

제7장 종합 결론

7.1 개 요

7.2 현장조사 및 시험

7.3 시설물의 상태평가

7.4 안전등급 지정

7.5 종합결론

제7장 종합결론

7.1 개요

서부간선지하도로는 서울시 영등포구 양평동에서 금천구 독산동까지 연결된 지하도로로서 2021년 08월 31일에 준공되어 약 2년이 경과된 1종 시설물이다.

본 과업은 정밀안전점검이며, 시공자료 분석을 포함하여, 근접 육안조사를 이용한 외관조사와 재료시험 등을 이용한 내구성조사 등 현장조사 결과를 통한 상태평가를 바탕으로 구조물을 평가하였으며, 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

7.2 현장조사 및 시험

7.2.1 성산방향

가. BOX구간

1) 슬래브

- ① 시점부 상부슬래브에 미세한 망상균열, 백태가 조사되었고, 폭 0.1mm정도의 균열로 건조수축, 온도변화 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 미세한 균열로서 부재에 미치는 영향은 적으나, 표면처리 보수를 실시하는 것이 유리할 것으로 판단된다.
- ② 종점부(NATM 접속부)에 누수(스며있음)가 일부 확인되었다. 누수부는 이전 보수를 실시한 누수부 주변 균열에서 스며있는 형태로 조사되었다. 누수는 철근콘크리트에 영향을 미치므로 지수보수를 실시하는 것이 바람직하다.

2) 벽체

- ① 벽체는 전구간 도장되어 있으며, 금회 조사시 도장 및 헌치부에 미세한 균열, 망상균열이 조사되었고, 전반적으로 0.1~0.2mm정도의 균열로 건조수축, 온도변화 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 미세한 균열로서 부재에 미치는 영향은 적으나, 표면처리 보수를 실시하는 것이 유리할 것으로 판단된다.
- ② 시점부(BB06) 누수(스며있음)는 균열부에 발생한 손상으로 지수보수가 필요한 상태이며, 종점부(BB11) 누수는 슬래브에서 흐른 흔적으로 주의관찰이 필요하다.
- ③ 굽힘이 1개소 확인되었고, 이는 차량 충돌에 의한 손상으로 구조물에 영향을 미치는 손상은 아닌 것으로 확인되어 주의관찰을 실시하는 유지관리가 유리할 것으로 판단된다.

나. NATM구간

1) 천정부

- ① 금회 점검시, 라이닝 균열 및 파손, 박리, 박락, 실란트파손 등에 대해 하자보수를 실시한 것이 확인되었고, 보수부는 전반적으로 양호한 상태이다.
- ② 라이닝 천정부에 균열, 망상균열 및 국부적인 백태가 조사되었고, 폭 0.1~1.0mm 정도의 비구조적 균열로 건조수축, 온도변화, 초기수하열, 동결융해 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 주기적으로 균열에 대한 표면처리, 주입보수를 실시하는 유지관리가 요망된다.
- ③ 콘크리트 파손, 굽힘 등의 손상은 시공당시 외부충격에 의한 국부적인 콘크리트 손상으로 판단되며, 그 정도가 심하지 않아 콘크리트에 미치는 영향은 적으나, 균열 보수시 동시에 일괄보수하는 유지관리가 요망된다.
- ④ 콘크리트 박리가 일부 확인되었고, 시공이음부(조인트부)가 맞닿음, 거푸집탈거시 충격 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 그 정도가 심하지 않아 콘크리트에 미치는 영향은 적으나, 균열 보수시 동시에 일괄보수하는 유지관리가 요망된다.
- ⑤ 콘크리트 피복부족은 시공미흡에 의한 손상으로, 현재 철근이 일부 외기와 접촉하는 상태로 부식 발생 가능성이 있으므로, 단면보수(방청)가 필요한 상태이다.
- ⑥ 균열부 누수(떨어짐), BOX구간과 접속부 누수(스며있음)가 확인되었고, 지수보수가 필요한 상태이다.
- ⑦ 풍도슬래브 상면은 전반적으로 양호한 상태이다.

2) 측벽부

- ① 금회 점검시, 측벽 균열 및 파손, 박리, 박락, 실란트파손 등에 대해 하자보수를 실시한 것이 확인되었고, 보수부는 전반적으로 양호한 상태이다.
- ② 측벽부에 균열, 망상균열 및 국부적인 백태가 조사되었고, 폭 0.1~0.5mm 정도의 비구조적 균열로 건조수축, 온도변화, 초기수하열, 동결융해 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 주기적으로 균열에 대한 하자보수를 실시하는 유지관리가 요망된다.
- ③ 콘크리트 박리가 일부 확인되었고, 시공이음부(조인트부)가 맞닿음, 거푸집탈거시 충격 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 그 정도가 심하지 않아 콘크리트에 미치는 영향은 적으나, 균열 보수시 동시에 일괄보수하는 유지관리가 요망된다.
- ④ 도장탈락 및 박리는 시공미흡에 의한 손상으로, 현재 그 정도가 심하지 않으므로, 주의 관찰을 실시하고, 추가발생 및 진전시 일괄보수하는 유지관리가 요망된다.
- ⑤ 균열부 누수(흐름), 풍도슬래브 접속부 누수(떨어짐), 조인트부 누수(스며있음)가 확인되었고, 지수보수가 필요한 상태이다.
- ⑥ 풍도슬래브 하면은 전반적으로 양호한 상태이다.

다. 포장

- ① 금회 점검결과, 차량운행에 영향을 미치는 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었으며, 주요 점검결과는 다음과 같다.
- ② 포장부에 콘크리트 균열 및 망상균열이 조사되었고, 폭 0.1~0.2mm 정도의 비구조적 균열로 건조수축, 온도변화, 지속적인 차량운하중 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주기적으로 점검을 실시하는 유지관리가 요망된다.
- ③ 콘크리트 파손, 철근노출은 중·횡방향 조인트부에 발생한 손상으로 시공미흡, 건조수축, 차량운하중에 의한 충격 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 주행차로(1~2차선)에 발생한 파손 및 철근노출은 즉각적인 단면보수+방청 등의 보수가 요망되며, 갓길 측 종방향 조인트에 발생한 파손은 중·장기적인 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.
- ④ 시점부 BOX구간(BU03)의 화재흔적구간의 포장은 점검결과 콘크리트 열화는 미미한 것으로 확인되었다.

라. 공동구

- ① 금회 점검결과, 유지관리상에 영향을 미치는 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었으며, 시·종점 BOX구간의 공동구 본체는 전반적으로 균열보수를 하였고, 공동구 덮개는 주기적으로 교체를 실시하는 유지관리를 실시하는 것으로 확인되었다.
- ② 공동구 본체에 콘크리트 균열이 조사되었고, 폭 0.1~0.3mm 정도의 비구조적 균열로 건조수축, 온도변화 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주기적으로 점검을 실시하는 유지관리가 요망된다.
- ③ 본체 콘크리트 파손은 차량충돌에 의한 파손으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주기적으로 점검을 실시하는 유지관리가 요망된다.
- ④ 시점부 BOX구간(BU03)의 화재흔적구간의 공동구는 점검결과 콘크리트 열화는 미미한 것으로 확인되었다.

마. 배수시설

- ① 배수시설은 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태로, 배수기능에 문제는 없는 것으로 조사되었다.

바. 갭문

- ① 금회 점검결과, 유지관리상에 영향을 미치는 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었으며, 시·종점 갭문은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

7.2.2 일직방향

가. BOX구간

1) 슬래브

- ① 시점부 상부슬래브에 균열 및 미세한 망상균열이 조사되었고, 폭 0.1~0.3mm 정도의 균열로 건조수축, 온도변화 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 미세한 균열로서 부재에 미치는 영향은 적으나, 표면처리, 주입보수를 실시하는 것이 유리할 것으로 판단된다.
- ② 시점부에 누수(떨어짐)가 일부 확인되었다. 누수부는 조인트부 실란트 사이로 떨어짐 확인되었고, 2차선 상부로 떨어지는 누수는 주행차량의 안전성 및 철근콘크리트에 영향을 미치므로 보수보수를 실시하는 것이 바람직하다.
- ③ 종점부 상부슬래브에 균열, 망상균열, 백태, 파손 등의 손상이 조사되었다. 폭 0.1~0.2mm 정도의 균열로 건조수축, 온도변화 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 미세한 균열로서 부재에 미치는 영향은 적으나, 표면처리 보수를 실시하는 것이 유리할 것으로 판단된다.
- ④ 상부슬래브에 발생한 파손은 외부충격에 의한 손상으로 구조물에 영향을 미치는 정도는 아니나, 상기 균열보수시 함께 일괄적으로 보수를 실시하는 유지관리가 요망된다.

2) 벽체

- ① 벽체는 전구간 도장되어 있으며, 금회 조사시 도장 및 헌치부에 미세한 균열, 망상균열이 조사되었고, 전반적으로 0.2~0.3mm 정도의 균열로 건조수축, 온도변화 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 미세한 균열로서 부재에 미치는 영향은 적으나, 표면처리 보수를 실시하는 것이 유리할 것으로 판단된다.
- ② 종점부(BB11, BB16) 누수(떨어짐, 스며있음)는 NATM 접속부, 조인트부에서 발생한 손상으로 현재 덮개설치 및 관찰을 실시하는 중으로 주기적인 주의관찰이 필요한 상태이다.

나. NATM구간

1) 천정부

- ① 금회 점검시, 라이닝 균열 및 파손, 박리, 박락 등에 대해 하자보수를 실시한 것이 확인되었고, 보수부는 전반적으로 양호한 상태이다.
- ② 라이닝 천정부에 균열 및 망상균열, 백태가 조사되었고, 폭 0.3~0.5mm 정도의 비구조적 균열로 건조수축, 온도변화, 초기수하열, 동결융해 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 주기적으로 균열에 대한 주입보수를 실시하는 유지관리가 요망된다.
- ③ 콘크리트 굽힘, 파손 및 철근노출 등의 손상은 시공당시 외부충격, 시공미흡에 의한 국부적인 콘크리트 손상으로 판단되며, 그 정도가 심하지 않아 콘크리트에 미치는 영향은 적으나, 균열 보수시 동시에 일괄보수하는 유지관리가 요망된다.

- ④ 콘크리트 박리, 들뜸이 일부 확인되었고, 시공이음부(조인트부)가 맞닿음, 거푸집탈거시 충격 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 그 정도가 심하지 않아 콘크리트에 미치는 영향은 적으나, 균열 보수시 동시에 일괄보수하는 유지관리가 요망된다.
- ⑤ 풍도슬래브 상면은 전반적으로 양호한 상태이다.

2) 측벽부

- ① 금회 점검시, 측벽 균열 및 백태, 들뜸, 파손 등에 대해 하자보수를 실시한 것이 확인되었고, 보수부는 전반적으로 양호한 상태이다.
- ② 측벽부에 균열, 망상균열 및 국부적인 백태가 조사되었고, 폭 0.1~0.5mm 정도의 비구조적 균열로 건조수축, 온도변화, 초기수하열, 동결융해 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 주기적으로 균열에 대한 표면처리, 주입보수를 실시하는 유지관리가 요망된다.
- ③ 콘크리트 박리, 파손이 일부 확인되었고, 시공이음부(조인트부)가 맞닿음, 거푸집탈거시 충격 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 그 정도가 심하지 않아 콘크리트에 미치는 영향은 적으나, 균열 보수시 동시에 일괄보수하는 유지관리가 요망된다.
- ④ 균열부 누수(스며있음), 조인트부 누수(스며있음)가 확인되었고, 지수보수가 필요한 상태이다.
- ⑤ 풍도슬래브 하면은 전반적으로 양호한 상태이다.

다. 포장

- ① 금회 점검결과, 차량운행에 영향을 미치는 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었으며, 주요 점검결과는 다음과 같다.
- ② 포장부에 콘크리트 균열 및 망상균열이 조사되었고, 폭 0.1~0.2mm 정도의 비구조적 균열로 건조수축, 온도변화, 지속적인 차량운하중 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주기적으로 점검을 실시하는 유지관리가 요망된다.
- ③ BOX-NATM 접속부의 포장에서 망상균열 및 누수가 확인되었고, LMC층분리에 의한 손상으로 판단되나, 주의관찰을 실시하고 추후 진전시 보수를 하는 유지관리가 요망된다.
- ④ 콘크리트 파손은 종·횡방향 조인트부에 발생한 손상으로 시공미흡, 건조수축, 차량운하중에 의한 충격 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 주행차로(2차선)에 발생한 파손은 즉각적인 단면보수 등의 보수가 요망되며, 갓길측 종방향 조인트에 발생한 파손은 종·장기적인 유지관리를 실시하는 것이 바람직하다.

라. 공동구

- ① 금회 점검결과, 유지관리상에 영향을 미치는 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었으며, 시·종점 BOX구간의 공동구 본체는 전반적으로 균열보수를 하였고, 공동구 덮개는 주기적으로 교체를 실시하는 유지관리를 실시하는 것으로 확인되었다. 공동구의 주요 점검결과는 다음과 같다.
- ② 공동구 본체에 콘크리트 균열이 조사되었고, 폭 0.1~0.5mm 정도의 비구조적 균열로 건조수축, 온도변화 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주기적으로 점검을 실시하는 유지관리가 요망된다.
- ③ 본체 콘크리트 굽힘, 파손은 차량충돌에 의한 파손으로 판단되며, 즉각적인 보수보다는 주기적으로 점검을 실시하는 유지관리가 요망된다.

마. 배수시설

- ① 금회 점검결과, 유지관리상에 영향을 미치는 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었으며, 주요 점검결과는 다음과 같다.
- ② 배수시설은 손상이 없는 전반적으로 양호한 상태로, 배수기능에 문제는 없는 것으로 조사되었다.

바. 갯문

- ① 금회 점검결과, 유지관리상에 영향을 미치는 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었으며, 시·종점 갯문은 전반적으로 양호한 상태인 것으로 조사되었다.

7.2.3 부대시설물

가. 연직갱 및 피난연락갱

1) 연직갱

- ① 연직갱은 비상탈출구, 공기정화시설#1, 공기정화시설#2에 시공되어 있으며, 균열 및 백태, 파손, 누수 등에 대해 보수를 실시하였고, 전반적으로 양호한 상태이다.
- ② 비상탈출구에 라이닝 균열(폭 0.3~0.5mm), 망상균열, 백태, 파손, 조인트 들뜸, 바닥부 균열 등의 손상이 조사되었다.
- ③ 공기정화시설#1에 라이닝 균열(폭 0.5mm), 망상균열, 백태, 바닥부 균열 등의 손상이 조사되었다.
- ④ 공기정화시설#2에 라이닝 균열(폭 0.3~0.5mm), 누수, 백태 등의 손상이 조사되었다.

- ⑤ 상기손상은 건조수축, 온도변화, 초기수하열, 동결융해, 시공시 외부충격 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 주기적으로 균열에 대한 표면처리, 주입보수, 단면보수를 실시하는 유지관리가 요망된다.

2) 피난연락갱

- ① 피난연락갱은 BOX구간 대인용 3개소, 차량용 2개소, NATM구간 대인용 24개소, 차량용 16개소가 설치되어 있고, 전반적으로 양호한 상태이다.

나. 환기시설

- ① 금회 점검결과, 유지관리상에 영향을 미치는 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었으며, 중점부 환기팬실 보강을 실시하였고, 양호한 상태이다.
- ② 시점부 환기팬실에 균열(폭 0.3mm), 망상균열, 백태, 누수(스며있음) 등의 손상이 조사되었다.
- ③ 종점부 환기팬실에 균열(폭 0.3mm), 망상균열, 백태 등의 손상이 조사되었다.
- ④ 상기손상은 건조수축, 온도변화, 초기수하열, 동결융해 등의 원인으로 발생한 손상으로 판단되며, 주기적으로 균열에 대한 표면처리, 주입보수를 실시하는 유지관리가 요망된다.

다. U-TYPE옹벽

- ① 금회 점검결과, 유지관리상에 영향을 미치는 손상은 발생하지 않은 것으로 확인되었다.
- ② U-TYPE에 발생한 손상은 콘크리트에 일반적으로 발생하는 균열(폭 0.1~0.3mm), 재료분리 및 공용기간에 따른 실란트 파손, 차량충돌에 의한 굽힘 등의 손상이 조사되었다.
- ③ 상기손상으로 인한 구조물 안전성에는 큰 영향은 없을 것으로 판단되나, 콘크리트 내구성확보를 위해 표면처리, 주입보수, 실란트재시공 등의 보수를 실시하는 요망된다.

7.2.4 부속시설물

- ① 부속시설은 전반적으로 양호한 상태이다.

7.2.5 공중이 이용하는 부위

- ① 차량의 주행성에 대한 안전성 저하 및 중대결함은 없는 것으로 조사되었다.
- ② 신축이음부 및 추락방지시설 내의 시급한 보수 또는 보강이 요구되는 손상은 없는 것으로 확인되었다.

7.2.6 내구성 조사결과

- ① 비파괴강도시험 검토결과, 반발경도법에 의한 콘크리트 강도는 27.6~28.5MPa로 설계기준강도(27MPa) 대비 102.3~105.7%로 비파괴 추정강도는 설계기준강도를 상회하는 값으로 분석되었다.
- ② 철근탐사 수행결과, 측정된 철근배근 간격 및 피복두께는 설계치와 비교시 준공도면과 대체로 일치하나 일부 위치에서 피복두께가 다소 부족한 것으로 측정되어 구조물에 대한 지속적인 주의관찰이 요구된다.
- ③ 탄산화 깊이 측정결과, 실측 피복두께와 비교시 탄산화 잔여깊이가 30.0mm 이상으로 측정되어 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(2022. 12)』의 건전성 평가 기준에 의거 “a”로 평가되었으며, 철근까지의 탄산화 도달기간은 시험개소 모두 100년 이상으로 측정되어 탄산화로 인한 내구성 저하 가능성이 없는 양호한 상태로 분석되었다.

7.3 시설물의 상태평가

구 분	구조형식	환산결합도 점수	상태평가 결과	연장(m)	차선	연장× 차선	연장비	환산결합도 점수×연장비
성산 방향	가. NATM(무근)	0.142	a	5,440	2	10,880	0.306	0.043
	나. NATM(철근)	0.094	a	2,560	2	5,119	0.144	0.014
	다. 시점측 BOX	0.143	a	654	2	1,308	0.037	0.005
	라. 종점측 BOX	0.057	a	430	2	860	0.024	0.001
일직 방향	가. NATM(무근)	0.128	a	5,812	2	11,623	0.327	0.042
	나. NATM(철근)	0.072	a	2,188	2	4,376	0.123	0.009
	다. 시점측 BOX	0.153	b	280	2	560	0.016	0.002
	라. 종점측 BOX	0.064	a	430	2	860	0.024	0.002
								0.118
								A

▶ 결합도 범위 = 0.000 ≤ 결합도 지수(0.118) < 0.150 ■ 『A』

7.4 안전등급 지정

구조물명	안전등급
서부간선지하도로	A등급(우수)

7.5 종합결론

7.5.1 정밀안전점검 실시결과의 종합결론

서부간선지하로의 정밀안전점검 종합평가 결과, 기준 ‘A’로 평가되어 안전등급은 “A등급(우수)”으로 지정되었다. 대상 구조물은 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 판단되며 외관 조사에서 나타난 부분적인 손상에 대하여 보수를 실시하고, 중점유지관리사항에 대한 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 구조물의 원활한 기능발휘와 더불어 건전한 상태를 유지하는데 문제가 없을 것으로 판단된다.

7.5.2 정밀안전진단 및 시설물의 사용제한의 필요성 여부

내구성능의 현저한 저하 또는 구조적 안전성에 문제가 될 만한 사안은 발생되지 않은 상태로서 시설물의 정밀안전진단 및 사용제한은 필요치 않은 것으로 검토되었다.

7.5.3 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

라이닝 및 포장부의 누수의 경우 강우, 하천수 등에 따른 누수로 인해 주변 콘크리트 오염, 내부 철근 부식, 포장 빙판 발생에 따른 콘크리트 내구성 저하 및 주행차량 안전사고 등이 발생될 우려가 있으므로 우선적인 보수가 필요하며, 보수 전까지는 주행차량의 안전사고가 발생되지 않도록 지속적인 점검 요구된다.

7.5.4 기타 필요한 사항

시설물의 안전성 유지는 점검 당시에는 양호한 상태로 존재하여도, 이후의 유지관리 상태 및 예기치 않던 외적요인에 의해 잔존해 있던 위험요소가 일시적으로 노출되어 안전성에 영향을 미칠 수 있으므로 지속적인 점검 등의 유지관리를 통해 기능성과 안전성을 유지하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.