

V-149

高性能軽量コンクリートのポンプ圧送性に関する実験的検討

太平洋セメント 清澄研究所 正会員 石川雄康, 岡本享久
 鹿島技術研究所 土木技術研究部 正会員 坂田 昇, 柳井修司

1. はじめに

最近、従来の人工軽量骨材に比べて、強度が高く、吸水率が低い軽量骨材（以下、高性能軽量骨材と記す）が開発された。この骨材を用いた軽量コンクリート¹⁾は、従来の軽量コンクリートよりも軽量化・高強度化・高耐久化・施工性向上等が達成できる新しい材料として大きな期待がかかっている。本研究では、この高性能軽量骨材を用いた軽量コンクリートのポンプ圧送を想定した室内レベルでの加圧実験²⁾で得られた結果をもとに、加圧前後のコンクリート性状の変化を調べるとともに、特に骨材の含水に着目し、初期の含水状態および加圧後の含水状態の変化がコンクリートのフレッシュ性状に及ぼす影響を考察した。

2. 実験概要

本実験では骨材の含水状態がポンプ圧送に与える影響を調べるために、ポンプ圧送を想定した加圧条件下におけるコンクリートのフレッシュ性状および硬化体性状の変化を、非排水状態とした加圧ブリーディング試験装置を用いて測定した。加圧条件は実機でのポンプ圧送試験で得られた圧送前後のスランブフローおよび骨材の含水率の変化がほぼ一致する条件として加圧力 1.5N/mm^2 、加圧時間 1 分にした。なお、実際のポンプ圧送時のコンクリートのフレッシュ性状の変化は加圧の影響ばかりでなく管壁との摩擦やせん断応力を受けるが、今回の実験は加圧のみによる影響を把握するために実施した。実験に用いた使用材料を表-1 に示す。高性能軽量骨材は 10～15mm 品：5～10mm 品=3:7(容積比)、細骨材は粗砂：細砂=7:3(容積比)でそれぞれ混合して用いた。コンクリートの配合条件を表-2 に示す。目標スランブは 21cm とし、W/C は 40% に設定した。単位水量を $155\sim 175\text{kg/m}^3$ の 3 水準、単位粗骨材量を 300L/m^3 、 350L/m^3 の 2 水準、粗骨材の含水状態は絶乾状態、24 時間吸水状態、煮沸吸水状態の 3 水準にして実験を行った。スランブおよび空気量は混和剤を必要量添加することで調整した。なお、絶乾状態の骨材を用いる場合には練混ぜ中に吸水する水量(粗骨材の絶乾重量に対して 2.1%)を練混ぜ水にあらかじめ添加した。測定項目は、加圧前後のコンクリートのフレッシュ性状、骨材の含水率および圧縮強度、静弾性係数とし、加圧前後におけるそれぞれの変化を調べた。

表-1 使用材料

使用材料	種類	物性または主成分
セメント	普通ポルトランドセメント	密度 3.15g/cm^3
細骨材	粗砂：岩船郡朝日村産山砂	表乾比重 2.58, 吸水率 1.71%
	細砂：北蒲原郡中条町産山砂	表乾比重 2.57, 吸水率 1.64%
粗骨材	高性能軽量骨材 (15～10mm)	絶乾比重 1.10 24時間吸水率 2.19% 煮沸吸水率 7.23%
	高性能軽量骨材 (10～5mm)	絶乾比重 0.99 24時間吸水率 2.78% 煮沸吸水率 10.35%
混和剤	高性能 A E 減水剤遅延型	ポリカルボン酸系
	A E 剤	変性アルキルカルボン酸化合物

表-2 コンクリートの配合条件

項目	水準
粗骨材の含水状態	絶乾
	24時間吸水 煮沸吸水
目標スランブ (cm)	21.0 ± 1.5
目標空気量 (%)	5.5 ± 1.5
水セメント比 (%)	40
単位水量 (kg/m^3)	155, 165, 175
単位粗骨材量 (L/m^3)	300, 350

3. 実験結果および考察

測定項目であるスランブ、骨材の含水率、単位容積質量、28 日圧縮強度、静弾性係数の加圧前後の性状変化を調べるために、因子を粗骨材の含水状態、単位水量、単位粗骨材量、加圧前後に採って 4 元配置による分散分析を行った。その結果、各特性値とも加圧前後に寄与率が大きい高度な有意差が認められ、図-1 に示すように加圧によって各特性値が変化することがわかった。すなわち加圧によってスランブは大きくロスし、骨材の含水率は増加、コンクリートの単位容積質量は増加、圧縮強度は増加、静弾性係数は増加する傾向を示すことが確認できた。次に、測定した特性値の中でポンプ圧送に影響を与える加圧前後のスランブ変化を

キーワード：人工軽量骨材、軽量コンクリート、ポンプ圧送性、スランブロス、含水率

〒135-8410 東京都江東区清澄 1-2-23

TEL 03-3642-7174 FAX 03-3643-2047

考察するために、スランプロスおよび加圧後の骨材の含水率増加量を特性値として、粗骨材の含水状態、単位水量、単位粗骨材量の3因子を採って3元配置による分散分析を行った。分析結果表を表-3、表-4に示す。この結果、両特性値とも単位粗骨材量および粗骨材の含水状態に有意差が認められた。単位粗骨材量の要因効果図を図-2に粗骨材の含水状態の要因効果図を図-3に示す。これらの図から、スランプの変化は加圧による骨材の含水率の変化量で概ね説明でき、含水率の変化量が少なくなるほどスランプロスが低減する傾向にあることがわかった。このことは加圧力による骨材への吸水の大小がスランプロスに反映されているものと推察される。しかし、骨材の含水状態ごとに高性能A E減水剤量と加圧後のスランプロスおよび骨材含水率の増加量の関係を調べると（図-4、図-5に絶乾状態と煮沸吸水状態のみ掲載）骨材の含水状態が絶乾または24時間吸水状態の場合は、高性能A E減水剤量の増加とともに骨材の含水率増加量およびスランプロスがともに小さくなり上記と同様の説明ができるが、煮沸吸水状態の骨材（図-5）は説明できない。すなわち、高性能A E減水剤量の増減がスランプロスには影響しても、含水率の変化には全く影響を及ぼしておらず、骨材含水率の変化ばかりでなく高性能A E減水剤量の影響による圧力吸水特性の変化や加圧による高性能A E減水剤の吸着等の含水率の変化以外の要因がスランプロスに影響を及ぼしていることを示唆している。

4. まとめ

高性能軽量骨材を用いた軽量コンクリートのポンプ圧送を想定した室内レベルでの加圧実験により、加圧後のコンクリートのフレッシュ性状および硬化物性の変化を確認するとともに、加圧によるスランプロスの原因を考察した。これらの結果と実際のポンプ圧送性を結び付けるためには、さらに管壁との摩擦やせん断応力の影響を調べる必要がある。

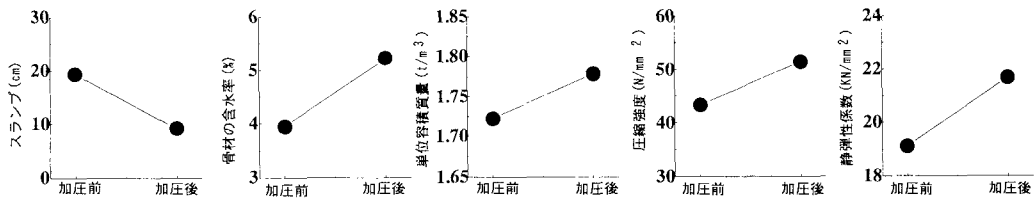


図-1 加圧による各特性値の変化

表-3 分散分析表(加圧によるスランプロス)

要因	平方和	自由度	不偏分散	FO	検定
A: 骨材含水率	67.361	2	33.681	13.670 **	
B: 単位水量	19.111	2	9.556	3.878	
C: 単位粗骨材量	56.889	1	56.889	23.089 **	
B×C	18.111	2	9.056	3.675	
誤差 e	24.639	10	2.464		
計	186.1	17			

注) A×B, A×Cは誤差項にプールした。

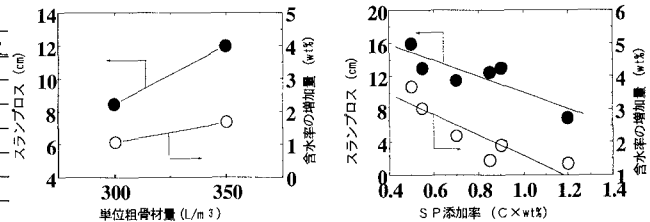


図-2 単位粗骨材量の要因効果図

表-4 分散分析表(加圧後の含水率の増加量)

要因	平方和	自由度	不偏分散	FO	検定
A: 骨材含水率	17.82	2	8.911	47.75 **	
B: 単位水量	1.42	2	0.711	3.81	
C: 単位粗骨材量	1.74	1	1.736	9.30 *	
誤差 e	2.24	12	0.187		
計	23.22	17			

注) A×B, B×C, A×Cは誤差項にプールした。

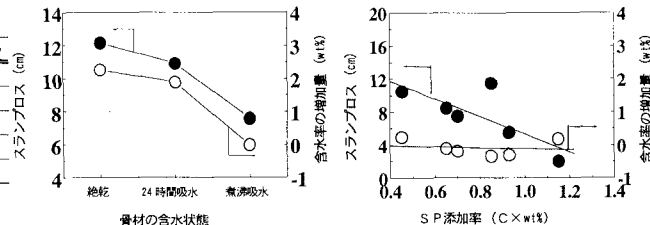


図-3 単位粗骨材量の要因効果図

図-5 SP添加量とスランプロスおよび含水率の増加量(骨材:煮沸吸水状態)

【参考文献】 1) 岡本、早野、柴田：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) 石川、児玉、坂田、柳井：高性能軽量骨材の吸水特性がコンクリートのポンプ圧送性に及ぼす影響、コンクリート工学年次論文報告集、1999.7、投稿中