

IV-293

金属棒埋設法による路面凍結緩和実験

福井大学工学部 正 員 福原輝幸

1. はじめに

スパイクタイヤの禁止によって、冬期路面の安全対策は新たな局面を迎えようとしている。そのために必要な安全対策は大きく2つに分けられる。1つは、車およびスタッドレスタイヤの雪面・凍結時における制動性能の向上である。もう1つは、雪・凍結に強い路面および歩道作りである。一方、エネルギーの有効利用と環境問題が重要視されている今日、融雪や凍結防止に係る地下水、化石燃料等ではできる限り有効に利用しなければならない。筆者は金属棒埋設法と称して、路面凍結防止法を提案している。この方法は高熱伝導率を有するアルミのような金属棒を介して、地熱エネルギーを地表まで伝達し、路面凍結を抑制しようとするものである。この方法による融雪実験の結果の一部は報告済である^{1)・2)}。そこで、昨年の冬に金属棒埋設法の主目的である路面凍結抑制に絞った野外実験を行なった。

そこで、本研究では路面凍結に対する金属棒埋設法の有効性について得られた結果を紹介する。

2. 凍結実験

実験装置は福井大学校内に設置され、図-1に示すような2種類のコンクリート舗装体を模擬したものである。1つは通常の路面を想定して、コンクリート盤（直径0.7m、厚さ0.1m）を単に地面に置いたもの、もう1つは金属棒埋設法として、同じ大きさのコンクリート盤中にアルミ盤（直径0.6m、厚さ0.01m）が入っており、その中央でアルミ棒（直径0.1m、長さ2m）と接続する。金属棒埋設法の伝熱特性を調べるために、熱電対が地中に24個、アルミを有するコンクリート盤内に3個（表面下0.03mの位置）およびアルミの無いコンクリート盤内に1個、それぞれ埋められる。また、コンクリート盤近傍の気温も測定される。実験装置は校舎に囲まれた場所にあるため、放射冷却による凍結は望めそうにないことが予備実験で判ったので、本実験ではブローによる送風で凍結を促進させる方法を採用した。さらに、任意の時間ごとにコンクリート上の水（路面水）の様子を観察し、写真撮影する。

以下では、1992年2月12日の実験結果を紹介する。

3. 凍結実験結果

1992年2月12日、福井地方気象台の気温は午前2時から午前8時までの間、氷点下になり、午前5時から午前7時の間は約-1.7℃~-1.5℃を保った。

図-2はコンクリート表面温度と気温の経時変化を示す。実験現場の気温も午前3時以前より氷点下を保ち、6時30分頃に約-1.2℃に達した。図-2中の記号を観れば、表面温度は▲（アルミ有り、乾燥部）で最も高く、□（アルミ無し、湿潤部）で最も低くなり、+（アルミ無し、乾燥部）と○（アルミ有り、湿潤部）では大差ないことが判る。凍結の有無に関係なく、アルミによる昇温効果が認められ、湿潤部よりも乾燥部の方で温度は高くなる傾向にある。

図-3はコンクリート温度および地温の経時変化を示す。コンクリート温度は気温と同じような変化傾向にあり、アル

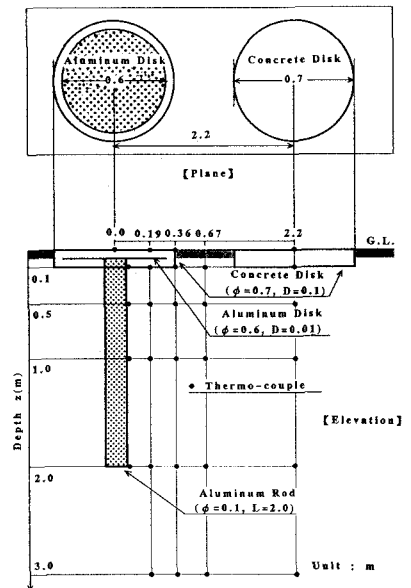


図-1 金属棒埋設法の実験装置

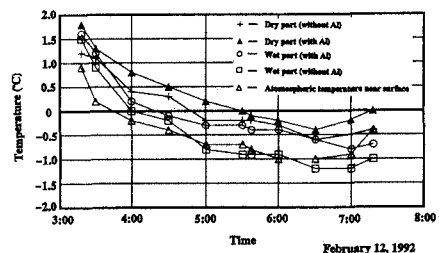


図-2 表面温度の経時変化 (1992.2.12)

ミを有する方の温度が無い方のそれに比べて常に1℃くらい高い。地温は深さ z をパラメータにしており、地表面下0.5m ($z=-0.5$ m)以深では地表の影響を受け難く、時間的な変化が小さい。

図-4は図-3を基に温度の鉛直分布を時間ごとに描いたものである。同図の右側がアルミを有するコンクリート温度 ($R=0.19$ m, R :アルミ棒中心からの半径方向距離)および地温を、左側がアルミの無いコンクリート温度 ($R=2.2$ m)および地温を示している。両者の明確な違いは地表面付近(特に、コンクリート温度)に現れる。アルミの伝熱・昇温効果は明白である。また、地表面下0.5~3mまでの地温は直線的に変化している。さらに、 $R=0.05$ mはアルミ棒表面に貼り付けた熱電対の温度分布を意味しており、地表面下0.5mまでは地温よりも高いことが知れる(なお、図中の0℃の基準は地温のそれとは異なっているので注意してほしい)。従って、地表面付近ではアルミ棒中を移動する熱エネルギーの一部が地中へ逃げていると思われる。

写真-1は最終的な路面水の状況を示す。アルミの無いコンクリート上では、午前5時41分に路面水の一部に樹枝状の氷が観察され、その後表面全体が結氷し、最終的には7時14分の写真のように完全に氷と化した。一方、アルミを有する方では凍結は生じなかった。

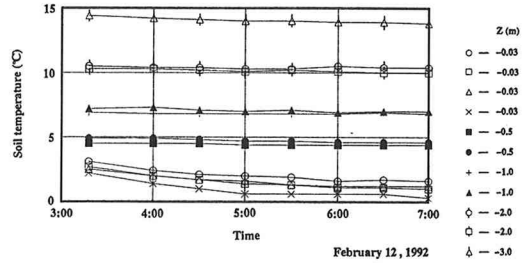


図-3 地温の経時変化 (1992.2.12)

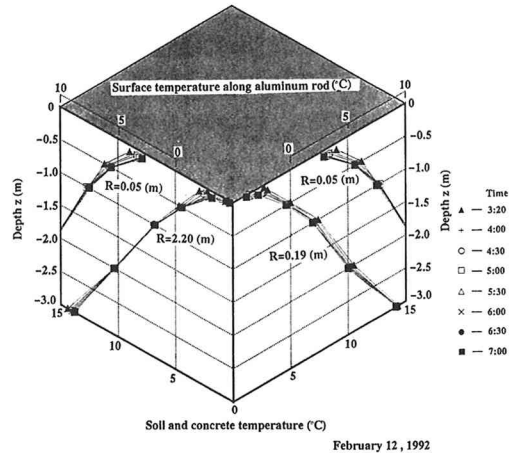


図-4 温度分布の経時変化 (1992.2.12)

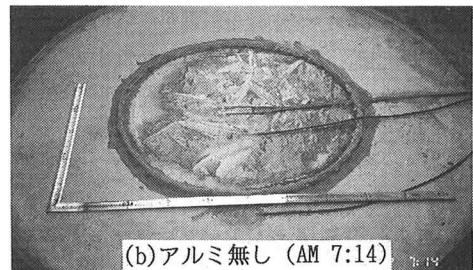
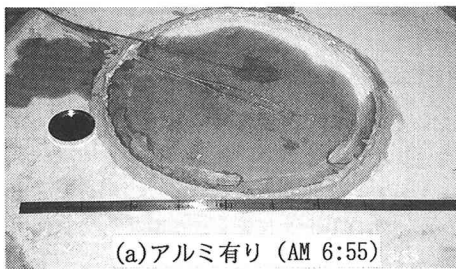


写真-1 コンクリート盤上の凍結の様子 (1992.2.12)

4. 結論

金属棒埋設法による路面凍結緩和の効果を調べるために屋外実験を行なった。実験場所では放射冷却が期待できなかったため、実際には風により凍結の促進を試みた。その結果、通常のコンクリート上では何度か凍結が起こったが、金属棒埋設法によるコンクリート上において凍結は観察されなかった。コンクリート温度に関してはアルミにより1~2℃の昇温効果が認められた。

なお、本研究は文部省科学研究費試験研究(課題番号02555099)の援助を受けた。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 笹谷茂男・福原輝幸・宮本重信・田中秀樹：アルミ棒を利用した地熱エネルギー抽出による路面凍結緩和 土木学会第46回年次学術講演会講演概要集、II-29、1991
- 2) 福原輝幸・杉森正義・橋本泰英・宮本重信：金属(アルミ)棒埋設法によるコンクリート舗装体の融雪過程における伝熱特性、土木学会第47回年次学術講演会講演概要集、II-308、1992