된다. • Steel Box Girder 내부의 격벽은 전체적으로 손상없이 양호한 상태로 조사되었다. • Steel Box Girder 내부의 격벽에 지속적으로 주의관찰을 통하여 추가적인 손상 발생여부 확인이 요구된다.
Steel Box 외부	• Steel Box Girder 외부에 대한 외관조사결과, 구조적인 손상은 없으나 강재변형, 도장박리 및 박락, 강재부식, 볼트부식 등의 손상이 조사되었다. • 도장박리 및 박락, 강재부식 및 볼트부식은 공용기간 증가로 인해 교량의 노후화 및 외부영향에 의한 열화, 도장전 바탕 처리 불량 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 구조물의 내구성확보를 위해 표면처리 후 채도장을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. • 발생한 강재변형은 공용 중 발생한 손상이 아니며, 거더 제작 및 거치 시 발생한 시공불량으로 판단되며, 추가적인 손상발생 여부를 지속적인 주의관찰이 필요한 것으로 판단된다.

구 분	주요결함 및 외관조사 결과
Steel Box 외부(계속)	- 강 가로보 및 세로보에 대한 외관조사결과, 구조적인 손상은 없으나 도장박리 및 박락, 강재부식 등의 손상이 일부 조사되었다. - 도장박리 및 박락은 공용기간 증가로 인해 교량의 노후화 및 외부영향에 의한 열화, 도장 전 바탕 처리불량 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 보수방안으로 재도장을 실시하는 것이 필요할 것으로 판단된다. 가로보에 발생한 강재 부식은 장기공용과 외부노출 등에 의해 발생한 손상으로 손상규모가 다소 작으나, 내구성확보를 위해 표면처리 후 재도장이 필요하다.
교대	- 교대 외관조사 결과, 교대 전면부에 발생한 손상은 균열보가 완료된 상태이나, 교대 상단, 홍벽에 일부 균열 및 망상균열, 균열 및 백태 등의 손상이 조사되었다. - 교대에 발생한 균열의 형상 및 발생 위치 등을 검토한 결과, 건조수축 및 온도변화에 의해 발생한 비구조적인 균열로 판단되며, 발생한 균열폭에 따라 0.3mm미만 균열은 표면보수, 0.3mm이상 균열은 내구성확보를 위해 주입보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. - 교대 A1, A2 홍벽에 발생한 균열 및 백태, 백태는 건조수축 및 온도변화에 의해 발생한 균열부에 우수유입으로 인해 발생한 손상으로 2차 손상이 발생하지 않도록 표면보수가 필요하며, 신축이음부 하면측으로 유도배수공 설치가 필요할 것으로 판단된다. - 교대 사면은 블록 호보공이 설치되어 있으며, 일부 침하가 발생하였다. 이는 시공초기 지반 안정화에 의해 발생한 손상으로 지속관찰 후 진행성 여부를 판단하여 적절한 보수방안이 수립되어야 할 것으로 판단된다.
교각	- 교각은 일부 기둥부 및 코핑부에 보수가 완료된 상태이나 균열 및 망상균열, 박리 및 박락, 재료분리, 철근노출, 파손, 체수, 표면오염 등의 손상이 조사되었다. - 교각에 다수 발생한 균열 및 망상균열의 형상 및 발생 위치 등을 검토한 결과, 건조수축 및 온도변화에 의해 발생한 비구조적인 균열로 판단되며, 내구성확보를 위해 균열폭 0.3mm이상의 균열에 대해 주입보수를 실시하고 균열폭 0.3mm미만 균열은 표면처리보수를 실시하는 것이 적절할 것으로 판단된다. - 시공미흡이나 공용 중 발생 가능한 국부적인 콘크리트 결함(박리 및 박락, 파손 등)이 조사되었다. 박락 및 파손 등은 공용 중 내구성 저하의 우려가 있으므로 단면보수가 요구된다. - 교각에 국부적으로 발생한 재료분리, 철근노출은 시공 시 콘크리트 다짐불량과 콘크리트 피복두께 부족에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 내구성확보를 위해 단면보수, 방청을 동반한 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
교량받침	- 금회 교량받침 조사결과 받침본체 점부식, Soleplate 부식, 받침콘크리트 및 몰탈 균열, 망상균열, 박리 및 박락, 파손 등의 손상이 조사되었다. - 교량 받침장치의 본체와 Soleplate에 국부적으로 점부식 및 녹발생이 조사되었다. 이는 외측면을 통한 우수유입이 가장 주요 원인으로 판단되며, 부식정도는 심한 상태가 아닌 것으로 재도장을 실시하기 보다는 지속적인 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다. - 받침콘크리트, 받침 몰탈에 발생한 균열 및 망상균열은 건조수축에 의한 비구조적인 손상으로 판단되며, 손상정도가 경미하여 보수의 긴급성은 없으나, 내구성확보를 위해 0.3mm미만 균열은 표면보수, 0.3mm이상 균열은 주입보수가 필요할 것으로 판단된다. - 받침 콘크리트에 발생한 파손, 박리 및 박락은 우수유입으로 인한 반복적인 동결융해로 인한 것으로 판단되며, 내구성 확보를 위하여 단면보수가 적절할 것으로 판단된다.

구 분	주요결함 및 외관조사 결과
신축이음	• 신축이음장치 외관조사 결과 강재부식, 후타재 균열, 볼트탈락, 이물질퇴적, 차수판 덮개 유실 등의 손상이 조사되었다. • 후타재에 발생한 균열, 건조수축 및 온도변화에 의해 발생한 비구조적인 균열로 판단되며, 발생한 균열폭에 따라 0.3mm미만 균열은 표면보수, 0.3mm이상 균열은 내구성확보를 위해 주입보수를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. • 발생한 신축이음장치 강재부식, 이물질퇴적은 공용기간 증가와 외부 환경적 영향에 의해 발생한 손상으로 판단되며, 강재부식은 신축이음장치 사용성에 문제가 없을 것으로 지속적인 주의관찰이 필요하다. 또한 신축이음장치 유간사이의 이물질퇴적으로 인해 신축거동에 영향을 받지 않도록 주기적인 청소가 필요할 것으로 판단된다. • 교대 A1과 교각 P7 신축이음장치 후타재에 발생한 박리 장기적인 외부노출과 동결융해로 인해 발생한 손상으로 판단되며, 주행차량에 영향을 미치지 않도록 단면보수가 적절한 것으로 판단된다.
교면포장	• 교면포장 외관조사 결과, 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으나 일부 균열 및 망상균열, 파손, 침하 등의 손상이 조사되었다. • 발생한 균열 및 망상균열 건조수축, 온도변화 및 시공 초기 다짐미흡(온도관리) 등의 복합적인 원인에 의해 균열 이 발생한 것으로 판단된다. 이들 손상은 부분적으로 발생한 상태로 손상에 의해 차량 주행성 저하는 미미한 상태이므로 균열은 지속적인 유지관찰 후 일괄적으로 보수를 실시하는 것이 바람직한 것으로 판단된다. • S1 교면포장부에 발생한 콘크리트 파손은 중차량 통행에 의해 발생한 손상으로 차량 주행성에 영향을 미치지 않도록 단면보수가 필요할 것으로 판단된다. • S1 교면포장 접속부에서 h=5.0cm정도 침하가 발생하였다. 이는 날개벽 뒷채움 시 다짐불량, 아스콘 품질미흡, 시공불량, 온도영향 등 복합적인 원인으로 발생할 수 있는 손상이다. 현장조사 시 접속부 침하로 인해 다른 부재에 발생한 손상이 없으며 특히, 좌·우측 날개벽에 이격, 단차 등의 손상이 발생하지 않은 것으로 조사되었다.
배수시설	• 배수시설 외관조사 결과 U형 배수로 균열, 부식, 배수관 지지대 파손, 막힘 등의 손상이 조사되었다. • 교면포장부 발생한 배수구 막힘은 공용기간 증가에 따른 이물질 퇴적으로 인해 발생한 손상으로 원활한 배수와 체수로 인해 차량의 주행성에 영향을 미치지 않기 위해 주기적인 청소가 필요할 것으로 판단된다. • 배수관 지지대 탈락 및 부식은 공용기간 증가, 외부 우수유입, 주행차량의 진동 등으로 인해 발생한 손상으로 배수관 낙하, 2차 피해 등을 막기위해 지지대 재설치가 필요할 것으로 판단된다.
방호벽 및 중앙분리대	• 방호벽 및 중앙분리대 외관조사 결과 균열 및 망상균열, 박리 및 박락, 철근노출, 백태, 재료분리, 파손, 콘크리트 열화 등의 손상이 다수 조사되었다. • 발생한 균열과 망상균열은 건조수축 및 온도변화에 따른 콘크리트 신축으로 인하여 발생한 손상으로 판단되며, 균열 폭에 따라 0.3mm미만 균열은 표면보수, 0.3mm이상 균열은 주입보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

구 분	주요결합 및 외관조사 결과
방호벽 및 중앙분리대 (계속)	- 파손, 박리 및 박락, 재료분리 등의 손상은 온도변화에 따른 콘크리트 신축, 시공불량, 다짐불량, 표면열화 국부적인 외력의 작용으로 인하여 발생한 손상으로 판단되며, 내구성확보를 위해 단면보수가 적절할 것으로 판단된다. - 국부적으로 발생한 철근노출은 콘크리트 피복두께 부족과 콘크리트 치밀성 부족에 의해 발생한 손상으로 방청을 동반한 단면보수가 필요하다. - S3~S12 방호벽에 콘크리트 열화 다수 발생하였으며, 이는 외부노출, 반복적인 동결융해 등으로 인해 발생한 것으로 추가적인 손상이 발생하지 않도록 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
기타 부대시설	- 점검시설 외관조사 결과 교각 점검로 및 바닥판하면에 종방향으로 설치된 점검로는 고정상태, 강제변형 및 부식 없이 전체적으로 양호한 상태로 조사되었다. - 교대 A2 우측 날개벽 측으로 점검용 계단 설치되어 있으나, 외부충격에 의한 파손 등의 손상이 발생하였다. 점검용 계단은 교량에 미치는 영향은 작고 보수의 긴급성은 없으나, 작업자 안전성 및 편의성에 영향을 미치므로 지속적인 점검을 통해 일괄적인 보수가 필요할 것으로 판단된다.

나. 내구성조사 결과요약

시 험 명		시험부위		시험 결과	비 고
콘크리트	비파괴 강도시험 (MPa)	상부구조		27.2~35.1	• 설계기준강도(40MPa)를 상회함.
		하부구조		24.6~32.1	• 설계기준강도(24MPa)를 상회함.
	철근 탐사시험 (mm)	상부 구조	배근간격	103~278	• 전반적으로 철근배근간격 및 피복두께는 준공도면과 거의 일치함.
			피복두께	43~51	
		하부 구조	배근간격	100~268	
			피복두께	60~128	
	탄산화 잔여깊이 (mm)	상부 구조		34.0~46.0	• 상태평가 a
		하부 구조		53.0~98.0	
	염화물 함유량 시험 (kg/m³)	상부 구조		0.1064	• 상태평가 a
		하부 구조		0.2489~1.3035	• 상태평가 a~b
균열깊이 (cm)	하부 구조		6.89~7.37	• 주입보수 필요	
강재	초음파 탐상(UT)	거더 내부 (맞대기 용접부)		시험 68개소 (합격)	• 1급
	도막두께 (μm)	거더 내부		174~225	• 도막두께(175μm) 상회
		거더 외부		225~279	• 도막두께(215μm) 상회
종합평가	■ 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 부재별로 측정 위치가 달라 다소 차이가 있지만, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. ■ 탄산화 깊이측정결과, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되어 상태등급 “a” 로 판정됨. 염화물 함유량 시험결과 상부구조는 “a”로 평가되었고, 하부구조는 “a~b”로 평가됨. ■ 하부구조의 탄산화 깊이는 전차진단과 비교할 때, 다소 증가한 사유는 측정위치가 동일하지 않은 결과에 의한 편차로 판단됨. ■ 균열깊이 측정결과, 전반적으로 피복두께를 초과하여 내구성 저하 방지를 위한 주입보수가 요구됨. ■ 금회 진단결과, 비파괴 강도, 철근배근상태, 탄산화 깊이 시험결과, 대부분 양호한 수준으로 측정됨. ■ 강재에 대한 내구성 조사결과 전 개소에서 합격 판정된 것으로 나타나며, 도막두께 측정치도 측정개소 모두 기준치를 상회하는 양호한 상태인 것으로 측정됨.				

4. 시설물의 상태평가

4.1 부산방향

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 평가			
경간 번호	구조 형식	바 닥 판	거 더	가 세 로 로 보 보	포 장	배 수 시 설	난 간 연 석	신 축 이 음	교 량 받 침	하 부	기 초	탄 산 화 (상)	탄 산 화 (하)	염 화 물 (상)	염 화 물 (하)
S1	A1	Steel Box	b	a	a	a	c	c	b	b	Q	N/A	a	N/A	b
S2	P1		b	a	a	a	c	x	a	b	Q	a	a	N/A	N/A
S3	P2		b	a	b	a	a	c	x	b	Q	a	N/A	N/A	N/A
S4	P3		b	a	a	a	a	c	x	b	c	Q	N/A	N/A	N/A
S5	P4		b	a	a	a	a	c	x	b	b	Q	a	a	N/A
S6	P5		b	a	a	a	a	c	x	b	b	Q	N/A	N/A	N/A
S7	P6		c	b	a	b	a	c	x	b	b	Q	N/A	N/A	b
S8	P7		b	b	a	b	a	c	c	a	b	Q	N/A	N/A	N/A
S9	P8		a	a	b	a	a	c	x	b	b	Q	a	a	N/A
S10	P9		b	b	b	a	a	c	x	b	b	Q	N/A	N/A	N/A
S11	P10		b	b	b	a	a	c	x	b	b	Q	N/A	N/A	N/A
S12	P11		b	b	b	a	a	c	x	b	b	Q	a	N/A	N/A
S13	P12		b	b	a	a	b	c	x	b	b	Q	N/A	a	N/A
S14	P13		b	b	b	a	a	c	x	c	b	Q	N/A	N/A	N/A
S15	P14		b	b	b	a	a	c	x	b	b	Q	N/A	N/A	N/A
S16	P15		b	b	b	a	a	c	x	b	b	Q	N/A	N/A	N/A
S17	P16		b	b	b	a	b	c	x	b	b	Q	N/A	N/A	N/A
/	A2		-	-	-	-	-	c	b	b	Q	N/A	a	N/A	N/A
평균		0.206	0.165	0.153	0.106	0.188	0.235	0.400	0.200	0.211	N/A	0.160	0.100	0.200	0.133
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	2	2	2	1
(평균X가중치) /가중치합		0.037	0.033	0.008	0.007	0.006	0.005	0.036	0.018	0.042	N/A	0.003	0.002	0.004	0.001
환산결합도 점수														0.202	
상태평가 결과														B	

구분	구조형식	환산결합도 점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결합도 점수 ×연장비
금성교(부산)	Steel Box	0.202	B	830.0	1.000	0.202
합계(Σ)						
1. 환산결합도 점수						0.202
2. 상태평가 결과						B

교량명	환산결합도 점수	상태평가 결과	연장(m)	차선	길이 ×차선	연장비	환산결합도 점수 ×연장비
금성교(부산)	0.202	B	830.0	2	1,660.0	1.000	0.202
합계(Σ)			830.0		1,660.0	1.000	0.202
1. 환산결합도 점수							0.202
2. 상태평가 결과							B

4.2 춘천방향

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 평가				
경간 번호	구조 형식	바 닥 판	거 더	가 세 로 로 보 보	포 장	배수 시설	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄 산 화 (상)	탄 산 화 (하)	염 화 물 (상)	염 화 물 (하)	
S1	A1	Steel Box	a	b	a	c	b	c	c	b	b	Q	N/A	a	N/A	N/A
S2	P1		b	b	a	b	b	c	x	b	c	Q	N/A	a	N/A	N/A
S3	P2		b	b	b	b	b	c	x	b	b	Q	a	N/A	N/A	N/A
S4	P3		b	b	a	b	b	c	x	b	b	Q	a	N/A	a	N/A
S5	P4		b	b	a	b	a	c	x	b	b	Q	N/A	a	N/A	c
S6	P5		b	b	a	b	b	c	x	b	b	Q	a	N/A	N/A	N/A
S7	P6		b	b	a	b	b	c	x	b	b	Q	N/A	N/A	N/A	N/A
S8	P7		b	b	b	b	b	c	c	b	c	Q	N/A	N/A	N/A	N/A
S9	P8		b	b	b	b	b	c	x	b	b	Q	N/A	a	N/A	b
S10	P9		a	b	b	b	b	c	x	b	c	Q	N/A	N/A	N/A	N/A
S11	P10		b	b	b	b	b	b	x	b	b	Q	N/A	N/A	N/A	N/A
S12	P11		b	b	b	b	b	c	x	a	b	Q	a	N/A	N/A	N/A
S13	P12		b	b	a	b	b	b	x	b	c	Q	N/A	a	N/A	N/A
S14	P13		b	b	a	b	b	c	x	c	b	Q	N/A	N/A	N/A	N/A
S15	P14		b	b	a	c	b	c	x	b	b	Q	N/A	N/A	N/A	N/A
S16	P15		b	b	a	c	b	c	x	c	c	Q	N/A	N/A	N/A	N/A
S17	P16		b	b	a	c	b	c	x	a	b	Q	N/A	N/A	N/A	N/A
/	A2	—	—	—	—	—	—	c	b	c	Q	N/A	a	N/A	a	
평균		0.188	0.200	0.135	0.247	0.194	0.376	0.400	0.211	0.267	N/A	0.100	0.100	0.100	0.233	
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	2	2	2	1	
(평균X가중치) /가중치합		0.039	0.039	0.006	0.012	0.003	0.008	0.045	0.023	0.042	N/A	0.002	0.002	0.002	0.002	
환산결함도 점수														0.228		
상태평가 결과														B		

구분	구조형식	환산결함도 점수	상태평가 결과	연장(m)	연장비	환산결함도 점수 ×연장비
금성교(춘천)	Steel Box	0.228	B	830.0	1.000	0.228
합계(Σ)						
1. 환산결함도 점수						0.228
2. 상태평가 결과						B

교량명	환산결함도 점수	상태평가 결과	연장(m)	차선	길이 ×차선	연장비	환산결함도 점수 ×연장비
금성교(춘천)	0.228	B	830.0	2	1,660.0	1.000	0.228
합계(Σ)			830.0		1,660.0	1.000	0.228
1. 환산결함도 점수							0.228
2. 상태평가 결과							B

5. 시설물의 안전성평가

5.1 부산방향

대상시설물의 안전성평가등급은 전회 정밀안전진단에서 수행된 안전성평가 결과에 근거하여 A등급으로 결정하였으며, 안전성평가 결과를 요약하면 아래와 같다.

【금성교(부산) 안전성평가 결과】

부 재		안전율(SF)	안전성평가등급	비 고
거 더	정모멘트부 (S1~S7)	1.51	A	허용응력법
	부모멘트부 (P1~P6)	1.07	A	
바닥판	캔틸레버부	2.86	A	강도설계법
	중 양 부	1.55	A	
교 각	P6기둥(전단)	2.88	A	
시설물의 안전성평가등급			A	

5.2 춘천방향

대상시설물의 안전성평가등급은 전회 정밀안전진단에서 수행된 안전성평가 결과에 근거하여 A등급으로 결정하였으며, 안전성평가 결과를 요약하면 아래와 같다.

【금성교(춘천) 안전성평가 결과】

부 재		안전율(SF)	안전성평가등급	비 고
거 더	정모멘트부 (S1~S7)	1.51	A	허용응력법
	부모멘트부 (P1~P6)	1.07	A	
바닥판	캔틸레버부	2.86	A	강도설계법
	중 양 부	1.55	A	
교 각	P6기둥(전단)	2.88	A	
시설물의 안전성평가등급			A	

6. 종합평가 및 안전등급의 지정

6.1 종합평가

【금성교(부산, 춘천) 종합평가 결과】

구 분	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가결과 Min(상태평가, 안전성평가)
	결합도점수	결과	최소 안전율	결과	
금성교(부산)	0.202	B	1.07	A	B
금성교(춘천)	0.228	B	1.07	A	B

6.2 안전등급 지정

【금성교(부산, 춘천) 안전등급 지정】

구 분	상태평가	안전성평가	종합평가	안전등급
금성교(부산)	B	A	B	B등급
금성교(춘천)	B	A	B	B등급

7. 보수 · 보강 및 유지관리방안

7.1 보수 · 보강방안 및 개략공사비

가. 부산방향

【금성교(부산) 보수 · 보강방안 및 개략공사비】

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	박리	단면보수	5.20	7.80	m ²	210	1,638	2
	박락	단면보수	7.57	11.35	m ²	210	2,384	2
	백태	표면보수	45.47	68.20	m ²	33	2,251	3
	열화	단면보수	1.40	2.10	m ²	210	441	2
	철근노출	단면보수(방청)	6.34	9.51	m ²	240	2,282	1
거더 외부	도장박리	재도장	0.35	0.52	m ²	20	10	3
	도장박락	재도장	0.01	0.02	m ²	20	1	3
	부식	재도장	0.90	1.35	m ²	20	27	3
거더 내부	부식	재도장	1.11	1.66	m ²	20	33	3
	실링재 미처리	실링처리	120	120	ea	5	600	3
	도장박리	재도장	0.01	0.02	m ²	20	1	3
	도장열화	재도장	0.09	0.13	m ²	20	3	3
격벽	도장박리	재도장	0.06	0.09	m ²	20	2	3
	부식	재도장	0.65	0.97	m ²	20	19	3
가로보/ 세로보	도장박리	재도장	0.67	1.00	m ²	20	20	3
	도장박락	재도장	0.48	0.72	m ²	20	14	3
	부식	재도장	0.02	0.03	m ²	20	1	3
교대	균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	17.60	5.28	m ²	33	174	3
	균열(Cw=0.3mm이상)	주입보수	0.24	0.36	m	69	25	2
	망상균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	10.49	15.73	m ²	33	519	3
	균열 및 백태	표면보수	0.20	0.06	m ²	33	2	3
교각	균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	782.43	234.73	m ²	33	7,746	3
	균열(Cw=0.3mm이상)	주입보수	23.37	35.05	m	69	2,418	2
	망상균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	119.41	179.11	m ²	33	5,911	3
	박리	단면보수	26.19	39.28	m ²	210	8,249	2
	박락	단면보수	0.56	0.84	m ²	210	176	2
	파손	단면보수	0.39	0.58	m ²	210	122	2
	백태	표면보수	2.74	4.11	m ²	33	136	2
	철근노출	단면보수(방청)	0.13	0.19	m ²	240	46	1
	재료분리	단면보수	11.9	17.85	m ²	210	3,749	2

【금성교(부산) 보수·보강방안 및 개략공사비】(계속)

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
교량 받침	균열 (Cw=0.3mm미만)	표면보수	32.2	9.66	m²	33	319	3
	균열 (Cw=0.3mm이상)	주입보수	7.60	11.40	m	69	787	2
신축 이음	균열 (Cw=0.3mm미만)	표면보수	5.40	1.62	m²	33	53	3
	균열 (Cw=0.3mm이상)	주입보수	22.9	34.35	m	69	2,370	2
	이물질 퇴적	청소	9.50	1	식	20	20	3
포장면	포트홀	아스콘 팻칭	1.00	1.50	m²	15	23	2
배수 시설	배수관 탈락	재설치	3	3	ea	200	600	2
	배수관 길이부족	배수관 연결	3	3	ea	500	1,500	2
	지지대 파손	재설치	21	21	ea	200	4,200	2
	배수구 막힘	청소	3	1	식	20	20	3
방호벽/ 중분대	균열 (Cw=0.3mm미만)	표면보수	131.55	39.47	m²	33	1,303	3
	균열 (Cw=0.3mm이상)	주입보수	95.40	143.10	m	69	9,874	2
	망상균열 (Cw=0.3mm미만)	표면보수	3.60	5.40	m²	33	178	3
	파손	단면보수	0.03	0.04	m²	210	8	2
	균열 및 백태	표면보수	10.45	3.13	m²	33	103	3
	백태	표면보수	0.54	0.81	m²	33	27	3
	박리	단면보수	1.56	2.34	m²	210	491	2
	철근노출	단면보수(방청)	0.30	0.45	m²	240	108	1
순공사비 합계(천원)							60,984	
제경비(순공사비×50%)							30,492	
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					3,654	
		2순위					58,787	
		3순위					29,036	
개략공사비(천원)							91,476	

※ 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

7.2 보수·보강방안 및 개략공사비

나. 춘천방향

【금성교(춘천) 보수·보강방안 및 개략공사비】

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
바닥판 하면	균열 (Cw=0.3mm미만)	표면보수	1.20	0.36	m ²	33	12	3
	박리	단면보수	2.92	4.38	m ²	210	920	2
	박락	단면보수	2.09	3.14	m ²	210	659	2
	균열 및 백태	표면보수	8.20	2.46	m ²	33	81	3
	백태	표면보수	3.58	5.37	m ²	33	177	3
	재료분리	단면보수	0.34	0.51	m ²	210	107	2
	철근노출	단면보수(방청)	0.22	0.33	m ²	240	79	1
거더 외부	도장박리	재도장	0.46	0.69	m ²	20	14	3
	도장박락	재도장	0.81	1.22	m ²	20	24	3
	부식	재도장	3.23	4.85	m ²	20	97	3
거더 내부	도장박리	재도장	0.26	0.39	m ²	20	8	3
	부식	재도장	0.31	0.47	m ²	20	9	3
	이물질 퇴적	청소	1.00	1	식	20	20	3
	실링재 미처리	실링처리	132	132	ea	5	660	3
가로보	도장박리	재도장	0.17	0.26	m ²	20	5	3
	도장박락	재도장	0.42	0.63	m ²	20	13	3
	부식	재도장	0.04	0.06	m ²	20	1	3
교대	균열 (Cw=0.3mm미만)	표면보수	4.40	1.32	m ²	33	44	3
	균열 (Cw=0.3mm이상)	주입보수	0.80	1.20	m	210	252	2
	균열 및 백태	표면보수	1.50	0.45	m ²	33	15	3
	백태	표면보수	0.54	0.81	m ²	33	27	3
	박리	단면보수	0.10	0.15	m ²	210	32	2
	박락	단면보수	0.01	0.02	m ²	210	4	2

【금성교(춘천) 보수·보강방안 및 개략공사비】(계속)

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
교각	균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	374.77	112.43	m ²	33	3,710	3
	균열(Cw=0.3mm이상)	주입보수	70.60	105.90	m	69	7,307	2
	망상균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	377.09	565.64	m ²	33	18,666	3
	박리	단면보수	13.76	20.64	m ²	210	4,334	2
	박락	단면보수	2.26	3.39	m ²	210	712	2
	재료분리	단면보수	8.11	12.17	m ²	210	2,556	2
	철근노출	단면보수(방청)	2.24	3.36	m ²	240	806	1
	파손	단면보수	0.19	0.29	m ²	210	61	2
교량 받침	Soleplate부식	채도장	1.57	2.36	m ²	60	142	2
	균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	30.10	9.03	m ²	33	298	3
	균열(Cw=0.3mm이상)	주입보수	1.29	1.94	m	69	134	2
	망상균열(Cw=0.3mm미만)	표면보수	0.32	0.48	m ²	33	16	3
	박리	단면보수	13.30	19.95	m ²	210	4,190	2
	박락	단면보수	0.01	0.02	m ²	210	4	2
신축 이음	파손	단면보수	1.71	2.57	m ²	210	540	2
	균열(Cw=0.3mm이상)	주입보수	2.18	3.27	m	69	226	2
	박리	단면보수	0.28	0.42	m ²	210	88	2
교면 포장	이물질 퇴적	청소	4.50	1	식	20	20	3
	파손	아스콘 팻칭	0.40	0.60	m ²	50	30	3
배수 시설	부식	재설치	8	8	ea	200	1,600	2
	지지대 파손	재설치	37	37	ea	200	7,400	2
	배수관 파손	재설치	5	5	ea	200	1,000	2
	배수구 막힘	청소	1	1	식	20	20	3

【금성교(춘천) 보수·보강방안 및 개략공사비】 (계속)

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
방호벽/ 중앙 분리대	균열 (Cw=0.3mm미만)	표면보수	145.40	43.62	m²	33	1,439	3
	균열 (Cw=0.3mm이상)	주입보수	48.49	72.74	m	69	5,019	2
	망상균열 (Cw=0.3mm미만)	표면보수	0.50	0.75	m²	33	25	3
	박리	단면보수	2.49	3.74	m²	210	785	2
	박락	단면보수	1.40	2.10	m²	210	441	2
	철근노출	단면보수 (방청)	0.31	0.46	m²	240	110	1
	균열 및 백태	표면보수	39.90	11.97	m²	33	395	3
	백태	표면보수	0.02	0.03	m²	33	1	3
	재료분리	단면보수	0.15	0.23	m²	210	48	2
	파손	단면보수	0.46	0.69	m²	210	145	2
	열화	단면보수	27.50	41.25	m²	210	8,663	2
순공사비 합계 (천원)							74,191	
제경비 (순공사비×50%)							37,095	
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					1,493	
		2순위					71,054	
		3순위					38,741	
개략공사비 (천원)							111,288	

※ 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

7.2 유지관리방안

가. 중점유지관리사항

부재별 발생한 결함의 진전여부와 신규 발생유무를 주기적으로 관찰함으로서 추후 손상의 진전 및 내하력 저하 가능성을 사전에 예방하기 위하여 다음과 같은 점검이 이루어 져야 한다.

(1) 교면포장

- ◎ 포장면과 후타재 접속부 단차, 포장 시공이음부 등 확인
- ◎ 교면의 배수불량, 체수 가능성여부 확인

(2) 방호울타리

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

(3) 배수시설

- ◎ 오물퇴적으로 인한 배수구 및 배수관 막힘 여부 확인
- ◎ 배수구 덮개 및 배수관 파손 여부 확인
- ◎ 배수구 주변 배수경사 불량으로 인한 물고임 발생 여부 확인

(4) 바닥판

- ◎ 바닥판하면 철근노출 등 단면결손 발생 여부 확인
- ◎ 캔틸레버하면 균열, 백태 등 발생 여부 확인

(5) 거더

- ◎ 지간중안부 - 휨모멘트 최대부로 균열발생 빈번
- ◎ 지간 1/4 - 부등침하, 받침의 작동불량 및 온도변화에 의한 균열발생
- ◎ 받침주변부 - 반력 및 온도변화에 의한 수평력으로 손상
- ◎ 주거더 단부 - 주거더의 이동구속, 충격 등으로 인한 손상

(6) 교대 및 교각

- ◎ 교대 및 교각 균열, 파손, 철근노출 등 발생 여부 확인
- ◎ 교각 코핑부 수평전단철근 부족에 의한 균열 발생 여부 확인
- ◎ 신축이음부 누수로 인한 콘크리트 표면오염 여부 확인
- ◎ 측방유동에 의한 교대의 이동, 침하, 활동 여부 확인

(7) 교량받침

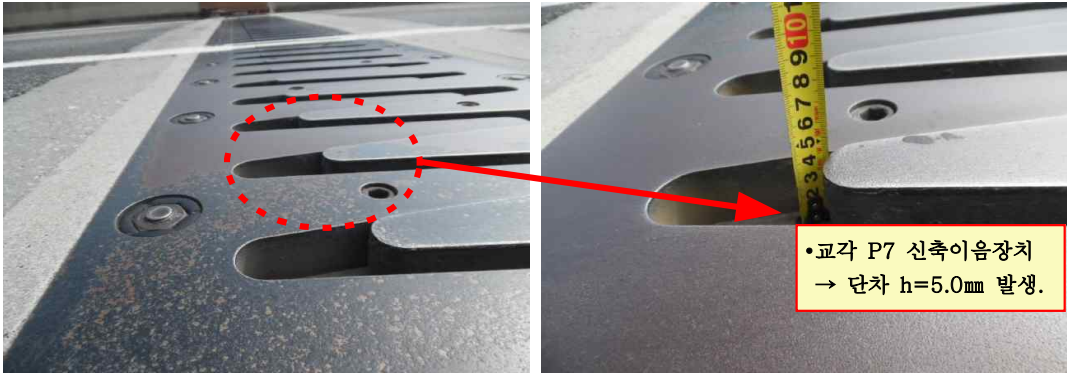
- ◎ 신축이음 누수로 인한 교량받침 부식 발생 여부 확인
- ◎ 받침 모르타르 균열 및 파손 발생 여부 확인

(8) 신축이음장치

- ◎ 파손, 누수 및 유간 오물퇴적 여부 확인
- ◎ 유간부족, 유간과다, 본체 파손 등 손상여부 확인
- ◎ 후타재의 단차, 균열 및 파손 여부 확인

나. 중점 유지관리 항목

【금성교(부산) 중점 유지관리 항목】

구 분	중점 유지관리 항목 - 신축이음장치 단차
신축이음	- 신축이음장치에 발생한 부식은 지속적인 주의관찰이 필요하며, 후타재 균열 중에 폭0.5mm 균열이 조사되었으며, 내구성확보를 위해 주입보수가 필요함. - P7 교각에 설치된 신축이음장치 본체부에서 단차 h=5.0mm 조사되었으며, 이는 신축이음설치 시 레벨 오차로 판단됨.
	
	신축이음 단차는 차량주행 중 운전자의 불편함을 줄 수 있으므로 지속적인 점검을 통해 단차의 변화 여부 확인이 필요할 것으로 판단됨.

【금성교(부산) 중점 유지관리 항목】 - 계속

구 분	중점 유지관리 항목 - 신축이음장치 단차
바닥판하면	- 내측 바닥판하면은 데크 플레이트로 시공되어 있으며, 전반적으로 변형없이 양호한 상태이나, 일부 데크 플레이트 부식 등이 조사됨. - 전 구간 바닥판 측면에 손상규모가 작은 백태, 박리 등이 발생함.
	  - 데크 플레이트 부식은 장기공용 증가로 인해 발생한 손상으로 단면감소는 없는 것으로 확인되었으며, 발생한 부식에 대해 채도장 등 보수를 실시하기 보다는 보수·보강 우선 순위로 선정하여 적극적인 유지관리가 필요함. - 바닥판 측면에 발생한 백태, 박리는 콘크리트 표면에 발생한 미세균열부에 외부 우수 유입으로 인해 발생한 것으로 표면보수가 필요한 것으로 판단됨.

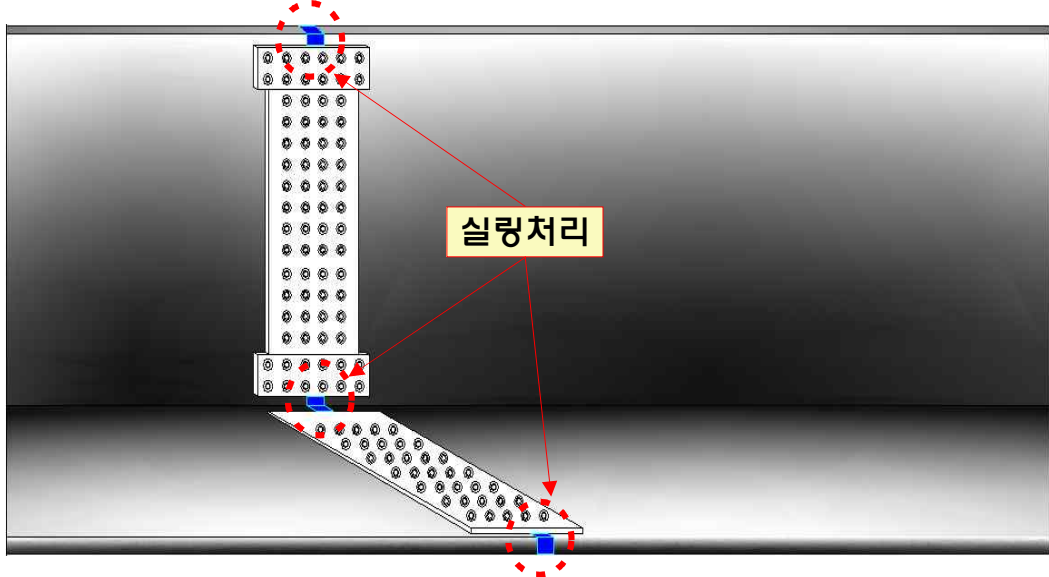
【금성교(부산) 중점 유지관리 항목】

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 후 타재, 교대 흠박, 바닥판 단부에도 2차적인 손상이 발생 할 수 있으나, 현 상태에서 추가적인 손상이 발생하지 않았으며, 단순히 신축이음장치 교체보다는 지속적인 점검을 통해 주의관찰이 필요할 것으로 판단됨.
	  신축이음장치(A1) 전경 신축이음장치(A1) 유간 측정

【금성교(춘천) 중점 유지관리 항목】

구 분	중점 유지관리 항목 - 교면포장 접속부 침하
교면포장	• S1 교면포장 접속부에서 발생한 침하(h=5.0cm)는 날개벽 뒷채움 시 다짐불량, 아스콘 품질미흡, 시공불량, 온도영향 등 복합적인 원인으로 추정됨. • 발생한 침하로 인해 현 상태에서 추가적인 손상이 발생하지 않았음.  •S1 교면포장 접속부 침하(h=5.0cm) 발생. • 추후 점검 시 지속적인 유지관찰을 통해 교대 전면 및 흉벽, 날개벽에 2차적인 손상 발생 여부확인이 필요할 것으로 판단됨.

【금성교(부산, 춘천) 중점 유지관리 항목】

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

8. 종합결론

가. 부산방향

금성교(부산)에 대하여 현장조사, 시험 및 측정, 시설물 평가를 실시한 결과, 바닥판 측면부 백태, 철근노출 및 콘크리트 열화, 종방향 조인트부에 박리 및 박락, 거더 내·외부 도장박리, 강재부식, 거더내부 하부플랜지 누수흔적, 교대 홍벽측 우수유입, 교대 전면부 박리(백태, 녹물 동반), 교각 코핑부 및 기둥에 균열(폭 0.3mm이상) 등에 대해서는 보수 후 주기적인 점검을 통한 지속적인 주위관찰이 필요한 상태이나, 교량의 전체적인 상태는 특별한 문제점이 없는 건전한 상태인 것으로 확인되었다.

특히, 교대 A1 신축이음장치는 온도변화에 따른 신축거동은 가능하나, 신축유간의 여유량이 부족한 것으로 조사되었다. 여유량 부족으로 인해 현 상태에서 2차적인 손상은 발생하지 않았으며, 신축이음장치 교체보다는 지속적인 점검을 통해 추가손상 발생여부 확인이 필요한 것으로 사료된다.

나. 춘천방향

금성교(춘천)에 대하여 현장조사, 시험 및 측정, 시설물 평가를 실시한 결과, 바닥판하면 및 측면부 박리 및 박락, 재료분리, 철근노출, 거더 내·외부 도장박리, 강재부식, 교대 홍벽측 균열 및 백태, 백태, 교각 코핑부 및 기둥에 균열(폭 0.3mm이상), 망상균열, 박리 및 박락 등에 대해서는 보수 후 주기적인 점검을 통한 지속적인 주위관찰이 필요한 상태이나, 교량의 전체적인 상태는 특별한 문제점이 없는 건전한 상태인 것으로 확인되었다.

금성교(부산, 춘천)의 조사된 결함에 대해서 제안한 공법대로 보수를 실시하고, 보수부 및 중점유지관리가 필요한 부위에 대하여 주기적인 점검 및 유지관리를 실시한다면 구조물의 안전성과 사용성 확보를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.