

速硬性混和材および軽量骨材を用いたコンクリートの基礎性状

太平洋マテリアル（株） 正会員○浜中昭徳 正会員 長塩靖祐 中島裕

1. はじめに

補修・補強工事や緊急施工等、時間的制約のある条件下での速硬性を有するコンクリート（以下、速硬コンクリート）の使用実績が増えており、例えばコンクリート床版の補強工事への適用が挙げられる¹⁾。このような場合には増厚による死荷重増加への配慮が必要であり、高強度化による薄層化のほか、軽量骨材使用によるコンクリートの軽量化も一つの手段である。しかしながら速硬コンクリートと軽量骨材を組み合わせた検討²⁾についてはまだ少ないのが現状である。一方、高吸水性で含水率の高い軽量骨材を用いたコンクリートは粗骨材中の水がペースト部に供給されることにより乾燥初期の収縮速度が低下することが報告されており³⁾、ここにカルシウムアルミネート系材料との組み合せた場合には収縮低減が期待される。

そこで本研究では、速硬性混和材と軽量骨材を用いたコンクリートの強度発現性と乾燥収縮特性について室内試験及び屋外実機試験による基礎的な検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

セメントには普通ポルトランドセメント（C、密度 3.16g/cm^3 ）を、速硬性混和材（AD、密度 2.93g/cm^3 ）にはカルシウムアルミネートを主成分とするもの⁴⁾を、細骨材には千葉県産山砂（S1、表乾密度： 2.57g/cm^3 ）と栃木県産砕砂（S2、表乾密度 2.70g/cm^3 ）を、粗骨材には膨張頁岩を原料とする人工軽量骨材（G、最大寸法 15mm、絶乾密度 1.31g/cm^3 、吸水率 28.0%）を用いた。可使時間の調整にはオキシカルボン酸系の凝結遅延剤（Re）を使用した。

2.2 コンクリート配合

表1に室内試験のコンクリート配合を示す。軽量1種・NのJIS標準配合を基準として配合を組み立てた。速硬性混和材の添加量は粉体量（P、C+AD）の内割30%置換相当とした⁴⁾。W/Pは40.0%、37.5%、35.0%及び32.5%の4水準とした。凝結遅延剤は $P \times 0.6\%$ とした。

表1 室内試験コンクリート配合

W/P (%)	単位量 (kg/m ³)						Re (P×%)
	W	P		S		G	
		C	AD	S1	S2		
40.0%	192	336	144	532	238	441	0.6%
37.5%	182	341	146	538	241	447	0.6%
35.0%	172	345	148	545	244	452	0.6%
32.5%	162	349	150	552	248	458	0.6%

また屋外実機での添加試験（打設時気温10～12℃）は、表1のW/P 37.5%配合で、凝結遅延剤を $P \times 0.4\%$ として60分程度の可使時間を確保して行った。

2.3 試験項目

表2に試験項目及び試験水準を示す。室内試験ではW/Pによるフレッシュ性状と強度発現性を評価し、屋外実機試験では、強度発現性と乾燥条件下（20℃相対湿度60%）における長さ変化（乾燥開始までの養生条件：3水準）を評価した。

表2 試験項目

試験環境	試験項目	備考
室内試験 (20℃)	フレッシュ性状 (スランプフロー, スランプ, 単位容積質量)	
	圧縮強度	材齢24時間まで封かん, その後水中にて養生
屋外 実機試験	圧縮強度	室内試験と同条件; 屋外封蔵養生の2水準
	乾燥環境下での長さ変化 (20℃相対湿度60%)	脱型材齢: 4時間, 24時間 乾燥開始材齢: 脱型直後, 7日 (24時間脱型)

キーワード：速硬性混和材，軽量骨材，圧縮強度，乾燥収縮

連絡先：千葉県佐倉市大作 2-4-2, TEL: 043-498-3921, Fax: 043-498-3925

3. 試験結果および考察

表2にフレッシュ性状試験結果を示す。ポンプ圧送時の軽量骨材の加圧吸水、及び速硬性を考慮し目標スランプフロー40cm以上としたのに対し、W/P 35%以上で目標の流動性が得られた。単位容積質量は2.07~2.09kg/Lであり、コンクリート標準示方書⁵⁾の軽量骨材コンクリート1種の範囲内に収まった。

図1に室内試験における圧縮強度試験結果を示す。何れの水準も材齢6時間までに圧縮強度は20N/mm²を上回った。W/P 35.0%以下では材齢7日以降の強度発現性は大きな差異は認められなかった。強度発現が早いにも関わらず材齢28日まで強度増進が認められた。材齢28日の圧縮強度は何れも50N/mm²以上、W/P 35.0%以下では60N/mm²に達した。速硬性混和材と普通骨材を用いたコンクリート⁴⁾と比較すると、W/P 37.5%時でおおよそ7割程度の結果となった。

図2に実機試験における圧縮強度試験結果を示す。室内試験におけるW/P 37.5%の場合とほぼ同様の強度発現性が得られた。

図3に実機試験における材齢56日までの長さ変化試験結果を示す。脱型時期が材齢4時間、24時間何れの場合も乾燥条件下でも材齢7日まで膨張傾向を示し、その後も大きな収縮は認められなかった。また材齢7日まで水中養生した後乾燥条件下に移動した場合では、材齢28日までさらに膨張が認められた。

4. まとめ

速硬性混和材に軽量骨材を用いたコンクリートのフレッシュ性状、強度発現性、及び乾燥条件下における寸法安定性について検討した。本結果をまとめると以下のとおりである。

- (1) W/P 35%~40%で目標フレッシュ性状であるスランプフロー40cm以上、軽量骨材コンクリート1種の範囲内の単位容積質量、60分程度の可使時間を有する速硬性混和材と軽量骨材を用いた速硬コンクリートが得られた。
- (2) W/P 40%以下で、材齢6時間で20N/mm²以上、材齢28日で50N/mm²以上の高い圧縮強度発現性が得られた。
- (3) W/P 37.5%で行った長さ変化試験では、乾燥条件下でも初期は膨張性を示し、その後の収縮量も非常に小さかった。

【参考文献】

- 1) 例えば番地ほか：膨張性超速硬増厚コンクリートの諸性質に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.29，No.2，pp.805-810，2009
- 2) 河野ほか：超速硬軽量コンクリートを打ち継いだ梁の疲労特性，コンクリート工学年次論文集，Vol.26，No.1，pp.2085-2090，2004
- 3) 例えば河野ほか：人工軽量骨材がコンクリートの乾燥収縮に与える影響，土木学会第54回年次学術講演概要集第5部，pp.306-307，1999
- 4) 北條ほか：速硬性混和材を用いた速硬コンクリートの実用化の検討，セメント技術大会講演要旨，第63回，pp.306-307，2009
- 5) 社団法人土木学会：コンクリート標準示方書「施工編」，2007

表2 室内試験フレッシュ性状

W/P	スランプ (cm)	スランプフロー (cm)	単位容積質量 (kg/L)
40.0%	-	71.0×67.0	2.07
37.5%	25.0	61.0×60.0	2.08
35.0%	23.0	51.0×50.0	2.09
32.5%	18.5	-	2.09

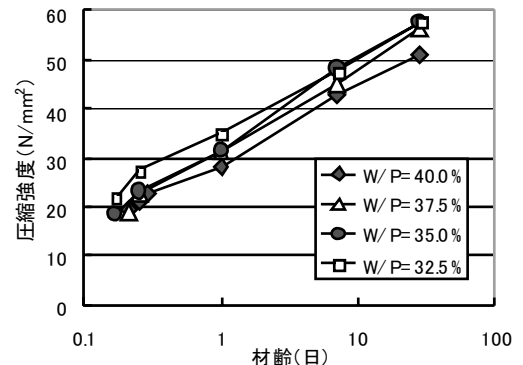


図1 室内試験 材齢と圧縮強度の関係

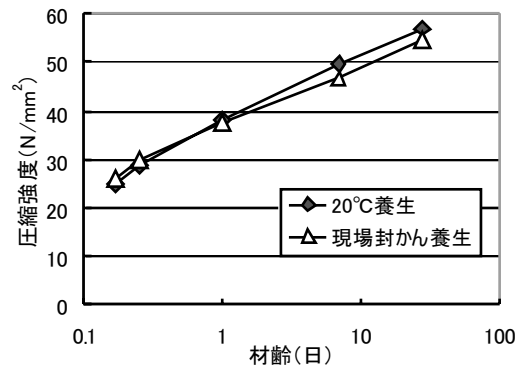


図2 実機試験 材齢と圧縮強度の関係

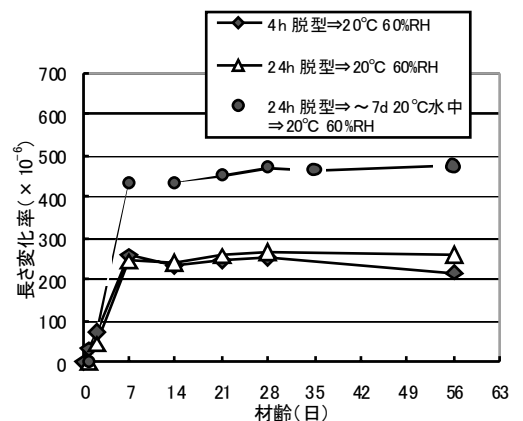


図3 実機試験 材齢と長さ変化率の関係