

## 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

모래내고가교는 서울특별시 서대문구 연희동 ~ 마포구 성산동에 위치하는 총연장 L=488.0m (총 18경간)의 1종 시설물로서, 1979년 06월 준공 후 41년간 공용중인 교량이다. 본 교량의 경간 구성은 RC라멘(L=98.0m, 4경간), 스틸박스거더(L=240.0m, 8경간), RC박스거더(L=150.0m, 6경간) 형식으로 구성되어 있으며 공항철도 및 경의중앙선을 횡단(S7)하는 고가차도이다.

## 7.2 점검결과

### 7.2.1 외관조사 결과

#### 가. 교면포장

외관조사 결과 포장균열/망상균열, 파손, 소성변형 등의 손상이 국부적으로 조사되었다. 기 진단과 비교결과, 포장균열 및 포장망상균열은 감소된 것으로 조사되었다. 이는 금회 과업 중 실시된 재포장으로 인한 것으로 일부 기존 재포장이 시행된 구간은 금회 재포장에서 제외 되었으며 신규 조사된 포장 망상균열은 성산대교 방향 시·종점부 차륜부에서 발생된 것으로 확인되었다.

포장균열, 파손, 소성변형 등은 차량 통행에 따른 반복 하중과 공용기간 증가에 따른 노후화 등의 복합적 요인에 의해 발생된 것으로 금회 재포장으로 인해 대부분 보수되었다. 금회 재포장에서 누락된 구간의 기존 손상정도는 경미한 상태로 차량 주행성에 영향이 미미한 상태이다.

다만, 기 진단시 ±5%의 종단경사 있는 본 교량의 특성상 많은 통행량과 차량의 정지 및 출발의 반복에 따른 방수층의 밀림 등에 의하여 손상이 발생하게 된 것으로 판단한 바, 추 후 공용에 따른 재손상의 가능성이 있으므로 지속관찰에 따른 유지관리가 요구된다.

교면포장은 금회 정밀안전점검 과업 중 RS2~RS3, S1~S5, S9~S14 구간 재포장이 이루어진 것으로 확인되었다.

금회 재포장에서 누락된 라멘구간(RS1, RS4) 철도횡단구간(S6~S8)은 재포장 후 큰 손상은 없는 상태이나 지속관찰을 통한 유지관리를 실시하는 것이 바람직 할 것으로 판단된다.

## 나. 바닥판

RC라멘구간 외관조사 결과, 균열(0.3mm미만), 누수, 백태 등의 손상은 기 진단과 비교시 크게 진전된 부분은 없는 것으로 조사되었으나, 우수와 접촉이 잦은 캔틸레버 부분에서 망상균열, 균열부백태 등의 손상이 소폭 증가된 것으로 조사되었다. 보수부는 보수재박리를 제외하면 기 진단시와 유사한 것으로 확인되어 복합플레이트의 부착상태는 양호한 것으로 판단된다.

기 진단시 바닥판 하면에 보강된 복합플레이트 보강부 들뜸, 누수흔적 등의 발생 원인에 대하여 포장불량 및 교면방수층 열화에 의한 교면수 유입, 누수에 의한 복합플레이트와 바닥판 사이의 과잉간극수압, 공용기간 증가에 따른 보강재 접합부 열화 등을 원인으로 제시하였는데 급회 점검시 RS2, RS3에 배수층 재건 및 재포장을 실시함에 따라 위에 원인을 상당히 해소할 수 있을 것으로 판단된다.

신축이음 설치된 단부는 누수로 인해 지속적인 열화가 진행되는 있는 것으로 확인되었다. 일부 보수가 이루어진 상태이나 지속적인 교면수의 접촉으로 인해 재손상이 발생할 우려가 있는 것으로 판단되므로 추 후 신축이음 교체시 비배수형의 조인트 및 구스계 조인트를 설치하는 것이 바람직할 것으로 판단되나, 종단경사로 인해 J4에 설치된 고탄성MMA(구스계)조인트에 손상이 다수 발생된 것으로 확인됨에 따라 구스계조인트 보다는 차수성, 주행성, 경제성이 뛰어난 글래스패드 조인트가 적합할 것으로 판단된다.

다만, 현재 글래스패드 조인트를 시공하고 모니터링 중인 위커힐고가의 결과에 따라 적용 여부를 결정하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

스틸박스구간의 주요손상은 균열(0.3mm미만), 망상균열, 백태 등이며 일부 캔틸레버 단부에서 철근노출, 표면박리와 같은 단면손상이 조사되었다. 전반적으로 손상의 증가는 크지 않은 것으로 확인되었으나, 철도구간에서 보수부 망상균열, 백태가 소폭 증가된 것으로 조사되었다.

이는 재포장 보수전 침투된 잔존 교면수에 의한 것으로 판단되나, 배수관 연결부 및 연석 경계부를 통한 교면수의 유입도 배제할 수 없으므로 추 후 재포장시 방수범위의 확대 및 노후된 배수관을 일체형 배수관으로 교체하여 교면수의 침투를 방지하는 방안의 검토가 필요하다.

RC박스구간의 바닥판 중앙부(거더내부)의 주요손상은 균열(0.3mm미만), 백태, 보수부 망상균열로 확인되었으며, 캔틸레버 단부(신축이음부)에서는 백태, 박리, 철근노출 등의 손상이 조사되었다.

RC박스구간에서 조사된 단면손상은 대부분 신축이음 주변에서 조사되었으나, 점검일 현재는 대부분 보수(2017년)가 이루어진 것으로 확인되었다. 다만, 신축이음에서 지속인 누수가 발생되고 있는 실정으로 신규 손상 및 보수부 재손상의 우려된다. 따라서, 바닥판 및 거더의 내구성 확보를 위해 신축이음(비배수형) 교체 후 단면보수를 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

#### 다. 거더

스틸박스거더는 S1~S8구간에 시공되어 있으며, 3련(S1~S5)과 2련(S6~S8)으로 구성되어 있으며 2011년에 S6와 S8, 2016년에 S4와 S7에 외부 재도장을 시행한 것으로 확인되었다.

금회 외관조사 결과, 기 진단과 마찬가지로 볼트 체결불량 및 현장 이음부 들뜸, 볼트부식, 용접누락, 도장박리, 도장변색, 누수오염, 부식, 보강재 변형 등의 손상이 조사되었는데 그 중 부식이 큰 폭으로 증가된 것으로 조사되었다.

현장이음부 볼트 체결불량 및 들뜸, 보강재 변형, 볼트 길이부족 등의 손상은 시공초기 품질 관리 불량 및 시공불량이 그 원인으로 손상의 진전 및 2차 손상이 없는 상태로 주의관찰이 요구된다. 다만, 현장이음부 들뜸부는 우수의 침투가 용이하므로 부식에 쉽게 노출되므로 주기적인 관리가 필요하다.

스틸박스거더 내부에서 발생한 현장연결부 볼트체결 불량 및 풀림, 용접불량, 용접누락 등의 손상은 시공시 시공미흡(불량)에 의한 것으로 판단된다. 특히, 용접부의 시공 상태는 전반적으로 미흡하며, 용접불량 및 미시공에 의한 손상이 다수 조사되었다.

부식 및 도장박리, 박락은 거더의 내구성 확보를 위해 재도장(방청포함)을 통한 보수가 요구된다.

거더 외부와 마찬가지로 2011년에 S6와 S8, 2016년에 S4와 S7에 외부 재도장을 시행한 것으로 확인되었으며, S1~S5는 가로보만 시공이 되어 있으며, S6~S8구간은 가로보와 세로보가 설치된 것으로 확인되었다. 가로보 및 세로보의 주요손상은 부식, 표면오염으로 바닥판하면, 신축이음부의 누수로 인한 것으로 판단된다.

가로보와 세로보 발생한 부식, 표면오염은 바닥판하면 및 신축이음부의 누수가 원인으로 판단된다. 바닥판하면 누수로 인한 부식은 철도 횡단구간인 S6~S8에서 집중적으로 조사되었는데 이는 대부분 기존 보수부에서 재 발생한 손상으로 보수미흡으로 인한 부착력 저하가 주원인으로 판단된다.

RC박스거더 외부에 대한 외관조사 결과 중·횡방향 균열, 사균열, 백태, 박리, 박락, 누수, 보수부 재균열, 보수부 망상균열, 보수부 들뜸, 보수부 박락, 재료분리, 철근노출 등의 손상이 조사되었다. 특이사항으로는 금회 점검기간 중 S12 하부에서 화재가 발생하는 사고가 있었으나, 사고 후 해당부분에 대해서는 보호재 도장을 실시한 상태이다.

RC박스거더는 3경간 연속교로서 1996년 과적 차량의 통행과 단면력 부족으로 내하력 보강 차원에서 외부텐던을 설치하고 거더 내부에 전단균열이 다수 발생되어 철판압착 보강공법을 적용하여 보강을 시행하였다. 외관조사 결과, 중·횡방향균열, 열화 및 백태, 재료분리, 철근노출, 보수부 재균열, 보수부 망상균열 등의 손상이 조사되었으며, 외부텐던은 점검망치를 이용한 청음조사와 육안조사를 실시한 결과, 청음상 이상징후는 없었으나 보호관 국부 파손 및 정착단 강관부식, 누유흔적 등이 확인되었다.

거더 벽체에 발생한 균열부 백태, 백태 등은 기 점검 및 진단에서 지속적으로 조사 되어 보수 (표면처리)를 시행한 상태이다. 금회 점검결과 기 진단대비 손상의 증가는 없는 것으로 조사되었으며 금회 시행된 재표장으로 인해 교면수의 추가 유입은 없을 것으로 판단된다.

**라. 하부구조(교대, 교각)**

R,C라멘구간은 3개소의 신축이음부에 보조기둥을 각 2개씩 추가 설치(1999년)한 것으로 확인되었으며, 외관조사 결과 균열(Cw=0.3mm미만), 균열부 백태, 망상균열, 박락, 파손, 재료 분리, 철근노출, 들뜸, 마감불량 등의 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

박락 및 들뜸은 신축이음부 누수로 인한 손상으로서 단면보수 시행 전 근본적인 문제해결을 위해 신축이음부 교체 등의 누수보수가 선행되어야 할 것으로 판단된다.

스틸박스구간과 RC박스구간 외관조사결과, 폭 0.3mm미만/이상 균열, 망상균열, 균열부 백태, 백태, 들뜸, 박락, 박리, 철근노출, 보수부 균열 및 들뜸 등의 손상이 조사되었다.

교대 및 교각에서 조사된 박리, 박락, 철근노출, 백태, 보수부 박리/박락 등의 손상은 시공 불량 및 오랜공용에 따른 손상들로서 기 진단대비 큰 증가는 없는 것으로 조사되었다. 다만, 대부분의 손상이 누수에 의해 진전이 가속화 될 수 있는 손상으로서 신축이음 누수의 보수가 선행되어야 할 것으로 판단되므로 신축이음 교체 등을 통한 누수 보수 후 누수발생 여부확인 후 단면보수, 단면보수(방청)를 실시하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

**마. 교량받침**

RC라멘구간의 교량받침은 보조기둥(RP4, RP9, RP14)을 추가 설치(1999년)함에 따라 탄성받침 12개소가 설치되어 있다. 신축이음부 누수에 의한 받침플레이트부식이 발생하였으나, 가동에는 문제가 없는 것으로 조사되었다. 다만, 지속적인 교면수 접촉시 플레이트 부식, 고무재 열화 등이 심화 될 수 있으므로 신축이음 교체를 통한 보수가 요구된다.

스틸박스 구간의 교량받침은 포트받침으로서 받침플레이트 부식, 받침콘크리트 균열/파손 등이 조사되었으며, 내진보강 공사시 설치(2011년)한 전단키와 댐퍼의 상태는 비교적 양호하나 일부 댐퍼에 표면부식이 발생하였다.

RC박스 구간의 교량받침은 2011년 내진보강시 LRB받침으로 교체하였으며 신축이음 누수로 인한 부식이 발생한 것으로 확인되었다. 부식으로 인한 가동상태 불량은 없으나 본체 내구성에 영향을 미치므로 신축이음 교체를 통한 누수보수 후 재도장이 요구된다.

**바. 신축이음**

신축이음에 대한 외관조사 결과, 신축이음 본체에서 유간 토사퇴적, 신축이음누수, 신축이음 파손 등의 손상이 조사되었으며, 후타재에서는 균열, 박락, 파손, 마모 등과 같은 오랜공용에 따른 경년열화 손상이 발생한 것으로 조사되었다.

RC라멘 구간 및 RC박스 구간의 신축이음 누수는 바닥판 및 받침장치 손상, 하부유간에 따른 작업성 등을 고려할 때 빗물받이 설치보다는 신축이음교체를 통한 보수가 적절할 것으로 사료된다. 스틸박스 구간은 현재 빗물받이가 설치된 상태로서 누수부에 대한 보수 및 교체가 요구된다. 신축이음 본체 유간 내 토사퇴적은 가동에 영향은 없으므로 보수보다는 주의관찰이 적합할 것으로 판단된다.

**사. 배수시설**

배수시설에 대한 외관조사결과, 배수구 막힘, 배수관 토사퇴적, 배수관 연결부 누수, 배수관 파손, 배수관 탈락, 배수관 고정불량 등이 조사되었다.

교면포장에 설치된 배수구 막힘은 포장면 체수를 유발하여 교면포장의 파손을 야기할 수 있으므로 주기적인 청소를 통해 유지관리 필요하다. 배수관 파손, 탈락, 길이부족 등의 배수관 손상은 원활한 배수를 위해 교체 및 길이연장을 통한 보수가 요구된다.

**아. 난간 및 연석**

난간 및 연석의 외관조사 결과, 연석에서 박리, 박락, 들뜸, 파손, 철근노출, 보수부 박리/박락 등이 조사되었으며, 난간에서는 볼트품림이 조사되었다.

연석부 측면은 박락, 들뜸, 열화 등의 단면손상이 전반으로 발생하였으며, 교면포장의 배수 불량(체수), 동절기 제설재 사용, 오랜 공용에 의한 경년열화 등에 의하여 발생한 손상으로 판단된다. 연석 외측도 국부적으로 피복부족 및 콘크리트 열화에 의하여 철근노출 및 부식이 다수 발생한 상태로서 단면보수(방청) 후 보호도장을 도포하여 교면수 및 우수의 직접적인 접촉을 방지하는 방안이 요구된다.

**자. 접속부 옹벽 및 라멘구간 벽체**

접속부옹벽 및 라멘구간 벽체에 대한 외관조사 결과, 폭 0.3mm미만 균열, 망상균열, 들뜸, 박락, 철근노출, 재료분리, 누수, 백태, 보수부 균열 등의 손상이 조사되었다.

보수부에 발생한 단면손상은 보수미흡 및 열화에 의해 부착력이 발생한 손상으로 즉각적인 보수보다는 추 후 일괄보수하는 것이 경제적인 것으로 판단된다.

### 7.2.2 내구성 조사결과

콘크리트 설계기준강도(상부: 24.0~27.0MPa, 하부: 21.0~24.0MPa)를 확인하여 압축강도시험에 의해 비교, 분석한 결과 건전부와 비건전부 모두 설계강도 대비 100%이상의 수준을 유지하고 있는 것으로 측정되어 강도부족에 따른 강성저하는 없는 것으로 평가되어 콘크리트 구조체의 품질상태는 양호한 것으로 판단된다.

실측한 최소 피복두께와 탄산화 깊이를 비교한 결과, RC 라멘 RS3-P12~13와 스틸박스구간 P2 기초에서 상태등급 “b” 로 평가되었으며 나머지 구간에서 상태등급 “a” 로 확인되었다. 기 진단의 탄산화 진행깊이를 비교·분석한 결과, 탄산화에 의한 부식발생 우려는 없는 것으로 검토 되었으며 기 진단 탄산화 깊이와 금회 점검시 탄산화 깊이는 다소 차이를 보이는데 이는 측정 위치가 상이하기 때문인 것으로 판단된다.

탄산화시험을 실시한 구간에 대해 잔존수명을 산정한 결과 측정된 전 구간에서 95년 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: 0.254)로 평가되었다.

기 점검 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.

## 7.3 종합평가 및 안전등급 지정

본 과업대상 구조물의 상태평가 결과를 종합적으로 검토한 결과 “B등급” 으로서 경미한 결함은 있으나 기능 발휘에는 지장이 없고 공용기간 증가를 위하여 일부 보수가 필요한 상태이다.

## 7.4 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, 정밀 안전진단 및 시설물의 사용제한 등의 필요성이 없는 것으로 평가되었다.

## 7.5 종합결론 및 건의사항

모래내고가교는 1979년 06월 준공 후 41년간 공용중인 시설물로서 상태평가 결과에 의한 안전 등급은 『B등급(양호)』으로 교량의 안전성에는 큰 문제가 없는 것으로 평가되었다.

기초자료 확인결과, 내진설계가 미적용된 교량으로 파악되었으나, “모래내고가 제1종시설물 정밀점검 내진성능평가 및 실시설계 용역(2010)”에서 내진성능평가 및 내진보강 설계 실시 후 보강하였다. 금회 외관조사결과 내진 취약부에 발생한 손상은 없는 것 확인되어 지진에 대한 안전성을 확보하고 있는 것으로 판단된다.

바닥판 하면 및 하부구조의 폭 0.3mm 이상 균열, 철근노출이 발생한 구간을 우선적으로 보수한다면 구조물의 내구성 및 상태등급의 향상이 있을 것으로 판단된다.

S12(P11측) 거더하부에서 발생한 화재는 하부점용 컨테이너 내부에서 인화물질의 발화가 원인이며 거더하면에 화재로 인한 그을음이 발생되었으나 급격한 고열에 의한 폭열은 없는 것으로 확인되었다. 또한, 내구성조사 결과도 양호한 것으로 조사되었으며 중성화방지제 도포를 통한 보수도 시행되어 현 상태는 양호한 것으로 확인되었으나 지속적인 유지관리가 요구된다.

