

鋼球による打撃方法がコンクリート版を伝播する弾性波の周波数特性に与える影響

ジェイアール東海コンサルタンツ(株) 正会員 ○稲熊 唯史 正会員 加藤信二郎
 大阪大学大学院 正会員 鎌田 敏郎 正会員 内田 慎哉

1. はじめに

非破壊でコンクリート部材の版厚を推定する手法として衝撃弾性波法が汎用的に適用されている。鋼球の打撃による弾性波のうち版厚評価に利用する縦波のエネルギーは、横波や表面波などの複数の波動と比べて比較的小さく、特に版厚の厚い部材を対象とする場合は伝播経路が長いことから縦波の減衰が大きく、その他の波動との識別が難しくなり正確な版厚推定を困難にしている。一方、実構造物における測定例では、必ずしも正確な版厚が得られない場合があり、その一因として打撃を与える鋼球直径やセンサの特性、打撃するコンクリート表面の状態など種々の条件により結果に影響が及ぶことがこれまでの経験と検討から指摘されている。そこで、本検討では比較的部材厚の大きい部材に対する版厚測定に関して、打撃力と鋼球径に着目して得られる応答波形の周波数特性及びそれからの版厚評価に及ぼす影響について実験的に検討した。

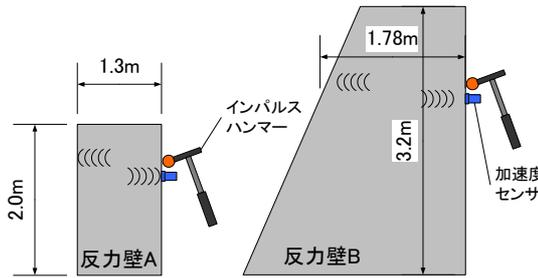


図-1 試験体断面及び測定位置

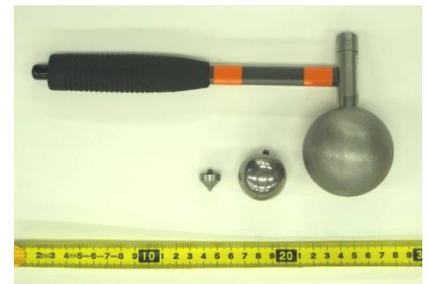


写真-1 鋼球及びインパルスハンマー

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2種類の構造実験反力壁を使用した。試験体断面と版厚の関係を図-1に示す。既往の研究¹⁾により打撃に用いる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3.0mm、35mm、63mmの3種類用いることとし、打撃力を定量的に評価するために、インパルスハンマーの先端に鋼球を取付けて打撃を行った。使用したインパルスハンマーを写真-1に示す。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、測定者の感覚で強(H)、中(M)、弱(S)の3段階に打撃力を変化させて与え、測定後インパルスハンマーの電圧出力を同定することで打撃力を評価した。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高速フーリエ変換(FFT)により周波数スペクトルを求めた。

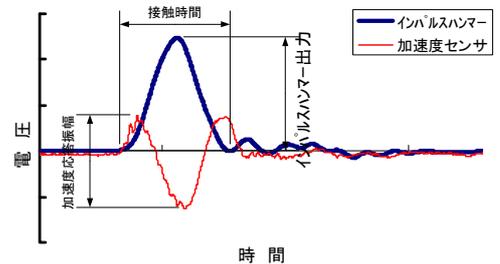


図-2 打撃特性値及び応答振幅

3. 試験結果

加速度センサで得られた時刻歴波形から図-2に示す特性値を読み取り、打撃力と鋼球の接触時間、加速度応答の第一波の最大応答振幅とした。図-3に接触時間と卓越振動数の関係を鋼球径別に示す。また、図-4に反力壁Aで得られた時刻歴波形の周波数分析結果の一例を示す。図-4には弾性波の縦波伝播速度を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

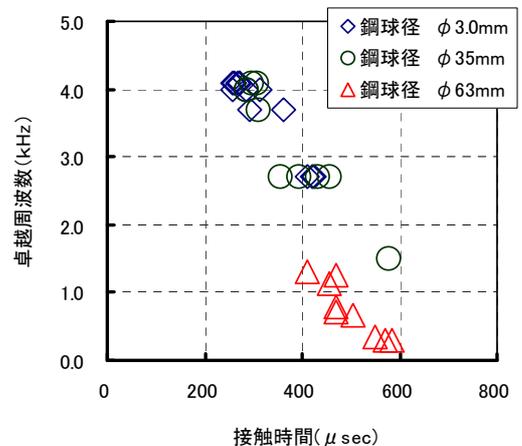


図-3 反力壁 A 卓越周波数

キーワード 衝撃弾性波法, 周波数特性, 版厚, 打撃力, 加速度
 連絡先 〒450-0002 名古屋市中村区名駅5丁目33-10 アクアタウン屋橋 ジェイアール東海コンサルタンツ(株) TEL 052-746-7122

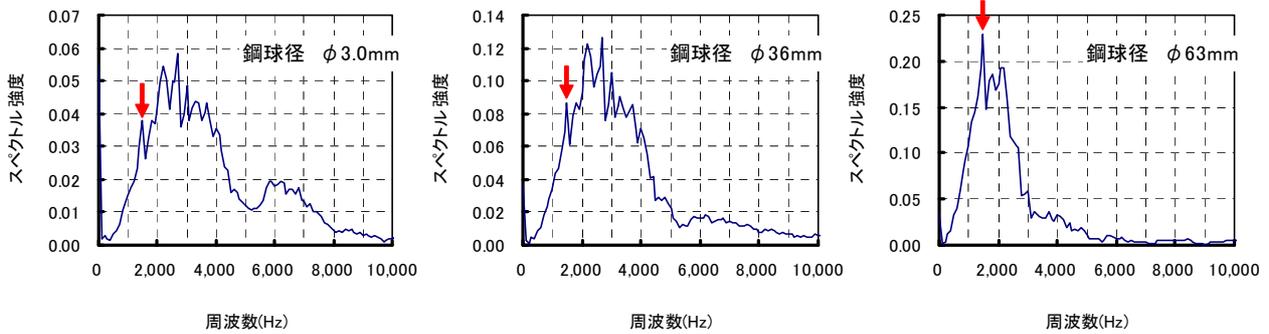


図-4 異なる鋼球径の周波数スペクトル

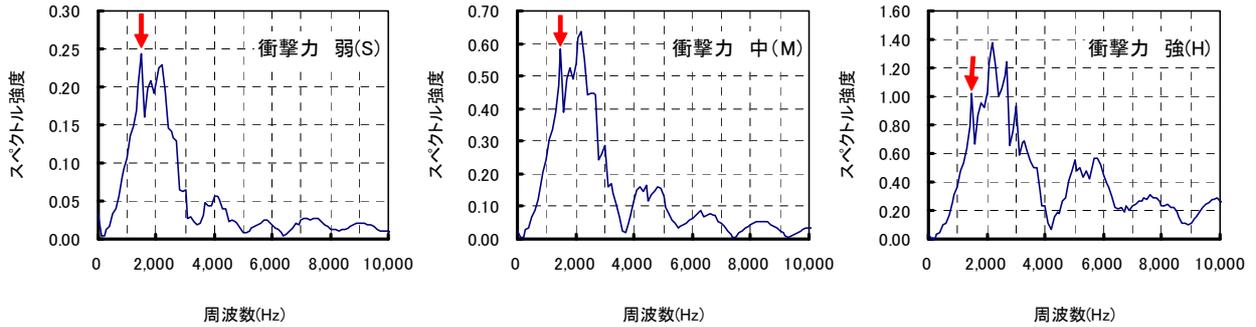


図-5 鋼球径φ63mmにおける異なる衝撃力の周波数スペクトル

矢印で示している．既往の研究¹⁾²⁾に示されているように，鋼球径が大きくなると打撃による接触時間が長くなり，入力周波数が低周波側に変化している．

次に打撃力が周波数特性に及ぼす影響の一例として図-5に反力壁Aにおける鋼球径φ63mmでの打撃力強，中，弱のスペクトル図を示す．打撃力が大きくなると表面波を含む多重共振周波数以外の周波数成分が高周波側に移動している．また，この条件下では弱く打撃した場合には版厚を示す多重共振周波数が卓越しているが，強打によって多重共振周波数が卓越せず，正確な版厚評価が困難となる結果となっている．図-6にハンマーの打撃力と卓越振動周波数関係を示す．これによると，鋼球径が小さくなると卓越振動数が大きくなることに加えて，同一の鋼球径においては打撃力が大きくなると高周波成分が増加し，多重共振周波数以外の卓越振動数及び中心周波数は高周波側に移動している．

4. まとめ

(1) 既往の研究で示されたとおり鋼球の接触時間と発生する弾性波の卓越振動数は相関があり，鋼球径が大きくなると接触時間が長くなり周波数が低くなる．

(2) 同一の鋼球径においても打撃力を増加させると発生する周波数の高周波成分が増加し，打撃により発生する卓越周波数は，本試験条件において鋼球径の変化による周波数帯の変動よりも打撃力の相違による変動の影響の方が大きい結果となった．従って，打撃力の増加によって版厚測定に有効な縦波成分の増加の他に，不要な表面波その他の成分も増加して正確な版厚評価の妨げとなっている可能性があると考えられる．

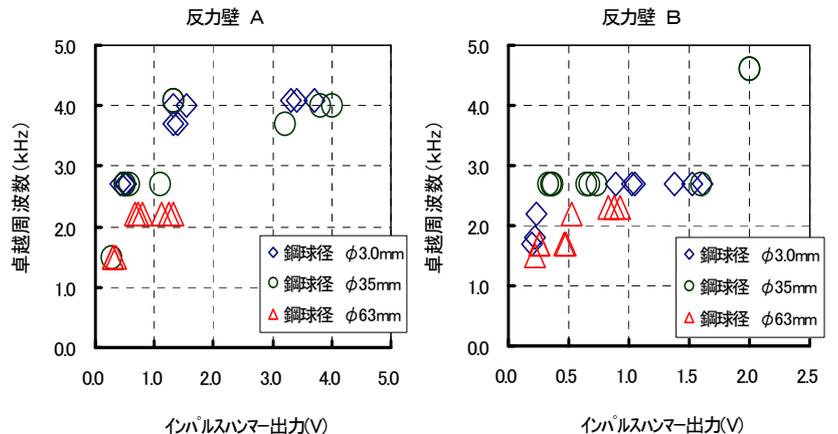


図-6 衝撃力と周波数特性の関係

参考文献

1) M.Sansalone and W.S.Streett, "Impact Echo", pp29-254(1997)Bullbrier Press,Ithaca,...
 2) 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)