

## 製鋼スラグと建設残土を 混合した地盤材料の 一軸圧縮時の力学特性について

第8回 技術交流会 20181210  
国土交通省関東地方整備局  
横浜港湾空港調査事務所

東京理科大学 菊池喜昭

### 研究背景(概要)

- 埋立材料の不足
  - ・維持浚渫・・・将来的な浚渫土処分場の不足
  - ・需要と供給のアンバランス
- 大量の建設発生土
  - ・首都圏における大規模工事，大深度の地下工事
- カルシア改質土の開発
  - ・製鋼スラグと浚渫粘土を混合することで硬化
- 建設発生土を良質な埋立材料として利用できないか?
  - ・シールド汚泥+製鋼スラグ⇒良質埋立材料?

### 研究背景(建設汚泥)

#### 気泡シールド工法

泥土圧シールドにおいて，作泥土材の代わりに，**特殊起泡材**で作られた気泡を切羽等に注入しながら掘削する工法。



(大林組HP)

**特徴**

- ・掘削土の流動性を高める。
- ・気泡が消泡すると地山に近い性状になる。

**問題点**

- ・掘削により発生する建設汚泥には，**起泡剤などの添加材**が含まれている。
- ➡有効利用があまり行われていない。
- 利用用途の開発が求められる。

### 研究背景(製鋼スラグ)

#### 製鋼スラグ

鉄を製造する際に出る産業副産物

**特徴**

- ・砂礫状材料
- ・水硬性

**現在の利用用途**

- ・路盤材
- ・地盤改良材等

**水硬性を利用した利用用途の拡大**



### 研究背景(カルシア改質土:1)

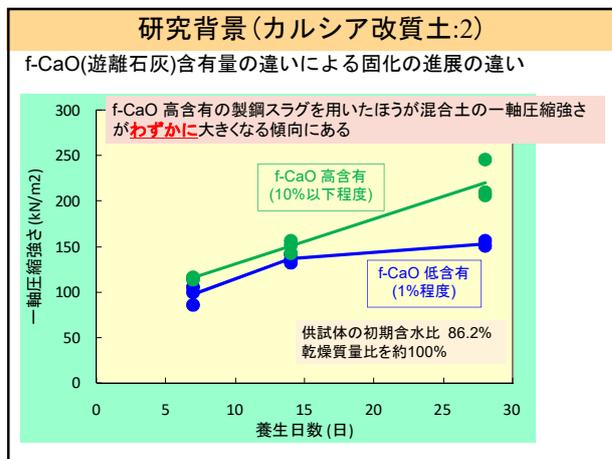
#### 従来の研究

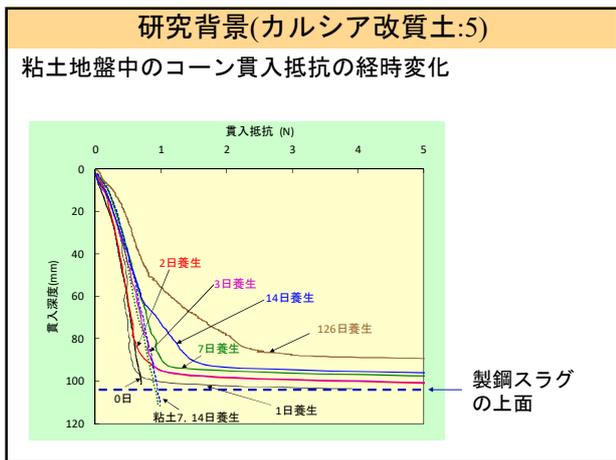
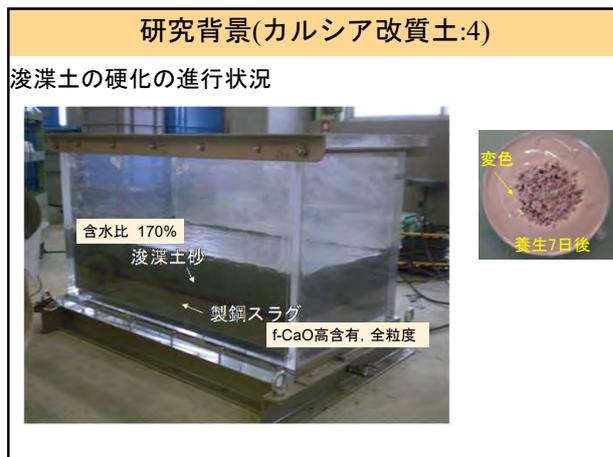
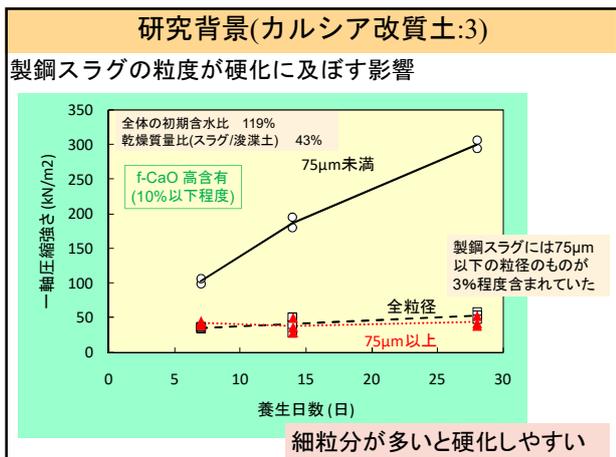
浚渫土 + 製鋼スラグ

- ・浚渫粘性土と転炉系製鋼スラグを混合すると混合材料が固化
  - ・製鋼スラグ中のCaと浚渫土のSiが溶出し，水と反応して水和物を生成することにより強度発現効果が得られる



バックホーによる攪拌状況      攪拌終了後の状況





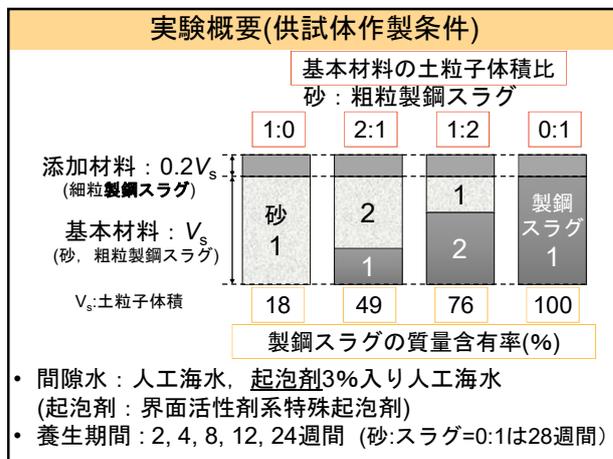
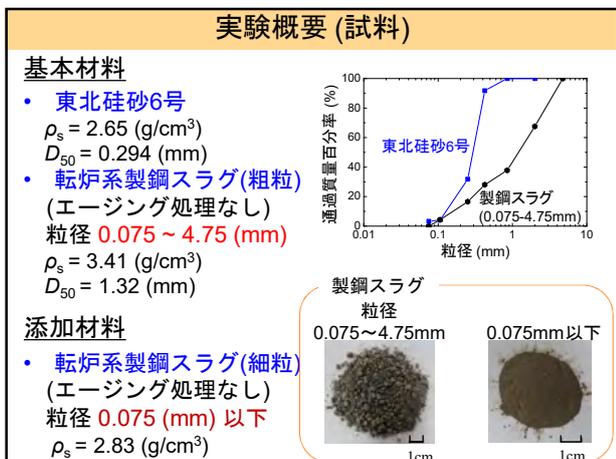
### 研究背景・目的

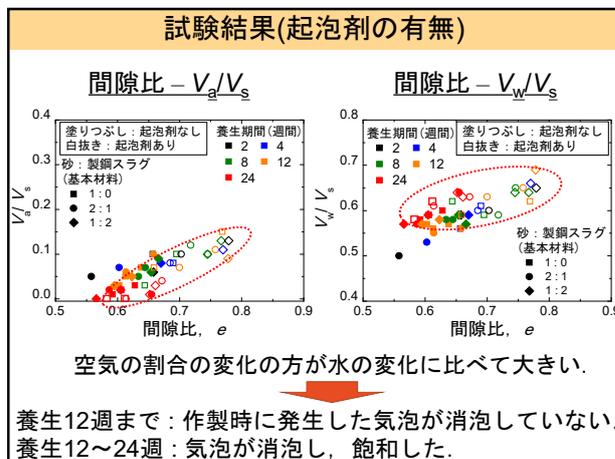
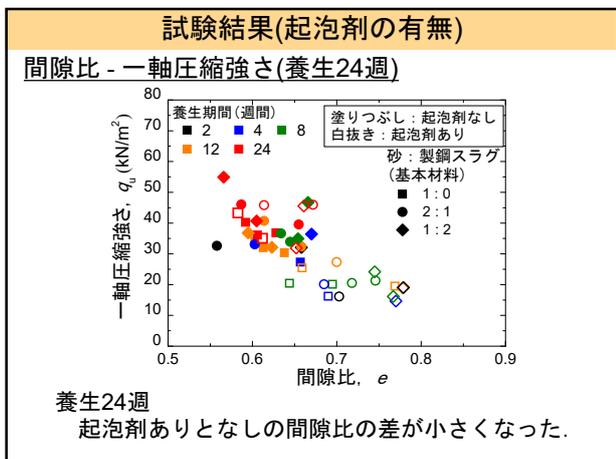
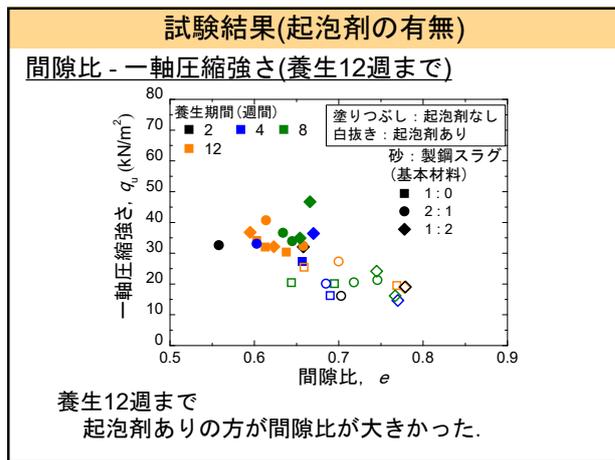
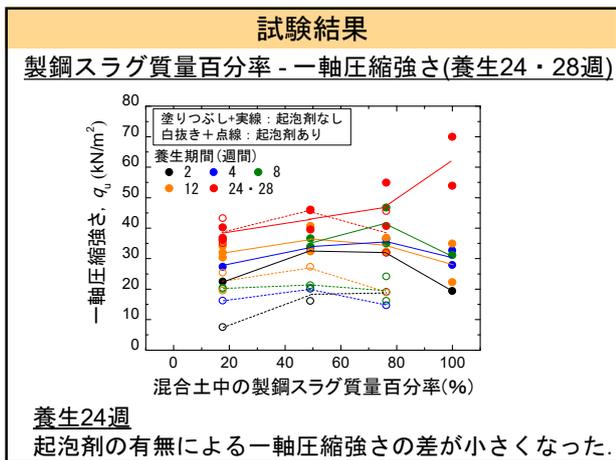
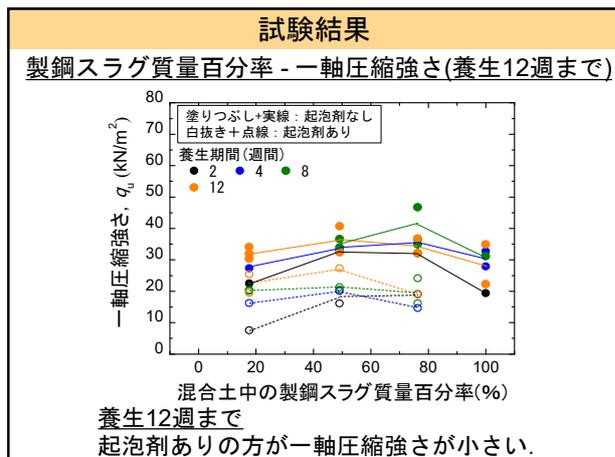
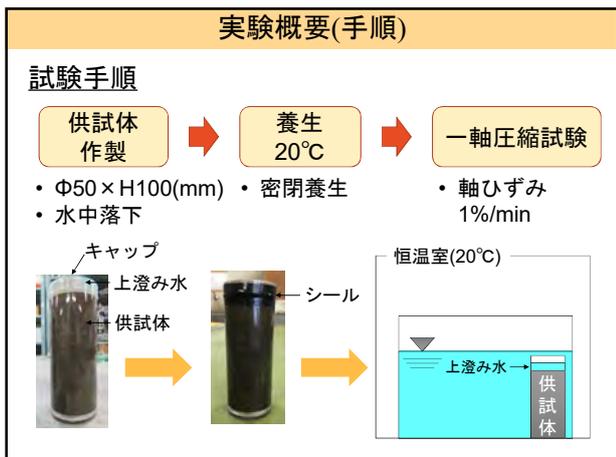
**従来の研究**  
カルシア改質土(浚渫粘土+製鋼スラグ)は2つの材料を混合することで、浚渫粘土のせん断強さを改善することで品質改善された。

建設汚泥に製鋼スラグを混合して強度改善を図ることができないか。

**目的**  
気泡シールド工法で発生する建設汚泥と製鋼スラグの混合土の力学特性の検討する。

➡ ここでは、発生直後の建設汚泥と製鋼スラグ混合土における起泡剤のせん断強さへの影響を一軸圧縮試験で検討





まとめ

起泡剤の影響

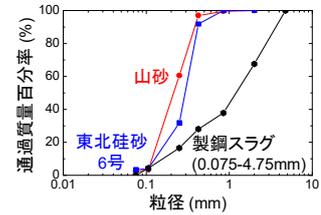
- 間隙水に起泡剤を入れた方が、強度が小さくなる。
- 起泡剤を間隙水に混合することで、気泡ができて、間隙比が上昇し、それにより強度低下が起こる。
- 起泡剤ありの間隙比が大きいのは、気泡が発生したことによるものであると考えられる。



気泡シールド工法による建設汚泥を製鋼スラグと混合する際は、低強度な場合、気泡が発生することにより養生初期の強度低下が起こる可能性がある。

実験概要 (試料)

砂の違いによるせん断強さの違い



基本材料

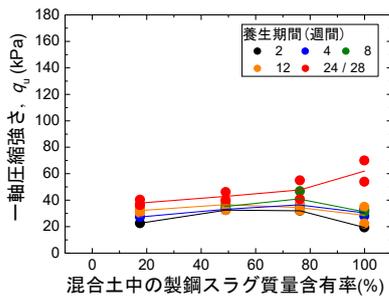
- 砂
  - 東北砂6号  $\rho_s = 2.65 \text{ (g/cm}^3\text{)}$
  - 山砂  $\rho_s = 2.72 \text{ (g/cm}^3\text{)}$
- 転炉系製鋼スラグ (エージング処理なし) 粒径 0.075 ~ 4.75 (mm)  $\rho_s = 3.41 \text{ (g/cm}^3\text{)}$   $D_{50} = 1.32 \text{ (mm)}$

添加材料

- 転炉系製鋼スラグ (エージング処理なし) 粒径 0.075 (mm) 以下  $\rho_s = 2.83 \text{ (g/cm}^3\text{)}$

試験結果 東北砂(既出)

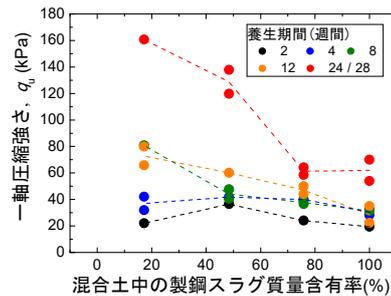
製鋼スラグ質量含有率 - 一軸圧縮強さ



- スラグ含有率によるせん断強さの違いがあまりない。
- 養生によるせん断強さの増加があまり見られない。

試験結果 山砂

製鋼スラグ質量含有率 - 一軸圧縮強さ



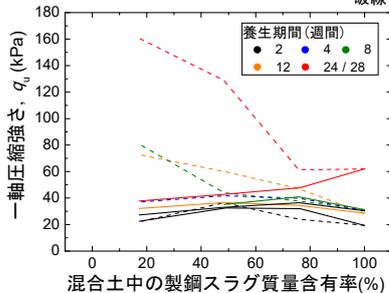
- 製鋼スラグ混合率が低いほどせん断強さが大きい。
- 養生によるせん断強さの増加が顕著である。

試験結果 山砂・珪砂(平均値)

7/9

製鋼スラグ質量含有率 - 一軸圧縮強さ

実線: 珪砂  
破線: 山砂



山砂はスラグの混合率が少ないほうがせん断強さが大きい。  
珪砂はスラグの混合率によるせん断強さの違いが少ない。

まとめ

2種類の砂を用いて、製鋼スラグと混合した際の、製鋼スラグ質量含有率が一軸圧縮強さに与える影響を検討した。

	せん断強さ	砂のせん断強さへの効果
珪砂	スラグ混合率の違いによる違いは少ない	砂によるせん断強さの増加傾向は少ない
山砂	スラグ混合率が低いほうが高い	せん断強さを高める

砂の種類により、せん断強さが発現しやすい条件が異なる

### これまでの結論

- 砂系の地盤材料であっても、製鋼スラグの細粒分を添加することでせん断強さが強くなることから、地盤材料の性質を改善できる。
- 砂と製鋼スラグを混合した材料に気泡が含まれているとせん断強度が低下する恐れがある。
- 気泡剤の存在が原因となってせん断強さが低下する恐れは少ない。
- 砂とスラグを混合した地盤材料であっても、砂の種類の違いによって、混合率に対するせん断強さの増加傾向には違いがある。