

제 8 장 종 합 결 론

제 8 장 종합 결 론

본 시설물은 서울특별시 동작구 신대방1동 ~ 구로구 구로3동에 위치하고 있으며, STA. 33K 499.00 ~ STA. 34K 584.00까지 총 연장 1,085m의 1종 철도교량으로 1983년 12월에 준공되어 현재까지 약 36년간 공용중이다.

상부구조 형식은 PSC 거더 41경간, Steel Box 거더 2경간, Steel Plate 거더 1경간 및 구로디지털단지역구간 174m의 라멘형 구조로 이루어졌으며, 하부구조는 T형 교각 42기, 강재형 1기, 라멘식 20기로 구성되어 있다.

가. 외관조사 결과

- 바닥판상면의 외관조사 결과 관찰된 균열손상은 주로 자갈막이 콘크리트에서 조사되었으며, 발생원인은 시공초기 건조수축 및 공용 중 열차진동 등에 의한 것으로 판단된다. 다만 균열의 추가 진행성은 없는 것으로 조사되었으며 내구성 확보를 위해 폭 0.3mm미만은 표면처리, 폭 0.3mm이상은 주입보수가 바람직할 것으로 판단된다. 일부 자갈막이 콘크리트 박리 등이 조사되었으나, 구조적인 손상은 아닌 것으로 판단되며 다만 내구성 확보를 위해 단면보수가 바람직할 것으로 판단된다. 자갈막이 설치불량은 자갈의 유출, 낙석 등 안전사고의 요인이 될 수 있으므로 해당구간에 대해 주의관찰을 실시하고, 필요시 보완조치가 필요하다. 조사된 자갈침하의 발생원인으로는 종방향으로 위치한 배수관, 종방향 시공이음부 거동(진동)에 의한 자갈층의 압밀 등에 의한 것으로 판단된다. 원활한 배수를 위해 각 구간 방향 배수관 내의 자갈을 제거해야할 것으로 판단된다.
- 바닥판하면의 외관조사 결과 균열 및 망상균열은 폭 0.3mm 미만 미세균열로 건조수축에 의한 비구조적인 손상으로 구조물의 안전성에 미치는 영향이 없으나 부재의 내구성 확보를 위해 손상의 진전시 표면처리가 바람직할 것으로 판단된다. 파손, 박락 및 철근노출은 지점 단부에서 발생하였으며, 시공 및 보수 공사 시 외부 충격에 의한 손상으로 내구성 확보 차원의 단면보수, 방청 및 단면보수가 적절할 것으로 판단된다. 바닥판 하면(외측거더~내측거더)에서 관찰된 백태현상은 전반적으로 넓게 관찰되었으며, 주변 배수구위치, 슬래브 설치 경사 등을 조사한 결과 직접적인 우수유입 요소는 없는 것으로 판단된다. 다만 교량의 형하고가 높지 않고, 하천통과 구간으로 하천의 증발수에 의한 영향이 작용할 수 있을 것으로 판단된다. 백태 구간은 주의관찰 후 필요시 표면보수 등의 유지관리가 요구된다.

- Steel Box 거더의 외관조사 결과 도장탈락 및 부식은 거더외부 하면에서 발생하였으며, 바탕처리 불량 및 공용기간 증가에 의한 손상으로 손상진전 방지 및 내구성 확보를 위해 도장보수가 바람직할 것으로 판단된다. 너트 이완 및 볼트 체결불량은 시공미흡에 의한 손상으로 부재의 응력전달을 저해할 수 있으므로 재체결이 적절할 것으로 판단된다. 용접누락은 거더내부 상부플랜지에서 조사되었으며, 시공미흡에 의한 손상으로 이로 인한 2차 손상은 발생되지 않았으나 지속적인 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다. 누유흔적의 원인은 거더내부에서 보수작업 시 관련 장비에서 누유된 것으로 판단된다.
- Steel Plate 거더의 외관조사 결과 용접누락은 시공미흡에 의한 손상으로 이로 인한 2차 손상은 발생되지 않았으나 지속적인 주의관찰이 필요할 것으로 판단된다.
- 2차 부재인 가로보의 외관조사 결과 재료분리는 시공 콘크리트 타설 시 다짐불량에 의한 손상으로 일부 철근이 노출되었으며 손상의 규모는 작으나 추후 손상진전에 의한 철근부식 등의 2차 손상을 초래할 수 있으므로 장기적인 내구성 확보를 위해 재료분리부는 단면보수, 철근노출부는 방청 및 단면보수를 시행하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 볼트연결부 천공오류는 시공초기 발생한 시공오류로 판단되며, 외관조사 결과 추가적인 손상은 관찰되지 않았다. 다만 공용중인 시설물의 특성, 보수효과 등을 감안하여 주의관찰 후 필요시 보강판 교체가 적절할 것으로 판단된다.
- 하부구조 외관조사 결과 균열은 균열은 기둥 및 코핑부에서 발생하였으며 건조수축 및 열차진동 등에 의한 손상으로 일부 백태를 동반하는 것으로 조사되었으며 내구성 확보를 위해 폭 0.3mm미만은 표면처리, 폭 0.3mm이상은 주입보수가 바람직할 것으로 판단된다. 철근노출 및 박락은 피복부족에 의한 손상으로 내구성 확보 및 손상 진전방지를 위해 방청 및 단면보수가 적절할 것으로 판단된다. 파손, 박락, 들뜸 등 단면손상은 시공초기 외부충격 및 시공미흡에 의한 결함으로 판단되며, 내구성 확보를 위해 단면보수가 바람직할 것으로 판단된다. 표면오염은 교각 코핑부에서 조사되었으며, 배수관 이음부 누수에 의한 손상으로 배수관 이음부 교체 및 정비가 필요할 것으로 판단된다. 자갈 낙석은 코핑부 상면에서 조사되었으며, 공용 중 상부 신축이음 중앙분리부에서 낙석된 것으로 신축이음 및 중앙 배수관 정비 및 자갈 제거가 바람직할 것으로 판단된다. 발생한 폭 0.3mm 이상 균열은 코핑상면에 차수를 위해 설치된 몰탈부에 국한해서 발생한 등간격의 건조수축 및 하부구속에 의한 일반손상으로서 본구조물에 미치는 영향은 없는 상태로 판단된다.
- 교량받침 편기로 인한 전단키(썰기) 협착이 관찰되었으며, 발생원인은 작용하중의 편심, 횡하중의 영향으로 판단된다. 기 발생한 교량받침의 편기는 교량 거동에 이상을 줄 수 있는 요인이거나, 전회(2012년, 2018년) 정밀안전진단시 조사된 손상으로 금회(2019년) 정밀안전점검과 비교시 진전이 미미하며, 신축 경간장(L=20m)을 감안하면 향후 주의관찰후 진행성 여부에 따라 조치를 실시하는 것이 바람직 한 것으로 판단된

- 다. 받침장지 연결부(용접연결) 녹 발생은 설시 작업 중 발생한 열과 도장불량으로 판단되며 녹 제거와 재도장이 필요하다. 교량받침 중 일부 국부적으로 발생한 도장박리 및 부식은 장기공용 및 외부환경에 의한 손상으로 부식 상태는 표면부식 정도의 경미한 상태이나 내구성 확보를 위해 재도장을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 교량받침 가동여유량 검토결과 전 개소에서 계산가동량을 상회하고, 가동불량에 따른 손상은 관찰되지 않아 가동여유량 부족에 따른 기능저하 영향은 없는 것으로 평가되었으며, 연단거리 측정결과 전 개소에서 설계기준 최소 연단거리를 만족하는 양호한 상태로 검토되었다.
- 신축이음부 유간거리를 측정한 결과 일부구간 유간거리가 부족한 것으로 조사되었다. 유간거리 측정은 하부(바닥판측면, 하면, 거더 상·하부)에서 실시하였으며, 바닥판 상면은 확인이 불가하다. 또한 일부 구간에서는 유간거리 부족(협착)으로 인한 단면파손이 관찰되었다. 유간거리 부족은 공용중 구조물의 안정성에 영향을 미치는 요인으로 보완이 필요하다.
 - 배수시설의 외관조사 결과 배수관 누수, 배수관 연결불량, 고정핀 탈락 및 파손은 외부충격 및 공용증가에 의한 노후화에 의한 손상으로 배수기능 확보 및 부재의 표면오염 방지를 위해 이음부 교체가 필요할 것으로 판단된다.
 - 방음벽의 외관조사 결과 방음벽에서 발생한 균열(0.3mm 미만)은 건조수축 및 열차 진동에 의한 비구조적 균열로, 구조물에 안전성에 미치는 영향이 없으므로 주의관찰이 바람직할 것으로 판단된다. 철근노출 및 박락은 피복부족에 의한 손상으로 내구성 확보와 하부 통행차량 및 보행자의 안전을 위해 방청 및 단면보수가 필요할 것으로 판단된다. 방음벽 이격은 총 5개소 조사되었으며, 시공오차에 의해 발생한 손상으로 전 회 진단 및 점검과 비교 시 손상 진전은 없는 것으로 확인되었고, 구조적인 영향이 없으므로 주의관찰이 적절할 것으로 판단된다. 볼트 풀림, 볼트 누락, 강판 탈락은 시공 미흡에 의한 손상으로 볼트 재체결 및 강판 재설치가 필요할 것으로 판단된다.
 - 구로디지털단지 하부 외관조사 결과 구로디지털단지 하부에서 발생한 균열은 일부 백태를 동반한 것으로 조사되었으며, 발생양상을 보았을 때 균열은 시공초기 건조수축, 백태는 균열부 수분집축이 원인으로 발생한 균열 및 백태는 구조적인 영향은 적으나 내구성 확보를 위해 균열 폭 0.3mm 이상 균열은 주입보수, 폭 0.3mm 미만 균열 및 백태는 표면처리가 바람직할 것으로 판단된다. 철근노출 및 박락은 피복부족에 의한 손상으로 2차 손상 예방 및 내구성 확보를 위해 방청 및 단면보수가 필요할 것으로 판단된다. 파손은 외부 충격에 의한 손상으로 일부 철근노출이 발생하였으며, 내구성 확보를 위해 파손부는 단면보수, 철근노출부는 방청 및 단면보수가 적절할 것으로 판단된다. 박락은 시공미흡 및 장기공용에 의한 부착력 저하, 내부 결로 등의 복합적인 영향에 의한 손상으로 구조물의 안전성에 미치는 영향은 없으나 내구성 확보 및 유지관리 차원에서 손상부 치핑 후 단면보수가 바람직할 것으로 판단된다. 재료분

리는 시공 콘크리트 타설 시 다짐불량에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 단면보수가 적절할 것으로 판단된다. 역사 하부 교각의 조사결과, 특별한 손상발생은 없는 상태이나 보강재의 부식, 변형, 들뜸, 볼트이완 등과 함께 하부통과차량에 의한 파손(충격) 등에 대한 주기적인 점검을 통해 보강효과가 지속적으로 발휘될 수 있도록 중점관리가 필요할 것으로 판단된다.

나. 재료시험 결과

- 반발경도시험에 의한 콘크리트 강도를 추정한 결과, 바닥판 24.9~31.2MPa, 거더 40.7~47.7MPa, 하부구조 24.4~29.9MPa로 나타나 전 개소에서 설계기준강도(바닥판: 24.0MPa, 하부구조, 구로디지털단지역 하부: 21.0MPa, 거더: 35.0MPa)를 상회하는 상태로 평가되었다.
- 탄산화 깊이 측정을 수행한 결과, 바닥판의 탄산화 측정 깊이는 2.0mm~3.0mm, 잔여깊이는 42.0mm~48.0mm, 거더의 탄산화 측정 깊이는 7.0mm, 잔여깊이는 33.0mm, 하부구조의 탄산화 측정깊이는 3.0mm~4.0mm, 잔여깊이는 58.0mm~59.0mm, 구로디지털단지역 하부의 탄산화 측정 깊이는 2.0mm, 잔여깊이는 38.0mm로 분석되었다.

다. 상태평가 결과

- 금회 안전점검 결과, 신대방~구로디지털단지역 구간의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다.
- 전회(2017년) 정밀안전진단과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.246에서 0.252로 0.006 증가하였으며, 상태평가 등급은 “B”로 동일하게 평가되었다.
- 환산결함도 점수가 증가된 것은 공용증가 및 금회 정밀안전점검 시 상세조사에 의한 손상물량 증가로 판단된다.

라. 종합평가 및 안전등급 지정

- 본 신대방~구로디지털단지역 구간 전체 교량에 대한 현장조사 및 시험, 상태평가 등에 대하여 종합적으로 분석하여 안전등급을 지정하였으며, 그 결과 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B등급(양호)”으로 평가되었다.

마. 종합결론

- 외관조사 결과 일부 부재에서 균열 및 파손 등 일부 손상이 관찰되었으나, 검토결과 조사된 손상은 비구조적인 손상으로 판단되며, 구조물의 구조적 안전성에는 큰 영향을 미치는 손상은 아니다.
- 비파괴 재료시험 결과 콘크리트 강도는 설계기준 값을 상회하는 것으로 측정되었으며 콘크리트 탄산화 잔여깊이 또한 충분한 것으로 분석되었다. 따라서 공용중 내구성은 문제가 없는 상태로 판단된다.
- 종합적인 점검결과 대상시설물의 전반적인 상태는 “특별한 문제점이 없는 건전한 상태”로 시설물의 사용제한 등의 긴급한 조치는 필요하지 않으며, 조사된 결함에 대해서는 제안된 공법으로 보수를 실시하고, 중점유지관리가 필요한 부위에 대해서는 주기적인 점검 및 유지관리를 통해 안전성과 사용성을 확보할 수 있을 것으로 판단된다.