

회수가능한 강관과 굴착면 경사변화를 이용한 비개착 굴착공법 설계법

Non-open cut underpass method using Reusable Steel Pipe and Slope of Excavation Face
최창원*

Changwon Choi*

초 록 현재의 비개착 공법은 중구경 강관(ø 800mm ~1000mm) 압입에 의한 지반이완과 교란영역이 증가함에 따라 구조물 굴진에 따른 지반변형을 발생시켜 지반함몰이라는 대형 사고로 이어질 우려가 커지고 있다. 본 연구에서는 회수 가능한 소구경 강관(ø 150mm 이하)과 경사 변화를 이용하여 지표면 침하와 응력을 최소화하는 공법 개발 후 설계 개념에 대해 정리하였다.

주요어 : 회수 가능한 강관, 경사변화, 비개착, 설계법

1. 서 론

본 설계법은 중대구경 강관을 사용하는 현 비개착공법의 문제점으로부터 해결방안을 제시한 SEM(Super Equilibrium Method)공법의 일환으로 회수 가능한 소구경 강관과 굴착면 경사 변화를 이용한 강관을 지반내에 우선 압입하고, 선단슈와 콘크리트 합체를 거치한 뒤 굴착면을 경사지도록 하여 기존 비개착공법의 문제점인 지반함몰에 대한 문제점을 최소화할 수 있도록 굴착방법에 대한 설계법을 개념적으로 정리하였다. 본 연구에서는 설계법의 지반과 강관 사이에 자유면이 발생하지 않아 별도의 그라우팅 없이 압입된 강관의 보강 효과와 굴착면 경사 변화에 따른 지반굴착과 합체 견인(추진)이 동시에 진행될 때의 강관 설치 간격으로 인한 자유면 발생의 최소화를 이론적으로 서술하고자 한다.

2. 설계법 개발

2.1 설계법의 안정성 평가

2.1.1 단일 강관 설치에 따른 이완영역 평가

단일 강관 설치시 Terzaghi(1936, 1946)가 제안한 터널 굴착에 따른 이완영역 하중을 이용하여 안정성을 검토하였다. 대심도의 경우($D > 5B$)에는 아침효과로 인해 이완하중이 터널 상부로부터는 일정한 토피 D 까지만 작용하고 그 이상에서는 아침효과가 발생하지 않는다고 가정한다. 강관 설치에 따라 지표면 변형 발생 우려가 없으며 하나의 강관이 상부 이완하중을 받을 수 있도록 강성을 갖게 설계하면, 안전한 구조물로 추가 변형이 발생하지 않도록 설계가 가능하다.

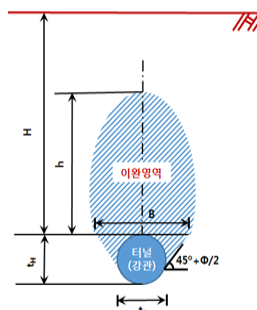


Fig.1 Relaxation zone (Kommerell 1992)

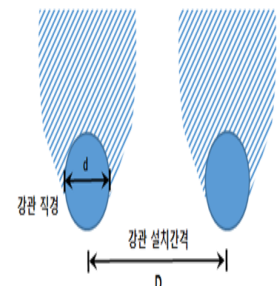


Fig. 2 Single Steel Pipe Spacing

* 한국철도기술연구원 첨단궤도토목본부

2.1.2 단일 강관 중첩시공에 따른 이완영역 평가

N개의 강관을 중첩 설치에 따른 이완영역을 평가하도록 한다. 이는 지표면 침하와 지반 변형을 최소화할 수 있도록 최적 간격을 검토함과 동시에 이완영역이 중첩되지 않도록 강관의 간격을 조정하는 것이 가장 효율적이라 판단하였다. 이때, Terzaghi의 이완영역 폭(B) 산정식에서 x를 이용하여 간격을 검토할 수 있다.

$$x = \frac{D}{2 \tan \frac{A}{2}} = \frac{D}{2 \tan \left(\frac{45 + \phi/2}{2} \right)} \geq D$$

$$0.5 \geq \tan \left(\frac{45 + \phi/2}{2} \right), 0.5 \geq \tan \left(\frac{45 + \phi/2}{2} \right)$$

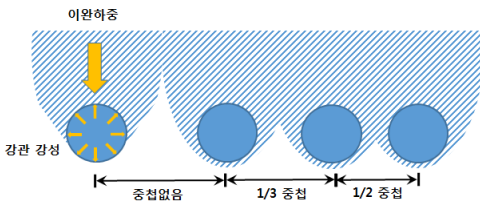


Fig. 3 Steel Pipe Spacing

2.1.3 경사진 굴착면을 이용한 최적 지반굴착 경사 결정

전면 굴착면 경사의 최적화를 검토하기 위하여 비탈면 안정해석기법을 도입하여 검토하였다. 비탈면 위에 상재하중을 부여하여 안정해석을 시행하였으며, 지반에 의한자중과 외력에 의한 상재하중을 대상으로 안정성을 검토하였다. 안정성 평가결과를 이용하여 굴착면의 최적 경사를 결정할 수 있다. 다만, 굴착의 용이성도 동시에 확보해야 하므로 안전율은 1.0으로 기준으로 적용하도록 한다.

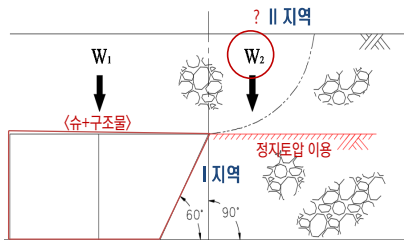


Fig.4 slope stability analysis

3. 결론

도심지 비개착구조물의 시공에 따른 지반침하에 적극적으로 대응할 수 있도록 회수가능한 강관과 굴착면 경사변화를 이용한 비개착 공법을 개발하였다. 본 공법은 기존 중대구경 강관의 압입과 그라우팅에 의하여 발생하는 지반변형을 방지할 수 있도록 소구경 강관을 사용하며, 굴착면의 경사변화를 통해 지반변형을 효과적으로 대응할 수 있다. 이를 위하여 강관 압입에 의한 지반변형 평가, 강관 중첩시공에 따른 지반변형 평가 등의 설계법을 개발하였다. 현재 실내시험, 실대형시험 및 현장시험이 계획 중으로 세부 설치도면까지 완료된 상태이다. 본 공법을 이용하면, 기존 중대구경 강관 압입에 따른 지반변형을 최소화하며, 중대구경과 소구경 강관 직경 차이에 해당하는 안전영역의 확보도 가능하다. 또한, 강관이 구조물 관통시 회수되기 때문에 경제성 확보에 유리하며, 강관 압입, 선단슈와 함체 견인, 경사진 굴착면 굴착 작업이 순차적으로 이루어지게 되어 시공속도 향상에도 유리할 것으로 판단된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통과학기술진흥원의 건설기술연구개발사업(지반함몰 발생 및 피해저감을 위한 지반 안정성 평가 및 굴착·보강 기술개발, 18SCIP-B108153-04)의 지원으로 수행되었으며 이에 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- [1] 엄기영, 신민호, 김지훈 (2001), “철도지하횡단 공사시 현장계측을 통한 지반거동 분석”, 한국철도학회, 2001년도 추계학술대회논문집, pp.546-551.
- [2] 엄기영, 최찬용, 천정연 (2010), “비개착 추진공법에서 관의 형태에 따른 축소모형 용기 및 침하 실험분석”, 한국토목섬유학회논문집, 제9권, 제4호, pp.9-15.