

速硬性混和材および軽量骨材を用いたコンクリートの 低温環境下における強度発現性

太平洋マテリアル株式会社 正会員○長塩靖祐

同 正会員 浜中昭徳

同 中島 裕

1. はじめに

近年、速硬性を有するコンクリート（以下、速硬コンクリート）は補修・補強工事や緊急施工など、時間的な制約のある条件下において使用されることが増加しており、例えばコンクリート床版への補強工事の適用などが挙げられる¹⁾。このような工事においては夜間施工、また工事の工期や工法などによってはその実施自体が冬期になることなども多々予想される。一般的に速硬コンクリートは、可使時間の確保に凝結遅延剤を使用するため²⁾、夜間や冬期などではその影響を受け、所要の強度確保が難しくなることも考えられる。また速硬コンクリートのコンクリート床版などの適用を考えた場合には、死荷重軽減による耐久性向上などにも必要になると考えられ、その解決策の一つとして軽量骨材を用いた検討例もある³⁾。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についてはまだ少ないのが現状である。

そこで本報告は、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、特に実工事における温度環境下を想定し、低温環境下における強度発現性について基礎的な検討を実施したものである。

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/cm³）を、速硬性混和材（AD，密度：2.93g/cm³）にはカルシウムアルミネートを主成分⁴⁾とするものを使用した。細骨材には千葉県産山砂（S1，表乾密度：2.57g/cm³）と栃木県産砕砂（S2，表乾密度：2.70g/cm³）を、粗骨材には人工軽量骨材（G，最大寸法：15mm，絶乾密度：1.31g/cm³，吸水率：28.0%）を用いた。凝結遅延剤（Re）にはオキシカルボン酸系のものを使用した。

2. 2 コンクリート配合および試験環境条件

表1にコンクリート配合を示す。コンクリート配合はW/Bを37.5%とし⁴⁾，試験環境条件は5℃，10℃および20℃の3水準とした。

表1 コンクリート配合

W/B (%)	目標スランブ フロー(cm)	試験環境 温度(℃)	単位量(kg/m ³)						Re (B)×%
			W	C	AD	S1	S2	G	
37.5	50~60	5	181	337	144	540	243	450	0.3
		10	181	337	144	540	243	450	0.4
		20	182	341	146	538	241	447	0.6

速硬性混和材はセメント

の内割置換とし、その量は30%とした⁴⁾。また、凝結遅延剤添加量は粉体量（B：C+AD）×%とし、その添加量は事前検討を行い、各環境温度下で可使時間が60分程度確保できるものとした。なお、表1に示す配合中のS1およびS2については表乾状態、Gについては絶乾状態の質量を示している。

2. 3 試験項目とその方法

試験項目はフレッシュ性状としてスランブフロー（JIS A 1150 に準拠），単位容積質量（質量法）を，強度性状として圧縮強度試験（JIS A 1108 に準拠）を実施した。圧縮強度の試験材齢は，材齢4，5，6，12 および24 時間，材齢7 および28 日の7 水準とした。材齢24 時間までは各温度環境下で封かん養生を行い，その後は各温度条件下で水中養生を実施した。

キーワード：速硬性混和材，軽量骨材，圧縮強度，積算温度，低温度

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。スランプフローは 50～60cm 程度の範囲にあり、ほぼ目標値が得られる結果にあった。単位容積質量は 2.02～2.08 (kg/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 種の範囲内の結果にあった。

図 1 に圧縮強度試験結果を示す。圧縮強度は材齢 24 時間までと材齢 28 日までとを分けて示している。材齢 24 時間までの圧縮強度は、環境温度 5℃の材齢 4 時間での圧縮強度発現性がやや低いものの、材齢 6 時間を経過すると環境温度によらず圧縮強度は 20N/mm²を越える結果にあった。その後の強度発現性は環境温度の影響を受けており、材齢24時間では20℃環境下で30N/mm²を、5および10℃環境下では25N/mm²を越える結果にあった。材齢 28 日における圧縮強度は、20℃環境下で 55N/mm²程度、10℃環境下で 45N/mm²程度、5℃環境下で 40 N/mm²程度の結果にあった。この結果を速硬性混和材と普通骨材を用いたコンクリートの強度発現性⁴⁾と比較すると、軽量骨材を用いた場合にはおよそ 7 割程度の結果にあった。

図 2 に積算温度と圧縮強度の関係を示す。なお積算温度は、-10℃を基準としている。積算温度 840°・D・D 以下とはなるが、積算温度と圧縮強度の関係は良好な相関関係が認められる傾向にあった。例えば本関係を直線近似した場合⁶⁾には、その相関係数 (R²) は 0.95 (関係式： $\sigma = 6.40 \log M + 7.78$) と高い値が得られ、積算温度から圧縮強度が推定可能であった。本関係を利用することにより、速硬性混和材と軽量骨材を用いたコンクリートを実工事に適用する場合、低温環境下においても所要の可使用時間と圧縮強度の確保ができるものと考えられる。

4. まとめ

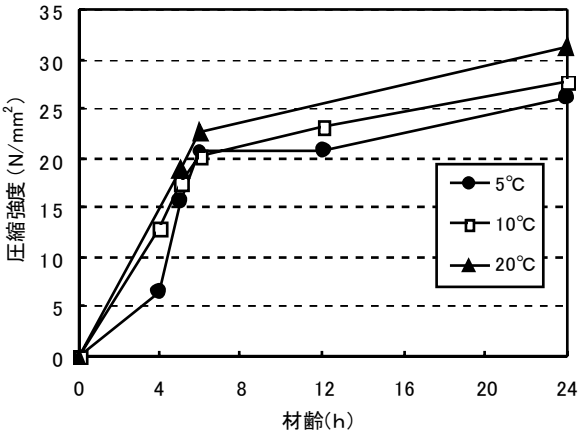
- 本検討結果をまとめると以下の通りである。
- (1)速硬性混和材と軽量骨材を用いたコンクリートのフレッシュ性状は目標スランプフローが得られ、単位容積質量は軽量骨材コンクリート 1 種の範囲内であった。
 - (2)速硬性混和材と軽量骨材を用いたコンクリートの圧縮強度は積算温度から推定可能であった。

【参考文献】

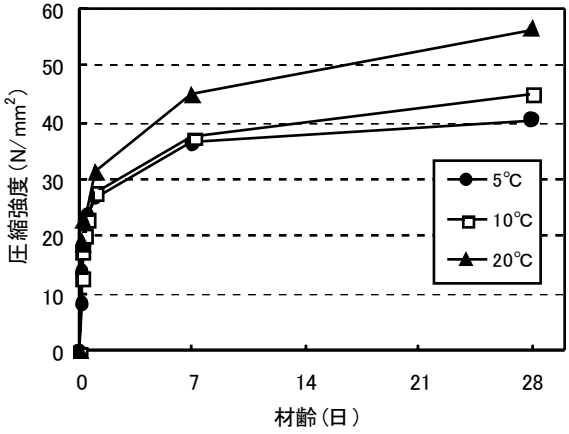
- 1) 例えば番地ほか：膨張性超速硬増厚コンクリートの諸性質に関する研究，コンクリート工学年次論文集，Vol. 29，NO. 2，pp.805-810，2009
- 2) 長谷川ほか：高強度・超速硬グラウトモルタルの基礎物性，コンクリート工学年次論文集，Vol. 26，NO. 1，pp.2085-2090，2004
- 3) 河野ほか：超速硬軽量コンクリートを打ち継いだ梁の疲労特性，コンクリート工学年次論文集，Vol. 26，NO. 1，pp.2085-2090，2004
- 4) 北條ほか：速硬性混和材を用いた速硬コンクリートの実用化の検討，セメント技術大会講演要旨，第 63 回，pp. 306-307，2009
- 5) 社団法人土木学会：コンクリート標準示方書「施工編」，2007
- 6) 例えば岡田ほか：マスコンクリートの基本的特性に関する一考察，セメント技術年報 Vol. 34，pp. 230-233，1980

表 2 フレッシュ性状

環境温度 (℃)	スランプフロー (cm)	単位容積質量 (kg/L)
5	51.0×50.0	2.02
10	52.5×52.0	2.03
20	60.5×60.0	2.08



(a) 材齢 24 時間まで



(b) 材齢 28 日まで

図 1 材齢と圧縮強度の関係

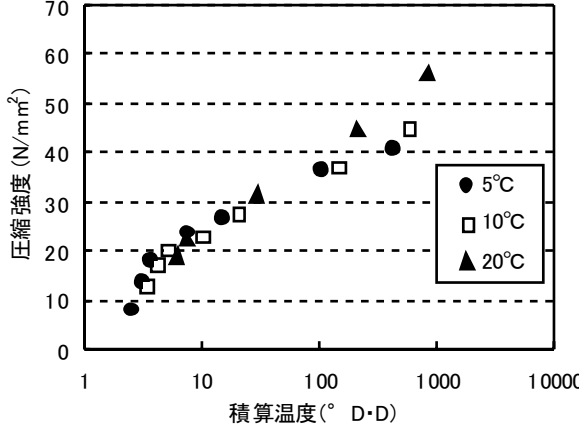


図 2 積算温度と圧縮強度の関係