

[2210] 材齢7年を経た高強度コンクリートのコア強度

住友大阪セメント(株)セメント・コンクリート研究所 ○小出貴夫 鈴木康範
東京エスオーシー(株) 金塚美喜男
佐倉エスオーシー(株) 香取恒雄

1. まえがき

近年、大都市部を中心に超高層建築物の建設が盛んに行われ、要求されるコンクリートの設計基準強度は 100N/mm^2 以上に達している。これら高強度コンクリートのフレッシュ性状および短期材齢における物性はこれまで数多く報告されている。しかしながら、長期材齢における高強度コンクリートの物性に関する報告は少ない。本研究では、結合材に低熱ポルトランドセメント（以下LCと略記）およびシリカフュームスラリー¹⁾を用いて実機製造した高強度コンクリートブロック²⁾から材齢7年において採取したコアの圧縮強度について報告する。

2. 実験概要

表1に使用材料を示す。LCはJIS R 5210 適合品（比表面積 $3310\text{ cm}^2/\text{g}$ 、 $\text{C}_2\text{S}=57\%$ ）、シリカフューム（以下SFと略記）はJIS A 6207 適合品（比表面積 $22.5\text{ m}^2/\text{g}$ 、 $\text{SiO}_2=93.0\%$ ）を使用した。SFの混和量は結合材（以下Bと略記）の10%一定とし、レディーミクストコンクリート工場（以下、生コン工場と略記）内に設置されたSFスラリー化システム²⁾を用いて固形分率50%のSFスラリーとして使用した。

表2にコンクリートの調合を示す。水結合材比（以下W/Bと略記）は24%、20%、16%の3水準とし、コンクリートのフレッシュ性状は練上り直後のスランブフロー

が65～75cmとなるように高性能減水剤（以下SPと略記）の量で調整した。SPは練混ぜ水の一部と見なした。

高強度コンクリートの練混ぜは2000年春に千葉県佐倉市内の生コン工場にて行った。ミキサは容量 3 m^3 の二軸強制式を使用し、練混ぜ量を 1.5 m^3 、練混ぜ時間を約4分間とした。練上り後、直ちに温度、スランブフロー、空気量を測定した。供試体は 1 m^3 立方体のブロック試験体および標準養生用の $\phi 100\text{ mm}\times\text{h}200\text{ mm}$ 円柱供試体を作製した。 1 m^3 ブロック試験体の型枠には木製合板を使用し、試験体の上面および底面には厚さ20cmの断熱材を設置した。また熱電対を用いてブロック試験体中心部の温度を計測した。ブロック試験体は材齢7日で脱型し、材齢7年まで千葉県佐倉市内の生コン工場内において暴露した。圧縮強度試験の材齢は、標準養生で3日、7日、28日、56日、91日、365日とし、ブロック試験体のコア供試体で28日、91日、365日、7年とした。

図1にコア（ $\phi 100\text{ mm}$ ）の採取箇所を示す。材齢28日、91日、365日は各2箇所（供試体6本）、材齢7年は6箇所（供試体24本）とした。材齢7年のコア供試体に関しては圧縮強度と同時にヤング係数を測定した。また

●=材齢28日、◎=材齢91日、△=材齢365日、①～⑥=材齢7年

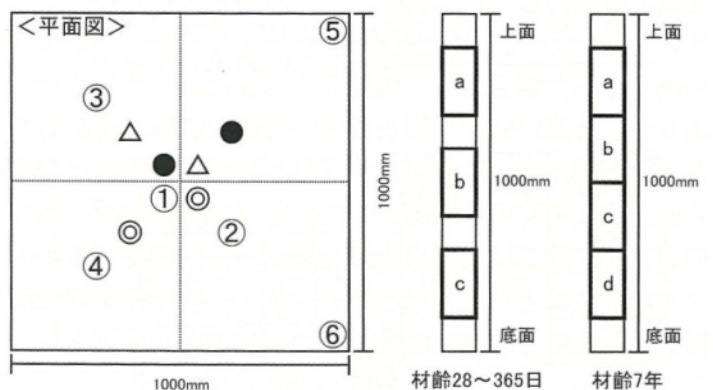


図1 ブロック試験体のコア採取箇所

材料	銘柄および産地
結合材	低熱ポルトランドセメント(密度: 3.24 g/cm^3)
	ノルウェー産シリカフューム(密度: 2.20 g/cm^3)
細骨材	千葉県富津産山砂(表乾密度: 2.58 g/cm^3)
	高知県鳥形山産石灰石砕砂(表乾密度: 2.66 g/cm^3)
粗骨材	茨城県産硬質砂岩砕石2005(表乾密度: 2.65 g/cm^3)
化学混和剤	ポリカルボン酸系高性能減水剤

W/B (%)	s/a (%)	単位量(kg/m^3)					
		水	結合材(B)		細骨材		粗骨材
			LC	SF	山砂	砕砂	
24	51.5	140	526	58	521	356	837
20	48.6	140	630	70	462	317	837
16	43.3	140	787	88	374	255	837

W/B (%)	SP (B×%)	50cmフロー 通過(秒)	スランブフロー (cm)	空気量 (%)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)
24	1.65	5.5	67.0×64.0	2.4	22
20	1.55	6.9	68.5×66.0	2.7	23
16	1.90	8.6	70.0×70.0	1.4	23

表4 圧縮強度およびヤング係数

W/B (%)	標準養生供試体						コア供試体				
	圧縮強度(N/mm ²)						圧縮強度(N/mm ²)				ヤング係数(kN/mm ²)
	3日	7日	28日	56日	91日	365日	28日	91日	365日	7年	7年
24	39.8	78.1	112	134	134	135	98.5	112	118	127	44.8
20	48.6	89.1	137	149	152	160	125	131	141	138	47.7
16	64.3	104	145	162	172	179	140	156	155	148	47.8

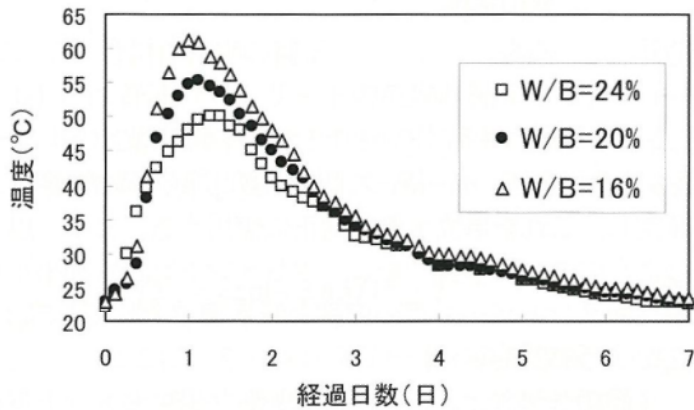


図2 ブロック試験体中心部の温度履歴

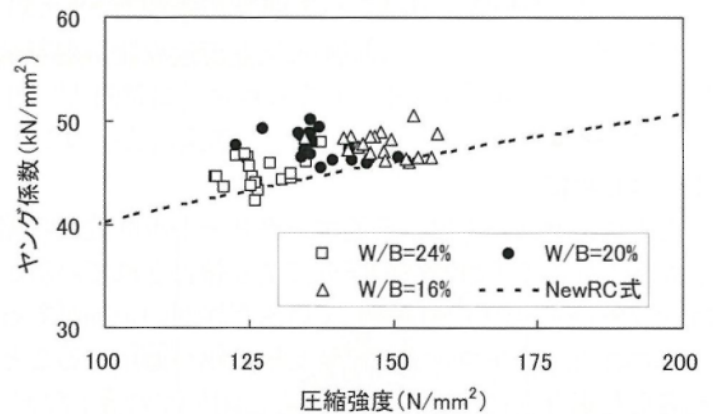


図3 材齢7年のコアの圧縮強度とヤング係数の関係

コア採取の際、フェノールフタレイン溶液を用いてブロック試験体の中性化状況を調べた。

3. 実験結果

表3にコンクリートのフレッシュ性状を、表4に圧縮強度およびヤング係数を示す。図2にブロック試験体中心部の温度履歴を示す。

材齢7年のコアの圧縮強度およびヤング係数は、いずれのW/Bでもコアの採取位置（ブロックの中心部と周辺部および上面と底面）の違いによる差は少なく、材齢7年のコアの圧縮強度の標準偏差は約5~6N/mm²、変動係数は約5%であった。材齢365日と材齢7年のコア強度を比較するとW/B=24%では微増しているが、W/B=20%および16%では頭打ちの傾向にあった。この原因は、W/Bが小さいほどブロック試験体の温度履歴の最高温度（W/B=24%：約50°C、W/B=20%：約55°C、W/B=16%：約61°C）が高かった影響と考えられる³⁾。また材齢7年のコアのヤング係数は、約45~48 kN/mm²で、W/Bが小さくなるのに伴って若干高くなる傾向にあった。

図3に材齢7年のコアの圧縮強度とヤング係数の関係を示す。高強度コンクリートの圧縮強度とヤング係数との関係についてはNewRC式[1]が提案されている⁴⁾。材齢7年のコアの測定結果は、いずれのW/BでもNewRC

式（ $\gamma=2.48$ 、 $k_1=1.0$ 、 $k_2=0.95$ ）よりやや高かった。

ブロック試験体の材齢7年における中性化深さは、いずれのW/Bでも約0.5mm未満であり、ほとんど中性化していなかった。

4. まとめ

- 結合材にLC+SFスラリーを用いて実機製造した高強度コンクリートブロックの材齢7年におけるコアは、コアの採取位置の違いによる圧縮強度およびヤング係数の差は少なかった。
- 材齢365日と材齢7年のコア強度を比較すると、W/B=24%では微増しているが、W/B=20%および16%では圧縮強度は頭打ちの傾向にあった。これはW/Bが小さいほどブロック試験体の温度履歴の最高温度が高かった影響と考えられる。材齢7年のコアのヤング係数は、約45~48 kN/mm²で、W/Bが小さくなるのに伴って若干高くなる傾向にあった。

【参考文献】

- 1) 小出貴夫ほか：150N/mm²級高強度コンクリート用シリカフェームスラリー、セメントコンクリート論文集、No.60、pp.454-461(2006)
- 2) 小林隆芳ほか：高強度レディーミクストコンクリートの実用化について、コンクリート工学年次論文集、Vol.25、No.1、pp.1001-1006(2003)
- 3) 梶田佳寛ほか：高強度コンクリートの構造体中での強度発現性と調合強度、日本建築学会構造系論文集、第537号、pp.12-20(2000)
- 4) 高強度コンクリートの施工指針（案）・同解説、日本建築学会、pp.308-310(2005)

$$E=33.5 \times k_1 \times k_2 \times (\gamma / 2.4)^2 \times (\sigma_B / 60)^{1/3} \quad [1]$$

ここに、E：コンクリートのヤング係数（kN/mm²）

γ ：コンクリートの単位容積質量（t/m³）

σ_B ：コンクリートの圧縮強度（N/mm²）

k_1 ：粗骨材による係数、 k_2 ：混和材による係数