

衝撃弾性波法による RC 造高架水槽の健全性評価

オリジナル設計（株）	正会員	山崎 一義
オリジナル設計（株）	正会員	坂本 智
東海大学土木工学科	正会員	極檀 邦夫
アプライドリサーチ（株）	正会員	境 友昭

1. 目的

我が国の社会資本整備においては、既存施設の維持管理、改善を総合的に勘案したライフサイクルコストの低減が社会的な課題となっている。

近年では、山陽新幹線トンネルでのコンクリート剥落事故、PCコンクリート橋の劣化など、コンクリートの健全性の問題、さらには兵庫県南部地震に見られたコンクリート構造物の災害から、耐震性の問題が大きくクローズアップされている。我々が携わっている上下水道施設においても、設備の高度化、改善、機能向上と共にコンクリート構造物の健全性を診断し、施設全体としての維持管理、改善を行うことが重要な課題となっている。

本報告書は、RC造高架水槽（右図参照：地上高：42.4m，基礎部直径 15.4m）の耐震補強設計に用いるコンクリートの残存強度を把握するために、衝撃弾性波法（弾性波レーダシステム）を用いて構造物全体の健全性を評価したものである。



2. 調査の方法と圧縮強度の測定結果

衝撃弾性波法による調査は、円筒型躯体の最下端内側において円周方向に 30cm 間隔で 129 点、地上から高さ 27m の中間スラブにおいて同様の手法で 79 点、また、高さ方向は内部のらせん階段に沿って 20cm 間隔に 126 点の測定を行った。また、従来の非破壊調査法としてシュミットハンマーによる強度推定を構造物全般に渡って 38 点行った。

衝撃弾性波の解析は、新しい手法である MEM（最大エントロピー法）を用いている。MEM 解析法は、従来の FFT と比較してスペクトルの分解能が高い特徴があり、反射波の繰り返し回数が少ない場合でも自己相関関数の振幅が大きい周波数では、鋭いスペクトルが成立する。

測定の結果、衝撃弾性波法では弾性波速度が約 4000m/s であり、圧縮強度は 33N/mm² 程度であった。一方、シュミットハンマーによる測定結果は、7N/mm² であった。それぞれの測定方法は、何れもコンクリート表面に打撃力を加えるものであるが、測定強度の結果には大きな違いがあり、その値のとり方によっては構造解析に与える影響が大きい。従って、結果の判定が必要である。

キーワード コンクリート，上下水道施設，弾性波レーダシステム，非破壊検査法，維持補修

連絡先 〒162-0814 東京都新宿区新小川町 1-1（飯田橋MFビル） オリジナル設計（株）

TEL：03-5261-9612， E-mail：a1114@oec-solution.co.jp

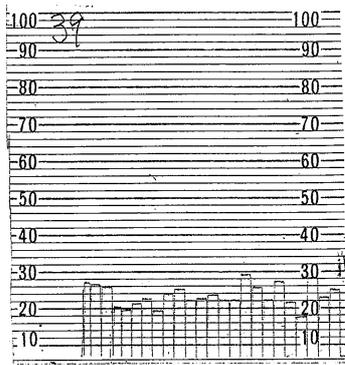


図1：シュミットハンマの測定値

<日本材料学会コンクリート強度判定委員会の標準式より>

採用反撥硬度：R = 23.5

$$\begin{aligned}
 \text{推定コンクリート強度} &= (13.0 \times R - 184) \times 0.6 \\
 &= (13.0 \times 23.5 - 184) \times 0.6 \\
 &= 72.9 \text{ [kg/cm}^2 \text{]} \\
 &= 7 \text{ [N/mm}^2 \text{]}
 \end{aligned}$$

但し、材令による補正係数： = 0.6 とする。〔経過年数 24 年〕

3. 測定結果の考察

一般に、健全なコンクリートでは打撃による作用時間と反作用時間は概ね一致するが、本調査におけるシュミットハンマー試験では、作用力の継続時間が長くなり、この間にハンマーの衝撃エネルギーがコンクリートの塑性変形によって吸収されたため、強度を過小評価したものである。

図2に示す衝撃弾性波法による測定結果では、打撃力の反作用時間に対して作用時間が明らかに長い。従って、当高架水槽のコンクリートは、内部強度はあるが表面劣化が進行しているものと判断される。

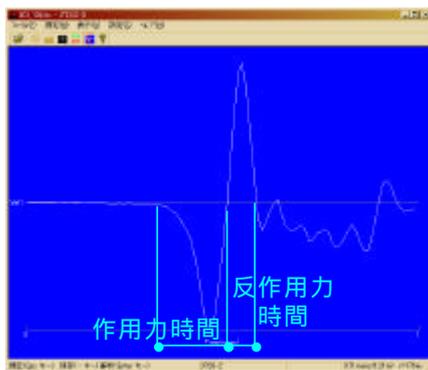


図2：衝撃弾性波法による測定結果

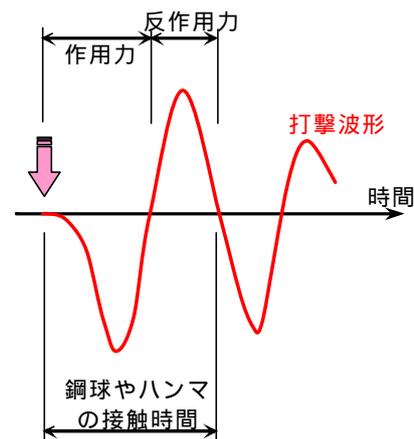


図3：初期挙動の区分

4. まとめと課題

本設計では、衝撃弾性波法によるコンクリートの健全性試験を行ったことで、従来の非破壊調査法であるシュミットハンマーでは測定不可能な、コンクリート内部の強度を適切に評価することができた。これにより過大な対策を行うことなく、設計を完了することができ、コストを低減することができた。

今後の課題としては、右図に示す事例でも明らかのように紙を介したモデルによる結果では、鋼球接触時間が 112 μs であったのに対して、コンクリート表面を直撃した場合は、39 μs であった。従って、表面劣化の状態は、初期の作用時間を解析することで明らかとなる。今後研究を進めて解明してゆく所存である。

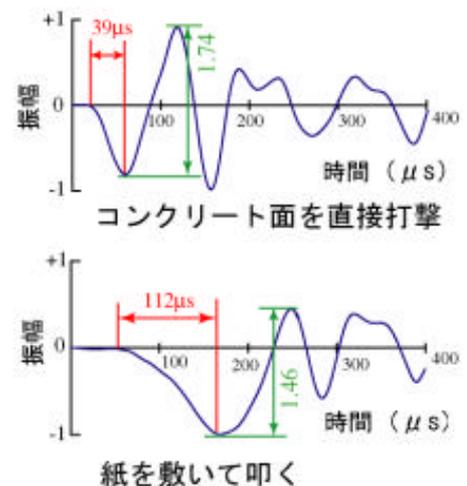


図4：模擬実験の結果