

可塑状ゲル圧送用ポンプシステムの開発（その1）-作動試験-

強化土エンジニアリング(株) フェロー会 ○ 島田 俊介
正 会 員 佐々木 隆光
非 会 員 田井 智大
東京都市大学 正 会 員 末政 直晃

1. はじめに

筆者らは軟弱地盤の締固め工法として「可塑状ゲル圧入工法（以下、TGC 工法）」の研究開発を行っている^{1) 2)}。TGC 工法とは、低流動性の可塑状ゲルを静的に圧入することにより、地盤を締固め、地盤の支持力増加、液状化防止が期待される工法である。なお、汎用のポンプでは、可塑状ゲルが低流動性を示すため、吸込みが困難な場合や、吐出時に管内抵抗により不具合が生じる場合があった。そこで、これらの問題を解決する新しいポンプシステムの開発を行った。

2. 開発目標

可塑状ゲル圧入工法のポンプとして、スクイズポンプと油圧シリンダーポンプを使用して試験を実施した結果、汎用型ポンプでは表-1 に示す不具合が生じた。そこで、次の項目に関する新しいシステムの開発を行った。①可塑状ゲルの吸込みが可能②可塑状ゲルの吐出が可能③システム内での材料分離を防止④油圧制御により、吐出した可塑状ゲルを一度引戻し、再圧入することが可能な機能⑤地盤内へ可塑状ゲルを圧入し、地盤を締め固めることが可能なポンプ。

3. ポンプシステムの概要

TGC ポンプシステムの概要を図-1 に示す。表-1 で示したように、スクイズポンプは可塑状ゲルの吸込みは可能であるが、吐出する能力が低い。一方、シリンダーポンプは高压での吐出が可能であるが、吸込みの能力が低い。そこで、本システムでは、これらの特徴を生かし、スクイズポンプによりシリンダーポンプへ可塑状ゲルを供給し、油圧によるシリンダーポンプから吐出を行うものである。

図-2 は水を用いた押戻し運転の試験結果の一例である。運転条件は圧送を3ストローク行った後、1ストローク分の引戻し・再圧送を2

表-1 可塑状ゲルに対する汎用型ポンプの適用性

性能	スクイズポンプ		油圧シリンダーポンプ	
吸込み	○		×	管内抵抗により、材料の吸込みが困難
圧送	×	高压力では、押出チューブ部分で空回りが生じる	△	高压での圧送が可能であるが、材料分離が生じる
材料分離	△	配合によっては、押出チューブ部分で材料分離が生じる	×	切替バルブ部分にて脱水が生じ、圧送が困難
引戻し再圧入	×	不可能	×	不可能
地盤の締固め	△	圧入圧力が高い場合、ポンプが空回りし、圧入が困難となる場合がある	△	ポンプ内で材料分離が生じることにより、圧入が困難となる場合がある

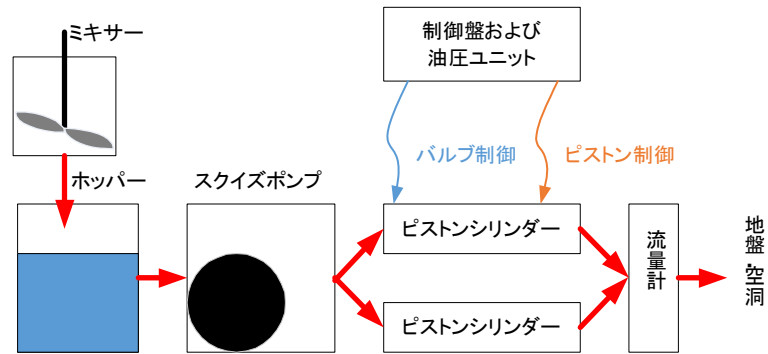


図-1 ポンプシステム全図

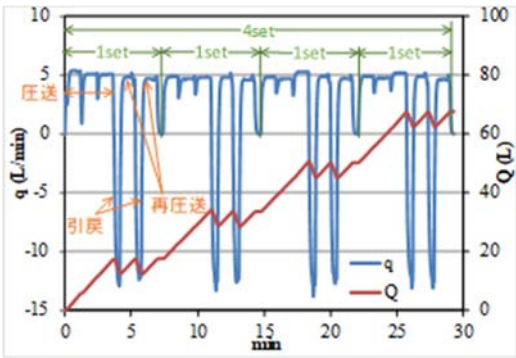


図-2 圧送試験結果の一例

キーワード：可塑状ゲル ポンプシステム 作動試験
連絡先：〒113-0033 東京都文京区本郷 3-15-1 TEL03-3815-1687 強化土エンジニアリング(株) 研究開発本部

回行う。これを1セットとし、全部で4セット行っている。このように、ピストンシリンダーは圧入・引戻しのほか、ピストンバルブが油圧で制御されるものであり、バルブ内での材料分離の低減や、高压での吐出が可能となっている。

4. 可塑状ゲル圧送試験

4.1 材料不分離性試験

本試験では、表-2 に示す2種類の可塑状ゲルを用い、練上り直後の初期フロー値(静止・打撃)を測定した後、本システムにより圧送(循環運転)したものと、圧送を行っていないものの30分後、60分後のフロー値を計測した。

試験結果を表-3 に示す。配合によらず圧送を行っていないものは、配合直後よりフロー値は低下する傾向にあり、特にNo.2では60分後のフロー値を計測することができなかった。一方、圧送を行っているものは、初期のフロー値と比較して、経過時間に伴う大きな低下は見られず、圧送を行っていないものと比較して大きなフロー値を示した。以上から、システム内での材料の分離がないことを確認した。

4.2 管内抵抗試験

試験では、圧送速度 $q=4\text{L/min}$ 、ホース長 $L=1\sim 8\text{m}$ の区間において生じる管内摩擦による圧送圧力 P の測定を行った。また、 $L=8\text{m}$ においては圧送速度 q を $2\sim 7\text{L/min}$ に設定し、 q が管内抵抗に及ぼす影響を把握した。

図-3 は、圧送時における P と L 関係であるが、 P は配合によらず、 L が長くなるほど大きくなる傾向を示す。また、水紛体比が小さくなるほど P は大きくなる傾向を示した。これは、表-2 に示したように水粉体比が小さい配合の打撃フローが小さくなることより流動性が低いことや、比重が大きいことによると思われる。なお、圧送速度 4L/min における1m当たりの管内抵抗は、配合No.1で $27.6\sim 32.6\text{kPa/m}$ 、配合No.2では $36.1\sim 48.1\text{kPa/m}$ であった。

図-4 は q と P の関係であるが、圧送速度が速くなるほど圧送圧力が大きくなる傾向を示し、水紛体比が小さいものほどその影響は顕著に表れた。

<参考文献> 1) Adel M. EL-Kelesh, K.Tokida, T. Oyama, S. Shimada, T. Sasaki :

Calibration Chamber Investigation into Performance of TGC Grouting, *Proceeding of The International Symposium on Is-Tokyo*, pp.1241-1248, 2009. 2) T. Sasaki, N. Suemasa, K. Tokida, S. Shimada, T. Tadao: Influence of Vertical Pressure and Injection Type on Effects of Ground Improvement with Thixotropic Gel Compaction Method, *Proceeding of the 2014 International Offshore and Polar Engineering*, pp.560-567, 2014.

表-2 可塑状ゲルの配合

	主剤	固化材	可塑剤	水	比重	初期 フロー値
配合 No.1	1,000kg	237kg	17kg	572L	1.83	12.7cm
配合 No.2	1,300kg	20kg	16kg	539L	1.88	13.1cm

表-3 フロー値の経時変化

	圧送	測定	直後	30分後	60分後
配合 No.1	無	静止	12.7 cm	10.0 cm	9.7 cm
		打撃	19.9 cm	17.6 cm	17.9 cm
	有	静止	—	14.6 cm	12.7 cm
		打撃	—	21.0 cm	19.6 cm
配合 No.2	無	静止	13.1 cm	9.0 cm	測定不能
		打撃	19.2 cm	14.1 cm	測定不能
	有	静止	—	12.0 cm	12.4 cm
		打撃	—	18.2 cm	18.4 cm

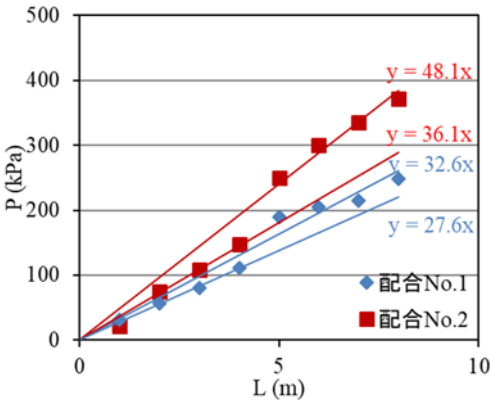


図-3 ホース長と管内抵抗

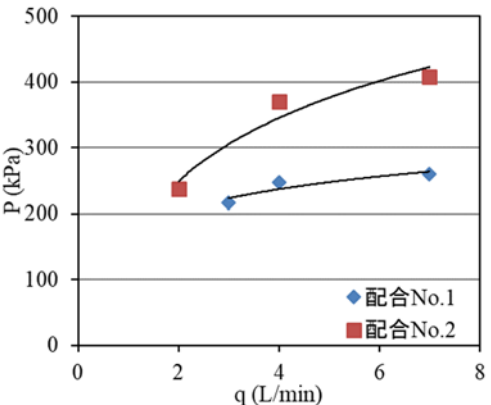


図-4 圧送速度と管内抵抗