

V-133

電磁波レーダーの導水路トンネル覆工コンクリート調査への適用性の検討

(財)電力中央研究所 正会員 石田博彰

(財)電力中央研究所 正会員 中野毅弘

(財)電力中央研究所 正会員 金津 努

1. はじめに

水力発電所重要構造物である導水路トンネルは、取水口において取水した水を有効かつ安全に水槽まで導くことを目的とした工作物である。現在、電力各社が保有する導水路トンネルの総延長は約3700kmに達しており、その大部分を竣工後かなりの長年月を経ているものが占めている。即ち、経年別にみると、竣工後50年以上を経過した導水路トンネルは約40%であり、30年以上を経過したものは約70%にのぼっている。従って、これらの既設構造物の維持管理にあたりその劣化程度を効率的に調査する技術を開発することが、電力各社において重要な課題となっている。

本研究は、このような背景のもとに、導水路トンネルの健全性を評価する上で重要性が認識されている覆工コンクリートの覆工厚と覆工裏面の空洞の調査に電磁波レーダーを適用する方法について検討したものである。

2. 測定原理

電磁波レーダーによるコンクリートの覆工厚および覆工裏面の空洞の測定は、アンテナから発信された電磁波が電気的特性(誘電率など)の異なる物質の境界面で反射されて戻ってくるという性質を利用するものである。使用する電磁波の周波数は、対象とするコンクリートの覆工厚と覆工裏面の空洞の深さにより選定される。周波数の大きいものは、指向性および分解能に優れているが、減衰しやすいので探知距離が小さくなる。これに対して、周波数の小さいものは、コンクリート中を深部まで透過できるが、分解能が劣りある程度大きなものでないと判別できない。従って、対象とする物体の深さと大きさから使用する周波数を決定する。

物体までの距離は、電磁波を発信してから受信するまでの時間とコンクリート中を伝わる電磁波の速度から求められる。コンクリート中を伝わる電磁波の速度は、ボーリングコアを抜き取り伝播速度を測定する方法、比誘電率から近似的に(式1)により求める方法などがあり、本研究では、誘電率計により測定した誘電率を用いて式1により電磁波の伝播速度を求めた。この比誘電率は、コンクリートの性質のうち特に含水率に大きく影響される値である。

$$V = c / \sqrt{\epsilon r} \quad (\text{式1})$$

(V:コンクリート中を伝わる電磁波の速度、c:真空中での電磁波の速度、 ϵr :コンクリートの比誘電率)

3. 測定方法

電磁波探査装置(周波数:500MHz)を自動走行台車(時速:約700m)に搭載し、実際の導水路

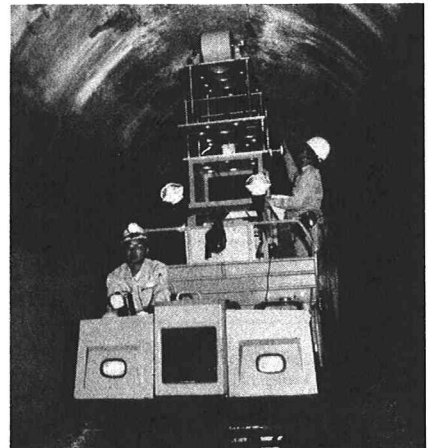


写真-1 実導水路トンネルにおける調査状況

トンネル(内径:2~7m)において調査を実施した(写真-1参照)。覆工コンクリートと地山あるいは覆工裏面の空洞などの境界面で反射された電磁波は、測定位置の信号とともに並列的にデータレコーダによりカセットテープに収録された。その後、測定した反射波を波形処理解析し、コンクリート覆工厚と覆工裏面の空洞の深さを推定した。

4. 測定結果

電磁レーダーによるコンクリートの覆工厚および覆工裏面の空洞の推定値とボーリングによるこれらの実測値との比較を図-1、図-2に示す。まず、コンクリートの覆工厚は、覆工厚10cm~40cmの範囲でかなりよく一致している。従って、通常の導水路トンネルにおけるコンクリート覆工厚の範囲では、電磁レーダーにより実用上十分な精度で覆工厚が推定できることが判った。次に、覆工裏面の空洞は推定値と実測値がかなり異なっている場合がある。特に、電磁レーダーで空洞がないと推定された箇所、実際には空洞が存在したケースがみられる。しかし、空洞の深さがある程度大きくなると推定精度が良くなり、20cm以上の比較的大きな空洞については、推定可能であると考えられる。また、鉄筋や鋼製の支保工が覆工コンクリートに埋設されている場合には、現状では、コンクリート覆工厚と覆工裏面の空洞の測定は困難であることが判った。

以上より、電磁波レーダーを用いた導水路トンネルの覆工コンクリートの覆工厚と覆工裏面の空洞の調査が可能であることが確かめられた。

5. 今後の課題

今後、調査の精度を更に向上させるための検討課題として以下の事項が挙げられる。

- ①湧水などによりコンクリートの含水率が高い箇所は、他の箇所とは区別して解析する必要がある。
- ②鉄筋や鋼製の支保工が埋設されている場合は、その間隔を透過するために、小型で透過能力のあるアンテナの開発が必要である。

【謝辞】

本研究において、御協力を頂いた三井造船(株)玉野研究所の関係各位に対し心から感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 中野毅弘他:電磁波探査法の導水路トンネル覆工巻厚・裏面空洞検査への適用性、電力中央研究所研究報告、U89026(1989)
- 2) 中野毅弘他:導水路トンネル覆工巻厚・裏面空洞探査への電磁波探査法の適用性に関する検討、電力土木 No.223、1989.11

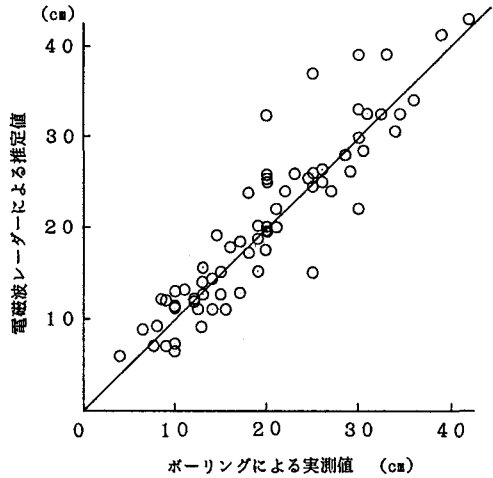


図-1 コンクリート覆工厚の推定値と実測値の比較

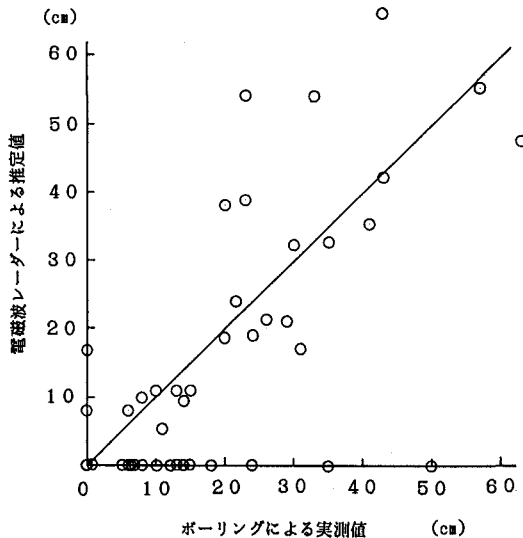


図-2 覆工裏面空洞の推定値と実測値の比較