

지오폴의 형태와 옹벽의 안전성간의 관계 도출†

정연욱 · 강준석 · 김종찬

서울대학교 조경·지역시스템공학부 조경건설공학 연구실

I. 서론

조경, 건설, 토목 등의 분야에 있어 옹벽 활용은 매우 빈번하다. 최근 빈도가 높아진 지진 등의 재난에 대비하여 옹벽의 안전성에 대한 분석은 중요시 되어가고 있다. 이때 안전성을 높이기 위한 방안으로써 옹벽에 작용하는 수평토압을 낮추는 방법에 대한 다양한 연구가 이루어져 왔다. 20세기부터 세계적으로 압축성 재료를 이용하여 구조물이 받는 하중을 저감시키는 방안에 대한 연구가 활발히 진행되었다. 이에 따라 본 연구에서는 지오폴(Geofilm)을 활용하고자 하였다. 지오폴은 교대나 옹벽의 보강재로 사용할 경우, 저중량 고압축성으로 인하여 횡토압을 감소시킨다. 또한, 지오폴은 변형이 쉽기 때문에 역T형 옹벽, 중력식 옹벽 등 다양한 옹벽에 적용이 가능하다.

지오폴을 통한 콘크리트 옹벽의 수평토압이 저감된다는 사실은 선행연구를 통해 밝혀졌다(류기정 외, 2003). 하지만 기존의 연구는 지오폴을 단순한 타일의 형태로 옹벽에 부착한 것으로, 지오폴의 형태에 대해서는 연구가 이루어지지 않았다. 지오폴의 경우 그 자체의 변형이 있을 수 있으므로 그 형태 또한 함께 고려하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 옹벽의 수평토압을 감소시킬 수 있는 지오폴의 최적의 형태를 모색해 보고자 한다.

II. 본론

1. 연구방법

본 연구는 유한요소법을 통해 이루어졌다. 유한요소법은 외적 조건에 대한 구조의 물리적 반응을 계량화할 수 있는 방법이다. 유한요소해석을 위한 프로그램으로 'Abaqus'를 활용했다. 비록 국내에서는 모델 실험을 통한 옹벽 연구가 많았지만, 해외에서는 Abaqus를 활용한 옹벽 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 우선 지오폴 및 흙과 콘크리트에 대한 물성을 표 1과 같이 설정하였다.

다음으로 설치환경에 따른 옹벽의 최대 수평토압을 살펴보기 위해 뒷채움흙 및 연암의 크기를 조정하고, 옹벽이 받는 최대수평토압을 수치화시켜 보았으며, 이를 통해 옹벽의 수평토압 연

표 1. 요소에 대한 물성 설정

Element	Density(kg/m ³)	Y's Modulus(Pa)	Poisson's ratio
Gofoam(EPS 12)	11.2	1,500,000	0.12
Soil(Backfill)	1,900	50,000,000	0.3
Soil(Soft rock)	2,000	150,000,000	0.3
Concrete	2,300	21,000,000,000	0.25

구를 위한 최적의 상태를 찾을 수 있었으며, 아래의 그림 1과 같이 설정하였다.

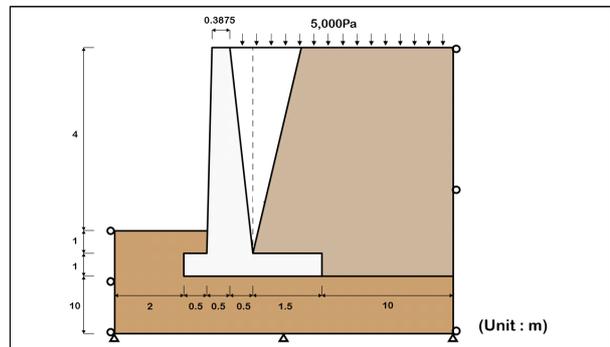


그림 1. 분석을 위한 옹벽 모델

다음으로 지오폴의 형태와 옹벽의 수평토압간의 관계를 알아보기 위해 여러 형태를 설정해 보았으며, 역삼각형 형태가 수평토압 저감효과가 큰 것을 확인할 수 있었다. 이를 통해 지오폴의 형태는 그림 2와 같이 3가지로 설정하였으며, 이때 지오폴 두께 변화에 따른 수평토압의 변화를 알아보기 위해 지오폴 각도에 변화를 주었다.

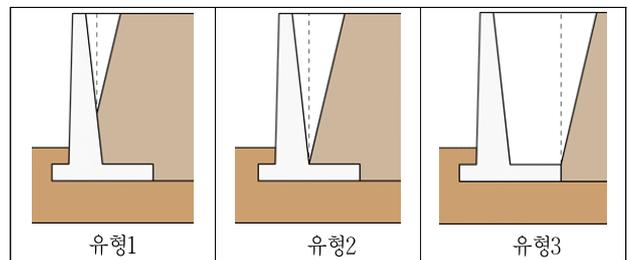


그림 2. 유형별 지오폴의 형태

†: 본 연구는 기초과학연구원 및 교육부 한국연구재단사업(NRF-2018RID1A1B07045027)의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

2. 연구결과

옹벽의 최대수평토압을 비교해 보았을 때 그림 3과 같이 유형 1이 가장 최대수평토압이 컸다. 또한, 유형 2의 경우에는 각도가 적을 경우, 즉 지오폴의 두께가 작을 경우에는 유형 3에 비해 최대수평토압이 컸지만, 각도가 커져감에 따라 유형 3보다 최대수평토압이 감소하였다. 또한, 대체로 각도가 커짐에 따라 최대수평토압이 감소하였지만, 유형 2와 3의 일부 지점에서는 증가하기도 하였다.

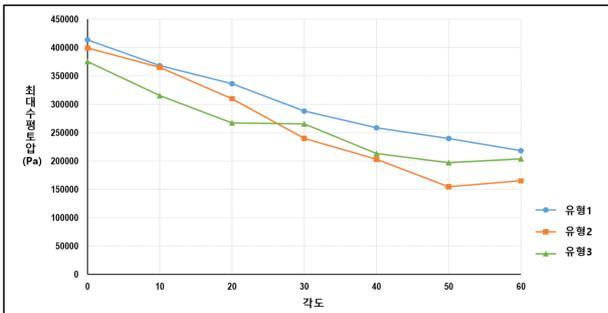


그림 3. 지오폴의 형태에 따른 옹벽의 최대수평토압

또한, 유형별로 지오폴으로 인한 옹벽의 수평토압 감소량을 지오폴의 면적으로 나눠보았을 때 그림 4와 같이 유형 3이 가장 낮은 값을 보였다. 또한, 각도가 10도가 될 때까지 유형 2와 3은 큰 감소를 보였으며, 각도가 20도보다 커질 경우 세 유형 모두 거의 일정한 값을 가졌다.

III. 결론

본 연구를 통해 지오폴의 형태와 옹벽의 수평토압간의 관계

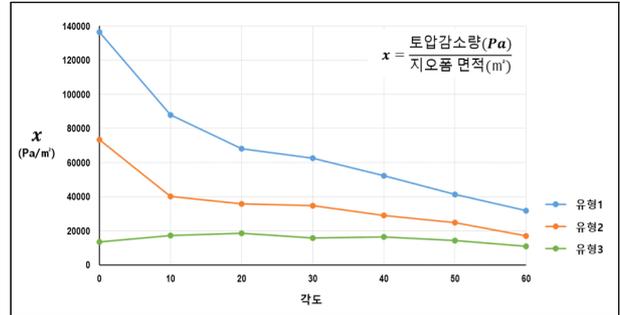


그림 4. 유형별 지오폴 면적에 따른 토압감소량

를 살펴볼 수 있었다. 그 결과, 우선 역삼각형 형태의 지오폴이 다른 형태에 비해 옹벽의 수평토압을 크게 감소시킴을 확인할 수 있었다. 옹벽의 하부로 갈수록 지오폴이 받는 하중의 증가로 인한 변형일 수 있다고 유추해볼 수 있다. 세 가지 유형의 역삼각형 형태의 지오폴을 비교해 보았을 때, 일부 지점에서 각도가 커짐에 따라 옹벽이 받는 수평토압이 증가하는 이유는 지오폴의 변형으로 인한 것으로 보이며, 이에 대한 추가 연구가 필요할 것으로 보인다. 또한, 유형 1의 경우, 같은 면적일 때 가장 많은 수평토압 감소를 가져왔으며, 이를 통해 유형 1이 가장 경제적인 것이라는 것을 알 수 있었다. 하지만 약 30도 이상의 각도에서는 유형 2의 최대수평토압 감소가 가장 큰 것을 고려하였을 때 유형 2 또한 옹벽이 받는 수평토압이 클 때는 효율적인 방안이 될 수 있다는 것을 유추할 수 있었다.

참고문헌

1. 김진만, 김호비, 조삼덕, 주태성, 최봉혁(2001) EPS의 압축성을 이용한 콘크리트 옹벽 시스템 연구. 한국건설기술연구원.
2. 류기정, 백영식, 김호비, 김기웅(2003) 압축성재료를 이용한 콘크리트 옹벽의 수평토압 저감방안에 대한 연구. 한국지반환경공학학회지 4(1): 19-28.