

ディストリビュータ工法を適用した高所圧送におけるコンクリートの圧送性に関する研究 (その1 実験概要および圧送前後の品質変化について)

圧送性 高所圧送 管内圧力
品質変化 高層RC造 ディストリビュータ

正会員 ○吉田兼治*1 同 宮田敦典*2
同 中田善久*3 同 大塚秀三*4
同 岡田太輔*5

1. はじめに

コンクリートポンプ工法において、使用するコンクリートポンプや輸送管は、圧送による圧力に十分な能力を有するもので、コストや作業性の観点から合理的な選定が求められる。これらを安全でかつ合理的に選定するためには、まず、コンクリートポンプに加わる圧送負荷や輸送管にかかる管内圧力を的確に把握することが重要となる。

コンクリートポンプに加わる圧送負荷や輸送管にかかる管内圧力の算定は、多くの場合がこれまでの施工実績に基づいて算出しており、施工実績がない場合は、圧送実験や日本建築学会「コンクリートポンプ工法施工指針・同解説」¹⁾(以下、ポンプ指針とする)などから算定することが一般的である。しかし、圧送圧力はコンクリートの調合や配管条件によって大きくことなり、特に、高所圧送の場合は、鉛直管の管内圧力損失の傾向が施工事例によって異なることが報告されている^{2), 3)}。

そこで、本研究は、高所圧送時における圧送圧力を明らかにするために、建物高さ170mを超える超高層建築物工事において、鉛直管の複数箇所管内圧力を測定することとした。また、荷卸し地点(圧送前)および筒先(圧送後)において試料を採取し圧送前後の品質変化についても検討している。なお、本研究は、調査対象とした超高層建築物工事がディストリビュータ工法を採用しているため、施工階にブームが接続されている圧送事例について報告する。

2. 試験および測定の概要

2.1 試験・測定の項目

試験・測定の項目を表1に示し、輸送管の構成を図1に示す。試験および測定の項目は、管内圧力、スランブ、

表1 試験・測定の項目

試験および測定項目	試料採取位置 または、測定位置	試験および測定方法
管内圧力	P1~P2(水平管) P3~P8(鉛直管)	スチール製ダイヤフラム式 圧力変換器
スランブ試験	F1(荷卸し地点), F2(筒先)	JIS A 1101
空気量試験	F1(荷卸し地点), F2(筒先)	JIS A 1128
単位容積質量	F2(筒先)	JIS A 1116

空気量および単位容積質量の4項目とし、いずれの試験も18F(57.5m), 26F(89.0m), 46F(146.6m)およびRF(174.2m)の打込み時に測定・試験することとした。管内圧力の測定は、図1に示す位置において圧力計を取り付け測定した。また、スランブ試験および空気量試験は、荷卸し地点(圧送前)および筒先(圧送後)において採取した試料を試験し、単位容積質量は筒先(圧送後)において採取した試料を試験した。

2.2 ポンプおよびブームの仕様

ポンプおよびブームの仕様を表2に示す。ポンプは、18Fおよび26F打込み時の圧送と46FおよびRF打込み時の圧送には異なる機種を使用している。また、施工階に設置しているブームの水平換算長は52.0mであり、いずれの打込み時においても同様のものを使用した。なお、ブーム先端からの延長配管は、水平換算距離で14.4~35.4m程度であった。

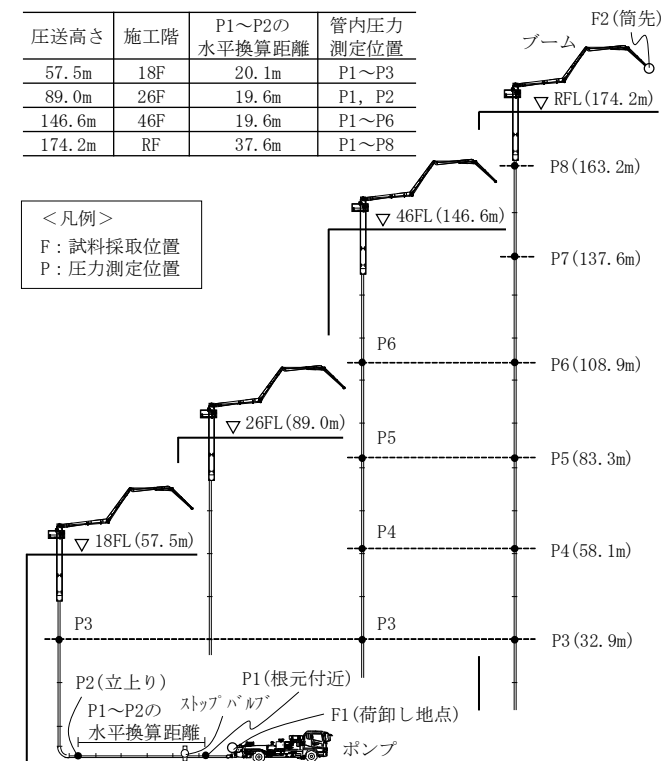


図1 輸送管の構成

Study on Pumpability of Concrete to High Level Locations by Distributor
Part.1 Outline of Experiment and Quality Variation in Placing Concrete

YOSHIDA Kenji, MIYATA Atsunori, NAKATA Yoshihisa, OTSUKA Shuzo, OKADA Daisuke

表2 ディストリビュータ工法におけるポンプおよびブームの仕様

項目		仕様	
ポンプ	圧送高さ 57.5m 89.0m	型式	BSF28.16H
		最大理論吐出量	標準：160m ³ /h 高圧：108m ³ /h
		最大理論吐出圧力	標準：8.5MPa 高圧：13MPa
	圧送高さ 146.6m 174.2m	型式	LP1115HP
		最大理論吐出量	標準：110m ³ /h 高圧：70m ³ /h
		最大理論吐出圧力	標準：15.0MPa 高圧：22.0MPa
ブーム	型式	全油圧4段屈折式	
	最大水平リーチ	23.8m	
	水平換算長	52.0m	

表3 コンクリートの調合

打込み階数	設計基準強度 (N/mm ²)	呼び強度	スランブ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						
						W	C	S ₁	S ₂	G ₁	G ₂	Ad
18F	36	39	18	42.6	47.0	170	399	812	-	940	-	5.586
26F	30	33	21	50.0	49.5	175	348	348	522	456	456	3.500
46F	30	33	21	50.0	49.5	175	350	348	522	456	456	3.540
RF	30	33	21	50.0	49.5	175	350	849	-	651	277	3.150

2.3 コンクリートの調合

コンクリートの調合を表3に示す。使用したコンクリートのスランブは18cm および21cm であり、いずれも普通強度レベルのコンクリートを使用した。

3. 試験・測定結果および考察

フレッシュコンクリート試験の結果を表4に示し、圧送前後のコンクリートの品質変化を図2に示す。圧送前後のスランブは低下する傾向を示し、圧送高さが高いほど低下量が大きい傾向を示した。これは、圧送高さが高いほど、輸送管内でコンクリートにかかる圧送圧力が大きくなることや圧送に要する時間が長くなったことが影響していると考えられる。また、圧送前後のスランブの変化は、ポンプ根元から立上りまでの配管が異なるため一概には言えないものの、圧送高さが100m 程度以上になるとポンプ指針¹⁾に示されているコンクリートの品質変化の限度を超えるものもあった。これより、圧送高さが100m 程度以上の場合、圧送によるスランブの品質変化を考慮する必要があると考えられる。

圧送前後の空気量はほぼ同等の値を示したものの、圧送高さの違いによる明確な傾向は見られず、いずれの場合も、ポンプ指針に示されるポンプ指針¹⁾に示されているコンクリートの品質変化の限度以内であった。

単位容積質量は、調合上の値に比べて僅かに大きくなる傾向を示した。圧送後の空気量は、調合上の空気量(4.5%)とほぼ同等またはそれ以上であったため、圧送がコンクリートの単位容積質量に及ぼす影響は少なから

表4 フレッシュコンクリート試験の結果

打込み階数	スランブ (cm)		空気量 (%)		単位容積質量 (t/m ³)	
	圧送前	圧送後	圧送前	圧送後	調合上	圧送後
18F	18.5	16.5	4.3	4.1	2.321	2.331
26F	22.0	18.5	4.6	5.0	2.307	2.334
46F	21.0	18	5.1	5.5	2.307	2.311
RF	21.0	17	4.7	4.5	2.302	2.334

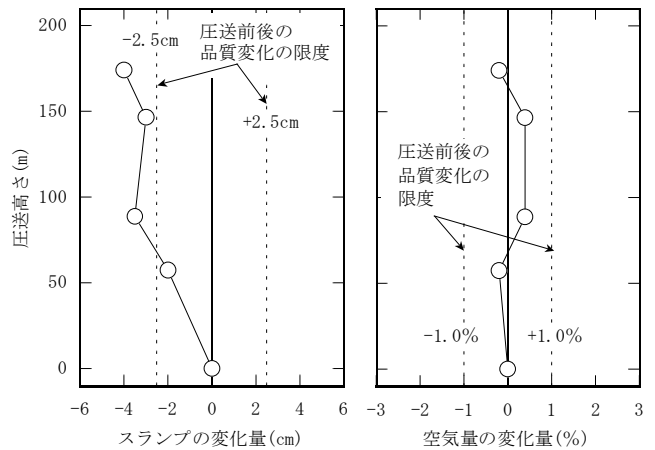


図2 圧送前後のコンクリートの品質変化

ずあるものと考えられ、これは、圧送による圧力が影響したものと考えられる。

4. まとめ

本調査で得られた知見を以下に示す。

- (1) 圧送前後のスランブは低下する傾向を示した。また、スランブの低下量は、圧送高さが高いほど大きい傾向を示し、圧送高さが100m 程度以上になるとポンプ指針に示されるコンクリートの品質変化の限度を超えるものもあった。
- (2) 圧送前後の空気量は、圧送高さにかかわらず、ほぼ同等の傾向を示した。

【謝辞】

本測定を行うにあたり、鹿島建設株式会社 東京建築支店・岡田所長および鷺見副所長をはじめとする社員の方々より多大なるご協力を得ました。ここに付記して感謝の意を表します。

【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，2009.2
- 2) 柳田克巳，和美廣喜，桜本文敏，吉岡伸明：高強度コンクリートのポンプ圧送性に関する実験研究，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.1111-1112，1993.9
- 3) 小高茂央，和美廣喜，桜本文敏，鈴木清孝，柳田克巳：高強度コンクリートのポンプ圧送実験 その2 圧力損失および流動特性値との関係，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.261-262，1994.9

*1 株式会社ヤマコン

*2 日本大学理工学部建築学科 助手，修士（工学）

*3 日本大学理工学部建築学科 教授，博士（工学）

*4 ものづくり大学技能工芸学部建設学科 准教授，博士（工学）

*5 ライネックス株式会社

*1 Yamacon Corporation

*2 Reserch Assistant.,Dept. of Architecture, College of Science and Technology, Nihon University.,M.Eng.

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

*4 Assoc.Prof.,Dept.of Buliding Technologists, Monotsukuri Institute of Technologists, Dr.Eng.

*5 Linex Co., Ltd.