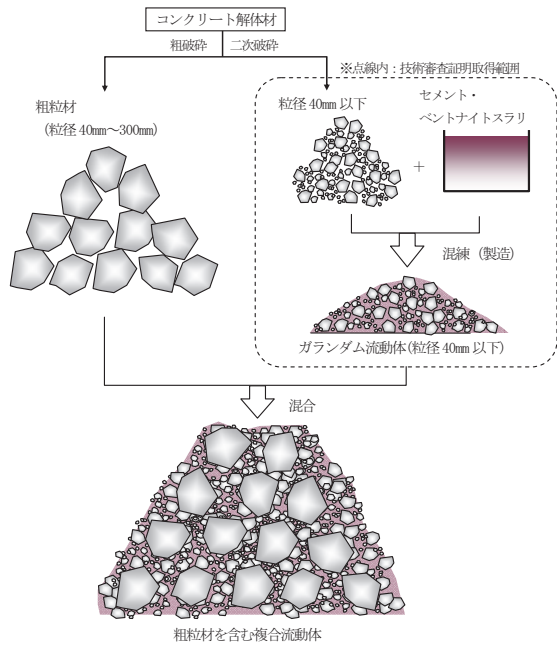


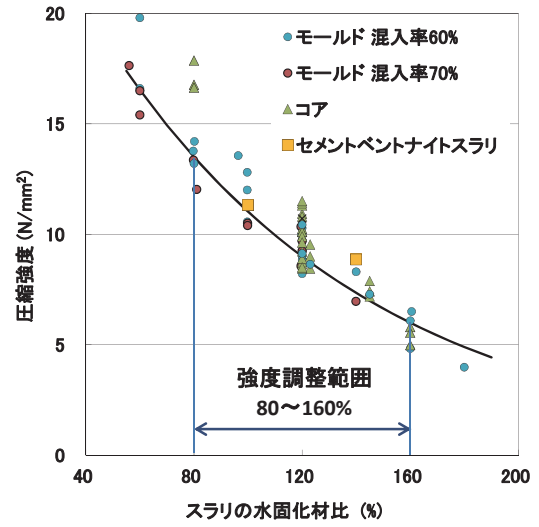
## 3.2 地盤補強に関する新技術

### (1) No.4 : ガランダム工法

No.	4
技術名称	ガランダム工法
社名	安藤ハザマ
NETIS 登録番号	KT-100069-A
公表先	山崎勉、酒本純一、堀井宏謙、道前大三、西正晃、宇高泰：コンクリート再生材を利用したセメントベントナイト複合固化体の開発(その1、2)、日本建築学会大会学術講演梗概集、p.485-488、2007.
参考 WEB ページ	<a href="http://www.ad-hzm.co.jp/tr/kenchiku/base/base_02.html">http://www.ad-hzm.co.jp/tr/kenchiku/base/base_02.html</a>
連絡先	安藤ハザマ 建築事業本部技術統括部技術部 山崎勉 Tel. : 03-6234-3698 E-mail : yamazaki.tsutomu@ad-hzm.co.jp
<p><b>1. 技術開発の背景・契機</b></p> <p>東日本大震災では大量の震災廃棄物が発生した。その中でコンクリートがれきは主に再生路盤材として利用されているが、復旧工事用コンクリート骨材の供給が逼迫する中、コンクリートがれきの有効利用方法が求められている。</p> <p>解体コンクリート塊を高強度の地盤材料として再利用する技術であるガランダム工法を改良して、コンクリートがれきを大粒径のまま骨材として利用し、がれきの処理、再利用の迅速化を図ることとした。</p> <p><b>2. 技術の内容</b></p> <p>基本となるガランダム工法は、コンクリート塊を粒径 40mm 以下に破碎し、水とベントナイトとセメントを混ぜたスラリーと攪拌混合してコンクリート状の流動体を製造、打設し、圧縮強度 5~10N/mm<sup>2</sup> 程度の高強度の地盤材料として利用する。</p> <p>この流動体と粒径 300mm 以下のコンクリート粗粒材を混合して打設することで、ベースとなる流動体と同等の強度で、かつ密実で隙間のない固化体を造成することができ、土構造物のコア材、法尻補強、嵩上げ材、洗掘防止材、埋戻し補強材等として利用することができる。</p> <p><b>3. 技術の効果</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・コンクリートを用いないで、高強度の固化体を造成することができる。</li><li>・コンクリート塊を発生現場で処理して再利用することができる。</li><li>・地下水位以深に使用しても、骨材となるコンクリート塊からの重金属など微量成分の溶出を環境基準以下に抑制することができる。</li></ul> <p><b>4. 技術の適用範囲</b></p> <p>凍結融解作用を受けない地盤内において、地盤改良体と同等以上の耐久性を期待できる。</p> <p><b>5. 活用実績</b></p> <p>国の機関 0 件、自治体 0 件、民間 2 件（基本技術 1 件、粗粒材利用 1 件）</p>	



粗粒材の利用方法



圧縮強度特性



ランダム流動体製造プラント



粗粒材混合状況



粗粒材混合体の打設

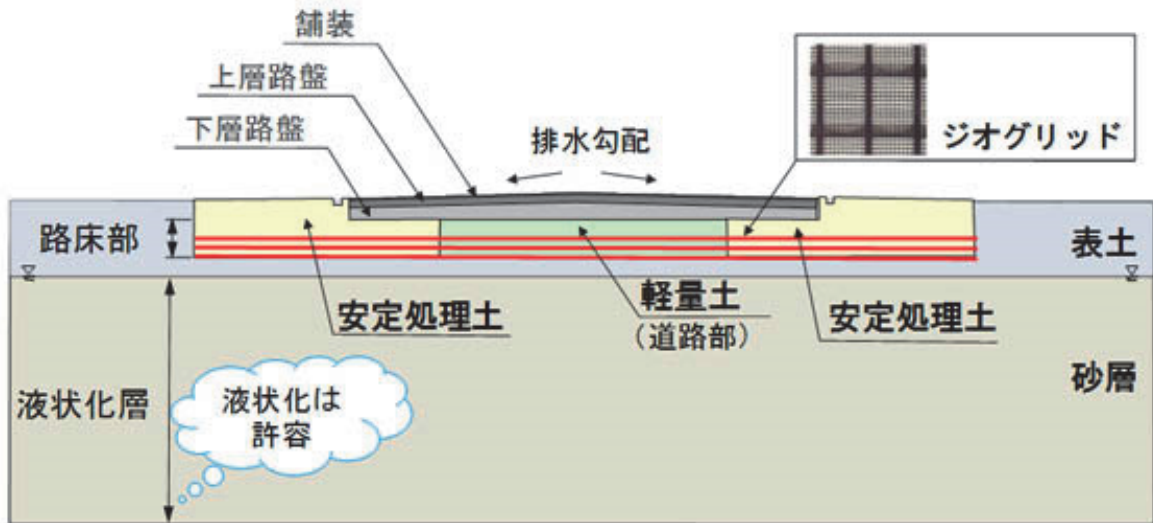


コアの状況 (φ 300mm)

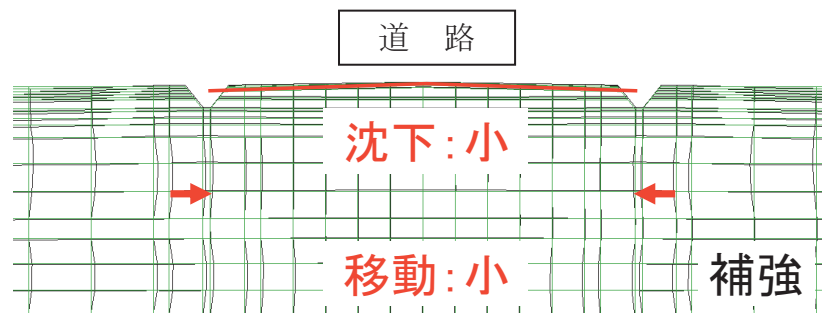
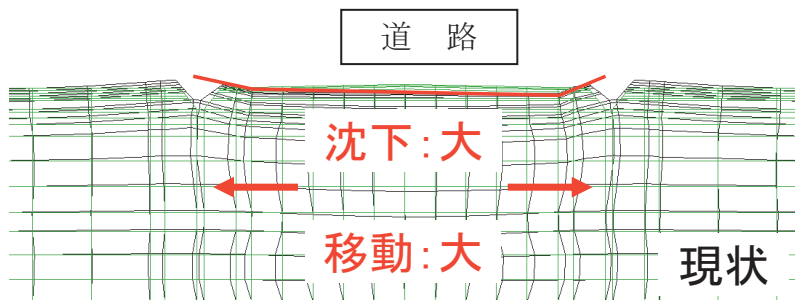
(2) No. 6 : タフロード

No.	6
技術名称	タフロード
社名	(株)大林組
NETIS 登録番号	—
公表先	自社 HP
参考 WEB ページ	<a href="http://www.obayashi.co.jp/service_and_technology/related/tech081">http://www.obayashi.co.jp/service_and_technology/related/tech081</a>
連絡先	(株)大林組 技術本部 研究開発管理部 土木管理課 武藤 真澄 Tel. : 03-5769-1062 E-mail : muto.masumi@obayashi.co.jp
<p><b>1. 技術開発の背景・契機</b></p> <p>従来、液状化が予想される地盤上の道路では、一般的な対策として地盤の一部もしくは全部を置換する方法や砂杭を造成することで地盤の密度を増大させる方法により、地震時の道路変状（残留沈下、残留傾斜）を防止する対策を講じる場合が多かった。しかし、この方法には地盤の掘削、削孔に多大な手間や時間がかかる、周辺環境に与える影響が大きい、対策費が高くなるといった課題があった。</p> <p>「タフロード工法」は、性能設計の考えに基づき、液状化の発生は許容するものの道路の機能は確保するようにした、経済的な道路補強技術である。</p> <p><b>2. 技術の内容</b></p> <p>タフロードは「ジオグリッド+軽量土、安定処理土（現地発生土）」で構成されており、ジオグリッドにより路床部の一体化を図っている。</p> <p><b>3. 技術の効果</b></p> <p>液状化による道路の極端な沈下や隆起、段差の発生を抑制することができる。また、液状化する地盤への対策は行わないため、最も安価とされている従来の液状化対策（サンドコンパクションパイル工法）に比べて 30%～50%のコストダウンが図れるとともに、工期も短縮できる。さらに騒音や振動などに伴う周辺環境に与える影響も抑制できる。</p> <p><b>4. 技術の適用範囲</b></p> <p>液状化が懸念される地盤上の道路に適用。</p>	

■タフロードの構成



■効果（解析結果）



(3) No. 10 : ジェットクリート工法（高圧噴射攪拌工）

No.	10
技術名称	ジェットクリート工法（高圧噴射攪拌工）
社名	鹿島建設(株)、ケミカルグラウト(株)
NETIS 登録番号	—
公表先	—
参考 WEB ページ	<a href="http://www.kajima.co.jp/">http://www.kajima.co.jp/</a> <a href="http://www.chemicalgrout.co.jp/">http://www.chemicalgrout.co.jp/</a>
連絡先	ケミカルグラウト(株) 技術本部技術管理部 松野 光一 Tel. : 03-5575-0482 E-mail : k-matsuno@chemicalgrout.co.jp

#### 1. 技術開発の背景・契機

軟弱地盤の強度を改良するジェットグラウトの技術は、地下の建設工事に必要な山留めや地盤補強で使用されるほか、耐震補強、液状化対策などの様々な用途に適用されている。地盤改良で要求される品質は、改良の目的や施工環境により各現場で異なる。このため、既存工法の枠組みでは、設計や施工機械の選択に自由度が少なく、必ずしも効率的とはいえない計画になる場合もあった。ジェットクリート工法は、このような課題を合理的に解決させるために開発された。

#### 2. 技術の内容

ジェットクリート工法は、改良径・強度を任意に設定できるオーダーメイドの地盤改良工法である。改良径は直径で 0.5m～8.5m、強度は 0.5MN/m<sup>2</sup>～10MN/m<sup>2</sup> まで自由に選択できる。施工機械も、従来の地盤改良の機械をはじめ、狭隘な場所でも施工可能な小型施工機も選定が可能である。

#### 3. 技術の効果

ジェットクリート工法の適用により、現地の施工条件に適合した機械の選定ができ、改良体の強度、直径、配置が最適となる合理的な設計ができる。このため、工期の短縮やトータルコストの軽減が可能な補強工法を提案できる。また、高圧噴射攪拌工法のため、既設構造物に近接した箇所でも施工が可能であり、新たに造成される改良体が既存の構造物や先行改良体に密着するため、耐震性能や止水性能等が向上する効果も期待できる。

#### 4. 技術の適用範囲

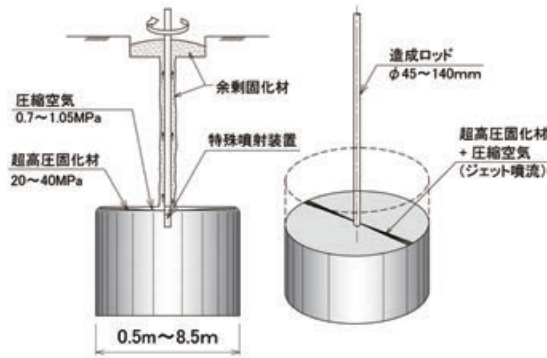
- ・適用は砂質土、粘性土および従来改良が難しかった岩ずりを含む砂礫の未固結地盤など。
- ・腐植土は、事前の室内配合試験および試験施工による有効径の確認が必要である。
- ・適用深度は、通常の場合で 50m 程度まで。

#### 5. 活用実績

- ・岸壁の液状化対策工事
- ・液化プロパンガス貯蔵タンク基礎地盤の側方流動抑止対策
- ・原子力発電所の冷却水ダクトの耐震補強工事掲載

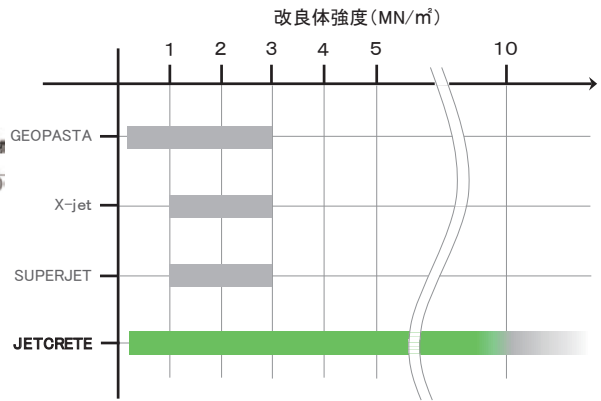
・杭基礎の耐震補強工事 他

■ 施工法の概要

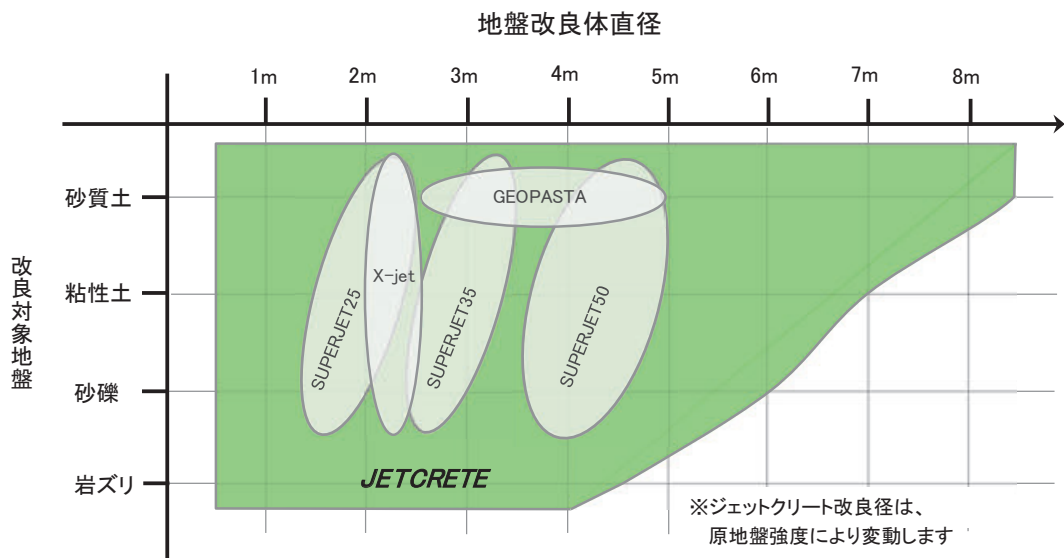


※ 改良径、改良強度に応じて使用する造成ロッドと特殊噴射装置を変更する。

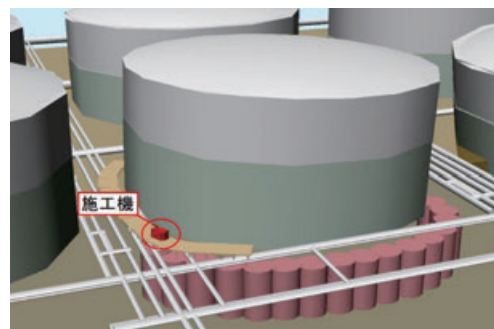
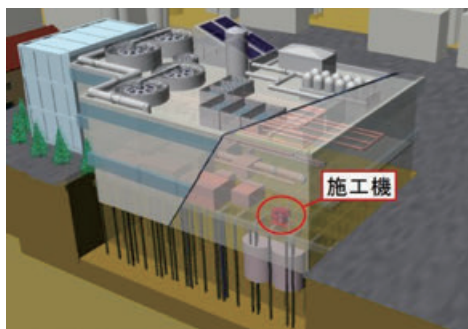
■ 改良体強度



■ 高圧噴射攪拌工法とジェットクリート工法の関係



■ 小型施工機の適用例



(4) No. 11 : STEP 工法 (静的締固めによる液状化対策工法)

No.	11
技術名称	STEP 工法 (静的締固めによる液状化対策工法)
社名	(株)熊谷組・日本海工(株)
NETIS 登録番号	KT-040054-V
公表先	(財)国土技術研究センター
参考 WEB ページ	<a href="http://www.kumagaigumi.co.jp/press/2012/pr_130305_1.html">http://www.kumagaigumi.co.jp/press/2012/pr_130305_1.html</a>
連絡先	(株)熊谷組 技術研究所 地盤基礎研究グループ 森 利弘 Tel. : 03-3235-8721 E-mail : toshihiro.mori@ku.kumagaigumi.co.jp
<p><b>1. 技術開発の背景・契機</b></p> <p>液状化を防止する有効な方法の一つに、締固め砂杭を造成し、地盤の密度を増大させる工法がある。従来、締固め砂杭の造成工法として、サンドコンパクションパイル工法 (SCP 工法) が多用されてきたが、大型のバイブロハンマーを用いるため、騒音・振動規制を受ける市街地や既設構造物近傍では適用が難しいという課題を抱えている。SCP 工法と同等の改良効果を有し、しかも低騒音、低振動で周辺環境に優しい地盤改良技術の開発が期待されていた。</p> <p><b>2. 技術の内容</b></p> <p>STEP 工法は、ケーシングパイプ内に装備した独立駆動するインナースクリーを用いて、ケーシングパイプ内の材料 (砂、リサイクル砂、再生砕石等) を強制排出することで、緩い砂質地盤中に拈径、締め固めされた砂杭を造成し、地盤の密度増大を図る低振動、低騒音の地盤改良工法である。</p> <p><b>3. 技術の効果</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>・騒音・振動レベルは、施工範囲からの離間距離が 5.0m 程度で騒音・振動規制基準値を下回る。</li><li>・レーザーレーダー距離計を用いた新型の施工管理システムにより、リアルタイムに精度良く、使用材料の出来形管理を行うことができる。</li><li>・締固め砂杭の使用材料には砂に加え、リサイクル砂、再生砕石 (RC-40)、製鋼スラグなど多様な材料を用いることができる。</li></ul> <p><b>4. 技術の適用範囲</b></p> <p>改良対象地盤は主に緩い砂質土地盤であり、改良可能最大深度は 20m 程度である。貫入可能な中間層は、層厚 2.0m 程度、最大 N 値 20 程度以下の砂質土層で、造成する締固め杭の杭径は、φ 70cm を標準とする。</p> <p><b>5. 活用実績</b></p> <p>北近畿航空支援施設棟新築工事、津松阪港津地区(贄崎)護岸 A 工区築造工事、名古屋港鍋田ふ頭岸壁(-12m)土留及び地盤改良工事、他多数</p>	

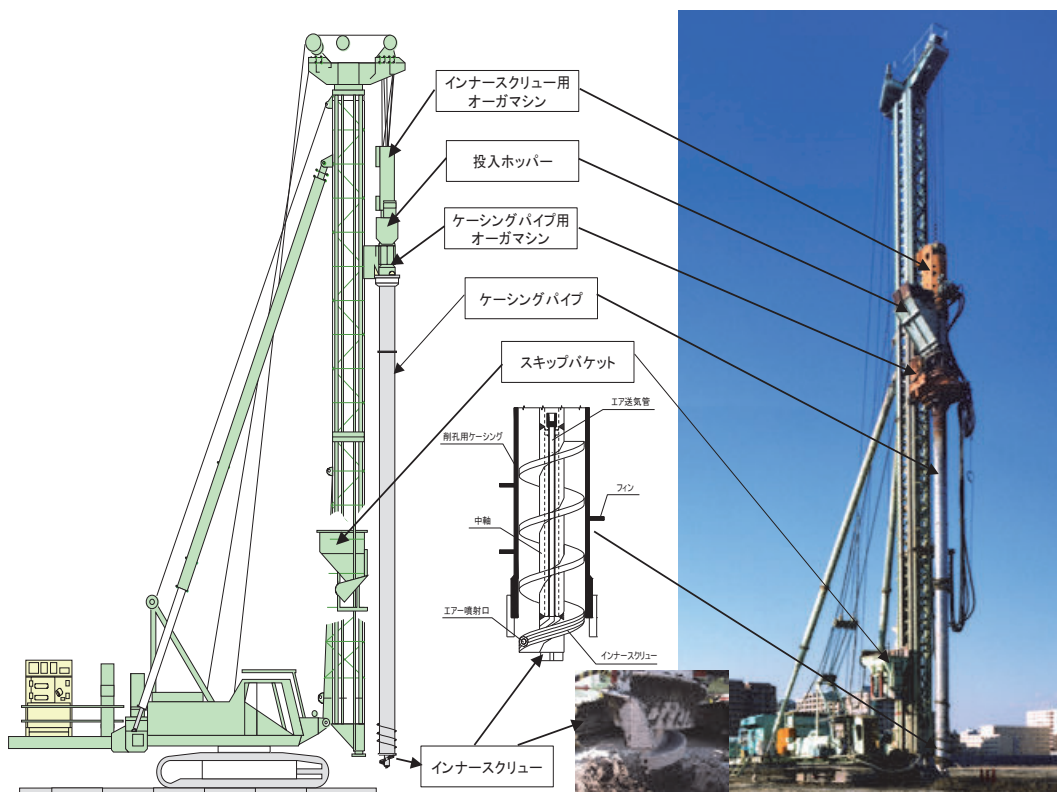


図-1 施工機械の概要図

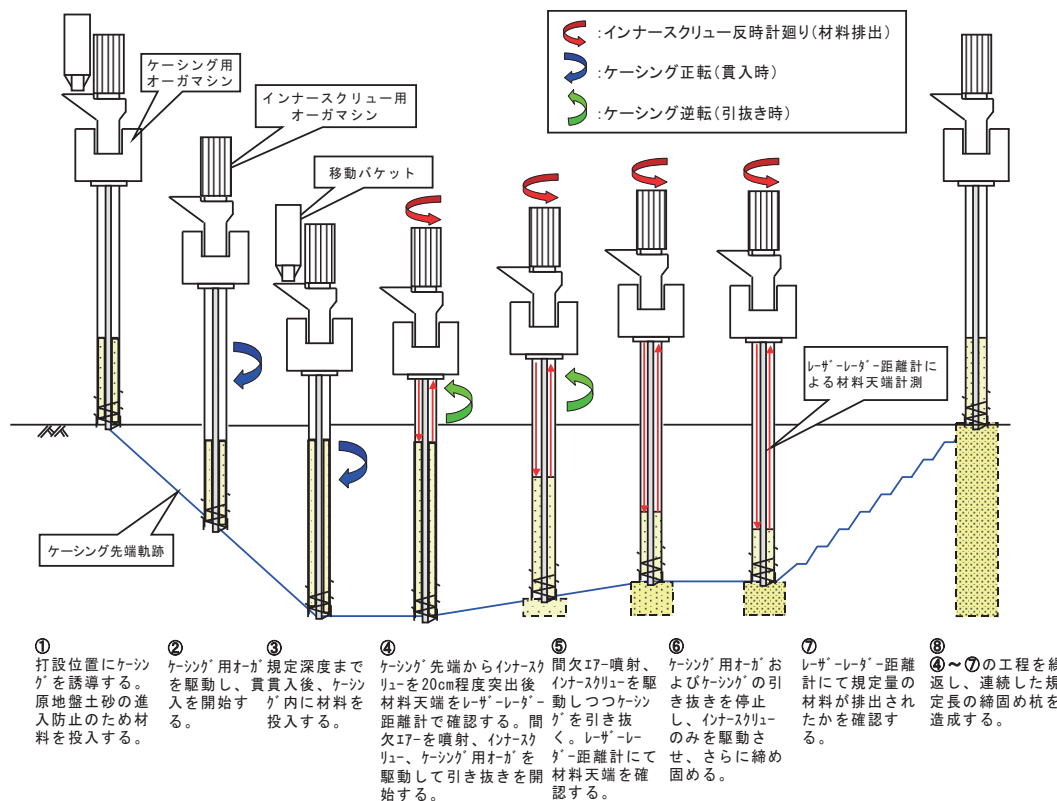


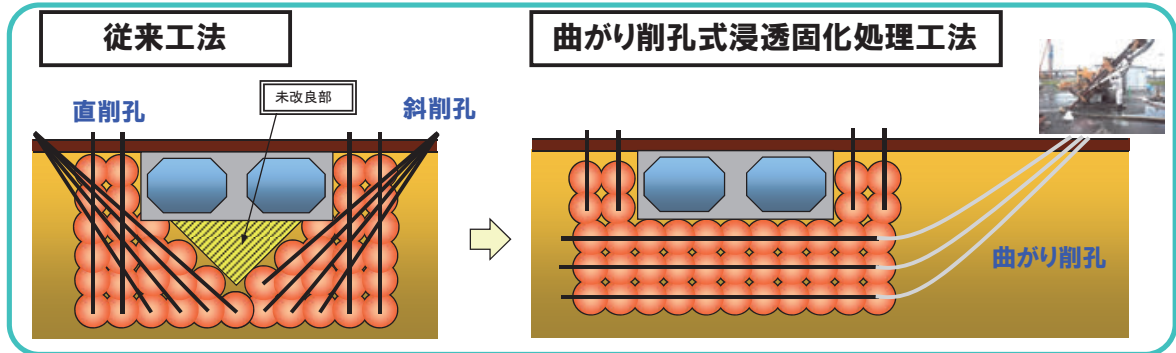
図-2 施工サイクル模式図



(5) No.13 曲がり削孔工法

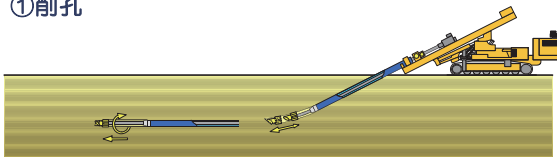
No.	13
技術名称	曲がり削孔工法
社名	五洋建設(株)
NETIS 登録番号	KT-060120-V
公表先	自社 HP
参考 WEB ページ	<a href="http://www.penta-ocean.co.jp/index.html">http://www.penta-ocean.co.jp/index.html</a>
連絡先	五洋建設(株) 土木設計部 帯田俊司 Tel. : 03-3817-7608 E-mail : Shunji.Obita@mail.penta-ocean.co.jp
<p><b>1. 技術開発の背景・契機</b></p> <p>近年、既設構造物直下地盤の液状化対策の重要性が指摘されるようになった。地盤改良における削孔方式は、地上からの鉛直削孔や斜削孔である。この方式で構造物直下を地盤改良する場合、構造物が大規模になると未改良部が発生してしまうといった問題があった。開発した「曲がり削孔工法」は、3次元的な削孔を実現し、要求された任意の箇所に精度良く削孔することができる。これにより、従来の鉛直削孔や斜削孔では対応できなかった箇所の改良が可能となり、施設の供用を止めることなく構造物直下の地盤改良ができる。</p> <p><b>2. 技術の内容</b></p> <p>曲がり削孔工法は、地上に設置した削孔機で、削孔ロッド先端部の位置をリアルタイムで算出し、曲線的に削孔位置を誘導できる小口径ボーリング技術である。</p> <p>運転操作卓に設置されたディスプレイ上に、削孔計画ライン、削孔ロッド先端部の曲がり形状・位置・姿勢・軌跡、および事前に位置が判明している障害物などが表示される。削孔オペレータは、これらの情報をもとに削孔方向を目標とする計画ラインへと誘導制御する。削孔完了後、削孔した孔内に薬液注入外管等を建て込み、薬液を注入することで、液状化対策が実施できる。</p> <p><b>3. 技術の効果</b></p> <p>①施設の供用を止めることなく構造物直下の地盤改良が可能。 ②削孔ロッド先端部位置をリアルタイムで算出しているため、精度の高い曲線削孔が可能。 ③削孔位置検出において、削孔ライン近傍にある磁性体（鋼管杭等）の影響を受けない。 ④地中障害物の位置を事前に把握することで、障害物を避けて削孔することが可能。</p> <p><b>4. 技術の適用範囲</b></p> <p>地盤条件：N 値 20 以下の砂質土を基本とし地盤内にこぶし大以上の転石が存在しない地盤 削孔延長：削孔延長 100m まで可能 削孔精度：削孔延長 L に対して <math>\pm L/300</math></p> <p><b>5. 活用実績</b></p> <p>国の機関 5 件 自治体 3 件</p>	

■従来工法との比較

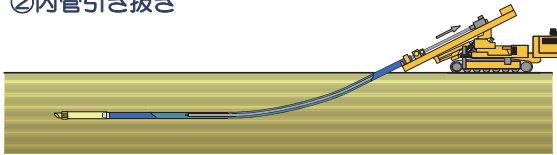


■施工手順（薬液注入時）

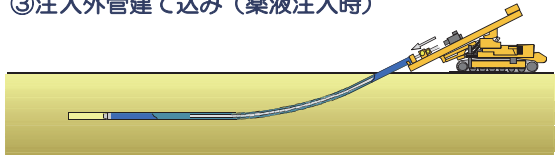
①削孔



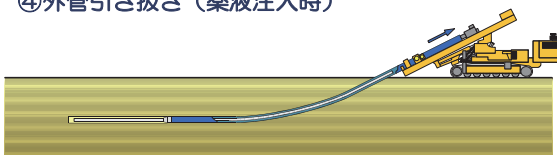
②内管引き抜き



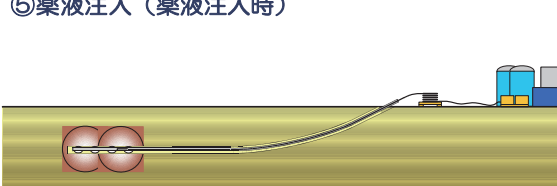
③注入外管建て込み（薬液注入時）



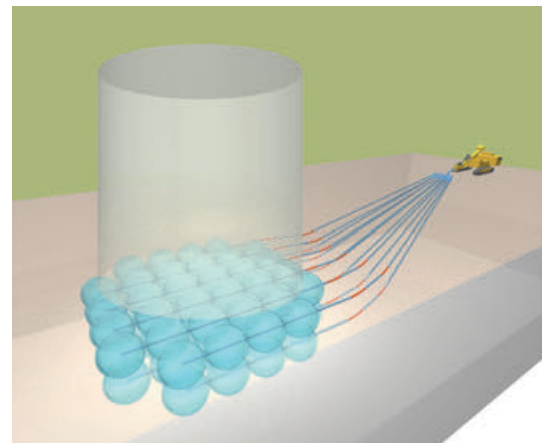
④外管引き抜き（薬液注入時）



⑤薬液注入（薬液注入時）



■概念図



■施工状況



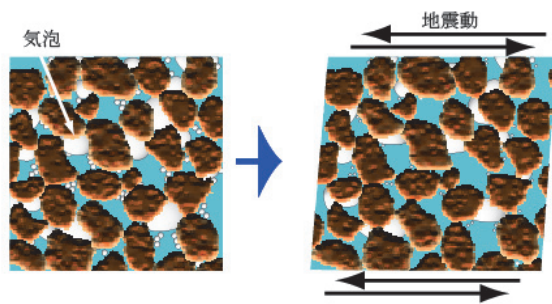
(6) No. 15 : マイクロバブル水液状化対策工法

No.	15
技術名称	マイクロバブル水液状化対策工法
社名	佐藤工業株式会社
NETIS 登録番号	—
公表先	自社 HP、佐藤工業研究所所報、国土技術政策総合研究所宅地防災 HP
参考 WEB ページ	<a href="http://www.satokogyo.co.jp/technology/detail.php?id=150&amp;parent_id=26&amp;category_id=41">http://www.satokogyo.co.jp/technology/detail.php?id=150&amp;parent_id=26&amp;category_id=41</a> <a href="http://www.nilim.go.jp/lab/jbg/takuti/takuti.html">http://www.nilim.go.jp/lab/jbg/takuti/takuti.html</a>
連絡先	佐藤工業株式会社 技術研究所 永尾 浩一 TEL:046-270-3091 E-mail:nagao@satokogyo.co.jp
<p><b>1. 技術開発の背景・契機</b></p> <p>我が国の市街地の大部分は沖積層に集中しており、液状化対策が必要とされる地域は広範囲である。これら全ての範囲に液状化対策を行うには、膨大な時間と費用がかかるため、大半が未対策であり、より経済的な対策工法が望まれている。マイクロバブル水を地盤に混入し地盤の飽和度を低下させ液状化対策する工法は、材料も水と空気のため経済的なほか、施工もシンプルであり、これらの問題に有効であると判断し開発に至った。</p> <p><b>2. 技術の内容</b></p> <p>マイクロバブル水液状化対策工法は、直径が数十マイクロメートルの微細気泡を含んだ水を地盤内に注入することにより、地盤を不飽和化し、液状化による被害を抑制する工法である。そのしくみは、地盤内に存在する空気（気泡）が地震時に発生する間隙水圧の上昇をクッションとなり抑制する結果、液状化に対する強度（液状化強度）が増加するものである。</p> <p><b>3. 技術の効果</b></p> <p>地盤の飽和度（空気量）と砂の液状化抵抗の関係は、飽和度が低下するほど大きくなり、飽和度が 20%低下すると約 2 倍の強度増加になる。ある程度締め固まった地盤（N 値が 16 程度）であれば、兵庫県南部地震クラスの地震でも液状化を防ぐことが可能である。</p> <p>また、材料が水と空気のため経済的であるほか、自然材料を使用していることから、周辺環境に配慮した環境汚染の少ない技術であり、再改良も可能であるため、長期的に持続可能な技術である。さらに強固な改良が必要とされる場合、他の工法を用い改良することも可能である。</p> <p><b>4. 技術の適用範囲</b></p> <p>深度 3.5m 以深の細粒分含有率 40%以下の砂地盤。広範囲で液状化対策が必要とされる護岸や河川堤防、埋立地のほか、既設宅地地盤などの入り組んだ場所でも施工が可能である。</p>	

## 5. 活用実績

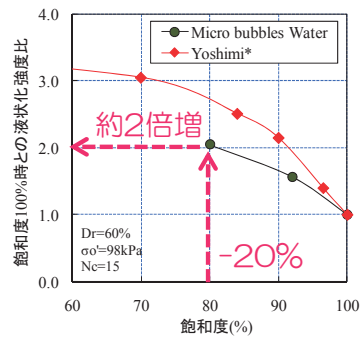
- 平成 19 年 : 北海道石狩港人工液状化実験試験施工 (国交省・港空研)
- 平成 20 年~23 年 : 宅地地盤の耐震技術開発 (国交省)  
 建築研究所大型せん断土層振動台実験  
 土木研究所大型遠心載荷模型実験  
 江戸川河川敷気泡耐久性確認試験施工
- 平成 24 年 : 液状化対策実現性可能性検討 (浦安市)  
 浦安市運動公園敷地試験施工

### ■ 不飽和化地盤のイメージ



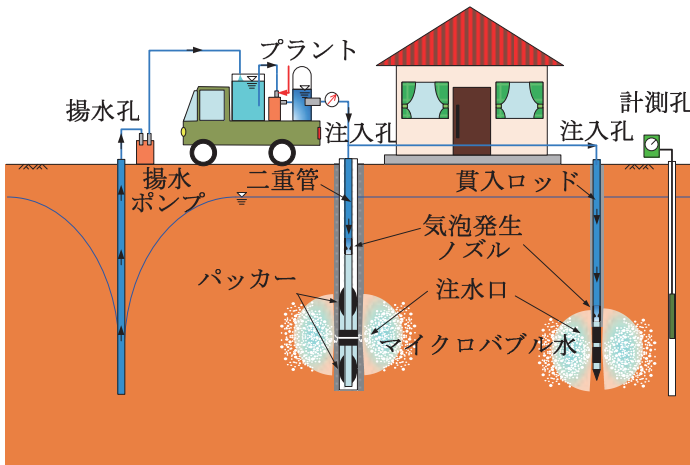
地震時に空隙内の気泡が収縮することでクッションとなり、水圧上昇による破壊を抑制する。

### ■ 飽和度と液状化強度の関係



\*Yoshimi, Y., K. Tanaka and Tokimatsu (1988): Liquefaction resistance of a partially saturated sand

### ■ 施工概要図



車上プラント



地盤内の気泡の様子



注入孔 (二重管)



注入孔 (貫入ロッド)




飽和度計測 (TDR 土壌水分計)

(7) No. 20 : 捨石護岸の耐震補強

No.	20
技術名称	捨石護岸の耐震補強
社名	大成建設株式会社
NETIS 登録番号	—
公表先	土木学会第 66 回年次講演会 2011 第 47 回地盤工学研究発表会 2012
参考 WEB ページ	—
連絡先	大成建設株式会社 技術センター 地盤・岩盤研究室 石井裕泰 Tel. : 045-814-7217 E-mail : hiroyasu.ishii@sakura.taisei.co.jp


### 1. 技術開発の背景・契機


人頭大以上の巨礫（捨石）を盛り立てて構築する捨石護岸は、一般には礫自体が固く、また礫どうしのかみ合わせがよいため、常時・地震時の耐力不足が懸念されるものではなかった。しかし、東日本大震災等の経験から、この種の基礎構造についても巨大地震の影響を想定する必要性が認識され、それに伴う沈下、変形の発生、および上部構造物の損傷等への対応が検討されつつある。本技術は、-1 のように基礎捨石マウンドの間隙にセメント系材料を充填するもので、充填材料、施工方法の開発にあたり、実施工での適用を通して耐震補強工法として確立したものである。



### 2. 技術の内容

- ①充填材：補強範囲外周部への流出防止を図る捨石護岸内遮蔽壁を構築する低流動充填材  
補強範囲内を効率的に充填するための高流動充填材
- ②施工方法：計画どおりの位置で充填を行うための注入孔の削孔管理及び充填量管理  
安定した充填が行われていることを確認するための充填圧管理

### 3. 技術の効果

低流動充填材としては可塑性グラウト、高流動充填材としては水中不分離モルタルの室内配合検討を行い、事前の実物大実験で捨石護岸内遮蔽壁を想定した充填状況（-3）や捨石の間隙を 5m 程度の広範囲に流し込めることを確認した。

施工にあたっては、充填に先立つ護岸のボーリングの孔曲がり測定し、ずれが大きな場合には隣接する充填孔間で充填量を調整し、これを 3 次元図化して充填の進捗を確認する管理システムを導入した。充填にあたっては、ボーリング孔に沿った充填材の漏えい防止のためのパッカーと、充填中の圧力を計測する圧力計内蔵の充填装置（-4）を開発した。

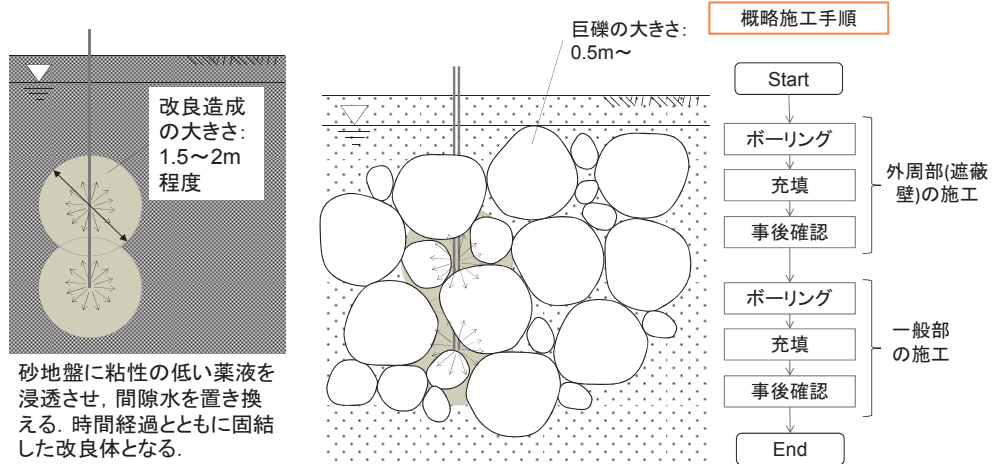
以上の要素技術を用い、-5 のような発電所の取水口周辺での耐震補強に用い、事後のチェックボーリングでは-6 のような充填状況を確認した。併せてコアサンプリングによる一軸圧縮強度試験、PS 検層および音響トモグラフィによる探査により補強効果を確認した。

#### 4. 技術の適用範囲

供用中電力施設等の沿岸部の捨石護岸

#### 5. 活用実績

国の機関：0件、自治体：0件、民間：1件

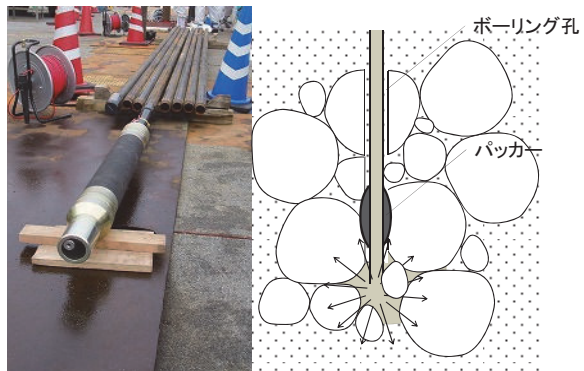


■ 図-1 従来の砂地盤を対象とした浸透注入と本技術の比較

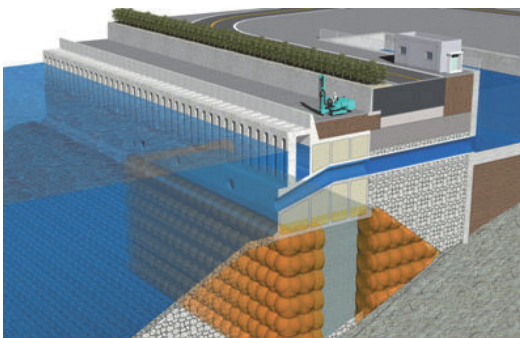
■ 図-2 施工手順



■ 図-3 実物大実験で確認した充填状況 (捨石護岸内の遮蔽壁構造を想定した充填)



■ 図-4 充填装置



■ 図-5 実施概要図



■ 図-6 チェックボーリングで確認した充填状況 (フェノールフタレイン液で着色された充填材)

(8) No. 22 : I S M工法（現位置攪拌混合固化工法）

No.	22
技術名称	I S M工法（現位置攪拌混合固化工法）
社名	大豊建設株式会社
NETIS 登録番号	HR-000007-V
公表先	【電力土木】 No.365、2013.5、【土木施工】 VOL54.No1&3,2013.1&3、第 48 回地盤工学研究発表会(H25.7)
参考 WEB ページ	<a href="http://www.ism-method.jp/">http://www.ism-method.jp/</a>
連絡先	ISM 工法研究会 Tel : 03-5811-3815 FAX:03-5615-7022
<p><b>1. 技術開発の背景・契機</b></p> <p>I S M工法（現位置攪拌混合固化工法）は、平成 4 年に建設省北陸地方建設局（現・国土交通省北陸地方整備局）が策定した「砂防施設の合理的な建設計画」の一環で、砂防ダム建設における床掘作業での土砂崩壊事故を防ぐための床掘省力化工法として官民共同（特許は北陸地方整備局をはじめ官民 6 者）で開発された工法である。</p> <p><b>2. 技術の内容</b></p> <p>建設現場で発生する土砂等を骨材として、プラントから圧送されたセメントミルクをバックホウ先端に装着したツインヘッドにより攪拌混合し、所定強度の構造物や地盤を構築する工法である。工法概要図を図-1、ツインヘッドの攪拌状況を写真-1 に示す。</p> <p><b>3. 技術の効果</b></p> <p>国土交通省は設計津波高さを超えた場合でも減災効果を維持するために、裏法尻部の保護工（図-2 参照）が有効であること示し、仙台湾南部海岸の直轄海岸堤防復旧事業に活用している。現在、堤防の早期完成のために官民挙げて取り組んでいるなか、I S M工法が採用された。本工法の適用箇所は、図-3 に示す裏法尻保護工として基礎処理部分に採用され、堤防越波水による洗掘への抵抗性向上を図っている。</p> <p>当社施工の工事では、地盤改良の仕様は、引張破壊強度で <math>0.04\text{N/mm}^2</math> と定められたので、引張強度が圧縮強度の 1/10 程度である相関関係を確認し、暫定設計基準強度 <math>0.5\text{N/mm}^2(\sigma_{28})</math> に割増係数 1.97 を乗じ、配合強度を <math>1.0\text{N/mm}^2(\sigma_{28})</math> とした。セメント水比と圧縮強度の関係を図-4 に、当現場の各種配合に対する強度試験結果を表-1 に示す。写真-2 に、改良体の仕上がり状況を示す。</p> <p><b>4. 技術の適用範囲</b></p> <p>砂防堰堤、堰堤、護岸の本体及び基礎、擁壁の基礎、構造部の支持地盤</p> <p>①適用可能な範囲</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・現位置における細粒分が多い土砂～最大礫径 <math>\phi 300\text{mm}</math> までと適用土砂の範囲が広い</li><li>・低強度から高強度まで強度適用範囲が広い(事例では <math>0.5\sim 19.5\text{N/mm}^2</math>)</li></ul> <p>②特に効果の高い適用範囲</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・二次製品、コンクリート等の供給不足等が生じている施工箇所</li></ul>	

・処理土量の減容化が求められる施工箇所

### 5. 活用実績

海岸堤防の裏法尻部への防護工としては、国の機関：12件(H25.1月で約30,000m<sup>3</sup>)  
砂防、河川等への実績は、国の機関：50件以上、自治体：13件

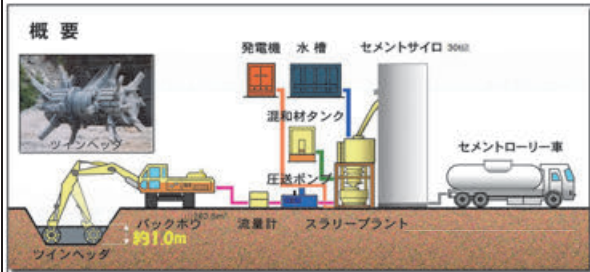


図-1 工法概要



写真-1 ツインヘッドの攪拌状況

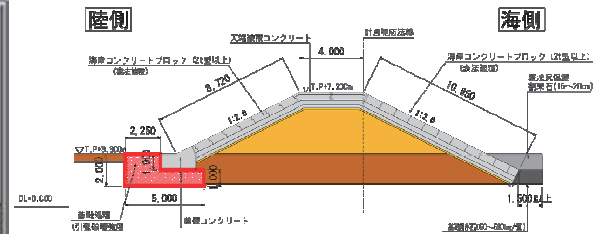


図-2 海岸堤防断面図

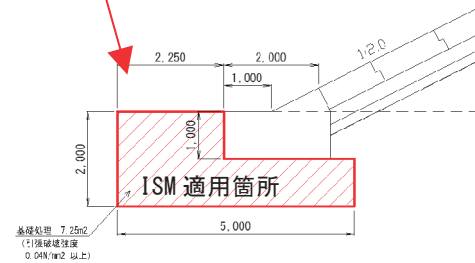


図-3 裏法尻基礎防護工

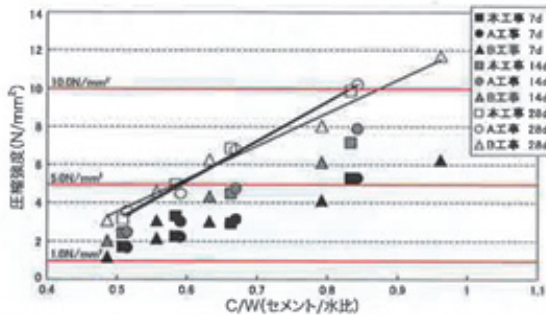


図-4 セメント水比と圧縮強度の関係



写真-2 仕上り状況

表-1 各種の配合に対する強度試験結果

配合	単位セメント量 kg/m <sup>3</sup>	W/C (%)	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )			引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	備考
			7日	14日	28日		
配合-1	320	116	5.420	7.160	10.000	0.990	攪拌混合材で作成供試体
	320	116	-	9.170	14.620	-	コア抜き供試体
配合-2	300	120	5.870	9.050	10.700	1.147	攪拌混合材で作成供試体
	300	120	-	10.470	13.630	-	コア抜き供試体
配合-3	300	119	4.940	8.090	9.800	0.800	攪拌混合材で作成供試体
	300	119	-	8.830	12.880	-	コア抜き供試体
	300	119	5.810	8.130	10.100	1.017	攪拌混合材で作成供試体
300	119	-	9.180	12.060	-	コア抜き供試体	
配合-4	250	151	3.600	4.440	5.290	0.620	攪拌混合材で作成供試体
配合-5	180	222	1.930	2.340	2.730	0.370	攪拌混合材で作成供試体
配合-6	170	242	0.740	1.130	1.730	0.192	攪拌混合材で作成供試体
配合-7	165	250	1.170	2.010	2.610	0.280	攪拌混合材で作成供試体
配合-8	135	314	0.390	0.700	1.160	0.124	攪拌混合材で作成供試体
配合-9	120	350	0.630	1.270	1.730	0.190	攪拌混合材で作成供試体
配合-10	100	435	0.190	0.280	0.500	0.070	攪拌混合材で作成供試体
配合-11	100	426	0.408	0.822	1.060	0.120	攪拌混合材で作成供試体



(9) No. 23 : バルーングラウト工法

No.	23
技術名称	バルーングラウト工法
社名	東亜建設工業(株)
NETIS 登録番号	SK-110016-A
公表先	地震時における地盤災害の課題と対策 2011 年東日本大震災の教訓と提言 (第二次) 地盤工学会、他
参考 WEB ページ	<a href="http://www.toa-const.co.jp">http://www.toa-const.co.jp</a>
連絡先	・東亜建設工業(株) エンジニアリング事業部 防災事業室 大野康年 Tel. : 03-6757-3861 E-mail : y_oono@toa-const.co.jp ・バルーングラウト工法研究会 事務局 大野康年 Tel.:03-6757-3861 E-mail : balloongrout@ae.auone-net.jp

### 1. 技術開発の背景・契機

長期耐久性を有する恒久型薬液を用いた薬液注入工法が、既存施設の直下および周辺地盤の改良に多く適用されている。これは、同工法が、施設を供用しながらの施工が可能であること、狭隘箇所に適用可能である等の理由による。しかしながら、従来の薬液注入工法は、注入材が地盤内を逸走することにより、改良品質が低下するといった施工上の課題も有しており、同工法の信頼性向上のため、施工技術の更なる改良が必要である。

バルーングラウト工法は、従来技術の薬液注入時の薬液逸走という施工課題に対応した薬液注入工法である。

### 2. 技術の内容

バルーングラウト工法は、ボーリングマシンにて地盤を削孔( $\phi 96\text{mm}$ )し、注入材を地盤に低圧にて注入することで地盤強度を高める地盤改良工法である。このような施工方法により、既存施設の直下地盤の改良を可能とし、既存施設を傷めることなく、しかもその稼動を止めることなく施工を行うことができる。図-1 に工法イメージを示す。

また、施工設備がコンパクトであることから工場等の狭隘箇所での施工も可能である。

### 3. 技術の効果

同工法は、仙台港の岸壁改良工事の実績があり、東日本大震災にてその改良効果が確認されている。写真-1 は、震災後の岸壁背後の状況で、改良部に隣接する未改良部では 30~40cm の沈下や憤砂現象が確認されたが、改良部ではほとんど変状は見られていない。

#### 4. 技術の適用範囲

既存施設（タンク、工場施設等）基礎地盤の液状化対策

適用土質：砂地盤、礫質地盤

#### 5. 活用実績

同工法は、2008年に開発されて以来、2013年3月現在で38件の施工実績がある。

その内訳は、液状化対策27件、岸壁・護岸裏埋土砂の吸出し対策：8件、止水対策2件、土圧軽減対策1件およびすべり対策1件である。また、液状化対策では、岸壁・護岸、タンク基礎、河川堤防、工場建屋他の実績がある。

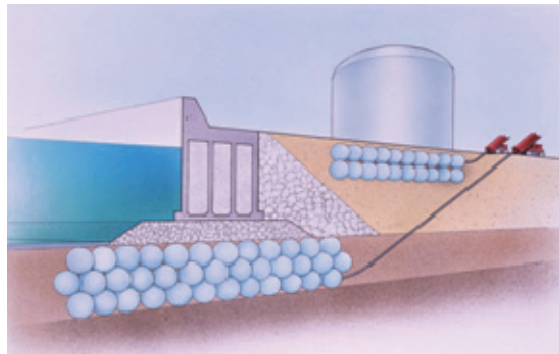


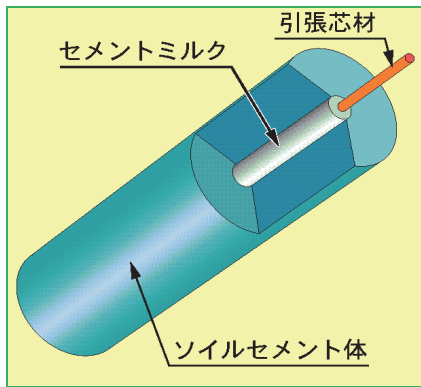
図-1 バルーングラウト工法イメージ



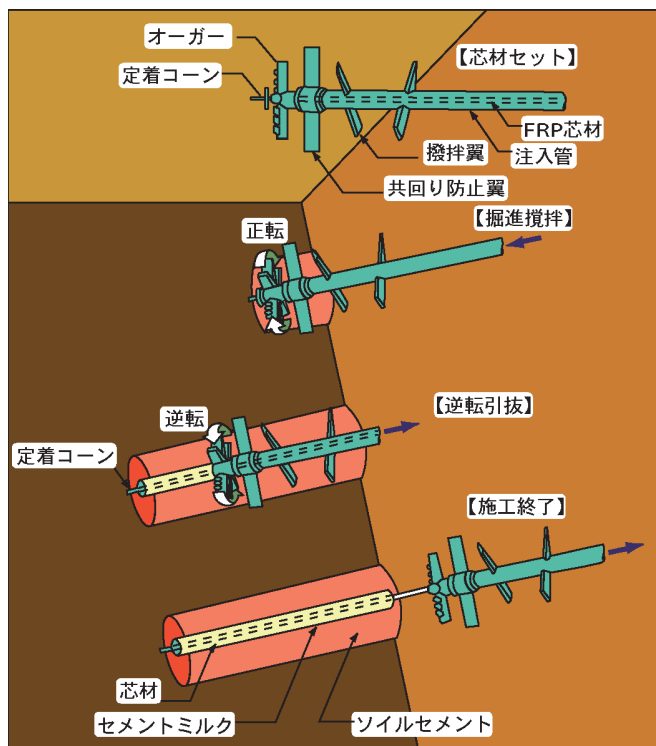
写真-1 改良効果（仙台港）

(10) No. 25 : ラディッシュアンカー工法

No.	25
技術名称	ラディッシュアンカー工法
社名	東急建設(株)
NETIS 登録番号	KK-990020-A
公表先	土木施工、他
参考 WEB ページ	<a href="http://const.tokyu.com/index.html">http://const.tokyu.com/index.html</a> <a href="http://www.rrr-sys.gr.jp/">http://www.rrr-sys.gr.jp/</a>
連絡先	・東急建設(株) 土木本部 土木技術設計部 白仁田 和久 Tel. : 03-5466-5322 E-mail : shiranita.kazuhisa@tokyu-cnst.co.jp ・RRR 工法協会 Tel. : 03-5368-4103 E-mail : RRR@igi.co.jp
<p><b>1. 技術開発の背景・契機</b></p> <p>切土法面や盛土の補強（地山補強土工法）では、鉄筋やロックボルトなどの補強材を地盤に打設するが、削孔径がφ5～9cm程度と小さいため、補強材を多数配置する必要があった。本工法は、補強材と地盤の摩擦抵抗を効率よく得ることを目的として補強材を大径化（φ20～40cm）したものである。</p> <p><b>2. 技術の内容</b></p> <p>本工法は、セメントスラリー注入方式の原位置混合で造成したソイルセメント柱体の軸芯位置に引張り芯材を配置し、大径補強材を築造する。</p> <p><b>3. 技術の効果</b></p> <p>本工法は築造径が大きいことから、従来の地山補強土工法と比べ、補強材を短くすることができるとともに、打設本数を少なくすることができる。</p> <p>ソイルセメント柱体の造成時に掘削土を排出せず、また、土とセメントミルクを原位置で攪拌混合するため施工に伴う地盤の緩みが少ないことから、道路や鉄道等の土構造物に対して供用した状態での補強が可能である。また、ソイルセメントは数時間程度で原地盤以上の強度を発現するため、安全性が高い工法である。</p> <p><b>4. 技術の適用範囲</b></p> <p>地下水位以浅で、岩・玉石及び礫質土以外の地盤を対象とする。</p> <p><b>5. 活用実績</b></p> <p>法面補強、法面急勾配化、仮土留めの分野で多数実績あり。</p>	



ラディッシュアンカーの構造



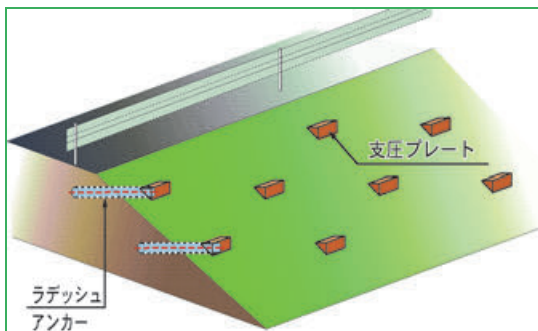
①芯材セット

②掘進攪拌

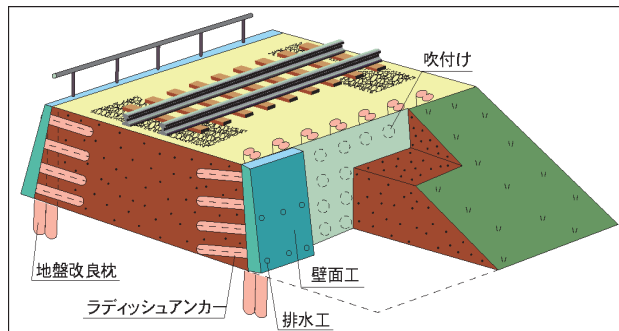
③逆転引抜

④施工終了

施工手順



法面補強



既設法面急勾配化

適用イメージ

(11) No. 27 : SDP-N 工法 (静的締固め地盤改良工法)

No.	27
技術名称	SDP-N 工法 (静的締固め地盤改良工法)
社名	東洋建設(株)
NETIS 登録番号	KTK-100012-A
公表先	自社 HP
参考 WEB ページ	—
連絡先	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 東洋建設(株)土木事業本部 営業第三部 角谷 竜二</li> <li>Tel. : 03-6361-5462 E-mail : kakutani-ryuji@toyo-const.co.jp</li> <li>・ SDP 工法研究会</li> </ul>

1. 技術開発の背景・契機

阪神淡路大震災・東日本大震災の大規模地震の液状化被害は甚大であり都市機能の麻痺を引き起こした。一方、都市部・臨海部においては地盤改良時の振動・騒音が市街地環境や既設構造物へ大きな影響を及ぼすことから周辺環境に配慮した液状化対策工法が強く求められている。

2. 技術の内容

SDP-N(Static Densification Pile –New Method)工法は、回転駆動装置と強制貫入装置を組み合わせた回転貫入装置により、軟弱な砂質地盤にケーシングパイプを静的に貫入させ、改良杭造成時においても改良材(砂、砕石、再生砕石、その他の材料)の排出・打戻しを静的に行い、拡張された締固め杭(以下、拡張杭という。)を造成することによって原地盤の密度増大を図る環境に配慮した静的締固め地盤改良工法である。

3. 技術の効果

- (1)周辺環境への配慮：パイプロハンマーを使用せず、低騒音・低振動での施工が可能である。
- (2)高品質な改良効果：掘削・拡張ヘッドの効果により締固め効果の向上が期待できる。
- (3)資源の有効活用：再生砕石等のリサイクル材を改良材として有効活用できる。

4. 技術の適用範囲

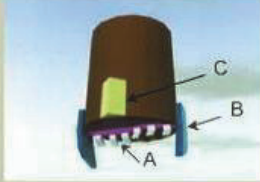
項目	適用範囲	備考
対象地盤	緩い砂質地盤	
造成杭径	標準φ700mm	
改良深度	施工基面下20m程度	実績 GL-15.5m
地盤強度(中間層)	N≤20程度・層厚2m程度	実績 N>20 層厚2m超
支持地盤強度(敷鉄板使用)	33kN/m <sup>2</sup> 以上(敷鉄板(6m×6m)使用時)	総重量：約120t(1,177kN)
占有面積	1,500m <sup>2</sup> (50m×30m)程度	組立・解体時
改良材	砂、砕石(C-40)、再生砕石(RC-40)が標準	最大粒径φ40mm(実績) (平成22年8月現在)

5. 活用実績

- ・ H23 年度小名浜港 7 号ふ頭地区岸壁(-13m)外(災害復旧)工事 [国交省 東北地方整備局]
- ・ 紀ノ川湊紺屋町地区堤防強化工事のうち地盤改良工事 [国交省 近畿地方整備局]
- ・ 波方基地地上設備工事 [独立行政法人 石油ガス・金属鉱物資源機構] 等

## 掘削・拡張ヘッドの特徴

A→B→C:掘削土砂を削孔壁へ強制的に押付ける



### A:地盤掘削翼

ケーシング直下の土砂を強制的に崩壊させ、その土砂をB部に移送する。  
【造成時には、振動式SCPの鉄蓋同様の役割】

### B:掘削爪

ケーシング周辺地盤の掘削、ケーシング外周周面摩擦の低減およびAで崩壊させた土砂をCへ移送する。

### C:掘削ブロック

Bから送られた土砂を水平方向の削孔壁に強制的に押付ける。

## 施工方法

①ケーシング  
貫入開始  
**正転**



②ケーシング  
貫入完了  
**正転**



③ケーシング  
引抜き  
改良材排出  
**反転**



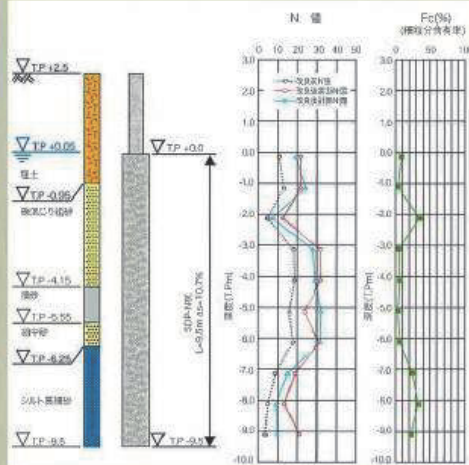
④ケーシング  
打戻し造杭  
③、④繰返し  
**反転**



⑤造杭完了



## 改良効果

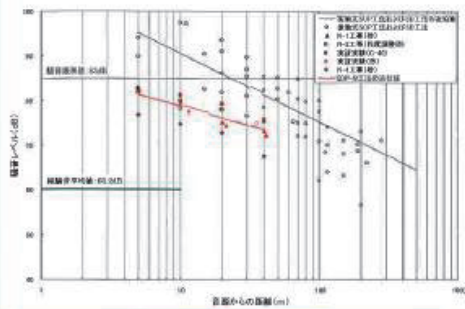


## 改良杭出来形

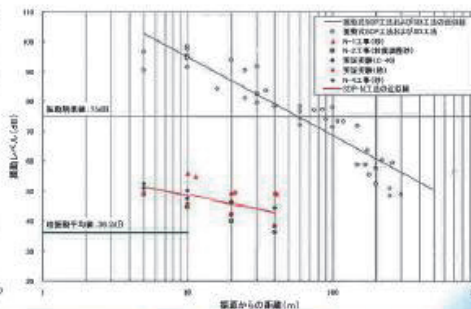


■建設技術審査証明協議会会員(財)国土技術研究センター  
「一般土木工法・技術審査証明第27号」平成23年2月取得  
■NETIS登録番号 KTK-100012-A

一定以上(約5m以上)の隔離を確保することで、騒音規制法や振動規制法上に定められている規制値を十分に満足できる騒音・振動レベルでの施工が可能であることを確認しました。



騒音レベルの確認結果



振動レベルの確認結果

(12) No. 29 : 気泡掘削による深層地盤改良工法「AWARD-Demi」

No.	29
技術名称	気泡掘削による深層地盤改良工法「AWARD-Demi」
社名	戸田建設(株)
NETIS 登録番号	—
公表先	戸田建設株式会社ホームページ
参考 WEB ページ	<a href="http://www.toda.co.jp/news/2011/20111013.html">http://www.toda.co.jp/news/2011/20111013.html</a>
連絡先	戸田建設(株) アーバンルネッサンス部 技術 1 課 請川 誠 Tel. : 03-3535-1602 E-mail : makoto.ukegawa@toda.co.jp

**1. 技術開発の背景・契機**

東日本大震災以降、液状化対策などの基礎地盤強化の重要性が増してきている。今回開発した深層地盤改良工法「AWARD-Demi」は、原位置攪拌ソイルセメント壁工法で実証した気泡掘削による余剰汚泥量削減効果を応用したものである。

**2. 技術の内容**

本工法は、まず気泡を吐出しながら地山の貫入掘削を行い、気泡のベアリング効果により地山（気泡混合土）の攪拌混合性を向上させる。攪拌翼の引抜き時には改良材（消泡材を添加したセメントスラリー）を添加・攪拌し、気泡を消泡しながら地山とセメントスラリーとの混練りを行うことで余剰汚泥量低減を図りながら、改良体を造成する地盤改良工法である。

**3. 技術の効果**

本工法の開発は「気泡の消泡試験」、「大型模型実験」、そして「実機によるフィールド試験施工」と段階を踏み、フィールド試験では本工法が従来工法に比べて以下の特長を有することが実証された。

- ①セメントスラリー量を 48%低減できる（セメント量の減少、水セメント比の減少）。
- ②余剰汚泥量を 33%低減できる。
- ③セメント量及び余剰汚泥量の低減により、工事費を 20%低減できる。
- ④掘削機に作用する回転トルクが小さくなることにより高速な混合攪拌が可能となり、施工品質と施工速度が向上する。

**4. 技術の適用範囲**

本工法は各種基礎地盤へ適用でき、地盤の安定性確保、沈下量低減および側方流動防止などの効果がある。また、掘削時の安定確保を目的として、土留めの変位量の低減、ヒービング等の防止、掘削法面のすべり防止および土留めの止水などを図ることができる。さらに、地震時の液状化防止や近接施工の防護対策など多様な用途がある。

## 5. 活用実績

国の機関：1件、自治体：0件、民間：0件



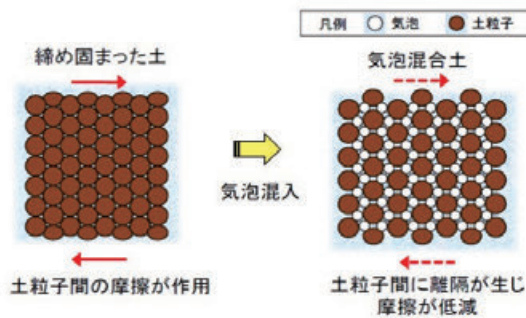
プレフォーミング気泡



気泡混同土

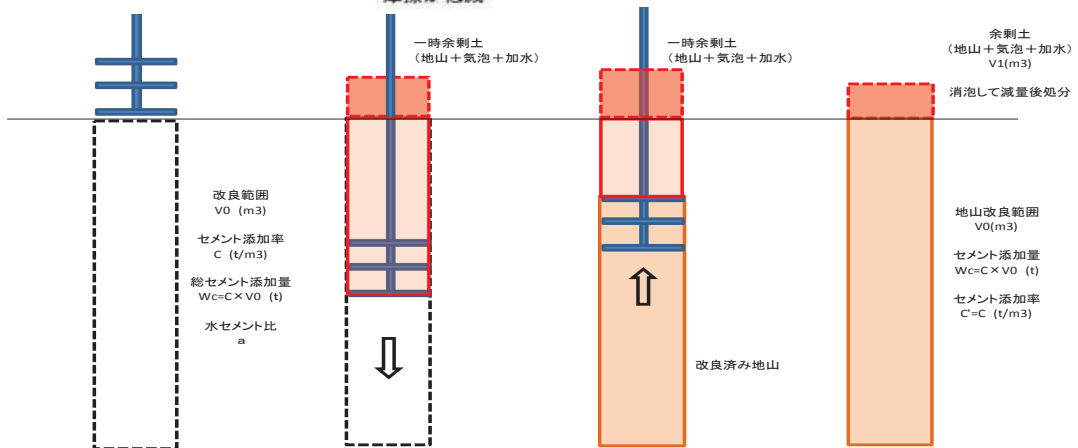
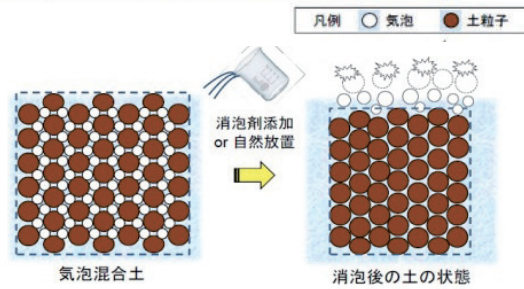
### 気泡のベアリング効果

ベアリング効果により、含水比が小さくても土の流動性を確保



### 消泡による減量化

気泡を消泡させることで、気泡体積分の減量化が図れる



①施工前  
AWARD-Demi工法  
引抜き時吐出方式で施工

②貫入掘削時  
上部から(気泡+加水)による  
掘削攪拌  
改良範囲上部に、一時余剰土  
(地山+気泡+加水)が発生

③引抜き時  
下部から上部へ(セメントスラ  
リー+消泡材)吐出しながら攪  
拌、消泡し、改良する

④施工完了  
余剰土にはセメントスラリーが  
ほとんど混入しないので、地山  
改良範囲には、添加したほぼ  
全量のセメント量が添加される。

### AWARD-Demi 工法の施工イメージ



AWARD-Demi 工法の施工状況