

V-560

人工軽量細骨材を用いた高流動コンクリートのフレッシュ性状

日本セメント（株） 正会員 竹中 啓一
 大阪市立大学 正会員 真嶋 光保
 （株）富士ピー・エス 正会員 東野 正明
 日本セメント（株） 正会員 森谷 勇二

1. まえがき

近年、コンクリートは高性能化が望まれており、高強度、高流動、軽量化、等が注目されている。

高強度コンクリートにおける軽量化は長年研究され、多岐に渡り施工例も残されている。しかし、その需要は建築構造物に汎用され、土木分野（特にプレストレストコンクリート）での施工例は少ない。これは、普通コンクリートに比べ静的物理定数が10～20%程度低下する¹⁾ため、構造計算上不利となることが一つの要因と考えられる。

一方、施工の影響を受けない締固め不要の高流動コンクリートが東京大学で提案されて以来、各種機関で研究が進められ、現在では多工種、多品目に亘り実施例が報告されている。

高流動コンクリートは、粘性および高流動性を得るために、配合上重要な特性である細骨材率（s/a）が50%程度と高い値をとる場合が多い。そこで、高流動コンクリートのs/aの特徴に着目し、細骨材だけを人工軽量細骨材に置換え軽量化を目指した。また、細骨材のみ人工軽量骨材に置換えたコンクリートの実験・研究は過去にほとんど行われておらず、その特性について明らかにされていない。

本研究では、人工軽量細骨材を用いた高流動コンクリートと天然細骨材を用いた高流動コンクリートについて各種比較実験を行った。本稿では、フレッシュ性状について述べる。

2. 材料及び配合の選定

表-1に使用材料の諸元を示す。セ

表-1 使用材料諸元

メントは、早強ポルトランドセメントを使用した。高流動コンクリートを得るための高性能減水剤を用いることとし、粘性は粉体と増粘材によることと

セメント	早強ポルトランドセメント	比重	3.14
人工軽量細骨材	焼成人工軽量骨材（膨張頁岩）	比重	1.88 吸水率 9.8%
天然細骨材	淀川水系川砂	比重	2.55 FM 3.00
天然粗骨材	茨木産碎石	比重	2.65
高性能減水材	①ナフタレンスルホン酸系、②リグニンスルホン酸系、③ポリカルボン酸系		
増粘材	ポリアクリルアミド系		

した。これは、セメント以外の粉体の使用では、初期強度が得にくいこと、セメントの使用量が多くなると力学的なデメリットが生ずることから、粉体量（セメント）は1m³当り500kg程度とし、さらに増粘材の調整を行った。セメント量（粉体量）が多いため、その他の粉体（高炉、フライアッシュ、シリカフェーム等）は使用せず、微量の増粘材（ポリアクリルアミド系）と高性能減水剤だけの比較的シンプルな配合選定を行った。高性能減水剤には、ナフタレンスルホン酸系、リグニンスルホン酸系、ポリカルボン酸系の高性能減水剤を用いた。

配合は、高強度コンクリート（設計基準強度 $f'_{ck}=49\text{MPa}$ 以上；プレストレストコンクリート対象）用二次製品の基本的な配合（図-1の基本曲線）を基にして、高流動コンクリート（以下NSCと称す）と細骨材のみ人工軽量細骨材を用いた高流動コンクリート（以下NSLCと称す）について配合選定を行った。

配合の選定は混和剤の性質及び相性等で決定されるので、高性能減水剤がおよぼす影響（凝結、粘性等）について実験を行った。その結果は表-2に示す。本実験では、リグニンスルホン酸系の高性能減水剤がポリアクリル系

表-2 減水剤選定試験結果

減水材種別	凝結状態	粘性状態	スランプロス
① ナフタレンスルホン酸系	特に変化なし	良好	大
② リグニンスルホン酸系	特に変化なし	良好	小
③ ポリカルボン酸系	数分後凝結作用が発生	数分後に粘性が増加する	数分後スランプロスが急激に低下

の増粘材と最も相性が良いため、使用する高性能減水剤はリグニンスルホン酸系の物とした。コンクリートの示方配合は表-3に示す。

なお、図-1にNSLCおよびNSCの高強度コンクリート領域におけるC/Wと圧縮強度の関係を示す。NSCについてはほぼ従来の基本曲線上に位置し、NSLCについては圧縮強度が若干低めに出る傾向にある。今後、データ者の集積を行い、NSLCとNSCのC/Wと圧縮強度の関係を導きだしたい。

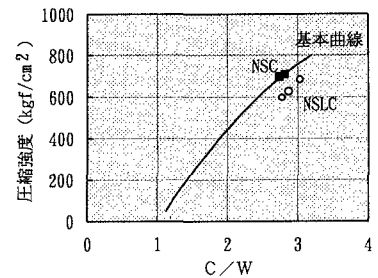


図-1 C/Wと圧縮強度の関係

表-3 コンクリートの示方配合表

	s/a	w/c	フロー値	空気量	各種材料の単位容積質量 (kg/m³)					
	%	%	cm	%	セメント	水	細骨材	粗骨材	増粘剤	減水剤
NSC	53.0	36.5	50-60	2.3	504	184	857	790	2.9	25.2
NSLC	52.2	34.8	50-60	1.7	525	183	※ 616	796	3	26.2

※ 表乾状態の値、比重1.88

3. 試験方法及び試験結果

フレッシュ性状の評価方法は、高流動化の実験で従来行われているコンシステンシーの試験方法に準じて、スランプフロー、フロータイムの試験を行った。分離抵抗性の確認については、スランプフロー終了後のブリーディングの目視により行った。スラン

表-4 フレッシュ性状の比較結果

プフローの結果は、NSLCに比較してNSCの方が低く、若干の分離作用も働いている。これに示方配合と照らし合わせるとW/CはNSCよりNSLCの方が2

	スランプフロー	フロータイム	空気量	分離状態
NSC	55×55cm	50 SEC	2.3%	微量感知
NSLC	61×60cm	48 SEC	1.7%	感知せず

%程度低く、s/aは逆に2%程度高くなっている。よってNSCの分離作用の改善方法として、s/aを上げるか、増粘材の添加量を増す方法はあるが、何れの場合でもスランプフローが小さくなりW/Cを上げる結果となりNSLC以上のコンシステンシー値は得られないものと思われる。なお、細骨材の粗粒率の変化に対しての実験は現段階では行っていない。フロータイムについては、スランプフロー値に応じて若干、NSLCの方が早い結果が得られた。空気量については、ほぼ計算通りの値であった。

4. まとめ

高性能減水剤の種類の違いによる比較実験では、凝結状態、スランプロス及び粘性についてペースト状態で早期判定したものである。本研究ではリグニンスルホン酸系の高性能減水剤がセメント及び増粘材と相性が良い結果を得たが、コンクリートとした場合ではその他の要素が加わり、別の判定結果が得られる事も考えられる。高性能減水剤の選定に際しては、実験範囲内の結果として判断して頂たい。

軽量化については、NSC=2338kg/m³、NSLC=2123kg/m³となり、約10%の軽量化となった。これは、高強度コンクリートとしたため、単位セメント量および各々の単位容積質量が多くなったからである。しかし、一般に粉体系の高強度の高流動コンクリートの単位容積質量は2400kg/m³前後であり²⁾、増粘材系の高流動コンクリートの単位容積質量より若干大きくなる。

フレッシュ性状の評価としては、NSC及びNSLCの示方配合に大きな差は無いが、コンシステンシー及び分離抵抗性はNSLCの方が良い結果が得られた。

今後、実際のPC部材を模擬した試験体を用いてワーカビリティを確認する予定である。

[参考文献]

- 1)人工軽量骨材コンクリート設計施工マニュアル,土木学会,コンクリート・ライブラリー第56号,1980.6
- 2)左東,添田,大和,徳光:早強性を有する高流動コンクリートに関する研究,コンクリート工学年次論文報告集,Vol.16, No.1,1994