

高性能軽量コンクリートのポンプ圧送性に関する一考察

An Experimental Study on the Pumpability of High-Performance Lightweight Concrete

坂田 昇 柳井 修司
石川 雄康¹⁾ 棚木 隆¹⁾

I. はじめに

最近、従来の軽量骨材に比べて大幅に吸水率が小さい軽量骨材¹⁾ (以下、高性能軽量骨材と記す) が開発され、軽量コンクリートのポンプ圧送性改善及び凍結融解抵抗性の向上が期待されている。しかし、高性能軽量コンクリートのポンプ圧送性に関する研究は皆無である。そこで、本論文ではこの高性能軽量骨材を用いたコンクリートのポンプ圧送性について施工性実験によって検討したので、その概要について報告する。

II. 試験概要

1. 使用材料及びコンクリート配合

使用材料を Table 1 に、ポンプ圧送性実験に供したコンクリート配合を Table 2 にそれぞれ示す。粗骨材には、絶乾比重 1.10, 24 時間吸水率 2.9% の高性能軽量骨材を用い、高性能 AE⁻ 減水剤にはポリカルボン酸系のものを用いた。コンクリートは 1 種軽量骨材コンクリートとし、目標スランブ 21cm 及び目標スランブフロー 55cm の 2 種類とした。

2. 試験方法及び測定項目

コンクリートの練混ぜは、生コン工場バッチャープラントの二軸型強制練りミキサ (容量 2.5m³, 回転数 60rpm) を用いて、全材料投入後 60 秒間練り混ぜた。なお、高性能軽量骨材は絶乾状態のものを用いた。各ケースともに 1 バッチの練混ぜ量は 1.5m³ とし、3 バッチ 4.5m³ を練混ぜ、練上がったコンクリートをアジテータ車 (10t 車) に投入した。そして、そのコンクリートについてフレッシュ性試験を行い、所定の性状を満足していることを確認後、実験現場まで約 120 分間運搬した。アジテータ車が実験現場に到着後、直ちにポンプ圧送性実験を行った。ポンプ圧送性実験は No.2 配合から行い、続いて No.1 配合について行った。使用したポンプは Table 3 に示す油圧駆動のピストン式とした。輸送管は 125A とした。配管は、Fig.1 に示す総延長 122.8m (水平部 118.5m, 鉛直部 4.3m) とした。試験は、圧送前及び圧送後のコンクリートについて、Table 4 に示す試験を適宜実施した。ここで、軽量骨材の含水率は採取したコンクリートを 5mm ふりいの上で洗い、残った粗骨材を絶乾状態とすることで測定した。

III. 試験結果及び考察

Fig.2 にポンプ圧送性実験におけるスランブあるいはフローの経

時変化を示す。図に示すように、No.1 及び No.2 配合ともにスランブあるいはフローの経時変化は少なく、圧送実験終了までほぼ一定値であった。この理由としては、凝結遅延型の高性能 AE 減水剤を用いたこと、コンクリート温度が 10℃前後 (外気温も 10℃前後) と低かったこと、運搬、撈拌時には軽量骨材への吸水がほとんどなかったことなどが考えられた。なお、空気量は 7%程度でほぼ一定であった。

Fig.3 にピストン前面圧の経時変化を示す。スランブフロー 55cm の No.2 配合では、圧送開始後ピストン前面圧が漸増し、その後 3N/mm² で一定となり、4.5m³ のコンクリートを閉塞することなく配管距離 122.8m を順調に圧送した。続いて、スランブ 21cm の No.1 配合を圧送したが、圧送開始後 7 分でピストン前面圧が 7N/mm² 以上となり、閉塞状態となった。No.2 配合のスランブフローは、

Table 1 Properties of Materials

使用材料	記号	銘柄	摘要
セメント	C	普通ポルトランドセメント	密度 3.15g/cm ³ , 比表面積 3,400cm ² /g
細骨材	S	粗砂: 朝日村産山砂	表乾密度 2.58g/cm ³ , 吸水率 1.71%
		細砂: 中条町産山砂	表乾密度 2.57g/cm ³ , 吸水率 1.64%
		混合比 粗砂: 細砂 = 7:3	粗粒率 2.64
粗骨材	G	人工軽量粗骨材 (高性能軽量骨材)	絶乾密度 1.10g/cm ³ , 実積率 66.49% 24時間吸水率 2.90% 単位容積質量 710kg/m ³
混和剤	SP	高性能 AE 減水剤	ポリカルボン酸系 (遅延形)

Table 2 Mix Proportions of Concrete

No.	目標スランブ (70→) (cm)	W/C (%)	s/a (%)	空気量 (%)	単位量					SP (C×%)
					W (kg)	C (kg)	S (kg)	G (kg)	G (%)	
1	21±1.5	40.0	48.0	5.0	155	388	832	359	350	1.00
2	55±5.0	40.0	50.5	6.0	175	438	817	317	310	1.20

Table 3 Properties of Pump

ストローク長	1650mm
シリンダ数	2
ホッパ容量	φ0.50m ³
輸送シリンダ径	205mm
吐出量	標準仕様
	10~100m ³ /h
ピストン前面圧	4.90N/mm ²
	8.05N/mm ²
水平輸送距離*	530m
垂直輸送距離*	125m

*: 輸送管 125A の場合

Table 4 Measurement Items

試験項目	摘要
スランブ	JISA 1101
スランブフロー	JSCE-F503-1990
空気量	JISA 1128
単位容積質量	JISA 1116
コンクリート温度	温度計により測定
軽量骨材含水率	本文参照

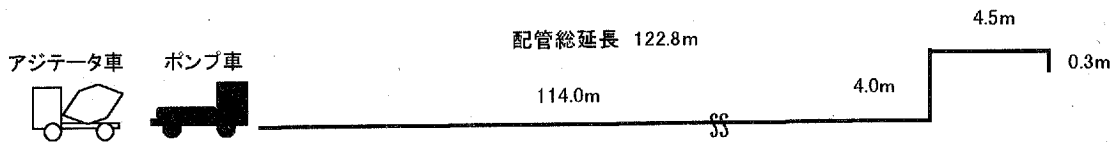


Fig.1 Piping Drawing in Pumpability Test

圧送前に 57.3~57.8cm のものが圧送後 43.3~46.7cm と、10cm 程度低下しているものの、ポンプ圧送後のコンクリートはスランプ 22cm 程度であり、十分に施工可能なコンクリートであった。従来の人工軽量骨材（吸水率 27.0%程度）を用い、その骨材をプレウエッティングしたコンクリートのポンプ圧送性実験の結果では、圧送前のスランプリュー 46.8cm に対し、圧送後は 38.4cm に低下している²⁾。これらのことから、圧送前のスランプリューを 55cm 程度とすることによって、高性能軽量骨材を用いた場合には、その骨材が絶乾状態でも十分にポンプ圧送が可能であると考えられた。Fig.4 にピストン前面圧と圧送後の軽量骨材の含水率との関係を示す。図において、No.1 配合のピストン前面圧 7.22N/mm^2 の含水率はピストン近傍で採取したコンクリートの軽量骨材についてのものである。図に示すように、ピストン前面圧と圧送後の軽量骨材の含水率は比例関係にあり、ピストン前面圧が大きくなるほど軽量骨材の含水率が大きくなる傾向を示した。これらのことから、スランプ 21cm 程度のコンクリートの No.1 配合では、軽量骨材の吸水によってスランプが大幅に低下し、その結果さらにピストン前面圧が増加、それにより骨材の吸水が促されるという悪循環が起こり最終的に閉塞状態になったと考えられた。これに対し、スランプリュー 55cm 程度のコンクリートの No.2 配合においては、幾分軽量骨材に吸水してもコンクリートの流動性の低下は小さく、その結果ピストン前面圧も上らず安定したポンプ圧送が可能になったものと考えられた。

No.2 配合の材齢 28 日圧縮強度は、圧送前 25N/mm^2 に対し圧送後 33N/mm^2 と圧送後の方が大きくなった。今回の実験では、高性能軽量骨材を絶乾状態で使用しているため、圧送によってモルタル中の水分が骨材に吸水され、その結果モルタルの強度が増大したものと考えられた。また、圧送後の No.2 配合の凍結融解試験では、Fig.5 に示すように、300 サイクルでの相対弾性係数が 93%であり、高い凍結融解抵抗性を有していることが分かった。

IV. おわりに

高性能軽量骨材を用いた場合、その骨材が絶乾状態であっても、圧送前のコンクリートのスランプリューを 55cm 程度とすることによって、十分にポンプ圧送が可能であった。また、圧送後のコンクリートは圧縮強度が増大し、高い凍結融解抵抗性を有していることが分かった。

参考文献

- 1) 岡本享久, 早野博幸, 柴田辰正; 超軽量コンクリート, コンクリート工学, Vol.36, No.1, pp.48~52, 1998.1,
- 2) 和美広喜, 田村直久, 小森浩之, 笠井浩; 高強度軽量コンクリートのポンプ圧送性に関する実験研究, コンクリート工学年次講演会論文集, Vol.10-2, pp.225~230, 1988.7.

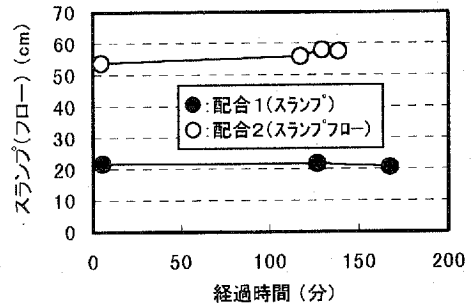


Fig.2 Change of Slump (flow) after Mixing

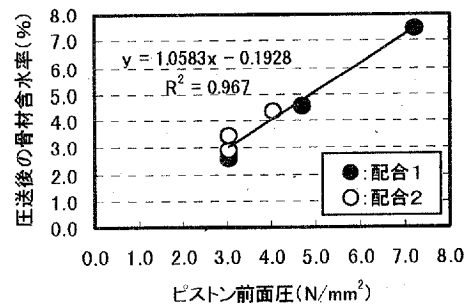


Fig.3 Time History of Pumping Pressure

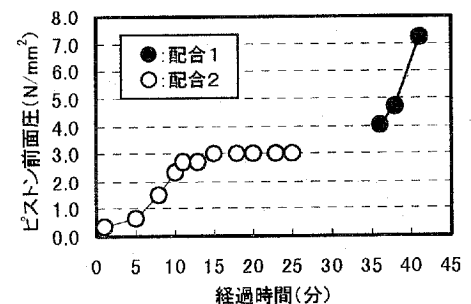


Fig.4 Relationship between Pumping Pressure and Aggregate Absorption after Pumping

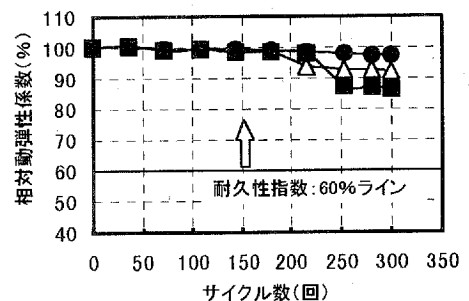


Fig.5 Results of Freeze and Thaw Test