

北海道開発局土木試験所

正員 ○林 正道

正員 本間 清

塩化カルシウムをコンクリート混和剤として用いることは、寒中コンクリートにおける凍害の防止、養生期間の短縮、型わく取りはずしの促進などの目的から、時に応じて行われてきた。

昭和31年11月土木学会制定の無筋コンクリート標準示方書においても、その69条に「寒中コンクリートには、セメント重量の1%程度の塩化カルシウムを加えてつくったAEコンクリートを用いるのがよい。ただし、硫酸塩の作用をうける場合には、塩化カルシウムを用いてはならない。」と規定し、AEコンクリートに塩化カルシウムを混入することを推奨している。

しかし、塩化カルシウムを混入したコンクリートに関する研究は本邦においては比較的少く、また、AE剤との併用にいたってはほとんど行われていない現状である。そのためか、あるいは、塩化カルシウムを用いた場合の不利益の面を考慮してか、広く利用されるまでにはいたっていない。

今回、塩化カルシウムを用いたAEコンクリートと無空気コンクリートについて実験を行い、塩化カルシウムの混入量が、凝結時間、コンクリートのコンシステンシー、圧縮強度、曲げ強度、凍結融解に対する抵抗性に及ぼす影響を研究したので報告する。

なお、セメントは普通ポルトランドセメント、AE剤はVinsol Resinを用い、塩化カルシウムは市販のフレーク状のものを使用した。AASHO Designation: T143 による化学分析の結果では CaCl_2 は76.1%であった。以下でいう混入量はセメント重量に対する市販のものの重量百分率である。

1. 凝結時間

JIS R 5201 に準じて凝結試験を行った。標準軟度のセメントペーストに要する水量は、AE剤を用いても用いなくても、塩化カルシウムの混入量2%までは減少するが3%以上では増大する。

凝結時間はAE剤の有無にかかわらず、始発、終結ともに混入量の増大につれて早くなり、1%の混入で始発1時間、終結1時間半それぞれ短縮され、5%の混入ではAE剤を用いた場合、始発2分、終結36分と極めて早くなっている。

2. コンシステンシー

AEコンクリートおよび無空気コンクリートに塩化カルシウムを混入すると、何れの場合も、そのコンシステンシーは混入量の増加につれて大きくなる。従つて、コンシステンシーを一定に保つとき、単位水量を減少させることができる。混入量3%以内では、AE剤の有無に関係なく、混入量1%につき約2%の単位水量を減少させることができる。混入量が5%になるとこの減少率は幾分低下する。

また、練り混ぜ後、時間の経過とともにコンシステンシーは減少するが、その割合は、混入量の増加につれて大きくなる。一例としてAEコンクリートについてのべると、コンクリート温度 $5\sim 10^{\circ}\text{C}$ 、 $w/c=0.55$ 、経過時間 $10\sim 30$ 分で、塩化カルシウムの混入量 0% では最初のスランプ 10 cm が $8\sim 5.5\text{ cm}$ 、混入量 $2\sim 3\%$ では $6.5\sim 3.5\text{ cm}$ となり、 1% では 0% のものとの差は 1 cm 未満であった。

3. 曲げ強度

$w/c=0.5$ および 0.65 のAEコンクリートと無空気コンクリートの材令 91 日までの試験結果（ $10\times 10\times 42\text{ cm}$ ハリ型供試体による 3 等分真荷重、 20°C の水中養生）では、AEコンクリートの方が無空気コンクリートよりも塩化カルシウムが有効に働くことが判ったが、一括してのべれば、 1 日、 3 日の曲げ強度は塩化カルシウムの混入により極めて増大するが、 $7\sim 14$ 日では $1\sim 3\%$ の混入により $10\sim 20\%$ 増大するにとどまり、 5% の混入では低下する。 28 日では $1\sim 2\%$ の混入により増大するが 3% 以上の混入では低下する。

4. 圧縮強度

前記供試体の両折片による圧縮強度試験の結果では、 1 日、 3 日の圧縮強度は塩化カルシウムの混入により極めて増大するが、 7 日では $10\sim 20\%$ の増大にとどまり 14 日では混入量 5% のとき効果はない。 28 日では $1\sim 2\%$ の混入により約 10% 増大するが、 3% 以上の混入では低下する。

5. 凍結融解に対する抵抗性

$w/c=0.55$ のAEコンクリートおよび無空気コンクリートについてASTM Designation C 290に準じて凍結融解試験を行った。（ $10\times 10\times 42\text{ cm}$ ハリ型供試体）

20°C で養生した無空気コンクリートの凍結融解に対する抵抗性を、破壊にいたるまでの凍結融解の回数により比較すれば、混入量 0% のものは養生日数が増加するにつれて増大する。しかし、混入量 $1\sim 2\%$ のものは材令 28 日までは養生日数が長いほど増大するが、 91 日間養生したものは低下の傾向がある。また、混入量 $3\sim 5\%$ のものは養生日数 7 日以内については養生日数が長いほど増大するが、 14 日以上養生するとやはり低下する傾向がある。破壊に至るまでの凍結融解の回数は、いずれも 300 回未満である。

AEコンクリートの同様の試験においては、大部分が凍結融解 300 回に至ってもなお破壊に至らず、AEコンクリートの優秀性がうかがわれる。

6. むすび

塩化カルシウムは単位水量の減少に役立ち、早期強度が増進するので、寒中コンクリートに有利である。凍結融解に対する抵抗性についてはAE剤の使用がまず考慮されるべきである。 $1\sim 3$ 日の初期強度を重視すれば、塩化カルシウムを $3\sim 5\%$ 混入して目的を達することができるとは、長期強度が低いので不利である。長期強度を基準に考えるときは、混入量は $1\sim 2\%$ にとどめるべきである。