

제8장 종합결론

8.1 마산방향

8.2 양평방향

제8장 종합결론

감곡IC교(마산, 양평)는 설계하중 DB-24(DL-24)의 고속국도 교량으로서, 2002년에 준공되어 약 14년 정도 공용 중에 있으며, 충청북도 음성군 감곡면 상우리(중부내륙선, 이점 251.02km)에 위치하고 있는 편도 2(마산)~3차로(양평) 교량이다.

본 교량은 총폭 11.00(마산)~28.00m(양평), 총연장 110.0m (55.0m + 55.0m)이며, 상부 구조는 2경간의 Steel Box Girder 형식으로써, 교각의 형식은 다주형이고 기초는 확대기초(P1)로 이루어져 있으며, 교대의 형식은 역T형이고 기초는 강관말뚝기초로 시공되어 있다. 또한, 교량받침은 포트받침, 신축이음 장치는 핑거조인트(마산-A1), 모노셀(마산-A2, 양평-A1), 레일조인트(양평-A2)로 시공되었다.

기존 점검·진단보고서 등의 관련 자료를 검토하고 외관조사와 현장시험 및 측정 등을 통해 기초자료를 확보하였으며, 조사결과를 근거로 교량의 상태평가 및 안전성, 기본내하력 평가를 실시하였다.

8.1 마산방향

가. 외관조사 결과

- 각 부재별 외관조사 결과, 주요 손상으로는 바닥판하면의 미세균열(0.2mm이하, 횡방향 균열), 균열부 백태, 강박스 거더의 내·외부 도장박리 및 부식, Splice 볼트부식, 하부 구조의 미세균열, 받침장치의 이동량 초과, 표면부식, 받침물탈 및 콘크리트 균열, 파손, 신축이음장치의 본체부식 및 후타재 균열, 유간협착, 교면포장의 소성변형 및 포트홀, 방호벽의 균열 및 박락, 철근노출 등이 조사되었다.
- 바닥판하면의 미세균열은 구조적 균열이 아닌 시공상 또는 콘크리트의 재료적인 특성상 발생한 균열(콘크리트 부등건조수축 및 콘크리트 내·외부 온도차 등)로 판단된다. 전차 진단 시 조사된 균열은 대부분 보수가 완료된 상태로서, 금회 조사시 조사된 균열은 대부분 신규손상이며 내구성확보를 위하여 표면처리보수가 필요하다.
- Steel Box Girder 내·외부, 격벽에서 조사된 용접결함 및 표면열화 손상은 시공미흡 및 경년증가에 따른 노후화로 인한 손상으로 판단되며, 용접결함은 지속 관찰하는 것이 적절하며, 표면열화 손상은 내구성 확보를 위해 재도장이 필요하다.

- 하부구조에서 조사된 0.3mm미만의 균열은 대부분 Massive한 기둥부에서 시공초기 수화열에 의한 내외부 온도차 및 건조수축균열로 판단되며, 내구성 확보를 위해 표면처리보수가 필요하다.
- 신축이음장치(A1, A2)은 신장시 A1(J1), A2(J2)의 바닥판 유간이 부족한 것으로 측정되었으며, 외관조사 결과 바닥판 단부 박락 등이 일부 조사되었다. 바닥판 하면 단부에서 발생한 박락은 보수보강 및 유지관리방안편에 보수보강 공법을 비교하여 수록하였다.
- 신축이음장치 본체 부식, 후타재 균열 및 파손, 포장의 균열 및 소성변형 등의 손상은 공용년수의 증가, 중차량 통행 등이 원인으로 지속적인 관찰을 통하여 손상진전여부 검토가 필요하다.
- 기타, 소규모로 발생한 단면손상 및 표면손상은 외부충격 및 다짐부족, 피복부족 등에 의한 손상으로써, 시설물의 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요하다.

나. 내구성조사 결과

- 비파괴시험을 통한 콘크리트 강도시험 결과, 콘크리트 강도는 설계기준 강도를 만족하고 있으며, 철근배근 상태는 준공도면과 거의 일치하는 것으로 측정되었다.
- 탄산화 깊이측정결과, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되어 상태등급 “a”로 판정되었고, 염화물 함유량 시험결과 상부구조는 “a”, 하부구조는 “a~b”로 평가되었다.
- 강재초음파 탐사 결과는 전 개소에서 합격으로 판정되어, 맞대기 용접부의 이상결함은 없는 것으로 확인되었다.
- 도막두께 및 강재두께 측정결과 설계기준치를 만족하는 것으로 분석되었다.

다. 상태평가 결과

- 외관조사 및 내구성 시험에 의한 상태평가결과, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 전반적으로 양호한 상태인 “B” (결함지수 $X=0.257$)로 평가되었다.

라. 안전성평가 결과

- 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 바닥판의 캔틸레버부와 중앙 단면은 최소 안전율 1.0이상인 1.341으로 평가되어 안전성을 확보하고 있으며, 강박스 거더의 휨응력, 전단응력, 합성응력 모두 최소안전율 1.0이상으로 나타나 안전성을 확보하고 있다.

- 기본내하율도 1.0이상으로 설계하중 DB(DL)-24이상의 내하력을 보유하고 있는 상태로 평가되었고, 하부구조의 교대 및 교각에 대한 안전성 검토결과 안전성을 확보(교대, 교각 의 최소안전율이 1.0이상)하고 있는 것으로 평가되었다.

마. 종합평가 및 안전등급 지정

- 상태평가 및 안전성 평가결과를 통한 종합평가 결과, 감곡IC교(마산방향)는 “B”로 평가되었고, 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 B등급으로 평가되었다.

바. 결론

- 감곡IC교(마산방향)는 DB-24의 1등교로서 정밀안전진단 결과, 상태평가(B)와 안전성 평가(A)에 의거 안전등급은 『B등급』으로 평가되었으며, 기본내하력은 설계내하력(DB-24 / DL-24)이상으로 평가되었다.
- 본 교량은 2002년 준공되어 약14년 정도 경과한 교량으로, 전차점검 및 진단결과에 따른 주요 손상에 대해 유지보수가 지속적으로 실시되고 있는 것으로 확인되었다. 또한, 공용년수(14년)가 증가함에 따라 손상의 급격한 진전은 없는 상태이며, 상부구조 및 하부구조 안전성 검토 결과는 구조적인 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.
- 그밖에 조사된 일부부재에 발생한 손상(바닥판하면 0.2mm이하의 횡방향 균열, 백태, 박락, 강박스 거더의 내·외부 도장박리 및 부식, Splice 볼트부식, 용접불량, 하부구조의 균열 및 백태, 교량받침의 표면부식, 받침물탈 및 콘크리트 균열, 파손, 신축이음장치의 본체부식 및 후타재 균열, 유간 협착, 교면포장의 소성변형 및 포트홀, 방호벽의 균열 및 박락, 철근노출, 재료분리, 파손 등)에 대해서는 보고서에서 제시한 “보수·보강 및 유지관리 방안”에 따라 보수를 실시하고, 진단결과에 따른 중점유지관리방안에서 제시한대로 보수부 및 중점유지관리가 필요한 부위에 대하여 효율적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 안전성과 사용성 확보를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

8.2 양평방향

가. 외관조사 결과

- 각 부재별 외관조사 결과, 주요 손상으로는 바닥판하면의 미세균열(0.2mm이하, 횡방향 균열), 균열부 백태, 강박스 거더의 내·외부 도장박리 및 부식, Splice 볼트부식, 하부구조의 미세균열, 받침장치의 이동량 초과, 표면부식, 받침물탈 및 콘크리트 균열, 박락, 신축이음장치의 본체단차 및 들림, 후타재 균열 및 파손, 바닥판 및 신축이음 유간협착, 교면포장의 아스콘 균열 및 포트홀, 방호벽의 균열 및 단차 등이 조사되었다.
- 바닥판하면의 미세균열은 구조적 균열이 아닌 시공상 또는 콘크리트의 재료적인 특성상 발생한 균열(콘크리트 부등건조수축 및 콘크리트 내·외부 온도차 등)로 판단된다. 진차진단 시 조사된 균열은 대부분 보수가 완료된 상태로서, 금회 조사시 조사된 균열은 대부분 신규손상이며 내구성확보를 위하여 표면처리보수가 필요하다.
- Steel Box Girder 내·외부, 격벽에서 조사된 용접결함 및 표면열화 손상은 시공미흡 및 경년증가에 따른 노후화로 인한 손상으로 판단되며, 용접결함은 지속 관찰하는 것이 적절하며, 표면열화 손상은 내구성 확보를 위해 재도장이 필요하다.
- 하부구조에서 조사된 0.3mm미만의 균열은 대부분 Massive한 기둥부에서 시공초기 수화열에 의한 내외부 온도차 및 건조수축균열로 판단되며, 내구성 확보를 위해 표면처리보수가 필요하다.
- 받침이동량 초과 구간은 받침주변에 이상변위가 없는 상태이고, 기능상에 문제가 없는 상태로 보수의 필요성은 적은 상태이나, 향후 점검시 받침장치의 이상거동 상태 등에 대해서 중점관리가 필요하다.
- 신축이음장치(A2) 본체에서 발생한 단차는 유간 협착으로 인해 주원인으로 판단되며 중점유지관찰을 통하여 손상 발생유무를 파악하고 향후 손상 진행시 신축이음장치 교체 및 바닥판하면 단부 절취 보수와 같이 진행되어야 할 것이며, 보수보강·방안은 「제7장 보수·보강 및 유지관리방안」에 수록하였다.
- 신축이음장치의 본체단차 및 들림, 후타재 균열 및 파손, 포장의 균열 및 포트홀 등의 손상은 공용년수의 증가, 중차량 통행 등이 원인으로 지속적인 관찰을 통하여 손상진전 여부검토가 필요하다.
- 기타, 소규모로 발생한 단면손상 및 표면손상은 외부충격 및 다짐부족, 피복부족 등에 의한 손상으로써, 시설물의 내구성 확보를 위해 단면보수가 필요하다.

나. 내구성조사 결과

- 비파괴시험을 통한 콘크리트 강도시험 결과, 콘크리트 강도는 설계기준 강도를 만족하고 있으며, 철근배근 상태는 준공도면과 거의 일치하는 것으로 측정되었다.
- 탄산화 깊이측정결과, 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되어 상태등급 “a”로 판정되었고, 염화물 함유량 시험결과 상부구조는 “a”, 하부구조는 “a~b”로 평가되었다.
- 강재초음파 탐사 결과는 전 개소에서 합격으로 판정되어, 맞대기 용접부의 이상결함은 없는 것으로 확인되었다.
- 도막두께 및 강재두께 측정결과 설계기준치를 만족하는 것으로 분석되었다.

다. 상태평가 결과

- 외관조사 및 내구성 시험에 의한 상태평가결과, 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며, 전반적으로 양호한 상태인 “B” (결함지수 $X=0.250$)로 평가되었다.

라. 안전성평가 결과

- 구조검토를 통한 안전성 검토결과, 바닥판의 캔틸레버부와 중앙 단면은 최소 안전율 1.0이상인 1.538으로 평가되어 안전성을 확보하고 있으며, 강박스 거더의 휨응력, 전단응력, 합성응력 모두 최소안전율 1.0이상으로 나타나 안전성을 확보하고 있다.
- 기본내하율도 1.0이상으로 설계하중 DB(DL)-24이상의 내하력을 보유하고 있는 상태로 평가되었고, 하부구조의 교대 및 교각에 대한 안전성 검토결과 안전성을 확보(교대, 교각의 최소안전율이 1.0이상)하고 있는 것으로 평가되었다.

마. 종합평가 및 안전등급 지정

- 상태평가 및 안전성 평가결과를 통한 종합평가 결과, 감곡IC교(양평방향)는 “B”로 평가되었고, 안전등급은 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며, 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 B등급으로 평가되었다.

바. 결론

- 감곡IC교(양평방향)는 DB-24의 1등급교로서 정밀안전진단 결과, 상태평가(B)와 안전성평가(A)에 의거 안전등급은 『B등급』으로 평가되었으며, 기본내하력은 설계내하력

(DB-24 / DL-24)이상으로 평가되었다.

- 본 교량은 2002년 준공되어 약14년 정도 경과한 교량으로, 전차점검 및 진단결과에 따른 주요 손상에 대해 유지보수가 지속적으로 실시되고 있는 것으로 확인되었으며, 공용년수(14년)가 증가함에 따라 손상의 급격한 진전은 없는 상태이며, 상부구조 및 하부구조 안전성 검토 결과는 구조적인 안전성을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.
- 그밖에 조사된 일부부재에 발생한 손상(바닥판하면 0.2mm이하의 횡방향 균열, 균열부 백태, 박락, 재료분리, 강박스 거더의 내·외부 도장박리 및 부식, Splice 볼트부식, 하부구조의 미세균열, 백태, 재료분리, 파손, 이물질퇴적, 받침장치의 이동량 초과, 표면부식, 받침몰탈 및 콘크리트 균열, 박락, 신축이음장치의 본체단차 및 들림, 후타재 균열 및 파손, 바닥판 및 신축이음 유간협착(A2), 교면포장의 아스콘 균열 및 포트홀, 방호벽의 균열 및 망상균열, 단차, 철근노출 등)에 대해서는 보고서에서 제시한 “보수·보강 및 유지관리 방안”에 따라 보수를 실시하고, 진단결과에 따른 중점유지관리방안에서 제시한대로 보수부 및 중점유지관리가 필요한 부위에 대하여 효율적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 안전성과 사용성 확보를 기대할 수 있을 것으로 판단된다.