

V-185

高性能コンクリートを用いたPC橋の施工

— その1. 配合・硬化後品質について —

住友建設(株)	技術研究所	正会員	浅井 洋
日本道路公団	試験研究所	正会員	木曾 茂
三井建設(株)	技術研究所	正会員	樋口 正典
三井建設(株)	技術研究所	正会員	井手 一雄

1. まえがき

現在、日本道路公団（以下、JH）において汎用的に使用されているコンクリートのうち、PC構造物には最も高い要求性能を有するコンクリート（P₂₋₂¹⁾、材齢28日圧縮強度400kgf/cm²）が使用されている。

近年、混和材料の研究開発により、高流動あるいは高強度コンクリートの製造および施工が行われつつある²⁾。JHではより高い性能を有するコンクリートを研究開発すべく民間4社と共同研究を行っており、新しい構造物の設計、施工の省力化やランニングコストを含めた建設・管理費の軽減をめざしている。本報告は、実PC構造物に高流動かつ高強度コンクリート（以下、高性能コンクリート）を使用するために実施した試験について述べる。

2. 配合

使用材料を表-1に示す。高性能コンクリートには混和材としてシリカフェームを使用した。配合条件は、スランプフロー65±5cm、空気量4.5±1%、材齢3日圧縮強度380kgf/cm²以上かつ材齢28日圧縮強度590kgf/cm²以上である。

室内試験では、上記の配合条件の他にVロート流下時間の目標値を10秒とした。プラント試験では、室内試験で得られた配合をミキサの練り混ぜ効率や細骨材表面水率の変動などを考慮して修正した。室内試験およびプラント試験で決定した配合を表-2に示す。

3. 硬化コンクリートの品質

(1) 圧縮強度試験

プラントで製造した高性能コンクリート（配合A2）の圧縮強度を表-3に示す。材齢3日および材齢28日の平均圧縮強度はそれぞれ配合条件を満足しており、所定の圧縮強度が得られることが確認できた。

(2) 長さ変化試験

高性能コンクリートおよびP₂₋₂の長さ変化をJIS A 1129ダイヤルゲージ法に従って測定した。試験に用いた配合はA1およびPである。長さ変化率および重量変化率の経時変化を図-1に示す。試験値は5体の平均値である。高性能コンクリートの長さ変化率は全材齢を通してP₂₋₂より小さく、材齢15週でP₂₋₂の76%であった。

表-1 使用材料

構成材料	高性能	P ₂₋₂
セメント	普通ポルトランドセメント 比表面積3290cm ² /g 比重3.15	早強ポルトランドセメント 比表面積4360cm ² /g 比重3.13
シリカフェーム	カタナ産 比重2.18 比表面積18~20m ² /g	—
細骨材	福島県いわき市大久町産 山砂 比重2.58, 粗粒率6.87 実績率61.6%, 吸水率0.74%	—
粗骨材	福島県双葉郡富岡町産 碎石 最大径25mm, 比重2.72, 粗粒率6.87 実績率61.6%, 吸水率0.74%	—
混和剤	高性能AE減水剤 アクリル系	高性能AE減水剤 ポリアクリル系

表-2 配合表

配合	コンクリート	稀比 W/P (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)						
				W	C	SF	S	G	HAE (C+SF)×%	AE
室内 A1	高性能	30.0	50.0	154	477	36	818	861	1.7	0.005
プラント A2	高性能	31.6	50.0	161	473	36	811	854	2.2	0.006
プラント P	P ₂₋₂	41.5	44.5	165	398	0	761	1005	1.1	0.011

SF:シリカフェーム, HAE:高性能AE減水剤, AE:A E助剤
練り混ぜ: 室内 C+SF+S+G→30秒→W+HAE+AE→180秒→排出
プラント 全材料投入→60秒→排出

表-3 圧縮強度試験結果

材齢 (day)	3	7	28
平均圧縮強度 (kgf/cm ²)	467	599	743
試験体数 (体)	15	15	12
標準偏差 (kgf/cm ²)	16.2	25.1	32.3

長さ変化率が小さくなったのは、水粉体比の低減とシリカフュームの混入による高強度化が要因であると考えられる³⁾。高性能コンクリートの重量減少率もP₂₋₂に比べ小さく、材齢15週でP₂₋₂の69%であった。

(3) クリープ試験

試験には配合A1およびPを使用した。図-2にクリープ試験装置を示す。載荷応力度はいずれの配合も100kgf/cm²とした。この値はP₂₋₂コンクリートを使用したポストテンション桁の下縁応力度に相当する値である。試験体はφ10×20 cm円柱供試体であり、材齢3日まで20℃で水中養生を行い材齢4日に載荷した。載荷後は20℃、湿度60%の環境下に放置した。載荷時および材齢28日の圧縮強度と弾性係数を表-4に示す。高性能コンクリートの圧縮強度はP₂₋₂に比べ高いが弾性係数は若干低い傾向を示す。クリープひずみ経時変化を図-3に示す。高性能コンクリートの初期のクリープひずみはP₂₋₂のそれに比べ大きい、材齢が約90日でほぼ同じ値になった。材齢15週における高性能コンクリートのクリープ係数は1.28であった。材齢20日以降を式(1)で回帰した結果を表-5に示す。

$$\varepsilon_c = \frac{t}{a + bt} \quad (1)$$

t : 時間(day) a, b : 定数

4. まとめ

本試験で、スランプフロー65cmの流動性を持ちながら材料分離がほとんど観察されない配合が得られた。プラントにおいて水粉体比を31.6%とし、シリカフュームを混入することにより材齢28日における平均圧縮強度が742kgf/cm²のコンクリートが得られた。長さ変化やクリープについてもP₂₋₂コンクリートと同等あるいはそれ以上の品質を有することが確認された。今後、高性能コンクリートの使用を前提とした設計・施工により、新しい構造物への適用が期待できるものとする。本試験で得られた高性能コンクリートを使用した実施工については別途報告している。

参考文献

- 1) 日本道路公団；施工管理要領，平成元年11月
- 2) 井手一雄ほか；過密配筋されたシールド二次覆工における高流動コンクリートの適用，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.15, No. 1, 1993
- 3) 長瀧重義，米倉亜州夫；高強度コンクリートの乾燥収縮及びクリープの特性，コンクリート工学 Vol.20, No. 4, Apr. 1982

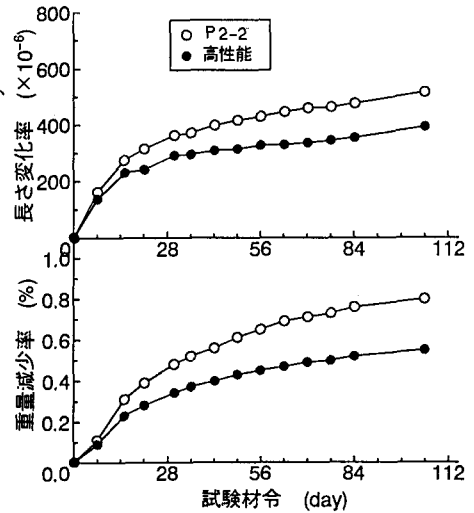


図-1 長さ変化率および重量変化率

表-4 クリープ試験
圧縮強度及び弾性係数 (kgf/cm²)

材齢	圧縮強度		弾性係数(x10 ⁶)	
	4日	28日	4日	28日
高性能	627	877	3.26	3.73
P ₂₋₂	564	731	3.44	3.96

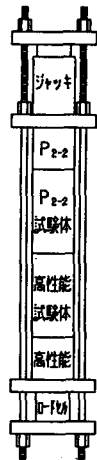


図-2
クリープ
試験装置

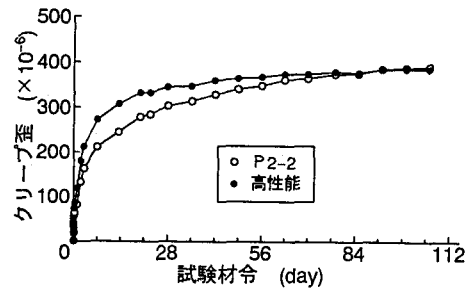


図-3 クリープひずみ経時変化

表-5 クリープひずみ回帰結果

配 合	a	b	相関係数	$\varepsilon_{\infty} (t=\infty)$
P ₂₋₂	2.92×10^{-2}	2.31×10^{-3}	0.993	433×10^{-6}
高性能A型	1.23×10^{-2}	2.49×10^{-3}	0.989	401×10^{-6}