

도시철도 상부지반의 지반함몰에 관한 수치해석적 연구

A Numerical Study on the Cave-in by Upper Ground of Urban Railway

채덕호*[†], 이진욱*, 이성진*

Deokho Chae*[†], Jin-wook Lee*, Sung-Jin Lee*

초 록 도시철도 상부 지반에 존재하는 공동은 육안으로 보이지 않기 때문에 이를 조기에 확인하여 복구를 수행하여야 한다. 그러나 최근 지반함몰이 빈번하게 일어남으로써 국민의 불안감은 커지고 있다. 따라서 본 연구에서는 도시철도 상부 지반에 공동이 존재하였을 경우 위험성을 평가하기 위해서 수치해석을 수행하였다. 공동의 위치 및 크기를 고려하여 수치해석을 수행하였으며, 해석결과를 토대로 공동 발생 위험도 평가를 수행하였다.

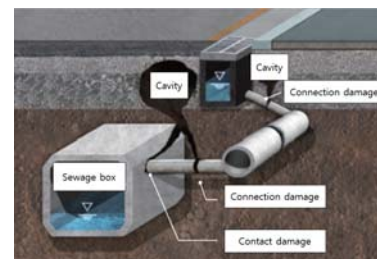
주요어 : 도시철도 상부 지반, 지반함몰, 위험도 평가, 수치해석

1. 서 론

지반함몰이란 땅속에 생긴 공동(Cavity)이 상부 지반의 지지력을 잃고 붕괴되는 현상을 말하며, 공동은 붕괴 직전 땅속에 생긴 공간을 말한다. 우리나라는 도시 노후화의 가속화로 인해 지반함몰이 빈번히 발생하고 있다.

따라서 본 연구에서는 지하 공동의 위치 및 크기에 따른 위험도를 공학적인 방법을 이용하여 도시철도 상부 지반의 공동 발생 위험도 평가를 수행하였다. 아스팔트 두께와 공동크기, 토피 깊이를 고려하여 수치해석을 수행하였으며, 이에 따른 결과를 활용하여 위험도 분석을 수행하였다.

토사가 빠져나와 발생한다. 또한, 도시철도 시공과 같이 지반을 직접 굴착하는 현장에서 굴착 배면의 지하수를 차수 하지 못하여 세립토와 물이 함께 시공현장 내부로 유입되면서 주변 지반에 지반함몰을 일으킨다(Seoul Metropolitan government, 2018). 이에 대한 자세한 메커니즘을 Fig 1에 나타내었다.



(a) Sewage inflow type



(b) Inflow of excavation construction site

Fig 1. Type of cave-in occurrence(Seoul metropolitan government, 2018)

2. 지반함몰 메커니즘

지반함몰은 물로 인해서 흙이 유실되어 공동이 발생하게 되는데 이는 주로 모래질 구간에서 발생한다. 주요 발생원인은 노후화된 매설관의 부식, 균열 등의 이유로 인하여 틈새 구간에서 물의 유출입이 발생하여 이때

[†] 교신저자: 한국철도기술연구원 첨단궤도토목본부 (chaedho@krrri.re.kr)

* 한국철도기술연구원 첨단궤도토목본부

3. 수치해석 및 결과

본 연구에서는 Abaqus를 활용하여 도시철도 상부 지반에 공동이 존재하였을 경우에 대해 수치해석을 수행하였다. 아스팔트 두께 100 mm, 공동의 위치가 상부 지반 200mm 아래 있다고 가정하였으며 공동의 크기가 500, 1000, 1500mm일 경우에 대해 해석을 수행하였다. 해석 방법에 따른 차이를 확인하기 위해 탄성 해석과 탄·소성해석 방법으로 해석을 수행하였다. 수치해석에 적용한 지반 모델링 형태를 Fig 2에 나타내었다.

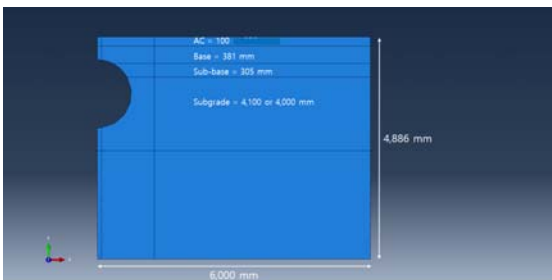


Fig 2. Numerical analysis ground modeling

결과 분석을 위해 공동크기에 대한 시간에 따른 변위 그래프를 활용하였다. 초기 하중에 의한 급격한 변위가 발생하는 구간은 제외하고 선형적인 구간의 기울기를 활용하여 분석하였으며 이에 대한 결과를 Fig 3에 나타내었다.

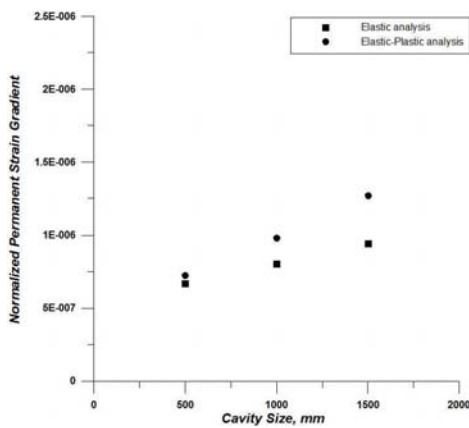


Fig 3. Results

또한, 선형구간에서 추세 기울기를 이용하여 한계 상태까지 변위가 진행될 때까지 시

간을 계산하여 이를 기준으로 Fig4와 같이 도시철도 상부 지반에 공동 발생 시 위험도를 평가를 수행하였다.

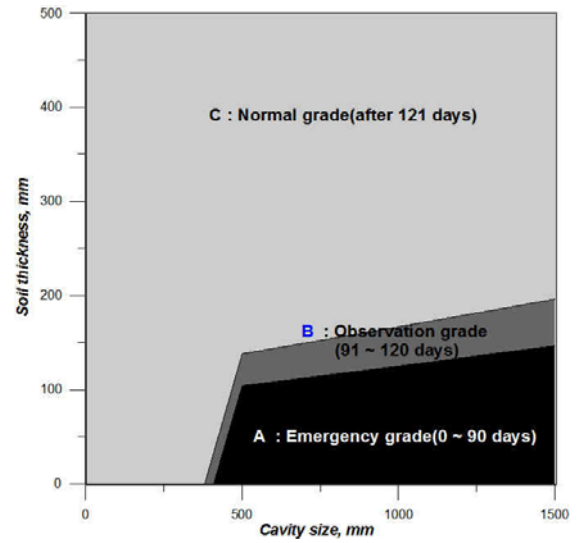


Fig 4. Cavity management grade

5. 결론

본 연구에서는 수치해석을 이용하여 도시철도 상부 지반에 공동이 발생하였을 경우 공동의 위치 및 크기에 따른 위험도 평가를 수행하였다. 수치해석 결과, 공동의 크기가 커질수록 영구변형에 대한 기울기 값이 증가하는 경향을 보이므로 붕괴에 따른 위험성은 높아지는 것으로 나타났다. 또한, 탄성 해석 및 탄·소성해석 방법에 따른 차이를 확인할 수 있었다. 이는 경향 분석을 위해서는 두 방법 모두 적용이 가능할 것으로 생각되지만, 정밀한 분석이 필요할 경우에는 탄·소성해석 방법을 적용해야 할 것으로 생각된다. 현재 공동크기, 토피두께, 온도 등 다양한 인자를 추가하여 위험도 평가 방법에 관한 연구를 진행 중이다.

참고문헌

[1] Seoul metropolitan government(2016), Road Management Technical Book, pp 28-32.