線路下空洞探査車の精度向上

JR 東日本	正会員	秋山	保行
JR 東日本	正会員	田村	隆志
三井造船㈱		岡冨	富士男

1.目的

線路下空洞探査車(UTRAS:Under-track survey car、 以下 UTRAS という)は平成 11 年に導入され計測作業を 行ってきているが、マクラギの影響等により専門技術 者でないと解析画像の判読が難しい状況にあった。そ こで判読性の向上を目的として、現行の線路下空洞探 査車の精度向上について検討を行った。



図1 線路下空洞探査車(UTRAS)

2.電磁波レーダの原理

図 2 に示したように地表面から距離 R の深さに物標 (地層境界、伏び、空洞 等)があったとき、送信ア ンテナから放射した電磁波が受信アンテナで受信する までの時間を t とすると R と t には次の関係がある。



ここで、C'は地中での電波速度(アンテナから放射し

キーワード 電磁波レーダ、線路下空洞探査、陥没

連絡先 〒331-8513 埼玉県さいたま市北区日進町2丁目0番地 JR 東日本テクニカルセンター TEL048-651-2389

た電波が	土の中を進む速度)であり、真空中の電波速
度 C₀(3×10 [®] m/sec)を比誘電率 rの平方根で除し
たものに	なる。したがって、比誘電率が大きい土質ほ
ど電波速	度が小さくなるといえる。レーダ探査では、
この時間	t を計測することによって物標までの距離 R
を計測す	ることになる。

3.現行の UTRAS

UTRAS の主な仕様は測定速度 3~5km/h、測定深度約 1.5m 程度、探査寸法0.5m×0.5m×0.5m以上である。図 3 は解析画像を示したものであるが、線路上での計測に 特有の PC マクラギの影響により電磁波に強弱が発生し てしまうために、地中からの反射が波のような形状と なり、判読が難しい状況にある。



図3 解析画像

4. レーダアンテナ配置の検討

現在の UTRAS では図 4 のように送信アンテナ 1 基と 受信アンテナ 2 基が並列に並んだアンテナ配置である が(T-R1,R2)、3 基のアンテナが同時にマクラギ上に位 置することがあるため、地中への電波侵入が妨げられ、 マクラギ位置での強い反射が発生していたことが想定 される。この現象は送信アンテナと受信アンテナの距 離を大きくすることにより緩和されるが、あまり離れ すぎると電波の受信強度そのものが弱くなってしまう。 そこで、図 4 のように送信アンテナと受信アンテナを 様々に配置し、探査画像の比較検証を実施した。



図4 アンテナ配置検討

図 5 は探査画像の一例であるが、画像の視認性から 判定すると並列配置 T-R1,R2 および直列配置 T-R1,R2 に比べ並列配置 T-R3,R4 および直列配置 T-R3,R4 の方 が、地表面反射、マクラギ、レール等からの反射が抑 制されている。また、構造物の反射については並列配 置では凸凹した円弧状の反射に対して、直列配置では 滑らかな円弧状の反射となっていることがわかる。



図5 アンテナ配置検討結果

図 6 は同一箇所を UTRAS で計測した結果と、直列配 置の T-R3,R4 を比較したものである。UTRAS の探査画像 ではマクラギの影響により地中内に波状の反射波がみ られ、非常に判読性が劣る画像となっているが、 T-R3,R4 では地表面にマクラギの反射波は見られるも のの、バラストと地層の境界や構造物といった必要な 情報だけが残るようになった。また、本検討の中では 実際の空洞を探査することは困難であったため、実際 に地中にある管路での計測を主として実施したが、台 帳と計測での土被りに乖離が見られた。これは、UTRAS では深さ精度に影響を及ぼす比誘電率を一様に与えて いたためであり、今回はバラストと路盤に対して各々 の比誘電率設定を可能としたことで、深さ精度も向上 している。



図6 解析画像の比較

5.解析ソフトの改良

解析ソフトについては、従来図 3 のような単一画面 だけの表示であったが、今回は同画面に同一深度で反 射強度が大きいものにマーキング表示する一次判定処 理を追加した。さらに、従来の解析ソフトにはない、 詳細解析処理(図7)を新たに作成している。この詳細 解析処理では、解析処理に用いる各種パラメータの変 更が任意に可能となり、従来単一画像からの判定を行 っていたものが、様々な角度から詳細な解析ができる ものとしている。



6.おわりに

今後は、解析ソフトの UTRAS の計測装置への組込みに おける詳細設計および直列型アンテナの詳細設計およ び製作を行っていく。本検討の結果については、平成 17 年度の改良計画にて UTRAS へ実装の予定である。