

排水性舗装に対応した高機能路面センサの開発について

関東地方整備局 東京国道事務所 交通対策課交通企画係長 今長信浩

1. はじめに

排水性舗装は、降雨時においても路面冠水が発生し難いこと、多数の空隙により車両の走行騒音が低減されることから、走行安全性の向上や沿道環境の改善を目的として直轄国道を中心に整備が進められている。東京国道管内においても総管理延長161.3kmの内89.6km(55.6%)が排水性舗装において施工されている。

一方、雨や雪などにより路面状態の変化を正確に把握し、ドライバーへの情報提供や凍結防止材の散布などの道路管理行動を行うことは道路管理者の重要な責務といえる。しかし、排水性舗装は従来用いられてきた密粒舗装と比較すると表面に凹凸が多く従来の赤外線を用いた反射型のセンサでは適切な路面状態が把握不可能となる問題点が発生している。そこで、微弱電波を使用した新規センサの技術開発を行っている。本センサは適切な路面状態が把握可能であること、小型軽量且つ安価であること、排水性舗装の機能把握にも活用可能であること等の特徴を有している。本報告は、これら内容と東京国道事務所における今後の技術開発計画等について報告するものである。

2. 高機能路面センサの概要

高機能路面センサは、10GHZ~25GHZの微弱電波を路面に照射しその反射時間、反射強度の違いを把握することにより路面の状況を把握するものである。反射強度は、反射対象物の特性(誘電率)、電波出力、電波到達距離によって異なる。図-1に測定の原理を、図-2に測定方法を示す。また、センサの外形は15cm角で重量は1.5kgとなっており、従来の赤外線を用いたセンサより遙かに小型、軽量となっている。また、価格も従来型センサと比較して約1/10程度である。

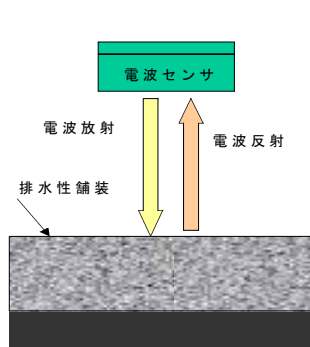


図-1 測定原理

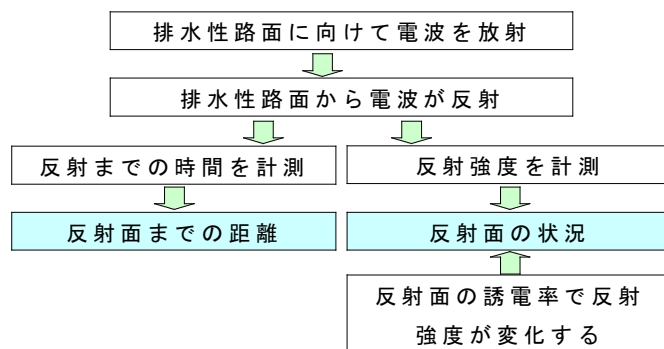


図-2 測定方法

3. 排水性舗装における路面状態の把握性能

3. 1 路面湿潤、路面冠水の把握

図-3は排水性舗装が施工された舗装路面における降雨時の路面状態把握状況を示したものである。設置高さ5.8m、出力30dBuv/mの場合、路面が乾燥した場合の反射強度は40以下であるため、それを乾燥・湿潤判定ラインとした。現地では、15:00~20:00まで最大で時間降水量10mmの降雨が観測されている。電波センサの反射強度も15:00以降、乾燥・湿潤判定ライン

を超え、最も降雨量の多い18:00においては反射強度140に達している。また、降雨量が減少した19:00以降は反射強度も低下しており、22:00には乾燥・湿潤判定ライン以下となっている。

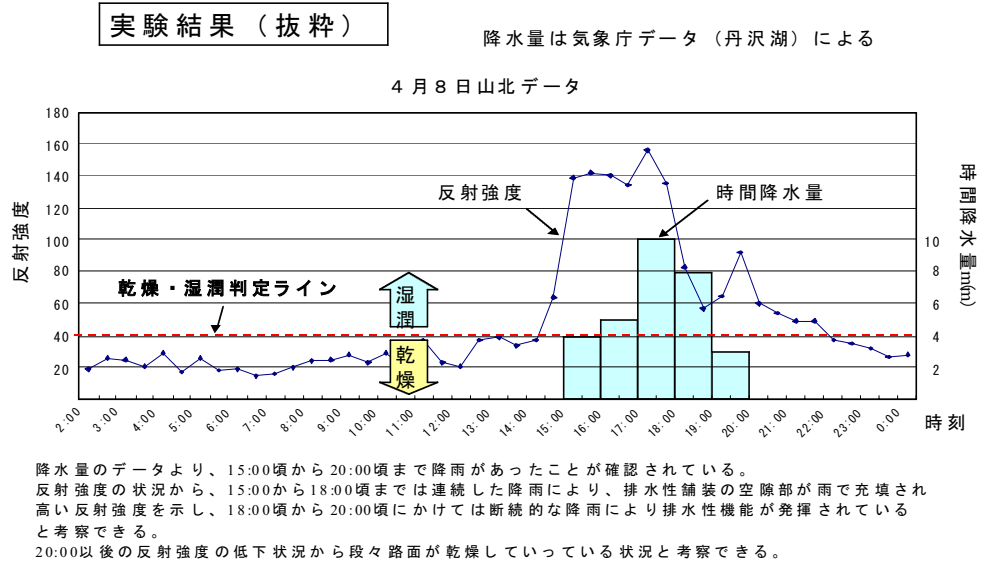


図-3 路面状態の変遷

このデータから当該区間の路面状態が乾燥、湿潤、乾燥と遷移したことが的確に把握されていることが確認される。

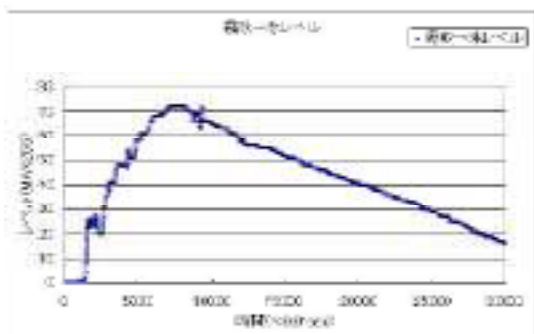
3. 2 路面凍結の把握

排水性舗装における凍結把握は排水性舗装のテストピースを用いて基礎的な検証を行った。実験は1m角の排水性舗装テストピースを作成し-20度まで冷却可能な恒温室内において行った。図-4はテストピースに高さ1.5mから散水を実施した後の時間経過と反射強度の変化を示したものである。出力は30dBuv/mである。また、図-5は路面からの反射距離を示したものである。

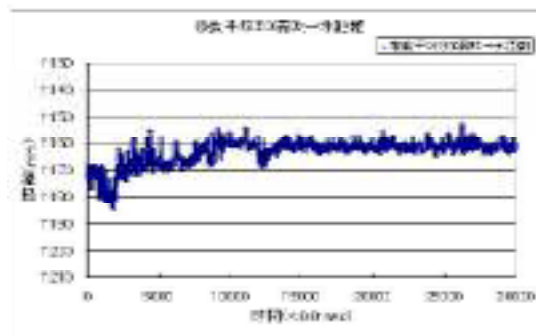
図-4は、散水と同時に反射強度が高まり約60秒経過した時点で反射強度が70以上となり、水の反射強度を示している（水の反射強度が3.1で述べた値よりも高いのはセンサと路面との距離が短いことによる）。また、図-5では、約60秒経過するまでは路面からの反射距離が1180mm~1160mmとばらついているが、60秒経過後は反射距離が1160mmと安定している。これは、60秒経過するまでは、排水性舗装内部に電波が浸透することにより反射値がばらついているが、60秒経過後は表面まで水が到達し冠水状態が発生したことを示している。

散水を停止した60秒以降は図-4に示す如く反射強度は氷又は排水性舗装（内部が空気）の状態まで低下している。一方、図-5の路面からの反射距離は1160mm前後で安定しており、路面表面に何らかの反射面が形成されていることが推定される。よって、この場合は、路面凍結が発生していることが推定される。

この様に、反射強度と路面からの反射距離データを組み合わせることにより排水性舗装における凍結の発生も検知する可能性を有している。



図－４ 反射強度の変化



図－５ 路面からの反射距離

4. 排水性舗装機能の把握

4. 1 必要性

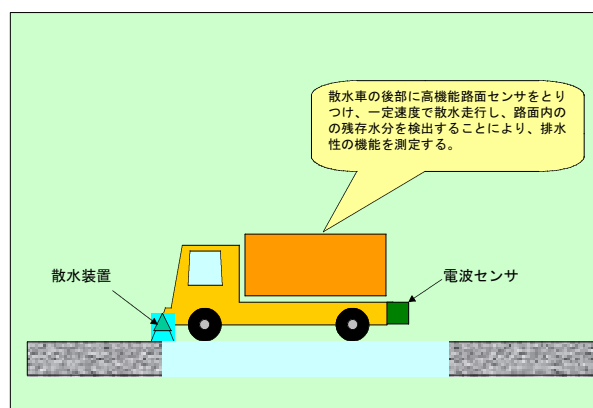
排水性舗装は、前述の如く、走行安全性の向上や走行騒音の低減等、優れた特徴を有しているが、内部に空隙が多数存在することから塵芥その他により目づまりが発生し、経年とともに機能低下が発生している。そのため、機能回復を目的とした清掃を定期的を実施しているが現時点では、清掃実施のための指標（排水性舗装の目づまり状態）が存在しない状況にある。

排水性舗装の清掃は1車線、km当たり50万円程度のコストが必要となり他、低速作業車による清掃によって渋滞の発生といった問題点も発生している。そのため、排水性舗装の機能低下程度や箇所を適切に把握可能であれば、それに応じた清掃計画（実施時期、間隔、区間等）の立案が可能となり、清掃作業による渋滞の緩和や清掃コストの縮減などが期待出来る。

4. 2 排水性舗装機能の把握方法

図－6に示す様に車両前面に散水装置、後部に高機能路面センサを搭載する。この車両により一定量の水を散水しながら低速走行し、後部に設置した電波センサにより排水性舗装の反射強度を測定することにより、車両が移動に要した時間後の路面内の水分量が把握出来る。

散水した水は排水性舗装路面内を拡散し、反射強度の変化が発生する。排水機能が良好な場合は、良好に排水されるため反射強度が小さいが、内部に塵芥等が存在する場合は、排水機能が低下するため反射強度が大きくなる。この反射強度の差を比較することにより排水性舗装の機能把握を行う。



図－6 排水性舗装機能把握の考え方

4. 3 排水性舗装機能把握予備実験

4. 2に示した排水性舗装路面内の空隙測定機能を検証するために、排水性舗装のテ

ストピースにより基礎実験を行った。実験は、写真-3に示す様に作成したテストピースに電波センサを設置して行った。まず、目詰まりの無い状態においてテストピースに散水を行い空隙内の排水状況について測定を行った。その後、空隙内の目詰まりを再現するために砂をテストピース表面に散布し、その上から散水を行った。図-7は各段階におけるテストピース表面からの反射を示したものである。この図において実験1及び2は排水性舗装内部にほとんど目詰まりが無い状態である。この場合、散水直後の反射強度は-4程度を示しているが、約100秒経過後は相対反射率が-12~-14と低い値になっている。それに対して実験3及び4は内部に砂を浸透させた状態での相対反射率を示したものである。実験3及び4とも、内部に砂が浸透し、排水機能が低下しているため、相対反射率が-10~-6と高い値を示している。この予備実験の結果から本センサが排水性舗装の目詰まり状態把握に関する可能性を有していることが確認される。



写真-3 予備実験

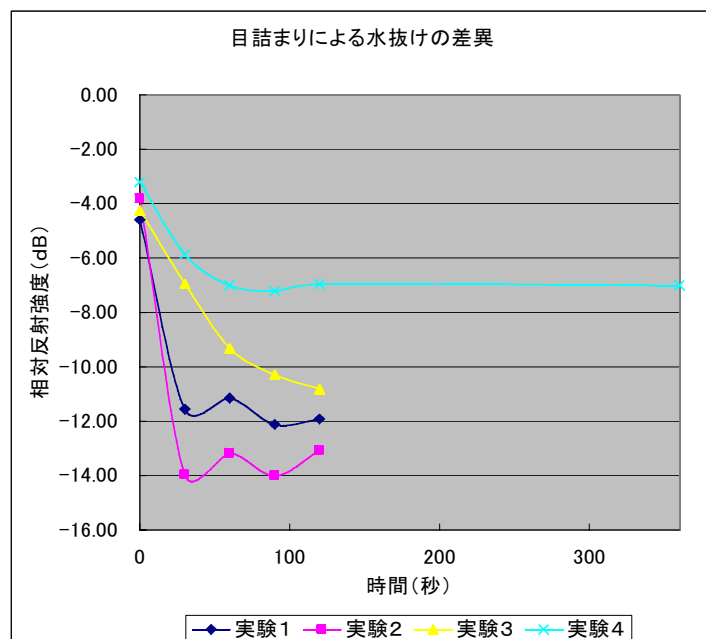


図-7 目詰まり状態による排水機能の差

5. 東京国道事務所における今後の技術開発計画等

以上の様に、高機能路面センサは排水性舗装の路面状態を適切に把握可能な他、排水性舗装の機能把握の可能性も有している。

また小型、軽量であるため従来型センサと比較して設置機器(支柱等)を必要としないこと、従来型センサと比較して価格が1/10等の特徴も有している。

そのため、東京国道事務所では、平成15年度に路面状態把握を特に必要とする橋梁等、数力所に試験設置を行い機能評価を行うとともに、排水性舗装の機能把握技術の開発、照明柱や情報板などへの架設形態等、整備形態に関する検討等を適宜行い実用化を行う予定である。