

ソイルセメントのブリーディングが改良体の品質に与える影響

(株)大林組 正会員 ○三浦 俊彦、諸富 鉄之助、北出 啓一郎、中村 将光

1. はじめに

土留め壁の構築を目的として、ソイルセメントを用いた多くの工法が提案され、施工されている。近年では、掘削土砂を再利用できることから、環境負荷が小さい工法として、CRM 工法等のソイルセメント置換工法が採用されることも多い。鋼製地中連続壁工法への適用も可能であり、弊社では開発を進めている。各現場の用途に応じて強度や透水係数、流動性の管理目標が設定されており、配合試験でセメントの種類や添加量、水分量、流動化材や遅延剤等の使用等が決められる。その他の管理目標としてはブリーディング率が考えられるが、CRM 工法では3%以下との管理値がある¹⁾が、特に管理を定めていない事例もあり、必要性に関して議論になる場合もある。ブリーディング率がソイルセメント改良体の品質に影響を与える可能性を表1に示す。ブリーディングによる充填体積の減少は追加充填で対処が可能であるし、打ち継ぎへの影響は流動性を確保できれば問題ないと考えられる。材料分離に影響すれば、改良体の不均一性につながるため重要な管理項目となるが、むしろソイルセメントの流動性(粘性)の方が影響するとも考えられ、その影響度は定かでない。そこで、ブリーディングがソイルセメント改良体の品質に影響するかを考察するために、ブリーディング率が少し高いソイルセメントを作製し、カラムに充填して、材料分離の発生や強度、透水係数の深度ごとの品質を調べた。

表1 ブリーディングの影響

1) 充填体積の減少
2) 打ち継ぎによる止水性の低下
3) 材料分離による改良体の不均一性
4) 鉄筋下端の空隙発生による強度や止水性の低下

2. 試験方法

現場から採取した各深度の土を混合して試料土とした。土質試験結果を表2に示す。本現場は、泥水で一次掘削を行い、次に地上部で作成したソイルセメントを打設する施工となる。そのため、現場で想定される泥水をカラムに充填し、その後に試料土で作成したソイルセメントを充填した。泥水とソイルセメントの配合と性状を表3と表4に示す。打設後数日経った後に芯材を挿入する施工のため、遅延剤を添加しているが、安全側のブリーディング量とするために、本試験では遅延剤を多めに配合している。試験手順は次のとおり。1) 縦と横5cm、高さ60cmと120cmのカラムに、泥水を上部まで充填した。2) 細長い筒を挿入し、上部からソイルセメントをオーバーフローするまで充填した。3) 充填後、上部を密閉して室温養生し、直後から24時間後のブリーディングを測定した。別途ソイルセメントの流動性を、シリンダーフローとB型粘度計で測定した。4) 養生3~5日後にカラムを5cmごとに切断して、密閉養生して7日後に湿潤密度、一軸圧縮強さ、透水係数を測定した。

表2 試料土の土質試験結果

項目		単位	値
含水比		%	25.7
土粒子密度			2.654
粒度	礫	%	9.3
	砂	%	57.0
	シルト	%	22.8
	粘土	%	10.9

表3 泥水材料の配合と性状

泥水配合			性状									
ベントナイト (%)	ポリマー (%)	トテクレー (%)	pH	比重	ファンネル 粘度(秒)	API造壁性 (mL)	B型粘度 (mPa・s)					降伏値 (mPa)
							3rpm	6rpm	12rpm	30rpm	60rpm	
5	0.2	24	8.8	1.15	28.4	8.9	22	21	19	18	17	30

表4 ソイルセメント材料の配合と性状

試料土 (kg/m ³)	ベントナイ ト(kg/m ³)	水 (kg/m ³)	セメント (kg/m ³)	遅延剤 (kg/m ³)	24hブリーデ ィング(%)	シリンダーフロー(mm)		湿潤密度 (g/cm ³)	一軸圧縮強 さ(kN/m ²)
						直後	18h		
579	15	661	350	5	5.3	305	295	1.689	1515

キーワード ソイルセメント, ブリーディング, 一軸圧縮強さ, 透水係数

連絡先 〒204-8558 東京都清瀬市下清戸 4-640 (株)大林組技術研究所 自然環境技術研究部 TEL 042-495-1014

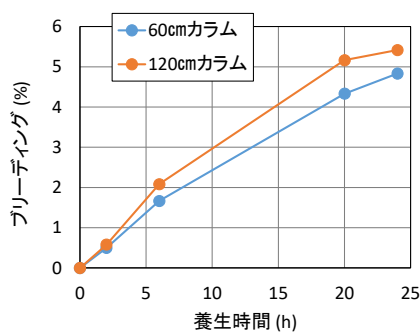


図1 ブリーディングの経時変化

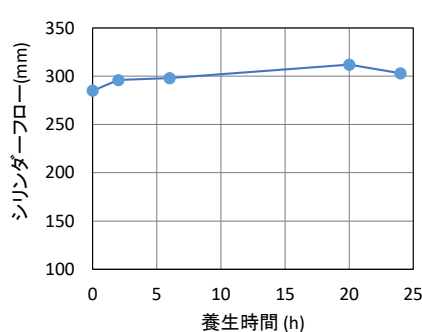


図2 シリンダーフローの経時変化

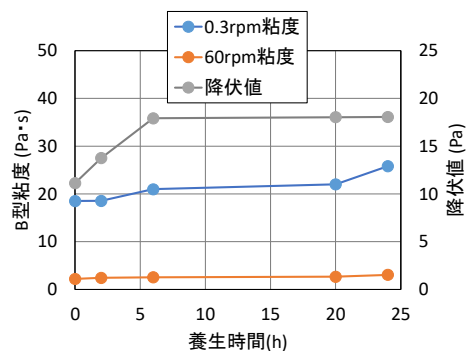


図3 B型粘度の経時変化

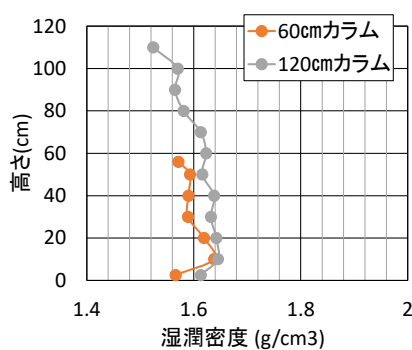


図4 湿潤密度の分布

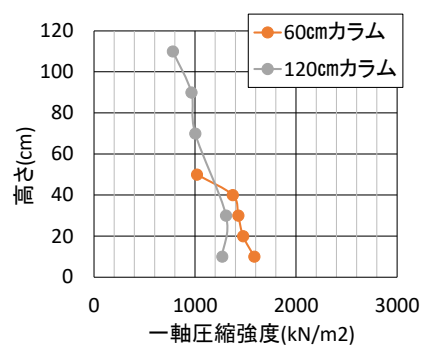


図5 一軸圧縮強さの分布

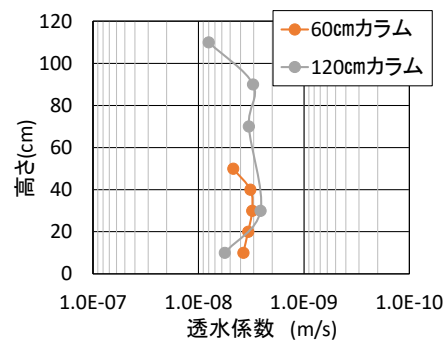


図6 透水係数の分布

3. 試験結果

図1に、各カラムにおけるブリーディングの経時変化を示す。ブリーディングは、両カラムとも養生時間とともに増加し、24時間後で約5%に達した。ブリーディング量は、充填体積に対して一定の割合で発生した。仮に深度40mまで充填した場合は、上部2mに水が浮くため、充填体積の確保という点からは重要な管理項目と考えられた。図2と図3に、ソイルセメント試料のシリンダーフローとB型粘度の経時変化を示す。遅延剤を添加したため24時間後でも流動性が大きく、シリンダーフローは300mmを維持していたが、B型粘度の低ずり速度では粘性が増加する傾向を示した。充填後のソイルセメントはほぼ静置しているため、土砂分離の観点からは、低ずり速度における粘度の影響が大きいと考えられた。

図4~6に、充填から7日養生後の湿潤密度、一軸圧縮強さ、透水係数の深度分布を示す。湿潤密度は、下部の方が大きくなり、充填時の湿潤密度よりも小さかった。深度方向で値が異なるのは、粒径の大きい砂が沈降したためと考えられる。一軸圧縮強さは、湿潤密度と同様に、上部から下部にかけて大きくなったが、7日養生時の強度目安となる1000kN/m²以上を確保できた。透水係数は、深度方向で大きな差はなかった。これは、一軸圧縮強さや透水係数が大きな砂粒子ではなく、粒径が小さく沈降しにくい土粒子やセメント粒子の寄与が大きいことを示している。したがって、粒径の大きい砂は沈降分離するが、本試験のように流動性が大きいソイルセメントであっても、一軸圧縮強さや透水係数を担保する一定粒径以下の土粒子やセメント粒子は沈降せず、土砂分離の影響は小さいと考えられた。なお、本試料のパラメータを用いて、ストークス式により深度40mを想定して、6時間後の湿潤密度を計算した結果を図7に示す。湿潤密度は、土砂沈降により上部が小さくなるが、深度約2mで1.5g/cm³以上となり、それ以深は1.6g/cm³以上で一定であった。試験結果よりも上部が小さい結果となり、ストークス式だけでは表現できない可能性があるが、一定深度よりも下の湿潤密度は安定しており、土砂分離の影響は限定的と考えられた。

参考文献 1) CRM 工法研究会：掘削土再利用連壁 設計・施工マニュアル, 2002.04

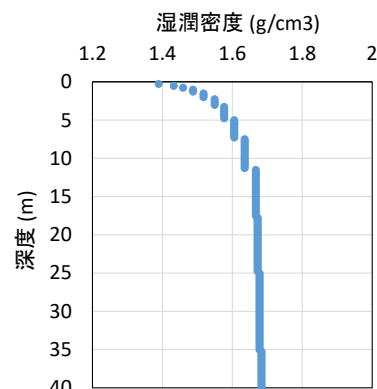


図7 ソイルセメント中土砂の沈降解析結果