

絶乾状態の高強度人工骨材を用いたコンクリートのポンプ圧送性

東洋建設 正会員 吉田貴昭 間 組 正会員 喜多達夫
五洋建設 正会員 竜野三生 大林組 フェロー 十河茂幸

1. はじめに

従来の人工軽量骨材は吸水率が大きいため、ポンプ圧送時に負荷をかけると加圧吸水を生じる。そのため、プレウェットングなどを行って十分に吸水させ、かつ多少の流動性のロスが生じても閉塞しないように、あらかじめスランブを大きくしておくのが一般的であった。しかし、最近開発されたフライアッシュを主原料にした高強度人工骨材¹⁾は、吸水率が小さく、これを絶乾状態で使用しても、ポンプ圧送が可能であると推察される。そこで、絶乾状態の高強度人工骨材を用いたコンクリートを実機プラントで製造し、約160mのポンプ圧送試験を行い、管内圧送抵抗および圧送前後のコンクリートの品質変化を調査した。

2. 実験概要

使用した材料を表-1に、配合を表-2に示す。ポンプ圧送試験の配管状態を図-1に、使用ポンプの性能、圧送条件、圧送圧力等の測定方法を表-3に示す。なお、表-2に示した補正水量とは骨材を絶乾状態で取り扱ったと、打込みまでに吸水するため、その間に吸水されると予測される水量を補正したものである。ポンプ圧送前後の品質変化を測定するための試料の採取は、計画吐出量40m³/h

の場合の出荷時、圧送前、圧送後について行った。このうち骨材の含水率は、所定条件において採取したコンクリートの空気

表-1 使用材料

項目	物 性
普通セメント	密度3.16g/cm ³ ,比表面積3320cm ² /g
水(W)	上水道水
細骨材	陸砂(S1);表乾密度2.61g/cm ³ ,吸水率1.92%,FM3.04 砕砂(S2);表乾密度2.63g/cm ³ ,吸水率1.73%,FM2.87 混合比1:1 FM2.96)
粗骨材	FA骨材:最大寸法20mm,表乾密度1.85g/cm ³ ,絶乾密度1.81g/cm ³ 吸水率2.23%,実積率63.0%,FM6.77 砕石2005:表乾密度2.66g/cm ³ ,吸水率0.77%, 実積率59.1%,FM6.61
混和剤	高性能AE減水剤「標準型」(WRA1):ポリカルボニル酸I-テル系 AE減水剤「標準型」(WRA2):リグニル系 (空気量はAE剤にて微調整)

表-2 コンクリートの配合

配合 記号	W/C (%)	目標スランプ [70-](cm)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					FA骨材の補助 水量 (kg/m ³)
				W	C	S	G	WRA(C*%)	
C60-12	60	12	48.4	164	274	893	966*	0.25* ²	-
T60-12	60	12	45.3	160	267	843	703	0.25* ²	15.3
T40-21	40	21	45.6	165	413	787	649	1.1* ¹	14.2
T40-18	40	18	43.6	165	413	753	673	0.8* ¹	14.7
T30-50	30	50	43.7	165	550	705	628	2.0* ¹	13.7
T25-60	25	60	42.5	165	660	647	605	3.5* ¹	13.2

注) *1: WRA1, *2: WRA2, *: 砕石2005 使用

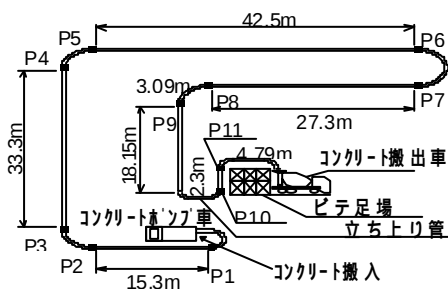


図-1 配管状況

表-3 測定条件

コンクリート ポンプ車	(I社製) 高圧時最大吐出量50m ³ /h ピストン全面圧力・高圧11.8MPa シリンダ内径195mm, 最大ストローク1600mm
コンクリート 配管	配管実長: 2.3mの垂直部を含む156m 輸送管: 125A(5B)管, ベント管のR: 500mm
測定方法	吐出量: 23m ³ /h, 40m ³ /h, 50m ³ /h, 主油圧: ひずみ圧力ゲージ型圧力変換器にて測定 輸送管の管内圧力(11点P1~P11): ジョイント部の計測管 に取り付けた圧力変換器にて測定

キーワード : 高強度人工骨材、ポンプ圧送、圧力損失、品質変化

連絡先 : 〒101-8463 千代田区神田錦町3-7-1 tel:03(3296)4622 fax:03(3296)4628

量測定後の試料を用い、これを直ちに水洗いしてモルタルを除去し、表乾状態にして測定した。また、コンクリートの圧縮強度は標準養生の条件とした。

3. 実験結果および考察

(1) 管内圧力損失

ポンプ圧送時の圧送距離と管内圧力の関係を図-2に示す。計画吐出量約 $23\text{m}^3/\text{h}$ 、 $40\text{m}^3/\text{h}$ および $50\text{m}^3/\text{h}$ の場合における水平管1mあたりの管内圧力損失の平均値を図-3に示す。また、水平管の管内圧力損失とベント管の管内圧力損失の比を図-4に示す。

一般に、スランブが小さいほど、また水セメント比が小さいほど管内圧力損失は大きくなり、高強度人工骨材コンクリートについても、概ね同様の傾向が認められた。水セメント比25%、スランブフロー60cmの高流動コンクリートの管内圧力損失は、吐出量 $40\text{m}^3/\text{h}$ の場合約 $0.4 \times 10^{-1}\text{MPa/m}$ であった。

水セメント比40%で、スランブ21cmのコンクリートの場合、吐出量 $40\text{m}^3/\text{h}$ で $0.15 \times 10^{-1}\text{MPa/m}$ となり、スランブ18cmになると圧送が困難となった。スランブが小さくなると急激に圧送圧力が増加し、加圧吸水が生じてスランブの急激な低下が生じたものと推察される。

次に、水平管の圧力損失に対するベント管の圧力損失をみると、高強度人工骨材コンクリートの場合、配合によらず約4倍と、普通コンクリートの約1/3程度で、骨材の粒形によりベント管における抵抗が小さくなったものと推定される。

(2) 理論吐出量と吐出圧力

理論吐出量は、ポンプのシリンダー径とシリンダー長さから計算される容積にストローク数を乗じて求めた。この結果、いずれのコンクリートも理論吐出量と理論吐出圧力は、実験に使用したポンプの性能限界線の中で、ほぼ直線関係であることが認められた。

4. まとめ

絶乾状態の人工骨材を用いてもスランブを大き目にしておけば、ポンプ圧送が可能であることが確認された。また、管内圧送抵抗は普通コンクリートより若干大きい、ベント管の管内抵抗はさほど大きくなり、圧送に伴う吸水率も1%程度と小さいことが確認された。なお、予測精度向上のため、さらにデータの蓄積が必要である。本研究は、(財)石炭利用総合センターの補助事業(被補助者:太平洋セメント(株))の一部であり、また、「高強度人工コンクリート研究会」(会長:電源開発(株)、顧問:長瀧重義新潟大学教授)の成果を取りまとめたものである。ここに、紙面を借りて謝意を表す。

【参考文献】

- 1) 曾根徳明: 石炭灰を主原料とした高強度人工骨材, コンクリート工学, Vol. 36, No. 12, pp. 3 - 10, 1998

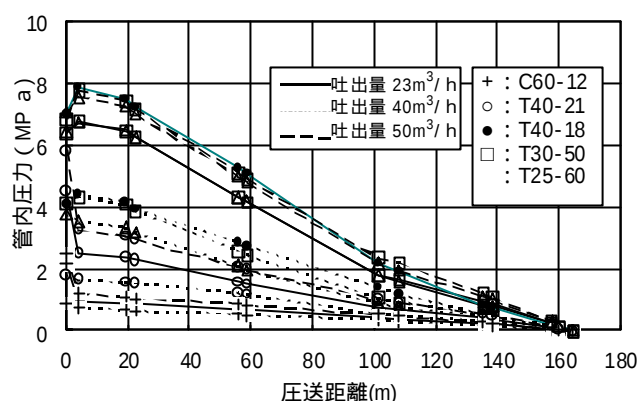


図-2 圧送距離と管内圧力

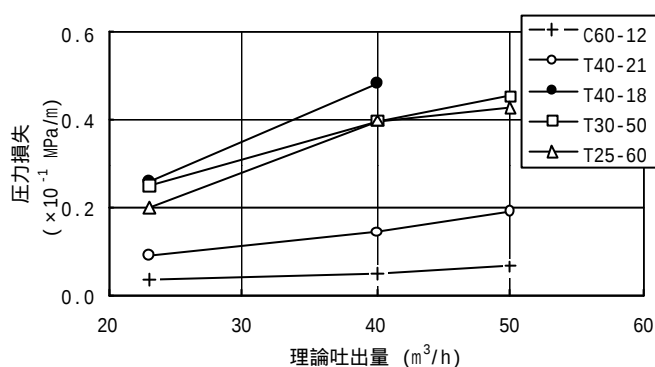


図-3 管内圧力損失(水平管)

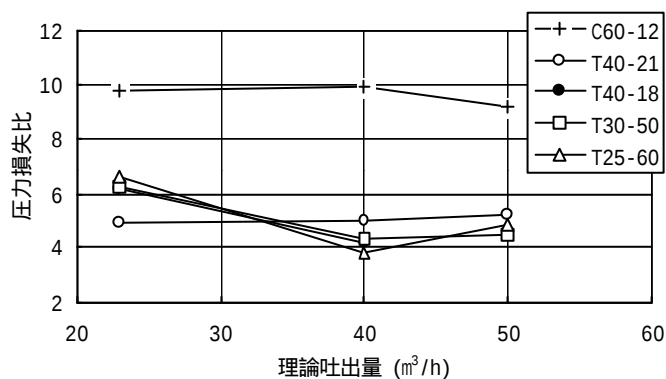


図-4 管内圧力損失比(ベント管 / 水平管)