

ブース番号	39	分野	災害対応
問合せ先	所属・氏名 環境学研究科 西垣 誠 Tel 086-251-8164 Fax 086-251-8164 E-mail n_makoto@cc.okayama-u.ac.jp		
テーマ	地震時の地盤の液状化はこうして守れる ー砂質地盤への1~2 $\mu$ mの極超微粒子セメントの注入ー		
研究ステップ	基礎研究	①	2 3 4 5 応用研究
共同研究 希望先企業			

### 【研究の概要と特徴】

#### ■地盤の液状化による被害

我が国の国土は急峻かつ狭小であることから、人口は軟弱地盤の平野部や埋め立て造成地に密集しています。また、地形・気候条件から地下水位は常に高い状態にあります。このような条件下では、地震発生時に地盤が液状化し、構造物の沈下・倒壊やライフラインの途絶など甚大な被害に至る場合があります。



入船地区



舞浜の傾くバス停

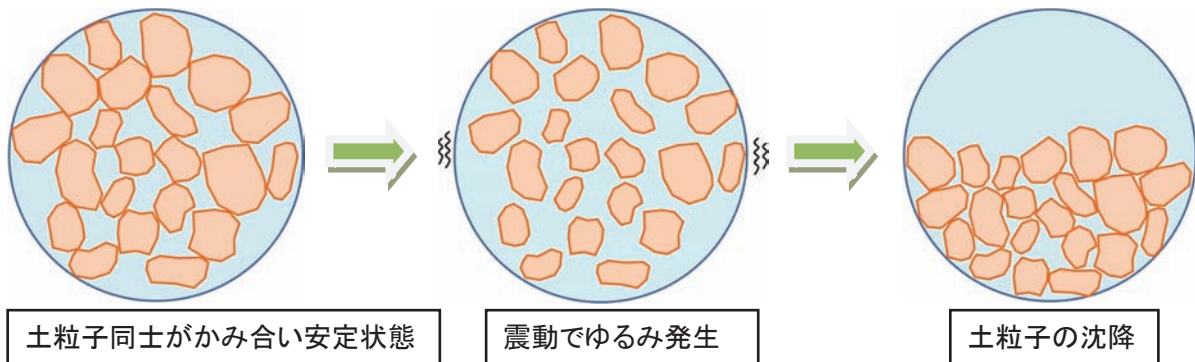
(浦安市液状化対策技術検討調査委員会:東日本大震災への対応より引用)

ブース番号	39	分野	災害対応
-------	----	----	------

テーマ 地震時の地盤の液状化はこうして守れる  
 -砂質地盤への1~2μmの極超微粒子セメントの注入-

■液状化のしくみ

地盤は土粒子同士のせん断抵抗で安定な状態を維持していますが、地震発生時はせん断力が低下し、地盤が液体のような挙動することによって、地盤沈下や噴砂に至ります。



■従来の既設構造物直下の液状化対策工法

構造物の耐震補強は比較的容易に施工できることから対策が進められていますが、既設構造物直下の地盤補強は確固たる工法が確立されていません。このため、災害発生時に避難場所となる重要構造物であっても十分な対策が施されていない場合があります。

既設構造物直下の液状化対策は浸透固化処理工法や高圧噴射攪拌工法が用いられています。しかし、浸透固化処理工法に用いられる薬液は、浸透性に優れていますが、改良強度が小さく、改良地盤の長期耐久性の不確かさが指摘されています。また、高圧噴射攪拌工法は、高い改良強度を発現しますが、重機を使用して地盤を攪拌する施工方法であることから構造物直下の改良や都市部のような狭隘な土地の改良が困難であるなどの課題があります。

項目	浸透固化処理工法	高圧噴射攪拌工法
液状化地盤の改良機構	間隙内に薬液が浸透し、ゲル状物質を生成することで、せん断力増加	地盤内でセメントスラリーを高圧で噴射し、混合攪拌することで土粒子を結合
一軸圧縮強さ	<b>低強度</b> ( $10^2 \text{kN/m}^2$ )	高強度 ( $10^3 \text{kN/m}^2$ )
長期耐久性	<b>成分の溶脱による変質に注意が必要</b>	適
地盤変位	小さい	<b>改良対象地盤によっては注意が必要</b>
狭隘部での施工	適	<b>不適</b>
構造物直下の施工	適	<b>不適</b>

(赤字は工法の課題を示す)

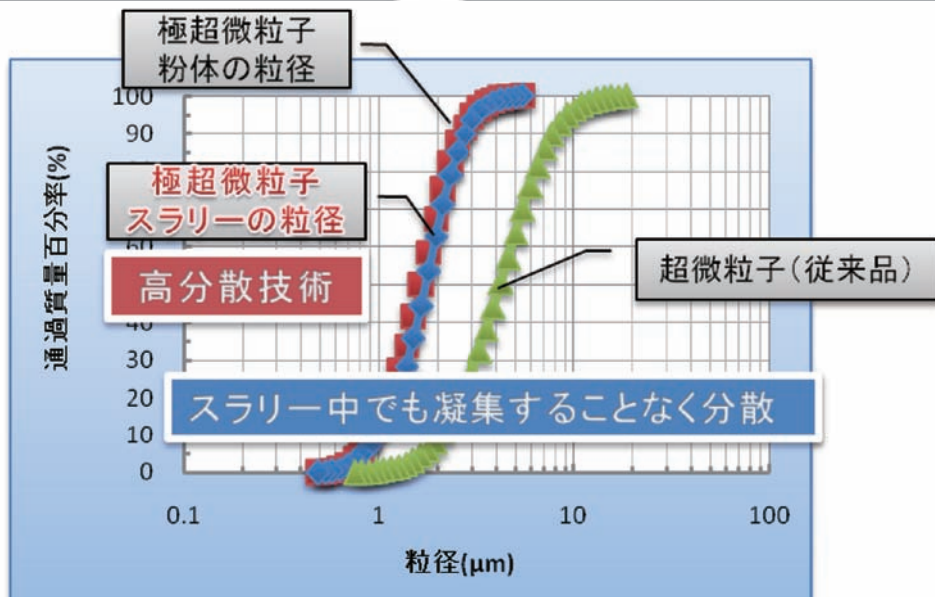
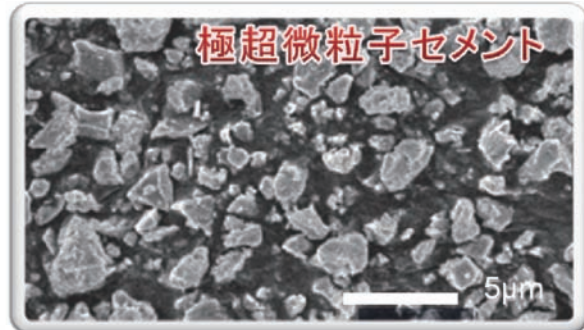
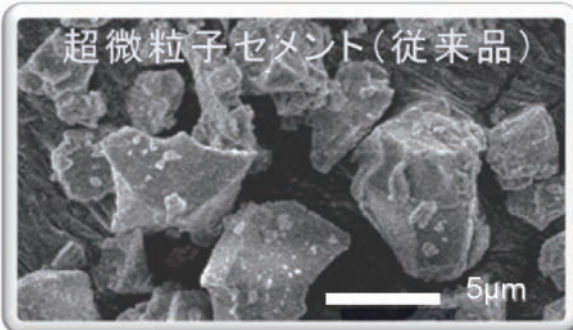
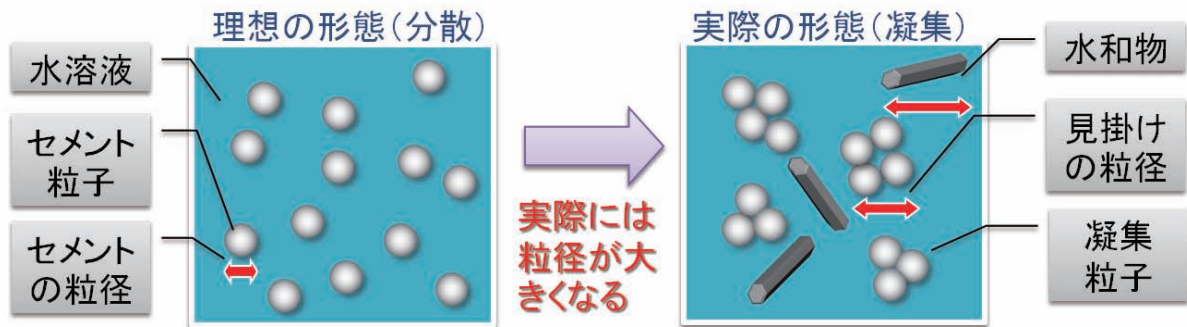
ブース番号	39	分野	災害対応
-------	----	----	------

テーマ 地震時の地盤の液状化はこうして守れる  
 -砂質地盤への1~2μmの極超微粒子セメントの注入-

■セメント系注入材の高浸透性化ー極超微粒子セメントー

ダム・トンネルなど長期的な地盤補強や遮水性が求められる場合は、一般的にセメント系材料が使用されます。しかし、最も浸透性に優れる4μm程度の超微粒子セメントであっても、適用可能な地盤は透水係数 $k=1 \times 10^{-4}$ m/sまでとされています。また、浸透性の改善を目的に単純にセメントの粒径を小さくした場合、このようなセメントは実際に現場で使用する水とセメントからなるセメントスラリー中で凝集や水和反応によって粒径が大きくなり、逆に浸透性は低下します。

そこで、本研究では高性能分散剤の使用による凝集抑制と凝集粒子の解砕ならびに水和反応を制御することで、高浸透性の極超微粒子セメントを開発しました。



ブース番号	39	分野	災害対応
-------	----	----	------

テーマ	地震時の地盤の液状化はこうして守れる —砂質地盤への1~2 $\mu$ mの極超微粒子セメントの注入—
-----	--

### ■極超微粒子セメントの注入による液状化対策

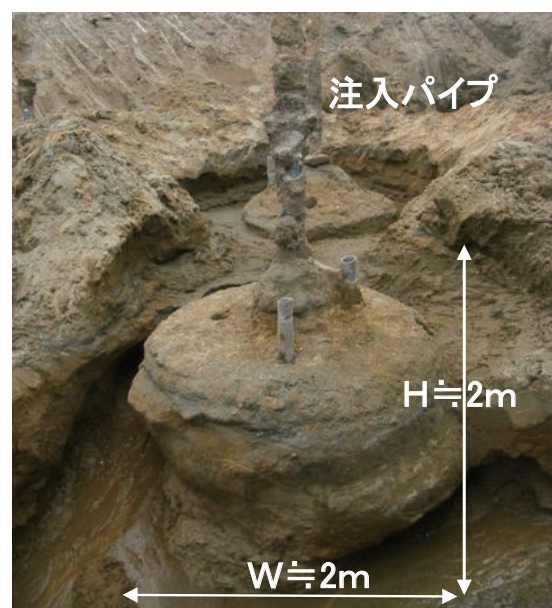
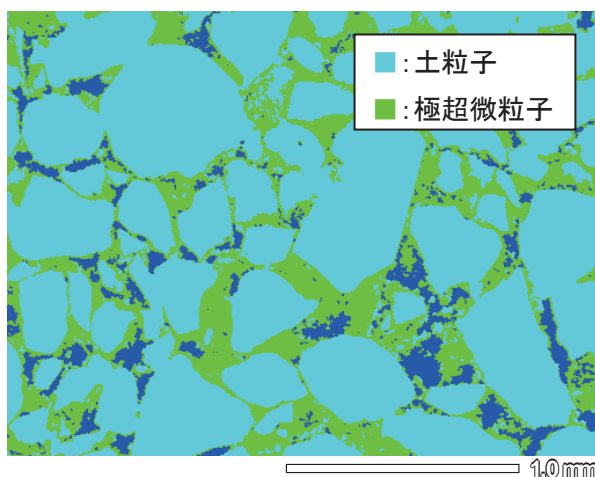
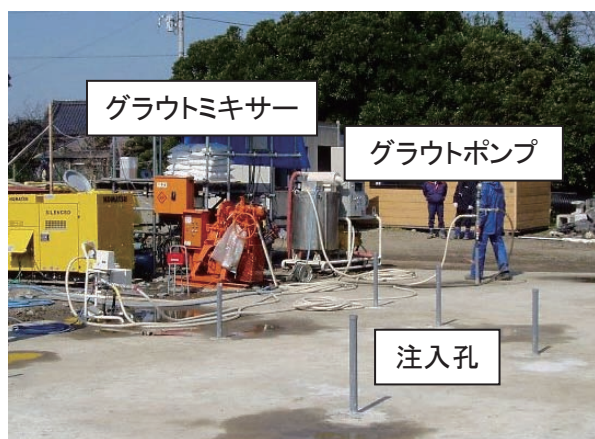
浸透性に優れた1~2 $\mu$ mの極超微粒子セメントを地盤間隙内に浸透注入することで、土粒子を結合し、地盤を強固に補強できます。この工法の特徴は以下のとおりです。

工法の特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 低圧で注入することから地盤変位が小さい。</li> <li>■ 改良後の地盤は高強度であり、長期耐久性に優れる。</li> <li>■ 施工機材は小規模であることから狭隘な場所でも施工できる。</li> <li>■ 自在ボーリングと組み合わせることで構造物直下の改良ができる。</li> </ul>
-------	--

### ■実地盤での注入実験による適用性検討

本工法の液状化対策工法への適用性を確認する目的で、透水係数  $k=1 \times 10^{-5}$  m/s の実地盤に注入を行いました。得られた成果は以下のとおりです。

成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 砂質地盤へ浸透注入できることが確認できた。</li> <li>■ 掘削により、直径約2mの球状改良体が確認できた。</li> <li>■ SEMによる観察から土粒子を結合していることが確認できた。</li> <li>■ 改良体の強度は3000kN/m<sup>2</sup>以上であった。</li> </ul>
----	--

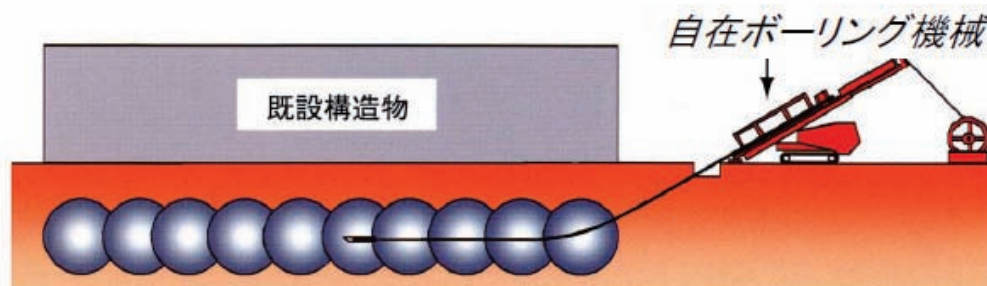


ブース番号	39	分野	災害対応
-------	----	----	------

テーマ	地震時の地盤の液状化はこうして守れる —砂質地盤への1~2 $\mu$ mの極超微粒子セメントの注入—
-----	--

【産業界へのアピールポイント】

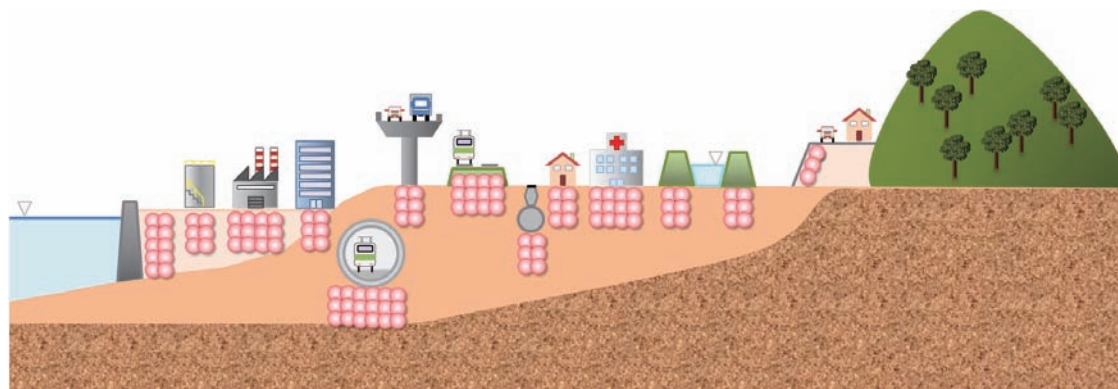
これまで課題であった重要構造物などの基礎地盤の補強が、極超微粒子セメントを地盤内に浸透注入することで可能となります。セメント系注入材であることから、構造物の供用期間中は地盤補強効果を維持できます。



(CURVEX工法研究会: 自在ボーリングを用いた地盤改良工法「カーベックス工法」, パンフレットより引用)

【想定される用途】

- 病院・学校・役所など重要構造物の基礎地盤補強
- 盛土や埋め立て造成地の基礎地盤補強
- 液状化地盤上に建設された住宅の基礎地盤補強
- ライフラインなど地下埋設物の浮き上がり防止
- 避難経路となる道路・鉄道の不陸発生防止と周辺斜面・のり面の崩壊防止
- 鉄道・道路の橋脚基礎の地盤補強
- 堤防・護岸・盛土の崩壊防止
- 重要文化財などの基礎地盤補強
- 地下鉄・地下トンネルなど地下構造物周囲の地盤補強と遮水性向上
- 救援物資の輸送経路となる道路・空港・港湾の地盤補強
- ガス・石油タンク基礎の地盤補強



【特許等知的財産】

- 【特許公開:2007-238925】超微粒子注入材組成物
- 【特許公開:2007-238428】極超微粒子注入材組成