

제7장 종합결론

7.1 개 요

7.2 점검결과

7.3 정밀안전진단 및 사용제한 필요성

7.4 종합결론 및 건의사항

제7장 종합결론

7.1 개요

본 교량은 2002년 4월에 준공되어 약 18년 정도 경과한 서울특별시 마포구 상암동에 위치한 본선과 램프로 이루어진 시설물이다. 본선의 연장 및 폭은 L=212.0m, B=21.5m이며 램프의 연장 및 폭은 L=360.0m, B=8.5m로 구성되어있다. 상부구조는 강박스 거더, RC라멘으로 시공되어있으며, 하부구조는 본선에서 π 형, 역T형으로 램프에서 T형으로 구성된 1종 교량(DB-24, DL-24)이다.

7.2 점검결과

7.2.1 외관조사 결과

가. 교면포장

월드컵대교 접속교의 교면포장은 비공용부와 공용부로 나누어 운용중에 있으며 차량의 통행이 없는 비공용부는 PE방호벽으로 차단되어 차량의 출입이 불가하며, 필요시 공사차량만 진입 가능한 상태이다. 비공용부의 포장은 강상판의 표면보호용으로 실시되어 차량 통행에는 부적합한 상태이다.

공용부는 아스콘 균열, 망상균열, 파손 등의 손상이 발생한 상태이며 공용부 포장에 대한 보수는 현재 공사 중인 월드컵대교 본선 개통시 비공용부와 함께 재포장을 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

또한, 전면 재포장시 현재 포장부를 전부 제거하여 강상판 상면의 상태 및 손상여부를 확인하고 손상 발생시 적합한 보수를 실시 후 재포장을 진행하여야한다.

나. 바닥판

조사된 균열의 폭 0.3mm미만의 균열로서 램프의 캔틸레버에서 발생한 것으로 확인되었으며 온도변화 및 건조수축, 거푸집 조기탈형, 설계기준강도 발현 전 하중재하 등에 의해 발생한 것으로 판단된다. 확인된 균열은 연속성이 없는 것으로 확인되었으며 대부분의 균열은 폭 0.2mm 이하로 보수의 시급을 요하지는 않으나 내구성 확보를 위해 표면처리를 통한 보수가 필요할 것으로 판단된다.

들뜸은 우측 단부에 발생한 손상으로 우수 및 교면수의 지속적인 접촉에 의해 발생한 것으로 판단된다. 들뜸의 손상면적은 넓지 않으나 방치시 손상의 진행의 우려가 있어 단면보수가 요구된다. 철근노출은 피복부족부가 공용기간 증가 및 우수의 영향으로 철근이 부식되어 발생한 것으로 단면보수(방청포함)이 필요하다.

도장박리·박락, 부식은 본선에서 조사되었으며 공용경과에 따른 열화와 환경적 요인에 의해 발생한 것으로 판단된다. 조사된 손상은 소규모의 경미한 상태이나 방치시 부식으로 이어져 내구성 확보를 위해 도장보수가 필요한 것으로 판단된다.

U형 리브 덮개판 체결볼량은 본선 S2, S3 바닥판 하면에 조사되었으며 시공시 발생한 것으로 판단된다. 재체결을 통한 유지관리가 필요하다.

다. 거더 및 가로보

거더외부에서 조사된 도장박리·박락, 부식은 공용증가에 따른 열화와 환경적인 요인에 의한 것으로 판단되며 손상의 규모 및 정도가 경미한 상태이나 내구성 확보를 위해 도장보수가 필요할 것으로 판단된다. 볼트 여유길이 부족은 금회 조사 결과 볼트 풀림 등의 추가적인 손상이 없는 것으로 확인되었으며 지속적인 유지관리가 적절할 것으로 판단된다.

거더 내부에서 조사된 도장박리·박락 부식, 볼트부식 등의 손상은 공용증가에 따른 열화에 의한 것으로 판단되며 거더의 내구성 확보를 위해 재도장을 통한 보수가 요구된다.

변형, PIT(용접기공)은 시공시 시공미흡으로 인한 시공초기 손상으로 공용 중 변형의 진행은 없는 것으로 판단되며, 주변부의 2차 손상이 없는 것으로 확인되어 지속관찰을 통한 유지관리가 적절할 것으로 판단된다.

결로는 거더 내·외부의 온도차에 의해 발생한 것으로 판단되며 금회 외관조사 시 결로는 조사되지 않았다. 도장열화 또는 부식발생 등의 손상은 없는 것으로 확인되었으며 지속적인 점검을 통해 2차 손상 발생 여부 등을 조사해야 될 것으로 판단된다.

환기구 볼트체결볼량, 덮개판 볼트체결볼량은 구조적 요인에 의한 손상보다는 시공시 시공 미흡으로 인한 손상으로 판단되며 재체결 및 재조임을 통한 보수가 요구된다.

점검을 위해 거더 내부에 조명시설이 설치되어 있으나 36개소(본선 15개소, 램프 21개소)의 점검등이 불량인 것으로 확인되었으며, 8개소의 점검덮개가 파손된 것으로 조사되었다. 차후 원활한 점검을 위해 점검등 교체 및 점검덮개 재설치가 필요하다.

2차부재에서 발생한 도장박리·박락, 부식은 공용증가에 따른 열화와 환경적 요인에 의해 발생한 것으로 판단되며 내구성 확보를 위해 재도장이 필요하다.

2차부재에서 조사된 변형은 시공초기에 시공미흡으로 인해 발생한 손상으로 손상의 진전 및 주변의 2차 손상은 없는 것으로 조사되어 지속적인 점검이 필요하다.

라. 하부구조(교대, 교각)

교대의 외관조사 결과 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 관찰되지 않았으나 폭 0.3mm미만 균열, 폭 0.3mm이상 균열, 망상균열, 백태 등이 조사되었으며, 폭 0.3mm이상 균열은 A1 상면에서 확인되었다.

교대에서 조사된 균열은 정면에 발생하였으며 온도변화 및 건조수축, 거푸집 조기탈영, 설계 기준강도 발현 전 하중재하 등에 의해 발생된 것으로 추정된다. 확인된 균열은 연속성 및 진행은 없는 것으로 확인되었으며, 균열폭에 알맞은 보수가 실시되어야 한다.

교각의 외관조사 결과, 주요 손상으로 폭 0.3mm미만 균열, 망상균열, 단면손상, 철근노출 등이 조사되었으며, RP4 기둥부에 폭 0.3mm이상 균열이 기둥부에서 확인되었다.

교각에서 조사된 균열은 대부분 코핑 및 기둥 상단에 발생하였으며 이는 시공초기 온도변화 및 건조수축, 거푸집 조기탈영, 설계기준강도 발현 전 하중재하 등과 같은 비구조적 원인에 의해 발생된 것으로 추정된다. 조사된 균열은 균열폭에 맞게 보수를 실시한다면 구조물의 내구성은 문제가 없을 것으로 판단된다.

단면손상은 박리, 들뜸, 들뜸 및 파손, 재료분리가 조사되었으며, 조사된 단면손상은 시공시 시공 미흡, 공용기간 증가 등의 원인에 의하여 발생한 것으로 판단되며 발생한 손상들은 범위 및 정도가 미비하나 구조물의 내구성확보를 위하여 단면보수가 필요하다.

철근노출은 본선 P2에서 조사되었으며 구조물의 내구성 확보를 위해 단면보수(방청)을 실시하여야 한다.

본선 및 램프의 교각의 대부분의 기둥 하부에는 식생이 있으며, 차후의 원활한 점검을 위해 식생을 제거하는 것이 필요하다.

마. 교량받침

받침장치 도장박리·박락, 부식은 공용증가, 우수 및 환경적 요인에 의해 발생된 것으로 판단되며, 발생한 손상들은 범위 및 정도가 미비하므로 지속적인 주의관찰이 필요하다.

받침콘크리트 균열 및 망상균열은 온도변화 및 건조수축에 의해 발생된 것으로 판단되며 균열 폭은 0.1~0.2mm로 조사되었다. 받침콘크리트의 내구성을 위해 표면처리를 실시하여야 할 것으로 판단된다.

사이드블럭 볼트체결불량, 이동량 측정기 탈락, 볼트기울음의 손상의 경우 시공시 시공미흡으로 인한 시공초기 손상으로 공용 중 변형의 진행은 없는 것으로 판단되며, 주변부의 2차 손상이 없는 것으로 확인되어 지속관찰을 통한 유지관리가 적정할 것으로 판단된다.

바. 신축이음

신축이음 본체에 대한 외관조사 결과, 빗물받이 고무파손, 유간 토사퇴적과 신축이음 덮개판 변형이 조사되었다.

조사된 유간 토사퇴적은 주의관찰이 요구되며, 신축이음 볼트체결탈락은 볼트 재체결을 통하여 보수를 실시해야 된다. 교대의 흉벽부에 빗물받이 고무 파손에 의해 흘러나온 우수가 콘크리트 표면과 접촉되어 백태가 발생된 것으로 판단되므로 빗물받이 고무를 재설치가 필요하다.

후타재에서 조사된 균열, 파손은 공용기간 동안 지속적인 차량 통행에 의해 발생된 것으로 기 점검과 비교결과, 증가는 없는 것으로 조사되었다. 파손은 경미한 상태로 별도의 보수가 필요없는 상태로 확인되었다.

사. 배수시설

배수시설에 대한 외관조사결과, 배수구 막힘, 배수관 이음볼트 탈락, 배수관 연결부 누수, 배수관 부식 등이 조사되었다.

배수구 막힘은 포장면 체수를 유발하여 교면포장의 파손을 야기할 수 있으므로 주기적인 청소를 통해 유지관리 필요하다. 배수관 이음볼트 탈락은 배수관을 지지하는 이음볼트가 탈락되어 있는 것으로 방치시 배수관의 내구에 영향을 줄 것으로 판단되어 재체결이 필요하다. 배수관 부식, 배수관 주변 오염, 배수구 마감불량 등의 손상은 주의관찰이 요구된다.

아. 난간 및 연석

본선에서는 도장박락, 부식 등이 조사되었으며 재도장을 하여야 한다.

램프에서 조사된 균열(0.3mm미만), 망상균열, 들뜸, 파손 등은 손상이 조사되었으며 보수보다는 주기적인 점검이 적절할 것으로 판단된다.

램프 RS11 우측 방호벽에서 조사된 철근노출은 손상이 경미하나 유지관리 측면에서 단면보수(방청)이 필요할 것으로 판단된다.

자. 접속계단

우천시 상부에서 원활한 배수가 이루어지지 않아 체수된 우수가 우레탄 들뜸의 손상발생을 유발시키고 우레탄 하부로 유입되어 누수가 발생된 것으로 판단되며, 우수가 강재계단 채움 콘크리트와 접촉하여 하부에 백태가 발생되고 있는 것으로 분석되었다.

따라서 차후 우레탄 재포장 실시하기 전에 강재계단 채움 콘크리트를 방수처리를 진행한 후 재포장을 실시하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

7.2.2 내구성 조사결과

월드컵대교 접속교의 콘크리트 설계기준강도는 상부구조(램프)에서 27.0MPa, 하부구조에서 24.0MPa으로 확인하였으며 압축강도시험에 의해 비교, 분석한 결과 전 개소에서 설계강도 대비 100%이상의 수준을 유지하고 있는 것으로 측정되었다. 강도부족에 따른 강성저하는 없는 것으로 평가되어 콘크리트 구조체의 품질상태는 양호한 것으로 판단된다.

실측한 최소 피복두께와 탄산화 깊이를 비교한 결과, 모든 탄산화 잔여깊이가 30mm 이상으로 상태등급 “a” 로 평가되었다. 기 점검의 탄산화 진행깊이를 비교·분석한 결과, 탄산화에 의한 부식발생 우려는 없는 것으로 검토되었으며 기 점검 탄산화 깊이와 금회 점검시 탄산화 깊이는 다소 차이를 보이는데 이는 측정위치가 상이하기 때문인 것으로 판단된다.

탄산화시험을 실시한 구간에 대해 잔존수명을 산정한 결과 측정된 전 구간에서 100년 이상으로 조사되어 양호한 것으로 평가되었다.

7.2.3 상태평가 결과

본 과업대상 구조물의 상태평가 등급 산정결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부 보수가 필요한 상태인 “B” (결함도 지수: 0.225)로 평가되었다.

기 점검시의 상태평가 등급을 비교하였을 때 2010년 정밀점검에서 B등급으로 평가되었으며, 이후부터 금회 정밀안전점검까지 등급변화는 없는 상태로 분석되었다. 그러나 결함지수는 2016년 점검 이후 일부 손상에 대한 보수를 실시한 결과 결함지수가 감소하였다가 금회 접속교 포장 및 신축이음 후타재 등의 노후화와 램프교의 라멘구간 균열부에 대하여 면적율을 고려한 평가시 등급 하향된 결과로 결함지수가 증가한 상태로 확인되었다.

기존 대비 결함지수의 변동 요인은 금회 상태평가 결과 산출시 면적율을 고려한 것이 큰 것으로 판단된다. 또한 공용 중 균열 및 단면손상의 증가로 인하여 결함지수가 증가한 것으로 조사되었다.

7.2.4 종합평가 및 안전등급 지정

외관조사 및 시험에 의한 상태평가 결과를 검토한 결과 종합평가 “B” 로 평가되었으며, 종합평가를 토대로 한 월드컵대교 접속교의 안전등급은 B(양호)로 지정되었다.

7.3 정밀안전진단 및 사용제한 필요성

본 시설물에 대한 정밀안전점검 결과, 금번 점검시 조사된 손상은 비구조적인 손상으로 일부 손상에 대한 유지보수를 실시하면 향후 사용성 및 안전성 확보에 문제가 없으며, 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한 등의 필요성이 없는 것으로 평가되었다.

7.4 종합결론 및 건의사항

월드컵대교접속교는 내진설계가 적용된 1종 시설물로서 2002년 4월 준공 이후 약 18년이 경과하였으며 상태평가 결과에 의한 안전등급은 『B등급(양호)』으로 교량의 안전성에는 큰 문제가 없는 것으로 평가되었다.

월드컵대교 접속교 본선의 교면포장은 긴급보수가 요구되는 손상은 없으나, 현재 공사중인 월드컵대교 개통시기에 맞추어 비공용 구간을 포함하여 전면 재포장을 실시하여야 할 것으로 판단된다. 또한, 재포장시 강상판 상면의 상태 및 손상여부를 확인하고 손상 발생시 적합한 보수를 실시 후 재포장을 진행하여야 한다.

그 외 발생된 결함 및 손상 부위에 대하여 금회 점검 보고서에 제시된 보수를 시행하고 유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면, 본 교량의 사용성 및 안전성에 문제는 없을 것으로 판단된다.