



LSS[®]流動化処理土

品質安定化の製造技術(特許第4482411号ほか)
による信頼できる埋戻し・裏込め施工を目指して

流動化処理工法研究機構

【 Technical Consortium of Liquefied Soil Stabilization Method 】

『地下空間の埋戻し』

と『発生土のリサイクル』

流動化処理工法は、人力作業が難しく、危険を伴う地下構造物周辺の埋戻しの代わりに、土と水と固化材からなる流動化処理土を流し込み、固化を待って密実な充填をすることで、安全性や施工性等を改善する工法として発案されました。また、この工法は、従来、捨土として扱われていた高含水比の粘性土も主材として使うことができるので、発生土のリサイクルにも役立ちます。

2つの長所を兼ね備えた流動化処理工法ですが、平成4年に建設省総合技術開発プロジェクト「建設副産物の発生抑制・再生利用技術の開発」の一環として、実工事に向けた工法開発に着手する機会を得ました。そこで建設省土木研究所と社団法人日本建設業経営協会中央技術研究所による官民共同研究が開始されました。続いて建設省東京・横浜国道事務所での複数年にわたる試験工事が実施された後に、一般工事への普及が始まりました。

平成30年度末までに当団体の会員が実施した累計施工実績は、800万 m^3 を越えるに至りました。地山の土量に換算すると凡そ600～675万 m^3 になります。また、普及が進むにつれて地下構造物の埋戻しのほかにも、災害対策に関連した地下空洞の埋戻し充填、高強度の建築基礎、護岸の裏込めメンテナンス工事など、会員は、様々な用途への技術開発に取り組み、実績を積み重ねてまいりました。

流し込み施工と環境負荷軽減の特徴を糧に、これからも会員相互に協力して流動化処理土に係る諸課題の解決に取り組んで参ります。流動化処理土を利用される関係者の方々には、当機構の活動にご理解とご支援を賜りますよう、何卒、よろしくお願い申し上げます。

流動化処理工法研究機構 理事長 岩淵常太郎



流動化処理土の特徴

土の締固めが困難な狭い施工空間での作業や、水中に土をしっかりと盛り立てなければならない土工の場合に、入り組んだ狭い鉄筋間に材料を流し込み打設できるコンクリート工のように、固化材を添加した泥状の流動化処理土を、その流動性に頼って限られた狭い打設場所に流し込み、難しい締固めを省けないかと試みたのが、土の流動化処理工法の原点でした。

この工法には、施工実績を重ねてきた今日、次のような利点が明らかになってきました。



使用目的に応じた多様な品質の提供

泥土の配合や加水量を調整し、処理土の流動性を制御すれば、どのような複雑な狭隘な埋戻し箇所へでも充填、打設が可能ですし、締固め施工が難しい水中盛土の施工にも利用できます。圧縮強度（一軸圧縮強さ）で弱い地山程度のものから貧配合のコンクリート級の強度のものまで配合調整を行うことが可能です。

また、透水係数が $10^{-5} \sim 10^{-7}$ cm/sec 程度と予想外に低く、この性能は使い方によっては地下構造物の漏水防止に役立つと考えられます。

有害な汚染土壌を除き、すべての土を原材料として利用可能

礫、砂、砂質土、粘性土の、どの種類の発生土も用途に応じた配合で利用することができます。ですからあらゆる種類の建設発生土や泥土に対して、その再資源化が可能と言えます。

地震時の液状化や地下浸透水の浸食防止に効果

地下水位の高い地盤では、埋戻し土の粘着力の大幅な付加により地震時の液状化の危険性がなく、また、粘着力のあることで地下浸透水の浸食に抵抗することが考えられます。

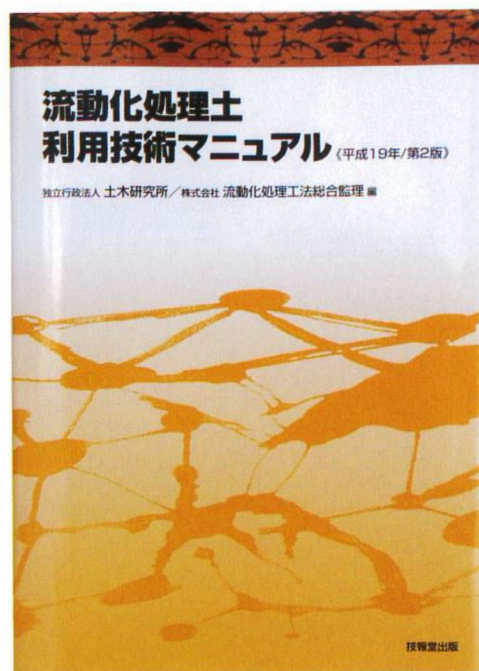
品質の均質性保証

プラントでの原料土の管理と、配合で決めた泥土の性状と製造時の泥土の性状を整合する製造管理の技術を適用することで、配合設計通りの均質な製品の製造が可能になり、他の土質改良工法より大いに優れており、固化材の割り増し添加の必要性は少なくできます。

埋設物の補強、埋戻し施工の合理化

地中埋設物の埋戻しに際して強度を選ぶことにより埋設管の強度を補うこと、また受け防護工の省略化や埋戻しの充填性が完全ですので舗装工の仮復旧の必要性を減らすことができます。

文章：「土の流動化処理工法」（技報堂出版）
久野悟郎ほか著から抜粋



写真：流動化処理土利用技術マニュアル（技報堂出版）
独立行政法人土木研究所／㈱流動化処理工法総合監理編

流動化処理工法の対象工事は、従来の土工に際し、転圧機械による十分な締固めが不可能な条件の現場になります。

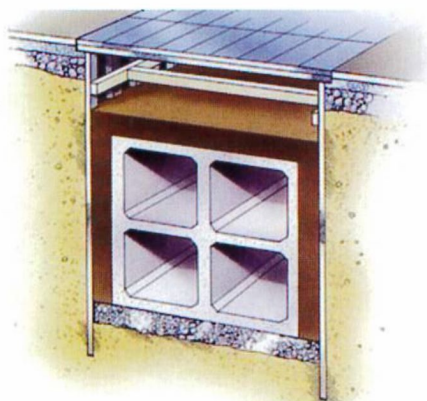
固化後の処理土は、工学的性質の選択の幅も予想以上に広く、供用中の劣化・収縮などは土中の湿潤な環境下では殆ど見られない観察結果が継続して得られています。

このような特性が確認されるにつれ流動化処理工法の用途は今後もさらに広がると考えられます。

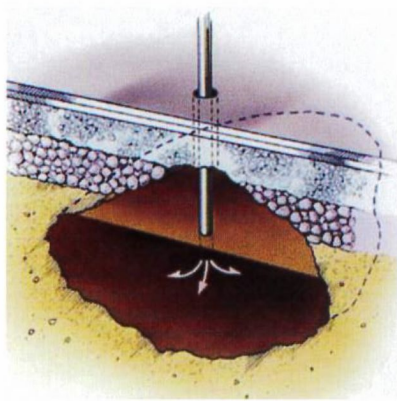
■利用対象となる主な工種

- 1) 擁壁、共同溝、地下鉄、建築基礎等の狭い空間の埋戻し
- 2) 廃坑等、不要になった地下空洞の埋戻し、充填
- 3) 各種ライフライン等の埋設物の埋戻し
- 4) 水中盛土工
- 5) 埋戻し部の地震時液状化防止、並びに地下浸透水流による土砂の浸食防止への対応
- 6) 締固め施工が不可能な条件下における土構造物の計画に適応した構築手法

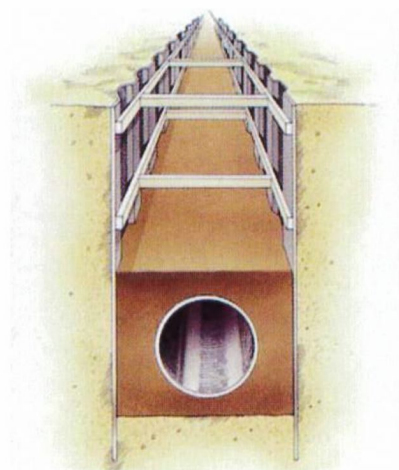
〔適用例〕



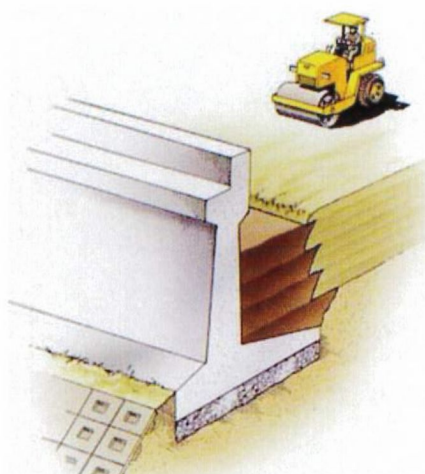
1) 共同溝



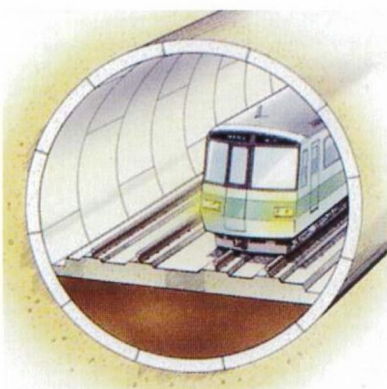
2) 路面下空洞



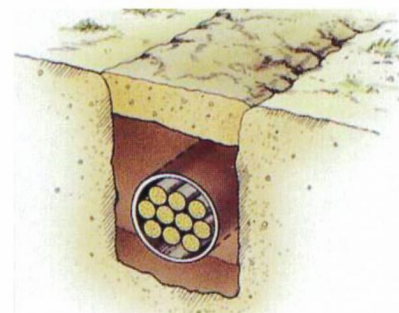
3) 埋設管



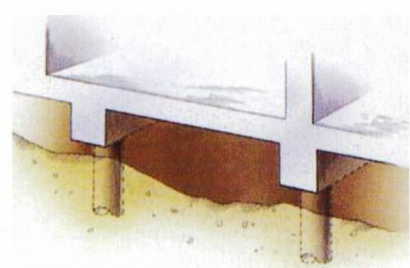
1) 橋台、擁壁



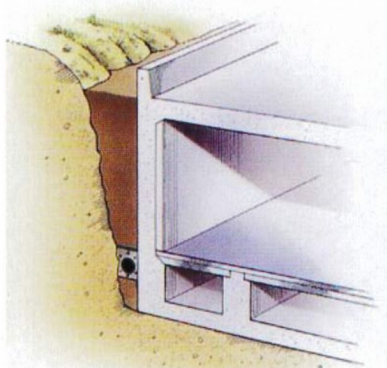
6) 地下鉄複線シールドのインパート部



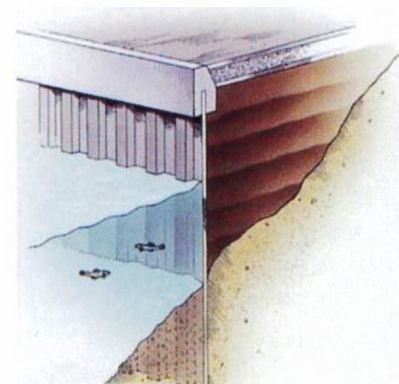
3) ケーブル埋設管



2) 軟弱地盤の沈下で生じた建物床下空間



1) 建築物



4) & 5) 護岸（水中施工を含む）

流動化処理土の品質安定化の課題

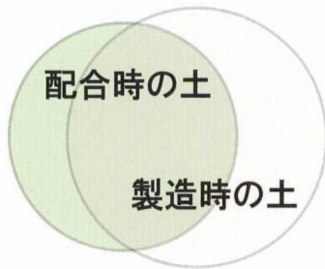
【一軸圧縮強さ】

自然地盤の発生土は、元来、粒度や含水比がバラツク傾向にあります。固化を阻害する予期しない物質を含むこともあります。現場から発生する泥土（汚染物質を含まない汚泥）は、人為的に加えられた化学物質を含むこともあり、固化を阻害することがあります。したがって、人力で再掘削が可能な一軸圧縮強さ $qu(28d) < 600 \text{ kN/m}^2$ の低強度や、 $qu > 2,000 \text{ kN/m}^2$ の高強度での品質安定化には、技術力が求められます。

【材料分離抵抗性】【流動性（セルフレベルング性能）】

水を多く含む流動化処理土から大量の水がブリージングにより表面に発生すると、固化成分の一部が溶出し、泥土中の砂分は底部に沈降して分離し、深さ方向で強度と粒度構成が不均一になります。運搬車からの荷卸しやポンプ圧送に必要な流動性や、流し込み施工に必須となる自らの重さで扁平に変形するセルフレベルングの性能は、水を多く配合することで適いますが、同時に水の浮き上がりや砂の沈降、強度発現の低下を誘発します。

課題解決の条件



A) 配合試験の土性（種類、粒度、含水比等）

if A) ≐ B) ⇒ 目標品質 (◎)

B) 製造時の土性（種類、粒度、含水比等）

【ヤードの建設発生土】



課題解決の方法（配合と製造の条件を一致させる方法）

- ① 発生土等を丁寧に「仕分ける」又は「選ぶ」ヤード管理をすること
- ② 品質確保のため、製造段階で泥土・処理土の密度や粘度などを確認する製造管理すること
- ③ 製造工程で土量や水量を、適宜、配合修正すること「配合設計と製造管理の手引き（案）」
- ④ その他（例えば、建設汚泥の必要に応じて洗浄⇒分級⇒細粒分と砂分の適正混合作業など）



② 製造現場で泥土採取



② フロー値で品質管理



④ 研究活動の例（製造デジタル化）

IV

流動化処理土の製造

現場に設置スペースがあれば仮設プラント（写真①）、都市部では生コン工場のような常設プラント（写真②、③、④、⑤）が開発されています。仮設も常設も製造能力や設置場所や規模別や施工条件により多様なプラント（写真⑥、⑦、⑧、⑨）が開発されています。海上に仮設プラント（写真⑩）を構築し流動化処理土を製造した事例もあります。そのほか車上に小型製造装置を搭載した移動プラントも開発されています。



① 大規模仮設プラント



② 都市部常設プラント（その1）



③ 室内仕様常設プラント



④ 都市部常設プラント（その2）



⑤ 都市部常設プラント（その3）



⑥ 中規模仮設プラント



⑦ 市街地中規模仮設プラント



⑧ 簡易移動式常設プラント



⑨ 道路占有に設置された仮設プラント



⑩ 海上に設置された仮設プラント



流動化処理工法

【施工事例】

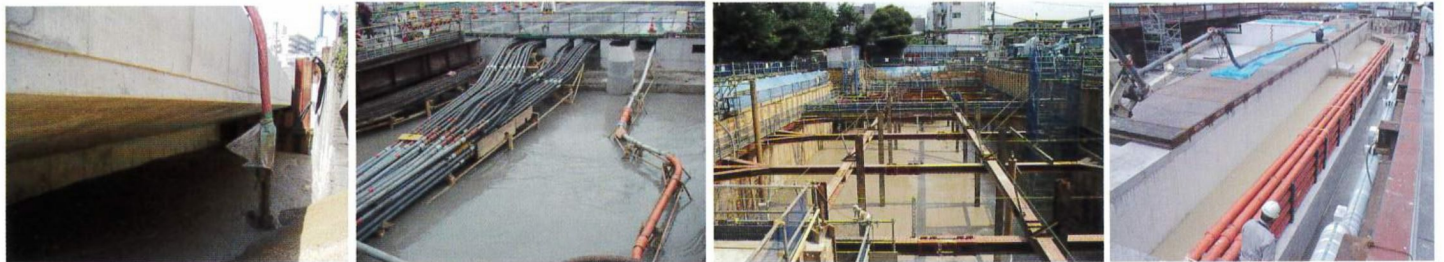
流動化処理土の打設は、直接埋戻し空間に打設する（写真①左）方法とポンプで配管により運搬して所定の箇所に打設する（写真②）方法があります。深い場所に打設するときは材料が分離しないよう工夫（写真①右、③）します。壁面型枠を使うとリフト打設（写真④）もできます。



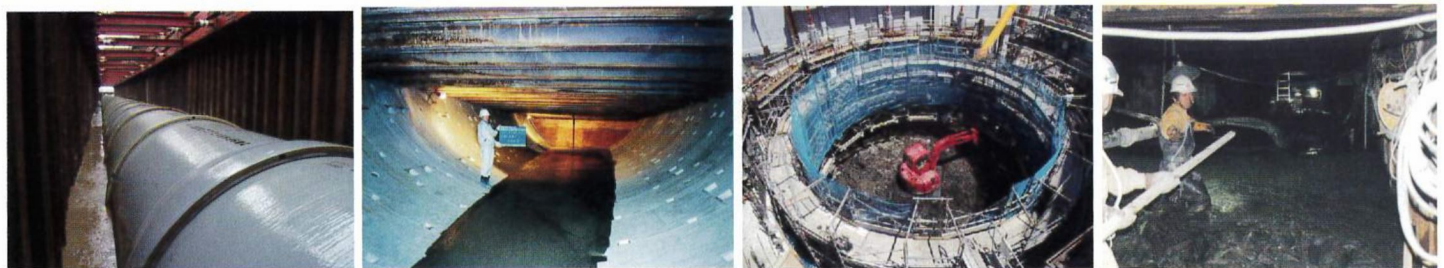
① 共同溝直投へのホッパー打設 ② 共同溝ポンプ圧送打設 ③ 大深度へのシュート打設 ④ 養生3日でのリフト打設

【用途事例】

流動化処理土の工事は、「Ⅱ 流動化処理工法の利用対象」を含め、品質仕様を目的に応じて配合で調整することで多様な用途に使われています。以下に施工事例の一部を紹介します。



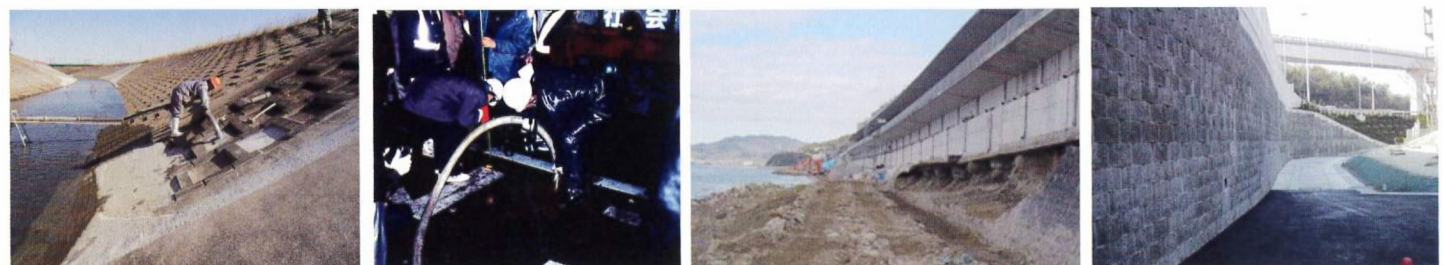
⑤ 橋台背面裏込 ⑥ 広域地盤置換 ⑦ 建築基礎（ラップルコン代用） ⑧ 多条埋設管理戻



⑨ 大口径管無人化埋戻 ⑩ シールドインバート埋戻 ⑪ オープンケイソン遮水壁構築 ⑫ RC 躯体天端外防水試験



⑬ 亜炭廃坑埋戻試験 ⑭ 地滑り帯排水トンネル閉塞 ⑮ 国交省社会実験下水管 ⑯ 都市インフラ廃止管閉塞



⑰ 護岸空洞補修 ⑱ 路面下空洞充填 ⑲ 洞門基礎補修 ⑳ 土構造物築造

正会員

株式会社 エコテクノス

株式会社 ティ・アイ・シー

株式会社 藤木工務店

株式会社 エステック

徳倉建設 株式会社

馬淵建設 株式会社

坂田建設 株式会社

有限会社 中道環境開発

株式会社 エフビーエス

小野田ケミコ 株式会社

中村建設 株式会社

三重建材 株式会社

株式会社 環境施設

株式会社西日本アチューマツクリーン

株式会社 三純建設

株式会社 ソイルテクニカ

蓮井建設 株式会社

みらい建設工業 株式会社

株式会社 大伸

株式会社 富二栄

株式会社 ヨコハマ全建

大幸工業 株式会社

株式会社 富士機

特別会員

株式会社 安藤・ハザマ

株式会社 奥村組

株式会社 熊谷組

佐藤工業 株式会社

清水建設 株式会社

大成建設 株式会社

株式会社 竹中工務店

東急建設 株式会社

東洋建設 株式会社

戸田建設 株式会社

西松建設 株式会社

株式会社 福田組

株式会社 フジタ

株式会社 不動テトラ

株式会社 本間組

前田建設工業 株式会社

特別賛助会員

一般社団法人 セメント協会

日本石灰協会

株式会社流動化処理工法総合監理

賛助会員

住友大阪セメント 株式会社

太平洋セメント 株式会社

株式会社 フローリック

問合せ先

蓮井建設 株式会社

香川県高松市朝日町4丁目14番39号

TEL 087-822-7878

FAX 087-822-7877

流動化処理工法研究機構

TEL03-5542-8870 FAX 03-5542-8869 <http://www.lss-kiko.jp>

〒104-0032 東京都中央区八丁堀二丁目5番1号 東京建設会館