

化学混和剤を用いた流動化処理土の配合設計方法の実験的検討

(株)フローリック 正会員○小池晶子，正会員 西 祐宜
戸田建設(株) 正会員 田中 徹，正会員 守屋健一
(株)フローリック 鈴木良明， 松田貴斗

1. はじめに

流動化処理土工法は，建設発生土や泥土の再資源化を目的とした工法であり，高い流動性と打設後の締固めを必要としない固化特性を持つ流動化処理土によって狭隘な空間などへの流し込み施工を可能とすることができる¹⁾。

流動化処理土は，砂質土を多く含む土砂の場合，細粒分に従って水を加えた泥水を混合して，所定の湿潤密度となるよう調整する。発生土の細粒分含有率が高いときは，流動性を確保するために多くの水量が必要となり，所定の湿潤密度を確保するために留意しなければならない¹⁾。単位水量が多い流動化処理土は，ブリーディング水が多くなり，高さ方向の強度差や，周辺地盤，既設構造物との一体性が失われることが懸念される。

また，地下構造物の補修，新設の際には，埋戻し材が再掘削されることが想定され，この場合，高強度の流動化処理土であると，掘削が困難となり，隣接する構造物や周辺地盤に影響を及ぼすため，低強度流動化処理土とする必要がある。

本研究では，単位水量を多く必要とする細粒分高含有率の発生土を模擬した試料を用いて，化学混和剤による流動性確保を試みた。同時に，固化材量を低減することで低強度流動化処理土の配合設計を検討した。

2. 実験概要

表 1 に使用材料，表 2 に泥状土の配合を示す。細粒分含有率 84%の試料を乾燥微粉末粘土と掛川産陸砂により調整した。表 3 に流動化処理土の配合条件および基本配合を示す。配合条件は，利用技術マニュアル¹⁾の“用途別の要求品質(案)”を参考に，地下構造物の埋戻しを想定して配合条件を設定した。セメント量は，泥状土 1m³に対し外割で配合し，本試験においては一軸圧縮強さの条件を満たす 100 kgとした。表 4 に検討配合を示す。表 2 の泥状土から水量 150kg，300kg 減じ，セメントをそれぞれの泥状土 1m³に対して 50kg 外割添加した。化学混和剤(SD，助剤)は，泥状土 1m³に対して外割で計量し，泥状土作製時に添加することとした。試験は，モルタルミキサーで泥状土を作製後，セメントを添加して混合攪拌し，直ちにフロー値(JHS A 313 シリンダー法)及び湿潤密度を測定した。測定後，ブリーディング率(JSCE-F 522 ポリ

表 1 使用材料

粘土	乾燥微粉末粘土 (密度 2.65g/cm ³ ， 細粒分 92.0%，含水比 1.40%)
砂	掛川産陸砂 (密度 3.09g/cm ³ ，最大寸法 0.6mm， 細粒分 1.53 %，含水比 9.81%)
セメント	高炉セメント B 種 (密度 3.04g/cm ³)
化学 混和剤	SD (主成分：特殊ポリカルボン酸塩， 密度 1.20g/cm ³ ，淡黄色液体)
	助剤 (アルカリ金属炭酸塩， 密度 2.53g/cm ³ ，白色粉末)

表 2 泥状土配合

泥水配合(kg/m ³)			泥水密度 (g/cm ³)	細粒分 含有率 (%)	フロー値 (mm)
粘土	砂	水			
788	81	677	1.545	83.6	332

表 3 配合条件および基本配合

配合条件			
・フロー値 ：110mm 以上	・処理土の湿潤密度 ：1.5g/cm ³ 以上		
・ブリーディング率 ：1%未満	・一軸圧縮強さ ：300kN/m ² 以上		
基本配合			
泥状土 (m ³ /m ³)	セメント (kg/m ³)	フロー値 (mm)	湿潤密度 (g/cm ³)
1000	100	180	1.60
ブリーディング率：0.6%，一軸圧縮強さ：375kN/m ²			

表 4 検討配合

	泥状土配合(kg/m ³)			セメント (kg/m ³)
	粘土	砂	水	
W-150kg	927	95	619	50
W-300kg	1125	115	538	50
	湿潤密度(g/cm ³)		フロー値(mm)	
W-150kg	1.641		91	
W-300kg	1.779		83	

エチレン袋方法)及び一軸圧縮強さ試験(JIS A 1216, $\phi 50 \times 100\text{mm}$)用の供試体を採取した。

3. 実験結果

(1) 流動化性状

図1にSDのみを検討配合に添加した場合のフロー値を示す。フロー値の目標下限である110mmを満たすためのSD使用量はW-150kgの場合6kg以上となり、W-300kgにおいては10kg添加してもほとんどフロー値が伸びない結果となった。含水比が過少になると、増大した試料の粘性が卓越し、SDの分散効果が発揮できないと考えられる。

図2にSDと助剤を併用した場合のフロー値を示す。W-150kgにおいて、助剤のみを添加した場合(SD=0kg)、フロー値は変化せず、一般的に硬化促進剤として用いられるアルカリ金属炭酸塩には、流動性付与効果はないことを確認した。一方、SDを2kg、3kgと併用した場合、単位添加量当たりのフロー値増大が著しくなる添加量範囲が確認された。この傾向は、W-300kgでも確認され、助剤が液相に存在することで、平衡条件および粘土及びセメント由来の多価金属イオン量に変化した結果、微粒分に吸着するSDが減少し、良好な分散効果が発揮されていると考えられる。SDの過剰添加は硬化遅延に直結するため、化学混和剤の添加量は、SDが最小となる範囲で設計することが望ましいと考えられる。今後、試料中の金属イオンの動きを観察し、流動性付与のメカニズムを解明していきたい。

(2) 硬化性状

図2より、目標フロー値を230mmとした場合、W-150kgではSD=3.0kg・助剤=4.5kg、W-300kgではSD=3.5kg・助剤=7.0kgの添加量が決定される。決定したSD及び助剤量を添加した時の一軸圧縮強さ試験結果を図3に示す。基本配合に対し、W-150kgは材齢7日で同等であったが、材齢28日で6割程度の強度差となった。材齢初期は助剤の効果により強度発現が促進されたが、材齢28日においては水セメント比の影響により強度に差が生じたものと考えられる。一方、W-300kgにおいては、基本配合に対して、高い水セメント比ではあるが、材齢28日で1.5倍程度の強度を示す結果となった。W-150kgと同様の助剤による強度発現促進効果が原因であると考えられるため、長期材齢強度の経過観察を行う予定である。

なお、ブリーディング率は、W-150kgのとき0.4%、W-300kgのとき0.5%となり、いずれも配合条件を十分に満足する結果であった。

4. おわりに

本研究では、細粒分高含有率の試料に対し、水量を増加させずに化学混和剤を添加することで流動性を確保する手法を見出し、新たな配合設計方法を提案した。今後は、化学混和剤による分散及び強度発現のメカニズムを解明するとともに、様々な土試料で検討を行い、本手法を確立していく予定である。

参考文献 1) 独立行政法人 土木研究所：流動化処理土利用技術マニュアル(平成19年/第2版)，2008.2

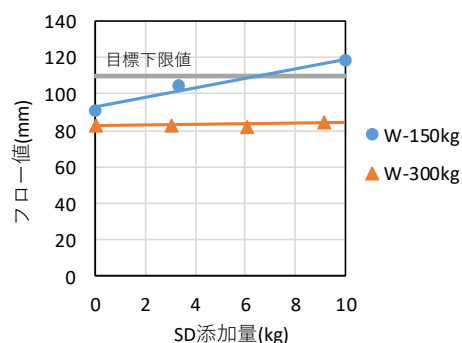


図1 SDの添加量とフロー値の関係

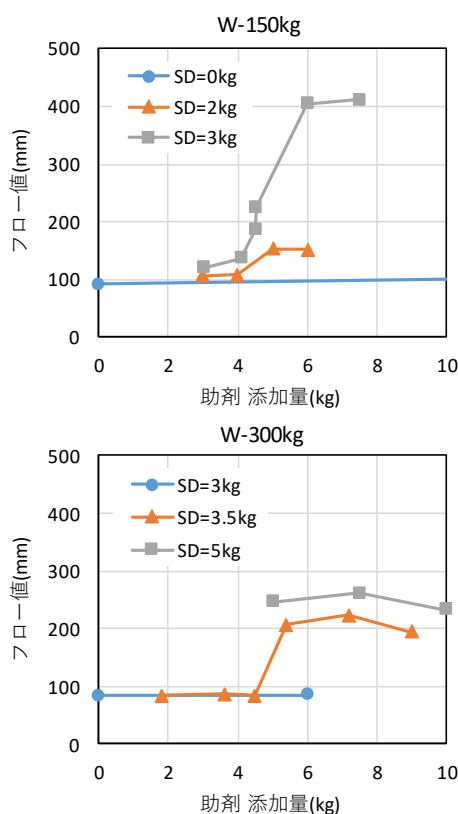


図2 SDと助剤の併用

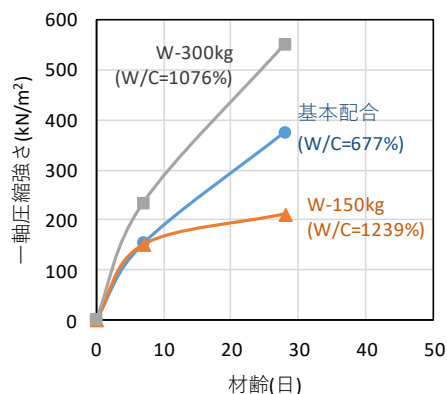


図3 一軸圧縮強さ試験結果