

2019 年 9 月 9 日

MT シリーズ・各種改良剤配合試験報告書

(工事)

1. 試験目的

上記現場から採取した泥土(以下、原泥という)に、高含水泥土改良剤シリーズおよび各種固化材を添加・混合した後、各処理土のフロー値と pH の値を測定し、即時運搬可能な添加量を求める。

2. 原泥の性状

本原泥内にある礫等の夾雑物を取り除き、ハンドミキサーで均一に混合したものを原泥とした。本試験に使用した原泥の性状を図-1 に示す。

(含水比 $W=263.6\%$ 湿潤密度 $\rho_t=1.209\text{g/cm}^3$)



到着時の荷姿



混合状況



混合後の状態(原泥)

図-1 原泥の性状

3. 使用した改良剤

- 高含水泥土改良剤 MT-1 森環境技術研究所製 (以下、MT-1 という)
- 高含水泥土改良剤 MT-2 森環境技術研究所製 (以下、MT-2 という)
- 特殊土用セメント系固化材 US50 宇部三菱セメント製(以下、US50 という)

4. 試験方法

本試験方法を以下に示す。

- ① 原泥をハンドミキサーで混合し、均一化
- ② 原泥の含水比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、各種改良剤を添加混合
- ④ 各種改良剤添加後、約 10 分程度、ヘラで混合
- ⑤ 改良直後の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用いて、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、改良土の即時運搬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は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運搬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。

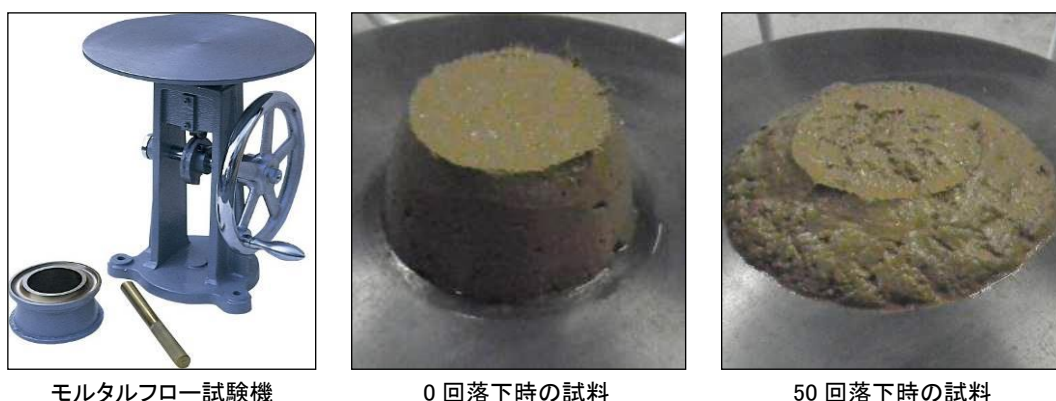


図-2 三浦らによる試験方法

【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

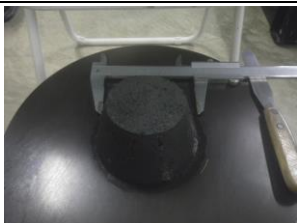
表-1 に試験結果一覧を、表-2 にモルタルフロー試験状況を示す。

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	US50	0回落下時	50回落下時		
0	0	0	129	219	7.0	原泥
4	0	0	107	171	—	
6	0	0	104	121	—	
8	0	0	103	107	7.3	
0	1	0	119	196	—	
0	3	0	104	118	—	
0	5	0	104	116	7.3	
0	0	200	105	178	—	
0	0	400	104	171	—	
0	0	800	104	155	—	
0	0	1,000	102	146	—	
0	0	1,200	102	138	—	
0	0	1,400	101	128	13.0	

※ は目標値を満足した数値

表-2 モルタルフロー試験状況

添加量 (kg/m ³)	フロー値(mm)		pH	備考
	0 回落下時	50 回落下時		
MT-1				
0	 フロー値: 129mm	 フロー値: 219mm	7.0	原泥
4	 フロー値: 107mm	 フロー値: 171mm	—	
6	 フロー値: 104mm	 フロー値: 121mm	—	
8	 フロー値: 103mm	 フロー値: 107mm	7.3	

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: 129mm	 フロー値: 219mm	7.0	原泥
1	 フロー値: 119mm	 フロー値: 196mm	—	
3	 フロー値: 104mm	 フロー値: 118mm	—	
5	 フロー値: 104mm	 フロー値: 116mm	7.3	

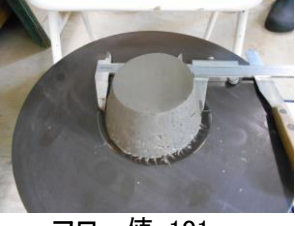
添加量 (kg/m ³)	フロー値(mm)		pH	備考
	0 回落下時	50 回落下時		
0	 フロー値: 129mm	 フロー値: 219mm	7.0	原泥
200	 フロー値: 105mm	 フロー値: 178mm	—	
400	 フロー値: 104mm	 フロー値: 171mm	—	
800	 フロー値: 104mm	 フロー値: 155mm		
1,000	 フロー値: 102mm	 フロー値: 146mm	—	
1,200	 フロー値: 102mm	 フロー値: 138mm	—	
1,400	 フロー値: 101mm	 フロー値: 128mm	13.0	

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、改良直後に即時運搬可能となる添加量は MT-1: 5.6g/m³ 以上、MT-2: 2.7kg/m³ 以上、US50: 1,360kg/m³ 以上であることが確認された。

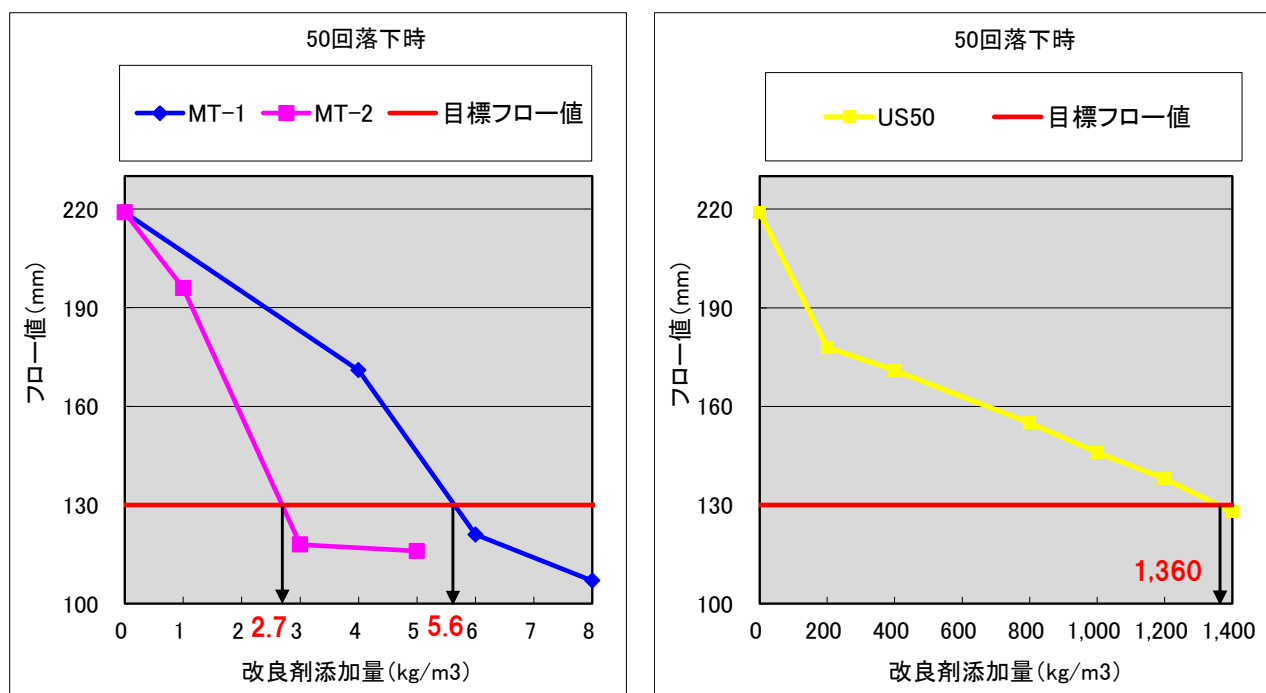


図-4 改良剤添加量とフロー値の関係

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 pH7.0 に対し、US50 処理土は pH13.0 となり強アルカリを示した。一方、MT-1 処理土および MT-2 処理土は pH7.3 となり、MT シリーズは原泥の pH にほとんど影響を与えることなく、改良可能であることが確認された。

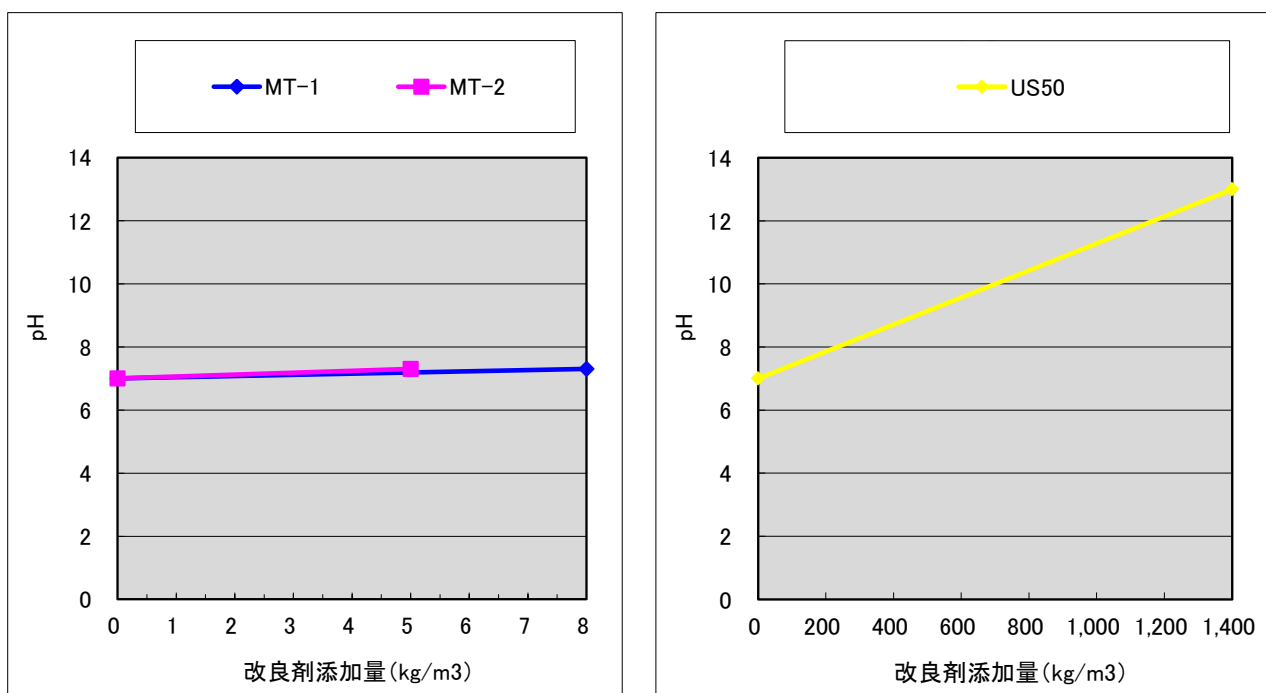


図-5 改良剤の添加量と pH の関係

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に付着しやすい性状であったが、MT-2 処理土はこれらへの付着が大幅に軽減することが確認された。

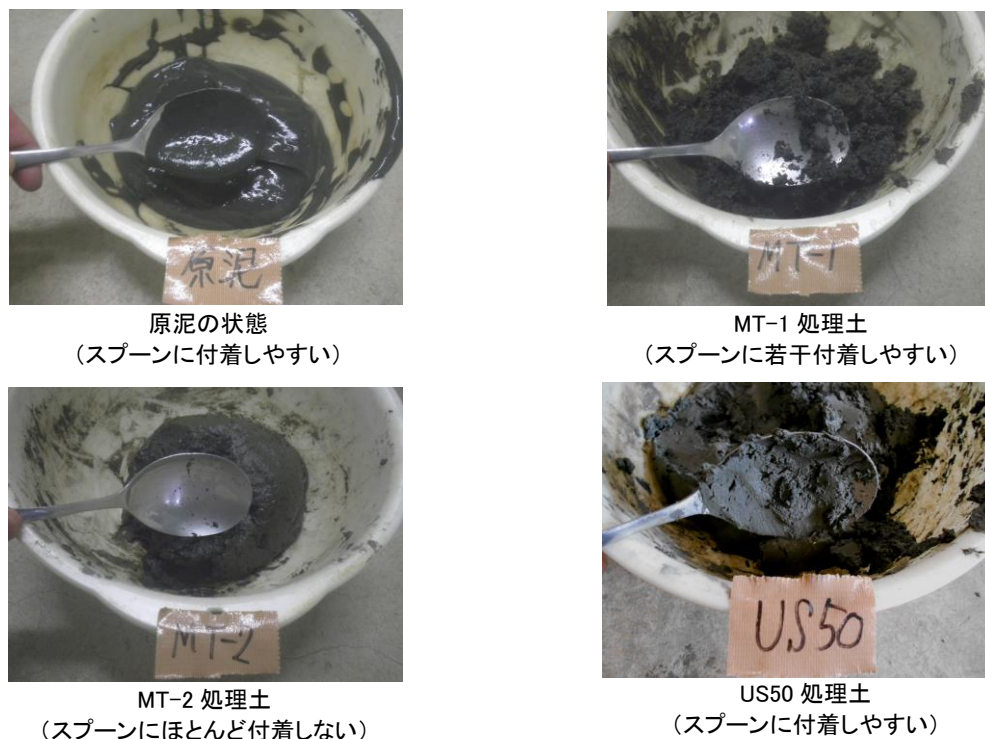


図-6 原泥および各処理土の性状

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-3 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	添加量 (kg/m ³)	単価 (円/kg)	改良剤コスト (円/m ³)	荷姿
MT-1	5.6	700	3,920	15kg/袋
MT-2	2.7	900	2,430	15kg/袋
US50	1,360	13.9	18,904	フレコンバック

※ MTシリーズおよびUS50の単価は、経済調査会「積算資料2019年4月号」の掲載価格を引用した。

8. 総括

- モルタルフロー試験の結果、改良直後に即時運搬可能となる添加量は MT-1: 5.6g/m³ 以上、MT-2: 2.7kg/m³ 以上、US50: 1,360kg/m³ 以上であることが確認された。
- pH 試験の結果、原泥 pH7.0 に対し、US50 処理土は pH13.0 となり強アルカリを示した。一方、MT-1 処理土および MT-2 処理土は pH7.3 となり、MT シリーズは原泥の pH にほとんど影響を与えることなく、改良可能であ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に付着しやすい性状であったが、MT-2 処理土はこれらへの付着が大幅に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運搬可能な改良剤は MT-2 であり、m³ 当たりの改良コストは 2,430 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運搬可能な性状に改良することが可能ですが、本製品は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運搬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が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 泥上作業車	0.5 ～ 0.8 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)をご計上下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), pp.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, pp44-111, (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 4 版>, pp110-111, (2012).

以上