

과업요약문

1. 과업의 목적

본 용역은 『시설물의 안전관리에 관한 특별법』 제6조 1항에 따라 실시하는 정밀점검 용역으로써 시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물의 상태 등을 정확하게 검사, 평가하고 그에 대하여 적절하게 조치함으로써 시설물의 효용성을 증진시킴과 더불어 체계적인 구조물 관리를 도모코자 함.

2. 시설물 개요

가. 과업명 : 2017년 서울춘천고속도로 정밀점검용역(미사대교 등 29개 시설물)

나. 과업기간 : 2017년 09월 22일 ~ 2017년 12월 29일

다. 대상시설물 개요

<표 2.1> 대상시설물 개요

교량명	노선명	위 치	연장 (m)	총 폭 (m)	형 식		설계 하중	준공 년도	비고
					상부	하부			
발산1교 (서울)	서울춘천고속도로 이정 43.64km	홍천군 서면 마곡리	535.0	12.6	PSC Box Girder	역T형 트랙형	DB-24 DL-24	2009	편도 2차선
발산1교 (양양)	서울춘천고속도로 이정 43.64km	홍천군 서면 마곡리	490.0	12.6	PSC Box Girder	역T형 트랙형	DB-24 DL-24	2009	편도 2차선

3. 과업의 범위 및 내용

3.1 과업범위

- 가. 자료수집 및 분석 (준공도면, 기 점검보고서, 보수자료 등) 검토
- 나. 현장조사 (외관조사)
- 다. 비파괴시험
- 라. 점검결과 검토 및 분석
- 마. 시설물 상태평가
- 바. 보수·보강 방안(공법, 우선순위 및 시기) 제시
- 사. 시설물의 효율적인 유지관리방안 제시
- 아. 종합보고서 작성 전산입력(FMS)

3.2 과업의 세부내용

가. 자료수집 및 분석

- 준공도면, 구조계산서, 특별시방서, 수리·수문계산서
- 구조·수리·수문 계산(계산서가 없는 경우)
- 실측도면 작성(도면이 없는 경우)
- 시공·보수·보강도면, 제작 및 작업도면
- 재료증명서, 품질시험기록, 재하시험 자료, 계측자료
- 시설물관리대장
- 기존 안전점검·정밀안전진단 실시결과
- 보수·보강이력

나. 현장조사

- 외관조사 및 외관조사망도 작성
- ※ 작성대상부재는 감독원의 지시에 따른다.

- 콘크리트 구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등
- 강재 구조물 : 균열, 도장상태, 부식상태 등
- 시설물조사에 필요한 임시접근로, 가설물의 안전시설 설치·해체 등
- 조사용 접근장비 운용
- 조사부위 표면청소
- 마감재의 해체 및 복구

다. 비파괴시험

- 기타 관리주체의 추가 요구 및 안전성평가 등에 필요한 조사·시험
- 간단한 현장 재료시험 등
 - 콘크리트 비파괴강도(반발경도시험)
 - 콘크리트 탄산화 깊이 측정
 - 철근탐사시험(선택적 항목), 용접부 결함검사(선택적 항목)

라. 점검결과 검토 및 분석

마. 시설물 상태평가

- 외관조사 결과 분석
- 시설물의 부재별 외관조사 및 점검결과에 따른 상태평가 실시

단, 상태평가 산정은 『시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침』
및 시설안전기술공단의 상태평가 산정프로그램에 의한다.
- 시설물의 결함부위 진단 및 결함원인 분석
- 필요시 안전성 평가에 대한 내하력 평가시 구조해석 실시
- 구조해석은 시공상태를 기준으로 분석하고, 상부구조 및 하부구조를 포함
- 현장 재료시험 결과 분석
- 대상 시설물(부재)에 대한 상태평가
- 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 책임기술자의 소견(안전등급 지정)

바. 보수·보강 방안(공법, 우선순위 및 시기) 제시

- 보수·보강 방법 제시
- 보수시기, 보수 우선순위 및 보수대책은 고속도로상 작업여건을 감안, 이용객의 불편을 최소화할 수 있는 방안으로 각 시설물별로 작성
- 보수·보강대책은 시설물의 전면보수 시까지 구조물의 기능을 유지하기 위하여 필요한 사항(보수대상, 적정공법, 소요예산 등)을 선정 제시

사. 시설물의 효율적인 유지관리방안 제시

- 시설물의 효율적인 유지관리방안 제시
본 과업수행 중 파악한 유지관리상의 문제점에 대한 적절한 보안대책을 작성, 유지관리 개선사항으로 제시

아. 종합보고서 작성 전산입력(FMS)

- 시설안전기술공단 『시설물정보 통합관리시스템(FMS)』
- 한국도로공사 『구조물 외관조사망도시스템(SDMS)』

4. 발산1교(서울) 정밀점검 결과

4.1 외관조사결과

1) 교면포장

교면포장은 ASP포장으로 시공되어 있으며, 차량이 운행중인 상태에서 최대한 접근이 가능한 범위까지 근접 육안조사를 실시하였다.

교면포장에 대한 외관조사 결과, 주요손상으로는 균열, 마모, 포트홀 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다. 현재 조사된 손상은 경미한 수준으로 주행성 및 내구성 확보상의 문제는 없는 상태이나, 향후 공용년수 증가(반복적인 통행차량 운하중 재하)에 따른 ASP포장부 마모 및 균열 등 추가 손상이 발생될 우려가 있으므로 주기적인 점검 및 유지관리가 필요하다.

2) 방호벽

방호벽은 철근콘크리트 방호벽으로 외관조사 결과, 시공초기 온도변화 및 환경적 요인에 의한 폭 0.3mm 미만의 균열과 굽힘 등이 발생한 것으로 조사되었다. 향후, 부재의 특성상 지속적인 우수유입 및 동절기 동결융해의 반복에 의한 추가 손상이 발생될 수 있으므로 보수후 이에 대한 주의깊은 점검이 요구된다.

3) 배수시설

배수시설은 좌측 방호벽에 인접하여 설치되어 있으며, 배수파이프로 연결되어 하부로 배수하도록 시공되어 있다. 외관조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이나, 일부개소에서 배수구 막힘 및 배수관 이격이 조사되었다. 기 발생한 손상은 정비 등의 조치가 필요하다.

4) 신축이음

신축이음은 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재로서 본 교량에 설치된 신축이음은 핑거조인트(A1, A2)로 시공되어 있다.

외관조사 결과, 공용기간 증가 및 지속적인 차량통행으로 인한 후타재 균열, 국부적인 후타재 파손, 신축이음 본체 부식 및 고무재 파손 등이 발생한 것으로 조사되었다. 기 발

생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요한 것으로 판단된다.

발산1교(서울)의 각 신축이음별 신축량 및 유간거리를 검토한 결과 각 신축이음은 하절기 온도상승 및 동절기 온도하강시 신축여유량을 충분히 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

5) 바닥판

ILM(Incremental Launching Method)공법으로 시공된 발산1교(서울)는 총 10경간으로 구성되어 있으며, 상부구조는 PSC 박스거더로 시공되어 있다. 상부구조 PSC 박스 거더의 상부플랜지는 외관조사 및 상태평가 산정시 바닥판으로 분류하였다.

외관조사결과, 바닥판 외부에 배수구 누수로 인한 백태 및 오염 등이 조사되었다. 기 발생한 손상부는 상부 배수구 정비와 연계한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

6) 거더

거더에 대한 외관조사 결과, 거더 내·외부에 국부적인 균열, 백태, 받침부 박락 등이 발생되었으며, 공용기간 증가로 인해 정착구 보강판 부식이 조사되었다. 기 발생한 손상부는 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

7) 교량받침

교량받침은 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다.

본 발산1교(서울)의 교대는 ILM 포트받침으로 이루어져 있으며 교각은 납면진 LRB받침으로 총 22개소가 시공되었다. 외관조사결과, 시공 초기 건조수축 및 시공오류로 인한 받침 콘크리트, 몰탈 균열, 볼트체결불량의 손상이 조사되었다. 기 발생한 손상은 수량이 미소하며, 받침장치의 기능상의 문제는 없는 것으로 판단되어, 주기적인 점검 및 관찰을 실시 후 손상의 진전여부를 확인하여 보수해야 할 것으로 사료된다.

교대 및 교각의 교량받침에 대한 연단거리 측정결과 현장 실측치가 허용치를 상회하는 것으로 조사되어 본 과업대상인 발산1교(서울)는 충분한 연단거리를 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

또한, 기 실시한 정밀점검(2016.08)과 비교시 측정오류 및 연단거리의 차이는 없는 것으로 측정·검토되었다.

대상 교량 받침장치의 대기온도 변화를 고려하여 상부 바닥판의 신축 변화량을 산정하

고 각 지점에서 측정된 받침장치 가동량을 측정 비교·검토하였다.

본 교량의 가동받침의 이동량 산정시 온도변화는 보통지방을 고려하여 $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$ 설계하였으며 설계시 고려한 온도를 기준으로 교량받침 여유량 검토결과 온도변화에 따른 여유량을 충분히 확보하고 있는 것으로 측정/확인 되었다.

8) 교대 및 교각

교대 및 교각은 교량 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 구조부재이며, 교대는 역T형(직접+Pile기초), 교각은 육각중공식(직접+Pile기초)으로 시공되어 있다.

교대에 대한 외관조사결과, 초기 수화열 및 건조수축에 의한 폭0.3mm미만 균열과 외측부의 우수유입으로 인한 표면열화 및 누수흔적, 구체 파손의 손상이 발생되어 내구성 확보를 위한 보수와 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

교각에 대한 외관조사 결과, 시공초기 온도변화 및 환경적요인에 의한 균열폭 0.3mm 내·외의 균열, 백태, 파손, 망상균열 등이 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보를 위한 보수와 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

4.2 비파괴시험 결과

가. 비파괴시험에 의한 압축강도측정 결과

<표 4.1> 압축강도 측정결과

[단위 : MPa]

종류 부재		시험압축강도 (A)	설계기준강도 (B)	(A/B)×100 (%)
상부구조	거더	41.3 ~ 47.4	40.0	103 ~ 118
하부구조		24.5 ~ 27.2	24.0	102 ~ 113

콘크리트 비파괴 시험결과 상부구조 거더 추정 비파괴 강도는 41.3~47.4MPa, 하부구조 교대, 교각 추정 비파괴강도는 24.5~27.2MPa로서 설계기준강도(거더 : 40.0MPa, 교대, 교각 : 24.0MPa) 이상을 확보하고 있는 것으로 측정·검토 되었다.

나. 탄산화 깊이 측정 결과

<표 4.2> 탄산화깊이 측정결과

[단위 : mm]

시험위치	탄산화 깊이(mm) (C)	공용년수 (t)	탄산화 속도계수 (A)	탄산화 잔여깊이 (mm)	잔존수명 (t_d)	비고
거더내부 S2	3.5	8	1.24	36.5	100년 이상	
거더외부 S3	3.2	8	1.13	36.8		
거더외부 S7	3.9	8	1.38	36.1		
교대 A1	3.0	8	1.06	97.0		
교각 P2	3.2	8	1.13	96.8		
교각 P4	5.3	8	1.87	94.7		

탄산화 깊이 측정은 총 6개소(상부구조 3개소, 하부구조 3개소)에서 실시하였으며 탄산화에 의한 수명 평가는 경과년수와 탄산화깊이와의 관계를 통해 탄산화 속도계수를 역추적하여 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하였다. 앞서 언급한 식 $C=A\sqrt{t}$ 에서 준공 후 현재까지의 경과년수 t 는 설계도로부터 구할 수 있고 탄산화 깊이 C 는 현장조사를 통하여 얻을 수 있으므로 탄산화 속도계수 A 를 계산할 수 있다. 측정결과 모든 측정부재에서 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간을 추정한 결과 100년 이상으로 탄산화에 의한 철근부식은 없을 것으로 판단된다.

4.3 상태평가 결과

<표 4.3> 상태평가 결과

개별교량명	발산1교(서울)						
구분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장(m)	차선	길이 ×차선	연장비	환산결함도점수 ×연장비
발산1교(서울)	0.196	B	535.0	2	1,070	1.00	0.196
합계(Σ)			535.0		1,070	1.00	0.196
1. 평가지수 =						0.196	
2. 상태평가 결과 =						B 등급	

본 발산1교(서울)의 상태평가 결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 "B등급"의 상태로 평가 되었다.

4.4 안전등급 지정

<표 4.4> 안전등급 지정

구 분	상태평가		안전성평가	
	평가지수	평가기준	평가지수	평가기준
평가결과	0.196	B	미 실시 (정밀안전진단 과업)	
안전등급 지 정	상태평가 B 안전성평가 (미 실시) - 안전등급 B			

안전등급은 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 등급을 안전등급으로 지정하나 금회 실시한 정밀점검에서는 안전성평가(정밀안전진단 과업)를 실시하지 않아 안전등급은 B등급“보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태”로 지정되었다.

4.5 보수·보강 방안

점검부위	결함 및 손상내용	보수물량	보수·보강(안) 공법	개략공사비 (천원)	순위	비고
방호벽	균열(폭0.3mm미만)	36.42m ²	표면처리	1638.9	3	
	균열(폭0.3mm이상)	0.24m	주입보수	28.8	2	
	긁힘	0.96m ²	단면보수	192	2	
배수시설	배수구 막힘	1EA	청소	3	2	
	배수관 이음부 누수	1EA	정비	3	3	
	배수관 이격	2EA	정비	6	3	
신축이음	후타재 균열	1.8m	표면처리	81	3	
	후타재 파손	0.25m ²	단면보수	50	2	
	누수흔적	0.6m ²	표면처리	27	2	
바닥판	균열(0.3mm미만)	1.53m ²	표면처리	68.85	3	하자
	누수 및 오염	0.11m ²	표면처리	4.95	2	하자
	백태	0.34m ²	표면처리	15.3	2	하자
거더	균열(폭0.3mm미만)	18.18m ²	표면처리	818.1	3	하자
	백태	1.01m ²	표면처리	45.45	2	하자
	망상균열	3.6m ²	표면처리	162	2	하자
	박락 및 들뜸	0.24m ²	단면복구	48	2	하자
	재료분리	0.07m ²	단면복구	14	2	하자
교량받침	균열(폭0.3mm미만)	0.95m ²	표면처리	42.75	3	하자
교대	균열(폭0.3mm미만)	1.5m	표면처리	67.5	3	하자
	파손	0.24m ²	단면복구	48	2	하자
	누수흔적	0.38m ²	표면처리	169.1	2	하자
	표면열화	2.02m ²	단면보수	404	2	하자
교각	균열(폭0.3mm미만)	4.65m ²	표면처리	209.25	3	하자
	균열(폭0.3mm이상)	0.42m	주입보수	50.4	2	하자
	백태	0.29m ²	표면처리	13.05	2	하자
	파손	0.05m ²	단면복구	10	2	하자
	망상균열	0.96m ²	표면처리	43.2	2	하자
순 공사비				4,264		
제경비(순공사비×0.5)				2,132		
총 공사비				6,396		

※ 면적환산 = 균열보수(0.3mm미만) : L(길이) × 0.25m(폭)

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

4.6 종합결론

발산1교(서울)는 준공 후 8년이 경과된 PSC BOX Girder 형식의 교량으로 교면포장 균열 및 패임, 방호벽 균열 및 굽힘, 배수시설 막힘 및 이격, 신축이음 본체 부식 및 고무재 파손, 후타재 균열 및 파손, 바닥판 백태 및 오염, 거더 균열, 백태, 박락 및 정착구 보강판 부식, 교량받침 균열 및 볼트 체결불량, 하부구조 표면열화, 파손, 균열, 백태, 망상균열 등이 조사되어 "B등급"(양호)으로 평가 되었으며, 금회 점검시 조사된 손상·결함부에 대하여 보수를 시행한다면 공용상의 문제는 없을 것으로 판단된다. 또한, 하자보수를 실시한 보수부의 점검을 통한 재손상 여부를 판단하여 이에 대한 적절한 조치를 취하여야 할 것이다.

5. 발산1교(양양) 정밀점검 결과

5.1 외관조사결과

1) 교면포장

교면포장은 ASP포장으로 시공되어 있으며, 차량이 운행중인 상태에서 최대한 접근이 가능한 범위까지 근접 육안조사를 실시하였다.

교면포장에 대한 외관조사 결과, 주요손상으로는 균열, 마모, 패임 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다. 현재 조사된 손상은 경미한 수준으로 주행성 및 내구성 확보상의 문제는 없는 상태이나, 향후 공용년수 증가(반복적인 통행차량 운하중 재하)에 따른 ASP 포장부 마모 및 균열 등 추가 손상이 발생될 우려가 있으므로 주기적인 점검 및 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

2) 방호벽

방호벽은 철근콘크리트 방호벽으로 외관조사 결과, 시공초기 온도변화 및 환경적 요인에 의한 폭 0.3mm 미만의 균열과 백태 등이 발생한 것으로 조사되었다. 향후, 부재의 특성상 지속적인 우수유입 및 동절기 동결융해의 반복에 의한 추가 손상이 발생될 수 있으므로 보수후 이에 대한 주의깊은 점검이 요구된다.

3) 배수시설

배수시설은 좌측 방호벽에 인접하여 설치되어 있으며, 배수파이프로 연결되어 하부로 배수하도록 시공되어 있다. 외관조사 결과, 전반적으로 양호한 상태이나, 일부개소에서 배수구 막힘 및 배수관 탈락이 조사되었다. 기 발생한 손상은 정비 등의 조치가 필요한 것으로 판단된다.

4) 신축이음

신축이음은 대기 온도변화에 의한 교량 상부구조의 수축과 팽창, 콘크리트의 재령에 의한 CREEP, 건조수축 및 활하중에 의한 이동과 회전등의 변위 및 변형을 원활하게 하여 2차응력을 줄이고 교면의 평탄성을 유지시켜 주는 역할과 교면수와 오물이 교량 하부 구조로 흘러들어가는 것을 방지하여 콘크리트가 부식되지 않도록 하는 기능을 수행하는 중요한 부재로서 본 교량에 설치된 신축이음은 핑거조인트(A1, A2)로 시공되어 있다.

외관조사 결과, 공용기간 증가 및 지속적인 차량통행으로 인한 후타재 균열, 국부적인

후타재 파손, 신축이음 본체 부식 및 고무재 파손 등이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요할 것으로 판단되며, 특히 본체 이물질 퇴적의 경우 신축이음의 원활한 거동을 위한 주기적인 청소 등의 유지관리가 필요할 것으로 판단된다.

발산1교(양양)의 각 신축이음별 신축량 및 유간거리를 검토한 결과 각 신축이음은 하절기 온도상승 및 동절기 온도하강시 신축여유량을 충분히 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

5) 바닥판

ILM(Incremental Launching Method)공법으로 시공된 발산1교(양양)는 총 9경간으로 구성되어 있으며, 상부구조는 PSC 박스거더로 시공되어 있다. 상부구조 PSC 박스 거더의 상부플랜지는 외관조사 및 상태평가 산정시 바닥판으로 분류하였다.

외관조사결과, 바닥판 외부에 국부적인 파손이 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 보수가 필요한 것으로 판단된다.

6) 거더

거더에 대한 외관조사 결과, 거더 내·외부에 국부적인 균열, 박락, 백태 및 부식 등이 발생되었으며, 공용기간 증가로 인해 정착구 보강판 부식이 조사되었다. 기 발생된 손상부는 내구성 확보 차원의 적절한 보수가 필요한 것으로 판단된다.

7) 교량받침

교량받침은 상·하부구조 접속부에 있는 교량 부속물로서 교량의 구조 중 기계적 요소가 가장 강하며, 하중의 전달과 완충의 기능을 갖고 있어 하중전달을 위해 견고하게 연결되어야 한다.

본 발산1교(양양)의 교대는 ILM 포트받침으로 이루어져 있으며 교각은 납면진 LRB받침으로 총 20개소가 시공되었다. 외관조사결과, 시공 초기 건조수축 및 시공오류로 인한 받침 콘크리트 균열 및 몰탈 균열 등의 손상이 조사되었다. 기 발생된 손상은 수량이 미소하며, 받침장치의 기능상의 문제는 없는 것으로 판단되나 내구성 증진을 위한 표면처리 등의 조치가 필요할 것으로 판단된다.

교대 및 교각의 교량받침에 대한 연단거리 측정결과 현장 실측치가 허용치를 상회하는 것으로 조사되어 본 과업대상인 발산1교(양양)는 충분한 연단거리를 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

또한, 기 실시한 정밀점검(2016.08)과 비교시 측정오류 및 연단거리의 차이는 없는 것으로 측정·검토되었다.

대상 교량 받침장치의 대기온도 변화를 고려하여 상부 바닥판의 신축 변화량을 산정하고 각 지점에서 측정된 받침장치 가동량을 측정 비교·검토하였다.

본 교량의 가동받침의 이동량 산정시 온도변화는 보통지방을 고려하여 $-5^{\circ}\text{C} \sim +35^{\circ}\text{C}$ 설계하였으며 설계시 고려한 온도를 기준으로 교량받침 여유량 검토결과 온도변화에 따른 여유량을 충분히 확보하고 있는 것으로 측정/확인 되었다.

8) 교대 및 교각

교대 및 교각은 교량 상부구조의 하중을 지반으로 전달하며, 교량 전체 구조의 안전성을 위해 중요한 역할을 수행하는 구조부재이며, 교대는 역T형(직접+Pile기초), 교각은 육각중공식(직접+Pile기초)으로 시공되어있다.

교대에 대한 외관조사결과, 초기 수화열 및 건조수축에 의한 폭 0.3mm 내·외의 균열과 표면열화 등의 손상이 발생되어 내구성 확보를 위한 보수와 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

교각에 대한 외관조사 결과, 시공초기 온도변화 및 환경적요인에 의한 균열폭 0.3mm 내·외의 균열, 파손, 망상균열 등이 조사되었다. 기 발생한 손상부는 내구성 확보를 위한 보수와 주기적인 점검을 통한 유지관리가 필요한 것으로 판단된다.

5.2 비파괴시험 결과

가. 비파괴시험에 의한 압축강도측정 결과

<표 5.1> 압축강도 측정결과

[단위 : MPa]

종류 부재		시험압축강도 (A)	설계기준강도 (B)	(A/B)×100 (%)
상부구조	거더	44.1 ~ 47.2	40.0	110 ~ 118
하부구조		26.0 ~ 27.0	24.0	108 ~ 112

콘크리트 비파괴 시험결과 상부구조 거더 추정 비파괴 강도는 $44.1 \sim 47.2\text{MPa}$, 하부구조 교대, 교각 추정 비파괴강도는 $26.0 \sim 27.0\text{MPa}$ 로서 설계기준강도(거더 : 40.0MPa , 교대, 교각 : 24.0MPa) 이상을 확보하고 있는 것으로 측정·검토 되었다.

나. 탄산화 깊이 측정 결과

<표 5.2> 탄산화깊이 측정결과

[단위 : mm]

시 험 위 치	탄산화 깊이(mm) (C)	공용년수 (t)	탄산화 속도계수 (A)	탄산화 잔여깊이 (mm)	잔존수명 (td)	비 고
거더내부 S3	3.5	8	1.24	36.5	100년이상	
거더외부 S5	3.0	8	1.06	37.0		
거더외부 S8	3.5	8	1.24	36.5		
교대 A2	3.2	8	1.13	96.8		
교각 P4	3.5	8	1.24	96.5		
교각 P7	5.0	8	1.77	95.0		

탄산화 깊이 측정은 총 6개소(상부구조 3개소, 하부구조 3개소)에서 실시하였으며 탄산화에 의한 수명 평가는 경과년수와 탄산화깊이와의 관계를 통해 탄산화 속도계수를 역추적하여 탄산화가 철근에 도달하는 시간을 계산하였다. 앞서 언급한 식 $C=A\sqrt{t}$ 에서 준공 후 현재까지의 경과년수 t 는 설계도로부터 구할 수 있고 탄산화 깊이 C 는 현장조사를 통하여 얻을 수 있으므로 탄산화 속도계수 A 를 계산할 수 있다. 측정결과 모든 측정부재에서 현재로부터 탄산화가 철근에 도달하는데 걸리는 시간을 추정한 결과 100년 이상으로 탄산화에 의한 철근부식은 없을 것으로 판단된다.

5.3 상태평가 결과

<표 5.3> 상태평가 결과

개별교량명	발산1교(양양)						
구분	환산 결함도점수	상태평가 등급	연장(m)	차선	길이 ×차선	연장비	환산결함도점수 ×연장비
발산1교(양양)	0.229	B	490.0	2	980	1.00	0.229
합계(Σ)			490.0		980	1.00	0.229
1. 평가지수 =						0.229	
2. 상태평가 결과 =						B 등급	

본 발산1교(양양)의 상태평가 결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 "B등급"의 상태로 평가 되었다.

5.4 안전등급 지정

<표 5.4> 안전등급 지정

구 분	상태평가		안전성평가	
	평가지수	평가기준	평가지수	평가기준
평가결과	0.229	B	미 실시 (정밀안전진단 과업)	
안전등급 지 정	상태평가 B 안전성평가 (미 실시) - 안전등급 B			

안전등급은 상태평가 결과와 안전성평가 결과 중 낮은 등급을 안전등급으로 지정하나 금회 실시한 정밀점검에서는 안전성평가(정밀안전진단 과업)를 실시하지 않아 안전등급은 B등급“보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태”로 지정되었다.

5.5 보수·보강 방안

점검부위	결함 및 손상내용	보수물량	보수·보강(안) 공법	개략공사비 (천원)	순위	비고
교면포장	균열	141.9m ²	주의관찰	-	-	
	마모	19.2m ²	주의관찰	-	-	
	패임	0.1m ²	주의관찰	-	-	
방호벽	균열(폭0.3mm미만)	15.48m ²	표면처리	696.6	3	
	백태	3.36m ²	표면처리	151.2	3	
배수시설	배수구 막힘	11EA	청소	33	1	
	배수관 탈락	3EA	주의관찰	-	-	
신축이음	후타재 균열	0.63m ²	주의관찰	-	-	
	후타재 파손	0.52m ²	단면보수	104	2	
	본체 부식	8.0m	주의관찰	-	-	
	본체 고무재 파손	2.4m ²	주의관찰	-	-	
	이물질퇴적	1.5m ²	청소	4.5	1	
바닥판	파손	0.01m ²	단면보수	2	2	하자
	백태	0.1m ²	표면처리	4.5	2	하자
	보수부 들뜸	0.18m ²	단면보수	36	2	하자
거더	균열(폭0.3mm미만)	12.21m ²	표면처리	549.45	3	하자
	균열(폭0.3mm이상)	1.11m	주입보수	133.2	1	하자
	백태	0.06m ²	표면처리	2.7	2	하자
	정착구 부식	68EA	재도장	4,760	3	하자
	녹발생	0.12m ²	주의관찰	-	-	
	박락 및 들뜸	0.07m ²	단면보수	14	2	하자
교량받침	균열(폭0.3mm미만)	1.05m ²	표면처리	47.25	3	하자
	균열(폭0.3mm이상)	1.08m	주입보수	130	2	하자
교대	균열(폭0.3mm미만)	0.17m ²	표면처리	7.65	3	하자
	균열(폭0.3mm이상)	3.6m	주입보수	432	1	하자
	들뜸 및 박락	0.83m ²	단면보수	166	2	하자
	백태	0.72m ²	표면처리	32.4	2	하자
	표면열화	2.88m ²	단면보수	576	2	하자
	법면이격	10.0m	주의관찰	-	-	
교각	균열(폭0.3mm미만)	2.07m ²	표면처리	93.15	3	하자
	균열(폭0.3mm이상)	0.69m	주입보수	83	1	하자
	백태	0.36m ²	표면처리	16.2	2	하자
	파손	0.02m ²	단면보수	4	2	하자
	망상균열	0.38m ²	표면처리	17.1	2	하자
순 공사비				8,096		
제경비(순공사비×0.5)				4,048		
총 공사비				12,144		

※ 면적환산 = 균열보수(0.3mm미만) : L(길이) × 0.25m(폭)

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

5.6 종합결론

발산1교(양양)는 준공 후 8년이 경과된 PSC BOX Girder 형식의 교량으로 교면포장 균열 및 마모, 방호벽 균열 및 백태, 배수시설 막힘 및 탈락, 신축이음 본체 부식 및 고무재 파손, 후타재 균열 및 파손, 바닥판 파손, 거더 균열, 백태, 박락 및 정착구 보강판 부식, 교량 받침 균열, 하부구조 표면열화, 파손, 균열, 망상균열 등이 조사되어 "B등급"(양호)으로 평가 되었으며, 금회 점검시 조사된 손상·결함부에 대하여 보수를 시행한다면 공용상의 문제는 없을 것으로 판단된다. 또한, 하자보수를 실시한 보수부의 점검을 통한 재손상 여부를 판단하여 이에 대한 적절한 조치를 취하여야 할 것이다.

