

東北電力株式会社 正会員 多田 省一郎
東北電力株式会社 ○ 熊坂 仁

1. 開発の経緯

当社が所有する水力発電所は、昭和63年1月末現在で合計210箇所、総出力2,296,555kWである。このうち、約8割にあたる発電所は経年35年以上である。また、設備の諸元でみると、水路延長は、約800kmである。これらの発電所は、出力規模は比較的小さいが当社では電源構成上重要な役割を果たしており、適切な改修工事を実施し、発電所を事故から守って効率的な運転をしていくことが重要な課題である。

一方、当社が調査した発電所導水路の事故分析結果によると、導水路事故の約80%以上がアーチ部に発生しており、また、地山の約90%が岩盤でないところであった。すなわち、コンクリートの巻厚、覆工背面の地山・空洞の状況、コンクリートの物性を把握することが、導水路トンネルの健全度を評価する上で重要であることがわかった。

ところが、これらの項目を調査するにあたっては、現在のところコンクリートに削孔する方法が主であるが

- ・トンネルの全長にわたる調査が難しい
- ・発電所の停止期間が長くなる。
- ・コア抜きを必要とするため、場所によっては、コンクリートに力学的欠陥を招くことがある。

等の問題があり、コンクリートの巻厚、覆工背面の状況、コンクリートの物性を短期間に、非破壊でしかも連続して調査できる手法の開発が要望されている。

このような中で、電磁波探査の導水路調査への適用性について、実証試験を通して確認している状況にある。

2. 電磁波探査の概要

電磁波探査の原理は、電気的性質の異なる2つの媒質の境界面で反射された電磁波の、放射してから往復時間および振幅特性をアンテナで捉え、それらを信号処理することにより、媒質の厚さ、媒質そのものを推定するものである。

測定の手法は、アンテナの操作により、プロフィール測定とワイドアングル測定の2種類に分けられる。

プロフィール測定は、図に示すように送信アンテナと受信アンテナの間隔を、一定に保ったまま測線上を一定の速さで移動させ反射波を連続的に測定するものである。

ワイドアングル測定は、送信アンテナを固定し、受信アンテナだけを一定速度で移動させながら測定する方法である。

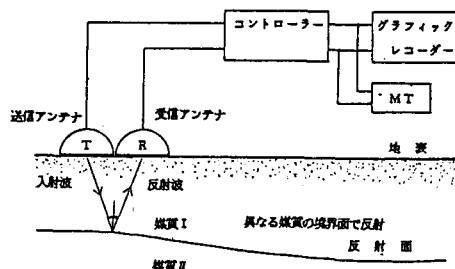


図1 電磁波探査概念図

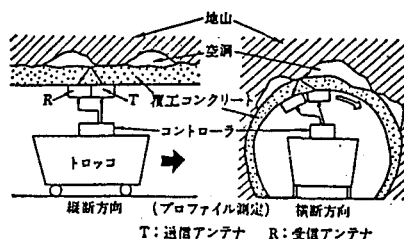


図2 探査方法説明図

導水路内では、図2に示すように台車に測定器を載せて測定を実施した。

いま、反射時間を T 、送・受信アンテナ間隔を X_0 、地中での電磁波伝播速度を V とすると、反射面までの深さは

$$D = 1/2 \sqrt{T^2 \cdot V^2 - X_0^2}$$

で与えられる。(図参照)

一方、ワイドアングル測定の結果から、 $X^2 - T^2$ 平面上にプロットされる直線の勾配 m を求めれば、反射面までの平均電磁波伝播速度 V が求められる。

$$V = \sqrt{1/m}$$

これら2つの方法を組み合わせて電磁波探査を実施した。

3. 実証試験の結果

昭和60、61年度に当社水力発電所導水路トンネルで実証試験(測線延長2,713m)を行ったが、まとめると次のような結果を得た。

(図参照)

覆工背面の状況

- ・地質境界前後(岩・土砂)は、識別可能
- ・空洞の存在と平面的広がり、は、判別可能

巻厚

- ・ ± 5 cmの範囲で測定可能

コンクリートの物性

- ・電磁波伝播速度とコンクリートの一軸圧縮強度、静弾性係数との間に、それぞれ正の相関関係がある

4. 今後の展開

以上の結果から、電磁波レーダーは、覆工背面の状況、コンクリートの巻厚および物性の調査には、有用であることがわかった。

今後、種々の変状を精度よく定量的に評価できるまでには、収録波形処理ソフトの開発などの課題があるが、実証データの蓄積と改良の成果をふまえて徐々に本探査による調査に移行していく計画である。

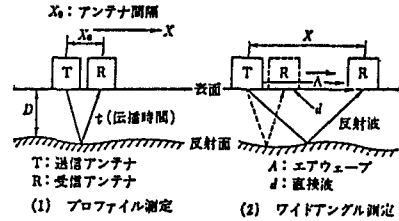


図3 測定手法説明図

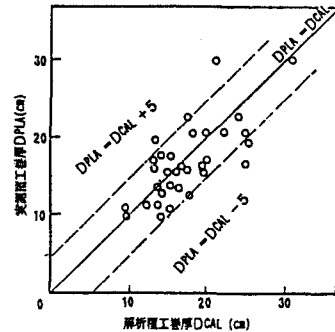


図4 覆工巻厚の対比

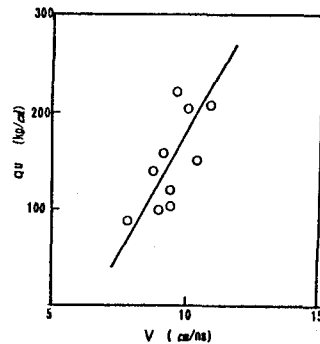


図5 電磁波伝播速度 V と一軸圧縮強度 qu の関係

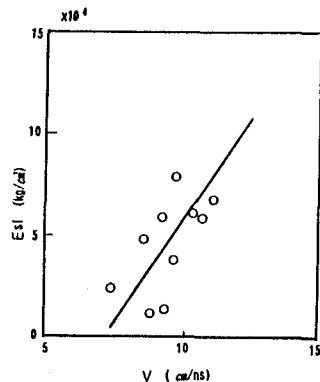


図6 電磁波伝播速度 V と静弾性係数 Es の関係