

御中

各種改良剤
配合試験報告書

河道掘削工事

2023年1月31日



株式会社森環境技術研究所



山形県新庄市小田島町 7-36

TEL : 0233-22-0832

1. 試験目的

現場から採取した泥土に各種改良剤を添加混合し、ダンプトラックによる即時搬出が可能な添加量を求める。

2. 原泥の性状

泥土内にある夾雑物を取り除いた後、ハンドミキサーで均一に混合したものを原泥とした。原泥の性状を図-1に示す。

(含水比:w=51.5% 湿潤密度:pt=1.709g/cm³)



図-1 原泥の性状

3. 使用した改良剤

本試験では以下の改良剤を使用した。

- 高含水泥土改良剤 MT-1 （以下、MT-1 という）
- 高含水泥土改良剤 MT-2 （以下、MT-2 という）
- 特殊土用セメント系固化材（以下、セメントという）
- 生石灰 （以下、生石灰という）

4. 試験方法

本試験は以下の手順で実施した。

- ① 泥土内にある夾雑物を除去
- ② 原泥をハンドミキサーで混合し、均一な状態に調整した後、含水率および湿潤密度を測定
- ③ 原泥をプラスチック容器に投入し、各種改良剤を添加
- ④ ヘラで約 10 分間混合し、処理土を作成
- ⑤ 処理土をモルタルフロー試験機にセットし、0 回および 50 回落下時のフロー値を測定
- ⑥ フロー試験後の処理土を採取し、pH を測定

5. 評価方法について

建設廃棄物処理指針^{※1}では、「泥状の状態とは標準仕様ダンプトラックに山積みができず、また、その上を人が歩けない状態をいい、この状態を土の強度を示す指標でいえば、コーン指数がおおむね 200kN/m² 以下又は一軸圧縮強度がおおむね 50kN/m² 以下である」と規定している。しかしながら、上記指標は土のトラフィカビリティや強度を示す指標であり、改良土の即時搬出可能な性状を定量評価したものではないため、本試験では図-2 に示す三浦らによる試験方法^{※2}を参考にした。

三浦らは、JIS R 5201「セメントの物理試験方法」で使用されるモルタルフロー試験機を用いて、ダンプトラック走行時の振動状況を再現し、含水比の異なる各種土砂におけるフローテーブル落下回数とフロー値の関係を整理した。フロー値とダンプトラックによる運搬状況を対比したところ、フロー値が 150mm 以下を示す土砂であれば、ほぼ流動化のおそれなく運搬可能であると報告している。

さらに、高橋らの研究^{※3}によれば、「フロー値 150mm では広がりが大きく可搬性に不安が残る。そこで本実験では、より厳しい基準を設けることとし、50 回落下時でも上面の角が残っている 130mm 以下を可搬性の判断基準とした」と述べている。

したがって、本試験では改良土の即時搬出可能な性状を示す指標をモルタルフロー試験機 50 回落下時におけるフロー値 130mm 以下に設定した。

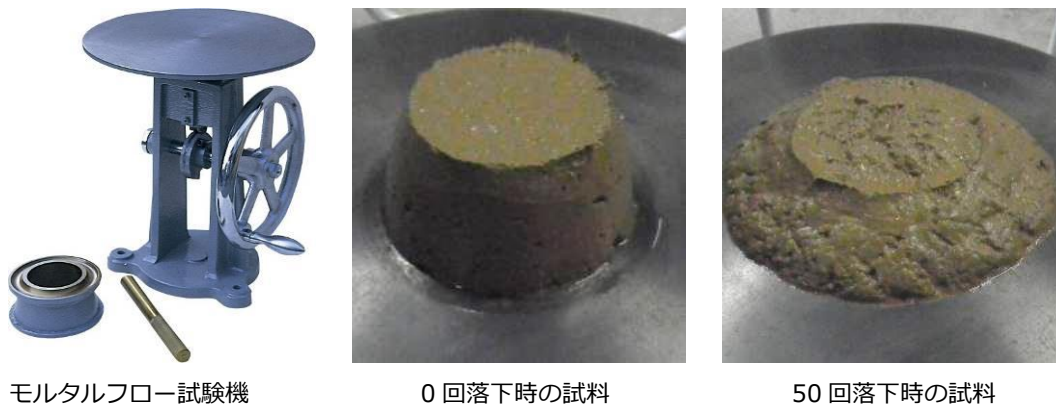


図-2 三浦らによる試験方法

【第三者機関による確認】

モルタルフロー試験機を用いた改良土の即時運搬性評価方法については、図-3 に示すとおり一般財団法人先端建設技術センターの建設技術審査証明（第 2203 号）^{※4}において審査委員立会いの下、確認評価されている。



図-3 審査委員会立会いによる運搬性確認状況

6. 試験結果

表-1 に試験結果一覧、表-2 にモルタルフロー試験状況を示す。

表-1 試験結果一覧

添加量 (kg/m ³)				フロー値(mm)		pH	備考
MT-1	MT-2	セメント	生石灰	0回落下時	50回落下時		
0	0	0	0	156	280	7.2	原泥
2	0	0	0	111	250	—	
4	0	0	0	104	185	—	
6	0	0	0	100	106	7.8	
0	1	0	0	104	165	—	
0	2	0	0	102	125	—	
0	3	0	0	100	115	7.4	
0	0	500	0	104	227	—	
0	0	750	0	102	175	—	
0	0	1000	0	100	129	11.9	
0	0	0	100	103	215	—	
0	0	0	200	101	157	—	
0	0	0	300	100	115	12.5	

※ は目標値を満足した数値

表-2 モルタルフロー試験状況

MT-1 添加量 (kg/m ³)	フロー値(mm)		pH	備考
	0 回落下時	50 回落下時		
0	 フロー値 : 156mm	 フロー値 : 280mm	7.2	原泥
2	 フロー値 : 111mm	 フロー値 : 250mm	—	
4	 フロー値 : 104mm	 フロー値 : 185mm	—	
6	 フロー値 : 100mm	 フロー値 : 106mm	7.8	

MT-2 添加量 (kg/m ³)	フロー値(mm)		pH	備考
	0 回落下時	50 回落下時		
0	 フロー値 : 156mm	 フロー値 : 280mm	7.2	原泥
1	 フロー値 : 104mm	 フロー値 : 165mm	—	
2	 フロー値 : 102mm	 フロー値 : 125mm	—	
3	 フロー値 : 100mm	 フロー値 : 115mm	7.4	

セメント添加量 (kg/m ³)	フロー値(mm)		pH	備考
	0 回落下時	50 回落下時		
0	 フロー値 : 156mm	 フロー値 : 280mm	7.2	原泥
500	 フロー値 : 104mm	 フロー値 : 227mm	—	
750	 フロー値 : 102mm	 フロー値 : 175mm	—	
1,000	 フロー値 : 100mm	 フロー値 : 129mm	11.9	

※参考値としてセメント : 50kg/m³ の pH を測定したところ、pH11.0 であった

生石灰添加量 (kg/m ³)	フロー値(mm)		pH	備考
	0 回落下時	50 回落下時		
0	 フロー値 : 156mm	 フロー値 : 280mm	7.2	原泥
100	 フロー値 : 103mm	 フロー値 : 215mm	—	
200	 フロー値 : 101mm	 フロー値 : 157mm	—	
300	 フロー値 : 100mm	 フロー値 : 115mm	12.5	

※参考値として生石灰 : 30kg/m³ の pH を測定したところ、pH12.4 あった

図-4 に改良剤添加量とフロー値の関係を示す。モルタルフロー試験の結果、改良直後に即時搬出可能な添加量は MT-1 : 約 5.5kg/m³ 以上、MT-2 : 約 1.9kg/m³ 以上、セメント : 約 1,000kg/m³ 以上、生石灰 : 約 260kg/m³ 以上であることが確認された。

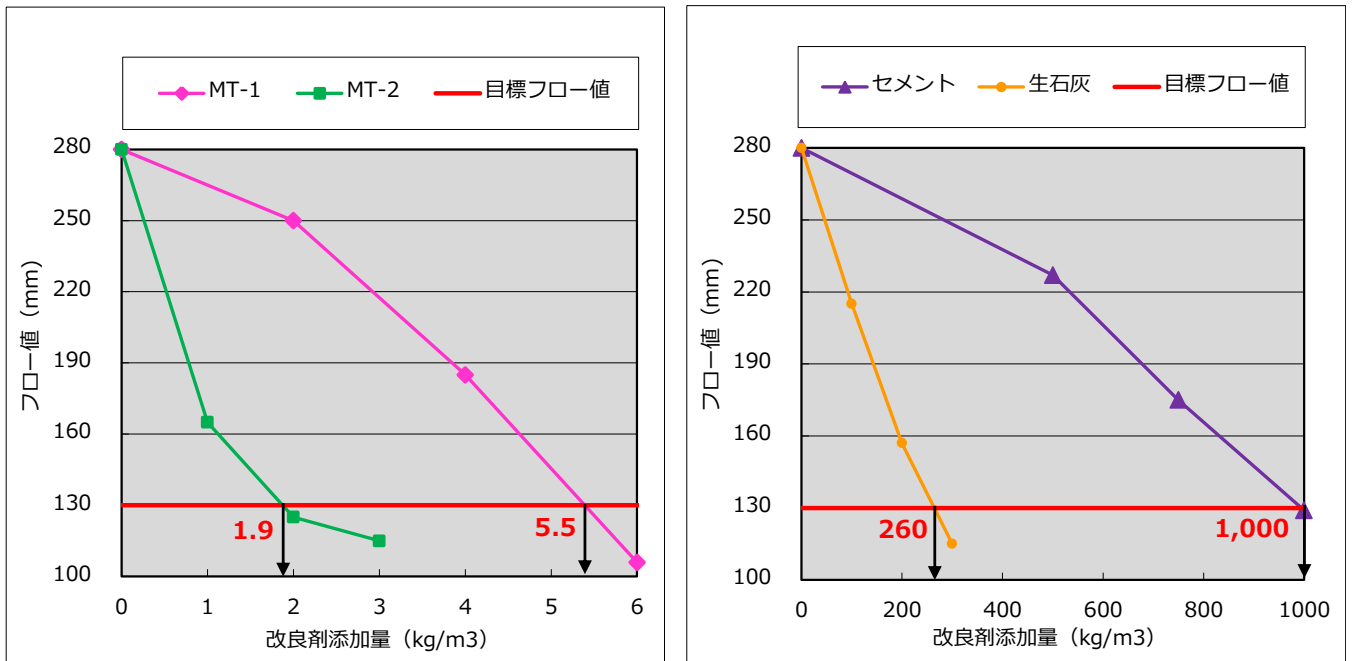


図-4 改良剤添加量とフロー値の関係

図-5 に改良剤添加量と pH の関係を示す。pH 試験の結果、原泥 pH7.2 に対し、MT-1 処理土は pH7.8、MT-2 処理土は pH7.4、セメント処理土は pH11.9、生石灰処理土は pH12.5 となることが確認された。

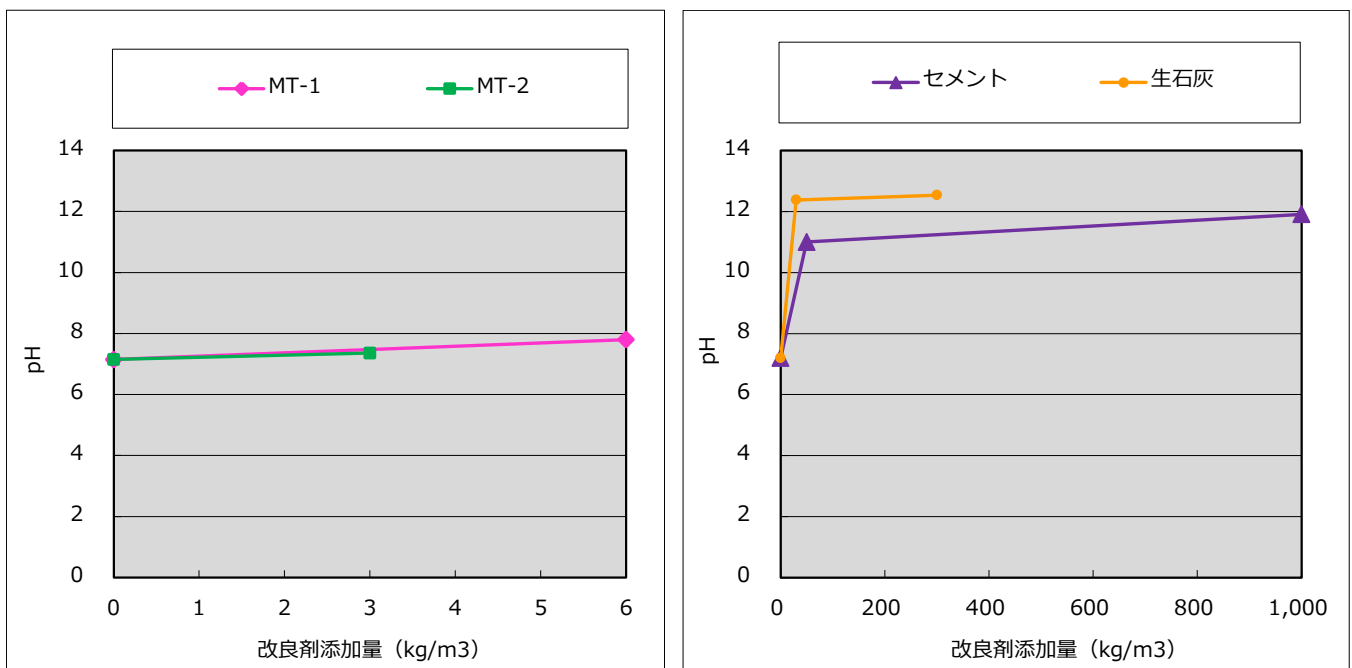


図-5 改良剤添加量と pH の関係

図-6 に原泥および各処理土の性状を示す。本原泥は粘性が強く、スプーンやプラスチック容器等へ付着しやすい性状であったが、MT 処理土はスプーンやプラスチック容器等への付着が軽減することが確認された。



図-6 原泥および各処理土の性状

7. コスト試算

表-3 に即時搬出可能となる改良剤添加量と改良剤コストを示す。

表-4 即時搬出可能となる改良剤添加量と改良剤コスト

改良剤種類	室内添加量 (kg/m ³)	単価 (円/kg)	改良剤コスト (円/m ³)	荷姿
MT-1	5.5	800	4,400	15kg/袋
MT-2	1.9	850	1,615	15kg/袋
セメント	1,000	22.0	22,000	1t/フレコン
生石灰	260	27.0	7,020	1t/フレコン

※ 各種改良剤単価は、経済調査会発行「月刊積算資料 2022 年 11 月号」の価格を引用した。

8. 総括

- モルタルフロー試験の結果、改良直後に即時搬出可能な添加量は MT-1 : 約 5.5kg/m³ 以上、MT-2 : 約 1.9kg/m³ 以上、セメント : 約 1,000kg/m³ 以上、生石灰 : 約 260kg/m³ 以上であることが確認された。
- pH 試験の結果、原泥 pH7.2 に対し、MT-1 処理土は pH7.8、MT-2 処理土は pH7.4、セメント処理土は pH11.9、生石灰処理土は pH12.5 となることが確認された。
- 本原泥は粘性が強く、スプーンやプラスチック容器等へ付着しやすい性状であったが、MT 処理土はスプーンやプラスチック容器等への付着が軽減することが確認された。
- コスト試算の結果、本原泥を最も経済的に即時搬出可能な改良剤は MT-2 : 1.9kg/m³ となり、m³ 当たりの改良剤コストは 1,615 円/m³ となることが確認された。

9. 現場/室内強さ比について

高含水泥土改良剤 MT シリーズは、少量の添加量で泥土を即時搬出可能な性状に改良することが可能ですが、本製品を原泥と十分に混合していただくことにより、その効果を発揮します。

本報告書では、モルタルフロー試験の結果から即時搬出可能な添加量を算出しましたが、現場施工の際は施工機械による混合度合や土質のバラツキ、含水比等により適正添加量変動する場合があります。

したがって、現場施工と室内試験における添加量のバラツキを補正するため、表-4 に示す「現場/室内強さ比の一例」をご参考いただき、現場施工時における適正添加量を決定いただくことを推奨いたします。

表-4 現場/室内強さ比の一例^{※5}

固化材の添加方式	改良の対象	施工機械	(現場/室内) 強さ比
粉 体	軟 弱 土*	スタビライザ バックホウ	0.5 ~ 0.8 0.3 ~ 0.7
	ヘ ド ロ 高含水有機質土	クラムシェル バックホウ	0.2 ~ 0.5
ス ラ リ ー	軟 弱 土*	スタビライザ バックホウ	0.5 ~ 0.8 0.4 ~ 0.7
	ヘ ド ロ 高含水有機質土	処理船	0.5 ~ 0.8
		泥上作業車	0.3 ~ 0.7
		クラムシェル・バックホウ	0.3 ~ 0.6

本試験結果は、お客様に採取いただいた原泥を用いて、弊社土質試験室にて行った結果となります。実施工時には、天候等の影響により原泥の含水比が変動し、添加量が多く必要となる場合がございますので、発注者様と協議の上、安全率（室内現場強さ比）をご計上くださいますようお願いいたします。

10. 参考文献

- ※1 環境省：建設廃棄物処理指針（平成 22 年度版）, p.15, (2011).
- ※2 三浦重義, 田中浩, 吉田清司, 川西順次：高含水比泥土の軟弱性改良工法, 京都大学環境衛生工学研究会第 9 回シンポジウム講演論文集, pp.335-338, (1987).
- ※3 高橋弘, 森雅人, 山崎淳：繊維質固化処理土の可搬性の観点からみた古紙および薬剤の最適添加量について, 社団法人日本建設機械化協会東北支部, 平成 18 年度新技術情報交換会論文集, p4(2006).
- ※4 財団法人先端建設技術センター：先端建設技術・審査証明書ボンテラン工法, pp.44-111, (2012).
- ※5 社団法人セメント協会：セメント系固化材による地盤改良マニュアル<第 5 版>, pp134-135, (2021).

以上