

V-360

超軽量骨材を用いた高流動コンクリートに関する基礎的研究

大林組技術研究所 正会員 川島 宏幸

大林組技術研究所 正会員 三浦 律彦

大林組技術研究所 正会員 相原 功

1. まえがき

高強度かつ軽量コンクリートは、自重の低減により経済的な設計を可能にする。しかし、圧縮強度が50N/mm²を超えると強度の頭打ち現象が生じ¹⁾、十分吸水させた骨材を用いた場合、耐凍害性に劣る²⁾などの問題がある。さらに、施工時の振動締固めによって、骨材が浮き上がって不均質になる傾向もある³⁾。一方、高流動コンクリートは、分離抵抗性に優れているため、振動締固めを必要とせず粗骨材は分離しにくい。そのため、高流動軽量コンクリートは、従来の軽量コンクリートより均質性の向上が可能になると思われる。

本研究は、超軽量骨材を用いてより軽量でかつ高強度なコンクリートの製造の可能性を探索することを目的としたものである。

2. 実験概要

実験に用いた材料を表-1に示す。粗骨材は市販の造粒型人工軽量骨材で、耐凍害性に及ぼす含水状態の影響を調べるために、含水状態を3ケースに変化させた。すなわち、絶乾状態として市販された低吸作品(含水率 1.45%)、それを24時間プレウェッチングして表乾状態にしたもの(表乾品; 含水率 10.7%)、110℃の加熱炉にいれて絶乾状態にしたもの(絶乾品)である。

コンクリートの配合および硬化特性を表-2に示す。練混ぜ手順は、軽量骨材が練混ぜ中に吸水することをできるだけ抑えるために、モルタル先練り方式とした。つまり、細骨材、セメント、石粉を20秒間空練りした後、練混ぜ水を加えて1分間練り混ぜ、粗骨材を投入しさらに2分30秒間練り混ぜた。

表-1 使用材料

材 料	記号	物理的性質
セメント	C	普通ポルトランドセメント; 比重 3.16, 比表面積 332m ² /kg
石 粉	Lf	比重 2.73, 比表面積 560m ² /kg, 平均粒径 68.5μm
細骨材	S	木更津産山砂; 比重 2.61, 吸水率 1.91%, 粗粒率 2.33
粗骨材	G	人工軽量骨材; 絶乾比重 0.95, 最大寸法 15mm, 粗粒率 6.33
混和剤	A	高性能AE減水剤; 比重 1.05, 主成分ホウリン酸系

表-2 コンクリートの配合および硬化特性

No.	含水状態 による 分類	W/P (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m³)					混和剤 添加量 (P%)	圧縮強度 (N/mm²)			引張強度 (N/mm²)			単位容積質量 (t/m³)				
					W	P		S	G		7日	28日	91日	7日	28日	91日	7日	28日	91日		
						C	Lf														
1	表乾品	25.0	25.0	40.3	170	680	0	600	357	1.5	39.5	45.4	—	2.59	2.69	—	1.84	1.85	—		
2				—				315	1.9	46.6	51.1	51.7	3.28	3.85	3.75	1.91	1.93	1.94			
3	低吸作品			45.9				665	289	2.0	46.2	48.8	50.6	3.04	3.68	3.05	1.87	1.91	1.88		
4	絶乾品			—				285	2.6	47.2	48.8	50.5	3.10	4.05	3.81	1.88	1.91	1.91			
5	表乾品			30.0				45.4	567	113	650	1.6	38.1	41.7	40.3	2.04	2.84	2.85	1.75	1.81	1.80
6				35.0				45.0	486	194	640	315	1.3	38.9	43.9	45.8	2.54	2.51	3.22	1.80	1.82

試験項目は、スランプフロー、O漏斗流下時間、空気量、圧縮強度、割裂引張強度、単位容積質量、凍結融解抵抗性とし、それぞれ土木学会規準あるいはJIS等に準拠して測定した。フレッシュコンクリートの試験は、練混ぜ後15分おいて行った。また、振動がコンクリートの均質性に与える影響を調べるために、流し込むだけの方法、突固めによる方法、パイプレータをかける方法の3種類の方法によりφ150×300mmの供試体を作製し、図-1のように上中下に分割して粗骨材面積率を測定した。

3. 実験結果及び考察

軽量かつ高流動コンクリートの均質性を評価するために、高さ方向の粗骨材面積率の分布を測定した。供試体の製作方法の違いによる測定位置と粗骨材面積率の関係を

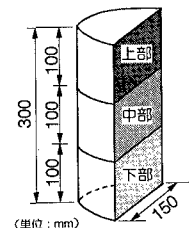


図-1 粗骨材面積率測定位置

図-2, 3に示す。ここで、粗骨材面積率とは各断面の粗骨材面積をその断面の面積で除した値とし、各測定値は各断面の中央にプロットした。図-2より、スランプフロー値が74.0cmで若干分離した配合No.5のコンクリートでは、試料を流し込むだけで外力や振動を与えない方法であっても、粗骨材面積率が上下で15%程度異なり、粗骨材が浮き上がっている。一方、流し込むだけの方法による配合No.6の粗骨材面積率は、図-3よりどの高さでもほぼ同等と認められ、適切に材料分離抵抗性と流動性を制御すれば、絶乾比重が1.0を下回るような超軽量骨材であっても、骨材が浮き上がることなく均質な高流動コンクリートを製造できるものと考えられる。

各材齢に伴う圧縮強度、引張強度の結果と単位容積質量を表-2に示す。単位容積質量 $1.9\text{t}/\text{m}^3$ 程度で約 $50\text{N}/\text{mm}^2$ の圧縮強度が得られた。圧縮強度と引張強度の関係を図-4に示す。通常、圧縮強度が高くなるほど圧縮強度に対する引張強度の比率は小さくなるが、本実験では圧縮強度の増加に伴い、圧縮強度に対する引張強度の比率が大きくなった。このことは、骨材強度による圧縮強度の頭打ち現象が、引張強度には大きく影響しないためと推察される。

また、凍結融解試験の結果を図-5に示す。絶乾骨材および低吸水性品は良好な凍結融解抵抗性を示し、表乾状態のものは、相対動弾性係数が90サイクルで60%を下回る結果となった。超軽量骨材においても含水率を小さく抑えることによって、耐凍害性に優れるコンクリートが製造可能と思われる。

4. まとめ

本実験で得られた知見を下記に示す。

- ①適切に材料分離抵抗性と流動性を制御すれば、軽量骨材が浮き上がることなく均質で軽量な高流動コンクリートが製造できる。
- ②W/Cが25%とき、材齢28日の圧縮強度が約 $50\text{N}/\text{mm}^2$ 、単位容積質量が $1.91\text{t}/\text{m}^3$ の軽量な高流動コンクリートが得られる。
- ③骨材の含水率を小さくすることで、良好な凍結融解抵抗性を示す超軽量骨材コンクリートが得られる。

今後は実構造物の適用を視野に入れて、乾燥収縮、クリープ、および施工性等の検討を進めていく予定である。

【参考文献】

- 1)友澤, 梶田, 安田: 高強度軽量コンクリートの基礎的物性, コンクリート工学, Vol. 24, No. 4, pp14-21, 1986. 4
- 2)三浦ほか: 海洋構造物に用いる高強度軽量コンクリートに関する研究, 大林組技術研究所報, NO. 34, pp. 67-71, 1987
- 3)林, 清水: 最新コンクリート技術選書4巻 寒中および暑中コンクリート・軽量コンクリート, 山海堂, p220, 1980. 12

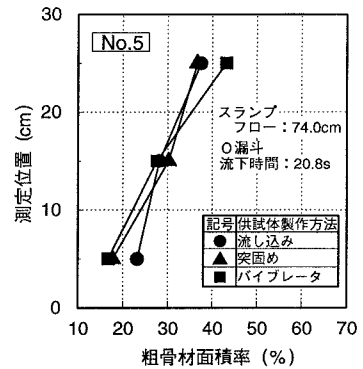


図-2 粗骨材面積率と測定位置 (No. 5)

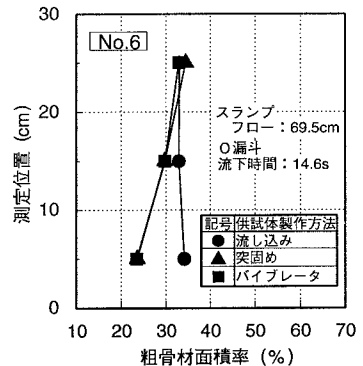


図-3 粗骨材面積率と測定位置 (No. 6)

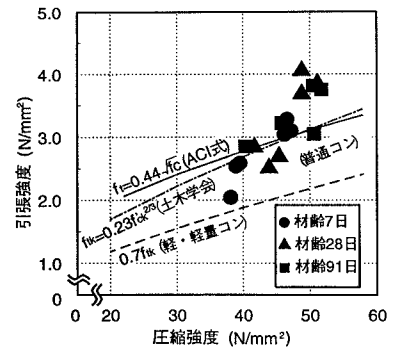


図-4 圧縮強度と引張強度

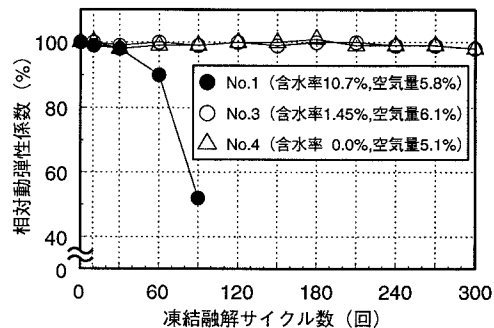


図-5 相対動弾性係数の経時変化