

衝撃弾性波法による現地 RC 擁壁の健全性試験

JR 東日本	横浜土木技術センター	正会員	宮田	義典
JR 東日本	横浜土木技術センター	正会員	三上	正憲
JR 東日本	横浜土木技術センター	正会員	植松	譲
	東海大学 土木工学科	正会員	極檀	邦夫

1. まえがき

日本の鉄道建設は、明治3年に新橋、横浜間に始まり、大正鉄道網の骨格がほぼ確立された。現在でも使用年月の長い構造物が多く使用されているので、維持管理が重要である。昭和31年に「建造物保守心得（案）；検査による構造物の現状把握，診断による変状原因の究明，措置計画の策定，記録カルテの整備」を定めており、基本的には現在でも通用する維持管理手法を構築している。最近では、トラブルが発生してからのも事後処理ではなく事前に察知し予防保全へと転換しつつある。

今回、構造物の健全性を調べる手法として、鋼球で叩いて生じる弾性波を加速度計で捉えて、解析する衝撃弾性波法を適用して、建設後30年経過した逆T型RC擁壁の剥離、厚さを測定解析したので報告する。

2. RC 擁壁と測定方法

測定は、写真に示すように10cm間隔、縦12分割点、横22分割点の交点に、加速度計PCB352C66を手で押しつけ、約5cm離れた点を鋼球15mmのインパクトで打撃し、その加速度波形を記録した。測定は、サンプリングクロック $1\mu s$ 、チャンネル毎のサンプリングデータ数8000である。

写真の×印は、点検ハンマーによる異常音のため、剥離等の欠陥の可能性が指摘された点である。

3. 測定結果および解析

3-1. 速度波形の比較

図-1に加速度計で測定した加速度を数値積分した速度波形を示す。

左側の波形は、2列目を縦に並べたものである。A-2からE-2までは、異常と観測された点である。B-2は、振幅が非常に大きいことと周期が長いのは、たわみ振動による考えられるので明確な剥離と判定される。D-2は、剥落危険性のある剥離部分で、厚さも薄いのでインパクトで強く叩くと破損する。



写真1 測定風景

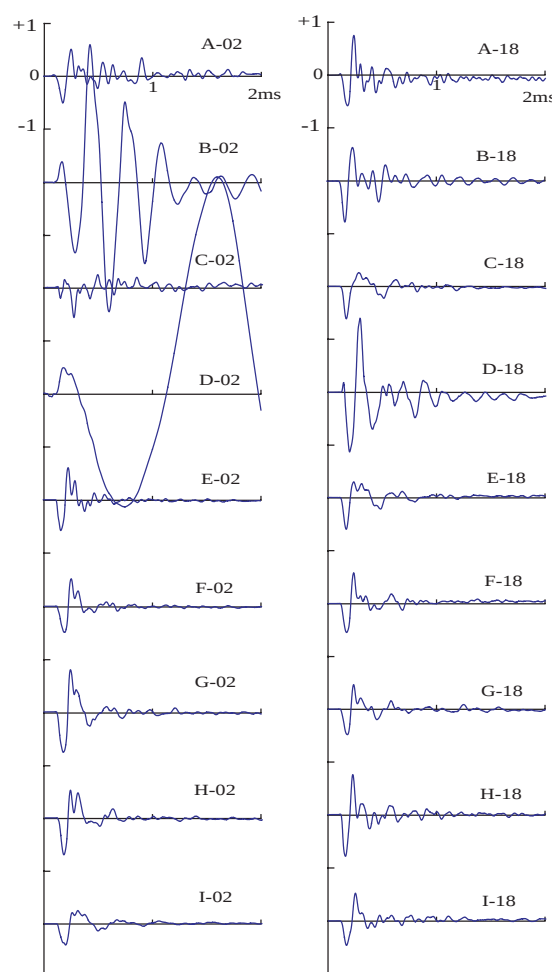


図-1 速度波形の比較

キーワード 衝撃弾性波法, RC 擁壁, 剥離, 健全性, 減衰係数

連絡先 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町官0番地

TEL 045-871-1855

FAX 861-0640

A-2とC-2は、厚さ数 cm の剥離で、速度波形の減衰は小さく振動が継続する時間が長い。F-2からI-2は、健全な部分である。インパクトによる打撃波形は明確であるが、波形の減衰は大きい。

右側の波形は、18列目を縦に並べたものである。D-18は、周期と振幅からたわみ振動が発生している剥離と判定、また、インパクト打撃波形の前半の半波形は、鋼球がコンクリートを押す時間帯に、後半の半波形は、コンクリートが鋼球を押し戻す復元力の時間帯に対応する。したがって、後半の半波形の頭がつぶれて復元していないC-18、E-18、I-2は、表層劣化していると推定される。

3-2. 厚さの計算

これまでは厚さ D は、最大エントロピー法 (MEM) により求めた固有周波数 f とコンクリートの縦弾性波速度 V_P から、次式により計算した。

$$D = \frac{V_P}{2f}$$

今回は、剥離や表面劣化の影響によりインパクトの質量の影響が大きくなる（表面が劣化し軟らかくなるとインパクトの接触時間は長くなる）ことや、擁壁裏側の地盤の影響を考慮して次のようにして厚さを求めた。

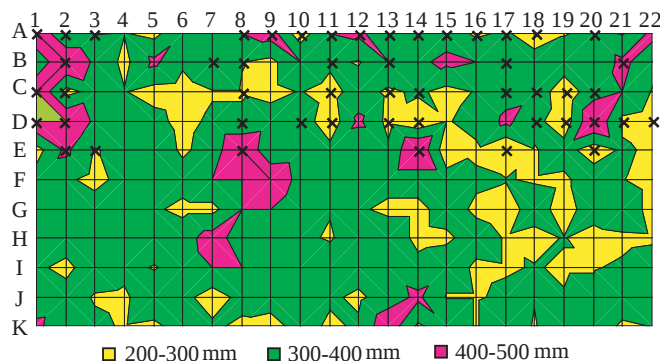


図 - 2 厚さの分布

厚さの計算は、波形振幅を2乗して積分平均し、その対数をとると、元の波形で0となる時間での対数値が極小となるので、単位時間内(2ms)での数を数えて周期を求めた。

つまり、測定波形がピークとなった時間から2ミリ秒間に発生した波形の2乗値のピーク数 N を数えて厚さ D を次式により、算出したものである。

$$D = \frac{V_P T}{N}$$

図 - 2 に厚さの計算値を示す。ここで、弾性波速度は測定されていないので、3,800m/s と仮定したとき

の壁の厚さは、およそ 300mm から 400mm 前後と推定される。

厚さがこれよりも厚く測定されている部分は、剥離等によって膜振動が発生し、周波数が低下しているところ、また薄く測定されている部分は、内部に欠陥があり厚さ以外の反射面があるものと推測される。図から左上、右上、中央左側部に剥離と見られる周波数の低下（図では厚さが厚くなっている）が観測される。

3-3. 波形の減衰係数

減衰係数の計算方法は、加速度波形のオフセットを除去して、波形を2乗する。次に、自己回帰式を用いて積分し、対数変換する。波形の最大値とその時間を求め、波形の最大値からエネルギーが1/100になるまでを計算している。

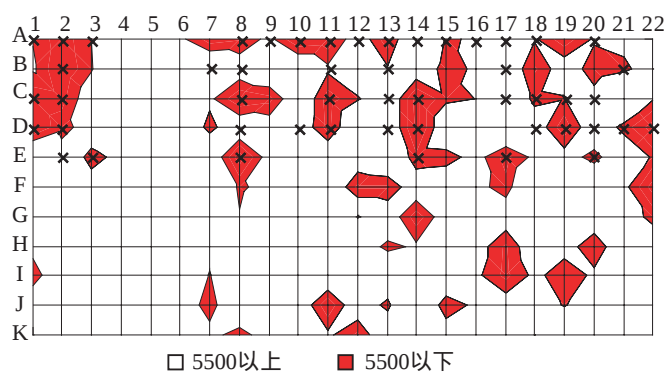


図 - 3 減衰係数の分布

図 - 3 に減衰係数を示しているこれは、測定波の減衰を $\lambda = V_0 \exp(-\lambda t)$ とした場合の減衰係数 λ で、波形が最大値から 20dB 減衰する区間での値である。減衰係数が小さいことは、振動がいつまでも継続することを意味する。このようになるのは、剥離等によって膜振動を生じているような場合と考えられる。

4. まとめ

衝撃弾性波法によって RC 擁壁の健全性を測定した結果を総括すると次のとおりである。

1. 加速度を数値積分した速度波形を見ると、剥離、表面劣化、健全の波形パターンが異なることがわかった。特に、劣化を伴う重症剥離は波形の観察だけでも判定可能である。

2. 裏側が地盤に接する RC 擁壁の厚さは、波形の周期を自己回帰式から求める方法でも計算可能であった。しかし、擁壁裏側の地盤が波形の周期に及ぼす影響は今後検討する必要がある。

3. 波形の減衰係数を指数回帰式で求めて検討した結果、打音法で異常と判定された点と、減衰係数の小さい点は約 6 割一致している。