

セメントを混合した石炭灰の一次元圧縮特性に及ぼす固化の影響

防衛大学校建設環境工学科 正○末次大輔 正 宮田喜壽
同 上 F 木暮敬二 学 中村史則

1. はじめに

産業廃棄物である石炭灰の更なる有効活用が必要であり，埋立材料として活用することが効果的であると考ええる．石炭灰を水中埋立柱材として使用するとき，事前に石炭灰にセメント等の固化材を添加して埋め立てると安定した地盤を造成できると考えられる．そのような地盤の安定性を評価する場合には，セメントを混合した石炭灰の沈降堆積した状態における力学的特性を把握しておく必要がある．本研究では，沈降堆積した石炭灰の一次元圧縮特性を調べるために，セメント添加量の異なる石炭灰供試体について一次元圧縮試験を行った．試験結果をもとに，一次元圧縮特性に及ぼす固化の影響について考察する．

2. 実験の概要

本研究で用いた石炭灰は，国内の火力発電所から排出された単灰燃焼灰（フライアッシュ）である．石炭灰の物理化学的性質は表 - 1 に示すとおりである．また固化材は普通ポルトランドセメントを使用した．一次元圧密試験に用いた石炭灰供試体は次のように作製した．内径 $\phi=80\text{mm}$ ，高さ $H=300\text{mm}$ のモールドに水を張っておき，事前に所定量のセメントを乾燥状態で混合した石炭灰を一定の投入速度でふるいを通して投入し沈降堆積させる．石炭灰の投入から 24 時間後，モールド内部の水を底部より十分に排出させる．その後，モールドを解体して堆積した石炭灰の中央部から一次元圧密試験に用いる供試体を採取し，直径 $\phi=60\text{mm}$ ， $H=20\text{mm}$ に成形した．一次元圧縮試験は標準圧密試験用の容器を用い，圧密荷重はペロフラムシリンダーで載荷した．圧密応力は 9.8kPa のから応力増加率 $d\sigma_v/\sigma_v=1$ の応力段階で 1254.4kPa まで載荷し，載荷時間は 6 時間とした．

表 - 1 石炭灰の物理化学的性質

粒子密度 ρ_s (t/m ³)		2.155
均等係数 U_c		3.45
平均粒径 D_{50} (μ m)		10
化学成分組成 (%)	SiO ₂	56.1
	Al ₂ O ₃	20.9
	MgO	7.1
	Fe ₂ O ₃	1.3
	CaO	9.8

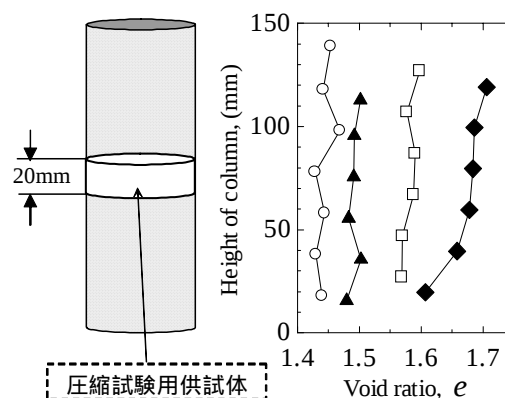


図 - 1 沈降堆積した石炭灰の間隙比分布

表 - 2 各供試体の初期間隙比

セメント量	0%	1%	3%	5%
初期間隙比 e_0	1.438	1.473	1.570	1.681

3. 実験結果と考察

3. 1 沈降堆積時におけるセメント混合石炭灰の状態

沈降堆積時における各供試体の高さ方向の間隙比分布を図 - 1 に示す．間隙比の値は若干ばらつくものの，各供試体の間隙比はどの高さにおいてもほとんど一定と見なせる．また，セメント添加量が多くなると，間隙比が大きくなる傾向にある．一次元圧縮試験に用いた供試体の初期間隙比は表 - 2 に示すとおりである．

キーワード：廃棄物，石炭灰，セメンテーション，一次元圧縮試験

連絡先：〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 Tel/Fax：0468-41-3810 / 0468-44-5913 e-mail：suetsugu@nda.ac.jp

3.2 試験結果

一連の一次元圧縮試験より得られる各供試体の間隙比 e と圧縮応力 σ_v の関係を図 - 2 に示す．各供試体においては，一般的な粘性土に見られるような $e - \log \sigma_v$ 関係を示す．ここで，各供試体について，降伏応力 σ_{vc} を求め，各供試体の σ_{vc} を比較したものを図 - 3 に示す．セメントを混合することによって，降伏応力が大きくなることがわかる．

各供試体の体積圧縮係数 m_v と圧縮応力 σ_v の関係を図 - 4 に示す．降伏応力より小さな応力域において，セメント無添加の m_v は，初期の载荷ステップでは最も小さいが，圧縮応力が大きくなるにしたがって m_v は大きくなる．一方，セメント 1%，3% の m_v は，圧縮応力が大きくなるにしたがって小さくなり，セメント 5% は， m_v はほとんど変化しない．次に，各供試体の圧縮指数 C_c を比較したものを図 - 5 に示す．セメントを混合することによって， C_c は小さくなるが，セメント量が多くなると C_c は大きくなっていく．

4. まとめ

得られた知見をまとめると以下ようになる．

- (1) セメント混合石炭灰の沈降堆積時の間隙比は，セメント量が多い石炭灰ほど大きくなる．
- (2) 降伏応力より小さな応力域では，セメント量が多い石炭灰ほど圧縮性は小さい．
- (3) 降伏応力より大きな応力域では，セメント混合した石炭灰の圧縮性は，セメントを混合しない場合よりも小さくなるが，セメント量が多くなるにしたがって大きくなる．

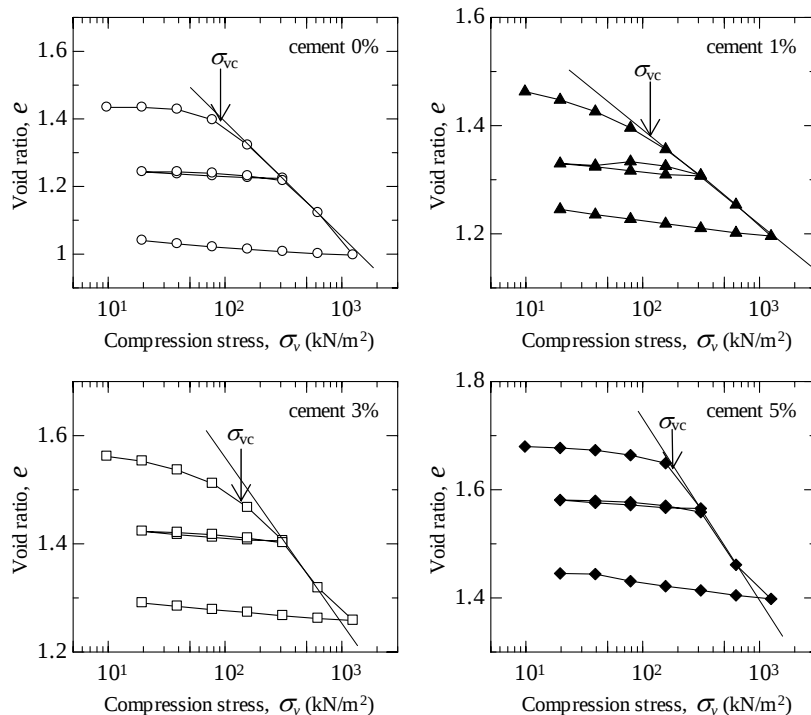


図 - 2 各供試体の $e - \log \sigma_v$ 関係

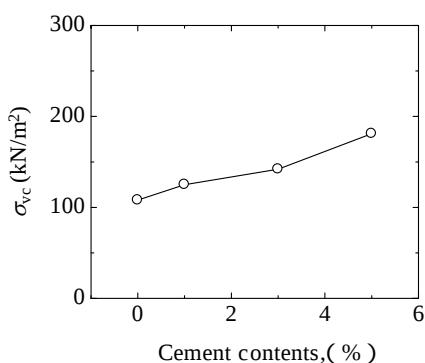


図 - 3 セメント混合による σ_{vc} の変化

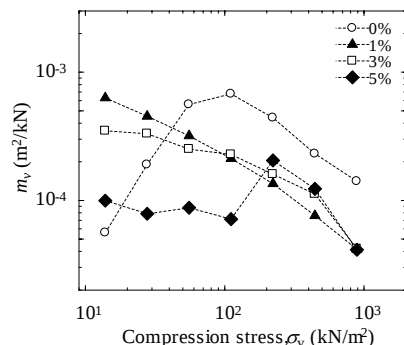


図 - 4 $m_v - \sigma_v$ 関係

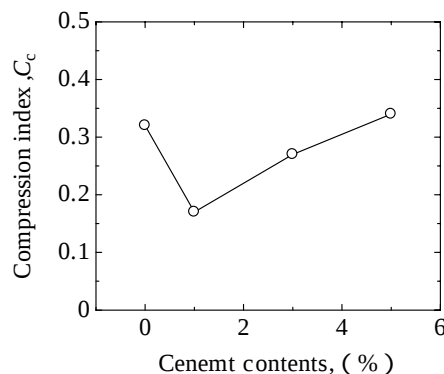


図 - 5 セメント混合による C_c の変化