

フォールコーン試験による石炭灰スラリーの含水比決定法

防衛大学校理工学研究科 学○中村史則

防衛大学校建設環境工学科 正 末次大輔

防衛大学校建設環境工学科 正 宮田喜壽

防衛大学校建設環境工学科 F 木暮敬二

1. はじめに

火力発電所等から排出される石炭灰を地盤材料として活用するためには、石炭灰で造成する地盤の安定性と周辺環境に対する安全性を検討する必要がある。石炭灰で力学的に安定な地盤の造成技術として、スラリー化して使用する方法の有効性が確認されている¹⁾。しかし、スラリー作製時の含水比（以後、スラリー含水比と呼ぶ）が石炭灰の力学特性に及ぼす影響については明らかにされていない。本研究では、産地の異なる3種類の石炭灰を用い、それぞれの石炭灰について、4種類のスラリー含水比で作製した供試体に対して非排水三軸圧縮試験を行い、せん断強度に及ぼすスラリー含水比の影響を調べた。そして、せん断強度が最も大きくなるときのスラリー含水比を、フォールコーン試験を利用して求める方法について検討した。

2. 実験概要および非排水三軸圧縮試験結果

本研究では、炭種の異なる3種類の新生灰（R灰、D灰、Y灰）を用いた。今回使用した石炭灰は土質分類ではシルトに分類され、非塑性（NP）を示す。石炭灰スラリーの作製方法は、石炭灰に所定量の蒸留水を2回に分けて加え、蒸留水を1回加える毎にミキサーで2分間攪拌した。石炭灰スラリーは含水量が多くなるにつれて、(a)団粒化する状態、(b)均一なスラリー状態、(c)水の分離が顕著になる状態へと変化していく。そこで、石炭灰の性状を上述の3つの状態に分類し、(a)の状態では1つ、(b)および(c)の状態では2つずつ、計5種類の石炭灰スラリーを作製した。三軸試験に用いる供試体の作製方法は、石炭灰スラリーを直径50mm、高さ100mmの型枠に流し込み7日間養生した。非排水三軸圧縮試験は、4ケースの等方圧密応力（ $p_0' = 49, 98, 196, 294 \text{ kPa}$ ）、軸ひずみ速度0.1%/minで行った。実験条件の詳細を表-1に示す。

R灰の圧密応力 $p_0' = 98 \text{ kPa}$ における軸差応力 $q (= \sigma_1' - \sigma_3')$ および過剰間隙水圧 Δu と軸ひずみ ε_a の関係を図-1に示す。ここに、 σ_1' は軸応力、 σ_3' は側圧である。スラリーで作製した供試体は正のダイレイタンスを示し、せん断抵抗はスラリー含水比 w_s によって異なる。(b)の状態で作製した供試体に関しては、 q が最大値を示した後、減少する挙動を示す。その他の石炭灰に関しても、同様の結果が得られた。最大の軸差応力をせん断強度 q_f とし、 $p_0' = 98 \text{ kPa}$ における各石炭灰の q_f と w_s の関係を図-2に示す。なお、せん断に伴い q が

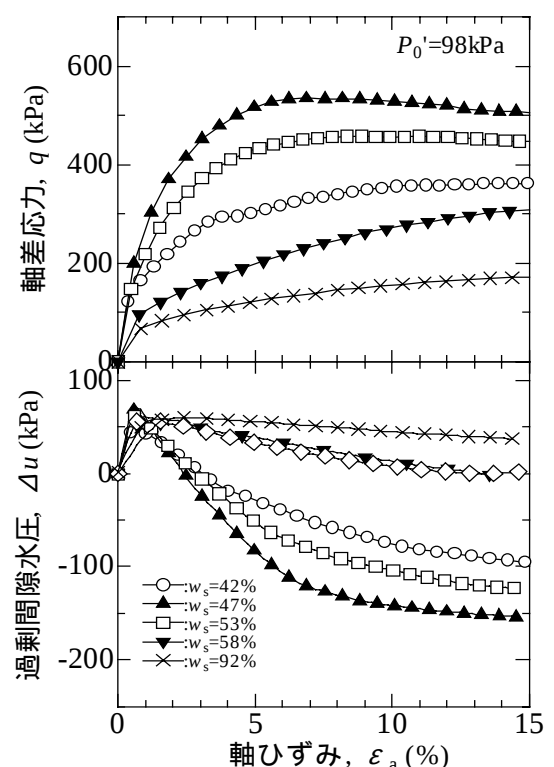


図-1 非排水三軸圧縮試験結果

し、せん断抵抗はスラリー含水比 w_s によって異なる。(b)の状態で作製した供試体に関しては、 q が最大値を示した後、減少する挙動を示す。その他の石炭灰に関しても、同様の結果が得られた。最大の軸差応力をせん断強度 q_f とし、 $p_0' = 98 \text{ kPa}$ における各石炭灰の q_f と w_s の関係を図-2に示す。なお、せん断に伴い q が

キーワード：石炭灰，スラリー，含水比，三軸圧縮試験，フォールコーン試験

連絡先：〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 TEL: 046-841-3810 FAX: 046-844-5913

表 - 1 実験条件

	R 灰	D 灰	Y 灰
粒子密度 ρ_s (t/m ³)	2.155	2.333	2.382
平均粒径 D_{50} (μ m)	10	26	30
均等係数 U_c	3.45	4.0	1.52
スラリー含水比 w_s (%)	42, 47, 53, 58, 92	21, 23, 25, 37, 46	36, 38, 40, 59, 70
圧密圧力 p_0' (kPa)	49, 98, 196, 294		
軸ひずみ速度 (%/min)	0.1		

単調に増加する供試体については, $\varepsilon_a=15\%$ 時の軸差応力を q_f とした. w_s によって q_f は異なり, 石炭灰の種類にかかわらず, 最大の q_f を示す w_s が存在する.

3. コーン貫入量と強度の関係

q_f を示す w_s を最適スラリー含水比 $w_{s\text{opt}}$ と定義し, フォールコーン試験を利用して石炭灰の種類に依存しない $w_{s\text{opt}}$ の決定方法について検討した. まず, それに先立って, 各石炭灰についてフォールコーン試験を行った. 本試験では, 予備実験の結果をふまえて, 20g プラスチック製の軽量コーンを用いた. 各石炭灰におけるスラリー含水比 w_s とコーン貫入量 d の関係を図 - 3 に示す. 今回の軽量コーンで行うことのできる範囲において, w_s と d の関係はそれぞれ直線で近似できる. 石炭灰の種類によって直線の位置や傾きが異なる. 同図において, 各石炭灰の $w_s - d$ 線上の Δ は図 - 2 で得られた $w_{s\text{opt}}$ を示している. 今回使用した3種類の石炭灰に関しては, $w_{s\text{opt}}$ に対応する d はすべて $15 \pm 2\text{mm}$ の範囲に入っている. これらの結果より, 20g コーンを用いたフォールコーン試験で, コーン貫入量 d が 15mm 程度となるように含水比を調整すれば, $w_{s\text{opt}}$ を決定することができると考えられる.

4. まとめ

本研究により得られた知見をまとめると次のようになる. (1) 石炭灰スラリーのせん断強度はスラリー含水比によって異なり, 最大のせん断強度を示すスラリー含水比が存在する. (2) フォールコーン試験を用いることで, 石炭灰の種類にかかわらず最適スラリー含水比を決定することができる.

参考文献

- 1) Kawasaki, H., Horiuchi, S., Akatsuka, M., and Sano, S.: Fly-Ash Slurry Island Construction in Hakucho Ohashi Project, J. of Material. Eng. Div., ASCE, 4(2), pp134-153, 1992.

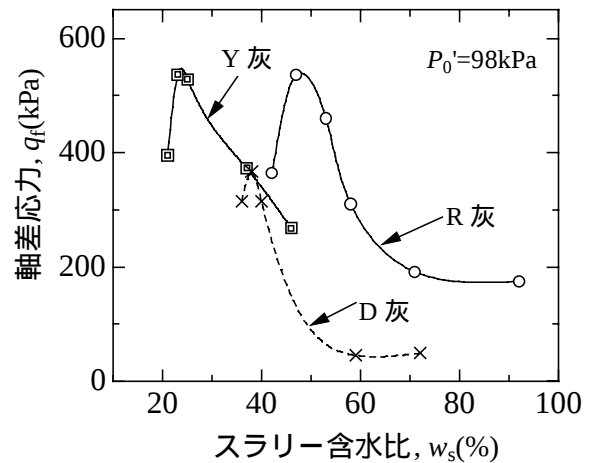
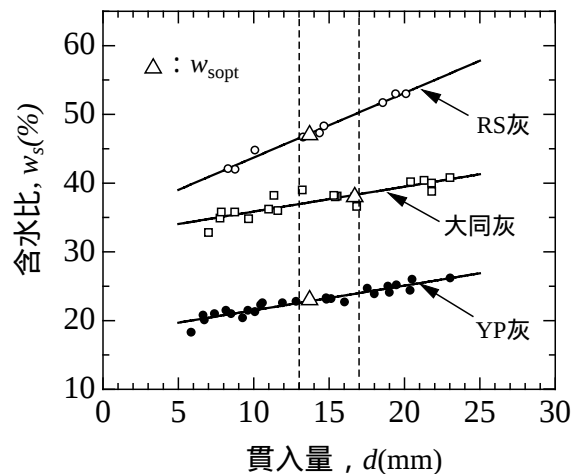
図 - 2 各石炭灰の q_f と w_s の関係

図 - 3 フォールコーン試験結果と最適含水比