

IV-165

凍結防止剤CMAの室内試験について

北海道開発局 開発土木研究所 正員 ○宮本 修司
同 上 正員 小長井宣生

まえがき

北海道のような積雪寒冷地の道路は、冬期間には路面凍結などによって、非常に滑りやすくなる。そのような凍結路面の解消策の一つに、塩化物等を主体とする凍結防止剤（以下、薬剤と記す）の散布が行われている。しかし塩化物には金属腐食、コンクリートの凍害、植物への影響など様々な二次的影響がある。そこでこれら二次的影響の少ない、環境に優しい薬剤としてカルシウム・マグネシウム・アセテート（以下CMAと記す）がアメリカで開発された。本報告は、CMAの融氷・凍結防止性能について現在主に用いられている薬剤3種類（塩化ナトリウム・塩化カルシウム・尿素、以下従来の薬剤と記す）と比較することを目的に行った、室内試験について報告するものである。

1. 融氷性能試験

1-1 融氷試験

各種薬剤の融氷特性を把握するため、一定温度に保った室内の低温施設を用いて融氷試験を行った。試験は、一定の大きさの氷の共試体（寸法15cm×9cm×2cm、重量200g）に一定量の薬剤20g、（共試体重量の20%、1mmの厚さの水を設定した場合、200g/m²に相当）を散布し、その後1時間に渡って氷の融解量を測定した。図-1は、試験温度-5℃のときの試験結果、図-2は、同じく-7℃のときの試験結果である。

この試験結果よりCMAの融解能力は、従来の薬剤よりも劣っており、また従来の薬剤は試験温度-5℃と-7℃に関しては、試験温度による氷の融解量に大きな差は見られないが、CMAは、-7℃になると氷を融解する能力が非常に小さくなることがわかる。

1-2 共試体の水温変化試験

薬剤の融氷効果は、薬剤散布後の水温の温度変化から正確に推定することができる¹⁾。図-1は、CMA及び従来の薬剤を、試験温度-3℃の氷の共試体に、1.89g（面積比で140g/m²に相当）散布した後の、氷の中心部における水温の変化を表わしたものである。このように従来の薬剤はいずれも、散布直後に急激な温度降下が見られるのに対し、CMAは緩やかに-5℃付近まで温度低下するのみである。このことより、融氷剤としてのCMAの適用温度は、-5℃程度に限られ、また融氷にかかる時間も従来の薬剤よりも長時間かかることがわかる。

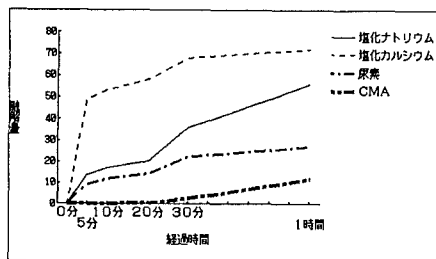


図-1 融氷試験の結果（-5℃）

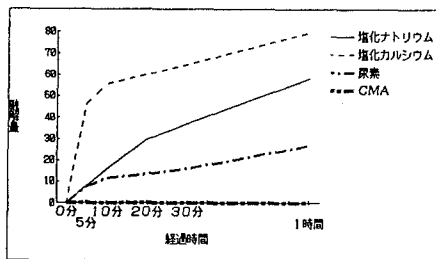


図-2 融氷試験の結果（-7℃）

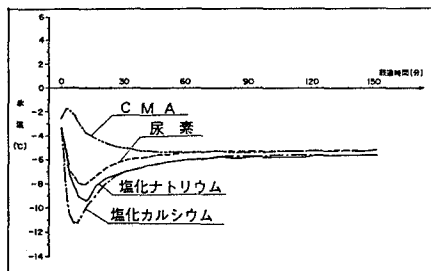


図-3 薬剤散布後の水温の変化

2. 凍結防止性能

薬剤には融氷効果の他に、凍結防止効果もある。溶液の凍結温度は、溶質（この場合は薬剤）の種類とは無関係に、一定量の溶媒にとけている薬剤粒子の数（モル濃度）に比例する。しかし、凍結状態には様々な種類がある。ここでは薬剤溶液の凍結状態を目視観察した結果を報告する。試験は各薬剤を溶かした溶液を20gシャーレ（直径58mm×深さ10mm）にいれ、一定温度の下で一定時間経過した後の溶液の様子を目視観測した。尚、従来の薬剤については、凍結温度を-5℃に統一したものをを用い、CMAについては、水100ccにそれぞれ2g、5g、10g、20gの4種類の量のCMAを溶かした溶液を用いた。（1mmの水膜は、1kg/m²であるので、水100gに対する薬剤10gは、1mmの水膜の場合100g/m²に相当する）

表-1は、その結果である。これによると、凍結温度-5℃の従来の薬剤の溶液は、-7℃で3時間経過した場合にはいずれも、完全凍結となっているが、CMAは5gで完全凍結を防止することができる。また-15℃の場合には、10gのCMAで完全凍結を防止することができる。

3. 金属腐食試験

薬剤を散布するにあたって、その散布効果とともに重要な問題に薬剤使用による二次的影響がある。表-2は、その一つである金属腐食についての、試験を行った結果である。（この場合は、重量濃度であるため、正確ではないが、溶液濃度1%は、1mmの水膜のある路面に10g/m²の薬剤散布量に相当する）試験は、あらかじめ酸を用いて磨いた後アルコールで脱脂を行った金属試験片（6.68cm×9.96cm）を1日サイクルで薬剤溶液に浸し、7日間経過した後の金属腐食部分を弱酸を用いて溶解し、金属腐食重量を測定した。これによると、塩化カルシウムと塩化カルシウムの金属腐食量が大きく、尿素とCMAの金属腐食量が小さくなっている。

あとがき

これまでの研究³⁾により、CMAの作用は、従来の薬剤と比較して融氷性能よりも、氷をシャーベット状に保つ凍結防止性能に優れていると言われているが、今回の室内試験によって、このことが確認された。従って、CMAは、事前散布による方が効果が大きいと言える。また金属腐食については、従来の薬剤に比べ、非常に少ないという結果が得られた。今後CMAの北海道における適用性について検討するため、現場事前散布試験やすべり摩擦係数試験など、様々な試験を行う予定である。

参考文献

1) 斉藤博英；凍結防止剤を使用した道路の雪氷対策；日本積雪連合資料；昭和44年6月
2) 宮本修司，小長井宣生，八木憲一；北海道における雪氷路面用薬剤の運用について；第34回北海道開発局技術研究発表会
3) John BJERRUM, Niels JUUL BUSCH; CMA-AN ALTERNATIVE DEICING AGENT; PIARC 1990 NORWAY VOLUME II

表-1 溶液凍結試験の結果

	試験温度	10分	30分	1時間	3時間
塩化ナトリウム (7.9g)	-7℃	△	△	△	×
	-15℃	△	△	×	×
塩化カルシウム (13.2g)	-7℃	△	△	△	×
	-15℃	△	△	×	×
尿素 (16.1g)	-7℃	△	△	△	×
	-15℃	△	△	×	×
CMA (2.0g)	-7℃	△	△	×	×
	-15℃	△	×	×	×
CMA (5.0g)	-7℃	△	△	△	△
	-15℃	△	×	×	×
CMA (10.0g)	-7℃	△	△	△	△
	-15℃	△	△	△	△
CMA (20.0g)	-7℃	○	○	○	○
	-15℃	△	△	△	△
蒸留水	-7℃	△	×	×	×
	-15℃	×	×	×	×

* カッコ内の数値は、水100gに対する薬剤量
×----- 完全凍結
△----- シャーベット状または一部凍結
○----- 未凍結

表-2 室内金属腐食試験の結果

薬 剤	濃度1%の腐食減量	濃度3%の腐食減量	濃度5%の腐食減量
塩化ナトリウム	20.6 mdd	30.6 mdd	32.2 mdd
塩化カルシウム	35.6	49.2	50.0
尿 素	6.3	6.0	6.0
CMA	0.3	0.3	0.2

* mdd: mg/dm²/day (1日100cm²当たりの金属腐食量)
** 参考: 蒸留水 6.2mdd 水道水 8.9mdd