

V-112

高性能減水剤を用いた超速硬セメントコンクリートの低温養生条件下での強度発現特性

豊田工業高等専門学校 正員 河野 伊知郎
 豊田工業高等専門学校 正員 中嶋 清実
 小野田ケミコ(株) 正員 湯浅 晃行
 名古屋工業大学 正員 吉田 弥智

1. まえがき

超速硬セメントを寒中コンクリートに使用する場合、高性能減水剤を用いるのが一般的である。しかしながら、高性能減水剤を用いた寒中コンクリートの研究はまだ十分行われていない。したがって、本報告は超速硬コンクリートを若材齢で凍結させることによって凍害の程度を知るとともに、凍害を受けないためには、どの程度の強度を必要とするのかを明らかにしようとしたものである。

2. 実験概要

(1) 使用材料およびコンクリートの配合

使用材料は、セメント：O社製超速硬セメント、粗骨材：静岡県天竜川産の川砂利（比重=2.66、FM=6.76、粗骨材の最大寸法=25mm）、細骨材：岐阜県揖斐川産の粗砂（比重=2.61、FM=3.06）と愛知県木曽川産の細砂（比重=2.58、FM=1.68）を重量比7:3の割合で混合した混合砂、O社製セッターを単位セメント量に対して0.2%添加、高性能減水剤：K社製高性能減水剤（MT-150）をセメント量に対して0.2%添加である。

超速硬コンクリートの配合は試し練りより決定した。所要のスランブを 7.5 ± 1.5 cm、単位セメント量を 350 kg/m^3 とし、スランブ

表-1 コンクリートの配合

試験を行い、同じワーカビリティを得るための単位水量および最適細骨材率を決定した。その配合を表-1に示す。

スラン プの範 囲(cm)	水セメン ト比 W/C(%)	細骨 材率 s/a(%)	単位量(kg/m³)					凝結遅 延剤 (g/m³)	高性能減 水剤 (cc/m³)
			水	セメン ト	細骨材		粗骨材		
					細砂	粗砂			
7.5±1.5	37	45	117	350	196	685	1022	700	7000

(2) 実験方法

供試体には直径10cm、高さ20cmの円柱供試体を使用した。コンクリートの練り混ぜは100%のパンタイプ強制練りミキサーを使用し、練り混ぜ時間は3分間とした。供試体の養生は+20℃の恒温高湿室と恒温槽（温度設定範囲-40℃～+85℃）を使用した。また、積算温度を計算する場合、供試体の受ける正確な温度履歴を知る必要がある。本実験においては供試体の中心部に熱電体を埋め込み、供試体の内部温度も測定した。

実験Ⅰは、供試体を若材齢時に-20、-10、-5℃で凍結させた後、そのまま凍結を継続させる実験である。まず、供試体を打設してから+20℃の恒温恒湿室で所定の凍結直前強度（コンクリートの内部温度が0℃の時の圧縮強度）を得るために保管時間を変えて保管し、その後、型枠のまま-20℃の恒温槽に移した。型枠は所定の凍結直前強度になった時点で脱型した。供試体の養生条件は供試体が水接するように水を満たした医療用水枕に入れるものと、水接しないようにビニール袋で封緘するものの2種類で行った。この時の水は+4℃程度の水を使用した。そして、恒温槽で所定の材齢になるまで凍結状態で保管した。所定の材齢に達したとき、恒温槽から供試体を取り出し、+20℃の恒温水槽に水枕およびビニール袋のまま1時間程度つけ、水枕中の水および供試体内部の水を完全に融解させた。融解後、直ちにイオウキャッピングを行い、圧縮強度試験を行った。

実験Ⅱは、供試体を若材齢に-20、-10、-5℃で24時間凍結させ、以後+4℃の低温で水中養生を行い、どの程度強度が回復するのかを明らかにする実験である。この実験の養生も実験Ⅰと同様、供試体の氷を融解させる際、直接水と接触させる場合と、ビニール袋で封緘する場合の実験を行った。

3. 結果および考察

図-1, 2は凍結を継続した場合の圧縮強度と積算温度の関係である。図-1が水接養生の場合であり、図-2が封緘養生の場合である。これらの図を比較することにより、同程度の凍結直前強度であっても、水接養生と封緘養生では強度に大きな差があることがわかる。水接養生において強度が低いのは、初期の強度発現過程で水と接触することにより、わずかなカルシウムフルオロアルミネート($C_{11}A_7CaF_2$)の水和増進でも微細な水和物の水隙空間の領域にエトリンガイトを生成し、その膨張圧のために強度阻害を受けるからである。

図-3, 4は初期材齢で24時間凍結させ、以後4℃養生を行った場合の圧縮強度と積算温度の関係である。図-3が水接養生の場合であり、図-4が封緘養生の場合である。これらの図を比較すると、水接養生を行った場合には凍結直前強度が200kgf/cm²以上でなければ、その後の強度発現が期待できないことがわかる。一方、封緘養生の場合には、あまり初期凍害の影響を受けずに強度が発現していることがわかる。

図-5, 6は標準養生強度に対するそれぞれの養生方法の材齢28日の圧縮強度割合と凍結直前強度の関係である。図-5が水接養生の場合であり、図-6が封緘養生の場合である。これらの図より水接養生の場合は凍結直前強度に大きく左右され、封緘養生の場合は凍結直前強度にあまり影響されないことがわかる。また、凍結直前強度100kgf/cm²程度で比較すると、水接養生の場合はいずれの養生温度、養生方法であっても凍害の影響を大きく受け、標準養生強度の30%以下の強度しか発現していない。これに対し、封緘養生の場合は-20℃の連続凍結を除いては、標準養生強度の80%以上の強度が発現している。

このことから、寒中工事に超速硬セメントコンクリートを使用し、凍結してしまった場合のクラックの防止対策としてはビニールシート等を使用して水との接触をさけることである。

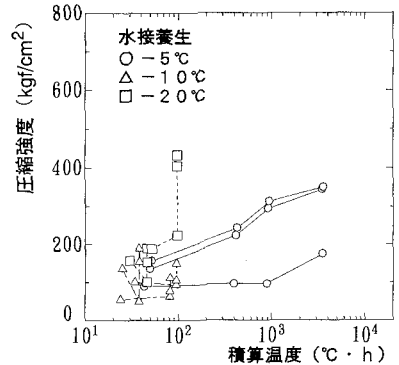


図-1 圧縮強度と積算温度の関係

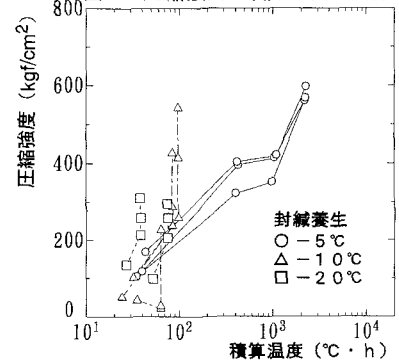


図-2 圧縮強度と積算温度の関係

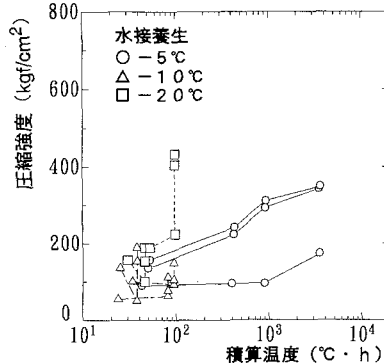


図-3 圧縮強度と積算温度の関係

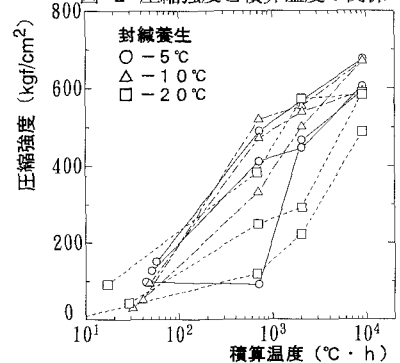


図-4 圧縮強度と積算温度の関係

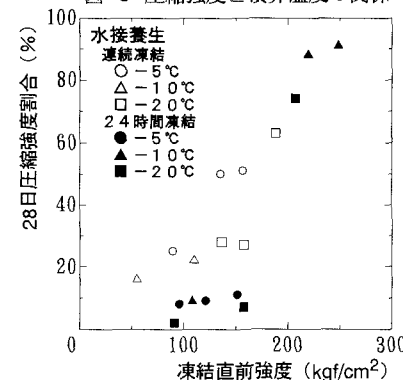


図-5 圧縮強度割合と凍結直前強度関係

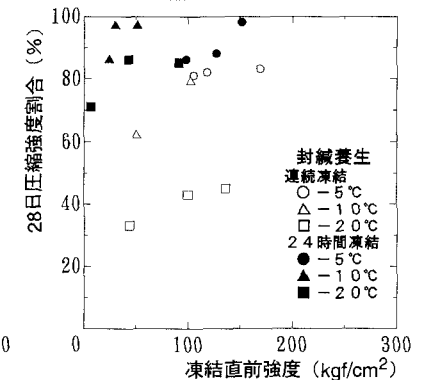


図-6 圧縮強度割合と凍結直前強度関係