

유류 오염 점성토의 강도 특성

The Strength Characteristic of Oil Contaminated Clayey Soil

권 무 남 · 김 현 기* · 남 효 석 · 구 정 민(경북대)

Kwon, Moo-Nam · Kim, Hyun-Ki · Nam, Hyo-suk · Goo, Jung-min

Abstract

This study was conducted to evaluate effects by adding oil to clay soil and influences of remained oil in soil as time elapsed. Unconfined compression test and direct shear test were performed to analyze strength properties of contaminants in clayey soil. As a results of q_u test for kerosene and diesel contaminated clayey soil indicate that were decreased from near 5% oil content rapidly and the declination of strength were blunt as oil content over 10%. The cohesions(c) and internal friction angle(ψ) of kerosene contaminated clayey soil were not varied as quantities of kerosene in clayey soil increased. In the case of diesel contaminated clayey soil, the cohesions(c) were decreased and the internal friction angle(ψ) were increased.

I. 서 론

최근 저장 및 수송 시설들의 노후화로 등유와 경유 등의 유류 유출 사고가 많이 발생되고 있으며, 이로 인한 지반의 오염이 사회적 문제로 대두되고 있다. 유류로 인한 지반 오염이 지반공학적 측면에서 문제가 되는 것은 지반에 유류가 침투되어 오염되면 지반의 공극이 점성과 윤향성을 가진 유류로 채워져 지반의 공학적 성질을 변화시키며, 이로 인한 오염지반의 강도 변화는 주변 지반에도 영향을 주어 기존 구조물에 영향을 끼치게 된다.

이에 본 연구에서는 점성토가 유류로 오염된 경우 강도 특성의 변화와 오염도에 따른 일정 시간 경과 후 강도의 변화를 일축압축강도와 직접전단강도 시험을 통해 유류의 오염도가 점성토 강도에 미치는 영향과 시간 경과에 따른 잔류 유류로 인한 강도의 변화를 분석하여, 유류로 오염된 점성토 지반의 안정성 검토를 위한 기초자료를 제공하기 위하여 수행하였다.

II. 재료 및 방법

1. 사용재료

본 실험에 사용된 점성토 시료는 Muscovite와 Quartz 성분을 다량 함유한 Illite계열 점성토로 0.075mm 체를 통과한 흙 시료를 사용하였으며, 유류에 오염된 점성토의 강도특성을 분석하기 위하여 그 소요량 적인 측면으로 봤을 때 상당량이 소비되고 있는 실내 난방용 등유와 연료로 가장 많이 사용되고 있는 경유를 사용하였다.

2. 실험방법

유류 혼합 점성토 제조는 먼저 점성토에 대하여 수행한 다짐시험을 통해 얻어진 최적 함수비로 증류수 혼합 후, 유류를 건조토에 대한 중량비로 5, 10, 15, 20%를 혼합하여 일

축압축시험용 공시체와 직접전단시험용 공시체를 제작하여 시험을 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일축압축강도 특성

1.1 점성토의 일축압축강도

본 실험에서 사용한 점성토의 일축압축강도는 2.46kgf/cm^2 으로 나타났으며, 측정된 강도와 유류로 오염된 점성토의 강도 변화의 양상을 비교 하였다.

1.2 유류 오염 점성토의 일축압축강도 특성

점성토에 등유와 경유를 혼합하여 강도 변화를 측정한 결과는 Fig. 1과 같으며, 등유 오염 점성토의 강도 변화는 오염도 5% 일 때 비오염 점성토 일축강도의 약 46%로 급격히 저하되었고, 경유 오염 점성토는 오염도 증가에 따른 강도 변화가 오염도 5% 이상에서 급격하게 저하되는 것으로 나타났다.

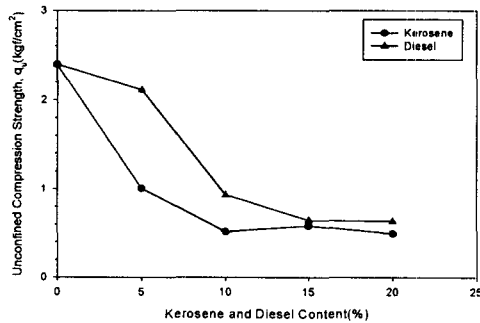


Fig. 1. Variation of unconfined compressive strength for kerosene and diesel contaminated clays.

1.3 시간경과에 따른 오염 점성토의 일축압축강도 특성

유류로 오염된 점성토가 10, 30, 60일 경과 후 일축압축 강도를 측정한 결과는 Fig. 2와 같다.

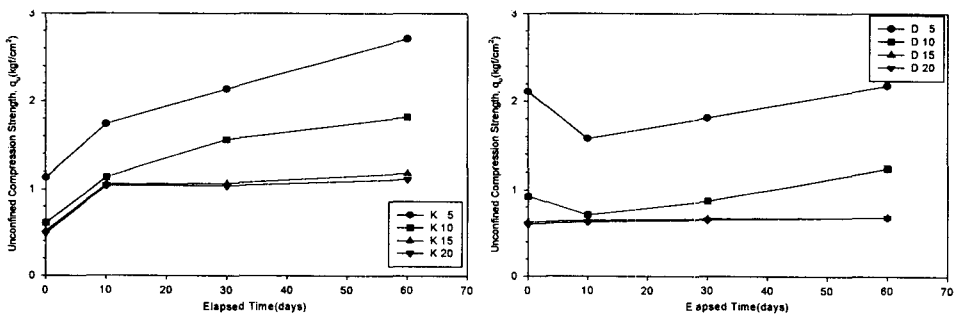


Fig. 2. Variations of unconfined compressive strength for kerosene and diesel contaminated clays according to elapsed time.

등유 오염 점성토는 모든 오염도에서 경과 시간 10일에서 급격한 강도의 증가가 나타났으며, 시간이 경과됨에 따라 오염도 10%까지는 강도 증가가 계속었으나, 15% 이상의

오염도에서는 시간이 경과되어도 강도 증가 경향 나타나지 않았으며, 경유 오염 점성토는 오염도 15%와 20%에서는 시간 경과에 따른 변화 거의 없이 초기 오염상태와 동일하게 나타났다. 점성토가 경유로 오염되면 5%정도 낮은 오염도의 경우를 제외한 그 이상의 오염도에서는 오염 후 시간이 경과되어도 잔류하고 있는 유류로 인해 저하된 강도가 증가되지 않고 유지됨으로 저하된 강도로 인하여 지속적인 문제를 발생시킬 것으로 판단된다.

2. 전단 특성

2.1 점성토의 전단 특성

오염되지 않은 점성토의 전단강도를 최적함수비로 공시체를 제작, 직접전단시험기로 측정 한 결과 점착력(c)은 0.36kgf/cm², 내부마찰각(ϕ)은 23.0° 로 측정되었다.

2.2 유류 오염 점성토의 전단 특성

등유 오염점성토는 점착력은 오염도가 증가에 따른 변화의 폭은 크지 않았다. 내부마찰각은 이와 반대로 미소한 증가가 나타났으나, 경유 오염 점성토는 점착력이 10% 이상의 오염도에서는 점착력이 감소하는 것으로 나타났다. 그러나, 내부마찰각은 모든 오염도에서 증가하는 경향을 나타내었다.

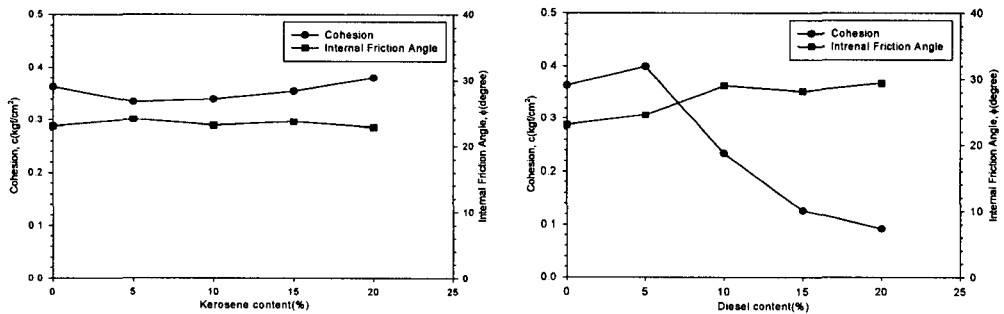


Fig. 3. Variation of cohesion and internal friction angle for kerosene and diesel contaminated clays.

2.3 시간의 경과에 따른 유류 오염 점성토의 전단 특성

1) 경유 오염 점성토

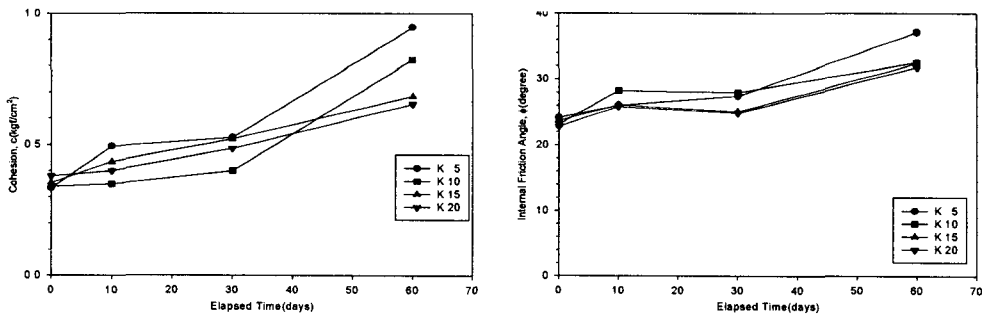


Fig. 4. Variation of cohesion and internal friction angle for kerosene contaminated clays according to elapsed time.

일정시간 경과후, 점착력은 처음 오염되었을 때와 비교해 시간 경과에 따라 점착력이 증가하는 경향을, 내부마찰각 조금의 차이는 있으나 모두 증가하는 경향을 나타내었다.

2) 경유 오염 점성토

시간 경과에 따른 전단 특성 변화에서 등유 오염 점성토와 같이 시간이 경과함에 따라 점착력이 증가하는 경향이 나타났으며, 내부마찰각은 큰 변화없이 초기 오염상태와 유사한 경향을 나타내었다.

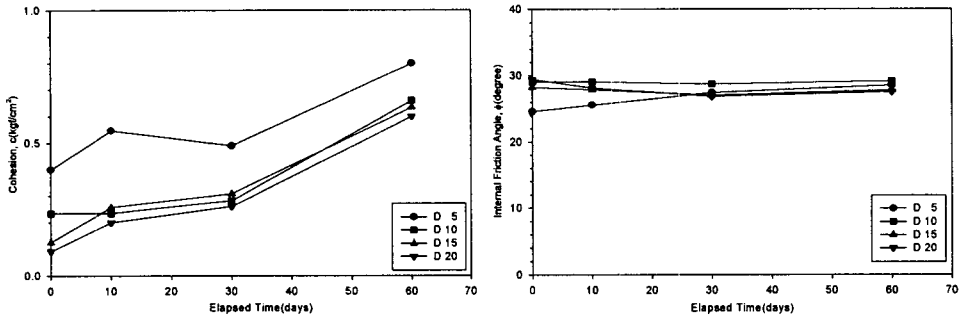


Fig. 5. Variation of cohesion and internal friction angle for diesel contaminated clays according to elapsed time.

IV. 결론

본 연구는 유류의 점성토 강도에 미치는 영향과 유류 오염 점성토의 시간 경과에 따른 잔류 유류의 강도에 미치는 영향을 일축압축강도시험과 직접전단시험을 통해 측정 분석하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 등유와 경유로 오염된 점성토의 일축압축강도(q_u)는 유류 함량 5% 부근으로부터 급격히 감소하는 경향을 보였으며, 10% 이상에서는 감소추세가 둔화되었다.
- (2) 등유와 경유로 오염된 점성토의 q_u 는 시간이 경과함에 따라 약간 회복하는 경향을 보이고 있으나, 오염도가 높은 경우 q_u 의 회복이 미비한 것으로 나타났다.
- (3) 등유로 오염된 점성토의 c , ϕ 값은 등유의 함량이 증가함에 따라 거의 그 특성의 변화가 일어나지 않았으며, 경유 오염 점성토의 경우 경유의 함량이 증가함에 따라 c 값은 감소하고, ϕ 값은 증가하는 경향을 나타내었다.
- (4) 등유와 경유 오염 점성토는 시간 경과에 따라 c , ϕ 값이 증가하는 경향을 보였으며, 특히 30일 이후에는 현저히 증가하는 현상을 나타내었다.

※ 참고문헌

1. Al-Sanad, H.A. and Ismael, N.F., 1997, "Aging Effects on Oil-Contaminated Kuwaiti Sand", Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, March, pp.290-293.
2. Genevois, R., 1977, "Chemical Interaction on the Compressibility of Remoulded Kaolin", Proceedings of the Ninth International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Tokyo, Vol.1, pp.109-116.
3. Srivastava, R.K. and Pandey, V.D., 1997, "Geotechnical Evaluation of Oil Contaminated Soil", Contaminated and Derelict Land th Proceeding of Green 2, pp.204-209.