

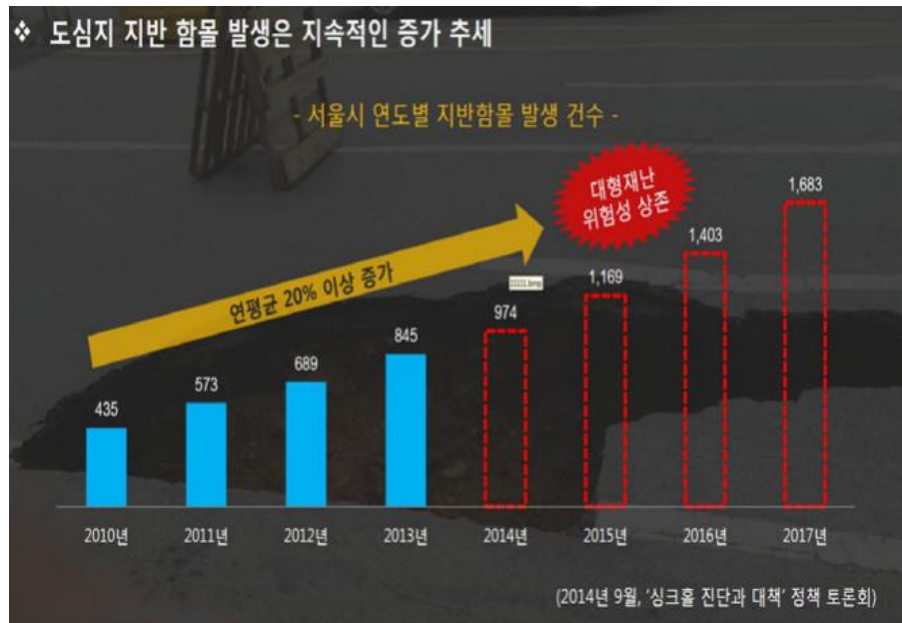
도시 지하안전관리를 위한 지반함몰 재해위험도 평가기술

October 30 2020

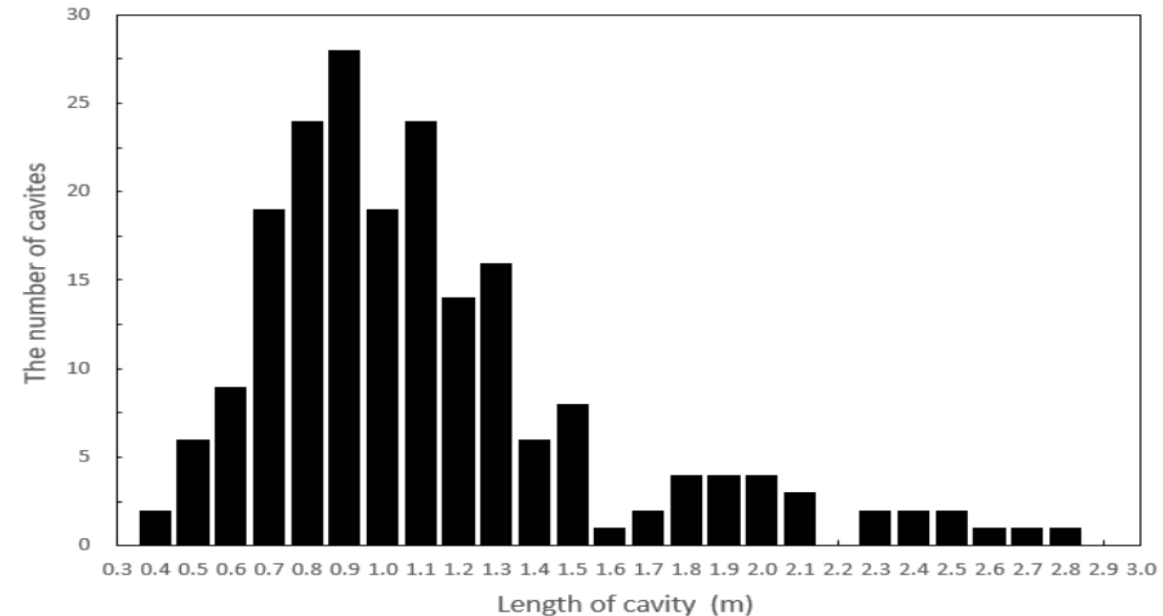
지도교수 이준규
산업체멘토 최용혁
팀장 김지수
팀원 김우현
이동한

연구 배경

- 도심지를 중심으로 최근 지반함몰 사고가 급증하고 있음
 - ➔ 정부와 지자체에서는 향후 대응하기 위해 관련법규를 제정 및 정비하고 있음
 - ➔ 지반함몰 발생의 최소화를 위한 다양한 연구개발의 추진이 필요한 상황



2010-2017년 서울시 지반함몰 증가추이



2011-2015년 발생한 지반함몰 현상

- 유한요소해석

➡ 연속체인 구조물을 유한 개의 요소로 분할하여 각각의 영역에 관하여 계산을 하는 수치계산 방법이다.

- 소성

➡ 물체가 외력을 받을 때 변형이 일어나게 된다. 이 때 외력을 제거해도 원형으로 복귀하지 않고 변형이 남아 있게 되는 성질을 소성이라고 한다.

- 지지력

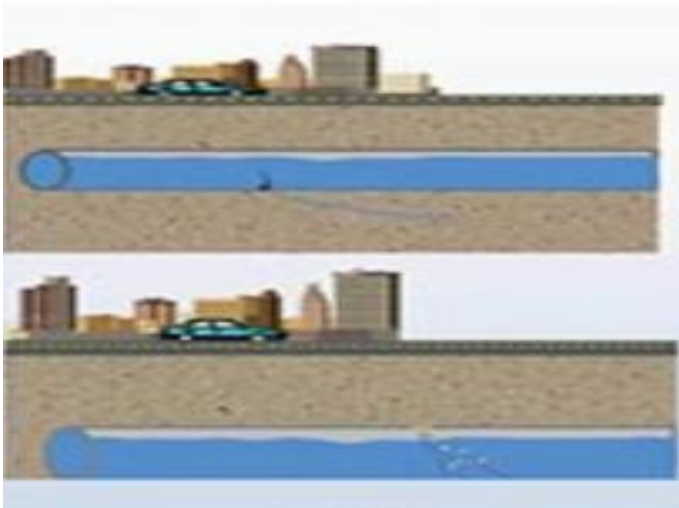
➡ 지반, 기초 등이 지지할 수 있는 최대 하중을 의미한다.

- 지반함몰

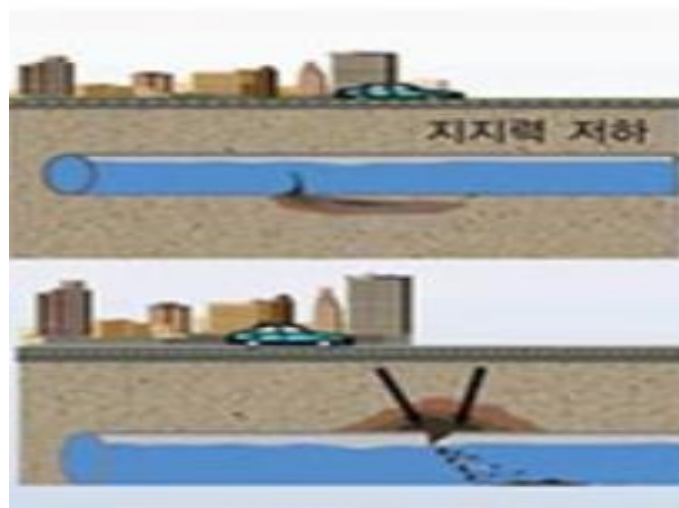
➡ 지반 내부에 발생한 공동으로 인하여 지표면이 아래로 내려앉는 현상

연구 배경

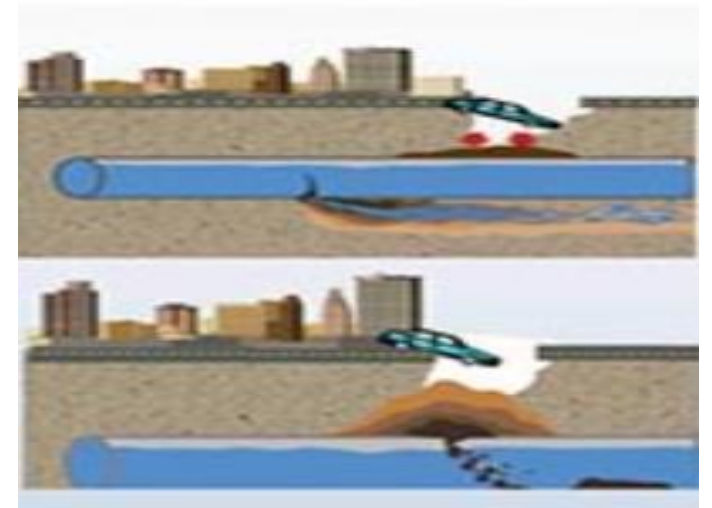
- 도심지를 중심으로 다양한 지중시설물로 인해 지하공간이 과밀화
- 기존 지하매설물의 노후화가 가속될 것으로 예측
- ➔ 지반 함몰 현상에 대한 체계적이고 효과적인 유지관리 및 안전관리가 필요함
- ➔ 도시 지하 공간 안정성 확보를 위한 지반함몰 위험도 평가기술을 개발
- ➔ 도심지에서 발생가능한 지하 공동의 현장학적 특성과 하부지반의 다양성과 비균질성을 반영하여 지반함몰 문제를 체계적으로 분석



노후관로 상·하부 손상



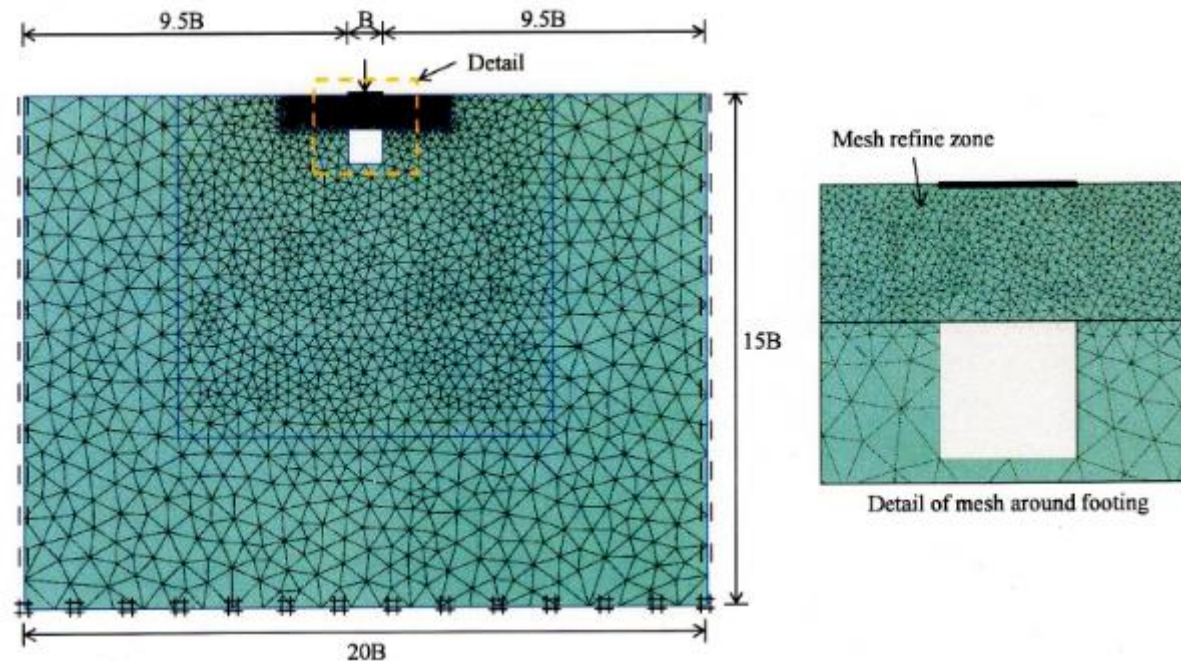
물길 형성 및 관로내부 토사유실



동공확대, 도로함몰

연구 방법

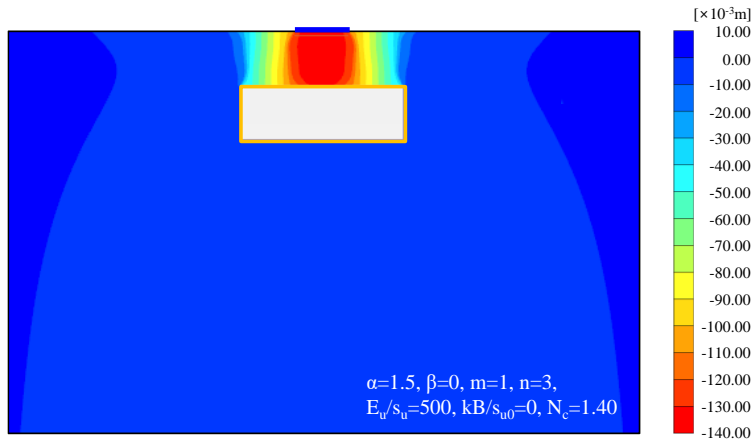
- 지반함몰에 대한 수치해석적 연구로 지반함몰의 발생 위험도를 안정성에 기반을 두어 평가
- 지반-구조물 상호작용으로 고려하는 2차원 미소변형 유한요소법을 사용
- 지반은 점성토와 사질토로 구분되며 지반의 비균질성은 전단강도정수의 깊이별 변화로 고려



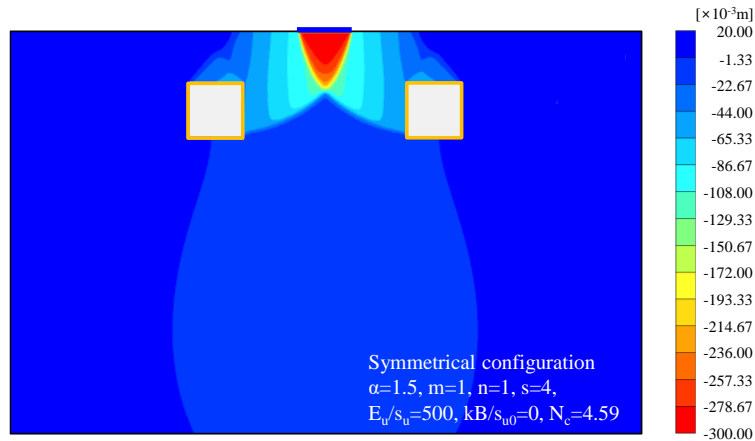
유한요소해석 모델링

연구 결과

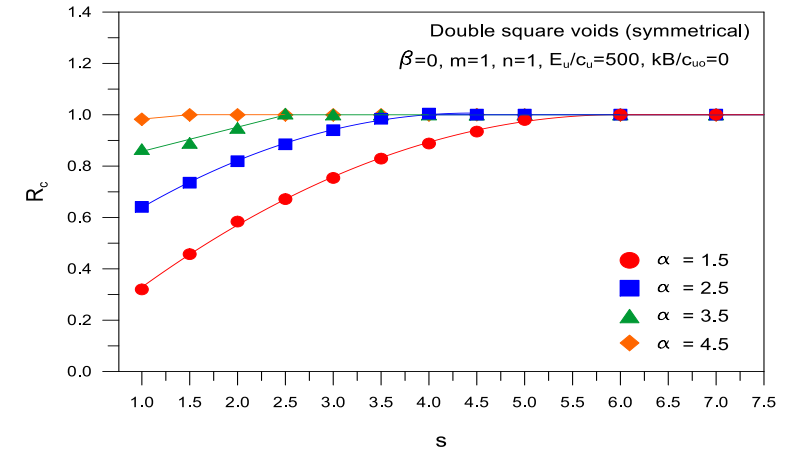
- 두 공동이 인접한 경우 공동 사이의 지반 변위가 중첩되어 위험도가 증가한다.
- 공동 간격 s 가 커질 경우 지지력이 증가하여 위험도가 감소한다.
- 임계값 이상의 s 에서 R_c 값은 수렴한다.



<공동의 위치로 인한 지지 영역>



<대칭 배치의 이중 공동으로 인한 지반 함몰의 위험도>



시제품 결과 및 설명



1. 두 모형은 공동 중심 간의 거리 s 를 각기 다르게 하여 제작하였습니다.
2. 중심간의 거리가 가장 짧을 때와 클 때를 극단적으로 비교하였고, 동일한 하중을 받도록 5kg 추를 올려 동시에 진행하였습니다.
3. 변위계를 통해 변위를 측정하였고, 대략적으로 0.91mm와 0.2mm값이 측정되었습니다.
4. 공동의 위치에 따라 지지영역이 다르게 생겨나는데 시제품과 같이 분포하게 됩니다.
5. 연구결과의 그림과 같이 변위가 클수록 지지영역이 작게 되고, 변위가 작을수록 지지영역이 작아지는 결과가 나왔습니다.
6. 측정결과, 공동중심간의 거리가 더 먼 경우의 모형이 더 작은 변위가 발생하였음을 볼 수 있고, 우리팀의 연구 중 수치해석을 통한 결과 값과 비교하였을 때의 추세가 비슷하게 나오는 결과를 제시하였습니다.

연구 목적&기대효과

1 지반함몰의 위험도를 안정성에 기반을 두어 평가할 수 있는 유한요소해석법을 제안한다.

➡ 지반과 구조물의 상호작용을 고려하고, 공동 주변의 응력-변위 거동, 상부구조물의 거동 특성, 지반함몰의 붕괴모드를 정확하게 평가할 수 있음.

2 지반함몰의 위험성을 정량화하는 평가도표를 제시한다.

➡ 제시된 평가도표는 점성토와 사질토로 구분되고, 사용자 편의를 위해 공동의 기하학적 특성과 지반의 재료적 특성을 반영하는 무차원 변수를 도입하여 평가도표를 쉽게 활용.

3 지하공동으로 인한 주변지반의 이완영역을 시각적 자료로 제시한다.

➡ 공동의 수직 및 수평 위치, 형태, 수에 따른 지반변위 형태를 분석하여 발생가능한 지반함몰의 붕괴모드를 분류.

Q&A