

# 地中連続壁工法に用いる安定液管理手法の開発

平井 裕二\*      吉野 修\*\*  
Yuji Hirai      Osamu Yoshino

## 1. はじめに

地中連続壁工法の安定液管理において、通常粘性はファンネル粘度計にて測定しているが、流出時間で管理しているため、安定液品質の良否が判断しづらい。そのため、セメント分等の混入による安定液の激しい劣化が予想される場合、B型粘度計やVGメーターによる凝集分散（降伏値）測定を追加し、安定液品質の維持を図っている。しかし、これら試験は、従来の安定液試験と同様に人手による計測のため、さらなる人手と時間を要することから測定回数も限られ、劣化時の対応遅れによる掘進停止や連壁本体のコンクリート品質等に問題が生じる場合がある。

本開発では、安定液の凝集分散（降伏値）を自動で測定できる「粘性測定システム」を構築し、施工現場における粘性管理の効率化と省力化を図ることを目的とした。本報告では、粘性測定システムを用いて凝集分散（降伏値）を測定するための実験仕様と降伏値の測定可否について、模擬安定液を用いた室内実験を実施したので、その概要と結果について述べる。

## 2. 粘性測定システムの概要

粘性測定システムは、京都西シールド（出）において、ファンネル粘度の自動測定システム<sup>1)</sup>をもとに開発したものであり、細管式粘度計を応用した細管式粘性測定装置をはじめとする図-1に示す機器で構成されている。

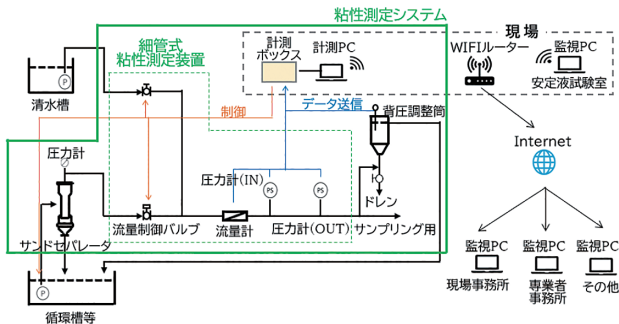


図-1 粘性測定システム概要図

\* 技術研究所環境技術グループ

\*\* 技術研究所土木技術グループ

主な機能としては、①細管式粘性測定装置の前段に、砂やシルト等による配管内での目詰りを防止のためにサンドセパレーターを設置、②配管内での抵抗を少なくさせるため、流量計は配管外に取り付けるタイプに変更、③配管内での圧力を安定させるため、装置後段に背圧調整筒を設置、④測定結果をいつでも誰でも確認できるようにインターネットを介して配信できるようにしたこと（オプション）などである。

降伏値は、写真-1に示す細管式粘性測定装置に供給した安定液の流量や差圧等をもとに、流動曲線 ( $y=c+b \cdot x^a$ ) のy切片より算出する<sup>2)</sup>。

写真-2は、計測パソコンに表示される計測画面（例）である。

## 3. 実験概要

### (1) 安定液配合

実験で使用した安定液は、表-1に示す連壁掘削時において想定される安定液性状とした。配合A, B, CZ, DZは一般的な安定液管理基準（B型粘度計による見かけ粘度で80 mPa・s/60 rpm以下）を満たすものとした。

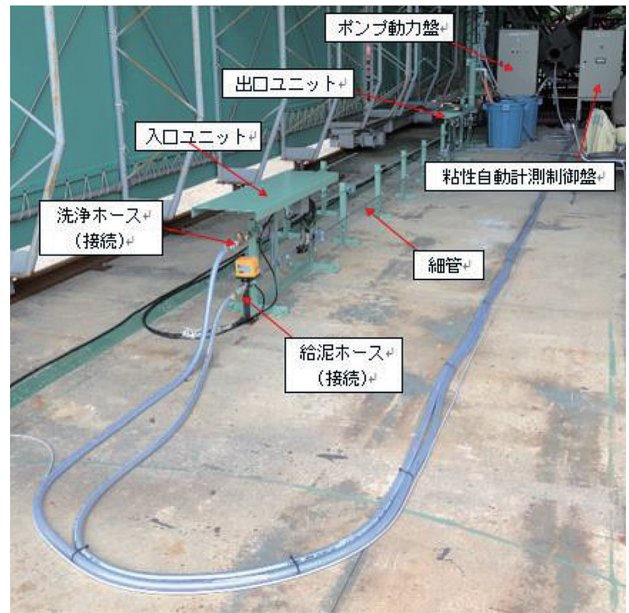


写真-1 粘性測定システム外観

西松建設 泥水自動品質管理システム							
自動計測	項目名	単位	瞬時値	流量F1	流量F2	流量F3	流量F4
START	設定流量	L/min	14.00	10.00	6.00	2.00	
STOP	状態						
	給泥ポンプ速度		6	7	8		
	流量	L/min	6.20	13.45	10.44	6.23	0.00
	圧力1	kPa	11.05	21.09	15.75	11.04	0.00
	圧力2	kPa	7.85	10.92	9.31	7.86	0.00
	差圧	kPa	3.20	10.17	6.44	3.17	0.00
	ずり速度	sec <sup>-1</sup>	129.91	100.84	60.18	0.00	
	ずり応力	dyne/cm <sup>2</sup>	2342.42	1151.35	338.20	0.00	
	見掛け粘度	Pa・s	27.74	17.57	8.65	0.00	
	水温	°C	39.67	39.33	39.69	39.68	0.00

写真-2 計測画面（例）

(2) 検討事項

①実験仕様

粘性測定システムの実験仕様を設定するため、表一2に示す各項目を組合せ、層流域で安定した流量および差圧が得られる条件について検討を行った。また、この条件が、各配合に適用できるかについても検討した。

②降伏値の測定

前述の実験仕様にて、表一1に示す各配合の降伏値を粘性測定システムで測定できるか検討した。

4. 実験結果

①実験仕様

検討項目と実験仕様の結果を、表一3に示す。

実験より、配管径 13 A、配管長 2 m、流量 2~14 L/min で流量および差圧を測定したところ、測定開始 1 分弱で安定した。この傾向は、他の配合においても同様であったため、測定開始から 1 分以降 3 分までのデータを測定値とした。

②降伏値の測定

配合 C について、粘性測定システム、B 型粘度計および VG メーターで測定した結果を図一2に示す。

B 型粘度計と VG メーターの測定値をプロットしたところ、ほぼ同一の流動曲線となることが分かった。

粘性測定システムの測定結果は、B 型粘度計や VG メーターの流動曲線上にプロットされることが分かり、この傾向は他の配合においても同様であった。

以上の結果より、粘性測定システムの降伏値は、従来法 (B 型粘度計や VG メーターによる測定) の結果と同じ降伏値となった。

各配合における降伏値の測定結果を表一4に示す。管理基準を満たす配合の降伏値は 0~0.13 Pa となり、管理基準を外れる配合 (C, D) は 1.4~1.68 Pa となった。

表一1 模擬安定液の配合と基本物性

配合	比重	ファンネル粘度 (sec)	見かけ粘度 (mPa·s/60 rpm)
A (新液)	1.02	29	45
B (高比重の新液)	1.12	32	75
C (B をセメントで凝集)	1.12	43	200
CZ (C を分散剤で再生)	1.12	28	50
D (高降伏値の新液)	1.12	38	178
DZ (D を分散剤で再生)	1.12	30	53

表一2 検討事項

項目	検討内容
配管径	13 A, 16 A, 20 A, 25 A
配管長	2 m, 4 m, 8 m
流量	配管径、配管長との組合せで層流域となる流量
その他	1 サイクルの測定時間と洗浄方法

5. おわりに

粘性測定システムにより模擬安定液の降伏値を測定できることが分かった。

今後、本システムを連壁の施工現場へ導入し、実験仕様の妥当性や降伏値の管理基準、自動による連続測定等について検証を行う。

また、本システムは泥水式シールド工法や場所打ち杭等に用いる泥水の管理への適用も可能と考えられるため、この分野における粘性管理の自動化やリアルタイムでの測定による、試験の効率化や省力化などへの貢献を目指していく。

本開発は、(株)三央との共同研究成果の一部である。

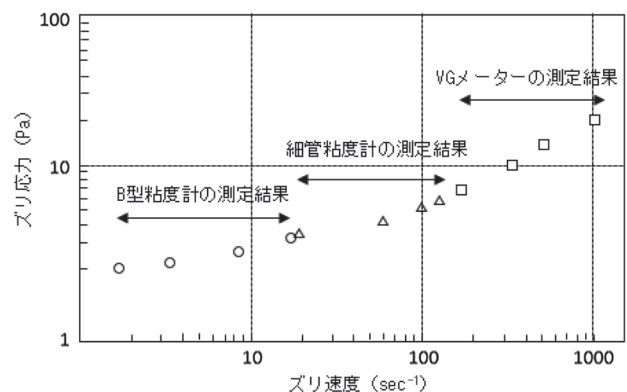
謝辞. 本開発を進めるにあたり、松下真矢氏にご指導・ご助言を頂きました。ここに御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 内山明日香：砂礫層における市街地での泥水式シールド施工報告，西松建設技報，VOL. 43, 2020
- 2) 沖野文吉：ボーリング用泥水，技報堂，1981

表一3 検討結果

項目	実験仕様
配管径	・ 13 A
配管長	・ 2 m
流量	・ 2,6,10,14 L/min の 4 流量
その他	・ 測定時間：12 分 → 1 流量 3 分 (測定待機 1 分+測定 2 分) ・ 水による洗浄



図一2 配合 C の流動曲線

表一4 降伏値測定結果

配合	降伏値 (Pa)
A (新液)	0.00
B (高比重の新液)	0.13
C (B をセメントで凝集)	1.68
CZ (C を分散剤で再生)	0.07
D (高降伏値の新液)	1.40
DZ (D を分散剤で再生)	0.00