

現地レポート

下水道未普及解消クイックプロジェクト 流動化処理土の管きょ埋設への適用（浜松市の取組み）

桔川増雄*

1. はじめに

国土交通省では、下水道の未普及地域を早急に解消すべく平成18年に「下水道未普及解消クイックプロジェクト」を発足させ、従来の設計指針や各種マニュアルにとらわれない、地域の実情にあった新たな整備手法の導入を計画している。

全国のモデル市町村で計画された新たな整備手法は、社会実験で検証を行い、低コスト、早期かつ機動的整備が可能な手法と評価されれば、「今後広く普及させることが可能な技術」として、活用方法や採用上の留意点などを取りまとめ、地方公共団体などが活用しやすいように発信してゆく予定である。

本稿では、静岡県浜松市の「流動化処理土の特性を活かした管きょ埋設への適用」について、平成19年度から平成20年度に実施した社会実験に関し報告する。

2. 工事の概要

浜松市での社会実験工事は、天竜地区（浜松市北部）と雄踏地区（浜松市南西部）に分かれている。天竜地区は機械施工が困難な狭小道路への適用実験（写真-1）であり、雄踏地区は堤防敷きへの適用、軟弱地盤への適用実験等である。各々の工事規模は表-1に示すとおりである。

表-1 工事規模

	天竜地区	雄踏地区
φ 200mm 延長	136.7 m	793.7 m
φ 150mm 延長	68.5 m	106.0 m

浜松市での社会実験の目的は、流動性に優れ、自硬性を有する流動化処理土を管きょ基礎や埋戻しに使用することで、1) 転圧が不要なため施工断面の見直しによるコスト縮減効果、2) 発生土を利用することによる発生土処分費の縮減効果、3) 仮復旧の省略によるコスト縮減効果、等を検

証することにある。

3. 雄踏地区での検証結果

3.1 施工断面の縮小

流動性に優れ、自硬性を有する流動化処理土の特性を活かし、掘削断面の削減実験を行った。従来工法での掘削幅は掘削、土留め、基礎工、管敷設、埋戻し転圧の一連の工程を通し、施工が可能な範囲を基準に決定されている。これに対し流動化処理土を使用すると基礎工、埋戻し転圧の工程を考慮する必要がなくなる。これにより従来工法では900mmであった掘削幅を800mmに削減することができる。実施工では専用のバケットが必要なこと、不慣れなため作業が窮屈だったこと等若干の問題はあったが、掘削幅を削減可能なことが検証された。

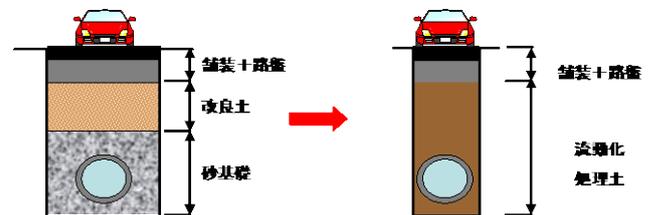


図-1 従来工法との比較

3.2 本復旧後の舗装路面の沈下抑制

下水道管きょの開削工事の後には、舗装面の沈下がしばしば見られる。この沈下の傾向は地盤が軟弱な場合に、より顕著に表れる。この原因は埋戻し土の転圧不良や矢板引抜き時に発生する地中の空洞等にあると考えられる。流動化処理土で埋戻した路面は、沈下が少ないことは従来から知られていたが、本社会実験では本復旧後6ヶ月間追跡調査を行った。結果を図-2に示す。流動化処理土で埋戻した路面の沈下が1~6mmに対し、従来工法（改良土埋め戻し）では10~15mmと、大きな効果が確認された。このことは、流動化処理土での埋戻しが、舗装の維持管理まで含めたライフサイクルコストの低減に有用であることを示している。

An application to the sewer pipe underrounding of the liquefied stabilized soil method

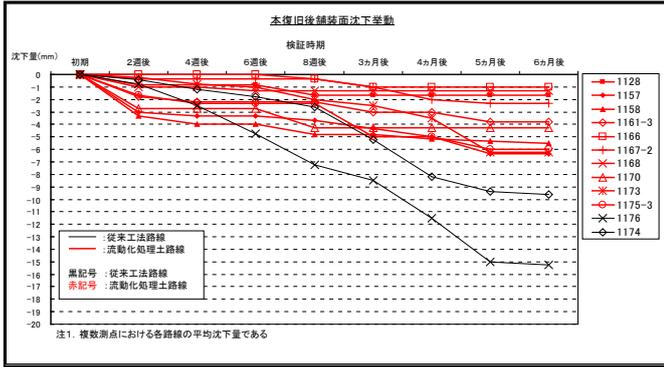


図-2 本復旧舗装路面沈下挙動

3.3 遮水性の確認

通常、河川敷や堤防敷には管きよの開削敷設は行われぬ。その理由は埋戻し土の透水性、埋戻し土と地山の密着性、埋戻し土の転圧精度等に課題があり、護岸や堤防の安定性を損なうと危惧されることにある。しかし、流動化処理土は転圧不要の自硬性埋戻し材料であり透水係数が 10^{-6} cm/secのオーダーであることから、条件が満たされれば流動化処理土での埋戻しによる堤防敷への管きよの開削敷設が可能となる。

本社会実験では流動化処理土の透水係数を現位置試験と室内試験により求め、その遮水性能を検証した。試験結果は表-2に示すとおりであり、概ね 10^{-6} cm/secオーダーの透水係数を示した。

表-2 現位置透水試験の結果

No.	現位置透水試験から得られた透水係数 (cm/sec)	室内透水試験結果 (cm/sec)
①	$2.05 \sim 2.96 \times 10^{-6}$	8.66×10^{-7}
②	$5.24 \sim 7.58 \times 10^{-6}$	1.23×10^{-6}
③	$5.35 \sim 7.75 \times 10^{-6}$	1.13×10^{-6}

これらのことから、実現場規模の大きさの流動化処理土も難透水性の材料であることが検証できた。今後これらの結果をもとに、河川敷や堤防敷にも管渠の開削敷設が可能になれば、管路施設計画に新たな選択肢を提供することができると考えられる。

4. 天竜地区での検証結果

4.1 埋戻し材の運搬

天竜地区の工事場所は軽トラックさえ通行できない狭小道路が大部分である。このような場所で

の下水道工事では掘削残土や埋戻し材は一輪車による人力運搬に頼らざるを得ない。



写真-1 掘削運搬状況

天竜地区での社会実験でも、掘削残土の運搬は写真-1のように一輪車による人力運搬となった。しかし、埋戻しは流動化処理土を用いることで、埋戻し材の流体輸送ができ大きな効果を上げることができた。

良質土で埋戻す場合、片側から埋戻し、その土を転圧し、次にその先を埋戻してゆくといういわゆる片押し施工となり埋戻しにかなりの時間と労力を費やすことになる。しかし、埋戻しに流動化処理土を用いることで、配管さえできれば写真-2のようにいつでもどこからでも短時間で埋戻しが可能となる。



写真-2 流動化処理土による埋戻し状況

4.2 埋戻し土の転圧に伴う振動・騒音の解消

下水道開削工事は生活道路上で行われることが多いため、振動・騒音は近隣住民の大きなストレスとなる。特に天竜地区のように民家の軒先(写真

-1,2) で工事を行う場合、埋戻し土の転圧作業は大きな振動・騒音源となり、住民に大きな負担をかけることとなる。本社会実験では、流動化処理土で埋戻すことにより、従来の埋戻し作業に伴う振動・騒音をほぼなくすことができ、住民にも好評であった。しかも、その流動性と自硬性から隙間なく埋戻しが可能で、埋戻し後の地山の変位が極めて小さいため、近隣家屋に及ぼす影響に対する配慮を最小限に抑えることができた。

5. 共通項目の検証結果

5.1 管体に作用する浮力

流動化処理土は施工時には流状態であるため、マンホールや管には浮力が作用する。このため、浮き止め対策を講じなければ埋戻し作業中にマンホールや管は浮き上がってしまう。過去に、浮き止め対策の不備が原因と考えられるこのような事故を数回経験している。このため、本社会実験では浮力の測定をおこない、続いて浮き止めの方法を2種類採用し検証を行った。

(1) 浮力の測定

浮力の測定結果を図-3に示す。最大浮力は液体としての理論浮力にほぼ等しく、継続時間は15～30分程度である。打設後90分以内で3測点の浮力はほぼ消失している。この結果とフロー試験容器に処理土を充填して攪拌することなく保管し、一定時間経過後にフロー試験を行って求める放置フロー値を対比すると100mm程度で実質的に浮力が作用しなくなることが確認された。したがって、浮き止め装置の撤去目安は、時間的には打設後約90分、フロー値の場合には、安全率を含ると80mm程度と判断される。



写真-3 浮力測定状況

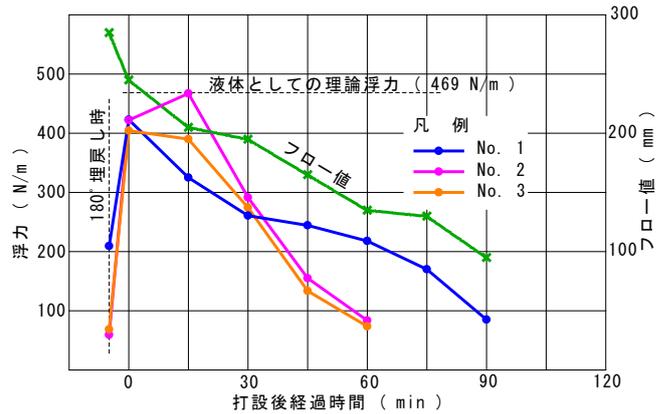


図-3 浮力と経過時間

(2) 浮き止めの方法

浮き止めは、支柱支持タイプと連結錘挿入タイプの2つの方法の検証を行った。支柱支持タイプとは写真-4に示すように、地山に固定した水平部材に支柱を固定し管を支持するタイプである。

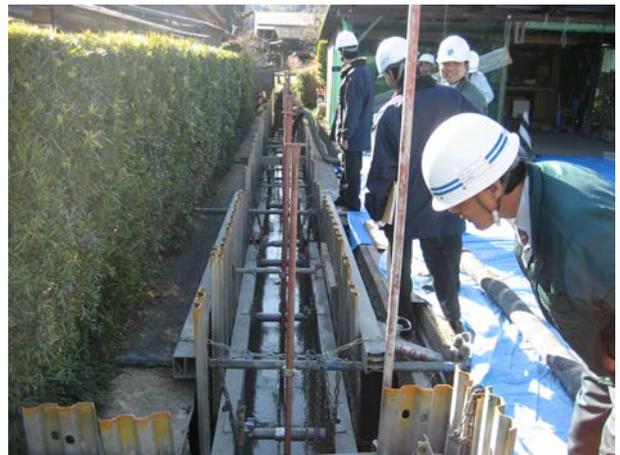


写真-4 浮き止め (支柱支持タイプ)

連結錘挿入タイプとは、写真-5に示すような浮力より大きな重量の錘を、列車状に連結しながら管の中に挿入してゆくタイプである。



写真-5 浮き止め (連結錘挿入タイプ)

どちらのタイプも十分な効果が認められたが、連結錘挿入タイプは、浮力と錘の重量の差が小さくなると埋戻し作業中に管が移動しやすくなるため、注意が必要である。2つの方法の比較では、管の精度の面からも、施工性の面からも支柱支持タイプの確実性が高かった。

5.2 流動化処理土の強度の発現

流動化処理土は埋戻し施工時には流体であるため、一定の強度が発現するまでは次工程に取りかかれない。特に、本社会実験が実施された冬季においては、強度の発現に時間を要する。図-4に養生時間と強度の関係の一例を示す。



写真-7 人力による二次掘削

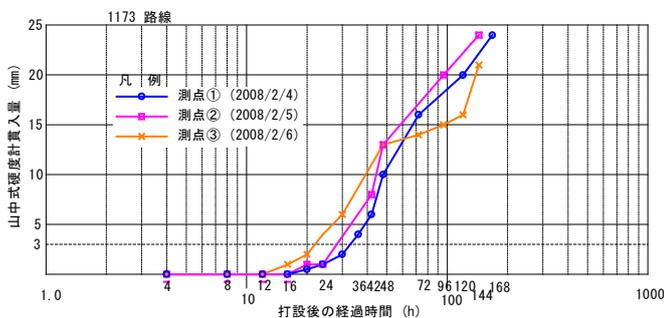


図-4 流動化処理土の養生時間と強度

図の横軸は養生時間、縦軸は山中式硬度計の貫入量である。山中式硬度計（写真-6）は弱材齢の流動化処理土の強度管理に用いられることが多く、その貫入量が3mm以上で路盤の施工が可能となり、10mm程度で歩行可能と言われている。図から分かるように、路盤が施工可能となるまでには1~2日を要している。夏季であれば必要な養生期間はこの半分程度になると推測されるが、流動化処理土を用いる場合は、強度発現までの養生時間を考慮しておく必要がある。



写真-6 山中式硬度計

5.3 長期一軸圧縮強度の確認

約1年前に流動化処理土による埋め戻しにより下水道管きょ施工を実施した現場において、再掘削を行った。状況写真を写真-7に示す。

なお、今回再掘削を行った箇所の流動化処理土の一軸圧縮強度は約1000kN/m²であり、人力による二次掘削は可能であった。

6. まとめ

浜松市におけるクイックプロジェクト社会実験は、同年度に実施された社会実験の中でも最も早く、下水道未普及解消検討委員会の技術評価を受け、有効な手法であることが認められた。また平成21年10月には、下水道未普及解消検討委員会事務局より「下水道未普及解消技術利用ガイド(案)～流動化処理土の管きょ施工への利用 編～」が出された。これにより流動化処理土を管きょへ適用する場合の標準的な考え方や、問題とその対策等が示されており、今後、他地域への普及が期待されている。

最後に、浜松市での社会実験の実施にあたっては、多くの関係者の方々にご指導、ご協力を頂き、成果をあげることができたことを述べさせていただき、この紙面をお借りして感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 小林一雄ほか：「道路専用工事における埋戻し工法」、平成4年東京都土木技術研究所年報
- 2) 仁科 憲ほか：「国土交通省 下水道未普及解消クイックプロジェクト社会実験（流動化処理工法の管渠への適用）」、基礎工、Vol.38、No.4、2010

桔川増雄*



浜松市上下水道部下水道
工事課 技監
Masuo KIKKAWA