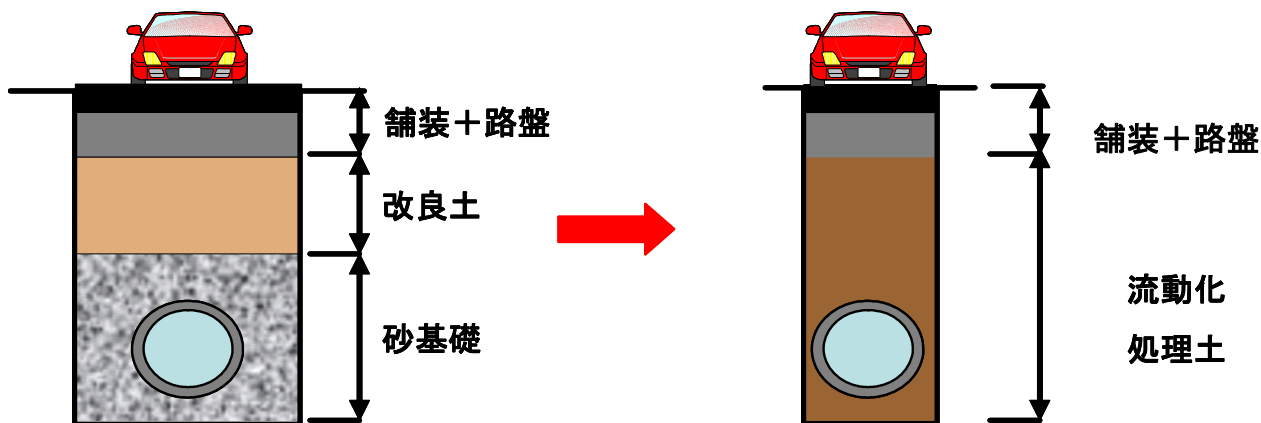


流動化処理土の管きょ施工への利用の検証結果について

1. 技術の概要

流動性に優れ、施工後固化する流動化処理土を管きょ基礎や埋戻しに使用するものである。

(他事業で利用が図られているもので、下水道において適用を確認するもの)



【導入検討の契機となる技術的な背景等】

- 流動化処理土の空隙充填等への採用実績の増加
- 締め固め作業不要という特性への理解とコスト縮減への強い要請

【期待される効果】

- 施工断面の見直しによるコスト縮減効果
- 発生土を流動化処理土として利用することによる発生土処分費の縮減効果
- 仮復旧の省略によるコスト縮減効果

【検証が必要な項目】

- 1) コスト縮減効果
- 2) 舗装への影響
- 3) 管体への影響 (変形)
- 4) 建設工期
- 5) 遮水性
- 6) 矢板引き抜き後の空隙充填率
- 7) 強度の発現速度
- 8) 施工性

検証結果

静岡県浜松市の社会実験対象路線において、懸念される以下の事項について検証を行った。なお、詳細については、参考資料 12 を参照のこと。

表-1 流動化処理土の管きょ施工への利用の検証結果（静岡県浜松市）

検証項目	従来工法	新工法	結果	備考
①コスト削減効果	7,400 万円 (6.3 万円/m)	7,200 万円 (6.2 万円/m)	3%縮減	1,161m (φ150, φ200) 発注工事費ベース (諸経費込み)
	8,700 万円 (7.5 万円/m)	同上	18%縮減	※下段については、 路面沈下による舗装 修繕の費用を含む
②舗装への影響 (舗装最大沈下量)	15.3mm	6.3mm	効果あり (従来工法 >新工法)	浜松市舗装補修基準 (20mm) を満足
③管体への影響 (変形)	TVカメラ調査 結果より 異常なし	TVカメラ調査 結果より 異常なし	影響なし	破損、クラック、継 手ズレ等について確 認
④建設工期	450 日	360 日	21%短縮	1,161m (φ150, φ200) 舗装本復旧終了まで の日数
⑤遮水性 (透水係数)	現地盤による $2.65 \times 10^{-3} \sim$ 1.19×10^{-2}	$1.73 \times 10^{-6} \sim$ 4.06×10^{-6}	遮水効果あり	現場試験による結果
⑥矢板引き抜き後 の空隙充填率	—	打設 2 時間以内であ れば、空隙充填率 100%	打設後 2 時間以 内での矢板引き 抜きが必要	施工環境により固化 速度が異なる (夏季においては、1.0 時間以内) ※推定値
⑦強度の発現速度	—	山中式硬度計貫入量 3.0mm に達するま で、15 時間以上	路盤材投入まで 打設後 15 時間以 上が必要	施工環境により固化 速度が異なる
		一軸圧縮強度 130kN/m ² に達する まで、110 時間以上	交通解放まで 打設後 110 時間 以上が必要	・山中式硬度計貫入 量による換算 ・施工環境により異 なる
⑧施工性	—	レーザー測量 結果より 蛇行量は管理基準内	施工精度上の問 題なし	

注. — : 非測定項目

表-2 (1) 各検証項目における考察と留意点

検証項目	考 察	留意点
①コスト縮減効果	<ul style="list-style-type: none"> ・土留めを使用しない場合の掘削幅の縮小による管路土工におけるコスト縮減効果が大きく、コストの面では土留めを要しない箇所での適用が有効である。 ・土留めを使用した場合については、掘削幅の縮小の効果が小さく、流動化処理土の購入費及び浮上防止措置のコスト増の影響が大きい（従来工法と同程度の施工費用となる）。 ・従来工法の埋め戻し材に改良土を使用している箇所については、残土処分が増加することとなる。 ・仮復旧を省略することでも、コスト縮減効果が期待される。 ・軟弱地盤箇所等、従来工法において路面沈下が発生するような箇所への適用については、舗装修繕費用が削減される可能性があるため、LCCの観点で優れる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地域条件により、コスト構成、単価等が異なるため、採用にあたっては、個別検討を要する。 ・近隣に流動化処理土プラントがあることも条件となる。 ・ポンプ車打設は、1回の打設量が少ない場合や埋戻し頻度が多くなると、コスト高となる。
②舗装への影響 (舗装最大沈下量)	<ul style="list-style-type: none"> ・従来工法に比べ舗装への影響は少ないものと考えられる。 ・掘削深については、流動化処理土の収縮に影響しているものと考えられる。 ・地下水位が高い場合については体積収縮を抑制でき、さらに沈下量が低減される可能性がある。 ・仮復旧省略タイプの採用については、問題ない。 ・交通の違いによる沈下量も問題ないことから、不等沈下に対しても影響が小さいものと考えられる。 ・従来の埋め戻しにあった転圧・締固め不足による施工後の路面沈下が発生する可能性が低い。また、転圧・締固め不足に起因する水みちとそれに伴う空洞化が発生する可能性も低減することが可能である。 ・軟弱地盤においては、配合により単位体積重量の調整が可能な流動化処理土を用いることにより、掘削前と同じもしくは低い単位体積重量の埋め戻しができ、地盤沈下を抑制することが可能である。一方、従来の埋め戻しでは、セメントの添加により単位体積重量は同じもしくは増加するため、地盤沈下が進行する可能性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・流動化処理土については、難透水性を有するため、碎石路盤とする場合においては、排水性について考慮する必要がある。

表-2 (2) 各検証項目における考察と留意点

検証項目	考 察	留意点
③管体への影響 (変形)	<ul style="list-style-type: none"> 管体への影響は少ないものと判断される。 	<ul style="list-style-type: none"> 特になし
④建設工期	<ul style="list-style-type: none"> 従来の仮復旧期間における転圧が不要であり、舗装仮復旧から本復旧までの期間短縮が期待される。従来工法での舗装仮復旧から本復旧までの必要期間が長ければ長いほど効果がみられる。また、仮復旧の省略化により工期短縮も可能である。 掘削および転圧に対する工期縮減効果がある。なお、掘削断面を縮小できる土留めを要しない箇所への適用が効果的である。 	<ul style="list-style-type: none"> 地域、施工条件により必要期間が異なるため、個別検討を要する。
⑤遮水性 (透水係数)	<ul style="list-style-type: none"> 実現場における試験においても難透水性であることが示されており、難透水性の材料として現場への適用が可能であり、遮水効果が期待できる。 遮水性が高く、地下水で飽和された状態とはならない、また、粘着力が高いため、地震時における液状化の可能性はないと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 河川敷等への適用に際しては、管理者との協議による条件を満足する必要がある。 液状化対策としては、一軸圧縮強度が 50kPa～100kPa であれば液状化しないものと考えられるため(「下水道施設の耐震対策指針と解説-2006 年版-p144」、現場における一軸圧縮強度として、それ以上の強度を満足する必要がある。
⑥矢板引き抜き後の空隙充填率	<ul style="list-style-type: none"> 矢板引き抜きを打設後 2 時間以内とすることで、ほぼ完全な充填が期待できる。 	<ul style="list-style-type: none"> 本検証は冬季による施工であり、夏期においては冬季に比べ固化時間が早いことから、より早く矢板引き抜きが必要となるものと考えられる。(夏期においては、1.0 時間以内) ※冬季と夏期のフロー低下割合より推定 ※流動化剤を添加することで、冬季同様の 2 時間の確保は可能
⑦強度の発現速度	<p>【路盤材投入可能時期】 (山中式硬度計貫入量 3mm 以上)</p> <ul style="list-style-type: none"> 路盤材の投入は、打設後 15 時間以上を要する。 固化時間については、掘削幅(掘削深)と気温が影響しているものと判断される。 	<ul style="list-style-type: none"> 本検証は冬季による施工であり、夏期においては冬季に比べ固化時間が早いことから、より早い段階での路盤材投入も可能となるものと考えられる。 各施工状況により異なるため、現場における山中式硬度計による評価を行うことが望ましい。

表-2 (3) 各検証項目における考察と留意点

検証項目	考 察	留意点
<p>⑦強度の発現速度 (つづき)</p>	<p>【路面解放可能時期】 (一軸圧縮強度 130kN/m²以上)</p> <ul style="list-style-type: none"> 路面解放が可能な時間については、打設後 110 時間程度以上を要する (山中式硬度計貫入量の東京都式による換算)。 	<ul style="list-style-type: none"> 本検証は冬季による施工であり、夏期においては冬季に比べ固化時間が早いことから、より早い段階での路面解放も可能となるものと考えられる。 各施工状況により異なるため、現場条件に即した一軸圧縮強度による評価を行うことが望ましい。
	<p>【最終強度】</p> <ul style="list-style-type: none"> 最終強度は、十分な強度を有している。なお、現場における施工後の再掘削は、一軸圧縮強度 $q_u=600\text{kN/m}^2$ 程度 (材齢 28 日) の強度であれば、バックホーで十分掘削は可能であった。(人力による掘削も可能であるが、非現実的である) 	<ul style="list-style-type: none"> 流動化処理土を再利用する場合には、多くの場合団粒化しており、プラントのトラブルやパイプ閉塞の原因となることがある。特に、強度が $q_u=600\text{kN/m}^2$ 程度以上のものを用いる場合には、予め粒径を 40mm 程度以下に破碎してから用いる必要がある。一方、$q_u=600\text{kN/m}^2$ 程度以下のものについては、製造過程における混練機内での粉碎が可能で、そのまま使用しても支障はない。また、未反応の固化材分が混入しているような場合には、その未反応の固化材分を考慮して配合を行わないと強度が極端に大きくなる場合があるので、注意が必要である。(「流動化処理土利用技術マニュアル平成 19 年/第 2 版」より)
<p>⑧施工性</p>	<ul style="list-style-type: none"> 概ね管理基準内での施工が可能であり、施工上は問題ないものと考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> 特になし。