

## 設計基準強度 120N/mm<sup>2</sup> 工場製品用超高強度コンクリートの調査決定

技術本部 技術研究所 小山田哲也  
 技術本部 技術研究所 長井 健雄  
 技術本部 技術研究所 皆川 潤  
 技術本部 開発技術第一部 鈴木 雅博

### 1. はじめに

近年の高層・超高層建築物において品質の安定は必要命題であり、工期短縮、作業安全性の向上および環境負荷の低減などの特長を併せ持つコンクリート工場製品への注目が高まっている。前報<sup>1)</sup>では設計基準強度 63, 70, 80, 100N/mm<sup>2</sup>を満たす超高強度コンクリートのプレキャスト部材への適用を検討し、実機試験により製造が可能であるとの見通しを得た。今後更にコンクリートの高強度化が望まれるため、本研究では、圧縮強度増進に効果の高い高強度の骨材を選定することで、設計基準強度 120N/mm<sup>2</sup>を満たす PCa 部材製造を目的に検討した。

### 2. 試験概要

#### 2.1 使用材料

セメントには、三菱マテリアル社製のシリカフェームセメントを使用した。通常、コンクリートの強度を高めるには、水結合材比を小さくするが、練混ぜの性能や作業性の観点から、この方法には限界があり、品質の確保も難しい。そこで本試験では、強度の高いとの報告がある関東地方の骨材を使用し強度増進を図った。使用骨材を表-1に示す。各岩石の強度は、経験的な判断から、いずれも 100N/mm<sup>2</sup>以上をクリアするものと判断される。また、混和剤にはポリカルボン酸系高性能減水剤および消泡剤を用いた。

#### 2.2 試験方法

本試験では、材料および調合を選定すべく、以下の調査検討を行った。

試験練りの調合を表-2に示す。No.1~10では、セメントペーストの量および調合を同一にし、細骨材および粗骨材を表に示す容量として試験練りを実施し、骨材自体の強度性状を比較できるようにした。この試験から最も圧縮強度の高い骨材を選定し、No.11 および No.12 で再度、調合条件を検討した。圧縮強度は、簡易断熱養生供試体で評価した。試験練りにより決定した調合について、社内J工場にて実機試験を実施した。柱模擬部材を作製し、所定の材齢にてコアを抜き出し、構造体強度を推定した。

### 3. 試験結果および考察

図-1に圧縮強度の試験結果を示す。細骨材と粗骨材の産地を同一にした調合 No.1~4 は、使用する骨材により圧縮強度が大きく異なる。この原因を明らかにするため、調合 No.1~4 について粗骨材吸水率との圧縮強度の関係を検証

表-1 使用骨材

	骨材	岩質	表乾密度 (g/cm <sup>3</sup> )	吸水率 (%)
細骨材	東京都青梅産	硬質砂岩	2.65	0.98
	埼玉県両神産	硬質砂岩	2.68	0.85
	茨城県岩間産	硬質砂岩	2.68	0.95
	栃木県葛生産	石灰岩	2.57	1.60
	静岡県浜岡産	硬質砂岩	2.62	0.78
粗骨材	東京都青梅産	硬質砂岩	2.65	0.42
	埼玉県両神産	硬質砂岩	2.70 (1505) 2.71 (2015)	0.43 0.41
	茨城県岩間産	硬質砂岩	2.71	0.68
	栃木県葛生産	石灰岩	2.76	1.19
	三重県東員産	硬質砂岩	2.64 (1505) 2.64 (2015)	0.67 0.37

表-2 コンクリートの調合

No.	Air (%)	W/C (%)	(kg/m <sup>3</sup> )		(m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	
			W	C	S	G
1~10	2± 1%	16.0	155	969	0.201	0.310
11		16.0	145	906	0.231	0.310
12		14.0	155	1107	0.156	0.310

キーワード：超高強度コンクリート，構造体強度，温度補正值，骨材選定，簡易断熱養生強度

した。結果を図-2に示す。本試験で使用した骨材は、一般に用いられている骨材と比較し、吸水率は非常に小さい。しかし、その中でも吸水率が比較的大きい骨材を使用したコンクリートの圧縮強度は小さくなるのが判る。セメントペースト部分に欠陥の少ない超高強度コンクリートでは、粗骨材内部の空隙から破壊が起きると考えられ、粗骨材の吸水率が小さい範囲でも強度に影響を及ぼす。以上の結果より、吸水率の小さい細・粗骨材を3種類ずつに限定し、組合せの効果を期待してNo.5~10の試験を行った。これまでの試験結果から、設計基準強度120N/mm<sup>2</sup>を満たすコンクリートを得るには、簡易断熱養生供試体の強度は159N/mm<sup>2</sup>が必要である。

しかし、検討したいずれの調合も目標強度には達していない。そこで、更なる強度増進を期待し、調合を再度検討した。骨材には試験の範囲でフレッシュ性状が良く、高強度が望めるNo.9で使用した浜岡産の細骨材と青梅産の骨材を使用することとした。No.11は水和熱の発生の緩和を図った調合、No.12はセメント硬化体の強度増進を狙った調合である。単位水量を小さくした調合No.11では、No.9と比較すれば粘性が高まったが、コンクリートの作業性は悪くは無い。図-1に示す圧縮強度をみれば、いずれの場合も簡易断熱養生供試体の圧縮強度は増進し、目標強度に達している。

フレッシュコンクリートのワーカビリティ、水和熱による温度履歴、経済性などの観点から最も優位となる調合No.11を選定し、実機試験を行った。

図-3に実機試験により採取した供試体の圧縮強度を示す。本試験のコア強度は材齢91日においても強度増進が見られる。このことから、S値は材齢56日における標準養生供試体とコア供試体の強度差 $_{56}S_{56}$ とし、構造体強度は材齢56日の標準養生供試体により管理することとした。

設計基準強度120N/mm<sup>2</sup>調合における圧縮強度の判定結果より、標準偏差を $0.1(Fc+_{56}S_{56})$ と仮定しても、標準養生供試体の圧縮強度 $F_{s56}$ は調合強度以上となり、JASS 5-2003に示す基準を満足している。

#### 4. おわりに

設計基準強度120N/mm<sup>2</sup>の超高強度コンクリートの実用化に関する検討により、以下の結果が得られた。

検討した調合において、良好なワーカビリティが得られ、実機による製造が可能であることが明らかとなった。

設計基準強度120N/mm<sup>2</sup>を満足する超高強度コンクリートを製造するには、吸水率の小さい骨材を選定することが望ましい。

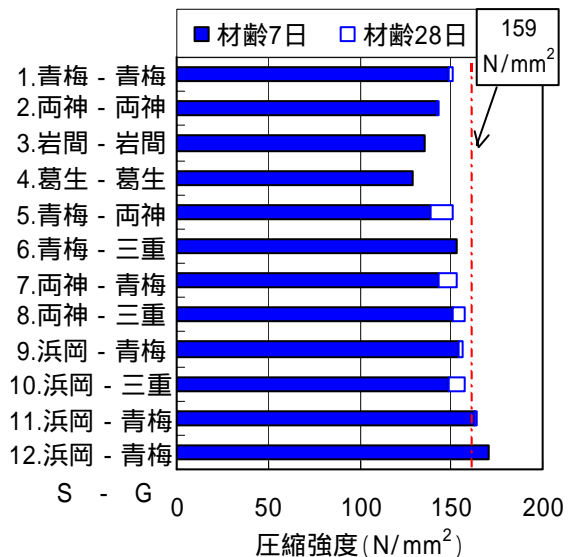


図-1 圧縮強度 (簡易断熱養生)

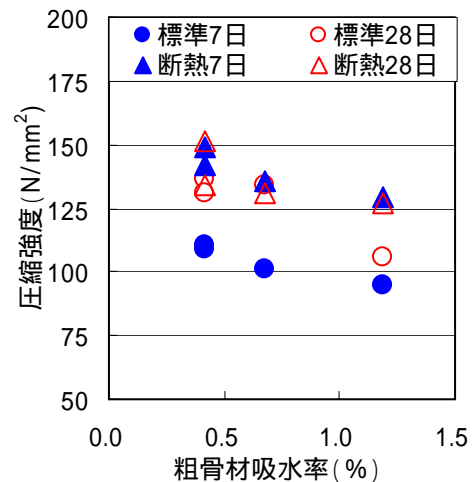


図-2 粗骨材吸水率と圧縮強度の関係

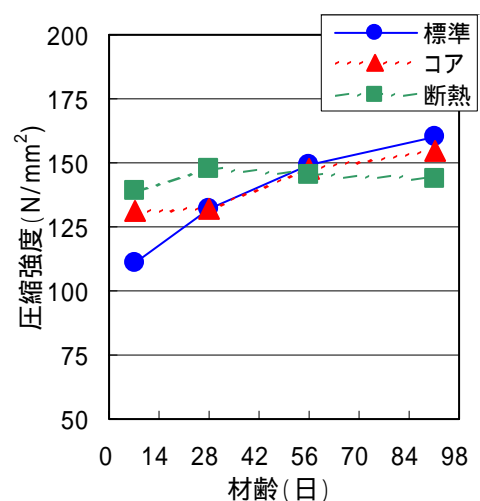


図-3 圧縮強度 (実機試験)