電気抵抗を用いた舗装層間の水分検知技術に関する一検討

国立研究開発法人　土木研究所　寒地土木研究所　　正会員　○伊藤　憲章
同上　　正会員　　上野　千草
同上　　正会員　　丸山　記美雄

1. はじめに

橋面舗装において縁石や地覆前面の舗装端部、ひび割れ部から浸入した雨水または融雪水が舗装体内に広がり、層間剥離やポットホール発生の要因となっている[1)]。積雪寒冷地においてはこれに凍結融解作用が加わり、舗装損傷が加速すると考えられる。このため、舗装内への水分の浸入を抑制する適切な止水対策や補修方法が求められる。本検討では、止水対策の良否を評価することを目的として、電極を舗装層間に設置することにより水分の浸入を検知する手法の検討を室内および屋外において行った結果について報告する。

2. 計測の原理

土系試料において、水分が存在し湿潤な状態にあると、水分が存在しない乾燥した状態あるいは水分が凍結している状態と比べ、電気抵抗が低いことをこれまでの研究で確認している[2)]。本検討では、この性質を利用して、舗装層間に複数の電極を設置し、電極間の電気抵抗値を計測することにより、水分の浸入の有無を検知する手法について評価を行う。

3. 室内試験における計測内容

3.1 試験概要

これまでの研究で層間に電極を設置した舗装供試体を長時間水浸養生させた条件で、電気抵抗を計測することにより、電気抵抗値の低下から層間へ水分が浸入する状況を検知できることを確認している[3)]。本試験では、繰り返し凍結融解作用を受ける条件下においての水分検知の可否を評価した。

試験に用いる供試体は、**写真-1** に示すように下層に床板を模擬したコンクリート版（以下、Co）、上層に北海道開発局の橋面舗装の基層および表層に標準的に使用されている細密粒度ギャップアスコン13F55【ポリマー改質アスファルトⅡ型】(以下、As）を用いた2層構造である。この供試体をステンレス製の容器に入れ、**図-1** に示すように層の境界面が水浸するように容器内を水で満たし、凍結融解試験装置に入れ、100サイクルの凍結融解（5～-18℃：1サイクル約3時間）を経験させ、その間の電気抵抗を自動記録装置で計測した。なお、層間にはタックコートを施し、供試体数はn=3とした。

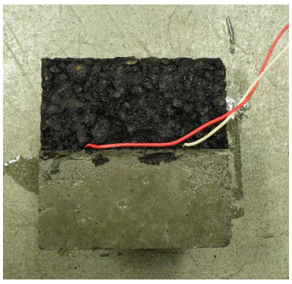


写真-1 室内試験用供試体

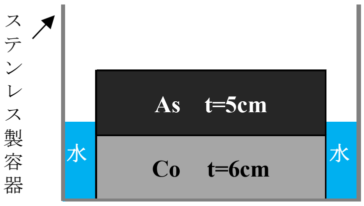


図-1 供試体養生状況

3.2 計測方法

舗装層間に**図-2** に示すように電導性銅箔テープを用いた電極を中心間隔 5cm で配置し、電極にリード線をハンダで接続し、自動記録装置にて交流50Hzのインピーダンス（以下、電気抵抗値）を計測した。

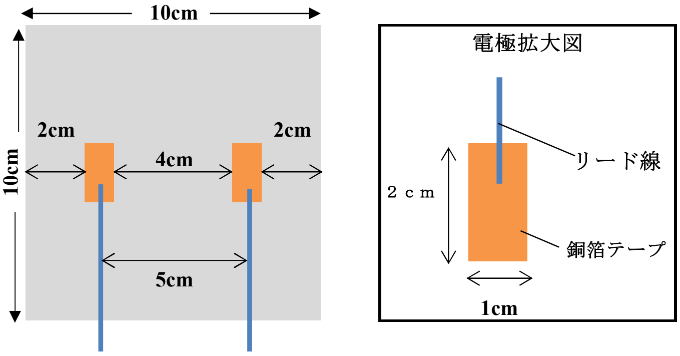
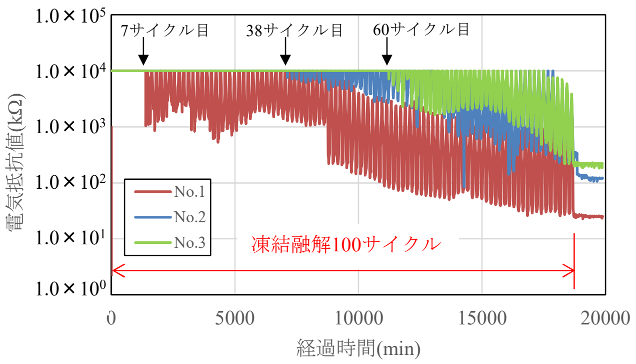


図-2 供試体サイズおよび電極配置状況

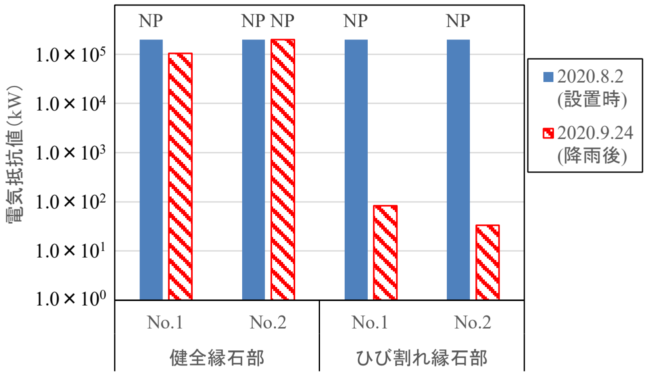
キーワード　電気抵抗、水分検知、層間、凍結融解

連絡先　〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所 TEL011-841-1747

© Japan Society of Civil Engineers



図−3 室内計測結果



図−4 屋外試験結果

3.3　計測結果

計測結果を**図−3** に示す。測定開始直後は全ての供試体で計測装置の定格を超える 1.0×10^4 kΩ以上の高い値となったが、No.1 供試体で凍結融解 7 サイクル目に電気抵抗値の低下が見られ、その後、No.2 で 38 サイクル目、No.3 で 60 サイクル目と、全ての供試体で電気抵抗値の低下が確認された。また、全ての供試体で凍結融解のサイクル数が増えるにつれ電気抵抗値が低下する状況が確認され、層間への水分の浸入量が増加していく状況を検知したと考えられる結果となった。なお、電気抵抗値が小刻みに上下しているのは層間の水分が凍結と融解を繰り返しているためと推察され、凍結融解 100 サイクルを終えた後の常温の状況下では一定の値で推移した。

以上の結果から本手法を用いることにより、舗装体が繰り返し凍結融解作用を受ける条件においても、舗装層間へ水分が侵入していく状況の判定が可能であると考えられる。

4.　屋外試験

4.1　試験概要

室内試験において積雪寒冷地の低温環境下での利用の可能性を見出せたことから、積雪寒冷地の実際の橋梁において屋外試験を実施した。実施箇所は車道縁石前面舗装部とし、床板防水を施した Co 床版と基層 As の層間に電極を配置して、電気抵抗による水分の浸入の検知を試みた。なお、電極の設置は 2 箇所で行い、1 箇所は健全な縁石前面の舗装部とし、他方は縁石にひび割れが生じており水分の侵入が想定される箇所とした。

4.2　計測方法

電極の配置間隔は室内試験同様とし、縁石前面から 7 cm 離れの位置に電極を設置した。計測にあたっては、自動記録装置の設置場所が確保できないため、ハンディタイプの LCR メータを用いて計測を行った。

4.3　計測結果

計測結果を**図−4** に示す。双方とも設置時は層間が乾燥状態であり、電気抵抗値が自動記録装置の定格の 2.0×10^5 kΩ以上となり測定不能であったが、約 50 日経過した後の降雨後に計測を実施した結果、ひび割れの生じた縁石部のみ電気抵抗値が大幅に低下する状況が確認され、層間への水分の浸入を検知できたものと考えられる。

5.　まとめ

本検討により、舗装層間に浸入した水分を本手法より検知できる可能性が確認された。今後は本手法を用いた目地材・シール材等の止水性能の評価手法について検討していきたい。

参考文献：

1)星卓見，丸山記美雄，木村孝司：RC 床版上の基層用アスファルト混合物の性能に関する検討，第 59 回北海道開発技術研究発表会，pp 維 6，2015.，2)上野千草，丸山記美雄，木村孝司：路床・路盤材料の電気抵抗による凍結融解評価に関する基礎的研究，土木学会論文集 E1（舗装工学），Vol.73，No.3，p.I-200，2017.，3)池田浩康，上野千草，大浦正樹：電気抵抗を用いた舗装層間の水分検知技術に関する基礎的検討，第 74 回土木学会年次学術講演会講，pp.V-68，2019.

© Japan Society of Civil Engineers