

V-131

レーダ法による実構造物コンクリートの強度推定に関する研究

日本工営(株) 中央研究所 正会員 ○ 金本康宏
 日本工営(株) 中央研究所 正会員 太田資郎
 日本工営(株) 中央研究所 正会員 藤原鉄朗
 日本工営(株) 中央研究所 正会員 松山公年

1.はじめに

実構造物のコンクリート強度を調査する方法としては、コンクリートコアを採取し、一軸圧縮試験を実施する方法が一般的である。また、シュミットハンマーを用いて反発度を測定し、この反発度から強度を推定する方法も適用されている。しかし、これらの方法では、調査に時間がかかるため効率が悪く、得られるデータについても構造物における点のデータしか得られない。

そこで、簡易で連続的に強度を把握する方法として、レーダ法を用いたコンクリート強度推定法に関する研究を実施している。この方法が確立すれば、強度が低いコアが採取できないような老朽化した構造物についても、効果的にコンクリート強度を把握することが可能となる。

ここでは、昨年度のレーダ法によるコンクリート強度推定に関する室内試験報告¹⁾に引き続き、実構造物でこの調査手法を適用し、その可能性について検討した結果を報告する。

2.レーダ法によるコンクリート強度推定の原理

レーダ法は電磁波を利用する計測手法である。この方法は、電磁波がコンクリート中を伝播する際の速度とその減衰特性から、コンクリートの有効間隙率と含水率を求め、コンクリート強度を推定する技術である（表-1）。図-1に計測手法のイメージを示す。ここで電磁波の伝播速度は基準波と直接波の到達時間差 $T_d - T_0$ から算出し、減衰特性は振幅高さ V_0 と V_d の比を用いることにする。

3.調査および試験方法

調査対象は長期間供用された、常時水没またはそれに近い状態にあるコンクリート構造物である。レーダ装置の仕様は表-2に示す。

以下に調査および試験手順の概略を示す。

- ① レーダアンテナをコンクリート表面に走査させ、レーダ計測を実施する（写真-1を参考）。
- ② レーダ計測位置でボーリングを実施し、コア試料（ $\phi 100\text{mm}$ ）を採取する。
- ③ コンクリートコアから有効間隙率を算出する²⁾。
- ④ コンクリートコアから供試体を作成し、一軸圧縮試験を実施する。

キーワード：レーダ法・コンクリート強度推定

〒300-1235 茨城県稲敷郡茎崎町稲荷原 2304 TEL: 0298-71-2030 FAX: 0298-71-2022 E-mail: a4863@n-koei.co.jp.

表-1 コンクリートの電気特性

電気特性	電波伝播速度	電波減衰率
対応する誘電率	ϵ' (実数部)	ϵ'' (虚数部)
測定方法	基準波と直接波の時間差	基準波と直接波の振幅比
主要因	有効間隙率 含水率 塩分濃度	

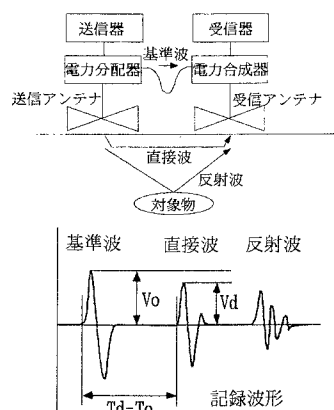


図-1 電気特性の計測手法（概念図）

表-2 レーダ装置の仕様

アンテナ	バイスタティックダイポール型
送信波	周波数 800MHz 波形 モノサイクルパルス 出力 約20Vp-p
計測レンジ	15,30ns（切り替え式）

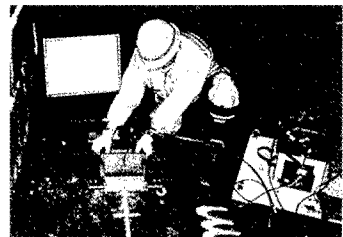


写真-1 レーダ計測状況

- ⑤ レーダ計測からコンクリート中の電磁波伝播速度と減衰特性を算出し、コンクリート強度との相関を検討する。

5. 結果および考察

図-2にコンクリートの有効間隙率と強度の関係を示す。この図では、今回の調査対象以外のデータも重ねて示している。この図から一般的に、有効間隙率と圧縮強度との間には、負の相関があることが確認できる。

次に、電磁波の伝播速度とコンクリート強度の関係を図-3に示す。この図からは、伝播速度とコンクリート強度の間には負の相関が認められる。

これはコンクリート中に間隙が多く存在する強度の小さいコンクリートほど、伝播速度が大きくなることを示している。また、図-4に示したコンクリートの有効間隙率と伝播速度の関係からも、有効間隙率の大きいものほど伝播速度が大きくなることが確認できる。

よって、伝播速度はコンクリート強度を推定する際の指標の一つとして考えることができる。

また、伝播速度とは別に、電磁波の減衰特性とコンクリート強度の間にも相関が認められた。よって、ここでコンクリート強度 y (kgf/cm²)・伝播速度 x_1 (m/s)・減衰特性 x_2 から、コンクリートの強度推定式を導いた。

$$y = 434.3 - 4.855 \times 10^{-6} x_1 + 30.55 x_2 \dots\dots\dots (1)$$

ここで、式(1)に今回の調査結果を代入し、推定強度を求めた。その結果は実測強度と比較をするため、図-5のように示した。また、昨年度の室内試験の結果¹⁾との比較も考え、室内試験の結果も一緒に示している。

図-5からは、室内試験から得られた結果と同様に、実構造物から得られた結果も、[推定強度=実測強度]直線の周辺に分布していることが認められる。よって、実構造物についても室内試験と同様のコンクリート強度推定法が適用できるものと考えられる。

6. おわりに

前年度の室内試験結果を踏まえ、本年度はレーダ法によるコンクリート強度推定法の実構造物への適用性を検討した。その結果、施工時の状態や供用環境などの影響が考えられる実構造物についても、室内試験と同程度の強度推定が可能であることが認められた。今後はデータの蓄積を行い、レーダ法によるコンクリート強度推定法の精度向上、適用限界の把握を検討する必要がある。

〔参考文献〕

- 1) 太田資郎他：「レーザ・レーダ法による水路トンネルの老朽化調査」構造物の診断に関するシンポジウム論文集 1998.7
- 2) 岩の工学的性質と設計・施工への応用 土質工学会

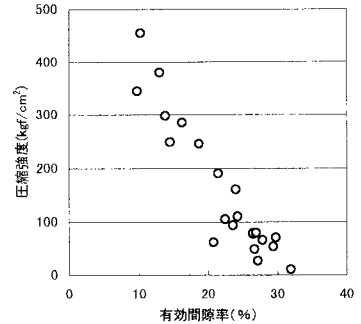


図-2 有効間隙率と圧縮強度

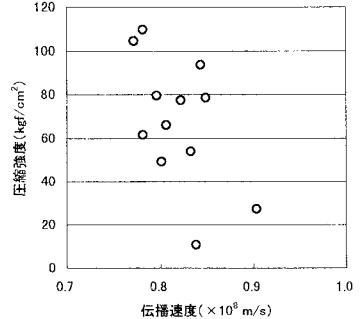


図-3 伝播速度と圧縮強度

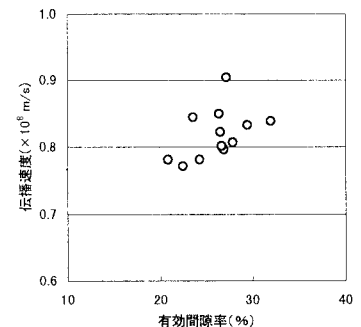


図-4 有効間隙率と伝播速度

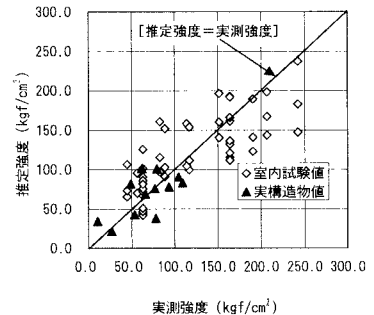


図-5 推定強度と実測強度