

V-113

遅延剤と促進剤を添加したコンクリートの性状

東京工業大学大学院 学生会員 番匠谷 英司

藤沢薬品工業（株） 正会員 竹内 徹

東京工業大学工学部 正会員 長瀧 重義

東京工業大学工学部 正会員 大即 信明

1. はじめに

近年のコンクリート施工技術の発展により、次なるステップとしてコンクリートの凝結時間を制御することに目が向けられつつある。最近、凝結遅延剤（以後、遅延剤と略す）を添加することによってコンクリートの凝結を数日以上遅延させることが可能との報告¹⁾があり、現在実用化されている各種工法²⁾に加え、さらに新たな展開が期待される³⁾。しかし、使用材料や環境温度、遅延剤の添加率等によって凝結時間が大きく左右されるため、遅延剤単独によって凝結時間を精度良く制御することは難しいものと考えられる。そこで、本研究では遅延剤を添加したコンクリートに硬化促進剤（以後、促進剤と略す）を後添加することにより、凝結時間の制御が可能かどうかの検討を行うとともに、コンクリートの硬化性状（圧縮強度・凍結融解抵抗性）についても検討を加えた。

2. 実験概要

表-1に使用材料ならびにコンクリートの配合、表-2に検討パターンを示す。ミキサは100ℓパン型強制練りミキサを用い、5秒間空練りを行った後注水し、90秒間練混ぜを行った。また、遅延剤やAE減水剤（0.2%/C添加）は単位水量の一部とした。練混ぜ直後のスランプ（目標18±2.5（cm））・空気量（目標4.5±1.0（%））を測定した後、二重にしたポリエチレン袋にコンクリートを入れて密封し、所定の促進剤添加時期になるまで20±2℃の実験室内に静置した。促進剤添加時には保存しておいたコンクリートを練り板上で均一になるまで練返しを行い、スランプ・空気量を測定した後ミキサに戻し、所定の促進剤を添加した後30秒間および5分間静止後再び30秒間撹拌を行い、十分均一化させた。

3. 実験結果および考察

3.1 コンクリートのフレッシュ性状

図-1に促進剤添加時期の違いによるスランプの経時変化を示す。練混ぜ直後からスランプは急激に低下するが、所定の時期に促進剤を添加することによってスランプが6～9 cm増大した。これは使用した促進剤自身の効果と使用した促進剤が4水和物（ $\text{Ca}(\text{SCN})_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ）であり、W/Cが微増したため（1.2%）と考えられる。

3.2 コンクリートの凝結時間

図-2に促進剤添加時期が異なる場合の凝結時間を示す。これより、所定の時期に促進剤を添加することによって、遅延剤の添加率にかかわらず遅延剤単独添加の場合より凝結時間を短縮することが可能である。また、促進剤の添加率が0.0～5.0（%/C）と変化した図-3の場合、促進剤の添加率が高いほど凝結時間が短くなっている。以上から、長時間

W/C (%)	S/a (%)	単位量 (Kg/m³)			
		W	C	S	G
58.0	49.0	174	300	915	997

セメント～普通ポルトランドセメント（比重3.16）
 細骨材～大井川産川砂（比重2.62 吸水率1.38 F.M 2.70）
 粗骨材～青梅産砕石（比重2.73 吸水率0.56 F.M 2.73）
 AE減水剤～オキシカルボン酸塩系
 凝結遅延剤～オキシカルボン酸塩系
 AE剤～ポリオキシエチレンアルキルエーテル
 硬化促進剤～Ca(SCN)₂（チオシアン酸カルシウム）

表-1. コンクリートの配合

表-2. 本研究の検討パターン

No.	遅延剤 添加率	促進剤	
		添加時期	添加率
●	0.0 %/C	—	—
○	0.5 %/C	1日後	3.0 %/C
▲	0.8 %/C	—	—
■	0.8 %/C	3日後	0.0 %/C
▽			1.0 %/C
□			3.0 %/C
◇			5.0 %/C
△	1.2 %/C	5日後	3.0 %/C

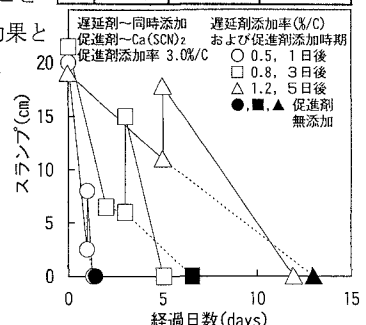


図-1. スランプの経時変化

凝結遅延するコンクリートに対しても、促進剤の添加率・添加時期を選ぶことによって、凝結時間を遅延剤単独添加の場合よりも短縮できることがわかった。しかし、使用材料や温度の影響、促進剤の種類等により促進効果は各々異なると考えられ、精度の高い凝結時間の制御を行うためには今後さらに検討が必要である。

3.3 コンクリートの硬化性状

①圧縮強度特性

図4～5に圧縮強度特性を示す。これより、長期強度は遅延剤の添加率、促進剤の添加率や添加時期によらず凝結遅延している時間によって決まり、また、凝結遅延している時間が長いほど強度発現は遅いものの、長期材齢においては遅延剤および促進剤無添加のそれと比較して同等もしくはそれ以上になっていることがわかる。これは、遅延剤単独での強度性状と同じ傾向である¹⁾。

②凍結融解抵抗性

図6～7に凍結融解試験の結果を示す。空気量が多くとも促進剤の添加率が高いほど、相対動弾性係数は急激に低下しており、一方、AE減水剤のみ添加した場合や遅延剤単独添加の場合は、空気量が少なくても相対動弾性係数はほとんど低下していない。この原因は本研究で使用した促進剤が水和過程や気泡組織に影響を及ぼしたものと考えられ、今後、促進剤添加および遅延剤・促進剤併用添加における水和反応性について検討する必要がある。

4. まとめ

- ①凝結遅延させたコンクリートに促進剤を所定の時期に後添加することによって、遅延剤単独添加の場合より凝結時間を短縮できることから、凝結時間制御の可能性を十分有している。
- ②遅延剤の添加率や促進剤の添加率・添加時期によらず、凝結遅延している時間が長いほど長期強度は大きくなっていることから、遅延剤や促進剤の添加による長期材齢への影響はない。
- ③本研究で使用した促進剤の場合、凍結融解試験では遅延剤単独添加に比べて十分な空気量を有していても、促進剤の添加率が高いほど抵抗性が低い。今後、原因の究明および新たな促進剤の開発が期待される。

参考文献 1) 竹内, 坂本ほか, 長時間凝結遅延させたコンクリートの性状, 土木学会第49回年次学術講演集, pp. 389～390, 1994

2) 伊藤, 田中, 超遅延剤の応用, セメント・コンクリート, No. 471, pp. 31～37, 1986

3) 公開特許公報, もどりコンクリートの再生, 特開平5-17266, 1993

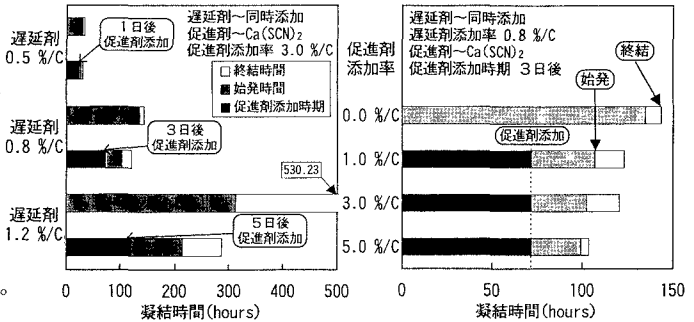


図2～3. 促進剤の添加時期・添加率が凝結時間に及ぼす影響

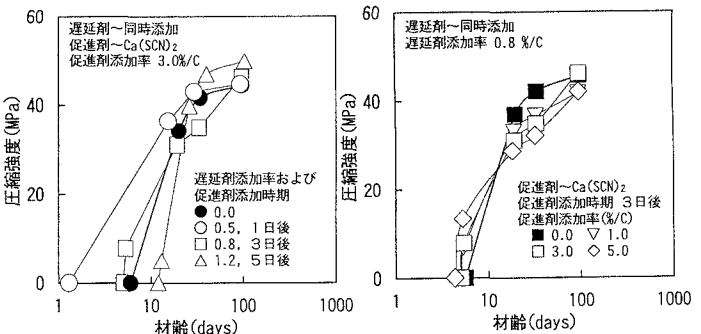


図4～5. 促進剤の添加時期・添加率が圧縮強度に及ぼす影響

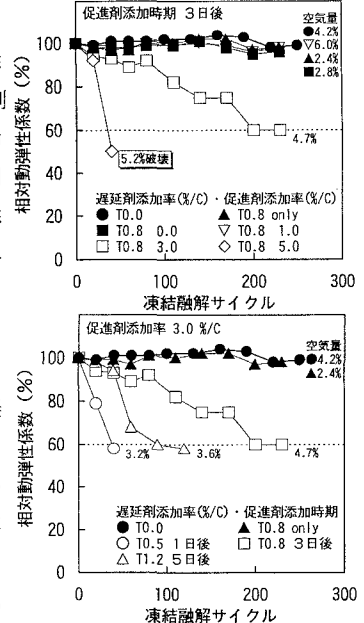


図6～7. 促進剤の添加時期・添加率が凍結融解抵抗性に及ぼす影響