

高強度人工骨材を用いたコンクリートの施工にともなう強度特性

太平洋セメント 正会員 曾根徳明 東洋建設 正会員 吉田貴昭
熊谷組 正会員 佐藤孝一 大林組 フェロー 十河茂幸

1. はじめに

軽量骨材は、セメントマトリックスとの密度差のため、フレッシュコンクリートの打込み時に材料分離を生じ易い。とくに締固め作業時における分離(骨材の浮上)は、仕上げを困難するほか、部材内の強度差を生じさせ、構造上および耐久性上の問題を生ずる場合がある。しかし、最近開発された石炭灰を主原料とする高強度人工骨材¹⁾は、密度がモルタルのそれに近く、分離が生じにくいことが推察される。そこで、生コン工場にて高強度人工骨材コンクリートを製造し、これを現場まで運搬して、ポンプ圧送により壁部材および模擬柱を作製し、コンクリート施工後の試験体の強度分布および強度発現特性について検討した。

2. 実験概要

使用材料および配合を表-1、表-2に示す。高強度人工骨材は絶乾状態で使用した。表-2に示した補助水量とは、打込みまでに吸水すると予測される水量であり、単位水量とは別に加え、単位量には考慮していない。試験体の概要を図-1に示す。壁部材は、幅90cm、厚さ25cm、高さ180cmとした無筋コンクリートである。また、模擬柱は、断面を90×90cmとし、上下に厚さ10cmの断熱材を配した高さ90cmの無筋コンクリートである。

型枠には厚さ12mmの塗装合板を使用し、コンクリートの打込みはブーム付きポンプ車で行った。締固めには内部振動機を用い、壁部材においては高さの半分(90cm)の位置と仕上げ面(180cm)の2段について、それぞれ2箇所を約15秒間、また模擬柱は高さの約半分(45cm)の位置と仕上げ面(90cm)の2段について、それぞれ4箇所を約15秒間締め固めた。脱型は、壁部材が材齢4日で、模擬柱が材齢7日で行った。

コアの抜き取り位置は壁部材では上部、中央部、下部、また、模擬柱では中央部、端部とした。いずれもコア径はφ10cmである(図-1)。コア強度の比較用として、φ10×20cmの円柱供試体を作製し、脱型2日後から所定材齢まで標準、現場水中(約10~25)、現場封緘(約5~30)および気中(20℃, RH60%)にて養生したコンクリートの強度を測定した。

表-1 コンクリートの使用材料

項目	物 性
セメント	普通セメント：密度 3.16g/cm ³ 、比表面積 3320cm ² /g
水(W)	上水道水
細骨材	陸砂(S1)：表乾密度 2.61g/cm ³ 、吸水率 1.92%、FM3.04 砕砂(S2)：表乾密度 2.63g/cm ³ 、吸水率 1.73%、FM2.87 (混合比 1:1のFM 2.96)
粗骨材	FA骨材：最大寸法 20mm、表乾密度 1.85g/cm ³ 、絶乾密度 1.81g/cm ³ 、吸水率：2.23%、実積率：63.0%、FM6.77 砕石2005：表乾密度 2.66g/cm ³ 、吸水率：0.77%、実積率：59.1%、FM6.61
混和剤	高性能AE減水剤[標準型](WRA1)：ポリカルボキシル酸エーテル系 AE減水剤[標準型](WRA2)：リグニルカルボキシル酸塩系 (空気量はAE剤にて微調整)

表-2 コンクリートの配合

配合記号	W/C (%)	目標スラブ厚 [70-] (cm)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					FA骨材の補助水量 (kg/m ³)
				W	C	S	G	WRA(C*%)	
C60-12	60	12	48.4	164	274	893	966*	0.25* ²	-
T40-21	40	21	45.6	165	413	787	649	1.10* ¹	14.2
T30-50	30	50	43.7	165	550	705	628	2.00* ¹	13.7
T25-60	25	60	42.5	165	660	647	605	3.50* ¹	13.2

注) *1: WRA1, *2: WRA2, *: 砕石2005使用

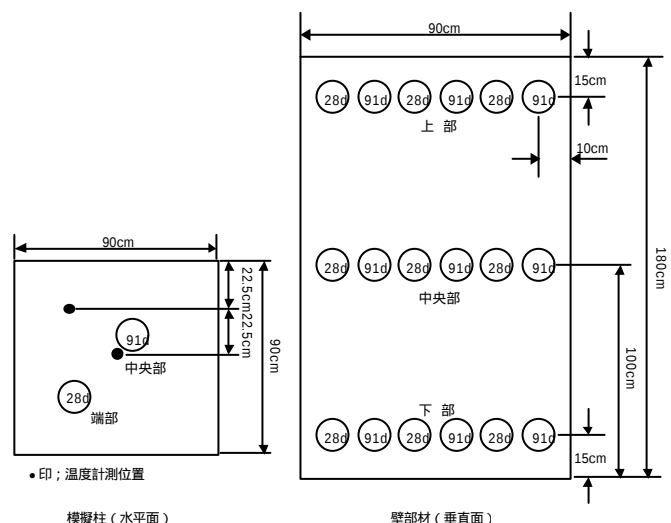


図-1 コアの抜き取り位置

キーワード：高強度人工骨材，強度分布，温度上昇，分離，養生，高強度コンクリート

連絡先：〒101-8357 東京都千代田区西神田 3-8-1，TEL：03(5214)1647，FAX：03(5214)1747

3. 実験結果および考察

(1) 壁部材における強度分布

壁部材の強度分布を図-2に示す。壁部材の上部と下部の強度差は、高強度人工骨材を用いた場合には約20%あり、普通コンクリートより若干大きい。これは、軟練りコンクリートを十分に締め固めたため、骨材が幾分浮上したことに起因すると考えられる。しかし、高流動コンクリートにおいては、上下の強度差は小さく、本骨材は分離抵抗性の高い配合条件のコンクリートで用いることが望ましいと言える。

(2) 模擬柱の温度上昇と強度分布

模擬柱の温度履歴を図-3に、強度分布を図-4に示す。コアの平均強度は材齢91日において、W/C40%で約42N/mm²、W/C30%で約60N/mm²、また、W/C25%で約66N/mm²と、標準養生の材齢28日強度より小さい。長期強度発現は、概ね温度が高いほど小さくなる傾向にあり、この規模の寸法を有する柱部材においては、コンクリートの温度上昇が強度発現に及ぼす影響を考慮することが必要である。

(3) 骨材の分離が仕上げに及ぼす影響

軽量骨材を用いたコンクリートにおいては、一般に骨材の浮上が仕上げを困難にするとされているが、高強度人工骨材コンクリートにおいては、粗骨材の密度がモルタルのそれに近く、特別に仕上げに悪影響は認められなかった。

(4) 養生方法の相違が強度に及ぼす養生の影響

各種養生を行った供試体の強度を図-5に示す。圧縮強度80N/mm²程度までは標準養生を行ったコンクリート強度に対して、現場水中および現場封緘養生の強度は概ね同等であるが、気中養生の強度は約85%程度であり、水分の補給が比較的大きく影響することが認められた。

4. まとめ

石炭灰を主原料とした高強度人工骨材を用いたコンクリートを製造し、打込み時、締固め時の骨材分離性状がコンクリートの強度等に及ぼす影響を調べた。その結果、上下方向で強度の分布を生じたが、分離抵抗性の高い配合を選定すれば強度差は減少することが確認された。なお、マスコンクリートにおいては、温度上昇が長期強度の伸びを阻害するため、これを考慮することが必要であることが確かめられた。

本研究は、(財)石炭利用総合センターの補助事業(被補助者：太平洋セメント)の一部であり、また、「高強度人工骨材コンクリート研究会」(会長：電源開発㈱、顧問：長瀧重義新潟大学教授)の成果を取り纏めたものである。ここに、紙面を借りて謝意を表する。

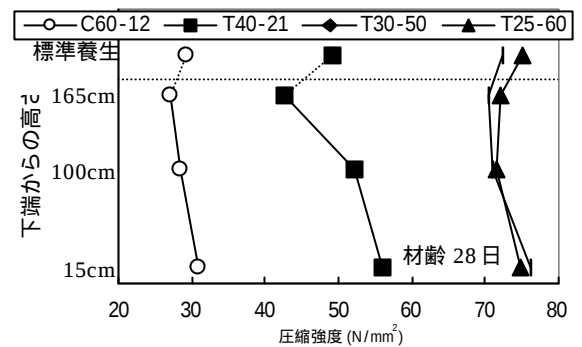


図-2 壁部材の強度分布

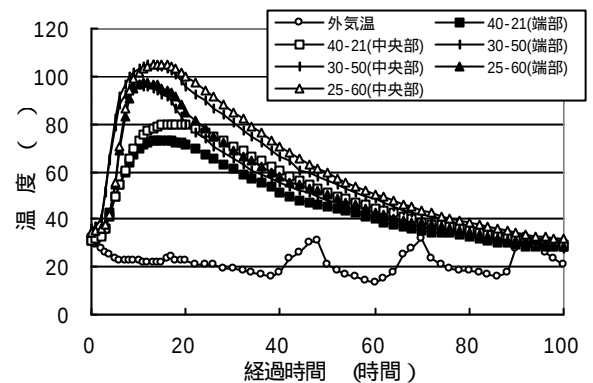


図-3 模擬柱の温度履歴

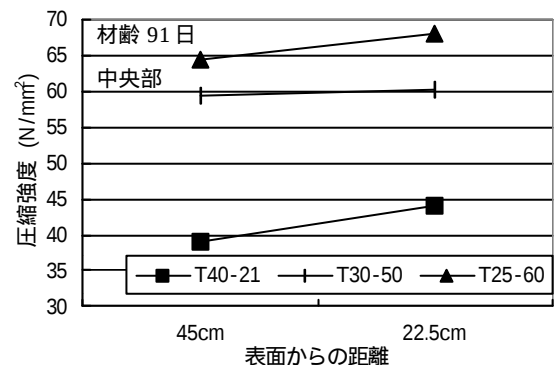


図-4 模擬柱の強度分布

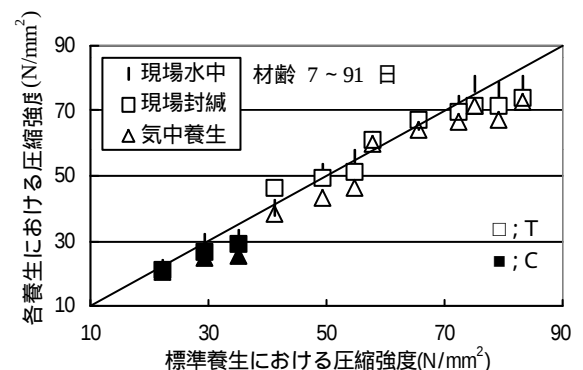


図-5 各種養生における圧縮強度