

V-78 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 中嶋 清実
名古屋工業大学 正員 吉田 弥智

1. はじめに

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一歩行われていない。したがって、本報告は高性能減水剤を用いた超速硬セメントコンクリートが、低温養生条件下で、どのような強度発現性状を示すか明らかにしようとしたものである。比較のため普通コンクリートも使用した。また、超速硬コンクリートを初期材令で凍結させ、水と接触させて融解させた場合には、供試体表面にクラックが発生し、著しく強度阻害を受けるが、その原因を明らかにし、さらにクラックの防止対策について検討したものである。

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：超速硬セメントおよび普通ポルトランドセメント、粗骨材：静岡県天竜川産の川砂利(比重=2.66, FM=6.76)、細骨材：岐阜県揖斐川産の粗砂(比重=2.61, FM=3.06)と愛知県木曾川産の細砂(比重=2.58, FM=1.68)を重量比3.45:1の混合砂として使用、専用凝結遅延剤：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2%添加、である。

超速硬コンクリートおよび普通コンクリートの配合は試し練りより求めた。所要のスランブを7.5±1.5cm、単位セメント量を350kg/m³とし、スランブ試験を行ない、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。表-1のコンクリートの種類で用いた記号は、JRC：超速硬セメントに高性能減水剤を用いたコンクリート、ORC：普通セメントに高性能減水剤を用いたコンクリート、である。

(2) 実験方法、供試体は直径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100ℓのパンタイプ強制練りミキサーを使用し、練り混ぜ時間を3分間とした。供試体の養生は、20℃の標準養生のみ恒温恒湿室を使用し、-20℃に関しては恒温槽(タバイ社製、内容積408ℓ、温度調節精度±0.3℃、温度範囲-40℃～+85℃)を使用した。また、積算温度を計算する場合には、供試体のう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対を埋め込み、供試体の内部温度を測定した。

実験1は、若材令に-20℃で凍結させ、そのまま凍結を継続させる場合の実験である。コンクリートを打設してから供試体を+20℃の恒温恒湿室に保管し、保管時間を変えて、目標の凍結直前強度になるまで時間が経過した後、型枠のまま-20℃の恒温槽に移した。念のために水分が蒸発しないように型枠の上部をビニール袋で封かんした。目標の凍結直前強度は10～250kgf/cm²とした。材令1日以上のもものは、材令1日で脱型し、医療用水枕に供試体を入れ、水を満した。この時の水は+4℃程度の水を使用した。そして、恒温槽まで所定材令まで保管した。所定材令に恒温槽から取り出

表-1 コンクリートの配合

コンクリートの種類	スランブの範囲(cm)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					凝 結 遅 延 剤 (g/m ³)	高性能減水剤 (cc/m ³)
				水 W	セメント C	細骨材		粗骨材 G		
						細砂 S1	粗砂 S2			
JRC	7.5 ± 1.5	33	45	117	350	196	685	1022	700	7000
ORC	7.5 ± 1.5	37	41	128	350	177	619	1087	-	7000

し、20℃の恒温水槽に水枕のまま1時間程度つけ、水枕の氷および供試体内部の氷を完全に融解させた。融解後の供試体については直ちにイオウキャッピングを行ない、圧縮強度試験を行った。

実験Ⅱは、若材令に-20℃で24時間凍結させ、以後+4℃の低温で水中養生を行なう実験である。実験Ⅱでは目標の凍結直前強度を30~250kgf/cm²として回復強度を求めた。実験方法は実験Ⅰに準ずる。

3. 結果および考察

図-1は若材令に-20℃で凍結をうけた高性能減水剤使用コンクリートの強度と積算温度の関係を示す。この図からわかるように、超速硬コンクリートの強度発現性状は、凍結直前強度が100kgf/cm²程度であっても、その後の強度の伸びは期待できない。それにひきかえ、普通コンクリートの場合には15kgf/cm²程度であっても、その後の強度の伸びが期待できる。この理由は、超速硬セメントと普通セメントの水和形態が異なるためであり、超速硬コンクリートの初期強度はエトリンガイトが受け持ち、急激に水和が進むと、その膨張圧のためにひびわれが入ってしまうからである。

図-2は若材令に-20℃で24時間凍結、以後+4℃で水中養生された高性能減水剤使用コンクリートの強度回復性状である。超速硬コンクリートの場合、凍結直前強度が100kgf/cm²程度であってもエトリンガイトによるクラックのため、強度の回復が期待できない。それにひきかえ、普通コンクリートの場合には25kgf/cm²程度であっても、その後の強度の回復が期待できる。

図-3は実験ⅠおよびⅡを用いて行った凍結直前強度と材令28日における圧縮強度の伸びである。この実験はクラックの防止対策を検討するために行ったものである。この図より凍結を解く時に、供試体を水と接触させる場合と、ビニール袋で封かんして融解させる場合には大きな差があることがわかる。

これらのことから、超速硬コンクリートが硬化初期に凍結を受けた場合には、コンクリートが水と直接接触しない養生を心がけるべきである。さらに、凍結直前強度が高ければ凍結をうけても標準養生と大差のない強度を得ることができるとわかった。

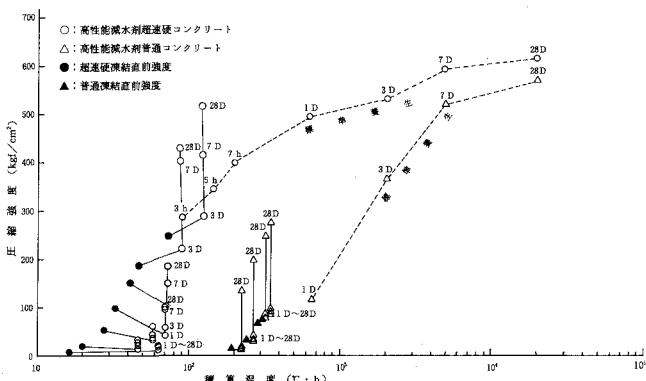


図-1 若材令に-20℃凍結をうけた高性能減水剤使用コンクリートの強度と積算温度の関係

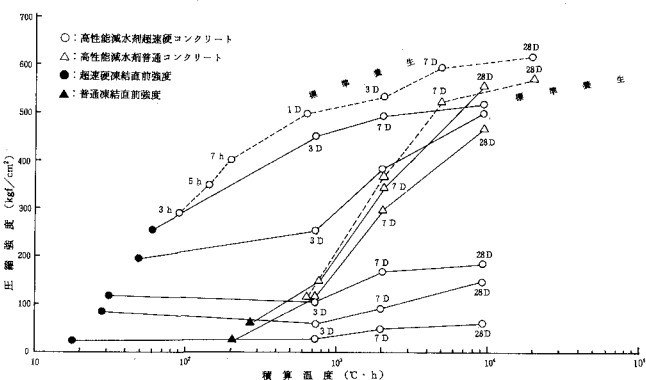


図-2 若材令に-20℃で24時間凍結、以後+4℃水中養生された高性能減水剤使用コンクリートの強度回復性状

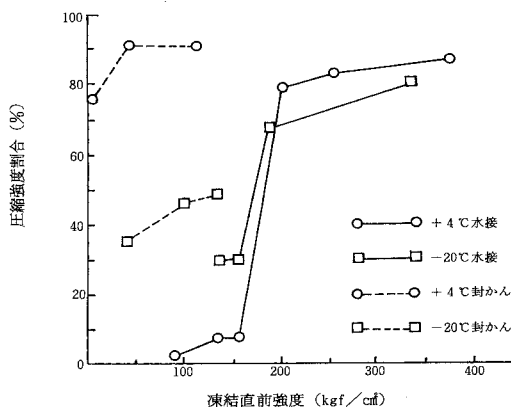


図-3 凍結直前強度と強度の伸び