

流動化処理土による大口径パイプラインの埋戻しについて

独)農業・食品産業技術総合研究機構農村工学研究所 正会員 毛利栄征
株) 中研コンサルタント 正会員 ○清水和也

1. はじめに

農業・農村事業で実施しているパイプラインの埋め戻しにおいて、掘削土の処理が問題となっている。特に、大口径パイプラインの場合は掘削土量も多く、発生土を有効利用することはコスト面や環境面において有効な手段である。そこで、発生土を用いた流動化処理土を埋戻土として利用することを検討した。

2. 流動化処理土の目標性能

流動化処理土の施工を考えると、打設翌日に上を人が歩けると作業性が良いため、1日強度を50kPaとした。また、パイプラインの安定性から長期強度は200kPa程度必要となるため、28日強度を200kPaとした。流動性は、ポンプ打設を考え、8cmフローコーンで180±20mmとした。また、ブリージングは1%以下とした。

表-1 流動化処理土の目標性能

1日強度	50kPa
28日強度	200kPa
フロー	180±20mm
ブリージング	1%以下

3. 寒冷地での打設実験

流動化処理土は、セメント系固化材による固化反応を利用して固化させているため、材料温度が低い場合には固化反応が阻害され、強度発現に懸念が残る。そこで、冬季(2月)の北海道で流動化処理土の打設実験を行った。実験は、現地のパイプライン埋戻し工事で掘削された発生土を用い、実際の流動化処理土プラント使用して行った。実験に使用した発生土の土質試験結果を表-2に示す。

表-2 使用した土の性質

湿潤密度	1.770 g/cm ³
乾燥密度	1.288 g/cm ³
土粒子の密度	2.742 g/cm ³
自然含水比	37.4%
レキ分	10.7%
砂分	23.1%
シルト分	41.8%
粘土分	24.4%
液性限界	64.7%
塑性限界	27.6%
強熱減量	5.3%

流動化処理土の作製フローを図-1に示す。はじめに、発生土を1次タンク(30m³水槽)に入れ加水した後バックホウで攪拌し一次解泥を

行った。次に、解泥した泥水をサンドポンプによって5mmの振動ふるいを通し2次タンクに移した。2次タンク中ではサンドポンプによって、数時間攪拌を行った。泥水を十分に攪拌後、2次タンクから一定量をプラントに移し、固化材、水を加え所定配合に調整して流動化処理土を作製した。作製後はポンプを用いて原地盤に掘削した実験ピットへ打設した。

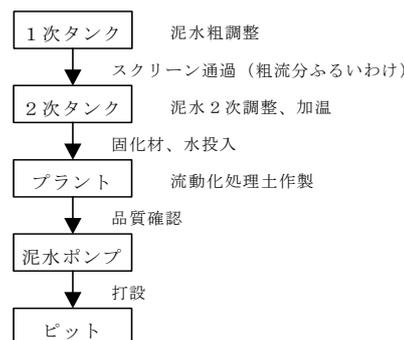


図-1 流動化処理土作製フロー

実験は、地面に掘った1.5×1.5×1.5mのピットに打設し、流動化処理土の温度分布を測定することにより行った。また、固化の確認として1日後にコーンペネトロメータによる貫入試験を実施した。

実験ケースを表-3に示す。今回の実験では、寒中コンクリートで行われているような大掛かりな養生をせず、簡易な養生を検討するため、板状の発泡スチロールをかぶせることにより温度低下を防ぐことを検討した。発泡スチロールの厚さは5cmと30cmの2種類、比較用にビニールシートによる養生も行った。

表-3 実験ケース

ケース	打設厚	養生条件等
A	30cm	ビニールシート
B	30cm	発泡スチロール 5cm
C	30cm	発泡スチロール 30cm
D	60cm	2層打設
E	30cm	配合変更

*D,Eについてはビニールシート養生

ケース D、E では、1 日目に打設したケース A の1層目の固化が良好で、ビニールシート養生でも十分な品質が得られそうであったため、当初の計画の発泡スチロールから変更し、ビニールシート養生とした。

打設した流動化処理土の温度測定結果を表-4に示す。流動化処理土は、5℃以下になると硬化しなくなる恐れがあるため、泥水を加温し練りあがりの流動化処理土温度が高くなるように

表-4 打設した流動化処理土の温度変化

ケース	養生方法	打設温度	最高温度	1日後
A	ビニールシート	20.7℃	23.3℃	17.4℃
B	発泡スチロール 5cm	20.8℃	25.8℃	22.2℃
C	発泡スチロール 30cm	20.4℃	26.3℃	24.2℃

実験を行った。表-4は、3層目打設時の測定結果である。打設温度は、同時に打設しているが若干の差があり 20.4~20.8℃であった。最高温度、1日後温度とも養生が厚くなるほど高くなっており、ビニールシート養生で1日後 17.4℃、発泡スチロール 5cm で1日後 22.2℃と、4.8℃の差があった。しかし、発泡スチロールの厚さによる差は少なく 5cm と 30cm で 2.0℃であった。また、一連の実験の中で打設温度の一番低かった4層目は打設温度 11℃であったが、ビニールシート養生でも十分に人が上を歩ける状態になっていた。

1日後のケース A~C のコーン貫入抵抗を図-2に示す。ケース A、B、C とも表面は強度が低くなっているが、500kPa程度は出ており、 $qu=1/5qc$ で換算しても1日強度が 100kPa程度となり十分に人が歩ける強度となっていた。深度 0.1m以下の値は安定しており、ケース Aはケース B、Cと比較してやや低い強度となっていた。これは温度測定の結果とも一致しており発泡スチロール 5cm の養生は強度低下、温度低下に非常に有効であることが分かった。

ケース A~C の材令約 300 日の強度試験結果を表-5に示す。各ケースとも 500~700kPa 程度となっており長期強度は安定した値であった。

4. 流動化処理土の輸送

現場条件によっては、流動化処理土を作製するヤードと、打設する現場が離れていることがある。このような場合は、通常生コンクリートの輸送に使用しているアジテータ車による運搬が有効である。アジテータ車で搬送する場合、外気温が低い場合は輸送により温度低下することが予想されるため、温度低下の確認実験を行った。実験は固化材の発熱の影響をなくすため、泥水のみを 4m³アジテータ車に積込み、走行モードのドラム回転数で道路を走行し、直後、30分後、60分後、90分後、120分後にドラム内部の泥水温を測定することにより行った。実験は2回行い気温との温度差 20℃で1時間あたり約 2.5℃の低下、温度差 3℃で 1.5℃の低下であった。

5. まとめ

大口径パイプラインの埋め戻しに流動化処理土を使用することについて、特に寒冷地での適用に注目し検討を行ってきた。今回の結果から、気温が-5~5℃程度の低温下においても、流動化処理土の練り上がり温度に注意し、10℃程度以上とすればビニールシート等の簡易な養生で施工可能なことが確認できた。しかし、打設面が寒風にさらされる等の現場条件が過酷な場合は別途検討する必要がある。また、流動化処理土をアジテータ車で運搬する場合の温度低下の実験を行い1時間で2~3℃程度の温度低下が見込まれるが、あらかじめ高い温度に加温しておくことにより十分対応可能であることが確認できた。

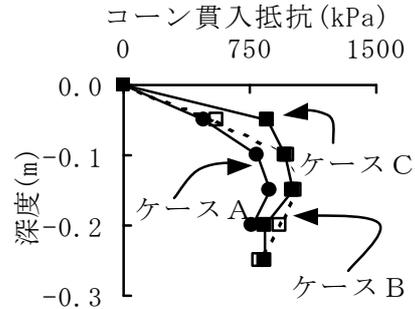


図-2 養生方法の違いによるコーン貫入抵抗 (材齢 1 日)

表-5 各ケースの長期強度

打設層	一軸圧縮試験結果(kPa)		
	ケースA	ケースB	ケースC
4層目	711	764	523
3層目	630	667	641
2層目	701	617	645
1層目	462	545	450

表-6 アジテータ車内の泥水の温度低下

初期温度	2時間後	低下量(1h)	気温
23.0℃	18.1℃	2.45℃	1.7℃
12.7℃	9.6℃	1.55℃	3.6℃