

閉鎖空間に充填された泥水及び流動化処理土のブリーディングに関する実験

千葉工業大学
徳倉建設

学生会員 花咲 魁人
正会員 和泉 彰彦

正会員 金田 一広
正会員 芝辻 楓雅

1. はじめに

現在、鉱物採掘跡や老朽化した休止管等崩落対策として流動化処理土による空洞充填が実施されている。流動化処理土は、掘削工事に伴い発生する建設発生土と粘性土を解泥するなどして作製した泥水及びセメント系固化材を適量混合して製造される。流動化処理土の仕様として、ブリーディング率は1~3%未満と設定されており、打設された流動化処理土の体積減少の抑制や材料分離、固化強度といった要求品質を確保するために重要なパラメータである¹⁾。ブリーディングが発生することで天端部分に隙間が生じ、完全充填されない懸念があり、現在の施工では、流動化処理土の水頭を上げ圧力を付与することで、隙間の発生を抑制している。過去に、流動化処理土のブリーディングや材料分離は多くの研究がされている。本研究では、閉鎖された空間に充填された流動化処理土のブリーディングに関する模型実験を行い、そのメカニズムについて検証を行った。

2. 実験概要

表-1 に使用材料の諸特性を示す。本実験で使用した細粒土は、実験の再現性を考慮して市販の木節粘土を主原料として使用した。固化材はセメント系の固化材（普通ポルトランドセメント）を使用した。表-2 に本実験の配合表を示す。A 配合を試料密度 1.400 g/cm³（泥水のみ）、B 配合を試料密度 1.442 g/cm³（固化材添加量 80 kg/m³）、C 配合を試料密度 1.464 g/cm³（固化材添加量 120 kg/m³）とした。混合は攪拌機で1分間混合した。作製した流動化処理土に対して、フロー値は JHSA 313、ブリーディング率は JSCE-1986、一軸圧縮強さは JIS A 1126 に準拠し測定した。ブリーディング特性を検証するために図-1 に示すアクリル製容器を用い、表-3 に示す3パターンで試験を行った。パターン1では筒、上蓋を設置し、一方の筒は試料の流入口、もう一方の筒は流出口とした。パターン2では上蓋のみとし、一方の開口部は流入口、もう一方の開口部は流出口とした。パターン3では筒、上蓋を設置せずに開放空間とした。いずれのパターンにおいても実施工を想定し、塩ビ管を用い、トレミー管の要領で底部から充填を行った。ブリーディングの計測位置は画像にて行い、1時間毎に24時間計測した。

3. 実験結果

品質試験結果を表-4 に示す。ケースの表記方法について、例えば A 配合のパターン1の場合、A-1 としている。流動化処理土に要求される品質は密度、フロー値、

表-1 使用材料の諸特性

木節粘土	密度 (g/cm³)		2.671
	粒度分布	礫分 (%)	0.000
		砂分 (%)	5.700
		シルト分 (%)	42.00
		粘土分 (%)	52.30
	最大粒径 (mm)		0.850
固化材	密度(g/cm³)		3.150

表-2 配合表

配合	試料密度 (g/cm ³)	固化材量 (kg/m ³)	配合量(kg/m ³)		
			木節粘土	水	泥水
A	1.400	0	639.4	760.6	1400.0
B	1.442	80	622.2	740.2	1362.4
C	1.464	120	613.6	730.0	1343.6

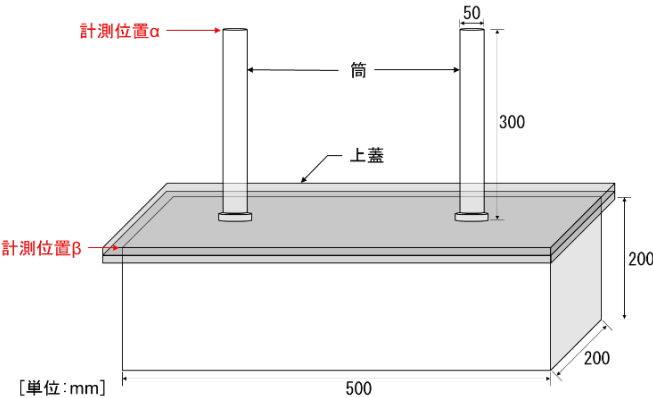


図-1 ブリーディング試験のアクリル製容器の模型

表-3 ブリーディング試験のパターン

パターン	上蓋の有無	筒の有無	計測位置	模式図
1	有	有	α, β	
2	有	無	β	
3	無	無	β	

表-4 品質試験結果

ケース	実測泥水 密度 (g/cm ³)	固化材量 (kg/m ³)	実測試料 密度 (g/cm ³)	フロー値 (mm)	ブリーディング率 (%)	一軸圧縮強さ 7日強度(kN/m ²)
A-1	1.400	0	1.400	400 以上	3.25	-
A-2	1.404		1.404		1.50	
A-3					2.50	
B-1	1.406	80	1.428	320×320	1.00	33.00
B-2	1.400		1.440	195×190	0.00	71.72
B-3						
C-1	1.396	120	1.458	315×310	0.25	-
C-2	1.400		1.454	220×220	0.00	196.32
C-3						

ブリーディング率，一軸圧縮強さである．配合 B,C において品質試験を行い，一般的な流動化処理土の要求性能を満たしていることを確認した．

配合 A（密度 1.400 g/cm³（泥水のみ））の変化量の推移を図-2 に示す．変化量は初期に設置した試料の位置から各経過時間の試料上面（ブリーディングによる水は除く）までの距離としている（図-3, 4 においても同様）．A-1 の場合，計測位置 α では変化量が顕著だった．配合 B,C においても同様であるが，時間経過で試料がブリーディング水と共に沈下していく．これは，容器下部（閉鎖空間）に抜けきれなかった空隙が存在し，そこに試料が充填されたためであると考えている．本研究では，このようにブリーディング水と共に変化する状態もブリーディングと称することとする．一方，計測位置 β にもブリーディングの発生が見られた．A-2,A-3 はほぼ同様の傾向を示し，A-1 の計測位置 β と同程度のブリーディングが発生する結果となった．

次に配合 B（固化材量 80 kg/m³）の変化量の推移を図-3 に示す．B-1 の場合，計測位置 α は A-1 と同様に顕著なブリーディングが見られたが，計測位置 β ではブリーディングの発生が見られず，抑制される結果となった．B-2 は，ブリーディングの発生は見られなかった．これは固化材を添加したため微量のブリーディングを抑制できたことが要因だと考えられる．B-3 は微量のブリーディングが発生した．

次に配合 C（固化材量 120 kg/m³）の変化量の推移を図-4 に示す．いずれのケースにおいても配合 B と同様の傾向を示しており，固化材量の添加量による違いは確認されなかった．

配合 B,C において，経過時間が 3 時間程度までは変化量が相対的に大きく増加しているが，それ以降大きな増加が見られなかったことから，普通ポルトランドセメントの添加による流動化処理土のブリーディングの進行が収束する時間は 3 時間程度だといえる．

4. まとめ

閉鎖空間において固化材を添加することによってブリーディングを抑制できることが確認できた．今後は，ブリーディング率の大きい配合や，異なる材料，固化材を用いた配合によるブリーディング特性の検証を行う予定である．

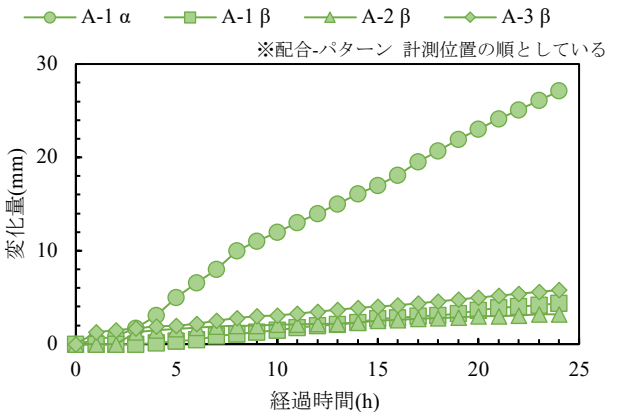


図-2 配合 A の変化量の推移

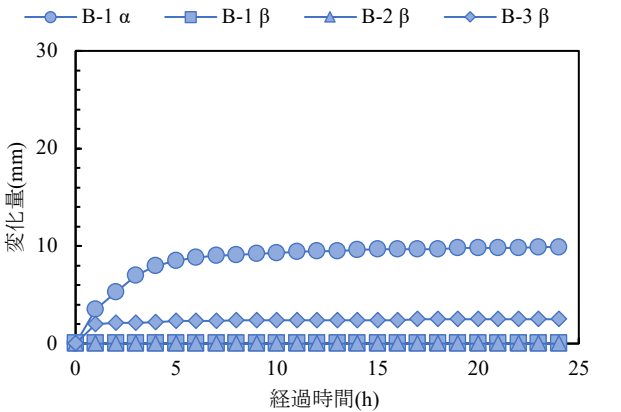


図-3 配合 B の変化量の推移

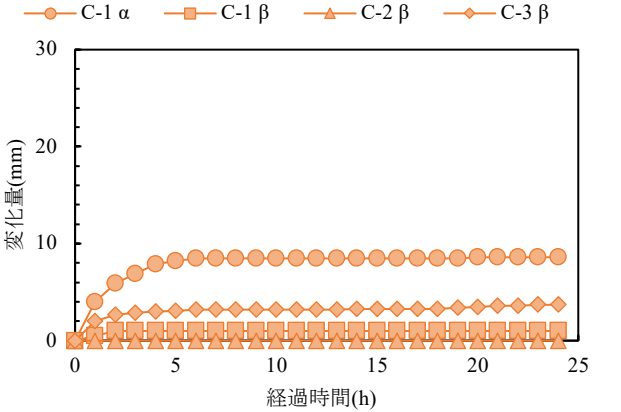


図-4 配合 C の変化量の推移

参考文献

1) 流動化処理土利用技術マニュアル 平成 19 年/第 2 版
独立行政法人土木研究所 流動化処理工法総合監理