

(V-11) 衝撃振動法によるコンクリート壁厚の計測

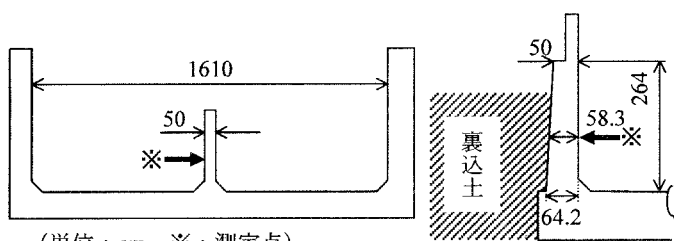
伊藤建設(株) 正会員 岩野 聡史
(株) 大本組 正会員 関根 浩次
東海大学 正会員 極壇 邦夫

1. はじめに

RC板を鋼球で打撃すると、板表面を伝播する表面波と内部に伝播し往復する反射波が複合された弾性波が生ずる。この複合弾性振動を解析してRC板の厚さを計測する衝撃振動法は、板表面の風化や粗骨材の影響が超音波法に比べて小さいなど利点が多い。しかし、複合振動の大半は表面波であるが、これを反射波であると解釈する解析方法も多く見られる。われわれは、異なる質量の鋼球を用いて、パワースペクトルの平均化と位相差を併用し反射波を抽出する衝撃振動法を提案してきた。室内では厚さ 12~40cm のRC板を用いて良好な結果が得られた¹⁾。今回は、現地の切梁式U型擁壁の中仕切壁(厚さ 50cm)と湿潤土で裏込めされたコンクリート擁壁(厚さ 58.3cm)を測定した。目的は提案する衝撃振動法が、厚い大型の実構造物に対しても適用できるのか。さらに、コンクリート擁壁は湿った裏込め土に接触しているので反射波は漏洩し減衰が大きいと推測されるが、このような場合でも厚さを計測できるかを確認することである。

2. 測定方法

測定した中仕切壁とコンクリート擁壁の概要を図1に、振動の測定状況を図2に示す。コンクリートの表面に2つのセンサーP1、P2(ENDEVCO; 2225、測定f; 20kHz、共振f; 90kHz)を5cm間隔で貼付け、直線上で5cm離れた点を打撃する。鋼球は、質量4、14、33、110、261、1020gの6種類を用いた。鋼球打撃による振動をセンサーで検知し、A/D変換12bit、サンプリングクロック4マイク秒で記録する。P1の振動をFFT処理し各振動数のパワースペクトルを求める。次に、先端質量約2gのインパルスハンマーで打撃し、同様に記録したP1、P2の振動をFFT処理し、各振動数のP1、P2の位相差を求める。



(単位: cm、*: 測定点)

図1 中仕切壁(左図)とコンクリート擁壁(右図) (断面図)

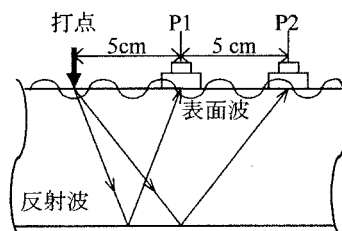


図2 測定状況

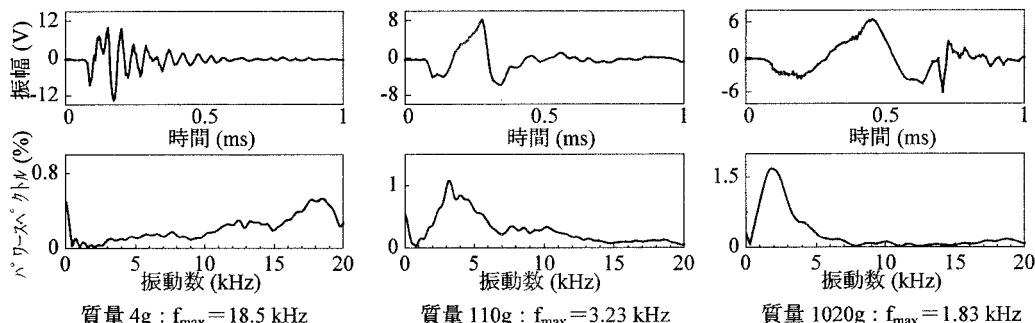


図3 振動波形(上図)とパワースペクトル(下図) [コンクリート擁壁]

キーワード: 現地コンクリート、厚さ測定、衝撃振動法、パワースペクトル、位相差。連絡先: 〒259-1292 平塚市北金目1117 東海大学土木工学科 TEL 0463-58-1211 (内線 4271) FAX 0463-50-2045 e-mail gokudan@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

3. 測定結果

3.1 鋼球質量の影響の平均化

図3にコンクリート擁壁を質量4、110、1020gで打撃した時の振動波形とパワースペクトルを示す。パワースペクトルの最大振動数 $f_{\max}$ は、鋼球質量4gでは18.5kHz、110gでは3.23kHz、1020gでは1.83kHzと質量により変化する。この最大振動数 $f_{\max}$ を反射波の共振振動数 f_0 と判断してはならない。鋼球質量により変化する振動は表面波であるが、共振振動数 f_0 は厚さに起因するので質量の影響を受けず一定である。各鋼球でのパワースペクトルを正規化し合計すると、鋼球質量の影響は平均化されるが一定の f_0 は累積して大きくなる。図4に合計値を示すと、最大値の約3kHzが共振振動数 f_0 の候補となる。

3.2 位相差の測定

図5にコンクリート擁壁をインパルスハンマーで打撃した時のP1とP2の振動波形と位相差の測定結果を示す。FFT処理により求めた各振動数帯での位相差は、振動がP1に到達してからP2に到達するまでの時間差と振動数に比例する。一定間隔の振動数ごとに、位相差と時間差の相関を計算すると、時間差が一定のとき両者は直線上に並ぶが時間差が異なると直線からずれる。両者の到達時間差を比較すると、反射波の経路差は表面波の約1/10で反射波速度は表面波の約2倍であるから反射波の到達時間差は表面波の約1/20となる。従って、位相差が極小となる振動数帯に反射波が存在する。

測定結果の位相差を回帰直線から調べると、約3kHzと約13kHzの2点で位相差が若干小さくなったが、室内実験のように明瞭ではないので位相差だけでは反射波の振動数範囲を特定できない。この原因は厚い構造物での f_0 は低い振動数帯に存在するが、位相差と振動数は比例関係なので低振動数帯の位相差は微小である。従って、反射波の影響で位相差が小さくなって高振動数帯よりも判別が難しくなるためである。

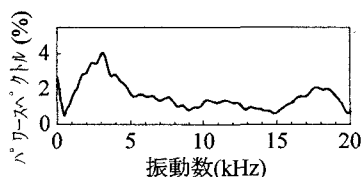
3.3 反射波の共振振動数および壁厚の計測結果

図6に中仕切壁とコンクリート擁壁のパワースペクトルの合計値と位相差を重ね合せた結果を示す。パワースペクトルの合計値と位相差の両者を併用すれば、コンクリート擁壁では $f_0=3.11\text{kHz}$ と確定できる。 $V_p=3800\text{m/s}$ とすると、厚さ $D=V_p/2f_0$ より $D=61.1\text{cm}$ (実寸58.3cm) となる。中仕切壁では $f_0=3.72\text{kHz}$ より $D=51.1\text{cm}$ (実寸50cm) を得た。計測誤差は5%以内であった。

4. まとめ

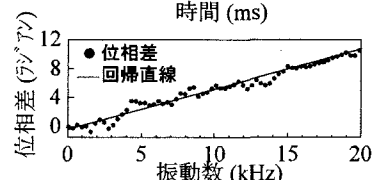
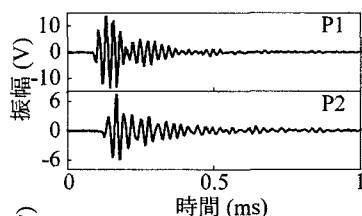
計測が難しいと予想された、厚い大型の実構造物での実験結果をまとめると次のとおりである。厚い板での位相差は、共振振動数 f_0 が低い振動数帯に現れるので、薄い小型供試体と比較して判別は難しくなった。しかし、パワースペクトルの合計値と併用すると共振振動数 f_0 は正確に確定でき、実寸50cmに対し51.1cm、実寸58.3cmに対し61.1cmと裏込めがある擁壁の場合でも良好な結果を得た。今後は2m前後の現地コンクリート構造物を計測するが、位相差測定に代わる新しい計測方法を試みる予定である。

参考文献 1) 岩野、極、塙；多種鋼球打撃によるコンクリート板の共振振動数の確定、第52回年次講演概要集第V部門P704



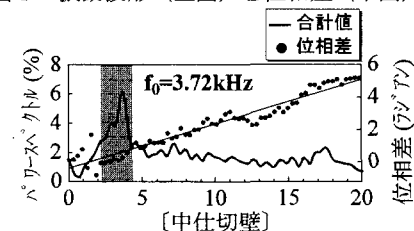
〔コンクリート擁壁〕

図4 パワースペクトル合計値

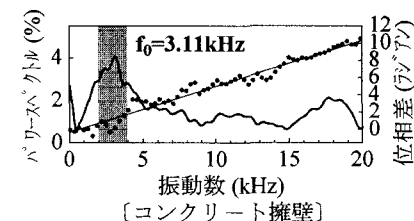


〔コンクリート擁壁〕

図5 振動波形 (上図) と位相差 (下図)



〔中仕切壁〕



〔コンクリート擁壁〕

図6 パワースペクトル合計値と位相差