

生石灰で処理した細粒分土砂の含水比が $c \cdot \phi$ に及ぼす影響

明星大学 理工学部 正会員 矢島 寿一
元明星大学(現東日本旅客鉄道㈱) 倉嶋 宏汰郎

1. はじめに

砕石工場から採取される細粒分土砂とは岩石を採掘した後、岩石を粉砕して細くなった細粒分、砕石を水洗いした際に付着していた細粒分のことである。この細粒分土砂は砕石工場付近の河川や敷地に処分することができず、砕石工場ではその処分に苦慮している。そこで盛土や埋め戻し工事等に有効活用することが考えられている。細粒分土砂は水分を多く含んでいるため、天日干し、または生石灰を混入し含水比を低下させる方法が採用され、後に振動ローラ等を用いて締固めを行い使用されている。矢島ら¹⁾は細粒分土砂の基本的な物理特性を説明している。また、設楽ら²⁾は細粒分土砂単体の粘着力や内部摩擦角は図-1に示すように含水比に影響されることを説明している。しかし、生石灰を混入した細粒分土砂のせん断特性は説明されておらず、本研究では生石灰量を一定とし含水比を変化させた時のせん断特性の違いを検討している。

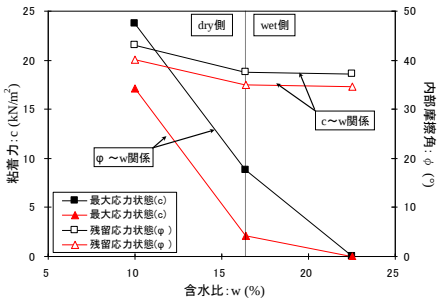


図-1 $c \cdot \phi$ と含水比の関係

2. 試験方法

(1)使用材料

本研究では、砕石工場から採取した細粒分土砂を使用した。密度、粒度、液性・塑性限界試験の結果を表-1に示す。含水比(w)を下げる材料として生石灰を使用した。

(2)配合および試験条件・方法

配合条件は表-2に示すように、生石灰量(C)は $C=30\text{kg/m}^3$ 一定とし、初期含水比(w_0)が異なる条件とした。三軸圧縮試験での拘束圧(σ'_c)は表-2に示すように $\sigma'_c=50\sim 200\text{kPa}$ と変化させ、圧密排水せん断試験(CD試験)を行った。

(3)供試体作成方法

乾燥した細粒分土砂と生石灰を混合し、所定の水を混ぜた後、恒温槽で24時間放置する。24時間後、突き固めによる土の締固め試験(JIS A 1210)に準じて突き固めを行った。その後、試料をモールドから脱型し、直径50mm、高さ100mmの供試体になるように成型した。

(4)生石灰配合後の供試体の物性値

生石灰配合後24時間経過した供試体作成時の含水比(w_1)、湿潤密度(ρ_t)、乾燥密度(ρ_d)、間隙比(e)、飽和度(S_r)を表-3に示す。これより、供試体作成時の含水比は恒温槽で養生したため初期含水比(w_0)に比べ低下している。

3. 生石灰を混合した細粒分土砂の応力ひずみ関係

細粒分土砂の初期含水比 $w_0=10\%, 16.4\%, 22.5\%$ の拘束圧(σ'_c)=150kPa時の軸差応力(q)と軸ひずみ(ϵ_a)の関係を図-2に示す。これより、軸ひずみ(ϵ_a)が増加するにつれ軸差応力(q)が増加し、最大応力に達した後、緩やかに減少し残留応力状態になり、生石灰を混合することによる効果がみられる。また、初期含水比(w_0)

表-1 細粒分土砂の物性値

土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	粒度分布 (%)					液性限界 w_L (%)	塑性限界 w_P (%)
	粗砂	中砂	細砂	シルト	粘土		
2.80	1.0	1.0	26.0	54.0	18.0	21.4	14.6

表-2 試験条件

生石灰:C (kg/m ³)	初期含水比: w_0 (%)	拘束圧: σ'_c (kPa)
30	10.0	50
		100
		150
		200
	16.4	50
		100
		150
		200
	22.5	50
		100
		150
		200

表-3 供試体の物性値

初期含水比: w_0 (%)	10.0	16.4	22.5
供試体作成時含水比: w_1 (%)	7.1	9.6	13.3
湿潤密度: ρ_t (g/cm ³)	1.79	1.84	1.86
乾燥密度: ρ_d (g/cm ³)	1.67	1.68	1.64
間隙比: e	0.67	0.67	0.71
飽和度: S_r (%)	29.6	40.3	52.7

Key Word : 細粒分土砂, 生石灰, 含水比

〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1 Tel. & Fax. 042-591-9649, E-Mail j-yajima@ar.meisei-u.ac.jp

が増加すると応力ひずみ関係の初期勾配や最大軸差応力、残留応力は低くなることがわかる。

4. 生石灰配合による含水比と粘着力・内部摩擦角の関係

(1) 含水比による粘着力への影響

粘着力(c)と供試体作成時の含水比(w_1)の関係を図-3に示す。図中には設楽ら²⁾が行った細粒分土砂単体での粘着力と含水比の関係もプロットしてある。これより、細粒分土砂に生石灰を混合すると最大応力状態での粘着力は細粒分土砂単体の粘着力よりも大幅に大きくなっており、生石灰を混合することによる効果がみられる。一方、残留応力状態での粘着力は最大応力状態での粘着力よりも小さく、細粒分土砂単体の粘着力に近いものとなる。そして、生石灰を混合した細粒分土砂は初期含水比が増加すると粘着力は減少する。これは、生石灰量を一定としており、含水比が増加すると生石灰の固結力が低下するためと考えられる。また、最大応力状態の粘着力よりも残留応力状態での粘着力の低下率が低いのは、最大応力状態は生石灰の固結力を表しているのに対し、残留応力状態は生石灰の固結力は既に破壊しているため、細粒分土砂単体に近い粘着力を表すためと考えられる。

(2) 含水比による内部摩擦角への影響

内部摩擦角(ϕ)と供試体作成時の含水比(w_1)の関係を図-4に示す。図中には設楽ら²⁾が行った細粒分土砂単体での内部摩擦角と含水比の関係もプロットしてある。これより、細粒分土砂に生石灰を混合すると最大応力・残留応力状態での内部摩擦角は細粒分土砂単体の内部摩擦角よりも小さくなっていく。これは、細粒分土砂単体の dry 側の内部摩擦角は締固めにより大きくなり、生石灰混合による固着力は粘着力を増加させるが、内部摩擦角は低下させる傾向を示すため、生石灰を混合した細粒分土砂の内部摩擦角は細粒分土砂単体の内部摩擦角よりも小さくなると考えられる。また、供試体作成時の含水比が増加すると内部摩擦角は減少しており、含水比による粘着力への影響と同様に、含水比が増加すると生石灰の固結力が低下するため内部摩擦角も低下している。そして、細粒分土砂単体の最大・残留応力状態の内部摩擦角は、 $w_1=16.4\%$ 以下の締固め曲線の dry 側では含水比の増加に伴い低下し、 $w_1=16.4\%$ 以上の締固め曲線の wet 側ではほぼ一定である。しかし、生石灰を配合した細粒分土砂の供試体作成時の含水比(w_1)は全て $w_1=16.4\%$ 以下の締固め曲線の dry 側になるため、最大応力・残留応力状態の内部摩擦角は含水比の増加に伴い低下し、細粒分土砂単体 $w_1=16.4\%$ 時の内部摩擦角に近づく傾向がみられる。

5. まとめ

本研究から以下のことについてわかった。

- (1) 細粒分土砂に生石灰を混合すると最大応力・残留応力状態での粘着力は細粒分土砂単体の粘着力よりも大きくなり、供試体作成時の含水比が増加すると粘着力は減少する。
- (2) 細粒分土砂に生石灰を混合すると最大応力・残留応力状態での内部摩擦角は細粒分土砂単体の内部摩擦角よりも小さくなり、供試体作成時の含水比が増加すると内部摩擦角は減少する。

【参考文献】1)矢島・村上・天野：碎石工場から発生する細粒分土砂の物性値とその改良効果，第52回地盤工学研究発表会，pp.439-440，2017

2)設楽・矢島：碎石工場から発生する細粒分土砂のせん断特性，第52回地盤工学研究発表会，pp.441-442，2017

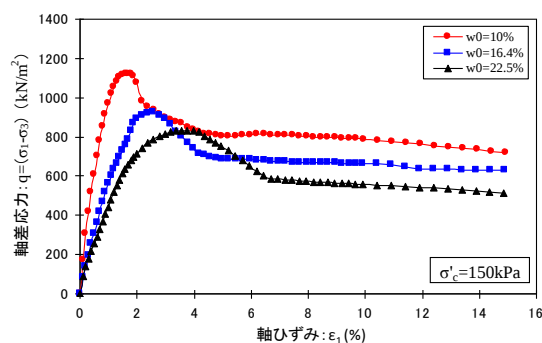


図-2 軸差応力と軸ひずみの関係

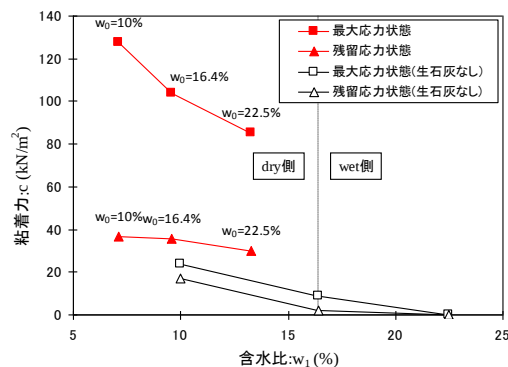


図-3 粘着力と含水比の関係

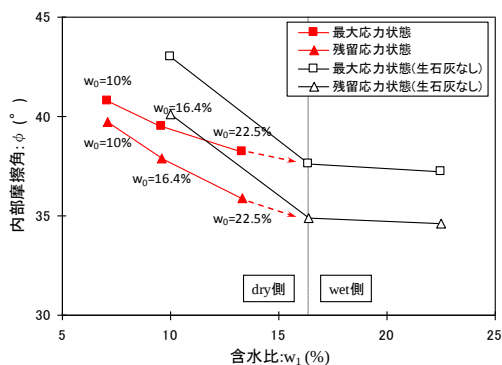


図-4 内部摩擦角と含水比の関係