

섬안큰다리 정밀안전진단 및 실시설계 용역



요 약 문

- I 서 언
- II 현장조사 결과
- III 안전성평가
- IV 시설물 평가
- V 보수·보강 및 유지관리 방안
- VI 총 합 결 론

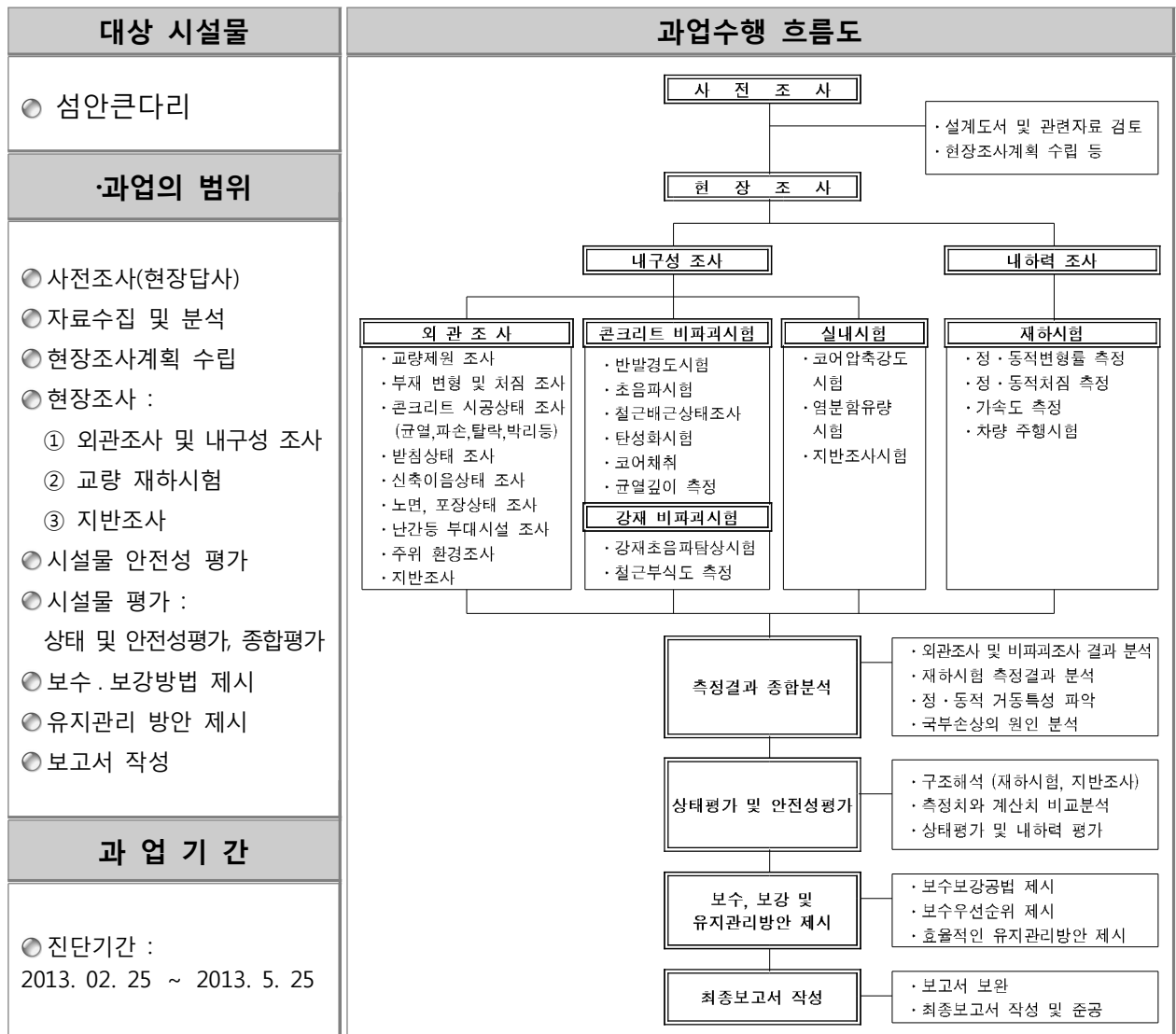
I. 서 언

1 과업의 개요

1 과업의 목적

·본 과업은 대상교량의 재해예방 및 안전성 확보 등을 위하여 시설물의 안전관리에관한 특별법에 의거 정밀안전진단을 실시함으로써 시설물에 대한 물리적, 기능적 결함을 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 취하기 위하여 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 조사, 측정, 평가하여 보수보강 등의 방법을 제시하는데 그 목적이 있다.

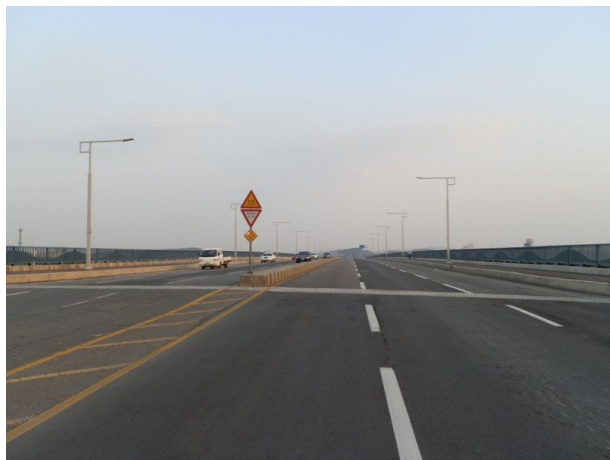
2 과업수행 개요



II. 현장조사 결과

1 대상교량 현황

구분		내용		구분		내용	
시설물명		섬안큰다리		시설물번호		BR-1995-0000007	
준공년월일		1995년 9월 1일		관리번호		-	
시설물위치		경상북도 포항시 남구 대도동 ~연일읍 오천리					
설계하중		DB-24, DL-24		노선명(섬안로)		대로 2-11	
제원	연장	L=586.0m(53+8@60+53=586.0m)					
	폭	B=30.0m,(차도 23.0m) 6차로					
구조 형식	상부	STB		기초 형식	교대	강관말뚝기초	
	하부	교대-역T형 교각-P1 ~ P8 : Y형 P9 : 문형			교각	강관말뚝기초	
교량받침		포트받침		신축이음		강핑거 형식	
교차시설물 (도로, 철도, 하천)		하천(형산강) 하부도로		통과높이		도로(2.5m)	
부착시설내용		공업용 하수관(Ø=900mm, 2ea)					

	
측면 전경	상부 전경

2 현장조사 결과

1 외관조사

본 과업 대상시설물인 섬안큰다리는 경상북도 포항시 남구 대도동 ~ 연일읍 오천리에 위치하여 형산강을 횡단하는 교량이다. 본 교량은 총연장 586.0m으로 총 10경간으로 구성되어 있으며, 교량의 폭은 전 구간 30.0m(차도23.0m)의 왕복 6차로로 시공되어 있다. 하부 구조 교대는 역T형, 교각 P1~P8 구간은 Y형, 교각P9는 문형 형식이며, 교량의 시점측 하부는 자전거도로 및 산책로가 설치되어 있으며 종점측 하부는 칠성천 및 형산강남로가 위치한 상태이다.

부 재		손상내용	물량	단위	보수공법·대책	비고
상부 구조	바닥판	균열부 백태	323.0	m	표면처리	2순위
		데크플레이트 부식	8876.8	m ²	재도장	2순위
		콘크리트 파손	0.1	m ²	주의관찰	-
	거더 외부	A2측 거더 여유 이동량 부족	1	ea	거더, 슬래브 절단	1순위
		도장박리	52.86	m ²	재도장	2순위
		변형	1.09	m ²	주의관찰	-
		부식	2078.3	m ²	재도장	2순위
	거더 내부	도장박리	22.0	m ²	재도장	2순위
		종리브 변형	11.9	m	주의관찰	-
		볼트부식	5	ea	재도장	2순위
		부식	11.43	m ²	재도장	2순위
		이물질 퇴적	147.75	m ²	주의관찰	-
		체수	3.56	m ²	주의관찰	-
	가로보 세로보	도장박리	6.98	m ²	재도장	2순위
		부식	6.0	m ²	재도장	2순위
하부 구조	교대	균열(Cw=0.2mm이하)	15.9	m	표면처리	2순위
		균열(Cw=0.3mm이상)	7.8	m	주입보수	2순위
		백태	2.8	m ²	표면처리	2순위
		이물질 퇴적, 체수	65.0	m ²	주의관찰	-
		A2 측방유동	-	-	저유동성 몰탈주입	1순위
		누수오염	14.4	m ²	주의관찰	-
		호안블럭 침하 파손	3.75	m ²	주의관찰	-
	교각	균열(Cw=0.2mm이하)	64.6	m	표면처리	2순위
		균열(Cw=0.3mm이상)	41.4	m	주입보수	2순위
		균열부 백태	0.8	m	주의관찰	-
		망상균열	2.7	m ²	표면처리	2순위
		몰탈 박리	1.0	m ²	주의관찰	-
		철근 노출	0.42	m ²	주의관찰	-
		파손	0.06	m ²	주의관찰	-

부 재		손상내용	물량	단위	보수공법·대책	비고
기타 부재	받침 장치	받침 부식	27	ea	재도장	2순위
		받침 გადა 이동	4	ea	재설치	1순위
		받침 콘크리트 균열	0.7	m	주의관찰	-
	신축 이음	신축이음 교체(A2)	1	식	재설치	1순위
		후타재 균열(Cw=0.3mm이상)	13.3	m	주의관찰	-
	배수 시설	배수구 막힘	116	ea	정비	-
		배수관 파손	1	ea	재설치	-
	교면 포장	아스콘 균열	861.0	m	주의관찰	-
		아스콘 망상균열	187.5	m ²	주의관찰	-
		접속 인도포장부 침하	14.0	m ²	주의관찰	-
		접속 포장 구배불량	1950.0	m ²	재포장	2순위
		포트홀	1.63	m ²	소파보수	2순위
	난간 연석	보도부 연석 균열부 누수	102.5	m	표면처리	3순위
		난간 연석부 균열(Cw=0.2mm이하)	417.9	m	표면처리	3순위
		난간 연석부 망상균열	4.2	m ²	표면처리	3순위
		몰탈 박리	13.4	m ²	단면보수	3순위
		연석 파손	0.44	m ²	단면보수	3순위
		보도 연석부 균열(Cw=0.2mm이하)	568.7	m	표면처리	3순위
		중앙분리대 균열(Cw=0.2mm이하)	290.0	m	표면처리	3순위
		중앙 분리연석 파손	0.5	m ²	단면보수	3순위
		인도포장부 균열	48.0	m	씰링보수	3순위

가. 교면포장

포장면의 패임, 균열, 라벨링, 펌핑 등의 내구성 저하요인에 대하여 중점적으로 조사를 실시하였으며 교면상부의 포장면에 대한 전반적인 외관조사 결과, 발생한 주요 손상은 아스콘 망상균열, 아스콘 종방향 균열 및 포트홀 등의 손상이 조사되었다. 일부구간에서 발생한 아스콘 망상균열은 오랜 공용기간 증가에 따른 아스팔트 포장 노후화로 인해 발생한 것으로 판단되며, 전 경간에 걸쳐서 발생한 종방향 균열은 초기 시공시 아스콘 다짐불량, 중차량 하중과 온도변화에 따른 것으로 판단된다. 또한 일부구간에서 국부적으로 발생한 포트홀 및 포장 파손은 표층의 건습의 반복과 중차량의 잦은 통행 및 아스팔트 혼합물의 품질불량 등에 의해 발생한 것으로 사료된다. 본 교량은 교통량이 많고 중차량의 통행이 빈번하여 공용기간 증가에 따른 포트홀 및 발생한 손상의 진전시 운전자의 주행 안전성에 영향을 미칠 우려가 있으며, 포장 손상의 진전으로 인해 교면 방수층이 손상될 경우 교면상부의 우수 유입으로 바닥판하면의 백태, 철근부식 등 2차 손상을 유발하게 되어 콘크리트 품질저하의 원인이 될 수 있다.

따라서, 주요 손상부에 대한 주의관찰이 필요하며, 손상의 진행여부를 파악하여 보수방

안을 수립한다면 포장면의 주행안전성 및 구조물의 내구성저하 방지를 도모할 수 있을 것으로 판단된다.

▶ 포장-접속구간

측방유동이 발생한 교대A2측 접속도로 포장 손상상태를 확인하기 위해 포장부 상면에 코아를 채취하였으며, 그 결과 접속부 아스콘 포장은 측방유동에 의한 지반침하로 다수의 덧씌우기가 시행되어진 것으로 조사되었다.

나. 난간 및 연석 (중앙분리대, 보도부)

▶ 난간 및 연석

외관조사 결과 난간은 전반적으로 특이한 손상이 없는 양호한 상태이나, 콘크리트 연석은 건조수축으로 인한 횡균열 및 망상균열이 조사되었다. 또한 보도부 콘크리트 연석에서 발생한 균열부 누수는 연석의 시공이음부로 보도부의 방수층 손상으로 인한 유입된 우수가 유출되는 것으로 판단되며, 손상의 진전시에는 철근의 부식 및 그에 따른 콘크리트 박락 등이 발생할 수 있으므로 추후 보도부 아스콘 재포장시 방수처리를 실시하여야 하며, 연석부의 균열부에 대해서는 표면처리 및 주입보수를 통한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

▶ 중앙분리대

외관조사 결과 발생한 주요 손상은 건조수축으로 인한 횡균열, 공용기간 증가 및 차량 추돌에 따른 몰탈 박락이 조사되었다. 몰탈 박락부에 대해서는 일부구간은 보수를 실시한 상태이나, 보수미흡으로 인해 재손상이 발생한 상태이다. 또한 S10에 발생한 Con'c 파손은 A2 신축이음 장치 교체시 발생한 손상으로 구조물의 내구성저하 방지를 위한 보수가 필요하나, 구조적 결함이 아니므로 단기보수 보다는 중.장기 보수를 실시하는 것이 바람직하겠다.

▶ 보도부

외관조사 결과 일부 구간에서 공용기간 증가로 인한 아스콘 균열이 조사되었으며, 포장 방수층 손상으로 인해 유입된 교면수가 보도부 측면 콘크리트 연석 시공이음부에 누수가 발생되는 상태이다. 또한 보도부에 배수시설 부재로 인해 유입된 교면수가 캔틸레버부의 균열부 백태의 손상발생 원인으로 판단되므로 구조물의 내구성저하 방지를 위한 보도부 아스콘 방수후 재포장을 통한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

다. 배수시설

외관조사 결과 포장면의 토사 및 이물질 퇴적으로 전 경간에서 배수구 막힘(116ea)이 조사되었고, 배수관은 경미한 파손이 1개소 조사되었으나 전반적으로 양호한 상태이다.

배수구 막힘에 의한 교면의 체수 및 하부구조로의 누수 손상은 없는 것으로 조사되었으나, 교면상의 원활한 배수를 위해 정비가 필요할 것으로 판단된다.

배수시설의 관리는 포장층의 손상 및 바닥판의 오염, 변색, 백태 등을 방지할 뿐만 아니라 차량의 주행안전성을 확보하기 위해서라도 양호하게 유지관리 되어야 할 것으로 사료된다.

라. 신축이음장치

신축이음장치는 온도변화에 따른 상부공의 신축, 콘크리트 크리프 및 건조수축, 활하중에 의한 처짐 등 각종 변위를 수용하여 교량전체의 거동을 원만하게 함과 동시에 차량의 쾌적한 주행을 위한 평탄성을 제공하며 교면수와 각종 오물 및 화학적 유해성분이 하부구조로 흘러드는 것이 방지되는 등의 기능이 원활히 유지되어야 한다.

현장조사결과 신축이음장치는 Rail type Joint형식에서 Finger type Joint형식으로 교체가 되었으며, 전반적으로 양호한 상태이나, 일부구간에서 초기 시공시 건조수축에 의한 신축이음 후타재 균열이 조사되었다.

마. 바닥판하면

콘크리트 부재인 캔틸레버부 하면 근접 육안조사 결과, 발생한 주요 손상은 종조인트부 우수 유입으로 인한 국부적인 백태와 보도부의 방수층 손상에 의해 캔틸레버부 하면으로 유입된 우수가 초기 수화열 및 건조수축에 의해 발생한 균열부에 유입되어 전경간에 걸쳐 균열부 백태가 발생한 상태이다. 백태부와 건전부에 대한 콘크리트 강도 측정 비교 결과 콘크리트 강도는 양호한 상태이나, 장기적으로 구조물의 내구성 저하 방지를 위해 보도부 아스콘에 대해 방수 및 재포장 보수 공사 선행후 캔틸레버부 균열부 백태에 대한 보수가 실시되어야 할 것으로 판단된다.

바닥판 하면의 DECK PLATE 외관조사 결과, 공용년수 증가에 따른 초기 점부식 형태의 부식이 조사되었으며, 경미한 손상으로 지속적인 관찰이 요구된다.

바. 주형 및 가로보

▶BOX 외부

강재 주형 외부에 대한 외관조사 결과 현장이음부(Splice)와 하부플랜지에 전경간에 걸쳐 초기 점부식이 발생한 것으로 조사되었으며, 이는 공용기간 증가에 따른 손상으로 판단된다. 또한 주형 복부, 플랜지하연, 가로보 일부구간에서 도장박리가 조사되었으며, 이는 공용년수 증가에 따른 부착력 저하 등의 원인으로 판단되며, 보수의 시급성은 없으나 손상부에 대한 지속관찰 추후보수는 필요한 것으로 조사되었다.

▶BOX 내부

강재 주형 내부 주요 손상은 이물질 유입, 종리브 변형, 도장박리 및 강재부식 등이 조사되었다.

이물질 유입은 교량 시점부 주형 하부플랜지 일부구간에서 조사되었으며, 점검일 현재 A1측에 설치된 점검구는 개방되어 공용되어 있는 것으로 보아 외부로부터의 이물질이 유입되어진 것으로 판단되며, 시건장치를 통한 유지관리가 필요할 것으로 사료된다.

S8-G1,G4 및 S9-G4 일부구간에서 발생한 하부 플랜지 종리브 변형(L=11.9m)은 시공초기 발생한 것으로 판단되며 변형부 및 부재 주위에 대한 상세조사 결과 강재의 변형, 피로균열 등 추가손상은 발생치 않았고, 최대 변형량도 25mm 이내로 경미하므로 보강은 필요치 않으며 지속적인 관찰이 요구된다.

부식 및 도장박리의 경우 공용년수 증가에 따른 열화로 내구성 확보를 위한 보수가 요구된다. 또한, 체수의 경우 신축이음 교체시 차도부만 교체되고 보도부 하면의 신축이음은 기존의 Rail type Joint 로서 하부로의 누수가 발생되어 거더의 스캘럽 공간을 따라 유입된 것으로 판단되므로 추후 신축이음 교체시 보도부 측까지 교체를 실시하고 보도부 덮개를 설치하여야 할 것으로 판단된다.

▶BOX 내부 수직보강재 좌굴부

교대(A2)측 거더 단부 유간 여유량 검토 결과 여유량이 부족하며, G2 및 G3 우측 단부는 유간 확보가 필요하다. 또한 받침장치의 변위가 허용변위를 초과한 상태로서 지점부 거더 내부 수직보강재 하단부 좌굴이 발생하였으며 이에 대한 긴급보강(2012.12)이 실시된 것으로 확인되었다.

좌굴의 원인분석을 위해 측방유동 ①발생전(A2지점 유간이 확보된 상태), ②측방유동 발생후(유간부족으로 상부구조가 구속된 상태), ③보강 후(좌굴된 수직보강재에 대한 보강

한 상태)의 3가지 경우에 대하여 검토를 실시하였으며, 구조해석 결과 교대 측방유동으로 인해 A2지점 유간부족으로 상부구조가 구속되면서 수직보강재에 응력이 집중되어 발생한 것으로 판단된다.

현재 수직보강재 보강후 응력이 허용응력 이내이므로 보강후에는 구조적 안정성을 충분히 확보하고 있으며, 추후 교대 측방유동 보강 후 A2지점 교량받침의 정비와 교대 유간 확보를 통한 보강공사를 실시한다면 안정성은 더욱 증대 할 것으로 판단된다. [제6장 안전성 및 내하력평가 - 6.2.3 교대 지점부 수직보강재 상세 검토편 참조]

사. 받침장치

외관조사 결과 주요 손상현황은 강재 플레이트 부식, 받침콘크리트 균열이 조사되었다.

부식 및 도장탈락은 공용년수 증가에 따른 열화로 보수가 요구되며, 받침콘크리트 균열은 건조수축에 의해 발생한 비구조적 균열로 손상이 경미하여 보수는 필요치 않으며 지속적인 관찰을 통해 손상의 확대 및 진전될 시에는 일괄보수가 필요하다.

받침의 가동상태 확인결과 A2측을 제외한 지점부와 고정단 P5의 받침은 양호한 상태이나, A2측 교대의 받침장치는 측방유동에 의해 교대가 전면으로 이동함에 따라 받침장치의 과도한 변위(4ea)가 발생하였으며, 추후 측방유동 지반보강 공sau 받침장치 교체(받침자리 이동보수)를 통한 보수가 필요 할 것으로 판단된다.

아. 교대 및 교각

▶ 교 대

정밀외관조사 결과 발생한 주요 손상은 교대(A2)측 측방유동, 시.종점부 교대 상면에서 이물질 퇴적 및 체수가 조사되었고 구체 전면부에서는 균열, 백태 및 표면오염 등의 손상이 발생되었다.

현장조사를 통한 시.종점부 교대와 거더 유간 측정치를 비교한 결과 수직보강재 좌굴이 발생한 A2측의 G4거더를 제외하고 G1부터 G3까지 거더는 94~146mm가 부족한 것으로 측정되었으며, 거더 제작 및 설치시의 오차와 여유량 측정시의 오차를 감안하더라도 전반적으로 지반해석을 통한 추정되어진 현재 교대(A2)의 변위 발생량(120mm)과 비슷한 결과값을 보여주고 있는 것으로 나타났다.

이물질 퇴적은 신축이음 교체 보수공사에 의해 발생한 콘크리트 잔여물이 경화되어 퇴적되어 있는 상태이다. 특히 거더와 교대 홍벽 유간 여유량이 부족한 A2측 교대의 거더 단부 하단과 받침플레이트와 뒷면의 콘크리트 퇴적물은 교량의 신.수축 기능을 저해할 뿐

만 아니라 하부구조의 체수 및 표면오염을 유발하고 하부구조의 내구성저하를 초래하므로 보수가 필요 할 것으로 판단된다.

균열 발생원인은 단면변화부의 응력 집중, 건조수축 및 온도변화에 따른 영향이 복합적으로 발생한 것으로 우수 유입과 더불어 백태를 발생하고 있는 상태이므로 내구성 확보를 위한 보수가 필요한 상태이다.

교대(A2)측 측방유동에 대한 구조해석(지반해석)을 통한 안전성 및 변위량 검토결과,

교대 최상단(신축이음장치) 수평변위가 교대의 전면방향으로 각각 최대 195~211mm의 변위가 발생하는 것으로 해석되었으며, 현재 교대의 변위 발생량은 약 120mm정도로 추정되며, 추가적으로 약75~91mm의 변위가 발생할 가능성이 있는 것으로 검토되어 허용 변위량 (15mm)을 상회하여 안정성에 문제가 있는 것으로 해석되었다. 따라서 연약지반의 보강을 실시하여 추가적인 변위를 억제하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. [제6장 안전성 및 내하력평가 - 6.3 지반 구조해석편 참조]

▶ 교 각

교각의 주요손상 현황은 수직균열, 망상균열, 철근노출이 조사되었다.

수직 및 망상균열은 상부하중 및 건조수축 등이 복합적으로 작용하여 발생한 것으로 내구성 확보를 위한 보수가 요구되며, 수면과 접촉이 빈번히 발생하는 부위에서 피복두께 부족에 의한 철근노출이 일부 조사되어 보수가 필요할 것으로 판단된다.

2 내구성평가

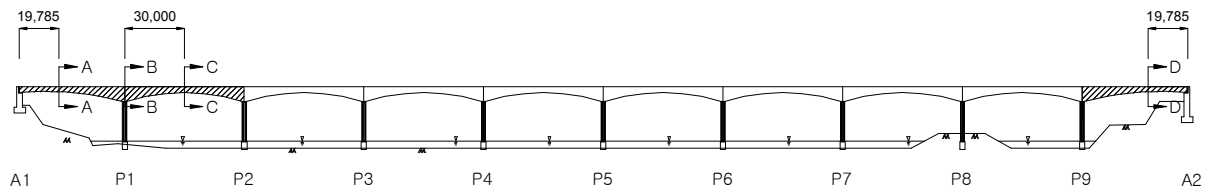
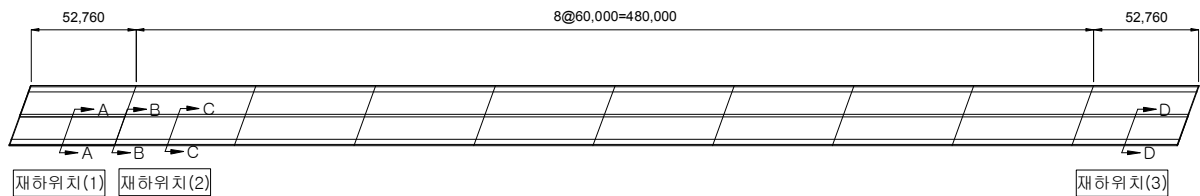
구 분		기 준		결 과		평 가 내 용
강도 시험	반발경도	바닥판 하면	27.0	27.4~30.4		• 기준치 이상의 강도를 확보
		하부구조	24.0	24.1~25.4		
	초음파	바닥판 하면	27.0	27.1~30.2		• 기준치 이상의 강도를 확보
		하부구조	24.0	24.9~29.8		
	조합법	바닥판 하면	27.0	32.9~39.1		• 기준치 이상의 강도를 확보
		하부구조	24.0	24.5~30.8		
	코어강도	바닥판 하면	27.0	29.0		• 기준치 이상의 강도를 확보
		하부구조	24.0	34.6~35.9		
철근탐사		슬래브 조사내용 (mm)			• 설계도서와 비교·검토한 결과, 철근 배근상태와 피복두께는 전반적으로 양호하였음.	
		종방향	250	230~275		
		횡방향	125	110~135		
		피복두께	40	34~48		
		교대 조사내용 (mm)				
		수직철근	250	230~275		
		수평철근	300	275~320		
		피복두께	100	103~124		
		교각 조사내용 (mm)				
		수직철근	200	175~225		
		수평철근	300	275~320		
		피복두께	80	82~98		
탄산화 시험	◦ 탄산화 잔여 깊이 a: 30mm이상 b:10mm이상~30mm미만 c: 0mm이상~10mm미만		상부구조	3.8~5.7	• 상태평가 : b등급	
			하부구조	7.4~10.2	• 상태평가 : a등급	
염화물함유량	a : 염화물<0.3kg/m³ b : 0.3<염화물<1.2		상부 : 0.323 하부 : 0.519~0.563		• 기준치(0.3kg/m³~1.2kg/m³)의 상태평가 : b등급	
균열깊이조사	A2 교대 0.3/1.9 균열부		균열깊이=37.58mm 피복두께=103.0mm		• 철근부식에 영향이 없음	
강재초음파 탐상 검사	80 POINT 측정		합격: 100% 불합격: 0%		• 결함이 없는 것으로 나타났음.	
도막두께 측정	내부 : 150μm 외부 : 195μm		내부 : 175~186μm 외부 : 269~280μm		• 도막두께 기준 만족	

Ⅲ. 재하시험 및 안전성평가

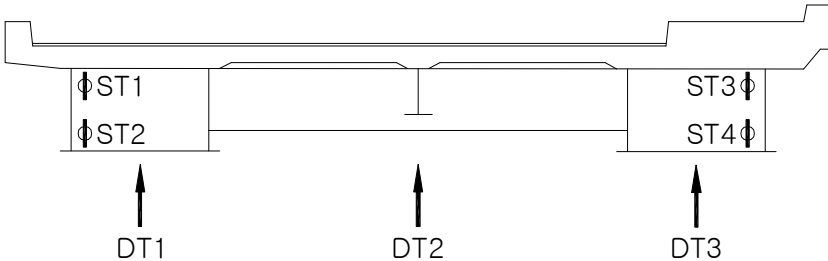
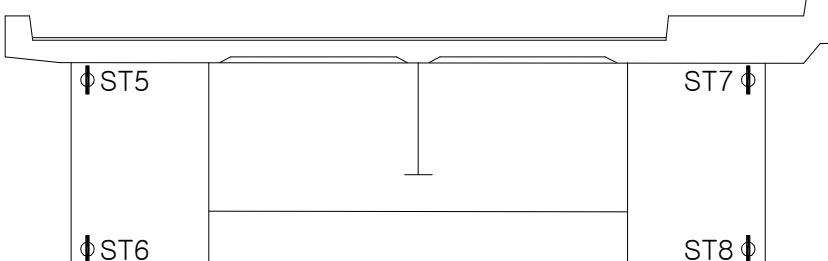
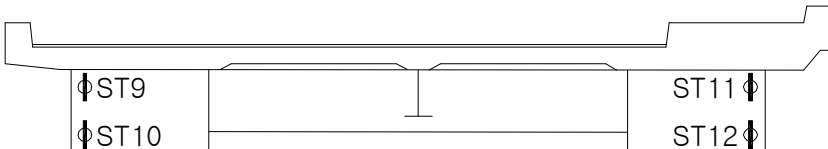
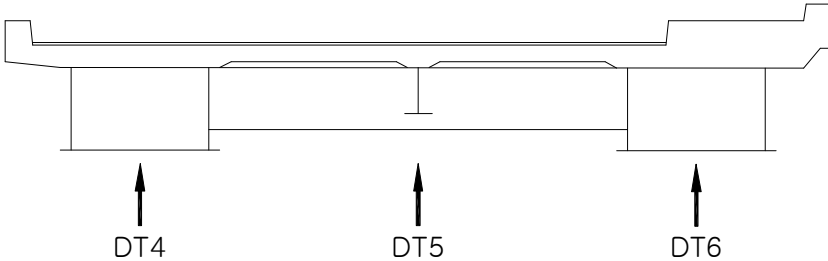
1 재하시험

(1) 게이지 부착위치 및 재하위치

기 호	계측센서 종류	용도	비 고
Φ	강재 변형률 게이지	강재변형률 측정	
	가속도계	가속도 측정	
	변위계	처짐 측정	



기 호	계측센서 종류	수량	비 고
Φ	강재 변형률 게이지	12	
	가속도계	1	
	변위계	6	

구 분	게이지 부착위치도
1경간 최대정모멘트부 (A-A' 단면)	
P1 최대부모멘트부 (B-B' 단면)	
2경간 최대 정모멘트부 (C-C' 단면)	
10경간 최대 정모멘트부 (D-D' 단면)	

(2) 재하시험 결과

·정적재하시험 결과

1) 실측처짐 측정결과(S1)

【표】 정적 재하시험 결과

구 분	처 짐(mm)		
	1경간		
	DT1	DT2	DT3
LC1	4.522	3.381	1.938
LC2	3.698	3.726	2.762
LC3	2.511	3.365	3.438
LC4	-2.302	-2.057	-1.811
LC5	-1.419	-1.391	-1.334

1경간 처짐	
--------	--

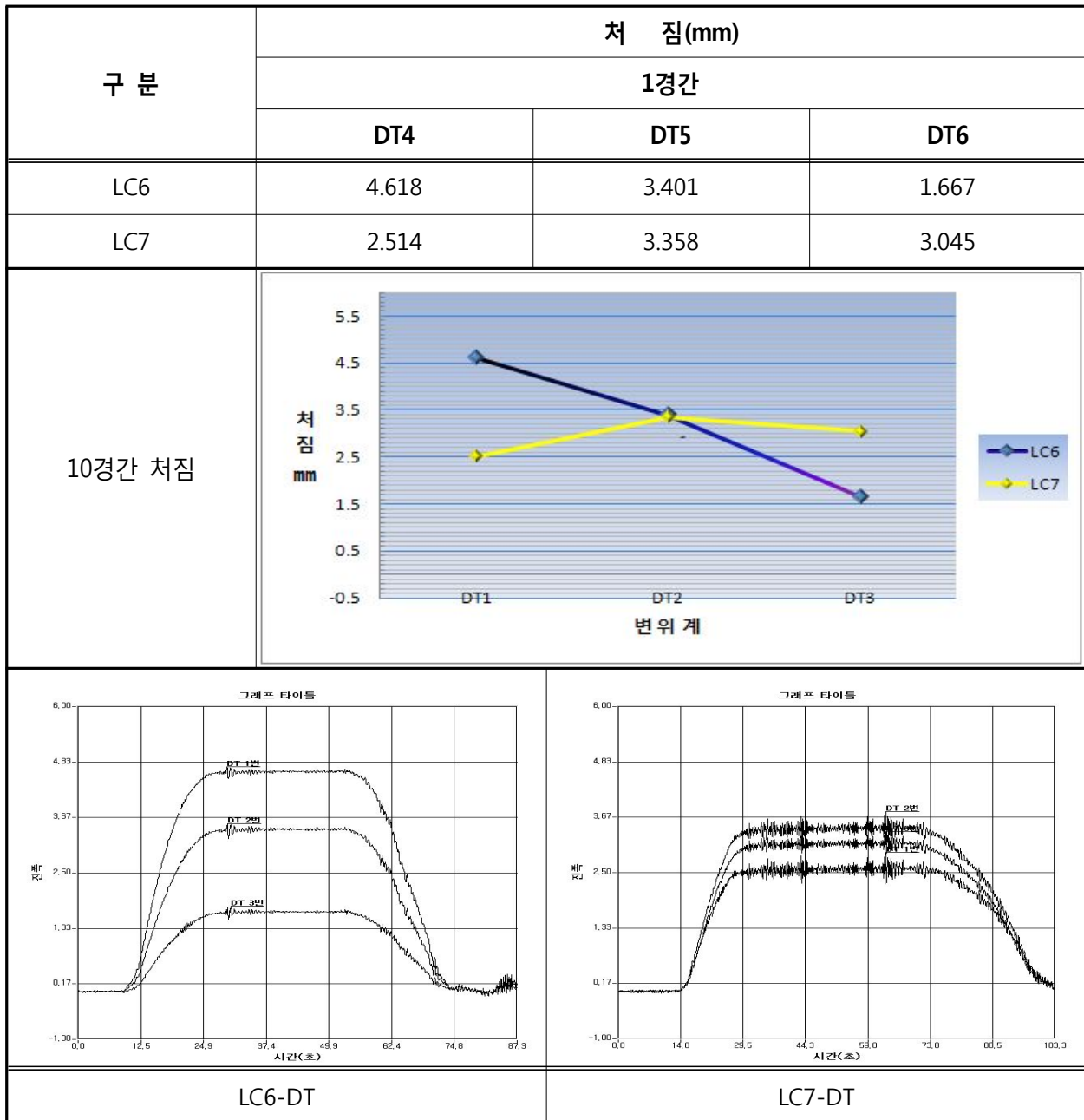
그래프 타이틀 LC1-DT	그래프 타이틀 LC2-DT
------------------------------	------------------------------

2) 변형률 측정결과

【표】 정적 재하시험 결과

CH	위 치	단위	LC-1	LC-2	LC-3	LC-4	LC-5	비고
01	G1 UP	με	-6.405	-4.974	-4.216	2.329	3.777	S1경간 최대정멘트부
02	G1 Low		31.764	24.665	20.910	-11.549	-18.729	
03	G2 UP		-2.618	-5.040	-7.027	2.190	3.900	
04	G2 Low		12.982	24.996	34.849	-10.863	-19.342	
05	G1 UP		7.924	4.830	3.243	14.147	11.177	P1 최대부멘트부
06	G1 Low		-10.345	-6.306	-4.235	-18.470	-14.593	
07	G2 UP		1.080	5.418	8.863	4.131	18.145	
08	G2 Low		-1.410	-7.074	-11.572	-5.393	-23.691	
09	G1 UP		0.860	0.909	1.031	-6.980	-5.618	S2경간 최대정멘트부
10	G1 Low		-5.975	-6.312	-7.159	48.480	39.020	
11	G2 UP		0.811	0.854	0.968	-2.662	-9.863	
12	G2 Low		-5.635	-5.931	-6.725	18.492	68.505	

3) 실측처짐 측정결과(S10)



4) 고 찰

본 시험에서는 재하차량을 횡방향으로 이동하면서 측정위치별 하중 분배효과에 따른 처짐 및 변형률을 측정하였다. 재하시험시 시험차량을 횡방향으로 이동하면서 각각의 처짐량을 비교한 결과 1경간과 10경간의 처짐량을 보도부측을 감안하여 비교한 결과 양호한 대칭성과 하중의 횡분배 효과가 이루어지는 것으로 판단된다.

·동적재하시험 결과

1) 주행방향 및 위치

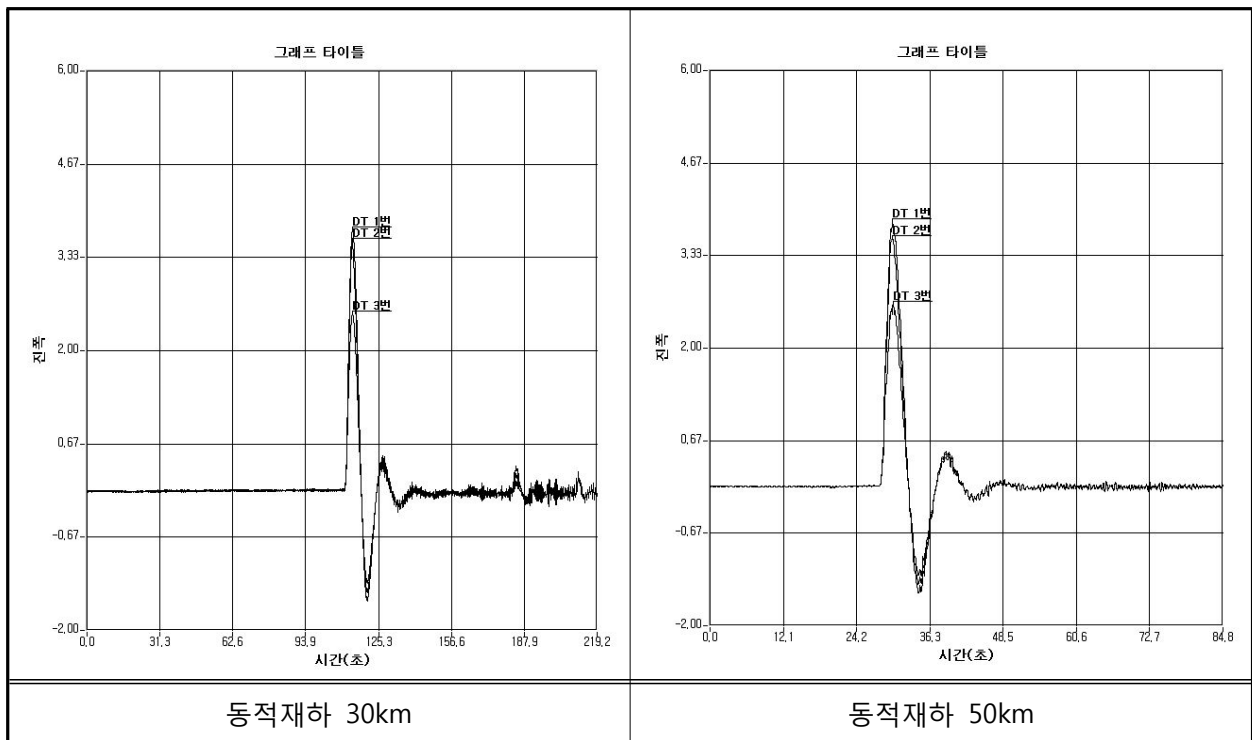
【표】 동적 재하시험 실시 방법

주행속도	주행방향	주행차선	비 고
10km/hr	(A1) → (A2)	2차선	
20km/hr	(A1) → (A2)	2차선	
30km/hr	(A1) → (A2)	2차선	
40km/hr	(A1) → (A2)	2차선	
50km/hr	(A1) → (A2)	2차선	

2) 측정결과

【표】 동적 재하시험 실시 결과

구 분	10km/hr	20km/hr	30km/hr	40km/hr	50km/hr
DT1	3.341	3.474	3.822	4.323	4.156
DT2	3.200	3.328	3.661	3.822	3.675
DT3	2.285	2.376	2.614	2.496	2.732



2 안전성평가 결과

본 교량의 바닥판 및 주형(수직보강재), 교대에 대한 안전성 검토결과는 다음과 같다.

1 바닥판 및 주형

① 바닥판 안전성 검토결과

구 분	소요강도(M_u)	설계강도(ϕM_n)	안전율	비고
캔틸레버부	83.405	122.167	1.465	O.K
중앙부	108.949	148.084	1.359	O.K

② 강재주형 안전성검토결과(최소안전율 경우)

구 분		작용응력		허용응력		안전율		비 고
		상연	하연	상연	하연	상연	하연	
1경간 정모멘트부	G1	117.312	152.126	148.183	190.0	1.263	1.249	O.K
	G2	124.775	161.614	148.183	190.0	1.188	1.176	O.K
P1지점 부모멘트부	G1	48.306	218.5	118.518	170.411	4.523	1.438	O.K
	G2	167.277	190.0	172.631	190.0	1.136	1.101	O.K
S10 정모멘트부	G1	126.983	148.183	160.246	190.0	1.167	1.186	O.K
	G2	115.135	148.183	154.016	190.0	1.287	1.234	O.K

③ 교대 지점부 강재주형 검토결과

구 분		발생응력(MPa)	허용응력(MPa)	판정	비고
측방유동 발생전	관용해석	123.8	190	O.K	
	FEM해석	34.8	190	O.K	상세해석
측방유동 발생후	FEM해석	313.9	190	N.G	유간부족으로 상부구속의 경우
보강후	FEM해석	161.8	190	O.K	현재 시행된 보강고려

2 교 대

① 교대 안전성검토결과

단면위치	깊이 H(mm)	dc (mm)	Req. As (mm ²)	사용철근량 (mm ²)	Mu (kN.m)	ΦMn (kN.m)	안전율	비고
벽체 : H=5.900	1900	100	1220.17	1986	557.268	904.179	1.623	O.K
홍 벽	500	80	1146.72	2865	120.348	291.451	2.422	O.K

② 교대 측방유동 판정결과

구 분	종 별	계산치		허용치	판 정
보강전	I 값	2.24	>	1.2 미만	측방이동 가능
	F 값	0.007	<	0.04 이상	측방이동 가능
	FR 값	1.23	<	3 이상	측방이동 가능
	측방이동량(mm)	407.9	>	100 이하	
보강후	I 값	0.29	<	1.2 미만	측방이동 가능 없음
	F 값	0.055	>	0.04 이상	측방이동 가능 없음
	FR 값	9.62	>	3 이상	측방이동 가능 없음
	측방이동량(mm)	21.2	<	100 이하	

IV. 시설물 평가

1 시설물 평가 기준

등 급	시설물의 상태 및 안전성
A (우수)	문제점이 없는 최상의 상태
B (양호)	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C (보통)	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 주요부재에 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D (미흡)	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E (불량)	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

2 상태평가 결과

부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				받침	하부구조		내구성 요소			
번호	구조형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음	교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
1	강거더교	b	c	c	b	c	c	b	b	b	-	a	a	-	-
2	강거더교	b	c	b	b	c	c	-	b	c	-	-	-	-	-
3	강거더교	b	c	b	b	c	c	-	b	c	-	-	-	-	-
4	강거더교	b	c	b	b	c	c	-	b	c	-	b	a	-	-
5	강거더교	b	c	b	b	c	b	-	b	c	-	a	-	-	-
6	강거더교	b	c	c	b	c	b	-	b	c	-	-	a	-	-
7	강거더교	b	c	c	b	c	b	-	b	b	-	a	-	-	-
8	강거더교	b	b	b	b	c	b	-	b	c	-	-	a	-	b
9	강거더교	b	b	b	c	c	b	-	b	b	-	a	a	-	-
10	강거더교	b	b	b	c	c	b	-	b	c	-	-	-	b	-
11	강거더교	-	-	-	-	-	-	c	e	c	e	-	a	-	b
평균		0.200	0.340	0.260	0.240	0.400	0.280	0.550	0.273	0.345	1.0	0.120	0.100	0.200	0.200
가중치		18	20	5	7	3	2	9	9	13	7	2	2	2	1
(평균X가중치) /가중치합		0.036	0.068	0.013	0.017	0.012	0.006	0.050	0.025	0.045	0.070	0.002	0.002	0.004	0.002
1. 환산결함도 점수 =												0.351			
2. 상태평가 결과 =												C			

3 안전성평가 결과

1 안전성평가 기준

등 급	안전성평가 기준	비 고
A	$SF > 1.0$	
B	$0.9 \leq SF < 1$ 이나, 공용내하력이 설계하중보다 크게 평가된 경우	
C	$0.9 \leq SF < 1$	
D	$0.75 \leq SF < 0.9$	
E	$SF < 0.75$	

2 안전성평가 결과

대상교량의 안전성 평가등급은 최소안전율이 1.174로 "A" 등급으로 평가되었으며, 발생 처짐 등의 검토 결과 모두 시방기준을 만족하며 안전측인 것으로 산정되었다.

4 종합평가 결과

시설물에 대한 안전등급은「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 2010.12」에 제시된 시설물 평가 기준을 토대로 상태평가등급과 안전성 평가등급 중 낮은 등급으로 지정되며, 시설물평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 2010.12」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 전체 섬안큰다리의 상태평가결과 "C", 안전성 평가결과 "A"로 평가되어 구조물의 안전등급은 "C"등급으로 산정되었다.

다만, 교대(A2)측 측방유동에 의한 추가손상 및 안전성저하 방지를 위해 조속한 시일내에 지반보강공사를 실시하고 상부구조 단부 유간확보 및 과도한 변위가 발생된 받침장치 교체가 필요할 것으로 판단된다.

V. 보수·보강 및 유지관리방안

1 보수보강 방안 및 개략공사비 산정

가. 1순위 개략공사비

위 치	손상내용	보수·보강 방안	물 량	단 위	단 가	순공사비	우선순위
거더	거더 유간 부족	거더 및 슬래브 단부 절단	1	식	89,670,000	89,670,000	1순위
신축이음	거더 유간 부족	재설치(No.200)	29.4	m	1,500,000	44,100,000	1순위
교대 A2	교대 측방유동	저유동성 몰탈주입	1	식	1,500,000,000	1,500,000,000	1순위
받침장치	받침 과다이동	재설치(3,000kN)	4	ea	13,000,000	52,000,000	1순위
순공사비						1,685,770,000	
제경비						842,885,000	
총공사비						≒ 24억	

나. 2순위, 3순위 개략공사비

위 치	손상내용	보수·보강 방안	물 량	단 위	단 가	순공사비	우선순위
교면포장	포트홀	아스콘 소파보수	1.63	m²	50,000	81,500	2순위
	접속포장면 구배불량	재포장	1950.0	m²	35,000	68,250,000	2순위
바닥판 하면	백태	표면처리	80.75	m²	45,000	3,633,750	2순위
	데크플레이트 부식	재도장	8876.8	m²	50,000	443,840,000	2순위
거더 가로보	부식 및 도장박리	재도장	2169.59	m²	50,000	108,479,500	2순위
교대/교각	철근노출	단면보수	0.42	m²	200,000	84,000	2순위
	균열 (Cw=0.2mm이하)	표면처리	20.13	m²	45,000	905,850	2순위
	균열 (Cw=0.3mm이상)	주입보수	49.2	m	40,000	1,968,000	2순위
	망상균열	표면처리	2.7	m²	45,000	121,500	2순위
받침장치	받침 플레이트 부식	재도장	27	ea	30,000	810,000	2순위
신축이음	신축이음 본체 토사퇴적(A1)	정비	23.0	m	10,000	230,000	3순위
배수시설	배수구 막힘	정비	116	ea	10,000	1,160,000	3순위
	배수구 파손	재설치	1	ea	100,000	100,000	3순위
난간/연석	연석 균열 및 균열부 누수	표면처리	109.3	m²	45,000	4,918,500	3순위
	중분대 균열	표면처리	29.0	m²	45,000	1,305,000	3순위
	중분대 박락	단면보수	18.4	m²	200,000	3,680,000	3순위
	인도포장부 균열	씰링보수	48.0	m	30,000	1,440,000	3순위
순공사비						641,007,600	
제경비						320,503,800	
총공사비						≒ 9.6억	

2 중점유지관리 사항

1) 포장면 아스콘마모 및 포트홀 손상

구 분	유지관리 내용	관련사진
교면 포장	■ 포장면 노화에 따른 아스콘 마모 발생 ① 손상현황. -교면포장 상면열화 발생 -포장면 망상균열, 포트홀 발생 ② 중점관찰 대상 부위 -포장면 전구간 및 신축이음 접속부 포장 ③ 점검방법 -금회 점검 내용을 기준으로 육안관찰 -전면 재포장이 적정하나, 여건에 따라 부분 재포장 요구됨. ④ 점검도구 -외관망도, 줄자, 필기구, 사진기	 <포장면 망상균열>  <접속포장 단차>

2) 주형 내부 체수에 의한 녹발생, 도장 박리

구 분	유지관리 내용	관련사진
바닥판 하면	■ 교면수의 유입으로 인한 Box내부 물고임 및 강재부식에 대한 지속적 관찰 필요 또는 보수후 재손상 발생여부에 대한 지속적 관찰 필요 ① 손상현황. -도장불량 및 박락 -교면수 유입으로 인한 박스내부 물고임, 부식 ② 중점관찰 대상 부위 -Box내부 ③ 점검방법 -금회 점검 내용을 기준으로 육안관찰 ④ 점검도구 -외관망도, 필기구, 사진기	 <도장 박리>  <체수 및 도장부식>

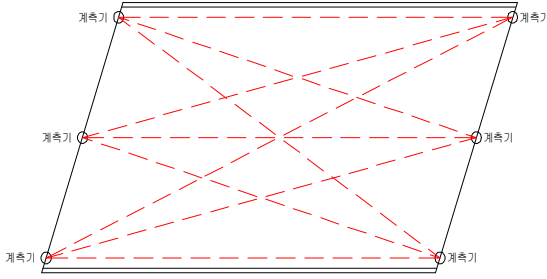
3) 주형 내부 수직보강재 좌굴

구 분	유지관리 내용	관련사진
받침 장치	■ 교대(A2)유간 여유량 부족 및 수직보강재 좌굴로는 긴급 보수가 실시된 상태로 재손상 발생여부에 대한 지속적 관찰 필요 ① 손상현황. -수직보강재 좌굴 발생함 (긴급보수) -거더단부 유간부족 발생 ② 중점관찰 대상 부위 -전경간 교량받침 및 거더단부 변형 유무 ③ 점검방법 -금회 점검 내용을 기준으로 육안관찰 ④ 점검도구 -외관망도, 필기구, 사진기	 <수직보강재 좌굴임시보강>  <받침장치 이동>

4) 주형 단부 유간 부족

구 분	유지관리 내용	관련사진
주형 단부	■ 교대(A2)측 거더 단부 유간 여유량 검토 결과 전 개소 (G1~4) 여유량이 부족하며, G2 우측 단부는 유간 확보가 필요함. ① 손상현황. -거더단부 유간여유량 부족 -교대 흥벽부 거더단부 밀착 ② 중점관찰 대상 부위 -전경간 교량받침 및 거더단부 변형 유무 ③ 점검방법 -금회 점검 내용을 기준으로 육안관찰 ④ 점검도구 -외관망도, 필기구, 사진기	 <A2흥벽부 거더단부 밀착>  <유간 여유량 부족>

5) 교대A2 측방유에 대한 지반보강공사 실시 후 유지관리사항

구 분	지반보강 후 유지관리사항	계측방안
교대 A2	■ 측방유동에 따른 교대 이동량에 대한 정기적인 계측 실시 ① 지반보강 후 교대(A2)와 교각(P9)에 계측기를 설치하여 정기적인 계측 실시 ② 계측방법 -계측방안 참조 ③ 계측도구 -계측 실시후 측정Data, 필기구, 사진기	 P9 A2

VI. 종합결론

본 과업 대상시설물인 섬안큰다리는 경상북도 포항시 남구 대도동~연일읍 오천리에 위치하여 형산강을 횡단하는 교량이다. 본 교량은 총연장 586.0m으로 총 10경간으로 구성되어 있으며, 교량의 폭은 전 구간 30.0m(차도23.0m)의 왕복 6차로로 시공되어 있다. 하부구조 교대는 역T형, 교각 P1~P8 구간은 Y형, 교각P9는 문형 형식이며, 교량의 시점측 하부는 자전거도로 및 산책로가 설치되어 있으며 종점측 하부는 칠성천 및 형산강남로가 위치한 상태이다.

시설물평가는「안전점검 및 정밀안전진단 세부지침, 2010.12」에 제시된 시설물평가 기준을 토대로 실시하였으며, 전체 섬안큰다리의 상태평가등급 "C"등급이며, 안전성 평가등급 "A"등급으로 안전등급은 "C"등급으로 평가되었으나, 정밀외관조사 결과 교대 (A2)측 측방유동에 의한 거더와 홍벽 협착(A2), 받침장치의 과다변위, 수직보강재 좌굴 (2012년 12월 긴급보강공사시행)이 발생되었다. 지반조사 및 해석을 토대로 교대(A2)의 변위를 검토한 결과 허용변위량 이상으로 변위가 발생되어 불안정한 것으로 판단되며, 추가 변위(7.5~9.1cm)가 발생할 것으로 예측되어 장기적으로 구조물 및 차량통행의 안전에 위험성을 내포하고 있다. 조속한 시일 내에 지반보강을 통한 안전성 확보가 필요할 것으로 판단되며, 거더와 교대 홍벽 협착부는 슬래브 및 거더 단부절단을 통한 유간을 확보하여야 하며, 과도한 변위가 발생한 받침장치는 교체를 실시하여야할 것으로 판단된다.