

高炉スラグを用いた高流動コンクリートの硬化性状

福岡大学	○学生員	北村 寿康
福岡大学	正会員	添田 政司
(株) 富士ビー・エス	正会員	左東 有次
福岡大学	正会員	大和 竹史

1. はじめに

プレテンション方式のPC桁は早期強度が要求される。そこで筆者ら¹⁾はいままでに早強セメントと高炉スラグを用いた高流動コンクリートの流動性、充填性および強度特性に関して、PC桁に適用できることを明らかにした。しかし、これまでの研究では早強セメントと高炉スラグを用いた高流動コンクリートの早期強度に関するクリープ特性や乾燥収縮等の硬化性状に関する研究は少ないようである。

そこで、本研究は、高流動コンクリートに早強セメントと高炉スラグを用い、粉体と養生条件によるクリープ特性と乾燥収縮の影響を実験的に検討した。

2. 実験概要

使用材料および配合： 使用材料は細骨材には砕砂（比重2.85、実積率66.5%）を使用し、粗骨材には砕石（比重2.71、実積率56.9%）を使用した。結合材は早強ポルトランドセメント（比重3.14、粉末度4610cm²/g、略号HP）と高炉スラグ（比重2.91、粉末度3830cm²/g、略号BS）を用いた。混和剤は高流動コンクリートではポリカルボン酸系の高性能AE減水剤を用い、普通コンクリート（略号N）ではナフタレン系の高性能減水剤を用いた。高流動コンクリートの配合は早強ポルトランドセメントと高炉スラグとの容積比で5：5の割合で用いた場合と早強ポルトランドセメントのみの2種類とし、目標スランブフローを70±5cmとした。普通コンクリートの場合も早強セメントを用い、目標スランブは8±2cmとした。表-1にこれらの配合および試験結果を示す。養生方法は蒸気養生（略号S：前置20℃を3時間、昇温勾配20℃/時間、温度保持65℃を3時間、降温勾配5℃/時間）のものと水中養生（略号W）の2種類とした。

試験方法： クリープ試験に用いた供試体は15×15×50cmの角柱供試体を用い、図-1に示すように直列に2本連結した。載荷荷重の導入は、供試体中心部に埋設したPC鋼棒（SBPR 95/110、φ26）を緊張させ、両端においた支圧盤を介して作用させる方法とし、載荷荷重は全ての供試体とも $\sigma_p=150\text{kgf/cm}^2$ と一定とした。試験開始材齢は材齢1日（蒸気養生後）と水中養生28日目目の2材齢とし、温度20±2℃、湿度60±5%の恒温恒湿内に静置した。クリープひずみの測定は、内部に埋設した鉄筋に1供試体あたりひずみゲージを4枚貼付し測定を行った。

乾燥収縮に用いた供試体は、10×10×40cmの角柱を用い両側面にガラス板を貼付してダイヤルゲージにて測定を行った。なお供試体は各3本作製し、測定値はそれらの平均値とした。

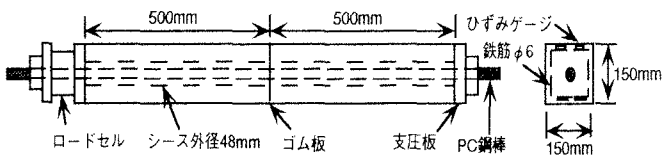


図-1 試験体形状

表-1 配合及び試験結果

配合種類	W/P (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)						試験結果				
			結合材 P		W	S	G	SP	スランブフロー (cm)	Vロート (秒)	圧縮強度 ⁽⁴⁾		静弾性係数 ×10 ⁵ ⁽⁴⁾
			C	BS							σ_1	σ_{28}	
HPBSW	33.2	52.1	293	271	187	902	787	1.6 ⁽¹⁾	74	30	439	739	3.81 (σ_{28})
HPS	31.9	52.1	586	—	187	902	787	2.2 ⁽¹⁾	68	16	563	686	3.19 (σ_1)
HPBSS	29.2	52.1	312	288	175	902	787	2.2 ⁽¹⁾	73	29	447	708	2.71 (σ_1)
NHPS	39.0	42.0	428	—	167	782	1080	1.2 ⁽²⁾	8.5 ⁽³⁾	—	558	613	—

(1) : ポリカルボン酸系 (2) : ナフタレン系 (3) : スランブ (4) : kgf/cm²

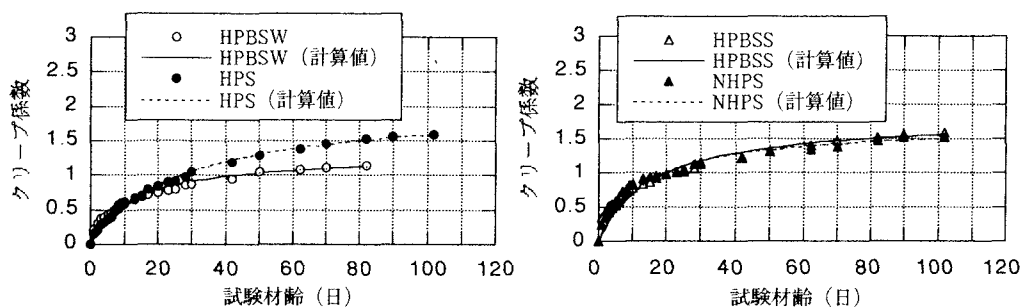


図-2 クリープ係数の経時変化

3. 実験結果および考察

圧縮強度試験結果を表-1に示す。材齢1日では、早強セメントと高炉スラグを用いた場合、強度発現は小さいが、材齢28日ではむしろ早強セメント単味よりも増加する傾向にあった。しかし、いずれの配合の場合も目標強度 ($\sigma_1=300, \sigma_{28}=500\text{kgf/cm}^2$) を十分に満足した。

図-2にクリープ係数と試験材齢の関係を示す。図中の計算値は次式の最小自乗法により求めた。

$$\phi_t = t / (a + b t)$$

式中の ϕ_t はクリープ係数、 t は載下後の経過材齢 (日) および a, b は実験結果から得られた定数とし、実験結果から得られたクリープ係数と実験定数を表-2に示す。図-2より、HPBSWのクリープ係数は他の配合に比べて小さい。それは、試験開始材齢が水中養生28日後であるため、載荷時の強度が大きいためと考えられる。高流動コンクリートと普通コンクリートにおいてクリープ係数の経時変化で比較してみるとほぼ同程度であった。一方、表-2の計算値で求めた最終クリープ係数と比較すると高流動コンクリートの方が普通コンクリートよりも若干大きな値を示す傾向にあった。しかし、いずれの配合のコンクリートにおいても、最終クリープ係数はほぼ2.0以下になった。

図-3に乾燥収縮試験結果を示す。乾燥日数10日程度まではすべての配合において顕著な差は認められないが、

乾燥日数50日以降だと著しい差が生じ普通コンクリートよりも高流動コンクリートの方が小さくなる傾向にあった。例えば、NHPSとHPBSSとの差は 260μ 程度の差がみられた。この要因としては、養生方法や単位水量よりも水粉体容積比の影響によるものと考えられる。

4. まとめ

高流動コンクリートのクリープ性状および乾燥収縮について検討した結果、高流動コンクリートのクリープ係数は普通コンクリートとほぼ同程度となり、乾燥収縮量は普通コンクリートよりも高流動コンクリートの方が小さくなることが明らかになった。しかしながら、今回の実験では水粉体容積比や養生条件が限られているため、今後、さらに各種要因を組み合わせた影響について検討していく予定である。

【参考文献】

- 1) 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, 16-1, pp.219-224, 1994

表-2 クリープ係数および実験定数

配合種類	クリープ係数		定数 a	定数 b
	ϕ_t	ϕ_∞		
HPBSW	1.13	1.31	10.03	0.765
HPS	1.59	2.02	13.51	0.496
HPBSS	1.56	1.80	8.76	0.555
NHPS	1.50	1.69	7.74	0.591

($t = \infty$) 推定値

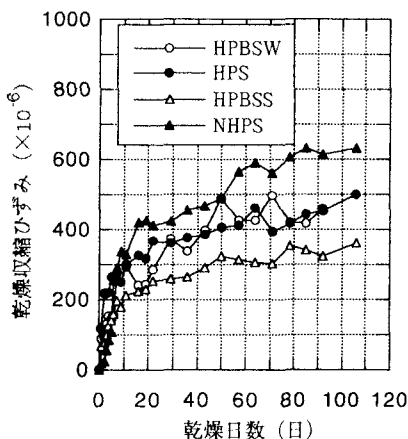


図-3 乾燥収縮試験結果