

제 8장 종합결론

8.1 종합결론

8.2 현장조사 결과

8.3 시험 및 측정 결과

8.4 상태평가 결과

8.5 안전성평가 결과

8.6 결 언

제 8장 종합결론

8.1 종합결론

본 과업 대상 터널인 차령터널(천안방향)은 천안논산선(이정 : 263.18km)상의 터널로 2002년 4차선(천안 : 2차선, 논산 : 2차선)으로 준공하였다.

본 과업은 시공자료 분석을 포함, 현장외관조사, 각종시험 및 구조안전성평가 등을 통한 차령터널(천안방향)의 종합결론을 요약하면 다음과 같다.

8.2 현장조사 결과

- 라이닝 천장부 및 어깨부의 외관조사 결과 균열 및 망상균열이 조사되었으며 폭 0.1~0.3mm의 균열이 발생한 상태이다. 균열폭 0.3mm이상의 균열은 전구간에 대하여 대부분 보수를 실시하였으며, 금회 조사된 균열은 기 조사된 균열로서 보수 시 일부 누락된 것으로 판단된다. 종·횡·사방향의 다양한 유형이나, 기존 조사된 상태에서 특이 진전이 없는 상태로서 구조적 원인 또는 진행성 균열은 아닌 것으로 판단된다. 금회 조사된 균열폭 0.3mm이상의 균열에 대해서는 주입보수 이후 재균열 발생여부에 대하여 지속적인 관찰이 필요하며, 기 보수된 균열의 변화 양상도 장기적으로 지속관찰하는 것이 바람직할 것으로 판단된다. 균열폭 0.1~0.2mm 균열은 내구성 유지 및 손상 진전 방지 차원의 표면보수를 실시하는 것이 바람직하다. 또한 라이닝 신축이음부에 박락이 발생하였으며 발생원인은 시공이음 주변은 거푸집 탈형과정에서 국부적으로 손상될 수 있으며, 본 터널에도 다수의 시공이음 주변 박락우려 부위가 있었던 것으로 파악되었다.
- 측벽부는 타일이 시공된 벽체구간으로서 균열발생의 주요 원인은 라이닝 콘크리트와 공동구 콘크리트의 타설시기 차이에 따른 구속응력 및 스판구분 경계인 시공이음 주변의 시공초기 응력집중 등에 의하여 발생한 손상으로 판단된다. 일부 타일손상(균열, 파손)과 병행하여 발생되었으나, 연장 및 규모가 크지 않고, 전반적으로 주변 부재에 영향을 미치지 않고, 안전성에 문제가 되는 균열 발생 유형은 아니므로 폭 0.3mm 이상의 균열에 대해서는 관리방침에 따라 균열보수를 실시하고, 폭 0.2mm 이하의 균열은 지속관찰을 통한 관리가 바람직할 것으로 판단된다. 측벽부에 발생한 손상은 대부분 발생정도가

경미하고 기존 점검과 비교검토시 크게 진전이 발생되지 않은 상태로서 일부 차량 충격에 의한 손상이 신규로 발생되어 있는 상태이다. 사용중 주행차량의 안전에 영향을 미칠 상태는 아니지만 미관 및 사용성 증대를 위하여 측벽부에 발생한 손상중에 타일 굽힘, 박락, 파손 및 탈락에 대해서는 보수조치가 요구된다.

- 갭문에 발생한 손상은 구조물의 안전성에 영향을 미칠만한 손상은 조사되지 않았으며 도장박리가 전반적으로 조사되었다. 공용기간 증대에 의한 노후화로 발생한 손상으로 판단된다.
- 갭구부 성토사면은 인장균열 및 수목의 기울어짐, 슬라이딩, 활동 등의 사면 손상이 발생되지 않은 상태로 조사되었다. 전반적으로 사면의 외관상태는 안정적인 상태로 조사되었다.
- 배수구 막힘, 배수구 그레이팅 파손 등은 발생되지 않았으나 배수시설 상면에 균열 및 파손이 발생한 것이 조사되었다. 배수구 상면에 발생한 균열은 시공초기 건조수축에 의한 횡방향 균열로서 전차 점검에 비교하여 다소 손상물량이 증가하였으나 누락에 의한 것으로 특이 진전은 보이지 않은 상태이다. 배수구 상면에 발생한 파손은 충격에 의한 파손으로 진전은 없는 상태이다.
- 공동구 측벽 및 배수로 상면은 폭에 비하여 길이가 긴 장방형 부재의 특성상 콘크리트 양생 시 건조수축 균열이 발생되기 쉬운 구조로서 폭 0.2mm이하의 횡방향 균열이 다수 발생한 상태이다. 균열 폭 0.2mm이하의 균열은 다소 증가하였으나, 미세균열로서 누락에 따른 결과로서 특이 진전 양상은 보이지 않고 있다.
- 포장에 발생한 균열은 건조수축 및 수화열, 차량 윤하중에 의한 반복하중에 의해 발생한 것으로 판단된다. 포장굽힘, 박리, 파손 등의 손상은 상대적으로 손상 발생이 쉬운 신축이음부 및 측구와 연결부 등에서 주로 발생한 것으로 조사되었다.
- 피난연락경은 전면 타일 시공이 이루어진 상태로서 전반적으로 양호한 상태로 조사되었으며 E1 천단부에 국부적으로 손상이 조사되었다.
- 환기시설은 JET-FAN 종류식으로 이루어져 있는 것으로 조사되었으며 부착상태 및 외관상태는 양호한 것으로 조사되었다.

8.3 시험 및 측정 결과

- 비파괴강도 측정결과, 설계기준 대비 평균 109.6~130.0%로 반발경도법에 의한 비파괴 추정강도는 모두 설계기준강도의 100%를 상회하는 양호한 것으로 측정되었으며 공용년 수 경과에 따른 강도 저하는 없는 것으로 판단된다.
- 철근탐사시험 결과, 측정된 배근간격 및 피복두께는 미소한 차이는 있으나 전반적으로 설계도면에 준하여 시공된 것으로 확인되었다.
- 탄산화깊이 측정치와 최소 피복두께를 비교한 결과, 탄산화에 의해 철근부식 우려가 적은 “a등급”으로 평가되었다.
- 염화물함유량 시험은 건전부 구간에서 “b등급” 이상으로 평가되었다.
- 균열깊이 측정결과, 폭 0.3mm이상 균열의 균열깊이는 라이닝 두께 이상 진행된 상태는 아닌 상태로 조사되었으며 무근구간으로 분석되었다.
- 터널 단면측량은 광과기를 이용하여 시점부, 중간부, 종점부에서 총 14개소의 단면에서 구조물의 변형발생여부 및 안전한 운행 확보 여부를 확인하기 위하여 실시하였다. 단면 측량 결과 일부 구간(S154, S198, S220)에서 약 5~8cm 정도 높이차가 발생한 것으로 조사되었으나, 사용기기의 정밀도 차이 및 측정위치의 미세한 오차로 판단되며, 전반적으로 설계도면과 일치하는 것으로 분석되었다.
- 터널 종단측량은 광과기를 이용하여 시점부, 중간부, 종점부에서 총 28개소의 위치에서 구조물의 종단구배 및 안전한 운행 확보 여부를 확인하기 위하여 실시하였다. 종단측량 결과 설계도면과 비교시 전체 구배는 설계도의 1.7504%와 비슷한 값인 1.7604%로 측정되어 종단구배는 설계도와 일치하는 것으로 분석되었다.
- GPR탐사단면으로부터 공동의 정확한 두께를 측정할 수는 없지만 반사면의 강도, 반사형태등으로 추정하였다. 조사된 총 10개소의 배면공동은 연장 1.0~3.0m, 추정두께 0.2m 이내로서 그 규모가 크지 않아 즉각적인 보수보다는 주기적인 육안관찰 및 GPR탐사를 통해 관리하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

8.4 상태평가 결과

- 차령터널(천안방향)의 외관조사 및 내구성 시험에 의한 상태평가결과, 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B등급” 으로 평가되었다.

8.5 안전성평가 결과

- 무근 콘크리트 라이닝에 대한 안전성평가 결과, 천장부 최소안전율이 1.95로, 어깨부 최소안전율이 2.68로, 측벽부 최소안전율이 5.41로 안전율 1.5를 상회하는 것으로 평가되었다. 철근 콘크리트 라이닝에 대한 안전성평가 결과, 천장부 최소안전율이 1.77로, 어깨부 최소안전율이 2.30로, 측벽부 최소안전율이 4.92로 안전율 1.5를 상회하는 것으로 평가되었다. 구조물이 전반적으로 구조적 안전성을 확보한 것으로 판단되며 최종적인 안전성 평가등급은 A등급이다.
- 응답변위법을 이용한 차령터널(천안방향)의 내진검토 결과 기존 철근보강으로 본 해석 단면은 지진발생에 대한 충분한 안전율을 확보하고 있어 기능 수행수준 및 붕괴방지수준에 부합하는 것으로 판단된다.

8.6 결 언

- 차령터널(천안방향)은 16년의 공용기간이 경과한 터널시설물로서, 주부재인 라이닝에 구조적 손상은 조사되지 않은 상태이다. 일부 발생한 손상들은 터널의 내구성 저하 방지를 위한 국부적인 보수 및 지속적인 유지관리가 필요한 것으로 평가되었다.
- 따라서, 본 터널의 상태평가 및 안전성평가 결과를 토대로 안전등급을 산정하면 『B등급(양호)』로 평가되었으며, 결함 및 손상 부위에 대하여 보수를 실시하고 중점유지관리가 필요한 구간에 대한 지속적인 유지관리가 수행된다면 현재의 상태를 유지하는 데에는 문제가 없을 것으로 판단된다.