

제 7 장 종합결론

7.1 종합결론

제 7 장 종합결론

7.1 종합결론

본 과업 대상교량인 속사IC2교는 강원도 평창군 용평면 속사리(영동선 인천기점 191.74km 지점)에 위치하고 있으며, 1999년도에 준공되어 약 20년 정도의 공용기간이 경과한 상태이며, 왕복 4차로(인천방향 2차로, 강릉방향 2차로) 교량이다.

본 교량의 제원은 총연장 100.0m(2@50.0m) 총 폭 각각 10.405m인 교량이며, 상부구조는 2경간 연속 Steel Box Girder 형식으로서, 하부구조의 교대는 역T형, 교각은 구주식 구조이고 기초는 교대는 확대기초, 교각은 확대기초로 시공되어 있다.

본 과업은 “시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법”(이하 “시설물안전법”이라 한다.) 제11조 및 동법 시행령 제8조에 의한 정밀안전점검(시설물의 물리적·기능적 결함과 손상을 조사·측정하고 원인을 분석하여 신속하고 적절한 보수·보강방법 제시) 및 동법 제40조 및 동법 시행령 제28조에 의한 성능평가(시설물에 내재되어 있는 위험요인이나 시설물 기능 및 성능저하, 상태 등을 신속·정확하게 조사·평가하고, 그에 대한 적절한 성능확보를 취하여 재해 및 재난을 예방하며, 시설물의 안전성능 및 내구성능, 사용성능을 보완·보전케 함으로써 시설물의 효용성을 증진)의 시행을 통한 공공의 안전을 확보하는데 그 목적이 있다.

7.1.1 인천방향

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면의 발생된 폭 0.3mm미만의 균열은 불규칙적인 망상형태의 균열로서 균열은 대부분 거더와 거더 사이 바닥판에 폭 0.3mm미만 형태로 발생되었으며, 시공초기 건조수축 및 온도변화에 의해 발생된 균열이 교면포장 손상부로 유입된 우수 침투로 인해 바닥판 콘크리트에 망상균열로 진행된 것으로 판단되어 표면처리보수를 실시하는 것이 향후 추가손상 방지 등 유지관리에 효율적일 것으로 판단된다.
- 캔틸레버 하면 백태는 바닥판 외측 배수관 주변에 발생되었으며 접합부로 침투한 우수가 측면으로 누수가 진행되면서 발생된 결함으로 표면보수가 필요하다.
- 바닥판하면의 표면열화, 박락, 철근노출은 교대 지점부에 발생되었으며 신축이음부로 침투한 우수가 측면으로 누수가 진행되면서 발생된 결함으로 내구성 증진을 위해 박리·박락에 대한 단면보수후 백태는 전면 표면보수가 필요하다.

2) Steel BoX Girder

- 거더 내부에 발생된 우수유입 및 체수혼적은 현장이음부 틈새에 실런트 주입 이전에 발생된 손상이며 현재 우수가 유입되고 있고, 장기 방치시 강재에 부식이 진행되어 단면손실이 발생되므로 내구성 확보를 위하여 보수가 필요하다. 우수 유입시 일부 토사도 함께 유입되어 있으므로 청소가 요구된다.
- 거더 내부에 발생한 점부식 등의 손상은 현장이음부 틈새 우수유입 등에 의한 것으로 판단되며, 강재부식으로 진행되면 단면손실이 발생할수 있으므로 재도장이 필요한 상태이다.
- 거더 외부에 발생된 플렌지 변형은 시공당시 발생한 것으로 판단되며, 17년 정밀안전 점검과의 비교시 진전이 없는 상태로, 주기적인 점검으로 유지관리(주의관찰)하는 것이 바람직하다.

3) 가로보 및 세로보

- 가로보 및 세로보 외부는 현재 양호한 상태이나, 공용기간 증가에 따른 도장 노후화, 우수접촉 등에 의한 손상이 발생할 수 있으므로, 주의관찰이 필요하다.

4) 교대

- 교대의 날개벽에서 조사된 균열 및 망상균열은 대부분 시공초기 발생한 온도변화 및 건조수축, 공용기간 증가에 의한 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 통한 내구성 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 흉벽 및 구체에서 조사된 백태, 표면보수재 열화는 신축이음 외측 단부 우수유출에 의해 발생한 것으로 표면보수 및 단면보수를 실시하여 유지관리 하여야 할 것으로 판단된다.

5) 교각

- 교각 코핑 및 기둥부에 발생한 균열, 망상균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수, 주입보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 교각에 하부에 발생한 침식은 하천의 수세에 의한 것으로, 17년 정밀안전점검과 비교시 진전이 미미하고 손상의 정도가 경미하므로, 추후 점검시 진전되면 세굴방지공 등의 조치를 해야 한다.

6) 교량받침

- 받침본체 외측에서 조사된 본체 부식은 신축이음 외측 단부 누수 및 외부 우수유입에 의한 2차 손상으로 판단되며, 신축이음으로 유입되는 우수차단(하부 물받이설치, 외측 차수덮개 또는 조인트설치)이 선행되어야 하고, 손상부는 유지관리를 위하여 재도장이 필요하다.
- 받침콘크리트 및 받침몰탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생한 폭 0.1~0.2mm의 미세 균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갓길측 체수 등에 의한 본체 부식이 조사되었다. 부식 손상은 현재 신축작용에 문제는 없는 상태로서 주의관찰을 통한 유지관리가 필요하다.

8) 교면포장

- 교면포장은 2017년 정밀안전점검 당시 보수공사를 실시하였고, 현재까지 손상의 발생이 없는 양호한 상태이다. 교면포장은 차량의 반복하중, 우수, 장기공용에 의해 열화가 발생할 수 있으므로, 지속적인 점검 및 유지관리가 필요하다.

9) 배수시설

- 배수시설에 발생한 배수구 막힘 손상은 대부분 토사유입 및 통행차량에서 버려지는 쓰레기 등에 의한 배수구 막힘이 발생하였으며, 향후 교면에 체수 발생 우려가 있어 통행차량에 위험을 초래할 수 있으므로 원활한 배수를 위한 청소가 요구된다.
- 배수관 부식은 공용기간 증가, 우수에 의한 손상으로 손상의 정도가 경미하므로, 지속적인 점검 및 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.

10) 방호벽

- 방호벽에 발생한 박리, 박락, 철근노출은 방호벽 외측에 발생한 손상으로, 지속적으로 우수가 유입되어 발생한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.
- 금회 신규 조사된 보수재 박락은 손상의 정도가 미미하므로, 지속적인 점검으로 유지관리하는 것이 바람직하다.

11) 교량 점검시설

- 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 확인되었다.

12) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.7~28.1MPa, 하부구조 24.5~25.4MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 하부: 24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 9.0mm, 하부구조 탄산화깊이는 10.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 “a”로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었으며, 2017년 정밀안전점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않았으며 일부 부재의 손상물량이 증감되었다.
- 기 정밀안전점검시 확인된 상부구조의 거더 국부적 변형, 배수시설 배수구 막힘에 대해 상태등급을 기술자 판단에 의해 상향 평가 되어 속사IC2교 인천방향의 환산결함도 점수는 0.189 → 0.239으로 증가한 것으로 분석되었다.

다. 중점유지관리 사항

부재구분	중 점 사 항
교면포장	• LMC 포장 손상여부 점검(주행성 중심) • 인접 콘크리트 포장구간 수축줄눈 일치여부 주기적 점검
방호벽	• 방호벽 망상균열, 철근노출 • 폭 0.1~0.2mm의 균열, 망상균열 등
배수시설	• 배수구 막힘, 그레이팅 파손 • 배수관 길이부족으로 인한 교량하부 추가손상
바닥판	• 폭 0.1~0.2mm의 균열, 망상균열 등 • 캔틸레버 보수부 박리
거더 및 가로보	• 거더외부 도장박리 및 부식 • 거더내부 실링재 누락, 거더 내부 우수유입
교량받침	• 부식(진전여부 점검) • 받침콘크리트 균열(진전여부 점검) • 이동 여유량 지속적 관리
신축이음장치	• 신축이음장치 계산상 유간부족 구간 - 유간확보여부 주기적 점검 • 교체 이전까지 특이사항 발생여부 주기적 점검 • 후타재 균열, 파손 진전여부 - 국부적으로 발생된 상태로 손상진전 여부 점검
하부구조	• 폭 0.1~0.2mm의 균열, 망상균열, 두부 박리 - 보수후 재손상 발생여부 주기적 점검 • 교각 균열 발생부 추가 및 손상진전 여부 주기적 점검 - 보수후 재손상 발생여부 주기적 점검

라. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 속사IC2교 인천방향에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 속사IC2교 인천방향의 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

7.1.2 강릉방향

가. 현장조사 및 시험

1) 바닥판 하면

- 바닥판하면의 발생된 폭 0.3mm이상의 균열, 철근노출은 시공초기 건조수축 및 온도변화에 의해 발생된 균열이 신축이음부로 유입된 우수 침투로 인해 바닥판 콘크리트 철근부식에 의한 팽창현상으로 인한 손상으로 판단되어, 내구성 증진을 위해 방청 및 단면보수를 실시하는 것이 향후 추가손상 방지 등 유지관리에 효율적일 것으로 판단된다.
- 캔틸레버 하면 백태는 바닥판 외측 배수관 주변에 발생되었으며 접합부로 침투한 우수가 측면으로 누수가 진행되면서 발생된 결함으로 표면보수가 필요하다.
- 바닥판하면의 표면열화, 박락, 철근노출은 교대 지점부에 발생되었으며 신축이음부로 침투한 우수가 측면으로 누수가 진행되면서 발생된 결함으로 내구성 증진을 위해 박리·박락에 대한 단면보수후 백태는 전면 표면보수가 필요하다.

2) Steel BoX Girder

- 거더 내부에 발생된 우수유입 및 체수혼적은 현장이음부 틈새에 실린트 주입 이전에 발생된 손상이며 현재 우수가 유입되고 있고, 장기 방치시 강재에 부식이 진행되어 단면손실이 발생되므로 내구성 확보를 위하여 보수가 필요하다. 우수 유입시 일부 토사도 함께 유입되어 있으므로 청소가 요구된다.
- 거더 내부에 발생한 점부식 등의 손상은 현장이음부 틈새 우수유입 등에 의한 것으로 판단되며, 강재부식으로 진행되면 단면손실이 발생할 수 있으므로 재도장이 필요한 상태이다.
- 거더 외부에 발생된 도장 긁힘은 공용중 하부 이동차량에 의한 것으로 판단되며, 손상의 정도가 미미하므로 주기적인 점검으로 유지관리(주의관찰)하는 것이 바람직하다.

3) 가로보 및 세로보

- 가로보 및 세로보 외부는 현재 양호한 상태이나, 공용기간 증가에 따른 도장 노후화, 우수접촉 등에 의한 손상이 발생할 수 있으므로, 주의관찰이 필요하다.

4) 교대

- 교대에 구체에서 조사된 균열은 대부분 시공초기 발생한 온도변화 및 건조수축, 공용기간 증가에 의한 소수의 균열로서 표면보수, 주입보수를 통한 내구성 확보가 바람직

할 것으로 판단된다.

- 신규 조사된 박리는 건조수축, 공용기간 증가, 신축이음 우수유출 등 복합적인 요인에 의해 발생한 것으로 판단되며, 단면보수를 실시하여 유지관리 하여야 할 것으로 판단된다.

5) 교각

- 교각 코핑 및 기둥부에 발생한 균열은 건조수축, 온도변화, 거푸집 조기탈형 등의 복합적인 원인에 의한 비구조적 소수의 미세균열로서 표면보수를 실시하여 내구성을 확보가 바람직할 것으로 판단된다.
- 교각에 하부에 발생한 침식은 하천의 수세에 의한 것으로, 17년 정밀안전점검과 비교 시 진전이 미미하고 손상의 정도가 경미하므로, 추후 점검시 진전되면 세굴방지공 등의 조치를 해야 한다.

6) 교량받침

- 받침본체 및 스톱퍼에서 조사된 본체 부식은 신축이음 외측 단부 누수 및 외부 우수 유입에 의한 2차 손상으로 판단되며, 신축이음으로 유입되는 우수차단(하부 물받이설치, 외측 차수덮개 또는 조인트설치)이 선행되어야 하고, 손상부는 유지관리를 위하여 재도장이 필요하다.
- 받침콘크리트 및 받침몰탈에서 조사된 균열은 국부적으로 발생된 폭 0.1~0.3mm의 미세 균열로 현 상태에서 별도의 조치보다는 유지관리 후 손상진전 및 추가 손상 발생 시 일괄 보수하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.
- 받침콘크리트 및 받침몰탈에서 조사된 파손, 박락, 재료분리 등은 국부적으로 발생되었으나, 파손부로 우수유입, 동절기 급격한 온도차에 의한 철근부식에 의해 손상이 진전이 우려되므로, 단면복구가 요망된다.

7) 신축이음장치

- 신축이음이 현재 양호한 상태이나, 공용시 본체에서는 차량통행으로 인한 분산먼지, 우수에 의한 갯길측 체수 등에 의한 이물질퇴적이 발생, 지속적인 체수로 인한 본체 부식이 발생할 수 있으므로, 주기적인 정비를 통한 유지관리가 필요하다.

8) 교면포장

- 교면포장은 2017년 정밀안전점검 당시 보수공사를 실시하였고, 현재까지 손상의 발생이 없는 양호한 상태이다. 교면포장은 차량의 반복하중, 우수, 장기공용에 의해 열화가 발생할 수 있으므로, 지속적인 점검 및 유지관리가 필요하다.

9) 배수시설

- 배수시설에 발생한 배수구 그레이팅 망실은 공용중 발생한 손상으로 정비가 필요하다.
- 배수관 부식은 공용기간 증가, 우수에 의한 손상으로 손상의 정도가 경미하므로, 지속적인 점검 및 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.

10) 방호벽

- 방호벽에 발생한 박락, 철근노출은 방호벽 외측에 발생한 손상으로, 지속적으로 우수가 유입되어 발생한 손상으로 내구성확보를 위한 표면보수를 실시하여야 할 것으로 판단된다.
- 금회 신규 조사된 보수재 박락은 손상의 정도가 미미하므로, 지속적인 점검으로 유지관리하는 것이 바람직하다.

11) 교량 점검시설

- 교각에 설치된 점검통로 조사 시 점검발판, 볼트 체결상태, 점검난간, 사다리 등을 중점적으로 조사하였으며, 전반적인 상태는 양호한 상태로 기존손상인 난간 미설치 구간이 확인되었다.

12) 내구성조사

- 반발경도법에 의한 압축강도 측정결과 상부구조 27.1~27.6MPa, 하부구조 25.5~26.2MPa 로 측정 되었으며, 설계기준 압축강도(상부: 27.0MPa, 하부: 24.0MPa)를 상회하는 것으로 강도 저하가 없는 것으로 판단된다.
- 상부구조 탄산화깊이는 9.5mm, 하부구조 탄산화깊이는 11.5mm로 측정되었으며, 잔여깊이가 30mm이상을 확보하고, 세부지침 지침기준 “a”로 평가 되어 탄산화에 따른 철근의 부식발생 영향은 없는 것으로 판단된다.

나. 상태평가 결과

- 금회 상태평가 결과 “B등급” 으로 평가되었으며, 2017년 정밀안전점검 이후 구조적인 손상은 발생하지 않았으며 일부 부재의 손상물량이 증감되었다.
- 기 정밀안전점검시 확인된 하부구조의 일부 손상 단면보수와 바닥판, 배수시설 등 일부 부재의 상태등급을 기술자 판단에 의해 상향 평가 되어 속사IC2교 강릉방향의 환산결함도 점수는 0.158 → 0.237으로 증가한 것으로 분석되었다.

다. 중점유지관리 사항

부재구분	중 점 사 항
교면포장	• LMC 포장 손상여부 점검(주행성 중심) • 인접 콘크리트 포장구간 수축줄눈 일치여부 주기적 점검
방호벽	• 방호벽 망상균열, 철근노출 • 폭 0.1~0.2mm의 균열, 망상균열 등
배수시설	• 배수구 막힘, 그레이팅 파손 • 배수관 부식
바닥판	• 폭 0.1~0.3mm의 균열, 망상균열 등 • 철근노출
거더 및 가로보	• 거더외부 플렌지 변형 • 거더내부 실링재 누락, 거더 내부 우수유입, 부식
교량받침	• 부식(진전여부 점검) • 무수축물탈, 받침콘크리트 균열(진전여부 점검) • 무수축물탈, 받침콘크리트 박리, 박락(진전여부 점검) • 이동 여유량 지속적 관리
신축이음장치	• 신축이음 본체 부식(진전여부 점검)
하부구조	• 폭 0.1~0.3mm의 균열, 망상균열, 백태 • 교각 침식 여부 주기적 점검 - 보수후 재손상 발생여부 주기적 점검

라. 결론

- 금회 정밀안전점검 결과를 바탕으로 속사IC2교 강릉방향에 발생한 손상의 진전을 방지하고 보수를 통한 구조물의 내구성 확보를 위한 적절한 조치가 필요하다.
- 이상과 같이 자료조사, 외관조사, 내구성 조사 등의 결과를 분석하여 평가된 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 평가한 속사IC2교 강릉방향의 안전등급은 「기능 발휘에는 지장이 없으나 경미한 손상, 결함, 열화 등이 발생하여 내구성 증진을 위해 부분적으로 보수가 필요한 상태인」인 「B」 등급으로 평가되었다. 구조적인 손상 및 결함은 없는 것으로 판단되어 별도의 정밀안전진단은 필요 없을 것으로 판단되며, 본 보고서에 제시된 방안으로 보수를 시행하고 지속적인 유지관리를 실시한다면 구조물의 사용성을 확보하는데 문제가 없을 것으로 사료된다.

