

7. 高強度軽量コンクリートの 高所圧送（地上63m）に関する実験的研究

崎山 和隆 高見 錦一
野口 高次*¹ 伊藤 善基*¹

要 旨

本報告は、高層建物に高強度軽量コンクリートのポンプ圧送を行う際に起きる圧力損失に関するデータやコンクリートの品質に与える影響を把握するために行った試験圧送の結果について述べるものである。

試験圧送の結果、使用する人工軽量骨材が十分にプレソーキングされていれば、コンクリートポンプを使って高所圧送してもコンクリートの品質に何ら影響を与えないことを確認した。

キーワード

高強度軽量コンクリート／高所圧送／プレソーキング／管内圧力／圧力損失

目 次

1. はじめに
2. 実験概要
3. 実験結果
4. ま と め

7. EXPERIMENTAL STUDY ON THE CONVEYANCE OF LIGHTWEIGHT HIGH-STRENGTH CONCRETE TO 63 M ABOVE GROUND LEVEL

Kazutaka Sakiyama Kin-ichi Takami
Takaji Noguchi Yoshimoto Ito

Abstract

This paper reports on the results of conveyance experiments carried out in order to obtain data on pressure loss occurring when lightweight high-strength concrete is pumped under pressure up high-rise buildings, and to understand the effect of the pumping on the degradation of the quality of the concrete.

From the conveyance experiments, it was found that the quality of the concrete is not affected by the use of a concrete pump for conveyance to high elevations, provided that the artificial lightweight aggregate is sufficiently presoaked in advance.

* 1 東京本店建築部工事課

1. はじめに

建築物の高層化が進むにつれ、その主材料であるコンクリートは高強度化、軽量化へと移行しており、今後、高強度軽量コンクリートの使用は益々増大するものと予測される。

一方、コンクリートの型枠内への搬送は、施工の効率化と省力化のためにポンプ圧送がその主流となっており、圧送ポンプに圧送する能力があり、かつコンクリートの要求品質が満足されれば、高強度軽量コンクリートの高所への搬送もポンプ圧送によるものと考えられる。

高強度軽量コンクリートは低水セメント比に加えて単位セメント量が多く高粘性であるとともに、骨材に多孔質な人工軽量骨材を使用する関係からポンプの圧力により骨材が吸水し易いという特性がある。このような高強度軽量コンクリートをポンプ圧送した場合、管内圧力の増大や圧送前後におけるコンクリートの品質変化が問題とされているが、現時点では高所圧送に関する資料も少なく、将来必要とされる圧送計画の検討資料を得るために試験圧送を行ったものである。

今回行った試験圧送は地上63.5mの高所に $F_c=300$ kgf/cm²の軽量1種コンクリートを圧送したものであり、吐出量を2水準に変化させて管内圧力を測定し、また圧送前後の試料を採取してコンクリートの品質に異常がないかを調査したものである。

2. 実験概要

2.1 測定項目

測定項目を以下に示す。

- 圧送負荷
- 圧送前後のフレッシュコンクリートの性状
スランプ・スランプフロー・空気量・コンクリート温度
- 圧送前後のコンクリートの圧縮強度

2.2 使用材料

使用したコンクリートは $F_c=300$ kgf/cm²の軽量1種コンクリートである。コンクリートの材料を表-1に、調合計画を表-2に示す。粗骨材は十分にプレソーキングがなされているものを使用している（吸水率27%）。コンクリートはJIS規格を持つレディミクストコン

クリート工場で製造し、トラックアジテーターにて現場まで運搬し、製造後約30分でコンクリートポンプ車により高圧高速圧送を行った。

表-1 使用材料

セメント	普通ポルトランドセメント比重	3.16
細骨材	埼玉県熊谷市産陸砂：75%比重(表乾)	2.61
	千葉県神崎町産陸砂：粗粒率	2.80
粗骨材	メサライト 吸水率27%	比重(絶乾)1.29
		実績率 0.62
混和剤	ヴィンゾル80	

表-2 調合計画

強度 (kgf/cm ²)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	スランプ (cm)	単位容積 質量(t/m ³)
300	47.4	47.5	21	1.850
単位量 (kg/m ³)				
セメント	水	細骨材	粗骨材	混和剤
109	194	778	424	4.25

2.3 使用機械

a. コンクリートポンプ車

使用したポンプ車の仕様を表-3に示す。

b. 圧力計

ダイヤフラム型圧力計

東京測器製：PWF-100

c. 動ひずみ計

共和電業製：DAA-100A

表-3 ポンプ車仕様

機種名	L1000BS (三菱)
形式	油圧ピストン式
最大吐出量	標準：100m ³ /h 高圧：60m ³ /h
ホッパー容量	0.35m ³
シリンダ容量	φ205×2050mm 2個
輸送管径	125A

2.4 配管状況

配管状況及び圧力計取り付け位置をおよび配管状況を図-1に示す。

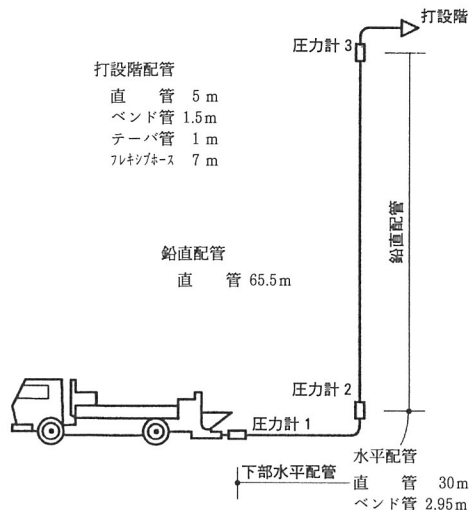


図-1 圧力計取付位置

2.5 計測方法

圧送負荷は油圧ポンプ回転数が1100回転と900回転の2水準及び圧送の休止状態の時に、それぞれ5ストロークずつ計測した。コンクリートの性状試験と圧縮強度試験用の試料採取は、油圧ポンプ回転数1100回転時に行った。

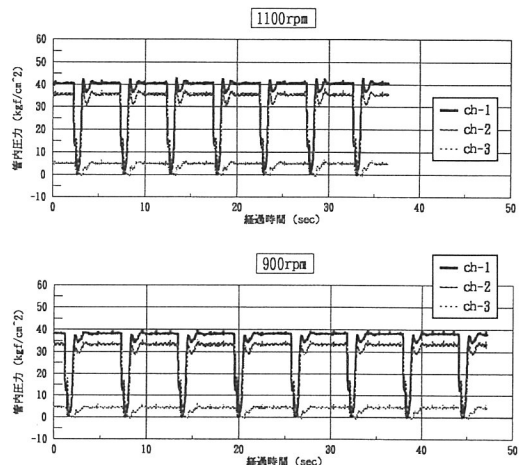


図-2 管内圧力経時変化

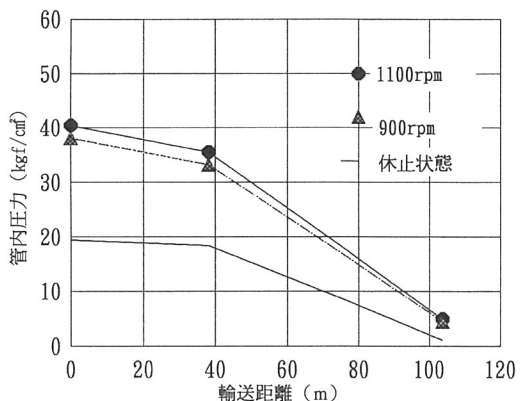


図-3 管内圧力分布

3. 実験結果

測定した管内圧力の経時変化を図-2に示す。各油圧ポンプ回転数での管内圧力と吐出量を表-4に示す。圧力損失を算出するための配管長は、ベンド管では実長の3倍、テーパ管・フレキシブルホースでは2倍に換算した。吐出量は、ピストンストローク時間より、理論吐出量を求め、それにポンプの容積効率を0.92として実吐出量を算出した。

図-3に管内圧力分布を、図-4に管内圧力損失を示す。

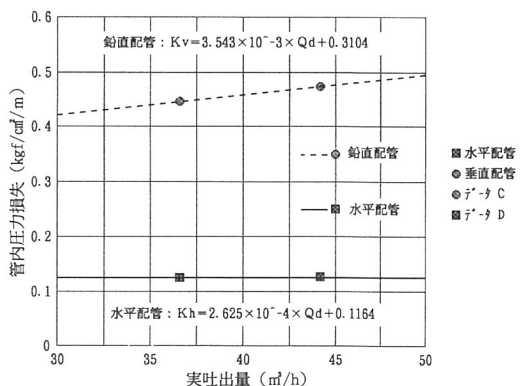


図-4 管内圧力損失

表－４ 管内圧力と吐出量

油圧ポンプ 回転数 (rpm)	主油圧	１ストローク 時 間 (sec)	理論 吐出量 (m^3/h)	実 吐出量 (m^3/h)	平 均 圧 力 (kgf/cm^2)			圧力差 (kgf/cm^2)		配 管 長 (m)		圧力損失($\text{kgf}/\text{cm}^2/\text{m}$)	
					圧力計 １	圧力計 ２	圧力計 ３	水 平	鉛 直	水 平	鉛 直	水 平	鉛 直
1100	145	5.070	48.04	44.20	40.433	35.513	4.940	4.920	30.573	38.35	65.5	0.128	0.467
900	137	6.126	39.76	36.58	38.137	33.288	4.484	4.849	28.804	38.35	65.5	0.126	0.440
休止状態					19.505	18.441	1.218	1.064	17.223	38.35	65.5	0.028	0.263

管内圧力差は水平配管で約 $5 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ 、鉛直配管で約 $30 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ である。圧力損失は水平配管で約 $0.12 \text{ kgf}/\text{cm}^2/\text{m}$ 、鉛直配管で約 $0.45 \text{ kgf}/\text{cm}^2/\text{m}$ であった。

圧力損失は、実吐出量が増えると増加する傾向にあるが、その勾配は特異なものではなく、日本建築学会の「コンクリートポンプ工法施工指針」に示されている資料とほぼ同等と見なせる。また、その数値も水平配管については学会指針に示す資料と同程度かそれ以下であるが、学会指針にあげられていない鉛直配管に関しては、水平配管に較べ著しく高い数値を示している。これはコンクリートが高粘性であるためと考えられるが、実用面においてはポンプ機種と輸送管の種類を選定する際に注意すべき要点と考える。

圧送前後に採取したコンクリートの品質変化を表－５に示す。フレッシュコンクリートの性状も圧縮強度についても圧送前後での変化はほとんど見られなかった。

表－５ 圧送前後のコンクリート品質変化

	スランプ (cm)	空気量 (%)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)	スランプフロー (cm)	圧縮強度 (kgf/cm^2)	
					材令 7 日	材令 28 日
圧送前	20.5	4.7	19.0	39*40	305	388
圧送後	20.1	4.9	19.0	37*38	293	383

４．まとめ

今回の試験圧送から、以下のような知見が得られた。

- ・高強度軽量コンクリートを高所圧送する場合、その圧力損失は水平配管で $0.15 \text{ kgf}/\text{cm}^2/\text{m}$ 、鉛直配管で $0.5 \text{ kgf}/\text{cm}^2/\text{m}$ 程度を考慮することが必要である。
- ・圧送前後のコンクリートの品質では、人工軽量骨材のプレソーキングが十分になされていれば、圧送によって品質が変化することはない。

今回の実験は、コンクリートの強度が $F_c = 300 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ であったため高性能 A E 減水剤は使用していないコンクリートであったが、今後、高性能 A E 減水剤を使用した低水セメント比の高強度軽量コンクリートについてもポンプ圧送試験を行って、その資料整備を図っていきたいと考えている。