

粘度計による泥土塑性流動性可視化の試み

曙ブレーキ工業（株） 正会員 ○熊田 和行

佐藤工業（株） 正会員 早川 淳一

JIM テクノロジー（株） 清水 亮佑

1. 目的

シールド工法で地山を掘削する際には密閉型シールド工法が採用され、泥土圧シールド工法の実施例が多い。泥土圧シールド工法では切羽に添加材を注入し、チャンバー内で掘削土砂と攪拌混合して塑性流動化させる。切羽の安定とスクリーコンベアからの排土を管理するためには、この塑性流動化の状態を把握することが重要となる。

従来の技術では、シールドマシンのチャンバー内に設置した圧力計等の各種センサの計測結果をコンピュータにより処理し、モニタ上に表示している。しかしながら、この管理方法では大まかな状態の把握が可能だが、隔壁で閉ざされたチャンバー内の泥土の流動性の状態は不明であった。そこでチャンバー内の塑性流動性をリアルタイムに可視化する粘度計により、塑性流動性の計測評価を定量的に判定・把握できる手法に適用するものである。

2. 粘度計評価実験

2.1 粘度計計測システム概要と流動方向等の検出手法

塑性流動性を計測する粘度計は3個のひずみゲージから得られた出力値の演算を行い、流動方向等を検出する(図1, 図2)。

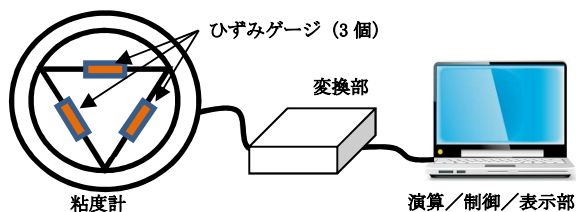


図1 粘度計計測システム構成図

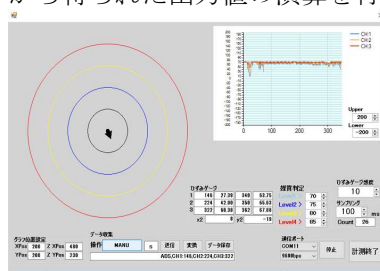


図2 粘度計計測画面



図3 流動方向表示

<流動方向検出手法>

1. 基準値取得

- 1) ひずみゲージ (3 個) の出力データを取得する。
- 2) 各ひずみゲージの出力データを平均化し、その値を零点 (基準値) とする。

2. 計測開始/検出

- 1) 計測開始後、各ひずみゲージの出力データと零点からの差分を演算する。
- 2) 各ひずみゲージから得られたデータを、座標変換 (X, Y) する。
- 3) 座標 (X, Y) をモニタに表示する (図3)。

図4に上記の検出方法のフロー図を示す。

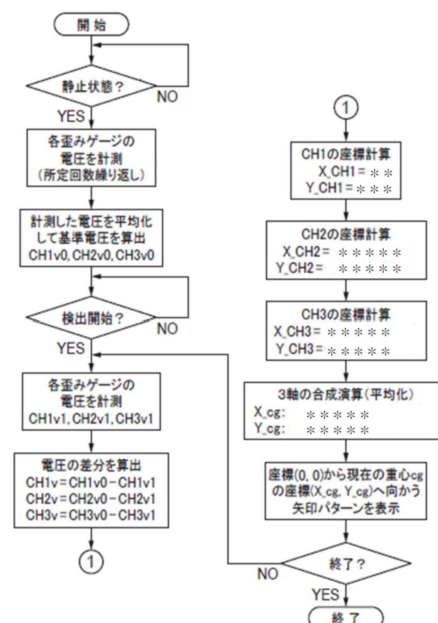


図4 流動方向検出フロー

キーワード 泥土圧シールド工法, チャンバー, 塑性流動性, 可視化

連絡先 〒348-8501 埼玉県羽生市東 5-4-71 曙ブレーキ工業（株）新規・センサー部 TEL: 048-560-1470

2.2 評価実験概要

シールドのチャンバー内を擬似したモルタルミキサー底面部に粘度計を設置し（写真 1-3）、塑性流動性の可視化を目的とした評価実験を行った。実験材料として、砂質および粘性土の 2 種に対して添加材を 3 種用いた。表 1～3 は添加材の注入率、スランプ値および粘性土におけるせん断強さを表したものである。

表 1 砂質土＋クリーン SP-AⅡ（複合アクリル系高分子ポリマ）

実験 No.	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
配合 (Kg／m ³)	溶液濃度 0.5% (5.0kg／m ³)				
注入率	15%	20%	22%	25%	30%
スランプ値 (cm)	0.5cm	8.1cm	16.6cm	24cm	27cm



写真 1 擬似装置

表 2 砂質土＋起泡剤 T-9（界面活性剤）

実験 No.	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
配合 (Kg／m ³)	溶液（気泡希釈液）濃度 5.0% (5kg／m ³)（発泡倍率 20 倍）				
注入率	20%	10% +水 100cc	15% +水 100cc	20% +水 100cc	25% +水 100cc
スランプ値 (cm)	0cm	0cm	0.4cm	24cm ※1	0.5cm



検出部

写真 2 粘度計

表 3 粘性土＋クリーン SP-R（陽イオン性界面活性剤）

実験 No.	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
配合 (Kg／m ³)	溶液濃度 0.2% (2.0kg／m ³)				
注入率	15%	20%	25%	30%	35%
スランプ値 (cm)	2.4cm	4.2cm	7.5cm	12.3cm	16cm
せん断強さ (cN/m)	10.5cN/m	8.0cN/m	5.0cN/m	3.5cN/m	2.5cN/m



攪拌板（2 枚刃）

シールド

攪拌棒相当

粘度計

写真 3 粘度計設置

2.3 評価実験結果

実験を行ったすべての泥土で、流動方向の検出を確認することが出来た。しかし、流動性及び媒質においては、検出不可であった（表 4～6）。

流動方向の検出として、3 個のひずみゲージから得られたデータを演算し、座標 XY 変換した結果を図 5 に示す。泥土流動方向（Y 軸マイナス方向へ流動）とひずみゲージの座標 XY 変換分布が一致していることから、流動方向の検出可能である。

表 4 砂質土＋クリーン SP-AⅡ

実験 No.	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
注入率	15%	20%	22%	25%	30%
流動性	× ※1	× ※1	× ※1	× ※1	× ※1
流動方向	○	○	○	○	○
媒質検出	× ※2	× ※2	× ※2	× ※2	× ※2

表 5 砂質土＋起泡剤 T-9

実験 No.	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
注入率	20%	10% ※3	15% ※3	20% ※3	25% ※3
流動性	× ※1	× ※1	× ※1	× ※1	× ※1
流動方向	○	○	○	○	○
媒質検出	× ※2	× ※2	× ※2	× ※2	× ※2

表 6 粘性土＋クリーン SP-R

実験 No.	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
注入率	15%	20%	25%	30%	35%
流動性	× ※1	× ※1	× ※1	× ※1	× ※1
流動方向	○	○	○	○	○
媒質検出	× ※2	× ※2	× ※2	× ※2	× ※2

※1 検出部への面圧変化が微少のため、流動性検出不可。
※2 検出部への面圧変化が微少のため、媒質検出不可。
※3 水 100cc を追加

3. おわりに

今回の実験により流動方向の検出が確認できた。今後は、検出不可であった流動性及び媒質検出に対し、粘度計自体の検出感度を向上させ、塑性流動性可視化への適用に向けた評価及び検討を進めていきたいと考える。

謝辞：本システムの最終評価までに実機での試験が必要となるが、この開発に際し、多大なるご支援・ご援助を賜った関係各位の方々に厚くお礼を申し上げる。

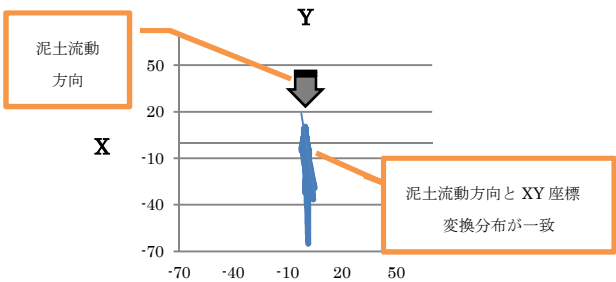


図 5 流動方向結果（座標 XY 変換）