

土壌水分データが鉄道の地盤変動の把握にどう役立つか



長期にわたる猛暑や激甚化する降雨が鉄道の盛土や切土などの土構造物に新たな負荷をかける中、Delta-Tとインフラ監視を専門とするSenceive社は、土壌水分センシングと遠隔監視技術を組み合わせ、地盤状況の変化を技術者が早期に把握できるよう支援しています。

近年の記録的な猛暑により、気象、地盤の状態、そして鉄道インフラの相互関係に改めて注目が集まっています。土壌水分の変化が鉄道の盛土などの土工構造物に及ぼす影響については、よく知られています。水分過多の状態も、長期間の乾燥状態も、いずれも土壌の強度や安定性に影響を及ぼし、変形や地盤の動き(変位)を引き起こす要因となり得ます。

特に粘土質の土壌では、干ばつによる影響が深刻化する可能性があります。水分が失われると粘土は収縮してひび割れが生じ、鉄道インフラの直下で地盤の動きを引き起こす恐れがあります。また、地盤が極度に乾燥すると、その後に激しい降雨があった際の吸水能力が低下し、急激な流出や浸水のリスクが高まります。夏季の高温・乾燥化や激しい降雨の頻発がインフラ管理者にとって大きな課題となる中、地表下で何が起きているかを把握することは、重要な判断材料となり得ます。

地盤状況の変化を早期に察知

インフラ監視を専門とするSenceive社は、Delta-T社の土壌水分センサーと自社の遠隔監視技術を組み合わせ、地盤状況の変化に関する情報をほぼリアルタイムで提供しています。

このアプローチでは、SM150T土壌水分センサーとPR2プロファイルプローブをSenceiveのInfraGuard™保護排水アプリケーションと組み合わせて、測定値をリモートで収集し、オンラインで表示および分析するために送信できるようにします。

重要なことは、土壌水分データは目に見える不安定の兆候が現れる前に情報を提供できることです。



長期にわたる猛暑の影響でセンシブ監視サイトのひび割れた土壌

動きを監視すると、エンジニアは資産またはその周囲の地面が変化していることを知ることができます。土壌水分モニタリングは環境コンテキストを追加し、エンジニアがその動きに先立って、またはそれに伴って土壌内で発生する状況を理解するのに役立ちます。

試験から鉄道まで

この連携は、Senceiveのダドリー試験場での設置から、運用中の鉄道インフラの監視まで進展しました。

ダドリー試験場では、土壌水分の監視にSM150TとPR2プロファイルプローブの両方が使用されています。PR2は複数の深さで水分を測定し、単に表面だけでなく土壌プロファイル全体で状態がどのように変化するかについての洞察を提供します。

この技術は、ネットワークレールのインフラ設備にも導入されています。具体的には、浸水しやすい場所にSM150Tセンサーを深さ30cmで水平に設置し、Senceive社の監視装置に接続することで、鉄道インフラ周辺の土壌水分量の変化を早期に把握できるようにしています。



図1:ネットワークレールのインフラ設備沿いに設置されたDelta-T社製SM150T土壌水分センサー。浸水しやすい場所に深さ30cmで水平に設置され、土壌水分の変化を監視しています。

高温かつ乾燥した夏が長く続いた期間に収集された最新のデータは、異なる場所や深さで監視を行うことの重要性を示しています。

監視対象となったネットワークレールの現場では、乾燥した期間中、SM150Tセンサーによって土壌水分量が継続的に低下していく様子が記録されました。

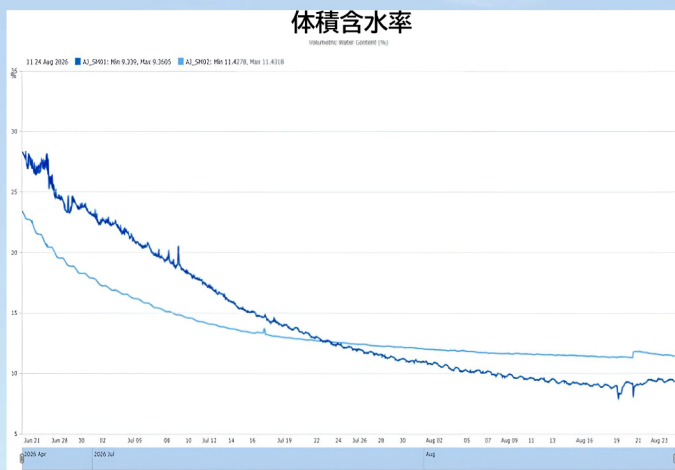


図 2. ネットワークレールインフラストラクチャの別々の位置に設置されたSM150Tセンサーからの土壌水分データ。最近の長期にわたる夏の乾燥した天候の間に水分レベルが低下していることを示しています。

一方、ダドリーでは、PR2の測定により、水分がより高い位置に残り、比較的安定していることが示されました。表面 - 上の地面の外観からは必ずしも推測できない状態を明らかにします。

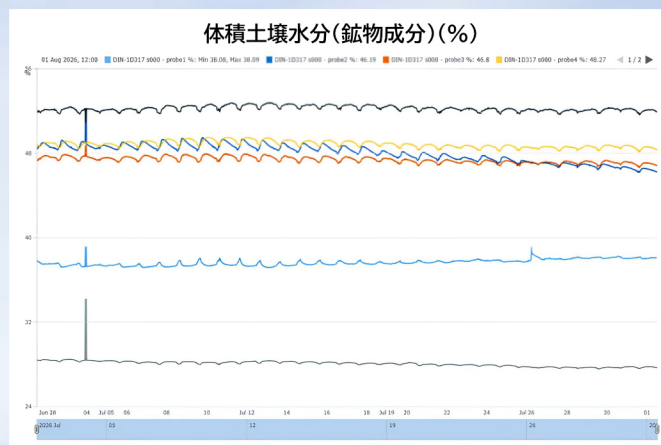


図3は、Senceive社のダドリー試験サイトにおけるPR2プロファイルプローブのデータであり、土壌断面の複数の深度における土壌水分量の測定値を示しています。乾燥した監視期間中、より深い深度では水分量が比較的高く、かつ安定した状態で推移しました。

センサーからのデータはSenceive社のインターフェースノードによって収集され、現場のゲートウェイに送信された後、携帯電話網を経由して同社のデータ可視化プラットフォーム「WebMonitor™」へと送られます。

より包括的な状況把握に向けて

盛土や切土、その他の土工構造物を管理する鉄道の資産管理者にとって、環境データと変位データを組み合わせることは、資産の状態をより包括的に把握する可能性をもたらします。

地盤状況の変化がもたらす結果だけに頼るのではなく、長期的な埋設型モニタリングを活用することで、技術者はそうした変化に伴う環境的な変動を追跡できるようになります。

Senceive社とDelta-T社によるこの手法は、すでに英国やドイツの鉄道モニタリングにおいて導入されています。

気象パターンの変動が激しさを増し、老朽化したインフラに新たな負荷がかかる中、水・土壌・地盤の動きの相互関係を理解することの重要性は、かつてないほど高まっています。

動きを監視することで、技術者は地盤の状態を把握できます。また、土壌水分データは、地中の変化する状況を理解するのに役立ちます。