

V-51

急硬性コンクリートの特性に及ぼす各種要因の影響

日本国土開発㈱ 正会員○田中 正和
 ㈱大林組 菅山 真
 ハザマ 正会員 横内 静二

1. はじめに

近年、トンネル施工において新しい一次覆工工法やNATMに替わる先受け工法が注目されており、これらの工法に使用するコンクリートは、その施工性を満足するために特殊な性能を要求される場合が多い。

本研究は、所定の時間、流動性を保持し、かつ、早期の強度発現性を有するコンクリートの開発を目的として、急硬材と凝結調整剤を使用したコンクリート（以下、ベースコンクリートと記す）に急結剤を後添加して製造する急硬性コンクリートを取り上げ、混和材料の使用量、種類、温度等の要因がその特性に及ぼす影響について検討を行ったものである。

2. 実験概要

実験の因子と水準を表-1に、使用材料を表-2に、ベースコンクリートの配合を表-3に示す。コンクリートの練りまぜには、パン型強制練りミキサ（容量55ℓ）を使用し、練りまぜ量は30ℓ/㎡とした。急硬性コンクリートは、ベースコンクリートを練り上げ、急結剤を加えた後、再度練りまぜて製造した。急結剤添加後の攪拌時間は15秒間とした。コンクリートの試験として、フレッシュ時のスランプ試験（JIS A 1101）および硬化時の圧縮強度試験（JIS A 1108）を行った。なお、供試体（φ10×20cm）の作成方法は、ベースコンクリートについてはJISに準拠したが、急硬性コンクリートについては、1層に詰め、棒型振動機を用いて締固めた。

3. 実験結果および考察

3. 1 ベースコンクリートの特性に及ぼす各種要因の影響

図-1に急硬材量を一定として、凝結調整剤量を変化させた場合のスランプの経時変化を示す。凝結調整剤の増量とともに所定のスランプを保持する時間は長くなる傾向を示す。

図-2に急硬材量および凝結調整剤量を一定として、温度を変化させた場合のスランプの経時変化を示す。25℃および30℃の場合は、ともにほぼ同様な傾向を示すが、20℃に比べてスランプの保持時間がかなり短くなるのが認められる。

これらの結果から、ベースコン

表-1 実験の因子と水準

因子	水準
セメントの種類	A, B
凝結調整剤量*	0.4, 0.6, 0.8(%)
急結剤量**	5, 7, 9(%)
温度	20, 25, 30℃

*凝結調整剤量：単位結合材量×%（外割り）
 **急結剤量：単位結合材量×%（外割り）

表-2 使用材料

使用材料	種類	基本物性
セメント	普通ポルトランドセメント A	比重3.16
	普通ポルトランドセメント B	比重3.16
細骨材	混合砂（相模川水系川砂70% 市原産山砂 30%）	比重2.55 吸水率2.45 FM2.78
粗骨材	津久井郡城山産砕石	最大寸法20mm 比重2.64 吸水率0.99 FM6.74
混和材	急硬材	カルシウムサルホルミンネート系化合物 比重2.90
	AE剤	度化水素スルホン酸 比重1.05
混和剤	凝結調整剤	有機酸・アルカリ炭酸塩 比重2.90
	急結剤	無機塩系 比重1.47

表-3 配合表

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	水結合材比** (%)	細骨材率 (%)	単 位 量 (kg/m³)						
					水	セメント	急硬材*	細骨材	粗骨材	凝 結調整剤	A E 剤
20	20±2.5	4±1	48.2	45.0	194	350	52.5	732	924	1.61 3.22	0.0805

*急硬材＝単位セメント量×15%（外割り）
 **結合材＝セメント＋急硬材

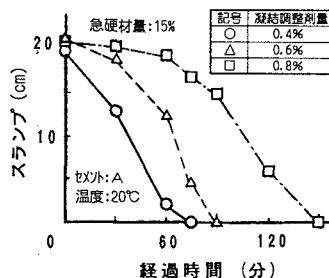


図-1 スランプの経時変化

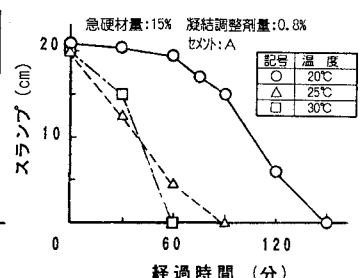


図-2 スランプの経時変化

リートのスランプの保持時間は、凝結調整剤の使用量により調整することが可能となるが、温度による影響が顕著となるため、十分な考慮が必要となる。

3. 2 急硬性コンクリートの特性に及ぼす各種要因の影響

凝結調整剤量を一定として、急結剤量を変化させた場合のスランプおよび初期圧縮強度の経時変化を図-3および図-4に示す。

図-3から、スランプが0cmになるまでの時間（以下、自立時間と記す）については急結剤添加量7%と9%の両者に大きな差はみられないが、スランプロスが始まる時間に差が認められる。

また図-4から、材令5～10分程度の極初期の圧縮強度は、急結剤の増量に伴い、増加する傾向を示すことが分かる。これらの結果から、急結剤の添加量を調整することにより、急硬性コンクリートの強度発現性を制御することがある程度可能であると考えられる。

図-5に急結剤量を一定として、凝結調整剤量を変化させた場合のスランプの経時変化を示す。自立時間は凝結調整剤の増量とともに長くなり、しかもその遅延傾向は凝結調整剤の増量とともに顕著になる。

図-6に凝結調整剤量および急結剤量を一定として、使用セメントの銘柄を変えた場合のスランプの経時変化を示す。同図からセメントの銘柄が異なると急結剤量が同一であっても、スランプの変化は異なることが分かる。これは急結剤とセメントの相性¹⁾によるものと考えられる。

図-7にベースコンクリートおよび急硬性コンクリートの圧縮強度の経時変化を示す。両者の圧縮強度は材令3日前後で200kgf/cm²以上となり、急硬性コンクリートについては、材令4時間で50kgf/cm²以上、材令28日で300kgf/cm²以上の値を示した。

4. まとめ

本研究の結果、①急硬材、凝結調整剤および急結剤の3種類の混和材料を併用し、これらの添加量を調整することで所定の時間、流動性を保持し、かつ、早期の強度発現性を有するコンクリートの製造が可能なこと、②急硬性コンクリートの特性は、セメントの銘柄の影響を受けること、③急硬性コンクリートの圧縮強度は、材令4時間で50kgf/cm²以上、材令28日で300kgf/cm²以上の値を示すこと、などが明らかとなった。

なお、本研究はNew PLS工法研究会（（社）日本建設機械化協会 建設機械化研究所、（株）大林組、五洋建設（株）、東急建設（株）、日本国土開発（株）、ハザマ、（株）三井三池製作所）の研究活動の一環として実施したものである。関係者各位に感謝の意を表する。

〔参考文献〕 1) 能町宏・岡沢智・吉口茂樹：吹付けコンクリート用急結剤がセメントの発熱速度に及ぼす影響について、日曹マスタービルダーズ研究所報、NO.4, pp.54-62, 1981

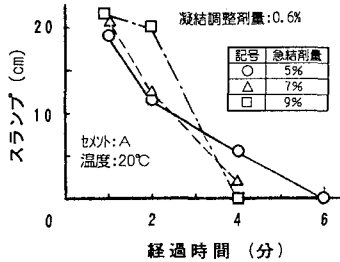


図-3 スランプの経時変化

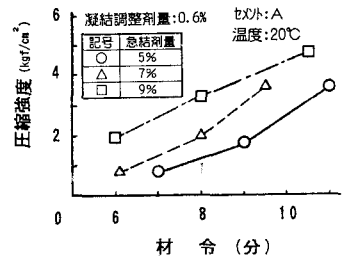


図-4 圧縮強度の経時変化

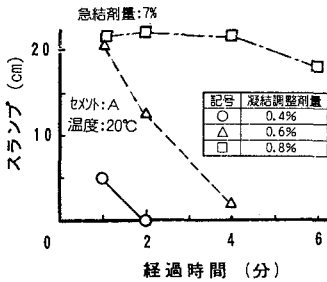


図-5 スランプの経時変化

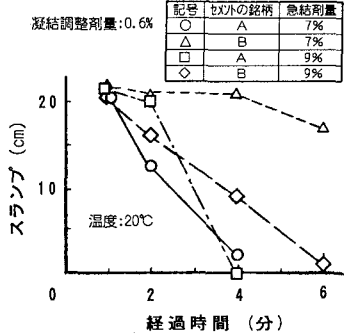


図-6 スランプの経時変化

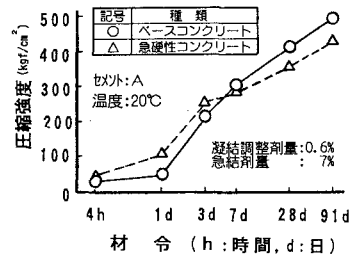


図-7 圧縮強度の経時変化