

제 8 장 종 합 결 론

제 8 장 종합 결 론

본 시설물은 서울특별시 구로구 도림천로 477 ~ 구로구 도림천로 351에 위치하고 있으며, STA. 34K 584.00 ~ STA. 35K 729.00까지 총 연장 1,145m의 1종 철도교량으로 1984년 4월에 준공되어 현재까지 약 35년간 공용중이다.

상부구조 형식은 PSC 거더 41경간, Steel Plate 거더 4경간 및 대림역구간 211m의 라멘형 구조로 이루어졌으며, 하부구조는 T형 교각 44기, 라멘식 24기로 구성되어 있다.

가. 외관조사 결과

- 바닥판 상면의 외관조사 결과, 균열(폭 0.2~0.3mm), 파손, 자갈막이 설치불량, 보호덮개 탈락, L형앵글 탈락, 자갈 유실 등의 손상이 조사되었다. 관찰된 균열손상은 주로 자갈막이 콘크리트에서 조사되었으며, 발생원인은 시공초기 건조수축 및 공용 중 열차 진동 등에 의한 것으로 판단되며, 내구성 확보를 위해 폭 0.3mm미만은 표면처리, 폭 0.3mm이상은 주입보수가 바람직할 것으로 판단된다. 일부 자갈막이 콘크리트의 경우 설치불량 및 파손이 조사되었으며, 이는 시공미흡, 공용중 외부충격 등에 의한 손상으로 판단되며, 손상의 진전 방지를 위한 단면보수 등의 조치가 요망된다. 기 점검시 조사된 자갈막이 콘크리트 철근노출 및 박락의 경우 전개소 보수처리 되었으며, 현재 보수부의 상태는 양호한 것으로 확인되었다. 자갈막이 설치불량은 자갈의 유출, 낙석 등 안전사고의 요인이 될 수 있으므로 해당구간에 대해 주의관찰을 실시하고, 필요시 보완조치가 필요하다. 조사된 자갈 유실의 발생원인으로는 종방향으로 위치한 배수관, 종방향 시공이음부 거동(진동)에 의한 자갈층의 압밀, 공용 중 열차진동 등에 의한 것으로 판단되며, 발생한 손상의 경우 손상정도는 경미하나 손상의 진전 방지를 위한 자갈 재정비가 필요할 것으로 판단된다.
- 바닥판 하면의 외관조사 결과, 균열(폭 0.1mm), 백태, 파손, 재료분리, 철근노출 및 박락, 표면오염, 거푸집 미제거 등의 손상이 조사되었다. 균열은 폭 0.3mm 미만 미세균열로 건조수축에 의한 비구조적인 손상으로 부재의 내구성 확보를 위해 손상의 진전 시 표면처리가 바람직할 것으로 판단된다. 파손, 박락 및 철근노출은 지점 단부에서 발생하였으며, 시공 및 보수 공사 시 외부 충격, 단부 우수유입 등에 의한 손상으로 판단되며, 구조물에 발생한 손상부의 경우 내구성 확보 차원의 단면보수, 방청 및 단면보수를 실시하는 것이 바람직 하다. 바닥판 하면(외측거더~내측거더)에서 관찰된 표면오염은 주로 종배수관 인근에서 발생한 것으로 종배수관 내 자갈 및 이물질 퇴적

에 의한 누수오염으로 판단된다. 금회 점검시 종배수관 내 자갈 및 이물질 퇴적은 조사되지 않았으며, 오염된 부재 표면이 건조한 것으로 보아 기존 누수시 발생된 손상으로 판단된다. 전차 진단보고서 검토 결과, 배수관의 경우 2013년 정비를 실시한 것으로 확인되었으며, 현재 구조물에 발생된 표면오염의 경우 정비 이전 발생된 손상으로 판단된다. 종배수관의 경우 추후 주기적인 점검을 통한 배수관 내 자갈 및 이물질 퇴적에 관한 유지관리가 필요할 것으로 판단된다. 볼트풀림 및 와셔누락은 방음벽 연결부에서 조사되었으며 시공미흡에 의한 손상으로 부재의 응력 전달을 저해할 수 있으므로 재설치가 적절할 것으로 판단된다. 자갈 낙석은 S43 비둘기 방지망에서 조사되었으며, 공용 중 상부 중앙분리부에서 낙석된 것으로 중앙 배수관 정비 및 자갈 제거가 바람직할 것으로 판단된다.

- PSC거더에 대한 외관조사 결과, 균열(폭 0.1mm), 파손, 재료분리, 철근노출 및 파손, 표면오염, 백태 등의 손상이 조사되었다. 조사된 균열(폭 0.1mm) 및 망상균열은 수직 현치부와 지점부에서 조사되었으며, 위치와 방향을 고려해 볼 때 구조적인 균열이 아닌 프리스트레스 도입 시 강선에 발생하는 압축응력이 복부로 분산되면서 압축응력과 직각방향으로 발생하는 균열 및 강선 긴장 시에 발생한 것으로 구조적인 문제는 없으나 내구성 확보를 위해 표면처리가 바람직할 것으로 판단된다. 거더 일부구간에 서 조사된 백태의 경우 단부 우수유입에 의한 손상으로 판단되며, 구조물에 발생된 손상의 경우 손상 정도는 경미하나 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 저하 방지를 위한 표면처리를 실시하는 것이 바람직 하다. 파손은 외부충격에 의한 손상으로 파손부의 경우 일부 철근노출이 조사되었으며, 구조적인 영향은 없으나 손상진전 방지 및 내구성 확보를 위해 파손부는 단면보수, 철근노출부는 방청 및 단면보수가 적절할 것으로 판단된다. 조사된 철근노출은 거더 하부에서 조사되었으며 시공 시 피복 부족 오류에 의한 손상으로 내구성 확보를 위해 방청 및 단면보수가 필요할 것으로 판단된다.
- Steel Plate 거더에 대한 외관조사 결과, 도장박리, 너트 풀림이 조사되었다. 도장박리는 거더 하면 및 측면에서 발생하였으며, 발생된 손상의 경우 바탕처리 불량 및 공용 증가에 의한 손상으로 손상진전 방지 및 내구성 확보를 위해 도장보수가 바람직할 것으로 판단된다. 너트 풀림은 시공미흡에 의한 손상으로 부재의 응력전달을 저해할 수 있으므로 너트 재체결이 적절할 것으로 판단된다.
- 가로보에 대한 외관조사 결과, 재료분리, 철근노출 및 박락, 거푸집 미제거, 도장박리, 볼트 풀림, 브레이싱 도장박리 등의 손상이 조사되었다. 재료분리는 시공 콘크리트 타설 시 다짐불량에 의한 손상으로 일부 철근이 노출되었으며 구조물에 발생된 손상의 경우 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 바람직 하다. 도장박리는 SPG구간 가로보 및

- 브레이싱에서 발생하였으며 바탕처리 불량 및 공용증가에 의한 손상으로 손상진전 방지 및 내구성 확보를 위해 도장보수가 적절할 것으로 판단된다. 볼트 풀림은 가로와 브레이싱 연결부에서 발생하였으며 부재의 응력전달을 저해할 수 있으므로 볼트 재체결이 필요할 것으로 판단된다.
- 하부구조에 대한 외관조사 결과, 균열(폭 0.1~0.5mm), 백태, 파손, 박락, 재료분리, 세굴, 철근노출, 들뜸, 보수재 박리, 자갈 적치, 표면오염 등의 손상이 조사되었다. 발생된 손상의 경우 손상의 진전 방지 및 구조물의 내구성 저하 방지를 위한 표면처리, 단면보수, 방청 등의 조치가 요망된다. 특히 교각의 P33 기둥 좌·우측면에서 조사된 폭 0.5mm 수직균열의 경우 다소 균열 폭은 큰 상태이나 현재 균열 폭은 수렴된 상태이며, 균열에 의한 추가 손상은 조사되지 않아 1차적으로 충전보수를 실시하고 향후 주기적인 점검을 통한 주의관찰을 실시하여 이상발생시 추가적인 보강방안이 수립되어야 할 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. 일부구간 발생한 편기의 경우 현재 전단키 파손 및 주변부재 2차 손상은 관찰되지 않았으며, 기 점검 결과와 비교·검토 결과 손상의 진전 또한 발생되지 않은 상태이므로, 추후 주기적인 점검을 통한 주의관찰 후 추가 손상 발생시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
 - 신축이음의 외관조사 결과 비교적 양호한 상태이나 일부 구간 하부 누수가 조사되었다. 발생된 손상의 경우 바닥판 상면으로부터 유입된 우수에 의한 손상으로 판단되며, 현재 손상정도가 경미하여 주의관찰 후 손상의 진전 시 적절한 조치를 취하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다. 신축이음 유간거리 측정결과 전 개소에서 온도변화에 따른 여유량을 확보하고 있는 것으로 조사되어 신축이음 기능발휘에 문제가 없는 상태로 분석되었다.
 - 배수시설의 외관조사 결과 배수관 길이부족, 이음부 누수, 이음부 탈락, 이음부 파손, 배수관 탈락 및 파손이 조사되었으며, 배수기능 확보를 위해 배수관 길이연장 및 이음부 교체, 배수관 재설치가 필요할 것으로 판단된다.
 - 방음벽에 대한 외관조사 결과, 균열(폭 0.3mm미만), 파손 및 박락, 재료분리, 철근노출, 실링재 파손 및 탈락, 이격, 흡음판 변형, 부식, 볼트풀림, 볼트탈락, 강판탈락 등의 손상이 조사되었다. 발생된 균열의 경우 폭 0.3mm미만의 건조수축 및 열차 진동에 의한 비구조적 균열로, 손상의 진전 방지를 위한 표면처리가 필요할 것으로 판단된다. 철근노출 및 박락은 피복부족에 의한 손상으로 내구성 확보를 위한 방청 및 단면보수가 필요할 것으로 판단된다. 파손, 박락 및 재료분리는 외부충격 및 다짐불량에 의한 손상으로 구조적인 영향이 없으나 내구성 확보를 위해 단면보수가 바람직할 것으로

로 판단된다. 실링재 파손 및 탈락은 공용증가에 의한 노후화로 발생한 손상으로 실링재 보수가 필요할 것으로 판단된다. 방음벽 이격은 시공오차에 의해 발생한 손상으로 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.

- 대림역 하부에 대한 외관조사 결과, 균열(폭 0.1~0.3mm), 망상균열, 균열 및 백태, 파손, 재료분리, 들뜸, 철근노출, 표면오염 등이 조사되었다. 대림역하부에서 발생한 균열은 일부 백태를 동반한 것으로 조사되었으며, 발생양상을 보았을 때 균열은 시공초기 건조수축, 백태는 균열부 수분접촉에 의한 손상으로 판단된다. 기 점검 이후 폭 0.3mm 이상 균열의 경우 일부 보수를 실시한 것으로 확인되었으며, 금회 상세점검에 의한 폭 0.3mm 미만 균열이 추가 조사되었다. 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 기 점검 이후 철근노출 및 박락의 경우 일부 손상에 대한 보수가 실시되었으며, 현재 보수부의 상태는 양호한 것으로 조사되었다. 미보수된 손상부의 경우 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. 들뜸은 시공미흡 및 장기공용에 의한 부착력 저하 등의 복합적인 영향에 의한 손상으로 구조물의 안전성에 미치는 영향은 없으나 내구성 확보 및 유지관리 차원에서 손상부 치핑 후 단면보수가 바람직할 것으로 판단된다. 대림역 하부의 배수관은 2016년에 신설된 상태이며, 표면오염은 신축이음 및 기존 배수관 길이부족부에서 조사되었다. 금회 점검시 일부구간 표면오염이 추가 발생한 것으로 확인되었으며, 이는 기존 신축이음부 하부 누수에 의한 손상으로 판단된다. 현재 기존 배수관은 미사용하는 상태이며, 표면오염부는 현 상태에서 주의관찰이 바람직할 것으로 판단된다.

나. 재료시험 결과

- 반발경도시험에 의한 콘크리트 강도를 추정한 결과, 바닥판 24.3~25.5MPa, 거더 35.1~38.7MPa, 하부구조 24.0~26.4MPa, 대림역하부 24.0~26.1MPa로 나타나 전 개소에서 설계기준강도(바닥판, 대림역하부 : 24.0MPa, 하부구조 : 21.0MPa, 거더 : 35.0MPa)를 상회하는 상태로 평가되었다.
- 탄산화 깊이 측정을 수행한 결과, 바닥판의 탄산화 측정 깊이는 4.5mm~5.0mm, 잔여깊이는 37.5mm~52.0mm, 거더의 탄산화 측정 깊이는 7.0mm, 잔여깊이는 41.0mm, 하부구조의 탄산화 측정깊이는 6.5mm~7.5mm, 잔여깊이는 55.0mm~74.5mm, 대림역 하부의 탄산화 측정 깊이는 5.5mm~8.0mm, 잔여깊이는 37.5mm~50.0mm로 분석되었다.

다. 상태평가 결과

- 금회 안전진단 결과, 구로디지털단지~대림역 구간의 상태평가 결과는 “B”로 산정되었다.
- 전회(2018년) 정밀안전진단과 비교·분석한 결과, 환산결함도 점수가 0.240에서 0.241로 0.001 증가하였으며, 상태평가 결과는 “B”로 동일하게 평가되었다. 결함도 점수가 증가된 것은 공용증가 및 금회 정밀안전점검 시 상세조사에 의한 손상물량 증가로 판단된다.

라. 종합평가 및 안전등급 지정

- 본 구로디지털단지~대림역 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 콘크리트 및 강재에서 비구조적인 손상이 발생하였으나, 검토결과 조사된 손상은 비구조적인 손상으로 판단되며, 구조물의 구조적 안전성에는 큰 영향을 미치는 손상은 아니다. 다만, 교각 P33 기둥부에 발생된 폭 0.5mm 균열의 경우 균열 폭은 수렴된 상태이나 구조물의 내구성 증진을 위한 충전보수가 필요할 것으로 판단된다.
- 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.