



# LSS<sup>®</sup> 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

# 流動化処理工法とは

昭和50年代半ば頃だったでしょうか。それまではあまり気になりませんでした。が、構造物基礎や地中構造物、及び都市の各種ライフライン等の埋戻しや裏込めに際して、施工後、時を経て当該路面に陥没や、不測の不陸が生じ始めたことによる障害、事故が多発し始めました。

その以前は、このような地下構造物の埋戻し工事の際に採用されていた埋戻し工法には、良質な砂、砂利を主体とした「川砂」で水締め打設する方法が主に用いられてきていましたが、その頃から「川砂」の採取が制限されるようになって、代わりに、「山砂」が使われるようになりました。

しかし、同じ「砂」と言っても「山砂」はかなりの量のシルト、粘土の細粒分を含んだ、いわば「砂質土」と称すべきもので、決して「砂」に代わる材料ではなかったのです。

従って、「砂質土」を用いて地山との間に残された狭隘な掘削空間を埋戻し、十分な締固めがしにくいままに供用した場合には、埋戻し部の緩い砂質土は地下漏水によって浸食され始め、結果として地中に思わぬ空洞を発達させてしまったために、路面の不陸、ひいては路面陥没につながる災害の原因になっていたと判断されますし、確かに下水管内に多量の流出砂質土の堆積が確認されました。

この実状を憂い、それに誘引されたと思われる不測の地中空洞の補填を含めて、締固め不要な、いわば「土のコンクリート工」とも見なせる「土の流動化処理工法」の開発を試みました。勿論、それ以前に開発された、より高品質な埋戻し材や、水中盛土技術をも参考にして、より入手しやすい土質材料を活用し、用途別に、技術的にも、経済的にも、より広範な要求に対応が可能な当工法の開発を続けてきました。そして平成になって、先の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・再生資源化利用技術の開発」の一環として、当時の建設省土木研究所と日本建設業経営協会中央技術研究所が行った、流動化処理土の利用技術に関する4年間の共同研究により、流動化処理工法の効用と、その実用性の第一段階の確認を得ることができました。

平成9年、上記プロジェクトの終結に伴い、共同研究に参画した各社を主体に、広く当工法に対する理解者及び協力者を求め、更なる研究の充実、広い視野に立っての利用促進を図るべく「流動化処理工法研究機構」を設立し、研究、普及活動を活発に続けてきました。

本機構の設立前、及び設立後の我々の流動化処理土の施工実績の推移を図示しました。平成10年、11年にかけて東西都市圏において大規模な地下鉄関連工事が集中したこともあって、その間の実績は急激に増加し、それに応ずることで技術を更に習熟し得たことは幸せ

でした。そしてこの間、当工法に協賛された会員の分布が都市域に限られず、全国規模に広がり始めたことは大変心強く思います。

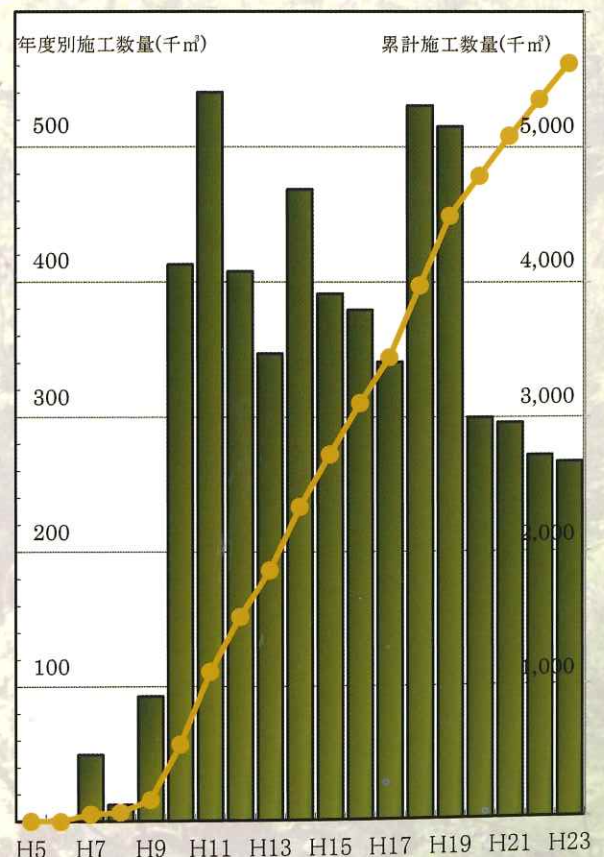
この段階で、本機構に対する建設業界の広いご理解により、「流動化処理工法」は一応の市民権を得たものと感じております。しかし、その有効性が認められ、施工対象も、施工量も増えるにつれて、個別に当工法、並びに処理土に関する技術的研究、普及に励むことが許されぬ時流を感じ、流動化処理工法に関連する特許権等の監理、並びに技術指導、広報活動を主務とする組織が併存されるべきとの判断から、別組織として「(有)流動化処理工法総合監理」を平成13年末に発足しました。

当組織は本機構と密接な連携関係にあることが必要なため、流動化処理工法研究機構の特別会員として迎え、今後は、より実務的に流動化処理工法の発展を支える基盤となるものと信じております。

なお、この結果、独立行政法人土木研究所、有限会社流動化処理工法総合監理、及び社団法人日本建設業経営協会の三者間には、平成14年10月1日付で「流動化処理工法パテントプール契約」が締結されていることを追記いたします。

流動化処理工法研究機構 名誉理事長 久野 悟 郎  
「前パンフレットから引用」

流動化処理工法施工実績





# 流動化処理工法・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、水中に土をしつかりと盛り立てなければならぬ土工の場合に、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、泥状にした処理土を流し込み打設できたらよいな、と思っていました。



そんな時、コンクリート工でも、ダムのような広い作業空間に恵まれた現場では、水・セメント比の低い砂礫質土のようなコンクリートを転圧機械で、盛土の場合と同じように締固め施工されていることに気付きました。それなら土の場合は、その逆をいって、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はしないかと試みたのが、我々の土の流動化処理工法（特許第2728846号、特許第4482411号ほか）の原点だったと言えます。

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

## 使用目的に応じて

### 多様な流動化処理土が提供できます。

泥土の配合や加水量を調整することで得られた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のではと思っています。

### 有害な汚染土壌を除き、

### すべての土を原材料として利用できます。

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、地下浸透水の浸食を防止する効果があります。

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なる、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。

### 製造された処理土の品質の

### 均質性が保証できます。

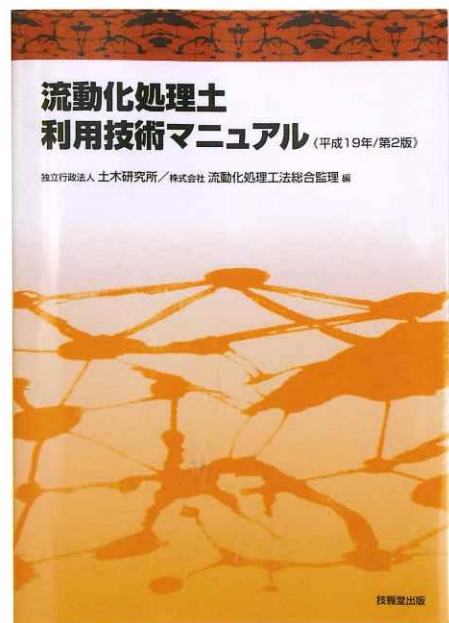
プラントでの材料、配合の管理や製造時の泥土の管理が確実であれば、配合設計通りの均質な製品の製造が可能になり、他の土質改良工法より大いに優れており、固化材の割増し添加の必要性は少なくできると思います。

### 埋設物の補強、並びに

### 埋戻し施工の合理化が図れます。

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



写真上：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／(株)流動化処理工法総合監理編

当初の流動化処理工法の対象工事は、締固め施工が困難な埋戻し箇所等、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への、信頼性のある埋戻し工法として考えられたものです。使用を続けてきた間に、思いつかなかった活用法が加わり、使用実績も、その効能も広がり続けておりますことは、我々にとっても喜ばしい実状です。

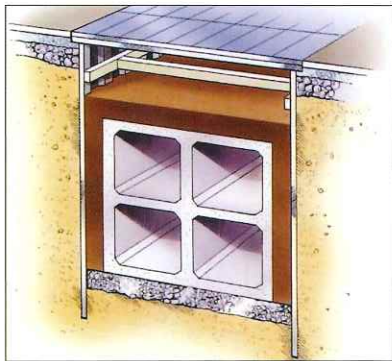
固化後の処理土は、工学的性質の選択の幅も予想以上に広く、当初、やや不安を感じていた供用中の劣化・収縮などは、土中の湿潤な環境下では殆ど見られない観察結果が、未だ十年程度の実績ではありますが継続して得られております。

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ものと信じています。

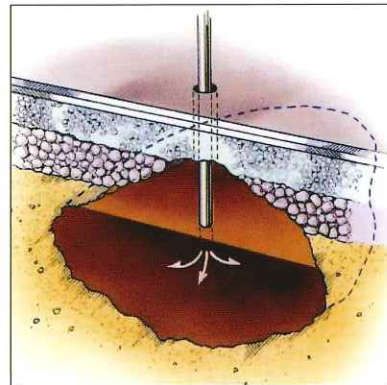
### ■利用対象となる主な工種

- 1) 各種ライフライン等の埋設物の埋戻し
- 2) 擁壁、共同溝、地下鉄、建築基礎等の狭い空間の埋戻し
- 3) 廃坑等、不要になった地下空洞の埋戻し、充填
- 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應した構築手法

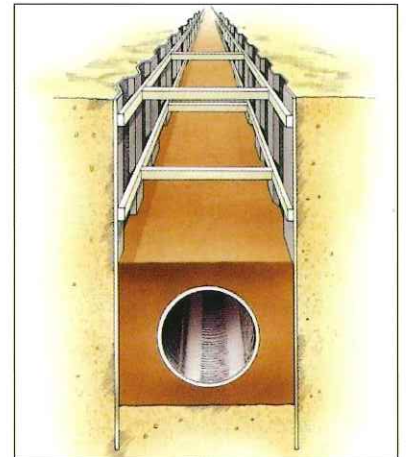
### 〔適用例〕



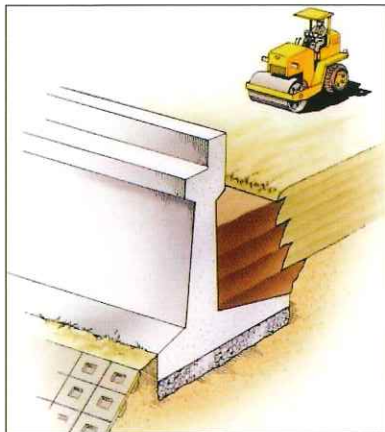
共同溝の埋戻し



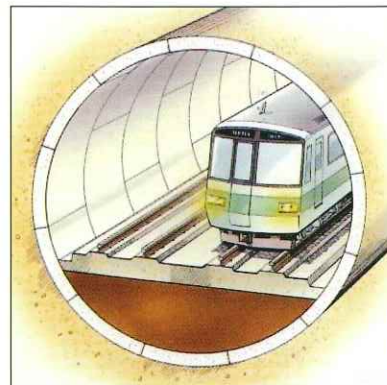
路面下空洞の充填



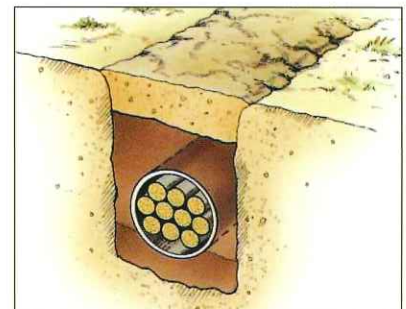
埋設管の埋戻し



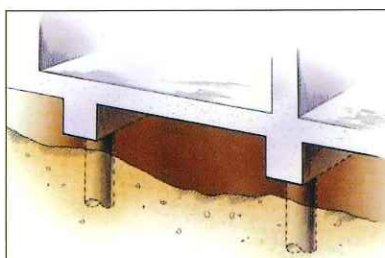
橋台、擁壁の埋戻し・裏込め



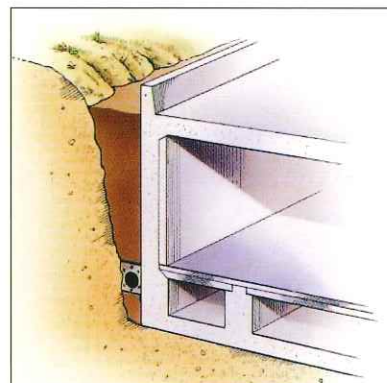
地下鉄複線シールドのインパート部への利用



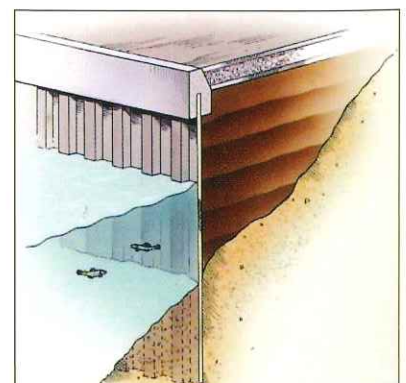
ケーブル埋設・埋戻し



軟弱地盤の沈下で生じた建物床下空間の充填



建築物の埋戻し



護岸の裏込め (水中施工を含む)

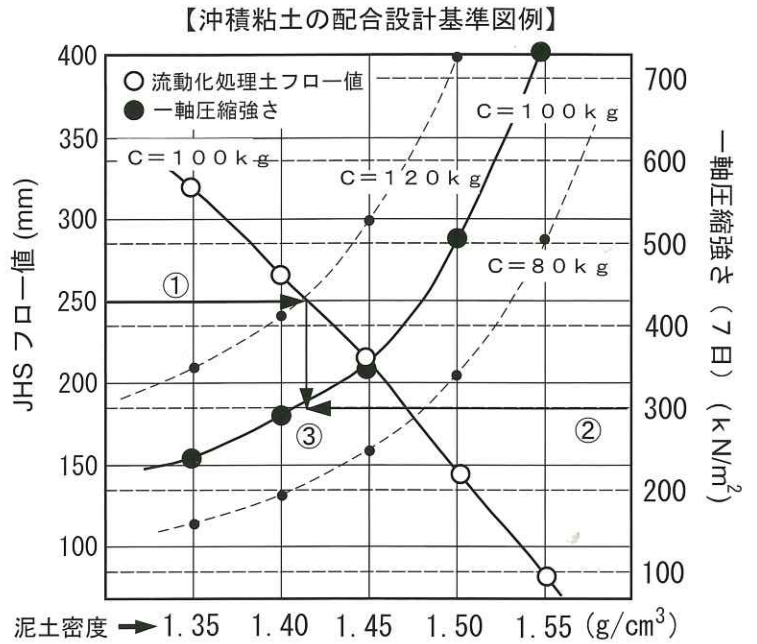
## 【配合設計】

流動化処理土は、施工時に適切な流動性を持つように、打設時に有害な材料の分離を起こさないように、さらに固化後には必要な強さ、遮水性などの埋戻し材として必要な性能、耐久性を維持できるように、配合設計を行ないます。

### 【流動性から配合を求める場合の例】

- ① 所要の流動性を決める  
例えば、目標フロー値 250 mm とすると流動性を満たす泥土密度は 1.41 g/cm<sup>3</sup> となる
- ② 所要の一軸圧縮強さから固化材添加量を求める次に、泥土密度 1.41 g/cm<sup>3</sup> のとき  
目標強度  $q_u = 300 \text{ kN/m}^2$  を得るための固化材添加量は、 $C = 80, 100, 120 \text{ kg}$  の曲線のうち、 $C = 100 \text{ kg}$  が最も近いので、配合は 100kg となる

注) 上記基準図は『土の種類毎』に、粒度構成が変動するときは『代表的な粒度構成毎』に作成する



LSS 品質仕様				目標泥土	配合			製造管理目標		
$\delta^1$	$f^2$	$q_u^3$	$\gamma_t^4$	$\gamma_f^5$	土 (乾燥)	水	$C^6$	$F_c^7$	$f^2$	
(%)	(cm)	(kN/m <sup>2</sup> )	(g/cm <sup>3</sup> )	(g/cm <sup>3</sup> )	(kg)	(kg)	(kg)	(%)	(cm)	
<1	250	300	1.46	1.41	659	751	100	40	250±20	

1) プリーディング率 2) フロー値 3) 一軸圧縮強さ 4) 処理土密度 5) 目標泥土密度 6) 固化材量 7) 細粒含有率

## 【品質管理】

施工に際しては、配合設計通りの品質の流動化処理土が打設出来ていることを確認するための品質管理試験を必ず適切に行ないます。

流動化処理土の主な品質管理

- ①流動性 → フロー試験 (JHSA 313)
- ②強度 → 一軸圧縮試験 (JGS 0511-2000)
- ③材料分離抵抗性 → プリーディング試験  
又は粘性係数測定 (フロー値代用可)
- ④長期耐久性 → 密度試験



流動化処理土の品質管理試験

## 【製造管理】

製造された泥土のフロー値から粗粒分を除いた細粒土泥土の粘性係数を推定できます。細粒土泥土の粘性係数から流動化処理土の流動性と材料分離抵抗性能が推定できます。所定の範囲に粘性係数を製造時に調整すると一軸圧縮強さが安定します。流動化処理土の品質安定化に役立つと考えられるので現場への導入が検討されています。



製造時の計量管理 (上写真)



製造時のフロー試験及び細粒分試験 (右写真)

# IV 流動化処理工法の製造

現場に設置スペースがあれば仮設プラント（写真①）が、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、開発され使われています。両タイプのプラントは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）が会員会社により開発されています。会員会社が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の例



② 都市部常設プラントの例（その1）



③ 室内常設プラントの例



④ 都市常設プラントの例（その2）



⑤ 都市部に設置された常設プラント（発生土・泥土の資源化プラント）の例



⑥ 中規模仮設プラントの例



⑦ 市街地中規模仮設プラントの例



⑧ 簡易常設プラントの例



⑨ 道路占有に設置された仮設プラントの例



⑩ 海上に設置された仮設プラントの例



# 流動化処理工法の施工

【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。打設された流動化処理土は自重でほぼ水平に流動し狭隘な空間に流れ込み密実な充填が達成されます。



① 共同溝直投打設の例



② 共同溝ポンプ圧送打設の例



③ 大深度打設の例



④ 養生3日でのリフト打設の例

【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、その流動性、充填性、固化強度、材料分離抵抗性、耐久性の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。用途開発は、機構の活動の一環として会員会社により鋭意推進されています。以下に用途開発された施工事例の一部を紹介します。



⑤ 橋台背面裏込工事



⑥ 広域地盤置換工事



⑦ 建築基礎工事（ラップルコン代用）



⑧ 多条埋設管理戻工事



⑨ 大口径管無人化埋戻工事



⑩ シールドインパート埋戻工事



⑪ オープンケイソン遮水壁構築工事



⑫ RC 躯体天端外防水試験工事



⑬ 亜炭廃坑埋戻試験工事



⑭ 地滑地帯排水トンネル閉塞工事



⑮ 国交省社会実験下水管工事



⑯ 都市インフラ廃止管閉塞工事



⑰ 護岸空洞補修工事



⑱ 路面化空洞充填工事



⑲ 洞門基礎補修工事



⑳ 土構造物築造工事

当団体の正会員は、「流動化処理土利用技術マニュアル」(技報堂出版)に準拠した施工を行なっております。これに伴い著者の保有する特許第4482411号ほか及びに商標第5432597号ほかの実施・使用許諾契約を締結しています。

## 正会員

株式会社 エコテクノス	株式会社 ティ・アイ・シー	馬淵建設 株式会社
株式会社 エステック	東興ジオテック 株式会社	三重建材 株式会社
株式会社 エム・テック	徳倉建設 株式会社	株式会社 ミヤマ工業
小野田ケミコ 株式会社	有限会社 中道環境開発	みらい建設工業 株式会社
株式会社 環境施設	中村建設 株式会社	メトロ開発 株式会社
株式会社 小池建材	株式会社西日本アチューマツトクリーン	株式会社 ヨコハマ全建
株式会社 ソイルテクニカ	蓮井建設 株式会社	
大幸工業 株式会社	富二栄産業 株式会社	
太平洋ソイル 株式会社	株式会社 藤木工務店	

## 特別会員

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 間組  
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  
株式会社流動化処理工法総合監理

## 特別賛助会員

社団法人 セメント協会  
日本石灰協会

## 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  
BASFジャパン 株式会社  
株式会社 フローリック  
株式会社 三好商会

## 問合せ先

**流動化処理工法研究機構**

TEL03-5542-8870

**株式会社流動化処理工法総合監理**

TEL03-5542-7002

〒104-0032 東京都中央区八丁堀二丁目5番1号 東京建設会館