

石炭灰のせん断強度の異方性に及ぼすセメント固化の影響

防衛大学校建設環境工学科 正 末次大輔 宮田喜壽 木暮敬二

1. はじめに

火力発電に伴い排出される石炭灰を今以上に有効活用することが必要である。石炭灰を地盤材料として用いる場合、セメント等の固化材を添加してせん断強度を増加させる方法がある。本研究では、石炭灰を水中埋立材として使用することを念頭において、水中で沈降堆積した石炭灰の力学的特性を明らかにすることを目的としている。本報では、事前にセメントを添加した石炭灰を沈降堆積させた状態において、せん断強度の異方性に及ぼすセメント固化の影響を調べるために、一面せん断試験を行いその結果について考察する。

2. 実験概要

2.1 試料の調製：今回の実験

においては、表 - 1 に示すような物理化学的性質を有する石炭灰を使用した。固化の程度を変化させるために、セメント添加率の異なる

3つの石炭灰試料を作製した。セメント添加率は石炭灰の乾燥質量に対し2%、3%とした。

2.2 供試体作製：セメントを添加した石炭灰を、水を張ったのモールド（内径150mm、高さ300mm）内で沈降堆積させて、その後堆積面（水平面）に対して切出し

し角度を変化させて供試体採取し、一面せん断試験用の供試体（直径60mm、高さ20mm）に成型した。

2.3 実験方法：今回の実験では、改良型一面せん断試験機を用いて非圧密非排水（UU）試験を行った。せん断方向は、図 - 1 に示すように沈降堆積時に受ける先行せん断応力と同じ方向にせん断する場合を主働せん断、その逆を受働せん断として¹⁾、切出し角度が同じ供試体について、2つのせん断方向でせん断試験を行った。せん断速度はせん断中にせん断箱の隙間から給排水を起こさないように8mm/minで急速に行った。実験条件をまとめたものを表 - 2 に示す。

表 - 1 石炭灰の物理化学的性質

比重	平均粒径 $d_{50}(\mu\text{m})$	均等係数 U_c	pH	化学成分(%)			
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO
2.155	10	4.0	10.2	66.4	23.8	3.6	1.4

表 - 2 実験条件

セメント添加率 (%)	0	2	3
初期間隙比 e_0	1.592	1.653	1.701
切出し角 $b(^{\circ})$	0, 30, 60, 90		
せん断方向	主働, 受働の2方向		
せん断条件	非圧密非排水 (UU) 試験		

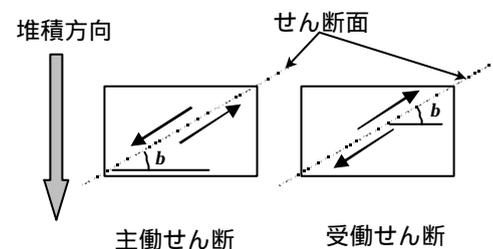


図 - 1 せん断方向の定義

3. 実験結果と考察

セメント添加率0%の供試体における、主働せん断および受働せん断時のせん断応力 t とせん断変位 D の関係をそれぞれ図 - 2 (a), (b)に示す。また、同様にセメント添加率3%の供試体の結果を図 - 3に示す。セメント添加率0%の供試体では、切り出し角度 b やせん断変位 D に関わらず、主働せん断時の t が大きくなる。 t の最大値をせん断強さ t_f として切り出し角度 b に着目すると、主働、受働に関わらず $b=60^{\circ}$ の時に最も大きな t_f を示す。一方、セメント添加率3%の供試体では、セメント0%の供試体と同様に全般的に主働せん断時の t が大きくなる。また、 t はせん断初期において急激に増加し、セメント0%の供試体よりも小さなせん断変位で最大値を示す。その後 t は急激に減少して、一定値に収束する。 t が最大値を示すまでは、せん断方向や b に関わらず t - D 関係はほとんど同じ形状を示す。次に、図 - 4は $t_f=0$ を原点として、水平軸となす角を切り出し角度 b 、半径方向に t_f の値をと

キーワード：石炭灰，セメンテーション，異方性，一面せん断試験

連絡先：〒239-8686 横須賀市走水1-10-20 TEL: 0468-41-3810 FAX: 0468-44-5913

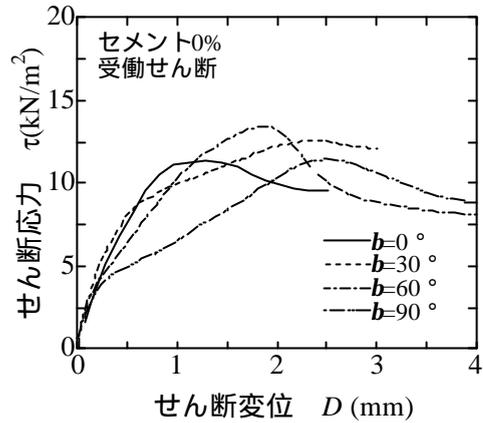
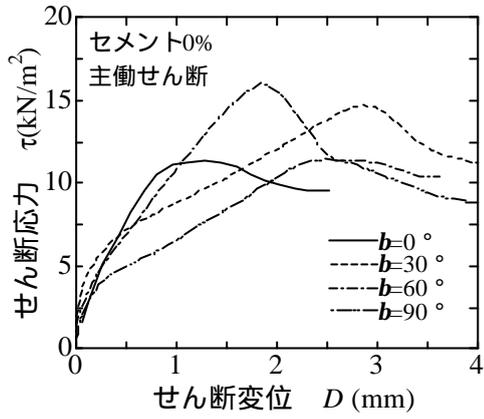


図 - 2 (a) セメント 0%の主働せん断における t - D 関係

図 - 2 (b) セメント 0%の受働せん断における t - D 関係

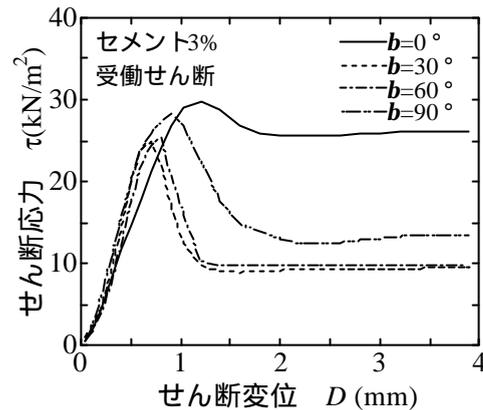
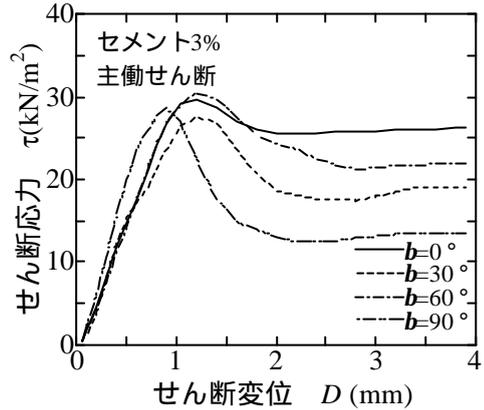


図 - 3 (a) セメント 3%の主働せん断における t - D 関係

図 - 3 (b) セメント 0%の受働せん断における t - D 関係

り、各供試体の b と t_f の関係を示したものである。なお、図に示す一点鎖線は $b=0^\circ$ 時の t_f の値を示す。セメント 0%の供試体は、主働、受働方向ともに b が変化すると t_f が大きくなる。セメント 2%の供試体の t_f は、主働せん断時には b が増加すると t_f は大きくなるが、受働せん断時には、 $b=0^\circ$ の t_f とほぼ同じ値となり、 b の影響はほとんど見受けられない。さらにセメント 3%の供試体になると、主働せん断時の t_f は b が変化しても $b=0^\circ$ の t_f よりも大きくなり、受働せん断時の t_f はすべての b において $b=0^\circ$ の t_f よりも小さくなる。したがって、セメントを添加することによって t_f の値は大きくなる。そして、セメント添加量が多い供試体ほど、 b が変化すると t_f の値は小さくなる。

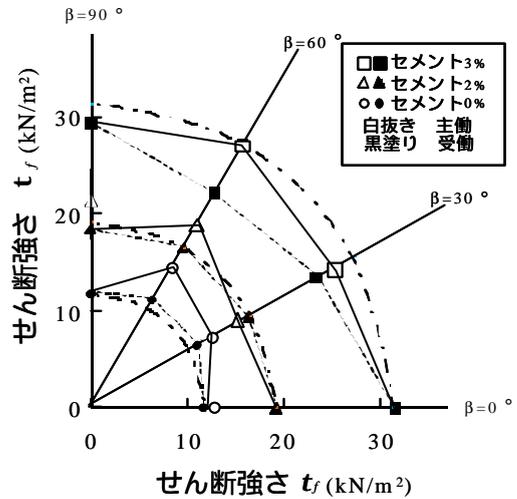


図 - 4 せん断強さ t_f と切出し角度 b の関係

4. まとめ

本研究より得られた知見をまとめると、以下ようになる。

- 1) セメント添加量の多い石炭灰ほど小さな変形量で明確なせん断応力のピークを示し、ピーク後に顕著なせん断応力低下を示す。
- 2) せん断応力の低下の程度は、 b に依存する。
- 3) セメントを添加することによって異方性の程度が変化する。

参考文献

- 1) 三笠正人, 高田直俊, 大島昭彦: 一次元圧密粘土と自然堆積粘土の非排水強度の異方性, 土と基礎, Vol.32, No.11, pp.25-30, 1984.