

I . 과업의 개요



1. 과업명

: 2016년도 중부내륙선 김천JCT(내서)등 11개교 정밀안전진단 용역

2. 과업의 목적

본 과업은 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”제 7조 및 동법 시행령 제 9조에 의한 고속도로 시설물의 정밀안전진단으로서 시설물의 물리적, 기능적 결함과 손상을 조사, 측정, 원인을 분석하여 신속하고 적절한 조치를 취하며, 상태 및 구조적 안전성, 사용성을 종합적으로 검토, 평가하여 적절한 보수.보강방법 및 유지관리방안을 수립, 고속도로 시설물의 재난예방과 안전성 확보를 통해 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

3 과업의 범위

가. 정밀안전진단

- 1) 자료수집 및 분석
- 2) 현장조사 및 시험
- 3) 상태평가
- 4) 안전성평가
- 5) 종합평가 및 안전등급 지정
- 6) 보수.보강방법 및 유지관리방안 제시
- 7) 보고서 작성 및 점검결과 전산입력

나. 수중점검 : 해당사항 없음

4. 과업수행 기간

2016. 06. 17 ~ 2016. 12. 23(착수일로부터 190일간)

5. 대상시설물의 개요

구분	구조물명	노선 (위치)	이정 (km)	연장 (m)	차로수	상부 형식	준공 년도	비고
1	김천CT교(내서,여주)	중부내륙선 경북 김천시 아포읍	114k5	120.0	3	STB	2001	
2	김천CT3교	중부내륙선 경북 김천시 아포읍	114k6	120.0	2	STB	2001	
3	선산감천교(내서,여주)	중부내륙선 경북 구미시 선산읍	119k6	540.0	2	PSCI	2001	
4	선산IC3교	중부내륙선 경북 구미시 선산읍	123k4	135.0	1	STB	2001	
5	봉곡1교(내서,여주)	중부내륙선 경북 구미시 선산읍	125k0	160.0	2	STB	2001	
6	옥성대교(내서,여주)	중부내륙선 경북 구미시 옥성면	130k8	690.0	2	PSCB	2001	
7	장천교(여주)	중부내륙선 경북 상주시 낙동면	140k7	512.0	2	PSCI	2001	

II. 정밀안전진단 요약문



제 1장 김천JCT교(내서,여주)

1. 시설물의 개요
2. 자료수집 및 분석
3. 현장조사 및 시험
4. 시설물의 상태평가
5. 시설물의 안전성평가
6. 종합평가 및 안전등급의 지정
7. 보수·보강 및 유지관리방안
8. 종합결론

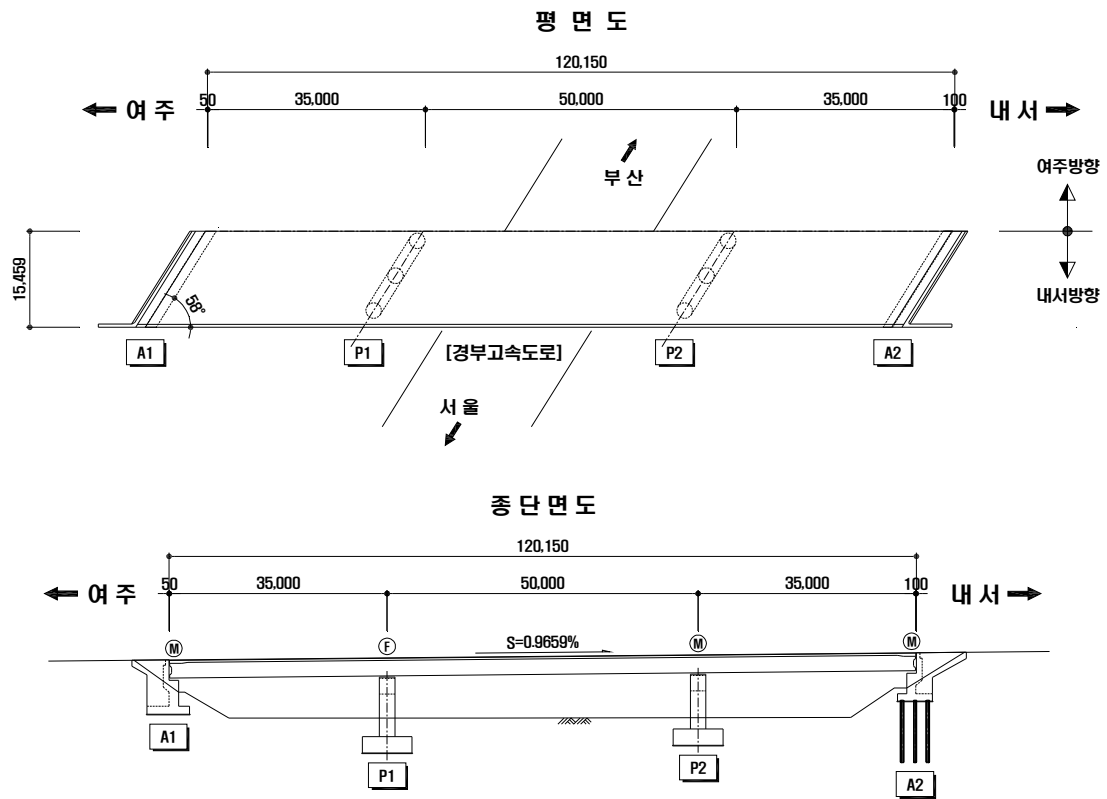
1. 시설물의 개요

1.1 내서방향

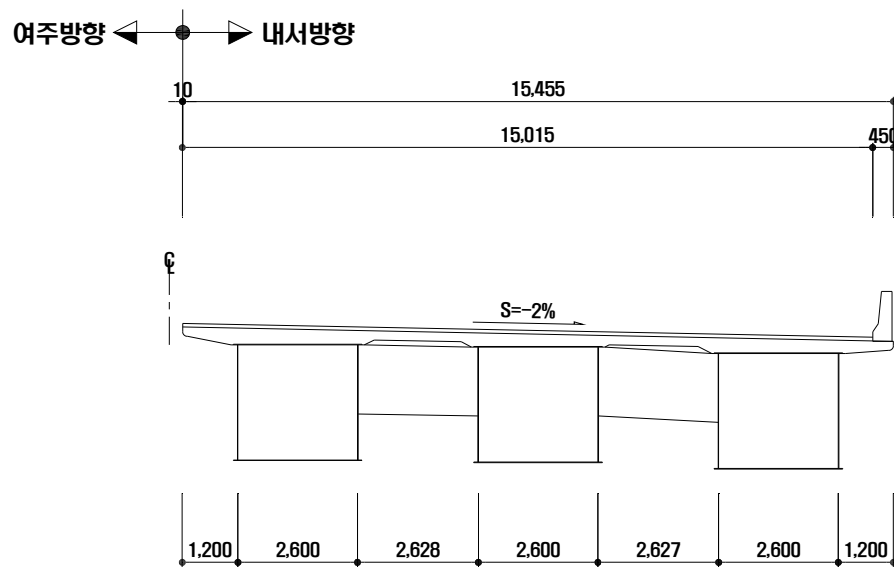
가. 시설물의 현황

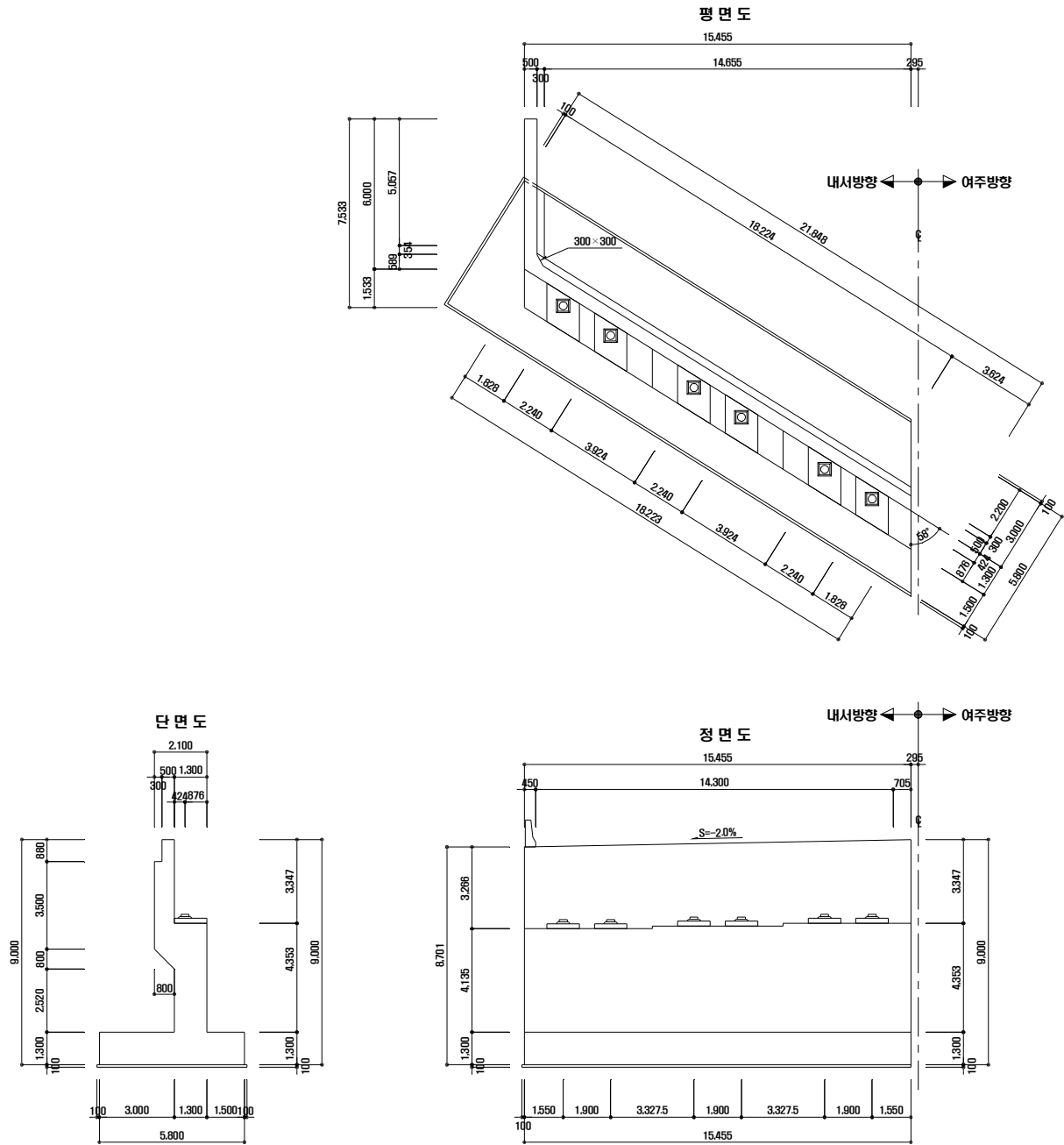
구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		김천JCT교(내서)		시설물번호		BR2001-0000363	
준공년월		2001년 12월 4일		관리번호		-	
시설물위치		경상북도 김천시 아포읍 송천리					
설계하중		DB-24, DL-24(1등급)		노선명(이정)		중부내륙선(114.5km)	
제원	연장	L = 120.150m (35.0+50.0+35.0=120.0m, 0.15m : 신축이음유간)					
	폭	B = 15.455m, 3차로(유효폭 : 15.015m)					
구조 형식	상부	Steel Box Girder		기초 형식	교대	A1 : 확대(전면)기초 A2 : 강관말뚝기초	
	하부	교대 : 역T형 교각 : 다주식 라멘			교각	확대(전면)기초	
교량받침		포트받침		신축이음		A1 : Rail Joint A2 : Rail Joint	
교차시설물		경부고속도로 횡단(S2경간)		통과높이		약 7.0 m	
설 계 사		(주)천일기술단		시 공 사		삼환기업(주),(주)신일건업	
내진설계유무		적용		관리주체		한국도로공사 대구경북본부 상주시사	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1, P2), 투석방지망(S2), 가로등					
기 타		- 사각이 있는 직선교(58°) - 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 - 보수보강 여부 : 교량받침 도장, 투석방지망 설치(S2), 후타재 보수(A2), 하자만료 전 균열보수 등 - 기타 : 경부선(서울) → 중부내륙선(내서) 합류 확장구간(3차로)					

나. 시설물 주요도면

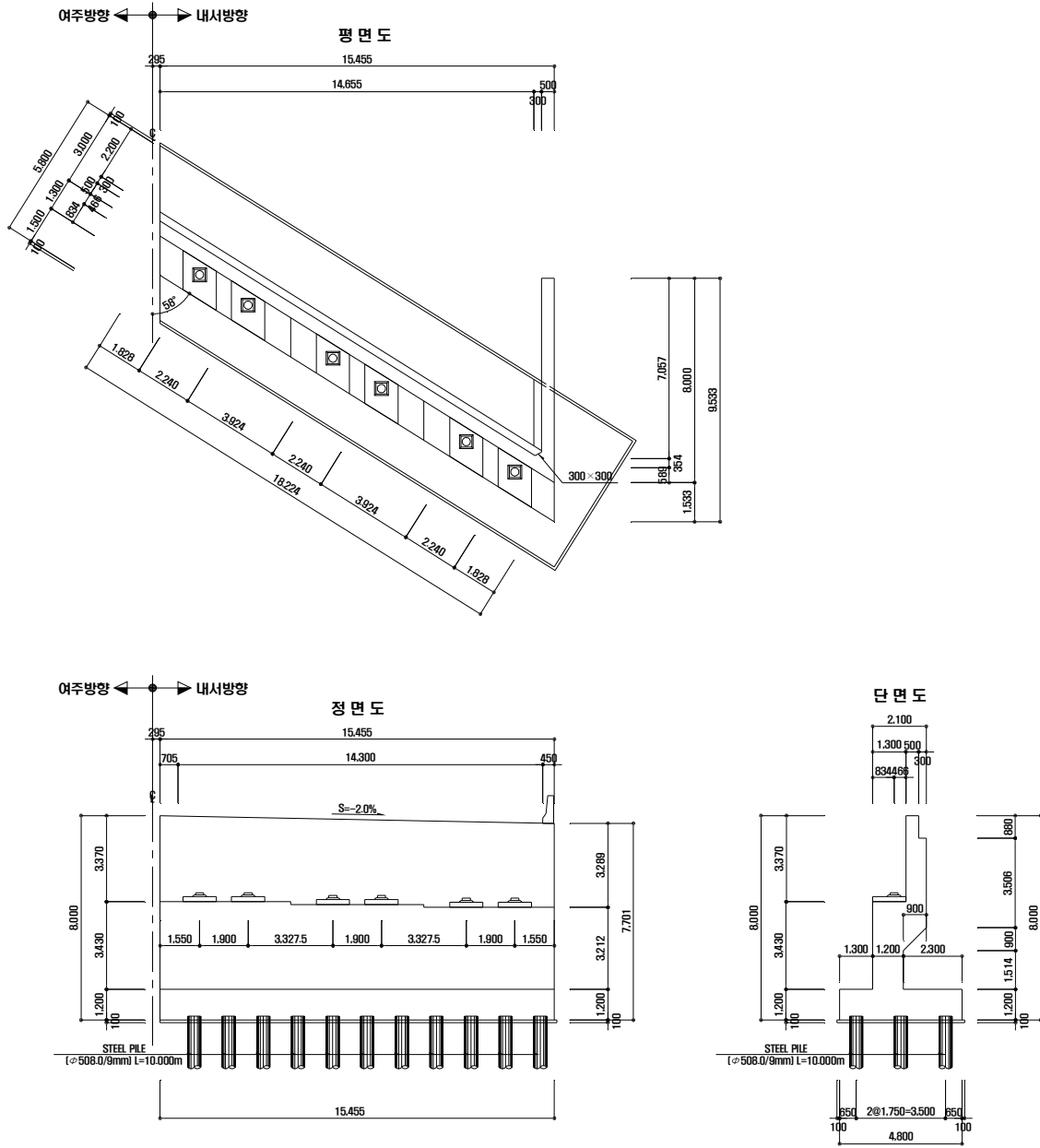


<교량의 종·평면도>

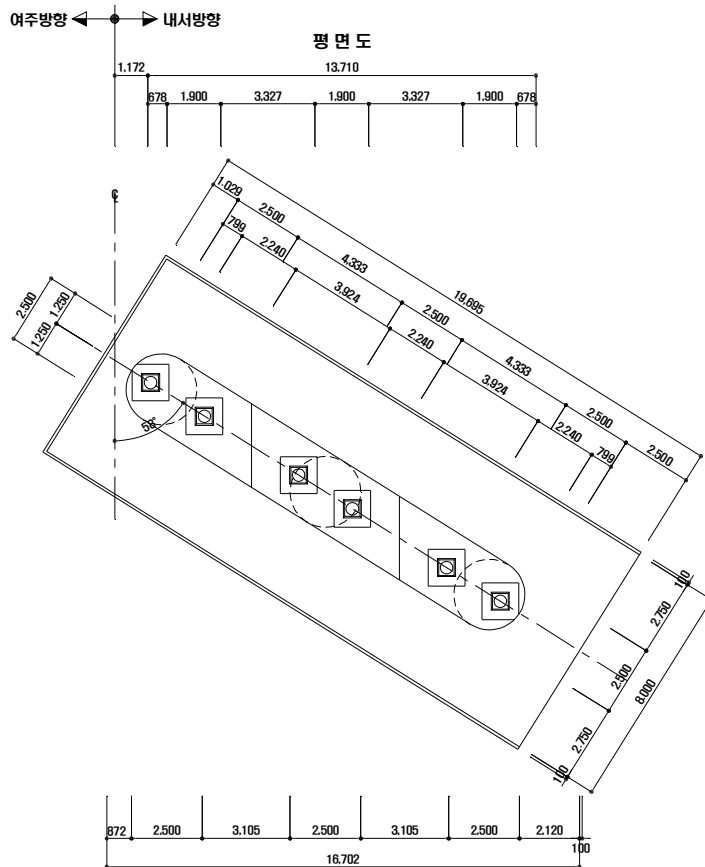




<교대(A1) 일반도>

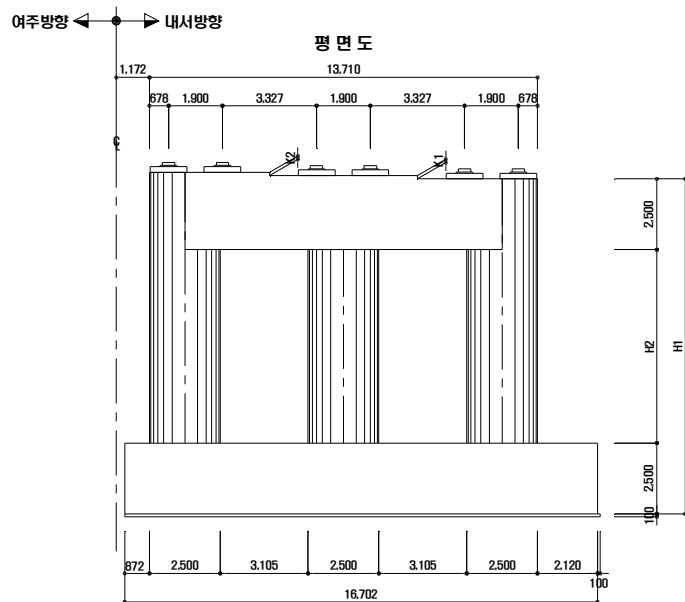


<교대(A2) 일반도>

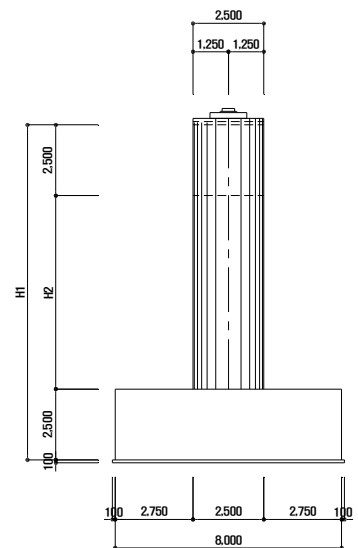


치수표

구분	P1	P2
H1	11.828	11.030
H2	6.882	6.030
K1	115	122
K2	114	122



단면도



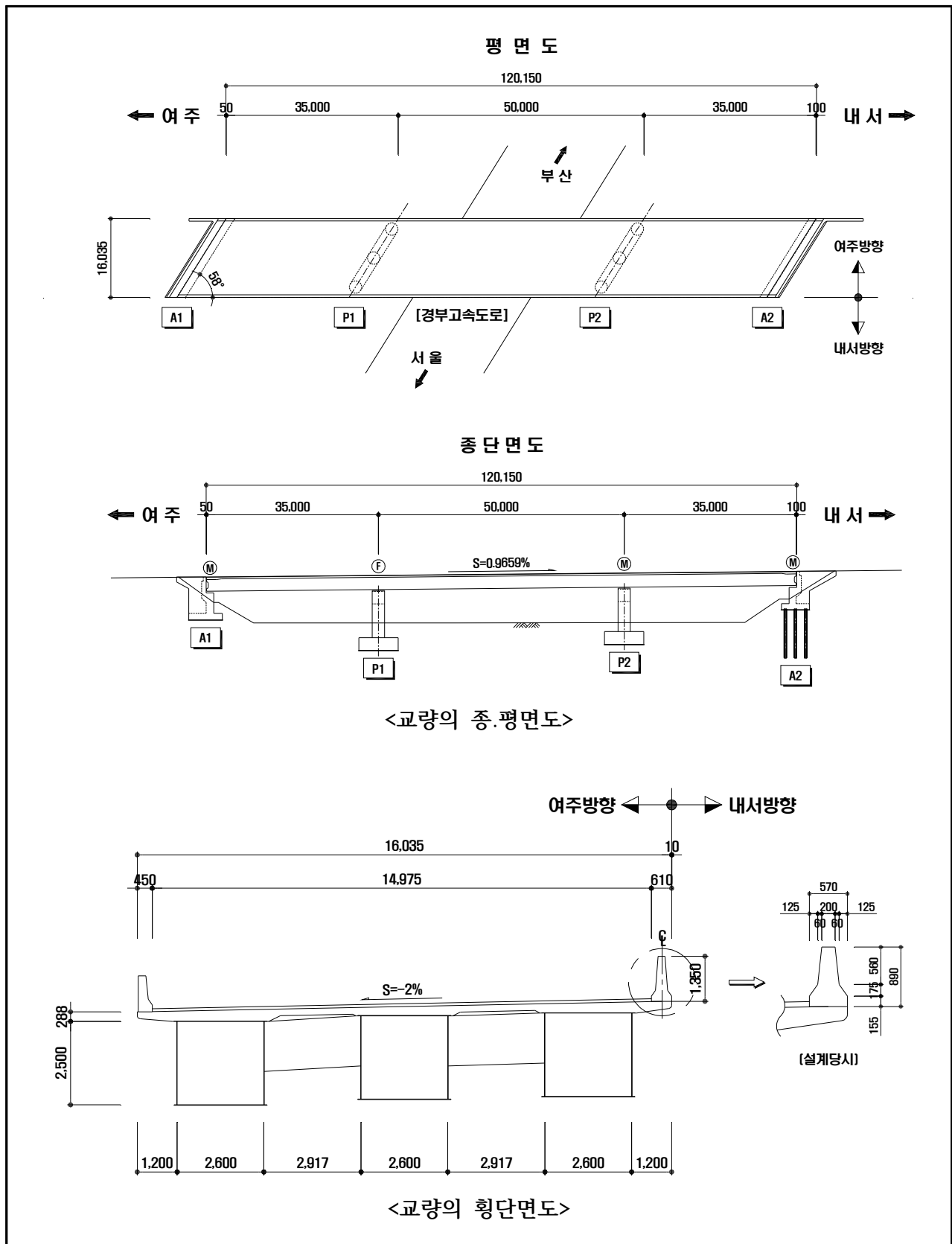
<교각 일반도>

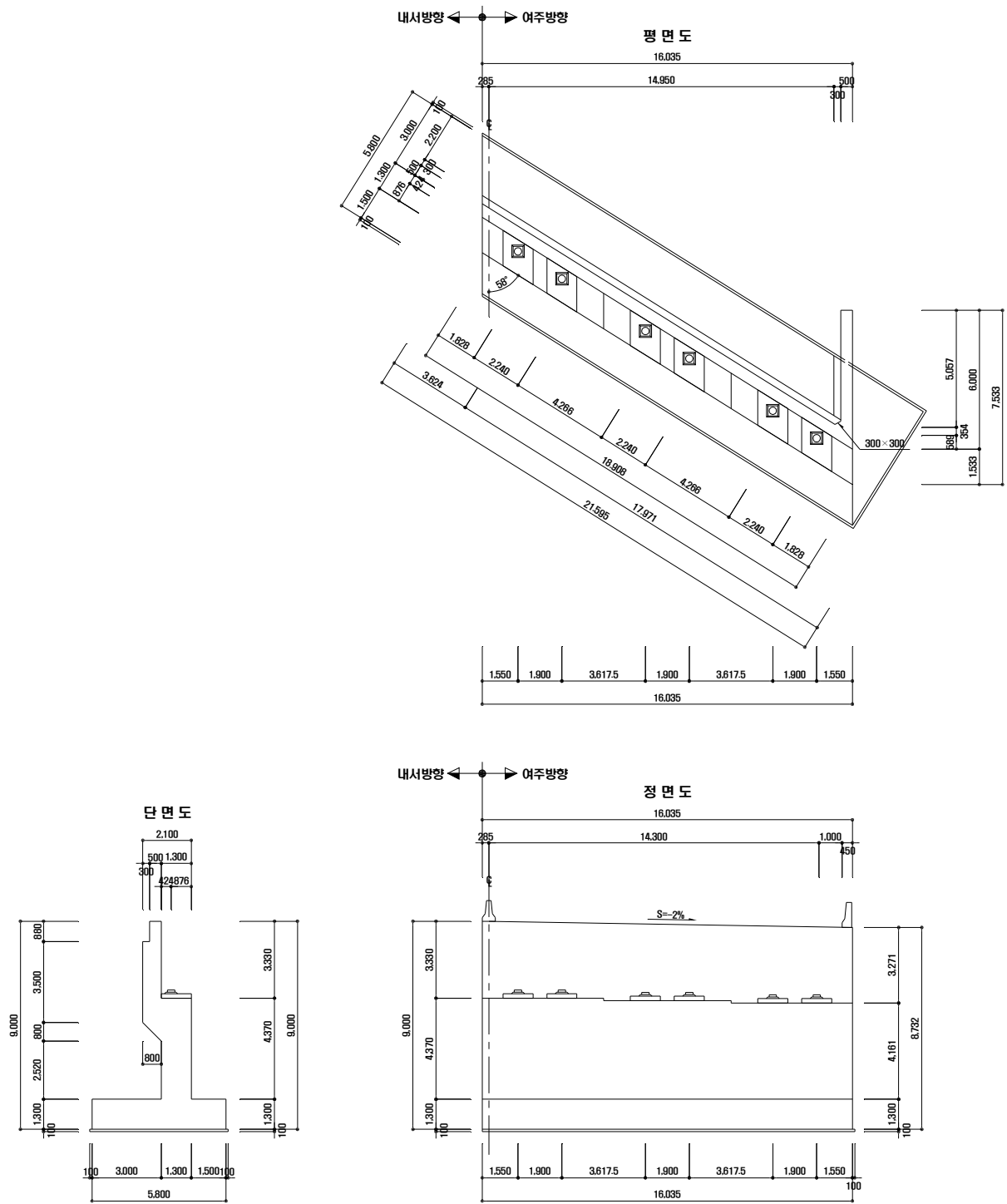
1.2 여주방향

가. 시설물의 현황

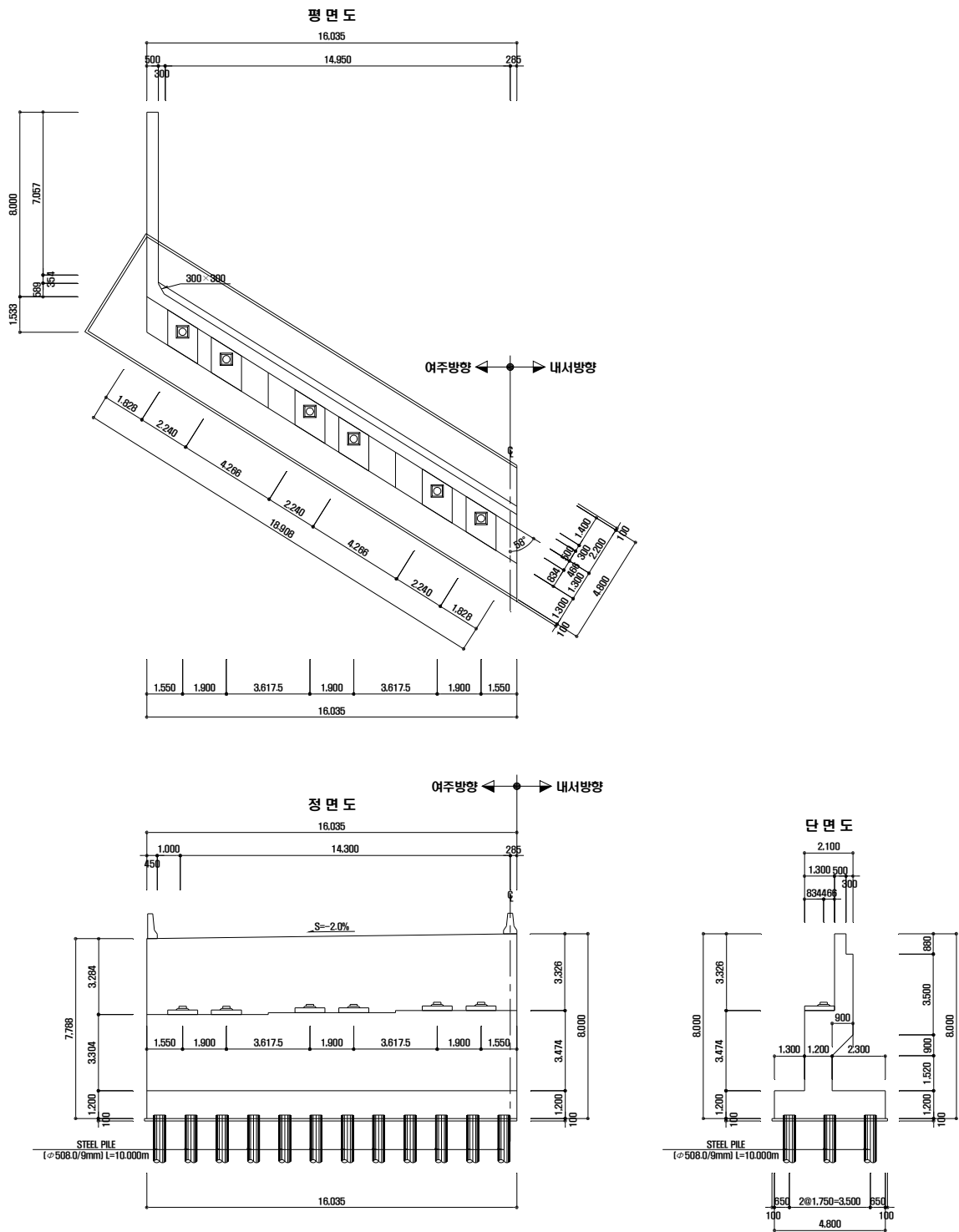
구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		김천JCT교(여주)		시설물번호		BR2001-0000364	
준공년월		2001년 12월 4일		관리번호		-	
시설물위치		경상북도 김천시 아포읍 송천리					
설계하중		DB-24, DL-24(1등급)		노선명(이정)		중부내륙선(114.5km)	
제원	연장	L = 120.150m (35.0+50.0+35.0=120.0m, 0.15m:신축이음유간)					
	폭	B = 16.035m, 3차로(유효폭 : 14.975m)					
구조 형식	상부	Steel Box Girder		기초 형식	교대	A1 : 확대(전면)기초 A2 : 강관말뚝기초	
	하부	교대 : 역T형 교각 : 다주식 라멘			교각	확대(전면)기초	
교량받침		포트받침		신축이음		A1 : New Monocell Joint A2 : Rail Joint	
교차시설물		경부고속도로 횡단(S2경간)		통과높이		약 7.0 m	
설 계 사		(주)천일기술단		시 공 사		삼환기업(주),(주)신일건설	
내진설계유무		적용		관리주체		한국도로공사 대구경북본부 상주지사	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1, P2), 투석방지망(S2), 가로등					
기 타		- 사각이 있는 직선교(58°) - 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 - 보수보강 여부 : 교면절삭 덧씌우기(전경간(2차로)), 교량받침 도장, 투석방지망 설치(S2), 신축이음장치 교체(EXP.J1), 하자만료전 균열보수 등 - 기타 : 경부선(부산) → 중부내륙선(여주) 합류 확장구간(3차로)					

나. 시설물 주요도면

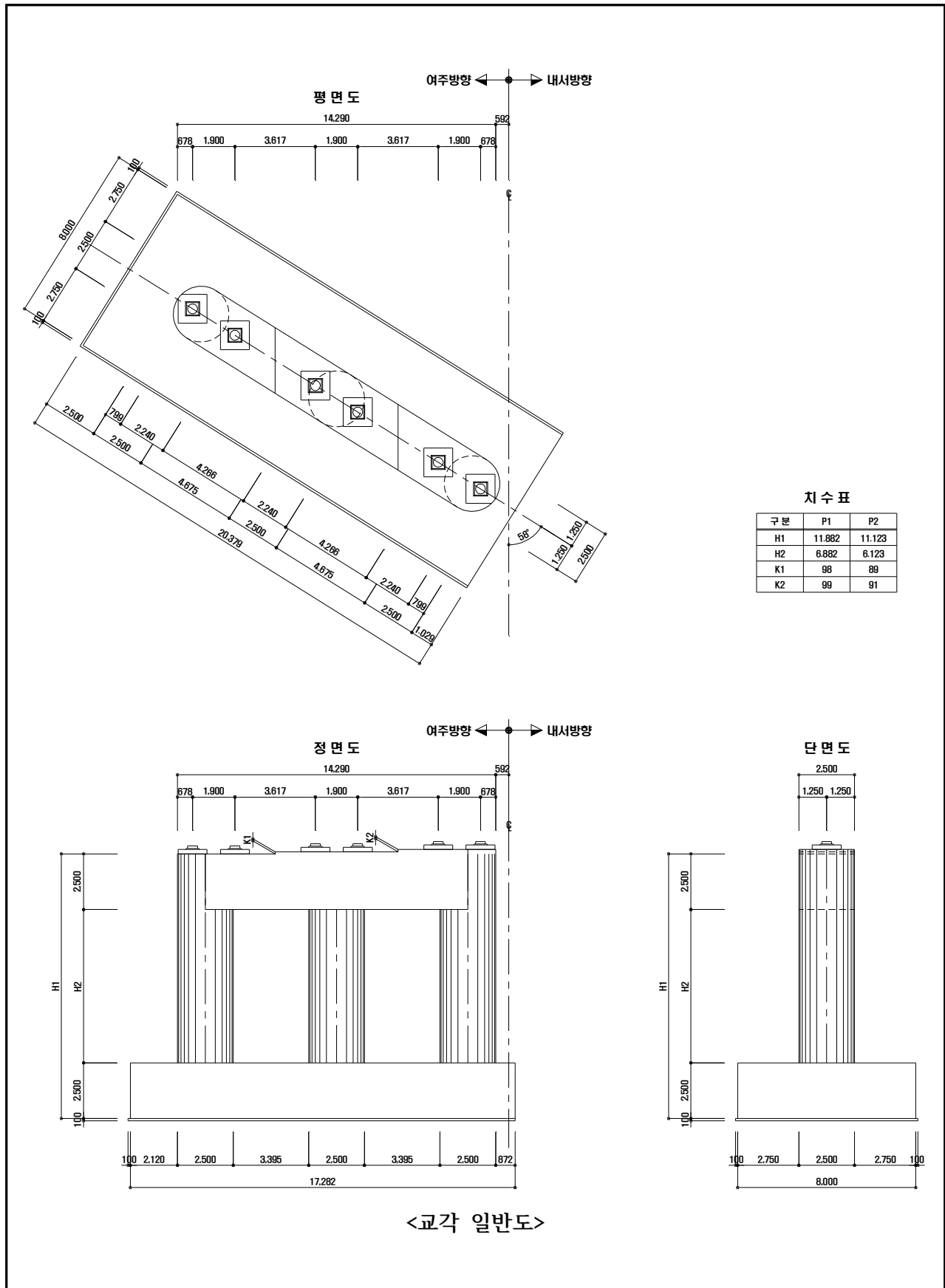




<교대(A1) 일반도>



<교대(A2) 일반도>



2. 자료수집 및 분석

2.1 보수·보강 이력

가. 내서방향

구분	공사기간	설계자	시공자	공사명	보수·보강 내용	공사금액(원)
보수	2009.03.06 ~ 2009.12.11	-	인화건설산업(주)	상주지사관내 시설물보수 연간단가 계약	• 받침도장 (교량받침:교대01~02, 12EA)	-
보수	2010.04.30 ~ 2010.05.03	-	(주)규진건설	상주지사 시설물 유지보수 연간단가 공사	• 콘크리트 세척(난간방호벽) (638.4㎡) • 투석방지망 설치 (우측 방호벽:2경간, 55.0m)	-
보수	2010.05.03 ~ 2010.12.31	-	-	상주지사 시설물 유지보수 연간단가 공사	• 기타 (배수시설:경간 03, 1EA)	8,629
보수	2011.05.02 ~ 2011.12.31	-	(주)협진건설	상주지사관내 시설물 연간단가 계약	• 후타재 보수(DS10) (신축이음장치:A2, 34.0m)	7,773,792
※ 한국도로공사 시스템 내 교량관리대장 참조('11.12. 까지) 한국시설안전공단 시설물정보관리종합시스템 참조(추가 보수·보강내역 없음)						

나. 여주방향

구분	공사기간	설계자	시공자	공사명	보수·보강 내용	공사금액(원)
보강	2007.08.27 ~ 2007.11.12	-	-	상주지사관내 교면절삭 덧씌우기 공사	• 교면절삭 덧씌우기 (전경간(2차로), 793㎡)	32,200,000
보수	2009.03.06 ~ 2009.12.11	-	인화건설산업(주)	상주지사관내 시설물보수 연간단가 계약	• 받침도장 (교량받침:교대01~02, 12EA)	-
보수	2010.04.30 ~ 2010.05.03	-	(주)규진건설	상주지사 시설물 유지보수 연간단가 공사	• 콘크리트 세척(난간방호벽) (638.4㎡) • 투석방지망 설치 (좌측 방호벽:2경간, 55.0m)	-
보수	2010.05.03 ~ 2010.12.31	-	-	상주지사 시설물 유지보수 연간단가 공사	• 기타 (배수시설:경간 01, 1EA)	8,629
보수	2011.03.01 ~ 2011.03.31	-	-	구조물 안전진단	• 기타 (신축이음장치:교대 01, 3㎡)	300,000
교체	2012년	-	배명건설	상주지사관내 교량 신축이음장치 개량	• 신축이음장치 교체 (뉴모노셀(60):교대01, 17.8m)	31,176,092
※ 한국도로공사 시스템 내 교량관리대장 참조('11. 까지) 한국시설안전공단 시설물정보관리종합시스템 참조(추가 보수·보강내역 없음)						

2.2 자료수집 및 분석 결과요약

가. 내서방향

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도면 및 구조계산서 - 구조계산서 - 구조물도 - 종합보고서 - 일반보고서	◇ 구조계산서 및 구조물도, 일반보고서는 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 동일한 것으로 확인됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교.검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행
유 지 관 리 자 료	◇ 중부내륙선 김천CT교(내서) 등 11개소 정밀안전진단 보고서 (2012.11) ◇ 보수.보강 이력 ⇒ 한국도로공사 시스템 내 교량관리대장 참조 ⇒ 한국시설안전공단 시설물 정보종합관리 시스템 참조	◇ 바닥판 캔틸레버부 전 경간에 걸쳐 철근부식 및 박락과 하부구조 A2 피복부족, 신축이음 A1,A2의 본체 및 물받이 고무재 파손이 주요손상으로 확인됨. ◇ 내구성 조사결과, 설계기준 이상으로 양호한 상태임 ◇ 받침도장(2009년) ⇒ A1~A2, 12EA ◇ 투석방지망 설치(2010년) ⇒ 2경간, 55.0m ◇ 후타재 보수(2011년) ⇒ A2, 34.0m	◇ 전회 점검결과와 금회 진단결과를 비교.검토하여 추가손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ◇ 전회 점검결과와 비교.검토하여 내구성 저하 여부 확인 ◇ 보수부 상태 확인

나. 여주방향

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도면 및 구조계산서 - 구조계산서 - 구조물도 - 종합보고서 - 일반보고서	◇ 구조계산서 및 구조물도, 일반보고서는 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 전반적으로 동일한 것으로 확인되었으나, 일부 상이한 것으로 조사됨 ◇ 중앙분리대 높이 설계당시:890mm ⇒ 현 시공상태:1350mm	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교.검토함 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 ⇒ 치수가 상이한 부재에 대해 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영함

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
유 지 관 리 자 료	◇ 중부내륙선 김천CT교(내서) 등 11개교 정밀안전진단 보고서 (2012.11) ◇ 보수.보강 이력 ⇒ 한국도로공사 시스템 내 교량관리대장 참조 ⇒ 한국시설안전공단 시설물 정보종합관리 시스템 참조	◇ 바닥판 캔틸레버부 전 경간에 걸쳐 철근부식 및 박락과 하부구조 A2 피복부족 및 균열 (cw=0.3mm이상), 받침장치와 낙교방지장치에 일 부부식, 신축이음 A2 파손 및 단차가 확인됨 ◇ 내구성 조사결과, 설계기준 이상으로 양호한 상태임 ◇ 교면절삭 덧씌우기(2007년) ⇒ 전경간(2차로), 793m² ◇ 받침도장(2009년) ⇒ A1~A2, 12EA ◇ 투석방지망 설치(2010년) ⇒ 2경간, 55.0m ◇ 후타재 보수(2011년) ⇒ A2, 34.0m ◇ 신축이음장치 교체(2012년) ⇒ 교대 01 : 17.8m	◇ 전회 점검결과와 금회 진단 결과를 비교.검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ◇ 전회 점검결과와 비교.검토하여 내구성 저하 여부 확인 ◇ 보수부 상태 확인

3. 현장조사 및 시험

3.1 내서방향

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판	• 전반적으로 양호한 상태이며, 바닥판 하면에 황균열(폭 0.2mm이하) • 우측 캔틸레버부에 누수 및 백태 발생 • 좌측 캔틸레버부(중Joint부) 전 경간에 걸쳐 철근부식 및 박락이 국부적으로 발생	• 시공초기 건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 • 공용 중 우수, 바닥판과 방호벽 시공이음부로의 노면수 유입에 의한 것으로 내구성 저하 방지를 위해 주입보수+표면보수(누수 및 백태), 단면보수(박리) 필요 • 상.하행선 종조인트부를 통한 우수 유입에 의한 것으로 내구성 저하 방지를 위해 단면보수(방청) 필요
강박스 거더	내부 • 구조적인 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이며, Pit, 언더컷, 용입부족 등의 용접결함과 용접누락 • S2,S3경간의 도장박리 • S1,S3와 S3-G2의 출입구 주변 하부플랜지에 부식 • 외측거더 현장이음부 갭(Gap)	• 시공미흡에 의한 것으로 결함 정도가 경미하여 현상유지 • 시공미흡과 도장열화에 의한 것으로 재도장 실시 • 경년열화, 신축이음장치 누수에 의한 노면수가 출입구로 유입되어 발생한 것으로 전처리 후 재도장 실시 • 씰링보수

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
강박스 거더	외부	- 거더 외측 전경간 경미한 쇼킹 - 부식, 박리	- 지속적인 주의관찰 실시 - 재도장 실시
가로보		S3 G1~G2 CB28 하면 녹발생	재도장 실시
하부구조		- 전반적으로 양호한 상태이며, A1 균열(폭 0.2mm이하) - A1, A2 균열(0.3mm 이상) - P1과 P2의 두부보 및 기둥부에 균열(폭 0.2mm이하) 및 망상균열(폭 0.2mm이하) - A1, A2 철근 노출 - A1과 A2 구체부 상면에 체수 - A2 법면보호공 경사불량 - A2 법면보호공 경미한 침하 발생	- 미세균열(폭 0.2mm이하)이며, 시공초기 건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 - 콘크리트 내구성확보 차원에 의한 주입보수 - 미세균열(폭 0.2mm이하)이며, 시공초기 건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 - 피복부쪽에 의해 공용 중 부식이 진행되어 발생한 것으로 내구성 저하 방지를 위해 단면보수(방청) 실시 ⇒ 추후에 추가손상 발생 및 진전 유무에 대해 중점유지관리 필요 - 신축이음부를 통한 노면수 유입 및 구체부 상면 경사불량에 의한 것으로 내구성확보차원으로 단면보수(방청) 실시 - 경사조절용 콘크리트 타설 - 손상 정도가 경미하여 지속적인 주의관찰 실시
교량받침		- 외관 및 가동상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 받침본체(A1, A2)와 하부볼트부식(A1, A2) - 받침본체(A1-Sh2, Sh3)에 도장박리 - A1과 P1의 무수축몰탈 균열(폭 0.2mm이하)	- 도장열화와 신축이음부를 통한 노면수 유입 및 접촉에 의한 것으로 부식부위 제거 후 재도장 실시 - 시공미흡과 도장열화에 의한 손상으로 재도장 실시 - 지속적인 주의관찰 실시
신축이음장치		상태양호	-
교면포장		- S1~S3경간의 균열 및 망상균열 - 전 경간에 경미한 소성변형 - A1 접속부에 단차	- 차량의 반복하중 및 아스콘 노후화에 의한 것으로 추후에 교면 재포장 실시 - 차량의 반복하중 및 온도에 의한 것으로 현상유지 - 차량의 반복하중 및 아스콘 노후화에 의한 것으로 신축이음 교체시 경사조정 필요
배수시설		상태양호	-
난간 및 연석		- 균열(폭 0.2mm이하) - S1~S3 균열부백태 - S2경간 철근노출, S3경간 파손	- 지속적인 주의관찰 실시 - 내구성확보차원에서 주입보수 실시 - 차량충돌 등 외부충격에 의한 손상으로 단면보수는 필요

2) 기 진단 결과와의 비교, 분석

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
바닥판	• 균열(0.2mm이하)	9.3m/14EA	9.3m/14EA	
	• 균열부 백태	-	0.6m/1EA	
	• 철근부식 및 박락, 박리	18.96m ² /4EA	18.6m ² /3EA	
	• 누수 및 백태	0.75m ² /1EA	1.6m ² /2EA	
	• 백태	-	0.70m ² /1EA	
	• 균열(0.3mm이상)	-	3.4m/2EA	
	• 박리	-	2.70m ² /4EA	
	• 박락	0.14m ² /1EA	-	
거더	• chalking	-	276m ² /3EA	
	• 부식	0.75m ² /11EA	8.22m ² /16EA	
	• 도장박리	1.44m ² /26EA	1.37m ² /33EA	
	• 갭	80EA	80EA	
	• pit	20EA	22EA	
	• 용입부족	0.01m/1EA	0.01m/1EA	
	• 용접누락	0.01m/1EA	0.01m/1EA	
가로보	• 부식	-	-	
하부구조	• 균열(0.2mm이하)	22.6m/37EA	28.98m/34EA	
	• 균열(0.3mm이상)	-	13.10m/13EA	
	• 망상균열(0.2mm이하)	7.00m ² /3EA	36.33m ² /9EA	
	• 교대보호공 경사불량	15.0m/1EA	15.0m/1EA	
	• 교대보호공 침하	2.00m ² /1EA	20.0m ² /1EA	
	• 교대보호공 함몰	-	0.75m ² /1EA	
	• 누수흔적	-	16.76m ² /11EA	
	• 박리	-	0.51m ² /1EA	
	• 식생	32.00m ² /1EA	8.00m ² /1EA	
	• 재료분리	-	0.03m ² /1EA	
	• 철근노출	0.06m ² /1EA	0.06m ² /5EA	
	• 철물노출	0.15m ² /3EA	0.26/m ² 26EA	
	• 체수	3.15m ² /3EA	11.88m ² /10EA	
교량받침	• 무수축물탈 균열(0.2mm이하)	0.4m/2EA	0.6m/5EA	
	• 받침콘크리트 균열(0.3mm이하)	-	0.50m/1EA	
	• 받침콘크리트 철물노출	-	0.01m ² /1EA	
	• 낙교방지장치 탄성패드 파손	0.16m ² /1EA	0.16m ² /1EA	
	• 낙교방지장치하부,볼트부식	0.64m ² /2EA	1.92m ² /4EA	
	• 플레이트 부식	0.42m ² /7EA	2.25m ² /9EA	
	• 플레이트 도장박리	0.08m ² /2EA	-	

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
신축이음	• 본체 고무재 파손	2.0m/2EA	-	
	• 이물질 퇴적	1.82m ² /3EA	-	
	• 물받이 고무재 파손	1.3m/5EA	-	
	• 후타재균열(0.2mm이하)	1.5m/5EA	-	
	• 후타재균열(0.3mm이상)	12.9m/13EA	-	
	• 후타재망상균열(0.2mm이하)	5.60m ² /3EA	-	
	• 후타재 박리	-	-	
	• 누수	15.5m/2EA	-	
	• 후타재망상균열(0.3mm이상)	2.00m ² /2EA	-	
교면포장	• 균열	68.4m/35EA	62.9m/25EA	
	• 소성변형	120.00m ² /6EA	126.0m ² /8EA	
	• 망상균열	3.00m ² /1EA	81.5m ² /5EA	
	• 체수	-	12.0m ² /1EA	
방호벽	• 균열(0.2mm이하)	9.5m/11EA	36.5m/59EA	
	• 균열부 백태	-	66.4m/22EA	
	• 녹물유출	-	0.22m ² /2EA	
	• 망상균열	-	3.60m ² /1EA	
	• 보수부 재균열	-	22.4m/16EA	
	• 철근노출	-	0.04m ² /1EA	
	• 층분리	-	89.0m/6EA	
	• 파손	-	0.39m ² /2EA	
	• 백태	0.04m ² /2EA	-	
진단의견	• 기점검('12년 정밀안전진단)과 비교하여 기점검시 미확인된 신규 손상이 조사되었으며, 일부 보수부를 제외한 대부분의 손상이 증가된 것으로 확인되었다. • 난간 균열은 공용기간 증가에 따른 우수 침투 등에 의해 균열부 백태로 진전된 것으로 판단된다. • 점검자의 상이한 판단기준에 의해 손상물량 및 단위는 변경되었으며, 기 손상부는 일부 보수부를 제외한 전반적인 손상이 금회 진단결과와 근사한 것으로 조사되었다.			

나. 내구성조사 결과요약

1) 금회 진단 및 기 진단 내구성조사 결과요약

시 험 명		시험부위		시험 결과		비 고
				'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
콘크리트	비파괴 강도 (MPa)	바닥판	반발경도	28.6~29.5	27.9~28.7	■ 설계기준강도를 상회함.
			초음파	28.3~31.6	29.2~30.2	
		하부	반발경도	29.5~30.1	25.1~26.4	
			초음파	27.0~29.0	24.4~27.5	
	철근탐사 (mm)	바닥판	배근간격	240.0~245.0	250.0	■ 전반적으로 설계값과 근사함.
			피복두께	37.0~40.0	50.0~65.0	
		교대	배근간격	100.0~200.0	100.0	
			피복두께	47.0~86.0	55.0~60.0	
		교각	배근간격	120.0~123.0	130.0~150.0	
			피복두께	89.0~90.0	95.0~115.0	
	탄산화 잔여깊이 (mm)	상부 구조		31.0~33.0	43.0~52.0	■ 상태평가 a
		하부 구조		34.0~66.0	46.0~69.0	■ 상태평가 a
	염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부 구조		0.046~0.138	0.113~0.127	■ 상태평가 a
하부 구조		0.046~0.115	0.143~0.172			
균열깊이 (mm)	A2 벽체		-	85.5(피복두께)	■ 철근덮개 미만으로 측정	
				72.4(균열깊이)		
				85.5(피복두께)		
				76.3(균열깊이)		
철근부식도 (mV)	A1 흥벽		-	123~180	■ 90% 이상의 확률로 철근부식의 영향 없음.	
강재	초음파 탐상(UT)	거더 내부		합격	합격	■ 1등급
	도막두께 (μm)	거더 내부		340~380	349~356	■ 적 정
		거더 외부		410~460	408~426	■ 적 정
종합 평가	■ 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. ■ 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 철근부식 우려가 없는 상태평가 기준“a”로 검토됨. ■ 균열깊이 측정결과, 철근덮개 미만으로 측정 ■ 금회 진단결과 콘크리트의 비파괴강도, 철근배근상태, 탄산화 깊이 측정결과 전 부재에서 양호한 상태로 조사됨.					

3.2 여주방향

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판		- 전반적으로 양호한 상태이며, S1경간의 바닥 판 하면에 황균열(폭 0.2mm이하) 발생 - S1경간에 폭 0.3mm이상 균열 1개소 발생 - 경미한 백태는 S1~S3경간에 넓게 분포 - 중JOINT부 및 캔틸레버부 하면, 방호벽과 바닥판 접합부에 전 경간에 걸쳐 철근부식 및 박락이 국부적으로 발생하였으며, 방호벽과 바닥판 접합부에 누수 및 박락	- 시공초기 건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 - 내구성확보 차원에 의한 주입보수 실시 - 공용 중에 발생한 손상이 아닌 시공초기 콘크리트 내부 수분 및 거푸집 탈형시 표면수에 의한 것으로 현상유지 - 좌측 캔틸레버부 측면 및 하면의 철근부식 및 박락, 누수 및 박락은 공용 중 우수, 바닥판과 방호벽 시공이음부로의 노면수 유입에 의한 것이고, 우측 캔틸레버부 하면의 철근부식 및 박락은 상.하행선 중JOINT부를 통한 우수 유입에 의한 것으로 교량하부 경부고속선으로의 위험요소 제거를 위한 단면보수(방청)(철근부식 및 박락), 좌측부는 단면보수+주입보수(누수부) 필요
강박스 거더	내부	- 구조적인 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이며, Pit 등의 용접결함 - S1-G3 하부플랜지와 S2-G1 상부플랜지에 도장박리 - S1-G2의 출입구 주변 하부플랜지에 부식 - 외측거더 현장이음부 갭	- 시공미흡에 의한 것으로 결함 정도가 경미하여 현상유지 - 시공미흡과 도장열화에 의한 것으로 재도장 실시 - 경년열화, 신축이음장치 누수에 의한 노면수가 출입구로 유입되어 발생한 것으로 전처리 후 재도장 실시 - 씰링보수
강박스 거더	외부	- 전경간 외측면에 경미한 쇼킹 - S2-G3 하부플랜지에 도장굴힘 2개소, S3-G2 하부플랜지에 도장박리 1개소 발생	- 지속적인 주의관찰 실시 - 재도장 실시
가로보		상태양호	-

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
하부구조	- 전반적으로 양호한 상태이며, A1,A2 구체 및 흙벽부에 균열(폭 0.3mm이하), A1 흙벽부에 망상균열(폭 0.2mm이하)이 1개소 발생 - P1과 P2의 두부보 및 기둥부에 균열(폭 0.2mm이하) 및 망상균열(폭 0.2mm이하) - A1과 A2 흙벽부에 철근 및 잡철물 노출 ⇒ 철근탐사시험 결과, A2 흙벽부에 철근 피복부족구간 존재	- 대부분 미세균열(폭 0.2mm이하)이며, 시공초기 건조수축에 의한 것으로 폭 0.2mm이하 균열은 지속적인 주의관찰, 폭 0.3mm이상 균열은 주입보수 실시 - 미세균열(폭 0.2mm이하)이며, 시공초기 건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 - 피복부족에 의해 공용 중 부식이 진행되어 발생한 것으로 내구성 저하 방지를 위해 피복두께 확보를 위한 단면보수(철근 피복부족), 단면보수(방청)(잡철물 및 철근 노출) 실시
교량받침	- 외관 및 가동상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 받침본체(A1, A2)와 낙교방지장치에 부식 - 받침본체(A1-Sh6)에 도장박리 - A1-Sh2의 받침콘크리트에 철근노출	- 도장열화와 신축이음부를 통한 노면수 유입 및 접촉에 의한 것으로 부식부위 제거 후 재도장 실시 - 시공미흡과 도장열화에 의한 손상으로 재도장 실시 - 단면보수(방청) 실시
신축이음장치	상태양호	-
교면포장	- S1~S2 경간 균열, S1~S3경간의 1차로에 발생한 망상균열은 균열면 주변에 골재분리 및 패임 수반 - A2 배면 접속부에 이격 및 단차 - S1~S3 경간 패임 발생	- 차량의 반복하중 및 아스콘 노후화에 의한 것으로 손상의 확대 및 내구성 저하 방지를 위해 일부구간 아스팔트 팻칭보수 필요 - 신축이음(A2)교체시 경사조정 필요 - 차량의 반복하중 및 아스콘 노후화에 의한 것으로 아스팔트 팻칭보수 필요
배수시설	상태양호	-
난간 및 연석	전 경간에서 폭 0.3mm미만 균열 및 균열부백태가 다수 발생된 것으로 조사되었으며, 층분리, 철근노출, 파손	- 방호벽과 중분대에 발생된 균열(균열부백태)은 대부분 시공초기 건조수축에 의해 발생된 손상이 공용 중 균열부 우수 유입으로 인하여 주변에 백태가 발생한 손상이며, 상기 손상은 교량의 내구성 확보를 위한 보수 필요 - 철근노출 및 파손은 차량충돌 등 외부 충격에 의한 손상으로 단면보수 필요

2) 기 진단 결과와의 비교, 분석

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
바닥판	• 균열(0.2mm이하)	1.5m/3EA	1.0m/2EA	
	• 균열(0.3mm이상)	-	0.8m/1EA	
	• 누수 및 박락	2.40m ² /2EA	1.60m ² /2EA	
	• 누수 및 백태	-	0.12m ² /1EA	
	• 박리	-	0.57m ² /3EA	
	• 백태	72.04m ² /14EA	94.47m ² /21EA	
	• 백태 및 박리	-	0.21m ² /1EA	
	• 철근노출 및 박락	-	0.02m ² /1EA	
	• 철근부식 및 박락	6.81m ² /9EA	25.41m ² /11EA	
거더	• chalking	-	276m ² /3EA	
	• 도장박리 및 굽힘/부식	0.31m ² /12EA	0.39m ² /39EA	
	• Pit	13EA	18EA	
	• 갭	80EA	80EA	
	• 누수흔적	1.63m ² /6EA	1.63m ² /6EA	
	• 도장박리	-	0.08m ² /6EA	
	• 종리브 스캘럽 부식	-	4EA	
	• 체수	-	10.00m ² /2EA	
하부구조	• 균열(0.2mm이하)	35.3m/51EA	41.1m/55EA	
	• 균열(0.3mm이상)	2.5m/2EA	7.10m/5EA	
	• 망상균열(0.2mm이하)	18.50m ² /8EA	98.32m ² /11EA	
	• 누수흔적	-	0.91m ² /1EA	
	• 들뜸(보수부)	4.00m ² /2EA	7.38m ² /3EA	
	• 박락	-	0.39m ² /1EA	
	• 박리	-	1.56m ² /2EA	
	• 배수관 지지볼트 미제거	-	4EA	
	• 식생	12.00m ² /1EA	12.00m ² /1EA	
	• 실런트 열화	-	4.50m/1EA	
	• 철근노출	0.12m ² /1EA	0.12m ² /1EA	
	• 철물노출	0.22m ² /8EA	0.92m ² /16EA	
	• 체수	-	6.50m ² /3EA	
	• 표면오염	-	0.75m ² /1EA	
	• 피복부족	15.00m ² /1EA	30.00m ² /2EA	
	• 재료분리	5.00m ² /2EA	5.00m ² /2EA	
	• 파손	-	0.01m ² /1EA	

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
받침장치	• 받침대콘크리트 균열(0.2mm이하)	-	0.20m/1EA	
	• 받침대콘크리트 철물노출	0.02m ² /1EA	0.02m ² /1EA	
	• 받침대콘크리트 파손	-	0.01m ² /1EA	
	• 플레이트 도장박리	0.34m ² /5EA	1.28m ² /11EA	
	• 낙교방지장치 볼트부식	0.24m ² /2EA	0.56m ² /2EA	
	• 받침콘크리트균열(0.2mm이하)	-	0.40m/2EA	
신축이음	• 차수덮개판 볼트,너트탈락	-	-	
	• 토사퇴적	0.40m ² /2EA	-	
	• 부식	0.40m ² /1EA	-	
	• 후타재균열(0.2mm이하)	5.0m/1EA	-	
	• 후타재균열(0.3mm이상)	24.2m/12EA	-	
	• 후타재 박리 및 파손	0.61m ² /5EA	-	
	• 후타재 망상균열	0.24m ² /1EA	-	
	• 누수	1.0m/1EA	-	
교면포장	• 균열	66.1m/38EA	49.3m/24EA	
	• 망상균열	47.50m ² /5EA	166.6m ² /10EA	
	• 포장침하 및 파손	-	0.24m ² /1EA	
	• 패임	0.61m ² /2EA	4.71m ² /7EA	
방호벽	• 균열(0.2mm이하)	-	117.2m/84EA	
	• 균열(0.3mm이상)	-	3.00m/2EA	
	• 균열부 백태	11.0m/11EA	84.0m/34EA	
	• 망상균열(0.2mm이하)	-	5.01m ² /6EA	
	• 철근노출	-	0.02m ² /2EA	
	• 층분리	-	72.3m/5EA	
	• 파손	0.12m ² /2EA	0.12m ² /2EA	
진단의견	• 기점검('12년 정밀안전진단)과 비교하여 기점검시 미확인된 신규 손상이 조사되었으며, 일부 보수부를 제외한 대부분의 손상이 증가된 것으로 확인되었다. • 난간 균열은 공용기간 증가에 따른 우수 침투 등에 의해 균열부 백태로 진전된 것으로 판단된다. • 점검자의 상이한 판단기준에 의해 손상물량 및 단위는 변경되었으며, 기 손상부는 일부 보수부를 제외한 전반적인 손상이 금회 진단결과와 근사한 것으로 조사되었다.			

나. 내구성 결과요약

1) 금회 진단 및 기 진단 내구성조사 결과요약

시 험 명		시험부위		시험 결과		비 고
				'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
콘크리트	비파괴 강도 (MPa)	바닥판	반발경도	28.4~32.6	27.7~28.7	■ 설계기준강도를 상회함.
			초음파	30.0~34.1	28.2~28.8	
		하부	반발경도	28.7~30.0	25.3~26.5	
			초음파	26.5~30.6	24.4~25.9	
	철근탐사 (mm)	바닥판	배근간격	250.0	250.0	■ 전반적으로 설계값과 근사함.
			피복두께	36.0~48.0	35.0~45.0	
		교대	배근간격	95.0, 195.0	100.0	
			피복두께	10.0, 93.0	45.0~60.0	
		교각	배근간격	120.0~125.0	135.0~140.0	
			피복두께	89.0~92.0	90.0~100.0	
	탄산화 잔여깊이 (mm)	상부 구조		36.0~38.0	31.0~34.0	■ 상태평가 a
		하부 구조		2.5~82.5	33.0~51.0	■ 상태평가 a
	염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부 구조		0.092~0.138	0.115~0.122	■ 상태평가 a
하부 구조		0.046~0.115	0.148~0.183			
균열깊이 (mm)	A2 벽체		-	85.5(피복두께)	■ 철근덮개 미만으로 측정	
				70.3(균열깊이)		
				85.5(피복두께)		
				74.5(균열깊이)		
철근부식도 (mV)	A1 흥벽		-	116~184	■ 90% 이상의 확률로 철근 부식의 영향 없음.	
강재	초음파 탐상(UT)	거더 내부		합격	합격	■ 1등급
	도막두께 (μm)	거더 내부		310~370	313~336	■ 적 정
		거더 외부		350~450	396~415	■ 적 정
종합 평가	■ 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. ■ 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 철근부식 우려가 없는 상태평가 기준“a”로 검토됨. ■ 균열깊이 측정결과, 철근덮개 미만으로 측정 ■ 금회 진단결과 콘크리트의 비파괴강도, 철근배근상태, 탄산화 깊이 측정결과 전 부재에서 양호한 상태로 조사됨.					

4. 시설물의 상태평가

4.1 내서방향

가. 시설물 전체 상태평가 결과

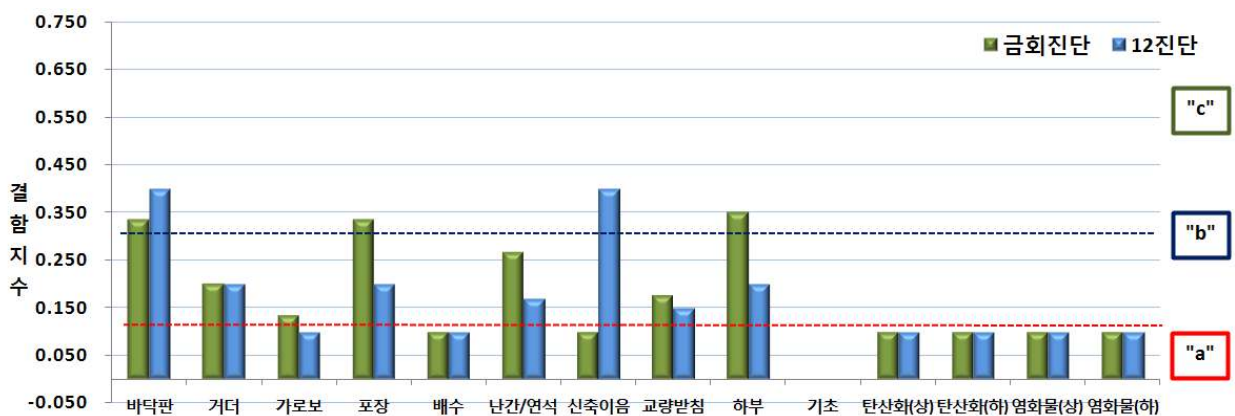
부재의분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간/ 연석	신축이 음	교량받 침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
SI(A1)	STB	b	b	a	c	a	b	a	b	c	q	a	a	x	a
S2(P1)	STB	c	b	a	c	a	c	x	b	b	q	a	a	a	x
S3(P2)	STB	c	b	b	b	a	b	x	a	c	q	a	a	x	a
A2	STB							a	b	c	q	x	a		x
평균		0.33	0.20	0.13	0.33	0.10	0.26	0.10	0.18	0.35	N/A	0.10	0.10	0.10	0.10
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	2	2	2	1
(평균X가중치)/가 중치 합		0.060	0.040	0.007	0.023	0.003	0.005	0.009	0.016	0.070	N/A	0.002	0.002	0.002	0.001
												결함도 환산점수			0.240
															B

- 결함도 범위 : $0.13 \leq \text{결함도 지수}(0.240) < 0.26$

나. 기 진단 결과와의 비교, 분석

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2012년 정밀안전진단 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상에 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 상·하부구조의 기 손상들은 국부적으로 보수가 되었으나, 공용 경과에 따른 손상이 증가되었으며, 일부 미보수된 손상 및 보수부 재손상이 발생되었다.
- 또한, 기 진단시 누락된 손상이 추가로 조사되었으며, 공용기간 경과에 따른 손상증가도 일부 확인되었으나 신축이음장치 교체등에 의해 환산결함도 점수가 0.234 $\Rightarrow$ 0.240으로 다소 증가한 것으로 분석되었다.

구 분		'12진단		금회 진단		가중치 변화요인
		등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	c	0.4	c	0.333	·캔틸레버 단부 표면손상으로 판단
	거더	b	0.2	b	0.200	·변화없음
2차부재	가로보/세로보	a	0.1	b	0.133	·가로보 하부플레이트 녹발생
기타부재	포장	b	0.2	c	0.333	·균열등 손상증가
	배수	a	0.1	a	0.100	·변화없음
	난간, 연석	b	0.17	c	0.267	·균열 등 손상증가
	신축이음	c	0.4	a	0.100	·신축이음 교체
받침	교량받침	b	0.15	b	0.180	·플레이트 부식 및 도장박리
하부구조	하부	b	0.2	c	0.350	·손상증가
	기초	-	-	-	-	
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.1	a	0.1	·변화없음
	탄산화(하부)	a	0.1	a	0.1	
	염화물(상부)	a	0.1	a	0.1	·변화없음
	염화물(하부)	a	0.1	a	0.1	
합 계		B	0.234	B	0.240	



4.2 여주방향

가. 시설물 전체 상태평가 결과

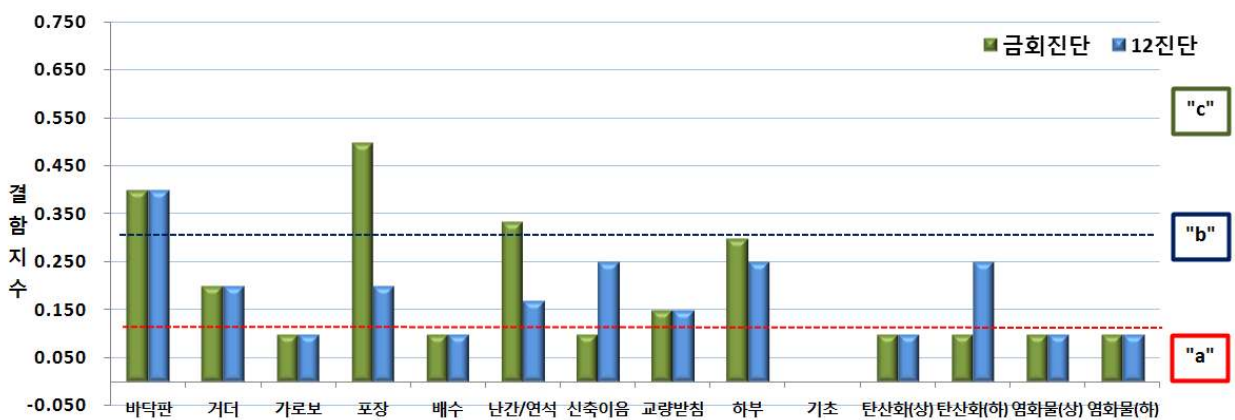
부재의분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥 판	거더	가로 보	포장	배수	난간/ 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
S1(A1)	STB	c	b	a	c	a	b	a	b	c	q	a	a	x	a
S2(P1)	STB	c	b	a	c	a	c	x	a	b	q	a	a	a	x
S3(P2)	STB	c	b	a	d	a	c	x	a	b	q	a	a	x	a
A2	STB							a	b	c	q	x	a		x
평균		0.400	0.200	0.100	0.500	0.100	0.333	0.100	0.150	0.300	N/A	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	2	2	2	1
(평균X가중치)/가 중치 합		0.072	0.040	0.005	0.035	0.003	0.007	0.009	0.014	0.060	N/A	0.002	0.002	0.002	0.001
												결함도 환산점수			0.251
															B

- 결함도 범위 : $0.13 \leq \text{결함도 지수}(0.251) < 0.26$

나. 기 진단 결과와의 비교, 분석

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2012년 정밀안전진단 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상에 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 상·하부구조의 기 손상들은 국부적으로 보수가 되었으나, 공용 경과에 따른 손상이 증가되었으며, 일부 미보수된 손상 및 보수부 재손상이 발생되었다.
- 또한, 기 진단시 누락된 손상이 추가로 조사되었으며, 공용기간 경과에 따른 손상증가도 일부 확인되었으나 신축이음장치 교체 등에 의해 환산결함도 점수가 $0.233 \Rightarrow 0.251$ 로 다소 증가한 것으로 분석되었다.

구 분		'12진단		금회 진단		가중치 변화요인
		등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	c	0.4	c	0.400	·변화없음
	거더	b	0.2	b	0.200	·변화없음
2차부재	가로보/세로보	a	0.1	a	0.100	·변화없음
기타부재	포장	b	0.2	c	0.500	·균열 등 손상증가
	배수	a	0.1	a	0.100	·변화없음
	난간, 연석	b	0.17	c	0.333	·균열, 망상균열 등 손상증가
	신축이음	b	0.25	a	0.100	·신축이음장치 교체
받침	교량받침	b	0.15	b	0.150	·변화없음
하부구조	하부	b	0.25	c	0.300	·손상증가
	기초	-	-	-	-	
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.1	a	0.100	·거의 변화없음(비교위치 다름)
	탄산화(하부)	b	0.25	a	0.100	
	염화물(상부)	a	0.1	a	0.100	·변화없음
	염화물(하부)	a	0.1	a	0.100	
합 계		B	0.233	B	0.251	



5. 안전성평가

5.1 내서방향

가. 안전성 평가결과

1) 상부구조

구 분			계산식	판정	비고
강박스거더	힘응력		$\frac{f_a}{f} = \frac{218.168}{163.250} = 1.34$	O.K	MPa
	전단응력		$\frac{f_a}{f} = \frac{110.000}{62.727} = 1.75$	O.K	MPa
	합성응력		$\left(\frac{163.021}{218.168}\right)^2 + \left(\frac{62.727}{110.000}\right)^2 = 0.884 < 1.2$	O.K	MPa
바닥판	단면 검토	캔틸레버부 (방호벽측)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{128.109}{105.124} = 1.22$	O.K	kN.m
		캔틸레버부 (중분대측)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{144.855}{132.307} = 1.09$	O.K	kN.m
		중앙부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{105.961}{76.663} = 1.38$	O.K	kN.m

2) 하부구조

구 분				계산식	판정	비고
A1	단면 검토	벽체	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{1,888.367}{799.982} = 2.361$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{783.837}{288.386} = 2.718$	O.K	kN
		흉벽	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{496.012}{198.228} = 2.502$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{457.238}{95.694} = 4.778$	O.K	kN
	안정성 검토	전도		$\frac{M_r}{M_o} (= 3.915) > 2.0$	O.K	kN.m
		활동		$\frac{H_u}{H} (= 2.054) > 1.5$	O.K	kN
		지지력		$Q_{max} (= 266.668) < 600$	O.K	kN

구 분				계산식	판정	비고
A2	단면 검토	벽체	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{1,724.555}{563.849} = 3.059$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{718.517}{229.281} = 3.134$	O.K	kN
		흉벽	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{496.012}{200.497} = 2.474$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{457.238}{96.358} = 4.745$	O.K	kN
	안정성 검토	지지력		$V_{max} (= 700.298) < R_a (= 1,087.550)$	O.K	kN
		힘응력		$f_{max} (= 132.554) < f_{sa} (= 140.000)$	O.K	MPa
		전단응력		$\tau (= 20.309) < \tau_{sa} (= 80.000)$	O.K	MPa
		수평변위		$\delta (= 5.910) < \delta_a (= 15.000)$	O.K	mm
P1	두부분	지점부	힘 모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{10,157.605}{3,372.025} = 3.012$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{4,293.139}{3,296.469} = 1.302$	O.K	kN
		중앙부	힘 모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{10,157.605}{4,684.288} = 2.168$	O.K	kN.m
	기둥 검토	교축직각방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{50,736.688}{7,257.043} = 6.991 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{29,847.776}{4,269.230} = 6.991 > 1$	O.K	kN kN.m
		교축방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{7,7302.528}{10,494.101} = 7.366 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{24,548.794}{2,636.780} = 9.310 > 1$	O.K	kN kN.m
	안정성 검토	교축 직각 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o} (= 12.775) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H} (= \infty) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{max} (= 220.601) < 600$	O.K	kN
		교축 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o} (= 22.659) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H} (= 21.813) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{max} (= 208.213) < 600$	O.K	kN

나. 내하력 평가결과

강박스거더 (허용응력법)	$\frac{f_a - f_d}{f_\ell (1 + i)} = \frac{189.711 - 82.317}{41.766} = 2.57$	DB-24 이상
바닥판 (강도설계법)	$\frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_\ell M_\ell (1 + i)} = \frac{144.855 - 1.3 \times 5.379}{2.15 \times 58.286} = 1.10$	DB-24 이상

5.2 여주방향

가. 안전성 평가결과

1) 상부구조

구 분			계산식	판정	비고
강박스거더	휨응력		$\frac{f_a}{f} = \frac{218.168}{161.668} = 1.35$	O.K	MPa
	전단응력		$\frac{f_a}{f} = \frac{110.000}{63.951} = 1.72$	O.K	MPa
	합성응력		$\left(\frac{159.993}{218.168}\right)^2 + \left(\frac{63.951}{110.000}\right)^2 = 0.876 < 1.2$	O.K	MPa
바닥판	단면 검토	캔틸레버부 (방호벽측)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{128.109}{105.124} = 1.22$	O.K	kN.m
		캔틸레버부 (중분대측)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{141.614}{92.810} = 1.53$	O.K	kN.m
		중앙부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{105.961}{84.778} = 1.25$	O.K	kN.m

2) 하부구조

구 분				계산식	판정	비고
A1	단면 검토	벽체	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{1,888.367}{801.391} = 2.356$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{783.837}{288.660} = 2.715$	O.K	kN
		홍벽	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{496.012}{196.686} = 2.522$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{457.238}{95.244} = 4.801$	O.K	kN
	안정성 검토	전도		$\frac{M_r}{M_o} (= 3.916) > 2.0$	O.K	kN.m
		활동		$\frac{H_u}{H} (= 2.055) > 1.5$	O.K	kN
		지지력		$Q_{max} (= 264.852) < 600$	O.K	kN

구 분				계산식	판정	비고
A2	단면 검토	벽체	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{1,724.555}{565.689} = 3.049$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{718.517}{229.683} = 3.128$	O.K	kN
		홍벽	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{496.012}{196.601} = 2.523$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{457.238}{95.219} = 4.802$	O.K	kN
	안정성 검토	지지력		$V_{max} (= 663.389) < R_a (= 1,113.956)$	O.K	kN
		휨응력		$f_{max} (= 125.935) < f_{sa} (= 140.000)$	O.K	MPa
		전단응력		$\tau (= 19.344) < \tau_{sa} (= 80.000)$	O.K	MPa
		수평변위		$\delta (= 5.629) < \delta_a (= 15.000)$	O.K	mm
P1	두부보	지점부	휨 모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{9,257.294}{3,024.741} = 3.061$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{3,919.184}{3,539.322} = 1.107$	O.K	kN
		중앙부	휨 모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{9,257.294}{4,600.193} = 2.012$	O.K	kN.m
	기둥 검토	교축직각방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{50,366.217}{7,459.129} = 6.752 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{29,954.923}{4,436.260} = 6.752 > 1$	O.K	kN kN.m
		교축방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{7,7302.528}{10,778.245} = 7.172 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{24,631.142}{2,735.900} = 9.003 > 1$	O.K	kN kN.m
	안정성 검토	교축 직각 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o} (= 10.513) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H} (= 54.582) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{max} (= 229.481) < 600$	O.K	kN
		교축 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o} (= 22.792) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H} (= 21.598) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{max} (= 207.625) < 600$	O.K	kN

나. 내하력 평가결과

강박스거더 (허용응력법)	$\frac{f_a - f_d}{f_\ell (1 + i)} = \frac{189.711 - 90.736}{32.968} = 3.00$	DB-24 이상
바닥판 (강도설계법)	$\frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_\ell M_\ell (1 + i)} = \frac{105.961 - 1.3 \times 6.424}{2.15 \times 35.547} = 1.28$	DB-24 이상

6. 종합평가 및 안전등급의 지정

6.1 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
김천JCT(내서)	0.240	B	1.34(거더) 1.09(바닥판)	A	B
김천JCT(여주)	0.251	B	1.35(거더) 1.22(바닥판)	A	B
종합평가	• 김천JCT교(내서, 여주)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태인“B”로 평가됨 • 안전성평가 결과 양방향 모두 최소 안전율 1.0이상으로“A”로 평가됨 • 상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과 김천JCT교(내서, 여주)는“B”로 평가됨				

6.2 안전등급 지정

안전등급	구조물명	안전등급
	김천JCT(내서)	B등급(양호)
	김천JCT(여주)	B등급(양호)

7. 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 보수·보강 및 개략공사비

가. 내서방향

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판	• 균열부 백태	주입보수	0.6	0.9	m	70	63	2	
	• 철근부식및박락,박리	단면보수 (방청)	18.6	27.9	m ²	240	6,696	2	
	• 누수 및 백태	표면처리	1.6	2.4	m ²	58	139	2	
		주입보수	3.0	3.6	m	70	252	2	
	• 백태	표면처리	0.7	1.05	m ²	58	61	2	
	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	3.4	5.1	m	70	357	2	
	• 박리	단면보수	2.7	4.05	m ²	138	559	2	
거더 내부	• 겹	씰링보수	80	80	EA	4	320	3	
	• 도장박리	바탕처리 재도장	0.18	0.27	m ²	55	15	2	
	• 부식	바탕처리 재도장	6.38	9.57	m ²	55	526	2	
거더 외부	• 부식	바탕처리 재도장	1.84	2.76	m ²	55	152	2	
	• 도장박리	바탕처리 재도장	1.19	1.79	m ²	55	98	2	
가로보	• 부식	바탕처리 재도장	0.12	0.18	m ²	55	10	2	
하부 구조	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	13.1	19.65	m	70	1,376	2	
	• 교대보호공 경사불량	재정비	15	22.5	m	34	765	3	
	• 교대보호공 함몰	재정비	0.75	1.125	m ²	34	38	3	
	• 박리	단면보수	0.51	0.765	m ²	138	106	3	
	• 재료분리	단면보수	0.03	0.045	m ²	138	6	3	
	• 철근노출	단면보수 (방청)	0.06	0.09	m ²	240	22	2	

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
교량 반침	• 낙 교 방 지 장 치 탄성패드 탈락	재설치	0.16	0.24	m ²	48	12	3	
	• 낙교방지장치하부, 볼트부식	바탕처리 및 재도장	1.92	2.88	m ²	55	158	3	
	• 플레이트 부식	바탕처리 및 재도장	2.25	3.375	m ²	55	186	2	
교면 포장	• 망상균열	패칭보수	81.5	122.25	m ²	68	8,313	2	
방호벽	• 균열부 백태	주입보수	66.4	99.6	m	70	6,972	3	
	• 철근노출	단면보수 (방청)	0.04	0.06	m ²	240	14	2	
	• 파손	단면보수	0.39	0.585	m ²	138	81	3	
부대공(교통통제및고소장비등)		교통통제			일	2,000			
		교량점검차			일	1,700			
		고소차			일	50			
순공사비 합계(천원)							27,296		
제경비(순공사비×50%)							13,648		
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					-		
		2순위					28,258		
		3순위					12,687		
개략공사비(천원)							40,944		

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.

※ 상기 개략공사비는 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

나. 여주방향

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	0.8	1.2	m	70	84	2	
	• 누수 및 박락	단면보수	1.6	2.4	m ²	138	331	2	
		주입보수	9.0	13.5	m	70	945	2	
	• 누수 및 백태	표면처리	0.12	0.18	m ²	58	10	2	
		주입보수	0.2	0.3	m	70	21	2	
	• 박리	단면보수	0.57	0.855	m ²	138	118	2	
	• 백태	표면처리	94.47	141.7	m ²	58	8,219	2	
	• 백태 및 박리	표면처리	0.21	0.315	m ²	58	18	2	
	• 철근노출 및 박락	단면보수 (방청)	0.02	0.03	m ²	240	7	2	
거더 외부	• 도장긁힘	바탕처리 및 재도장	0.02	0.03	m ²	55	2	2	
	• 도장박리	바탕처리 및 재도장	0.01	0.015	m ²	55	1	2	
거더 내부	• 겹	씰링보수	80	80	EA	4	320	3	
	• 도장박리	바탕처리 및 재도장	0.08	0.12	m ²	55	7	2	
	• 부식	바탕처리 및 재도장	0.36	0.54	m ²	55	30	2	
하부 구조	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	7.1	10.65	m	70	746	2	
	• 박락	단면보수	0.39	0.585	m ²	138	81	3	
	• 박리	단면보수	1.56	2.34	m ²	138	323	3	
	• 철근노출	단면보수 (방청)	0.12	0.18	m ²	240	43	2	
	• 피복부족	단면보수 (방청)	30	45	m ²	240	10,800	2	
	• 파손	단면보수	0.01	0.015	m ²	138	2	3	

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
받침 장치	• 플레이트 도장박리	바탕처리 및재도장	0.06	0.09	m ²	55	5	2	
	• 플레이트 부식	바탕처리 및재도장	1.22	1.83	m ²	55	101	2	
	• 낙교방지장치 볼트부식	바탕처리 및 재도장	0.56	0.84	m ²	55	46	3	
교면 포장	• 망상균열 및 파손	패칭보수	166.84	250.26	m ²	68	17,018	2	
	• 패임	패칭보수	4.71	7.065	m ²	68	480	2	
방호벽	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	3.0	4.5	m	70	315	3	
	• 균열부 백태	주입보수	84.0	126.0	m ²	70	8,820	3	
	• 철근노출	단면보수 (방청)	0.02	0.03	m ²	240	7	2	
	• 파손	단면보수	0.12	0.18	m ²	138	25	3	
부대공(고소장비 등)		교통통제			일	2,000			
		교량점검차			일	1,700			
		고소차			일	50			
순공사비 합계(천원)							58,068		
제경비(순공사비×50%)							29,034		
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					-		
		2순위					72,204		
		3순위					14,898		
개략공사비(천원)							87,102		

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.

※ 상기 개략공사비는 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

7.2 유지관리방안

7.2.1. 부재별 중점유지관리 사항

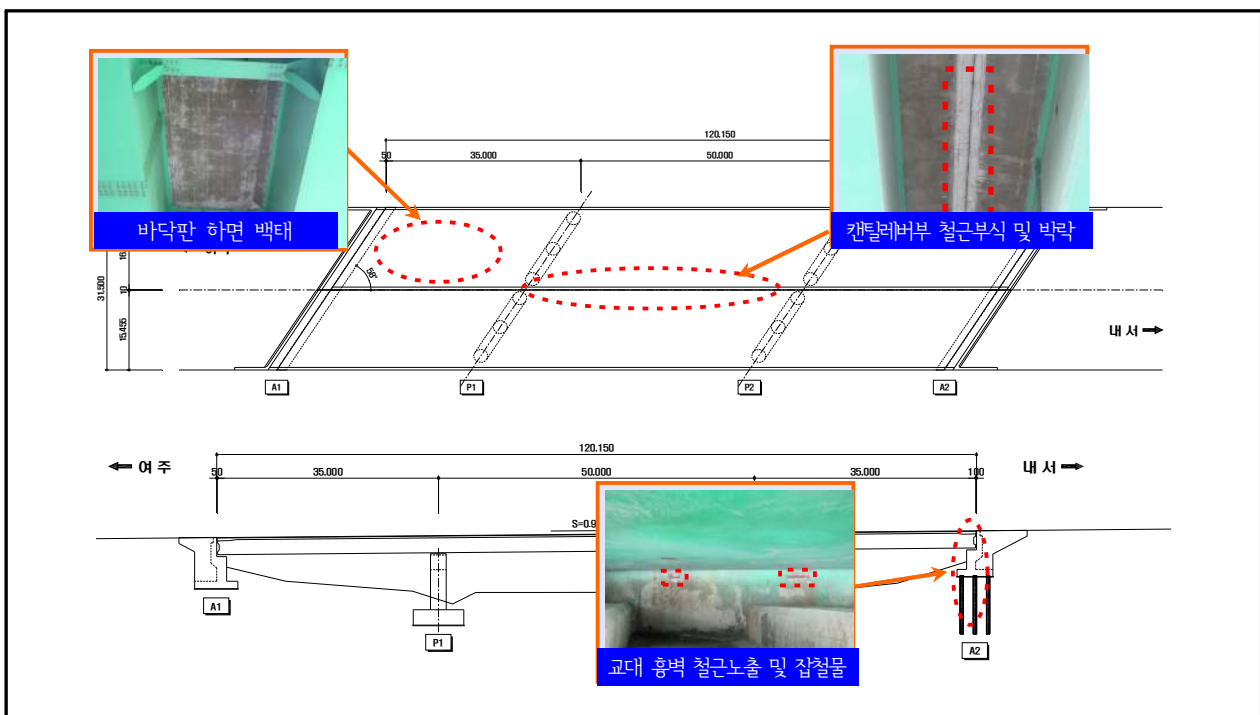
부재	중점점검내용	주요사진
교면 포장 및 배수시설	·균열 및 마모발생 여부 확인 ·포트홀 및 소성변형 발생 확인 ·배수구 막힘, 배수관 길이부족 확인 	 <일방향균열>
방호벽	·균열 및 균열부 백태 보수 후 진전여부 ·방호벽 이음부 누수 및 백태 	 <방호벽 균열>
바닥판	·노면수 유입심화에 의한 손상 진전여부 ·손상진전시 박락에 의한 교량하부의 안전사고발생 ·바닥판 하면 콘크리트 백태(열화)의 손상진전 여부 	 <캔틸레버 하면 누수, 백태>
강박스 거더	·도장박리 및 부식부의 추가손상 및 심화여부 ·거더 외측면 쇼킹발생부 손상 심화여부 ·현장이음부 겹으로 인한 강재거더 부식여부 	 <거더내부 부식>

부재	중 점 점 검 내 용	주요사진
교량 받침	·받침콘크리트 균열 진전상태 확인 ·교량받침 플레이트 부식 진전여부 	 <플레이트 부식>
신축 이음 장치	·하부구조로의 노면수 유입에 의한 열화 발생 상태 ·중차량 통행에 의한 파손 및 박락 발생 여부 ·신축이음장치 본체 부식, 누수 등	-
하부 구조	·파복부족구간의 철근노출부의 부식 및 박락 등의 손상 진전 여부 ·교대측의 법면보호공 내부로의 지속적인 우수유입차단 여부 ·침하부의 손상심화에 의한 유실발생 여부 	 <옹벽전면 망상균열>

7.2.2. 중점유지관리항목

가. 중점유지관리 개요

금회 정밀안전진단 결과, 종Joint부 캔틸레버 하면의 철근부식 및 박락이 전 경간에 걸쳐 국부적으로 발생하여 2경간 하부로 횡단하는 경부고속선으로의 박락에 의한 안전사고에 대해 보수후에도 지속적 관리가 필요하며, 바닥판하면(S1-여주)에 넓은 분포로 발생한 초기백태는 현재는 경미한 상태이나, 바닥판 상면의 방수층에서 열화가 진행중이므로 지속적인 중점관리가 필요하다. 또한, 교대(A2-내서) 흙벽에 발생한 철근노출 및 잡철물 등은 피복부족에 의한 것으로 보수 후 보수재의 박락 및 철근부식여부에 대해서도 지속적인 관리가 필요하다.



나. S1 바닥판 하면 백태(여주방향)

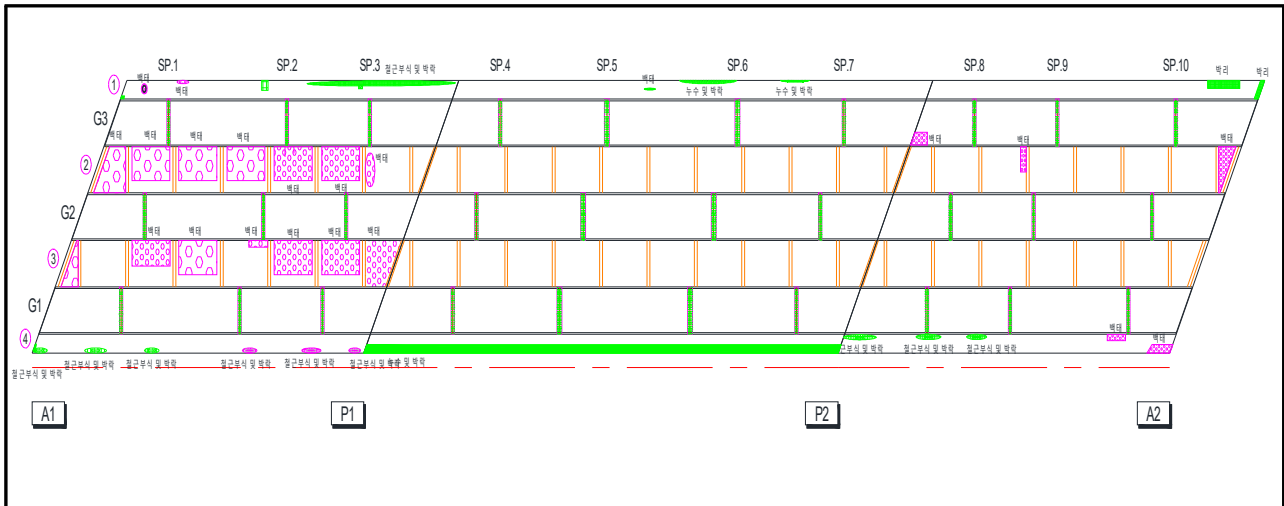
1) 선정사유

S1의 바닥판 방수층 상태가 다소 열화가 진행 되었으며, 바닥판 하면의 초기백태가 넓게 분포하고 있는 상태이다. 본 교량은 바닥판과 방호벽 접합면 누수 등으로 보아 갯길측의 전반적인 방수층 상태가 다소 불량한 것으로 판단되어 지속적인 중점관리를 통한 손상진전여부에 주의를 기울여야 할 것으로 판단된다.

2) 현장조사결과

본 구간 포장면의 상태는 마모와 포장균열이 국부적으로 발생한 구간으로 손상 원인을 파악하기 위해 점검이력과 주변 손상 등을 검토한 결과, 준공 당시에 실시한 초기점검 결과에

따르면 발생위치는 정확히 알 수 없으나 백태가 주요 손상으로 기록되어 있는 상태이다. 또한, 기 점검에서 코어를 채취한 결과, 백태 발생부위의 바닥판 상면콘크리트와 방수층에서 열화(두께:5mm이내)가 진행 중인 상태였으나, 지금까지는 손상부위에서 바닥판 및 방수층 열화에 의한 누수 등의 흔적이 없는 상태이다. 즉, 상기 손상은 시공초기 콘크리트 내부 수분 및 거푸집 탈형시 표면수에 의해 발생한 것으로 추정되며, 백태의 발생범위는 넓으나, 손상의 정도가 경미하여 보수의 긴급성은 적은 상태이다.



3) 향후관리방안

현재 백태의 손상 정도는 경미하여 시급한 보수를 요구되지는 않으나 향후 손상 진전시 교면재포장 및 방수층 재시공을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

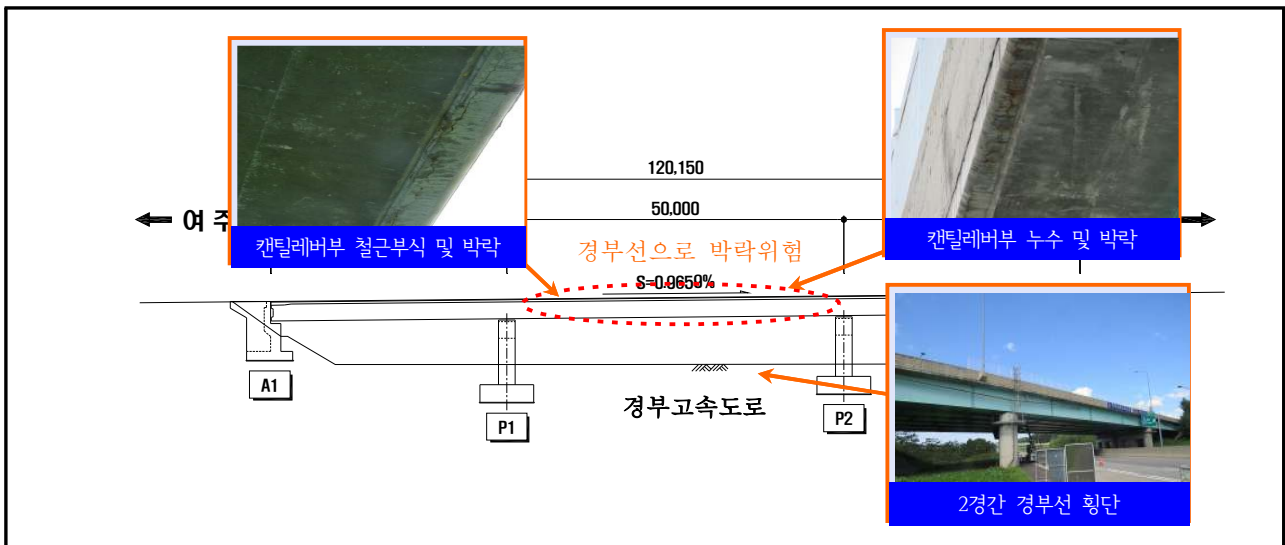
다. 캔틸레버부(종Joint부) 철근부식 및 박락

1) 선정사유

본 교량은 2경간 하부로 경부선을 횡단하는 교량으로 캔틸레버측의 철근부식 및 박락부의 손상 심화로 인해 교량 하부로 안전사고를 유발할 수 있기에 지속적인 관리가 필요한 것으로 판단하였다.

2) 현장조사결과

종조인트측 캔틸레버부 하면에 발생한 철근부식 및 박락은 상.하행선 종조인트부를 통한 우수 유입에 의한 것으로 판단되며, 전 경간에 걸쳐 국부적으로 발생하였다. 특히, 2경간(내서방향)에서 넓게 분포된 것으로 조사되었으며, 방호벽측 캔틸레버부의 누수 및 박락도 국부적으로 발생된 것으로 확인되었다.



3) 향후관리방안

캔틸레버측에 발생된 철근부식 및 박락 등의 손상 심화시 콘크리트 박락으로 인해 2경간 하부로 횡단하는 경부선상으로 낙하할 우려가 있기에 접착성이 강한 보수재를 사용하여 단면 보수가 요구되며, 보수 실시 후 추가 손상 및 보수재의 박리 등에 대해 주기적인 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

8. 종합결론

김천JCT교(내서, 여주)는 중부내륙선 114.6km지점에 위치하며 경부고속선을 횡단하는 3경간연속 S.T.B 교량구조물이다. 본 과업은 김천JCT교(내서, 여주)의 준공 이후(2001년) 두번째 시행하는 정밀안전진단이며, 시공자료 분석을 포함하여, 현장조사, 각종시험 및 구조안전성평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

가. 현장조사 및 상태평가 결과

- 외관조사 결과 주부재인 강재거더 국부적인 강재의 도장박리, 바닥판의 황균열, 여주방향 바닥판의 경미한 백태, 누수에 의한 콘크리트 박리 등의 손상이 조사되었다. 특히 바닥판 종Joint부는 교량 하부에 경부고속선을 횡단하고 있는 구간으로 중분대와 포장면사이로의 우수가 침투하여 캔틸레버측의 철근부식에 의한 박리가 진전되고 있어 내구성 및 안전성 확보를 위해 보수가 필요하며, 시종점측에 설치되어 있는 신축이음(내서:A1,A2, 여주:A2)은 공용중 본체의 파손, 열화 및 후타콘크리트의 균열이 심화되었고 하부로의 누수가 진전되고 있었으나 2016년 12월 유지관리 계획에 따른 교체가 시행되어 양호한 것으로 조사되었다.
- 교량의 하부구조는 전반적으로 양호하며, 국부적인 수직균열(0.3mm, 여주방향), 교대 흙벽부의 피폭부족구간(A2, 여주방향)에 대해서는 보수 및 지속적인 유지관리가 필요한 상태이다.
- 콘크리트의 내구성조사결과 강도, 철근배근상태, 콘크리트의 탄산화, 염분함유량 등의 시험항목에 대해서 설계기준을 만족하는 양호한 품질을 유지하고 있는 상태로 평가되었고, 주부재인 강재거더의 용접부에 대한 초음파탐상시험 결과에서도 결함이 없는 양호한 품질의 용접상태를 보유하고 있는 것으로 평가되었다.
- 상태평가결과 전반적으로 양호하나 캔틸레버 측면의 누수에 의한 단면결손, 신축이음의 노후화, 국부적인 균열 등이 발생하여 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태인“B(0.240(내서), 0.251(여주))”의 상태로 평가되었다.

나. 안전성평가 결과

- 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 양방향 모두 상부구조인 강박스 거더 및 바닥판의 최소 안전율이 1.0이상으로 나타나 안전성을 확보하고 있으며, 내하율도 1.0이상 설계하중 DB(DL)-24이상의 내하력을 보유하고 있는 상태로 평가되었다. 또한, 하부구조에서도 안전성에 문제가 없는 것으로 분석되었다.

다. 결론

- 김천JCT교(내서, 여주)는 15여년의 공용기간이 경과한 교량시설물로서 공용중 전반적인 외관상태는 양호하게 평가되었으나, 캔틸레버측의 중분대 누수에 의한 박리 등의 내구성을 저해하는 손상이 발생하여 보수가 필요하며, 바닥판의 비구조적인 횡균열, 일부강재의 도장박리, 하부구조의 수직균열 등에 대해서는 보수 및 지속적인 유지관리가 필요한 상태로 평가되었다.
- 따라서, 본 교량의 상태평가 및 안전성평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』로 평가되었으며, 결함 및 손상 부위에 대하여 금회 진단 보고서에 제시된 보수를 시행하고 중점유지관리가 필요구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등교(DB-24)로서의 기능을 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

제 2장 김천JCT3교

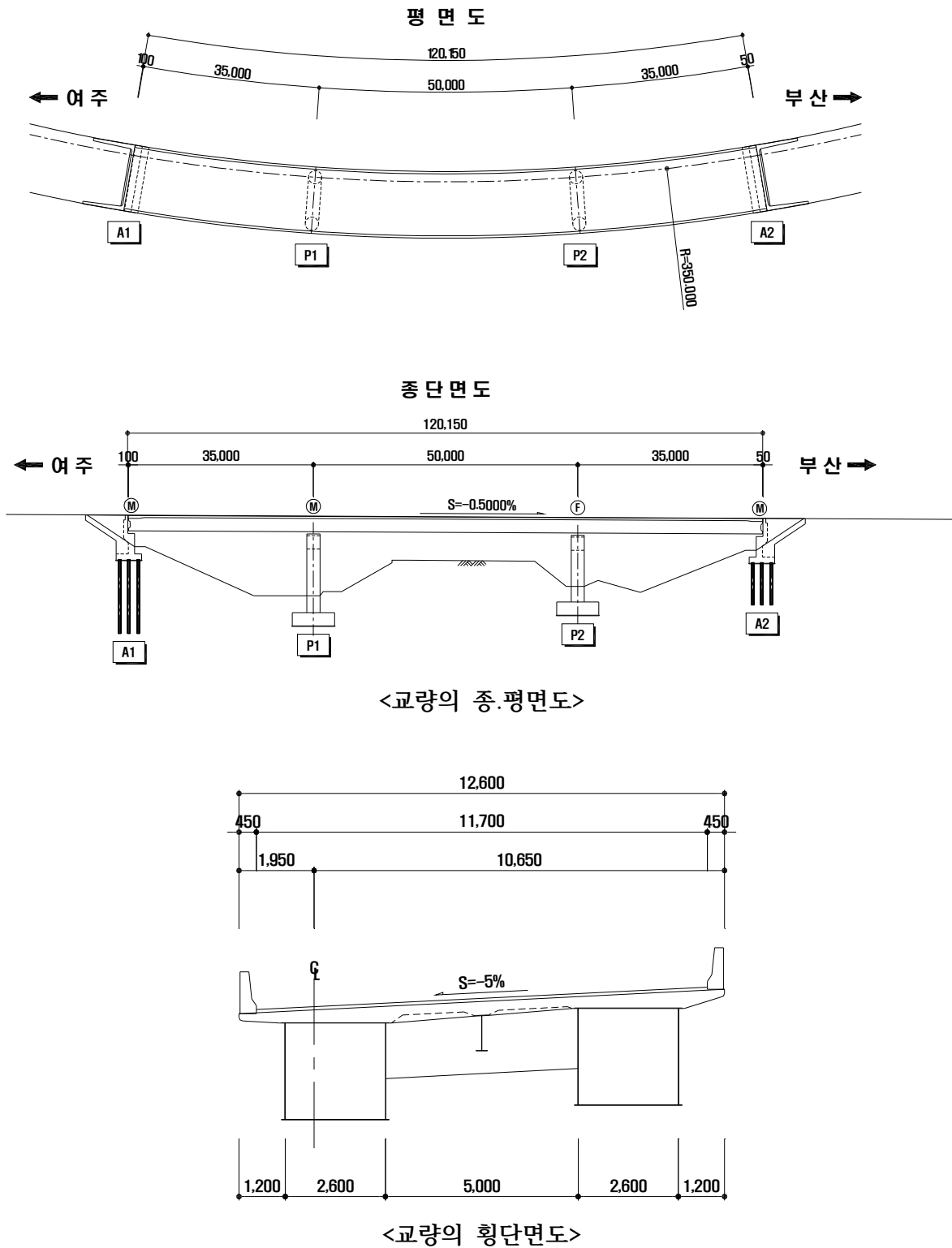
1. 시설물의 개요
2. 자료수집 및 분석
3. 현장조사 및 시험
4. 시설물의 상태평가
5. 시설물의 안전성평가
6. 종합평가 및 안전등급의 지정
7. 보수·보강 및 유지관리방안
8. 종합결론

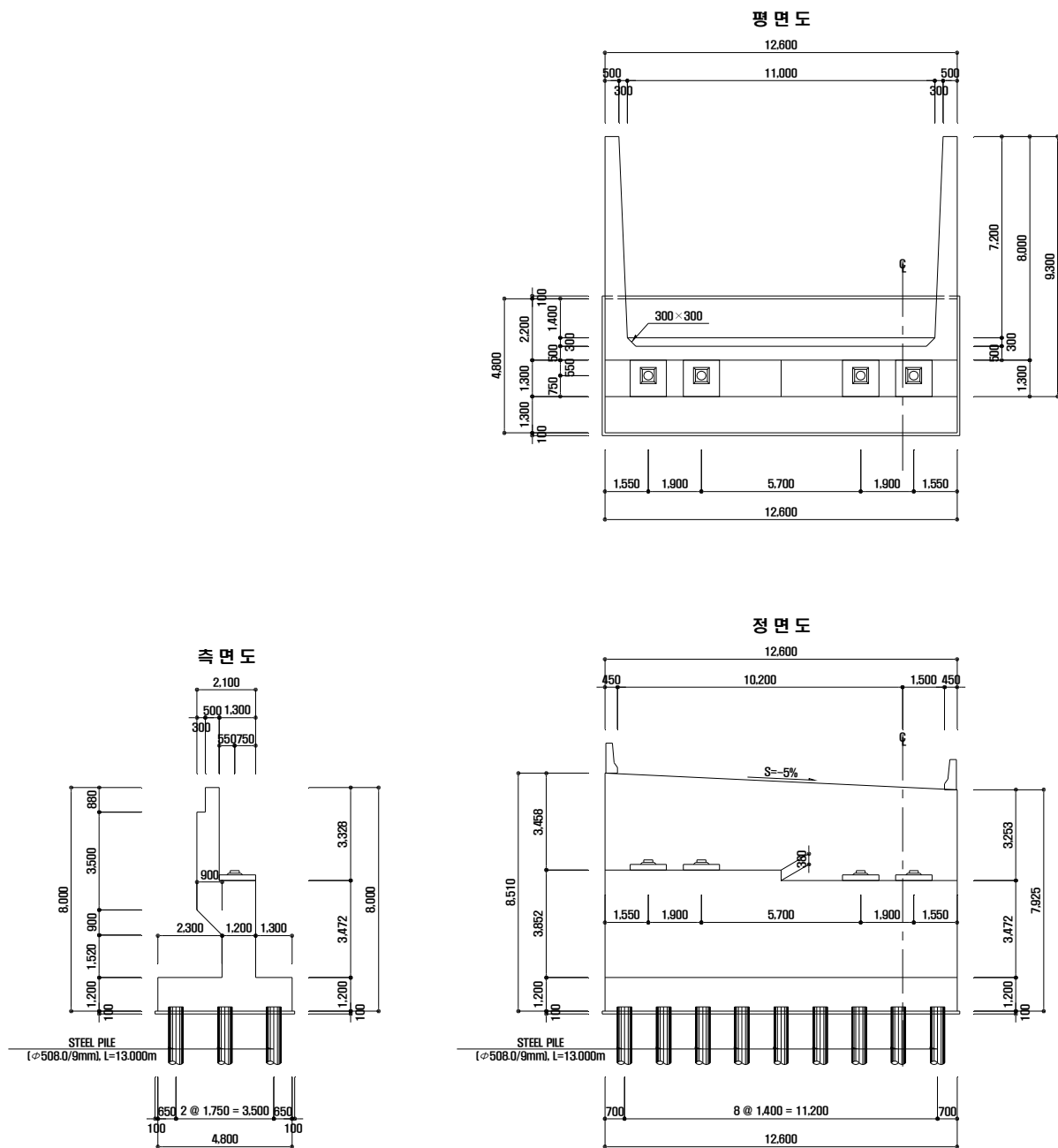
1. 시설물의 개요

가. 시설물의 현황

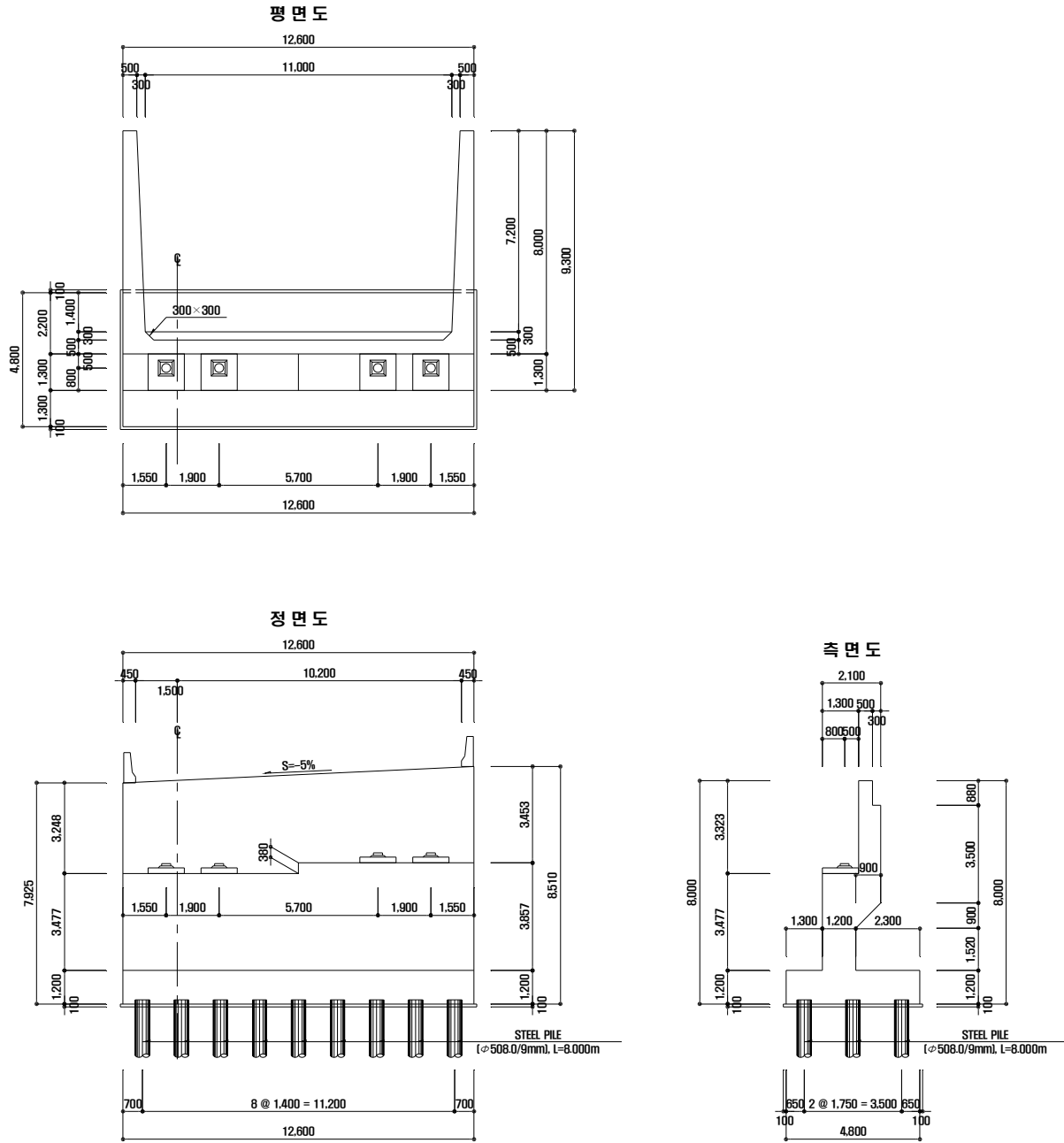
구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		김천JCT3교		시설물번호		BR2001-0000362	
준공년월		2001년 12월 4일		관리번호		도공(상주)교량-04	
시설물위치		경상북도 김천시 아포읍 송천리					
설계하중		DB-24, DL-24(1등급)		노선명(이정)		중부내륙선(114.6km)	
제원	연장	L = 120.150m (35.0+50.0+35.0=120.0m, 0.15m:신축이음유간)					
	폭	B = 12.600m, 2차로(유효폭 : 11.700m)					
구조 형식	상 부	Steel Box Girder		기초 형식	교대	강관말뚝기초	
	하 부	교대 : 역T형 교각 : 다주식 라멘			교각	확대(전면)기초	
교량받침		포트받침		신축이음		A1 : Rail Joint A2 : Rail Joint	
교차시설물		경부고속도로 횡단(S2경간)		통과높이		약 6.6m	
설 계 사		(주)천일기술단		시 공 사		삼환기업(주), (주)신일건설	
내진설계유무		적용		관리주체		한국도로공사 대구경북본부 상주시사	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1, P2), 투석방지망(S2), 가로등					
기 타		- 사각이 없는 곡선교(R=350m) - 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 - 보수보강여부 : 교량받침 도장, 투석방지망 설치(S2), 교대 보호블럭 보수(A2), 하 자만료전 균열보수 등 - 기타 : 중부내륙선 → 경부선(부산) 연결하는 교량					

나. 시설물 주요도면

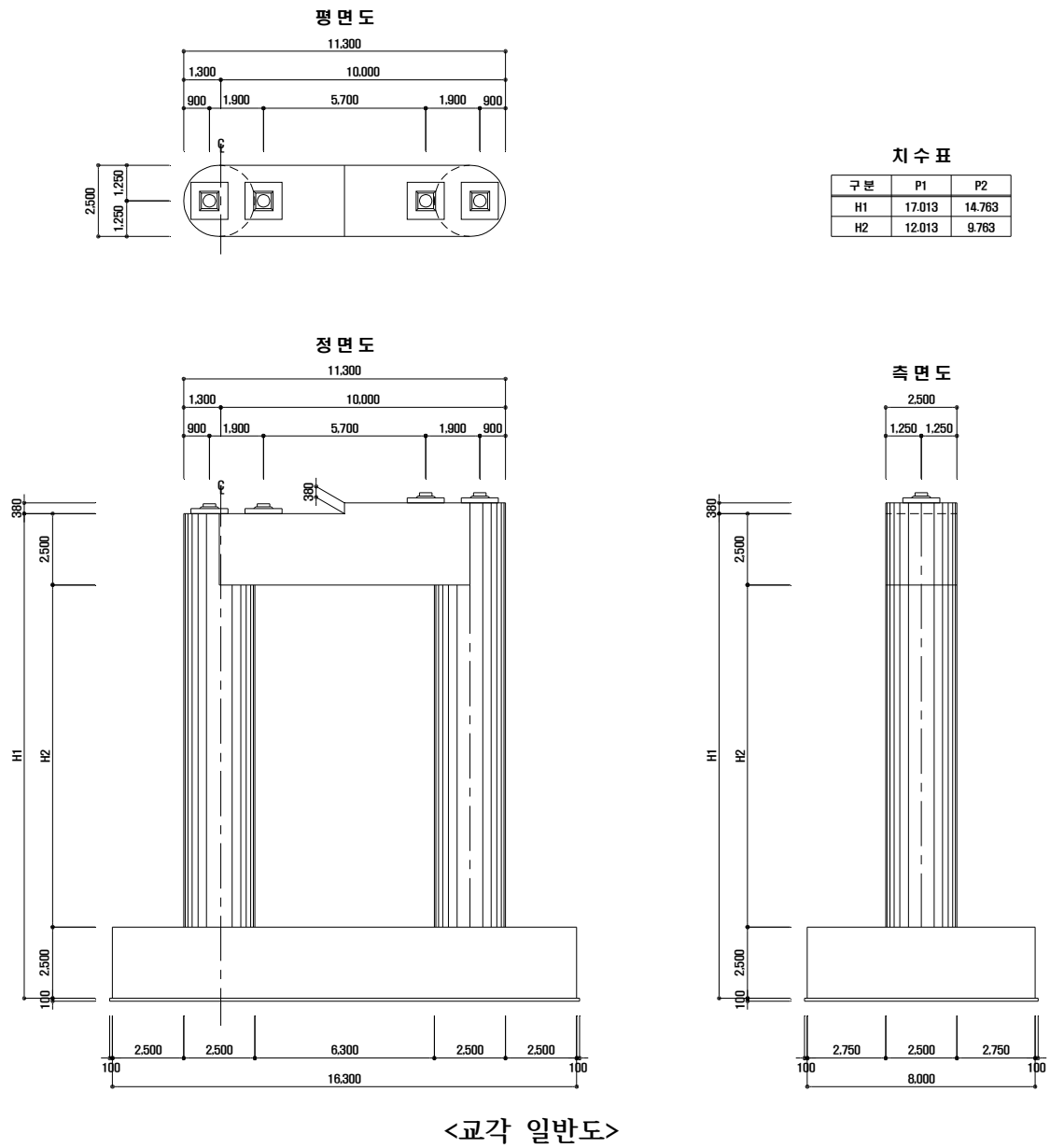




<교대(A1) 일반도>



<교대(A2) 일반도>



2. 자료수집 및 분석

2.1 보수·보강 이력

구분	공사기간	설계자	시공자	공사명	보수·보강 내용	공사금액(원)
보수	2009.03.06 ~ 2009.12.11	-	인화건설산업 (주)	상주시서관내 시설물보수 연간단가 계약	받침도장 (교량받침:교대01~02, 8EA) → 자체점검을 통한 받침도장시행	-
보수	2010.04.30 ~ 2010.05.03	-	(주) 규진건설	상주시사 시설물 유지보수 연간단가 공사	- 콘크리트 세척(난간방호벽) (1,286㎡) - 투석방지망 설치 (좌·우측 방호벽:2경간, 90.0m) → 경부선상의 이물질 투하방지	-
보수	2010.05.03 ~ 2010.12.31	-	-	상주시사 시설물 유지보수 연간단가 공사	기타 (배수시설:2EA)	8,629
보수	2011.04.04 ~ 2011.04.22	-	-	구조물 보수	- 기타 (하부구조:34.0㎡) - 기타 (신축이음장치:15.0m)	600,000 -
보수	2012.01.01 ~ 2012.12.31	-	배명 건설	상주시서관내 시설물 연간단가 계약	교대 보호블럭 보수 (A2 보호블럭:60.0㎡)	2,774,194
※ 한국도로공사 시스템 내 교량관리대장 참조('12.12.31. 보수까지) ※ 한국시설안전공단 시설물정보관리종합시스템 참조(추가 보수·보강내역 없음)						

2.2 자료수집 및 분석 결과요약

구분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건설 관련 자료	◇ 준공도면 및 구조계산서 - 구조계산서 - 구조물도 - 종합보고서 - 일반보고서	◇ 구조계산서 및 구조물도, 일반보고서는 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 동일한 것으로 확인됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교·검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
유 지 관 리 자 료	◇ 중부내륙선 김천CT교(내서) 등 11개소 정밀안전진단 보고서 (2012.11) ◇ 보수.보강 이력 ⇒ 한국도로공사 시스템 내 교량관리대장 참조 ⇒ 한국시설안전공단 시설물 정보종합관리 시스템 참조	◇ 외바닥판 유간협착, 접촉슬래브 하부 공동으로 하부구조의 우수유입에의한 토공부 공동이 확인됨 ◇ 내구성 조사결과, 설계기준 이상으로 양호한 상태임 ◇ 받침도장(2009년) ⇒ A1~A2, 8EA ◇ 투석방지망 설치(2010년) ⇒ 2경간(좌.우측), 90.0m ◇ 구조물 보수(2011년) ⇒ 하부구조:34.0m² ⇒ 신축이음장치:15.0m ◇ 교대 보호블럭 보수(2012년) ⇒ A2 보호블럭:60.0m²	◇ 전회 점검결과와 금회 진단 결과를 비교.검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ⇒ 특히, 바닥판 유간협착에 대한 2차 손상 발생 여부 및 상세 원인 조사, 받침 거동상태 등 ◇ 전회 점검결과와 비교.검토하여 내구성 저하 여부 확인 ◇ 보수부 상태 확인

3. 현장조사 및 시험

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판	• 전반적으로 양호한 상태이며, 전 경간 일부 발생된 횡균열(0.2mm이하) • 바닥판 단부측 경미한 파손	• 시공초기 건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 • 일부 유간부측에 의한 파손이 발생되었으며, 단면보수가 요구됨
거더	내부 • 구조적인 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이며, 국부적으로 발생된 경미한 도장박리 • 현장이음부 전 개소 갭	• 내구성저하 방지를 위해 재도장 필요 • 추후 갭부분으로 우수유입으로 인한 거더 내부 부식발생 우려가 있기에 씰링보수가 요구됨
	외부 • 거더 외측면 전 경간 경미한 초킹 • 국부적인 도장박리 및 부식 등	• 태양광의 광화학반응에 의한 것으로 손상정도가 경미하여 지속적 주의관찰 • 부식부 제거 후 재도장 실시

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
가로보 및 세로보	상태양호	-
하부구조	- 구조적인 손상은 발생하지 않았으며, 교대 및 교각에 발생된 균열 및 망상균열(0.2mm이하) - A2 신축이음 누수에 의한 표면오염 및 체수 - A1,A2 법면보호공 침하에 의한 경사불량 - A2 배면 접속슬래브구간 종점측 아스콘 파손 및 하부 공동	- 시공초기 건조수축에 의한 경미한 손상으로 지속적인 주의관찰 - 신축이음 교체 등을 통한 누수발생 차단 - 법면보호공 침하에 대해 현장조사시(8월) 일부 보수가 진행되었으나, 경사불량부에 대해 미조치되어 재정비가 필요 - 우수유입으로 인해 추가 손상발생 우려로 인해 토사채움 및 아스콘 재포장이 필요
교량받침	- 받침의 거동상태는 이상이 없는 양호한 상태이며, 낙교방지장치 부식(A2) - 받침콘크리트 균열(0.2mm이하) 및 경미한 파손 - 받침대콘크리트 파손, 재료분리, 균열	- 신축이음누수에 의한 것으로 우수유입 차단 등의 조치가 필요함 - 손상정도가 경미하여 주의관찰 - 손상정도가 경미하여 주의관찰
신축이음장치	상태양호	-
교면포장	- 전 경간 국부적 마모 및 망상균열 - 갓길측 종방향 균열	중차량에 의한 반복하중에 의해 추가 손상발생우려가 있으며, 손상범위가 증가되어 교면재포장(절삭 덧씌우기) 필요
배수시설	상태양호	-
난간	- 국부적인 균열 및 균열부 백태 - 시점측 접속부 외측면 재료분리 및 철근노출	- 지속적인 주의관찰 및 폭0.3mm이상에 대한 주입보수(백태부 표면보수포함) 필요 - 단면보수 및 단면보수(방청) 필요함

2) 기 진단 결과와의 비교, 분석

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
바닥판	• 균열(0.2mm이하)	20.7m/28EA	40m/56EA	
	• 파손	0.69㎡/6EA	0.48㎡/4EA	
	• 재료분리	-	0.24㎡/1EA	
	• 백태	-	0.1㎡/1EA	
	• 유간협착	-	8.4m/3EA	
	• 철근노출	-	0.02㎡/1EA	
	• 물끓기 홈 설치불량	0.3m/1EA	-	
거더	• 갭	80EA	80EA	
	• 도장박리	1.53㎡/20EA	1.46㎡/23EA	
	• 이물질퇴적	-	0.04㎡/1EA	
	• 체수흔적	-	0.14㎡/1EA	
	• Chalking	-	552㎡/6EA	
	• 도장긁힘	1.20㎡/1EA	1.59㎡/5EA	
	• 부식	0.04㎡/1EA	0.40㎡/1EA	
하부구조	• 균열(0.2mm이하)	35.6m/57EA	29.91m/41EA	
	• 망상균열(0.2mm이하)	2.30㎡/4EA	6.45㎡/3EA	
	• 배수로파손	2.5m/1EA	2.50m/1EA	
	• 보수부 망상균열	-	0.30㎡/1EA	
	• 교대보호공 침하	4.50㎡/2EA	4.50㎡/2EA	
	• 백태	-	0.02㎡/1EA	
	• 보수부 재균열	-	1.50m/3EA	
	• 철물노출	-	0.19㎡/19EA	
	• 체수	2.00㎡/2EA	2.00㎡/2EA	
	• 파손	-	0.21㎡/3EA	
	• 표면오염	31.10㎡/3EA	31.10㎡/3EA	
	• 공동	0.63㎡/1EA	0.63㎡/1EA	
	• 박락	0.09㎡/1EA	-	
받침장치	• 받침대콘크리트 균열	-	0.40m/1EA	
	• 받침대콘크리트 재료분리	0.06㎡/1EA	0.06㎡/1EA	
	• 받침콘크리트균열(0.2mm이하)	0.5m/4EA	0.60m/4EA	
	• 낙교방지장치 부식	0.06㎡/2EA	0.60㎡/2EA	
	• 받침콘크리트 파손	0.01㎡/1EA	-	
	• 받침대콘크리트 파손	0.01㎡/1EA	-	

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
교면포장	• 균열	28.0m/5EA	65.3m/19EA	
	• 포트홀	-	0.08m ² /2EA	
	• 망상균열 및 마모	86.0m ² /8EA	372.5m ² /8EA	
	• 아스콘 패임	0.04m ² /1EA	-	
배수시설	• 배수구 막힘	5EA	-	
방호벽	• 균열(0.2mm이하)	21.7m/28EA	35.9m/39EA	
	• 균열(0.3mm이상)	5.0m/4EA	16.4m/8EA	
	• 균열부 백태	157.1m/20EA	162.3m/22EA	
	• 망상균열	-	34.1m ² /4EA	
	• 철근노출 및 재료분리	0.50m ² /1EA	1.20m ² /2EA	
	• 층분리	-	24.5m/9EA	
	• 파손	-	0.22m ² /1EA	
	• 잡철물노출	1EA	-	
검토의견	■ 기점검('12년 정밀안전진단)과 비교하여 기점검시 미확인된 신규 손상이 조사되었으며, 일부 보수부를 제외한 대부분의 손상이 증가된 것으로 확인되었다. ■ 점검자의 상이한 판단기준에 의해 손상물량 및 단위가 변경되었으며, 기 손상부는 일부 보수부를 제외한 전반적인 손상이 금회 진단결과와 근사한 것으로 조사되었다.			

나. 내구성조사 결과요약

1) 금회 진단 및 기 진단 내구성조사 결과요약

시 험 명		시험부위		시험 결과		비 고
				'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
콘크리트	비파괴 강도 (MPa)	바닥판	반발경도	27.8~28.1	27.7~28.4	■ 설계기준강도를 상회함.
			초음파	29.3~31.0	29.0~30.5	
		하부	반발경도	25.6~26.2	25.4~26.0	
			초음파	24.8~26.7	27.0~28.0	
	철근탐사 (mm)	바닥판	배근간격	250.0~260.0	250.0	■ 전반적으로 설계값과 근사함.
			피복두께	44.0~60.0	60.0~85.0	
		교대	배근간격	100.0	95.0~100.0	
			피복두께	27.0~40.5	95.0~120.0	
		교각	배근간격	130.0~144.0	120.0~130.0	
			피복두께	72.0~78.0	80.0~90.0	
	탄산화 잔여깊이 (mm)	상부 구조		33.2~39.5	50.0~71.0	■ 상태평가 a
		하부 구조		18.7~52.9	32.0~50.0	■ 상태평가 a
	염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부 구조		0.069~0.115	0.094~0.103	■ 상태평가 a
하부 구조		0.069~0.138	0.092~0.118			
균열깊이 (mm)	A2 벽체		-	60.0(피복두께)	■ 철근덮개 미만으로 측정	
			-	48.9(균열깊이)		
철근부식도 (mV)	A1 흉벽		-	122~180	■ 90% 이상의 확률로 철근부식의 영향 없음.	
강재	초음파 탐상(UT)	거더 내부		합격	합격	■ 1등급
	도막두께 (μm)	거더 내부		210~305	241~260	■ 적 정
		거더 외부		298~375	325~349	■ 적 정
종합 평가	■ 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. ■ 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 철근부식 우려가 없는 상태평가 기준“a”로 검토됨. ■ 균열깊이 측정결과, 철근덮개 미만으로 측정 ■ 금회 진단결과 콘크리트의 비파괴강도, 철근배근상태, 탄산화 깊이 측정결과 전 부재에서 양호한 상태로 조사됨.					

4. 시설물의 상태평가

가. 시설물 전체 상태평가 결과

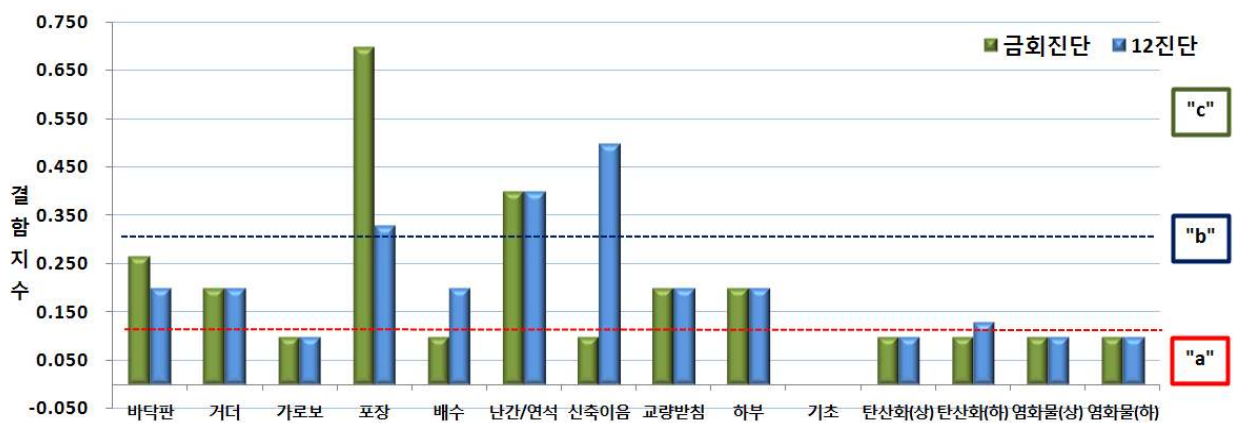
부재의분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥 판	거더	가로 보	포장	배수	난간/ 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
S1(A1)	STB	b	b	a	d	a	c	a	b	b	q	a	a	x	a
S2(P1)	STB	b	b	a	d	a	c	x	b	b	q	a	a	a	x
S3(P2)	STB	c	b	a	d	a	c	x	b	b	q	a	a	x	a
A2	STB							a	b	b	q	x	a		x
평균		0.267	0.200	0.100	0.700	0.100	0.400	0.100	0.200	0.200	N/A	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	2	2	2	1
(평균X가중치)/가중 치 합		0.048	0.040	0.005	0.049	0.003	0.008	0.009	0.018	0.040	N/A	0.002	0.002	0.002	0.001
												결함도 환산점수			0.227
															B

- 결함도 범위 : $0.13 \leq \text{결함도 지수}(0.227) < 0.26$

나. 기 진단 결과와의 비교, 분석

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2012년 정밀안전진단 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상에 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 상·하부구조의 기 손상들은 국부적으로 보수가 되었으나, 공용 경과에 따른 손상이 증가되었으며, 일부 미보수된 손상 및 보수부 재손상이 발생되었다.
- 또한, 기 진단시 누락된 손상이 추가로 조사되었으며, 공용기간 경과에 따른 손상증가도 일부 확인되었으나 신축이음장치 교체 등에 의해 환산결함도 점수가 $0.234 \Rightarrow 0.227$ 로 감소한 것으로 분석되었다.

구 분		‘12진단		금회 진단		가중치 변화요인
		등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	b	0.200	c	0.267	·균열등 손상증가
	거더	b	0.200	b	0.200	·변화없음
2차부재	가로보/세로보	b	0.100	a	0.100	·변화없음
기타부재	포장	c	0.330	d	0.700	·망상균열 및 마모등 손상증가
	배수	b	0.200	a	0.100	·손상보수
	난간, 연석	c	0.400	c	0.400	·변화없음
	신축이음	d	0.500	a	0.100	·신축이음 교체
받침	교량받침	b	0.200	b	0.200	·변화없음
하부구조	하부	b	0.200	b	0.200	·변화없음
	기초	-	-	-	-	-
내구성 요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	·거의 변화없음(비교위치 다름)
	탄산화(하부)	b	0.130	a	0.100	
	염화물(상부)	a	0.100	a	0.100	·변화없음
	염화물(하부)	a	0.100	a	0.100	
합 계		B	0.234	C	0.227	



5. 안전성평가

가. 안전성 평가결과

1) 상부구조

구 분			계산식	판정	비고
강박스거더	힘응력		$\frac{f_a}{f} = \frac{218.168}{186.753} = 1.17$	O.K	MPa
	전단응력		$\frac{f_a}{f} = \frac{110.000}{53.860} = 2.04$	O.K	MPa
	합성응력		$\left(\frac{186.753}{218.168}\right)^2 + \left(\frac{52.663}{110.000}\right)^2 = 0.962 < 1.2$	O.K	MPa
바닥판	단면 검토	캔틸레버부 (좌측방호벽)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{134.051}{103.900} = 1.29$	O.K	kN.m
		캔틸레버부 (우측방호벽)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{198.334}{105.300} = 1.88$	O.K	kN.m
		중앙부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{105.961}{83.065} = 1.28$	O.K	kN.m

2) 하부구조

구 분				계산식	판정	비고
A2	단면 검토	벽체	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{1,724.555}{700.300} = 2.463$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{718.517}{264.312} = 2.718$	O.K	kN
		흉벽	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{496.012}{208.602} = 2.378$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{457.238}{98.727} = 4.631$	O.K	kN
	안정성 검토	지지력		$V_{\max} (= 690.980) < R_a (= 908.061)$	O.K	kN/EA
		힘응력		$f_{\max} (= 128.865) < f_{sa} (= 140.000)$	O.K	MPa
		전단응력		$\tau (= 19.414) < \tau_{sa} (= 80.000)$	O.K	MPa
		수평변위		$\delta (= 5.649) < \delta_a (= 15.000)$	O.K	mm

구 분				계산식	판정	비고
P1	두부보	지점부	힘 모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{9,257.294}{4,014.832} = 2.306$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{8,249.280}{6,183.228} = 1.334$	O.K	kN
		중앙부	힘 모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{9,257.294}{6,173.622} = 1.499$	O.K	kN.m
	기둥 검토	교축직각방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{67,041.131}{12,884.976} = 5.203 > 1$	O.K	kN
				$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{14,423.886}{2,772.200} = 5.203 > 1$		kN.m
		교축방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{67,041.131}{12,884.976} = 5.203 > 1$	O.K	kN
				$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{29,705.925}{4,843.860} = 6.133 > 1$		kN.m
	안정성 검토	교축 직각 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o} (= 12.454) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H} (= 17.832) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{max} (= 218.202) < 600$	O.K	kN/m ²
		교축 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o} (= 13.616) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H} (= 22.001) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{max} (= 225.644) < 600$	O.K	kN/m ²

나. 내하력 평가결과

강박스거더 (허용응력법)	$\frac{f_a - f_d}{f_\ell (1 + i)} = \frac{189.711 - 106.331}{41.492} = 2.01$	DB-24 이상
바닥판 (강도설계법)	$\frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_\ell M_\ell (1 + i)} = \frac{105.961 - 1.3 \times 4.563}{2.15 \times 30.940} = 1.50$	DB-24 이상

6. 종합평가 및 안전등급의 지정

6.1 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
김천JCT3교	0.227	B	1.17(거더) 1.28(바닥판)	A	B
종합평가	• 김천JCT3교의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인“B”로 평가됨 • 안전성평가 결과 김천JCT3교 방향 최소 안전율 1.0이상으로“A”로 평가됨 • 상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과 김천JCT3교는“B”로 평가됨				

6.2 안전등급 지정

안전등급	구조물명	안전등급
	김천JCT3교	B등급(양호)

7. 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 보수·보강 및 개략공사비

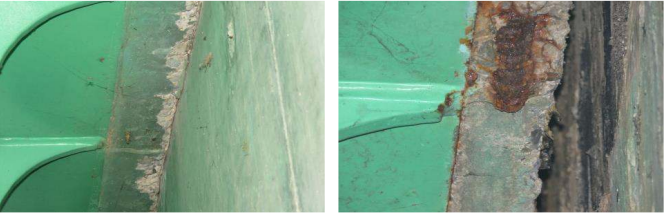
구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판	• 파손	단면보수	0.48	0.72	m ²	138	99	3	
	• 백태	표면처리	0.1	0.15	m ²	58	9	3	
	• 유간협착	유간확보	8.4	8.4	m	21	176	1	
	• 철근노출	단면보수 (방청)	0.02	0.03	m ²	240	7	2	
거더내부	• 갭	씰링보수	80	80	EA	4	320	3	
	• 도장박리	바탕처리 및 재도장	0.12	0.18	EA	55	10	2	
거더외부	• 도장균형	바탕처리 및 재도장	1.59	2.40	m ²	55	132	2	
	• 도장박리	바탕처리 및 재도장	1.34	2.01	m ²	55	111	2	
	• 부식	바탕처리 및 재도장	0.40	0.60	m ²	55	33	2	
하부구조	• 배수로파손	재정비	3	3	EA	19	57	3	
	• 백태	표면처리	0.02	0.03	m ²	58	2	3	
	• 파손	단면보수	0.21	0.32	m ²	138	44	3	
	• 공동	재포장 및 토사채움	0.63	0.95	m ²	63	60	1	
받침장치	• 낙교방지장치 부식	바탕처리 및 재도장	0.60	0.90	m ²	55	50	3	

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
교면포장	• 균열	절삭 덧씌우기	1404	2106	㎡	53	111,618	1	
	• 단차 및 이격								
	• 포트홀								
	• 망상균열 및 마모								
방호벽	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	16.4	24.6	m	70	1,722	3	
	• 균열부 백태	주입보수	162.3	243.5	m	70	17,045	3	
	• 철근노출 및 재료분리	단면보수 (방청)	1.20	1.8	㎡	240	432	2	
	• 파손	단면보수	0.22	0.33	㎡	138	46	3	
부대공(교통통제 및 고소장비 등)		교통통제			일	2,000			
		교량점검차			일	1,700			
		고소차			일	50			
순공사비 합계(천원)							131,972		
제경비(순공사비×50%)							65,986		
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					167,781		
		2순위					1,087		
		3순위					29,090		
개략공사비(천원)							197,958		

- ※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.
- ※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.
- ※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.
- ※ 상기 개략공사비는 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

7.2 유지관리방안

7.2.1. 부재별 중점유지관리 사항

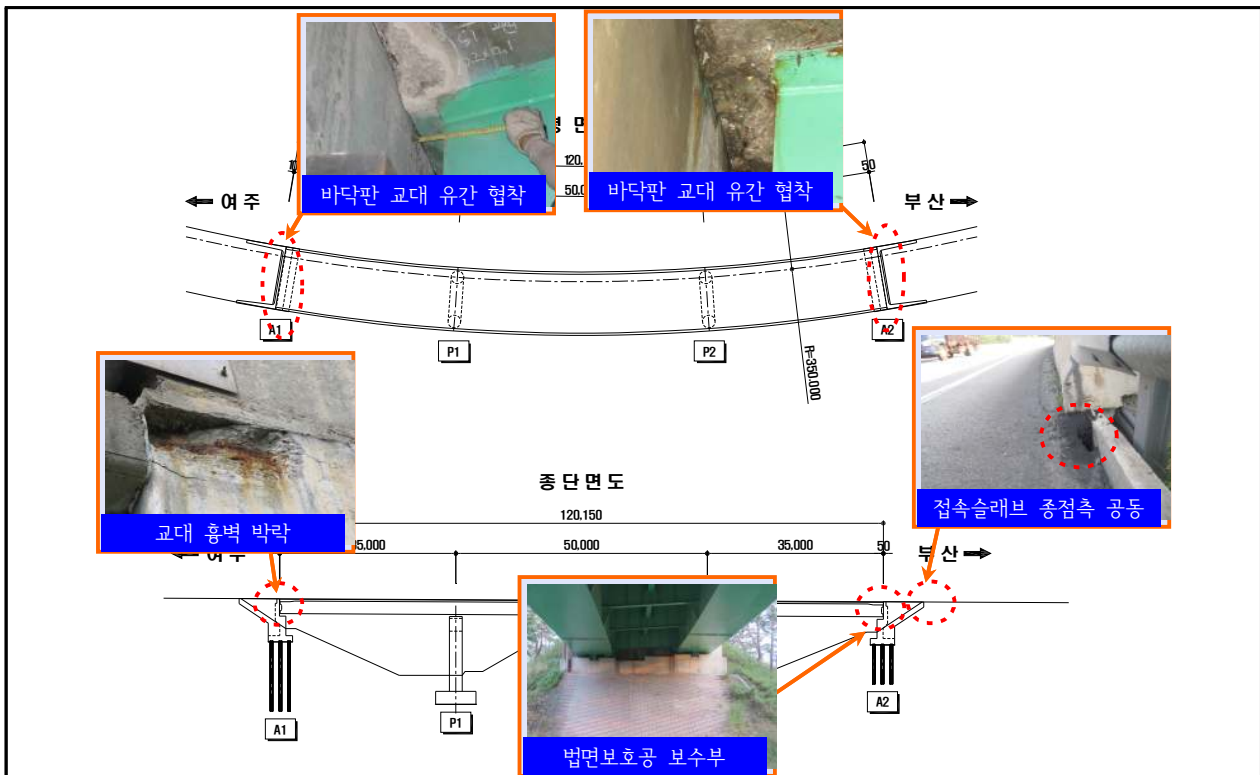
부재	중 점 점 검 내 용	주요사진
교면 포장 및 배수시 설	·망상균열 및 마모, 균열 등 손상 진전여부 ·종점측 공동에 의한 포장파손발생 여부 ·배수구 막힘, 배수관 길이부족 확인 	 <일방향균열>
방호벽	·0.3mm이상 균열 및 균열부 백태 ·S1측 재료분리 및 철근노출 	 <방호벽 철근노출>
바닥판	·유간확보 후 동절기 주기적인 유간 폐합여부 확인 ·향후 유지관리를 위한 바닥판 상태를 점검할 수 있는 배수홀 등의 설치여부 검토 	 <바닥판 단부 파손>
강박스 거더	·거더외측면의 경미한 쇼킹진전여부 ·도장박리부 부식진전여부 ·현장 볼트이음부 틈으로 인한 우수유입(씰링상태) 	 <거더내부 도장 박리>

부재	중 점 점 검 내 용	주요사진
교량 받침	·받침콘크리트 균열 진전상태 확인 ·온도 상승으로 바닥판 신장시 유간협착으로 인한 고정단 손상발생 여부 	 <낙교방지시설 부식>
신축이음장치	·신축이음부 누수에 의한 받침부식 및 흙벽 열화발생 여부 ·후타재 손상에 따른 차량주행의 안전성 저해여부	-
하부구조	·유간협착으로 인한 손상진전 및 추가발생 여부 ·교대 신축이음장치 누수로 인한 하부구조 열화 진전여부 ·법면보호공 보수부에 대한 재손상 발생여부 	 <흙벽부 파손>

7.2.2. 중점유지관리항목

가. 중점유지관리 개요

금회 정밀안전진단 결과, A1, A2 바닥판 유간협착이 발생하여 신축거동불량에 의한 교대 및 바닥판에 경미한 손상이 조사되었다. 또한, A2 접속슬래브 배면 종점측에 우수에 의한 토 공부의 공동이 확인되어 주기적인 관리가 필요한 상태이다. 상기 언급된 손상들에 대해서는 결함의 진전여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰하는 등 중점 유지관리항목으로 선정하여 구조물의 유지관리를 실시하는 것이 타당할 것으로 판단된다.



나. 바닥판 단부 협착 점검

1) 선정사유

신축이음부 바닥판 유간 조사시 바닥판 유간이 협착된 것으로 조사되었다. 또한, A2 신축이음부 누수가 다소 발생하여 하부구조의 열화 및 낙교방지장치 부식이 국부적으로 발생하였다. 본 구간에 대한 유간확보 후 유간의 재폐합여부에 대해서 주기적인 관리가 필요한 상태이다.

2) 현장조사결과

2016년 12월 신축이음장치가 교체되어 기 진단시 관측된 손상은 전반적으로 보수되었으나, 교체전 발생된 신축이음 접합부의 위치에서 누수로 인한 교량하부 표면오염 및 체수가

일부 확인되었으며 현재 누수량은 미미한 상태이다.

바닥판 단부 협착의 경우 기 진단시 관측된 손상으로 협착에 따른 파손 등 2차손상이 발생되었으나 기 진단 이후 손상의 진전을 보이고 있지는 않은 상태이다.



3) 향후관리방안

바닥판 단부 협착은 바닥판 절단을 통한 유간확보가 필요하다. 기 진단시 보수·보강 방안에 따른 유지관리 계획으로 2017년 보수예정인 것으로 확인되었으며 바닥판 단부가 협착되는 하절기의 경우 유간이 없는 상태이므로 배면토압에 의한 측방이동변위가 수렴되지 않았을 우려가 있으므로 동절기 일정기간 유간협착 여부를 확인 후 유간확보 실시가 필요한 것으로 판단된다.

8. 종합결론

김천JCT3교는 중부내륙선 114.6km지점에 위치하여 중부내륙선(내서방향)과 경부선(부산방향)을 연결하는 3경간 연속 S.T.B 교량구조물이다. 본 과업은 김천JCT3교의 준공 이후(2001년) 두 번째 시행하는 정밀안전진단으로, 시공자료 분석을 포함하여, 현장조사, 각종시험 및 구조안전성 평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

가. 현장조사 및 상태평가 결과

- 외관조사 결과 주부재인 강재거더 국부적인 강재의 도장박리, 바닥판 단부의 협착, 신축이음의 공용중 노후화 진전, 종점측 접속슬래브 단부의 공동 등 내구성을 저해하는 손상이 조사되었다. 특히, A1 및 A2측 신축이음부 바닥판과 교대가 협착되어 이로 인한 2차손상(단부 파손 등)이 발생한 상태로 교량의 원활한 신축거동을 위하여 유간확보가 필요한 상태이다.
- 교량의 하부구조는 전반적으로 양호하나, 국부적인 미세균열(폭 0.2mm이하) 등에 대해서는 지속적인 관리가 필요하고, 종점측 접속슬래브측면에 우수의 유입에 의한 토공부의 공동이 발생하여 보수 및 유지관리가 필요하다.
- 콘크리트의 내구성조사결과 강도, 철근배근상태, 콘크리트의 탄산화, 염분함유량 등의 시험항목에 대해서 설계기준을 만족하는 양호한 품질을 유지하고 있는 상태로 평가되었고, 주부재인 강재거더의 용접부에 대한 초음파탐상시험 결과에서도 결함이 없는 양호한 품질의 용접상태를 보유하고 있는 것으로 평가되었다.
- 상태평가결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인“B(0.227)”로 산정되었다.

나. 안전성평가 결과

- 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 상부구조인 강박스 거더 및 바닥판의 최소안전율이 1.0 이상으로 나타나 안전성을 확보하고 있으며, 내하율도 1.0이상 설계하중 DB(DL)-24이상의 내하력을 보유하고 있는 상태로 평가되었다. 또한, 하부구조에서도 안전성에 문제가 없는 것으로 분석되었다.

다. 결론

- 김천JCT3교는 약 15년정도의 공용기간동안 중부내륙선(내서방향)과 경부선(부산방향)을 연결하여 중차량의 통행량이 많은 시설물로서 공용기간중 전반적인 외관상태는 양호하게 평

가되었으나, 바닥판 단부의 협착 등의 내구성을 저해하는 손상이 발생하여 보수가 필요하며, 바닥판의 비구조적인 횡균열, 일부강재의 도장박리, 하부구조의 미세균열 등에 대해서는 보수 및 지속적인 유지관리가 필요한 상태로 평가되었다.

- 따라서, 본 교량의 상태평가 및 안전성평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』로 평가되었으며, 결함 및 손상 부위에 대하여 금회 진단 보고서에 제시된 보수를 시행하고 중점유지관리가 필요구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등교(DB-24)로서의 기능을 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

제 3장 선산감천교(내서,여주)

1. 시설물의 개요
2. 자료수집 및 분석
3. 현장조사 및 시험
4. 시설물의 상태평가
5. 시설물의 안전성평가
6. 종합평가 및 안전등급의 지정
7. 보수·보강 및 유지관리방안
8. 종합결론

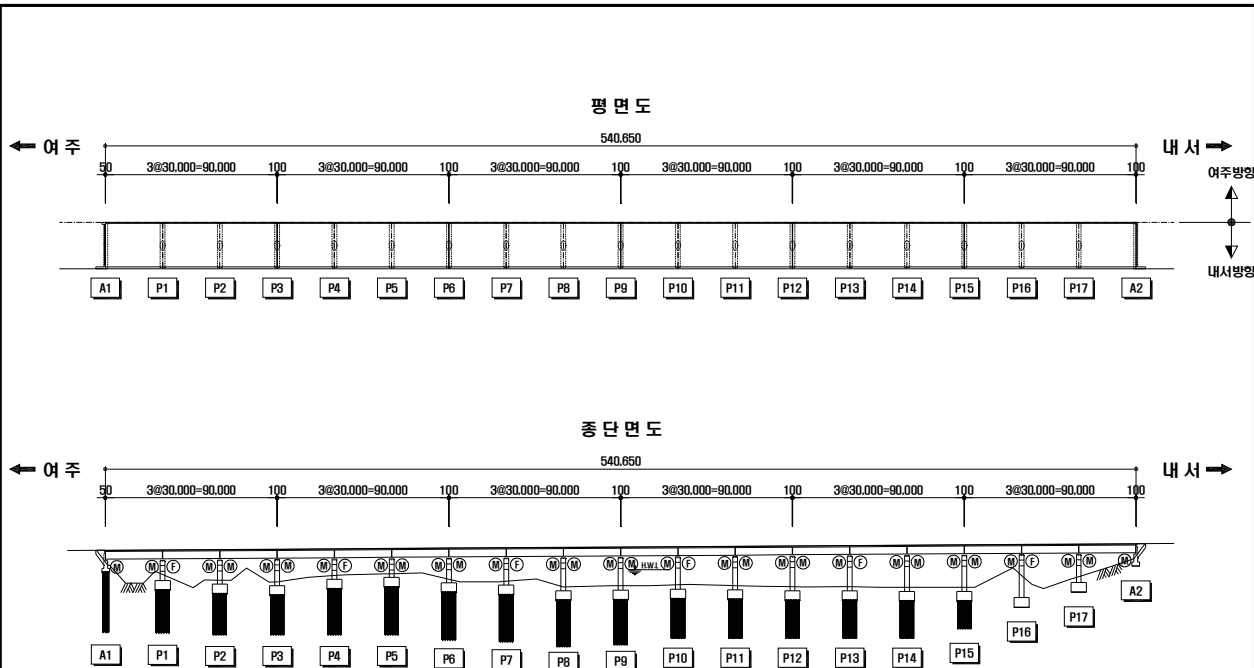
1. 시설물의 개요

1.1 내서방향

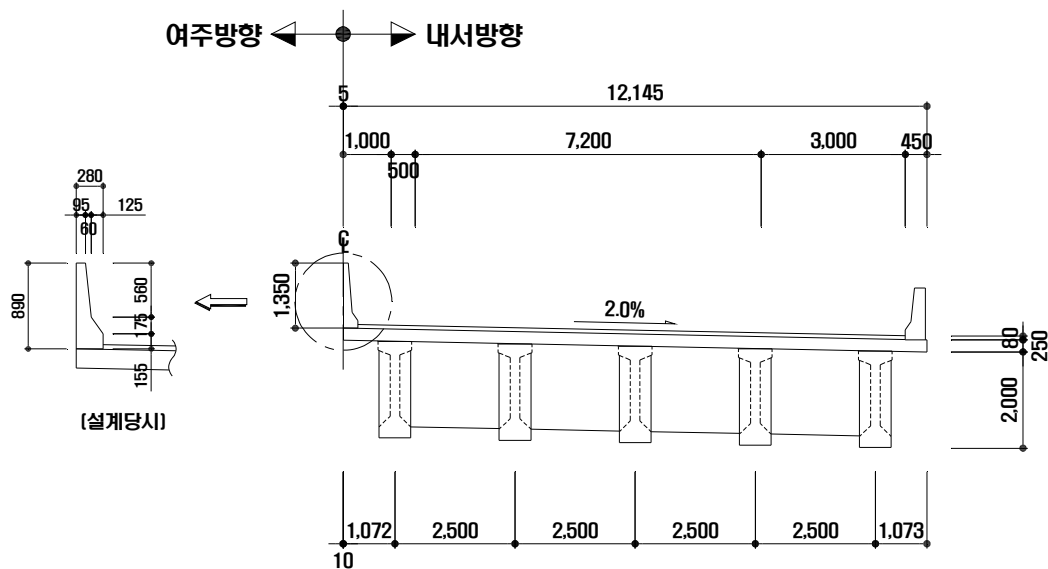
가. 시설물의 현황

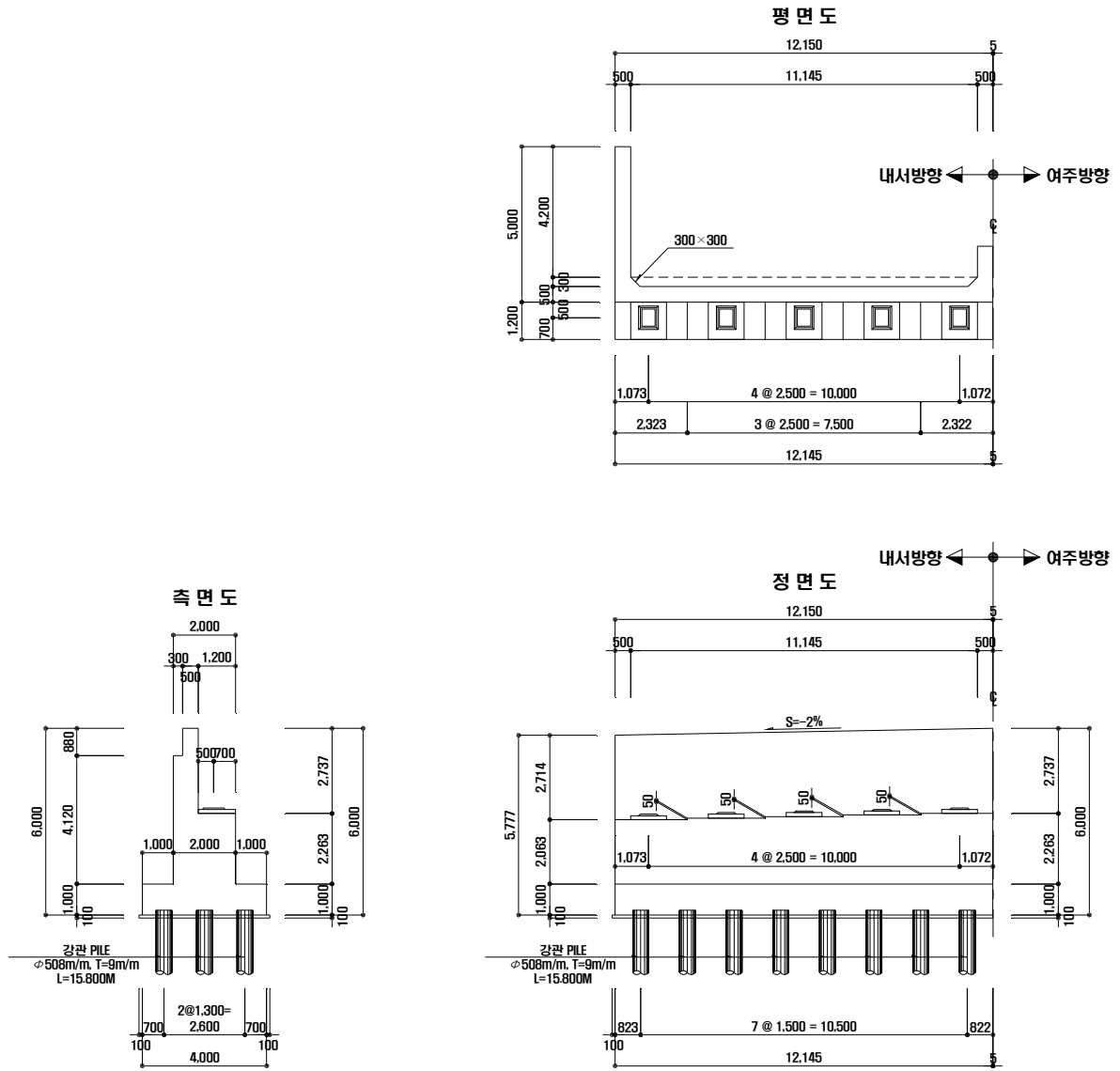
구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		선산감천교(내서)		시설물번호		BR2001-0000380	
준공년월		2001년 12월		관리번호		-	
시설물위치		경상북도 구미시 선산을 습레리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		중부내륙선(119.6km)	
제원	연장	L = 540.65m(3@30.0+3@30.0+3@30.0+3@30.0+3@30.0+3@30.0=540.0m, 0.65m:신축이음유간)					
	폭	B = 12.145m, 2차로(유효폭 : 11.39m)					
구조 형식	상부	PSCI 형교		기초 형식	교대	A1 : 강관말뚝기초 A2 : 확대(전면)기초	
	하부	교대 : 역T형 교각 : T형			교각	P1~15 : 강관말뚝기초 P16~17 : 확대(전면)기초	
교량받침		탄성받침		신축이음		A1,A2 : New Monocell Joint P3,6,9,12,15 : Rail Joint	
교차시설물		국가하천(감천) 횡단(S7~15) S1, S17 : 농로(제방) 횡단		통과높이		약 3.2~4.1m	
설 계 사		(주)천일기술단		시 공 사		삼환기업(주),(주)신일건설	
내진설계유무		적용		관리주체		한국도로공사 경북본부 상주시사	
부착시설내용		- 교량 점검로(P6~16)					
기 타		※ 종,평면도 본보고서 수록 - 사각이 없는 직선교 - 설계도서 및 구조계산서 있음. - 보수보강 여부 : 하자만료전 균열보수, 신축이음 교체(A1,2) 등					

나. 시설물 주요도면

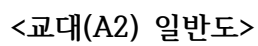


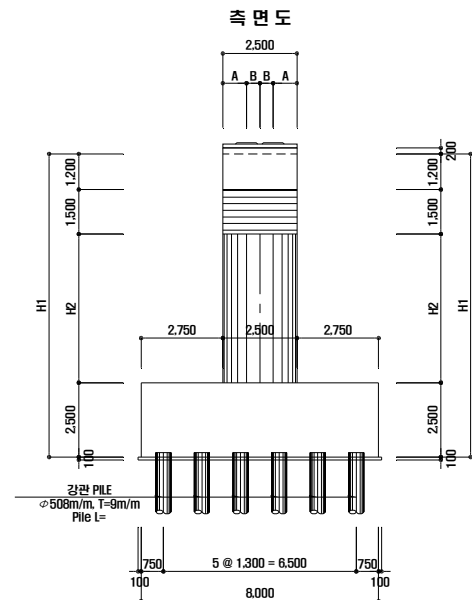
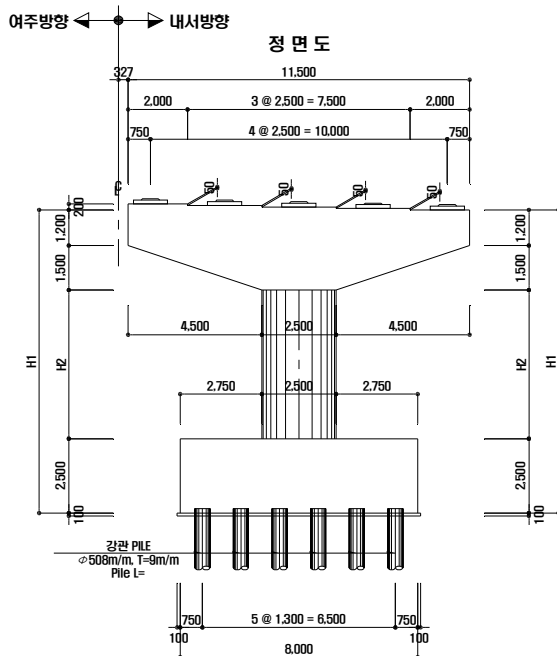
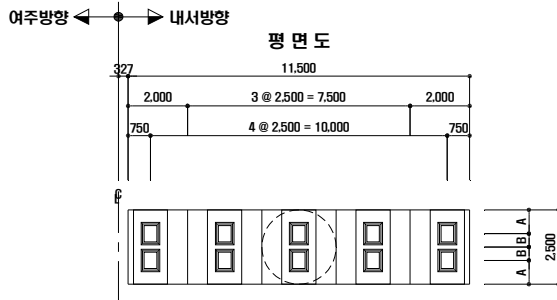
<교량의 종.평면도>





<교대(A1) 일반도>

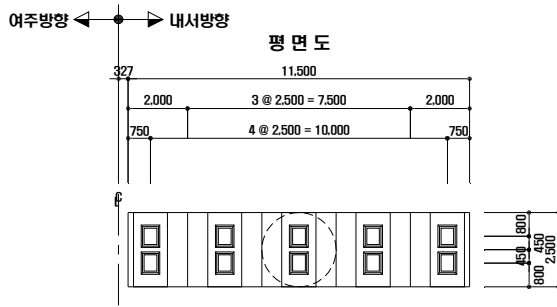




치수표

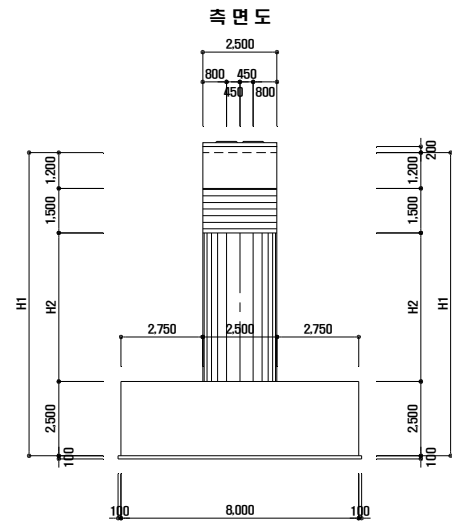
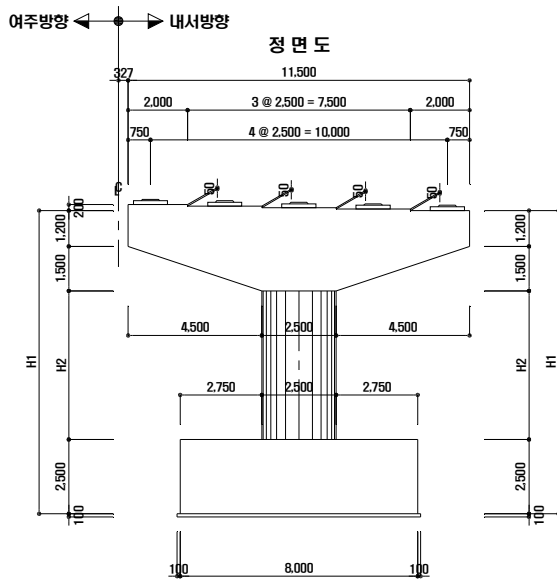
구분	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
H1	10.397	8.183	7.829	6.855	7.072	9.428	8.954	11.010	10.946	10.722	11.158	11.404	11.590	11.746	10.943
H2	5.197	2.983	2.629	1.655	1.872	4.228	3.754	5.810	5.746	5.522	5.958	6.204	6.390	6.546	5.743
A	800	800	750	800	800	750	800	800	750	800	800	750	800	800	750
B	450	450	500	450	450	500	450	450	500	450	450	500	450	450	500
Pile L=	8.540	11.390	11.840	12.920	12.800	11.840	12.910	12.250	11.910	10.540	10.200	10.050	9.960	8.400	6.100

<교각 일반도(P1~P15)>



치수표

구분	P16	P17
H1	12.169	7.215
H2	6.969	2.015



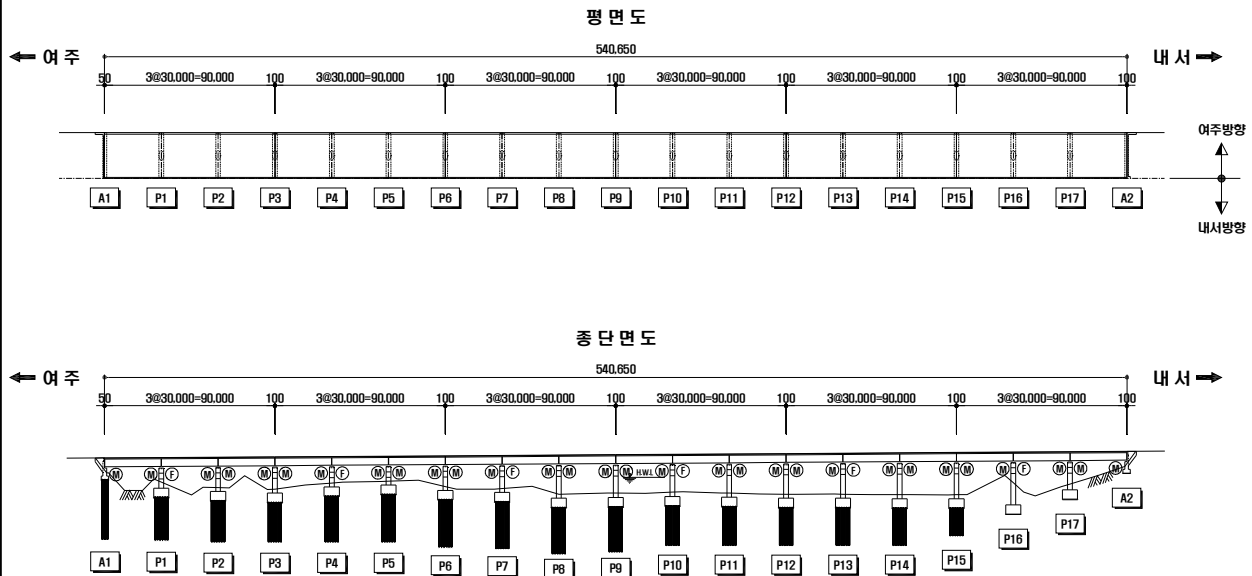
<교각 일반도(P16,P17)>

1.2 여주방향

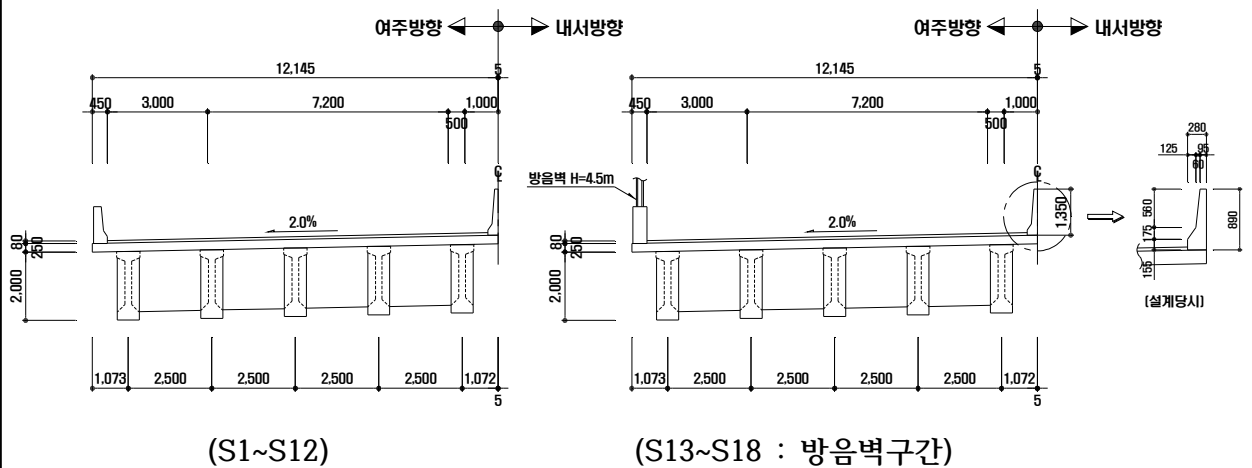
가. 시설물의 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		선산감천교(여주)		시설물번호		BR2001-0000380	
준공년월		2001년 12월		관리번호		-	
시설물위치		경상북도 구미시 선산읍 습례리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		중부내륙선(119.6km)	
제원	연장	L = 540.65m(3@30.0+3@30.0+3@30.0+3@30.0+3@30.0 +3@30.0=540.0m, 0.65m:신축이음유간)					
	폭	B = 12.145m, 2차로(유효폭 : 11.39m)					
구조 형식	상부	PSCI 형교		기초 형식	교대	A1 : 강관말뚝기초 A2 : 확대(전면)기초	
	하부	교대 : 역T형 교각 : T형			교각	P1~15 : 강관말뚝기초 P16~17 : 확대(전면)기초	
교량받침		탄성받침		신축이음		A1,A2 : New Monocell Joint P3,6,9,12,15 : Rail Joint	
교차시설물		하천(감천) 횡단 S1, S18 : 농로(제방) 횡단		통과높이		약 3.2~4.1m	
설 계 사		(주)천일기술단		시 공 사		삼환기업(주),(주)신일건업	
내진설계유무		적용		관리주체		한국도로공사 경북본부 상주시사	
부착시설내용		- 교량 점검로(P6~16) - 방음벽(S13~S18, H=4.5m, 흡음형)					
기 타		※ 종,평면도 본보고서 수록 - 사각이 없는 직선교 - 설계도서 및 구조계산서 있음. - 보수보강 여부 : 하자만료전 균열보수, 신축이음 교체(A1,2) 등					

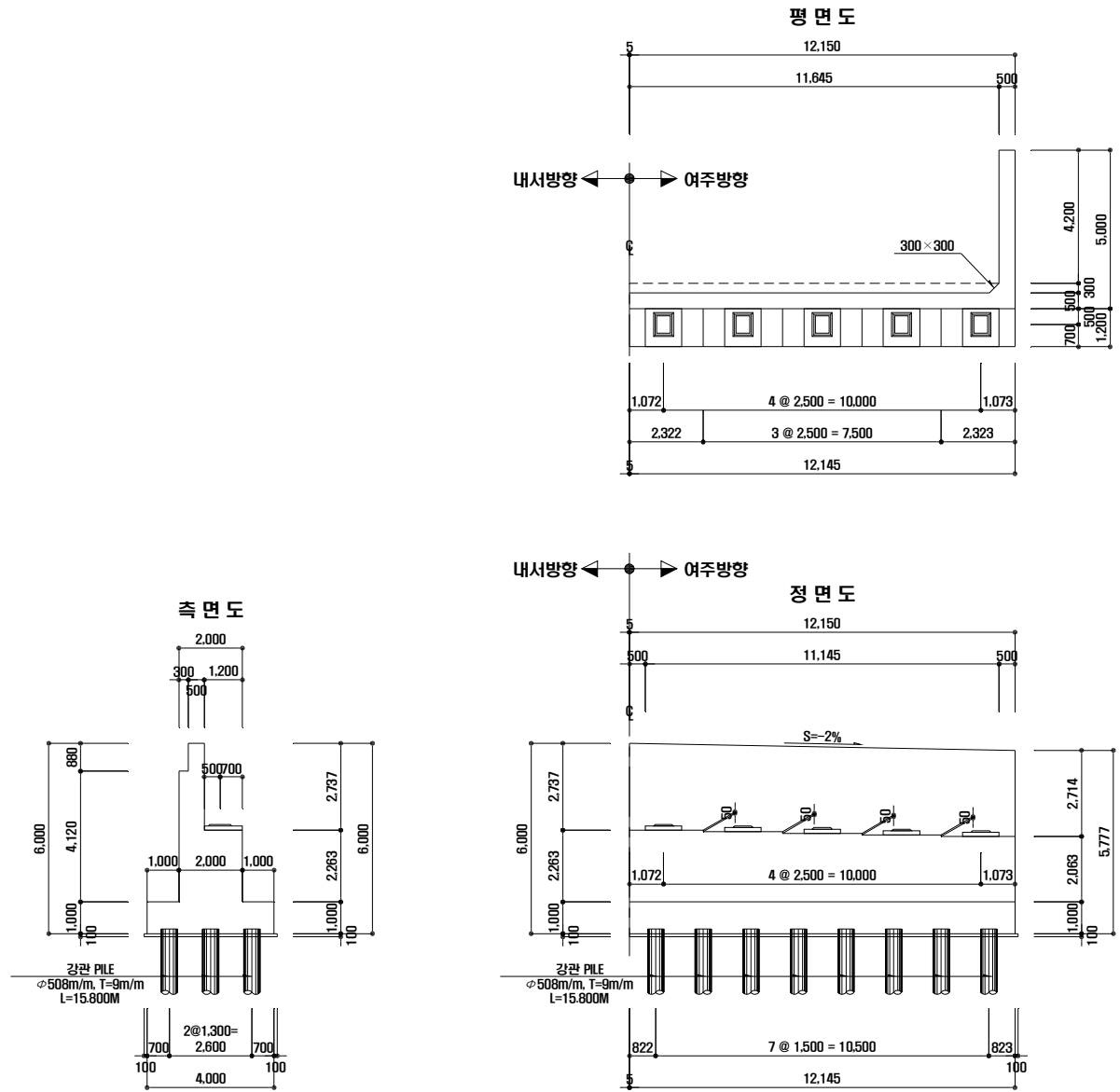
나. 시설물 주요도면



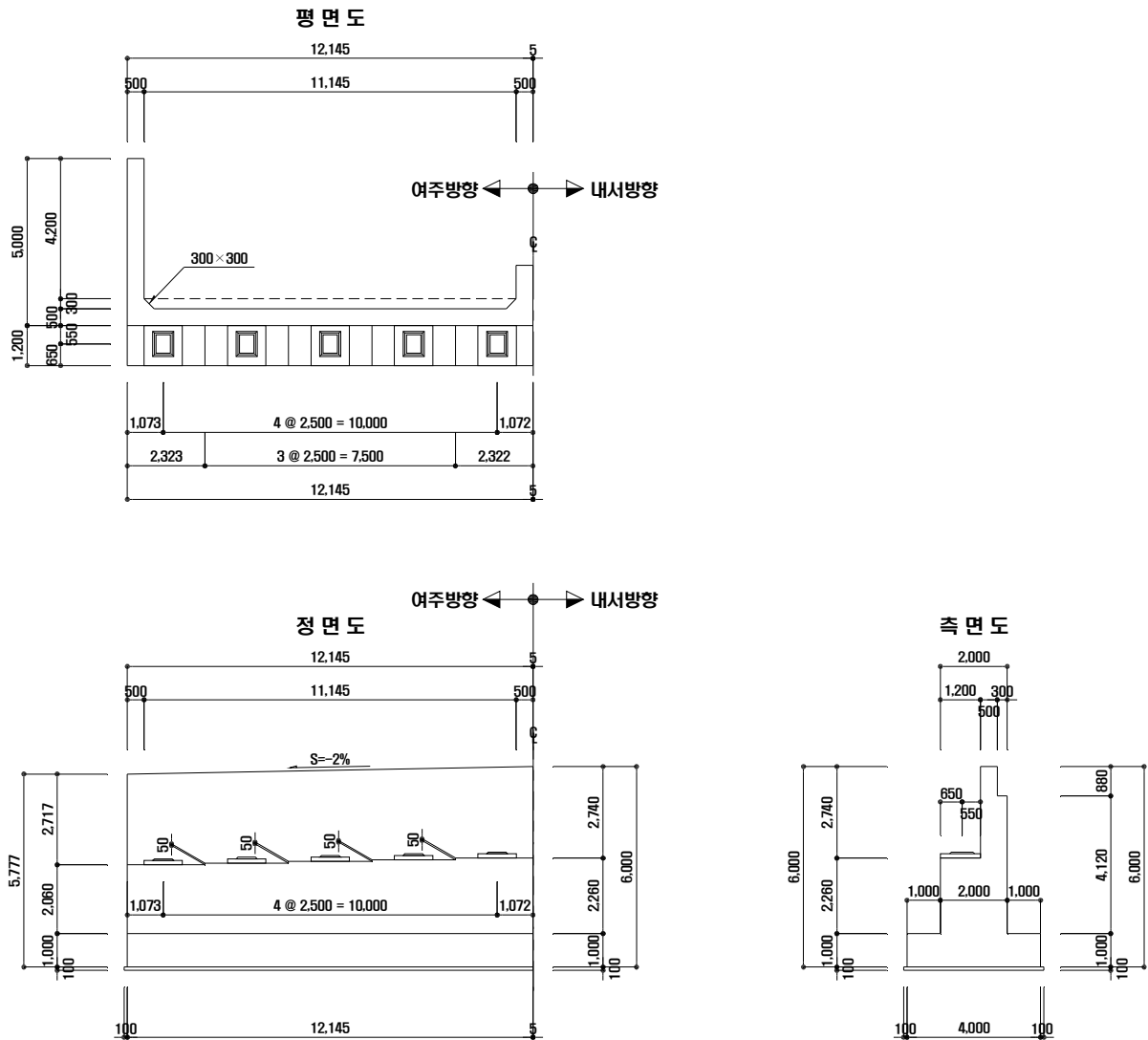
<교량의 종.평면도>



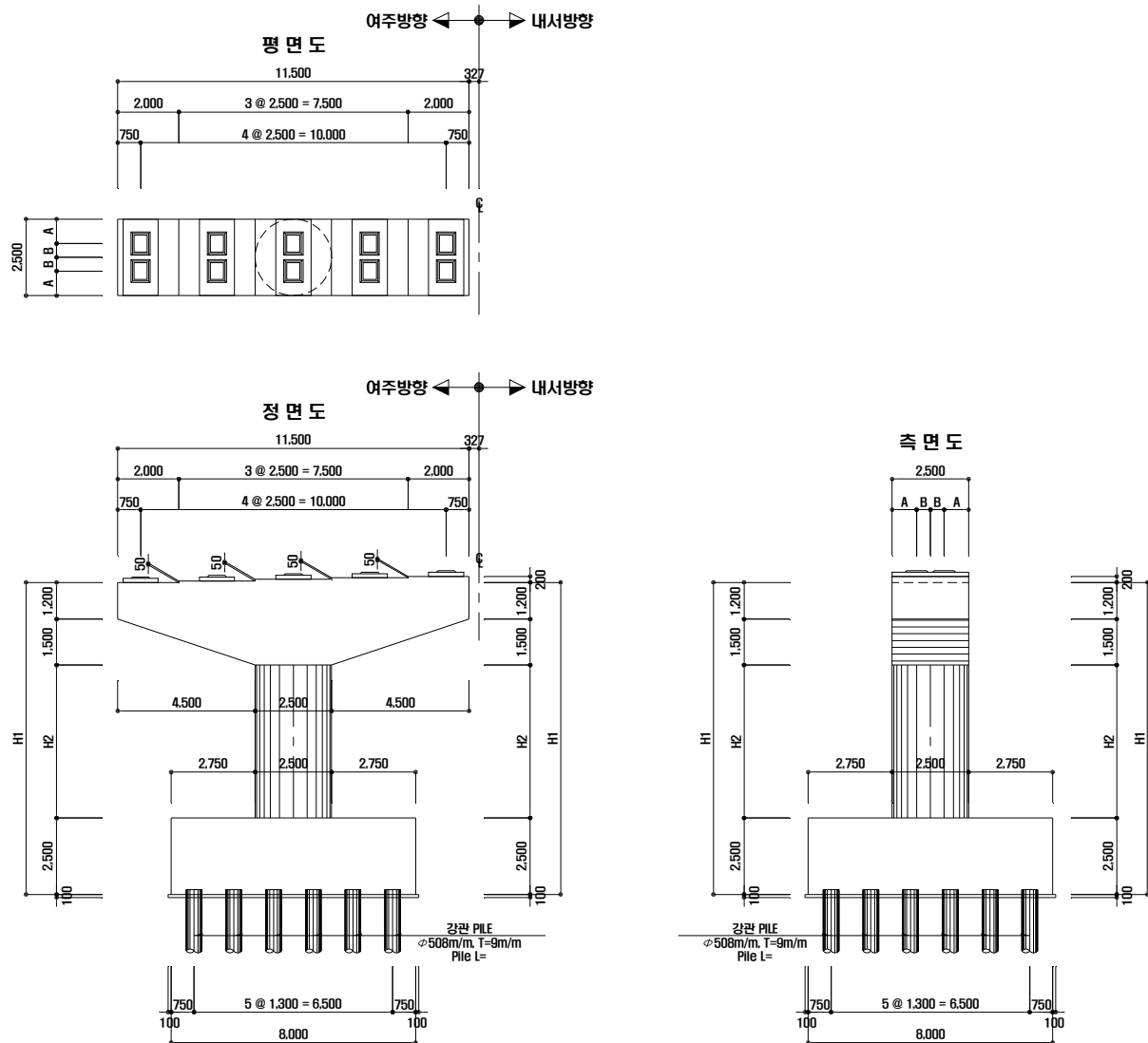
<교량의 횡단면도>



<교대 일반도(A1)>



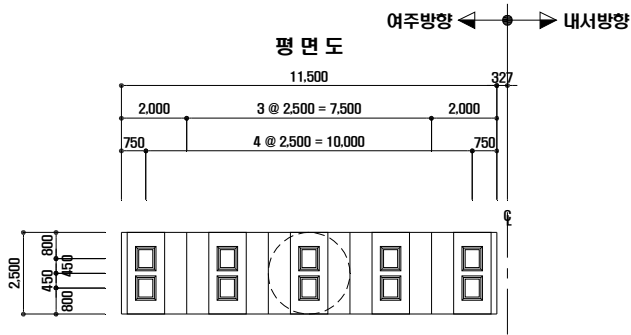
<교대 일반도(A2)>



치수 표

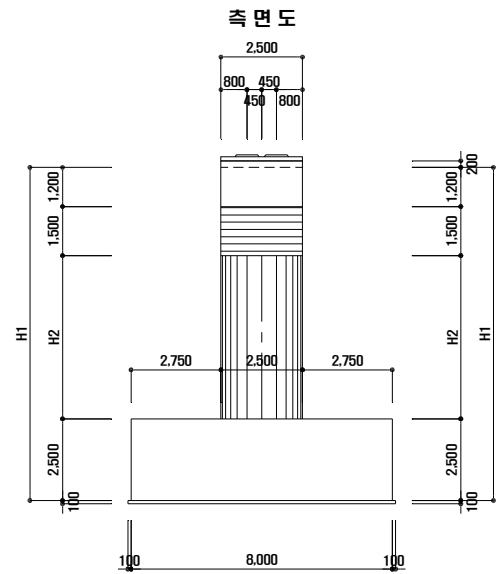
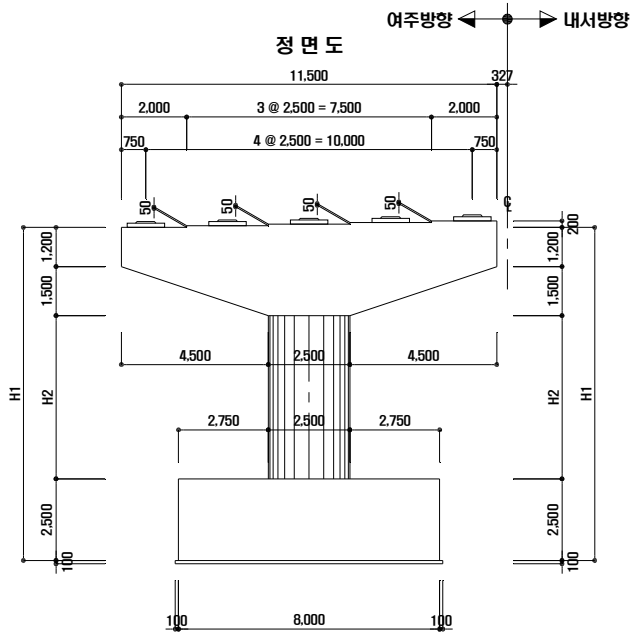
구분	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15
H1	7.632	8.598	9.144	7.580	7.186	8.702	9.338	10.934	10.911	10.737	10.993	11.359	11.465	11.701	11.807
H2	2.432	3.398	3.944	2.380	1.986	3.502	4.138	5.734	5.711	5.537	5.793	6.159	6.265	6.501	6.607
A	800	800	750	800	800	750	800	800	750	800	800	750	800	800	750
B	450	450	500	450	450	500	450	450	500	450	450	500	450	450	500
Pile L=	11.270	10.940	10.490	12.160	12.650	12.530	12.490	12.290	11.910	10.490	10.330	10.060	10.050	9.910	7.400

<교각 일반도(P1~P15)>



치수표

구분	P16	P17
H1	13.463	8.263
H2	9.609	4.409



<교각 일반도(P16~P17)>

2. 자료수집 및 분석

2.1 보수·보강 이력

가. 내서방향

구분	공사기간	설계자	시공자	공사명	보수·보강 공법/내용	공사금액(원)
보수	2006.05.30~ 2008.11.12	-	-	상주시관내 교면절삭 덧씌우기공사 등	• 아스팔트 절삭 후 재포장 (1~2차로 갓길포함 : 5,184㎡)	110,000,000
개량	2007.08.27~ 2007.11.12	이만희	신화 건설(주)	상주시관내 교면절삭 덧씌우기 공사	• 교면 재포장(오버레이등)	85,089,000
보수	2008.05.07 ~ 2008.12.26	-	-	유지보수 공종별 도급공사	• 신축이음장치(뉴모노셀) 교체 (A1 : 3.6m, A2 : 11.4m)	12,000,000
보수	2008.10.02 ~ 2008.10.10	정연웅	(주)대웅 건설	2008년 유지보수 공종별 도급공사	• 신축이음 교체 : L=16.0m	15,000
보수	2009.10.07~ 2009.11.20	-	삼주 기업(주)	상주시관내 신축이음장치 개량공사	• 신축이음장치(뉴모노셀) 교체 (A1 : 7.8m)	-
보수	2010.04.30 ~ 2010.05.03	-	(주)규진 건설	상주시사 시설물 유지보수 연간단가 공사	• 교량통과높이 제한표지판 설치(S1) • 균열보수(A2-옹벽)	-
보수	2011.05.02~ 2011.12.31	-	(주)협진 건설	상주시사 시설물 유지보수 연간단가 공사	• 배수파이프 개량(하천→육교) (A1, P1 : 2EA)	2,508,000

나. 여주방향

구분	공사기간	설계자	시공자	공사명	보수·보강 내용	공사금액(원)
보수	2007.08.27~ 2008.11.12	-	-	상주시관내 교면절삭 덧씌우기공사 등	• 아스팔트 절삭 후 재포장 (3,569㎡, 1~2차로) • 배수시설(보수:20EA)	81,250,000
보수	2008.05.07 ~ 2008.12.26	-	-	유지보수 공종별 도급공사	• 신축이음장치(뉴모노셀) 교체 (A2 : 4m)	2,880,000
보수	2009.10.7 ~ 2009.11.20	-	삼주 기업(주)	상주시관내 신축이음장치 개량공사	• 신축이음장치(뉴모노셀) 교체 (A1 : 11.4m, A2 : 7.8m)	-
보수	2010.04.30 ~ 2010.05.03	-	(주)규진 건설	상주시사 시설물 유지보수 연간단가 공사	• 교량통과높이 제한표지판 설치(S1) • 교량 배수파이프 설치 (S1:육교형)	-
보수	2011.05.02~ 2011.12.31	-	(주)협진 건설	상주시사 시설물 유지보수 연간단가 공사	• 배수상태 처리 (A1, A2:2EA)	218,000

2.2 자료수집 및 분석 결과요약

가. 내서방향

구 분	자료 수집 현황	자료분석 결과	진단시 과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	○ 준공도면 및 구조계산서 - 구조계산서 및 수리계산서 - 설계도면 - 종합보고서 - 일반보고서 - 종합보고서 - 교량일반보고서 - 토질조사보고서	○ 설계도면, 일반보고서는 설계 당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ○ 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 전반적으로 동일한 것으로 확인되었음.	○ 주요부재에 대해 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교.검토함 : 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 : 치수가 상이한 부재에 대해 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영함
유 지 관 리 자 료	○ 하자만료전 정밀점검 보고서 (2011.12) ○ 정밀안전진단 보고서 (2012.11) ○ 보수.보강 이력 ⇒ 한국도로공사 시스템 내 교량관리대장 참조	○ 현장조사 결과, 철근노출, 바닥판 하면 및 거더의 수평균열 또는 신축이음 누수, 받침부식 등이 주요 손상으로 검토됨 ○ 시험 및 측정결과, 설계기준과 유사한 상태임 ○ 신축이음장치 교체 및 고무재 보수 실시(2008년) ○ 아스팔트 절삭 후 재포장 (2006년)	○ 전회 진단결과와 금회 진단결과를 비교.검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ○ 전회 진단결과와 비교.검토하여 내구성 저하 여부 확인 ○ 보수부 여부 및 재 손상 확인 ○ 보수부 및 균열 진행성 확인

나. 여주방향

구 분	자료 수집 현황	자료분석 결과	진단시 과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	○ 준공도면 및 구조계산서 - 구조계산서 및 수리계산서 - 설계도면 - 종합보고서 - 일반보고서 - 종합보고서 - 교량일반보고서 - 토질조사보고서	○ 설계도면, 일반보고서는 설계 당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ○ 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 전반적으로 동일한 것으로 확인되었음.	○ 주요부재에 대해 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교.검토함 : 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 : 치수가 상이한 부재에 대해 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영함
유 지 관 리 자 료	○ 하자만료전 정밀점검 보고서 (2011.12) ○ 정밀안전진단 보고서 (2012.11) ○ 보수.보강 이력 ⇒ 한국도로공사 시스템 내 교량관리대장 참조	○ 현장조사 결과, 철근노출, 바닥판 하면 및 거더의 수평균열 또는 신축이음 누수, 받침부식 등이 주요 손상으로 검토됨 ○ 시험 및 측정결과, 설계기준과 유사한 상태임 ○ 신축이음장치 교체 및 고무재 보수 실시(2008년) ○ 아스팔트 절삭 후 재포장 (2006년)	○ 전회 진단결과와 금회 진단결과를 비교.검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ○ 전회 진단결과와 비교.검토하여 내구성 저하 여부 확인 ○ 보수부 여부 및 재 손상 확인 ○ 보수부 및 균열 진행성 확인

3. 현장조사 및 시험

3.1 내서방향

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판	- 전반적으로 양호한 상태이며, 바닥판 하면에 국부적으로 미세균열 및 망상균열(폭 0.2mm이하) 발생 - 캔틸레버 측면에 백태, 하면에 파손/박락 및 철근부식 - 바닥판 하면의 일부 공간에 경미한 재료분리/재료분리 및 철근노출 - 잡철물 노출 및 물끓기흙 설치불량	- 시공초기 건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 - 신축이음 및 방호벽과 바닥판 시공이음부의 누수 등에 의해 발생된 것으로 단면보수(방청)(철근부식 및 박락), 시공이음부에 주입보수(누수부) 등이 필요 - 시공초기 다짐불량으로 인해 발생하였으며, 내구성증진을 위한 단면보수가 요구됨 - 손상이 경미하여 주의관찰
PSC거더	- 구조적인 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이며, 거더 복부측에 다수의 미세균열 및 망상균열(폭 0.1mm이하) - 거더 하면 Soffit Plate 주변에 주로 발생된 파손/박리/박락 등 - 국부적인 거더복부 철근노출 - 국부적인 거더하면 및 앵커홀 주변 파손 및 박락 등 - 거더 복부 하단에 발생한 재료분리	- 시공초기 건조수축에 의한 미세균열로 주의관찰 요구됨. - 받침장치 주변에 발생되어 장기적인 내구성 및 사용성 저하방지를 위해 단면보수가 필요함 - 단면보수(방청) 필요 - 단면보수 필요 - 손상이 경미하여 주의관찰
가로보	- 미세균열 및 몰탈(보수부) 박리 - 폭 0.3mm균열(1개소) - 가로보 연결부 재료분리 및 철근노출 - 잡철물 노출	- 시공초기 건조수축에 의한 표면균열 및 경화 중 수축현상으로 인해 발생된 것으로 손상이 경미하여 주의관찰 - 주입보수 필요 - 손상정도는 경미하나 철근부식에 의한 2차손상 예방을 위해 단면보수(방청)필요. - 손상정도가 경미하여 주의관찰

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
하부 구조	교대 교각	- 교대 및 교각 콘크리트 표면에 발생한 균열 및 망상균열(0.2mm이하) - 교대 및 교각에 발생한 균열(0.3mm이상) - 국부적인 파손 / 재료분리 - 기동부 하단부 침식 - 교대 흉벽부와 교각에 발생한 표면오염 - 교대 상면 체수 - 잡철물 노출	- 건조수축에 의한 표면균열로서 지속적인 주의관찰 요구됨 - 내구성확보 차원에서 주입보수가 요구됨 - 내구성확보를 위한 단면보수 요구됨 - 손상정도가 경미하여 주의관찰 - 신축이음누수와 우수에 의해 발생한 것으로 현재 손상정도는 경미하나 추가적인 손상발생에 주의관찰이 필요 - 신축이음 차수방안과 연계하여 보수 - 손상정도가 경미하여 주의관찰
	기초	기초단부 파손	손상정도가 경미하여 주의관찰
교량받침		- 외관 및 가동상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 받침 일부 부식 - 편기 / 스토퍼협착 - 국부적인 무수축물탈 미세균열 및 파손 - 받침콘크리트 균열 및 망상균열(0.2mm이하)	- 부식부 제거 후 재도장 필요 - 손상정도는 경미하나 중점관찰을 통한 2차손상 발생여부에 주의 - 손상정도가 경미하여 주의관찰 - 손상정도가 경미하여 주의관찰
신축이음장치		- 본체 고무재 이격(A1, A2) 등에 의한 누수 - 대부분의 신축이음장치 후타재에 발생한 균열 및 망상균열, 파손 등 - 주로 양끝단(갓길구간)의 부식 및 이물질 퇴적 - 하부 강판 부식 - 신축이음 본체와 후타재 사이 이격	- 본 교량의 신축이음은 공용기간중 차량통행에 의한 후타재의 피로형균열이 전 구간에 심화되어 있으며, 본체의 이음부가 일부 이격되어 경미한 누수가 진행중에 있으나, 진단 당시 교체의 긴 급성은 적으며, 향후 중점관리를 통한 누수진전 및 후타재의 박락 등이 우려될 때 전면적인 교체를 검토하여야 함 - 또한, 현재 신축이음부 누수가 발생한 A1, A2에 대해서는 유도배수시설 설치 등의 차수대책이 필요
교면포장		전반적으로 양호하며 국부적인 균열, 마모/긁힘, 소성변형, 패임, 단차	손상 정도가 경미하며 차량 주행성에 크게 영향을 미치지 않기에 주의관찰이 요구됨
배수시설		배수구 막힘 및 그레이팅 탈락	배수구 막힘부에 대한 주기적인 청소 및 그레이팅 재설치
난간 (방호벽)		- 균열 / 망상균열 / 균열부 백태 - 박락/파손 - 재료분리 / 재료분리 및 망상균열 - 잡철물 노출	- 지속적인 관찰 및 폭 0.3mm이상 균열에 대한 주입보수가 필요 - 손상 정도가 경미하여 주의관찰 - 국부적으로 발생하여 주의관찰이 필요함 - 손상 정도가 경미하여 주의관찰

2) 기 진단 결과와의 비교, 분석

구 분		손상내용	손상물량		비고
			'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
바닥판		• 균열(0.2mm이하)	152.3m/98EA	212.2m/134EA	
		• 망상균열	0.40m ² /1	2.9m ² /2EA	
		• 백태	18.12m ² /26EA	82.07m ² /55EA	
		• 철근부식 및 박락	5.47m ² /8EA	3.08m ² /10EA	
		• 파손/박락	1.94m ² /6EA	0.16m ² /2EA	
		• 보수부들뜸	-	0.12m ² /1EA	
		• 재료분리	0.10m ² /1EA	3.16m ² /2EA	
		• 재료분리 및 철근노출	1.25m ² /2EA	0.75m ² /1EA	
		• 파손 및 철근노출	0.24m ² /1EA	0.24m ² /1EA	
		• 물끊기흙 설치불량	2.0m/1EA	2m/1EA	
		• 잡철물 노출	168EA	-	
PSC 거더		• 균열(0.2mm이하)	28.8m/54EA	58.9m/86EA	
		• 망상균열	2.25m ² /1EA	31.5m ² /9EA	
		• 파손/박리/박락	0.95m ² /18EA	0.86m ² /23EA	
		• 재료분리	0.22m ² /2EA	0.71m ² /8EA	
		• 철근노출	-	0.1m ² /1EA	
가로보		• 균열(0.2mm이하)	1.8m/4EA	3.9m/11EA	
		• 균열(0.2mm이상)	-	0.1m/1EA	
		• 박리	0.36m ² /4EA	-	
		• 재료분리	1.95m ² /11EA	6.73m ² /24EA	
		• 재료분리 및 철근노출	0.16m ² /1EA	0.03m ² /1EA	
		• 잡철물 노출	57EA	57EA	
하부 구조	교대 교각	• 균열(0.2mm이하)	112.7m/168EA	378.5m/496EA	
		• 균열(0.3mm이상)	17.1m/21EA	19.2m/19EA	
		• 균열(1.0mm)	-	2m/1EA	
		• 망상균열	0.65m ² /2EA	14.9m ² /13EA	
		• 단면보수부망상균열	-	0.06m ² /1EA	
		• 백태	2.00m ² /1EA	-	
		• 박리/박락/파손	0.93m ² /8EA	7.45m ² /7EA	
		• 재료분리	8.25m ² /6EA	6.56m ² /4EA	
		• 침식	19.50m ² /5EA	41m ² /5EA	
		• 실런트 탈락 및 단차	3.5m/1EA	3.5m/1EA	
		• 표면오염	44.36m ² /6EA	1.44m ² /1EA	
		• 잡철물 노출	27EA	-	
		• 체수	-	1m ² /1EA	
		• 조류 배설물	-	0.4m ² /1EA	
		• 유송물 퇴적	-	6m ² /1EA	
	기초	• 파손	1.04m ² /2EA	1.04m ² /2EA	
		• 침식	-	20m ² /1EA	

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
교량받침	• 부식	22.62㎡/97EA	6.6㎡/37EA	
	• 편기	1EA	1EA	
	• 스톱퍼 협착	10EA	1EA	
	• 스톱퍼 부식	-	0.18㎡/9EA	
	• 무수축물탈 균열	5.3m/33EA	48.3m/255EA	
	• 무수축물탈 파손/박리	0.03㎡/2EA	3.05㎡/7EA	
	• 받침콘크리트균열(0.2mm이하)	2.4m/8EA	18.6m/78EA	
	• 받침콘크리트균열(0.3mm이상)	-	3.3m/7EA	
	• 받침콘크리트 망상균열	-	0.1㎡/1EA	
	• 잡철물 노출	-	2EA	
신축이음장치	• 본체 부식	8.00㎡/16EA	6.8㎡/11EA	
	• 하부 강판 부식	0.76㎡/4EA	2.5㎡/5EA	
	• 이물질 퇴적	3.15㎡/14EA	6.3㎡/14EA	
	• 고무재 탈락	2.0m/3EA	-	
	• 후타재균열(0.2mm이하)	10.7m/12EA	32.2m/48EA	
	• 후타재균열(0.3mm이상)	31.2m/60EA	13.3m/23EA	
	• 망상균열	1.66㎡/4EA	3.28㎡/7EA	
	• 후타재파손	1.66㎡/9EA	2.86㎡/21EA	
	• 후타재와 본체 이격	60.0m/10EA	60m/10EA	
	• 신축이음부 누수	11.0m/8EA	6.6m/4EA	
교면포장	• 아스콘 균열	2.5m/1EA	2.5m/1EA	
	• 아스콘 마모	7.65㎡/5EA	6.25㎡/1EA	
	• 아스콘 굽힘	-	0.06㎡/2EA	
	• 아스콘 소성변형	0.80㎡/1EA	0.8㎡/1EA	
	• 긴급보수부(단차)	0.16㎡/1EA	0.16㎡/1EA	
	• 아스콘 패임	0.21㎡/4EA	0.48㎡/31EA	
배수시설	• 그레이팅 파손 및 막힘	5EA	4EA	
	• 그레이팅 망실	-	1EA	
	• 배수구 막힘	42EA	7EA	
난간 및 방호벽	• 균열(0.2mm이하)	270.4m/178EA	422.7m/226EA	
	• 균열(0.3mm이상)	2.5m/1EA	12m/20EA	
	• 균열부 백태	48.4m/27EA	49.7m/27EA	
	• 망상균열	0.96㎡/1EA	21.21㎡/4EA	
	• 박리/박락/파손	0.74㎡/15EA	2.215㎡/22EA	
	• 재료분리	3.30㎡/2EA	3.3㎡/2EA	
	• 재료분리 및 망상균열	150.0㎡/1EA	150.0㎡/1EA	
	• 잡철물 노출	1EA	1EA	
검토의견	■ 기점검('12년 정밀안전진단)과 비교하여 기점검시 미확인된 신규 손상이 조사되었으며, 일부 보수부를 제외한 대부분의 손상이 증가된 것으로 확인되었다. ■ 점검자의 상이한 판단기준에 의해 손상물량 및 단위는 변경되었으며, 기 손상부는 일부 보수부를 제외한 전반적인 손상이 금회 진단결과와 근사한 것으로 조사되었다.			

나. 내구성조사 결과요약

1) 금회 진단 및 기 진단 내구성조사 결과요약

시 험 명		시험부위		시험 결과		비 고
				'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
콘크리트	비파괴 강도 (MPa)	바닥판	반발경도	27.3~28.8	29.0~31.7	■ 설계기준강도를 상회함.
			초음파	28.9~33.8	28.8~31.5	
		거더	반발경도	42.7~45.3	42.3~49.1	
			초음파	46.8~49.2	43.9~47.9	
		하부	반발경도	25.0~26.5	25.5~32.8	
			초음파	24.9~28.6	26.6~30.1	
	철근탐사 (mm)	바닥판	배근간격	100.0	96.8~207.5	■ 전반적으로 설계값과 근사함.
			피복두께	24.0~45.0	35.0~62.0	
		거더 벽체	배근간격	-	173.3~201.2	
			피복두께	-	48.0~61.0	
		거더 하면	배근간격	-	110.0~113.0 220.0~230.0	
			피복두께	-	52.0~57.0	
		교대	배근간격	145.0	153.1~155.6	
			피복두께	67.0	92.0~93.0	
		교각 코핑하면	배근간격	-	307.5	
			피복두께	-	88.0	
		교각 기둥	배근간격	96.0~119.0	98.1~113.1	
			피복두께	59.0~120.0	93.0~109.0	

시 험 명		시험부위		시험 결과		비 고
				'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
콘크리트	탄산화 잔여깊이 (mm)	상부 구조		30.5~30.7	31.0~49.8	■ 상태평가 a
		하부 구조		54.9~84.9	61.3~79.4	■ 상태평가 a
	염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부 구조		-	0.197~0.264	■ 상태평가 a (철근위차기준)
		하부 구조		-	0.218~0.275	■ 상태평가 a (철근위차기준)
	균열깊이 (mm)	A1구체	균열깊이	-	43.1	■ 균열깊이가 실측 피복 두께에 근접하지 않음.
			피복두께	-	93.0	
		P2 코핑	균열깊이	-	27.9	
			피복두께	-	100.0	
		P7 코핑	균열깊이	-	21.5	
			피복두께	-	100.0	
		P8 기둥	균열깊이	-	26.5	
			피복두께	-	79.0	
		P12 코핑	균열깊이	-	26.4	
			피복두께	-	100.0	
종합 평가	■ 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. ■ 철근탐사 결과 배근간격 및 피복두께는 설계도면과 미소한 차이는 있으나 전반적으로 도면과 근사한 것으로 평가됨. ■ 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 철근부식 우려가 없는 상태평가 기준“a”로 검토됨. ■ 염화물 함유량 시험결과 염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없는 상태평가 기준“a”로 검토됨. ■ 균열깊이 측정결과, 실측 피복두께에 근접하지 않아 철근부식의 우려는 없는 상태임. ■ 금회 진단결과 콘크리트의 비파괴강도, 철근배근상태, 탄산화 깊이 측정결과 등 전반적으로 양호한 상태로 조사됨.					

3.2 여주방향

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판		- 바닥판 하면에 국부적으로 횡균열(0.2mm이하), 망상균열 및 균열부 백태가 일부 발생됨 - 캔틸레버 측면과 신축이음단부 백태, 철근부식 및 박락 - 각목미제거 및 잡철물	- 시공초기 건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 - 신축이음 및 방호벽과 바닥판 시공이음부의 누수 등에 의해 발생된 것으로 단면보수(방청)(철근부식 및 박락), 시공이음부에 주입보수(누수부) 등이 필요 - 손상정도가 경미하여 주의관찰
PSC거더		- 구조적인 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이며, 주로 거더 복부측에 발생된 미세균열 및 망상균열(0.1mm이하) - 거더하면 Soffit Plate 주변에 주로 발생된 박리/파손 등 - 거더 복부 하단에 발생한 재료분리	- 손상정도가 경미하여 주의관찰 - 받침장치 주변에 발생되어 장기적인 내구성 및 사용성 저하방지를 위해 단면보수가 필요함 - 손상 정도가 경미하여 주의관찰
가로보		- 일부 발생된 균열(0.3mm이상) - 국부적인 경미한 재료분리/박락	- 주입보수 필요 - 손상정도가 경미하여 주의관찰
하부 구조	교대 교각	- 교대 및 교각 콘크리트 표면에 발생한 균열 및 망상균열(0.2mm이하) - 교대 및 교각에 발생한 균열(0.3mm이상) - 국부적인 파손 / 재료분리 - 기둥부 하단부 침식 - 교대 흥벽부와 교각에 발생한 표면오염 - 잡철물 노출	- 건조수축에 의한 표면균열로서 지속적인 주의관찰 요구됨 - 내구성확보 차원에서 주입보수가 요구됨 - 내구성확보를 위한 단면보수 요구됨 - 손상정도가 경미하여 주의관찰 - 신축이음누수와 우수에 의해 발생된 것으로 현재 손상정도는 경미하나 추가적인 손상발생에 주의관찰이 필요 - 손상정도가 경미하여 주의관찰
	기초	- 기초 단부 일부 파손 - 돌망태 철선 일부 탈락(P7 주변)	- 손상 정도가 경미하여 주의관찰 - 손상 정도가 경미하여 주의관찰
교량받침		- 외관 및 가동상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 받침 부식 - 들뜸 / 스토퍼협착 - 무수축물탈 균열(0.2mm이하) 및 파손	- 부식부 제거 후 재도장 필요 - 손상 정도는 경미하나 중점관찰을 통한 2차손상 발생여부에 주의 - 손상 정도가 경미하여 주의관찰

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
신축이음장치	- 본체 고무재 이격 및 탈락(A1, A2) 등에 의한 누수 - 대부분의 신축이음장치 후타재에 발생된 피로균열 및 망상균열, 파손 등 - 주로 양끝단(갓길구간)의 부식 및 이물질 퇴적 - 신축이음 본체와 후타재 사이 이격	- 본 교량의 신축이음은 공용기간중 차량통행에 의한 후타재의 피로형균열이 전 구간에 심화되어 있으며, 본체의 이음부가 일부 이격되어 경미한 누수가 진행중에 있으나, 진단 당시 교체의 긴급성은 적으며, 향후 중점관리를 통한 누수진전 및 후타재의 박락 등이 우려될 때 전면적인 교체를 검토하여야 함 - 또한, 현재 신축이음부 누수가 발생된 A1, A2에 대해서는 유도배수시설 설치 등의 차수대책이 필요
교면포장	- 갓길측의 균열, 망상균열, 패임 등 - 보수부 파손 - 갓길과 2차로 경계측의 소성변형	- 손상정도가 경미하며 지속관찰 후 재포장이 바람직함 - 패칭보수 - 차량 주행성에 영향을 미치지 않으므로 지속적인 주의관찰이 필요
배수시설	- 배수구 막힘 및 그레이팅 탈락 - 배수관 녹발생	- 배수구 막힘부에 대한 주기적인 청소 및 그레이팅 재설치 - 손상 정도가 경미하여 주의관찰
난간	- 균열 / 망상균열 / 균열부 백태 - 파손 / 박락 / 재료분리 - 철근노출 - 방음벽 파손	- 폭 0.3mm이상 균열은 주입보수가 필요하며, 경미한 손상에 대한 주의관찰 요구됨 - 손상 정도가 경미하여 주의관찰 - 단면보수(방청) - 손상 정도가 경미하여 주의관찰

2) 기 진단 결과와의 비교, 분석

구 분		손상내용	손상물량		비고
			'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
바닥판		• 균열(0.2mm이하)	107.1m/81EA	108.6m/80EA	
		• 균열부 백태	1.2m/1EA	1.6m/3EA	
		• 망상균열	1.50m ² /1EA	4.3m ² /3EA	
		• 백태	5.25m ² /19EA	87.99m ² /50EA	
		• 박락	1.36m ² /5EA	1.3m ² /4EA	
		• 박락 및 철근부식	0.96m ² /4EA	2.91m ² /13EA	
		• 박락 및 철근노출	1.50m ² /2EA	0.5m ² /2EA	
		• 각목 미제거 및 잡철물	2EA	1EA	
PSC거더		• 균열(0.2mm이하)	30.2m/46EA	51.5m/69EA	
		• 망상균열	2.00m ² /1EA	1.08m ² /2EA	
		• 박락/파손	1.32m ² /16EA	2.1m ² /29EA	
		• 재료분리	0.24m ² /1EA	0.28m ² /3EA	
가로보		• 균열(0.3mm미만)	-	1.6m/5EA	
		• 균열(0.3mm이상)	0.6m/3EA	0.6m/3EA	
		• 재료분리	0.66m ² /6EA	0.95m ² /11EA	
		• 철근노출	0.30m ² /2EA	-	
하부 구조	교대 교각	• 균열(0.2mm이하)	135.7m/195EA	370.7m/442EA	
		• 균열(0.3mm이상)	9.3m/11EA	16.9m/15EA	
		• 망상균열	3.53m ² /7EA	28.97m ² /12EA	
		• 백태	0.01m ² /1EA	0.09m ² /2EA	
		• 박리/박락/파손	0.16m ² /6EA	2.05m ² /9EA	
		• 재료분리	4.00m ² /2EA	-	
		• 박락 및 철근노출	0.64m ² /1EA	0.08m ² /1EA	
		• 침식	52.20m ² /8EA	49.25m ² /6EA	
		• 실런트 탈락 및 단차	3.5m/1EA	-	
		• 표면오염	31.56m ² /3EA	1.3m ² /3EA	
		• 잡철물	52EA	28ea/28EA	
		• 바닥물탈균열	-	2.4m/20EA	
	기초	• 파손 및 박리	0.88m ² /3EA	0.48m ² /2EA	
		• 돌망태 철선 탈락	2EA	-	
교량받침		• 부식	15.36m ² /96EA	5.09m ² /36EA	
		• 받침들뜸	1EA	1ea/1EA	
		• 스톱퍼 부식	-	0.82m ² /28EA	
		• 스톱퍼 협착	5EA	4ea/4EA	
		• 무수축물탈 균열	6.8m/36EA	11.8m/81EA	
		• 무수축물탈 파손	0.17m ² /5EA	0.14m ² /4EA	
		• 받침콘크리트 균열	-	6.1m/25EA	
		• 받침콘크리트 재료분리	0.22m ² /2EA	-	

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
신축이음장치	• 후타재균열(0.2mm이하)	4.0m/8EA	9.8m/10EA	
	• 후타재균열(0.3mm이상)	65.9m/61EA	79.3m/44EA	
	• 망상균열	17.85m ² /8EA	19.05m ² /10EA	
	• 후타재 파손	0.09m ² /2EA	0.91m ² /5EA	
	• 후타재와 본체 이격	54.0m/10EA	64m/11EA	
	• 고무재 이격 및 탈락	4.0m/2EA	1m/1EA	
	• 본체 부식	5.8m ² /13EA	5.8m ² /13EA	
	• 이물질퇴적	2.80m ² /13EA	5.8m ² /13EA	
	• 신축이음 하면 강판 부식	2.64m ² /5EA	2.64m ² /5EA	
	• 신축이음 누수	1.5m/4EA	1.7m/3EA	
교면포장	• 아스콘 균열	48.5m/49EA	52.6m/55EA	
	• 아스콘 망상균열	6.70m ² /4EA	39.2m ² /7EA	
	• 아스콘 소성변형	32.10m ² /3EA	34.1m ² /4EA	
	• 아스콘 패임	0.98m ² /6EA	0.09m ² /4EA	
	• 보수부파손	-	1.25m ² /1EA	
	• 이격	10.0m/1EA	-	
배수시설	• 배수관 녹발생	-	1.5m ² /1EA	
	• 배수관 이음부 부식	-	10EA/10EA	
	• 배수구 막힘	35EA	14EA/14EA	
	• 배수구 그레이팅 파손	4EA	1EA/1EA	
난간	• 균열(0.2mm이하)	176.4m/150EA	229.4m/195EA	
	• 균열(0.3mm이상)	1.5m/1EA	3.1m/3EA	
	• 균열부 백태	33.6m/11EA	13.6m/10EA	
	• 망상균열	-	9m ² /3EA	
	• 망상균열 및 백태	60.00m ² /2EA	102m ² /5EA	
	• 백태	14.40m ² /2EA	-	
	• 파손/박리/박락	36.35m ² /8EA	38.61m ² /15EA	
	• 재료분리	1.20m ² /2EA	1.2m ² /2EA	
	• 철근노출	-	0.98m ² /14EA	
	• 방음벽 파손	-	1m ² /1EA	
검토의견	■ 기점검('12년 정밀안전진단)과 비교하여 기점검시 미확인된 신규 손상이 조사되었으며, 일부 보수부를 제외한 대부분의 손상이 증가된 것으로 확인되었다. ■ 점검자의 상이한 판단기준에 의해 손상물량 및 단위는 변경되었으며, 기 손상부는 일부 보수부를 제외한 전반적인 손상이 금회 진단결과와 근사한 것으로 조사되었다.			

나. 내구성 결과요약

1) 금회 진단 및 기 진단 내구성조사 결과요약

시 험 명		시험부위		시험 결과		비 고
				'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
콘크리트	비파괴 강도 (MPa)	바닥판	반발경도	27.5~28.6	27.3~29.4	■ 설계기준강도를 상회함.
			초음파	28.6~30.1	29.0~30.1	
		거더	반발경도	43.7~45.6	43.9~51.2	
			초음파	46.5~49.3	41.3~47.9	
		하부	반발경도	25.4~26.8	26.4~30.6	
			초음파	24.8~31.0	26.6~28.4	
	철근탐사 (mm)	바닥판	배근간격	100.0	96.8~105.0	■ 전반적으로 설계값과 근사함.
			피복두께	27.0~39.0	41.0~47.0	
		거더 벽체	배근간격	-	51	
			피복두께	-	188.0	
		거더 하면	배근간격	-	110.0~122.0 215.0~230.0	
			피복두께	-	44.0~56.0	
		교대	배근간격	150.0	144.3~159.3	
			피복두께	75.0	83.0~98.0	
		교각 코핑전면	배근간격	147.0~250.0	128.0~151.0	
			피복두께	63.0~103.0	78.0~86.0	
		교각 기둥	배근간격	105.0~120.0	101.0~112.0	
			피복두께	72.0~120.0	98.0~106.0	

시 험 명		시험부위		시험 결과		비 고
				'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
콘크리트	탄산화 잔여깊이 (mm)	상부 구조		30.5~30.7	23.9~39.6	■ 상태평가 a
		하부 구조		54.9~84.9	69.8~83.2	■ 상태평가 a
	염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부 구조		0.046~0.092	0.216~0.243	■ 상태평가 a (철근위차기준)
		하부 구조		0.069~0.115	0.183~0.222	■ 상태평가 a (철근위차기준)
	균열깊이 (mm)	S4	균열깊이	-	20.1	■ 균열깊이가 실측 피복 두께에 근접하지 않음.
			피복두께	-	42.0	
		S7	균열깊이	-	21.2	
			피복두께	-	46.0	
		A1	균열깊이	-	25.6	
			피복두께	-	82.0	
		A2	균열깊이	-	22.9	
			피복두께	-	83.0	
		P7 코핑	균열깊이	-	13.0	
			피복두께	-	100.0	
종합 평가	■ 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. ■ 철근탐사 결과 배근간격 및 피복두께는 설계도면과 미소한 차이는 있으나 전반적으로 도면과 근사한 것으로 평가됨. ■ 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 철근부식 우려가 없는 상태평가 기준“a”로 검토됨. ■ 염화물 함유량 시험결과 염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없는 상태평가 기준“a”로 검토됨. ■ 균열깊이 측정결과, 실측 피복두께에 근접하지 않아 철근부식의 우려는 없는 상태임. ■ 금회 진단결과 콘크리트의 비파괴강도, 철근배근상태, 탄산화 깊이 측정결과 등 전반적으로 양호한 상태로 조사됨.					

4. 시설물의 상태평가

4.1 내서방향

가. 시설물 전체 상태평가 결과

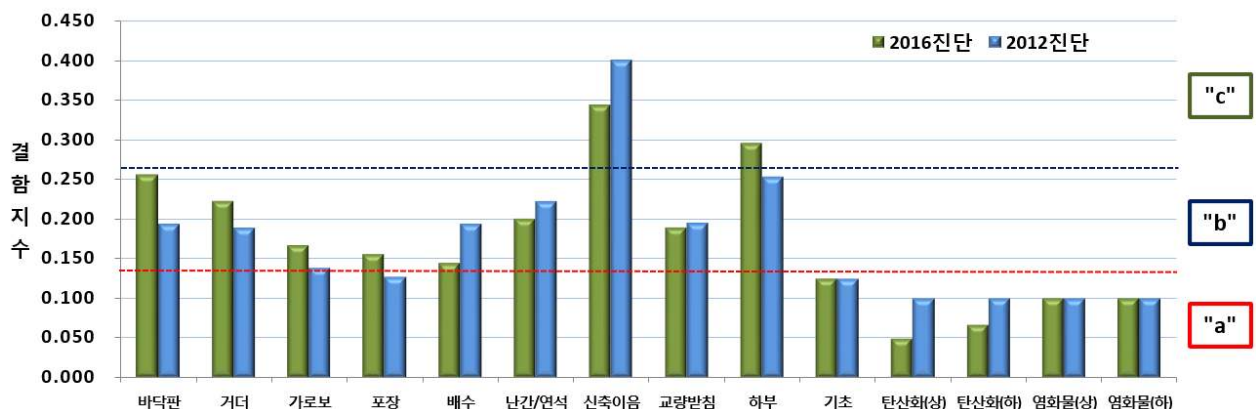
부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간/연석	신축이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
S1 (A1)	PSCI	c	b	a	b	b	b	c	b	c	q	x	a	a	x
S2 (P1)	PSCI	b	b	b	a	b	b	x	b	c	q	a	x	x	x
S3 (P2)	PSCI	b	b	a	a	b	b	x	b	c	q	a	a	x	x
S4 (P3)	PSCI	b	b	a	b	b	b	b	a	b	q	x	a	a	x
S5 (P4)	PSCI	c	b	a	a	b	b	x	b	b	q	x	x	x	x
S6 (P5)	PSCI	b	b	a	a	b	b	x	a	b	q	a	x	x	x
S7 (P6)	PSCI	c	b	b	a	a	b	b	b	c	b	x	x	x	x
S8 (P7)	PSCI	c	b	c	a	a	b	x	b	b	a	x	x	x	x
S9 (P8)	PSCI	b	b	b	a	a	b	x	b	c	a	x	x	x	x
S10 (P9)	PSCI	b	b	c	a	a	b	c	b	c	a	x	x	x	x
S11 (P10)	PSCI	b	b	b	b	b	b	x	b	c	a	a	x	x	a
S12 (P11)	PSCI	b	b	a	b	a	b	x	b	c	q	x	x	x	x
S13 (P12)	PSCI	b	c	b	b	a	b	c	b	b	q	x	x	x	x
S14 (P13)	PSCI	b	b	a	b	a	b	x	b	b	q	x	x	x	x
S15 (P14)	PSCI	c	b	a	b	a	b	x	b	b	q	x	a	x	x
S16 (P15)	PSCI	b	b	a	b	a	b	c	b	b	q	x	a	x	x
S17 (P16)	PSCI	b	c	b	b	b	b	x	b	b	q	x	x	x	x
S18 (P17)	PSCI	b	b	a	b	a	b	x	b	b	q	x	a	a	x
A2	PSCI							c	b	c	q	x	a		a
평균		0.256	0.222	0.167	0.156	0.144	0.200	0.343	0.189	0.295	0.125	0.050	0.067	0.100	0.10
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	13	7	2	2	2	1
(평균X가중치) / 가중치 합		0.046	0.044	0.008	0.011	0.004	0.004	0.031	0.017	0.038	0.009	0.001	0.001	0.002	0.001
														0.218	
														B	

- 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도 지수}(0.218) \leq 0.260$

나. 기 진단 결과와의 비교, 분석

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2012년 정밀안전진단 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상에 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 상·하부구조의 기 손상들은 국부적으로 보수가 되었으나, 공용 경과에 따라 철근부식, 침식, 균열이 증가되었으며, 일부 미보수된 손상 및 보수부 재손상이 발생되었다.
- 또한, 기 진단시 누락된 손상이 추가로 조사되었으며, 공용기간 경과에 따른 손상증가로 인하여 환산결함도 점수가 0.201 ⇨ 0.218로 증가한 것으로 분석되었다.

구 분		2012진단		2016진단		가중치 변화요인
		등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	b	0.194	b	0.256	.철근부식 손상 증가
	거더	b	0.189	b	0.222	.철근부식 손상 증가
2차부재	가로보/세로보	b	0.139	b	0.167	.균열 손상 증가
기타부재	포장	b	0.128	b	0.156	.포장 불량 손상 증가
	배수	b	0.194	b	0.144	.일부 보수
	난간, 연석	b	0.222	b	0.200	.일부 보수
	신축이음	c	0.400	c	0.343	.거의 변화 없음
받침	교량받침	b	0.195	b	0.189	.거의 변화 없음
하부구조	하부	b	0.253	c	0.295	.기둥부 침식 손상면적 증가
	기초	b	0.125	a	0.125	.변화 없음
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.050	.거의 변화 없음
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.067	
	염화물(상부)	a	0.100	a	0.100	.상부에서 염화물이 함유되어 있으나 철근부식 가능성은 낮은 상태임
	염화물(하부)	a	0.100	a	0.100	
합 계		B	0.201	B	0.218	



4.2 여주방향

가. 시설물 전체 상태평가 결과

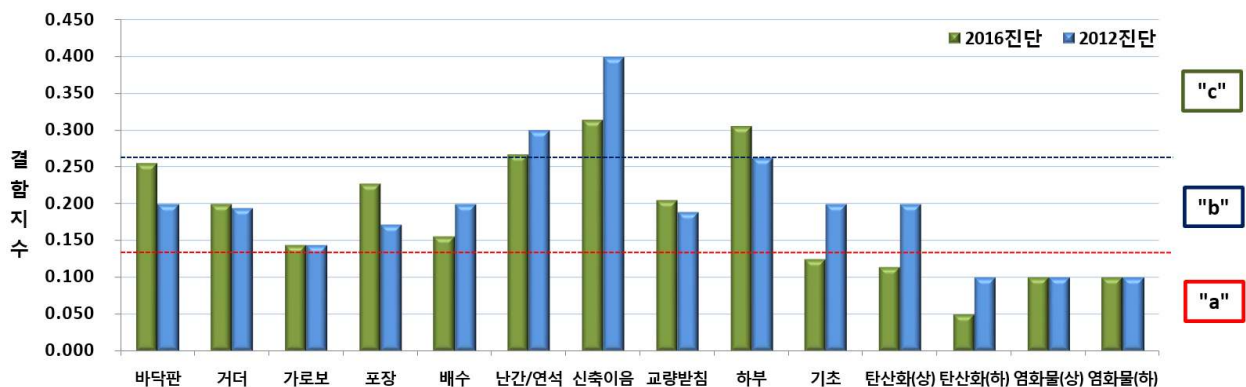
부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간/연석	신축이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
S1 (A1)	PSCI	a	b	a	b	b	b	c	b	c	q	x	a	x	a
S2 (P1)	PSCI	b	b	a	c	b	b	x	b	c	q	x	x	x	x
S3 (P2)	PSCI	b	b	a	c	b	b	x	a	c	q	b	x	x	x
S4 (P3)	PSCI	c	b	a	b	a	b	c	b	b	q	x	a	a	x
S5 (P4)	PSCI	b	b	b	a	a	b	x	b	b	q	x	x	x	x
S6 (P5)	PSCI	b	b	a	b	a	b	x	b	b	q	a	x	x	x
S7 (P6)	PSCI	c	b	b	a	b	b	c	b	b	b	a	x	x	x
S8 (P7)	PSCI	b	b	a	a	b	b	x	b	b	b	a	x	x	x
S9 (P8)	PSCI	c	b	a	b	b	b	x	b	b	q	b	x	x	x
S10 (P9)	PSCI	c	b	b	b	b	b	b	b	c	q	x	x	x	x
S11 (P10)	PSCI	b	b	b	c	a	b	x	b	c	a	b	x	x	x
S12 (P11)	PSCI	c	b	c	b	a	b	x	b	c	q	b	a	x	x
S13 (P12)	PSCI	b	b	a	b	a	c	b	b	c	q	b	x	x	x
S14 (P13)	PSCI	b	b	a	b	a	c	x	b	b	q	x	x	x	a
S15 (P14)	PSCI	b	b	b	c	b	c	x	b	b	q	x	x	x	x
S16 (P15)	PSCI	c	b	a	b	a	c	b	c	c	q	x	a	x	x
S17 (P16)	PSCI	a	b	a	b	b	c	x	b	b	q	x	x	x	x
S18 (P17)	PSCI	b	b	a	b	b	c	x	b	c	q	x	a	a	x
A2	PSCI							c	b	c	q	-	a	-	a
평균		0.256	0.200	0.144	0.228	0.156	0.267	0.314	0.205	0.305	0.125	0.114	0.067	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	13	7	2	2	2	1
(평균X가중치)/가중치 합		0.046	0.040	0.007	0.016	0.005	0.005	0.028	0.018	0.040	0.009	0.002	0.001	0.002	0.001
														0.221	
														B	

- 결합도 범위 : $0.130 \leq \text{결합도 지수}(0.221) \leq 0.260$

나. 기 진단(2011년)결과와의 비교, 분석

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2012년 정밀안전진단 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상에 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 상·하부구조에 기 손상들이 국부적으로 보수가 되었으며, 보수상태가 양호한 것으로 조사되었다. 공용 경과에 따른 바닥판 철근부식과 기둥부에 침식 손상이 확대되었으며, 일부 미보수된 손상 및 보수부 재손상이 발생되었다.
- 또한, 기 진단시 누락된 손상이 추가로 조사되었으며, 공용기간 경과에 따른 손상증가로 인하여 환산결합도 점수가 0.216 ⇨ 0.221으로 증가한 것으로 분석되었다.

구 분		2012진단		2016진단		가중치 변화요인
		등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	b	0.200	b	0.256	.철근부식 손상 증가
	거더	b	0.194	b	0.200	.거의 변화 없음
2차부재	가로보/세로보	b	0.144	b	0.144	.거의 변화 없음
기타부재	포장	b	0.172	b	0.228	.포장불량 손상 증가
	배수	c	0.200	b	0.156	.일부 보수
	난간, 연석	b	0.300	b	0.267	.일부 보수
	신축이음	c	0.400	b	0.314	.거의 변화 없음
받침	교량받침	b	0.189	b	0.205	.받침 몰탈 균열 및 부식 손상 증가
하부구조	하부	b	0.263	b	0.305	.기둥부 침식 손상면적 증가
	기초	b	0.200	a	0.125	.일부 보수
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.200	a	0.114	.일부 보수
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100	
	염화물(상부)	a	0.100	a	0.100	.상부에서 염화물이 함유되어 있으나 철근부식 가능성은 낮은 상태임
	염화물(하부)	a	0.100	a	0.100	
합 계		B	0.216	B	0.221	



5. 안전성평가

5.1 내서방향

가. 안전성 평가결과

1) 상부구조

구 분			계산식	판정	비고
PSC거더	허용응력법		$\frac{f_a}{f} = \frac{18.000}{8.548} = 2.11$	O.K	MPa
	강도설계법		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{16,104.290}{9,777.457} = 1.65$	O.K	kN.m
바닥판	단면 검토	캔틸레버부 (방호벽)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{116.609}{46.890} = 2.49$	O.K	kN.m
		캔틸레버부 (중분대)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{116.609}{61.378} = 1.90$	O.K	kN.m
		중앙부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{130.114}{57.071} = 2.28$	O.K	kN.m

2) 하부구조

구 분				계산식	판정	비고
A1	단면 검토	벽체	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{918.555}{373.002} = 2.463$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{1,241.075}{180.329} = 6.882$	O.K	kN
		흉벽	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{334.095}{144.379} = 2.314$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{457.238}{80.086} = 5.709$	O.K	kN
	안정성 검토	지지력		$V_{max} (= 703.036) < R_a (= 798.015)$	O.K	kN/EA
		힘응력		$f_{max} (= 119.169) < f_{sa} (= 133.000)$	O.K	MPa
		전단응력		$\tau (= 19.271) < \tau_{sa} (= 76.000)$	O.K	MPa
		수평변위		$\delta (= 5.608) < \delta_a (= 15.000)$	O.K	mm

구 분				계산식	판정	비고
A2	단면 검토	벽체	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{1,267.910}{371.429} = 3.414$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{1,241.075}{180.328} = 6.882$	O.K	kN
		흥벽	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{334.095}{146.675} = 2.278$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{457.238}{80.741} = 5.663$	O.K	kN
	안정성 검토	전도		$\frac{M_r}{M_o} (= 3.925) > 2.0$	O.K	kN.m
		활동		$\frac{H_u}{H} (= 1.997) > 1.5$	O.K	kN
		지지력		$Q_{\max} (= 330.104) < 600$	O.K	kN/m ²
P14	두부분	지점부	힘 모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{23,698.628}{18,431.138} = 1.289$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{9,025.861}{7,073.612} = 1.276$	O.K	kN
	기둥 검토	교축직각방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{14,287.462}{9,078.715} = 1.574 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{24,983.826}{15,875.530} = 1.574 > 1$	O.K	kN kN.m
		교축방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{17,408.060}{9,583.088} = 1.817 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{26,568.637}{14,625.960} = 1.817 > 1$	O.K	kN kN.m
	안정성 검토	교축 직각 방향	지지력	$V_{\max} (= 748.204) < R_a (= 798.015)$	O.K	kN/EA
			힘응력	$f_{\max} (= 96.656) < f_{sa} (= 140.000)$	O.K	MPa
			전단응력	$\tau (= 9.639) < \tau_{sa} (= 80.000)$	O.K	MPa
			수평변위	$\delta (= 2.805) < \delta_a (= 15.000)$	O.K	mm
		교축 방향	지지력	$V_{\max} (= 638.880) < R_a (= 798.015)$	O.K	kN/EA
			힘응력	$f_{\max} (= 76.928) < f_{sa} (= 140.000)$	O.K	MPa
			전단응력	$\tau (= 6.063) < \tau_{sa} (= 80.000)$	O.K	MPa
			수평변위	$\delta (= 1.764) < \delta_a (= 15.000)$	O.K	mm

구 분				계산식	판정	비고
P16	두부보	지점부	힘 모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{23,698.628}{18,404.063} = 1.288$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{9,025.861}{7,068.749} = 1.277$	O.K	kN
	기둥 검토	교축직각방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{44,608.647}{15,442.327} = 2.889 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{24,515.258}{8,486.530} = 2.889 > 1$	O.K	kN kN.m
		교축방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{16,552.408}{9,632.250} = 1.718 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{26,155.374}{15,220.450} = 1.718 > 1$	O.K	kN kN.m
	안정성 검토	교축 직각 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o} (= 8.931) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H} (= 40.801) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{\max} (= 331.447) < 600$	O.K	kN/m ²
		교축 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o} (= 6.201) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H} (= 6.977) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{\max} (= 327.809) < 600$	O.K	kN/m ²

나. 내하력 평가결과

PSC거더	허용응력법	$\frac{f_a - (f_d - f_e)}{f_\ell (1 + i)} = \frac{0.000 - (12.157 - 18.519)}{3.597} = 1.77$	DB-24 이상
	강도설계법	$\frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_\ell M_\ell (1 + i)} = \frac{16,104.290 - 1.3 \times 4,389.651}{2.15 \times 1,893.447} = 2.55$	DB-24 이상
바닥판 (강도설계법)		$\frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_\ell M_\ell (1 + i)} = \frac{130.114 - 1.3 \times 2.621}{2.15 \times 24.960} = 2.36$	DB-24 이상

5.2 여주방향

가. 안전성 평가결과

1) 상부구조

구 분				계산식	판정	비고
1 구간	PSC 거더	허용응력법		$\frac{f_a}{f} = \frac{18.000}{8.548} = 2.11$	O.K	MPa
		강도설계법		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{16,104.290}{9,777.457} = 1.65$	O.K	kN.m
	바닥판	단면 검토	캔틸레버부 (방호벽)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{116.609}{46.890} = 2.49$	O.K	kN.m
			캔틸레버부 (중분대)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{116.609}{61.378} = 1.90$	O.K	kN.m
			중앙부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{130.114}{57.071} = 2.28$	O.K	kN.m
2 구간	PSC 거더	허용응력법		$\frac{f_a}{f} = \frac{18.000}{8.614} = 2.09$	O.K	MPa
		강도설계법		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{16,104.290}{10,003,232} = 1.61$	O.K	kN.m
	바닥판	단면 검토	캔틸레버부 (방음벽)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{116.609}{114.023} = 1.02$	O.K	kN.m
			캔틸레버부 (중분대)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{116.609}{61.378} = 1.90$	O.K	kN.m
			중앙부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{130.114}{57.071} = 2.28$	O.K	kN.m

2) 하부구조

구 분				계산식	판정	비고
A1	단면 검토	벽체	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{918.555}{372.681} = 2.465$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{1,241.075}{180.313} = 6.883$	O.K	kN
		흉벽	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{334.095}{144.787} = 2.307$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{457.238}{80.202} = 5.701$	O.K	kN
	안정성 검토	지지력		$V_{max}(= 702.846) < R_a(= 798.015)$	O.K	kN/EA
		힘응력		$f_{max}(= 119.150) < f_{sa}(= 133.000)$	O.K	MPa
		전단응력		$\tau(= 19.269) < \tau_{sa}(= 76.000)$	O.K	MPa
		수평변위		$\delta(= 5.607) < \delta_a(= 15.000)$	O.K	mm
A2	단면 검토	벽체	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{918.555}{373.081} = 2.462$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{1,241.075}{180.526} = 6.875$	O.K	kN
		흉벽	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{334.095}{145.030} = 2.304$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{457.238}{80.271} = 5.696$	O.K	kN
	안정성 검토	전도		$\frac{M_r}{M_o}(= 3.929) > 2.0$	O.K	kN.m
		활동		$\frac{H_u}{H}(= 2.000) > 1.5$	O.K	kN
		지지력		$Q_{max}(= 331.260) < 600$	O.K	kN/m ²

구 분				계산식	판정	비고
P14	두부보	지점부	힘 모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{23,698.628}{18,589.076} = 1.275$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{9,025.861}{7,125.482} = 1.267$	O.K	kN
	기둥 검토	교축직각방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{16,567.788}{9,094.794} = 1.822 > 1$	O.K	kN
				$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{26,162.779}{14,361.910} = 1.822 > 1$		kN.m
		교축방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{17,969.605}{9,600.060} = 1.872 > 1$	O.K	kN
				$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{26,833.113}{14,335.290} = 1.872 > 1$		kN.m
	안정성 검토	교축 직각 방향	지지력	$V_{\max} (= 718.135) < R_a (= 798.015)$	O.K	kN/EA
			힘응력	$f_{\max} (= 93.469) < f_{sa} (= 140.000)$	O.K	MPa
			전단응력	$\tau (= 9.631) < \tau_{sa} (= 80.000)$	O.K	MPa
			수평변위	$\delta (= 2.803) < \delta_a (= 15.000)$	O.K	mm
		교축 방향	지지력	$V_{\max} (= 634.619) < R_a (= 798.015)$	O.K	kN/EA
			힘응력	$f_{\max} (= 76.111) < f_{sa} (= 140.000)$	O.K	MPa
			전단응력	$\tau (= 6.090) < \tau_{sa} (= 80.000)$	O.K	MPa
			수평변위	$\delta (= 1.772) < \delta_a (= 15.000)$	O.K	mm
P16	두부보	지점부	힘 모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{23,698.628}{18,557.969} = 1.277$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{9,025.861}{7,118.773} = 1.268$	O.K	kN
	기둥 검토	교축직각방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{49,789.585}{17,155.429} = 2.902 > 1$	O.K	kN
				$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{22,740.626}{7,835.950} = 2.902 > 1$		kN.m
		교축방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{14,932.135}{9,803.636} = 1.523 > 1$	O.K	kN
				$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{25,327.069}{16,628.390} = 1.523 > 1$		kN.m
	안정성 검토	교축 직각 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o} (= 10.584) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H} (= 41.001) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{\max} (= 322.291) < 600$	O.K	kN/m ²
		교축 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o} (= 5.570) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H} (= 7.150) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{\max} (= 381.883) < 600$	O.K	kN/m ²

나. 내하력 평가결과

1 구간	PSC 거더	허용응력법	$\frac{f_a - (f_d - f_e)}{f_\ell (1 + i)} = \frac{0.000 - (12.157 - 18.519)}{3.597} = 1.77$	DB-24 이상
		강도설계법	$\frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_\ell M_\ell (1 + i)} = \frac{16,104.290 - 1.3 \times 4,389.651}{2.15 \times 1,893.447} = 2.55$	DB-24 이상
	바닥판 (강도설계법)		$\frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_\ell M_\ell (1 + i)} = \frac{130.114 - 1.3 \times 2.621}{2.15 \times 24.960} = 2.36$	DB-24 이상
2 구간	PSC 거더	허용응력법	$\frac{f_a - (f_d - f_e)}{f_\ell (1 + i)} = \frac{0.000 - (12.487 - 18.564)}{3.597} = 1.69$	DB-24 이상
		강도설계법	$\frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_\ell M_\ell (1 + i)} = \frac{16,104.290 - 1.3 \times 4,563.324}{2.15 \times 1,893.447} = 2.50$	DB-24 이상
	바닥판 (강도설계법)		$\frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_\ell M_\ell (1 + i)} = \frac{130.114 - 1.3 \times 2.621}{2.15 \times 24.960} = 2.36$	DB-24 이상

6. 종합평가 및 안전등급의 지정

6.1 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
선산감천교(내서)	0.218	B	1.65(거더) 1.90(바닥판)	A	B
선산감천교(여주)	0.221	B	1.61(거더) 1.02(바닥판)	A	B
종합평가	• 선산감천교(내서, 여주)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한“B”로 평가됨 • 안전성평가 결과 양방향 모두 최소 안전율 1.0이상으로“A”로 평가됨 • 상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과 선산감천교(내서, 여주)는“B”로 평가됨				

6.2 안전등급 지정

안전등급 지정	구조물명	안전등급		
		금회(2016년)	전회(2012년)	비고
	선산감천교(내서)	B등급(양호)	B등급(양호)	변동없음
	선산감천교(여주)	B등급(양호)	B등급(양호)	변동없음

7. 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 보수·보강 및 개략공사비

가. 내서방향

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판	• 백태	표면보수	21.51	32.27	m ²	58	1,871	2	보수
	• 시공이음부 누수	주입보수(우레탄)	184.2	276.30	m	70	19,341	2	보수
	• 재료분리	단면보수	3.16	4.74	m ²	89	422	2	보수
	• 단면결합(철근부식)	단면보수(방청)	2.34	3.51	m ²	163	572	1	보수
PSC거더	• 재료분리	단면보수	0.16	0.24	m ²	89	21	2	보수
	• 철근노출	단면보수(방청)	0.1	0.15	m ²	163	24	1	보수
	• 파손/박리/박락	단면보수	0.26	0.39	m ²	89	35	2	보수
가로보	• 철근노출	단면보수(방청)	0.03	0.05	m ²	163	7	2	보수
	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	0.1	0.15	m	70	11	2	보수
	• 재료분리	단면보수	1.77	2.66	m ²	89	236	3	보수
하부 구조	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	19.2	28.80	m	70	2,016	2	보수
	• 파손/박리/박락	단면보수	0.92	1.38	m ²	89	123	2	보수
교량받침	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	2.00	3.00	m	70	210	2	보수
	• 플레이트 부식	슈도장	2.1	3.15	m ²	55	173	2	보수
신축이음	• 신축이음 누수	유도배수시설설치	6.6	9.90	m	39	386	1	보수
	• 이물질퇴적	청소	6.3	9.45	m ²	40	378	3	보수
배수시설	• 그레이팅 파손 및 막힘	재설치	4	4	EA	122	488	3	교체
	• 그레이팅 망실	재설치	4	4	EA	122	488	3	교체
	• 배수구 막힘	청소	4	4	EA	5	20	3	보수
방호벽	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	12	18.00	m	70	1,260	3	보수
부대공(교통통제 및 고소장비 등)		교통통제		2	일	2,000	4,000	-	
		교량점검차		1	일	1,700	1,700	-	
		고소차		2	일	50	100	-	
순공사비 합계(천원)							28,083		
제경비(순공사비×50%)							14,042		
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					1,474		
		2순위					36,345		
		3순위					4,305		
부대공(교통통제 및 고소장비 등)							5,800		
개략공사비(천원)							47,925		

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.

※ 상기 개략공사비는 2016년 9월 2차 현장조사 시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

나. 여주방향

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판	• 백태	표면보수	87.99	131.99	m ²	58	7,655	2	보수
	• 시공이음부 누수	주입보수(우레탄)	149.8	224.70	m	70	15,729	2	보수
	• 박락	단면보수	1.3	1.95	m ²	89	174	1	보수
	• 단면결함(철근부식)	단면보수(방청)	3.41	5.12	m ²	163	834	1	보수
PSC거더	• 재료분리	단면보수	0.28	0.42	m ²	89	37	2	보수
	• 파손/박리/박락/들뜸	단면보수	2.1	3.15	m ²	89	280	2	보수
가로보	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	0.6	0.90	m	70	63	2	보수
	• 재료분리	단면보수	0.95	1.43	m ²	89	127	3	보수
하부 구조	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	16.9	25.35	m	70	1,775	2	보수
	• 박락 및 철근노출	단면보수(방청)	0.08	0.12	m ²	163	20	1	보수
	• 파손/박리	단면보수	2.05	3.08	m ²	89	274	2	보수
교량받침	• 스토퍼 부식	슈도장	0.82	1.23	m ²	55	68	2	보수
	• 플레이트 부식	슈도장	5.09	7.64	m ²	55	420	2	보수
신축이음 장치	• 이물질퇴적	청소	5.8	8.70	m ²	40	348	3	보수
	• 신축이음 누수	유도배수시설설치	1.7	2.55	m	39	99	1	보수
배수시설	• 그레이팅 파손 및 막힘	재설치	1	1.00	EA	122	122	3	교체
	• 배수구 막힘	청소	14	14.00	EA	5	70	3	보수
방호벽	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	8.1	12.15	m	70	851	3	보수
부대공(교통통제 및 고소장비 등)		교통통제		2	일	2,000	4,000	-	
		교량점검차		1	일	1,700	1,700	-	
		고소차		2	일	50	100	-	
순공사비 합계(천원)							28,944		
제경비(순공사비×50%)							14,472		
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					1,689		
		2순위					39,451		
		3순위					2,276		
부대공(교통통제 및 고소장비 등)							5,800		
개략공사비(천원)							49,216		

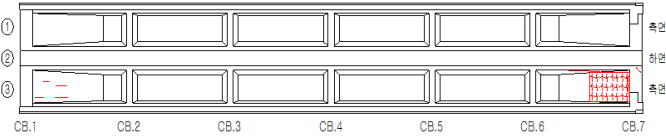
※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.

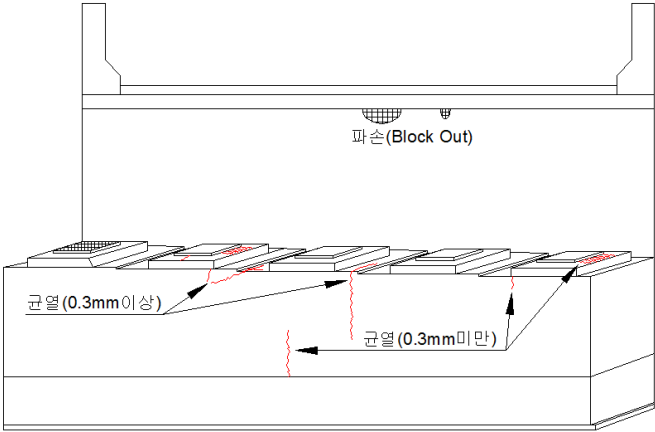
※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.

※ 상기 개략공사비는 2016년 9월 2차 현장조사 시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

7.2 유지관리방안

7.2.1. 부재별 중점유지관리 사항

부재	중 점 점 검 내 용	주요사진
교면 포장 및 배수시 설	·포장부 균열, 패임 등의 손상 진전여부 ·배수구 막힘, 그레이팅 보수후 주의관찰 	 <소성변형>
방호벽	·0.3mm이상 균열 및 균열부 백태 보수 후 진전여부 ·방호벽 이음부 누수 및 백태 	 <방호벽 균열>
바닥판	·바닥판 하면 횡방향 균열(0.1~0.2mm) 진전여부 ·캔틸레버하면 백태, 철근부식 및 박락 진전여부 및 추가손상발생 여부 ·바닥판 하면 백태(건조)와 캔틸레버 하면의 백태와 비교 후 진전유무 ·지점부(신축이음부) 철근부식에 의한 박락 진전여부	 <캔틸레버 하면 박락, 부식>
PSC 거더	·복부측 0.1mm미세균열 진전 및 신규발생 확인  ·거더 측면 하부 재료분리 및 파손부 철근노출 여부 ·받침부 상단 콘크리트 박리 및 탈락 여부	 <거더 망상균열>

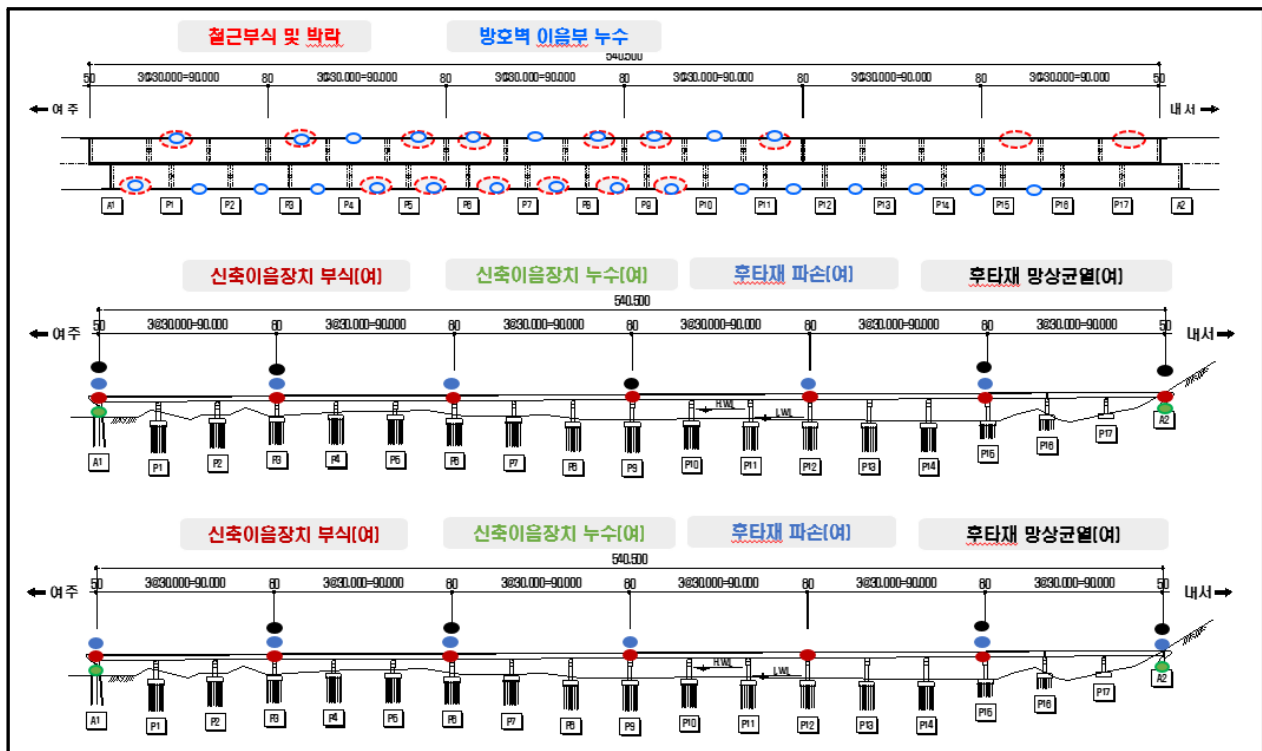
부재	중 점 점 검 내 용	주요사진
교량 받침	·받침콘크리트 들뜸, 균열 진전상태 확인  ·고무패드 편기, 및 플레이트 녹발생 진전 여부	 <고무패드 편기>
신축 이음 장치	·후타재 횡방향 피로균열(0.3mm이상) 및 파손 등  ·중차량 통행에 의한 손상 진전 및 추가발생 확인 ·신축이음장치 본체 부식, 누수 등 ·손상심화에 따른 추후 교체여부 검토	 <신축하부 누수>
하부 구조	·코핑부 및 기둥부 균열 폭0.2mm이하의 미세균열 진전 여부 및 추가손상발생 여부  ·교대 신축이음장치 누수로 인한 하부구조 열화 진전여부 ·장마철 및 우기후 하천 교각부 침식 및 세굴발생 여부 ·교각 점검로 시건장치 확인 후 재설치 여부	  

7.2.2. 중점유지관리항목

가. 중점유지관리 개요

금회 정밀안전진단 결과, 대상 교량의 중점유지관리 항목은 다음과 같다.

- 1) 캔틸레버 하면 철근부식에 의한 박락 발생
 - 발생 원인 : 방호벽 이음부 누수로 인한 내부 철근부식 후 콘크리트 박락 진전
 - 대책 : 단면보수
- 2) 방호벽 이음부 누수
 - 발생 원인 : 이음부 처리불량
 - 대책 : 방호벽 이음부 방수, 주입보수
- 3) 신축이음장치 손상 및 결함
 - ① 신축이음장치 본체(강재) 부식
 - ② 신축이음장치 고무재 파손에 의한 하부로 누수 발생
 - ③ 후타재 국부적 파손 발생
 - ④ 후타재 망상균열 발생
 - 발생 원인 : 공용 장기화, 유간부 토사적치, 중차량 통행, 재료열화 등
 - 대책 : 신축이음 교체 필요성 검토



<중점유지관리 사항 모식도>

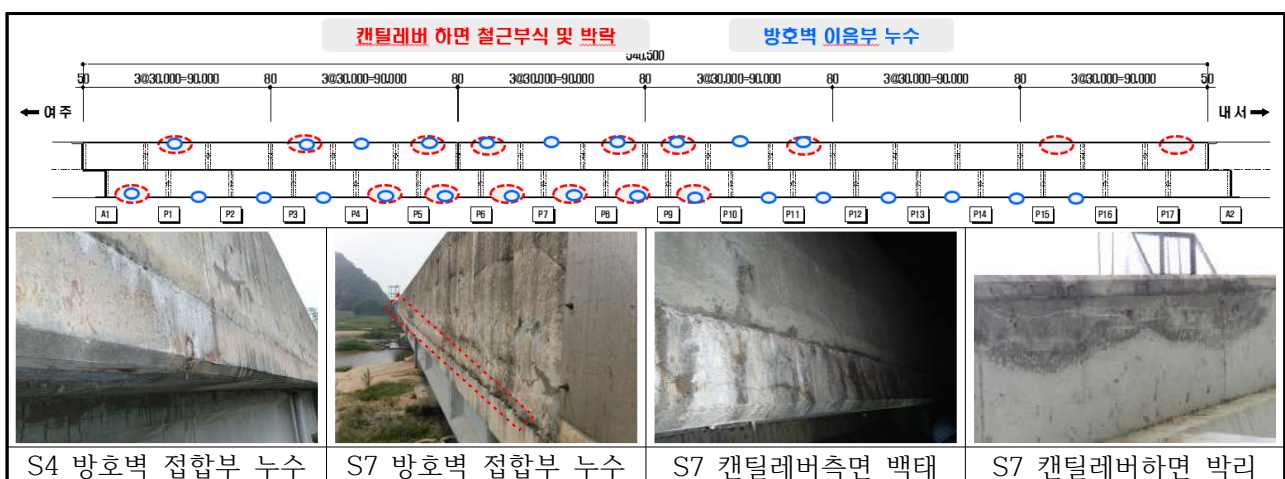
나. 캔틸레버 하면 철근부식 및 박락

1) 선정사유

- ① 캔틸레버 하면 철근부식에 의한 콘크리트 박락이 발생되어 내구성 저하가 우려됨
- ② 공용년수 증가시 콘크리트 내부 철근부식이 발생됨
- ③ 보수순위를 1순위로 지정하여 우선보수를 실시하고 정기적인 관찰이 필요함
- ④ 방호벽 하단 이음부에서 노면수가 유입되어 발생한 손상으로 보수가 요구됨

2) 현장조사결과

- ① 바닥판 및 방호벽 접합부 누수는 캔틸레버부 측면 및 하면 백태, 철근부식 및 박락, 파손 등의 손상을 유발시키고 있다. 이는 공용 중 우수, 바닥판과 방호벽 시공이음부로의 노면수 유입에 의해 발생한 것으로 판단된다.
- ② 상기 손상에 대해서는 내구성 저하 방지를 위해 단면보수(방청), 백태보수를 실시하며, 누수에 의해 발생한 손상부에 대해서는 접합부에 주입보수를 통한 누수방지 대책이 필요할 것으로 판단된다.



<캔틸레버 하면 철근부식 및 박락>

3) 향후 유지관리 대책

- ① 캔틸레버 하면 철근부식에 의한 콘크리트 박락이 발생되어 내구성 저하가 우려되므로 우선적으로 보수가 필요한 상태임
- ② 발생원인이 상부의 방호벽 하단 이음부에서 노면수가 유입되어 발생한 상태로 정기 및 정밀점검시 범위확대 및 철근부식 증대, 신규 손상 발생에 대해 지속적인 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.
- ③ 이음부 누수에 대한 보수범위는 현재 발생한 부위에 국한하지 말고 전연장에 대해 주입 보수하는 방안이 적극적인 보수대책일 것으로 사료됨.

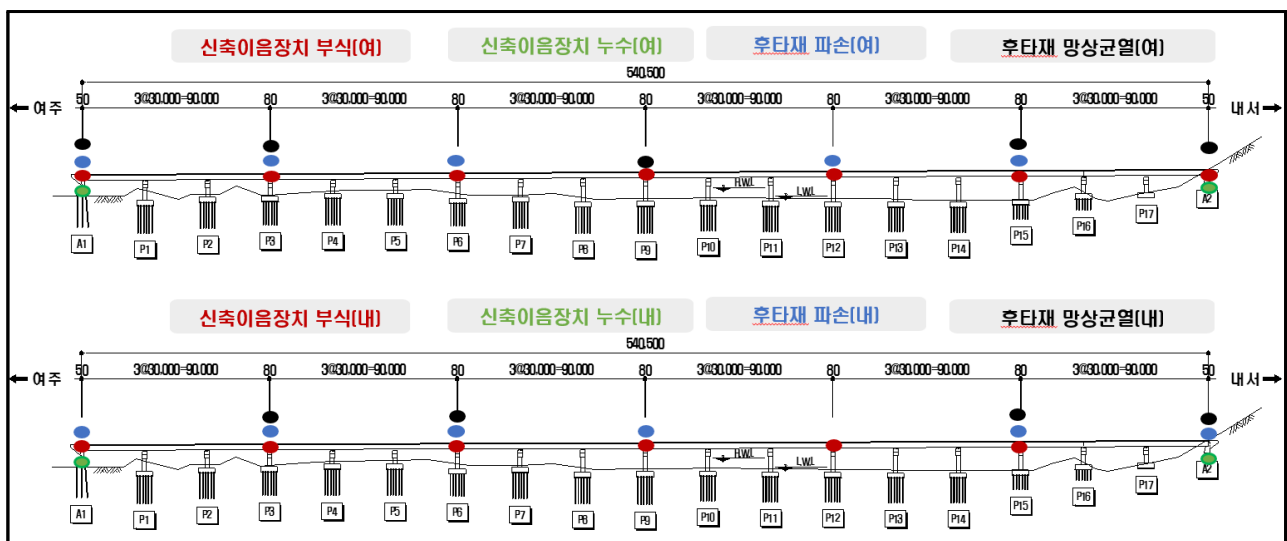
다. 신축이음장치 본체부식, 누수, 후타재 파손

1) 선정사유

- ① 공용년수 증가에 따른 열화로 인해 본체 부식 심화
- ② 후타재 피로균열 및 이격 발생으로 인한 2차적 손상발생 우려
- ③ 일부구간 신축하부로 누수가 발생되어 받침 부식 및 하부구조 열화 우려

2) 현장조사결과

- ① A1, A2의 신축이음부에서 본체 고무재 이격 및 탈락, 신축이음 접합부의 위치에서 누수가 발생되어 교량하부로 표면오염 및 체수가 일부 확인됨
- ② Rail Joint인 P3, P6, P9, P12, P15은 준공 이후 현재까지 공용중인 상태임
- ③ 후타재에 폭 0.3mm이상의 횡방향 피로균열이 국부적으로 발생하였으며, 본체와 후타재 사이에 이격이 조사되었다. 공용중 반복된 중차량 통행으로 인해 향후 파손 및 박락 등으로 진전될 우려가 있기에 지속적인 중점 관찰을 통해 추후 신축이음장치 교체를 실시해야 할 것으로 판단된다.



<신축이음장치 주요 손상 위치도>

3) 향후관리방안

신축이음부에 발생한 누수는 현재 미미한 상태이며, 누수에 의한 2차손상이 발생하지 않은 상태로 지속적인 관찰 후 손상 심화시 교체가 요구된다.

또한, 후타재에 발생한 횡방향 피로균열은 조밀한 간격으로 발생하여 공용중 반복된 중차량 통행으로 인해 향후 파손 및 박락 등으로 진전될 우려가 있기에 지속적인 중점 관찰을 통해 추후 신축이음장치 교체시기를 결정하여야 할 것으로 판단된다.

8. 종합결론

선산감천교(내서, 여주)는 중부내륙선 119.6km지점에 위치하여 국가하천인 감천을 횡단하게 시공된 3경간연속(총 18경간) PSCI 형식의 교량구조물이다. 본 과업은 선산감천교(내서, 여주)의 준공 이후 2회차 시행하는 정밀안전진단이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사, 각종시험 및 구조안전성평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

가. 현장조사 및 상태평가 결과

- 외관조사 결과 바닥판의 미세균열(0.1mm이하), 캔틸레버측면의 우수유입에 의한 단면결손, 신축이음 후타재의 피로균열, 신축이음장치 누수, 하부구조의 균열(0.1~0.3mm) 등의 손상이 조사되었다.
- 양방향 캔틸레버 측면은 방호벽 하단과의 시공이음부로 우수가 유입되어 일부 철근부식 및 백태가 발생되었으며, 현재 기 진단 이후 손상이 일부 진전된 상태로, 누수차단과 연계한 단면보수가 필요한 것으로 분석되었다.
- PSC 거더는 구조적인 손상이 없는 양호한 상태로, 국부적인 거더 복부 미세균열 및 망상균열 조사되었으며, 거더 하면의 교량받침 주변에 파손 및 박락 등이 일부 확인되었으며, 거더 하단부에 소규모의 재료분리 및 파손 등도 조사되었으나, 상기 언급된 단면손상 등은 전반적으로 경미한 형태를 나타내고 있다.
- 교량의 하부구조는 전반적으로 양호하나, 국부적인 수직균열(0.1~0.3mm), 단면결함(박리, 박락, 파손)이 조사되어 보수가 필요하며, 교량받침은 공용기간중에 신축이음의 누수와 우수유입에 의한 받침본체부식이 일부 조사되어 보수 및 유지관리가 필요한 상태이다.
- 본 교량은 낙동JCT~김천JCT 구간의 중차량의 통행이 많은 구간에 위치한 지리적 특성으로 신축이음의 피로균열이 전 구간에 걸쳐 발생하였으며, EXPJ.1(A1)과 EXPJ.2(A2)는 신축이음누수가 발생되어 그로 인한 2차 손상(균열폭 진행, 콘크리트 박리, 받침부식 등)이 조사된 상태로서, 교량의 신축거동에는 문제가 없어 현 상태에서 교체를 제안하지 않았으나 향후 보수실시 후 중점관리가 필요한 상태이다.
- 교면포장에 대한 외관조사 결과, 전반적으로 양호한 상태로 2006년 재포장이 실시되지 않은 갓길구간에서 아스콘균열과 망상균열이 발생하였으며, 1,2차로는 경미한 패임과 소성변형 등의 손상이 발생한 상태로, 현 상태에서 차량의 주행성 및 내구성에 문제가 없어 보수는 필요하지 않은 것으로 판단된다.

- 배수시설의 설치상태 및 교면의 배수상태는 전반적으로 양호한 상태이다. 다만, 전 경간에 걸쳐 배수구 막힘이 국부적으로 조사되었으며, 일부 경간에서 그레이팅 덮개 파손이 조사된 상태로 적절한 조치가 필요하다.
- 방호벽 및 중분대의 전반적인 상태는 양호한 상태를 유지하고 있으며, 균열(0.1~0.3mm), 균열부 백태, 망상균열이 조사되었으며, 국부적으로 박락 및 파손, 재료분리, 잡철물 노출 등이 확인되어, 교량의 안전성에는 영향이 없는 보조부재에 발생한 손상으로 보수는 불필요한 것으로 판단된다. 다만 폭 0.3mm이상 균열에 대해서는 주입보수를 실시하는 것이 적절할 것으로 사료된다.
- 콘크리트의 내구성조사결과 강도, 철근배근상태, 콘크리트의 탄산화, 염분함유량 등의 시험항목에 대해서 기준을 만족하는 양호한 품질을 유지하고 있는 상태로 평가되었다.
- 상태평가결과 전반적으로 양호하나 캔틸레버 측면의 누수에 의한 단면결손, 신축이음의 노후화, 국부적인 균열 등이 발생하여 내구성증진을 위한 보수를 필요로 하는“B(0.218(내서), 0.221(여주))”의 상태로 평가되었다.

나. 안전성평가 결과

- 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 양방향 모두 상부구조인 PSC거더 및 바닥판의 최소안전율이 1.0이상으로 나타나 안전성을 확보하고 있으며, 내하율도 1.0이상 설계하중 DB(DL)-24이상의 내하력을 보유하고 있는 상태로 평가되었다. 또한, 하부구조에서도 안전성에 문제가 없는 것으로 분석되었다.

다. 결론

- 선산감천교(내서, 여주)는 16여년의 공용기간이 경과한 교량시설물로서 공용중 전반적인 외관상태는 양호하게 평가되었으나, 바닥판 방호벽 하단부로의 누수에 의한 콘크리트 열화, 하부구조의 균열 등 내구성을 저해하는 손상이 발생하여 보수가 필요하며, 바닥판의 비구조적인 횡균열, 받침 플레이트의 부식, 신축이음의 노후화 등에 대해서도 보수 및 지속적인 유지관리가 필요한 상태로 평가되었다.
- 따라서, 본 교량의 상태평가 및 안전성평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』로 평가되었으며, 결함 및 손상 부위에 대하여 금회 진단 보고서에 제시된 보수를 시행하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등급(DB-24)로서의 기능을 유지 할 수 있을 것으로 판단된다.

제 4장 선산IC3교

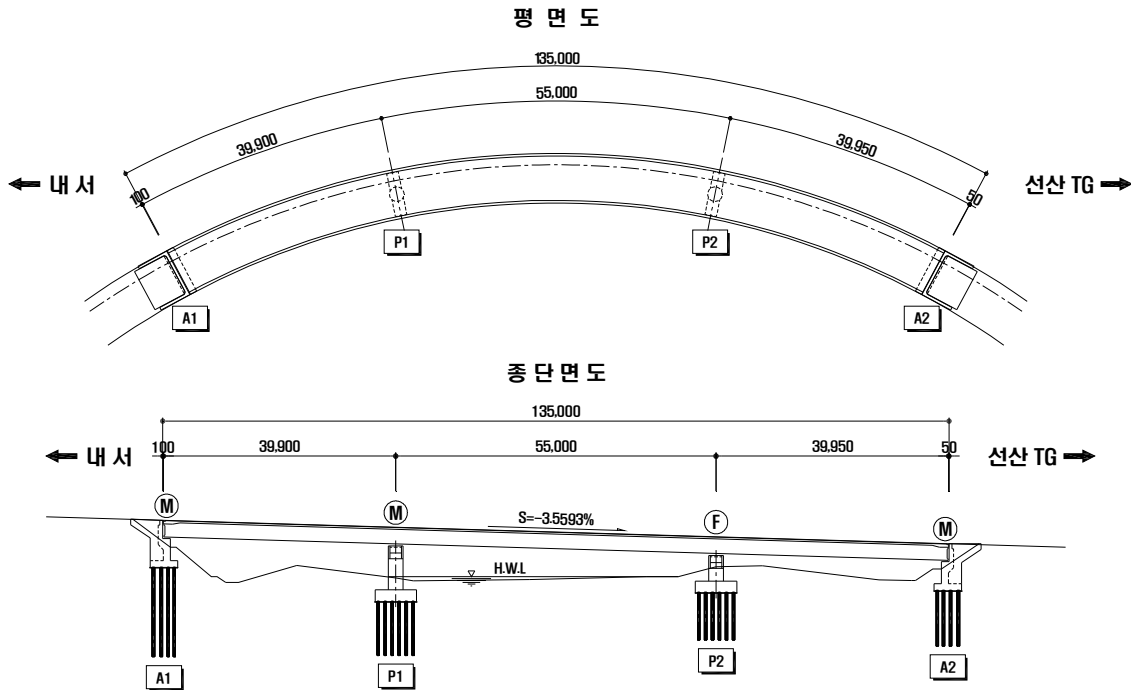
1. 시설물의 개요
2. 자료수집 및 분석
3. 현장조사 및 시험
4. 시설물의 상태평가
5. 시설물의 안전성평가
6. 종합평가 및 안전등급의 지정
7. 보수·보강 및 유지관리방안
8. 종합결론

1. 시설물의 개요

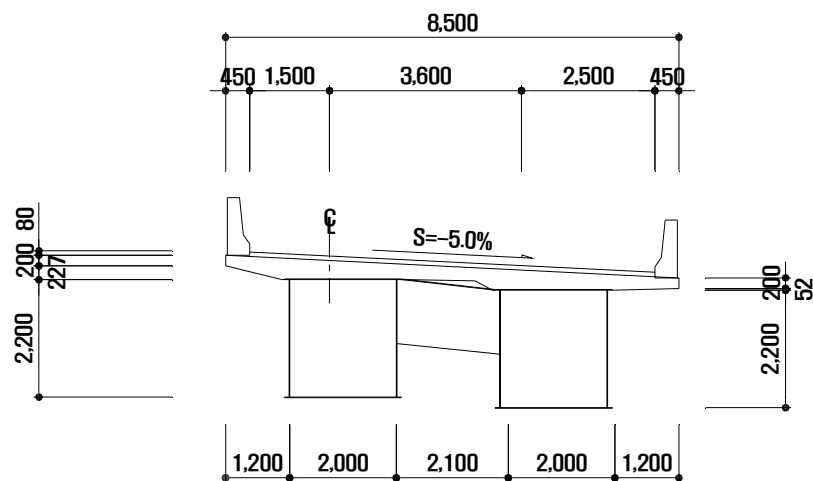
가. 시설물의 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		선산IC3교		시설물번호		-	
준공년월		2001년 12월		관리번호		-	
시설물위치		경상북도 구미시 선산읍 포상리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		중부내륙선(123.4km)	
제원	연장	L = 135.0m(39.9+55.0+39.95=134.85m, 0.15m:신축이음유간)					
	폭	B = 8.5m, 1차로(유효폭 : 7.6m)					
구조 형식	상부	Steel Box Girder		기초 형식	교대	강관말뚝기초	
	하부	교대 : 역T형 교각 : T형			교각	강관말뚝기초	
교량받침		포트받침		신축이음		A1 : Rail Joint(EXP-100) A2 : Rail Joint(EXP-50)	
교차시설물		하천(대천) 횡단(S2경간) 농로(S1경간)		통과높이		약 4.5m	
설 계 사		(주)한국종합기술개발		시 공 사		풍림산업(주), 포스코개발(주), 대동	
내진설계유무		적용		관리주체		한국도로공사 경북본부 상주시사	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1), 가로등					
기 타		※ 종,평면도 본보고서 수록 - 사각이 없는 곡선교(R=140m) - 설계도서 및 구조계산서 있음. - 보수보강 여부 : 교량받침 도장 등 - 기타 : 중부내륙선(여주) → 선산TG를 연결하는 교량					

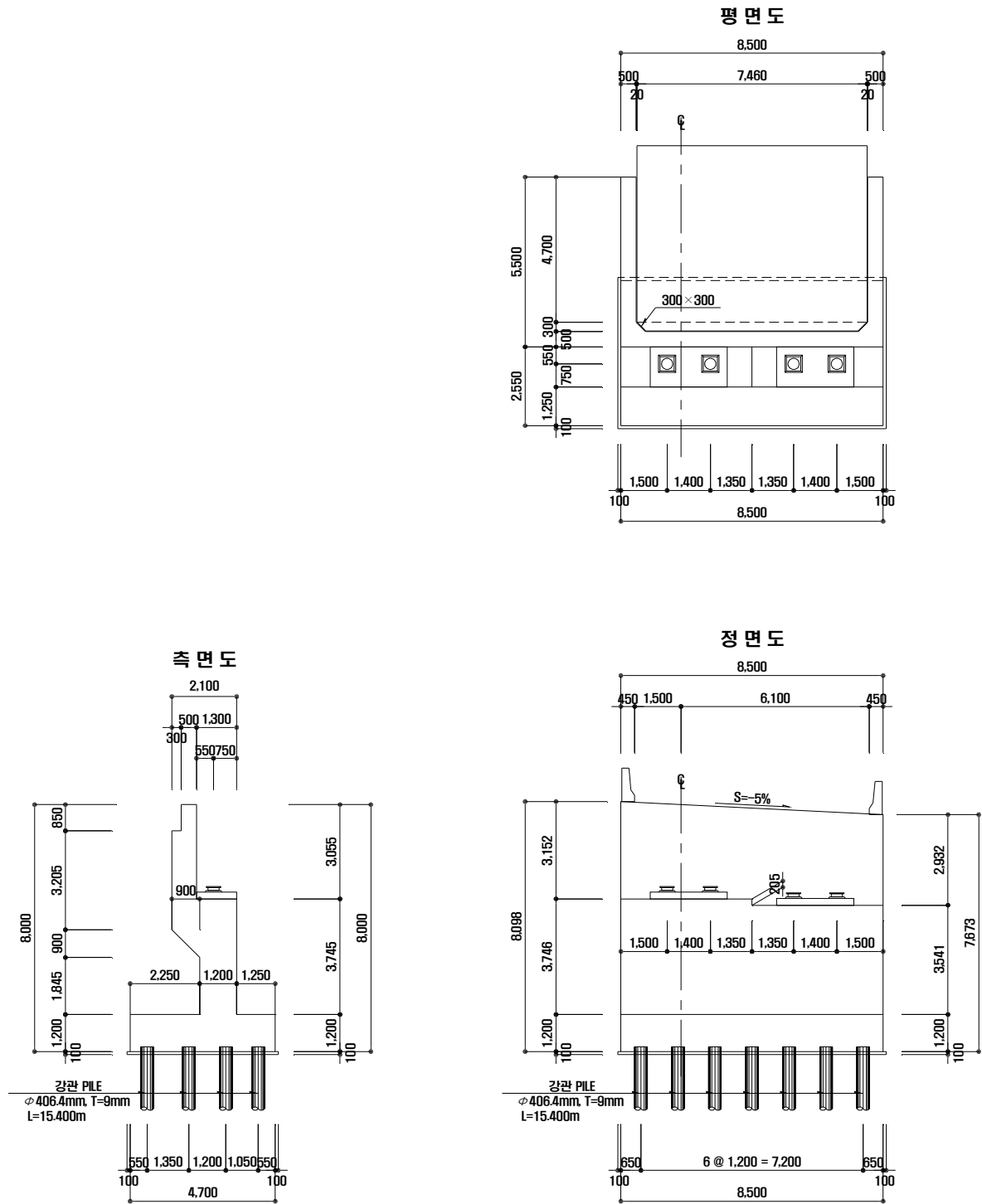
나. 시설물 주요도면

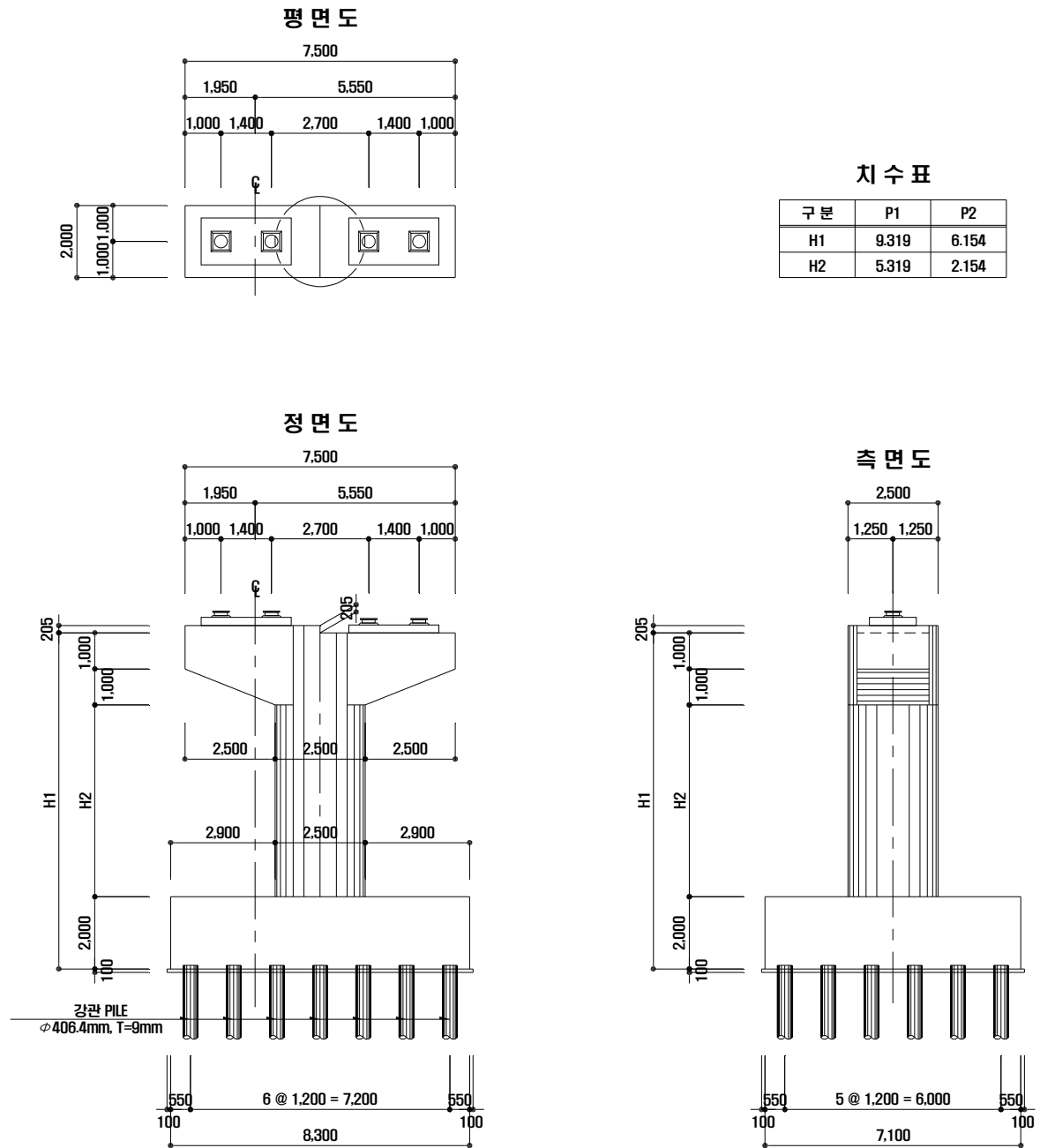


<교량의 종.평면도>



<교량의 횡단면도>





2. 자료수집 및 분석

2.1 보수·보강 이력

구분	공사기간	설계자	시공자	공사명	보수·보강 내용	공사금액(원)
보수	2009.03.06 ~ 2009.12.11	-	인화건설산업(주)	상주지사관내 시설물보수 연간단가 계약	• 받침도장 (교량받침:교대01~02, 8EA)	-
보수	2010.05.03 ~ 2010.12.31	-	-	상주지사 시설물 유지보수 연간단가 공사	• 기타 (배수시설:경간 02, 2EA)	17,285
보수	2011.04.04 ~ 2011.04.22	-	-	구조물 청소	• 기타 (신축이음장치:교대 01, 3m ²)	-
※ 한국도로공사 시스템 내 교량관리대장 참조						

2.2 자료수집 및 분석 결과요약

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	○ 준공도면 및 구조계산서 - 구조계산서 및 수리계산서 - 설계도면 - 종합보고서 - 일반보고서 - 종합보고서 - 교량일반보고서 - 토질조사보고서	○ 설계도면, 일반보고서는 설계 당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ○ 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 전반적으로 동일한 것으로 확인되었음.	○ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교.검토함 - 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 - 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행
유 지 관 리 자 료	○ 하자만료전 정밀점검 보고서 (2011.12) ○ 정밀안전진단 보고서 (2012.11) ○ 보수·보강 이력 ⇒ 한국도로공사 시스템 내 교량관리대장 참조	○ 외관조사 결과, 교대 흙벽의 신축이음부 하부 누수에 의한 철근부식 및 파손, 강박스 거더 내·외부의 도장손상, 신축이음장치의 후타재 균열 및 이격 등이 주요 손상으로 검토됨 ○ 내구성 조사결과, 양호함 ○ 받침도장(2009년) ⇒ 교대 01~02, 8EA	○ 전회 점검결과와 금회 진단결과를 비교.검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ○ 전회 점검결과와 비교.검토하여 내구성 저하 여부 확인 ○ 보수부 상태 확인

3. 현장조사 및 시험

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판		- 전반적으로 양호한 상태이며, 전 공간에 걸쳐 바닥판 하면에 미세균열(폭 0.1mm 이하) 및 망상균열이 일부 발생 - S1과 S2경간의 캔틸레버부에 경미한 재료분리 일부 발생 - 캔틸레버 측면에 백태 발생 - S3 단부에 박리 발생	- 시공초기 건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 - 시공시 다짐불량에 의한 것으로 손상 정도가 경미하여 현상유지 - 신축이음 및 방호벽과 바닥판 시공이음부의 누수 등에 의해 발생된 것으로 단면보수(방청)(철근부식 및 박락), 시공이음부에 주입보수(누수부) 등이 필요 - 단면보수(방청) 실시
강박스 거더	내부	- 구조적인 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이며, 용접결함(Pit) 일부 조사됨 - S1-G1의 출입구 주변 하부플랜지에서 부식 발생	- 시공미흡에 의한 것으로 결함 정도가 경미하여 현상유지 - 경년열화, 우수가 출입구로 유입되어 발생한 것으로 전처리 후 재도장 실시
	외부	- G1 좌측 복부 및 G3 우측 복부에 경미한 쇼킹 - 도장박리(긁힘), 부식 일부 발생	- 태양광의 광화학 반응에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 - 재도장 실시
가로보		전반적으로 양호한 상태이며, S1-CB1에 볼트부식이 2개소 발생	시공미흡과 도장열화에 의한 것으로 재도장 실시
하부구조		- 전반적으로 양호한 상태이며, A1과 A2 구체에 균열(폭 0.2mm이하) 및 망상균열 일부 발생 - P1과 P2의 코핑 및 기둥부에 균열 및 망상균열(폭 0.2mm이하) 일부 발생 - A2 흥벽부에 보수부들뜸 발생 - A2 흥벽부에 누수흔적 - A2측 우측 유간사이로 바닥판 단부 일부 돌출 및 흥벽부 파손 재발생	- 미세균열(폭 0.2mm이하)이며, 시공초기 건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 - 미세균열(폭 0.2mm이하)이며, 시공초기 매스콘크리트 양생과정에서 발생한 수화열 및 초기 건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 - 단면보수부의 들뜸부 하자보수 실시 - 철근부식 및 박락 손상위치와 동일 부위로 현재 누수가 미진행 중이므로 보수 불필요 - 시공미흡에 의한 바닥판 돌출부와 흥벽부가 협착되어 발생한 것으로 돌출부와 박락부를 완전히 제거 후 단면보수 실시

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
교량받침	- 전반적으로 양호한 상태이며, 받침본체 도장박리 및 부식(A1, P2) - 낙교방지장치(A1, P1) 도장박리 - 교대 및 교각의 무수축물탈 균열(폭 0.2mm 이하) 일부 발생 - 교각 받침콘크리트 재료분리	- 시공미흡과 도장열화에 의한 것으로 부식부위 제거 후 재도장 실시 - 경년열화 및 신축거동시 마찰에 의한 것으로 시공미흡과 도장열화에 의한 손상으로 재도장 실시 - 시공초기 건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 - 손상 경미하여 보수는 불필요
신축이음장치	- EXP.J1(A1)과 EXP.J2(A2)의 양끝단(갓길 구간)에 본체 부식 및 이물질 퇴적 - EXP.J1과 J2에 전 폭에 걸쳐 후타재 균열 일부 발생 - EXP.J2에 파손이 2개소 발생	- 경년열화에 의한 것으로 현재 기능 발휘에는 문제가 없고 도장 등의 보수효과가 미미하므로 지속적인 주의관찰 실시 - 시공초기 건조수축, 차량의 반복하중 및 충격에 의한 것으로 후타재 전 폭에 걸쳐 분포하고 있고, 균열의 보수효과가 적으므로 지속적인 주의관찰 실시 ⇒ 손상 진전시 재시공 고려 - 공용 중 유지보수시 Block Out에 의한 인위적인 손상이나 갓길에 위치해 있어 지속관찰 후 손상진전시 단면보수가 필요
교면포장	- 전 경간에 걸쳐 경미한 마모가 진행 중인 상태이며, S2경간 주행로에 균열 발생 - S2에 경미한 아스콘 균열 발생 - A2 배면 접속부에 이격 발생	- 차량의 반복하중 및 아스콘 노후화에 의한 것으로 현상유지 후 향후 마모진전시 교면 재포장 실시 - 포장당시 시공불량에 의한 것으로 추정되며, 지속관찰 후 2차손상 발생시 조치가 필요
배수시설	- 배수시설의 설치상태 및 교면의 배수상태는 전반적으로 양호한 상태이며, S3경간에 배수관 탈락이 1개소 - S1과 S2경간에 배수구 막힘이 일부 발생	- 재설치 - 주기적인 청소 필요
난간 및 연석	- 수직균열(폭 0.2mm이하) 및 망상균열이 국부적으로 발생 - 좌측방호벽 하단부 녹물유출 및 철근노출 발생 - A2측 흉벽부 상단 박락 발생 - 방호벽 덮개 볼트탈락	- 지속적인 주의관찰 실시 - 단면보수(방청) 실시 - A2측의 박락은 유간사이로 바닥판 돌출부와 흉벽부가 협착되어 발생한 것으로 차수 덮개제거 후 바닥판 돌출부의 제거 및 단면보수 필요 - 교면수 유입 방지를 위해 볼트 재체결

2) 기 진단 결과와의 비교, 분석

구 분		손상내용	손상물량		비고
			'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
바닥판		• 균열(0.2mm이하)	83.5m/132EA	73.5m/104EA	
		• 망상균열	-	53.5m ² /4EA	
		• 백태	-	16.0m ² /2EA	
		• 박리	-	0.1m ² /1EA	
		• 재료분리	1.08m ² /5EA	6.57m ² /8EA	
거더	외부	• 도장박리	0.19m ² /3EA	-	
		• 도장긁힘	0.12m ² /1EA	-	
		• 도장박리 및 부식	0.02m ² /2EA	-	
		• 녹발생	-	0.2m ² /2EA	
	내부	• 부식	1.02m ² /2EA	0.24m ² /1EA	
		• 도장박리	-	0.05m ² /4EA	
		• Pit	-	22EA	
		• 언더컷	-	0.45m/3EA	
		• 용접비드	-	0.5m/1EA	
		• 조류서식흔적	3.72m ² 8EA	4.18m ² /9EA	
가로보	• 볼트부식	0.02m ² /2EA	0.02m ² /2EA		
하부구조		• 균열(0.2mm이하)	27.3m/38EA	27.8m/26EA	
		• 철근부식 및 박락	3.60m ² /1EA	0.16m ² /1EA	
		• 망상균열	-	2.2m ² /4EA	
		• 망상균열(소성수축,침하균열)	-	0.8m ² /1EA	
		• 박리	-	0.72m ² /2EA	
		• 보수부들뜸,균열	-	3.6m ² /1EA	
		• 잡철물	-	4EA	
		• 표면오염	-	0.15m ² /1EA	
		• 파손	0.68m ² /3EA	-	
		• 누수흔적	0.15m ² /1EA	-	
교량받침		• 도장박리 및 부식	0.21m ² /3EA	0.03m ² /1EA	
		• 무수축물탈균열(0.2mm이하)	2.5m/20EA	2.9m/19EA	
		• 받침콘크리트 파손	0.06m ² /1EA	-	
		• 볼트 녹발생	-	1EA	
		• 받침콘크리트 균열	-	0.1m/1EA	
		• 받침콘크리트 재료분리	-	0.02m ² /1EA	
		• 받침콘크리트 잡철물	-	1EA	
		• 낙교방지장치 도장박리	-	0.21m ² /3EA	
		• 낙교방지장치 탄성고무댐개 파손	0.01m ² /1EA	-	

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
신축이음장치	• 후타재균열(0.2mm이하)	11.5m/27EA	11.5m/27EA	
	• 후타재 망상균열	-	7.2m ² /2EA	
	• 부식	1.40m ² /4EA	1.4m ² /4EA	
	• 후타재 파손	0.26m ² /2EA	0.26m ² /2EA	
	• 이물질퇴적	0.40m ² /4EA	0.4m ² /4EA	
교면포장	• 아스콘 균열	7.5m/2EA	4.5m/3EA	
	• 아스콘 마모	6.40m ² /2EA	2.4/1EA	
	• 아스콘 마모 (경미)	-	8.0m ² /1EA	
	• 이격	7.5m/1EA	7.5m/1EA	
배수시설	• 배수구 막힘	4EA	3EA	
	• 배수관 탈락	1EA	1EA	
난간	• 균열(0.2mm이하)	24.2m/24EA	84.3m/52EA	
	• 망상균열	-	16.65m ² /3EA	
	• 백태	0.46m ² /4EA	0.08m ² /3EA	
	• 박락	0.25m ² /2EA	0.01m ² /1EA	
	• 녹발생	-	4.0m ² /1EA	
	• 녹발생 및 철근노출	-	9.5m ² /2EA	
	• 철근노출	-	0.06m ² /2EA	
	• 균열부 백태	-	0.02m ² /1EA	
	• 방호벽덮개 볼트탈락	-	3EA	
검토의견	■ 기점검('12년 정밀안전진단)과 비교하여 기점검시 미확인된 신규 손상이 조사되었으며, 일부 보수부를 제외한 대부분의 손상이 증가된 것으로 확인되었다. ■ 점검자의 상이한 판단기준에 의해 손상물량 및 단위는 변경되었으며, 기 손상부는 일부 보수부를 제외한 전반적인 손상이 금회 진단결과와 근사한 것으로 조사되었다.			

나. 내구성조사 결과요약

1) 금회 진단 및 기 진단 내구성조사 결과요약

시 험 명			시험부위		시험 결과		비 고	
					'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단		
콘크리트 강재	비파괴 강도시험 (MPa)	상부 구조	반발경도	27.9~28.7	29.0~31.0	■ 설계기준강도를 상회함.		
			초음파	28.5~29.6	28.7~30.5			
		하부 구조	반발경도	25.4~25.7	26.3~32.3			
			초음파	25.5~27.1	27.6~29.9			
	철근탐사시험 (mm)	바닥판	배근간격	102.0~105.0	100.0~230.0	■ 전반적으로 설계값과 일치함.		
			피복두께	34.0~38.0	42.0~46.0			
		교대	배근간격	195.0~210.0	200.0~210.0			
			피복두께	18.0~39.0	79.0~113.0			
		교각	기둥 배근간격	-	116.0			
			기둥 피복두께	-	126.0			
			코 배근간격	105.0	247.0			
			코 피복두께	103.0	111.0			
	탄산화 잔여깊이 (mm)	상부 구조		31.9~32.9	40.6~44.0	■ 상태평가 a		
		하부 구조		0.0~87.0	76.0~112.0			
	염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부 구조		0.069~0.092	0.233	■ 상태평가 a		
		하부 구조		0.046~0.115	0.192~0.241	■ 상태평가 a		
	균열깊이 (mm)	S1-LC		-	40.0(피복두께) 18.9(균열깊이)	■ 균열깊이가 실측 피복두께에 근접하지 않음.		
		S2-LC		-	46.0(피복두께) 10.6(균열깊이)			
		강재	초음파 탐상(UT)	거더 내부	합격		합격	■ 1등급
			도막두께 (μm)	거더 내부	225~311		335~401	■ 적 정
거더 외부	306~470			396~411	■ 적 정			
종합 평가	■ 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. ■ 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 철근부식 우려가 없는 상태평가 기준“a”로 검토됨. ■ 염화물 함유량 시험결과 염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없는 상태평가 기준“a”로 검토됨. ■ 강재에 대한 내구성 조사결과 전반적으로 1등급의 합격 판정된 것으로 나타나며, 도막두께 측정치도 전 경간 기준치를 상회하는 양호한 상태인 것으로 측정됨. ■ 철근탐사 결과 배근간격 및 피복두께는 설계도면과 미소한 차이는 있으나 전반적으로 도면과 근사한 것으로 평가됨. ■ 금회 진단결과 콘크리트의 비파괴강도, 철근배근상태, 탄산화 깊이 측정결과 등 전반적으로 양호한 상태로 조사됨.							

4. 시설물의 상태평가

가. 시설물 전체 상태평가 결과

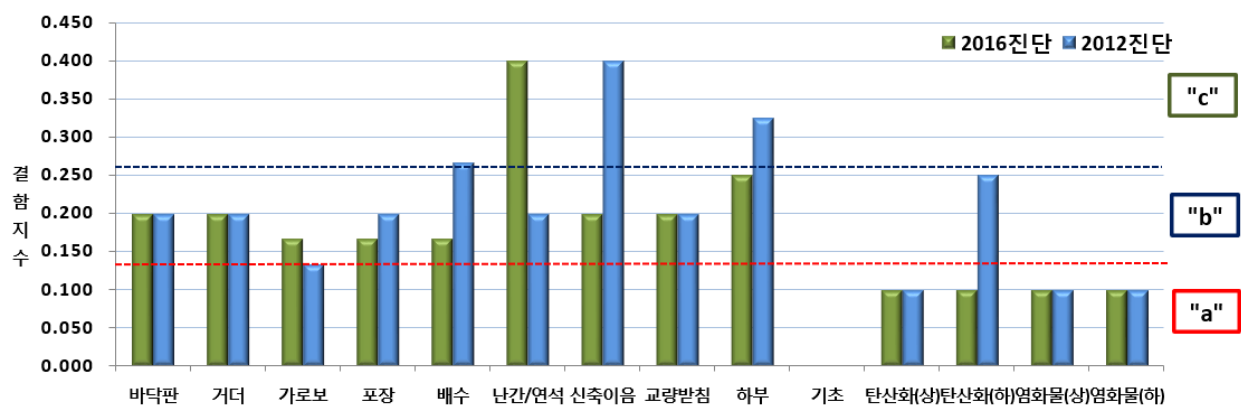
부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간/연석	신축이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
S1 (A1)	STB	b	b	b	a	b	c	b	b	b	q	x	a	x	x
S2 (P1)	STB	b	b	a	b	b	c	x	b	b	q	a	a	x	a
S3 (P2)	STB	b	b	b	b	a	c	x	b	b	q	a	a	a	x
A2	STB							b	b	c	q	x	a		a
평균		0.200	0.200	0.167	0.167	0.167	0.400	0.200	0.200	0.250	-	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	2	2	2	1
(평균X가중치) /가중치 합		0.036	0.040	0.008	0.012	0.005	0.008	0.018	0.018	0.050	-	0.002	0.002	0.002	0.001
														0.202	
														B	

- 결합도 범위 : $0.130 \leq \text{결합도 지수}(0.202) \leq 0.260$

나. 기 진단 결과와의 비교, 분석

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2011년 정밀안전진단 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상에 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 상·하부구조의 기 손상들은 국부적으로 보수가 되었으며, 보수상태가 양호한 것으로 조사되었다. 이로 인하여 환산결함도 점수가 0.238 ⇨ 0.202로 감소한 것으로 분석되었다.

구 분		2012진단		2016진단		가중치 변화요인
		등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	b	0.200	b	0.200	.거의 변화 없음
	거더	b	0.200	b	0.200	.거의 변화 없음
2차부재	가로보/세로보	b	0.130	b	0.167	.도장부식 손상 증가
기타부재	포장	b	0.200	b	0.167	.일부 보수
	배수	c	0.270	b	0.167	.일부 보수
	난간, 연석	b	0.200	c	0.400	.철근부식 발생 증가
	신축이음	c	0.400	c	0.200	.거의 변화 없음
받침	교량받침	b	0.200	b	0.200	.변화 없음
하부구조	하부	c	0.330	b	0.250	.일부 보수
	기초	-	-	-	-	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	.변화 없음
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100	
	염화물(상부)	a	0.100	a	0.100	.변화 없음
	염화물(하부)	a	0.100	a	0.100	
합 계		B	0.238	B	0.202	



5. 안전성평가

가. 안전성 평가결과

1) 상부구조

구 분			계산식	판정	비고
강박스거더	휨응력		$\frac{f_a}{f} = \frac{190.000}{146.573} = 1.23$	O.K	MPa
	전단응력		$\frac{f_a}{f} = \frac{110.000}{59.949} = 2.00$	O.K	MPa
	합성응력		$\left(\frac{157.967}{190.000}\right)^2 + \left(\frac{54.949}{110.000}\right)^2 = 0.915 < 1.2$	O.K	MPa
바닥판	단면 검토	캔틸레버부 (좌측방호벽)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{177.806}{119.761} = 1.48$	O.K	kN.m
		캔틸레버부 (우측방호벽)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{122.167}{116.993} = 1.04$	O.K	kN.m
		중앙부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{105.961}{81.463} = 1.30$	O.K	kN.m

2) 하부구조

구 분				계산식	판정	비고
A1	단면 검토	벽체	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{1,757.317}{605.819} = 2.901$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{731.571}{239.373} = 3.056$	O.K	kN
		흉벽	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{357.234}{178.147} = 2.005$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{470.302}{89.834} = 5.235$	O.K	kN
	안정성 검토	지지력		$V_{max} (= 452.279) < R_a (= 835.960)$	O.K	kN/EA
		휨응력		$f_{max} (= 102.921) < f_{sa} (= 133.000)$	O.K	MPa
		전단응력		$\tau (= 14.569) < \tau_{sa} (= 76.000)$	O.K	MPa
		수평변위		$\delta (= 4.265) < \delta_a (= 15.000)$	O.K	mm

구 분				계산식	판정	비고
P1	두부보 (내민보)	주인장철근 검토		소요철근량(=26,268.737)<사용철근량(=30,179.600)	O.K	mm ²
		페쇄스트럽, 띠철근 검토		소요철근량(=9,816.905)<사용철근량(=10,134.000)	O.K	mm ²
	기둥 검토	교축직각방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{38,975.491}{10,802.290} = 3.608 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{30,379.284}{8,419.800} = 3.608 > 1$	O.K	kN kN.m
		교축방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{65,060.820}{17,313.767} = 3.756 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{23,308.354}{3,776.740} = 3.756 > 1$	O.K	kN kN.m
	안전성 검토	교축직 각방향	지지력	$V_{\max} (= 420.271) < R_a (= 743.920)$	O.K	kN/EA
			힘응력	$f_{\max} (= 57.292) < f_{sa} (= 140.000)$	O.K	MPa
			전단 응력	$\tau (= 3.693) < \tau_{sa} (= 80.000)$	O.K	MPa
			수평 변위	$\delta (= 1.081) < \delta_a (= 15.000)$	O.K	mm
		교축 방향	지지력	$V_{\max} (= 380.519) < R_a (= 743.920)$	O.K	kN/EA
			힘응력	$f_{\max} (= 51.117) < f_{sa} (= 140.000)$	O.K	MPa
			전단 응력	$\tau (= 2.188) < \tau_{sa} (= 80.000)$	O.K	MPa
			수평 변위	$\delta (= 0.641) < \delta_a (= 15.000)$	O.K	mm

나. 내하력 평가결과

강박스거더 (허용응력법)	$\frac{f_a - f_d}{f_\ell (1 + i)} = \frac{190.000 - 109.285}{38.980} = 2.07$	DB-24 이상
바닥판 (강도설계법)	$\frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_\ell M_\ell (1 + i)} = \frac{122.167 - 1.3 \times 12.373}{2.15 \times 34.192} = 1.44$	DB-24 이상

6. 종합평가 및 안전등급의 지정

6.1 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
선산HC3교	0.202	B	1.23(거더) 1.04(바닥판)	A	B
종합평가	• 선산HC3교의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한“B”로 평가됨 • 안전성평가 결과 최소 안전율 1.0이상으로“A”로 평가됨 • 상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과 선산HC3교는“B”로 평가됨				

6.2 안전등급 지정

안전등급 지정	구조물명	안전등급		
		금회(2016년)	전회(2012년)	비고
	선산HC3교	B등급(양호)	B등급(양호)	변동없음

7. 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 보수·보강 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판	• 박리	단면보수	0.1	0.15	m ²	89	13	2	
거더내부	• 부식	도장보수	0.24	0.36	m ²	55	20	2	
	• 조류서식흔적	청소	4.18	6.27	m ²	13	82	3	
	• 도장박리	도장보수	0.05	0.08	m ²	55	4	2	
거더외부	• 녹발생	도장보수	0.2	0.30	m ²	55	17	2	
가로보	• 볼트부식	도장보수	0.02	0.03	m ²	55	2	2	
하부구조	• 박락 및 철근노출	단면보수(방청)	0.16	0.24	m ²	163	39	1	
	• 보수부들뜸	단면보수(방청)	3.6	5.40	m ²	163	880	2	
교량받침	• 도장박리 및 부식	슈도장	0.03	0.05	m ²	55	2	2	
	• 낙교방지장치 도장박리	슈도장	0.21	0.32	m ²	55	17	2	
신축이음	• 이물질퇴적	청소	0.4	0.60	m ²	40	24	3	
배수시설	• 배수관 탈락	재설치	1	1	EA	3	3	3	
	• 배수구 막힘	청소	3	3	EA	5	15	3	
방호벽	• 녹발생 및 철근노출	단면보수(방청)	9.56	30.00	m ²	163	4,890	2	
	• 방호벽 덮개 볼트탈락	볼트재설치	3	3	EA	10	30	3	
	• 박락	단면보수	0.01	0.02	m ²	89	1	3	
포장	• 이격	구스 아스팔트 보수	7.5	12.0	m	2	22	2	
부대공(교통통제 및 고소장비 등)		고소차		1	일	50	50	-	
순공사비합계(천원)							6,061		
제경비(순공사비×50%)							3,030		
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					59		
		2순위					8,801		
		3순위					232		
부대공(교통통제 및 고소장비 등)							50		
개략공사비(천원)							9,141		

※ 보수수량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상수량의 50%를 할증하였음.

※ 포장부는 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상수량의 60%를 할증하였음.

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.

※ 상기 개략공사비는 2016년 9월 2차 현장조사 시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

7.2 유지관리방안

7.2.1. 부재별 중점유지관리 사항

부재구분	중 점 점 검 내 용
교면포장	•아스콘 마모에 대한 진전확인(포트홀, 소성변형 등) - 균열 및 마모의 손상 진전여부
배수시설	•배수구 입구 유송잡물에 의한 막힘, S3 배수관 탈락부 보수 여부
난간	•균열폭 0.2mm이하 균열 및 백태 •방호벽 하단부 피복부족에 의한 철근부식 진행 정도
바닥판	•균열보수부 재균열 발생여부 •균열 폭 0.2mm미세균열 진전여부
강박스거더	•박스외부 도장상태 - 거더외측면의 경미한 쇼킹 진전여부 - 대기부식에 의한 부식진전여부 - 도장박리부 부식진전여부 •박스 내부 출입구 시건상태 - 출입구 주변 부식 상태 - 과거 조류서식 등에 의한 이물질 퇴적으로 지속적인 출입문 시건상태 확인
교량받침	•무수축물탈 미세균열 - 미세균열 진전여부 및 추가 손상발생 여부 •부반력으로 인한 본체 들뜸, 받침장치 본체 손상, 거더 피로균열 및 파손 등의 손상발생여부 - A1-SH02, A1-SH04, A2-SH02, A2-SH04 •받침본체 도장박리 및 부식 - 부식상태 심화시 받침가동여부
신축이음장치	•신축이음본체 부식 및 이물질 퇴적 - 부식 심화여부 및 유간부 이물질 퇴적으로 인한 신축거동 불량 여부 •후타재 균열 및 파손 등 - 손상심화에 따른 차량주행의 안전성 저해여부 •A1 최대 신장시 여유량 미소하게 부족 - 여유량이 미미하게 부족(-1.2mm)하여 지속관찰을 통한 2차손상발생에 유의
하부구조	•A2 흥벽부 철근부식 및 박락 - 피복부족구간의 보수 후 추가적인 박락 발생 여부 - 신축이음부 노면수 유입 확인 •A2 유간 돌출부 신장거동에 의한 추가 박락발생 여부 - 보수 후 원활한 신장거동 여부 확인

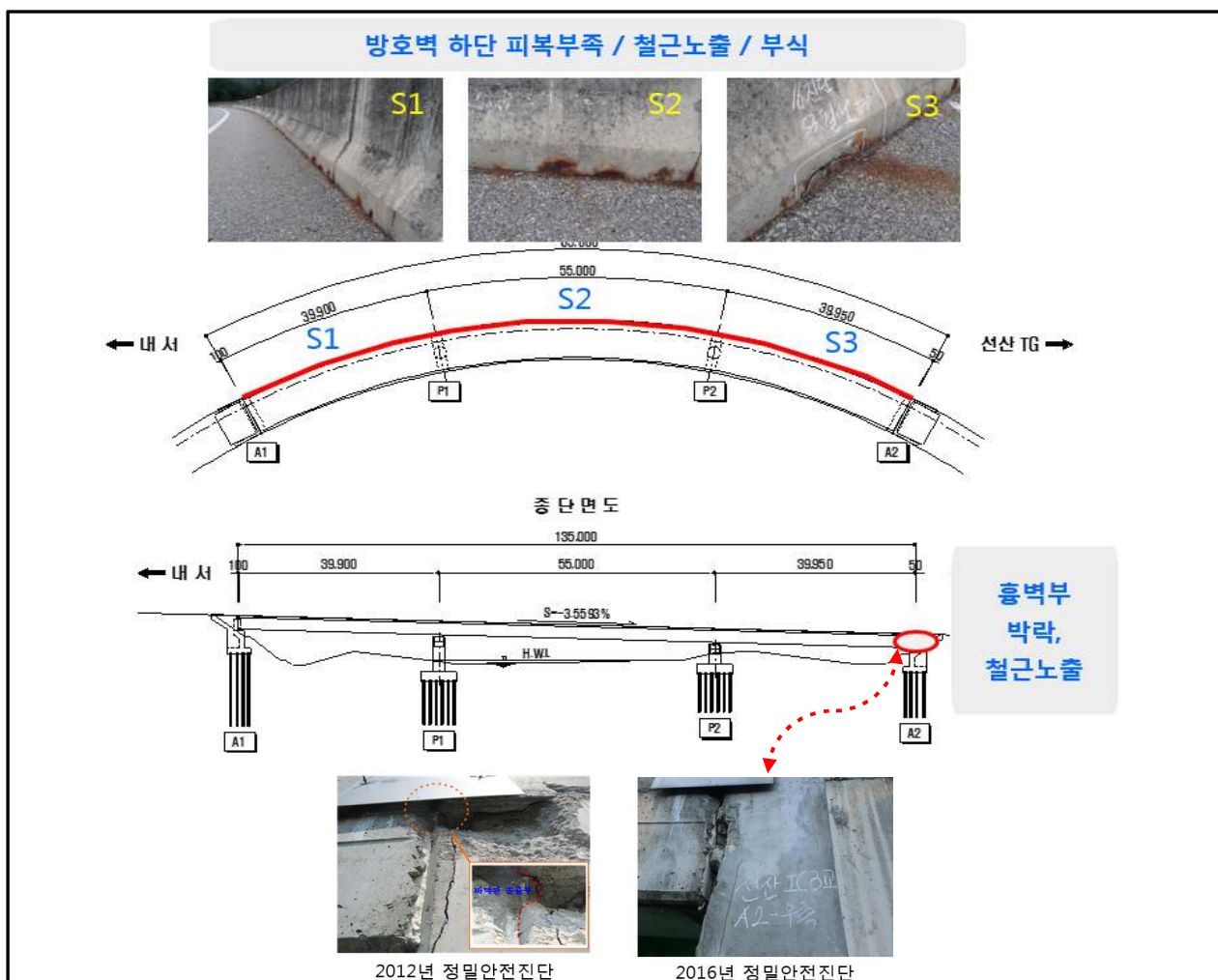
7.2.2. 중점유지관리항목

가. 중점유지관리 개요

1) 개요

선산IC교 현장조사사결과, 좌측 방호벽 하단에는 피복부족에 의한 콘크리트 피복박락이 진행되면서 우수 등이 침투하여 철근부식에 의한 녹물이 외부로 나타나고 있는 상태이다.

철근이 부식된 철근은 배력철근으로 단면복원에 의한 보수로 건전성이 확보될 것으로 판단된다. 보수시 국부적인 보수보다는 전 연장에 걸쳐 보수함이 바람직할 것으로 판단된다. 또한, A2(교대) 우측옹벽부에 발생한 피복부족에 의한 철근부식 및 박락은 전회차 정밀안전진단 이후 몰탈에 의한 보수가 시행된 상태이나, 내부철근의 방청미흡, 보수재 부착불량, 신축이음부 차량통과에 의한 진동영향 등에 의한 재손상이 발생한 상태이다. 재발생 방지방안으로는 철근부식부 콘크리트 파취후 철근방청 후 보수재 부착성 확보를 위해 앵커 매입후 단면복원이 필요할 것으로 판단된다. 상기 언급된 손상들에 대해서는 결함의 진전여부 및 재발생 여부를 주기적으로 관찰하는 등 중점 유지관리항목으로 선정하여 구조물의 유지관리를 실시하는 것이 타당할 것으로 판단된다.



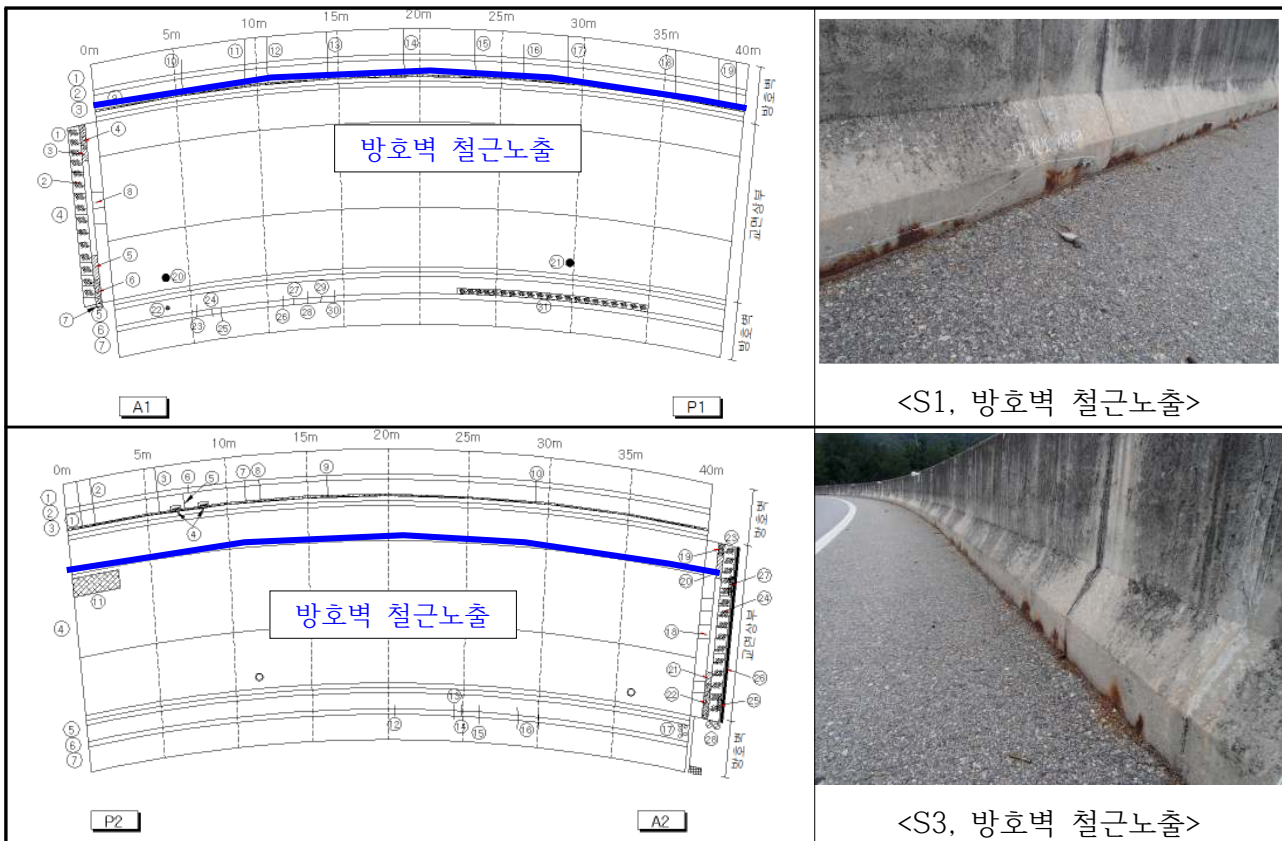
2) 방호벽 피복부족에 의한 철근노출부

① 선정사유

방호벽 철근노출부 선정사유는 피복부족에 의한 철근노출이 단면감소로 인한 방호벽의 안전성을 확보하고자 한다.

② 현장조사결과

방호벽 하단부 철근노출부는 좌측 방호벽 하단에서만 발생된 상태이고 우측 방호벽은 국부적인 균열만 조사되었을 뿐 철근노출은 조사되지 않았다.



③ 향후관리방안

방호벽 철근부식 및 박락부에 대한 보수 실시 후 노면수 및 우수 유입에 의한 손상 진전 및 추가발생 여부에 대해 지속관찰이 필요하다.

보수시 철근깊이까지 치핑을 실시한 후 철근방청을 포함하여 보수하되 국부적인 보수보다는 전 연장에 걸쳐 보수함이 바람직할 것으로 판단된다.

8. 종합결론

선산IC3교는 중부내륙선 123.4km지점에 위치하여 중부내륙선(여주방향)과 선산TG를 연결하는 3경간 연속 S.T.B 교량구조물이다. 본 과업은 선산IC3교의 준공 이후 2회차 시행하는 정밀안전진단이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사, 각종시험 및 구조안전성평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

가. 현장조사 및 상태평가 결과

- 바닥판 하면에 대한 외관조사 결과, 구조적인 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이며, 조사된 주요 손상으로는, 균열폭 0.2mm이하의 횡방향 균열과 망상균열이 조사된 상태로, 균열의 폭과 길이의 변화가 없는 것으로 보아 진행성 균열이 아닌 것으로 판단되며 보수는 불필요한 것으로 판단된다. 또한, 캔틸레버 측면에 백태는 바닥판과 방호벽 사이의 시공이음부로 노면수가 유입되어 발생한 손상으로 현재 그로 인한 2차손상(바닥판 철근 부식, 박락, 들뜸)이 발생되 지 않은 상태이나, 2차손상의 현 상태에서 주의관찰을 실시한 후 추후 점검 및 진단을 통하여 손상 진전 시 보수여부를 판단하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

그 외 시공시 다짐부족에 의한 재료분리, 교면수유입으로 인한 종점측 단부의 박리 등의 손상이 조사되어 단면보수가 필요하다.

- 강재거더는 일부구간 강재의 도장박리, 바닥판의 미세균열(0.1mm이하), 강재부식 등의 손상이 발생되었으나, 전반적으로 양호한 것으로 평가되었다.
- 하부구조의 외관조사 결과, 주요 손상으로 폭 0.2mm이하 미세균열과 망상균열이 전 개소에 국부적으로 발생한 상태로 손상규모가 경미하여 보수는 필요치 않으며, A2측 흥벽부의 피복부족에 의한 철근부식 및 박락, 박리 등의 손상은 기 진단 이후 보수가 실시되었으나, 금회 보수불량에 의한 들뜸과 박락이 재발생된 상태로 하자보수가 필요하다.
- 신축이음장치는 공용년수 증가에 의한 본체 부식(EXP.J1, EXP.J2)이 발생되었으나, 현재 기능 발휘에는 문제가 없고 도장 등의 보수효과가 미미하므로 지속적인 주의관찰이 필요한 상태이며, 후타재 균열은 차량의 반복된 통행으로 균열에 대한 보수효과가 적으므로 보수보다는 파손, 단차 등의 손상 진전 시 재시공이 적절할 것으로 판단된다.
- 본 교량은 선산IC(진출)에 위치하여 본선에 비해 차량의 통행량은 다소 적은 상태이나, 교면포장은 준공 후 16여년 동안 사용 중으로 경미한 마모가 전 구간에 걸쳐 발생하였다. 이는 차량의 반복하중 및 공용중 아스콘 노후화에 의해 발생한 것으로, 손상의 정도는 심하지 않아 차량의 주행에는 지장을 초래하지 않은 상태이나, 기 진단과 비교 시 손상의 규모가 다소 증가한 상태로 보수보다는 현상유지 후 추후 지속적인 점검을 통해 손상의 진

전여부를 확인하여야 할 것으로 판단된다.

- 배수시설에 대한 외관조사 결과, 배수시설의 설치상태 및 교면의 배수상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 배수관 탈락이 S3경간에서 1개소 확인되어 재설치가 필요하며, 국부적인 배수구막힘은 일상유지관리 차원의 조치가 필요하다.
- 방호벽은 건조수축 및 온도변화에 의한 폭 0.2mm이하 수직균열이 부분적으로 발생되었으며, 손상 정도가 경미하여 현 상태에서의 보수보다는 지속적인 주의관찰을 실시하는 것이 적절할 것으로 사료된다. 또한 좌측 방호벽 하단부의 일부 철근피복부족에 의해 발생한 녹 발생 및 철근노출은 현재 손상이 다소 진전되어 방호벽 하단부 콘크리트의 박락을 초래하고 있어 녹제거 후 단면보수(방청)가 필요한 것으로 판단된다.
- 콘크리트의 내구성조사결과 강도, 철근배근상태, 염분함유량 등의 시험항목에 대해서 기준을 만족하는 양호한 품질을 유지하고 있는 상태로 평가되었으나, 또한, 주부재인 강재거더의 용접부에 대한 초음파탐상시험 결과, 결함이 없는 양호한 품질의 용접상태를 보유하고 있는 것으로 평가되었다.
- 상태평가결과 강재거더 등 주부재는 전반적으로 양호하나 교대홍벽부의 단면결손, 국부적인 강재의 도장손상 등이 발생하여 내구성증진을 위한 보수를 필요로 하는“B(0.202)”의 상태로 평가되었다.

나. 안전성평가 결과

- 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 상부구조인 강박스 거더 및 바닥판의 최소안전율이 1.0 이상으로 나타나 안전성을 확보하고 있으며, 내하율도 1.0이상으로 설계하중 DB(DL)-24이상의 내하력을 보유하고 있는 상태로 평가되었다. 또한, 하부구조에서도 안전성에 문제가 없는 것으로 분석되었다.

다. 결론

- 선산IC3교는 16여년의 공용기간이 경과한 교량시설물로서 공용중 전반적인 외관상태는 양호하게 평가되었으나, 시공미흡에 의한 교대의 단면손상 등의 내구성을 저해하는 손상이 발생하여 보수가 필요하며, 바닥판의 비구조적인 횡균열, 일부강재의 도장박리 등에 대해서는 보수 및 지속적인 유지관리가 필요한 상태로 평가되었다.
- 따라서, 본 교량의 상태평가 및 안전성평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』로 평가되었으며, 결함 및 손상 부위에 대하여 금회 진단 보고서에 제시된 보수를 시행하고 중점유지관리가 필요구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등교(DB-24)로서의 기능을 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

제 5장 봉곡1교(내서,여주)

1. 시설물의 개요
2. 자료수집 및 분석
3. 현장조사 및 시험
4. 시설물의 상태평가
5. 시설물의 안전성평가
6. 종합평가 및 안전등급의 지정
7. 보수·보강 및 유지관리방안
8. 종합결론

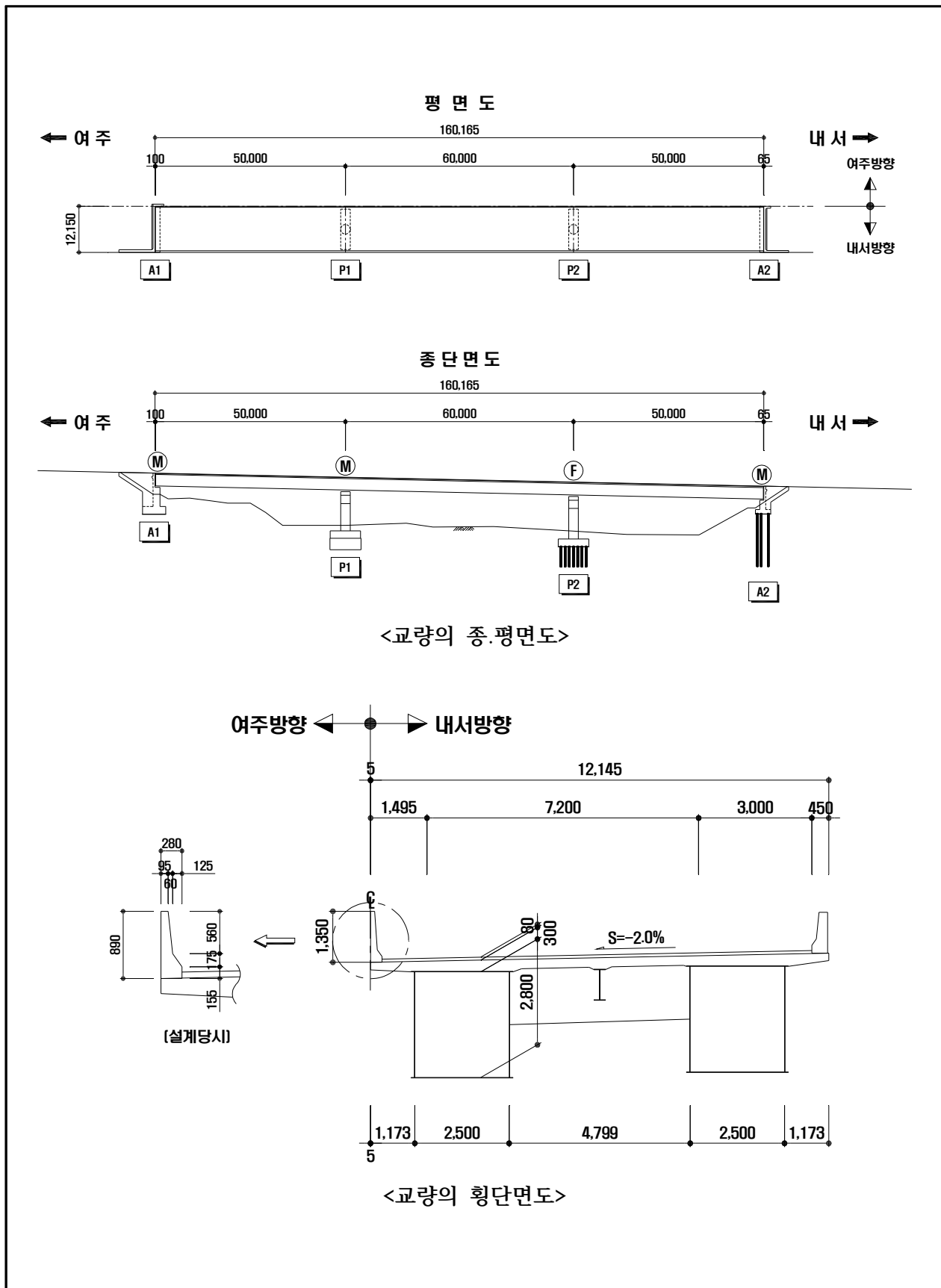
1. 시설물의 개요

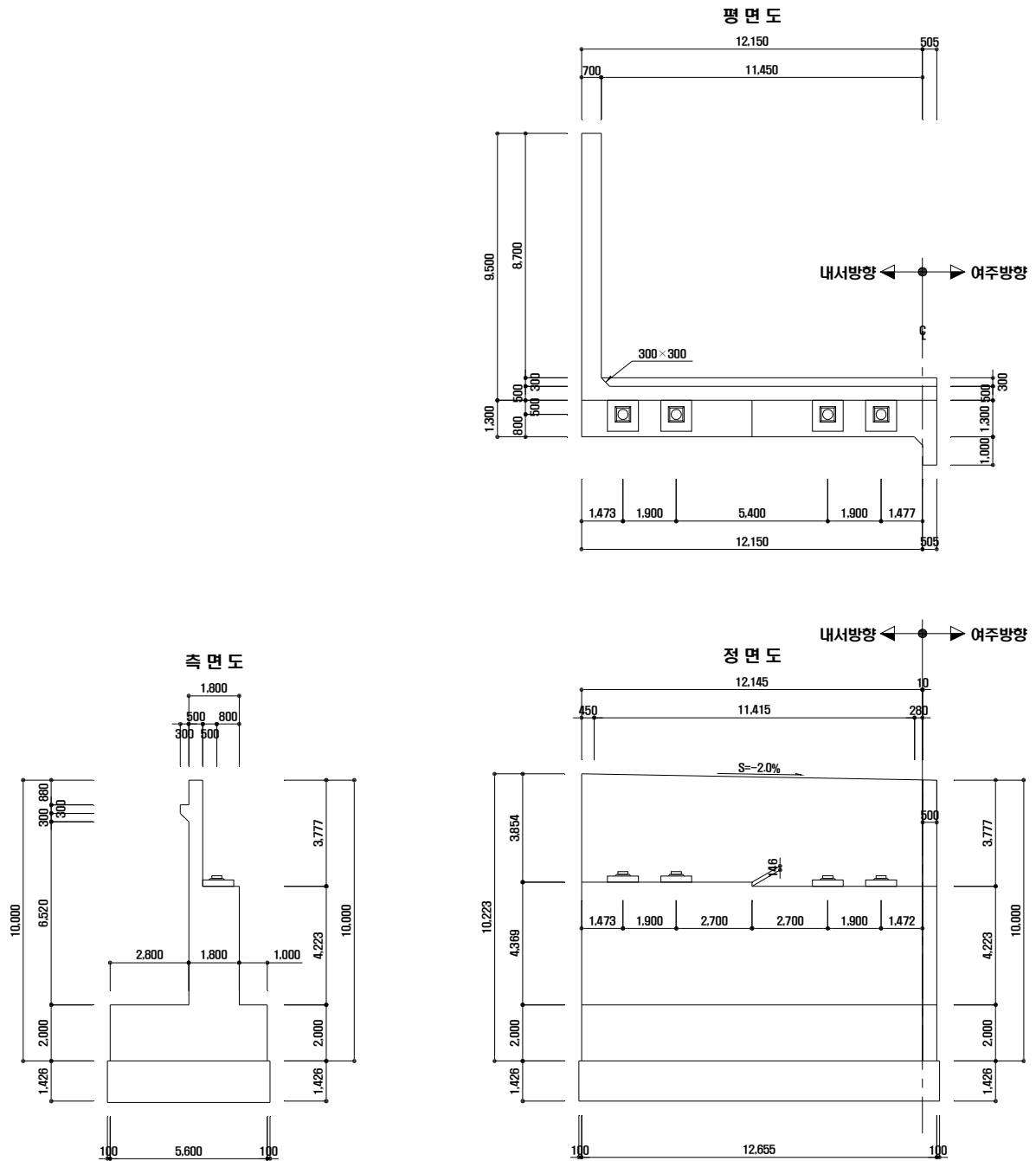
1.1 내서방향

가. 시설물의 현황

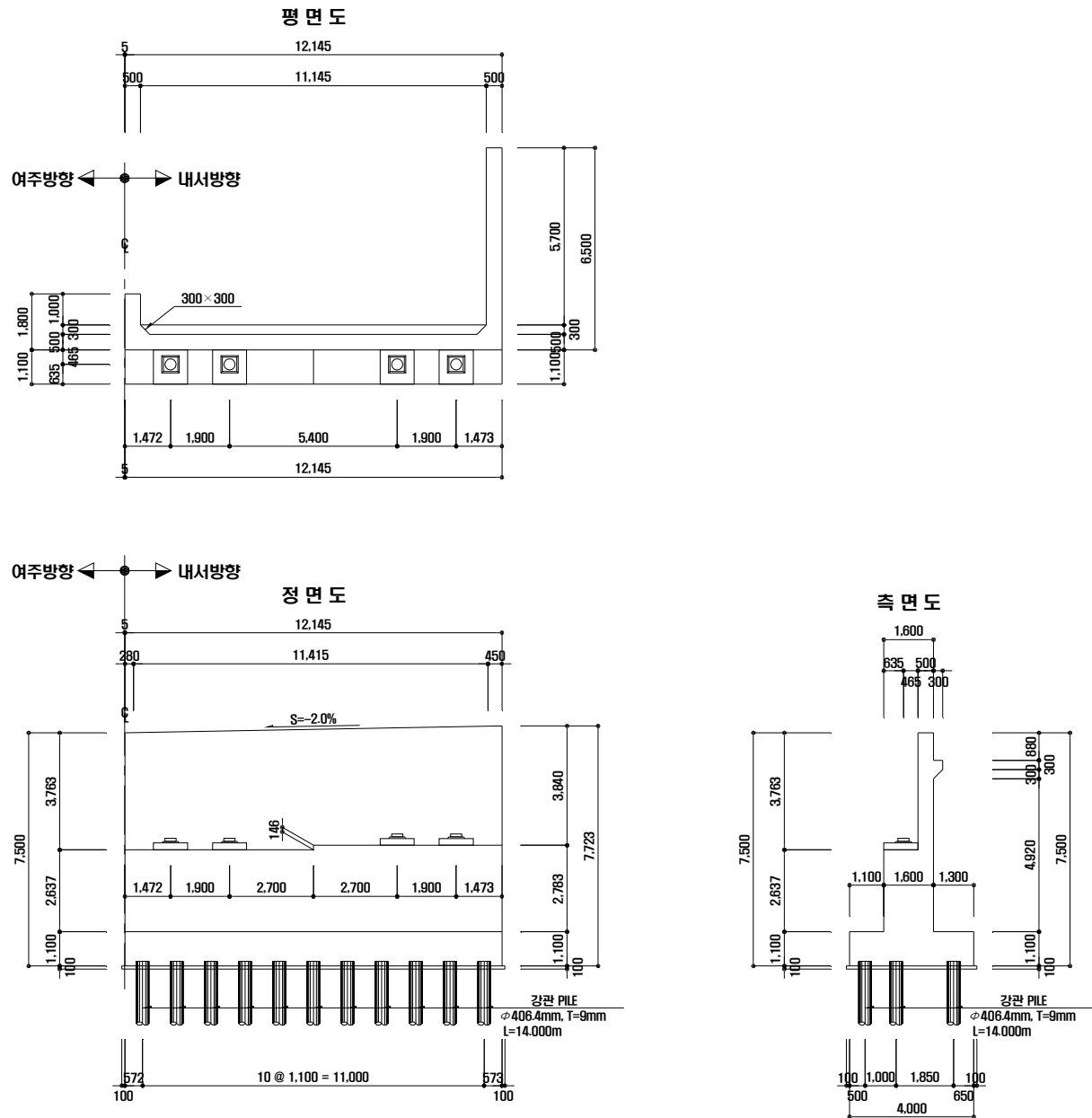
구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		봉곡1교(내서)		시설물번호		BR2001-0000373	
준공년월		2001년 12월		관리번호		도공(상주)교량-20	
시설물위치		경상북도 구미시 선산읍 봉곡리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		중부내륙선(125.0km)	
제원	연장	L = 160.165m(50.0+60.0+50.0=160.0m, 0.165m:신축이음유간)					
	폭	B = 12.145m, 2차로(유효폭 : 11.390m)					
구조 형식	상부	Steel Box Girder		기초 형식	교대	A1 : 확대(전면)기초 A2 : 강관말뚝기초	
	하부	교대 : 역T형 교각 : T형			교각	P1 : 확대(전면)기초 P2 : 강관말뚝기초	
교량받침		포트받침		신축이음		A1 : Rail Joint(EXP-100) A2 : Rail Joint(EXP-65)	
교차시설물		지방도 916호선 횡단 (S2경간)		통과높이		약 4.8~10.0m	
설 계 사		(주)한국종합기술개발		시 공 사		풍림산업(주), 포스코개발(주), 대동	
내진설계유무		적용		관리주체		한국도로공사 경북본부 상주시사	
부착시설내용							
기 타		※ 종,평면도 본보고서 수록 - 사각이 없는 곡선교(R=2,100m) - 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 - 보수보강 여부 : 교량받침 도장, STS 배수파이프 설치 등 - 기타 : 교대 상,하행 이음분 보강토 조립식 옹벽 시공됨					

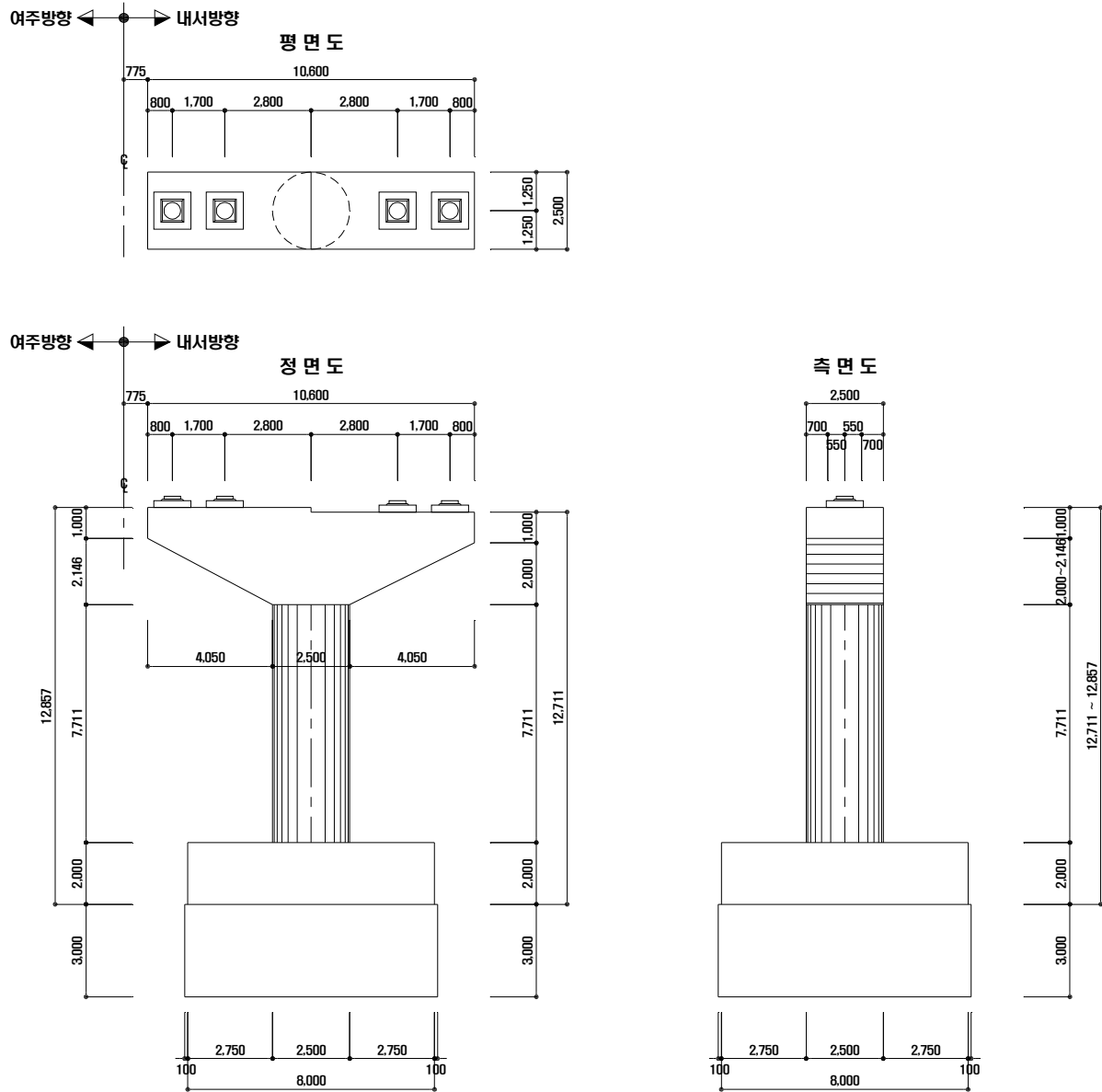
나. 시설물 주요도면



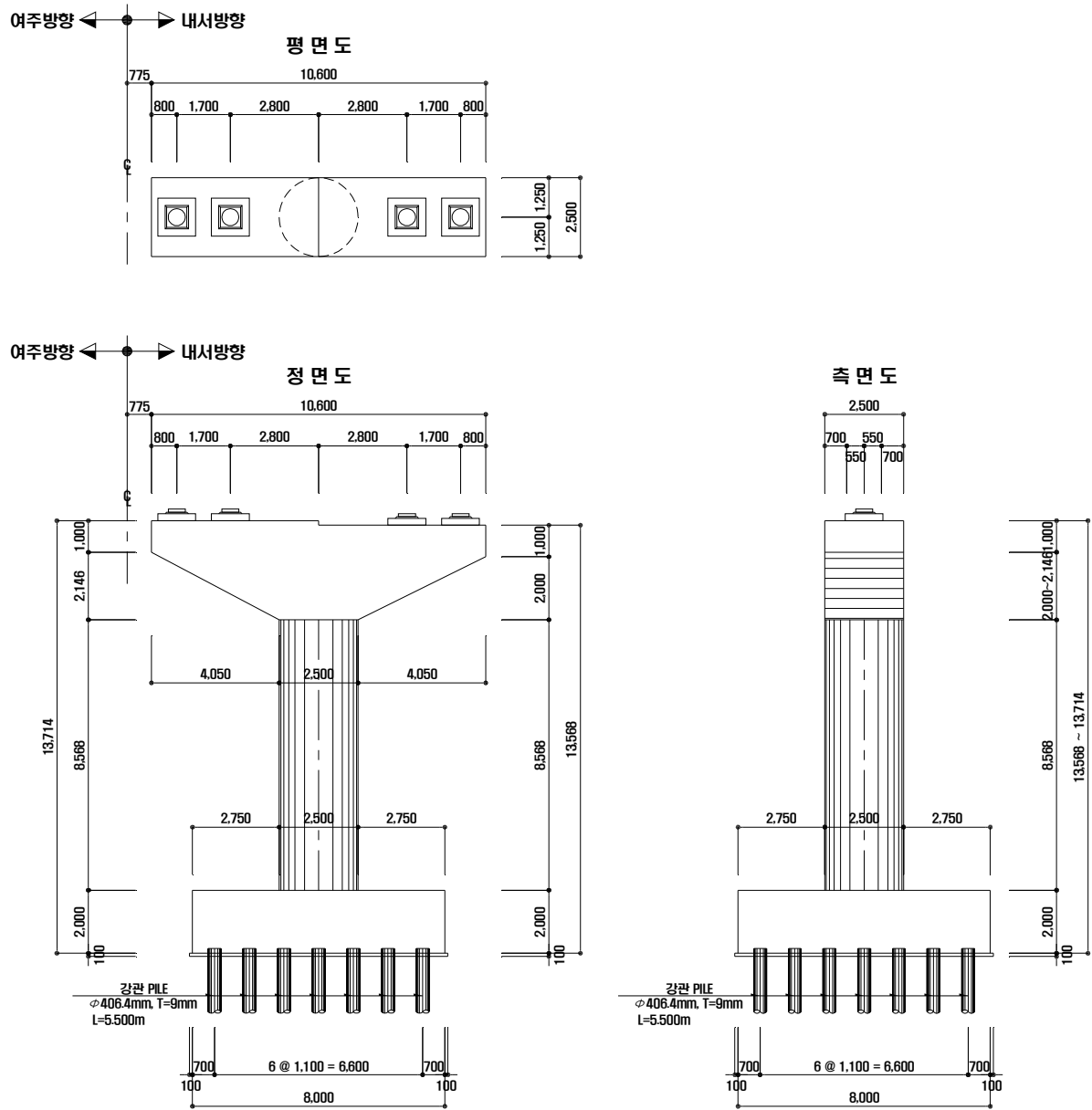


<교대(A1) 일반도>





<교각(P1) 일반도>



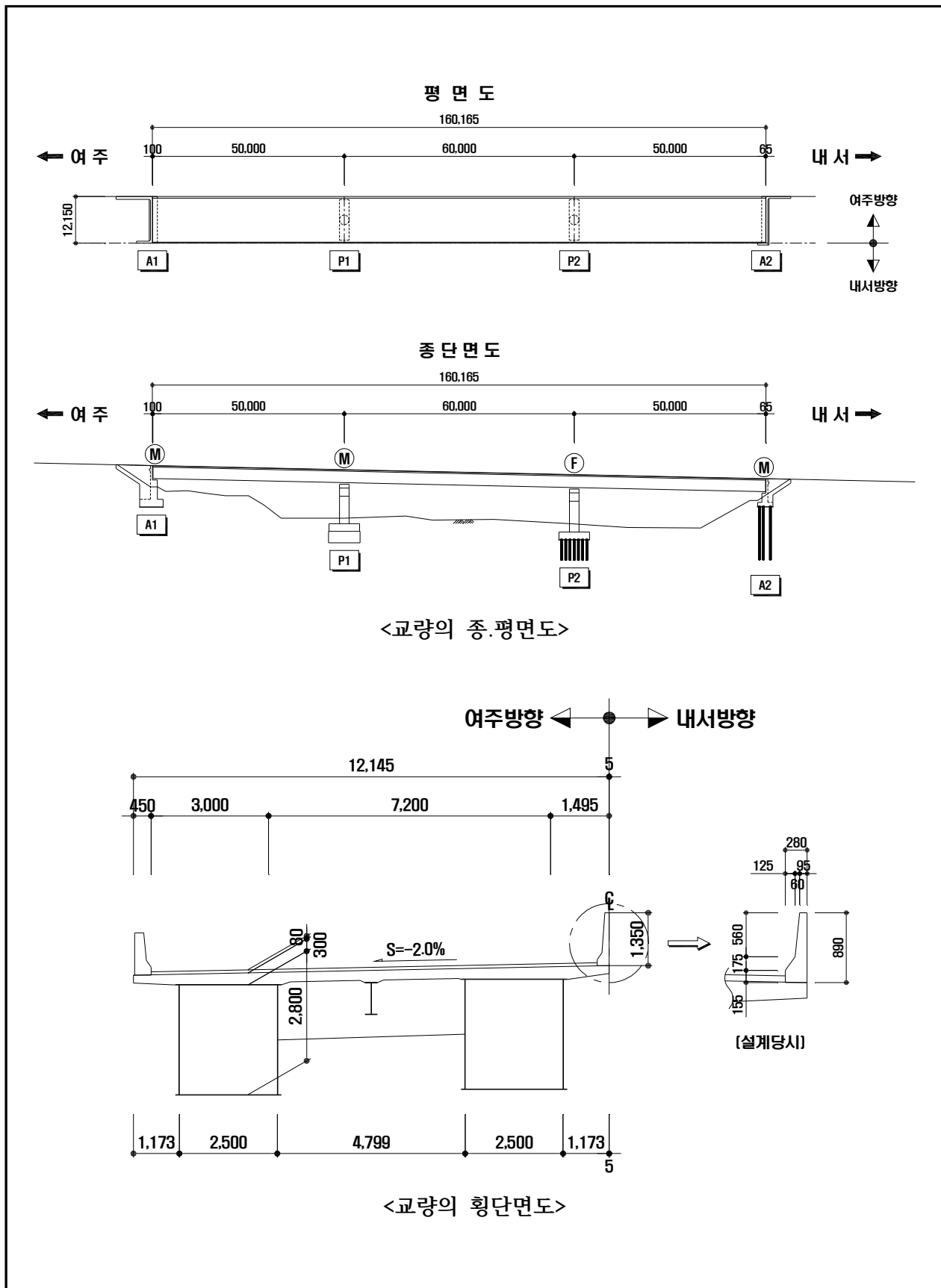
<교각(P2) 일반도>

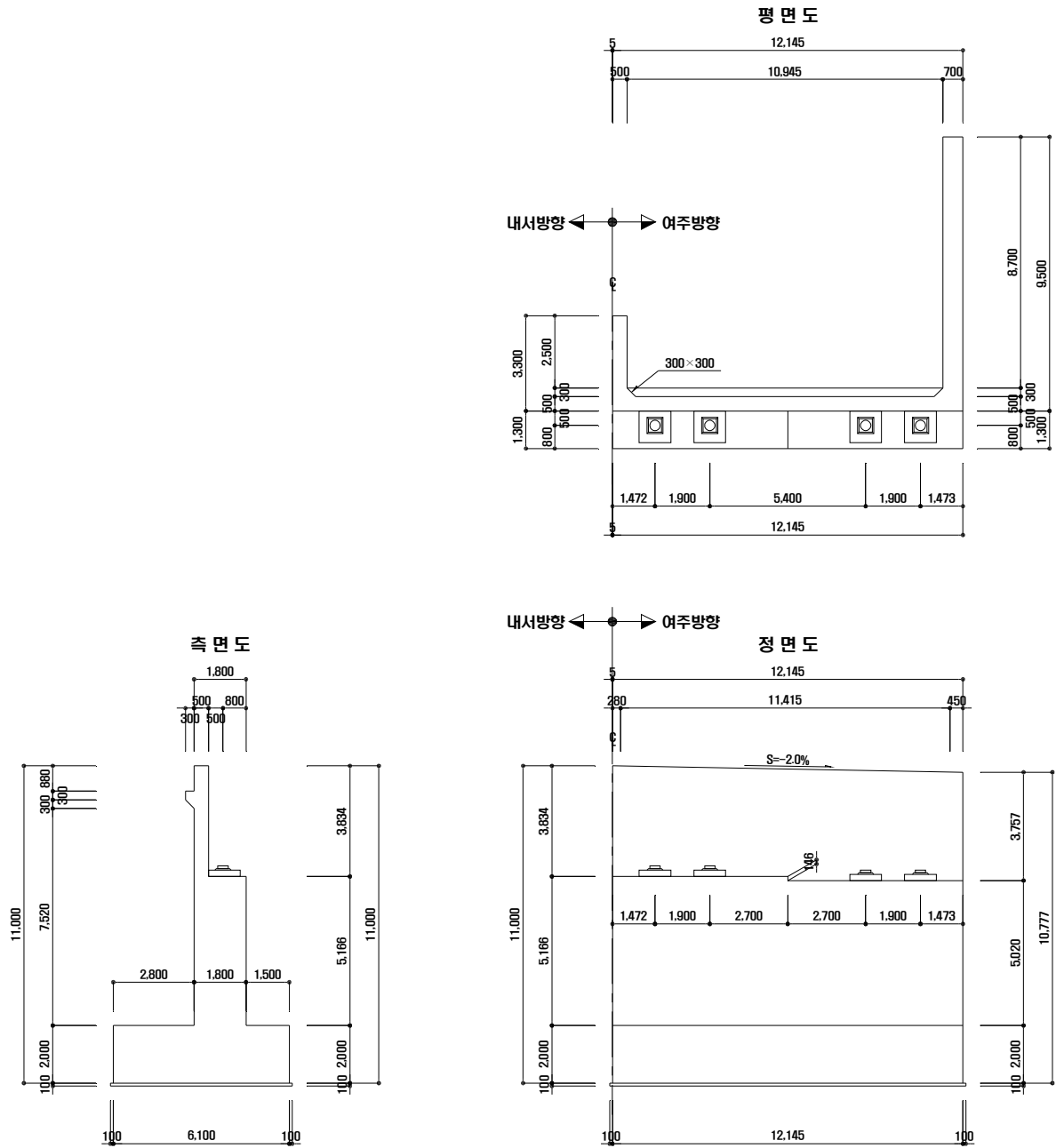
1.2 여주방향

가. 시설물의 현황

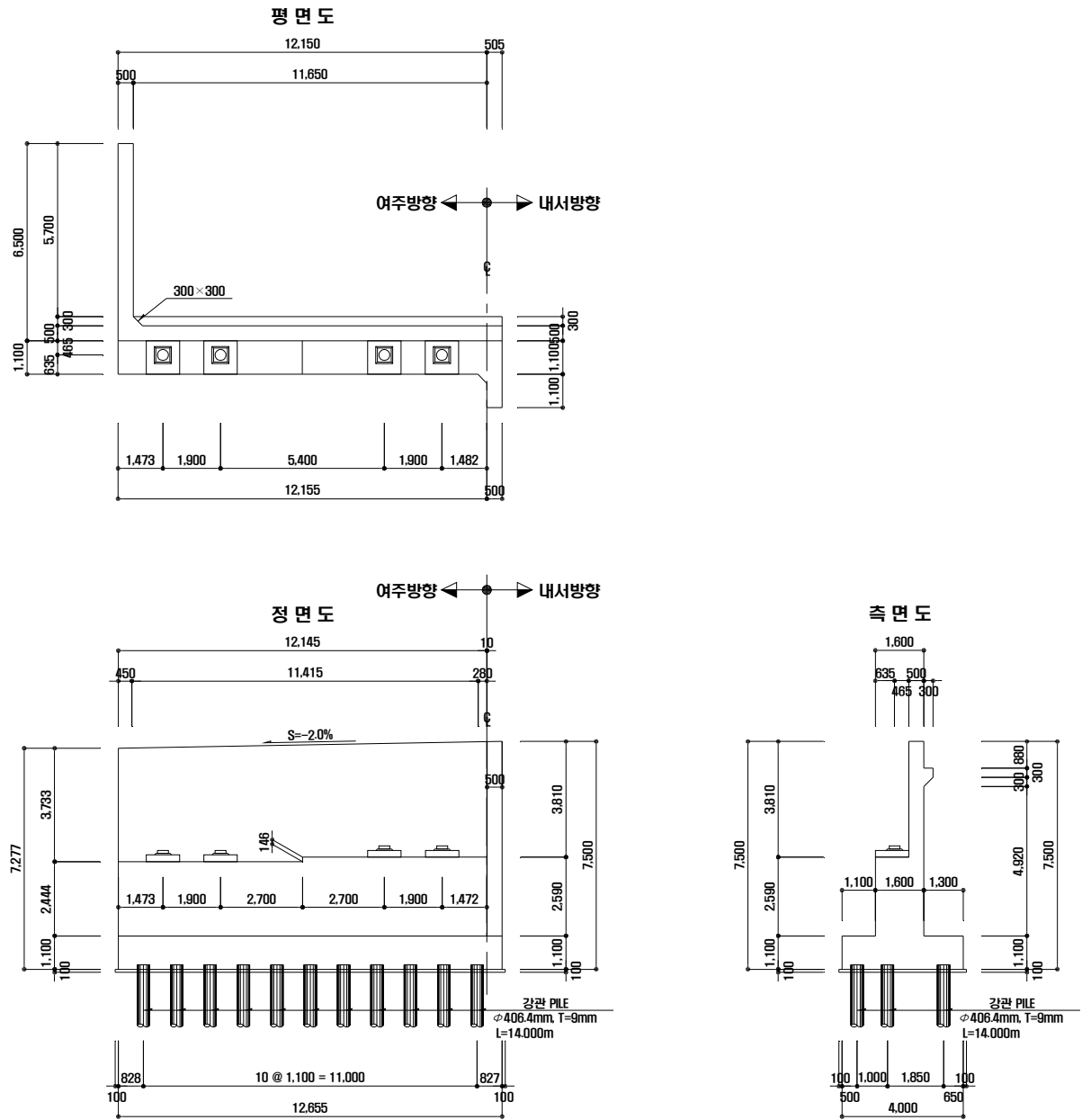
구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		봉곡1교(여주)		시설물번호		-	
준공년월		2001년 12월		관리번호		-	
시설물위치		경상북도 구미시 선산읍 봉곡리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		중부내륙선(125.0km)	
제원	연장	L = 160.165m(50.0+60.0+50.0=160.0m, 0.165m:신축이음유간)					
	폭	B = 12.145m, 2차로(유효폭 : 11.390m)					
구조 형식	상부	Steel Box Girder		기초 형식	교대	A1 : 확대(전면)기초 A2 : 강관말뚝기초	
	하부	교대 : 역T형 교각 : T형			교각	P1 : 확대(전면)기초 P2 : 강관말뚝기초	
교량받침		포트받침		신축이음		A1 : Rail Joint(EXP-100) A2 : Rail Joint(EXP-65)	
교차시설물		지방도 916호선 횡단 (S2경간)		통과높이		약 4.8~10.0m	
설 계 사		(주)한국종합기술개발		시 공 사		풍림산업(주), 포스코개발(주), 대동	
내진설계유무		적용		관리주체		한국도로공사 경북본부 상주시사	
부착시설내용							
기 타		- 사각이 없는 곡선교(R=2,100m) - 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 - 보수보강 여부 : 교량받침 도장, 교면절삭 덧씌우기(전경간(2차로)) 등 - 기타 : 교대 상.하행 이음부 보강토 조립식 옹벽 시공됨					

나. 시설물 주요도면

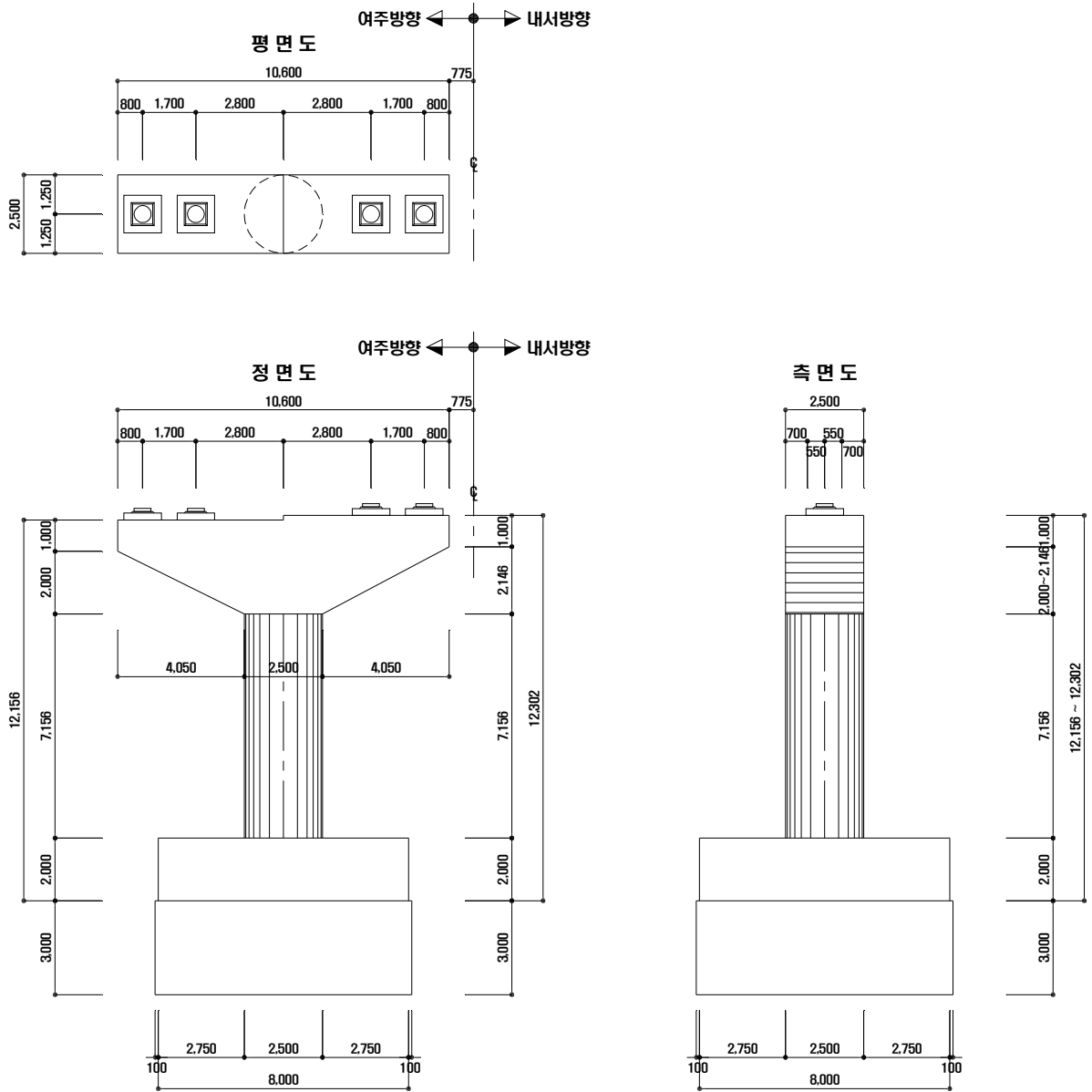




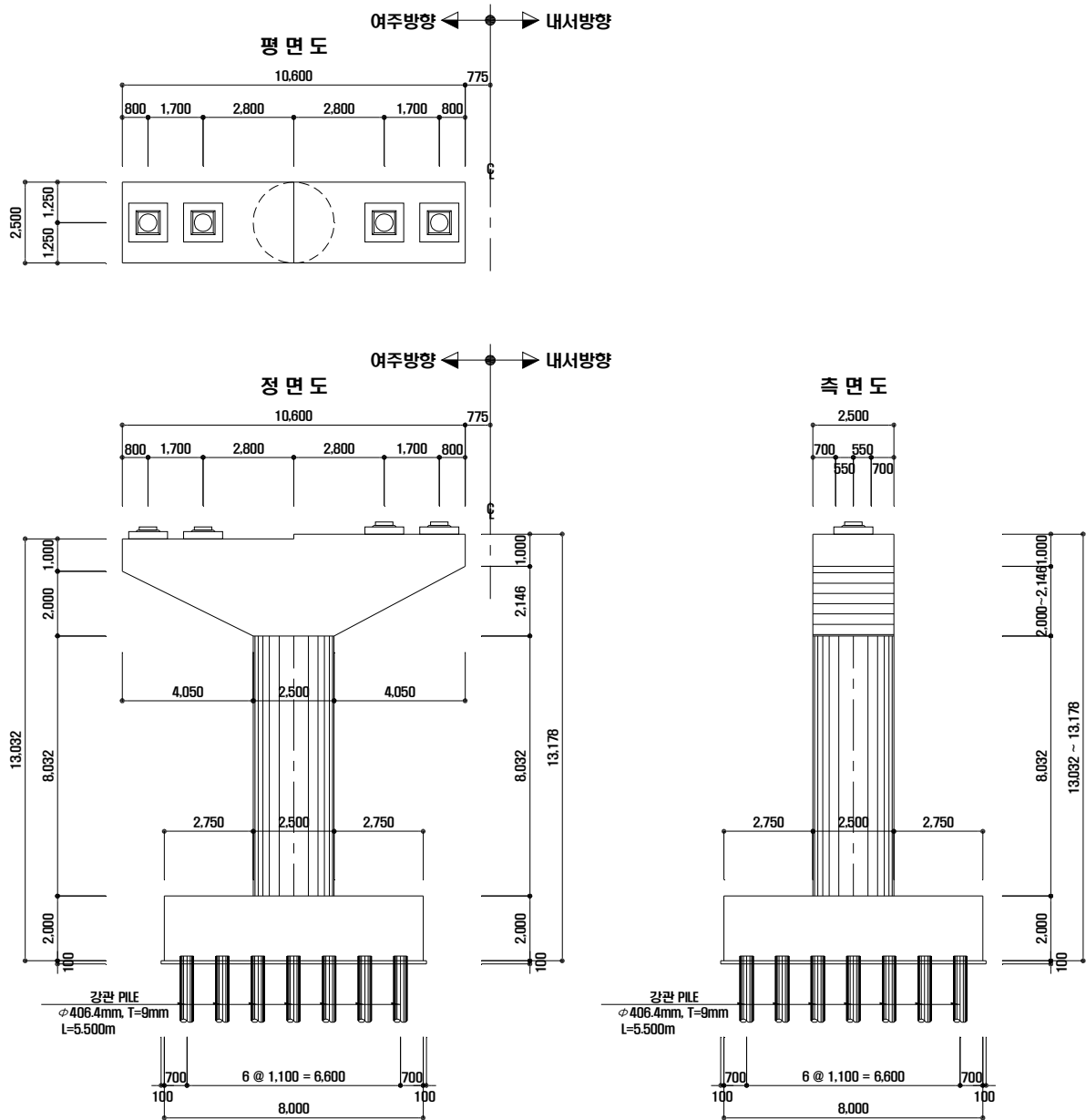
<교대(A1) 일반도>



<교대(A2) 일반도>



<교각(P1) 일반도>



<교각(P2) 일반도>

2. 자료수집 및 분석

2.1 보수·보강 이력

가. 내서방향

구분	공사기간	설계자	시공자	공사명	보수·보강 공법/내용	공사금액(원)
보수	2009.03.06 ~ 2009.12.11	-	인화건설산업(주)	상주지사관내 시설물보수 연간단가 계약	• 받침도장 (교량받침:교대 01~02, 8EA)	-
보수	2010.05.03 ~ 2010.12.31	-	-	상주지사 시설물 유지보수 연간단가 공사	• STS 배수파이프 설치 (P1,P2:직관 23m, 곡관 5개소)	19,258
보수	2011.04.04 ~ 2011.04.22	-	-	구조물 청소	• 기타 (신축이음장치:교대 01, 3.0㎡)	-

나. 여주방향

구분	공사기간	설계자	시공자	공사명	보수·보강 공법/내용	공사금액(원)
보강	2008.05.13 ~ 2008.12.08	-	(주)대덕건설	경북지역본부관내 포장유지보수공사	• 교면절삭 덧씌우기 (전경간(2차로), 720㎡)	20,500,000
보수	2009.03.06 ~ 2009.12.11	-	인화건설산업(주)	상주지사관내 시설물보수 연간단가 계약	• 받침도장 (교량받침:교대 01~02, 8EA)	-
보수	2010.05.03 ~ 2010.12.31	-	-	상주지사 시설물 유지보수 연간단가 공사	• STS 배수파이프 설치 (A1:직관 6.4m, 곡관 4개소 P1,P2:직관 23m, 곡관 5개소)	17,258

2.2 자료수집 및 분석 결과요약

가. 내서방향

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	○ 준공도면 및 구조계산서 - 구조계산서 및 수리계산서 - 설계도면 - 종합보고서 - 일반보고서 - 종합보고서 - 교량일반보고서 - 토질조사보고서	○ 설계도면, 일반보고서는 설계 당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ○ 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 전반적으로 동일한 것으로 확인되었으나, 일부 상이한 것으로 조사됨	○ 주요부재에 대해 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교.검토함 : 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 : 치수가 상이한 부재에 대해 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영함
유 지 관 리 자 료	○ 하자만료전 정밀점검 보고서 (2011.12) ○ 정밀안전진단 보고서 (2012.11) ○ 보수.보강 이력 ⇒ FMS참조	○ 바닥판 하면의 누수흔적, 강박스 거더 내부의 Splice 접합부 마감 미처리에 의한 누수흔적, 교대 및 교각의 콘크리트 박리 및 철근부식, 균열, 신축이음장치의 본체 부식, 등이 주요 손상으로 검토됨 ○ 내구성 조사결과, 설계기준 이상으로 양호한 상태임 ○ 받침도장(2009년) ⇒ 교대 01~02, 8EA ○ STS 배수파이프 설치(2010년) ⇒ P1,P2:직관 23m, 곡관 5개소	○ 전회 점검결과와 금회 진단결과를 비교.검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ○ 전회 점검결과와 비교.검토하여 내구성 저하 여부 확인 ○ 전회 점검결과와 비교.검토하여 내구성 저하 여부 확인 ○ 보수부 상태 확인

나. 여주방향

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	○ 준공도면 및 구조계산서 - 구조계산서 및 수리계산서 - 설계도면 - 종합보고서 - 일반보고서 - 종합보고서 - 교량일반보고서 - 토질조사보고서	○ 설계도면, 일반보고서는 설계 당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ○ 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 전반적으로 동일한 것으로 확인되었으나, 일부 상이한 것으로 조사됨	○ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교.검토함 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 ⇒ 치수가 상이한 부재에 대해 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영함
유 지 관 리 자 료	○ 하자만료전 정밀점검 보고서 (2011.12) ○ 정밀안전진단 보고서 (2012.11) ○ 보수.보강 이력 ⇒ FMS참조	○ 바닥판 하면의 누수흔적, 강박스 거더 내부의 Splice 접합부 마감 미처리에 의한 누수흔적, A2 흥벽부의 콘크리트 박리 및 철근부식 등이 주요 손상으로 검토됨 ○ 내구성 조사결과, 양호한 상태임 ○ 교면절삭 덧씌우기(2008년) ⇒ 전경간(2차로), 720㎡ ○ 받침도장(2009년) ⇒ 교대 01~02, 8EA ○ STS 배수파이프 설치(2010년) ⇒ A1:직관 6.4m, 곡관 4개소 - P1,P2:직관 23m, 곡관 5개소	○ 전회 점검결과와 금회 진단결과를 비교.검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ○ 전회 점검결과와 비교.검토하여 내구성 저하 여부 확인 ○ 보수부 상태 확인

3. 현장조사 및 시험

3.1 내서방향

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판		• 전반적으로 양호한 상태이며, S1과 S3경간 좌.우 캔틸레버부에 황균열(폭 0.2mm이하) • S1 중앙분리대 하면 백태 • S1경간 캔틸레버부 단부에 박락, S3경간 캔틸레버부 하부에 재료분리	• 시공초기 건조수축에 의한 것으로 발생하였으며, 손상 규모 경미하여 주의관찰 • 손상규모가 경미하여 현상유지 후 장기적으로는 유도배수관 설치 • 박락부에 대해 단면보수가 요구되며, 재료분리는 손상 정도가 경미하므로 현상유지
강박스 거더	내부	• 구조적인 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이며, Pit, 언더컷 등의 용접결함, 수평보강재 변형 • 도장박리 • S1과 S3경간 출입구 주변 하부플랜지에 이물질 퇴적	• 시공미흡과 가설 당시 제작오차에 의한 것으로 결함 정도가 경미하여 현상유지 • 시공미흡과 도장열화에 의한 것으로 재도장 실시 • 청소
	외부	• 경미한 쇼킹	• 태양광의 광화학 반응에 의한 것으로 손상 정도가 심하지 않아 현상유지
가로보 및 세로보		• 상태양호	-
하부구조		• 전반적으로 양호한 상태이며, A1과 A2 구체 및 흥벽부에 균열(폭 0.2mm이하) • P1과 P2 코핑 및 기둥부에 균열(폭 0.2mm이하), P1 기둥부에 망상균열(폭 0.2mm이하) • A2 흥벽 상부 백태 • P1 기둥부에 경미한 파손(긁힘) • A2 구체부 상면에 들뜸/박리 • 교대 누수흔적 및 체수	• 미세균열(폭 0.2mm이하)이며, 시공초기 건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 • 매스콘크리트 양생과정에서 발생한 수화열, 초기 건조수축에 의한 것으로 손상 규모가 경미하여 주의관찰 • 신축이음누수에 의한 것으로 신축이음차수 방안과 연계하여 손상진전 시 보수 • 손상 정도가 경미하므로 현상유지 • 신축이음누수에 의한 열화로 신축이음 유도배수 + 단면보수 • 신축이음 유도배수
교량받침		• 외관 및 가동상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 받침본체 도장박리 • 낙교방지장치(A2-No.1) 부식, 탄성고무 파손(A1-No.1) • 받침콘크리트 및 무수축몰탈 균열(폭 0.2mm이하), 파손(P2-Sh3) • 받침콘크리트 박리	• 시공미흡과 도장열화에 의한 것으로 재도장 실시 • 도장열화와 신축이음부를 통한 노면수 유입 및 접촉(부식), 경년열화 및 신축거동시 마찰(탄성고무 파손)에 의한 것으로 부식부위 제거 후 재도장 • 지속적인 주의관찰 실시 • 신축이음 누수에 의한 것으로 단면보수

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
신축이음장치	- EXP.J1과 J2 신축이음누수 - EXP.J1과 J2의 양끝단(갓길 구간)에 본체 부식 - EXP.J1과 J2의 양끝단(갓길 구간)에 이물질 퇴적 - 후타재 균열 - EXP.J1과 J2의 후타재 표면박리	- 공용년수 증가에 따른 누수로 본체부식, 후타재 파손 등 손상 진전시 교체 - 경년열화에 의한 것으로 손상 정도가 심하지 않고 기능 발휘에도 문제가 없으므로 지속적인 주의관찰 후 추후에 신축이음장치 교체가 바람직함 - 정기적인 청소 필요 - 건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 - 차량의 반복하중 및 공용기간 증가에 의한 것으로 후타재 전폭에 걸쳐 분포하고 있고 심한 구간은 골재 노출이 진행 중인 상태로서 지속관찰이 필요함
교면포장	- S1과 S3 아스콘균열 - 갓길 전경간에서 발생한 아스콘들뜸, 패임 - A2 배면 접속부에 단차(h=0.5~1.0cm)	- 공용년수 증가에 따른 차량통행 반복에 의한 것으로 주의관찰 - 아스콘 포설시 재료부족, 다짐부족에 의한 것으로 아스팔트 팻칭보수 실시 - 차량의 반복하중 및 아스콘 노후화에 의한 것으로 아스팔트 팻칭보수 실시
배수시설	상태양호	-
난간 및 연석	- 중분대 및 방호벽 균열 및 망상균열, 균열부 백태 - 박리/파손/차량충돌 흔적 - 방호벽(S3) 표면오염	- 폭 0.2mm이하 균열은 지속적인 주의관찰, 폭 0.3mm이상 균열 및 균열부 백태는 주입보수 실시 - 손상 정도가 경미하므로 현상유지 - 철근부식 방지를 위해 표면처리보수 필요

2) 기 진단 결과와의 비교, 분석

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
바 닥 판	• 균열(0.3mm미만)	-	126.5m/91EA	
	• 망상균열	405.00m ² /36EA	-	
	• 박락	0.12m ² /1EA	-	
	• 재료분리	0.36m ² /1EA	0.36m ² /1EA	
	• 백태	-	0.37m ² /7EA	
거 더 내 부	• 도장박리	0.59m ² /7EA	0.43m ² /13EA	
	• 언더컷	0.3m ² /1EA	0.3m/1EA	
	• Pit	6EA	8EA	
	• 보강재 변형	0.1m/1EA	0.1m/1EA	
	• 이물질 퇴적	3.92m ² /5EA	2.48m ² /4EA	
거 더 외 부	• 초킹	-	448m ² /3EA	
교 대 및 교각	• 균열(0.2mm이하)	77.8m/114EA	50.8m/73EA	
	• 균열(0.3mm이상)	6.2m/4EA	-	
	• 망상균열	1.50m ² /1EA	1.5m ² /1EA	
교 대 및 교각	• 파손/ 박락/ 굽힘	0.27m ² /2EA	0.2m ² /3EA	
	• 백태	-	6.0m ² /1EA	
	• 들뜸	-	-	
	• 들뜸 및 박리	-	0.92m ² /2EA	
	• 체수	-	4.0m ² /4EA	
	• 누수흔적	-	0.8m ² /1EA	
교 량 받 침	• 도장박리	0.13m ² /2EA	0.22m ² /5EA	
	• 무수축몰탈균열(0.2mm이하)	0.7m/7EA	1.2m/8EA	
	• 받침콘크리트균열(0.2mm이하)	2.7m/14EA	2.8m/10EA	
	• 받침콘크리트 파손	0.03m ² /1EA	0.01m ² /1EA	
	• 낙교방지장치 부식	0.16m ² /1EA	0.16m ² /1EA	
	• 낙교방지장치 탄성고무덮개 파손	0.06m ² /1EA	1EA	
	• 낙교방지장치 도장박리	0.32m ² /1EA	0.03m ² /1EA	
신 축 이 음	• 부식	7.34m ² /3EA	1.04m ² /3EA	
	• 이물질 퇴적	1.26m ² /4EA	1.26m ² /4EA	
	• 후타재균열(0.2mm이하)	7.7m/15EA	6m/11EA	
	• 후타재균열(0.3mm이상)	-	1.5m/3EA	
	• 후타재 파손	0.02m ² /2EA	0.02m ² /2EA	
	• 후타재 표면박리	9.90m ² /3EA	9.9m ² /3EA	
	• 망상균열	-	0.5m ² /1EA	
	• 신축이음누수	-	24.4m/2EA	

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
교 면 포 장	• 단차(h=0.5cm)	7m/1	7m/1EA	
	• 단차(h=1.0cm)	1m/1	1m/1EA	
	• 아스콘 굽힘	132.00m ² /2EA	-	
	• 아스콘 균열(1.0mm)	-	6.1m/5EA	
	• 아스콘 들뜸	-	13.75m ² /3EA	
	• 아스콘 패임	-	11.5m ² /2EA	
	• 보수부 패임	-	9.25m ² /1EA	
	• 아스콘 절삭	-	560m ² /3EA	
난 간 및 방 호 벽	• 균열(0.2mm이하)	116.3m/119EA	321m/153EA	
	• 균열(0.3mm이상)	6.4m/7EA	13.5m/9EA	
	• 균열부 백태	2.2m/4EA	2.2m/4EA	
	• 박리/ 파손	0.13m ² /2EA	0.78m ² /7EA	
	• 표면오염(녹)	0.02m ² /2EA	-	
	• 망상균열	-	73.5m ² /2EA	
	• 표면오염(녹)	-	0.02m ² /2EA	
	• 신축댐개 볼트탈락	-	5EA	
	• 차량충돌흔적	-	3m/1EA	

나. 내구성조사 결과요약

1) 금회 진단 및 기 진단 내구성조사 결과요약

시 험 명		시험부위		시험 결과		비 고
				'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
콘크리트	비파괴 강도시험 (MPa)	상부 구조	반발경도	28.6~30.3	27.0~32.2	■ 설계기준강도를 상회함.
			초음파	30.9~33.5	28.6~32.7	
		하부 구조	반발경도	28.3~30.8	25.8~30.2	
			초음파	26.1~28.3	27.6~30.4	
	철근탐사시험 (mm)	바닥판	배근간격	120.0~125.0	114.0~270.0	■ 전반적으로 설계값과 근사함.
			피복두께	39.0~47.0	39.0~44.0	
		교대	배근간격	195.0~198.0	205.0~208.0	
			피복두께	92.0~93.0	105.0~109.0	
		교각	배근간격	100.0	108.0~124.0	
			피복두께	95.0~98.0	113.0~121.0	
	탄산화 잔여깊이 (mm)	상부 구조		36.5~40.0	33.8~42.5	■ 상태평가 a
		하부 구조		82.0~88.0	62.0~97.5	
	염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부 구조		0.092~0.138	0.246	■ 상태평가 a
		하부 구조		0.046~0.115	0.168~0.200	■ 상태평가 a
	균열깊이 (mm)	상부 구조	S2-RC	-	42.0(피복두께)	■ '12년 진단 시험부위 보수(P2 코핑부) ■ 균열 깊이가 실측피복두께 미만.
				-	26.8(균열깊이)	
			S2-LC	-	35.0(피복두께)	
				-	29.8(균열깊이)	
강재	초음파 탐상(UT)	거더 내부		합 격	합격	■ 1등급
	도막두께 (μm)	거더 내부		340.0~380.0	200.0~232.0	■ 적 정
		거더 외부		370.0~430.0	196.0~390.0	■ 적 정
종합 평가	■ 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. ■ 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 철근부식 우려가 없는 상태평가 기준“a”로 검토됨. ■ 금회 진단결과 콘크리트의 비파괴강도, 철근배근상태, 탄산화 깊이 측정결과 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사됨. ■ 강재에 대한 초음파탐상 시험결과, 합격(Ⅰ 등급) 판정되어 맞대기이음부의 용접상태는 양호한 것으로 나타났으며, 도막두께 측정치도 전 개소에서 기준치를 상회하는 양호한 상태인 것으로 측정됨.					

3.2 여주방향

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분		주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판		- 전반적으로 양호한 상태이며, S3경간 2016년 보수시 누락된 일부구간(좌.우 캔틸레버부 제외)에 망상균열(폭 0.2mm이하)과 캔틸레버 횡균열(0.2mm이하) - 바닥판 측면에 발생된 백태 - S3경간 캔틸레버부 하면에 박락, 박락 및 철근노출, 철근부식 - 재료분리 및 중분대 하면 파손	- 시공초기 건조수축에 의한 것으로 발생하였으며, 손상 규모 경미하여 주의관찰 - 방호벽과 바닥판 이음부 누수에 의한 것으로 백태는 주의관찰토록 하며, 이음부는 주입보수(우레탄), 박락부에 대해 단면보수 - 손상규모가 경미하여 현상유지
강박스 거더	내부	- 구조적인 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이며, Pit 등의 용접결함 - S3-G1-LW 도장박리	- 시공미흡에 의한 것으로 결함 정도가 경미하여 현상유지 - 경년열화 및 도장열화에 의한 것으로 전처리 후 재도장 실시
	외부	- G2 좌측 복부에 경미한 쇼킹 - 국부적으로 발생된 부식	- 태양광의 광화학 반응에 의한 것으로 손상정도가 경미하여 주의관찰 - 경년열화 및 도장균함에 의한 것으로 전처리 후 재도장 실시
가로보 및 세로보		상태양호	-
하부구조		- 전반적으로 양호한 상태이며, A1과 A2 구체 및 흥벽부에 균열(폭 0.2~0.3mm) - P1과 P2 코핑 및 기둥부에 균열(폭 0.3mm이하) 및 망상균열(폭 0.2mm이하) - A2교대 들뜸 및 보수부 들뜸 - A1과 A2 흥벽부에 잡철물(와이어매쉬) 노출	- 시공초기 건조수축에 의한 것으로 0.2mm이하는 지속적인 주의관찰 실시하고 0.3mm는 주입보수 실시 - 매스콘크리트 양생과정에서 발생한 수화열, 초기 건조수축에 의한 것으로 0.2mm이하는 지속적인 주의관찰 실시하고 0.3mm는 주입보수 실시 - 신축이음누수에 의한 열화로 신축이음 유도배수 + 단면보수 - 신축이음 유도배수
교량받침		- 외관 및 가동상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 받침본체(P1, P2) 도장박리 - 낙교방지장치(A1-No.2) 탄성고무 파손 - A1과 A2의 받침콘크리트 균열(폭 0.2mm이하), P1과 P2의 받침콘크리트 및 무수축물탈 균열(폭 0.2mm이하), 파손, 재료분리, 들뜸, 잡철물	- 시공미흡과 도장열화에 것으로 재도장 실시 - 경년열화 및 신축거동시 마찰에 의한 것으로 부식부위 제거 후 재도장 - 지속적인 주의관찰 실시

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
신축이음장치	- EXP.J1과 J2의 양끝단(갓길 구간)에 본체 부식 - EXP.J1과 J2의 양끝단(갓길 구간)에 이물 질 퇴적 - EXP.J1과 J2의 후타재 균열	- 경년열화에 의한 것으로 손상 정도가 심하지 않고 기능 발휘에도 문제가 없으므로 지속적인 주의관찰 후 추후에 신축이음장치 교체가 바람직함 - 정기적인 청소 필요 - 건조수축, 차량의 반복하중 및 충격에 의한 것으로 폭 0.2mm이하 균열은 지속적인 주의관찰, 폭 0.3mm이상 균열은 주입 보수 실시
교면포장	- S3 1차로 아스콘 균열 - A1 배면 접속부에 이격(폭:15mm) - 갓길 전경간에서 발생한 아스콘들뜸	- 공용년수 증가와 차량반복 통행에 의한 것으로 주의관찰 - 포장당시 시공불량에 의한 것으로 추정되며, 지속관찰 후 2차손상 발생시 조치가 필요 - 아스콘 포설시 재료부족, 다짐부족에 의한 것으로 아스팔트 팻칭보수 실시
배수시설	전반적으로 양호한 상태이며, 전 개소에 배수구 막힘 발생	청소
난간 및 연석	- 균열(폭 0.2mm~0.3mm이하) - 박리 - 방호벽 덮개 볼트탈락(A1)	- 건조수축 및 온도변화에 의한 것으로 폭 0.2mm이하 균열은 지속적인 주의관찰, 폭 0.3mm이상 균열은 주입보수 실시 - 수축줄눈 주변에 발생한 손상으로 주의관찰 - 공용년수 증가와 차량진동에 의해 발생된 것으로 재제결

2) 기 진단 결과와의 비교, 분석

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
바 닥 판	• 균열(0.3mm미만)	-	32.5m/35EA	
	• 망상균열(0.2mm이하)	405.00m ² /36EA	45.0m ² /4EA	
	• 박락/ 파손	0.56m ² /4EA	0.24m ² /5EA	
	• 박락 및 철근노출	0.10m ² /1EA	0.1m ² /1EA	
	• 철근부식 및 박락	0.36m ² /1EA	-	
	• 백태	-	4.83m ² /11EA	
	• 재료분리	0.04m ² /1EA	-	
거 더 외 부	• 부식	0.15m ² /2EA	0.07m ² /2EA	
	• 쇼킹	-	448.0m ² /3EA	

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
거 더 내 부	• Pit	1EA	3EA	
	• 이물질 퇴적	0.32m ² /3EA	-	
	• 도장박리	-	0.04m ² /1EA	
하 부 구 조	• 균열(0.2mm이하)	76.6m/117EA	72.2m/108EA	
	• 균열(0.3mm이상)	4.5m/3EA	5.1m/3	
	• 잡철물 노출	2.80m ² /7EA	0.33m ² /3EA	
	• 백태	-	0.12m ² /3EA	
	• 망상균열	-	5.58m ² /6EA	
	• 실런트 파손	-	3.8m/1EA	
	• 보수부 들뜸	-	2.0m ² /1EA	
	• 들뜸	-	0.35m ² /1EA	
	• 철근부식 및 박락	2.00m ² /1EA	-	
교 량 받 침	• 균열(0.3mm미만)	-	-	
	• 도장박리	0.07m ² /3EA	0.11m ² /5EA	
	• 무수축물탈균열(0.2mm이하)	0.6m/6EA	0.6m/5EA	
	• 받침콘크리트균열(0.2mm이하)	3.7m/20EA	3.0m/13EA	
	• 받침콘크리트균열(0.3mm이상)	-	2.5m/1EA	
	• 받침콘크리트 파손	0.04m ² /2EA	0.02m ² /1EA	
	• 받침콘크리트 재료분리	0.07m ² /1EA	0.08m ² /2EA	
	• 받침 Con'c 들뜸	-	0.12m ² /1EA	
	• 낙교방지장치 도장박리	0.04m ² /1EA	-	
	• 잡철물 노출	-	0.01m ² /1EA	
	• 낙교방지장치 탄성고무덮개 파손	0.02m ² /1EA	0.02m ² /1EA	
신 축 이 음	• 부식	0.46m ² /3EA	1.0m ² /4EA	
	• 이물질 퇴적	4.36m ² /4EA	0.76m ² /4EA	
	• 균열(0.2mm이하)	7.1m/16EA	7.1m/16EA	
	• 균열(0.3mm이상)	7.9m/17EA	11.0m/24EA	
교 면 포 장	• 아스콘 균열	-	1.5m/1EA	
	• 아스콘 들뜸	-	2.7m ² /1EA	
	• 아스콘 절삭	-	367.5m ² /2EA	
	• 이격	2.0m/1EA	2.5m/1EA	
배 수 시 설	• 배수구 막힘	9EA	5EA	
방 호 벽 및 난 간	• 균열(0.2mm이하)	24.1m/25EA	64.1m/60EA	
	• 균열(0.3mm이상)	-	10.1m/7EA	
	• 신축이음부 볼트탈락	-	7EA	
	• 박리	-	0.04m ² /1EA	
	• 보수부박리	-	0.03m ² /1EA	
	• 굴힘 및 파손	0.20m ² /1EA	-	

나. 내구성 결과요약

1) 금회 진단 및 기 진단 내구성조사 결과요약

시 험 명		시험부위		시험 결과		비 고
				'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
콘크리트	비파괴 강도시험 (MPa)	상부 구조	반발경도	27.8~28.6	29.1~32.4	■ 설계기준강도를 상회함.
			초음파	29.1~29.8	30.5~32.7	
		하부 구조	반발경도	27.2~29.5	25.5~31.3	
			초음파	24.2~29.9	26.6~32.1	
	철근탐사시험 (mm)	바닥판	배근간격	123.0~125.0	117.5~240.0	■ 전반적으로 설계값과 근사함.
			피복두께	36.0~47.0	37.0~51.0	
		교대	배근간격	198.0~200.0	200.0~210.0	
			피복두께	86.0~96.0	108.0~117.0	
		교각	배근간격	97.0~100.0	115.0~120.0	
			피복두께	95.0~97.0	91.0~113.0	
	탄산화 잔여깊이 (mm)	상부 구조		31.5~42.0	31.8~39.0	■ 상태평가 a
		하부 구조		0~87.5	57.7~100.9	
	염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부 구조		0.069~0.115	0.227	■ 상태평가 a
		하부 구조		0.023~0.092	0.194~0.211	
균열깊이 (mm)	상부 구조	S2-RC	-	37(피복두께)	■ 균열 깊이가 실측피복두께 미만.	
			-	16.3(균열깊이)		
		S3-RC	-	39(피복두께)		
			-	30(균열깊이)		
	하부 구조	P2 기둥	-	78(피복두께)		
			-	22.1(균열깊이)		
강재	초음파 탐상(UT)	거더 내부		합격	합격	■ 1등급
	도막두께 (μm)	거더 내부		330.0~380.0	340.0~341.0	■ 적 정
		거더 외부		400.0~440.0	396.0~436.0	■ 적 정
종합 평가	■ 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. ■ 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 철근부식 우려가 없는 상태평가 기준“a”로 검토됨. ■ 금회 진단결과 콘크리트의 비파괴강도, 철근배근상태, 탄산화 깊이 측정결과 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사됨. ■ 강재에 대한 초음파탐상 시험결과, 합격(Ⅰ등급) 판정되어 맞대기이음부의 용접상태는 양호한 것으로 나타났으며, 도막두께 측정치도 전 개소에서 기준치를 상회하는 양호한 상태인 것으로 측정됨. ■ 전화차진단시 A2 흥벽부의 철근부식 및 박락 손상이 조사되어 등급하향이 되었으나 금회진단시 보수를 통하여 등급상향이 되었다. 다만 금회진단시 보수부에 대해 정밀하게 육안조사결과 보수부가불량한 상태로 조사되어 내구성향상을 위한 보수가 필요한 상태이다.					

4. 시설물의 상태평가

4.1 내서방향

가. 시설물 전체 상태평가 결과

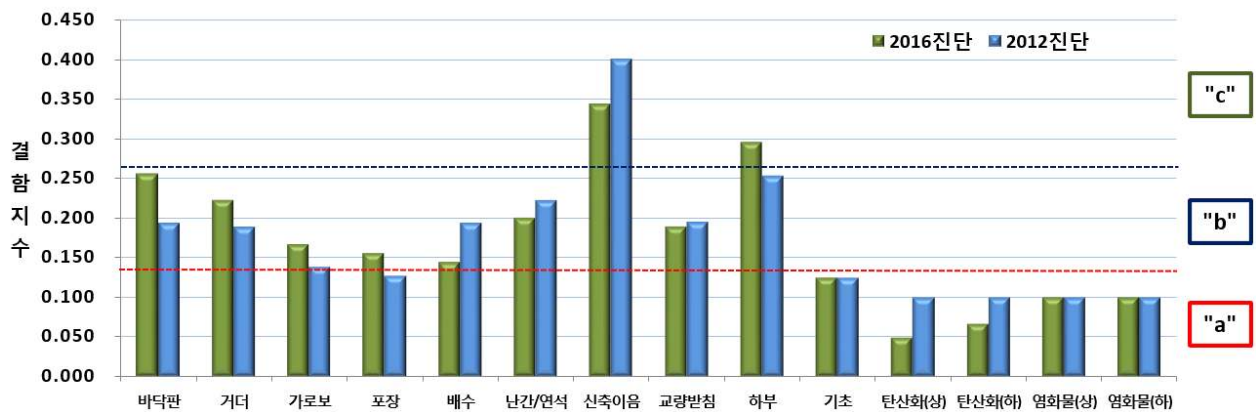
부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간/연석	신축이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
S1(A1)	STBG	b	a	a	b	a	b	c	b	b	q	x	a	x	a
S2(P1)	STBG	b	b	a	b	a	c	x	b	b	q	a	a	a	x
S3(P2)	STBG	b	b	a	b	a	c	x	b	b	q	a	a	x	a
A2	STBG							c	b	b	q	x	a		x
평균		0.200	0.167	0.100	0.200	0.100	0.333	0.400	0.200	0.200	N/A	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	N/A	2	2	2	1
(평균X가중치) /가중치합		0.036	0.033	0.005	0.014	0.003	0.007	0.036	0.018	0.040	N/A	0.002	0.002	0.002	0.001
														0.199	
														B	

- 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도 지수}(0.199) \leq 0.260$

나. 기 진단 결과와의 비교, 분석

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2012년 정밀안전진단 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상에 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 상·하부구조의 기 손상들은 국부적으로 보수가 되었으며, S1, S3 바닥판 하면 망상균열 손상이 전체적으로 보수가 되었으며, 보수상태가 양호한 것으로 조사되었다. 이로 인하여 환산결함도 점수가 $0.242 \Rightarrow 0.199$ 로 감소한 것으로 분석되었다.

구 분		2012진단		2016진단		가중치 변화요인
		등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	c	0.300	b	0.200	.일부 보수
	거더	b	0.200	b	0.167	.일부 보수
2차부재	가로보/세로보	a	0.100	a	0.100	.변화 없음
기타부재	포장	b	0.200	b	0.200	.변화 없음
	배수	b	0.200	a	0.100	.일부 보수
	난간, 연석	b	0.200	c	0.333	.균열(cw=0.3mm이상) 증가
	신축이음	c	0.400	c	0.400	.변화 없음
받침	교량받침	b	0.175	b	0.200	.거의 변화 없음
하부구조	하부	c	0.300	b	0.200	.일부 보수
	기초	-	-	-	-	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	.변화 없음
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.100	
	염화물(상부)	a	0.100	a	0.100	.변화 없음
	염화물(하부)	a	0.100	a	0.100	
합 계		B	0.242	B	0.199	



4.2 여주방향

가. 시설물 전체 상태평가 결과

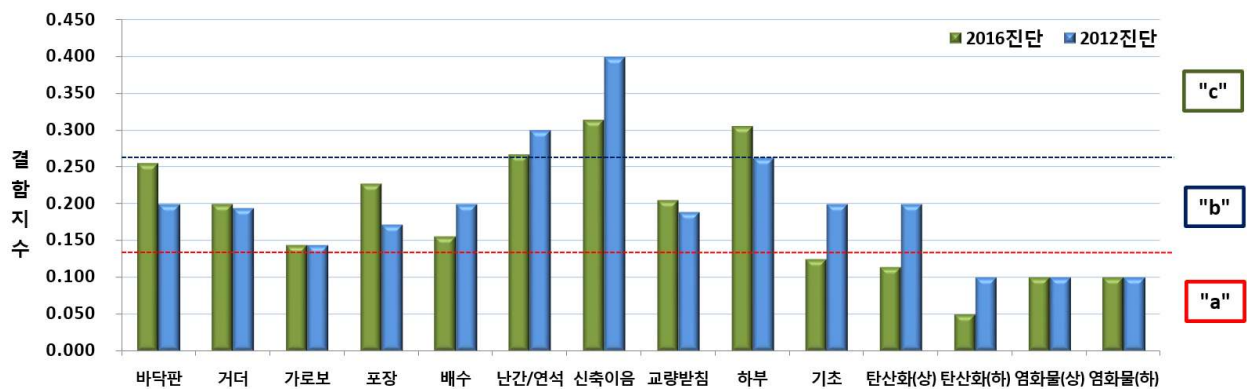
부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간/연석	신축이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
S1 (A1)	STB	c	b	b	b	b	c	b	b	c	q	x	a	x	a
S2 (P1)	STB	b	a	a	c	b	c	x	c	c	q	a	a	a	x
S3 (P2)	STB	c	b	a	c	b	b	x	b	b	q	a	a	x	a
A2	STB	-	-	-		-	-	b	a	b	q	x	x	x	x
평균		0.333	0.167	0.133	0.333	0.200	0.333	0.200	0.225	0.300	-	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	-	2	2	2	1
(평균X가중치) /가중치합		0.060	0.033	0.007	0.023	0.006	0.007	0.018	0.020	0.060	-	0.002	0.002	0.002	0.001
														0.232	
														B	

- 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도 지수}(0.232) \leq 0.260$

나. 기 진단(2011년)결과와의 비교, 분석

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2011년 정밀안전진단 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상에 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 캔틸레버 하면에 기존손상인 철근부식이 조사되어 바닥판 S1, S3가 ‘c’로 평가되었지만, 상·하부구조의 기 손상들은 국부적으로 보수가 되었으며, 보수상태가 양호한 것으로 조사되었다. 이로 인하여 환산결함도 점수가 $0.234 \Rightarrow 0.232$ 로 감소한 것으로 분석되었다.

구 분		2012진단		2016진단		가중치 변화요인
		등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	c	0.300	c	0.333	.거의 변화 없음
	거더	b	0.133	b	0.167	.거의 변화 없음
2차부재	가로보/세로보	a	0.100	b	0.133	.거의 변화 없음
기타부재	포장	b	0.200	b	0.200	.변화 없음
	배수	b	0.200	b	0.200	.변화 없음
	난간, 연석	b	0.200	c	0.333	.균열(cw=0.3mm이상) 증가
	신축이음	b	0.200	b	0.200	.변화 없음
받침	교량받침	b	0.200	b	0.225	.거의 변화 없음
하부구조	하부	c	0.375	c	0.300	.일부 보수
	기초	-	-	-	-	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.100	a	0.100	.변화 없음
	탄산화(하부)	c	0.400	a	0.100	.일부 보수
	염화물(상부)	a	0.100	a	0.100	.변화 없음
	염화물(하부)	a	0.100	a	0.100	
합 계		B	0.234	B	0.232	



5. 안전성평가

5.1 내서방향

가. 안전성 평가결과

1) 상부구조

구 분			계산식	판정	비고
강박스거더	힘응력		$\frac{f_a}{f} = \frac{186.100}{177.436} = 1.05$	O.K	MPa
	전단응력		$\frac{f_a}{f} = \frac{110.000}{59.182} = 1.86$	O.K	MPa
	합성응력		$\left(\frac{177.436}{186.100}\right)^2 + \left(\frac{59.182}{110.000}\right)^2 = 1.199 < 1.2$	O.K	MPa
바닥판	단면 검토	캔틸레버부 (방호벽측)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{136.212}{89.986} = 1.51$	O.K	kN.m
		캔틸레버부 (중분대측)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{108.122}{106.011} = 1.02$	O.K	kN.m
		중앙부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{105.961}{69.728} = 1.52$	O.K	kN.m

2) 하부구조

구 분				계산식	판정	비고
A1	단면 검토	벽체	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{2,740.189}{989.044} = 2.771$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{1,123.499}{332.284} = 3.381$	O.K	kN
		흉벽	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{386.488}{250.544} = 1.543$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{274.343}{110.955} = 2.472$	O.K	kN
	안정성 검토	전도		$\frac{M_r}{M_o} (= 3.013) > 2.0$	O.K	kN.m
		활동		$\frac{H_u}{H} (= 1.957) > 1.5$	O.K	kN
		지지력		$Q_{max} (= 486.470) < 600$	O.K	kN/m ²

구 분				계산식	판정	비고
A2	단면 검토	벽체	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{1,472.303}{546.556} = 2.694$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{992.860}{226.762} = 4.378$	O.K	kN
		흉벽	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{386.488}{249.038} = 1.552$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{274.343}{110.518} = 2.482$	O.K	kN
	안정성 검토	지지력		$V_{max} (= 462.515) < R_a (= 770.605)$	O.K	kN/EA
		휨응력		$f_{max} (= 111.571) < f_{sa} (= 140.000)$	O.K	MPa
		전단응력		$\tau (= 16.479) < \tau_{sa} (= 80.000)$	O.K	MPa
		수평변위		$\delta (= 4.852) < \delta_a (= 15.000)$	O.K	mm
P1	두부분 (내민보)	주인장철근 검토		소요철근량(=57,174.757)<사용철근량(=57,182.400)	O.K	mm ²
		페쇄스트립, 띠철근 검토		소요철근량(=23,457.552)<사용철근량(=26,980.800)	O.K	mm ²
	기둥 검토	교축직각방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{32,523.536}{16,161.289} = 2.012 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{34,769.476}{17,277.320} = 2.012 > 1$	O.K	kN kN.m
		교축방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{73,238.096}{26,594.240} = 2.754 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{27,120.876}{7,778.690} = 3.487 > 1$	O.K	kN kN.m
	안정성 검토	교축 직각 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o} (= 4.139) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H} (= 10.323) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{max} (= 431.430) < 600$	O.K	kN/m ²
		교축 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o} (= 12.374) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H} (= 16.037) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{max} (= 375.481) < 600$	O.K	kN/m ²

구 분				계산식	판정	비고
P2	두부분 (내민보)	주인장철근 검토		소요철근량(=57,174.556)<사용철근량(=57,182.400)	O.K	mm ²
		폐쇄스트럽, 띠철근 검토		소요철근량(=23,457.684)<사용철근량(=26,980.800)	O.K	mm ²
	기둥 검토	교축직각방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{31,189.740}{16,295.657} = 1.914 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{34,987.353}{18,279.790} = 1.914 > 1$	O.K	kN kN.m
		교축방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{73,238.096}{26,721.495} = 2.741 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{27,969.585}{8,405.540} = 3.328 > 1$	O.K	kN kN.m
	안전성 검토	교축 직각 방향	지지력	$V_{max}(= 563.263) < R_a(= 677.366)$	O.K	kN/EA
			힘응력	$f_{max}(= 76.641) < f_{sa}(= 140.000)$	O.K	MPa
			전단 응력	$\tau(= 4.278) < \tau_{sa}(= 80.000)$	O.K	MPa
			수평 변위	$\delta(= 1.252) < \delta_a(= 15.000)$	O.K	mm
		교축 방향	지지력	$V_{max}(= 492.208) < R_a(= 677.366)$	O.K	kN/EA
			힘응력	$f_{max}(= 66.426) < f_{sa}(= 140.000)$	O.K	MPa
			전단 응력	$\tau(= 2.759) < \tau_{sa}(= 80.000)$	O.K	MPa
			수평 변위	$\delta(= 0.808) < \delta_a(= 15.000)$	O.K	mm

나. 내하력 평가결과

강박스거더 (허용응력법)	$\frac{f_a - f_d}{f_\ell (1 + i)} = \frac{186.100 - 123.479}{44.535} = 1.41$	DB-24 이상
바닥판 (강도설계법)	$\frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_\ell M_\ell (1 + i)} = \frac{108.122 - 1.3 \times 10.218}{2.15 \times 41.589} = 1.06$	DB-24 이상

5.2 여주방향

가. 안전성 평가결과

1) 상부구조

구 분			계산식	판정	비고
강박스거더	힘응력		$\frac{f_a}{f} = \frac{186.100}{174.639} = 1.07$	O.K	MPa
	전단응력		$\frac{f_a}{f} = \frac{110.000}{59.412} = 1.85$	O.K	MPa
	합성응력		$\left(\frac{174.580}{186.100}\right)^2 + \left(\frac{59.412}{110.000}\right)^2 = 1.172 < 1.2$	O.K	MPa
바닥판	단면 검토	캔틸레버부 (방호벽)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{108.122}{88.921} = 1.22$	O.K	kN.m
		캔틸레버부 (중분대)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{136.212}{107.077} = 1.27$	O.K	kN.m
		중앙부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{105.961}{69.782} = 1.52$	O.K	kN.m

2) 하부구조

구 분				계산식	판정	비고
A1	단면 검토	벽체	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{3,365.095}{1,287.319} = 2.614$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{1,123.499}{392.064} = 2.866$	O.K	kN
		흉벽	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{386.488}{248.388} = 1.556$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{274.343}{110.329} = 2.486$	O.K	kN
	안정성 검토	전도		$\frac{M_r}{M_o} (= 3.028) > 2.0$	O.K	kN.m
		활동		$\frac{H_u}{H} (= 1.875) > 1.5$	O.K	kN
		지지력		$Q_{max} (= 439.741) < 600$	O.K	kN/m ²

구 분				계산식	판정	비고
A2	단면 검토	벽체	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{1,472.303}{495.790} = 2.970$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{992.860}{212.981} = 4.662$	O.K	kN
		흉벽	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{386.488}{245.715} = 1.573$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{274.343}{109.552} = 2.504$	O.K	kN
	안정성 검토	지지력		$V_{\max} (= 269.740) < R_a (= 741.444)$	O.K	kN/EA
		휨응력		$f_{\max} (= 110.760) < f_{sa} (= 140.000)$	O.K	MPa
		전단응력		$\tau (= 16.258) < \tau_{sa} (= 80.000)$	O.K	MPa
		수평변위		$\delta (= 4.760) < \delta_a (= 15.000)$	O.K	mm
P1	두부분 (내민보)	주인장철근 검토		소요철근량(=56,447.071)<사용철근량(=57,182.400)	O.K	mm ²
		폐쇄스트럽, 띠철근 검토		소요철근량(=23,114.594)<사용철근량(=26,980.800)	O.K	mm ²
	기둥 검토	교축직각방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{38,952.955}{16,019.743} = 2.432 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{33,048.198}{13,591.360} = 2.432 > 1$	O.K	kN kN.m
		교축방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{73,238.096}{26,406.402} = 2.773 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{26,512.656}{7,346.770} = 3.609 > 1$	O.K	kN kN.m
	안정성 검토	교축 직각 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o} (= 5.061) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H} (= 10.274) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{\max} (= 404.597) < 600$	O.K	kN/m ²
		교축 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o} (= 13.166) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H} (= 16.039) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{\max} (= 369.793) < 600$	O.K	kN/m ²

구 분			계산식	판정	비고	
P2	두부보 (내민보)	주인장철근 검토		소요철근량(=57,174.556)<사용철근량(=57,182.400)	O.K	mm ²
		폐쇄스트럽, 띠철근 검토		소요철근량(=23,457.684)<사용철근량(=26,980.800)	O.K	mm ²
	기둥 검토	교축직각방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{37,161.494}{16,157.173} = 2.300 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{33,642.051}{14,626.980} = 2.300 > 1$	O.K	kN kN.m
		교축방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{73,238.096}{26,540.841} = 2.759 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{27,447.423}{7,983.160} = 3.438 > 1$	O.K	kN kN.m
	안전성 검토	교축직 각방향	지지력	$V_{\max}(= 531.628) < R_a(= 677.366)$	O.K	kN/EA
			휨응력	$f_{\max}(= 72.809) < f_{sa}(= 140.000)$	O.K	MPa
			전단 응력	$\tau(= 4.269) < \tau_{sa}(= 80.000)$	O.K	MPa
			수평 변위	$\delta(= 1.250) < \delta_a(= 15.000)$	O.K	mm
		교축 방향	지지력	$V_{\max}(= 490.679) < R_a(= 677.366)$	O.K	kN/EA
			휨응력	$f_{\max}(= 65.681) < f_{sa}(= 140.000)$	O.K	MPa
			전단 응력	$\tau(= 2.740) < \tau_{sa}(= 80.000)$	O.K	MPa
			수평 변위	$\delta(= 0.802) < \delta_a(= 15.000)$	O.K	mm

나. 내하력 평가결과

강박스거더 (허용응력법)	$\frac{f_a - f_d}{f_\ell (1 + i)} = \frac{186.100 - 121.082}{43.883} = 1.48$	DB-24 이상
바닥판 (강도설계법)	$\frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_\ell M_\ell (1 + i)} = \frac{108.122 - 1.3 \times 11.767}{2.15 \times 32.294} = 1.34$	DB-24 이상

6. 종합평가 및 안전등급의 지정

6.1 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
봉곡1교(내서)	0.199	B	1.05(거더) 1.02(바닥판)	A	B
봉곡1교(여주)	0.232	B	1.07(거더) 1.22(바닥판)	A	B
종합평가	• 봉곡1교(내서, 여주)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한“B”로 평가됨 • 안전성평가 결과 양방향 모두 최소 안전율 1.0이상으로“A”로 평가됨 • 상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과 봉곡1교(내서, 여주)는“B”로 평가됨				

6.2 안전등급 지정

안전등급 지정	구조물명	안전등급		
		금회(2016년)	전회(2012년)	비고
	봉곡1교(내서)	B등급(양호)	B등급(양호)	변동없음
	봉곡1교(여주)	B등급(양호)	B등급(양호)	변동없음

7. 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 보수·보강 및 개략공사비

가. 내서방향

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비 고
바닥판	• 중분대 하면 백태	실런트 충전	150	225	m	5	1,125	2	보수
거더내부	• 이물질 퇴적	청소	2.48	3.72	m ²	5	19	2	보수
하부구조	• 들뜸 및 박리	단면보수	0.92	1.38	m ²	89	123	2	보수
교량받침	• 받침콘크리트 파손/박리	단면보수	0.04	0.06	m ²	89	5	2	보수
	• 낙교방지장치 부식	슈도장	0.16	0.24	m ²	55	13	2	보수
신축이음	• 신축이음 누수	유도배수관 설치	24.4	36.60	m	39	1,427	1	보수
	• 이물질 퇴적	청소	1.26	1.89	m ²	163	308	3	보수
방호벽	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	13.5	14	m	10	135	2	보수
	• 표면오염(녹)	표면보수	0.02	0.03	m ²	89	3	3	보수
포장	• 단차	팻칭보수	8.0	12.80	m ²	2	23	2	보수
	• 아스콘 들뜸 및 패임	팻칭보수	22.5	36.00	m ²	68	2,448	2	보수
부대공(교통통제 및 고소장비 등)		교통통제		1	일	1,700	1,700	-	
		고소차		1	일	50	50	-	
순공사비 합계(천원)							5,629		
제경비(순공사비×50%)							2,815		
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					2,141		
		2순위					5,837		
		3순위					467		
부대공(교통통제 및 고소장비 등)							1,750		
개략공사비(천원)							10,194		

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.

※ 포장부는 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 60%를 할증하였음.

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.

※ 상기 개략공사비는 2016년 9월 2차 현장조사 시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

나. 여주방향

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비 고
바닥판	• 망상균열	표면보수	45	67.5	m ²	58	3,915	2	보수
	• 시공이음부 누수	주입보수	5.8	8.7	m	70	609	2	보수
	• 철근노출	단면보수(방청)	0.1	0.15	m ²	163	24	1	보수
거더내부	• 도장박리	도장보수	0.04	0.06	m ²	55	3	2	보수
거더외부	• 부식	도장보수	0.07	0.11	m ²	55	6	2	보수
하부구조	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	5.1	7.65	m	70	536	2	보수
	• 잡철물	단면보수	0.33	0.50	m ²	89	44	2	보수
교량받침	• 받침콘크리트 균열	주입보수	2.5	3.75	m	70	263	2	보수
	• 도장박리	슈도장	0.11	0.17	m ²	55	9	2	보수
배수시설	• 이격	구스 아스팔트 보수	2.5	3.75	m	2	7	2	보수
신축이음	• 배수구 막힘	청소	5	5	EA	5	25	3	보수
방호벽	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	10.1	15.15	m	70	1,061	3	보수
	• 신축이음부 볼트탈락	볼트 재체결	7	7	EA	10	70	2	교체
부대공(교통통제 및 고소장비 등)		교통통제		1	일	1,700	1,700	-	
		고소차		1	일	50	50	-	
순공사비 합계(천원)							6,571		
제경비(순공사비×50%)							3,285		
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					37		
		2순위					8,191		
		3순위					1,628		
부대공(교통통제 및 고소장비 등)							1,750		
개략공사비(천원)							11,606		

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.

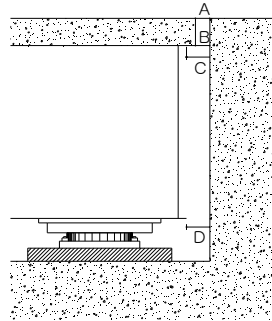
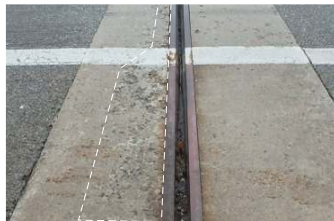
※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.

※ 상기 개략공사비는 2016년 9월 2차 현장조사 시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

7.2 유지관리방안

7.2.1. 부재별 중점유지관리 사항

부재구분	중 점 점 검 내 용		
교면포장	·갓길 포장부 아스콘 들뜸 및 패임 - 바닥판 하면의 백태, 열화 등의 손상 발생 여부 확인 ·후타재와 접속슬래브 이격 및 단차 - 2차손상 발생여부(신축이음부 누수, 단차로 인한 파손)		
	 < 아스콘 들뜸 >	 < 아스콘 패임 >	 < 접속부 이격 >
난간 (방호벽)	·0.3mm이상 균열 및 균열부 백태 보수 후 진전여부		
바닥판	·캔틸레버 하면 종,횡방향 균열 진전여부		
	 < 캔틸레버 하면 횡균열 >	 < 캔틸레버 하면 횡균열 >	
	·바닥판 하면 망상균열 보수부에 대한 재발생 여부 ·중분대 하면 이음부 누수 및 백태발생 여부 확인		
	 < 보수부 >	 < 신축하부 백태 >	 < 신축하부 백태 >

부재구분	중 점 점 검 내 용		
강박스 거더	·거더 외부 경미한 쇼킹 현상 ·거더내부 도장박리 및 부식부 추가손상 발생여부		
	 < 쇼킹 >	 < 도장박리 >	 < 도장박리 >
교량받침	·무수축물탈 미세균열 - 미세균열 진전여부 및 추가 손상발생 여부 ·받침본체 도장박리 및 부식 - 부식상태 심화시 받침가동여부		
	 < 받침물탈 균열 >	 < 받침물탈 균열 >	 < 도장박리 >
신축이음 장치	·본체 부식 및 유간부 이물질퇴적 - 신축기능 거동상태 확인, - 동절기 및 혹서기 신축유간 확인 (신축이음 본체, 바닥판~교대옹벽간 측정) ·후타재 균열 0.3mm이하, 표면박리 등 - 손상 진전 상태 및 누수발생 여부		
			
하부구조	·0.2mm이하의 미세균열 진전여부 및 추가손상발생 여부		

7.2.2. 중점유지관리항목

가. 중점유지관리 개요

금회 정밀안전진단 결과, 대상 교량의 중점유지관리 항목은 다음과 같다.

① 갓길 외측 아스콘 들뜸 발생

- 발생 원인 : 아스콘 재료배합 불량 및 골재분리, 다짐불량 등
- 대책 : 지속관찰 후 바닥판 2차손상 발생시 재포장

② 갓길 외측 아스콘 패임

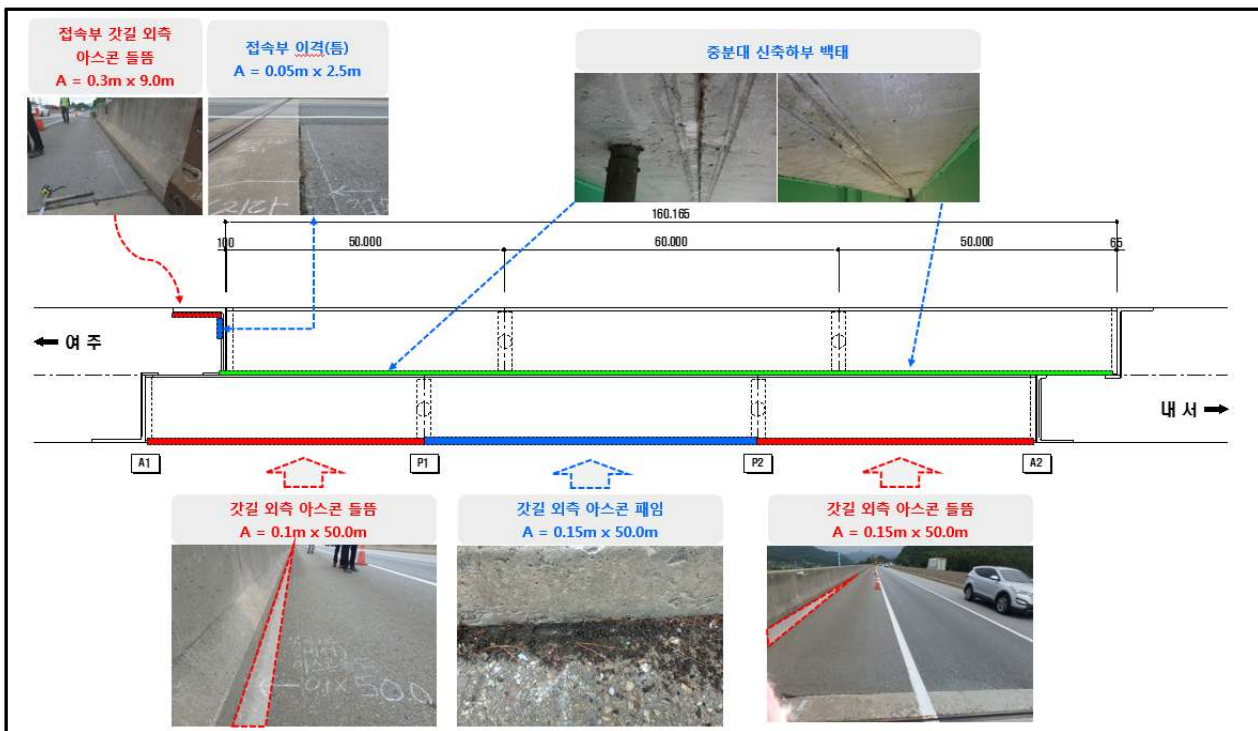
- 발생 원인 : 아스콘 포설시 이음불량
- 대책 : 지속관찰 후 2차 손상 발생시 팻칭보수

③ 접속부(A1) 이격(틈) 발생

- 발생 원인 : 포장시 이음부 처리 불량
- 대책 : 부분 절삭후 구스아스콘 보수

④ 중분대 하면 백태

- 발생 원인 : 종방향 신축이음부 백태 발생
- 대책 : 향후 누수 발생으로 인한 균열부 노면수 침투 방지를 위해 유도배수관 설치



2) 포장부 아스콘 들뜸 및 패임(틈) 점검

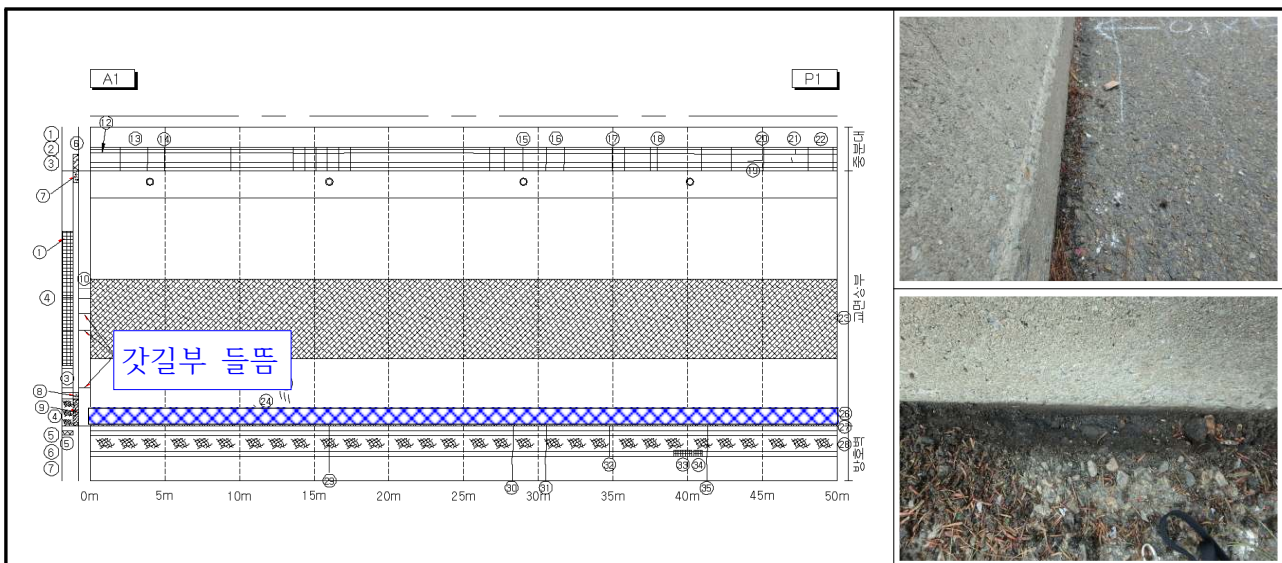
① 선정사유

봉곡1교(내서) S1,S2,S3 위치에서 조사된 포장부 아스콘 들뜸, 패임은 아스콘 포설시 다짐 미흡 등에 의한 정밀포장 미흡에 의한 것으로 판단된다. 또한 접속부 갓길측 들뜸 및 신축이음 접속부 이격(틈) 발생은 압축성 차이, 다짐불량, 경계부 다짐불량에 의한 손상으로 추정된다. 이러한 손상은 현재 바닥판 하면에 2차적 손상을 유발하지는 않지만 장기 공용시 바닥판 콘크리트에 손상 유발 가능성이 있으므로 장기적인 보수대책을 마련하여 보수조치 실시 후 지속관찰이 요구된다.

② 현장조사결과

아스콘 들뜸은 내서방향 갓길에서 전경간에 걸쳐 조사되었으며 이는 점검망치 타격에 의한 결과로 나타났다. 손상폭은 경미하나 연장이 교량 전연장에 걸쳐 발생되어 있다. 발생 원인은 아스콘 포설시 재료부족, 다짐불량 등에 의한 것으로 판단된다.

또한 여주방향 시점측 접속부도 동일한 들뜸이 조사되었다. 본 손상 부근의 신축이음 경계 부분 또한 동일한 원인에 의해서 이격이 발생되었다.



③ 향후관리방안

향후 갓길부 들뜸 및 패임 등은 바닥판 하면에 2차적 손상을 유발하지는 않지만 장기 공용시 바닥판 콘크리트에 손상 유발 가능성이 있으므로 장기적인 보수대책을 마련하여 보수조치 실시 후 지속관찰이 요구된다.

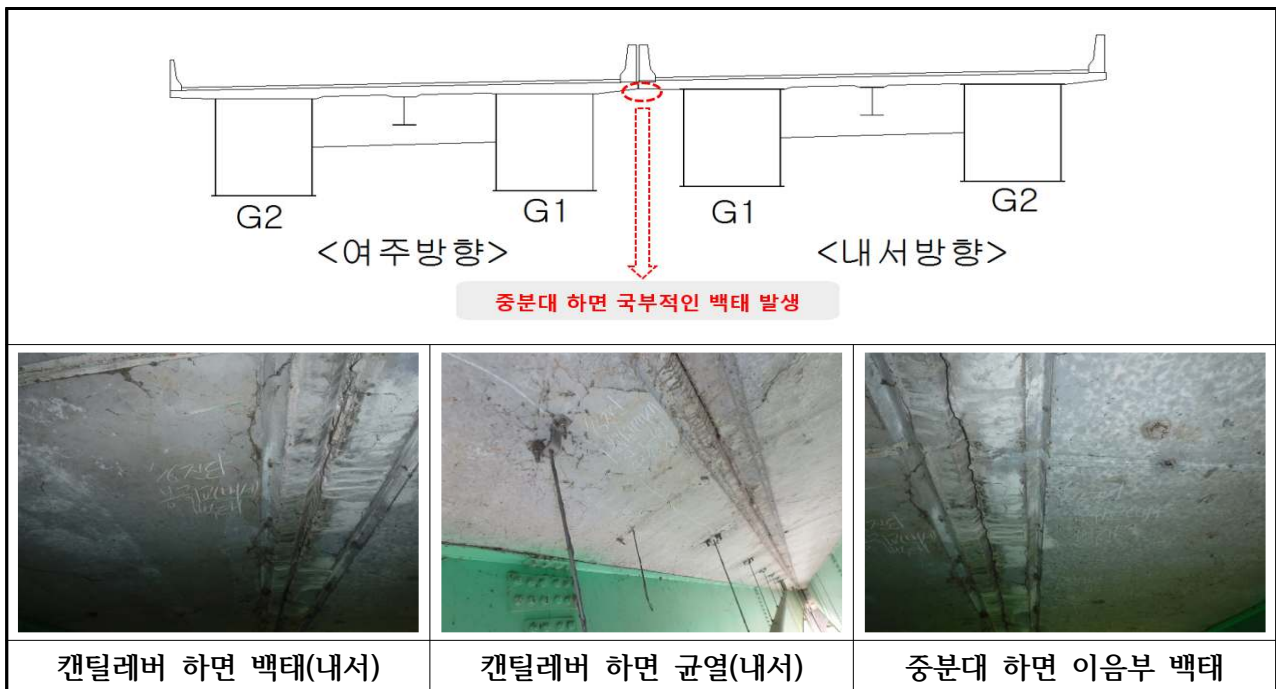
3) 중앙분리대 하면 백태 손상진전 및 추가발생 여부

① 선정사유

중앙분리대 하면의 신축이음부는 백태 손상이 국부적으로 발생되어 있는 상태이다. 현 위치에서 누수는 없는 상태이나, 추후 누수발생시 균열부 침투로 인한 2차적 손상방지를 위해 보수 조치에 대한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

② 현장조사결과

중분대 하면의 종방향 신축이음부 주변은 국부적인 백태가 캔틸레버 하면에 발생되어 있다. 본 손상은 현재 추가적인 손상발생은 없는 상태이나, 향후 미세균열 및 공극내 우수침투로 인해 철근부식 팽창에 의한 박락이 우려된다.



③ 향후관리방안

중앙분리대 하면의 백태부위는 향후 누수 발생으로 인한 균열부에 노면수가 침투하여 2차적 손상 발생 우려가 있으므로 장기적인 대책으로 종방향 유도배수관 설치가 필요할 것으로 판단된다.

8. 종합결론

봉곡1교(내서, 여주)는 중부내륙선 125.0km지점에 위치하여 지방도 916호선을 횡단하게 시공된 3경간연속 S.T.B 거더형식의 교량구조물이다. 본 과업은 봉곡1교(내서, 여주)의 준공 이후 2회차 시행하는 정밀안전진단이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사, 각종시험 및 구조안전성 평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

가. 현장조사 및 상태평가 결과

- 외관조사 결과 바닥판의 공용중 구조적으로 발생한 손상은 없는 상태이며, 주요손상으로는 폭 0.2mm이하의 균열이 좌·우측 캔틸레버에서 전경간에 걸쳐 조사되었다. 조사된 횡균열은 대부분 미세균열(폭 0.2mm이하)로 균열의 형상, 방향성, 발생위치, 발생시기, 내측바닥판 망상균열 발생 이력 등을 고려해 볼 때 콘크리트 재료적 특성인 시공초기 건조수축이 금회상세 점검에 의해 조사된 것으로 판단되며, 균열폭이 현재 경미하여 보수는 필요하지 않은 것으로 판단된다.
- 여주방향에서 S3경간에서 바닥판에서 조사된 망상균열은 과업기간중 실시된 바닥판하면 표면보수에서 누락된 손상으로 균열폭은 0.2mm이하의 미세균열이며, 균열의 형상은 일관성이 없는 형상을 띄고 있는 것으로 보아, 콘크리트 재료적 특성인 시공초기 양생과정 또는 시공 후 일정기간이 경과한 후에 발생한 건조수축에 의해 발생한 것으로 추정된다.
- 내서방향 S3경간 우측 캔틸레버부에 발생한 재료분리는 다짐불량에 의한 것으로 손상 정도가 경미하여 현 상태에서 보수는 필요하지 않은 것으로 판단된다.
또한 백태는 중분대 하면에서 금회 신규로 조사되었으며, 손상발생 원인은 교면수 유입이 주원인으로 손상 정도가 경미하여 보수는 필요하지 않은 것으로 판단된다.
- 강박스 거더 내부는 손상 및 결함이 거의 발생하지 않은 양호한 상태이며, 국부적으로 조사된 손상으로 Pit, 언더컷 등의 용접결함과 도장박리, 수평보강재 변형, 이물질 퇴적 등의 손상이 일부 조사되었으며, 도장박리는 시공미흡과 도장열화 등에 의한 것으로 재도장이 필요하고, S1과 S3경간 출입구 주변 하부플랜지에서 발생된 이물질퇴적은 퇴적량은 많지 않은 상태이나, 방치시 부식환경을 조성하여 도장열화 및 강재 부식을 촉진시킬 수 있으므로 청소를 실시하는 것이 적절할 것으로 사료된다.
- 강박스 거더 외부에 대한 외관조사 결과, 용접부의 용접상태, 고장력볼트의 연결상태 등 전반적으로 손상이 발생하지 않은 양호한 상태를 유지하고 있으며, G2좌측 복부에 전 경간에 걸쳐 경미한 쇼킹이 발생한 상태로, 쇼킹은 태양광의 광화학 반응에 의한 것으로 손상 정도가 심하지 않아 현재 보수보다는 현상유지 후 지속적인 주의관찰을 실시하는 것이

바람직할 것으로 판단된다.

- 하부구조의 대표손상으로는 균열(0.1mm~0.2mm이하), 망상균열 등이며, 손상 정도가 경미하여 현 상태에서의 보수보다는 지속적인 주의관찰을 실시하는 것이 적절할 것으로 사료된다.
- 내서방향 A2 구체부와 흉벽에서 신축이음 누수에 의한 들뜸 및 박락이 2개소 조사되었으며, A2와 P1에서 발생한 파손은 모서리부에서 외부충격에 의해 발생한 것으로 추정된다. 그 외 A1 구체에서 누수흔적이 발생되었으며, A2 구체 상면에서 신축이음누수에 의한 체수가 조사되어 신축이음차수방안과 연계한 보수가 요구된다.

한편, 여주방향 A2흉벽부는 균열사이로 우수유입에 의한 철근(와이어매쉬)팽창, 박락이 조사된 상태로, 콘크리트의 내구성에 영향을 미칠 우려가 있으므로 녹제거 후 단면보수를 실시해야 할 것으로 판단된다.

- 교량받침에 대한 외관상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 포트받침의 가동상태도 적절한 것으로 조사되었다. 공용 중 발생한 국부적인 손상으로 받침본체 부식 및 도장박리, 폭 0.2mm이하 무수축물탈 및 받침콘크리트 균열, 받침콘크리트 단면결함(파손/들뜸/재료분리), 낙교방지장치 탄성고무 파손 등의 손상이 경미하게 조사된 상태로, 받침 부식 및 도장박리는 바탕면 처리 미흡 등의 시공미흡과 공용년수 증가에 따른 도장열화에 의한 손상으로 재도장에 의한 보수가 필요하며, 받침콘크리트 박리(내서방향)는 신축이음누수로 인한 2차손상으로 분석되며, 내구성확보를 위해 단면보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.
- 신축이음장치는 공용년수 증가에 의한 본체 부식(EXP.J1, EXP.J2)이 발생되었으나, 현재 기능 발휘에는 문제가 없고 도장 등의 보수효과가 미미하므로 지속적인 주의관찰이 필요한 상태이며, 후타재 균열은 차량의 반복된 통행으로 균열에 대한 보수효과가 적으므로 보수보다는 파손, 단차 등의 손상 진전 시 재시공이 적절할 것으로 판단된다.

한편, 여주방향에서 조사된 신축이음누수는 금회 우기 시(2차조사) 추가조사에 의해 조사된 것으로, 전회차 진단보고서 검토 결과 손상물량에는 언급되지 않았으나, 하부구조(받침장치 및 낙교방지 부식, 교대구체 누수흔적 등)의 2차손상 등이 기 발생됐던 점을 고려할 때 금회 신규로 발생한 것이 아닌 기 진단 이전부터 존재했던 것으로 판단된다. 신축이음장치 누수는 2차손상(받침장치 및 낙교방지 부식 재발생, 받침콘크리트 박리 등)을 초래하고 있는 상태로 신축이음 유도배수를 설치하고, 향후 본체부식과 후타재파손 등의 손상이 진전 될 시는 교체를 고려하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

- 교면포장은 전반적으로 양호한 상태이며, 국부적인 아스콘 균열과 인위적인 포장면 긁힘이 조사된 상태이다.

내서방향 교면포장에서 조사된 갓길 방호벽 접속부에서 조사된 아스콘 들뜸과 패임은 전

경간에 걸쳐 조사되었으며, 여주방향은 시점측 접속부에서 조사되었다. 손상의 원인은 아스콘 포설시 재료부족, 다짐불량 등에 의한 것으로 판단되며, 바닥판 하면에 직접적인 손상을 초래하지는 않지만 장기 공용시 바닥판 상면으로 교면수가 유입될 가능성이 있으므로 장기적인 보수대책을 마련하여 보수하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

- 배수시설에 대한 외관조사 결과, 배수시설의 설치상태 및 교면의 배수상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 다만 여주방향에서 국부적인 배수구막힘이 확인되어 일상유지관리 차원의 조치가 필요하다.
- 방호벽은 건조수축 및 온도변화에 의한 폭 0.2mm이하 수직균열이 부분적으로 발생되었으며, 손상 정도가 경미하여 현 상태에서의 보수보다는 지속적인 주의관찰을 실시하는 것이 적절할 것으로 사료된다.
- 콘크리트의 내구성조사결과 강도, 철근배근상태, 염분함유량 등의 시험항목에 대해서 기준을 만족하는 양호한 품질을 유지하고 있는 상태로 평가되었으나, A2측(여주방향) 흉벽부 단면결손 구간은 탄산화가 진전된 것으로 확인되어 보수조치가 요구된다. 주부재인 강재 거더의 용접부에 대한 초음파탐상시험 결과, 결함이 없는 양호한 품질의 용접상태를 보유하고 있는 것으로 평가되었다.
- 상태평가결과 전반적으로 양호하나 바닥판의 망상균열, 하부구조의 수직균열 및 흉벽부 단면결손 등이 조사되어 내구성증진을 위한 보수를 필요로 하는“B(0.199(내서), 0.232(여주))”의 상태로 평가되었다.

나. 안전성평가 결과

- 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 양방향 모두 상부구조인 강박스 거더 및 바닥판의 최소 안전율이 1.0이상으로 나타나 안전성을 확보하고 있으며, 내하율도 1.0이상 설계하중 DB(DL)-24이상의 내하력을 보유하고 있는 상태로 평가되었다. 또한, 하부구조에서도 안전성에 문제가 없는 것으로 분석되었다.

다. 결론

- 봉곡1교(내서, 여주)는 16여년의 공용기간이 경과한 교량시설물로서 공용중 전반적인 외관 상태는 양호하게 평가되었으나, 바닥판 하면의 폭 0.2mm의 망상균열, 교각의 균열(폭 0.3 mm), 교대 흉벽측의 철근팽창에 의한 박락 등 내구성을 저해하는 손상이 발생하여 보수가 필요하며, 기타 강재거더 및 받침의 부식 등에 대해서도 보수 및 지속적인 유지관리가 필요한 상태로 평가되었다.
- 따라서, 본 교량의 상태평가 및 안전성평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양

호)』로 평가되었으며, 결함 및 손상 부위에 대하여 금회 진단 보고서에 제시된 보수를 시행하고 중점유지관리가 필요구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등급(DB-24)로서의 기능을 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

제 6장 옥성대교(내서,여주)

1. 시설물의 개요
2. 자료수집 및 분석
3. 현장조사 및 시험
4. 시설물의 상태평가
5. 시설물의 안전성평가
6. 종합평가 및 안전등급의 지정
7. 보수·보강 및 유지관리방안
8. 종합결론

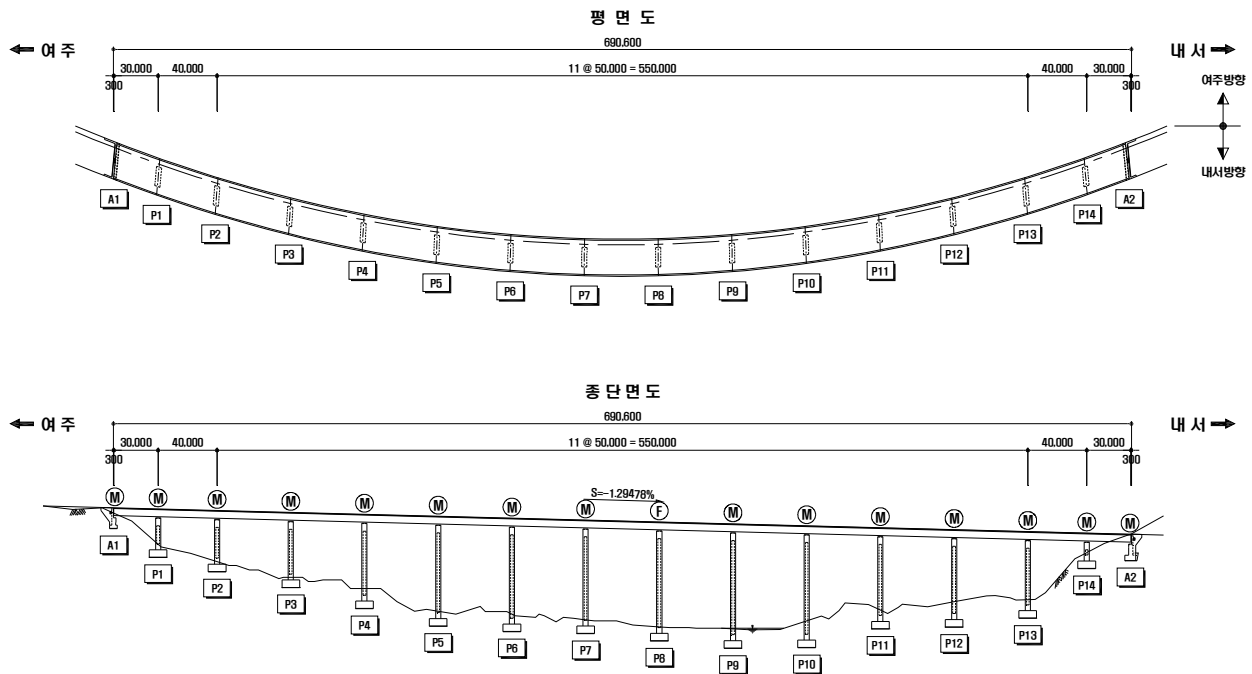
1. 시설물의 개요

1.1 내서방향

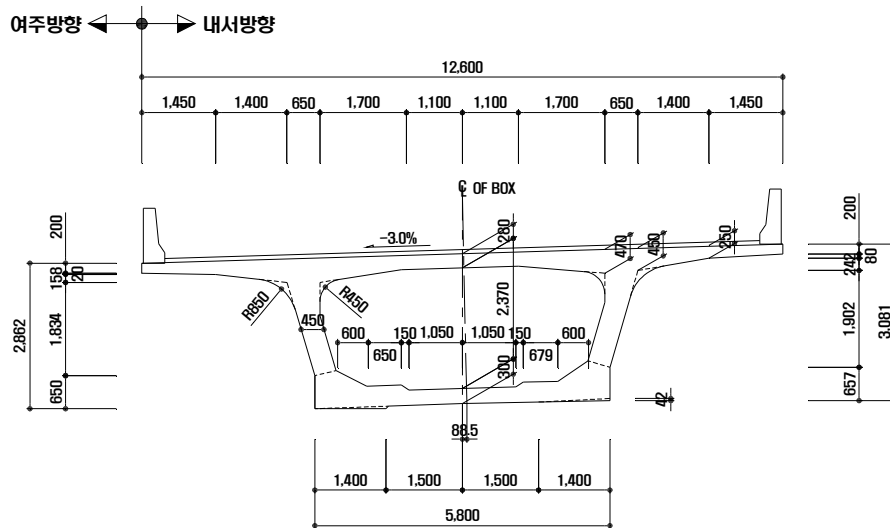
가. 시설물의 현황

구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		옥성대교(내서)		시설물번호		BR2001-0000382	
준공년월		2001년 12월 4일		관리번호		-	
시설물위치		경상북도 구미시 옥성면 대원리					
설계하중		DB-24, DL-24(1등급)		노선명(이정)		중부내륙선(130.8km)	
제원	연장	L = 690.6m (30.0+40.0+11@50.0+40.0+30.0)=690.0m, 0.6m:신축이음유간)					
	폭	B = 12.6m, 2차로(유효폭 : 11.7m)					
구조 형식	상부	PSC Box Girder		기초 형식	교대	확대(전면)기초	
	하부	교대 : 역T형 교각 : 중공형 구주식			교각	확대(전면)기초	
교량받침		면진받침(L.R.B)		신축이음		A1, A2 : Steel Finger Joint (No.320)	
교차시설물		지방도 916호선 횡단(S12) 태봉2길 횡단(S6)		통과높이		약 24.0m	
설 계 사		(주)한국종합기술개발		시 공 사		풍림산업(주), 포스코개발(주)	
내진설계유무		적용		관리주체		한국도로공사 대구경북본부 상주시사	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1~P14)					
기 타		- 사각이 없는 곡선교(R=1,800m) - 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 - 보수보강 여부 : 교량받침 도장, 신축이음장치 교체(EXP.J1, J2) 등					

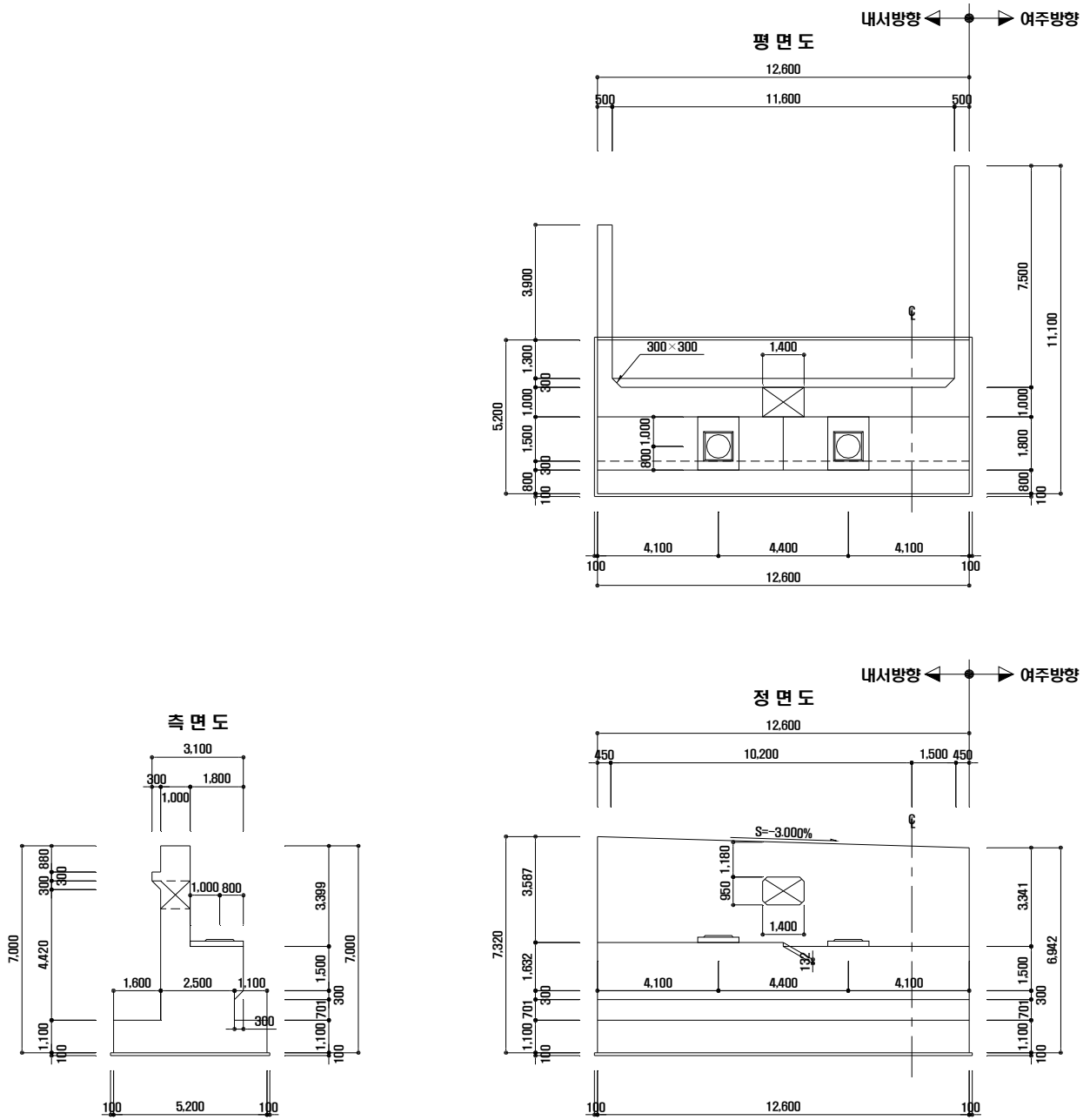
나. 시설물 주요도면



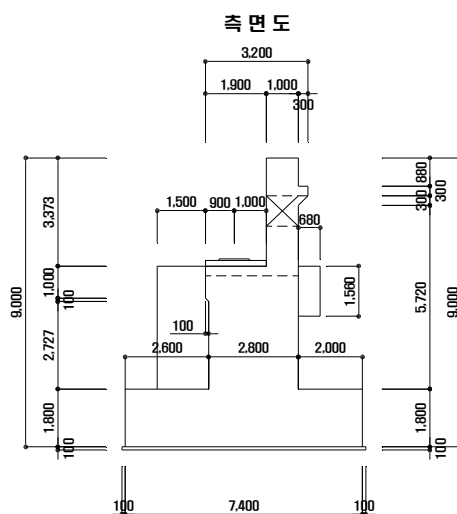
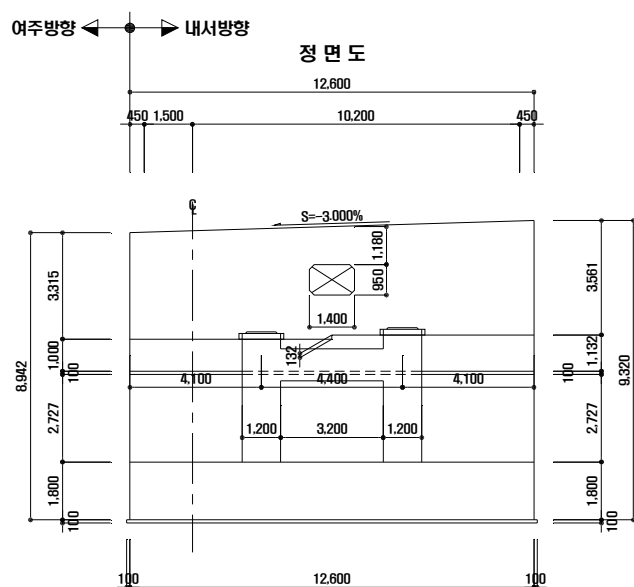
<교량의 종.평면도>



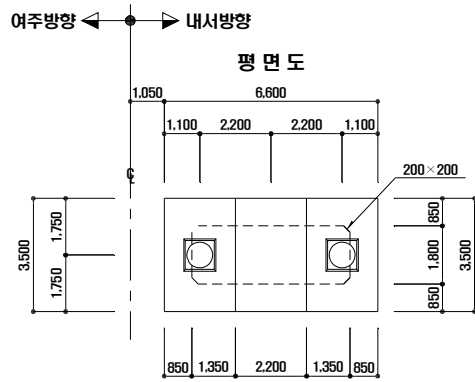
<교량의 횡단면도>



<교대(A1) 일반도>

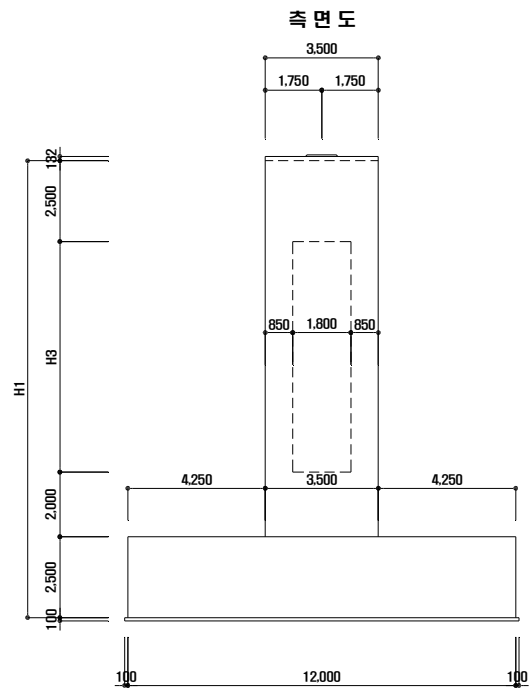
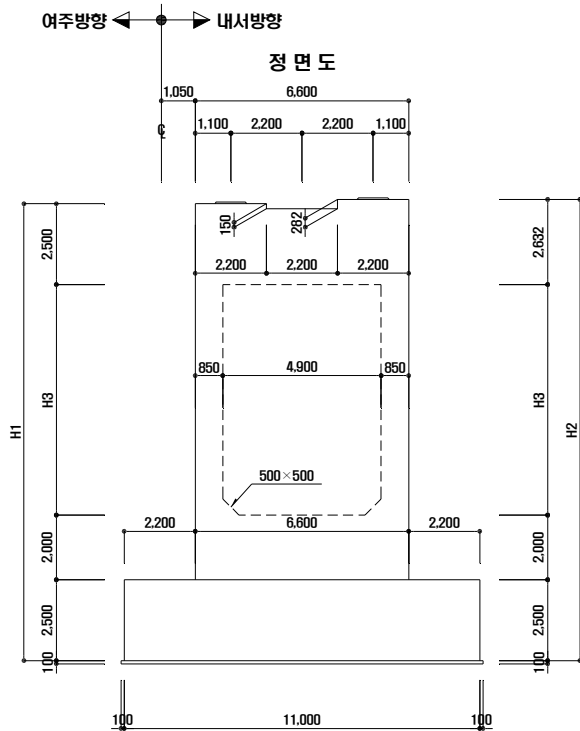


<교대(A2) 일반도>

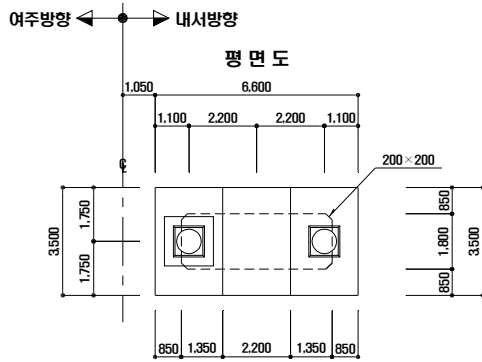


치수표

구분	P1	P2	P3	P4	P11	P12	P13	P14
H1	13.152	17.495	22.250	28.745	31.079	29.804	26.149	8.783
H2	13.284	17.627	22.382	28.877	31.211	29.936	26.261	8.915
H3	6.152	10.495	15.250	21.745	24.079	22.804	19.149	1.783

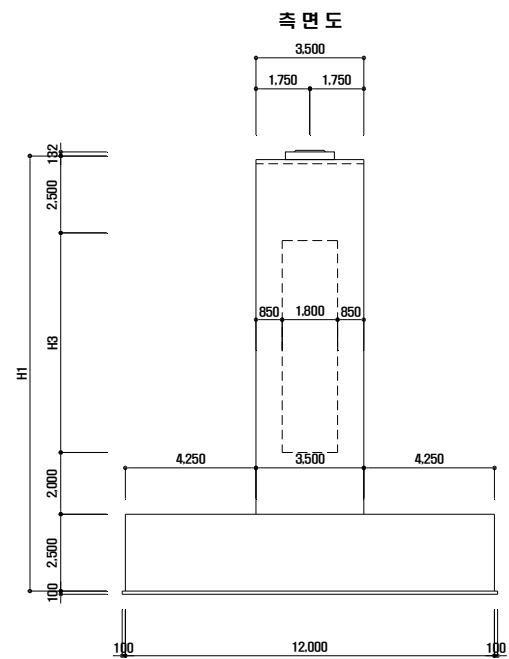
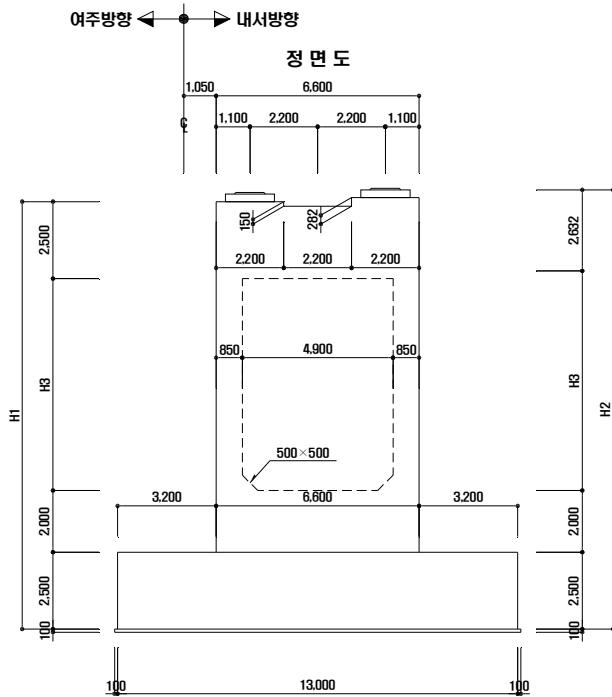


<교각(P1~P4, P11~P14) 일반도>



지수표

구분	P5	P6	P7	P8	P9	P10
H1	34.007	35.255	35.284	37.095	38.930	38.113
H2	34.139	35.387	35.416	37.227	39.062	38.245
H3	27.007	28.255	28.284	30.095	31.930	31.113



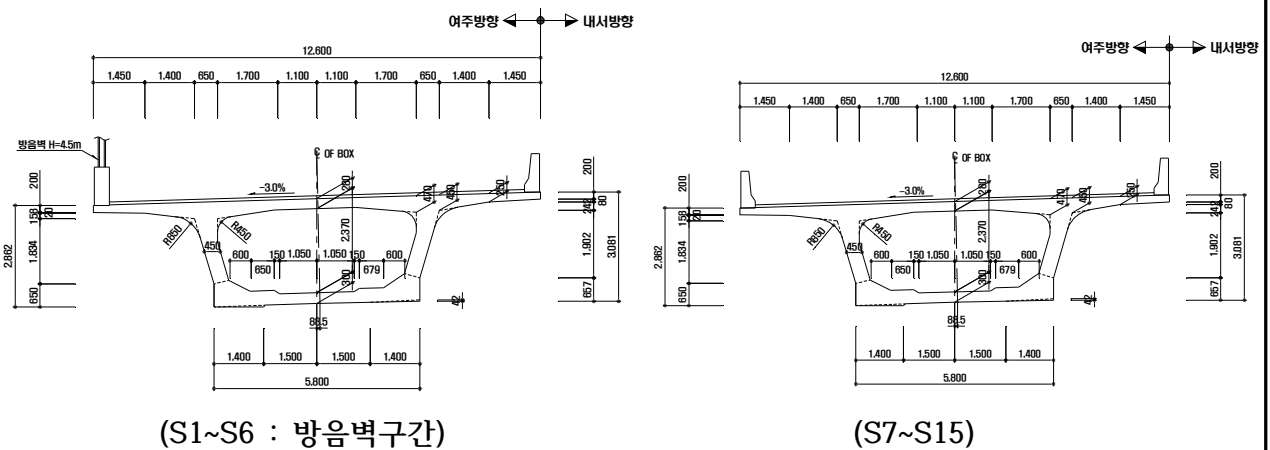
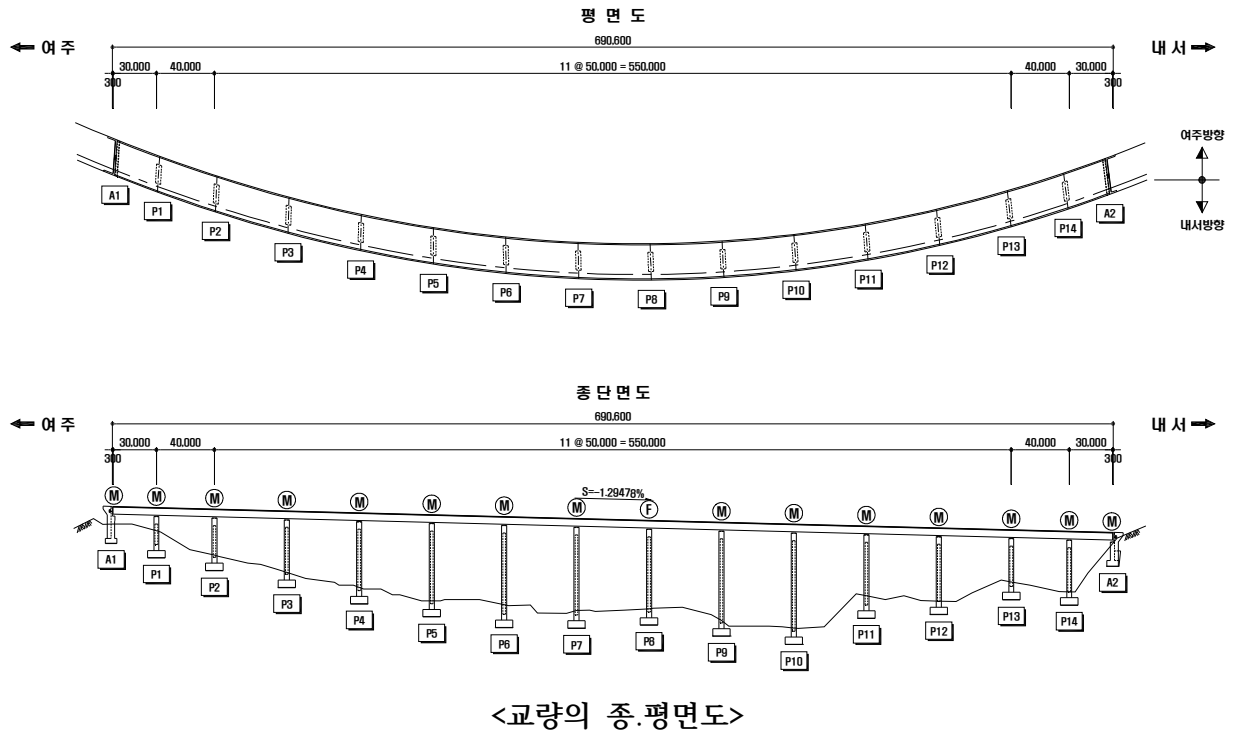
<교각(P5~P10) 일반도>

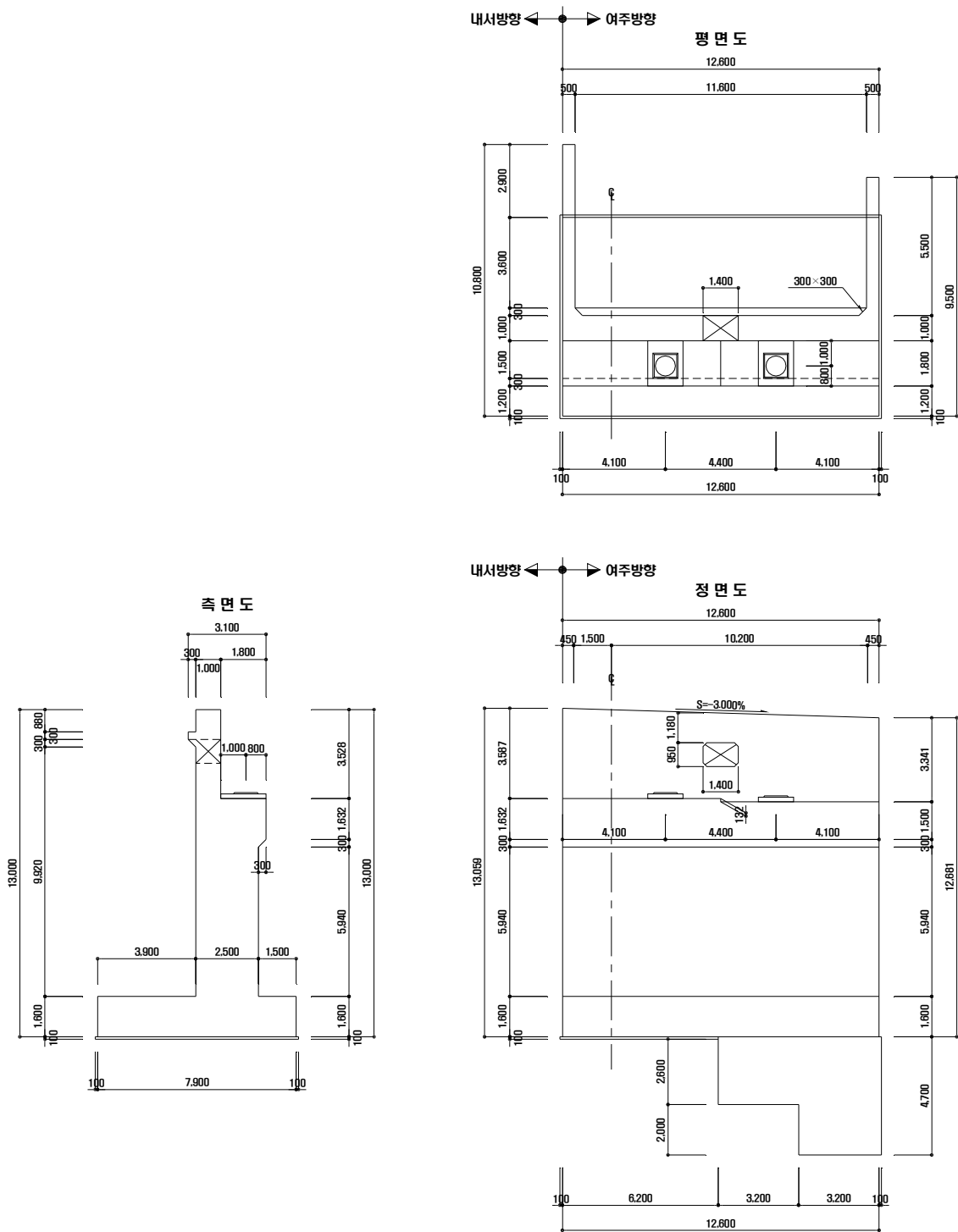
1.2 여주방향

가. 시설물의 현황

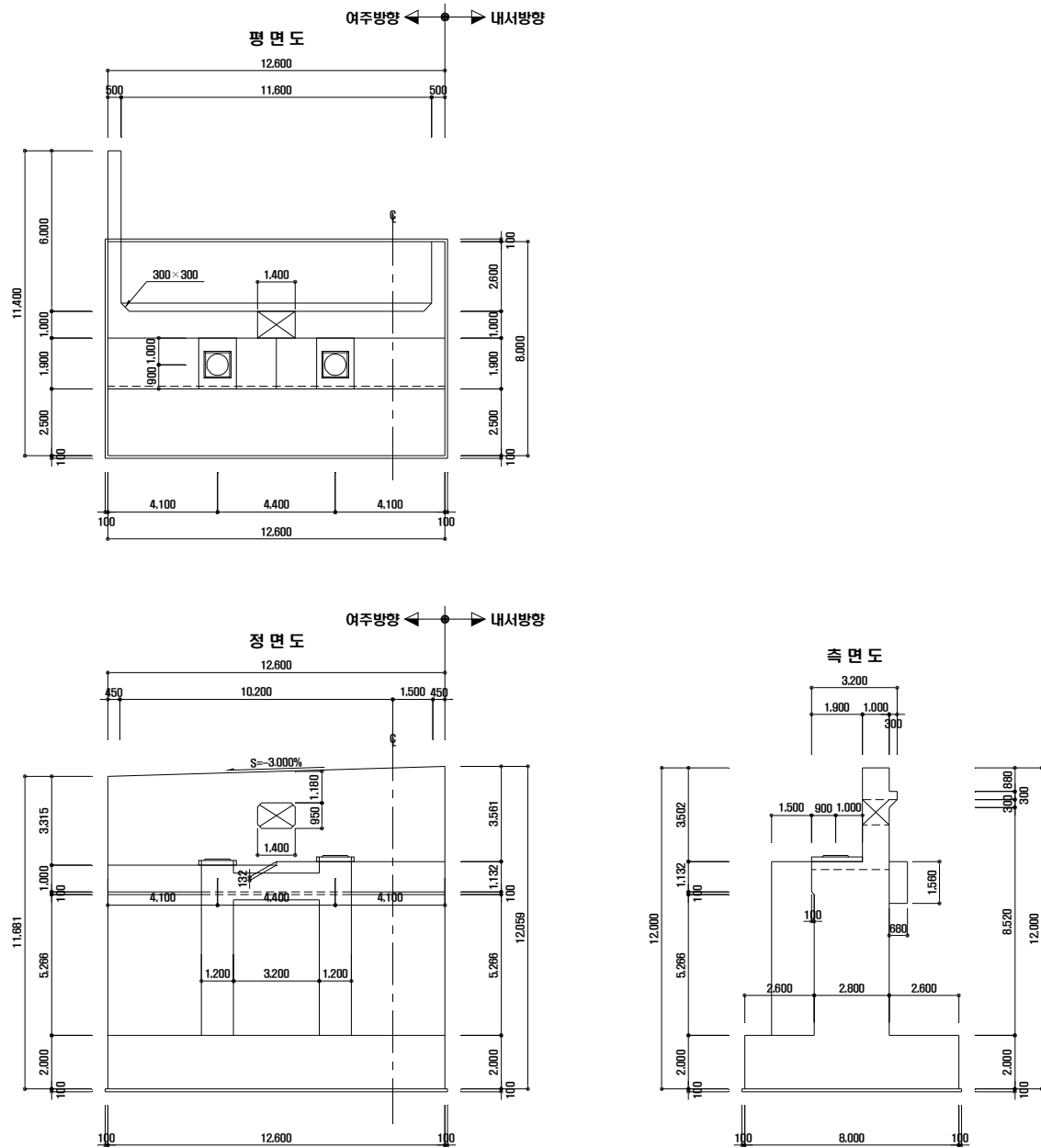
구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		옥성대교(여주)		시설물번호		BR2001-0000383	
준공년월		2001년 12월 4일		관리번호		-	
시설물위치		경상북도 구미시 옥성면 대원리					
설계하중		DB-24, DL-24(1등급)		노선명(이정)		중부내륙선(130.8km)	
제원	연장	L = 690.6m (30.0+40.0+11@50.0+40.0+30.0)=690.0m, 0.6m:신축이음유간)					
	폭	B = 12.6m, 2차로(유효폭 : 11.7m)					
구조 형식	상부	PSC Box Girder		기초 형식	교대	확대(전면)기초	
	하부	교대 : 역T형 교각 : 중공형 구주식			교각	확대(전면)기초	
교량받침		면진받침(L.R.B)		신축이음		A1, A2 : Steel Finger Joint (No.320)	
교차시설물		지방도 916호선 횡단(S12) 태봉2길 횡단(S7)		통과높이		약 23.0m	
설 계 사		(주)한국종합기술개발		시 공 사		풍림산업(주), 포스코개발(주)	
내진설계유무		적용		관리주체		한국도로공사 대구경북본부 상주시사	
부착시설내용		- 교량 점검로(P1~P14) - 방음벽(S1~S6 : H=4.5m, 반사형)					
기 타		- 사각이 없는 곡선교(R=1,800m) - 설계도서 및 구조계산서 유무 : 유 - 보수보강 여부 : 교량받침 도장, 교면절삭 덧씌우기(전경간(2차로)), 신축이음장치 교체(EXP.J1, J2) 등					

나. 시설물 주요도면

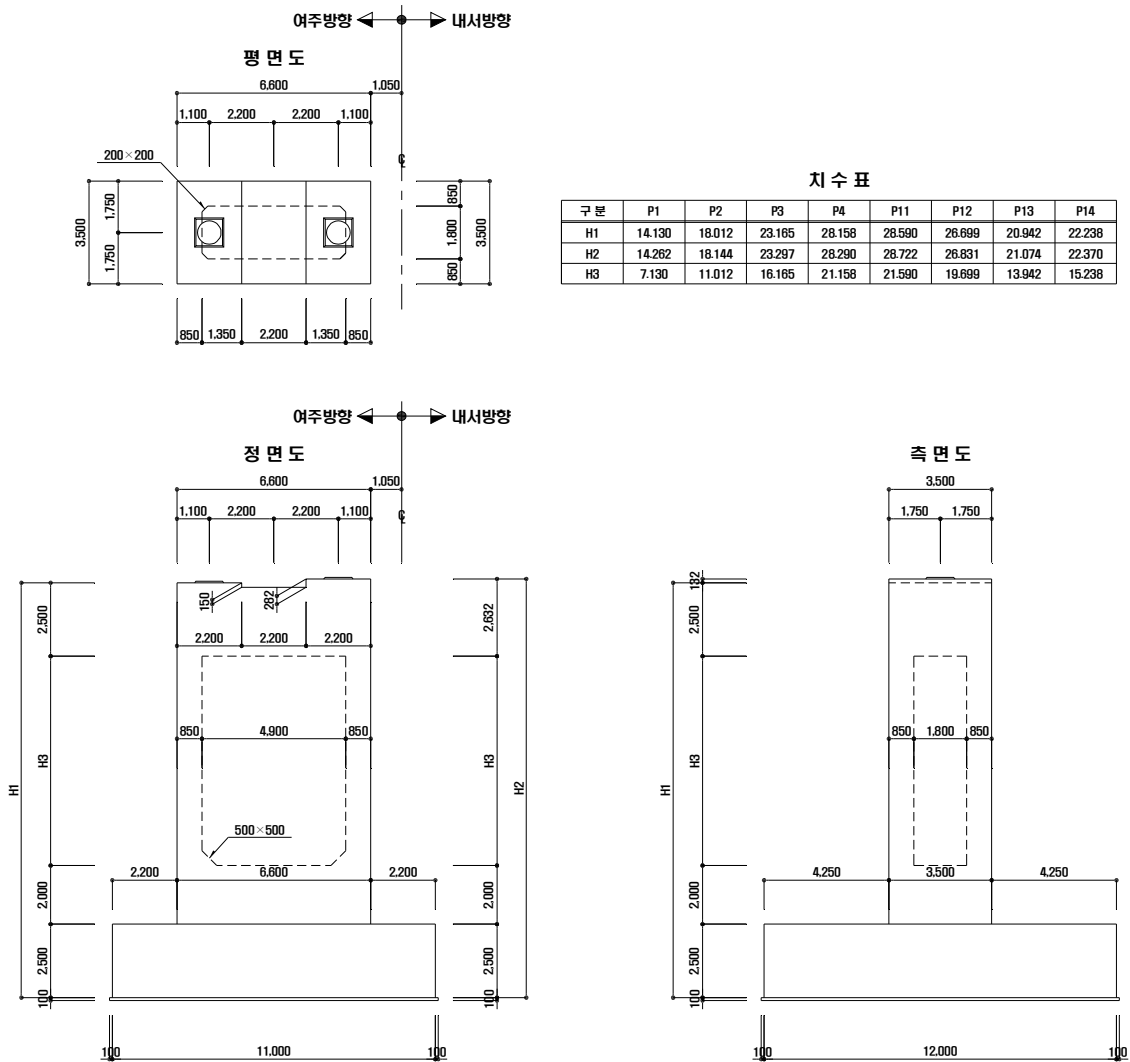




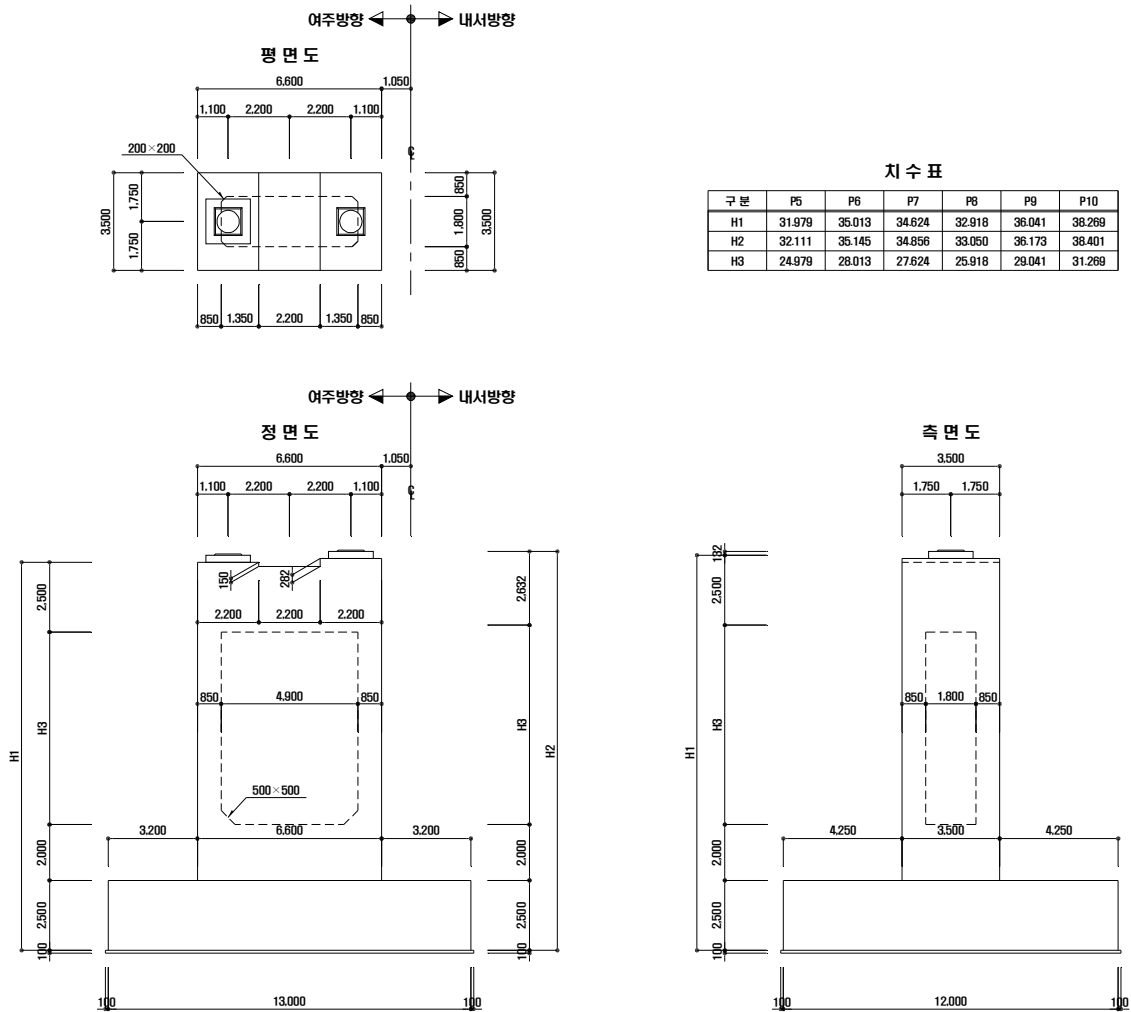
<교대(A1) 일반도>



<교대(A2) 일반도>



<교각(P1~P4, P11~P14) 일반도>



<교각(P5~P10) 일반도>

2. 자료수집 및 분석

2.1 보수·보강 이력

가. 내서방향

구분	공사기간	설계자	시공자	공사명	보수·보강 내용	공사금액(원)
보수	2006.08.10 ~ 2006.08.11	-	-	신축이음장치 보수공사	• 고무실 교체 (레일식:교대 01, 26.0m)	8,415,000
교체	2007.05.15 ~ 2007.06.22	-	-	신축이음장치 개량공사	• 후타재 비해제 신축이음장치 개량(강평거조인트:교대01, 11.5m)	58,375,605
보수	2009.03.06 ~ 2009.12.11	-	인화건설산업(주)	상주시서관내 시설물보수 연간단가 계약	• 받침도장 (교량받침:교대 01~02, 4EA)	200,000
교체	2009.12.17 ~ 2009.12.30	-	매크로드(주)	상주시사 옥성대교 신축이음장치 개량공사	• 신축이음장치 개량_후타보존형식(강평거조인트: 교대02, 11.8m)	123,609,000
보수	2010.05.03 ~ 2010.12.31	-	-	상주시사 시설물 유지보수 연간단가 공사	• 받침도장(교량받침:전개소) • 기타(배수시설:경간 01, 1EA)	2,808,629
※ 한국도로공사 시스템 내 교량관리대장 참조('10. 이전) 한국시설안전공단 시설물정보관리종합시스템 참조(추가 보수·보강내역 없음)						

나. 여주방향

구분	공사기간	설계자	시공자	공사명	보수·보강 내용	공사금액(원)
보수	2006.08.10 ~ 2006.08.11	-	-	신축이음장치 보수공사	• 고무실 교체 (레일식:교대 01, 26.0m)	8,415,000
교체	2007.05.15 ~ 2007.06.22	-	-	신축이음장치 개량공사	• 후타재 비해제 신축이음장치 개량(강평거조인트:교대02, 11.5m)	58,375,605
보강	2008.05.13 ~ 2008.12.08	-	(주)대덕건설	경북지역본부관내 포장유지보수공사	• 교면절삭 덧씌우기 (전경간(2차로), 2,961㎡)	58,000,000
보수	2009.03.06 ~ 2009.12.11	-	인화건설산업(주)	상주시서관내 시설물보수 연간단가 계약	• 받침도장 (교량받침:교대 01~02, 4EA) • STS 배수파이프 설치 (직관 30m, 곡관 5개소)	200,000 -
교체	2009.12.17 ~ 2009.12.30	-	매크로드(주)	상주시사 옥성대교 신축이음장치 개량공사	• 신축이음장치 개량_후타보존형식(강평거조인트: 교대01, 11.8m)	123,609,000
보수	2010.05.03 ~ 2010.12.31	-	-	상주시사 시설물 유지보수 연간단가 공사	• 받침도장(교량받침:전개소) • 기타(배수시설:경간 01, 1EA)	2,808,629
보수	2011.05.02 ~ 2011.12.31	-	협진건설	상주시사 시설물 유지보수 연간단가 공사	• 후타재 보수 (신축이음장치:A2, 1.0m)	436,450
※ 한국도로공사 시스템 내 교량관리대장 참조 한국시설안전공단 시설물정보관리종합시스템 참조(추가 보수·보강내역 없음)						

2.2 자료수집 및 분석 결과요약

가. 내서방향

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도면 및 구조계산서 - 구조계산서 - 구조물도 - 특별시방서 - 토질조사보고서 - 설계도	◇ 구조계산서 및 구조물도는 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 동일한 것으로 확인됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교.검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행
유 지 관 리 자 료	◇ 중부내륙선 김천JCT교(내서) 등 11개소 정밀안전진단 보고서 (2012.11) ◇ 보수.보강 이력 ⇒ 한국도로공사 시스템 내 교량관리대장 참조 ⇒ 한국시설안전공단 시설물 정보종합관리 시스템 참조	◇ 하부구조에 폭(cw=0.3mm) 균열, 바닥판 단부 철근부식 및 박락, 받침장치 플레이트 도장박리 및 부식, 점검구내부 백태 등이 주요 손상으로 검토됨. ◇ 내구성 조사는 설계기준 이상으로 양호한 상태임 ◇ 후타재 비해제 신축이음장치 교체(2007년) ⇒ 교대 01 : 11.5m ◇ 신축이음장치(후타보존형식) 개량(2009년) ⇒ 교대 02 : 11.8m ◇ 받침도장(2009년, 2010년)	◇ 전회 진단결과와 금회 진단결과를 비교.검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ◇ 전회 진단결과와 비교.검토하여 내구성 저하 여부 확인 ◇ 보수부 상태 확인

나. 여주방향

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 준공도면 및 구조계산서 - 구조계산서 - 구조물도 - 특별시방서 - 토질조사보고서 - 설계도	◇ 구조계산서 및 구조물도는 설계당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 동일한 것으로 확인됨	◇ 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교.검토함 ⇒ 치수가 상이할 경우 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영 ⇒ 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
유 지 관 리 자 료	◇ 중부내륙선 김천CT교(내서) 등 11개소 정밀안전진단 보고서 (2012.11) ◇ 보수·보강 이력 ⇒ 한국도로공사 시스템 내 교량관리대장 참조 ⇒ 한국시설안전공단 시설물 정보종합관리 시스템 참조	◇ 거더 상부플랜지·하부구조·박스내부 격벽·방호벽의 균열(cw=0.3mm), 바닥판 단부 철근부식 및 박락, 박스내부 철근노출, 신축이음 하부 강판부식, 점검구 내부 백태 등이 주요 손상으로 검토됨 ◇ 내구성 조사는 설계기준 이상으로 양호한 상태임 ◇ 후타재 비해제 신축이음장치 교체(2007년) ⇒ 교대 02 : 11.5m ◇ 신축이음장치(후타보존형식) 개량(2009년) ⇒ 교대 01 : 11.8m ◇ 교면절삭 덧씌우기(2008년) ⇒ 전경간(2차로), 2,961m² ◇ 받침도장(2009년, 2010년)	◇ 전회 진단결과와 금회 진단결과를 비교·검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ◇ 전회 진단결과와 비교·검토하여 내구성 저하 여부 확인 ◇ 보수부 상태 확인

3. 현장조사 및 시험

3.1 내서방향

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판	• 구조적인 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이며, 상부플랜지(내부)에 종방향 균열(폭 0.1mm이하) • S3경간 캔틸레버(외부)에 사방향 균열(폭 0.1mm이하) • S9경간 캔틸레버 단부(외부)에 철근부식 및 박락	• 세그먼트 이어치기시 신.구 콘크리트의 구속응력과 시공초기 콘크리트 내.외부의 온도차이로 인한 부등건조수축 등에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 ⇒ 상부구조의 횡방향 구조검토 결과, 구조적인 안전성 확보 • 시공초기 건조수축과 온도신축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 • 바닥판과 방호벽의 시공이음부로 노면수가 유입하여 철근의 부식 및 팽창을 유발 ⇒ 내구성 저하 방지를 위해 단면보수(방청) 필요

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
PSC BOX 거더	- 구조적인 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이며, 복부에 사방향 균열(폭 0.1mm이하) - 복부의 종방향 균열(폭 0.2mm이하)과 하부플랜지(외부)에 종방향 균열(폭 0.1mm이하)	- 복부에 발생한 사방향 균열은 복부 정착단에서 프리스트레스 도입 초기 긴장력과 시공초기 압출시 및 압출완료 후에 발생한 시공초기 균열로 지속적인 주의관찰 실시 ⇒ 상부구조의 종방향 구조검토 결과, 구조적인 안전성 확보 - 시공초기 콘크리트 타설순서에 따라 신·구 콘크리트 간 구속응력 및 건조수축과 내·외부의 온도차이로 인한 부등건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시
격벽	균열 (폭 0.2mm이하)	시공초기 건조수축 및 수화열에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시
하부구조	- 전반적으로 양호한 상태이며, A1과 A2 구체 및 흥벽부에 균열 및 망상균열 - 교각에 균열 및 망상균열(폭 0.3mm이하)	- 대부분 미세균열(폭 0.2mm이하)이며, 시공초기 건조수축에 의한 것으로 폭 0.2mm이하 균열은 지속적인 주의관찰, 폭 0.3mm이상 균열은 주입보수 실시 - 대부분 미세균열(폭 0.2mm이하)이며, 폭 0.3mm이상 균열은 주로 교각 상단의 단면변화부에 일부 발생. 상기 손상은 시공초기 건조수축 및 콘크리트 내·외부의 온도차, 모서리의 응력집중 등에 의한 것으로 폭 0.2mm이하 균열은 지속적인 주의관찰, 폭 0.3mm이상 균열은 주입보수 실시
	- 파손(P2, P9, 보조장치 작업대(A2측)) - A2측 우측 점검계단 하부 토사유실 - P3, P7, P8, P11에 재료분리 - P14 주변에 법면보호공이 미설치	- 시공미흡과 외부 충격에 의한 것으로 손상 정도가 경미하므로 현상유지 - 재정비 실시 - 손상정도가 경미하여 주의관찰 - 사면의 유실 우려가 있으므로 지속적인 주의관찰 실시
교량받침	- 외관 및 가동상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 받침본체 도장박리 - A1에 받침본체 부식 - A1과 A2에 이동표지바 탈락 - 무수축물탈 균열(폭 0.2mm이하)	- 시공미흡과 도장열화에 의한 것으로 재도장 실시 - 도장열화와 신축이음부를 통한 노면수 유입 및 접촉에 의한 것으로 부식부위 제거 후 재도장 - 재설치 - 손상정도가 경미하여 주의관찰

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
신축이음장치	- EXP.J1과 J2의 양끝단(갓길 구간)에 본체 및 하부 강판 부식 - EXP.J1과 J2의 양끝단(갓길 구간)에 이물질 퇴적 - 후타재 균열 및 망상균열 - EXP.J2에 후타재 박리 - 차수덮개판 볼트 탈락	- 경년열화, 우수와 노면수의 유입 및 접촉 등에 의한 것으로 손상 정도가 경미하여 지속적인 주의관찰 실시 - 정기적인 청소 필요 - 건조수축, 차량의 반복하중 및 충격에 의한 것으로 폭 0.2mm이하 균열은 지속적인 주의관찰, 폭 0.3mm이상 균열은 주입보수 실시 - 손상정도가 경미하여 주의관찰 - 재설치
교면포장	- 균열 및 망상균열은 주로 갓길에 발생 - S13(갓길)에 골재분리 - S1, S8, S15 갓길에 아스콘 패임	- 차량의 반복하중 및 아스콘 노후화에 의한 것으로 현상유지 후 추후에 교면 재포장 실시 - 아스콘 노후화와 균열면의 우수 유입에 의한 것으로 손상 정도가 경미하므로 현상유지 - 교면 포장시 시공불량에 의한 것으로 손상 정도가 경미하므로 현상유지
배수시설	전반적으로 양호한 상태이며, 배수구 막힘 다수 발생	청소
난간 및 연석	- 방호벽(S6, S8)에 균열(폭 0.2mm이하) - 방호벽(S12)에 균열(폭 0.3mm이하) - 우측 방호벽(S2)에 점검계단 일부 파손	- 손상정도가 경미하여 주의관찰 - 폭 0.3mm이상 균열은 주입보수 실시 - 재설치

2) 기 진단 결과와의 비교, 분석

구 분		손상내용	손상물량		비고
			'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
바닥판		• 균열(0.2mm이하)	8.8/13	0.50/1	(m/개소)
		• 균열부 백태	0.3/1	0.30/1	(m/개소)
		• 철근부식 및 박락	0.70/2	-	(㎡/개소)
		• 백태	-	2.15/4	(㎡/개소)
		• 보수부 박락	-	0.30/1	(㎡/개소)
		• 철근부식 및 백태	-	0.60/1	(㎡/개소)
		• 철물노출	-	0.01/1	(㎡/개소)
거더	내부	• 균열(0.2mm이하)	508.1/810	7.3/15	(m/개소)
		• 철물노출	0.04/1	0.04/1	(㎡/개소)
		• 보수부 재균열	-	1.00/1	(m/개소)
	외부	• 균열(0.2mm이하)	53.3/100	75.80/151	(m/개소)
		• 철물노출	0.03/1	0.04/2	(㎡/개소)
		• 백태	-	0.05/1	(㎡/개소)
격벽		• 균열(0.2mm이하)	117.8/266	5.00/19	(m/개소)
		• 망상균열(0.2mm이하)	0.72/3	-	(㎡/개소)
		• 잡철물 노출	0.04/1	-	(㎡/개소)
하부구조		• 균열(0.2mm이하)	293.3/569	79.80/144	(m/개소)
		• 균열(0.3mm이상)	4.9/7	2.30/3	(m/개소)
		• 망상균열(0.2mm이하)	19.21/34	1.37/9	(㎡/개소)
		• 박락	0.09/1	-	(㎡/개소)
		• 파손	1.65/5	0.21/4	(㎡/개소)
		• 잡철물 노출	0.84/3	-	(㎡/개소)
		• 재료분리	1.50/2	2.32/4	(㎡/개소)
		• 표면오염	3.90/3	3.90/3	(㎡/개소)
교량받침		• 도장박리	0.44/10	0.43/9	(㎡/개소)
		• 부식	1.46/4	4.46/9	(㎡/개소)
		• 이동표시바 탈락	3	3	(개소)
		• 받침콘크리트 균열(0.2mm이하)	0.1/1	-	(m/개소)
		• 무수축물탈 균열(0.2mm이하)	17.2/164	0.80/8	(m/개소)
		• 무수축물탈 파손	0.08/4	0.01/1	(㎡/개소)

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
신축이음장치	• 부식	1.84/4	1.84/4	(㎡/개소)
	• 이물질 퇴적	1.20/2	3.00/2	(㎡/개소)
	• 후타재 파손	12	17	(㎡/개소)
	• 후타재 표면열화	-	3.50/2	(㎡/개소)
	• 후타재 균열(0.2mm이하)	9.9/19	0.50/1	(m/개소)
	• 후타재 균열(0.3mm이상)	7.2/8	26.0/31	(m/개소)
	• 후타재 망상균열(0.2mm이하)	2.62/2	7.47/3	(㎡/개소)
	• 후타재 망상균열(0.3mm이상)	-	0.35/1	(㎡/개소)
	• 후타재 보수부재균열(0.2mm이하)	-	10.40/80	(m/개소)
	• 후타재 박리	-	0.30/1	(㎡/개소)
	• 후타재 파손	0.01/1	-	(㎡/개소)
교면포장	• 균열	23.3/20	59/46	(m/개소)
	• 망상균열	8.00/3	61/10	(㎡/개소)
	• 소성변형	32.50/3	-	(㎡/개소)
	• 골재분리	0.28/1	0.65/2	(㎡/개소)
	• 패임	0.12/3	0.63/5	(㎡/개소)
배수시설	• 배수구 막힘	21	20	(개소)
난간	• 균열(0.2mm이하)	2.4/5	2.8/3	(m/개소)
	• 균열(0.3mm이상)	-	0.60/1	(m/개소)
	• 파손	0.12/1	-	(㎡/개소)
	• 점검로 진입발판 파손	3	3	(㎡/개소)
	• 박리	-	0.03/3	(㎡/개소)
	• 층분리	-	1380/30	(m/개소)
진단의견	• 기점검('12년 정밀안전진단)과 비교하여 기점검시 미확인된 신규 손상이 조사되었으며, 전반적인 보수가 실시되어 손상물량은 감소된 것으로 조사되었다. • 기 손상부는 일부 보수부를 제외한 전반적인 손상이 금회 진단결과와 근사한 것으로 확인되었다.			

나. 내구성조사 결과요약

1) 금회 진단 및 기 진단 내구성조사 결과요약

시 험 명		시험부위		시험 결과		비 고
				'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
콘크리트	비파괴 강도 (MPa)	거더	반발경도	40.6~48.1	40.1~45.0	■ 설계기준강도를 상회함.
			초음파	45.2~52.7	43.3~51.3	
		하부	반발경도	25.4~29.0	25.0~27.3	
			초음파	27.0~31.5	27.2~29.7	
	철근탐사 (mm)	거더	배근간격	120.0~125.0	120.0~130.0	■ 전반적으로 설계값과 근사함.
			피복두께	41.0~47.0	35.0~70.0	
		교대	배근간격	190.0~200.0	200.0	
			피복두께	44.0~64.0	45.0~55.0	
		교각	배근간격	112.0~125.0	120.0~130.0	
			피복두께	78.0~92.0	70.0~115.0	
	탄산화 잔여깊이 (mm)	상부 구조		38.5~47.5	33.0~50.0	■ 상태평가 a
		하부 구조		39.0~59.0	40.0~62.0	■ 상태평가 a
	염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부 구조		0.092~0.138	0.101~0.113	■ 상태평가 a
		하부 구조		0.046~0.115	0.122~0.139	
	균열깊이 (mm)	A1 흥벽부		44.0(피복두께)	45.0(피복두께)	■ 철근덮개 미만으로 측정
				68.8(균열깊이)	32.7(균열깊이)	
A2 흥벽부			-	50.0(피복두께)		
			-	38.3(균열깊이)		
철근부식도 (mV)	A1 흥벽		-	126~188	■ 90% 이상의 확률로 철근부식의 영향 없음.	
종합 평가	■ 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨. ■ 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 철근부식 우려가 없는 상태평가 기준“a”로 검토됨. ■ 균열깊이 측정결과, 철근덮개 미만으로 측정 ■ 금회 진단결과 콘크리트의 비파괴강도, 철근배근상태, 탄산화 깊이 측정결과 전 부재에서 양호한 상태로 조사됨.					

3.2 여주방향

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판	- 구조적인 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이며, 상부플랜지(내부)에 종방향 균열(폭 0.1mm이하) - S9경간 상부플랜지(외부)에 누수 및 백태 - S15경간 상부플랜지(외부)에 표면오염 - S4,S14경간 상부플랜지(외부)에 철근노출	- 세그먼트 이어치기시 신.구 콘크리트의 구속응력과 시공초기 콘크리트 내.외부의 온도차이로 인한 부등건조수축 등에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 ⇒ 상부구조의 횡방향 구조검토 결과, 구조적인 안전성 확보 - 물끊기흙 외측으로 공용 중 우수, 바닥판과 방호벽 시공이음부로의 노면수 유입에 의한 것으로 내구성 저하 방지를 위해 단면보수+씰링재 주입 필요 - 시공미흡 및 누수에 의한 것으로 강관 절단 및 단면보수 필요 - 피복두께 확보를 위한 단면보수 필요
PSC BOX 거더	- 구조적인 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태이며, 복부에 사방향 균열(폭 0.1mm이하) - 복부의 종방향 균열(폭 0.1~0.2mm)과 하부플랜지(외부)에 종방향 균열(폭 0.1mm이하) - 복부 정착단의 정착구 마감물탈에 균열 및 망상균열(폭 0.2mm이하), 백태 - S4경간의 하부플랜지(외부)에 철근노출 - 파손 및 박락, 재료분리, 재료분리 및 철근노출, 철근노출 일부 발생	- 복부에 발생한 사방향 균열은 복부 정착단에서 프리스트레스 도입 초기 긴장력과 시공초기 압출시 및 압출완료 후에 발생한 시공초기 균열로 지속적인 주의관찰 실시 ⇒ 상부구조의 종방향 구조검토 결과, 구조적인 안전성 확보 - 대부분 폭 0.1mm이하 균열로 시공초기 콘크리트 타설순서에 따라 신.구 콘크리트 간 구속응력 및 건조수축과 내.외부의 온도차이로 인한 부등건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 - 균열은 건조수축에 의해, 백태는 시공초기 콘크리트 내부 수분에 의한 것으로 손상 정도가 경미하므로 현상유지 - 시공미흡에 의한 것으로 단면보수(방청) 필요 - 시공시 다짐불량 및 피복부족에 의한 것으로 단면보수 필요
격벽	- 균열 및 망상균열(폭 0.3mm이하) - P13 시점측에 철근노출	- 대부분 폭 0.2mm이하 균열로 시공초기 건조수축 및 수화열에 의한 것으로 폭 0.2mm이하 균열은 지속적인 주의관찰, 폭 0.3mm이상 균열은 주입보수 실시 - 피복두께 확보를 위한 단면보수 필요
하부구조	전반적으로 양호한 상태이며, A1과 A2 구체 및 흙벽부에 균열 및 망상균열(폭 0.3mm이하), 압출 보조장치 작업대(A2측)에 몰탈마감재 망상균열	대부분 미세균열(폭 0.2mm이하)이며, 시공초기 건조수축에 의한 것으로 폭 0.2mm이하 균열은 지속적인 주의관찰, 폭 0.3mm이상 균열은 주입보수 실시

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
하부구조	- 교각에 균열 및 망상균열(폭 0.2mm이하) - A1 구체부 체수 - 철근노출(P6상면), 잡철물 노출(P5, P8 상면), 파손(P12) - A2측 좌측 점검계단 하부 토사유실 - A2 주변에 법면보호공이 미설치	- 대부분 미세균열(폭 0.2mm이하)이며, 폭 0.3mm이상 균열은 주로 교각 상단의 단면변화부에 일부 발생. 상기 손상은 시공초기 건조수축 및 콘크리트 내·외부의 온도차, 모서리의 응력집중 등에 의한 것으로 폭 0.2mm이하 균열은 지속적인 주의관찰, 폭 0.3mm이상 균열은 주입보수 실시 - 신축이음부를 통한 노면수 유입 및 구체 상면 경사불량에 의한 것으로 물받이 접합부에 찢림보수 - 시공미흡과 외부 충격에 의한 것으로 손상 정도가 경미하므로 현상유지 - 우수에 의한 것으로 재정비 및 신축이음(A2) 물받이측면 수직배수관 설치 - 사면의 유실 우려가 있으므로 지속적인 주의관찰 실시
교량받침	- 외관 및 가동상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 받침본체 도장박리 및 부식 - A1, A2에 이동표지바 탈락 - 무수축물탈 균열(폭 0.2mm이하) 및 파손	- 시공미흡과 도장열화, 신축이음부를 통한 노면수 유입 및 접촉(A2-Sh1, Sh2의 경우)에 의한 것으로 부식부위 제거 후 재도장 - 재설치 - 지속적인 주의관찰 실시
신축이음장치	- EXP. J1의 신축이음장치 하부 강판 부식 - EXP. J2의 양끝단(갓길 구간)에 이물질 퇴적 - EXP. J1, J2에 후타재 균열 및 망상균열 - EXP. J1에 경미한 파손 - EXP.J1과 J2의 차수덮개판 볼트 탈락	- 경년열화, 우수와 노면수의 유입 및 접촉 등에 의한 것으로 손상 정도가 경미하여 지속적인 주의관찰, EXP.J2 좌측 끝단의 손상부위는 부식이 심화되어 강판 일부가 소실된 상태이므로 부식부위 제거 후 강판 재설치 - 정기적인 청소 필요 - 건조수축, 차량의 반복하중 및 충격에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 실시 - 보수미흡, 차량의 반복하중 및 충격에 의한 것으로 단면보수 필요 - 재설치
교면포장	S1와 S14에 아스콘 패임	교면 포장시 시공불량에 의한 것으로 손상 정도가 경미하므로 현상유지
배수시설	- 배수구(S9) 그레이팅 탈락 - 배수관 연결부(S1) 배수흡통 이물질 퇴적 - S7 배수관 고정철물 탈락	- 이물질 유입방지를 위해 재설치 - 원활한 배수를 위해 청소 - 연결부 파손등의 손상을 방지하기 위해 재설치
난간 및 연석	- 방호벽(S1, S3~5, S7, S13~15)에 균열(폭 0.2mm이하) - 방호벽(S1, S4~10, S12)에 균열(폭 0.3mm이하) - 점검로 출입문 부식(S1~6)	- 손상정도가 경미하여 주의관찰 - 폭 0.3mm이상 균열은 주입보수 실시 - 재도장

2) 기 진단 결과와의 비교, 분석

구 분		손상내용	손상물량		비고
			'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
바 닥 판	상부 플랜지	• 균열(0.2mm이하)	759.3/803	13.40/5	(m/개소)
		• 망상균열(0.2mm이하)	0.42/1	-	(m ² /개소)
	캔틸 레버	• 균열(0.2mm이하)	4.0/4	-	(m/개소)
		• 균열(0.3mm이상)	2.4/2	-	(m/개소)
		• 철근부식 및 박락	0.45/1	-	(m ² /개소)
		• 철근노출	0.04/1	0.09/3	(m ² /개소)
		• 누수 및 백태	0.12/1	0.68/2	(m ² /개소)
		• 시공마감 미흡 및 누수	0.01/1	-	(m ² /개소)
		• 표면오염	1.20/1	2.40/2	(m ² /개소)
		• 균열부 백태	-	1.50/1	(m/개소)
		• 박리	-	0.20/1	(m ² /개소)
		• 보수부 백태	-	0.50/1	(m ² /개소)
		• 백태	-	44.75/13	(m ² /개소)
		• 철물노출	-	0.04/3	(m ² /개소)
거 더	내부	• 균열(0.2mm이하)	389.8/701	25.3/52	(m/개소)
		• 망상균열(0.2mm이하)	0.36/2	2.18/5	(m ² /개소)
		• 백태	0.10/1	-	(m ² /개소)
		• 철근노출	0.03/3	-	(m/개소)
		• 보수부 재균열(0.2mm이하)	-	4.30/7	(m/개소)
		• 층분리	-	5.60/17	(m/개소)
	외부	• 균열(0.2mm이하)	113.6/156	111.9/138	(m/개소)
		• 파손 및 박락	0.32/2	-	(m ² /개소)
		• 재료분리	0.27/2	0.36/3	(m ² /개소)
		• 재료분리 및 철근노출	0.60/1	0.60/1	(m ² /개소)
		• 박리	-	0.12/2	(m ² /개소)
		• 백태	-	1.00/8	(m ² /개소)
		• 철물노출	-	0.04/1	(m ² /개소)
		• 표면오염	0.12/1	-	(m ² /개소)
		• 들뜸	0.06/1	-	(m ² /개소)
		• 철근노출	0.06/2	-	(m/개소)
격 벽		• 균열(0.2mm이하)	211.9/492	4.90/14	(m/개소)
		• 균열(0.3mm이상)	21.7/31	1.10/4	(m/개소)
		• 망상균열(0.2mm이하)	6.44/10	0.72/3	(m ² /개소)
		• 철근노출	0.01/1	-	(m/개소)
		• 보수부 재균열(0.2mm이하)	-	14.40/12	(m/개소)
		• 보수부 재균열(0.3mm이상)	-	0.50/2	(m/개소)
		• 보수부 박리	-	0.05/1	(m ² /개소)

구 분		손상내용	손상물량		비고
			'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
하부구조		• 균열(0.2mm이하)	307.5/628	149.9/287	(m/개소)
		• 균열(0.3mm이상)	5.6/8	2.10/4	(m/개소)
		• 망상균열(0.2mm이하)	31.34/41	19.67/26	(m ² /개소)
		• 백태	0.02/1	-	(m ² /개소)
		• 파손	0.09/2	0.10/3	(m ² /개소)
		• 철근노출	0.02/2	0.01/1	(m/개소)
		• 표면오염	1.98/3	10.9/5	(m ² /개소)
		• 식생	300.00/1	300.00/1	(m ² /개소)
		• 체수	4.00/2	4.00/2	(m ² /개소)
		• 잡철물 노출	0.01/1	0.02/2	(m ² /개소)
		• 법면보호공 침하	-	1.50/1	(m ² /개소)
		• 마감처리 미흡	-	3.30/1	(m ² /개소)
		• 박락	-	0.02/1	(m ² /개소)
		• 재료분리	-	3.45/3	(m ² /개소)
		• 토사유실	1	1	(개소)
		• 보수부 재균열(0.2mm이하)	-	1.60/5	(m/개소)
		• 보수부 재균열(0.3mm이상)	-	1.20/1	(m/개소)
		• 교각번호판 탈락	-	1	(개소)
교량받침		• 도장박리 및 부식	0.92/4	1.74/6	(m ² /개소)
		• 도장열화 및 부식	0.70/1	-	(m ² /개소)
		• 이동표시바 탈락	1	2	(개소)
		• 균열(0.2mm이하)	8.7/87	8.00/78	(m/개소)
		• 파손	0.07/7	0.03/3	(m ² /개소)
		• 보수부 재균열(0.2mm이하)	-	0.10/1	(m/개소)
신축 이음 장치	본체	• 부식	1.72/6	0.72/2	(m ² /개소)
		• 이물질 퇴적	2.00/2	0.45/1	(m ² /개소)
	후 타 재	• 후타재 균열(0.2mm이하)	23.4/32	15.90/25	(m/개소)
		• 후타재 균열(0.3mm이상)	-	7.80/16	(m/개소)
		• 후타재 망상균열(0.2mm이하)	1.35/1	3.07/2	(m ² /개소)
		• 후타재 파손	-	0.06/4	(m ² /개소)
		• 후타재 망상균열(0.3mm이상)	-	6.30/1	(m ² /개소)
		• 후타재 박리	-	0.02/1	(m ² /개소)
		• 차수덮개판 볼트 탈락	11	14	(개소)
		• 신축이음부 누수	3.00/5	-	(m/개소)

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
교면포장	• 아스콘 패임	0.04/2	0.45/2	(㎡/개소)
	• 철물노출	-	0.04/1	(㎡/개소)
	• 망상균열	-	49.50/3	(㎡/개소)
	• 균열	-	14.7/14	(m/개소)
	• 포트홀	-	0.09/5	(㎡/개소)
	• 박리	-	0.01/1	(㎡/개소)
배수시설	• 배수구 막힘	17	-	(개소)
	• 그레이팅 망실	1	1	(개소)
	• 배수홈통 이물질 퇴적	1	1	(개소)
	• 배수구 고정철물 탈락	-	4	(개소)
난간	• 균열(0.2mm이하)	13.3/16	20.4/29	(m/개소)
	• 균열(0.3mm이상)	27.0/17	32.3/16	(m/개소)
	• 굽힘 및 박리	-	0.64/1	(㎡/개소)
	• 균열부 백태	0.80/1	1.90/4	(m/개소)
	• 박리	-	0.24/4	(㎡/개소)
	• 방음벽 파손	-	0.03/1	(㎡/개소)
	• 점검로 출입문 부식	0.58/7	1.57/6	(㎡/개소)
	• 파손	-	0.01/1	(㎡/개소)
	• 철물노출	-	0.02/2	(㎡/개소)
	• 층분리	-	1381.1/32	(m/개소)
점검구	• 균열(0.2mm이하)	7.4/26	-	(m/개소)
	• 백태	0.72/3	-	(㎡/개소)
진단의견	• 기점검('12년 정밀안전진단)과 비교하여 기점검시 미확인된 신규 손상이 조사되었으며, 전반적인 보수가 실시되어 일부 손상물량은 감소되었으나 교면포장 등은 신규 손상이 증가한 것으로 조사되었다. • 기 손상부는 일부 보수부를 제외한 전반적인 손상이 금회 진단결과와 근사한 것으로 확인되었다.			

나. 내구성 결과요약

1) 금회 진단 및 기 진단 내구성조사 결과요약

시 험 명		시험부위		시험 결과		비 고
				'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
콘크리 트	비파괴 강도 (MPa)	거더	반발경도	41.0~51.4	40.2~45.4	■ 설계기준강도를 상회함.
			초음파	46.5~51.8	41.6~49.4	
		하부	반발경도	25.4~31.2	25.2~26.8	
			초음파	25.4~30.7	24.7~28.7	
	철근탐사 (mm)	거더	배근간격	121.0~125.0	120.0~125.0	■ 전반적으로 설계값과 근사함.
			피복두께	41.0~49.0	35.0~90.0	
		교대	배근간격	195.0~200.0	200.0	
			피복두께	44.0~64.0	40.0~60.0	
		교각	배근간격	120.0~125.0	120.0~125.0	
			피복두께	78.0~92.0	80.0~105.0	
	탄산화 잔여깊이 (mm)	상부 구조		34.0~46.0	35.0~67.0	■ 상태평가 a
		하부 구조		32.0~61.5	33.0~69.0	■ 상태평가 a
	염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부 구조		0.092~0.138	0.118~0.129	■ 상태평가 a
		하부 구조		0.046~0.115	0.139~0.167	
	균열깊이 (mm)	S15 코핑부	42.0(피복두께)	-	-	■ 철근덮개 미만으로 측정
			76.1(균열깊이)	-	-	
		A1 흉벽부	44.0(피복두께)	40.0(피복두께)	-	
			67.6(균열깊이)	30.8(균열깊이)	-	
		A2 흉벽부	-	55.0(피복두께)	-	
			-	41.6(균열깊이)	-	
	철근부식도 (mV)	A1 흉벽		-	121~179	■ 90% 이상의 확률로 철근부식의 영향 없음.
종합 평가		■ 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨.				
		■ 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 철근부식 우려가 없는 상태평가 기준“a”로 검토됨.				
		■ 균열깊이 측정결과, 철근덮개 미만으로 측정				
		■ 금회 진단결과 콘크리트의 비파괴강도, 철근배근상태, 탄산화 깊이 측정결과 전 부재에서 양호한 상태로 조사됨.				

4. 시설물의 상태평가

4.1 내서방향

가. 시설물 전체 상태평가 결과

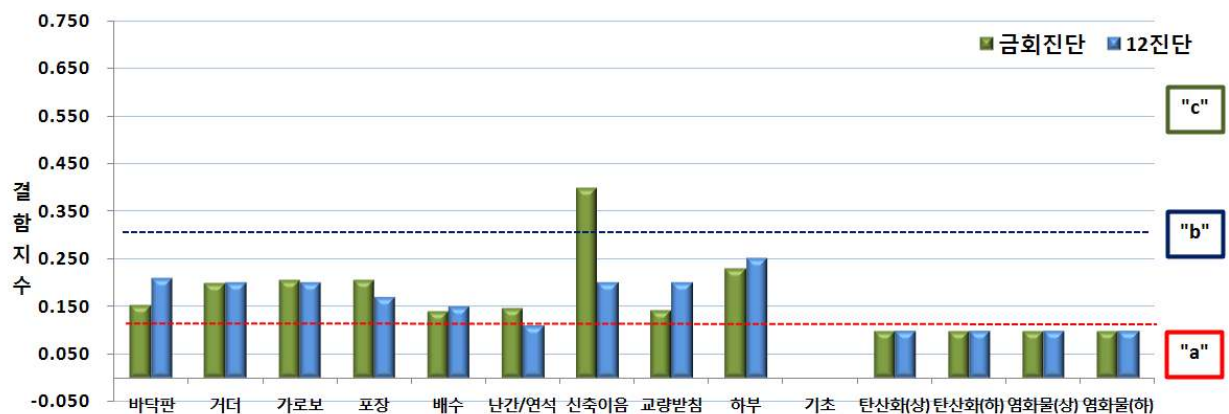
부재의분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간/ 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
S1(A1)	PSC BOX	a	b	b	b	a	a	c	b	c	q	x	a	x	a
S2(P1)	PSC BOX	a	b	a	b	b	a	x	b	b	q	a	x	x	x
S3(P2)	PSC BOX	b	b	a	b	b	a	x	a	b	q	a	x	x	x
S4(P3)	PSC BOX	a	b	b	b	b	a	x	a	b	q	x	a	x	x
S5(P4)	PSC BOX	a	b	b	a	b	a	x	b	a	q	x	x	x	x
S6(P5)	PSC BOX	a	b	b	b	b	b	x	a	b	q	a	x	a	x
S7(P6)	PSC BOX	a	b	b	b	b	a	x	a	b	q	x	x	x	x
S8(P7)	PSC BOX	a	b	b	c	a	b	x	b	b	q	x	x	x	x
S9(P8)	PSC BOX	c	b	b	b	a	b	x	a	b	q	x	a	x	x
S10(P9)	PSC BOX	b	b	b	b	a	a	x	a	b	q	x	x	x	x
S11(P10)	PSC BOX	b	b	b	b	a	a	x	a	b	q	a	x	x	x
S12(P11)	PSC BOX	a	b	b	b	a	c	x	a	b	q	x	x	x	x
S13(P12)	PSC BOX	a	b	c	b	a	a	x	b	b	q	x	x	x	x
S14(P13)	PSC BOX	b	b	c	b	a	a	x	b	b	q	x	a	x	a
S15(P14)	PSC BOX	b	b	a	b	a	b	x	a	c	q	a	x	x	x
A2	PSC BOX	—	—	—	—	—	—	c	b	c	q		a		x
평균		0.153	0.200	0.207	0.207	0.140	0.147	0.400	0.144	0.231	N/A	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		20	20	3	7	3	2	9	9	20	N/A	2	2	1	2
(평균X가중치)/가중치 합		0.031	0.040	0.006	0.014	0.004	0.003	0.036	0.013	0.046	N/A	0.002	0.002	0.001	0.002
결합도 환산점수													0.201		
													B		

- 결합도 범위 : $0.130 \leq \text{결합도 지수}(0.201) \leq 0.260$

나. 기 진단 결과와의 비교, 분석

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2012년 정밀안전진단 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상에 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 상·하부구조의 기 손상들은 국부적으로 보수가 되었으나, 공용 경과에 따른 손상이 증가되었으며, 일부 미보수된 손상 및 보수부 재손상이 발생되었다.
- 또한, 기 진단시 누락된 손상이 추가로 조사되었으며, 공용기간 경과에 따른 손상증가로 인하여 환산결함도 점수가 0.200 ⇨ 0.201으로 증가한 것으로 분석되었다.

구 분		‘12진단		금회 진단		가중치 변화요인
		등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	b	0.210	b	0.153	· 전반적인 보수
	거더	b	0.200	b	0.200	· 거의 변화없음
2차부재	가로보(격벽)	b	0.200	b	0.207	· 부분적인 보수
기타부재	포장	b	0.170	b	0.207	· 일·이방향 균열 증가
	배수	b	0.150	b	0.140	· 부분적인 보수
	난간, 연석	a	0.110	b	0.147	· 균열 손상 증가
	신축이음	b	0.200	c	0.400	· 후타재 손상 증가
받침	교량받침	b	0.200	b	0.144	· 부분적인 보수
하부구조	하부	b	0.250	b	0.231	· 부분적인 보수
	기초	-	0	-	0	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.1	a	0.1	· 거의 변화없음
	탄산화(하부)	a	0.1	a	0.1	
	염화물(상부)	a	0.1	a	0.1	· 거의 변화없음
	염화물(하부)	a	0.1	a	0.1	
합 계		B	0.200	B	0.201	



4.2 여주방향

가. 시설물 전체 상태평가 결과

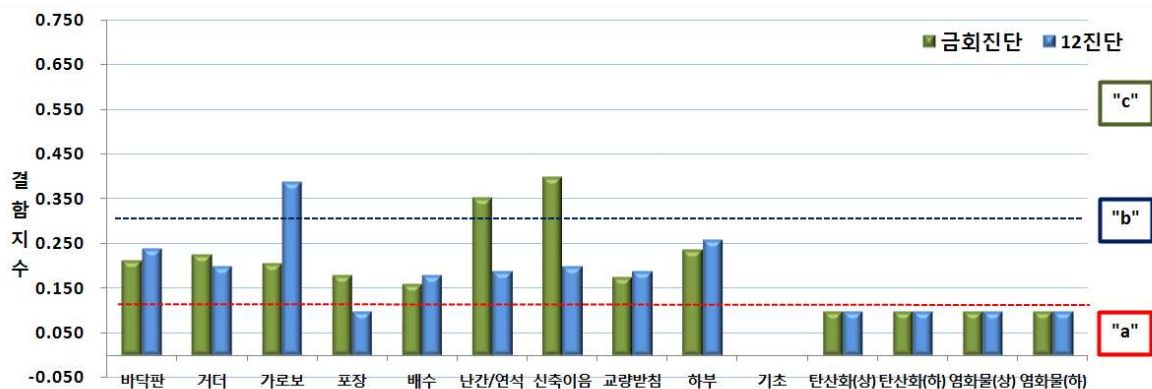
부재의분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간/ 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
S1(A1)	PSC BOX	a	b	a	b	c	c	c	b	b	q	x	a	x	a
S2(P1)	PSC BOX	b	b	a	a	a	c	x	b	b	q	a	x	x	x
S3(P2)	PSC BOX	b	b	a	a	a	b	x	a	b	q	a	x	x	x
S4(P3)	PSC BOX	c	c	b	a	a	c	x	b	b	q	x	a	x	x
S5(P4)	PSC BOX	b	b	b	a	a	c	x	b	b	q	x	x	x	x
S6(P5)	PSC BOX	b	b	c	a	a	c	x	b	b	q	a	x	x	x
S7(P6)	PSC BOX	c	b	b	c	c	c	x	b	c	q	x	x	x	x
S8(P7)	PSC BOX	b	b	c	b	a	c	x	b	b	q	x	x	a	x
S9(P8)	PSC BOX	b	b	b	b	c	c	x	b	b	q	x	a	x	x
S10(P9)	PSC BOX	a	b	c	b	a	c	x	a	b	q	x	x	x	x
S11(P10)	PSC BOX	a	c	b	b	a	a	x	a	c	q	a	x	x	x
S12(P11)	PSC BOX	a	b	a	b	a	c	x	a	b	q	x	x	x	x
S13(P12)	PSC BOX	b	b	b	b	a	b	x	b	b	q	x	x	x	x
S14(P13)	PSC BOX	c	b	b	b	a	c	x	b	b	q	x	a	x	a
S15(P14)	PSC BOX	b	b	a	b	a	c	x	b	b	q	a	x	x	x
A2	PSC BOX							c	b	c	q		a		x
평균		0.213	0.227	0.213	0.180	0.160	0.353	0.400	0.175	0.238	N/A	0.100	0.100	0.100	0.100
가중치		20	20	3	7	3	2	9	9	20	N/A	2	2	1	2
(평균X가중치)/가중치 합		0.043	0.045	0.006	0.013	0.005	0.007	0.036	0.016	0.048	N/A	0.002	0.002	0.001	0.002
결함도 환산점수												0.225			
												B			

- 결함도 범위 : $0.130 \leq \text{결함도 지수}(0.225) \leq 0.260$

나. 기 진단 결과와의 비교, 분석

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2012년 정밀안전진단 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상에 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 상·하부구조의 기 손상들은 국부적으로 보수가 되었으나, 공용 경과에 따른 손상이 증가되었으며, 일부 미보수된 손상 및 보수부 재손상이 발생되었다.
- 또한, 기 진단시 누락된 손상이 추가로 조사되었으며, 공용기간 경과에 따른 손상증가로 인하여 환산결함도 점수가 0.209 ⇨ 0.225으로 증가한 것으로 분석되었다.

구 분		‘12진단		금회 진단		가중치 변화요인
		등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	b	0.240	b	0.213	· 부분적인 보수
	거더	b	0.200	c	0.227	· 균열 손상 증가
2차부재	가로보(격벽)	c	0.390	b	0.207	· 부분적인 보수
기타부재	포장	a	0.100	b	0.180	· 일·이방향 균열 증가
	배수	b	0.180	b	0.160	· 부분적인 보수
	난간, 연석	b	0.190	c	0.353	· 균열 손상 증가
	신축이음	b	0.200	c	0.400	· 후타재 손상 증가
받침	교량받침	b	0.190	b	0.175	· 부분적인 보수
하부구조	하부	c	0.260	b	0.238	· 부분적인 보수
	기초	-	0	-	0	-
내구성요소	탄산화(상부)	a	0.1	a	0.1	· 거의 변화없음
	탄산화(하부)	a	0.1	a	0.1	
	염화물(상부)	a	0.1	a	0.1	· 거의 변화없음
	염화물(하부)	a	0.1	a	0.1	
합 계		B	0.209	B	0.225	



5. 안전성평가

5.1 내서방향

가. 안전성 평가결과

1) 상부구조

구 분			계산식	판정	비고
종방향	허용응력법		$\frac{f_a}{f} = \frac{18.000}{13.014} = 1.38$	O.K	MPa
	강도설계법		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{180,454.6}{95,403.1} = 1.89$	O.K	kN.m
횡방향	단면 검토	상부슬래브 중앙부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{167.58}{129.18} = 1.30$	O.K	kN.m
		캔틸레버 지점부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{640.32}{501.76} = 1.28$	O.K	kN.m
		상부슬래브 지점부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{675.26}{562.61} = 1.20$	O.K	kN.m
		벽 체	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{169.60}{146.30} = 1.16, \frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{514.82}{259.46} = 1.98$	O.K	kN
		하부슬래브 중앙부	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{67.04}{62.36} = 1.08, \frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{183.24}{118.86} = 1.54$	O.K	kN
		하부슬래브 지점부	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{296.80}{92.21} = 3.22, \frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{261.09}{196.35} = 1.33$	O.K	kN

2) 하부구조

구 분				계산식	판정	비고
A2	단면 검토	벽체	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{3,466.332}{1,013.496} = 3.420$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{1,776.697}{337.243} = 5.268$	O.K	kN
		흉벽	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{656.739}{219.377} = 2.994$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{600.941}{101.876} = 5.899$	O.K	kN
	안정성 검토	전도		$\frac{M_r}{M_o} (= 5.408) > 2.0$	O.K	kN.m
		활동		$\frac{H_u}{H} (= 2.356) > 1.5$	O.K	kN
		지지력		$Q_{max} (= 227.559) < 600$	O.K	kN/m ²

구 분				계산식	판정	비고
P9	기둥 검토	교축직각방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{181,863.478}{34,867.443} = 5.216 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{225,725.975}{43,276.900} = 5.216 > 1$	O.K	kN kN.m
		교축방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{161,009.609}{33,526.387} = 4.802 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{190,647.277}{39,697.720} = 4.802 > 1$	O.K	kN kN.m
	안정성 검토	교축 직각 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o} (= 7.757) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H} (= 20.744) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{max} (= 325.097) < 600$	O.K	kN/m ²
		교축 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o} (= 7.648) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H} (= 17.885) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{max} (= 326.389) < 600$	O.K	kN/m ²

나. 내하력 평가결과

PSC Box Girder	허용응력법	$\frac{f_a - (f_d + f_{ps} + f_{cs} + f_{sd} + f_T)}{f_{\ell+I}} = \frac{3.221}{1.642} = 1.96$	DB-24 이상
	강도설계법	$\frac{\phi M_n - (\gamma_d M_d + \gamma_{ps} M_{ps} + \gamma_{cs} M_{cs})}{\gamma_{\ell} M_{\ell} (1 + i)} = \frac{99182.14}{22402.61} = 4.43$	DB-24 이상
바닥판 (강도설계법)		$\frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_{\ell} M_{\ell} (1 + i)} = \frac{621.352}{508.705} = 1.22$	DB-24 이상

5.2 여주방향

가. 안전성 평가결과

1) 상부구조

구 분			계산식	판정	비고
종방향	허용응력법		$\frac{f_a}{f} = \frac{18.000}{13.046} = 1.38$	O.K	MPa
	강도설계법		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{180,454.6}{95,684.0} = 1.89$	O.K	kN.m
횡방향 (방호벽구간)	단면 검토	상부슬래브 중앙부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{167.58}{129.18} = 1.30$	O.K	kN.m
		캔틸레버 지점부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{675.26}{562.61} = 1.20$	O.K	kN.m
		상부슬래브 지점부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{675.26}{562.61} = 1.20$	O.K	kN.m
		벽 체	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{169.60}{146.30} = 1.16, \frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{514.82}{259.46} = 1.98$	O.K	kN
		하부슬래브 중앙부	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{67.04}{62.36} = 1.08, \frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{183.24}{118.86} = 1.54$	O.K	kN
		하부슬래브 지점부	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{296.80}{92.21} = 3.22, \frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{261.09}{196.35} = 1.33$	O.K	kN
횡방향 (방음벽구간)	단면 검토	상부슬래브 중앙부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{167.58}{130.00} = 1.29$	O.K	kN.m
		캔틸레버 지점부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{640.32}{528.91} = 1.21$	O.K	kN.m
		상부슬래브 지점부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{675.26}{575.31} = 1.17$	O.K	kN.m
		벽 체	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{169.60}{144.16} = 1.18, \frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{514.82}{245.01} = 2.10$	O.K	kN
		하부슬래브 중앙부	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{67.04}{65.27} = 1.03, \frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{183.24}{122.59} = 1.49$	O.K	kN
		하부슬래브 지점부	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{296.80}{95.11} = 3.12, \frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{261.09}{201.99} = 1.29$	O.K	kN

2) 하부구조

구 분				계산식	판정	비고
A1	단면 검토	벽체	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{7,455.180}{3,056.414} = 2.439$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{1,548.078}{679.537} = 2.278$	O.K	kN
		흉벽	힘모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{656.739}{222.036} = 2.958$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{600.941}{102.652} = 5.854$	O.K	kN
	안정성 검토	전도		$\frac{M_r}{M_o} (= 3.316) > 2.0$	O.K	kN.m
		활동		$\frac{H_u}{H} (= 2.224) > 1.5$	O.K	kN
		지지력		$Q_{max} (= 557.425) < 600$	O.K	kN/m ²
P10	기동 검토	교축직각방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{182,639.937}{34,494.373} = 5.295 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{224,344.480}{42,370.920} = 5.295 > 1$	O.K	kN kN.m
		교축방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{159,356.940}{33,167.666} = 4.805 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{192,113.721}{39,985.480} = 4.805 > 1$	O.K	kN kN.m
	안정성 검토	교축 직각 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o} (= 6.696) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H} (= 20.717) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{max} (= 336.792) < 600$	O.K	kN/m ²
		교축 방향	전도	$\frac{M_r}{M_o} (= 7.538) > 2.0$	O.K	kN.m
			활동	$\frac{H_u}{H} (= 17.522) > 1.5$	O.K	kN
			지지력	$Q_{max} (= 325.552) < 600$	O.K	kN/m ²

나. 내하력 평가결과

PSC Box Girder	허용응력법	$\frac{f_a - (f_d + f_{ps} + f_{cs} + f_{sd} + f_T)}{f_{\ell+I}} = \frac{3.205}{1.642} = 1.95$	DB-24 이상
	강도설계법	$\frac{\phi M_n - (\gamma_d M_d + \gamma_{ps} M_{ps} + \gamma_{cs} M_{cs})}{\gamma_{\ell} M_{\ell} (1 + i)} = \frac{99029.883}{22402.613} = 4.42$	DB-24 이상
바닥판 (강도설계법)		$\frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_{\ell} M_{\ell} (1 + i)} = \frac{608.655}{508.705} = 1.20$	DB-24 이상

6. 종합평가 및 안전등급의 지정

6.1 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
옥성대교(내서)	0.201	B	1.65(거더) 1.90(바닥판)	A	B
옥성대교(여주)	0.227	B	1.61(거더) 1.02(바닥판)	A	B
종합평가	• 옥성대교(내서, 여주)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한“B”로 평가됨 • 안전성평가 결과 양방향 모두 최소 안전율 1.0이상으로“A”로 평가됨 • 상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과 옥성대교(내서, 여주)는 “B”로 평가됨				

6.2 안전등급 지정

안전등급	구조물명	안전등급
	옥성대교(내서)	B등급(양호)
	옥성대교(여주)	B등급(양호)

7. 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 보수·보강 및 개략공사비

가. 내서방향

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판	균열부백태	주입보수	0.30	0.45	m ²	70	32	2	
	백태	표면처리	2.15	3.23	m ²	58	187	2	
	보수부박락	단면보수	0.30	0.45	m ²	138	62	2	
	철근부식및백태	단면보수(방청)	0.60	0.90	m ²	240	216	2	
BOX거더	백태	표면처리	0.05	0.08	m ²	58	4	2	
하부구조	균열(0.3mm이상)	주입보수	2.30	3.45	m	70	242	2	
	파손	단면보수	0.21	0.32	m ²	138	43	3	
	재료분리	단면보수	2.32	3.48	m ²	138	480	3	
	점검계단하부토사유실	재정비	1	1	EA	500	500	3	
	균열부백태	주입보수	0.40	0.60	m	70	42	3	
	보수부재균열(0.3mm이상)	주입보수	4.90	7.35	m	70	515	2	
받침장치	도장박리	바탕처리및재도장	0.43	0.65	m ²	55	35	2	
	부식	바탕처리및재도장	4.46	6.69	m ²	55	368	2	
	이동표지바탈락	재설치	1	1	EA	20	20	3	
신축이음	이물질퇴적	청소	3.00	4.50	m ²	40	180	3	
	차수덮개판bolt탈락	재설치	17	17	EA	10	170	3	
교면포장	망상균열	팻칭보수	61.00	91.50	m ²	68	6,222	2	
배수시설	배수구막힘	청소	20	20	EA	5	100	3	
방호벽	균열(0.3mm이상)	주입보수	0.6	0.90	m	70	63	3	
	점검로진입발판파손	재설치	3	3	EA	20	60	3	
	층분리	표면처리	345.00	517.50	m	58	30,015	3	
부대공(교통통제 및 고소장비 등)		교통통제			일	2,000			
		교량점검차			일	1,700			
		고소차			일	50			
순공사비 합계(천원)							39,556		
제경비(순공사비×50%)							19,778		
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					-		
		2순위					11,824		
		3순위					47,511		
개략공사비(천원)							59,334		

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.

※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.

※ 상기 개략공사비는 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

나. 여주방향

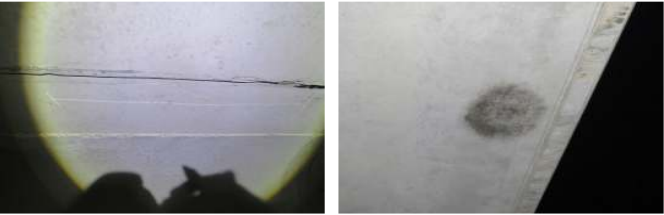
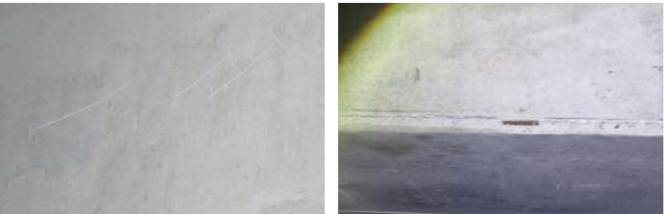
구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판	백태	표면처리	44.75	67.13	m ²	58	3,893	2	
	보수부백태	표면처리	0.50	0.75	m ²	58	44	2	
	박리	단면보수	0.20	0.30	m ²	138	41	2	
	철근노출	단면보수(방청)	0.09	0.14	m ²	240	32	2	
	누수및백태	표면처리	0.68	1.02	m ²	58	59	2	
		주입보수	2.20	3.30	m	70	231		
	균열부백태	주입보수	1.50	2.25	m	70	158	2	
BOX거더	층분리	표면처리	1.40	2.10	m ²	58	122	2	
	박리	단면보수	0.12	0.18	m ²	138	25	2	
	재료분리	단면보수	0.36	0.54	m ²	138	75	2	
	철근노출	단면보수(방청)	0.60	0.90	m ²	240	216	2	
	백태	표면처리	1.00	1.50	m ²	58	87	2	
격벽	균열(0.3mm이상)	주입보수	1.10	1.65	m	70	116	2	
	보수부재균열(0.3mm이상)	주입보수	0.5	0.75	m	70	53	2	
	보수부박리	단면보수	0.05	0.075	m ²	138	10	2	
하부구조	균열(0.3mm이상)	주입보수	2.10	3.15	m	70	221	2	
	파손	단면보수	0.10	0.15	m ²	138	21	3	
	철근노출	단면보수(방청)	0.01	0.02	m ²	240	4	2	
	식생	제거	1	1	식	300	300	3	
	박락	단면보수	0.02	0.03	m ²	138	138	3	
	재료분리	단면보수	3.45	5.18	m ²	138	714	3	
	토사유실	재정비	1	1	EA	500	500	3	
	보수부재균열(0.3mm이상)	주입보수	1.20	1.80	m	70	126	2	
	교각번호판탈락	재설치	1	1	EA	30	30	3	
받침장치	도장박리및부식	바탕처리및재도장	1.74	2.61	m ²	55	144	2	
	이동표시바탈락	재설치	1	1	EA	20	20	3	
신축이음	이물질퇴적	청소	0.45	0.68	m ²	40	27	3	
	차수덮개판볼트탈락	재설치	14	14	EA	10	140	3	

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
교면포장	망상균열	패칭보수	49.50	74.25	m ²	68	5,049	2	
배수시설	그레이팅망실	재설치	1	1	EA	122	122	3	
	이물질퇴적	청소	1	1	식	20	20	3	
	배수구고정철물탈락	재설치	4	4	EA	50	50	3	
방호벽	균열(0.3mm이상)	주입보수	32.3	48.45	m	70	3,392	3	
	점검로출입문부식	바탕처리및재도장	1.57	2.36	m ²	55	130	3	
	충분리	표면처리	345.00	517.50	m	58	30,015	3	
부대공(교통통제 및 고소장비 등)		교통통제			일	2,000			
		교량점검차			일	1,700			
		고소차			일	50			
순공사비 합계(천원)							46,321		
제경비(순공사비×50%)							23,161		
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					-		
		2순위					16,055		
		3순위					53,427		
개략공사비(천원)							69,482		

- ※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.
- ※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.
- ※ 일부 손상은 보수물량 산정시 보수단가 및 방법을 고려하여 단위 및 물량 변경.
- ※ 상기 개략공사비는 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

7.2 유지관리방안

7.2.1. 부재별 중점유지관리 사항

부재	중점점검내용	주요사진
교면 포장 및 배수시설	·균열 및 망상균열, 소성변형, 패임 등의 손상 진전여부 ·배수구 막힘, 배수관 길이부족 확인 	 <일방향균열>
방호벽	·균열 진전여부 및 추가발생 여부 ·균열 보수 후 진전여부 	 <방호벽 균열>
바닥판	·균열(종균열) 진전여부 및 추가발생 여부 ·바닥판 철근부식 및 백태 진전여부 및 추가발생 여부 	 <캔틸레버 하면 백태>
PSC BOX	·균열(복부 사방향균열, 수평균열 등) 진전여부 및 추가발생 여부 	 <거더외부 균열>

부재	중 점 점 검 내 용	주요사진
교량 받침	·받침콘크리트 균열 진전상태 확인 ·교량받침 플레이트 부식 진전여부  	 <플레이트 부식>
신축 이음 장치	·후타재 균열 및 망상균열 ·중차량 통행에 의한 파손 및 박락 발생 여부  	 <본체 부식>
하부 구조	·균열의 진전여부 및 추가손상발생 여부(보수 후 상태확인) ·교대 신축이음 누수로 인한 하부구조 열화 진전여부 ·토사유실 발생시 법면보호공 설치 검토 필요  	 <교각기둥 망상균열>

7.2.2. 중점유지관리항목

가. 중점유지관리 개요

금회 정밀안전진단 결과, 본 교량의 구조물의 안전성을 저해할만한 손상은 발생하지 않은 전반적으로 건전한 상태로 조사되었으며, 상부구조(바닥판 및 거더)에 발생한 균열은 대부분 폭 0.1mm이하 미세균열이나 향후 지속적인 중점관리를 통한 균열폭 진전여부 등에 대해 유지관리를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

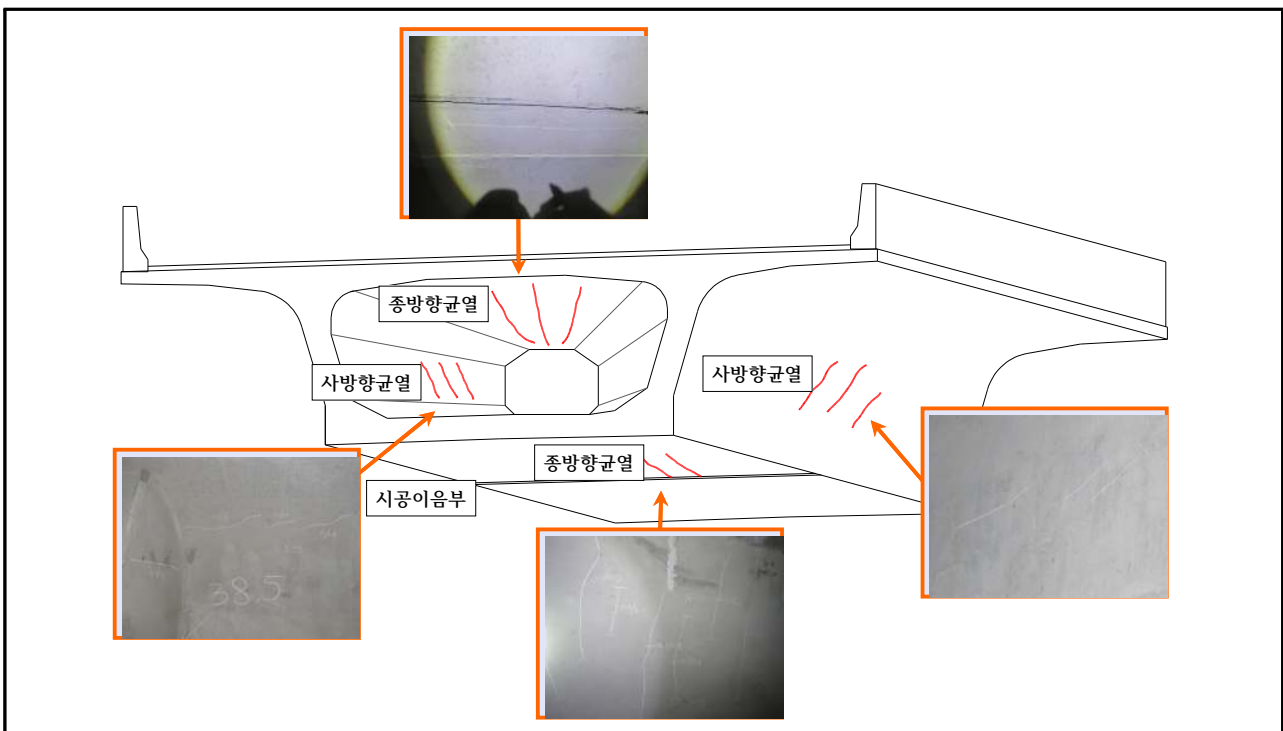
나. 상부구조 미세균열(폭0.2mm이하)진전 여부 확인

1) 선정사유

상부구조인 바닥판 및 PSC Box 거더 내·외부에 폭 0.1mm이하 균열이 조사되었다. 전반적으로 비구조적인 미세균열로 현시점에서 보수를 필요로 하지 않으나 교량 주부재에 나타난 것으로 지속관찰이 필요한 것으로 판단된다.

2) 현장조사결과

바닥판 상부플랜지 하면에는 폭 0.1mm이하 종방향 균열은 불규칙한 연속성이 없는 형태를 나타내고 있으며, PSC Box 내·외부의 복부에 주로 발생한 사방향의 미세균열은 복부 정착단 주변, 지점부와 복부 정착단 사이에 발생하였다. 또한, 박스 외부 하부플랜지 종방향 균열은 시공이음부에 집중되어 있으나, 미세균열로 비구조적인 균열로 판단된다.



3) 향후관리방안

대부분 폭 0.2mm이하의 시공초기 발생된 균열로서 구조검토결과, 구조적인 안전성을 확보하고 있는 것으로 검토 되었으며, 균열 폭 및 손상규모도 경미하고 현재까지 추가적인 진전은 없는 상태이다. 특히, 거더 내외부의 복부 정착단 주변에 발생된 사방향균열에 대해서는 지속적인 중점관찰을 통한 손상진전여부에 대해 주의관찰이 필요한 것으로 판단된다.

8. 종합결론

옥성대교(내서, 여주)는 중부내륙선 130.8km지점에 위치하여 인근의 산악지대를 통과하게 시공된 15경간연속 PSC Box Girder 형식의 교량구조물이다. 본 과업은 옥성대교(내서, 여주) 준공 이후(2001년) 두 번째 시행되는 정밀안전진단으로, 자료 분석을 포함하여, 현장조사, 각종시험 및 구조안전성평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

가. 현장조사 및 상태평가 결과

- 외관조사 결과 상부구조의 경우 전반적인 초기 건전성을 확보하고 있는 양호한 상태이며, 일부구간 바닥판의 종균열(0.1mm이하), PSC BOX 내부 복부의 종.사방향균열(0.1mm이하), 격벽부의 균열(0.2~0.3mm), 신축이음 단부측 보수부 박락 등의 손상이 조사되었다. 균열발생의 원인으로 대부분이 콘크리트 구속응력 및 콘크리트 내.외부 온도차, 초기 프리스트레스 도입시 응력 등 시공초기에 발생한 손상이며, 균열폭이 미세한 표면균열로서, 보수의 필요성은 없는 상태이다. 단, PSC BOX 캔틸레버부 철근부식 및 백태, 누수 및 백태, 격벽부의 0.3mm균열 등은 내구성 확보를 위한 보수조치가 요구된다.
- 교량의 하부구조 또한 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며, 교대 및 교각부에 0.1~0.3mm균열이 조사되어 보수가 필요하며, 교량받침은 공용기간중 신축이음의 누수가 발생하여 플레이트 부식이 발생한 상태로서 보수 및 유지관리가 필요하다.
- 콘크리트의 내구성조사결과 강도, 철근배근상태, 콘크리트의 탄산화, 염분함유량 등의 시험항목에 대해서 기준을 만족하는 양호한 품질을 유지하고 있는 상태로 평가되었다.
- 상태평가결과 전반적으로 양호하나 PSC Box내부의 균열, 하부구조의 균열, 신축이음 단부측의 단면결손 등이 조사되어 내구성증진을 위한 보수를 필요로 하는“B(0.201(내서), 0.227(여주))”의 상태로 평가되었다.

나. 안전성평가 결과

- 전차 진단보고서를 활용한 안전성 검토결과, 상부구조인 PSC Box거더의 최소안전율이 1.0이상으로 나타나 안전성을 확보하고 있으며, 내하율도 1.0이상 설계하중 DB(DL)-24이상의 내하력을 보유하고 있는 상태로 평가되었다. 또한, 하부구조에서도 안전성에 문제가 없는 것으로 분석되었다.

다. 결론

- 옥성대교(내서, 여주)는 15여년의 공용기간이 경과한 교량시설물로서 공용중 전반적인 외관상태는 양호하게 평가되었으나, 수화열, 초기수축 등 양생조건의 영향 및 콘크리트 구속응력, 초기 프리스트레스 도입 등의 시공조건의 영향 등으로 인해 초기 발생한 균열(BOX 내부 종균열, 복부의 종, 사방향균열, 격벽부 균열, 교각부 균열 등)이 조사되어 국부적인 보수 및 지속적인 유지관리가 필요한 것으로 평가되었다.
- 따라서, 본 교량의 상태평가 및 안전성평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』로 평가되었으며, 결함 및 손상 부위(균열, 단면결손 등)에 대하여 금회 진단 보고서에 제시된 보수를 시행하고 중점유지관리가 필요구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등급(DB-24)로서의 기능을 유지할 수 있을 것으로 판단된다.

제 7장 장천교(여주)

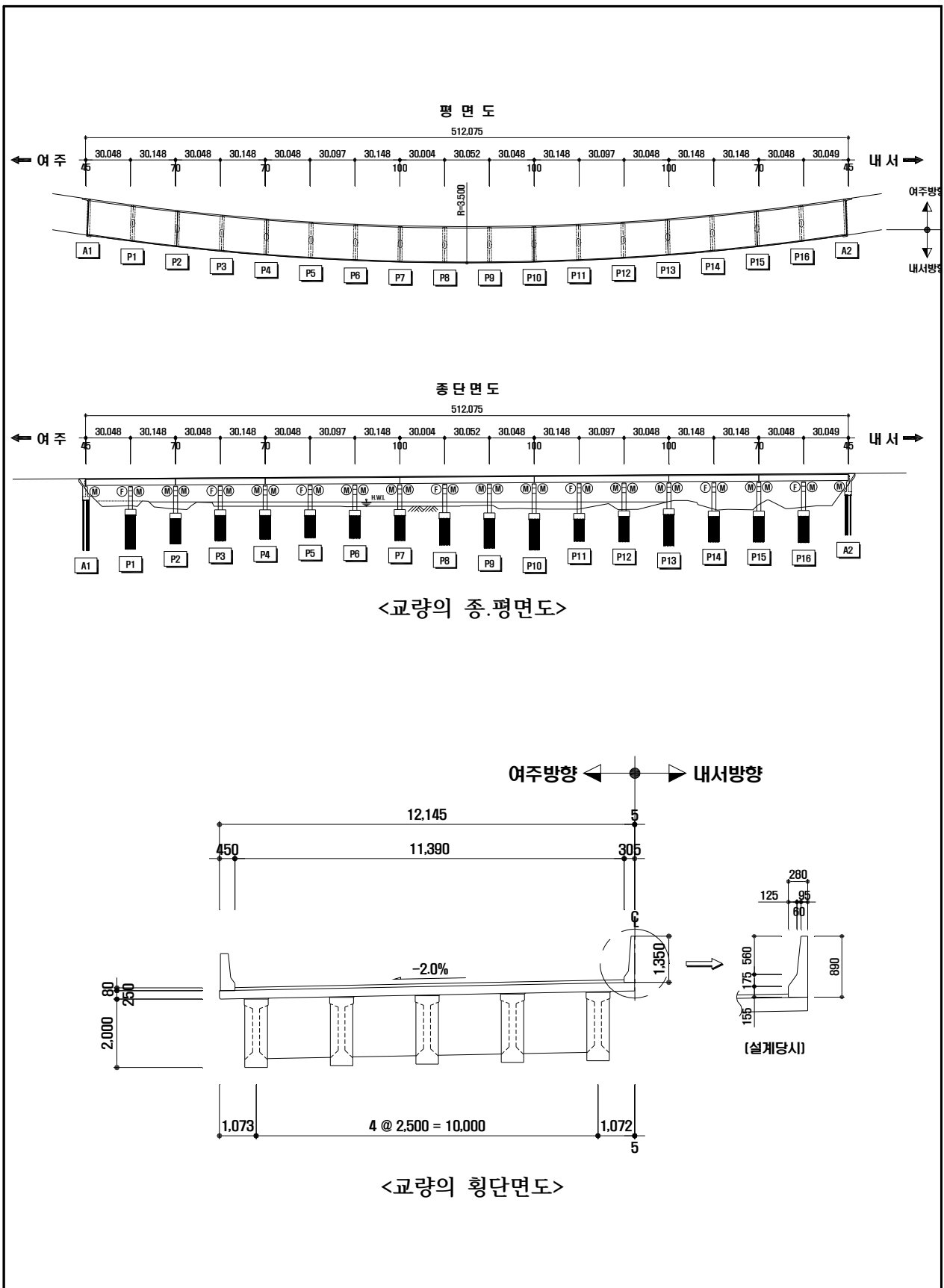
1. 시설물의 개요
2. 자료수집 및 분석
3. 현장조사 및 시험
4. 시설물의 상태평가
5. 시설물의 안전성평가
6. 종합평가 및 안전등급의 지정
7. 보수·보강 및 유지관리방안
8. 종합결론

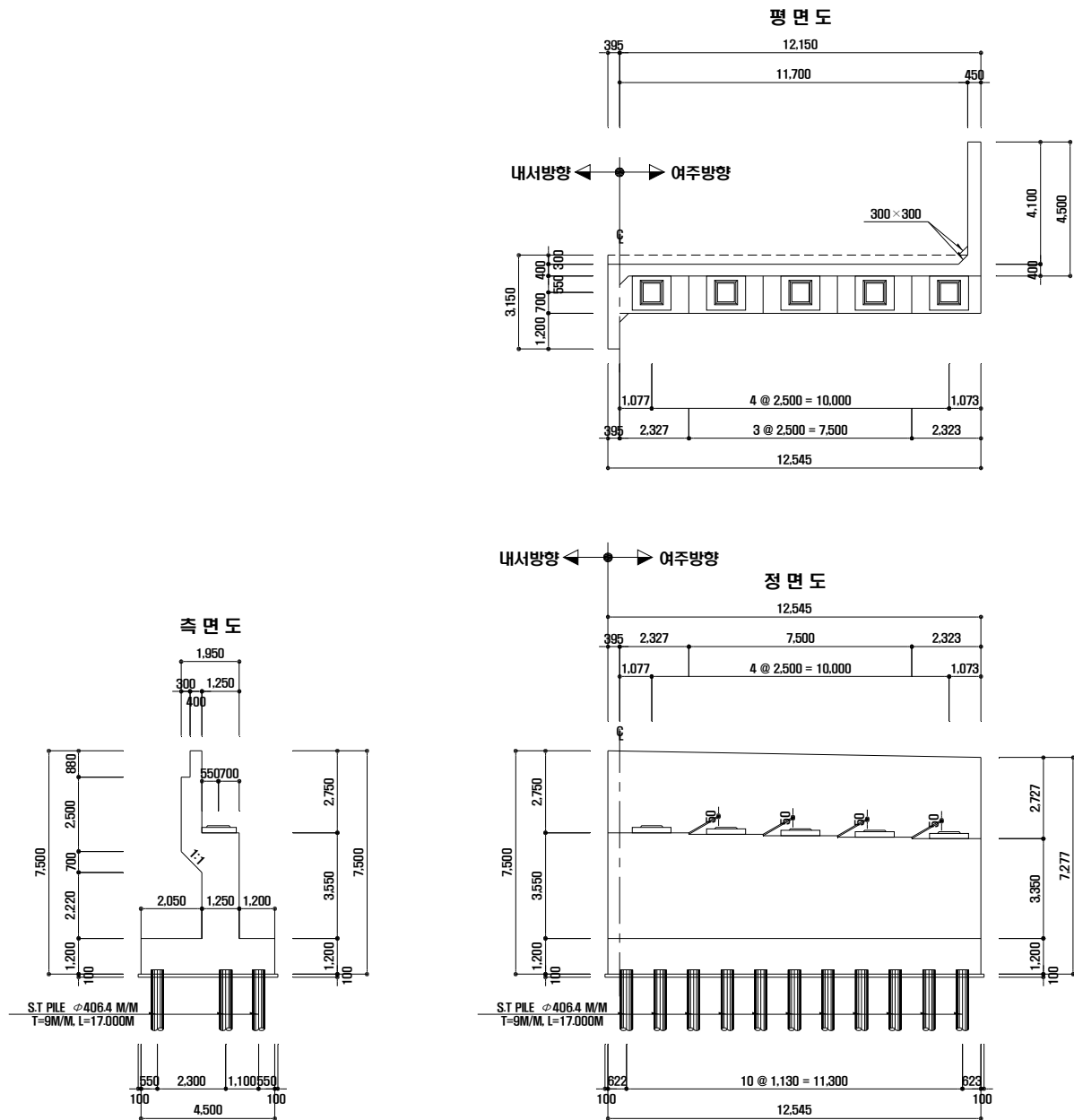
1. 시설물의 개요

가. 시설물의 현황

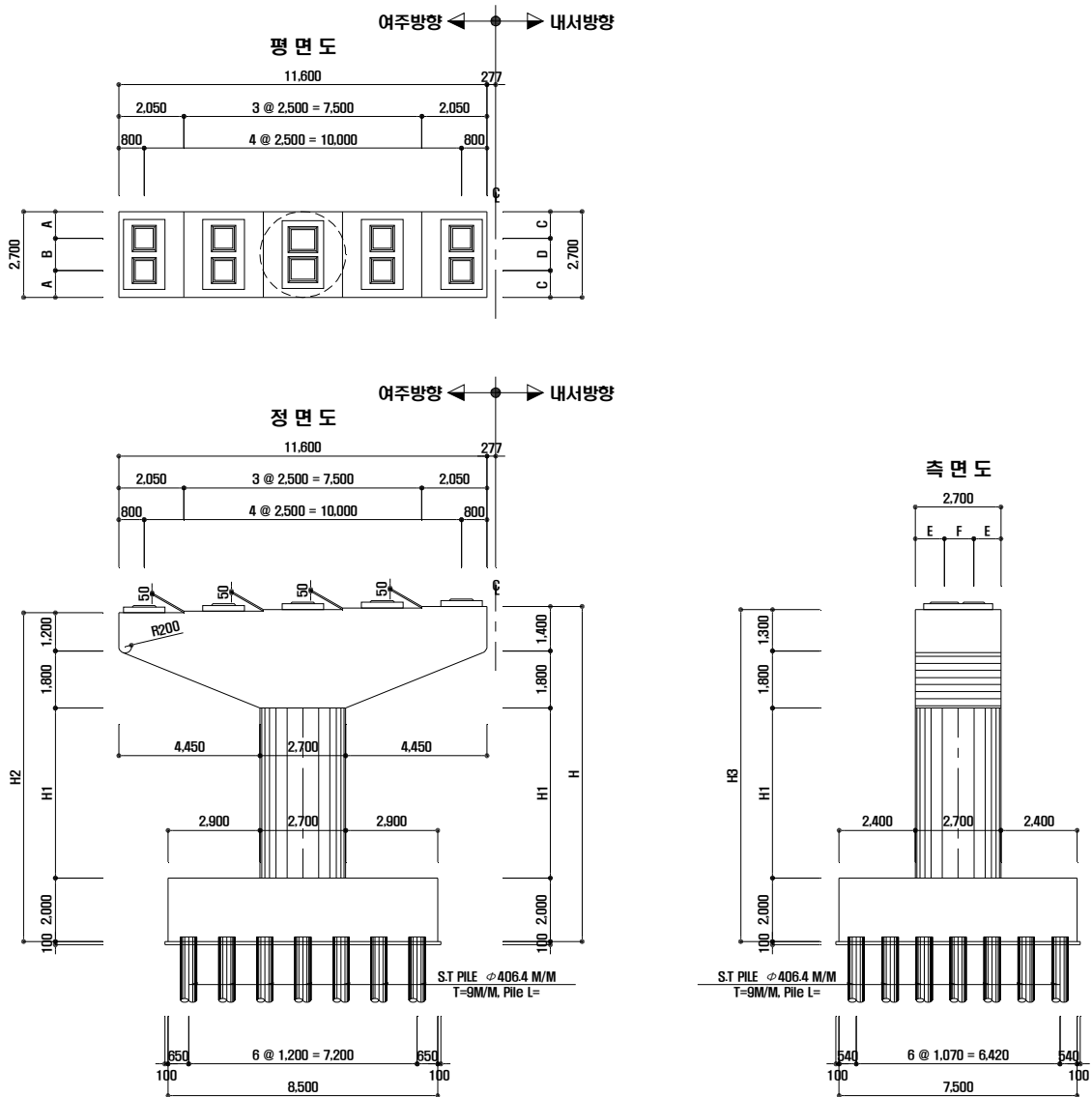
구 분		내 용		구 분		내 용	
시설물명		장천교(여주)(여주)		시설물번호		-	
준공년월		2001년 12월		관리번호		-	
시설물위치		경상북도 상주시 낙동면 내곡리					
설계하중		DB-24		노선명(이정)		중부내륙선(140.66km)	
제원	연장	L = 512.075m(30.048+30.148+30.048+30.148+30.048+30.097+30.148+30.004+30.052+30.048+30.148+30.097+30.048+2@30.148+30.048+30.049=511.475m, 0.600m:신축이음유간)					
	폭	B = 12.145m, 2차로(유효폭 : 11.390m)					
구조 형식	상 부	PSCI 형교		기초 형식	교대	강관말뚝기초	
	하 부	교대 : 역T형 교각 : T형			교각	강관말뚝기초	
교량받침		탄성받침		신축이음		A1,A2,P2,P4,P15 : New Monocell Joint P7,P10,P13 : Rail Jont	
교차시설물		하천(장천) 횡단 S1 : 지방도 횡단		통과높이		약 3.0~5.5m	
설 계 사		(주)만영엔지니어링		시 공 사		쌍용건설(주),(주)신한, 삼용건설	
내진설계유무		적용		관리주체		한국도로공사 경북본부 상주시사	
부착시설내용		- 교량 점검로(P2,P4,P7,P9~P13,P15)					
기 타		※ 종,평면도 본보고서 수록 - 사각이 없는 곡선교(R=3,500m) - 설계도서 및 구조계산서유무 : 유 - 보수보강여부 : 하자만료전 균열보수, 신축이음 교체(P2,P4,P15), 받침도장 등					

나. 시설물 주요도면





<교대(A1) 일반도>



치수표

구분	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16
H	9.707	11.058	10.059	10.160	10.262	10.553	10.414	11.516	11.677	11.948	12.069	11.300	10.551	11.603	11.704	11.386
H1	4.507	5.858	4.859	4.960	5.062	5.353	5.214	6.316	6.477	6.748	6.869	6.100	5.553	6.403	6.504	6.386
H2	9.507	10.858	9.859	9.960	10.062	10.353	10.214	11.316	11.477	11.748	11.869	11.100	10.351	11.403	11.504	11.186
H3	9.607	10.958	9.959	10.060	10.162	10.453	10.314	11.416	11.577	11.848	11.969	11.200	10.451	11.503	11.604	11.286
A	899	863	899	863	899	899	848	899	899	848	899	899	848	899	863	899
B	902	974	902	974	902	902	1,004	902	902	1,004	902	902	1,004	902	974	902
C	856	820	856	820	856	856	805	856	856	805	856	856	805	856	820	856
D	988	1,060	988	1,060	988	988	1,090	988	988	1,090	988	988	1,090	988	1,060	988
E	877.5	841	877.5	841	877.5	877.5	826	877.5	877.5	826	877.5	877.5	826	877.5	841	877.5
F	945	1,018	945	1,018	945	945	1,048	945	945	1,048	945	945	1,048	945	1,018	945
Pile L=	11,500	8,500	8,500	8,000	7,500	7,500	8,500	9,000	10,000	10,500	7,500	8,500	10,500	8,500	8,500	9,000

<교각 일반도>

2. 자료수집 및 분석

2.1 보수·보강 이력

구분	공사기간	설계자	시공자	공사명	보수·보강 내용	공사금액(원)
보수	2008.05.07 ~ 2008.12.26	-	-	유지보수 공종별 도급공사	• 도장보수 (교량받침 : 68EA) • 신축이음장치(뉴모노셀) 교체 (A2 : 11.4m)	13,618,000
보수	2008.10.02 ~ 2008.11.02	정연웅	(주)대웅 건설	2008년 유지보수 공종별 도급공사	• 신축이음 교체 (L=11.0m)	10,000
보수	2009.10.07~ 2009.11.20	-	삼주 기업(주)	상주지사관내 신축이음장치 개량공사	• 신축이음장치(뉴모노셀) 교체 (A1, P2, P4, P15 : 11.4m @4EA)	22,000,000
보수	2010.04.30 ~ 2010.05.03	-	(주)규진 건설	상주지사 시설물 유지보수 연간단가 공사	• 기타 (배수시설:경간 17, 2EA)	17,258
보수	2011.05.02~ 2011.12.31	-	(주)협진 건설	상주지사 시설물 유지보수 연간단가 공사	• 보수 (신축이음 후타재 보수 A2, 1m)	-
※ 2012년 정밀안전진단 보고서, 시설물정보관리종합시스템(FMS)참조						

2.2 자료수집 및 분석 결과요약

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	○ 준공도면 및 구조계산서 - 구조계산서 및 수리계산서 - 설계도면 - 종합보고서 - 일반보고서 - 종합보고서 - 교량일반보고서 - 토질조사보고서	○ 설계도면, 일반보고서는 설계 당시 기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ○ 구조계산서 및 구조물도의 구조물 치수는 전반적으로 동일한 것으로 확인되었음.	○ 주요부재에 대해 현장조사 시 부재치수를 실측하여 준공도면과 비교.검토함 : 치수가 동일할 경우 준공도면을 기준으로 과업 진행 : 치수가 상이한 부재에 대해 도면을 재작성하며 실측치를 구조계산에 반영함

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
유 지 관 리 자 료	○ 하자만료전 정밀점검 보고서 (2011.12) ○ 정밀안전진단 보고서 (2012.11) ○ 보수.보강 이력 ⇒ 한국도로공사 시스템 내 교량관리대장 참조	○ 외관조사 결과, 교면포장 균열 및 소성변형, 바닥판 하면 및 거더의 균열 또는 단면손상, 신축이음 후타재 균열 및 본체 부식 등이 주요 손상으로 검토됨 ○ 시험 및 측정결과, 설계기준과 유사한 상태임 ○ 신축이음장치 교체 및 고무재 보수 실시(2008년, 2009년) ○ 교량받침 도장보수 실시 (2008년)	○ 전회 진단결과와 금회 진단결과를 비교.검토하여 추가 손상 및 진전 여부를 확인하여 대책방안 마련 ○ 전회 진단결과와 비교.검토하여 내구성 저하 여부 확인 ○ 보수부 여부 및 재 손상 확인 ○ 보수부 및 균열 진행성 확인

3. 현장조사 및 시험

가. 외관조사 결과요약

1) 금회 진단 외관조사 결과요약

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
바닥판	• 바닥판 하면에 국부적인 균열(0.2mm이하) 발생 • 캔틸레버 측면에 백태, 철근부식 및 박락, 박리/박락/파손/들뜸 • 바닥판 신축이음단부 박리/박락/철근노출 • 바닥판 하면의 일부 경간에 경미한 재료분리와 철근노출 • 배수관주변 누수/백태 • 잡철물 및 물끓기흙 설치불량	• 시공초기 건조수축에 의한 것으로 지속적인 주의관찰 • 신축이음 및 방호벽과 바닥판 시공이음부의 누수 등에 의해 발생된 것으로 단면보수(방청)(철근부식 및 박락), 백태보수+주입보수(우레탄) 필요 • 신축이음 차수방안과 연계하여 단면보수(방청)실시 • 재료분리는 지속적인 주의관찰 실시, 철근노출은 단면보수(방청)실시 • 교면재포장 시 교면방수 실시 • 손상정도가 경미하여 주의관찰

구 분	주요결함 및 외관조사 결과	검토의견
PSC거더	• 거더 단부(S2-P2지점, S4-P4지점) 측면에 박리/박락/철근노출 발생 • 거더하면 insert Plate 주변에 주로 발생한 박리/파손 등 • 거더 단부 측면에 경미한 균열 및 망상균열(0.1mm이하) • 거더 복부 하단에 발생한 재료분리	• 신축이음부 누수에 의해 거더 단부측 발생한 것으로 단면보수(방청) 및 유도배수시설설치가 요구됨. • 받침장치 주변에 발생되어 장기적인 내구성 및 사용성 저하방지를 위해 단면보수가 필요 • 손상정도가 경미하여 주의관찰 • 손상정도가 경미하여 주의관찰
가로보	• 지점부(S2-P2지점, S4-P4지점) 하면에 들뜸, 박락 및 철근노출 발생 • 경미한 백태 • 가로보 하단에 발생한 국부적인 재료분리	• 신축이음부 누수에 의해 거더 단부측 발생한 것으로 단면보수(방청) 및 유도배수시설설치가 요구됨. • 손상정도가 경미하여 주의관찰 • 손상정도가 경미하여 주의관찰
하부구조	• 구조적인 손상이 발생하지 않은 상태이며, 교대 및 교각 콘크리트 표면에 발생한 균열 및 망상균열(0.2mm이하) • 국부적으로 발생한 균열(0.3mm이상) • 교대 및 교각에 조사된 경미한 백태 • 국부적인 박리/박락/파손/재료분리 • 표면오염 및 체수가 코핑 및 교대 흙벽측에서 조사됨	• 손상 정도가 경미하여 주의관찰 • 내구성확보 차원에서 주입보수가 요구됨 • 손상 정도가 경미하여 주의관찰 • 단면보수가 요구됨 • 신축이음누수에 의해 발생한 것으로 지속적인 관찰을 통한 2차손상 발생에 주의
교량받침	• 외관 및 가동상태는 전반적으로 양호한 상태이며, 받침 부식, 도장박리 • 들뜸 / 스톱퍼협착 / 편기 • 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열(0.2mm이하), 파손, 박락, 들뜸 • 받침콘크리트 재료분리, 잡철물 노출	• 부식부 제거 후 재도장 필요 • 손상 정도는 경미하나 중점관찰을 통한 2차손상 발생여부에 주의 • 지속적인 주의 관찰 실시 • 손상 정도가 경미하여 주의관찰
신축이음장치	• 본체 부식, 본체 고무재 이격(A1, P2), 신축이음부 누수(A1,P2,P4,P15,A2) • 후타재 균열 및 파손	• 신축이음누수로 2차손상 초래하고 있는 상태이며, 유도배수시설설치 등의 차수대책이 우선적으로 필요함 • 지속적인 점검후 손상 진전여부에 따라 신축이음의 교체 검토 필요
교면포장	• 전 경간 다수 포장균열, 망상균열 및 마모 • 소성변형 및 마모/패임/포트홀	• 공용중 중차량의 통행에 의한 포장의 마모 등 손상이 진전되었으며, 차량의 통행에 지장을 초래할 정도의 손상이 아니므로, 일부 보수보다는 중점유지관리를 통한 향후 재포장을 검토하여야 함
배수시설	• 국부적인 배수구 막힘	• 일상유지관리(청소)
난간 (방호벽)	• 균열 / 망상균열 / 균열부 백태/ 백태 • 파손 / 박리 • 배전판덮개망실, 교각표지판 탈락	• 지속적인 관찰 및 폭 0.3mm이상 균열에 대한 주입보수가 필요 • 손상 정도가 경미하여 주의관찰 • 지속적인 주의관찰

2) 기 진단 결과와의 비교, 분석

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
바닥판	• 균열(0.2mm이하)	35.2m/23EA	49.3m/30EA	
	• 균열부 백태	2.0m/1EA	2.5m/2EA	
	• 백태	10.30m ² /17EA	47.03m ² /16EA	
	• 박락/파손/들뜸/박리	3.48m ² /9EA	5.15m ² /30EA	
	• 재료분리	15.81m ² /29EA	14.18m ² /23EA	
	• 철근노출	5.00m ² /5EA	5.38m ² /8EA	
	• 철근부식 및 박락	0.30m ² /1EA	1.05m ² /2EA	
	• 물끓기흙 설치불량	4.0m/2EA	6.0m/2EA	
	• 잡철물 노출	2EA	2EA	
	• 누수흔적/오염	-	0.75m ² /2EA	
	• 배수관주변 누수	-	1.0m ² /1EA	
	• 배수관주변 백태	-	0.36m ² /1EA	
PSC 거더	• 균열(0.2mm이하)	27.3m/38EA	35.2m/48EA	
	• 망상균열	1.50m ² /1EA	2.3m ² /3EA	
	• 파손	2.11m ² /64EA	1.99m ² /58EA	
	• 박리/박락	1.34m ² /19EA	1.41m ² /25EA	
	• 재료분리	0.91m ² /3EA	1.13m ² /6EA	
	• 철근노출 및 파손	0.06m ² /1EA	0.2m ² /1EA	
가로보	• 백태	1.00m ² /5EA	1.2m ² /6EA	
	• 재료분리	0.24m ² /1EA	1.21m ² /6EA	
	• 들뜸	-	0.16m ² /1EA	
	• 박락 및 철근노출	-	0.13m ² /2EA	
하부구조	• 균열(0.2mm이하)	131.6m/244EA	205.6m/366EA	
	• 균열(0.3mm이상)	2.4m/5EA	4.7m/3EA	
	• 망상균열	5.38m ² /5EA	17.06m ² /16EA	
	• 백태	0.03m ² /2EA	0.83m ² /2EA	
	• 박리/박락/파손/들뜸	3.05m ² /18EA	27.73m ² /38EA	
	• 재료분리	5.11m ² /12EA	4.99m ² /10EA	
	• 표면오염	4.00m ² /2EA	23.04m ² /13EA	
	• 체수	2.74m ² /5EA	3.02m ² /5EA	
	• 잡철물 노출	-	9EA	
	• 잡철물 부식 및 박락	-	0.06m ² /3EA	
	• 표면보수부 박리/들뜸	-	6.99m ² /6EA	
	• 철근노출	-	1.24m ² /3EA	
	• 침식	-	3.36m ² /1EA	

구 분	손상내용	손상물량		비고
		'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
교량받침	• 부식	13.12m ² /82EA	8.64m ² /58EA	
	• 고무 들뜸	12EA	7EA	
	• 스토퍼 협착	4EA	4EA	
	• 편기	8EA	1EA	
	• 이동표지바 탈락	9EA	9EA	
	• 무수축물탈균열(0.2mm이하)	4.0m/36EA	15.5m/147EA	
	• 무수축물탈 박락/파손	0.04m ² /4EA	0.32m ² /6EA	
	• 잡철물 노출	87EA	110EA	
	• 무수축물탈들뜸	-	6EA	
	• 도장박리	-	0.04m ² /1EA	
	• 받침콘크리트 균열	-	1.6m/4EA	
	• 받침콘크리트 망상균열	-	0.2m ² /1EA	
	• 받침콘크리트 균열 및 들뜸	-	0.06m ² /1EA	
	• 받침콘크리트 파손	-	0.01m ² /1EA	
	• 받침콘크리트 재료분리	-	0.12m ² /2EA	
신축이음장치	• 후타재균열(0.3mm이하)	73.6m/191EA	79.07m/216EA	
	• 부식	7.2m ² /16EA	7.2m ² /16EA	
	• 후타재 파손	0.03m ² /3EA	0.26m ² /5EA	
	• 고무재 이격 및 탈락	5.0m/2EA	5.0m/2EA	
	• 이물질퇴적	2.60m ² /12EA	5.4m ² /12EA	
	• 신축이음 누수	31.7m/11EA	31.0m/11EA	
교면포장	• 아스콘 균열	158.1m/39EA	131.7m/36EA	
	• 아스콘 마모	-	326.7m ² /28EA	
	• 아스콘 망상균열 및 마모	560.1m ² /39EA	191.8m ² /11EA	
	• 아스콘 소성변형 및 마모	2.50m ² /1EA	2.5m ² /1EA	
	• 아스콘 패임	2.67m ² /12EA	2.15m ² /12EA	
배수시설	• 배수구막힘	-	4EA	
난간	• 균열(0.2mm이하)	17.2m/17EA	21.5m/33EA	
	• 균열(0.3mm이상)	1.0m/1EA	4.0m/3EA	
	• 망상균열	1.50m ² /2EA	7.65m ² /11EA	
	• 균열부 백태	76.0m ² /30EA	82.3m/34EA	
	• 파손/박락/박리	1.43m ² /7EA	3.48m ² /10EA	
	• 교각표지판 탈락	2EA	2EA	
	• 백태	-	0.93m ² /7EA	
	• 배전판덮개 망실	-	0.04m ² /1EA	
검토의견	■ 기점검('12년 정밀안전진단)과 비교하여 기점검시 미확인된 신규 손상이 조사되었으며, 일부 보수부를 제외한 대부분의 손상이 증가된 것으로 확인되었다. ■ 점검자의 상이한 판단기준에 의해 손상물량 및 단위는 변경되었으며, 기 손상부는 일부 보수부를 제외한 전반적인 손상이 금회 진단결과와 근사한 것으로 조사되었다.			

나. 내구성조사 결과요약

1) 금회 진단 및 기 진단 내구성조사 결과요약

시 험 명		시험부위		시험 결과		비 고
				'12년 정밀안전진단	금회 정밀안전진단	
콘크리트	비파괴 강도 (MPa)	바닥판	반발경도	27.1~29.0	27.6~32.6	■ 설계기준강도를 상회함.
			초음파	28.8~31.3	28.3~32.3	
		거더	반발경도	42.7~44.8	43.4~49.3	
			초음파	46.0~48.3	44.2~46.5	
		하부	반발경도	25.0~27.2	26.6~32.5	
			초음파	25.0~27.8	27.6~32.9	
	철근탐사 (mm)	바닥판	배근간격	95.0~111.0	93.1~119.1	■ 전반적으로 설계값과 근사함.
			피복두께	23.0~39.0	40.0~44.0	
		거 더	배근간격	-	110.0~188.7	
			피복두께	-	34.0~60.0	
		교 대	배근간격	240.0~251.0	250.6~255.0	
			피복두께	44.0~91.0	100.0~104.0	
		교 각	배근간격	101.0~109.0	100.0~111.8	
			피복두께	64.0~126.0	75.0~138.0	
		교각 코핑	배근간격	100.0~108.0	91.8~100.0	
			피복두께	74.0~98.0	81.0~93.0	
	탄산화 잔여깊이 (mm)	상부 구조		21.9~35.5	28.7~43.4	■ 상태평가 a~b
		하부 구조		31.2~82.5	59.0~91.5	■ 상태평가 a
	염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부 구조		0.023~0.092	0.221~0.337	■ 상태평가 a~b
		하부 구조		0.046~0.069	0.253~0.553	
	균열깊이 (mm)	P4 기둥		-	73.0(피복두께)	■ 균열깊이가 실측 피복두께에 근접하지 않음.
				-	28.3(균열깊이)	
		P5 코핑		-	81.0(피복두께)	
				-	17.7(균열깊이)	
		P8 코핑		-	93.0(피복두께)	
				-	18.7(균열깊이)	
종합 평가	■ 비파괴강도 측정결과, 측정값은 설계기준강도를 상회하는 것으로 조사되었으며, 기 점검과의 비교·분석 결과, 구조물의 강도저하는 없는 것으로 평가됨.					
	■ 철근탐사 결과 배근간격 및 피복두께는 설계도면과 미소한 차이는 있으나 전반적으로 도면과 근사한 것으로 평가됨.					
	■ 탄산화 깊이 측정결과, 전 개소에서 상태평가 기준“a~b”로 검토됨. 철근까지 탄산화 도달시간은 시험개소 모두 100년 이상으로 측정되어 양호한 상태로 분석됨.					
	■ 염화물 함유량 시험결과 염화물에 의한 부식이 발생할 우려 없거나 낮은 상태인 상태평가 기준“a~b”로 검토됨.					
	■ 균열깊이 측정결과, 실측 피복두께에 근접하지 않아 철근부식의 우려 없는 상태임.					
	■ 금회 진단결과 콘크리트의 비파괴강도, 철근배근상태, 탄산화 깊이 측정결과 등 전 부재에서 양호한 상태로 조사됨.					

4. 시설물의 상태평가

가. 시설물 전체 상태평가 결과

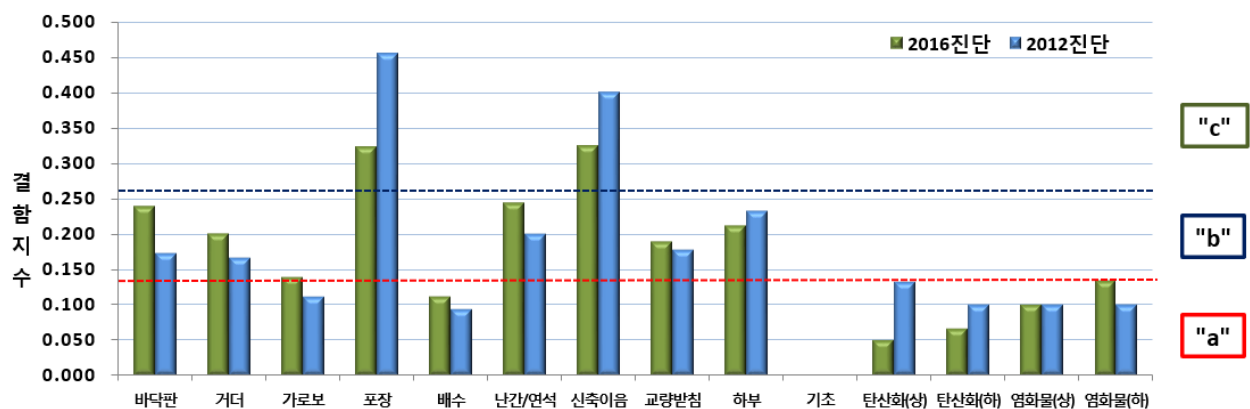
부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		탄산화		염화물	
번호	구조 형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간/연석	신축이음	교량 받침	하부	기초	상부	하부	상부	하부
S1 (A1)	PSCI	b	b	a	b	a	c	b	b	b	q	a	a	x	x
S2 (P1)	PSCI	b	b	c	b	a	b	x	a	b	q	a	a	x	x
S3 (P2)	PSCI	b	b	a	b	a	b	b	b	c	q	a	x	x	a
S4 (P3)	PSCI	c	b	a	b	a	c	x	b	b	q	x	x	b	x
S5 (P4)	PSCI	b	b	a	c	a	b	b	b	b	q	x	x	x	b
S6 (P5)	PSCI	a	b	b	c	a	c	x	b	b	q	x	x	x	x
S7 (P6)	PSCI	b	b	a	c	a	b	x	b	b	q	x	a	x	x
S8 (P7)	PSCI	b	b	a	c	a	b	c	b	b	q	x	x	x	x
S9 (P8)	PSCI	c	b	b	c	a	b	x	a	b	q	x	a	x	x
S10 (P9)	PSCI	b	b	b	c	a	b	x	b	b	q	x	x	x	x
S11 (P10)	PSCI	c	b	b	c	a	b	c	b	b	q	x	x	x	x
S12 (P11)	PSCI	c	b	a	c	a	b	x	a	b	q	a	x	x	x
S13 (P12)	PSCI	b	b	b	c	a	b	x	a	b	q	a	a	x	a
S14 (P13)	PSCI	b	b	a	c	b	b	c	b	b	q	a	x	x	x
S15 (P14)	PSCI	b	b	a	c	a	c	x	b	b	q	x	x	x	x
S16 (P15)	PSCI	c	b	a	c	b	b	b	b	b	q	x	x	x	x
S17 (P16)	PSCI	b	c	a	b	b	c	x	c	b	q	a	x	a	x
A2	PSCI							b	b	b	q	-	a	-	x
평균		0.239	0.200	0.139	0.322	0.111	0.244	0.325	0.189	0.211	0.000	0.050	0.067	0.100	0.133
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	20	0	2	2	2	1
(평균X가중치)/가중치 합		0.043	0.040	0.007	0.023	0.003	0.005	0.029	0.017	0.042	0.000	0.001	0.001	0.002	0.001
														0.215	
														B	

- 결합도 범위 : $0.130 \leq \text{결합도 지수}(0.215) \leq 0.260$

나. 기 진단 결과와의 비교, 분석

- 최종 상태평가 결과, 상태기준은 “B”로 평가되었으며, 2012년 정밀안전진단 이후 구조적 영향을 미칠만한 손상에 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 공용 경과에 따른 상부구조에 철근부식 손상이 증가되었으며, 일부 미보수된 손상 및 보수부 재손상이 발생되었다.
- 하지만, 기 진단이후 보수가 실시되었고, 보수상태가 양호하여 환산결함도 점수가 0.215 ⇨ 0.215로 동일한 것으로 분석되었다.

구 분		2012진단		2016진단		가중치 변화요인
		등급	평균	등급	평균	
상부구조	바닥판	b	0.172	b	0.239	.철근부식 손상 증가
	거더	b	0.167	b	0.200	.철근부식 손상 증가
2차부재	가로보/세로보	b	0.111	b	0.139	.철근부식 손상 증가
기타부재	포장	c	0.456	b	0.322	.일부 보수
	배수	a	0.094	a	0.111	.배수구 막힘 증가
	난간, 연석	b	0.200	b	0.244	.균열 손상 증가
	신축이음	c	0.400	c	0.325	.거의 변화 없음
받침	교량받침	b	0.178	b	0.189	.거의 변화 없음
하부구조	하부	b	0.233	b	0.211	.일부 보수
	기초	a	0.000	a	0.000	.변화 없음
내구성요소	탄산화(상부)	b	0.133	a	0.050	.거의 변화 없음
	탄산화(하부)	a	0.100	a	0.067	
	염화물(상부)	a	0.100	a	0.100	.철근부식 가능성은 낮은 상태임
	염화물(하부)	a	0.100	b	0.133	
합 계		B	0.215	B	0.215	



5. 안전성평가

가. 안전성 평가결과

1) 상부구조

구 분				계산식	판정	비고
1 구간	PSC거더	허용응력법		$\frac{f_a}{f} = \frac{18.000}{8.548} = 2.11$	O.K	MPa
		강도설계법		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{16,104.290}{9,775.193} = 1.65$	O.K	kN.m
	바닥판	단면 검토	캔틸레버부 (방호벽)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{116.609}{46.890} = 2.49$	O.K	kN.m
			캔틸레버부 (중분대)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{116.609}{61.378} = 1.90$	O.K	kN.m
			중앙부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{130.114}{57.071} = 2.28$	O.K	kN.m
2 구간	PSC거더	허용응력법		$\frac{f_a}{f} = \frac{18.000}{8.531} = 2.11$	O.K	MPa
		강도설계법		$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{16,104.290}{9,658.622} = 1.67$	O.K	kN.m
	바닥판	단면 검토	캔틸레버부 (방호벽)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{116.609}{46.890} = 2.49$	O.K	kN.m
			캔틸레버부 (중분대)	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{116.609}{61.378} = 1.90$	O.K	kN.m
			중앙부	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{130.114}{57.071} = 2.28$	O.K	kN.m

2) 하부구조

구 분				계산식	판정	비고
A1	단면 검토	벽체	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{1,157.909}{641.437} = 1.805$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{751.177}{245.402} = 3.061$	O.K	kN
		흉벽	휨모멘트	$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{246.456}{145.840} = 1.690$	O.K	kN.m
			전단	$\frac{\Phi V_n}{V_u} = \frac{404.982}{80.502} = 5.031$	O.K	kN
	안정성 검토	지지력		$V_{max} (= 491.422) < R_a (= 508.705)$	O.K	kN/EA
		휨응력		$f_{max} (= 123.192) < f_{sa} (= 133.000)$	O.K	MPa
		전단응력		$\tau (= 18.682) < \tau_{sa} (= 76.000)$	O.K	MPa
		수평변위		$\delta (= 5.470) < \delta_a (= 15.000)$	O.K	mm
P11	두부보 (내민보)	주인장철근 검토		소요철근량(=34,012.508)<사용철근량(=39,522.600)	O.K	mm ²
		페쇄스트립, 띠철근 검토		소요철근량(=14,012.990)<사용철근량(=15,201.000)	O.K	mm ²
	기둥 검토	교축직각방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{33,157.331}{9,573.089} = 3.464 > 1$	O.K	kN
				$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{38,229.254}{11,037.440} = 3.464 > 1$		kN.m
		교축방향		$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{23,795.304}{10,104.927} = 2.355 > 1$	O.K	kN
				$\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{35,995.456}{15,285.850} = 2.355 > 1$		kN.m
	안전성 검토	교축 직각 방향	지지력	$V_{max} (= 463.021) < R_a (= 508.705)$	O.K	kN/EA
			휨응력	$f_{max} (= 86.993) < f_{sa} (= 140.000)$	O.K	MPa
			전단 응력	$\tau (= 8.824) < \tau_{sa} (= 80.000)$	O.K	MPa
			수평 변위	$\delta (= 2.583) < \delta_a (= 15.000)$	O.K	mm
		교축 방향	지지력	$V_{max} (= 483.093) < R_a (= 508.705)$	O.K	kN/EA
			휨응력	$f_{max} (= 74.984) < f_{sa} (= 140.000)$	O.K	MPa
			전단 응력	$\tau (= 5.681) < \tau_{sa} (= 80.000)$	O.K	MPa
			수평 변위	$\delta (= 1.663) < \delta_a (= 15.000)$	O.K	mm

구 분			계산식	판정	비고
P14	두부보 (내민보)	주인장철근 검토	소요철근량(=34,979.743)<사용철근량(=39,522.600)	O.K	mm ²
		폐쇄스트립, 띠철근 검토	소요철근량(=14,417.821)<사용철근량(=15,201.000)	O.K	mm ²
	기둥 검토	교축직각방향	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{62,095.321}{17,811.650} = 3.464 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{27,879.472}{7,997.050} = 3.486 > 1$	O.K	kN kN.m
		교축방향	$\frac{\Phi P_n}{P_u} = \frac{24,620.147}{10,174.218} = 2.420 > 1$ $\frac{\Phi M_n}{M_u} = \frac{36,119.480}{14,926.290} = 2.420 > 1$	O.K	kN kN.m
	안전성 검토	교축 직각 방향	지지력 $V_{\max}(= 396.908) < R_a(= 508.705)$	O.K	kN/EA
			힘응력 $f_{\max}(= 48.594) < f_{sa}(= 140.000)$	O.K	MPa
			전단 응력 $\tau(= 1.096) < \tau_{sa}(= 80.000)$	O.K	MPa
			수평 변위 $\delta(= 2.583) < \delta_a(= 15.000)$	O.K	mm
		교축 방향	지지력 $V_{\max}(= 483.253) < R_a(= 508.705)$	O.K	kN/EA
			힘응력 $f_{\max}(= 75.246) < f_{sa}(= 140.000)$	O.K	MPa
			전단 응력 $\tau(= 5.839) < \tau_{sa}(= 80.000)$	O.K	MPa
			수평 변위 $\delta(= 1.663) < \delta_a(= 15.000)$	O.K	mm

나. 내하력 평가결과

1 구간	PSC 거더	허용응력법	$\frac{f_a - (f_d - f_e)}{f_\ell (1 + i)} = \frac{0.000 - (12.155 - 18.519)}{3.595} = 1.77$	DB-24 이상
		강도설계법	$\frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_\ell M_\ell (1 + i)} = \frac{16,104.290 - 1.3 \times 4,389.401}{2.15 \times 1,892.545} = 2.56$	DB-24 이상
	바닥판 (강도설계법)		$\frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_\ell M_\ell (1 + i)} = \frac{130.114 - 1.3 \times 2.621}{2.15 \times 24.960} = 2.36$	DB-24 이상
2 구간	PSC 거더	허용응력법	$\frac{f_a - (f_d - f_e)}{f_\ell (1 + i)} = \frac{0.000 - (12.040 - 18.519)}{3.563} = 1.82$	DB-24 이상
		강도설계법	$\frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_\ell M_\ell (1 + i)} = \frac{16,104.290 - 1.3 \times 4,328.157}{2.15 \times 1,875.357} = 2.60$	DB-24 이상
	바닥판 (강도설계법)		$\frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_\ell M_\ell (1 + i)} = \frac{130.114 - 1.3 \times 2.621}{2.15 \times 24.960} = 2.36$	DB-24 이상

6. 종합평가 및 안전등급의 지정

6.1 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
장천교(여주)	0.215	B	1.65(거더) 1.90(바닥판)	A	B
종합평가	- 장천교(여주)의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 내구성확보를 위해 일부 보수가 필요한“B”로 평가됨 - 안전성 평가결과 최소 안전율 1.0이상으로“A”로 평가됨 - 상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과 장천교(여주)는“B”로 평가됨				

6.2 안전등급 지정

안전등급 지정	구조물명	안전등급		
		금회(2016년)	전회(2012년)	비고
	장천교(여주)	B등급(양호)	B등급(양호)	변동없음

7. 보수·보강 및 유지관리방안

7.1 보수·보강 및 개략공사비

구 분	손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단 위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위	비고
바닥판	• 백태	표면보수	47.03	70.55	m ²	58	4,092	2	보수
	• 시공이음부 누수	주입보수(우레탄)	127.3	190.95	m	70	13,367	2	보수
	• 단면결합(철근부식)	단면보수(방청)	11.58	17.37	m ²	163	2,831	1	보수
	• 배수관주변 백태	표면보수	0.36	0.54	m ²	58	31	2	보수
	• 배수관주변 누수	누수보수	1.0	1.50	m ²	130	195	2	보수
PSC거더	• 철근노출	단면보수(방청)	0.2	0.30	m ²	163	49	1	보수
	• 파손/박리/박락	단면보수	3.4	5.10	m ²	89	454	2	보수
가로보	• 들뜸	단면보수(방청)	0.16	0.24	m ²	163	39	3	보수
	• 박락 및 철근노출	단면보수(방청)	0.13	0.20	m ²	163	32	2	보수
하부 구조	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	4.7	7.05	m	70	494	1	보수
	• 철근노출	단면보수(방청)	1.24	1.86	m ²	163	303	1	보수
	• 단면결합	단면보수	27.73	41.60	m ²	89	3,702	2	보수
교량받침	• 몰탈 파손/박락	단면보수	0.32	0.48	m ²	89	43	2	보수
	• 플레이트 부식	슈도장	8.64	12.96	m ²	55	713	2	보수
신축이음 장치	• 이물질퇴적	청소	5.4	8.10	m ²	5	41	3	보수
	• 신축이음 누수	유도배수시설설치	31	46.50	m	39	1,814	1	보수
배수시설	• 배수구 막힘	청소	4	4	EA	5	20	3	보수
방호벽	• 균열(0.3mm이상)	주입보수	4	6	m	70	420	3	보수
부대공(교통통제 및 고소장비 등)		교통통제		1	일	2,000	2,000	-	
		교량점검차		1	일	1,700	1,700	-	
		고소차		2	일	50	100	-	
순공사비 합계(천원)							28,638		
제경비(순공사비×50%)							14,319		
순위별 공사비 (제경비 포함)		1순위					8,236		
		2순위					33,941		
		3순위					779		
부대공(교통통제 및 고소장비 등)							3,800		
개략공사비(천원)							46,756		

※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였음.

※ 정확한 수량산출이 가능한 공종은 할증 미반영.

※ 상기 개략공사비는 2016년 9월 2차 현장조사 시 확인한 물량으로 산정하였으며, 이후의 실시설계시 공법선정, 단가변동 및 현장여건상 부대공의 추가 등으로 변동될 수 있음.

7.2 유지관리방안

7.2.1. 부재별 중점유지관리 사항

부재구분	중 점 점 검 내 용
교면포장	- 균열 및 망상균열, 소성변형, 패임, 마모 등의 손상 진전여부
난간	- 폭 0.2mm이하 균열 진전여부
바닥판	- 폭 0.2mm미세균열 진전여부 - 방호벽과 바닥판 접합부 누수로 인한 캔틸레버부 백태, 철근부식 및 박락 진전여부 및 추가손상발생 여부
PSC 거더	- 거더 복부측 폭 0.1mm이하 미세균열 진전여부 - Soffit Plate 주변 복부 하단부 파손/박락 진전여부
교량받침	• 받침본체 부식(신축이음부 누수) • 들뜸, 편기, 스톱퍼 협착 등의 2차손상 발생 및 거동상태 확인 • 무수축몰탈 미세균열 진전여부 및 추가손상발생 여부
신축이음장치	• 후타재 균열(폭 0.3mm이하) 및 파손 등 • 고무재 이격 및 탈락 등으로 인한 신축이음부 누수 - 손상심화에 따른 추후 교체여부 확인
하부구조	• 폭 0.2mm이하의 미세균열 진전여부 및 추가손상발생 여부 • 신축이음장치 누수로 인한 하부구조 열화 진전여부

7.2.2. 중점유지관리항목

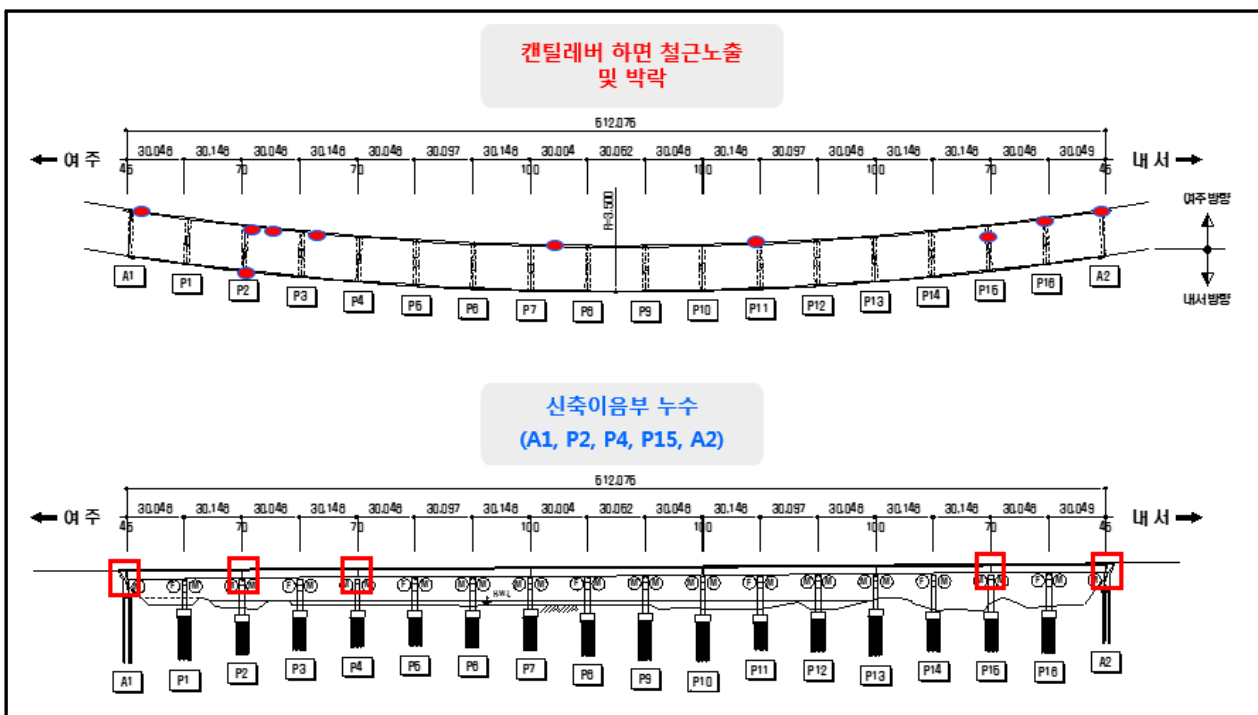
가. 중점유지관리 개요

1) 개요

바닥판에 대한 외관조사 결과, 구조적인 균열 등의 손상은 없는 상태이나, 주요 손상으로 폭 0.2mm이하 균열, 균열부백태, 백태, 박리/박락/파손/들뜸, 재료분리, 철근노출, 철근부식 및 박락 등이 조사되었다. 박리/박락/파손/들뜸, 철근노출 등은 신축이음 단부와 캔틸레버부에서 조사되었으며, 백태는 대부분 방호벽과 바닥판 시공이음부에서 발생되었다.

캔틸레버부 측면 및 하면에 발생한 백태, 철근부식 및 박락, 박락은 공용 중 우수, 바닥판과 방호벽 시공이음부로의 노면수 유입에 의해 발생한 것으로 판단된다. 상기 손상에 대해서는 내구성 저하 방지를 위해 철근부식 및 박락(단면보수(방청)), 박락 및 파손(단면보수), 백태(표면보수)를 실시하며, 누수에 의해 발생한 손상부에 대해서는 접합부에 주입보수(발포성 우레탄)를 통한 누수방지 대책이 병행되어야 한다.

신축이음 단부에서 발생한 박리, 박락, 철근노출 등은 A1, P2, P4, P15 지점에서 발생하였는데, 상기 지점은 기 점검 및 진단 시부터 신축이음누수로 인한 2차손상이 발생되고 있는 것으로 확인되었으며, 금회 진단 시 다소 손상의 진전이 된 것으로 판단된다. 상기 손상은 제설염수의 유입으로 인한 열화이며, 현재 손상이 진행되고 있는 상태로, 내구성 확보를 위해 신축이음장치의 차수방안과 연계하여 단면보수(방청)를 실시하는 것이 바람직하다.



2) 캔틸레버 하면 철근부식 및 박락

① 선정사유

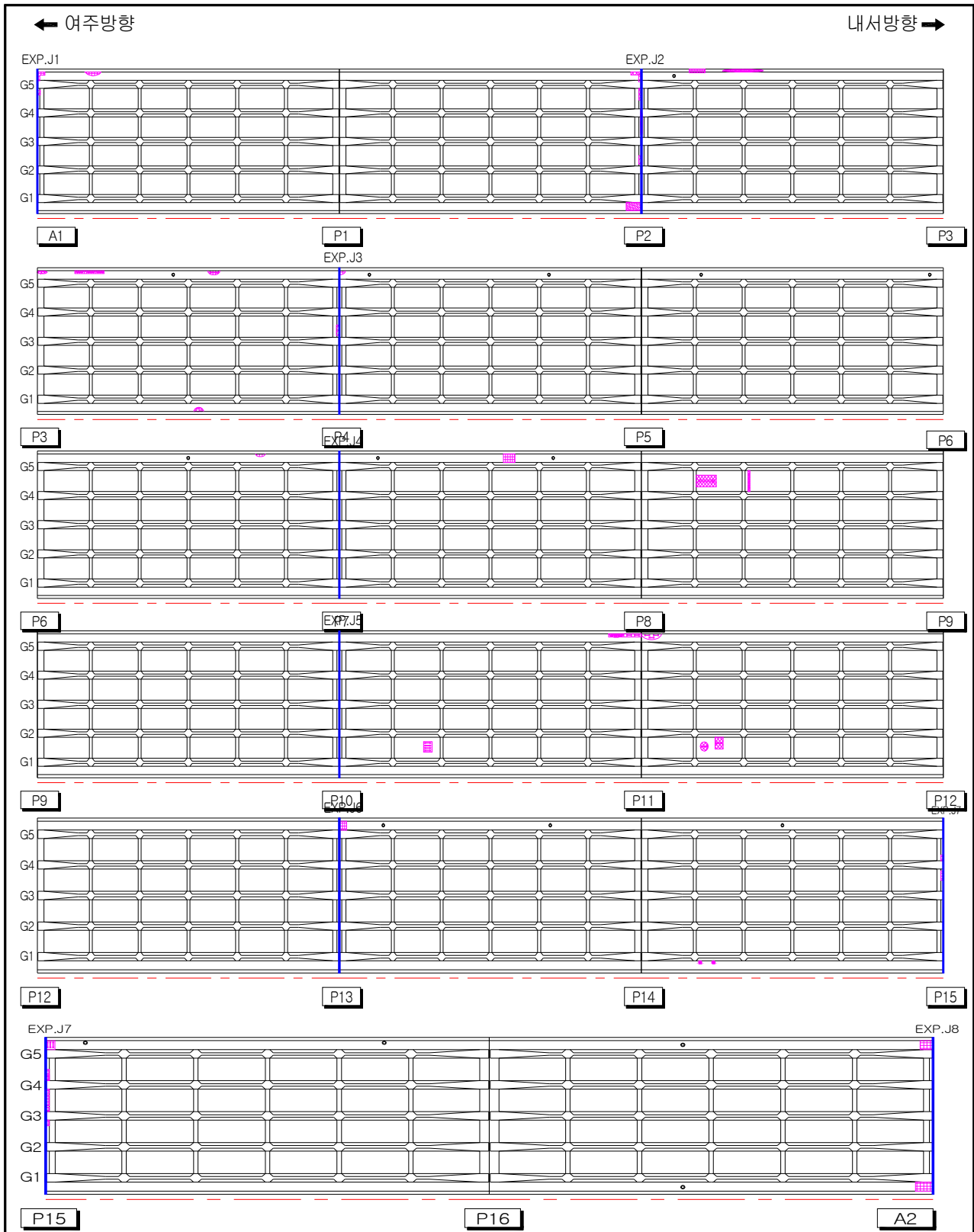
- 캔틸레버 하면 철근부식에 의한 콘크리트 박락이 발생되어 내구성 저하가 우려됨
- 공용년수 증가시 콘크리트 내부 철근부식이 발생됨
- 보수순위를 1순위로 지정하여 우선보수를 실시하고 정기적인 관찰이 필요함
- 방호벽 하단 이음부에서 노면수가 유입되어 발생한 손상으로 보수가 요구됨

② 현장조사결과

- 바닥판에 대한 외관조사 결과, 구조적인 균열 등의 손상은 없는 상태이나, 주요 손상으로 폭 0.2mm이하 균열, 균열부백태, 백태, 박리/박락/파손/들뜸, 재료분리, 철근노출, 철근부식 및 박락 등이 조사되었다.
- 바닥판 및 방호벽 접합부 누수는 캔틸레버부 측면 및 하면 백태, 철근부식 및 박락, 파손 등의 손상을 유발시키고 있다. 이는 공용 중 우수, 바닥판과 방호벽 시공이음부로의 노면수 유입에 의해 발생한 것으로 판단된다.
- 상기 손상에 대해서는 내구성 저하 방지를 위해 단면보수(방청), 백태보수를 실시하며, 누수에 의해 발생한 손상부에 대해서는 접합부에 주입보수를 통한 누수방지 대책이 필요할 것으로 판단된다.



③ 바닥판 하면 단면결함 현황



④ 향후관리방안

- 캔틸레버 하면 철근부식에 의한 콘크리트 박락이 발생되어 내구성 저하가 우려되므로 우선적으로 보수가 필요한 상태임
- 발생원인이 상부의 방호벽 하단 이음부에서 노면수가 유입되어 발생한 상태로 정기 및 정밀점검시 범위확대 및 철근부식 증대, 신규 손상 발생에 대해 지속적인 유지관리가 필요할 것으로 판단됨.
- 이음부 누수에 대한 보수범위는 현재 발생한 부위에 국한하지 말고 전연장에 대해 주입 보수하는 방안이 적극적인 보수대책일 것으로 사료됨.

8. 종합결론

장천교(여주)는 중부내륙선 140.66km지점에 위치하여 낙동분기점과 상주IC를 연결하며, 낙동강 줄기인 장천을 횡단하게 시공된 PSCI 거더 교량구조물이다. 본 과업은 장천교(여주)의 준공 이후 2회차 시행하는 정밀안전진단이며, 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사, 각종시험 및 구조안전성평가 등을 통한 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

가. 현장조사 및 상태평가 결과

- 외관조사 결과 PSCI 거더 등 주부재에서 전반적으로 구조적 손상이 없는 양호한 상태이며, 바닥판의 미세균열, 캔틸레버측의 누수에 의한 단면결함 등이 일부 조사되었다. 특히, 바닥판 측면은 방호벽하부로의 누수가 발생하여 백태, 철근부식 등의 손상이 발생하여 보수가 필요하며, 신축이음누수로 인한 단면결함이 A1, P2, P4, P15에서 발생되고 있는 상태로 신축이음장치의 차수방안과 연계하여 단면보수(방청)을 실시하는 것이 바람직하다.
- PSCI 거더는 미세균열 및 망상균열이 거더 복부 단부측에 국부적으로 조사되었으며, 신축이음단부를 중심으로 거더단부(S2-P2, S4-P4)에서 박리/박락/철근노출 등의 단면결함이 발생한 상태로, 내구성 저하 방지를 위해 신축이음장치의 차수방안과 연계하여 단면보수(방청)가 필요하다.
- 교량의 하부구조는 전반적으로 양호하나, 국부적인 수직균열(0.1~0.3mm) 및 망상균열이 조사된 상태로 0.3mm이상의 균열은 내구성확보를 위해 주입보수를 실시하고, 신축이음누수로 인해 교대의 구체 외측 상면과 주로 교각 코핑부 상·하면, 코핑 외측 상면 등에서 단면결함이 발생한 상태로 신축이음장치 차수대책과 연계하여 단면보수(방청)를 실시해야 할 것으로 판단된다.
- 교량받침은 공용기간중에 신축이음의 누수로 인한 플레이트의 부식이 다수 조사되어 보수 및 유지관리가 필요하다.

- 신축이음은 신축거동에는 이상이 없는 상태이나, 신축이음누수(A1, P2, P4, P15, A2)로 노면수가 하부로 유입되어 교량 하부의 바닥판 및 거더 단부 박리/박락/철근노출, 체수 및 교량받침 부식 등의 열화가 진행 중으로 신축이음 하단에 유도배수시설 설치 등의 차수대책이 필요한 것으로 판단되며, 장기적으로는 신축이음장치 교체를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.
- 본 교량의 교면포장은 공용 중 중차량 통행으로 인하여 포장면 마모, 균열 및 망상균열, 패임 등의 손상이 대부분의 경간에 다수 발생되었으며, 보수이력 검토결과 공용기간 16여년 동안 교면포장에 대해 보수가 이루어지지 않은 상태이다. 교면포장의 공용 중 마모에 의해 바닥판 하면으로의 누수 및 백태 등의 손상은 발생하지 않은 상태이며, 차량의 주행에 영향을 줄 수 있는 포트홀 등의 손상은 거의 없는 상태로서, 국부적인 포장면의 보수보다는 향후 마모, 소성변형 등의 손상 진전 시 교면에 대해서 전면 재포장을 실시하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.
- 배수구 막힘은 공용 중 이물질 퇴적에 의해 국부적으로 발생되었으며, 교량의 안전에 직접적으로 영향을 미치지 않는으나 체수 등으로 인해 교면포장 및 바닥판의 열화를 촉진하거나 주행차량에 위험을 초래할 수 있으므로 청소가 필요하다.
- 방호벽과 중분대에 발생한 균열(균열부 백태)은 대부분 시공초기 건조수축에 의해 발생한 손상이 공용 중 균열부 우수유입으로 인하여 주변에 백태가 발생한 손상이며, 폭 0.2mm이하 균열 및 균열부 백태는 지속적인 주의관찰을 실시하고, 폭 0.3mm이상 균열에 대해서는 주입보수를 실시하는 것이 적절할 것으로 사료된다.
- 콘크리트의 내구성조사결과 강도, 철근배근상태, 콘크리트의 탄산화, 염분함유량 등의 시험항목에 대해서 기준을 만족하는 양호한 품질을 유지하고 있는 상태로 평가되었다.
- 상태평가결과 전반적으로 양호하나 교면포장 및 신축이음의 노후화, 국부적인 균열, 바닥판 캔틸레버의 단면손상 등이 발생하여 내구성증진을 위한 보수를 필요로 하는“B(0.215)”의 상태로 평가되었다.

나. 안전성평가 결과

- 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 상부구조인 PSC거더 및 바닥판의 최소안전율이 1.0이상으로 나타나 안전성을 확보하고 있으며, 내하율도 1.0이상 설계하중 DB(DL)-24이상의 내하력을 보유하고 있는 상태로 평가되었다. 또한, 하부구조에서도 안전성에 문제가 없는 것으로 분석되었다.

다. 결론

- 장천교(여주)는 16여년의 공용기간이 경과한 교량시설물로서 공용중 전반적인 외관상태는 양호하게 평가되었으나, 캔틸레버측의 우수에 의한 콘크리트 열화, 하부구조의 균열 등의 내구성을 저해하는 손상이 발생하여 보수가 필요하며, 바닥판의 비구조적인 횡균열, 신축 이음의 노후화, 교면포장의 일부구간 마모 등에 대해서는 지속적인 유지관리가 필요한 상태로 평가되었다.
- 따라서, 본 교량의 상태평가 및 안전성평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』로 평가되었으며, 결함 및 손상 부위에 대하여 금회 진단 보고서에 제시된 보수를 시행하고 중점유지관리가 필요구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 1등교(DB-24)로서의 기능을 유지 할 수 있을 것으로 판단된다.