

超高強度コンクリートの断熱条件下における強度発現性 および自己収縮における実験的研究

○宇都宮大学工学部 学生会員 大学洋幸
宇都宮大学工学部 正会員 藤原浩巳
宇都宮大学工学部 正会員 丸岡正知

1. はじめに

近年におけるコンクリート構造物の高層化等により、 100N/mm^2 超級の超高強度コンクリートの需要は今後一層高まるものと予想される。しかし、このような超高強度コンクリートは、高粉体量に起因する高い水和発熱により、高い温度上昇や大きな自己収縮が問題視されている。本研究では、超高強度コンクリートの初期断熱温度上昇が、強度発現性および自己収縮に与える影響について実験的に検討した。

2. 実験概要

2-1. 使用材料

セメント(C)には普通ポルトランドセメント(密度： 3.16g/cm^3)、細骨材(S)には大月市初狩町産砕砂(密度： 2.63g/cm^3)、粗骨材(G)には大月市初狩町産砕石(密度： 2.63g/cm^3)を使用した。混和剤はポリカルボン酸エーテル系高性能減水剤および AE 剤を使用した。粉体を構成する混和材には、ノルウェー産シリカフューム(SF)(2.24g/cm^3)粉末度レベルの異なる 3 種の高炉スラグ微粉末(BS)(密度： 2.90g/cm^3)ブレン値 4000、6000、8000 を使用した。

2-2. 配合条件

粉体構成比はセメント:シリカフューム:高炉スラグ(質量比)=80:10:10 を基本条件とした。また、ブレン 8000 レベルにおいては粉体構成比 75:10:15 の条件も追加した。それぞれの配合 No.および配合条件を表-1 に示す。各混和剤の添加率は、コンクリートのスランプフローが $600\pm 50\text{mm}$ 、空気量 $2.0\pm 1.0\%$ 程度となるように調整した。

表 - 1 粉体条件・配合条件およびフレッシュ性状

No.	C (%)	SF (%)	BS (%)			単位質量(kg/m^3)				W/C (%)	s/a (%)	スランプ フロー(mm)	50cmフロー 時間(秒)	空気量 (%)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)
			4000	6000	8000	C	W	S	G						
①	80	10	10	-	-	1000	150	318	983	15.0	37.5	620	12.9	1.8	9.4
②	80	10	-	10	-	1000	150	318	983	15.0	37.5	630	9.3	2.1	11.2
③	80	10	-	-	10	1000	150	318	983	15.0	37.5	600	6.3	2.4	14.6
④	75	10	-	-	15	1000	150	318	983	15.0	37.5	600	16.6	1.9	13

2-3. 実験項目

(1)フレッシュ性状

JIS A 1150-2001 に準じてスランプフロー、50cm フロー時間および JIS A 1128-1999 に準じて空気量を測定した。

(2)簡易断熱温度上昇量

図-1 に示すように、厚さ 20cm 発泡ポリスチレン製の簡易断熱槽内に $\phi 10\times 20\text{cm}$ 供試体を型枠打ち込み直後に入れ、供試体中心部の温度を測定した。

(3)圧縮強度

材齢 7 日まで、① 20°C の水中養生、② 60°C の温水養生および③簡易断熱養生の 3 種類の養生を行い、それぞれの圧縮強度を測定した。

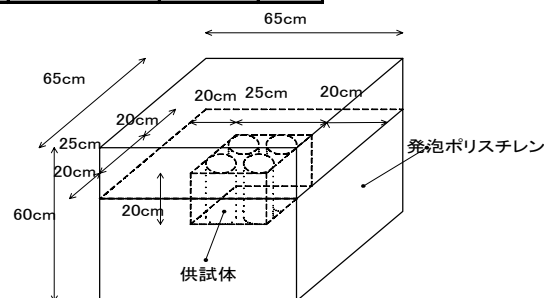


図 - 1 簡易断熱槽

キーワード 超高強度コンクリート 断熱温度上昇 強度発現 自己収縮

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科材料研究室

TEL 028-689-6209 E-mail: mailto:t982825@cc.utsunomiya-u.ac.jp

(4)自己収縮

JCI 1996 に準じて材齢 14 日までの自己収縮(室内温度 20℃)を測定すると共に、平行して簡易断熱槽内に供試体を置き、断熱状態での自己収縮量および温度履歴を測定した。

3. 実験結果および考察

3 - 1 フレッシュ性状

表 - 1 にフレッシュ性状の実験結果を併記する。50cm フロー時間をでは、供試体①、②、③を比較するとスラグのブレン値が大きいほど、コンクリートの粘性が低いことが認められる。したがって一般的に高粘性となる高強度コンクリートにおいては、粉末度の大きい混和材を用いることで、粘性を低減する効果があることがわかった。

3 - 2. 簡易断熱温度上昇

図 - 2 に簡易断熱温度上昇の測定結果を示す。いずれの配合も最高温度は 1 日目に現れ、44～55℃の範囲にあった。

3 - 3. 圧縮強度試験

図 - 3 に材齢 7 日における圧縮強度の測定結果を示す。水中養生、温水養生および断熱養生の違いによる圧縮強度を比較すると、養生温度履歴が高く、マチュリティーが大きいほど高い強度となった。今後、長期的な強度発現性についても検討する必要がある。また、配合間においては大きな差は認められなかった。

次に図 - 4 に材齢 14 日までの自己収縮ひずみ、図 - 5 に断熱自己収縮ひずみの測定結果を示す。なお、断熱状態におけるひずみは温度による膨張を含んだものとなるため、熱膨張係数 α を $10 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ として補正計算を行った。

自己収縮および断熱自己収縮のいずれも、配合による大きな違いは認められなかった。また、断熱自己収縮は、自己収縮に比べ 4 倍以上の収縮量を示した。これは特に初期に高い温度履歴を受け、初期水和が促進されたことによるものと考えられる。したがって、特に大きな断面を有する部材に超高強度コンクリートを適用する場合には、自己収縮に対し、十分な注意が必要と考えられる。

4. まとめ

本研究の結果、次のことがわかった。

- ① 粉末度の高い高炉スラグ微粉末を用いることで、超高強度コンクリートの粘性を下げるができる。
- ② 断熱状態における自己収縮量は、通常の 20℃の環境における収縮量の 4 倍程度となり、特に初期材齢において、著しい収縮が生じる。

参考文献

- 1) 今本啓一ほか：超高強度コンクリートの自己収縮性状に関する研究コンクリート工学年次論文報告書、Vol.18, No.1,1996,pp225～230
- 2) 高野智宏ほか：高温下における高強度コンクリートの変形と劣化挙動、コンクリート工学年次論文報告書、Vol.22, No.2,2000, pp967～972

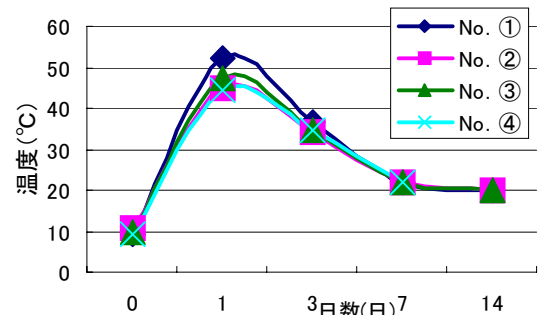


図 - 2 簡易断熱温度上昇測定結果

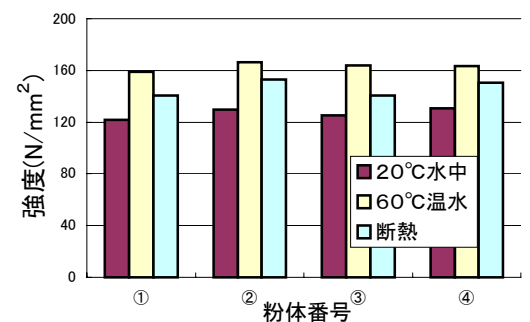


図 - 3 圧縮強度測定結果

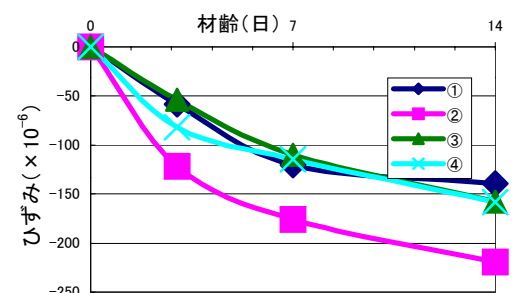


図 - 4 自己収縮の測定結果

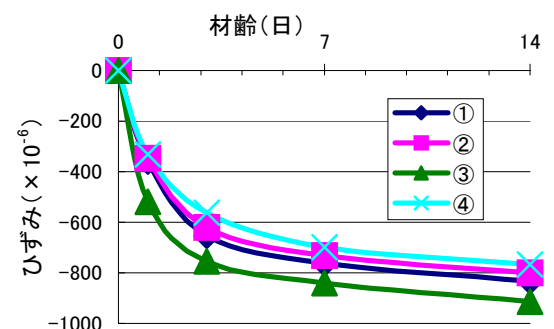


図 - 5 断熱自己収縮の測定結果