

V-561

人工軽量細骨材を用いた高流動コンクリートの硬化性状

(株)富士ピー・エス 正会員 真鍋 英規 日本セメント(株) 正会員 森谷 勇二
 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

1. まえがき

コンクリート構造物の軽量化が耐震設計上及び経済性の観点から望まれている。人工軽量骨材コンクリートは過去に実験・研究がなされ実用化されているが、締固め不要の高流動コンクリートに適用した例は少ない。今回、コンクリートの軽量化を計る目的から細骨材に人工軽量細骨材を使用し、施工性の改善を目的とする高流動コンクリートと組み合わせ、各種の実験を行った。本稿では人工軽量細骨材を用いた増粘材系の高流動コンクリートの硬化性状について述べる。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合——高流動コンクリートは、分離抵抗性確保のための増粘材としてポリアクリルアミド系化合物を添加し、高流動性能は高性能減水材を用いた。設計基準強度 $f'_{ck}=49\text{MPa}$ 以上で早期強度も要求されるプレストレストコンクリート部材への適用を目的としたため、セメントは早強ポルトランドセメントを用いた。粗骨材は砕石を用い、細骨材のみ人工軽量骨材を使用した。高流動コンクリート(以下NSCと称す)と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)の配合を表-1に示す。

表-1 コンクリートの配合

	s/a	w/c	フロー値	空気量	各種材料の単位容積質量 (kg/m ³)					
	%	%	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

2.2 測定項目——人工軽量細骨材を用いた高流動コンクリートの基礎的データを収集する目的から、コンクリートの静的物理定数として、圧縮強度、静弾性係数、引張強度、付着応力度、を測定し、長期的な項目として、乾燥収縮、クリープを測定した。

2.3 実験方法——圧縮強度試験はJIS A 1108により行った。静弾性係数試験及び割裂試験は日本道路公団規定により行った。付着応力度の試験は「引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験方法(案)(JSCE-1988)」に基づき行った。試験体は10cm立方体コンクリートの中央に異形棒鋼D13mmを取り付けたものを用いた。コンクリート打設は載荷面と垂直な方向から行った。クリープの測定は「コンクリートの圧縮クリープ試験方法(案)(JIS原案)」に準じて行った。試験体は断面10×10cm、長さ40cmの直方体を2体つなげたものを使用し、持続荷重はP C 鋼棒φ23mm(SBPR785/930)を試験体の中心に配置し緊張力を与えた。緊張力の管理はP C 鋼棒にひずみゲージを取り付けを行った。乾燥収縮測定用の試験体もクリープひずみ測定用の試験体と同一寸法とした。全ての測定は比較のため

表-2 コンクリートの静的物理定数比較

NSCLとNSCの2種類について行った。

3. 実験結果及び考察

3.1 静的物理定数——静的物理定数の測定結果を表-2に示す。NSLCの単位質量は2.16kg/m³となり、普通コンクリートの約1割の重量の軽減となる。NSLCのNSCに対する比は、ポアソン比はほぼ同程度であるが、材令28日における圧縮強度と引張強度では約0.9であり、弾性係数では約0.7となった。粗骨材と細骨材をと

項 目		NSC	NSLC	NSLC/NSC
単位質量 (t/㎡)		2.39	2.16	0.904
ポアソン比		0.20	0.21	1.050
引張強度 (MPa)		3.92	3.56	0.908
圧縮強度 (MPa)	3 日	50.8	46.3	0.911
	7 日	61.0	55.5	0.910
	2 8 日	68.1	61.3	0.901
弾性係数 (MPa)	3 日	25880	21610	0.835
	7 日	34460	24640	0.715
	2 8 日	34700	25300	0.729

人工軽量骨材に置き換えた軽量コンクリートの普通コンクリートに対する比では、圧縮強度では1.0、引張強度では0.8、弾性係数では0.6とされている¹⁾。NSLCは従来の軽量コンクリートと比較して、引張強度と弾性係数では若干の改善となった。圧縮強度と弾性係数の関係を図-1に示す。従来の軽量コンクリートの場合は友澤・野口式²⁾（式1）が適合性が良いとされているが、NSLCでは圧縮強度に対する弾性係数は（式1）より大きな値を示していることが解る。

$$E = 12100Fc^{0.456} \quad (\text{式1})$$

ここに、E：弾性係数(kgf/cm²)，Fc：圧縮強度(kgf/cm²)
NSLCの付着応力度の平均値は $\tau_L = 9.2\text{MPa}$ であり、NSCの付着応力度の平均値は $\tau_N = 10.9\text{MPa}$ であった。NSLCの付着応力度はNSCのそれと比較して若干小さいものの、通常のPC用コンクリートの付着応力度が9.0MPa程度であることから、NSLCのPC部材への適用では付着応力度は問題とはならないと考える。

3.2 クリープ・乾燥収縮——NSCとNSLCの代表的な乾燥収縮ひずみの経時変化の比較および質量減少量の比較を図-2、図-3に示す。初期の乾燥収縮ひずみはNSLCの方がNSCと比較して小さくなっているが、約100日を経過した付近からはほぼ同程度となっている。これは従来の軽量コンクリートと同様の傾向である。

質量減少率は、約90日経過時点でNSCが約0.8%であるのに対し、NSLCでは約1.8%となっている。しかし、同条件での従来の軽量コンクリートでは約5.0%となっており、従来の軽量コンクリートとの比較では質量減少量は小さいと言える。

クリープひずみ（乾燥収縮ひずを含む）の経時変化の比較を図-4に示す。約100日までのデータであるが、クリープひずみはNSLCの方がNSCより約1.3倍程度大きな値を示している。

まとめ

今回の実験で人工軽量細骨材を用いた高流動コンクリートの硬化性状に関する基礎的なデータを得ることができた。

NSLCはNSCと比較して単位重量では約1割の低減が可能であり、圧縮強度、弾性係数、引張強度の値は若干低くなるものの、従来の軽量コンクリートに対しては、引張強度、弾性係数、付着強度では改善されている。今後、クリープ・乾燥収縮の最終検討及び耐久性に関する研究を行う予定である。

〔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)友澤，野口，小野山：高強度・超高強度コンクリートの基礎的力学特性に関する調査，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.497～498，1990.10.

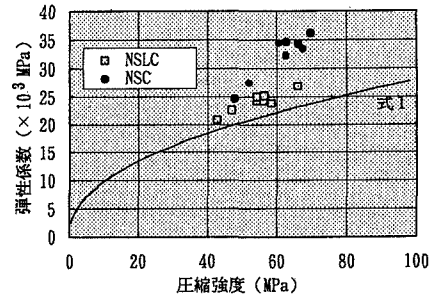


図-1 圧縮強度と弾性係数の関係

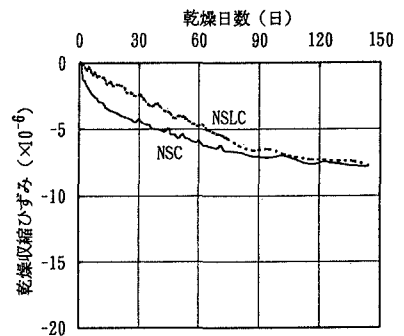


図-2 乾燥収縮ひずみの経時変化

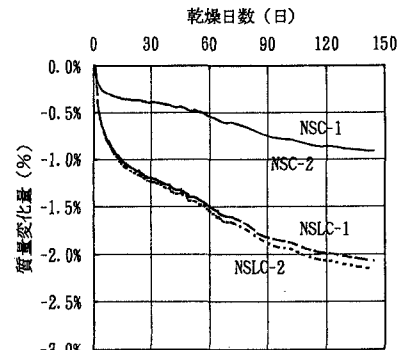


図-3 質量減少率の経時変化

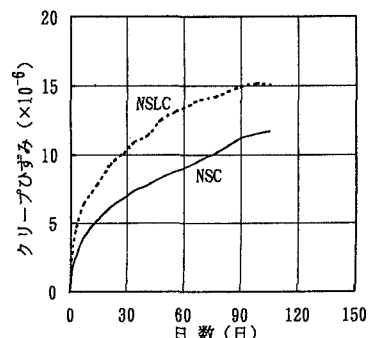


図-4 クリープひずみの経時変化