

IV-419

電磁波探査法による小口径樋管内部からの空洞調査

— 伏び(線路下横断管)の例 —

西日本旅客鉄道(株) 正会員 ○野上 法展
同 上 正会員 後藤田育司
同 上 児玉 憲明
国際航業(株) 垂水 稔

1. はじめに

線路下を横断する伏び(樋管)は、田畑への用水を供給することを目的として敷設されており、管径は400~600mm前後の比較的小口径のものが多い。また、管材質はさまざまであるが、敷設年度の古いものは陶管を使用していることがほとんどで、長年の土圧や交通荷重によりジョイント部の食違い・開口及び割れ等の変状が見られることが多い。これらの変状は、時として伏び周辺に小規模な空隙や空洞を発生させる要因となりうる。また、これらの空隙は、盛土内への雨水の侵入により変状箇所から細粒分が伏び内部に流れ出し、徐々に規模を拡大して、盛土の崩壊や路盤の陥没など、列車運転保安に重大な影響を与える事故の、発生要因となりうる。

従来は、管内カメラによる目視点検で伏びそのものの変状状況を確認し、補修の検討を行っているが、この手法では背面空洞の存在そのものについての判定は困難で、その可能性を変状状況から推測するだけのものであった。

今回、我々は的確に伏びの背面空洞を把握する手法として、伏び内部からの電磁波探査を試みたので、内容を要約して以下に述べる。

2. 探査装置

写真-1に伏び専用の探査装置を示す。

これは、一般に「地中レーダ探査装置」と呼ばれるもので、アンテナと走行台車を一体化し、伏び背面空洞探査専用として製作したものである。アンテナ部はパンタグラフの原理を応用した特殊機構の支持具に取付けられており、管内の口径の変化や段差に対応できるようになっている。また、アンテナの走査は予め、伏び内に通したワイヤーを走行台車に接続してこれを反対側から引張ることにより行つた。

アンテナの移動距離は、距離エンコーダを走行台車下部に取付け、走行台車のタイヤに連動する構造としている。この他の装備としては、走行台車先端部に管内状況確認用の小型テレビカメラ及び照明用ライトが装備されている。また、データ収録のためのレーダ装置本体は、外部に設置して

おり、アンテナとの間は専用ケーブルでつながれ、アンテナの走査に合せて、リアルタイムでデータを確認できる仕組みになっている。

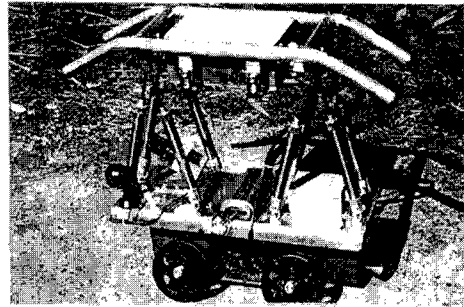


写真-1 伏び専用レーダ探査装置

3. 探査の原理

探査の原理を図-1に示す。

電磁波は、電気的性質の異なるものの境界面で反射が起こる。例えば、伏びと盛土の境界面や、盛土と空洞との境界面等である。

アンテナ部から伏び背面に向かって投射した電磁波は、まず伏び表面で第一反射をおこし、次に、伏び背面の盛土境界部で第二反射が発生する。その後は、盛土内部に存在するものにより反射が発生するが、背面空洞もその一つである。特に、第一反射及び第二反射は、アンテナが移動しても反射パターンに変化は見られず、常に一定の帯状パターンを示すが、背面空洞が存在する箇所では、局所的な特徴のある反射パターンが認められる。

(図-2参照)

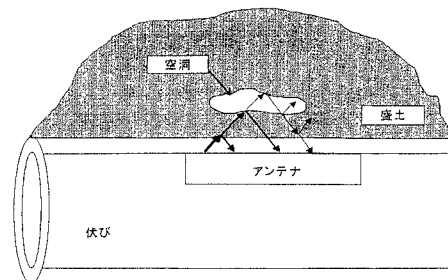


図-1 探査原理概念図

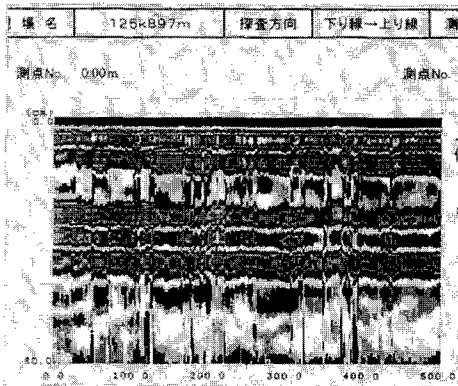


図-2 伏び背面のレーダ画像



写真-2 掘削確認状況

4. 探査結果

探査データはレーダ装置本体のパソコンに波形データとして記録し、解析は室内で行った。解析は収録した波形データを様々な手法により処理し、伏び背面空洞の判定を行った。

図-3は、探査データの原画像の一部であるが、伏び背面に空隙の存在が予想される特徴的な反射パターンが認められる。複数の伏びのデータから、このような異常パターンの見られる箇所が数箇所存在していることが判明した。

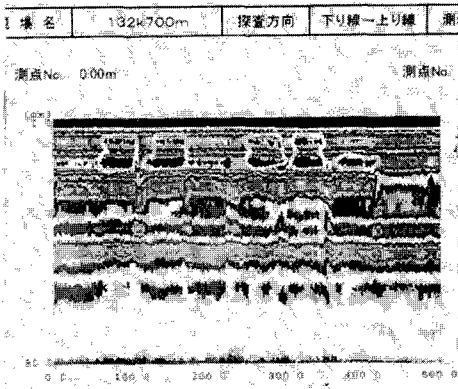


図-3 探査データ

5. 掘削確認調査

データの解析結果から、空隙があると予想される箇所の内2箇所について掘削確認調査を実施し、その信頼性について検証を行った。（写真-2参照）

掘削確認調査の結果、予想された位置で、伏びジョイント部周辺に最大厚さ50mm奥行き200mm程度の空隙が確認された。なお、ジョイント部は上下にずれが認められ、この隙間から伏び管内に盛土材が流れ込んだことが、空隙発生の原因と推測された。

6. まとめ

本探査は、電磁波探査法という比較的新しい探査手法を用いて、伏び背面の異常を管内部から把握しようとする初めての試みであったが、成果の内容についてはほぼ満足のいく結果が得られたと考えている。しかしながら今後解決していかなければならない課題として以下のようなことが考えられる。

・外的問題点

① 伏び内の障害物

伏びによっては内部に流れ込んだ障害物（空缶や洗剤容器、ヘドロ、石等）により走行台車の制御が困難な箇所がある。

② 水量

水量の多い伏びに対する水替えの問題

・内的問題点

① アンテナの防水

探査装置の防水の問題

② 走行台車の制御

伏び内部の段差・開口による走行台車の走査性向上の問題

③ 空洞厚の判定精度

データ解析における空洞厚の判定精度

以上のような課題点が残るが、外的問題点の内、

①については探査前に管内の洗浄を行う、②については探査実施時期（農閑期等）の選定により解決が可能である。また、内的問題点の①については技術的には可能であるが、コストの問題が残る。②については、円筒管の中で走行台車の姿勢を制御しながら段差やジョイントの開口部をクリアするための特殊機構の開発が必要となる。③については、今後多くの検証を行うことにより解析精度を高めることが必要であるが、新たなデータ解析手法の検討も重要な課題となる。