

Ⅲ-709

乾湿繰返しを受けたセメント混合砂質土の一軸・圧裂強度

九州大学 工学部 学○堀尾大輔 正 落合英俊 正 安福規之
正 大嶺 聖 正 塚本良道

1 はじめに

セメント安定処理は、十分な安定性を保持しない地盤に構造物を建設する際に、軟弱地盤にセメント系固化剤を添加して地盤改良する補強土工法である。改良地盤の表層部は、気象の影響を受け、地下水位が変化するため、乾湿繰返しの影響を受けるものと考えられる。そこで、本文では、セメントを添加した砂質土について、一軸圧縮試験、圧裂引張試験を行い、強度特性に及ぼす乾湿繰返しの影響について検討する。

2 試料及び実験方法

試料は、6号ケイ砂（ $\rho_s=2.640\text{g/cm}^3$ ）とカオリン（ $\rho_s=2.712\text{g/cm}^3$ ）を乾燥重量比で9:1で混合した砂質試料に対し、乾燥重量で0.5、1.0、2.0、3.0、5.0、7.0%の普通ポルトランドセメントと最適含水比である16%の水を加えて充分混合したものを用いる。

本実験では、圧裂引張試験用供試体（直径5cm、高さ5cm）と一軸圧縮試験用供試体（直径5cm、高さ10cm）を動的締固めにより作成する。締固め終了後、直ちにモールドから脱型し、20℃の恒温室内の密封した養生箱のなかで28日間養生する。

乾湿繰返しを与える供試体と与えない供試体を作り、セメント混合供試体の乾湿繰返しの影響を評価する。乾湿供試体は、28日養生させた後に、1日60℃の炉乾燥を行い、その後、水浸させ1日間その状態で放置する。これを1サイクルとして、10サイクル行う。乾湿を与えないものは、供試体の養生期間を合わせるために、養生箱の中で養生し、最終日に乾湿供試体と湿潤条件を揃えるため、水浸養生する。乾湿過程終了後、水浸させておいた供試体を取りだし、表面の水分を軽くふき、一軸圧縮試験、圧裂引張試験を行なう。

なお、圧裂引張試験は、円柱供試体の側面に荷重をかけ、円柱内部に引張応力を起こし、圧裂引張強度を求める試験である。荷重Pに対する圧裂引張強度 σ_t の式は(1)式の通りである。

$$\sigma_t = \frac{2P}{\pi DL} \quad \dots \dots (1)$$

ここで、Dは供試体直径、Lは供試体高さ。

3 試験結果と考察

3.1 脆性度に及ぼす乾湿繰返しの影響

一軸圧縮試験を行った結果、図-1の様な応力ひずみ曲線を得た。セメント添加率が大きければ、一軸圧縮強度 σ_u は大きい、脆性的な破壊挙動を示すことが分かる。乾湿繰返しを与えることにより、 σ_u は小さくなる。この σ_u と圧裂引張強度 σ_t の関係を図-2に示す。 σ_u と σ_t は直線関係にあり、その傾きBr（ $=\sigma_u/\sigma_t$ ）は脆性度と呼ばれており、乾湿繰返しの有無により異なってくる。表-1のようにBr値が大きいものほど、脆性的な破壊挙動を示

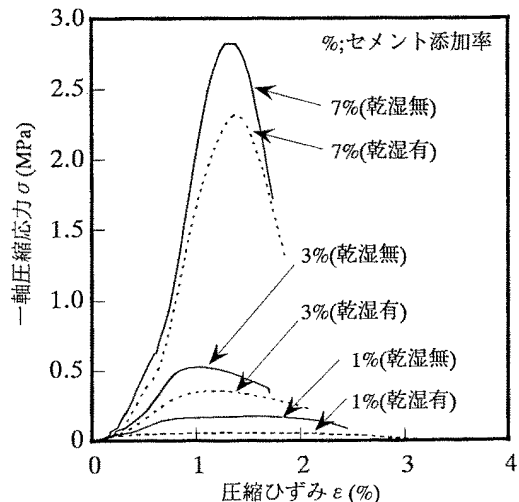
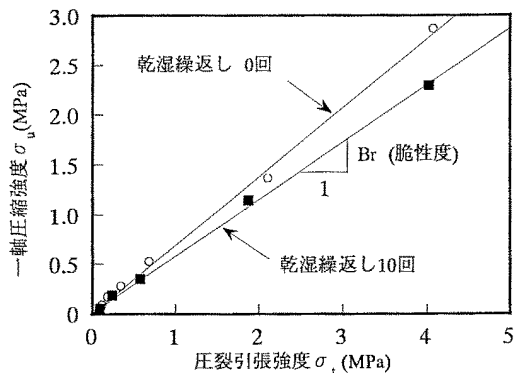


図-1 セメント混合砂質土の応力ひずみ関係

図-2 σ_u と σ_t の関係

すものと思われる。図-3に示すように、セメント添加率に関わらず、乾湿繰返しを受けると、いずれもBr値は低下していることが分かる。つまり、セメント混合砂質土は、乾湿繰返しにより脆性的な破壊挙動から、より延性的な挙動に遷移しているものと考えられる。

3. 2 固結効果に及ぼす乾湿繰返しによる影響

モール・クーロンの破壊基準に従い、破壊線を直線で表せるとするならば、見かけの粘着力 c と内部摩擦角 ϕ は(2)、(3)式のように、 σ_u と σ_t で表される。（図-4）

$$c = \frac{\sigma_u \cdot \sigma_t}{2 \cdot \sqrt{\sigma_t(\sigma_u - \sigma_t)}} \quad \dots \dots (2)$$

$$\phi = \arcsin \left(\frac{\sigma_u - 4\sigma_t}{\sigma_u - 2\sigma_t} \right) \quad \dots \dots (3)$$

図-4の破壊線の σ 軸との交点を O' とし、この値を σ_0 ($=c \cot \phi$)すると、 σ_0 は固結効果を表わす成分であり、引張強度に直接関係してくる指標と考えられる。図-5は縦軸に乾湿を受けた時の固結効果 σ_{ow} を乾湿を受けない時の固結効果 σ_0 で正規化した量(σ_{ow}/σ_0)とセメント添加率の関係を示したものである。セメント添加率が3%を下回ると、乾湿繰返しを受けて σ_{ow}/σ_0 は小さくなる。すなわち、セメント添加率が小さい場合、乾湿繰返しにより、 σ_0 は小さくなる。一方、セメント添加率が3%より大きい場合、乾湿繰返しにより σ_{ow}/σ_0 が増える。この理由として、 σ_t に比べ σ_u の低下の割合が相対的に大きいためであると考えられる。

4 まとめ

セメント混合砂質土の強度特性に及ぼす乾湿繰返しの影響を評価するために、乾湿を10回繰返したものと乾湿を与えないものについて一軸圧縮試験と圧裂引張試験を行ない、強度特性の変化を調べた。得られた主な結果をまとめると、次のようになる。

1. 乾湿繰返しを受けることにより、セメント混合砂質土の一軸圧縮強度と圧裂引張強度の比である脆性度Brは、乾湿繰返しにより低下する。
2. セメント添加率が小さい場合、乾湿繰返しにより、固結を表すパラメーター“ σ_0 ”の値は低下する。

<参考文献>

- 1) セメント協会（1994）：セメント系固化剤による地盤改良マニュアル，pp.381-395
- 2) Matuoka, H. (1990): "A general failure criterion and stress-strain relation for granular materials to metals," Soils and Foundations, Vol. 30, No. 2, pp. 119-127.
- 3) 堀尾ら：土木学会西部支部研究発表会概要集，1995

表-1 脆性度 (Br) と土質材料の関係

Br値	1	10	65
土質材料		コンクリート	硬岩
		軟岩	
		沖積・洪積粘土	
実験値		乾湿繰返し0回	
		乾湿繰返し10回	

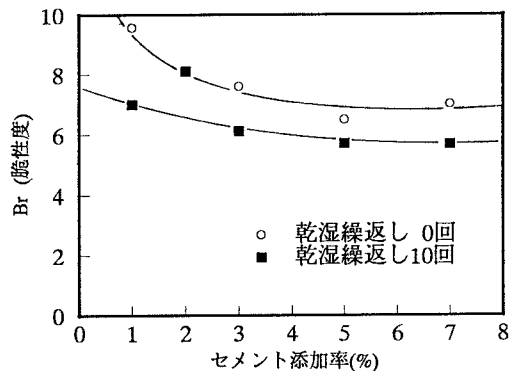


図-3 乾湿繰返しによるBr の変化

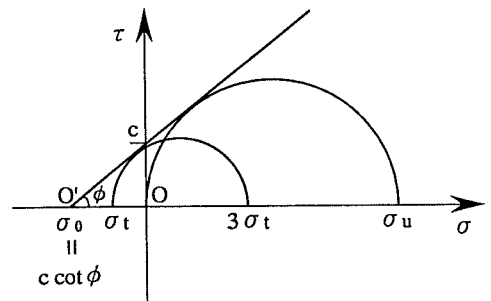


図-4 c , ϕ , σ_0 の決定

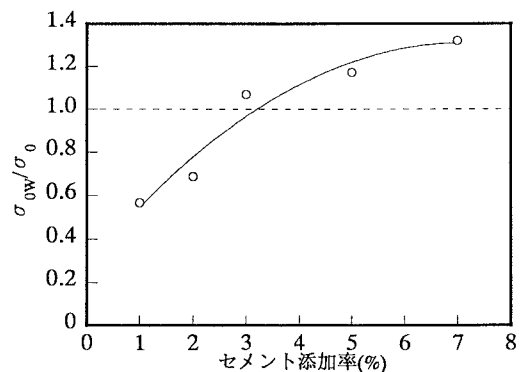


図-5 乾湿繰返しによる固結効果 σ_0 の変化