

V-83

水路トンネル覆工調査への電磁波の適用性について

ー覆工コンクリート模型実験ならびに現地への適用ー

関西電力(株) 大東 秀光
 近畿コンクリート工業(株) 正員○及川 理人
 応用地質(株) 正員 前川 聡

1. まえがき

トンネルのメンテナンスにおいて、覆工コンクリートの巻厚や覆工背面空洞状況の把握が重要であることは言うまでもない。本邦においても、こうした目的で地下レーダーが用いられるようになってから久しく各所で成果が上げられている。しかし、得られた記録の評価にあたっては経験を積んだ専門家の判断にゆだねられていることが多く、解析に個人差が生じやすく、精度面でもバラツキが多いのが現状である。著者らは、データ処理の自動化を図るべく覆工模型における実験を行うとともに、一連の解析システムの開発および水路トンネル内の悪条件下でも、迅速に測定できる測定システムの構築を試みており、今回これらのシステムについて実構造物への適用性を検討し、良好な結果が得られたのでここに報告する。

2. 解析システムの概要

解析処理の流れを図-1に示すと共に主な処理内容である覆工厚、空洞範囲の抽出および覆工厚さの分析処理プログラムを以下に示す。

1) 覆工厚、空洞範囲の抽出処理は、コンクリート表面からの反射波を記録から取り除き、電磁波のコンクリート中における減衰を考慮した再増幅を行った後に、最終的には主に振幅の大小関係から覆工厚、空洞範囲を取り出すようにしている。

2) 空洞厚さ分析に関する処理は、電磁波の観測波形が基本波形と反射時系列から成り立つとの前提に立ち、周波数領域における観測波形と基本波形の間に最小自乗法を適用し、反射時系列を数学的に求めて空洞厚さを算出するようにしている。

3. 測定システムの概要

測定システムは、図-2に示すように台車部分とアーム部分に大別される。台車部分は、水路トンネル内の条件に適応できるように8輪不整地車をベースに改造を加え、凹凸に対する対応並びに定速、直進性を向上させた。また、アンテナを押し付けるブーム部先端は、 $\pm 500\text{mm}$ 可動範囲を持つカンチレバー方式を採用し、台車が凹凸部を通過する際においてもアンテナ面が壁面に密着可能な構造とした。なお、測定はブーム部を操作することにより、トンネル縦断方向に側壁～天端まで任意の位置で測定することが可能である。さらに、横断方向の測定も2回に分けて測定することが可能である。

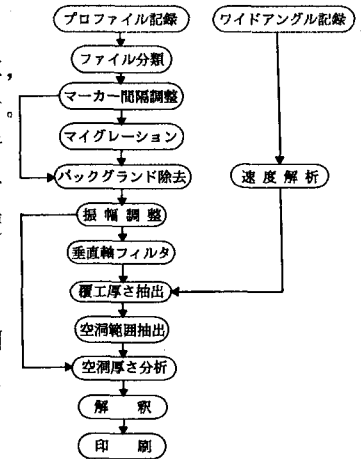


図-1 解析処理フロー

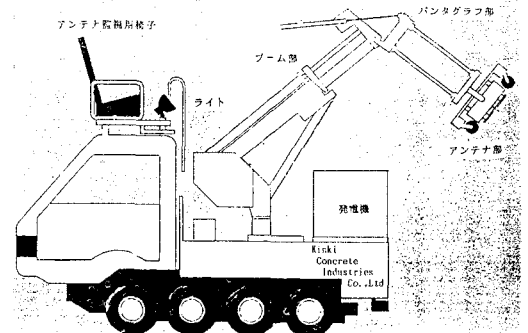


図-2 測定システム

4. システムの現地適用結果

解析方法の効果を確認するため、図-3に示すような覆工模型モデルで実験を行った。

覆工模型モデルは、空洞厚を5, 20, 30, 50cmのものを4個配置したものである。

空洞測定結果を図-3(b)に自動解析結果を図-3(c)に示す。図-3(b)(c)を比較すると、自動解析結果(c)は従来のレーダ記録(b)に比べ、求めたいコンクリートと地山との境界線ならびに空洞の位置が、モデル断面に対応して明確に示されているのがわかる。

図-4に断水中の水路トンネル内での測定状況を示す。トンネル内の状況は、インバート部が所々洗掘され、最大30cm程度の段差を生じていたが、目視による観察ならびに測定記録からはアンテナが壁面から離れた形跡は認められず良好な結果が得られた。また、調査は前進ならびに後進により5測線の測定を行い、アンテナの密着性、直進性、定速安定性、取得データの質等の検討を行ったが、いずれも良好な結果が得られた。

表-1は、解析後の覆工厚とコアリングによる覆工厚の比較を行ったもので、覆工厚さの解析は±5cmの範囲内で、空洞厚さは±10cmの範囲内で一致していることが検証できた。

5. まとめ

覆工模型モデル実験および実トンネルにおける検証実験結果より、覆工コンクリート厚さ、空洞位置、空洞厚さの自動検出が可能となり、求めたいコンクリートと地山との境界線等の覆工断面をより明確に検出することが可能となった。本検討において、具体的に判明したシステムの適応条件、検出能力を以下に示す。

1) 解析システム

- ・適応可能コンクリート厚さ：80cm以内。
- ・コンクリート厚の測定精度：±5cm以内。
- ・空洞厚さの検出精度：20cm以上の空洞厚で±10cm以内。

2) 測定システム

- ・縦断測定速度は、1.0km/hrの一定速度で測定可能。
- ・側壁～天端まで任意の測線で測定可能。
- ・インバート部の凹凸に対するアンテナ密着度、追随性は良好。

6. あとがき

今後は、さらに現地における測定を重ね、解析システムの精度向上を進めるとともに、比較的小断面のトンネルに適応できる測定台車の開発を進めていきたい。

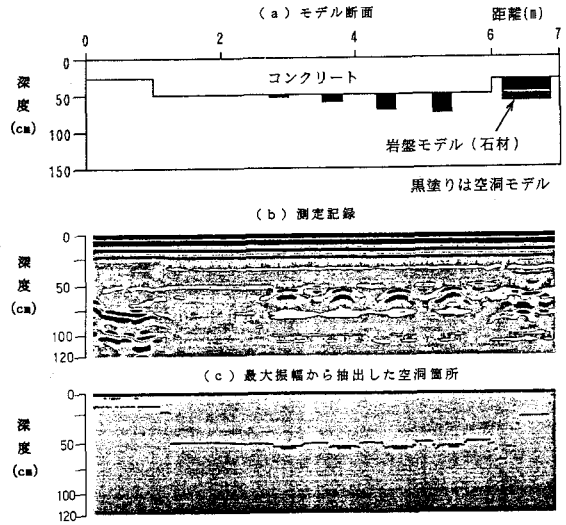


図-3 モデルへのデータ処理適応結果



図-4 トンネル縦断測定状況

表-1 推定結果とコア採取結果

	覆工厚さ(cm)			空洞厚さ(cm)		
	a 推定値	b 実測値	a-b	a 推定値	b 実測値	a-b
1	4.6	4.5	1	2.2	2.6	-4
2	2.4	2.4	0	2.3	3.0	-7
3	2.1	1.8	3	4.0	3.0	1.0
4	2.1	2.2	-1	4.0	5.0	-1.0
5	1.5	1.7	-2	3.2	4.0	-8
6	1.8	2.3	-5	3.1	3.0	1
7	1.8	1.5	-3	0	0	0
8	2.0	1.5	5	3.2	3.5	-3
9	2.1	1.8	3	4.0	3.0	1.0
10	2.7	2.8	-1	0	0	0

但し a 推定値は、b 実測値より 1m 側壁よりの測線での値である。