

(別紙 2)

建設技術研究開発費補助金総合研究報告書

1. 研究課題名 既存建物下の局部地盤改良を可能にする極超微粒子セメントを利用したセメント浸透固化型液状化対策工法の技術開発

2. 研究期間 平成26年度～平成27年度

3. 代表者及び研究代表者、共同研究者

代表者	塚本 良道	東京理科大学・教授
研究代表者	塚本 良道	東京理科大学・教授
共同研究者	金沢 智彦	日鉄住金セメント株式会社・課長研究員
共同研究者	瀬古 一郎	中央開発株式会社・代表取締役社長
共同研究者	西江 俊作	中央開発株式会社・技術センター長
共同研究者	西原 聡	中央開発株式会社・東京支社長
共同研究者	王寺 秀介	中央開発株式会社・技術開発部長
共同研究者	橋本 和佳	中央開発株式会社・技術部長
共同研究者	兵動 太一	東京理科大学・助教

4. 補助金交付総額

39,070,000円

5. 研究・技術開発の目的

東日本大震災における関東地方の広範囲な地域で発生した地盤の液状化現象により、社会基盤施設や戸建て住宅などに大きな被害が生じた。これを受けて、各自治体では液状化対策の検討が進められているが、液状化対策工法に求められる要件が増えており、様々な要件に見合った個別の液状化対策工法の供給が望まれている。既往の造成宅地の耐震対策に関する地盤工学会の委員会報告によると、液状化層上面から厚さ3m程度の改良により、液状化によるめり込み沈下は15mm程度に抑制できるとされている。しかし、現状のセメント混合表層改良は更地に適用可能であるが、既設の戸建て住宅の下3mを高品質で確実に改良できる有効な液状化対策方法は未だ確立されていないのが実情である。

本研究開発は、既設建物下の局所的な地盤改良が可能で、狭隘な場所でも施工可能な高品質・高強度の液状化対策工法の技術開発を目的とする。具体的には、既設戸建て住宅基礎の液状化対策として、従来工法では施工が困難であった狭隘な場所での施工が可能であり、従来工法より廉価な、平均粒径1.4 $\mu$ mの極超微粒子セメントを利用したセメント浸透固化による液状化対策工法の実用化を目指した技術開発を目標とする。本工法は、産業廃棄物として問題となる排泥処理を要しないため、コスト縮減・環境負荷の面で、有意なものである。

本研究開発における、個別の技術開発項目と検討事項は以下のようである。

- (1) 適用可能な地盤条件・最適な材料・注入条件
  - ・適用可能な地盤条件の評価
  - ・最適な材料・注入条件の検討
  - ・改良体強度の評価
- (2) 高品質で確実に改良できる施工方法・評価方法
  - ・本工法の適用可否を判断する事前地盤調査方法の確立
  - ・高品質で確実に改良できる施工方法の確立
  - ・狭隘な場所での施工を可能にする小型注入機の開発・施工方法の確立
  - ・改良範囲を確認するための事後地盤調査方法の確立
  - ・改良効果を定量評価するための解析手法の検討

## 6. 研究・技術開発の内容と成果

本工法の技術開発にあたり、室内実験・現場実験及び数値解析による検討を行なった。

また、各検討の節目において委員会形式で産官学の学識経験者との意見交換を行い今後の検討課題等について議論した。以下に検討成果を示す。

### (1) 室内浸透固化試験による適用可能な地盤条件・最適な材料・注入条件の検討

適用可能な地盤条件・最適な材料・注入条件の検討を目的として、一次元および二次元の室内注入試験を実施し、適用可能な地盤条件・最適な材料・注入条件の検討を模索した。

一次元注入（定圧）試験は、内径 $\Phi$ 6cm、長さ12cmの亚克力ルモールドを積み重ねて、60～80cmの多層モールドとして、細粒分含有率を $F_c=0\sim 20\%$ に変化させた東北珪砂を準備し、湿潤締め法により作成し、供試体を通水・飽和させた。その後、一定注入圧（100～150kPa）のもと、セメントミルク（ $w/c=800\sim 1600\%$ ）の注入を行ない、供試体末端からの排出水量を計測した。

セメントミルクの浸透の促進を図る方法として、4つの方法を試みた。一つ目は、供試体末端に吸水圧を付加する揚水工法、二つ目はセメントミルクの浸透量に変化がなくなってきた段階で、真水を注入することにより供試体内にすでに入っているセメントミルクの浸透を再度促進させる途中通水工法、三つ目はダブルパッカーで注入深度を区切るダブルパッカー注入工法、四つ目は注入孔を脈動させながら注入する動的注入工法である。

一次元注入（定流量）試験は、内径 $\Phi$ 5cm、長さ100cmの亚克力ルモールドに対して、1層5cm毎に $n=45\%$ となる7・8号混合東北珪砂を投入し締め固める。これを計20回繰り返して100cmの試験体を作成した。作成した試験体に通水し、飽和させた後、注入圧と排出水量を計測し透水係数を算出した。注入側はセメントミルクを $q=300\text{mL}/\text{min}$ で圧入し、排出側は $v=0$ または $-50\text{kPa}$ の圧力で吸引した。試験時は注入側および排出側の流量と圧力を計測した。

二次元注入（定流量）試験は、幅 $W100\text{cm}\times$ 高さ $H100\text{cm}\times$ 厚さ $D10\text{cm}$ の土槽に対して、1層25cm毎に $n=45\%$ となる水を入れ、次にいわき7号珪砂を空気が入らないようゆっくりと投入し25cmの高さに締め固めた。これを計4回繰り返して100cmの試験体を作成した。作成した土槽に $500\text{mL}/\text{min}$ で通水し飽和させた。注入側は $W/C=800\%$ のセメントミルクを $q=500, 1000\text{mL}/\text{min}$ で圧入し、排出側は初期水位差0, 100, 200cmのいずれかになるよう調整した。注入時は注入側の流量と圧力を計測し、注入後は浸透距離を記録した。

以下、室内実験の成果を示す。

#### ①適用可能な地盤条件の評価

適用可能な地盤条件を検討するために、細粒分含有率（ $F_c$ ）を $F_c=5\%, 10\%, 15\%, 20\%$ と変化させた地盤材料を作成し、一次元注入（定流量）試験を実施した。図-1に細粒分含有率を変化させた場合の浸透距離を示す。 $F_c=5\%, 10\%, 15\%$ では、100cm以上浸透できることが確認でき、 $F_c=20\%$ は95cm程度の浸透できることを確認できた。

よって、本工法は、 $F_c=20\%$ 以下の地盤に適用できることが確認できた。

#### ②最適な材料・注入条件の検討

注入材料と注入条件の影響を把握するために、水セメント比を $W/C=800\%, 1200\%$ と変化させた場合と、吸引圧を0,  $-50\text{kPa}$ と変化した場合の一次元注入（定流量）試験を実施した。図-2に水セメント比と吸引圧を変化させた場合の浸透距離を示す。細粒分含有率は $F_c=20\%$ である。水セメント比は800%の方が、浸透距離が長くなることが確認できた。また、吸引圧は $-50\text{kPa}$ で吸引する方が、若干浸透距離が長くなることが確認できた。また、セメントミルク注入後の真水の注入によっても、浸透距離の増大が見込めることがわかった。

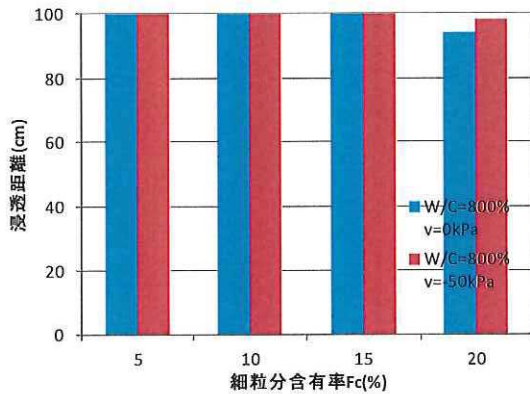


図-1 Fc を変化させた場合の浸透距離

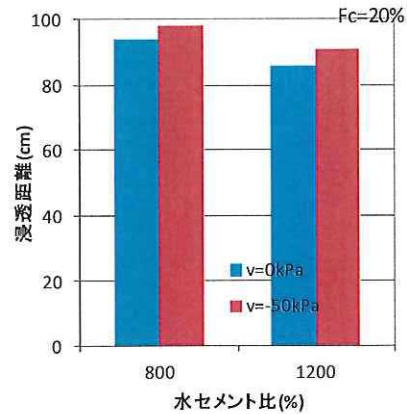


図-2 水セメント比と吸引圧を変化させた場合の浸透距離

二次元注入試験では、水セメント比 800%のセメントミルクに対して、注入条件を定流量は  $q=1000\text{mL}/\text{min}$  で、定圧は  $p=20, 50\text{kPa}$  で注入する。注入時は注入側の流量と圧力を計測し、注入後は浸透距離を記録する。

・注入制御

定圧注入は注入時間の経過とともに流量が減少し、注入圧 20kPa は注入量 30L 以降は浸透領域の拡大は見られなかった。また、注入圧 50kPa は注入初期の段階で流量が過大となり、セメントミルクの逸走が見られた。定圧注入においては、逸走防止を目的に割裂注入とならない最大流量を設定する必要がある。

浸透距離拡大効果は定流量に比べ、注入圧 50kPa は 109%となった。

・注入方法 (点注入・区間注入・ダブルパッカー注入)

点注入は半円状、区間注入およびダブルパッカー注入は柱状の改良体を形成した。

浸透距離は注入方法による差は小さいがダブルパッカー注入が 103%となり若干大きい結果となった。

・注入方式 (動的注入・途中通水)

脈動の付与による浸透領域の明確な拡大効果は認められなかった。

途中通水は半分のセメントミルク量で通常の注入と同程度 (92%) まで浸透領域を拡大できることが分かった。また、硬化後の改良体は液状化対策に十分な強度を有することが確認できた。

・分散剤添加量

分散剤添加量を増やすことで浸透領域は拡大した (107%)。換言すると、分散剤添加量 1.5% は注入時間 45 分の間に浸透性が低下している可能性がある。実際の注入では数時間程度要することから、添加量を増加することが有効と考えられる。

表-1 二次元注入試験結果

試験項目	セメントミルク注入量(L)	浸透領域 (cm <sup>2</sup> )	浸透拡大効果(%)	
注入制御の影響	定流量 1L/min	45	5358	100
	定圧 20kPa	31.3	3468	65
	定圧 50kPa	45	5861	109
注入方法の影響	点注入	45	5208	97
	区間注入	45	5358	100
	ダブルパッカー注入	45	5500	103
注入方式の影響	通常	45	5358	100
	動的注入	45	5071	95
	途中通水	22.5	4944	92(185)
分散剤添加量の影響	分散剤 1.5%	45	5358	100
	分散剤 2.0%	45	5713	107

### ③改良体強度の評価

細粒分含有率 (Fc) を Fc=5%、10%、15%、20%と変化させた地盤材料、吸引圧を 0、-50kPa と変化した場合に対して、注入後の一軸圧縮強さは液状化対策に必要なとされる強度 (200kN/m<sup>2</sup>) に対して十分な値を示すことが確認できた。

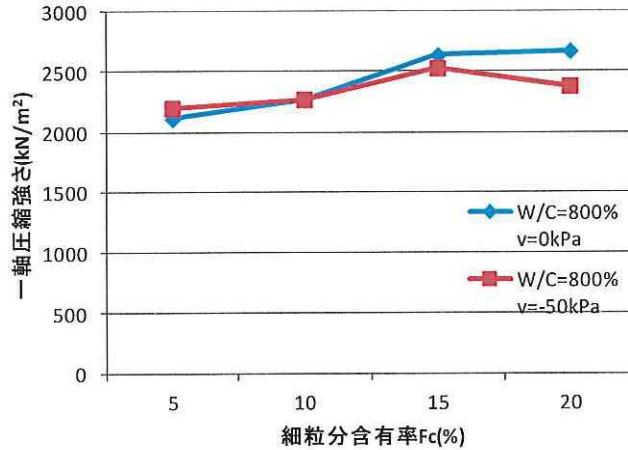


図-3 地盤条件・注入条件を変化させた場合の一軸圧縮強さ

#### (2) 現地浸透固化試験による浸透固化範囲・形状と品質の確認

室内浸透実験の結果を踏まえ、佐賀県唐津市にある沖積低地（地下水位が高く、緩い砂質土層が主体の地盤）（図-4 参照）と千葉県袖ヶ浦市の埋立地（地下水位が高く、細粒分が多い砂質土層が主体の地盤）（図-8 参照）において、注入工法の現場での適用性を確認するために現地注入実験を実施した。

#### ①高品質で確実に改良できる施工方法の確立

##### 【佐賀県唐津市での現地注入実験】

極超微粒子セメント注入材の配合は、水セメント比 (W/C) を 800%、1200%の 2 通りとした。注入管は、ボーリングにより掘削孔径  $\phi$  86mm で GL-5.0m まで掘削し、ストレーナ加工 (GL-2.0~5.0m) した塩ビ管 ( $\phi$  50mm) を打設した (図-5)。注入管には注入区間の上部に布製パッカーを取り付け、地表部への注入材漏出防止をはかった。注入速度は、地下水面以下の砂層に対して、3 通り (自然注入、150/min、200/min) 設定した。始めに水による自然注入 (注入量制御) で定常状態になったことを確認し、極超微粒子セメントのスラリーに切り替えて、所定の速度で定量注入した。なお、自然注入処理は、注入管の地表面より上 10cm に孔を開け、注入圧力が係らないように配慮した。また、注入孔の真ん中に揚水井を配置し、揚水による浸透範囲の影響を検討した (図-6)。揚水井は、GL-14.0m まで掘削し、ストレーナ加工 (GL-1.0~14.0m) した塩ビ管 ( $\phi$  100mm) を打設した。揚水量は揚水井の水位が 1.5m 低下する揚水量を現場透水試験による透水係数から算出した。表-2 に現地注入実験ケースを示す。

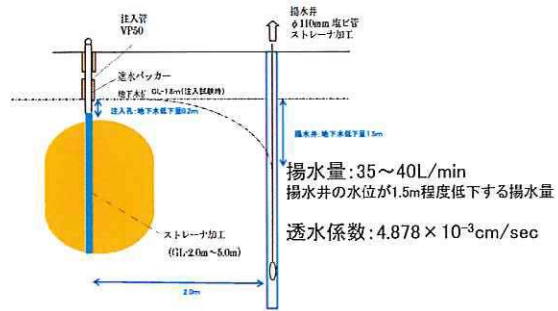
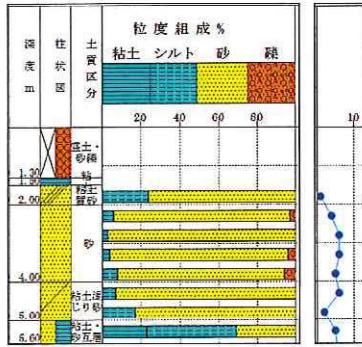


図-4 現地浸透固化試験の地盤状況 (佐賀県唐津市) 図-5 注入管・揚水井の概要図

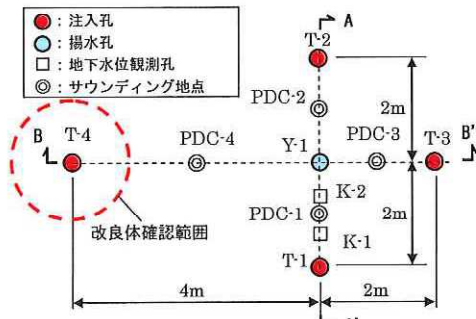


図-6 実験位置図 (佐賀県唐津市)

表-2 現地注入実験ケース (佐賀県唐津市)

ケース 注入孔 No	W/C (%)	注入条件	注入量 (L)	改良径* (m)
T-1	1200	流量一定 (20L/min)	2,193	1.5
T-2	1200	流量一定 (15L/min)	522	0.7
T-3	800	自然注入	960	1.0
T-4	800	自然注入	2,765	1.7

\*事後 SWS による推定値

改良体の出来形の確認は、各注入孔の近傍において SWS を実施し、貫入深さから改良体の直径を推定した(表 2 参照)。4 箇所の注入孔のうち、注入量が多かった T-4(注入量:2,765L) および T-1(注入量:2,193L) ではそれぞれの推定径が 1.7m および 1.5m、注入量が少ない T-2(注入量:522L) および T-3(注入量:960L) では推定径がそれぞれ 1.0m および 0.7m と、改良径は注入量に対応する結果となった。

T-2 および T-3 の注入量が、T-1 および T-4 の注入量と比較して少なかった要因は、現時点では特定できていないが、自然注入のように無理な圧力をかけない注入条件の方が、地盤内により多くセメントスラリーを注入できる可能性がある。

T-4(推定径:1.7m)を対象に掘り起こしによる形状確認結果を写真-1 および図-7 に示す。本実験では地下水位が浅いため高さ 60cm 程度しか確認できていないが、図-6 に示す A-A' 方向および B-B' 方向ともに注入孔を中心に 1m 程度(直径約 2.0m 程度)の改良体が造成できたことを確認した。



写真-1 注入孔 (T-4) の掘り起こし状況

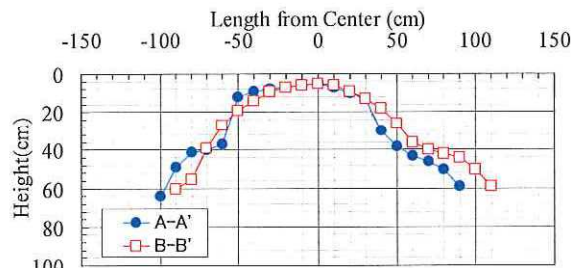


図-7 注入孔 (T-4) における改良形状測定結果

【千葉県袖ヶ浦市での現地注入実験】

極超微粒子セメント注入材の配合は水セメント比 (W/C) を 800%、注入管は唐津市同様ボーリングにより掘削孔径φ86mmでGL-5.0mまで掘削し、ストレナー加工 (GL-2.0~5.0m)した塩ビ管 (φ50mm) を打設した。注入管には注入区間の上部に止水シールを取り付け、地表部への注入材漏出防止をはかった。注入速度は、地下水面以下の地盤に対して、2通り (自然注入、9ℓ/min) 設定した。なお、自然注入処理は、唐津同様注入管の地表面より上 10cm に孔を開け、注入圧力が係らないように配慮した。表-3 に現地注入実験ケースを示す。注入方式 (区間注入、途中通水注入、ダブルパッカー注入) をパラメータとして4箇所の注入孔で実験を行った。途中通水注入は、注入がほぼ平衡状態になった段階で、注入量の半分程度の水を入れ、先に注入したセメントミルクを注水圧力で浸透促進を図る方法である。今回は、セメントミルクを 50%注入し、次に残り 50%の水を注入した。ダブルパッカー注入方式は、今回製作した小型注入機を用いて、GL-3.5mの深さから上へ 50cm 区間毎にパッカーをかけながら注入した。改良体の出来形の確認は、掘り起しを実施し、改良体の形状を確認し、改良径を計測した (表-3・写真-2 参照)。

佐賀県唐津市で作成した改良体と比較して改良体の大きさが小さかった要因は、佐賀県唐津市の地盤と比較して、細粒分含有率が大きいことで、セメントが地盤に浸透できずに、注入孔の周りにだけ非常に濃い濃度のセメントができていたためと考えられる。

No. 3 (ダブルパッカー工法) を対象に掘り起こしによる形状確認結果を写真-2 に示す。併せて写真の右横に地盤状況を示すが、細粒分含有率が大きい深度は改良径が小さく、細粒分含有率が小さい深度は改良径が大きくなっていることがわかる。

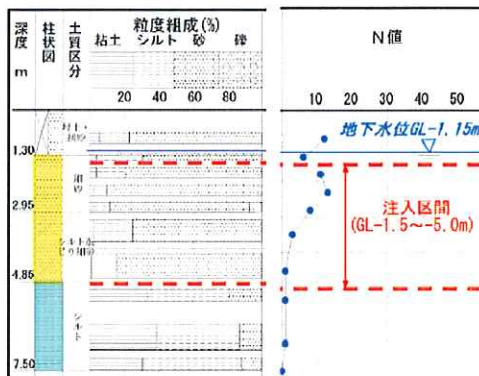


図-8 現地浸透固化試験の地盤

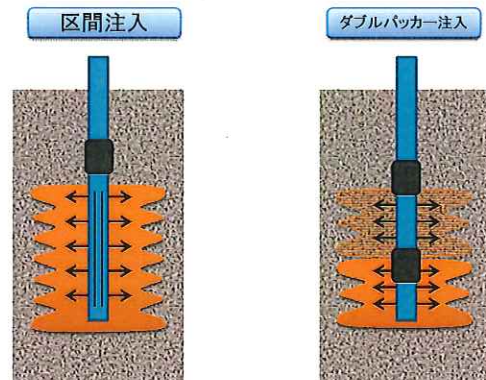


図-9 区間注入・ダブルパッカー注入の概要図

表-3 現地注入実験ケース (千葉県袖ヶ浦市)

ケース 注入孔 No	注入工法	注入条件	注入量 (L)	改良径 (m)
No. 1	区間注入	自然注入	444	0.7
No. 2	区間注入	流量一定 (9L/min)	1,884	0.5
No. 3	ダブルパ ッカー	流量一定 (9L/min)	2,040	1.0
No. 4	途中通水	流量一定 (9L/min)	2,512	0.4

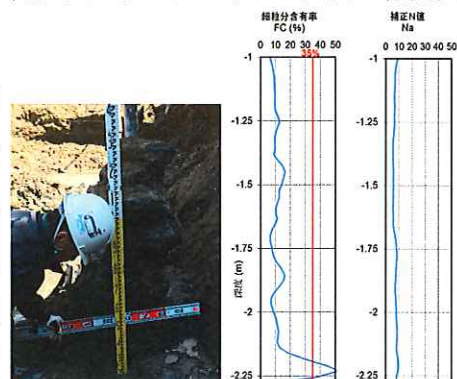


写真-2 No. 3 の掘起し状況

②狭隘な場所での施工を可能になる小型注入機の開発

既設の戸建て住宅を対象としているため、100m<sup>2</sup> (10m×10m) 程度の住宅の周辺を想定した狭隘な場所での施工を実現可能にする小型注入機の開発を行った。従来の注入機は設置面積が 5m<sup>2</sup>程度であったのに対し、本研究で開発した小型注入機は 1m<sup>2</sup>以下まで小型化を実施した。以下その特徴を示す。

- ・ボーリング削孔後、そのまま注入が可能である。
- ・小型のため、狭隘な場所での施工が可能である。
- ・ボーリング削孔後に注入口の上下のパッカーを膨らまし、注入材が上下に移動しない状態にできる。
- ・パッカー間の地盤から注入でき、深さ方向の注入場所をコントロール可能となる。



写真-3 小型注入機による注入状況

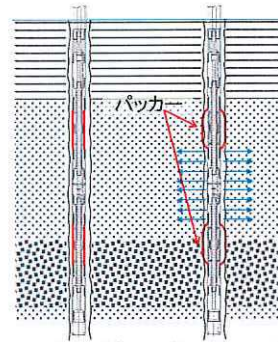


図-10 パッカーの概要

小型注入機の有効性を確認するために現場注入試験で使用したが、注入中に逸水が発生した。原因は削孔時にパッカー部分が地盤中の礫などに当たり破損したためである。対策としては、より強固な止水ゴムに入れ替える等を考えている。小型注入機は実用的であることが十分確認できたが、削孔時のパッカーの保護に課題が残った。

### ③改良範囲を確認するための事後地盤調査方法の確立

現場注入後の改良範囲及びその近傍の土質条件の把握する目的で、事後の土質調査を実施した。調査項目としては、ピエゾドライブコーン (L=5m)、電気式静的コーン試験 (L=5m)、スウェーデン式サウンディング試験 (L=5m) を実施した。なお、スウェーデン式サウンディング試験は改良範囲の特定及び改良強度の確認のため、ピエゾドライブコーン・電気式静的コーン試験は改良体周辺の改良効果を確認するために実施した。

改良体周辺部 (改良体から 1.0m 離れ、1.5m 離れ) において実施した PDC の結果を図-11 に示す。事後調査における離隔 1.0m での Nd 値 (N 値と等価) は、事前調査時と比較して一部 (GL-2.7~GL-3.0m 付近) で高い値を示しているが、改良効果とは必ずしも特定できない。

一方、水圧比 ( $U_e/\sigma_v'$ : 有効上載圧  $\sigma_v'$  と過剰間隙水圧消散後の水圧  $U_e$  との比) と細粒分含有率  $F_c$  については、GL-2.5m 付近より下位で事前調査と比較して事後調査の方が高い値を示している。改良体から近い離隔 1.0m での水圧比や細粒分含有率は、離隔 1.5m での結果よりも若干高い値を示しており、微量なセメントスラリーが改良体周辺にも分布している可能性もある。

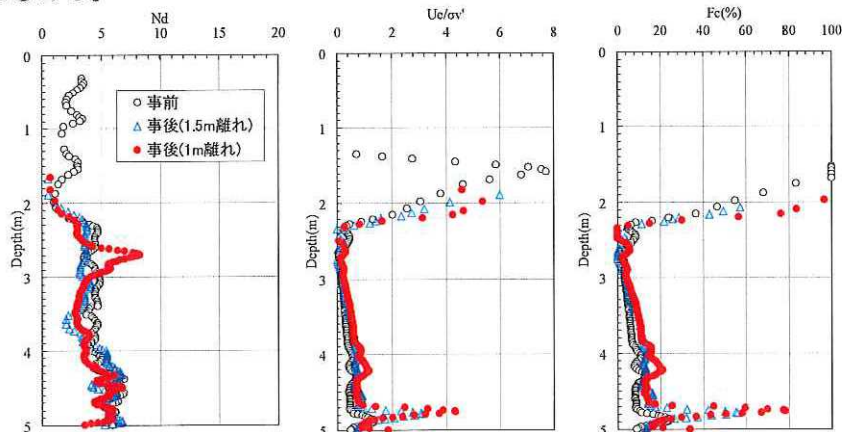


図-11 PDC による改良体付近の事後調査結果

#### ④改良効果を定量評価するための解析手法の検討

本工法を施工した場合に、どのような改良体が造成できれば液状化による対策効果が得られるかを確認するため、既設の戸建て住宅を想定し数値解析による検討をおこなった。具体的には、簡易的に液状化に伴う流動を予測できる地震時変形解析手法「ALID」を適用し、戸建て住宅の要求性能（「中地震動による被害が、最大傾斜角 10/1000、不同沈下量 80～100mm を超えないもの」）を満足する改良範囲に関するパラメータスタディを行った。

図-12 に改良範囲を 4m (2m×2) とした場合の FL 分布図を示す。まず、改良厚の影響を確認するために改良幅を 8m (4m×2) と固定した場合で解析を実施した検討結果を図-13 に示す。これにより改良幅を 8m (4m×2) と固定した場合、改良厚 3m 以上でめり込み沈下量が 8cm 以下になることがわかる。ここでめり込み沈下量とは、「建物沈下量-周辺の沈下量」である。次に改良厚を 3m と固定した場合の改良幅の影響を検討した。図-14 に検討結果を示す。これによると、改良厚を 3m とした固定した場合、改良幅が 4m (2m×2) あれば、めり込み沈下量が 8cm 以下になることがわかる。

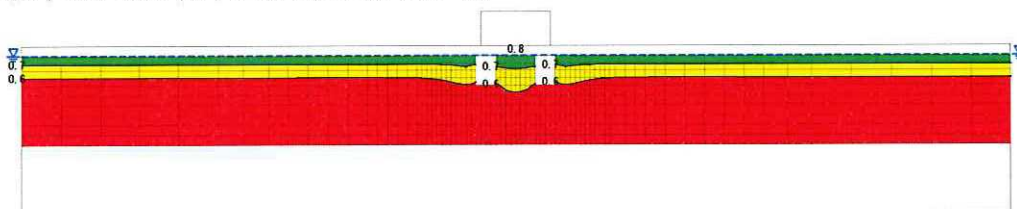


図-12 解析による FL 分布図(改良範囲 2m×2)

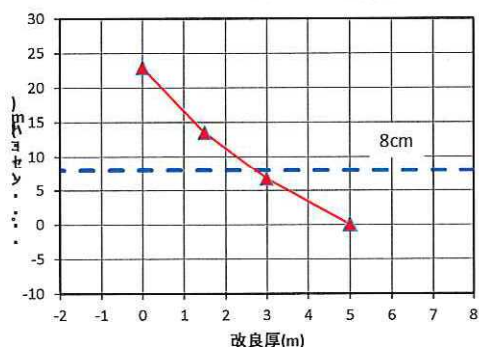


図-13 改良厚の検討 (改良幅 8m (4m×2))

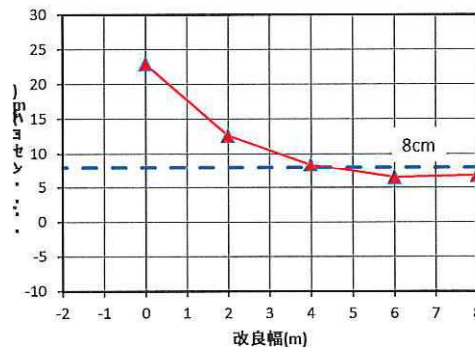


図-14 改良厚の検討 (改良厚 3m)

#### 7. 研究成果の刊行に関する一覧表

刊行書籍又は雑誌名 (雑誌のときは雑誌名、巻号数、論文名)	刊行年月日	刊行書店名	執筆者氏名
Ground Improvement, Proceedings of Institution of Civil Engineers, DOI : 10.1680/jgrim.15.00030. "Field testing of permeation grouting using microfine cement"	2016	Institution of Civil Engineers, U.K.	Hashimoto, K., Nishihara, S., Oji, S., Kanazawa, T., Nishie, S., Seko, I., Hyodo, T. and Tsukamoto, Y.
Proceedings of 6th International Conference on Earthquake Geotechnical Engineering, Christchurch, New Zealand, November 1-4, 2015. "Developing geotechnology for	2015		Hashimoto, K., Nishihara, S., Oji, S., Kanazawa, T., Nishie, S., Seko, I., Tamada, T., Hyodo,



permeation grouting of ultra microfine cement to locally countermeasure against soil liquefaction”			T. and Tsukamoto, Y.
第 50 回地盤工学研究発表会講演集 「極超微粒子材を用いた液状化対策工に関する現地注入実験（その 1：事前検討および実験概要）」	2015	地盤工学会	王寺秀介、西原聡、橋本和佳、西江俊作、塚本良道、兵動太一、玉田智宏、金沢智彦
第 50 回地盤工学研究発表会講演集 「極超微粒子材を用いた液状化対策工に関する現地注入実験（その 2：現地実験による対策効果の考察）」	2015	地盤工学会	橋本和佳、西原聡、王寺秀介、西江俊作、塚本良道、兵動太一、玉田智宏、金沢智彦
第 50 回地盤工学研究発表会講演集 「極超微粒子セメント注入材の珪砂への室内浸透固化試験」	2015	地盤工学会	玉田智宏、塚本良道、兵動太一、西原聡、王寺秀介、橋本和佳、西江俊作、瀬古一郎、金沢智彦
第 51 回地盤工学研究発表会講演集 「極超微粒子セメント材を用いた液状化対策工に関する室内浸透実験」	2016 (投稿中)	地盤工学会	西原聡、橋本和佳、王寺秀介、西江俊作、金沢智彦、塚本良道、兵動太一、玉田智宏、王維弘
第 51 回地盤工学研究発表会講演集 「極超微粒子材を用いた液状化対策工に関する現場注入実験」	2016 (投稿中)	地盤工学会	橋本和佳、西原聡、王寺秀介、西江俊作、金沢智彦、塚本良道、兵動太一、玉田智宏、王維弘
第 51 回地盤工学研究発表会講演集 「極超微粒子セメントの珪砂への浸透固化に関する浸透促進補助工法の検討」	2016 (投稿中)	地盤工学会	王維弘、島崎久実、玉田智宏、橋本和佳、塚本良道、兵動太一、西原聡、王寺秀介、西江俊作、金沢智彦

8. 研究成果による知的財産権の出願・取得状況

知的財産権の内容	知的財産権の種類、番号	出願年月日	取得年月日	権利者名
該当なし				

9. 成果の実用化の見通し

細粒分の少ない砂地盤への適用性については、現場試験により検証できたため、実用化への見通しは明るい。細粒分を含む砂地盤への適用にあたっては、小型注入機の投入と浸透促進技術の適用も図ったが、実用化にあたっては、いまだ十分な技術の成熟を得ていない。

10. その他

(注)

1. 用紙の大きさは、日本工業規格で定めるA列4とし、縦位置左綴とすること。  
各項目の記入にあたっては、数字、図表等を用いて詳細に説明すること。  
記入量に応じて、適宜、欄を引き伸ばして差し支えない。
2. 「研究課題名」について  
平成27年度建設技術研究開発費補助金交付申請書に記載した研究課題名を記入すること。
3. 「研究期間」について  
当該研究課題について補助金が交付された期間（年度）を記入すること。
4. 「代表者及び研究代表者、共同研究者」について
  - (1) 「代表者は1人又は1法人を記入すること。研究代表者は1人を記入すること。共同研究者は、研究に参加している者全てを記入すること。
  - (2) 研究組織の変更により代表者又は研究代表者を交替している場合は、交替後の研究者名を記入すること。
5. 「研究・技術開発の内容と成果」について
  - (1) 当該研究期間に行った研究によって得られた成果を、各年度の交付申請書の「研究・技術開発の目的及び目標」「本年度の実施計画」と対比させてわかりやすく記入すること。
  - (2) 主要な研究方法、手段等の経過を詳細に記入すること。
6. 「研究成果の刊行に関する一覧表」について  
記入した書籍又は雑誌については、その刊行物又は別刷り一部を添付すること。
7. 「研究成果による知的財産権の出願・取得状況」  
説明上必要な書類を、適宜、添付すること。
8. 「成果の実用化の見通し」について  
研究・技術開発の成果による実用化について、具体的な計画がある場合にはその内容を記載すること。