

제9장 종합결론 및 건의사항



- 9.1 항목별 결과
- 9.2 종합결론 및 건의사항
- 9.3 유지관리 사항

제9장 종합결론 및 건의사항

9.1 항목별 결과

성능평가의 항목별 결과에 대한 내용을 제시하였다.

9.1.1 외관조사

해당시설물의 외관조사 결과는 “장암교 정밀안전점검 용역 보고서”를 참고하여 부재별로 요약하였다.

주요 외관조사 내용

- 교면포장 ----- 아스팔트 균열, 망상균열, 포트홀, 패임/마모 등
- 방호울타리 ---- 균열(0.3mm미만, 0.3mm이상), 파손/철근노출, 난간변형 등
- 신축이음장치 -- 후타재 균열(0.3mm미만), 차수판 탈락, 신축하부 누수 등
- 배수시설 ----- 배수구 막힘,
- 바닥판 하면 --- 균열(0.3mm미만), 망상균열, 박락, 재료분리, 철근노출 등
- STB 거더 ---- 부식, 점부식, 도장박리/박락, 실링재 탈락, 리브변형 등
- 2차부재 ----- 가로부 부식, 가로보 변형, 세로보 변형
- 교량받침 ----- 부식, 상부 플레이트 부식, 몰탈 균열, 먼지막이링 탈락 등
- 하부구조 ----- 균열(0.3mm미만), 균열/백태(0.3mm미만), 박리/박락, 철근노출 등
- 점검시설 ----- 상태양호

□ 구조적으로 문제가 될 만한 손상, 열화, 결함은 조사되지 않았음.

□ 부재별로 내구성 유지를 위한 보수가 필요함.

- 교면 포장 =====> 전면 재 포장(방수층 포함)
- 방호울타리, 신축이음 =====> 단면(방청)보수, 유도배수로 설치, 주의관찰 등
- 바닥판하면 =====> 균열표면보수, 단면(방청)보수, 주의관찰 등
- 배수 시설 =====> 주의관찰
- 거더, 2차부재 =====> 실링재 주입, 주의관찰 등
- 교량받침 =====> 주의관찰
- 하부구조 =====> 균열표면보수, 표면보수, 단면보수, 단면(방청)보수 등
- 점검시설 =====> 주의관찰

□ 외관조사에 따른 교량의 상태등급은 B등급(결함지수=0.232)이다.

가. 교면포장

본 구조물의 교면포장부는 아스팔트 포장형식으로서 전회 점검 이후 특별한 보수이력 없이 기존손상이 유지되고 있는 것으로 확인되었으며, 금번 점검 시 아스팔트 패임, 패임/마모, 포트홀 등의 신규 손상이 조사되었다.

조사된 아스팔트 균열, 망상균열, 패임, 패임/마모, 포트홀 등의 손상들은 공용 중 빈번한 차량통행 및 노후화, 중차량 통행 시 충격, 시공 시 전압부족 등이 원인으로서는, 차량의 주행성에 직접적인 영향을 미치지 않는 것으로 판단되나, 손상 범위를 고려할 때, 우천 시 손상부를 통한 지속적인 우수 유입으로 방수층 파손을 유발하여, 바닥판 하면 우수유입으로 콘크리트 백태 및 데크플레이트 부식 등의 2차손상 발생이 우려되므로, 전면 재포장을 통해 구조물의 내구성을 확보해야 할 것으로 요구된다.

나. 배수시설

본 구조물의 배수시설은 교면상부 외측으로 대전방향 18개소, 공주방향 13개소로 총 31개소가 시공되어 있으며, 교량 하부측으로 유도배수관(130x160)이 시공되었다.

금번 외관조사 결과, 상부 배수구 막힘 15개소가 조사되었으며, 하부 유도배수관은 특이손상 없이 양호한 상태로 확인되었다.

금번 조사된 배수구 막힘은 공용 중 빈번한 차량통행으로 토사 및 이물질 등이 퇴적되어 발생한 손상으로서, 우천 시 포장부 체수 및 방수층 손상을 유발하여 차량의 주행성에 영향을 미칠 수 있으므로 주기적인 청소를 통해 원활한 배수환경을 도모해야 할 것으로 판단되나, 교면포장 재 포장시 일괄적인 보수가 시행될 것으로 사료되므로 주의관찰이 요구된다.

다. 난간 및 연석

본 교량은 차량의 이탈 방지, 사고 시 완충작용, 2차 사고 억제 등의 역할을 위해 콘크리트 연석 및 연석 상면으로 강재난간이 시공되어 있으며, 교면 중앙부에 콘크리트 중앙분리대 및 중앙분리대 상면으로 가드레일이 시공되어 있다.

금번 외관조사 결과, 전회 점검 이후 난간변형 2개소가 보수된 상태로 확인되었으며, 그 외 손상은 유지되고 있는 상태로서, 금번 외관조사 시 연석 균열(0.3mm이상), 보수부 망상균열, 난간 변형, 교명주 파손, 교명주 기초파손 등의 신규 손상이 조사되었다.

금번 조사된 균열(0.3mm미만, 0.3mm이상), 망상균열, 보수부 망상균열은 건조수축 및 온도변화, 공용기간에 따른 재 손상이 원인으로 판단되며, 손상 정도는 경미하나, 우천 시 우수유입으로 인한 손상증대 방지 차원에서 손상에 따른 균열표면보수, 표면보수, 주입보수가 필요할 것으로 판단된다.

단면손상으로 조사된 콘크리트 파손/철근노출은 신축이음 보수 후 마감불량 등이 원인으로 판단되며, 구조물의 내구성 확보를 위해 단면(방청)보수가 요구된다.

난간에서 조사된 변형, 지주 볼트변형, 체결불량 등의 손상은 공용 중 통행 차량 충돌 및 시공미흡 등이 원인으로 판단되며, 현재 그로인한 문제점은 없을 것으로 판단되며, 추 후 손상 증대 시 일괄 보수조치 하는 것이 바람직할 것으로 요구된다.

라. 신축이음장치

본 구조물의 신축이음은 A1 굴절조인트(Refraction Joint), A2 핑거조인트(Finger Type Joint)로 총 2개소가 시공되어 있으며, 전회 점검 이후 특별한 보수이력 없이 기존손상이 유지되고 있는 상태로서, 금번 외관조사 시 유간 이물질 퇴적, 후타재 균열(0.2mm이하), 신축하부 누수, 차수판 유실 등의 신규 손상이 조사되었다.

금번 조사된 후타재 균열(0.2mm)은 시공초기 타설불량 등이 원인으로 손상이 정도가 경미하여 주의관찰 하고, 유간 이물질 퇴적은 공용 중 빈번한 차량통행 등이 원인으로 판단되며, 신축이음의 원활한 기능성 확보를 위해 주기적인 청소가 요구된다.

또한, 차수판 부식, 탈락 등의 손상은 공용기간 증가에 따른 노후화, 공용 중 탈락 등이 원인으로 탈락 손상은 하부구조로의 우수유입 차단을 위해 재 설치하고, 부식은 그로인한 문제점은 없을 것으로 판단되며, 주의관찰이 요구된다.

특히, A1, A2 신축이음에서 조사된 하부누수는 중앙분리대측 신축이음 이음부를 통해 우수가 유입되어, 주형 내부 체수, 부식, 교대 상면 체수 및 전면 백태를 유발하고 있는 실정으로서, 신축이음 하부에 유도배수로를 설치하여 운용하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

마. 바닥판 하면

장암교의 바닥판 하면은 총 6경간으로 교량 내 · 외측 켄틸레버는 콘크리트 바닥판이 노출되어있으나 바닥판은 데크플레이트로 시공되어 직접적인 콘크리트의 외관조사가 불가능 하므로 데크플레이트 상태를 점검하였다.

금번 외관조사 결과, 켄틸레버는 전회 점검 이후 일부 균열 및 단면손상에 대한 보수가 시행되었으며, 데크플레이트는 특별한 보수이력 없이 기존 손상이 유지되고 있는 상태로서, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 재료분리, 박락, 철근노출, 데크플레이트 부식, 보호덮개 파손, 신축하부 누수 등의 기존, 신규 및 누락 손상이 조사되었다.

켄틸레버부에서 조사된 균열, 망상균열은 건조수축 및 온도변화 등이 원인으로 판단되며, 단면손상으로 조사된 박락, 재료분리, 철근노출은 타설불량, 피복두께 부족 등이 원인으로 손상이 정도는 경미하나 구조물의 내구성 확보 및 장기적인 유지관리 차원에서 손상에 따른 균열표면보수, 표면보수, 단면보수, 단면(방청)보수가 요구된다.

데크플레이트에서 조사된 부식은 도장 미흡, 외기환경적 영향 등이 원인으로 판단되

며, 손상 정도가 경미하여 주의관찰하고, S6경간 측면에서 조사된 통신관로 보호덮개 파손은 현재 그로인한 문제점은 없을 것으로 판단되며 주의관찰이 요구된다.

바. 주형 및 가로보

강 박스 주형 및 가로보는 강재로 구성된 모재와 부재들이 용접과 볼트로 접합되어 형성된 구조로서 이에 대한 구조특성과 제반 이력들을 숙지하고 현장조사에 임하는 것이 중요하다. 이에 교량의 기능유지와 내구성에 문제가 될 만한 결함, 손상, 열화 등을 면밀하게 조사하였다.

1) 주형 내부

금번 주형 내부 외관조사 결과, 전회 점검 이후 일부 손상에 대한 재 도장 보수가 시행되어 보수상태는 대체로 양호한 상태를 유지하고 있는 것으로 확인되었으며, 금번 조사시 도장박리, 박락, 박리/부식, 부식, 들뜸, 용접부 부식, 실링재 탈락, 볼트 체결불량, 볼트부식, 리브변형, 조명파손, 덮개탈락 등의 손상이 조사되었다.

금번 조사된 도장 손상들은 도장 미흡, 공용 중 노후화, 외기환경적 영향, 실링재 탈락 및 신축하부 누수 등이 원인으로 판단되며, 조명파손, 덮개탈락은 공용 중 외부충격, 시공미흡 등이 원인으로서 손상 정도가 경미하여 주의관찰이 요구되나, 이음부 실링재 탈락은 실링재를 재 주입하여 우수유입을 차단해야 할 것으로 판단된다.

그 외 조사된 용접누락, 리브변형, 볼트체결 불량 등의 손상은 이전 점검 및 진단 보고서들을 확인 한 결과, 금회 점검과 동일한 양상을 보이고 있어 비진행성 손상으로 보여지며, 보수조치가 요구되는 사항은 아니나, 주기적인 점검을 통해 손상의 진행성 및 신규손상 발생 여부 등의 주의관찰이 요구된다.

2) 주형 외부

주형 외부 외관조사 결과, 전회 점검 이후 특별한 보수이력 없이 기존손상이 유지되고 있는 상태로서, 금번 외관조사 시 대체로 양호한 상태로서 도장박리/박락, 부식, 볼트부식 등의 경미한 손상이 조사되었다.

금번 조사된 주형 외부 손상들은 공용 중 노후화 및 외기환경적 영향 등이 원인으로 구조물의 안전성에 직접적인 영향을 미치지 않는 경미한 손상으로 판단되며, 조속한 보수조치 보다는 주의관찰 후 손상 증대 시 일괄 보수조치 하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

3) 2차부재

가로보 및 세로보 외관조사 결과, 전회 점검 이후 특별한 보수이력 없이 기존손상이 유지되고 있으며, 대체로 양호한 상태로 확인되었으나 일부 부재에서 가로보 변형,

부식 등의 손상이 조사되었다.

금번 외관조사 결과, 기존 및 신규 손상으로 변형이 조사되었으며, 신규로 조사된 손상부는 전회 점검 시 누락 손상으로 전회 점검 및 진단 보고서 확인결과, 금회 점검과 동일한 양상으로 확인되어 비진행성 손상으로 판단되나, 주기적인 점검을 통해 진행성 여부를 판단해야 할 것으로 요구된다.

그 외 조사된 가로보 부식은 신축하부 누수로 인한 우수 유입 등이 원인으로 판단되며, 조속한 보수조치 보다는 추후 점검을 통해 손상 증대 시 보수시기를 결정하여 일괄 보수조치 하는 것이 바람직할 것으로 요구된다.

사. 교량받침

본 교량의 교량받침은 포트받침으로 교대 6개소 2기, 교각 6개소 5기로 총 42개소(고정단 : 6개소, 가동단 : 36개소)가 시공되어 있으며, 2001년 내진보강(전단키 설치)이력이 확인되었다. 금번 온도에 따른 교량받침의 이동량 조사결과, A1, P2, P4 교량받침에서 계산 이동량 대비 여유량이 부족한 것으로 조사되었으며, 이는 받침 시공 미흡 등이 원인으로 전회 정밀 및 진단 시에도 확인되었다. 금번 조사된 여유량 부족은 전단키 시공 및 6경간 연속교인 점과, 2016년 진단 이후 약 5년동안 공용 된 점을 고려할 때, 그로인한 문제점은 없을 것으로 판단되나, 추 후 받침손상 발생 여부 등의 지속적인 주의관찰을 통해 손상 증대 시 받침 교체를 고려해야 할 것으로 사료된다.

교량받침 외관조사 결과, 전회 점검 이후 특별한 보수이력 없이 기존손상이 유지되고 있는 상태로서 받침 편기가 일부 발생하였으나, 이는 전회 점검, 진단 보고서 확인 및 전단키가 시공되어 있는 점을 고려하여, 금번 과업 손상에서는 제외하였으며, 금번 외관조사 시 받침 부식, 플레이트 부식, 몰탈 균열(0.3mm미만), 몰탈 망상균열, 먼지막이 고무링 파손 등의 손상이 조사되었다.

금번 조사된 받침 부식, 플레이트 부식은 공용 중 외기환경적 영향, 신축하부 누수, 측면 우수유입 등의 원인으로 발생하였으며, 받침몰탈에서 조사된 균열, 망상균열은 타설불량, 양생불량 등이 원인으로 손실 정도가 경미하여 주의관찰 후 손상 증대 시 일괄 보수조치 하는 것이 바람직할 것으로 요구된다.

다만, 교량받침은 하절기 온도가 상승하면 고정단을 기준으로 상부구조는 교축 방향(좌, 우)으로 신장, 반대로 동절기 온도가 하강하면 고정단을 중심으로 상부구조는 수축하여야 하나, 금번 교량받침 이동량 조사 시 P4, P5, A2 교량받침에서 P3 고정단을 중심으로 수축하고 있는 양상으로 확인되었다. 이는 시공초기 받침 시공 미흡으로 인한 손상으로 판단되어 그로인한 문제점은 없을 것으로 사료되나, 추후 점검 시 받침 이동량 및 받침상태 등의 중점적인 점검이 필요할 것으로 요구된다.

아. 하부구조

1) 교대

본 교량의 교대형식은 역T형식 2기로 시공되어 있으며, 전회 점검이후 일부 손상에 대한 보수가 시행된 상태로 확인되었으며, 금번 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태, 균열/백태(0.3mm미만), 콘크리트 파손, 박리, 보수부 들뜸, 박리 누수흔적, 이물질퇴적/폐콘크리트 퇴적, 철근노출 등의 손상이 조사되었다.

금번 조사된 균열, 망상균열은 건조수축 및 온도변화 등이 원인으로 판단되며, 균열/백태, 백태는 건조수축 균열부 우수유입 등이 원인으로 손상에 따른 균열표면보수, 표면보수를 통해 구조물의 내구성을 확보해야 할 것으로 요구된다.

단면손상으로 조사된 파손, 박리, 보수부 박리 등의 손상은 공용 중 외부충격, 신축하부 누수 및 측면 지속적인 우수유입으로 인한 손상으로 판단되며, 흙벽 철근노출은 피복두께 부족 등이 원인으로, 손상 정도는 경미하나 구조물의 내구성 확보 차원에서 손상에 따른 단면보수, 단면방청보수가 요구된다. 또한, 교대 상면에서 조사된, 이물질 및 폐콘크리트 퇴적 손상은 측면 우수유입을 유발 하여 콘크리트 단면손상 및 백태, 받침 부식 등을 유발하고 있는 실정으로서 청소하여 운용하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

2) 교각

상부구조를 지지하는 구조물인 교각은 II형식 5기로 구성되어 있으며, 금번 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 재료분리, 보수재 들뜸, 강판보강부 부식, 스토퍼 고무재 탈락 등의 손상이 조사되었다.

금번 조사된 균열은 건조수축 및 온도변화, 재료분리, 보수재 들뜸은 거푸집 조기탈형, 보수미흡 등이 원인으로 조사된 손상들은 손상의 정도가 경미하여 주의관찰 후 손상 증대 시 일괄 보수하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

그 외 조사된 강판보강부 부식, 스토퍼 고무재 탈락 등의 손상은 시공미흡, 공용 중 외기환경적 영향 등이 원인으로, 그로인한 문제점은 없을 것으로 판단되며 주의관찰이 요구된다.

자. 점검시설

점검시설은 교량의 구조적 안전성에 영향을 미치지 않는 상태평가에 반영하지 않지만 교량점검시 점검자의 안전성, 편의성, 효율성을 확보하기 위하여 설치하는 시설물로 육안조사를 시행하도록 하였다.

장암교의 점검시설은 점검사다리과 점검로로 교대측에는 시공되어 있지 않으며 교각 P2, P4 총 2개소에 시공이 되어있다. 점검로의 진입은 교각 기둥부 점검사다리를 통해 진입하도록 시공되어있으며, 흔들림, 파손, 부식 등의 손상 없이 대체로 양호한 상태로 확인되었다.

9.1.2 재료시험

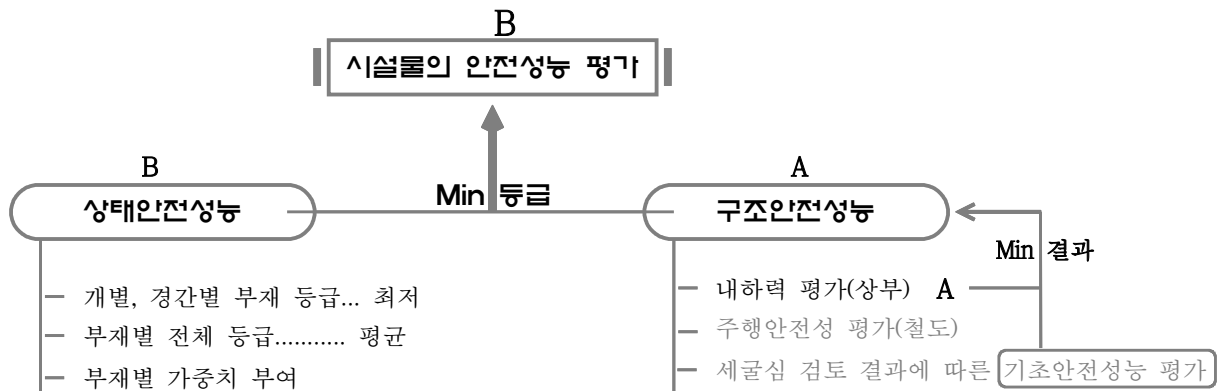
시설물의 품질상태 파악을 위한 시험성과를 아래 표와 같이 요약하였다.

구 분			측정 결과			분석결과
콘크리트 강도 (MPa)	반발 경도	상부	일본재료학회	일본건축학회	설계기준 압축강도	설계 기준압축강 도 상회하는 양호 한 상태임.
			27.1~31.4	27.8~30.3	27.0	
		교대	26.0~26.7	27.2~27.6	21.0	
		교각	27.0~31.3	27.8~30.2	24.0	
탄산화 깊이측정 (mm)	상부		탄산화 깊이	탄산화 속도계수	평가등급	탄산화 측정결과 상부구조 a등급, 하부구조 a등급 으로 측정되었음
			5.2~14.0	1.040~2.800	a	
	하부		5.5~12.3	1.100~2.460	a	
도장두께 측정	구분		측정도장두께 평균 (μm)	분석	허용범위 (μm)	실측한 거더의 도 장두께의 평균값 이 허용범위를 초 과하며, 2차부재 (가로보)는 허용범 위에 만족하는 것 으로 분석됨.
	거더외부		221.1~249.7	>..불만족	156~234	
	거더내부		210.4~226.4	>..불만족	120~180	
	2차부재		230.0	만족	156~234	

9.1.3 안전성능평가

상태안전성능과 구조안전성능 평가 결과 중 작은 지수를 대표로하는 시설물의 안전성능 평가 결과는 “일부 부재에서 경미한 결함이 발생하였으며, 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준”인 B등급으로 나타났다.

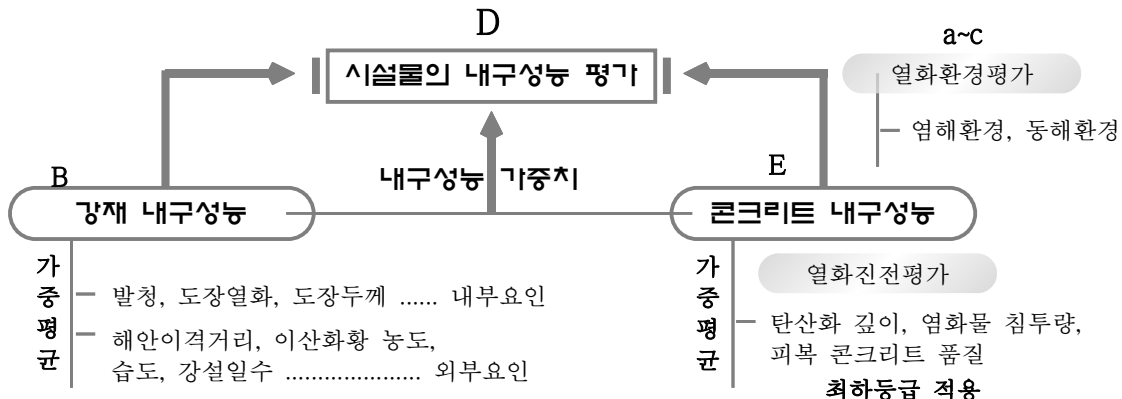
시설물의
안전성능 평가
B(O.232)



9.1.4 내구성능평가

강재내구성능과 콘크리트내구성능 평가 결과에 내구성능 가중치를 적용하여 평가하는 시설물의 내구성능 평가 결과는 “광범위한 부재에서 내구성 저하가 진행되어 긴급한 보수 또는 교체가 요구되는 성능수준”인 D등급으로 판정되었으나, 염화물 침투량시험 시 바닥판하면 S6 및 교대 A2 측정위치가 구조물의 상부 차수판 탈락, 상·하행 신축이음 연결부 누수로 인한 우천 시 우수 유입 및 겨울철 제설재의 영향으로 e등급으로 평가되었으나, 그 외 콘크리트 내구성평가 시험 결과가 a~b로 평가되었으며, 해안선까지의 최단거리가 57,600m인 것을 고려할 때 구조물의 콘크리트 상태는 양호한 상태인 것으로 판단된다.

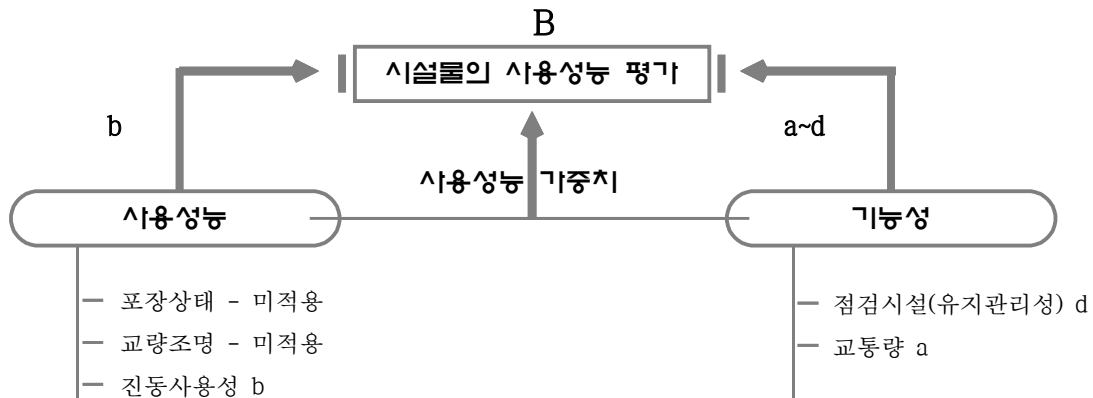
시설물의
내구성능 평가
D(O.664)



9.1.5 사용성능평가

시설물에 대한 이용자의 만족도를 나타내는 사용성과 목적대로 서비스를 제공, 유지할 수 있는 지에 따른 조건의 충족여부인 기능성의 평가 결과에 가중치를 적용하여 평가하는 시설물의 사용성능 평가 결과는 “현재 수요 등을 만족하나 장래 수요 및 외부조건 변화 등에 대한 관찰 및 주의가 필요한 성능 수준”인 B등급으로 나타났다.

시설물의
사용성능 평가
B(0.204)



9.1.6 종합평가

평가등급은 각각 안전성능: B, 내구성능: D, 사용성능: B로 나타났으며 각 항목별 가중치를 적용한 결과 시설물의 종합성능평가는 C등급으로 지정하였다.

종합성능등급		
C		
안전 B	내구 D	사용 B

시설물 종합성능등급 결과 산정표			
구 분	일반국도 교량 --- 장암교		
	성능별 결함도 점수	평가등급	성능 간 가중치
안전성능 평가	0.232	B	0.68
내구성능 평가	0.664	D	0.21
사용성능 평가	0.204	B	0.11
종합평가 결과	$0.232 \times 0.68 + 0.664 \times 0.21 + 0.204 \times 0.11 = 0.319$ --- C		
시설물의 상태	광범위한 부재에서 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었고 기능 또는 사용상의 편의에 일부 문제점이 있으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강 및 개선이 필요한 성능 수준		

9.2 종합결론 및 건의사항

대상시설물은 준공(1995.12.30) 후 약 25년이 경과한 6경간의 STB형교이다.

정밀 외관조사와 항목별 제반시험을 통한 성능평가 결과

- 구조적으로 문제가 될 만한 손상, 결함, 열화는 조사되지 않았으며
- 각 성능 별 결과는 안전성능: B, 내구성능: D, 사용성능: B 등급으로 평가되었고
- 시설물의 종합평가 결과 “일광범위한 부재에서 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었고 기능 또는 사용상의 편의에 일부 문제점이 있으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강 및 개선이 필요한 성능 수준” 인 C등급으로 판정되었다. 이에 장암교는 성능목표인 B등급, 결함도 범위: $0.2 \leq X < 0.26$ 에 부합하지 않으나, 우선순위 산정결과에 따른 순차적인 보수를 시행한다면 성능목표에 도달 가능한 수준인 것으로 판단된다.

9.3 유지관리 사항

구 분	점 검 항 목
교면포장	·시, 종점측 접속포장부의 균열, 파손, 함몰, 단차 발생여부 ·포장면 균열, 패임, 함몰, 체수 등 손상발생 여부
난간, 연석	·난간 지지부 이탈 및 파손발생 여부 ·연석부 균열, 콘크리트 탈락 및 파손, 철근노출 등 발생여부
배 수 시 설	·배수유입구 막힘 및 오물퇴적 ·배수관 파손 및 연결 고정부 탈락 ·배수관 길이부족
신 축 이 음	·토공부와의 접속부위 단차발생 여부 ·신축이음장치의 유동 및 이상음 발생 여부 ·유간부 틈새를 통한 누수로 하부구조의 누수발생 여부
교 랑 받 침	·가동받침의 유간부족 및 가동상태 ·부식 및 오물퇴적 여부 ·받침모르터 균열, 파손 및 침하 발생 여부
바 닥 판 하 면	·균열, 백태, 철근노출, 재료분리, 콘크리트 탈락 및 들뜸 등 손상발생 여부 ·단부측 콘크리트 파손 및 탈락 등 손상발생 여부
강 재 주 형	·도장 손상 및 부식, 용접부 피로균열, 현장이음부 볼트손상, 누수 여부 ·플랜지 변형 및 처짐, 박스 내부 바닥 물고임 및 부식 여부
교 각	·교각 기둥의 균열, 철근노출, 단면파손 등 손상발생 여부
교 대	·교대 홍벽부의 상부구조 신축시 균열 및 파손 발생여부 ·홍벽의 측면토사의 유입여부 ·두부면의 물고임 및 오물퇴적