

ポスター発表 | 第V部門

2025年9月12日(金) 14:40 ~ 16:00 Pe (熊本城ホール)
フレッシュコンクリート・施工・品質検査

座長：御領園 悠司（清水建設）

[12PM2-Pe-16] 管内圧力及びポンプ主油圧による圧送状態の予測に関する検討

*茅根 夏樹¹、根本 浩史²、永島 啓介¹、橋本 紳一郎¹、幸田 圭司² (1. 千葉工業大学、2. 清水建設株式会社)

キーワード：圧送性、管内圧力、ポンプ主油圧、閉塞、近似線からの変動係数

本研究では、コンクリート圧送時における管内圧力やポンプ主油圧のデータを測定し、その変動の傾向を分析することで、圧送状態の予測に関する検討を行った。その結果、1回のピストン挙動における圧力波形の細かな乱れの変動を評価することで、圧送中の骨材の乱れによる閉塞危険性を予測できることが推察された。また、配管先端付近に圧力計を設置し、圧力波形の変動を確認することで、骨材の乱れ等の圧送状態をより精度よく予測できる可能性が示唆された。

管内圧力及びポンプ主油圧による圧送状態の予測に関する検討

千葉工業大学 学生会員 ○茅根 夏樹 永島 啓介 正会員 橋本 紳一郎
清水建設株式会社 正会員 根本 浩史 幸田 圭司

1. はじめに

コンクリートの施工現場においてはコンクリートポンプ車が導入され、現在ではコンクリートポンプ車を用いたブーム圧送や配管圧送が主流となっている。

一方で、コンクリート圧送中の様々なトラブルについても報告されている。トラブルとして最も多く挙げられるものが閉塞である。閉塞が生じた場合、コンクリートポンプや配管に負荷がかかることで、配管の破裂などの危険なトラブルや事故に発展した事例も報告されている。

閉塞はコンクリートの材料や配合、圧送条件など様々な要因が関連しているが、現状では施工現場でコンクリートの圧送状態を確認及び評価する方法は実用化されておらず、様々な圧送条件における圧送状態を把握し、管理する方法が必要である。

そこで本研究では、コンクリート圧送時における管内圧力やポンプ主油圧のデータを測定し、その変動の傾向を分析することで、圧送状態の予測に関する検討を行った。

2. 実験概要

図-1に、本実験における配管図及び圧力計の設置位置を示す。本実験では、ピストン式コンクリートポンプ車(最大吐出量 165m³/h, 最大吐出圧力 8.5MPa)を使用した。配管は 5B 管及び 4B 管を使用し、水平換算距離 155.7m とした。また、10 箇所を設置した圧力計と、ポンプ車に設置したセンサーから、それぞれ管内圧力とポンプ主油圧を計測し、粗骨材量や圧送速度の違いによる影響を確認した。

表-1に使用材料、表-2にコンクリートの配合を示す。本実験では、ベースとなる配合を PL 配合とし、粗骨材量を 937~1099kg/m³ の間でそれぞれ 20L, 40L, 60L 増加させた計 4 水準の配合とした。また、圧送速度は 15m³/h, 32m³/h, 48m³/h の 3 水準とした。

3. 実験結果及び考察

本実験の圧送では、PL, G+20L, G+40L 配合について

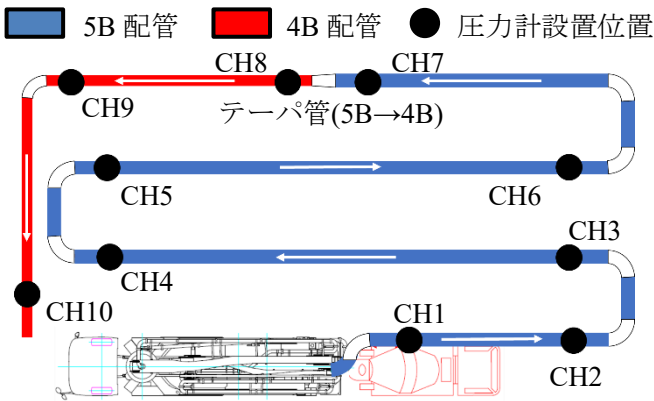


図-1 配管図及び圧力計の設置位置

表-1 使用材料

使用材料	記号	内容
セメント	C	普通ポルトランドセメント(密度:3.16g/cm³)
練混ぜ水	W	地下水(密度:1.00g/cm³)
細骨材	S ₁	東京都西多摩産砕砂(表乾密度:2.65g/cm³)
	S ₂	千葉県君津産山砂(表乾密度:2.59g/cm³)
粗骨材	G	埼玉県秩父産碎石(表乾密度 2.70g/cm³)
混和剤	SP	高性能 AE 減水剤

表-2 コンクリート配合

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³)					
			C	W	S ₁	S ₂	G	SP
PL	53.9	48.7	325	175	612	256	937	3.25
G+20L		46.6	314	169	594	249	991	3.14
G+40L		44.4	302	163	572	241	1045	3.02
G+60L		42.4	291	157	554	233	1099	2.91

ては閉塞を生じなかったが、G+60L 配合についてはポンプ車根本付近において閉塞を生じた。よって、本実験の条件において配合に使用する粗骨材量が一定値を超えることが、配管閉塞を生じる要因の一つであると推察される。

図-2に G+40L 配合における管内圧力及びポンプ主油圧の圧力波形を示す。本実験では、圧送速度の上昇に伴い、1回のピストン挙動における圧力波形の細かな乱れは大きくなる傾向であった。また、この乱れの傾向は

キーワード 圧送性, 管内圧力, ポンプ主油圧, 閉塞, 近似線からの変動係数

連絡先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 TEL : 047-478-0445

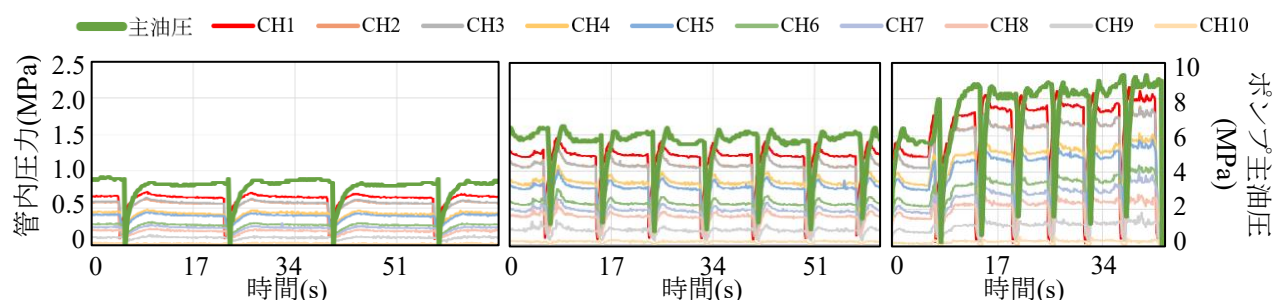


図-2 G+40L 配合における管内圧力及びポンプ主油圧の圧力波形(左から圧送速度 15, 32, 48m³/h)

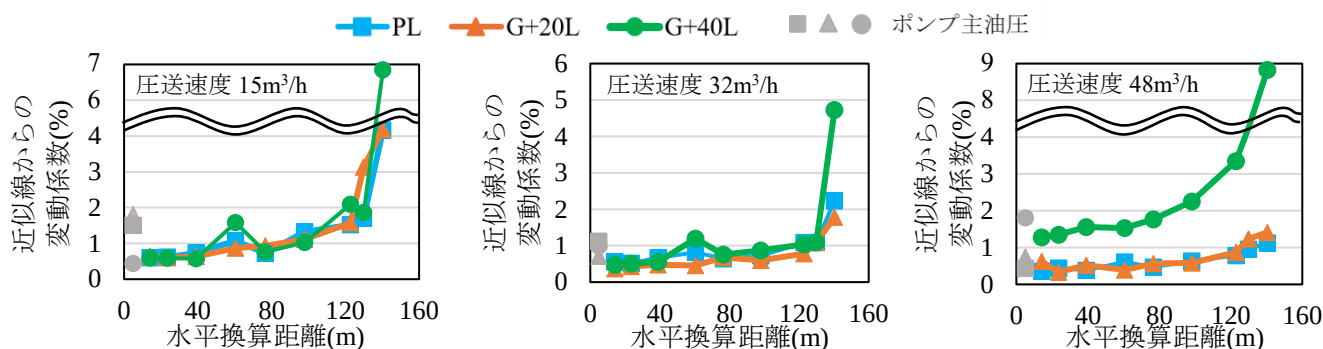


図-3 管内圧力及びポンプ主油圧の近似線からの変動係数

粗骨材量が増加するほど顕著であった。よって、本実験における 1 回のピストン挙動における圧力波形の細かな乱れの増加は粗骨材の振動を検知していると考えられ、骨材の偏りに起因する閉塞の予測が可能であると推察される。ゆえに、1 回のピストン挙動における圧力波形の細かな乱れの変動を評価することで、圧送中の骨材の乱れの予測が可能であることが推察される。

そのため本研究では、1 回のピストン挙動における、粗骨材の振動に起因すると推定される圧力波形の乱れを定量的に確認する手法について検討した。そこで、図-4 に示すように圧力の比較的安定した範囲を対象としたうえで、圧力波形の勾配の影響を考慮し、算出範囲における近似線からのばらつきを平均圧力で除した値を「近似線からの変動係数」として整理した。

図-3 に管内圧力及びポンプ主油圧の近似線からの変動係数を示す。ポンプ主油圧の近似線からの変動係数は管内圧力のそれと比較して大きい値を示す傾向であった。管内圧力については、圧送速度 15m³/h, 32m³/h では粗骨材量の違いにより近似線からの変動係数に大きく差は見られなかったが、圧送速度 48m³/h 時は粗骨材を多く含む G+40L 配合の近似線からの変動係数が上昇する結果となり、閉塞の危険性が高まっていることが示唆された。この結果より、圧送時に圧力波形の近似線からの変動係数をモニタリングすることで、閉塞危険性の検知が可能であると考えられる。

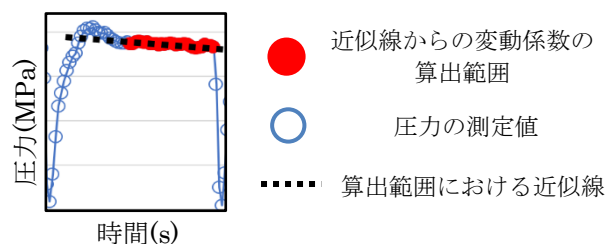


図-4 近似線からの変動係数の算出範囲

また、本実験の範囲では、管内圧力の変動係数は配管先端に近づくほど大きくなる傾向であった。これは、配管先端付近ではコンクリートピストンによる圧送圧が低下し、骨材の乱れにより生じた圧力を顕著に検知していたためと考えられる。よって、配管先端付近に圧力計を設置し、管内圧力の近似線からの変動係数を確認することで、骨材の乱れ等の圧送状態をより精度よく予測できる可能性が示唆された。

4. まとめ

本研究では、1 回のピストン挙動における圧力波形の細かな乱れの変動を評価することで、圧送中の骨材の乱れによる閉塞危険性を予測できることが推察された。また、配管先端付近に圧力計を設置し、圧力波形の変動を確認することで、骨材の乱れ等の圧送状態をより精度よく予測できる可能性が示唆された。

参考文献

1)土木学会編：コンクリートのポンプ施工指針[2012 年版], コンクリートライブラリー135, 2012