

しらす及び人工軽量粗骨材を用いた高流動コンクリートの配合検討

鹿児島大学大学院	学生員	吉國美涼
鹿児島大学工学部	正会員	山口明伸
日研高圧コンクリート（株）	正会員	馬庭秀士
鹿児島大学工学部	正会員	松本 進

1. はじめに

近年、PC 橋梁は長大化と、軟弱地盤等への施工、耐震性の向上が求められており、高強度軽量コンクリートの適切な利用により、死荷重や地震時慣性力の軽減が可能である。また、新たな原料と製造方法の改良によって従来よりも、低比重・高強度・低吸水の高性能人工軽量粗骨材が開発されている。

一方、近年良質な骨材の入手が困難であり、南九州に未利用資源として存在するしらすのコンクリート用材料としての適用が検討されている。一般に、しらすは天然軽量細骨材に分類され、川砂と比較して、粒形が粗く、75 μ m以下の微粒分が多い。このため、しらすを使用したコンクリートは粘性が高く、軽量粗骨材の浮き上がりによる材料分離を防ぐのに有効であると推測される。そこで、本研究では高性能人工軽量粗骨材としらすを組み合わせることにより、実際の PC 橋梁への適用を目指し、高流動コンクリートの配合の選定を行った。

2. 実験概要

使用材料を表-1 に示す。細骨材には、採取時期の異なる 2 種類のしらすと比較用として川砂を用いた。なお、しらすを細骨材として使用するにあたり、しらすのみでは 3~5mm の粒径の骨材が不足するため、粒度調整用として 3~5mm 砕砂を使用した。また、しらすの粒径 75 μ m 以下の微粒分を粉体 (P) として扱った。粗骨材には、密度、吸水率の異なる 2 種類の軽量粗骨材と比較用として砕石を使用した。なお、軽量粗骨材は気乾状態で用いた。

コンクリートの試験項目及び各試験の目標値を表-2 に、配合条件を表-3 に示す。なお、各試験は高流動施工指針に準拠して行った。試験の目標値は、実際の PC 橋梁の架設における施工性及び経済性を考慮して設定したものである。また No.1 の配合は、しらすと砕石を用いた場合の既往の研究による推奨配合¹⁾ である。

3. 試験結果及び考察

3-1 フレッシュコンクリートの性状

図-1 に各配合における U 形容器を用いた間隙通過性試験およびスランプ

表-1 使用材料

材料	種類	仕様
結合材	普通ポルトランドセメント	密度3.16 g/cm ³
	早強ポルトランドセメント	密度3.14 g/cm ³
細骨材	垂水産しらす(S1)	最大寸法3mm、密度2.13 g/cm ³ 吸水率8.27%、75 μ m以下17.5%
	垂水産しらす(S2)	最大寸法3mm、密度2.22 g/cm ³ 吸水率6.44%、75 μ m以下22.6%
	3~5mm砕砂(始良産)	密度2.54 g/cm ³
	川砂(富士川産)	密度2.65 g/cm ³ 、吸水率2.05%
粗骨材	真珠岩系(造粒型)	密度0.85 g/cm ³ 、吸水率2.40%
	石炭灰系(造粒型)	密度1.16 g/cm ³ 、吸水率0.90%
	砕石(始良産)	密度2.54 g/cm ³
混和材	炭酸カルシウム	密度2.71 g/cm ³
混和剤	高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系

表-2 試験項目及び各試験の目標値

試験項目	目標値
U形容器を用いた間隙通過性試験	充てん高さ300mm以上
スランプフロー試験	500mmフロー到達時間5~20秒
フレッシュコンクリートの保持性	60分後に各項目の目標値を満足する
圧縮強度	35MPa (3日)、50MPa (28日)
見かけ密度	1850 kg/m ³

表-3 配合条件

No.	骨材の組合せ	W/C (%)	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	V _G (m ³ /m ³)	混和材 (kg/m ³)	V _p (m ³ /m ³)	SP (P×%)	
1	S1+砕石	35	180	普通	0.340		204	2.5	
2	S1+真珠岩系							0.300	2.0
3									2.5
4					S2+石炭灰系			183	
5	1.6								
6	川砂+石炭灰系		155	443	0.300		138	192	1.6

【キーワード】 人工軽量骨材、しらす、軽量コンクリート、高流動コンクリート

【連絡先】 〒890-0065 鹿児島県鹿児島市郡元 1 丁目 21-40 鹿児島大学工学部海洋土木工学科 TEL 099-285-8480

ロー試験の結果を示す。No.2 は、同一配合で粗骨材に碎石を用いた場合の No.1 と比較して、500mm フロー到達時間が短く、軽量粗骨材の浮き上がりによる材料分離が生じた。これは、軽量粗骨材の密度が 0.85g/cm^3 と小さく、また軽量粗骨材の粒形が球に近い、骨材同士の相互干渉が減少し、粘性が不足したためだと考えられる。そこで混和剤の添加量を減少させた No.3 と、しらす量すなわち s/a を増加させた No.4 によって粘性の増加を図った。その結果、No.3 は粗骨材の浮き上がりによる材料分離は認められなかったものの、十分な充てん高さを得ることができなかった。それに対して No.4 は碎石を用いた場合と同程度の良好なフレッシュ性状が得られた。また、軽量粗骨材の種類を変えた場合においても No.4 を若干修正した No.5 の配合によって目標値を満足することができた。No.4 及び No.5 と No.6 を比較すると、しらすを使用した場合 500mm フロー到達時間が 8 秒程度大きくなることがわかった。

一方、軽量粗骨材を絶乾あるいは気乾状態で使用する場合、スランプリロスが問題となる場合が少なくない²⁾。そこでフレッシュ時の性能を満足した配合 No.4 及び No.5 において、フレッシュコンクリートの性能保持性を検討した。その結果を図-2 に示す。自己充てん高さにおいて、No.4 は練り上がり直後より 15% 程度の低下が見られたが、No.5 は十分な性能を保持していた。またスランプリロスについても同様な傾向であった。その一因としては、真珠岩系軽量粗骨材と石炭灰系軽量骨材の吸水率の相違が考えられる。

3-2 硬化コンクリートの性状

図-3 にコンクリートの圧縮強度と材齢の関係、図-4 に見かけ密度を示す。No.5 は、材齢 3 日で 53MPa、材齢 28 日で 66MPa と目標値を満たしている。また、セメントが異なるので単純に比較することはできないが、No.1 及び No.6 と比較して十分な圧縮強度を示し、時間の経過にしたがい順調に圧縮強度は発現している。また見かけ密度に関しても、No.1 と比較して 20% 程度軽量化することができ、No.6 と比較しても 6% 程度軽量化することができた。

No.4 は、圧縮強度に関しては、目標値を満たしていないものの、28 日強度が 44MPa あり、さらに見かけ密度は、No.1 と比較して 28% 程度と最も軽量化することができていることから、一般構造物への適用が十分に可能であると考えられる。

4. まとめ

軽量粗骨材及びしらすを使用した場合でも PC 橋梁を製作するのに十分な性能を持つ高流動軽量コンクリートを作製することができることがわかった。今回の実験では、No.5 が最も最適な配合であると考えられる。

謝辞 本研究を行うに当たり、鹿児島大学卒論生の脇田行正氏にご協力頂きました。また本研究の一部は、(財)米盛誠心育英会の研究助成金によるものであることを付記する。

参考文献

- 1) 奥地栄祐ほか：しらすを使用した高流動コンクリートに関する実験的検討、コンクリート工学年次論文集、Vol.22、No.2、pp877-882、2000
- 2) 九々正武ほか：超軽量骨材（構造用人工軽量骨材）を使用した軽量コンクリートの物性、軽量コンクリートの性能の多様化と利用の拡大に関するシンポジウム論文集、2000、8

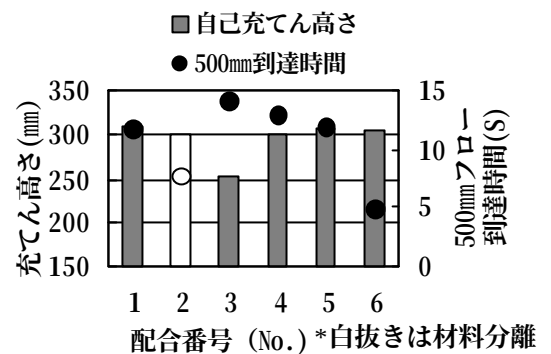


図-1 フレッシュコンクリート性能

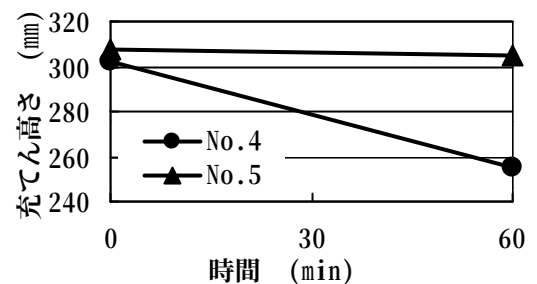


図-2 自己充てん高さの経時変化

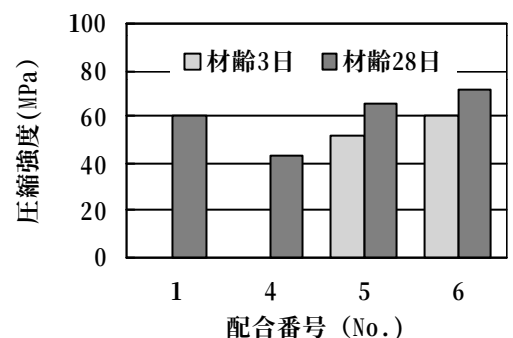


図-3 圧縮強度と材齢の関係

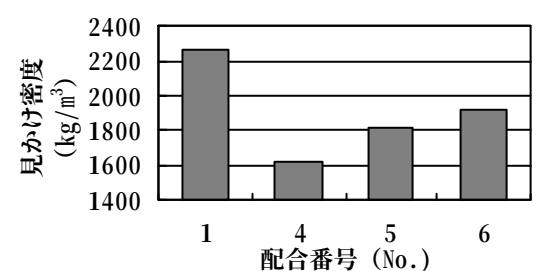


図-4 見かけ密度