

제 7장 결 언

7.1 외관조사 결과

7.2 콘크리트 내구성 평가

7.3 종합의견

제 7장 결 언

행주대교(하류교)는 서울특별시 강서구 개화동과 경기도 고양시 덕양구 행주외동을 연결하여 한강을 횡단하는 교량으로 총연장 1,460m(610m+50m+380m+420m) 편도 3차로 교량이다. 행주대교(하류교)의 교량 형식은 강합성 사장교(380m), PSC박스 거더교(1,030m), 군거부시설구간 Steel Box Girder교(50m)로 구성되어 있다. 또한 행주대교(하류교)는 1995년 5월에 준공된 교량으로 공용기간 19년이 경과된 교량이다.

7.1 외관조사 결과

가. 교면포장

- 교면포장은 아스콘 포장으로 시공되어 있으며, 외관조사 결과 아스콘 종방향 균열 · 격자형 균열 등의 손상이 있는 것으로 관찰되었다. 2012년 정밀안전진단 결과와 비교시 약간의 손상이 증가되었으나 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.
- 금번 정밀점검 결과 교면포장은 전반적으로 양호한 상태이지만 지속적인 우수침투 · 교통하중의 반복재하 · 충격작용 등으로 인해 포장 파손이 진전되며, 포트홀의 원인이 되므로 적절한 보수가 바람직하다.

나 보도부 · 난간 및 연석

- 보도부의 포장 상태는 전반적으로 양호한 것으로 조사되었으며, 보도부 외측에 설치된 난간 높이는 '도로안전시설 설치 및 관리지침' 기준에 명시된 1.1m 이상으로 측정되었다.
- 난간의 경우 전반적으로 설치 상태는 양호한 상태이나, 일부구간에서 난간 부식 정도가 심한 상태로 관찰되었다.
- 연석은 부분적으로 균열 · 콘크리트 파손 등이 조사되었으며, 전반적으로 연석 표면박리가 발생되었다.
- 보 · 차도 경계부 콘크리트 표면박리는 지속적인 동결융해에 의해 발생한 손상으로 손상진전시 콘크리트 파손 · 철근노출 등 콘크리트 단면의 손상을 유발 할 수 있으므로 단면보수 등의 보수가 바람직하다.

- 보도부 난간에 조사된 난간 부식은 부식 정도가 심하므로 안전상의 문제가 발생 될 수 있으므로 부분적인 교체가 바람직하다.

다. 신축이음장치

- 행주대교(하류교)의 신축이음장치 A1, A2, P11, P19 총4개소는 강핑거 형식이며, P10 은 앵글 보강 형식으로 설치되어 있다.
- 신축이음장치 외관조사 결과 신축이음 하부누수 · A1신축이음장치 횡방향 변위 · 토사퇴적 등이 조사되었다.
- A1신축이음장치에 조사된 횡방향 변위는 2008년 진단에는 조사되지 않았으나, 2012년 진단시 최초 발견되었다. 2012년 진단 결과 2012년 받침장치 교체(내진성능개선) 공사에 의한 영향으로 발생한 손상으로 추정하였다.
- 금번 점검 결과와 비교시 횡방향 변위에 따른 문제점은 발견되지 않았으며, 신축이음장치 교체 보다는 지속적인 관찰이 바람직하다. 또한 신축이음장치 간격 사이의 토사퇴적은 정기적인 청소를 실시하는 것이 필요하다(일 평균 기온이 가장 높은 8월 중 점검).
- 신축이음장치의 가동 여유량을 확인하기 위해 날 끝단 간격을 측정하였으며, 측정결과 신축이음장치의 가동 여유량은 충분한 것으로 확인되었다.
- 또한, A1측의 신축이음장치는 가동 여유량을 확보하고 있으나 앞서 제시한 바와 같이 횡방향 변위가 발생하였으므로 지속적인 관찰이 바람직하다.

라. 배수시설

- 행주대교(하류교) 보도부에 설치된 배수구 및 하부 배수관 설치상태는 양호한 것으로 조사되었다. 일부 배수관 하면 표면 부식, 그레이팅 파손 등이 관찰되었다.
- 배수구 하면 표면 부식은 전차 진단 결과와 비교시 손상의 큰 진전이 없는 것으로 조사 되었으며, 현재 부식의 정도는 경미한 수준이므로 녹제거 후 재도장을 실시하는 것이 바람직하다. 또한 보도부 그레이팅 파손은 교체를 통한 이물질 제거 방지가 바람직하다.

마. PSC박스구간 외부

- S10경간 PSC박스 거더 구간은 1992년 시공중 펀칭파손이 발생되어 외부강선 보강을 실시하였으며, 금번 정밀점검시 S10경간 외부강선 보강부 주변의 손상 발생 여부를 중점적으로 관찰하였다.

- PSC박스구간 외관조사 결과 S10경간 외부강선 보강부 주변의 큰 손상은 조사되지 않았다. 부분적으로 균열폭 0.1mm의 균열이 관찰되었지만 전차 진단 결과와 비교시 균열폭 (0.1mm) 및 길이의 진전은 없는 것으로 확인 되었다. 또한 균열부 보수 상태도 양호한 것으로 조사되었다.
- P1지점부 주변 좌측 복부에는 영구받침 설치시 잭업 작업에 의한 시공상 사방향 균열이 관찰되었으며, 전반적으로 균열폭 0.3mm미만 · 재료분리 · 콘크리트 들뜸 등의 손상이 대부분인 것으로 조사되었다.
- 특히 P1지점부 주변에 좌측 복부에 조사된 사방향 균열은 전차 진단 결과 대비 균열폭 (0.1mm)의 진전이 없는 상태이다. 또한 사방향 균열 주변 균열 보수부는 양호한 상태 이나, 지속적인 관찰은 필요하다.
- PSC박스 하면에서 조사된 콘크리트 들뜸은 받침장치 잭업 중 발생한 손상으로 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.

바. PSC박스구간 내부

- S10경간 PSC박스구간 내부에는 앞서 제시한 바와 같이 시공중 펀칭파손에 따른 외부강선 보강이 실시 되었다. 다른 경간 또한 외관조사 결과 전반적으로 보수가 실시되었으며, 부분적으로 망상균열 · 재료분리 · 균열(0.3mm미만)의 손상이 조사되었다.
- S1경간 균열에 설치된 균열팁에 대한 조사 결과, 균열에 대한 진전은 없는 것으로 관찰 되었다. 또한 S8경간 사방향 균열은 전차 진단 결과와 비교시 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었다. 사방향 균열은 균열보수 후 재손상 여부에 대한 지속적인 관찰이 바람직하다.
- 격벽에 조사된 망상균열은 건조수축 등에 의한 비구조적인 원인에 의한 균열로서 기존 진단 결과와 비교시 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었으며, 또한 콘크리트 박리는 표면에 발생한 것으로 손상의 면적은 크지 않으므로 장기적으로 표면보수 및 단면보수를 실시하는 것이 바람직하다.

사. S11경간 Steel Box교(균거부시설)

- S11경간은 균거부시설 구간으로 캔틸레버경간과 현수경간으로 각각 10m와 50m의 경간 장으로 구성되어 있으며, 게르버형식의 내부 힌지로 연결되어 있다. 캔틸레버경간은 강남 측 PSC박스 거더교 구간의 S10경간과 연속화 된 5.0m 구간의 콘크리트 거더와 이와 다시 강결된 강박스 형식의 브라켓으로 구성되어 있으며, 현수경간은 강박스 합성형으로 시공되어 있다.
- 힌지부 하단 강판은 국부적으로 이격이 관찰된 상태이며, 용접이 이루어지지 않은 구간으로, 당초 시공시 부터 이격된 것으로 판단된다. 그러나 현 사진을 기준으로 차기 점검

및 진단시 이격 진전여부에 대한 중점 확인은 바람직하다.

- 콘크리트 박스거더와 강재 브라켓 연결부 점검결과 콘크리트의 전단기 부재 및 접합부 강재의 상태는 양호한 것으로 조사되었으나, 향후 지속적인 중점 점검이 요구된다.
- 군거부시설 외관조사 결과 박스내부 브레이싱 상태 및 용접부 상태 등 전반적으로 양호한 것으로 조사되었다. 또한 하부플랜지 맞대기 용접부 코어채취 주변도 양호한 상태이다.
- 부분적으로 도장박리 · 볼트부식 · 강재변형 등의 손상이 관찰되었으며, 조류 퇴적물이 다수 존재하여 청소가 요망된다.
- S11경간 군거부시설에 조사된 볼트부식 · 하부플랜지 외부 도장박리는 손상 정도가 작으므로 부분적인 재도장을 통한 강재에 대한 내구성을 확보하는 것이 바람직하다.
- 하부플랜지에 조사된 강재변형은 현재 강재변형 주변에는 특별한 손상은 조사되지 않은 양호한 상태이다. 이러한 손상은 강박스 운반 및 거치시 발생된 것으로 판단되며, 지속적인 관찰이 바람직하다.

아. 강합성 사장교 구간(S12 ~ S19) 내 · 외부

- 강합성 사장교 구간 내부에 대한 외관조사 결과 내부는 전반적으로 강재 도장에 대한 보수는 시행되어 있어 양호한 상태이며, 부분적으로 부식 · 이물질퇴적(조류분비물) · 도장박리 등의 손상이 조사되었다.
- 강합성 사장교 구간 외부 구간에 대한 외관조사 결과 중앙부는 데크플레이트가 설치되어 있으며, 강재 부식 등의 손상이 없는 양호한 상태이나, 국부적으로 도장박리가 조사되었다. 또한 캔틸레버 하면 좌 · 우측 부분에 콘크리트 횡방향 균열 · 콘크리트 박리 등이 조사되었다.
- 하부플랜지 부식은 배선 인입구를 통한 우수 유입으로 인하여 발생된 것으로 재도장을 통한 강재 내구성 확보가 바람직하다. 또한 조류분비물은 강재의 부식 등을 유발시킬수 있으므로 청소 후 조류방지망 등을 설치하는 것이 바람직하다.
- 캔틸레버에 조사된 횡방향 균열은 균열폭 0.1mm인 것으로 일정한 간격으로 발생되어 콘크리트 건조수축 등에 의한 비구조적인 균열로 전자 진단 결과와 비교시 손상의 진전은 없는 것으로 조사되었다.
- 금번 점검에서 조사된 균열은 균열폭이 작으므로 신속한 보수 보다는 장기적인 표면보수 등이 바람직하다. 또한 콘크리트 박리는 일부 구간에 발생된 것으로 손상의 범위는 크지 않으므로 장기적으로 다른 부분의 손상 보수와 같이 시행하는 것이 바람직하다.

자. 사장교 주탑 케이블 · 정착블럭 · 연석

- 케이블 및 정착블럭에 대한 외관조사 결과 케이블 정착블럭 상 · 하면 전면적 단면보수 부 들뜸이 조사되었다. 또한 연석구간에는 시공이음부에 누수에 의한 콘크리트 열화가 발생되었다.
- 정착블럭 케이블 하단부 보호캡 고무재가 파손이 조사되었으며, 부분적으로 주탑 정착부 소켓 볼트부식이 관찰되었다.
- 케이블 정착블럭 단면보수부 들뜸은 단면보수 건조수축에 의해 망상균열이 발생되면서 손상부위 우수유입의 영향으로 단면보수부의 들뜸이 발생되었다. 따라서 단면보수부를 제거한 후 재보수가 바람직하다.
- 케이블 정착블럭 연석부 주변 콘크리트 열화는 시공이음부 누수에 따른 콘크리트 열화가 발생된 것으로 판단된다. 콘크리트 열화부 제거 후 콘크리트 단면보수를 시행하는 것이 바람직하지만, 근본적으로 포장부 측에서 연석 시공 이음부의 찢림(방수) 보수를 실시하여 누수를 차단하는 것이 바람직하다.
- S14경간에 조사된 정착단 케이블 보호캡 고무재 파손은 케이블 및 볼트는 외기에 항상 노출되어 있으므로 누수에 의한 볼트부식 등이 발생할수 있으므로 보호캡 재설치 및 볼트도장 보수가 바람직하다.

차. 교대 및 교각

- 교대는 중공식 RC이며, 교각은 역T형으로 시공되어 있다. 하부기초의 형식은 현장타설 콘크리트 말뚝으로 시공되어 있으며, 주탑부 기초는 우물통으로 시공되어 있다.
- 외관조사 결과 대부분 건조수축에 의한 표면균열로서 균열폭은 0.3mm미만이며, 국부적으로 균열폭 0.3mm이상의 균열이 조사되었다. 또한 교각 기초부 및 두부보에는 재료분리 · 콘크리트 파손 등 콘크리트 표면의 국부적인 결함에 의한 손상이 관찰되었다.
- 균열은 대부분 균열폭 0.3mm미만의 수직균열이며, 국부적으로 균열폭 0.3mm이상의 수직균열이 조사되었다. 이러한 수직균열은 수화열과 온도변화에 의한 비구조적인 손상으로 전차 진단 결과와 비교시 손상의 진전은 없는 것으로 판단된다. 또한 단면변화부는 응력이 집중되는 구간으로 균열 발생이 쉬운 구간으로 균열 주입보수 및 표면보수 등의 보수를 시행하는 것이 바람직하다.
- 또한 교각 기초부에 조사된 콘크리트 파손은 외부충격으로 인하여 발생한 것으로 손상의 범위는 크지 않으므로 단면보수를 시행하는 것이 바람직하다.

타. 받침장치

1) 현황

- 행주대교(하류교)의 받침장치는 내진성능 개선공사(2011년 11월 ~ 2012년 9월)에 의한 받침장치 교체를 완료하였다. 금번 점검시 받침장치 거동 및 외관상태에 대해 전반적으로 조사하였다.
- 받침장치 외관조사 결과, 받침장치 거동 및 외관상태는 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다. 부분적으로 상부 솔플레이트 마감제 불량 · 받침콘크리트 균열(0.3mm미만) 등

2) 외관조사 결과

- 받침장치 마감제 불량 손상은 받침장치 거동에는 영향을 미치는 손상이 아니므로 마감제 재보수를 시행하여 상부 솔플레이트 부식을 방지하는 것이 바람직하다.
- 행주대교(하류교)에 대한 받침장치 전개소 현황 사진은 부록자료에 명기하였다.

3) 연단거리 측정

- 행주대교의 받침장치 연단거리 측정결과 전반적으로 ‘도로교 설계기준’을 만족하는 것으로 조사되었으나, A1교대의 받침장치 연단거리가 설계기준에 조금 미달하는 것으로 조사되었다.
- A1교대의 받침장치는 2012년 내진성능 개선공사 후 구조검토 결과 안전성을 확보하는 것으로 검토되었으며, 금번 외관조사 시 받침장치 주변에 연단거리 부족으로 인한 손상은 발견되지 않았으므로 지속적인 관찰이 바람직하다.

7.2 콘크리트 내구성 평가

가. 비파괴시험에 의한 콘크리트 압축강도

- 콘크리트 압축강도는 설계압축강도 이상을 확보하고 있어 콘크리트의 재료적 품질 상태는 비교적 건전한 것으로 평가되었다.

나. 비파괴시험에 의한 철근 배근상태 조사

- 철근의 배근간격 및 피복두께 측정을 위해 철근탐사를 실시하였으며, 철근탐사 결과 전반적으로 양호한 상태이나 일부 설계값 보다 피복두께가 부족한 구간이 발견되었으며, 이 구간에 대해서는 추후 탄산화에 의한 영향 검토 등 지속적인 관찰이 요구된다.

다. 콘크리트 탄산화깊이 측정

- 실측 탄산화깊이 측정결과 총 8개소 모두 a등급으로 분석되었다. 현 시점에서의 부재별 실측된 철근의 피복두께를 고려한 탄산화 잔여깊이는 대부분 양호한 상태이며 탄산화에 의한 부식발생의 영향은 없는 것으로 나타났다.

7.3 종합의견

행주대교 정밀점검 결과 종합등급 및 안전등급이 “B”등급으로 평가되었다. 교량의 전반적인 상태는 양호하나, 장기적인 내구성을 확보하기 위한 부분적인 보수는 요구되는 상태로 조사되었다.

특히, 사장교 구간 케이블 정착블럭 상·하면 전면적은 건조수축에 의한 단면보수부 들뜸이 조사되어 재 보수가 요구되며, 연석과 바닥판 사이 시공이음부에서 발생된 누수로 바닥판 측면 콘크리트 열화가 발생되어 적절한 보수가 요구된다.

또한 신축이음장치의 누수·PSC 박스 거더에 발생된 폭 0.3mm이상의 균열 등은 장기적인 내구성 확보 차원의 보수가 바람직하다.