



해져서면 내 매장된 가스하이드레이트는 무엇이며 이것이 해리되는 경우 지반내 형성된 공극 이 강도에 미치는 영향은?



박 성 식
경북대학교 건축토목공학부 교수
sungpark@knu.ac.kr

1. 이에 대하여 요약하면

해져지반 내에 매장된 가스하이드레이트가 해리될 경우 많은 양의 가스와 물이 발생한다. 이렇게 발생한 가스와 물이 장기간에 걸쳐 외부로 빠져나가거나 주변 지반으로 이동할 경우 토체 안에는 크고 작은 공극이 형성될 수 있다. 그리고 지속적인 강우나 폭우로 인하여 지반 내의 조립질 흙 사이의 세립분이 유실되거나 고결성 지반 내의 일부 고결이 끊어지면서 골격 내에 빈 공간이 형성될 수 있다. 본 연구에서는 가스하이드레이트의 해리로 형성되거나 또는 유수작용으로 인하여 지반 내의 일부 재료가 유실되거나 용해되어 형성된 비교적 큰 공극이 지반의 강도에 미치는 영향을 연구하였다. 가스하이드레이트를 포함한 토체나 유실성 지반의 골격을 시뮬레이션하기 위하여 입도가 균등한 글라스비즈를 사용하였다. 글라스비즈를 2%의 시멘트비와 7%의 함수비로 혼합하여 몰드 안에 5층으로 나누어 다져 원기둥 모양의 공시체를 만들었다. 흡입자에 비하여 상대적으로 큰 공극은 의약품에 일반적

으로 사용되는 빈 캡슐을 넣어 형성하였다. 캡슐을 각층 높이의 중앙부분에 넣고 다음 층을 쌓아 다지는 방식으로 완성하였으며, 캡슐의 개수와 방향, 그리고 캡슐의 길이를 달리하면서 다양한 공시체를 제작하여 2일 동안 양생시킨 다음 일축압축시험을 실시하였다. 공시체 내에 형성된 공극(캡슐)의 체적(개수)과 방향 그리고 공극의 길이에 따라 공시체의 일축압축강도는 차이를 보였으며, 공시체 내에서 공극이 차지하는 체적과 단면적이 강도에 중요한 영향을 미쳤다. 공시체 내에 형성된 큰 공극으로 일축압축강도는 공극이 없는 공시체 강도의 최대 35%까지 감소하였다. 이와 같은 연구 결과는 가스하이드레이트 해리 후 지반의 장기적인 강도 변화와 지반 내의 세립분의 유실로 인한 강도 감소를 예측하는데 사용될 수 있다.

2. 가스하이드레이트는

가스하이드레이트는 고압 저온 상태에서 얼음분자 속에 가스가 포획되어 형성된 일종의 고체화된 가스 덩어리

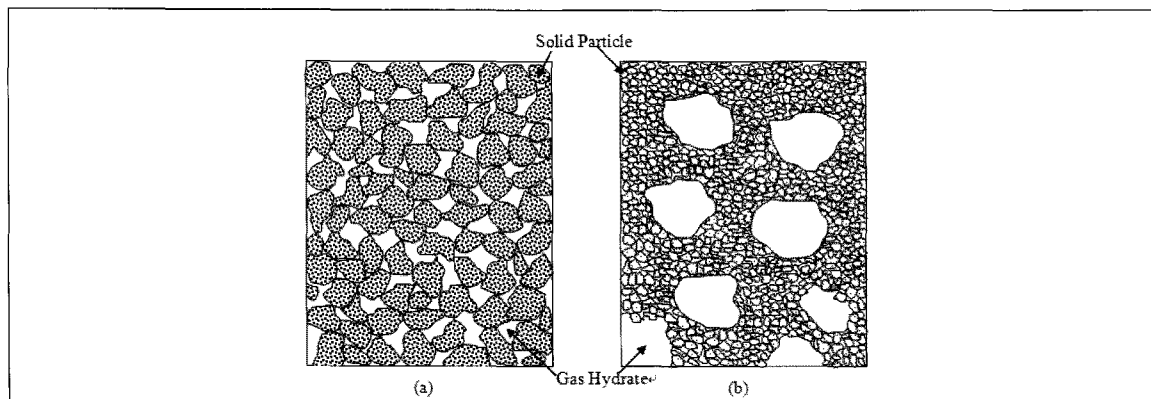


그림 1. 지반 내 가스하이드레이트의 형태: (a) 가스하이드레이트가 작은 경우, (b) 가스하이드레이트가 큰 경우

이다. 가스하이드레이트는 우리나라의 동해뿐만 아니라 전 세계적으로 수심 400~2000m 정도 되는 해저지층이나 시베리아 및 알래스카와 같은 동토지역의 깊은 땅속에 풍부하게 존재하는 것으로 알려져 있다(허대기, 2005). 그림 1은 동해 해저지층에서 채취된 퇴적물에 포함된 가스하이드레이트를 나타내고 있다. 점토와 같은 흙으로 둘러싸여져 있는 가스하이드레이트는 퇴적물에서 많은 부분을 차지하고 있다. 해저지반에서 고결제 역할을 하는 가스하이드레이트가 해리될 경우 발생하는 간극수압의 증가로 인한 퇴적지반의 강도 감소는 단기 안정성에 영향을 미치며 해저사면의 붕괴를 초래할 수 있다. 한편 해저사면에 매장되어 있는 가스하이드레이트가 해리되고 난 후 장기적으로 퇴적물 내에서 발생한 가스는 빠져나가게 되고 발생한 물은 과잉간극수압으로 인하여 다른 곳으로 흐르게 된다. 가스하이드레이트가 토체 내에서 해리되기 전에는 고체 형태로 일정 체적을 차지하고 있지만, 결국 이 부분이 해리되면 가스와 물로 변하면서 원래 가스하이드레이트가 차지하던 공간보다는 주변 압력으로 축소될 수 있지만 다양한 모양의 크고 작은 공극이 형성될 것이다. 이렇게 형성된 공극으로 물이 외부로부터 다시 유입될 수 있다. 이와 같이 가스하이드레이트가 해리된 후 해저지반

내에 형성된 공극은 지반의 강도 변화를 일으켜 해저사면의 장기 안정성에 영향을 미칠 수 있다.

3. 이에 따른 영향은

지반 내에는 모래나 실트와 같은 크고 작은 입자가 서로 섞여 다양한 형태의 흙 구조를 형성하고 있다. 특히 조립질 흙 사이에 세립분이 존재할 경우 유수작용으로 인하여 조립질 흙 내에 있는 세립분이 유실될 수 있으며, 유실될 가능성이 있는 세립분의 양 또는 유량이나 유속과 같이 유실을 일으키는 외부 원인에 따라 다양한 크기의 공극이 형성될 수 있다. 또한 조립질 흙 입자 주위에 세립분이 탄산칼슘이나 염화나트륨과 같은 물질로 고결되어 있는 경우(엄용훈 등, 2009), 물의 유입으로 고결물질이 용해되어 세립분이 조립질 흙 입자에서 떨어져 나간다면 흙 골격구조의 형태나 용해 가능한 입자의 정도에 따라 다양한 형태의 공극이 형성될 수 있다. Fam 등(2002)과 쥘팡홍 등(2008)은 모래와 소금을 혼합하여 만든 공시체에서 소금의 용해로 인하여 발생하는 공극 증가가 공시체의 역학적 특성에 미치는 영향에 대하여 연구하였다. 소금, 석고, 경석고, 석회석, 백운석, 암염과 같이 용해 가능한 재

료들(Bell, 2004)이 다른 지반 재료들과 혼합되어 들어가는 경우, 지하수 유입이나 강우로 인하여 이와 같은 입자들이 소실되어 공극이 형성될 수 있다. 이와 같이 지반 내에 유수작용으로 형성된 공극은 또 다른 유수작용에 의해 다른 세립분으로 채워지거나 공극이 점점 크게 확장되어 지표면이 침하하거나 심할 경우 함몰될 수도 있다.

그림 1 (a)는 사질토 지반에 가스하이드레이트가 형성될 경우 해저지층 내 입자 사이에서 비교적 작은 크기의 가스하이드레이트가 고르게 형성되는 경우이고, 그림 1 (b)는 점토와 같은 세립토 지반에서 상대적으로 큰 가스하이드레이트가 형성되는 경우이다. 해저지반에서 고결제 역할을 하는 가스하이드레이트가 해리될 경우 발생하는 간극수압의 증가로 인한 퇴적지반의 강도 감소는 단기 안

정성에 영향을 미치며 해저사면의 붕괴를 초래할 수 있다. 한편 해저사면에 매장되어 있는 가스하이드레이트가 해리되고 난 후 장기적으로 퇴적물 내에서 발생한 가스는 빠져나가게 되고 발생한 물은 과잉간극수압으로 인하여 다른 곳으로 흐르게 된다. 가스하이드레이트가 토체 내에서 해리되기 전에는 고체 형태로 일정 체적을 차지하고 있지만, 결국 이 부분이 해리되면 gas와 물로 변하면서 원래 가스하이드레이트가 차지하던 공간보다는 주변 압력으로 축소될 수 있지만 다양한 모양의 크고 작은 공극이 형성될 것이다. 이와 같이 가스하이드레이트가 해리된 후 해저지반 내에 형성된 공극은 지반의 강도 변화를 일으켜 해저사면의 장기 안정성에 영향을 미칠 수 있다.

[참고문헌]

1. 엄용훈, 쯡광홍, 변용훈, 이종섭(2009) 용해된 소금의 고결화에 따른 탄성파 특성. 한국지반공학회논문집, 제25권, 5호, pp. 75-86.
2. 쯡광홍, 엄용훈, 윤형구, 이종섭(2008) 지반 소실 혼합재의 압축성 및 강성 특성. 한국지반공학회논문집, 제24권, 12호, pp. 103-111.
3. Bell, F.G. (2004) Engineering Geology-2nd edition, Elsevier, Great Britain.
4. Fam, M.A., Cascante, G., and Dusseault, M.B.(2002) Large and small strain properties of sands subjected to local void increase. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Vol. 128, No. 12, pp. 1018-1025.