

北見工業大学 正会員 鮎田 耕一
 北見工業大学 正会員 林 正道
 北見工業大学 正会員 猪狩 平三郎

1. まえがき

寒中コンクリート工事は、一般に経費が割高になること、凍結防止に関する施工技術が要求されること、などのためにその実施例は多くはない。しかし、構造物の早期完成や通年施工による多くの経済的メリットを考えれば、施工技術を確立して積極的にその実施を図る必要があると思われる。

最近、氷点下の条件であっても施工が可能で、かつ、塩化物を混入していない新しいコンクリート用耐寒剤が開発^{1)~3)}されたので、本文ではそれを用いたコンクリートの基礎的性状の検討結果を報告する。

2. 使用材料と実験方法

耐寒剤はN社が開発したメラミンスルホン酸系高縮合物と無機系窒素化合物を主成分とする混和剤であり本実験では、セメント100 kg当り5 ℓ使用した。また、メーカー指定の空気量調整剤を併用した。セメントは普通ポルトランドセメント(比重3.16, 比表面積3110 cm^2/g)、細骨材は川砂(比重2.64, 吸水率2.40%), 粗骨材は川砂利(比重2.66, 吸水率1.63%, 最大寸法25 mm)を使用した。

コンクリートの配合は、 $w/c = 0.50$, $C = 276 \text{ kg}$ でスランプ $8 \pm 1 \text{ cm}$ 、空気量 $5.0 \pm 0.5 \%$ 、練り上がり温度 $17 \sim 20^\circ\text{C}$ になるように試し練りによって決定した。硬化コンクリートの空気量は4.8%, 比表面積237 cm^2/cm^3 , 気泡間隔係数188 μm であった。また、細孔構造とSEM観察用として粗骨材を除いた配合でモルタルも作製した。打込み後の温度条件は、①標準養生 ② -5°C 冷却 ③ $+5^\circ\text{C}$ で3, 6, 9, 12時間気中養生後 -5°C 冷却とした。脱型はいずれも打込み後24時間で行った。

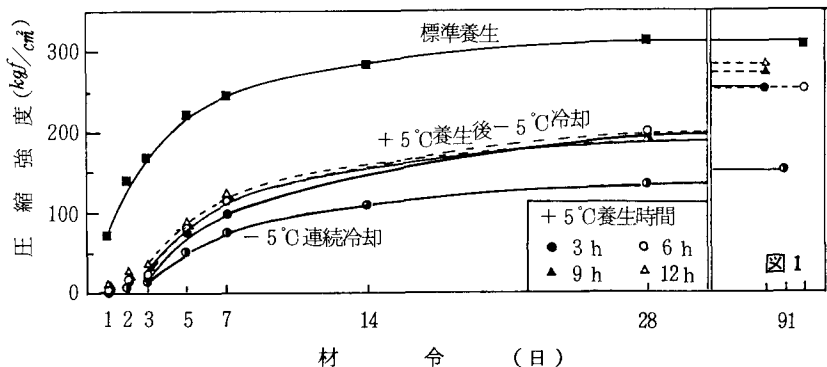
圧縮強度試験(供試体 $\phi 10 \times 20 \text{ cm}$)は材令1~91日で行ったが、 -5°C 冷却の供試体は 10°C の水中に30分間浸水後試験に供した。細孔構造は水銀圧入式ポロシメータ(細孔半径 $37.5 \sim 5.62 \times 10^5 \text{ \AA}$)を用いて測定し、急速凍結融解試験(供試体 $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$)は材令28日からASTM A法に準じて行った。

3. 実験結果

図1に材令の経過に伴う圧縮強度の発現性状を示した。 -5°C で連続冷却させたコンクリートの材令28日, 91日強度は標準養生強度の $1/2$ 弱であり、耐寒剤使用コンクリートといえども連続して氷点下の環境では強度増進はかなり停滞する。一方、 $+5^\circ\text{C}$ で3時間以上養生した後 -5°C で冷却した場合の材令28日強度は約200 kgf/cm^2 で標準養生強度の60%強、91日強度は255 ~ 282 kgf/cm^2 で標準養生の83~92%となっている。このことから、コンクリート打込み後少なくとも3時間 $+5^\circ\text{C}$ 養生することにより長期強度の発現が期待できるといえる。養生時間が強度発現に及ぼす影響は、3~12時間の範囲ではあまり大きくはないが、養生時間が長くなるにつれて強度が大きくなる傾向にある。

写真は $+5^\circ\text{C}$ 6時間養生後 -5°C 冷却の材令7日におけるSEMによる観察結果であるが、氷点下でも水和が進行し硬化体組織がち密化している。

図2に -10°C を基準として求めた積算温度と圧縮強



度の関係を示した。 $+5^{\circ}\text{C}$ 養生を3時間以上行った後に -5°C で冷却させたコンクリートの強度は、標準養生コンクリートとはほぼ同じ線上にある。寒中コンクリートの強度管理に積算温度を用いることは有用な方法の1つであるが、耐寒剤使用コンクリートについても -5°C 程度の環境であれば -10°C を基準とした積算温度で強度管理が可能であることを示している。

図3にコンクリートの圧縮強度とモルタルの総細孔容積の関係を示した。筆者らは、耐寒剤を使用していないコンクリートの若令における強度が毛細管空隙の量に強く影響されることをすでに明らかにしているが⁴⁾耐寒剤を使用したコンクリートでも同じ傾向が認められる。

図4に急速凍結融解試験の結果を示した。打込み後から連続して -5°C で冷却されたコンクリートが $-18^{\circ}\text{C} \sim +5^{\circ}\text{C}$ の凍結融解サイクルを受けると耐凍害性は確保されない。これは凍結融解サイクルを受けるときの強度がまだ低く、硬化体組織が十分に密化していないためであろう。3～12時間 $+5^{\circ}\text{C}$ 養生後 -5°C で冷却され、その後凍結融解サイクルを受けたコンクリートは、凍結融解試験開始時の圧縮強度が 200 kgf/cm^2 近いが凍結融解300サイクル終了時の耐久性指数は60を越える程度であり耐寒剤を使用していないコンクリート⁴⁾に比べてやや低い。

4. まとめ

新しく開発された耐寒剤を使用したコンクリートの強度発現、耐久性を検討した結果、この実験の範囲で次のことが明らかになった。

- 1) 打込み後 $+5^{\circ}\text{C}$ で3時間以上養生した後、 -5°C で冷却されても28日、91日強度は標準養生強度のそれぞれ60%強、83～92%が確保される。
- 2) 1)の温度条件の場合、その強度発現性状は標準養生を行った場合と同じ積算温度式(-10°C 基準)で表される。
- 3) 1)の温度条件の場合、圧縮強度は毛細管空隙の総容積と密接な関連がある。
- 4) 1)の温度条件を与えた後、材令28日から水中急速凍結融解試験を行ったところ耐久性指数は約60%であった。

参考文献

- 1) 児玉和己他：材料，第32巻第353号，pp. 147～153，昭和58年。
- 2) 西条修他：第6回コンクリート工学年講論文集，pp. 145～148，昭和59年。
- 3) 太田利隆他：土木学会北海道支部論文報告集第40号，pp. 528～533，昭和59年。
- 4) 鮎田耕一：セメント技術年報39，pp. 130～133，昭和60年。

