

新型耐寒剤を用いたコンクリートのスランプロスと低温下における強度発現

北見工業大学大学院 学生員 ○赤間 智仁 北見工業大学 正会員 井上 真澄
日産化学工業 (株) 正会員 須藤 裕司 北見工業大学 フェロー 鮎田 耕一
北見工業大学 正会員 三上 修一 北見工業大学 正会員 岡田 包儀

1. はじめに

耐寒剤の主成分として用いられる亜硝酸カルシウムは、コンクリートに多量添加するとスランプロスが増大する原因となる。また従来の市販耐寒剤は外気温が-10℃以下では十分な効果が期待できない場合がある。一方、既往研究では、亜硝酸カルシウムを硬化促進剤として、メラミン系減水剤およびポリカルボン酸系減水剤の2種類の混和剤を併用した場合、亜硝酸カルシウムを多量添加しても初期のスランプロスを抑えられることが報告されている¹⁾。そこで本研究では、亜硝酸カルシウムを多量添加することで低温環境下での強度発現を高め、メラミン系減水剤とポリカルボン酸系減水剤を併用することでスランプロスを軽減する新型耐寒剤を用いたコンクリートの強度発現とスランプロスを検討した。

2. 新型耐寒剤における減水剤の併用と添加割合がスランプロスに及ぼす影響 (実験1)

実験概要 本研究では、亜硝酸カルシウムを多量添加し、メラミン系減水剤 (以後、Me) とポリカルボン酸系減水剤 (以後、Pc) の2種類の減水剤を併用したものを「新型耐寒剤」と定義する。この新型耐寒剤を添加したコンクリートのスランプロスの特性を明らかにするため、亜硝酸カルシウム 30%水溶液 (以後、CN30) を多量に添加して、各種減水剤の添加量を調整した場合のスランプの経時変化を測定した。また、耐寒剤無添加の普通コンクリートと従来型耐寒剤を使用した場合との比較も行った。

使用材料を表-1 に、検討を行った配合を表-2 に示す。水セメント比は 50%に一定とした。新型耐寒剤の主成分となる CN30 の添加量は従来型耐寒剤の標準添加量の2倍程度となる 30ℓ/m³とし、Me と Pc の添加量を変化させた。従来型耐寒剤は標準添加量 (単位セメント量 100kg あたり 4ℓ 使用) の 13.6ℓ/m³とした。また、練混ぜ直後の目標スランプを 10.0±2.5cm、目標空気量を 5.0±1.0%とした。

コンクリートの練混ぜは恒温恒湿室 (20±1℃, RH=85%) 内で行い、練りあがったコンクリートは同室内に静置し、測定直前に切り返しを行った後に、スランプの測定を行った。測定は、練混ぜ直後、と 30 分後、60 分後に行った。

実験結果

表-1 使用材料

および考察

図-1 にスランプの経時変化結果を示す。新型耐寒剤では、Me と Pc を 1:3 の割合で添加した配合 (E) が最もスランプロスが

材料	主な特性
セメント (C)	普通ポルトランドセメント、密度: 3.16 g/cm ³
細骨材 (S)	陸砂、表乾密度: 2.61 g/cm ³ 、吸水率: 1.69%、F.M: 2.54
粗骨材 (G)	碎石、表乾密度: 2.88 g/cm ³ 、吸水率: 1.30%、F.M: 6.36、M.S.: 25mm
亜硝酸カルシウム 30%水溶液 (CN30)	密度: 1.26~1.33 g/cm ³
メラミン系高性能減水剤 (Me)	主成分: メラミンスルホン酸系化合物、密度: 1.03~1.07 g/cm ³
ポリカルボン酸系高性能減水剤 (Pc)	主成分: ポリカルボン酸エーテル系化合物、密度: 1.17~1.19 g/cm ³
AE 剤 (AE)	主成分: 天然樹脂酸塩、密度: 1.05~1.07 g/cm ³
従来型耐寒剤 (従来型)	主成分: 亜硝酸カルシウム、ポリカルボン酸系減水剤、他 密度: 1.38~1.42 g/cm ³

表-2 コンクリート配合表

小さかった。このことから CN30 と併用する Me および Pc を適切な割合で添加すれば、それぞれの減水剤を単体で使用するよりも、スランプロスを低減できることがわかった。

配合 No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤 (ℓ/m ³)		(C×%)		
			W	C	S	G	CN30	従来型	Me	Pc	AE
(A) Me : Pc = 1 : 0	50	40.7	160	320	732	1176	30.0	—	1.5	—	0.075
(B) Me : Pc = 0 : 1									—	1.5	0.10
(C) Me : Pc = 1 : 1									1.2	1.2	0.03
(D) Me : Pc = 3 : 1									1.5	0.5	0.025
(E) Me : Pc = 1 : 3									0.5	1.5	0.05
(F) 普通コンクリート	39.7		175	350	688	1154	—	—	—	—	0.03
(G) 従来型耐寒剤			170	340	697	1168					0.025

キーワード 亜硝酸カルシウム、耐寒剤、減水剤、スランプロス、硬化促進剤

連絡先 〒090-0061 北海道北見市公園町 165 北見工業大学 工学部 社会環境工学科 TEL 0157-26-9488

一方、普通コンクリートの配合 (F) および従来型耐寒剤を使用した配合 (G) では、60 分後のスランブが大きく低下し、新型耐寒剤を使用した配合 (E) よりもスランブロスが大きくなった。

以上の結果より、新型耐寒剤を用いた場合、普通コンクリー

トや従来型耐寒剤を用いた場合よりもスランブロスを抑制できると考えられる。

3. 亜硝酸カルシウムを多量添加したコンクリートの低温環境下における強度発現 (実験 2)

実験概要 実験 1 の結果から、新型耐寒剤ではスランブロスを抑制できることがわかった。この結果を踏まえて、新型耐寒剤を使用したコンクリートの低温環境下における強度発現を明らかにするため、養生温度が -5°C 、 -15°C の低温環境下での圧縮強度試験を行った。試験材齢は、1 日、3 日、7 日、14 日、28 日とした。

使用材料および配合は実験 1 と同じとし、新型耐寒剤に関しては最もスランブロスが小さかった配合 (E) のみを用いた。供試体は、 $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の円柱型枠に打込んだ後、型枠をつけたまま打込み面をビニール袋で覆い封緘状態とし、打込み後 24 時間は $+5^{\circ}\text{C}$ の気中に静置、その後は所定の温度条件下で型枠を付けたまま気中養生した。強度試験は、測定前に供試体を水中に浸漬して、供試体内部の温度が $+5^{\circ}\text{C}$ となったところで行った。

実験結果および考察 図-2 に各養生温度における材齢 28 日までの圧縮強度試験結果を示す。

(a) -5°C 養生： 従来型耐寒剤を用いた場合、普通コンクリートと比較して約 2 倍の強度発現を示しており、耐寒剤としての硬化促進効果が確認できた。一方、新型耐寒剤を用いた場合、従来型耐寒剤よりも高い強度発現（普通コンクリートの約 4 倍）を示した。

(b) -15°C 養生： 従来型耐寒剤は初期の強度発現は大きいものの、材齢 7 日以降は小さく、普通コンクリートと大きな差異は見られないことから、従来型耐寒剤では -15°C の低温環境下では十分な硬化促進効果が得られない場合があると考えられる。一方、新型耐寒剤を用いた場合、初期材齢から高い強度発現を示しており、材齢 28 日では普通コンクリートの約 4.5 倍の強度発現を示した。これは亜硝酸カルシウム添加量を増やしたことにより、低温での硬化促進効果が高まったためと考えられる。

4. まとめ

(1) 亜硝酸カルシウムを多量添加しても、メラミン系減水剤とポリカルボン酸系減水剤を併用した新型耐寒剤では、スランブロスを軽減できることがわかった。

(2) 新型耐寒剤を添加したコンクリートは、 -15°C の低温環境下における強度発現性が優れており、従来型耐寒剤よりもさらに低温環境でも適用できる可能性がある。

参考文献

- 1) 長川善彦, 増山直樹, 岡本享久, 須藤裕司: 早期交通解放を目指した舗装用コンクリートの開発および LCC/LCA の評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.32, No.1, pp.1373-1378, 2010

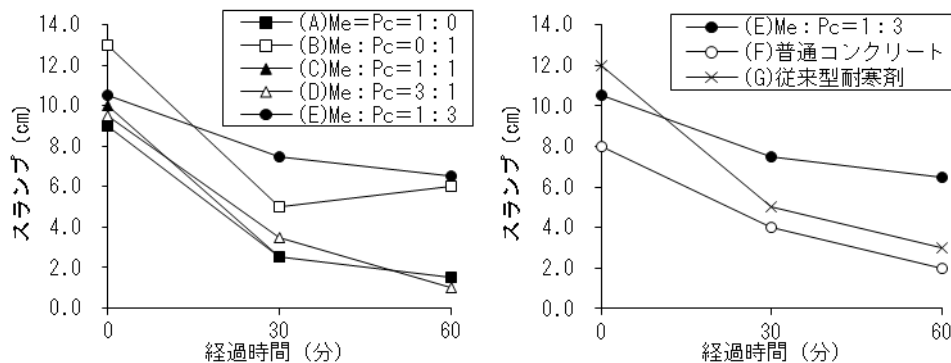


図-1 スランブの経時変化

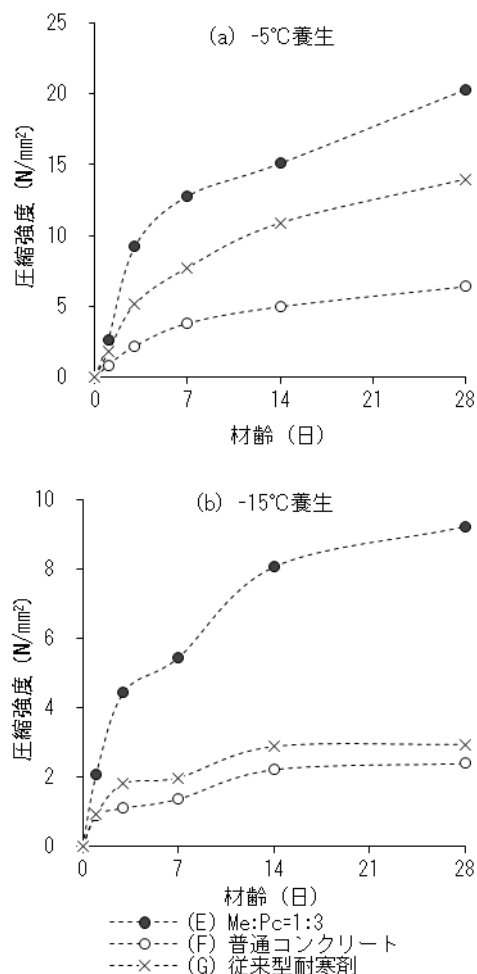


図-2 各養生温度における圧縮強度の経時変化