

鋼球径と周波数分析方法がコンクリート版厚推定に与える影響

ジェイール東海コンサルタンツ(株)
大阪大学大学院

正会員 稲熊 唯史 正会員 ○加藤信二郎
正会員 鎌田 敏郎 正会員 内田 慎哉

1. はじめに

衝撃弾性波法によって比較的厚い版厚の部材に適用する場合、打撃によって発生する表面波及びその他の波動のエネルギーに対して、部材背面で反射する縦波の減衰が大きいために部材背面で多重共振する波動のエネルギーが小さく、正確な版厚推定が困難になる。これらの課題に対して、既往の研究結果¹⁾では打撃する鋼球径を適切に選定することによって、多重共振周波数帯と近い周波数域の波動を入力することで、合成されたスペクトルピークの判読が可能になることが提案されている。一方、得られた応答波形の周波数分析では、一般的に行われる高速フーリエ変換（FFT）の他に自己相関関数を利用した方法など版厚評価の精度を向上させる各種の方法が示されている²⁾。そこで、本報では正確な版厚推定が比較的困難な部材厚の厚い構造を対象に、複数の鋼球径による測定と数種類の周波数分析の手法を組み合わせることで版厚推定の検討を行い、測定及び周波数処理手法について適用性を検討した。

2. 試験方法

版厚の比較的厚いコンクリート試験体として版厚の異なる3種類を使用した。試験体断面と版厚の関係を図-1に示す。特に部材Cでは背面に傾斜があることから版厚推定が難しい形状となっている。また打撃に用いる鋼球径は既往の研究³⁾により、鋼球径と入力される上限周波数の関係が明らかとなっている。そこで、本試験では鋼球径を9.0mm, 19mm, 35mm, 40mm, 50mm, 63mmの6種類を用いることとした。発生する弾性波の受信は3Hz～30kHzまでフラットな応答特性を持つ圧電型加速度センサを用いて、部材表面にはエチレン酢酸メチル樹脂を加熱して用いる接着剤で固定した。打撃は加速度センサより約5cm離れた箇所を打撃し、表面加速度の測定はサンプリング周波数1MHzでサンプリング数を10,000点(0.01sec)とし、得られた時刻歴波形に対して各種の周波数分析方法を適用して結果を比較した。本報で適用した周波数分析の手法を表-1に示す。②FFTでは鋼球の接触時間に起因する打撃初期の波動を除外することを目的に図-2に示す処理対象範囲(0.005sec)を0.001secずつ移動させて①と同様の処理を行った。

3. 試験結果

6種類の鋼球と周波数分析方法として①FFT処理（全波形）と③自己相関関数+FFT処理を行った結果を表-2に示す。スペクトル図には、弾性波のP波伝播速度を4,000m/secとした場合の部材底面で多重反射する共振周波数を縦線で示している。また、スペクトルのピーク周波数が底面での多重反射周波数と一致しており、版厚が正確に推定できているケースを青色の実線で、異なる周波数で同等のピークがあり明確にはなっていないが、版厚と一致するピークが現れているスペクトル図を緑色の破線で示している。

版厚の比較的薄い部材Aでは、鋼球径φ9mm～φ40mmの範囲で版厚が推定できており、鋼球径φ35mm及びφ

キーワード 衝撃弾性波法, 周波数特性, 版厚, 鋼球径, 加速度

連絡先 〒450-0002 名古屋市中村区名駅5丁目33-10 アクトン納屋橋 ジェイール東海コンサルタンツ(株) TEL 052-746-7122

表-1 周波数分析方法

周波数分析手法	処理方法
①FFT(a)	収録した全波形に対して高速フーリエ変換（FFT）処理
②FFT(b)	収録した波形の一部に対して高速フーリエ変換処理
③自己相関関数+FFT	加速度波形の自己相関関数に対して高速フーリエ変換処理

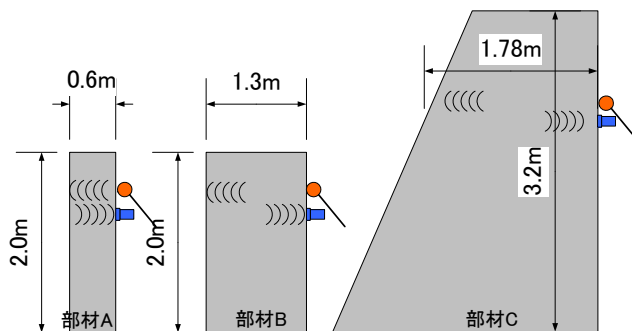


図-1 試験体断面及び測定位置

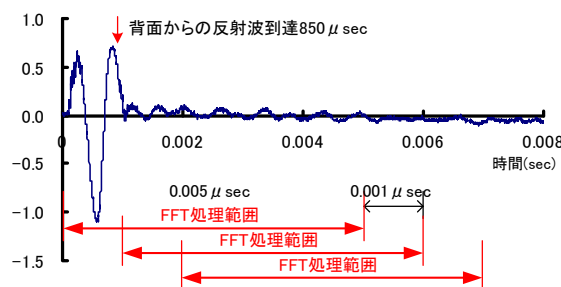


図-2 部分的なFFT処理範囲

40mm では、自己相関関数を利用した場合のみ正確な推定値となっている。また、版厚の推定は版厚が厚くなるほど正確性が低下し、部材Cではいずれの条件においても明確には版厚が推定できていない。

そこで、版厚推定が困難であった部材Cについて図-2に示した部分的にFFT処理を行った結果を図-3に示す。本計測の条件においては版厚推定が困難な部材Cでは、鋼球が接触している時間に生じる大きな振幅の波動部分を除いても、通常のFFT処理では版厚の正確な推定が困難となる結果となった。また、FFT処理対象が波形後半になるに従い版厚ピークが表面波ピークに対して減少している。

4. まとめ

- (1) 通常のFFT処理により版厚推定が困難な場合においても、自己相関関数を併用することにより版厚推定が可能となる場合がある。
- (2) 打撃初期の表面波振幅を除外しても、通常のFFT処理では本試験の部材Cの正確な版厚推定は困難であった。また、版厚ピークの変化から本条件では版厚を示す波動は表面波の波動よりも減衰が大きいと考えられる。
- (3) 目的とする版厚に応じて鋼球径を適切に選定し、打撃によって入力する上限周波数を変化させることが正確な版厚測定において有効であり、本報の部材Cにおいてもより大きい鋼球径を用いることによって正確な版厚推定が可能となると考えられる。

表-2 FFT及び自己相関関数+FFTによる周波数分析結果

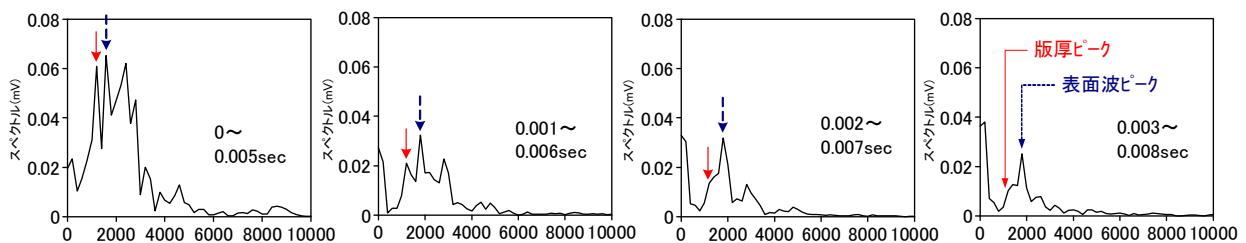
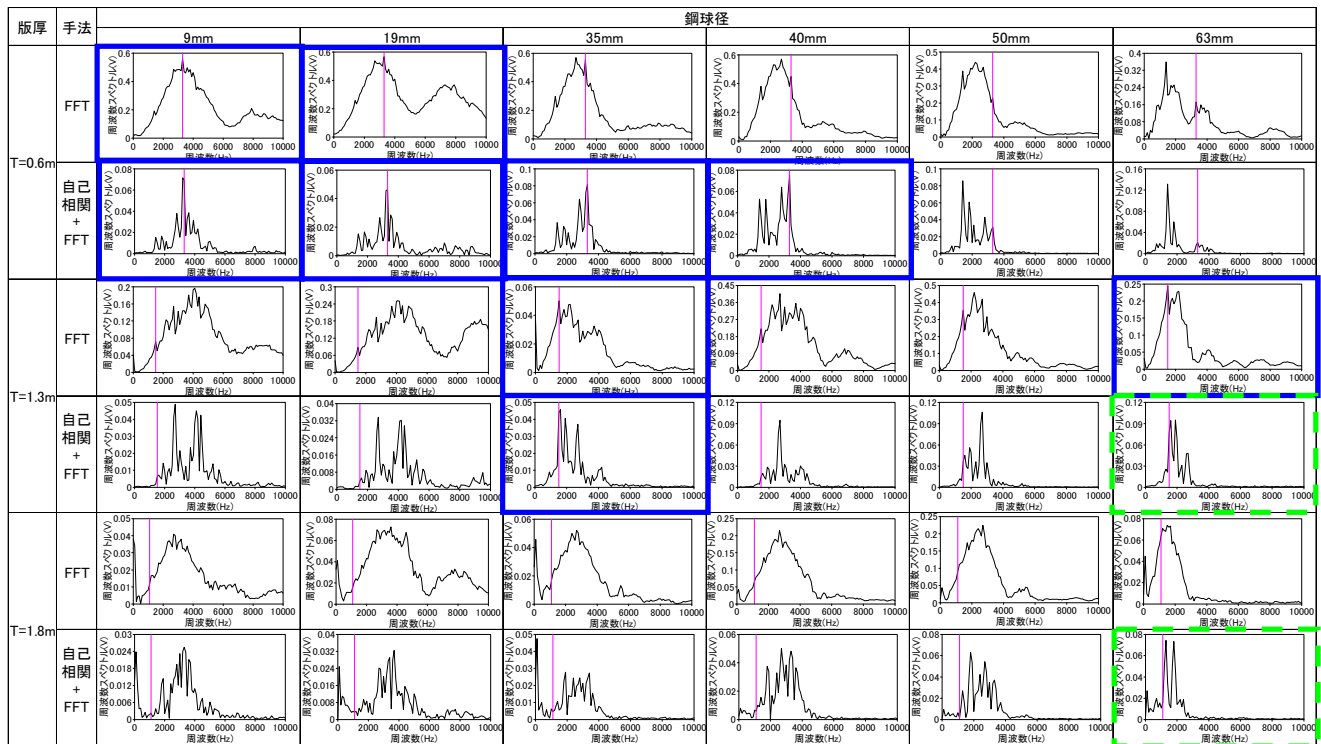


図-3 部材③ 鋼球径φ63mmの部分FFT処理結果

参考文献

- 1) 鎌田敏郎, 内田慎哉ほか, 弾性波の入力方法がインパクトエコー法によるコンクリート版厚推定に与える影響, 材料 第58巻第8号 pp684-690(2009)
- 2) (社)日本非破壊検査協会, コンクリート構造物の弾性波による試験方法第2部: 衝撃弾性波法, PP解 10-11
- 3) M.Sansalone and W.S.Streett, "Impact Echo", pp29-254(1997)Bullbrier Press, Ithaca, ...