

コンクリートポンプ工法におけるサービス支援システム活用した管内圧力損失の推定の試み

コンクリートポンプ工法 管内圧力損失 油圧
ブーム 圧送施工

正会員 ○吉田兼治^{*1} 同 中田善久^{*2}
同 宮田敦典^{*3} 佐藤隆彦^{*1}
澤村 武^{*1}

1. はじめに

円滑な圧送施工を遂行するためには、綿密な圧送計画を立案することが重要であり、適切なコンクリートポンプの機種を選定することが求められる。そのためには、管内圧力損失と配管条件からコンクリートポンプに加わる圧送負荷を正確に把握する必要がある。この管内圧力損失について、日本建築学会「コンクリートポンプ施工指針・同解説」¹⁾をはじめとするコンクリートポンプ工法に関する指針等では、配管径およびスランプごとに実吐出量と管内圧力損失の関係が示されている。しかし、管内圧力損失は、圧送するコンクリートの品質、配管条件および吐出量などによって異なるため、一概に設定しにくいものである。さらに、実際の管内圧力損失を求めるためには、フィールド実験が必要不可欠であり、それにより多大な労力とコストが掛かることは言うまでもない。

このような背景から、本報告では、普段の圧送施工から今後の圧送計画の立案に活用できる管内圧力損失のデータ蓄積を目的とし、コンクリートポンプメーカーが提供するサービス支援システムを活用し、管内圧力損失を求めることとした。

2. サービス支援システムの概要

サービス支援システムとは、コンクリートポンプメーカーが提供するシステムであり、IoT基板を利用して車両の稼働状況を記録・蓄積し、コンクリートポンプの油圧、吐出量およびブームの動作などをリアルタイムおよび過去に遡って確認することができるものである。

3. データの分析方法

管内圧力損失は、サービス支援システムで記録された油圧データを圧送負荷に換算し、圧送従事者が記録した

配管条件から算定した。また、本調査で記録したコンクリートポンプは、39mのロングブームを有するピストン式のコンクリートポンプ車であり、その仕様を表1に示す。なお、このコンクリートポンプの油圧データは、0.2秒間隔で記録するように設定されている。

本報告で対象とした工事の圧送条件を表2に示す。対象とした工事は、ブームを用いた圧送施工であり、ブーム先端からの延長配管は水平換算長さ34mから172mの一般的な工事である。なお、2種類以上の管径（例えば、5Bおよび4B）を用いる場合は、管径ごとの管内圧力損失および水平換算距離から圧力を算定し、それらの圧力を累計したものが圧送負荷となる。しかし、本調査で用いたコンクリートポンプのブーム配管径が5Bであることや今後のデータ活用の利便性を考慮し、ここでは、4B管の水平換算係数を2として5B管に換算した。

4. 結果および考察

(1) 油圧波形

油圧波形を図1に示す。油圧波形は、ポンプ指針¹⁾で解説されているように、管内圧力と同様の波形を表している。また、油圧データは、記録間隔0.2秒であって

表2 圧送条件

No	呼び強度	スランプ (cm)	粗骨材の最大寸法 (mm)	延長配管				圧送高さ [推定] (m)
				テーパー管 (m)	4B直管 (m)	先端ホース (m)	水平換算距離 (m) [*]	
1	27	15	20	1.5	0	7	34	10
2	27	18	15	1.5	66	7	166	16
3	27	18	15	1.5	69	7	172	16
4	27	18	15	1.5	69	7	172	20
5	27	18	15	1.5	45	7	124	16
6	27	18	15	1.5	75	7	184	16

^{*}延長配管の水平換算距離は、便宜上5B管の2倍として算出した

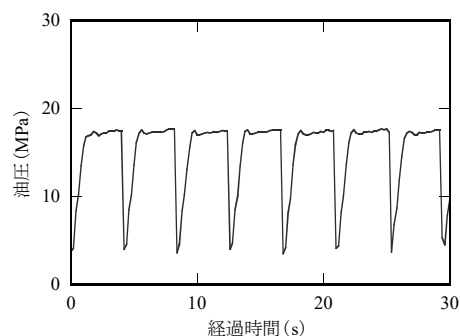


図1 油圧波形

表1 コンクリートポンプの仕様

型式	PY165-39	
最大理論吐出量	165m ³ /h	
最大理論吐出圧力	8.5MPa	
最大油圧	36.0MPa	
コンクリートシリンダ径 × ストローク	225 × 2,100	
ブーム仕様	型式	5段RZ形
	最大地上高	38.5m
	配管径	125A
	水平換算長	60.3m

Estimation of Pressure Loss in Pipe Using Service Support System in Concrete Pump Method

YOSHIDA Kenji, NAKATA Yoshihisa, MIYATA Atsunori, SATO Takahiko, SAWAMURA Takeshi

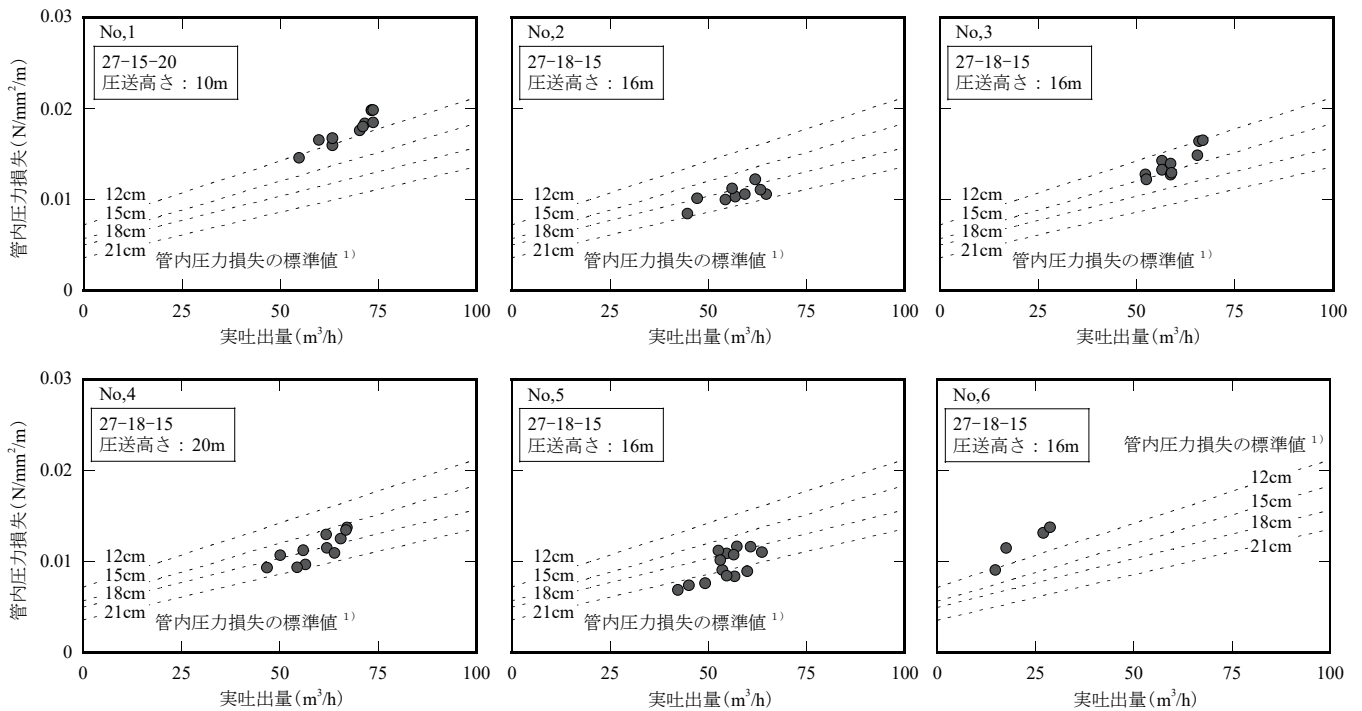


図2 管内圧力損失

もピストンの周期を読み取るためには十分な記録間隔といえる。

(2) 管内圧力損失

管内圧力損失を図2に示す。ここでは、油圧記録から理論吐出圧力を算定し、(1)式の関係¹⁾から圧送負荷を算定した。また、機械効率は0.8と仮定して実吐出量を求めている。

$$P_{th} = 1.25 P \quad (1)$$

管内圧力損失は、実吐出量が大きくなると大きくなる傾向を示し、多少のばらつきはあるものの、これまでのフィールド実験などで得られている実吐出量と管内圧力損失の関係と同様の傾向が得られている。この結果から、普段の圧送施工における油圧データの蓄積により、今後の圧送計画の立案に活用できるデータが得られるといえる。

ポンプ指針に示される管内圧力損失の標準値と比較すると、今回得られたデータは、管内圧力損失の標準値に比べて同程度あるいはわずかに大きくなる傾向を示している。この傾向は、筆者らの一部が調査²⁾した近年の実測データと同様の傾向であった。また、No.6について、他のデータに比べて著しく管内圧力損失が大きくなっているものの、この原因については不明であった。

同一コンクリート条件のときの管内圧力損失を図3に示す。管内圧力損失は、同日に記録された結果よりもばらつきが大きくなっている。このばらつきには、ブームの姿勢、配管条件および機械効率などの違いに加えて、

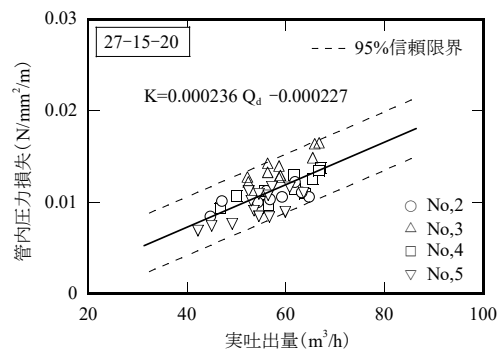


図3 同一コンクリート条件のときの管内圧力損失

コンクリートの品質のばらつきの影響も含まれていると考えられる。管内圧力損失は、コンクリートの品質、特に、スランプ、粘性および使用材料などによって異なるため、レディーミクストコンクリート工場ごとに管内圧力損失が変わることが容易に想像できる。今後は、このように、コンクリートおよびレディーミクストコンクリート工場ごとにデータを分析し、工場ごとの管内圧力損失の標準値を検討したいと考えている。

5. まとめ

本報告では、サービス支援システムを活用し、管内圧力損失の推定を試みた。その結果、管内圧力損失の算定には、多少の手間と時間が掛かるものの、圧送計画を立案に有用なデータが得られることが示唆された。

参考文献

- 1) 日本建築学会：コンクリートポンプ工法施工指針・同解説，2009.12
- 2) 宮田敦典，中田善久，大塚秀三：コンクリートポンプ工法におけるコンクリートの調査条件ごとの管内圧力損失に関する一考察，日本建築学会構造系論文集，第83巻，第751号，pp.1217-1227，2018.9

*1 株式会社ヤマコン

*2 日本大学理工学部建築学科 教授，博士（工学）

*3 日本大学理工学部建築学科 助教，博士（工学）

*1 Yamacon Corporation

*2 Prof., Dept. of Architecture, College of Science and Technology, Nihon University, Dr. Eng.

*3 Assist. Prof., Dept. of Architecture, College of Science and Technology, Nihon University, Dr. Eng.