

(13) No. 31 : 丸太打設液状化対策&カーボンストック工法

| | |
|------------|---|
| No. | 31 |
| 技術名称 | 丸太打設液状化対策&カーボンストック工法 |
| 社名 | 飛島建設(株)、兼松日産農林(株)、昭和マテリアル(株) |
| NETIS 登録番号 | — |
| 公表先 | 自社 HP 等 |
| 参考 WEB ページ | http://www.tobi-tech.com/tech/carbon_stock.htm |
| 連絡先 | 飛島建設(株) 技術研究所 第三研究室 沼田淳紀 Tel. : 04-7198-7559 E-mail : Atsunori_Numata@tobishima.co.jp |

1. 技術開発の背景・契機
本工法は、液状化対策に加え、炭素貯蔵による地球温暖化緩和策を行い、持続可能な建設産業を目指すものである。このために、日本で唯一豊富な資源である木材を活用している。

2. 技術の内容
樹木は、大気中の二酸化炭素を吸収し炭素を固定するので、健全な森林経営がなされる限り、伐採した木材製品を含め木材利用量を増やすことが地球温暖化緩和策となる。地下水位以深の木材は、長期耐久性があるので、ここで使用すれば、木材の炭素貯蔵が可能となる。
液状化しやすい地盤は、地下水が浅いことが共通の特徴である。これは、正に木材が長期的に貯蔵効果を発揮できる環境である。そこで、丸太を使用した液状化対策工法を開発した(丸太打設液状化対策&カーボンストック工法 (LP-LiC 工法)、(写真-1))。

この液状化対策原理は、丸太を無排土で地盤中に打設し、緩い砂地盤を密実化することである。本工法では、木材の生産過程や運搬、工事によっても二酸化炭素が排出されるが、実施工による二酸化炭素排出量よりも、丸太によって固定された炭素量が遥かに大きく、工事することがむしろ炭素貯蔵効果により温室効果ガス削減に寄与できるのが他工法との大きな違いである(図-1)。

3. 技術の効果
図-2 に、写真-1 に示す実施工現場で得られた丸太打設による地盤の改良効果を示す。末口直径 $D=0.16\text{m}$ の丸太を 5D、4D、3D 間隔で打設した。丸太間隔が小さいほど N 値の増加が大きくなることが確認された。また、写真-2 に示す大型模型振動実験により本工法の液状化対策効果を確認した。図-3 に、入力加速度と地盤上に設置した構造物の沈下量の関係を示す。丸太間隔が小さいほど沈下量が少なく、4D 間隔では、地盤の相対密度が $Dr=91\%$ に相当する液状化対策効果が得られることが確認された。

4. 技術の適用範囲
本工法の適用事例を図-4 に示す。

5. 活用実績
・実大実証実験 (5 件)、実験公開 (4 件)、建築技術性能証明取得((一財)日本建築総合試験所)、建設技術審査証明審査中 ((一財)先端建設技術センター) など



写真-1 施工状況

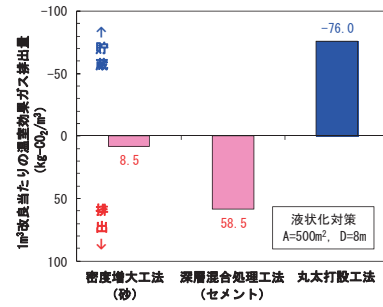
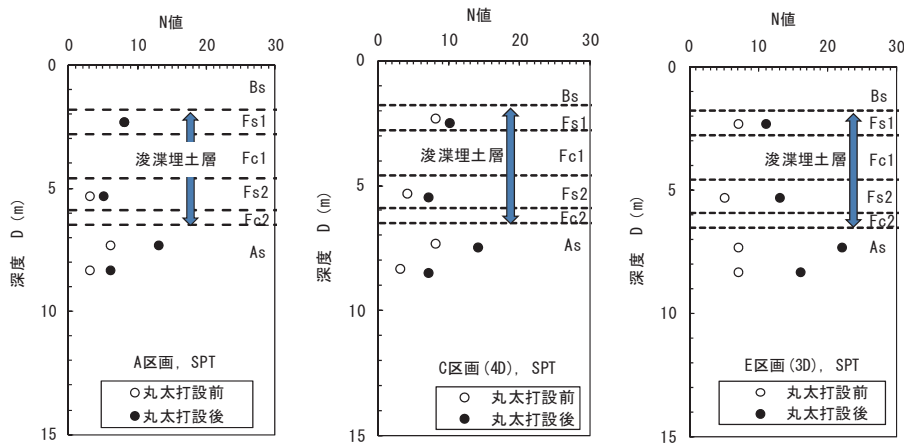


図-1 各種液状化対策工法の温室効果ガス排出量の比較



(a) 5D 間隔打設 (b) 4D 間隔打設 (c) 3D 間隔打設
図-2 丸太打設による地盤の液状化対策効果 (N 値の変化)

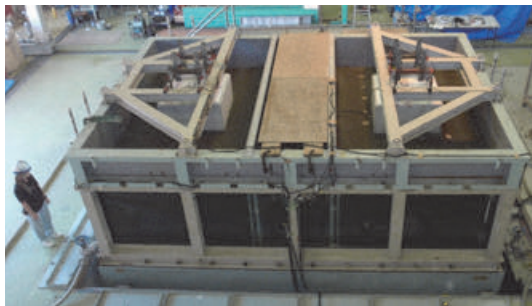


写真-2 大型模型振動実験の様子

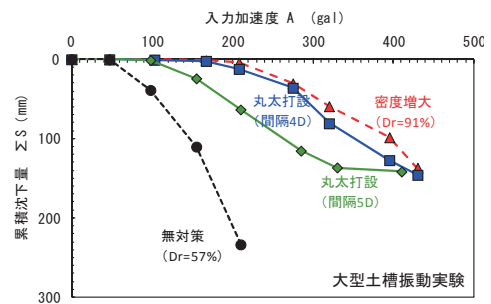


図-3 地震力と構造物沈下量の関係

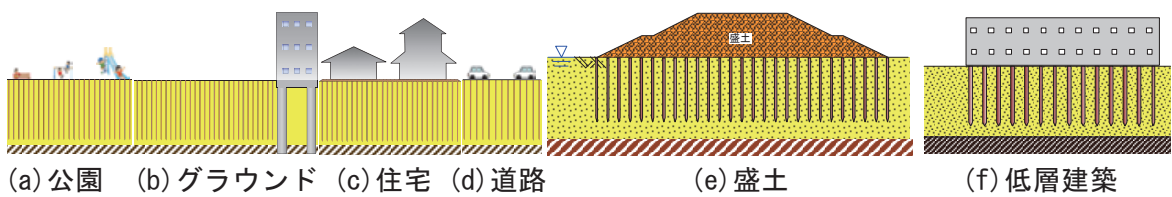


図-4 本工法の適用事例

(14) No. 32 : 限定充填工法

| | |
|------------|---|
| No. | 32 |
| 技術名称 | 限定充填工法 |
| 社名 | 飛島建設(株) |
| NETIS 登録番号 | CB-020031-A |
| 公表先 | 自社 HP 等 |
| 参考 WEB ページ | http://www.tobi-tech.com/tech/chika-kudo.htm |
| 連絡先 | 飛島建設(株) 名古屋支店 土木部 坂本昭夫 Tel. : 03-3561-3894 E-mail : kimata@shimz.co.jp |

1. 技術開発の背景・契機

わが国には過去に資源採取のために掘られた地下空洞が至る所で放置されている（写真-1）。このような地域では突然地表面が陥没あるいは構造物が沈下する事故が発生することがある。これらの陥没や沈下は空洞を構成する柱（残柱）、壁、天盤の地質の劣化の進行や地表の掘削あるいは盛土などの改変行為が原因となって発生すると考えられる。また、逼迫しているとされる巨大地震が発生すると、空洞の存在がゆれを増幅させて不安定な空洞が広域にわたって破壊され、多くの住民の生命が危険にさらされると考えられる（写真-2）。

限定充填工法は空洞充填工法を基本技術としてあらたな機能を付加した応用技術である。空洞充填工法は、陥没被害が頻発して社会問題となっていた東海地方の亜炭廃坑に対する対策工法として、1975年に通商産業省名古屋通商産業局の主導で開発され、この地方を中心に多数の施工実績を積み重ねてきた。このような背景のなかで、岐阜県可児市から御高町に至る東海環状自動車道および可児御嵩バイパスの計画において、直下の地下に広範囲に分布する亜炭廃坑の対策技術を検討するために、1998年、先端建設技術センターに「亜炭坑施工技術委員会」が設置された。そして、道路幅に限定した範囲の空洞を充填する方法が最適とされ、これに対する飛島建設（株）の技術提案が受け入れられることになり、現地試験施工を経て検討および承認された技術である。

2. 技術の内容

空洞充填工法の充填材は、材料に砂利工場等で副産物として発生する脱水ケーキに固化材と水を、充填の現場あるいは近郊に設置した充填材製造プラントで練り混ぜて製造する。充填材はスラリー状態で高い流動性を有することから、空洞内を均質に隅々まで充填できることが特徴である。反面、空洞率が高く広い空洞の一区画を充填しようとする、充填材の高い流動性が災いし、その充填材が対象範囲外にまで大量に流出するロスの発生が課題であった。限定充填工法は、充填材の流動性を制御することで対象範囲から外側の空洞部分への充填材の大量流出を防止する工法である。

限定充填工法では、最初に流動性の低い充填材（端部充填材）を空洞内に注入して対象とする空洞範囲の境界線上に隔壁を形成する。その後、内部に流動性の高い充填材（中詰充填

材)を注入して空洞の一定領域を充填する。端部充填材には水ガラスを添加し、そのゲル化作用で充填材の流動性を低い値に制御する(図-1、図-2)。

3. 技術の効果

地下に不安定な空洞が存在すると、地震時に空洞内の柱(残柱)や壁、さらに天盤が破壊され、地表面の陥没や構造物の沈下などの変状となって現れる。これを根本的に防止するには原因となる空洞を埋め戻すことである。空洞充填工法は埋め戻しを地上から安全に施工し、また充填材の高い流動性で複雑に入り組んだ空洞内を均質に埋め戻す技術である。その応用技術として開発した限定充填工法は、空洞の一定領域を充填する場合の対象範囲から外側空洞への充填材の流出ロスを最小限にとどめることができる合理的な技術である。

4. 技術の適用範囲

石炭・亜炭・金属鉱物採掘の廃坑、地下の採石跡、戦時中に掘られた地下壕、廃棄トンネル、廃棄埋設管、石灰洞、溶岩トンネルのような地下空洞・空間に適用可能である。特に、石炭・亜炭の廃坑のような比較的高さが低く広い空洞・空間の一区画を充填する場合に特に効果が高い。

5. 活用実績

これまでに22件、充填総量約19万 m^3 の実績がある。



写真-1 亜炭廃坑内部と残柱
(岐阜県御嵩町)



写真-2 東北地方太平洋沖地震による
亜炭廃坑の被害(宮城県栗原市、2011年3月)



図-1 限定充填工法の施工イメージ

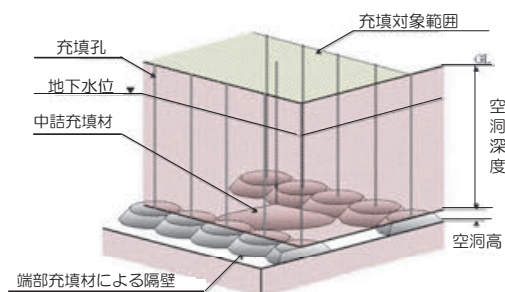
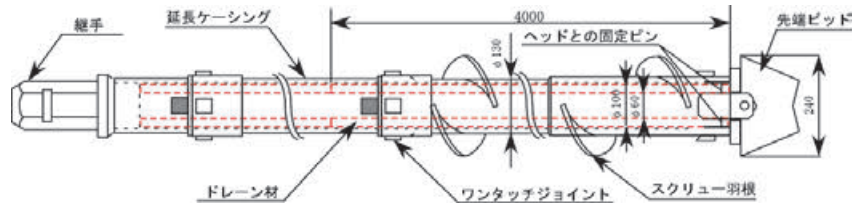


図-2 限定充填工法の概念図

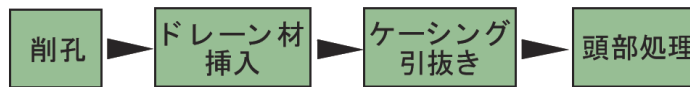
(15) No. 34 : NSDD工法（ドレーン材同時埋設工法）

| | |
|--|--|
| No. | 34 |
| 技術名称 | NSDD工法（ドレーン材同時埋設工法） |
| 社名 | 西松建設(株) |
| NETIS登録番号 | — |
| 公表先 | 新聞、土木専門雑誌 |
| 参考WEBページ | http://www.nishimatsu.co.jp/solution/ |
| 連絡先 | 西松建設(株) 技術研究所 今村眞一郎、佐藤靖彦 Tel. : 03-3502-0273 E-mail : shinichiro_imamura@nishimatsu.co.jp |
| <p>1. 技術開発の背景・契機</p> <p>排水工法とは液状化の可能性がある砂地盤中にドレーン材を打設し、地震時に発生する地盤内の過剰間隙水をドレーン内に速やかに流入させることで、過剰間隙水圧の上昇・蓄積を抑制する液状化防止工法である。排水工法の施工では、一般にボーリングマシンを用いて所定深度まで鋼製のケーシングで掘削し、その後で地上から人工ドレーン材をケーシング管内に挿入し、ケーシングを引き抜くことでドレーン材を設置する。従来工法ではボーリングマシンによるケーシング削孔とドレーン材の建込み、ケーシングの引抜きは別々に行われているが、それぞれが別工程でありケーシングの継足し作業も多いため、各工程に要する時間とコストがかかることが課題であった。</p> <p>2. 技術の内容</p> <p>NSDD工法はドレーン材同時埋設機構により、掘削した土砂を地表にほとんど排出することなく、地盤の削孔と同時にドレーン材を所定深度に埋設できる排水工法の施工技術である。</p> <p>3. 技術の効果</p> <p>地域特性を考慮した詳細な3次元モデルを用いた解析が事前に行えることで、防災・避難計画の立案に効果を発揮できる。また、津波荷重を直接高精度に算定できることで、沿岸部の既設構造物の構造安全性を高度に評価できる。</p> <p>4. 技術の適用範囲</p> <p>南海トラフ地震のような巨大地震に対しても、沿岸部に立地する施設単体から生産工場などの敷地全体、さらには街区・市区といった広域までを対象とすることができる。</p> <p>5. 活用実績</p> <p>国の機関：0件、自治体：0件、民間：6件</p> | |

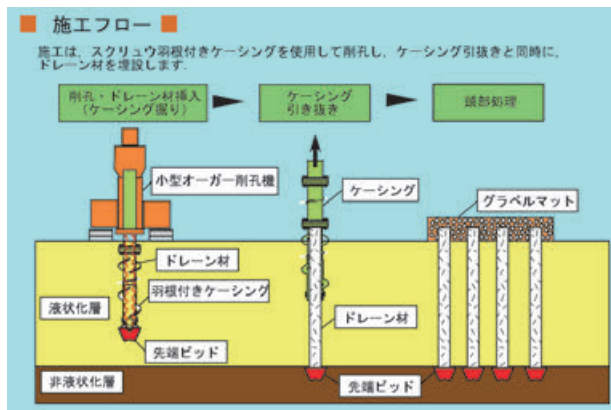
■ ドレーン材同時埋設機構の概要図



■ 従来工法の施工フロー



■ NSDD 工法の施工フロー



■ ケーシング及び先端ビット



■ 削孔状況



■ ドレーン材の埋設完了状況



(16) No. 36 : ソイルプラグ工法 (空隙充填工法)

| | |
|---|--|
| No. | 36 |
| 技術名称 | ソイルプラグ工法 (空隙充填工法) |
| 社名 | (株)福田組 |
| NETIS 登録番号 | — |
| 公表先 | 桜沢雅志、神田明彦、菱沼一充、菅原雅彦：流動化処理土による地下水面下の老朽化トンネルの充填、第 42 回地盤工学会研究発表会 2007 |
| 参考 WEB ページ | — |
| 連絡先 | (株)福田組技術企画部 神田明彦 Tel. : 025-266-9117 E-mail : kanda1143@dws.fkd.co.jp |
| <p>1. 技術開発の背景・契機</p> <p>地中には、廃棄された排水路、導水路トンネル等の地下用水路、資源採掘場の廃坑、自然洞窟等、種々の地下空洞が存在する。これらの地下空洞は、そのまま放置しておくとも地盤沈下や陥没の原因となるため、空洞内を充填することにより閉塞する措置がとられる。その際に、地下空洞の多くには水が充満していることから、効率的な充填材の充填方法が要望されており、この課題解決のためにソイルプラグ工法を開発した。</p> <p>2. 技術の内容</p> <p>水のある地下空洞への充填材には、水中での流動性及び分離抵抗性の相反する 2 つの性質が要求されるが、ソイルプラグ工法では、充填材の水中分離抵抗性を確認したうえで、空气中で測定するフロー試験と水中におけるフロー試験の 2 つを行ってフローの相関関係を調べており、複数のサンプルで同様に試験を実施しフローの相関図を作成することで、それを元に水中における充填材の流動性の管理・制御を行うこととしている。</p> <p>また、水中への充填は 1.2m/s 以下の流速で行うものと決めており、これにより均一な状態の充填を可能としている。</p> <p>3. 技術の効果</p> <ul style="list-style-type: none">・水中でも確実な充填が可能。・充填材は流動化処理土であり、建設発生土を利用でき環境保全にも役立つ。・流動性を制御し、限定範囲への充填が可能。・空洞充填は地盤補強でもあり耐震性の向上に寄与する。 <p>4. 技術の適用範囲</p> <ul style="list-style-type: none">・充填材の一軸圧縮強度(σ_{28})が 100kN/m²~1000kN/m²・水中での流動距離 80m | |

5. 活用実績

・新潟県 5件

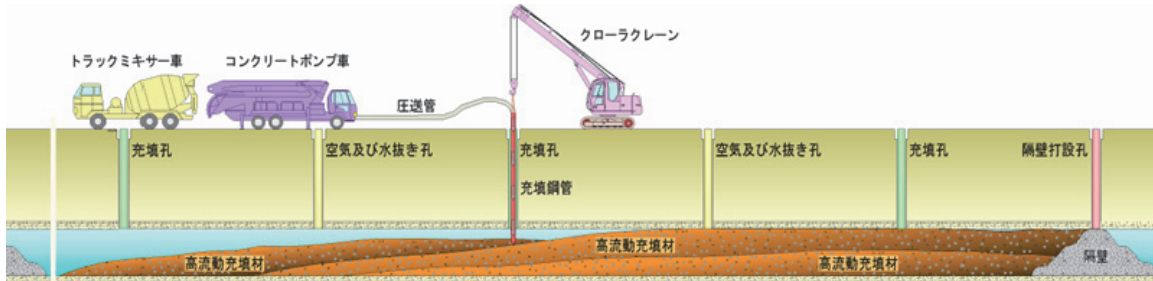
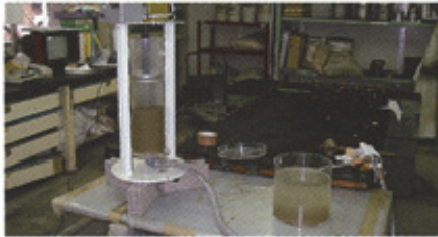


図-1 施工概要図

【充填材配合選定試験】

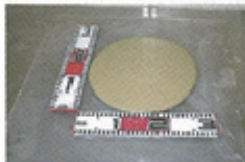
水中分離抵抗性試験

水中での濁り状態の確認をします。



フロー値の測定

水中での流動性を確認します。



気中フロー



水中フロー



写真-1 配合選定試験

写真-2 施工状況（地上部）

表-1 充填材品質管理（例）

| 試験項目 | 管理範囲 | 測定頻度 |
|----------|------------------------------|-------------|
| 充填材密度 | 1.46 ± 0.1 g/cm ³ | 2回/日（午前・午後） |
| 気中フロー | 200mm 以上 | 2回/日（午前・午後） |
| ブリーディング率 | 1.0% 未満 | 1回/日 |
| 一軸圧縮強さ | 平均値が設定値以上 | 1回/日（材齢28日） |

※設定値は充填内容により異なります。

(17) No. 40 : SAVE-SP 工法 (砂圧入式静的締固め工法)

| | |
|------------|---|
| No. | 40 |
| 技術名称 | SAVE-SP 工法 (砂圧入式静的締固め工法) |
| 社名 | (株)不動テトラ |
| NETIS 登録番号 | SKK-090002-V |
| 公表先 | 電力土木 平成 23 年 9 月号 技術情報 |
| 参考 WEB ページ | http://www.fudotetra.co.jp/geo/kouhou/shimekatame/save-sp/index.html |
| 連絡先 | (株)不動テトラ 地盤事業本部 技術部 設計課 竹内秀克 Tel. : 03-5644-8534 E-mail : hidekatsu.takeuchi@fudotetra.co.jp |

1. 技術開発の背景・契機

近年、既設の岸壁、空港滑走路や護岸・河川堤防などの耐震性向上のため、狭隘地や構造物直下でも適用可能な液状化対策工法が求められている。代表的な液状化対策工法であるサンドコンパクションパイル (SCP) 工法は大型施工機械を用いるため適用できない場合が多く、小型施工機を用いる薬液注入系の固化工法等が利用されている。しかしながら、さらなるコスト削減や環境負荷の軽減を図ることのできる工法が求められている。

2. 技術の内容

SAVE-SP 工法は、小型施工機の使用により狭隘地においても施工が可能であり、斜め施工や硬質障害物等の貫入にも対応できるため、既設構造物の直下の改良にも対応できる。改良原理は SCP 工法に代表される密度増大による従来の締固め工法と同様である。従来工法と異なる点は、地中に圧入する材料の状態である。圧入材料は、SCP 工法等に用いられる砂を専用プラントにて流動化剤と混練し、ポンプ圧送可能な状態にして使用する。流動化砂は所定深度まで貫入されたロッドを通じて地中に圧入され、周囲の地盤を締め固める。圧入された砂は、排出時の脱水および遅効性塑性化剤の作用で流動性が消失し、良好な地盤を形成する。

3. 技術の効果

- ・薬液注入系の固化工法に対してコストの縮減と工期の短縮が可能である。
- ・地盤に圧入する材料は自然材料である砂と安全性が確認された中性の添加剤であり、セメント系材料に比べて pH 値の上昇などの環境に配慮が必要な場合に有効である。

4. 技術の適用範囲

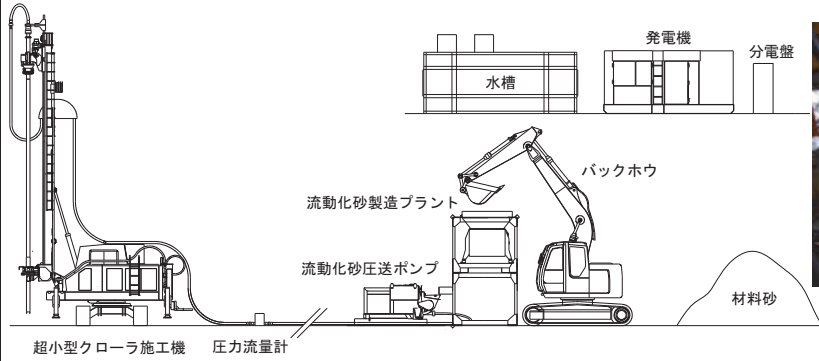
- ・対象地盤は、液状化のおそれのある飽和した緩い砂質地盤 (N 値 20 以下程度) である。
- ・適用用途は、狭隘地や既設構造物周辺や直下の締固めであり、港湾空港施設 (護岸や岸壁等)、河川構造物 (河川堤防等) などの液状化対策である。

- ・改良深度は20m程度で、施工機械を選定すれば40mまで施工は可能である。

5. 活用実績

国の機関：18件、自治体：2件、民間：2件

■施工機械の構成事例



■圧送される流動化砂の状態



■使用機械

超小型クローラタイプ機



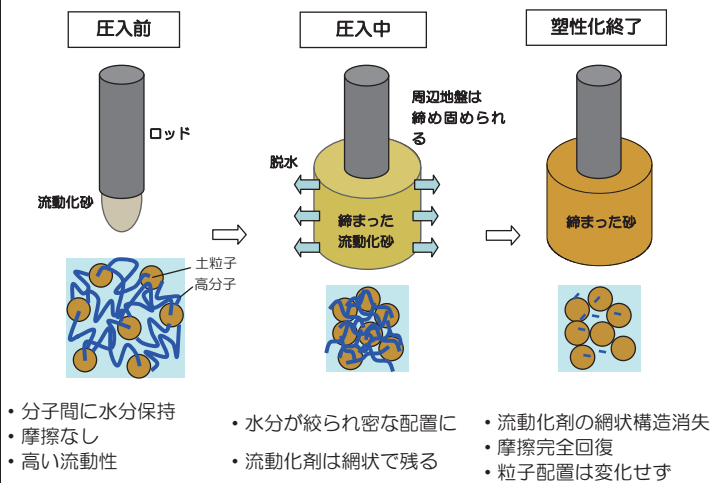
ロータリーパーカッションドリルタイプ機



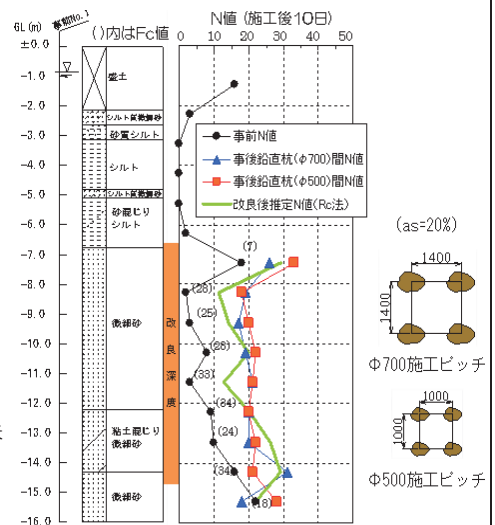
流動化砂製造プラント



■流動化砂の状態変化



■改良効果（杭間N値）



(18) No. 41 : ダブルミキシング工法

| | |
|--|---|
| No. | 41 |
| 技術名称 | ダブルミキシング工法 |
| 社名 | (株)本間組 |
| NETIS 登録番号 | QS-980227-V |
| 公表先 | 研究会 HP |
| 参考 WEB ページ | http://www.dm-k.jp/ |
| 連絡先 | ・(株)本間組 土木事業本部 技術部 田中修 Tel. : 025-229-8440 E-mail : dobokugijutu@honmagumi.co.jp ・ダブルミキシング工法研究会 三原義寛 Tel. : 0952-68-3535 E-mail : dmk@star.saganet.ne.jp |
| <p>1. 技術開発の背景・契機</p> <p>従来の地盤改良工法の多くは大型クローラタイプを採用しており、小規模な施工現場、街中の狭い場所での施工では困難な現場も少なくなく、また、単軸回転攪拌翼の場合には改良体の共回りが生じて品質への影響をきたすこともあった。</p> <p>2. 技術の内容</p> <p>本工法はバックホウをベースマシンとした地盤改良機により、スラリー状の改良材を軟弱地盤中に低圧状態で送り込み、二重管式単軸に装着された互いに逆転する二段の攪拌翼で、機械的に強制攪拌することによって地盤内に安定処理土の改良体を形成する工法である。</p> <p>3. 技術の効果</p> <p>①正逆回転機構を有した二段攪拌翼攪拌方式の採用により、均質な改良体を形成することができる。</p> <p>②改良材は地盤条件に応じてセメント、セメント系固化材、消石灰系固化材等が使用できる。</p> <p>③バックホウをベースマシンとして採用することにより、改良機本体は機動性を有し、高い安定性を確保している。</p> <p>④低振動・低騒音・低圧注入による低公害型工法となっている。</p> <p>4. 技術の適用範囲</p> <ul style="list-style-type: none">・改良前地盤の強度：9800N/m²以下・攪拌径：φ600～1400mm・最大改良深度(最大打設長)：DM025型 L=6m、DM045型 L=6m、DM070型 L=9m・適用土質：砂質土、シルト、粘性土、有機質土・中間層の最大N値：N値<12(粘性土、シルト、有機質土)、N値<25(砂質土) | |

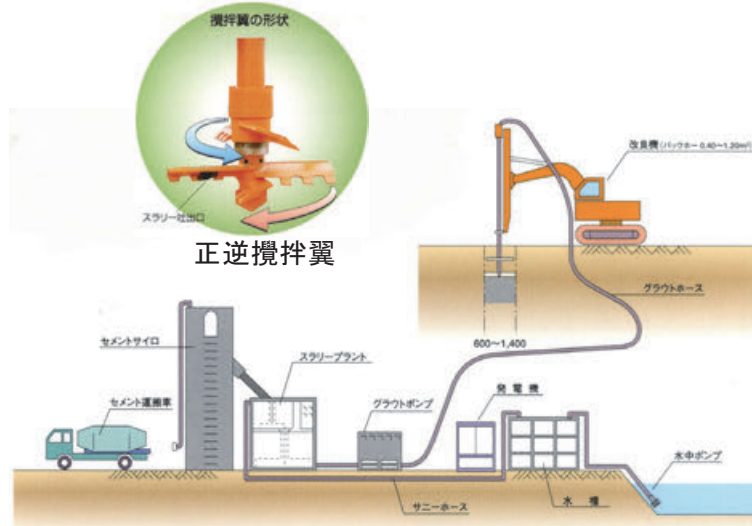
5. 活用実績

国の機関：137件、自治体：328件、民間：62件（ダブルミキシング工法研究会全体）

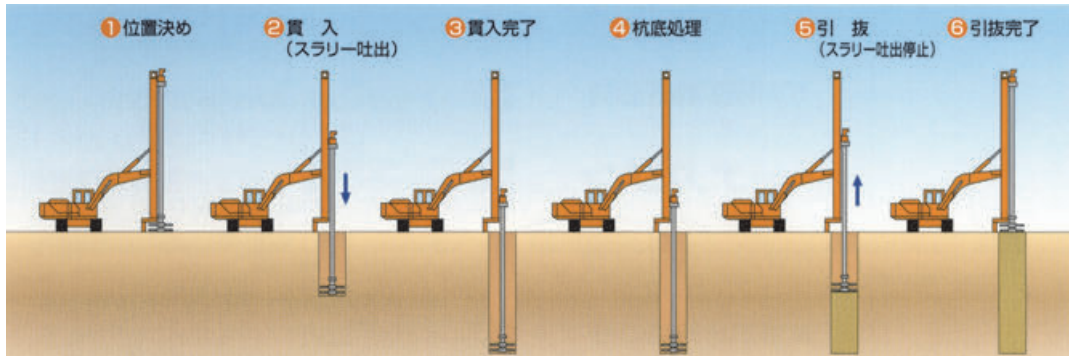
■ 施工システム



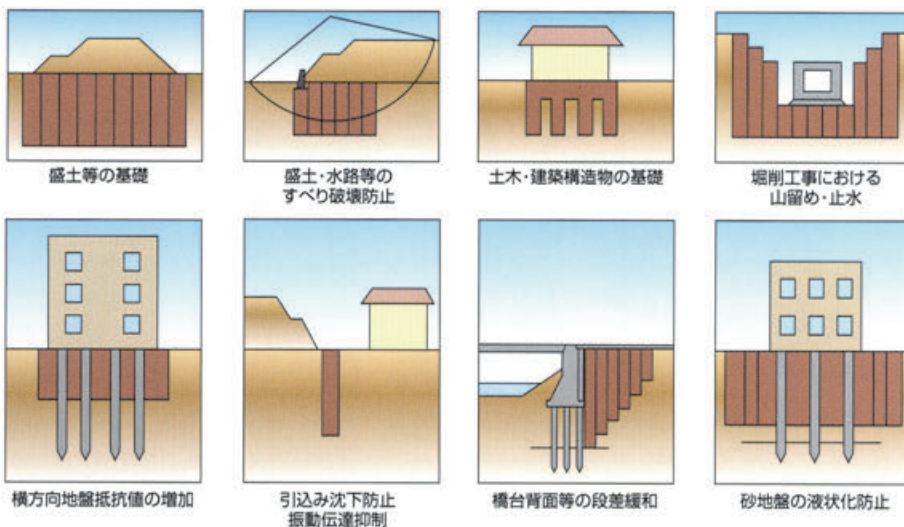
DM070 型改良機



■ 標準施工手順



■ 用途および適用例



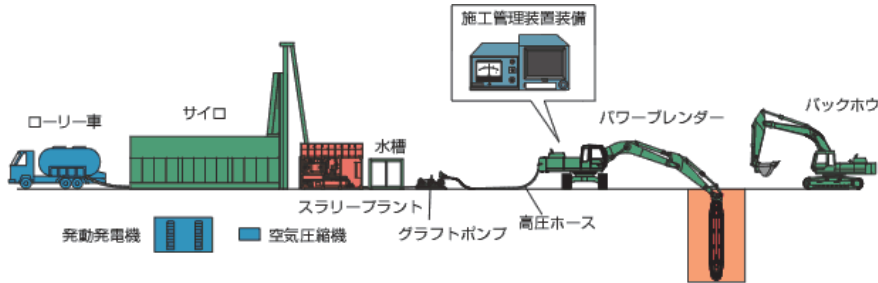
(19) No. 42 : パワーブレンダー工法

| | |
|--|---|
| No. | 42 |
| 技術名称 | パワーブレンダー工法 |
| 社名 | (株)本間組 |
| NETIS 登録番号 | CB-980012-V、CB-980022-V、CB-980019-A、CB-100013-A |
| 公表先 | 協会 HP |
| 参考 WEB ページ | http://www.power-blender.com/ |
| 連絡先 | ・(株)本間組 土木事業本部 技術部 田中修 Tel. : 025-229-8440 E-mail : dobokugijutu@honmagumi.co.jp ・パワーブレンダー工法協会 伊藤浩邦、大竹亮平 Tel. : 03-3681-8533 E-mail : mail@power-blender.com |
| <p>1. 技術開発の背景・契機</p> <p>構造物や盛土等の沈下対策、安定対策および地震時対策等を目的とした浅層・中層混合処理工法において、近接施工や狭隘箇所等の条件下で機動性があり施工が容易な工法として開発を行った。</p> <p>2. 技術の内容</p> <p>本工法はバックホウをベースにトレンチャー式攪拌機を装着した地盤改良専用機により、原位置土と改良材を強制的に連続垂直攪拌混合する品質的に信頼性の高い地盤改良工法である。</p> <p>3. 技術の効果</p> <p>①互層地盤を垂直攪拌し地盤の均質化を図りながら改良材と攪拌混合するため、深度方向の改良強度にバラツキが少ない均質な改良体を造成することができる。</p> <p>②改良機はバックホウ 0.8m³~1.9m³ クラスをベースとする豊富なヴァリエーションで、施工エリアの狭い現場や傾斜地等の条件下でも優れた機動性を発揮することができる。</p> <p>③セメント、セメント系固化材、高分子系等のあらゆる改良材が適用でき、原土の土質性状に応じた配合により、低強度から高強度まで品質の安定した固化処理が可能となっている。</p> <p>④地中変位量が少ないため、近接施工が可能である。</p> <p>⑤既設構造物基礎直下の施工(水平トレンチャー方式)も可能である。</p> <p>4. 技術の適用範囲</p> <ul style="list-style-type: none">・適用深度：最大施工実績 13.9m・適応土質：砂質土、シルト、粘性土、有機質土、礫質土・最大 N 値：N 値<10 程度(シルト、粘性土、有機質土)、N 値<20 程度(砂質土) | |

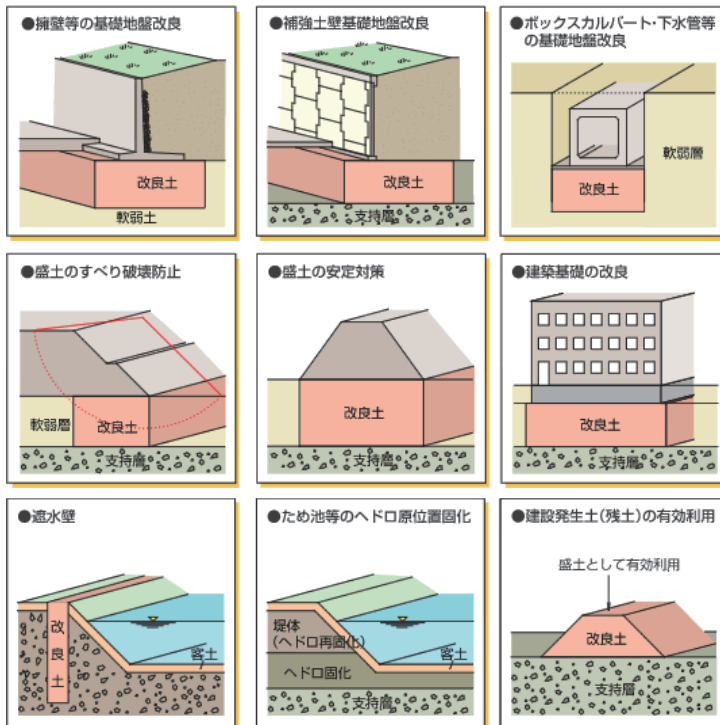
5. 活用実績

国の機関：885件、自治体：2,233件、民間：600件（パワーブレンダー工法協会全体）

■ 施工システム



■ 標準施工手順



■ 用途および適用例



狭隘な現場での施工



既設構造物直下の施工
(水平トレンチャー方式)

(20) No. 43 : 自在ボーリング薬液注入工法 MAGAR工法 (マガール)

| | |
|------------|---|
| No. | 43 |
| 技術名称 | 自在ボーリング薬液注入工法 MAGAR工法 (マガール) |
| 社名 | 前田建設工業(株) |
| NETIS 登録番号 | — |
| 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 | http://www.maeda.co.jp/tech/all/te0065.html |
| 連絡先 | 前田建設工業(株) 土木事業本部 土木設計・技術部 山内崇寛 Tel. : 03-5217-9563 E-mail : yamauchi.tak@jcity.maeda.co.jp |

1. 技術開発の背景・契機

地震多発国である我が国では、近い将来発生確率が高いとされる巨大地震に備え、既設施設の地盤の耐震補強や液状化対策が進められている。既設施設における地盤改良工事では、施設運用への影響を与えずに狭隘地で施工することが求められ、従来工法では施工を行えないケースがあった。そこで、既設施設の運用への支障を最小限度に留め、狭隘地でも構造物直下の地盤改良が行える工法として「MAGAR 工法」を開発した。

2. 技術の内容

MAGAR 工法は、自在ボーリング技術を用いた薬液注入工法である。高精度の位置感知システム（挿入式位置計測器、ジャイロセンサ）により削孔位置を計測しながら、自在な方向に削孔し薬液注入を行うものである。MAGAR 工法は、同様の自在ボーリング薬液注入工法に対して以下の特徴を有している。

- ①コンパクトな施工機械・専用機材で、最小限度の施工ヤード（9m 程度）で施工可能
- ②効率的な位置計測による工期短縮でコストダウンが可能（他工法比 15%減）
- ③硬質地盤などが中間層に介在する場合でも施工可能（N 値 50 程度の泥岩・礫地盤など）
- ④専用サンプラーを用いることで、自在ボーリングによる乱れの少ない試料が採取可能
- ⑤地盤改良後に注入管を残置しないで施工が可能（液状化対策などの浸透注入の場合）

3. 技術の効果

東日本大震災では、神奈川県川崎市の沿岸地域にて、タンク基礎の液状化対策として当工法で施工を行った施設において、液状化現象は発生せずその改良効果を確認した。

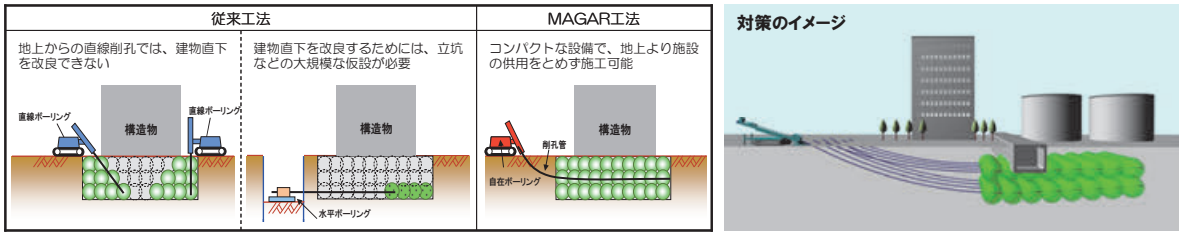
4. 技術の適用範囲

- ・削孔能力：最大延長 150m まで、最小曲率 R30m まで、削孔精度±30cm
- ・対象地盤：標準タイプ N≤20 の砂質土、硬質地盤用 N≒50 程度の泥岩・礫地盤
- ・注入薬剤：様々なメーカーの選定が自由（適用範囲は各薬剤と同条件）

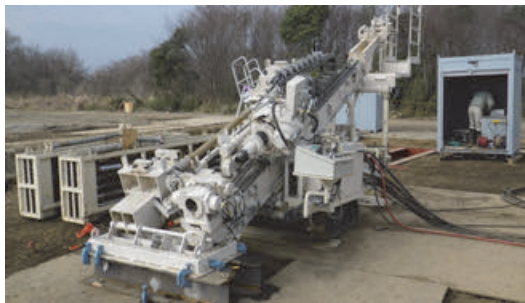
5. 活用実績

- ・官庁工事 0 件
 - ・民間工事 2 件
- （2013 年 3 月末日時点）

■MAGAR 工法のイメージ



■施工機械・専用機材



専用削孔機

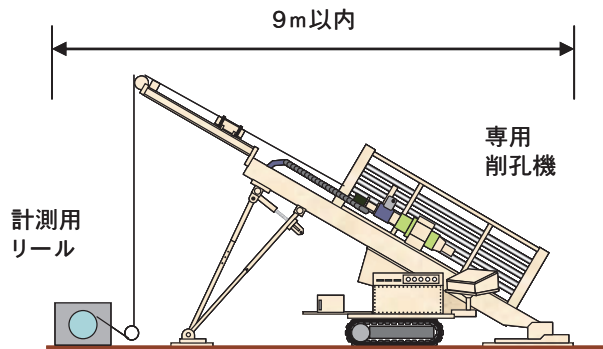


先端モニター(標準)



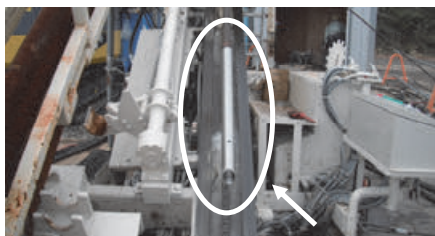
敷設状況

専用ロッド



コンパクトな施工機械・専用機材

■専用サンプラー(乱れの少ない試料)、硬質地盤対応モニター



水圧式二重管
サンプラー
φ50、1.0mの試料
採取が可能



採取試料
(改良体)

専用サンプラー(乱れの少ない試料)






硬質地盤対応モニター

(21) No. 44 : 自由形状・大口径高圧噴射攪拌工法（マルチジェット工法）

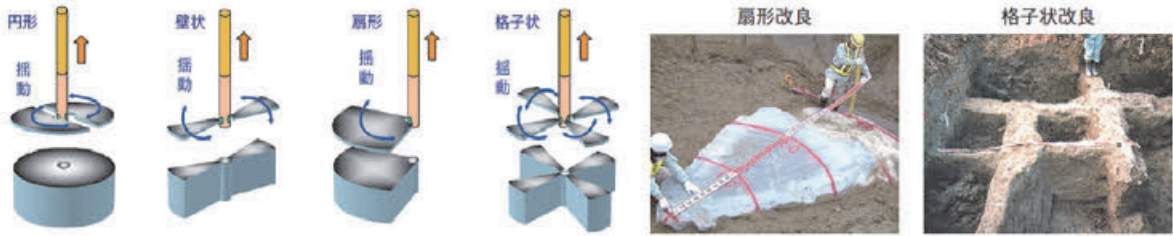
| | |
|---|---|
| No. | 44 |
| 技術名称 | 自由形状・大口径高圧噴射攪拌工法（マルチジェット工法） |
| 社名 | 前田建設工業(株) |
| NETIS 登録番号 | — |
| 公表先 | 建設技術審査証明報告書（日本建設機械化協会）、他論文多数 |
| 参考 WEB ページ | http://multi-jet.jp/v1/ |
| 連絡先 | 前田建設工業(株) 土木事業本部 土木設計・技術部 山内崇寛 Tel. : 03-5217-9563 E-mail : yamauchi.tak@jcity.maeda.co.jp |
| <p>1. 技術開発の背景・契機</p> <p>深層混合処理工法の一つである高圧噴射攪拌工法は、開削工事での底盤改良、シールド発進・到達部の地盤改良、既設構造物の耐震補強、地盤の液状化対策等に広く適用されている。</p> <p>高圧噴射攪拌工法の種類は多岐にわたり噴射メカニズム等の違いにより様々な特徴を有しているなかで、コスト低減・工期短縮等の面から改良径増大に対する要求は高く、特に従来工法では円柱状の改良体が主流であるが、目的により壁状・扇形・格子状などの形状を容易に施工できる改良技術の開発が求められていた。このような背景から、自由形状成および大口径の改良体の造成が可能な新しい高圧噴射攪拌工法として「マルチジェット工法」を開発した。</p> <p>2. 技術の内容</p> <p>マルチジェット工法は以下の特徴を有している。</p> <ul style="list-style-type: none">①自由形状改良：円柱状以外にも、壁状・扇形・格子状などの自由形状の改良が可能②大口径改良：最大直径 8.0m（国内最大）まで任意に改良直径の設定が可能③コンパクトな施工機械：標準機以外にも、低空頭タイプ、超小型タイプを有する④リアルタイム施工管理：施工状況（深度・流量・圧力など）をリアルタイムで管理⑤高品質管理：造成直後の改良径確認手法や 28 日強度の予測手法を開発 <p>3. 技術の効果</p> <p>東日本大震災では、茨城県沿岸部にある施設において、施設内の未対策地盤が大規模に液状化する中、本工法を用いた格子状改良で液状化の発生を防止することができた。その後、原位置で各種地盤調査を実施し、その改良効果の高さを確認している。</p> <p>4. 技術の適用範囲</p> <ul style="list-style-type: none">・最大深度：深度 80m 程度まで。80m 以深は原則試験施工での確認が必要・適用地盤：N\geq150 砂質土、N\geq7 粘性土、N\geq50 砂礫土は原則試験施工での確認必要・改良直径：改良直径 6～8m は原則試験施工での確認が必要 <p>5. 活用実績</p> <ul style="list-style-type: none">・官庁工事 5 件・民間工事 23 件（2013 年 3 月末日現在） | |

■マルチジェット工法の概要

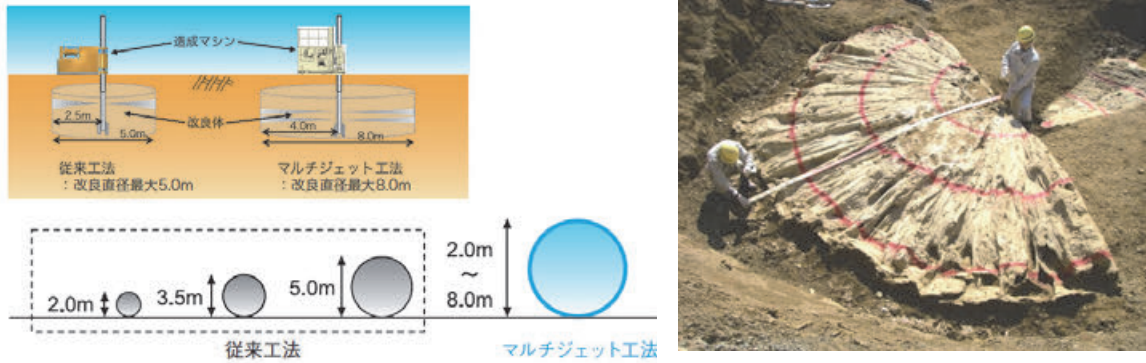


| | 標準タイプ | 低空頭タイプ | 超小型タイプ |
|----------|---|---|---|
| 姿図 |  |  |  |
| 寸法 | W170×D235×H240cm | W130×D200×H200cm | W60×D75×H163cm |
| 重量 | 3.5t | 2.0t | 0.4t 分解し人力搬入組立可能 |
| 空頭制限の適用性 | × | ○ 2.3m程度 | ○ 2.0m程度 |

■自由形状



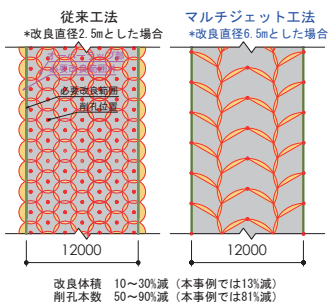
■大口径改良



■技術の効果

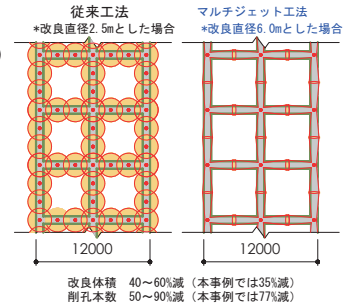
◆全面改良の場合

**コスト30%
程度削減**



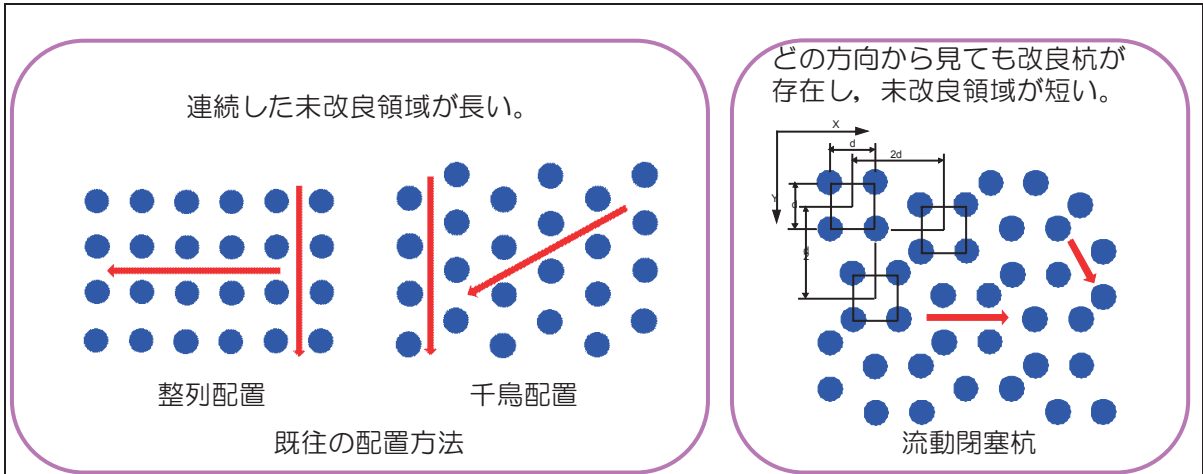
◆格子状改良の場合 (有効壁厚75cmの場合)

**コスト50%
程度削減**

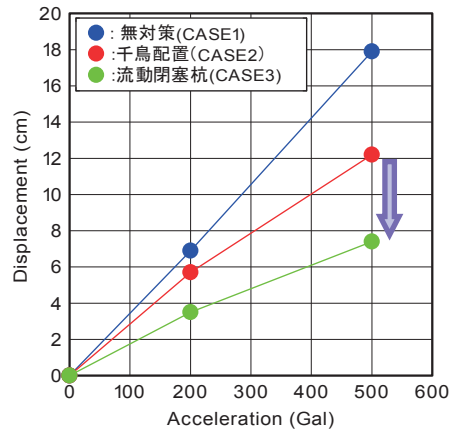
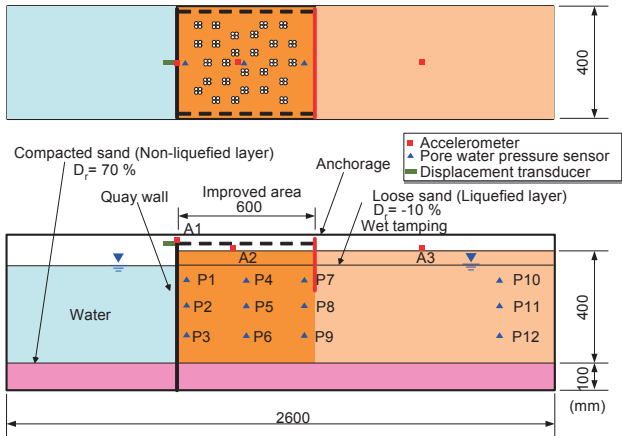


(22) No. 46 : 流動閉塞杭（地盤の液状化・側方流動対策）

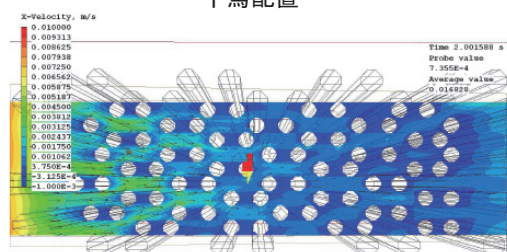
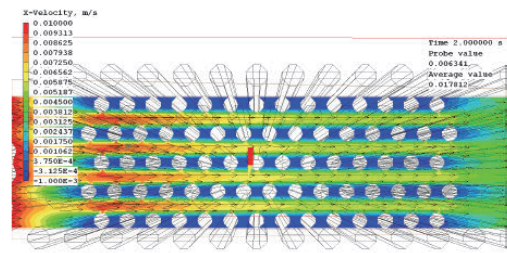
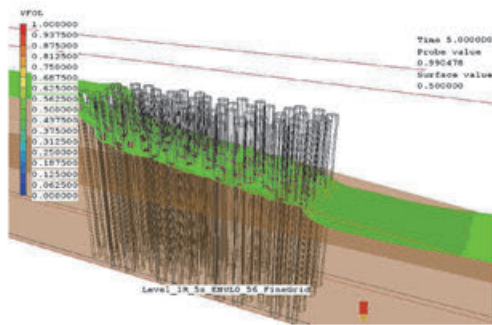
| | |
|--|--|
| No. | 46 |
| 技術名称 | 流動閉塞杭（地盤の液状化・側方流動対策） |
| 社名 | 三井住友建設(株) |
| NETIS 登録番号 | — |
| 公表先 | 高橋直樹, Ali Derakhshani, Rouzbeh Rasouli, 東畑郁生, 森川嘉之, 山本 陽一 : 深層混合処理工法の新たな改良杭配置による側方流動低減効果について, 第 47 回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.1425-1426、2012. |
| 参考 WEB ページ | http://www.smcon.co.jp/news/2012/120614.html |
| 連絡先 | 三井住友建設(株) 広報室 平田 豊彦 Tel. : 03-4582-3015 |
| <p>1. 技術開発の背景・契機</p> <p>杭式の地盤改良体の配置を工夫した低改良率での液状化・側方流動対策技術として、東京大学との共同研究で開発したものである（特許出願済）。平成 24 年 4 月からは港湾空港技術研究所・東京大学との共同研究を開始し、設計方法・評価手法の確立を目指して遠心模型振動実験ならびに解析検討を実施している。</p> <p>2. 技術の内容</p> <ul style="list-style-type: none">・液状化の抑制に加え、護岸背後地盤において液状化に伴い生じる側方流動に対して有効な液状化・側方流動対策工法である。・従来工法としては格子状改良工法の適用例が多いが、護岸近傍など地中障害物が多い場合には格子状改良ができないことがあるため、流動閉塞杭が有利となる。 <p>3. 技術の効果</p> <p>矢板護岸をモデル化した模型振動台実験を行い、従来配置（千鳥配置）と流動閉塞杭配置について液状化抑制効果を比較した。液状化に伴う矢板護岸模型の水平変位量の比較から、流動閉塞杭配置は従来配置よりも変位低減効果が高い（約 60%に低減）ことを確認した。</p> <p>4. 技術の適用範囲</p> <ul style="list-style-type: none">①護岸背面（既設・新設） ②盛土・斜面法尻（既設・新設）③盛土直下（新設） ④構造物側面（既設・新設）⑤傾斜地（既設・新設） <p>5. 活用実績</p> <ul style="list-style-type: none">・実績はなし。 | |



改良体配置の比較



護岸実験モデルとその結果



三次元流体解析による側方流動抑制効果の検討

(23) No. 47 : 超多点注入工法

| | |
|------------|--|
| No. | 47 |
| 技術名称 | 超多点注入工法 |
| 社名 | りんかい日産建設株式会社（地盤注入開発機構） |
| NETIS 登録番号 | KK-120050-A |
| 公表先 | — |
| 参考 WEB ページ | http://www.jckk.jp/ekjyoka.php http://www.kyokado-eng.com/ |
| 連絡先 | ・地盤注入開発機構 機構事務局 岡田 和成(①) ・工法事務局（強化土エンジニアリング）佐々木 隆光(②) Tel. : ①03-3815-2162 ②03-3815-1687 E-mail : sasaki@kyokado-eng.com |

1. 技術開発の背景・契機

液状化対策に代表される本設・恒久用途の薬液注入においては、固化改良地盤の品質確保のために、吐出量を小さくして注入圧の上昇を抑え、土粒子間に確実に浸透注入を行うことが重要である。

従来の薬液注入工法では、浸透源が小さいため割裂注入が生じやすく、品質に問題が生じる場合が多かった。また、吐出量を小さくすると工期が長くなることから施工費が高くなる欠点があった。開発した「恒久グラウトを用いた変位抑制型の薬液浸透注入工法」は、これらの欠点を解決するために吐出量を小さくし、同時注入ポイントを多数にすることによって、地盤や周辺構造物に変状を与えずに急速に浸透注入を行う注入技術である。

2. 技術の内容

本技術は、設計注入範囲に建込まれた多数の注入細管の先端に設置した特殊なノズルから、1ノズル当たり吐出量1～6L/minの低い速度で多数点を同時に浸透注入する工法である。

- ・1ユニット 32箇所を同時注入にすることによって、急速施工が可能である。
- ・変位センサーと連動することによって、地盤変動に対してポンプを自動停止させるなど自動変位抑制して、既設構造物を供用しながらの施工が可能である。
- ・注入ポンプや流量計等を含めコンパクトな施工設備構成である。
- ・環境配慮型の注入材料、生分解性注入管を使用することにより、周辺環境への影響を抑制することが可能である。

3. 技術の効果

環境配慮型の注入材、生分解性注入管を開発することで、環境負荷低減を図り、周辺環境の影響抑制が期待できる。

- ・瞬結型および懸濁型薬液に対応する注入設備を開発したことにより、高透水性砂礫地盤へ

の適用が可能になり、適用範囲が拡大し、施工性が向上する。

- ・全自動ミキサーの開発により、配合精度と品質が向上し、省力化施工が可能となる。
- ・注入設備をコンパクトにすることで、狭隘地での施工が可能となり、施工性が向上する。
- ・限界注入速度試験法を自動化することで、注入速度決定が迅速になり、施工性が向上する。
- ・32点を個別に制御しながら注入を行えるシステムにしたことにより、全体として急速施工を行いつつ、地盤状況に応じた注入仕様の設定が可能で品質が向上となり、既設構造物や周辺環境への影響も抑制できる。

4. 技術の適用範囲

<対象工事>液状化対策工事、軟弱地盤処理工事、吸出し防止工事、止水工事、地盤強化・補強工事

<土質条件>

液状化対策の場合:細粒分含有率 40%未満の砂質地盤および砂礫地盤

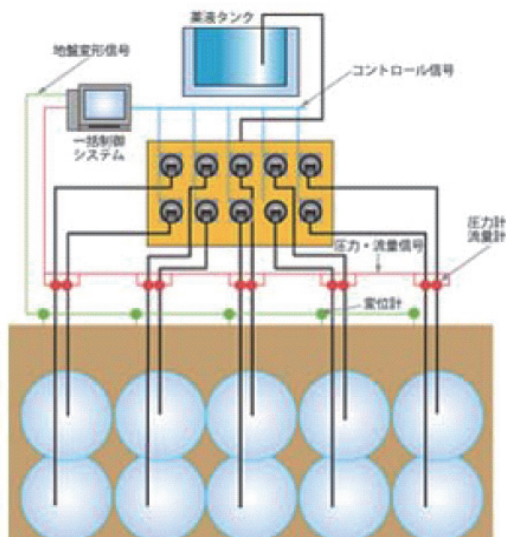
(H24.2 恒久グラウト・本設注入協会:「超多点注入工法技術マニュアル」(P31 4.3.1 地盤条件))

<施工条件>

- ・削孔方向 360° 全方位(水平・斜め、上向き)
- ・改良径 1.0~3.0m
- ・施工深度 35m まで(実績より)

5. 活用実績

国土交通省 10 件、その他公共機関 30 件、民間等 70 件 (電力会社 5 件含む)



超多点注入工法 概要説明図



写真-1 マルチ多連ポンプ



写真-2 流量・圧力検出器ユニット

(24) No. 48 : コンパクショングラウチング工法 (CPG工法)

| | |
|--|---|
| No. | 48 |
| 技術名称 | コンパクショングラウチング工法 (CPG工法) |
| 社名 | りんかい日産建設株式会社 (CPG工法研究会) |
| NETIS 登録番号 | KK-120050-A |
| 公表先 | — |
| 参考 WEB ページ | http://www.cpg-kouhou.jp/ |
| 連絡先 | CPG工法研究会 工法研究会事務局 山田 隆 Tel. : 03-5825-3752 E-mail : office@cpg-kouhou.jp |
| <p>1. 技術開発の背景・契機</p> <p>耐震技術として未然に液状化を防止する対策としては、比較的実績が多い工法として、サンドコンパクションパイル工法、深層混合処理工法、グラベルドレーン工法等が挙げられる。これらの工法は施工機械が大型で施工空間の制約を受けるという問題があり、既設構造物に近接した場所や構造物直下地盤の施工が困難であるという欠点が指摘されていた。近年では耐震基準の見直しなどにより既設構造物の直近、直下地盤の液状化対策が必要とされるケースも増加しており、作業空間、低振動・低騒音、低変位などの制約条件を満足する経済的な地盤改良工法が望まれていた。</p> <p>本工法 (CPG工法) は、こうしたニーズに応える新しい地盤改良工法であり、平成 7 年より液状化対策として本格的に用いられ、平成 10 年に供用中の滑走路直下地盤の液状化対策に採用されたのをきっかけに既設構造物の直近、直下地盤の耐震対策技術として急速に実績を増やしている。</p> <p>2. 技術の内容</p> <p>コンパクショングラウチング工法 (以下、CPG工法) は注入による締固め工法である。薬液注入工法やジェットグラウト工法等の他の注入工法の改良原理が「固化」であるのに対し、CPG工法の改良原理は「密度増大」であり以下のように定義される。</p> <p>CPG工法が他の注入工法と最も異なる点は、注入材が地盤に浸透や脈状割裂、攪拌混合せず、注入点付近で地盤を押し広げて固結体を形成するところにある。この固結体による締固め効果で周辺の地盤を圧縮強化する。</p> <p>3. 技術の効果</p> <p>CPG工法による地盤改良の特徴は以下のとおりである。</p> <p>① 無振動、低騒音 静的な圧入締固めにより、既設構造物の直近、直下の施工が可能。</p> <p>② コンパクトな設備 機械が小型なので、既設構造物の周辺、内部などの狭い場所でも施工が可能。</p> | |

③ 硬質地盤も削孔可能

硬い地盤が存在しても容易に貫通し、改良を必要とする層だけを改良できる。

④ 土層に応じた改良率

単位注入量の変更により、土層ごとに最適な改良率を選定できる。

粘性土などの非液状化層は注入しないので経済的（中抜き施工）。

4. 技術の適用範囲

【液状化対策】

- ・ 既設構造物の直近および直下
- ・ 供用中の滑走路下部
- ・ 岸壁背面、河川堤防
- ・ 地中構造物

5. 活用実績

国 69 件（国土交通省 67 件、防衛 1 件、財務局 1 件）、その他公共機関（34 件）、民間（9 件） ※平成 25 年 1 月現在

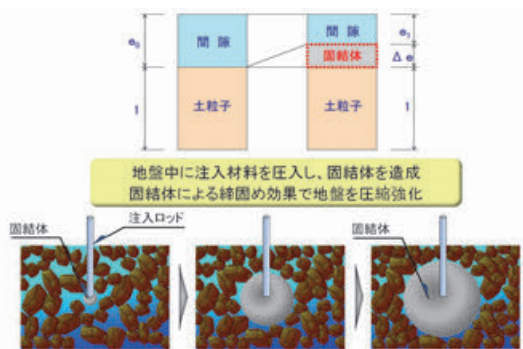


図-1 改良原理

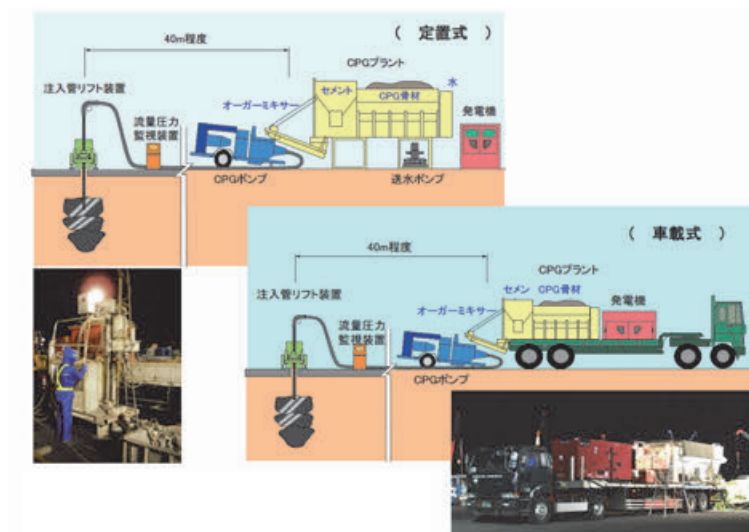


図-2 機械設備