

非接触型検出器を使用した衝撃弾性波法による鉄筋コンクリートの鉄筋付着不良部探査

衝撃弾性波法 インパルスハンマ 電磁パルス
 加速度計 非接触型検出器 鉄筋付着

正会員 ○ 関 俊力*1 同 金森 藏司*2
 同 瀬古 繁喜*3 同 山田 和夫*4

1. はじめに

コンクリート表面をハンマーなどで打撃することによって発生させた衝撃波を利用する衝撃弾性波法は、入力弾性波の伝播距離が電気的な入力方法を用いる超音波と比べて格段に長くなり、超音波では測定が困難な厚いコンクリートの内部探査にも適用可能であるという利点を有している。筆者らも、従来から衝撃弾性波法によるコンクリートの内部探査方法を確立するための基礎的研究¹⁾を行ってきたが、本研究では、電磁パルスと非接触型検出器を併用した衝撃弾性波法による内部探査の適用性について実験的に検討を行った。

2. 実験方法

2.1 試験体

本実験では、表-1および図-1に示すように、φ22×400mmの丸鋼が断面中央に配筋してある寸法が100×100×376mmの鉄筋コンクリート中の丸鋼の付着不良部長さを0、100、200および300mmの4種類に変化させた

表-1 実験の概要

測定方法		試験体寸法 (mm)	鉄筋径×長さ (mm)	付着不良長さ (mm)
入力方法	検出方法			
ハンマー	加速度計	100×100×376	φ22×400	0, 100, 200, 300
電磁パルス	非接触振動計			

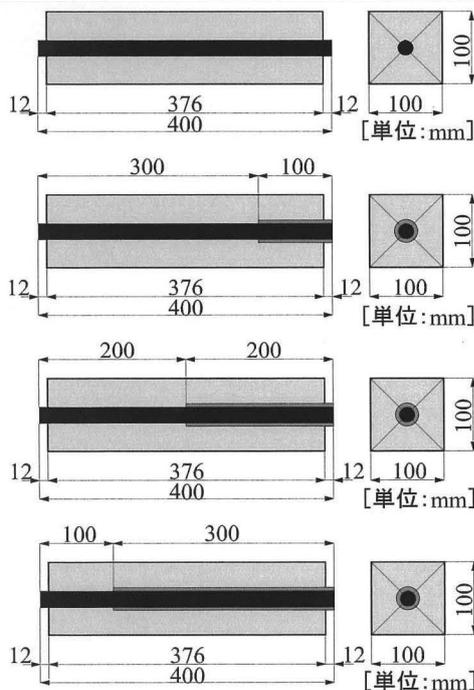


図-1 試験体の形状・寸法

試験体を用いて、衝撃弾性波法による鉄筋付着不良部探査実験を行った。なお、衝撃弾性波の発生源としては、インパルスハンマと電磁パルスの2種類、伝搬衝撃弾性波の検出器としては、超小型圧電式加速度ピックアップと非接触型検出器（レーザドップラ振動計）の2種類を使用し、衝撃弾性波法による鉄筋不良部探査の適用性と適用限界について相互に比較・検討した。

2.2 測定方法

本実験では、衝撃弾性波を図-2に示す鉄筋両端部（入力1：付着健全部側鉄筋端部、入力2：付着不良部側鉄筋端部）の2箇所から入力し、所定の位置に設置した超小型圧電式加速度ピックアップ（コンクリート表面：CH1～CH3、鉄筋表面：CH4の4箇所）と超高感度非接触型検出器（鉄筋表面：CH5）を用いて検出した。

3. 実験結果とその考察

3.1 検出衝撃弾性波の最大加速度

図-3は、衝撃弾性波入力源としてインパルスハンマを用いて鉄筋端部から衝撃弾性波を入力した場合の検出弾性波の最大加速度とピックアップ位置との関係を示した例である。なお、図には5回の計測結果の平均値と最大値および最小値が示してある。図によれば、衝撃弾性波の入力方法に関わらず鉄筋の付着不良部表面に設置したピックアップで検出した衝撃弾性波の最大加速度は、付着健全部表面に設置したピックアップと比較して最大加速度が小さくなっており、鉄筋付着不良部で鉄筋からコンクリートへの衝撃弾性波の伝搬が不十分となって検出衝撃弾性波の最大加速度が低下しているのがわかる。なお、紙数の関係で図には示していないが、衝撃弾性波入力源として電磁パルスを用いた場合も同様の傾向が認められ、検出弾性波の最大

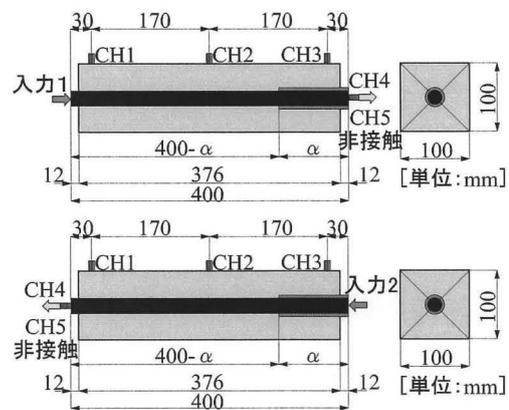


図-2 測定位置および変換子の設置位置

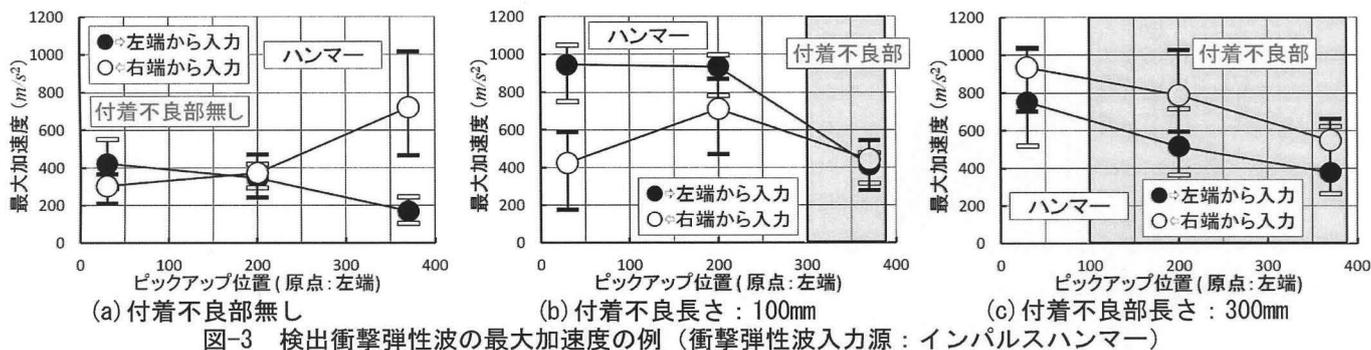


図-3 検出衝撃弾性波の最大加速度の例 (衝撃弾性波入力源：インパルスハンマー)

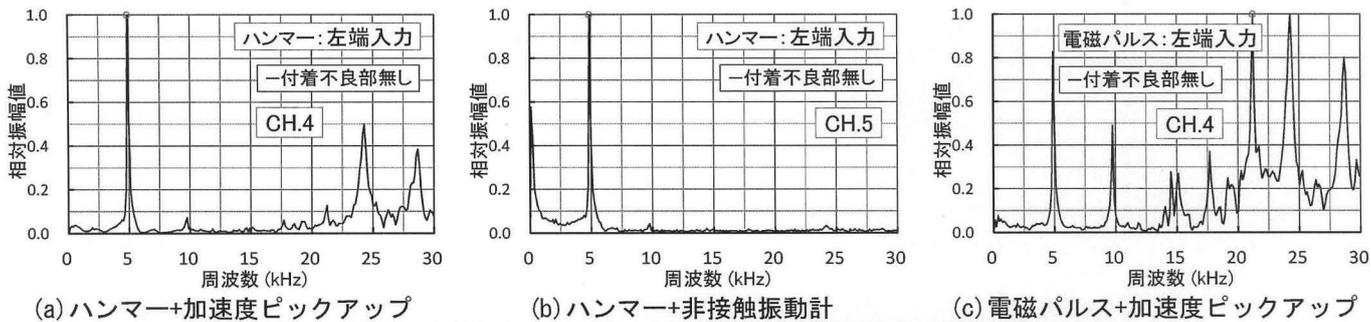


図-4 付着不良部無しの場合に検出された衝撃弾性波の周波数特性の例

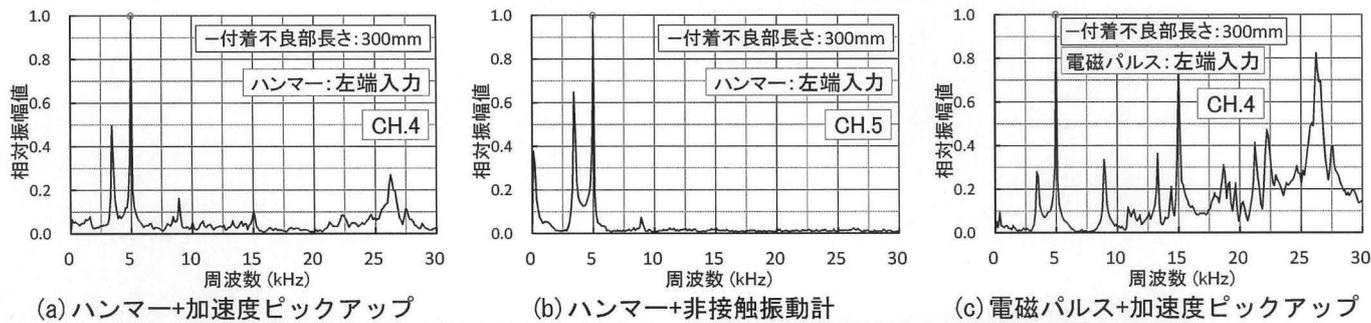


図-5 付着不良部長さ300mmの場合に検出された衝撃弾性波の周波数特性の例

加速度のバラツキが極めて小さいことがわかった。

3.2 検出衝撃弾性波の周波数特性

図-4は、鉄筋付着健全試験体で得られた検出衝撃弾性波の周波数特性を衝撃弾性波の入力源および検出器の種類別に示した例である。図によれば、加速度ピックアップで衝撃弾性波を検出した場合は、衝撃弾性波の入力源に関わらず約5kHz間隔で卓越する周波数成分が観察されるが、この約5kHzの周波数は、試験体の長さ、密度および動弾性係数から計算した試験体全体の縦一次共振周波数とほぼ一致することがわかった。また、得られた周波数特性は、衝撃弾性波入力源として電磁パルスを用いた方が10kHz以上の高周波数成分が増大する傾向にあることがわかる。なお、衝撃弾性波の検出に非接触型振動計を用いた場合は、約10kHzまでの周波数帯域であれば、加速度ピックアップの場合とほぼ同様の周波数特性が得られることが確認できる。一方、図-5は、鉄筋付着不良部長さ300mmの試験体について示したものであるが、図によれば、衝撃弾性波入力源および検出器の種類に関わらず前述

の付着健全試験体で観察された約10kHzの卓越周波数成分が喪失し、代わりに約9kHzの周波数成分が卓越しているのが確認できる。この約9kHzの卓越周波数は、付着不良部鉄筋の縦波速度を5,390m/s (空中にある鉄筋の縦波速度の測定結果)とした場合の300mm間の多重反射波の周波数と一致しており、鉄筋の付着不良部の存在により、付着健全部と不良部との界面で衝撃弾性波の多重反射が生じていることが考えられる。

4. むすび

本研究の結果、試験体内部に鉄筋付着不良部が存在すると、その箇所の表面で検出された弾性波の最大加速度が低下すること、付着健全部と不良部との界面で生じる多重反射に起因した周波数成分が卓越すること、などに着目すれば、コンクリート内部の鉄筋付着不良部を推定できる可能性のあることがわかった。

【参考文献】

1) 桃木佳子、山田和夫ほか：衝撃弾性波法を適用した鉄筋の腐食推定に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.15，No.1，pp607-612，1993

*1 愛知工業大学大学院 研究生・修士(工学)
 *2 愛知工業大学大学院 博士前期課程
 *3 愛知工業大学工学部 教授・博士(工学)
 *4 愛知工業大学工学部 教授・工博

*1 Research Student, Aichi Institute of Technology, M.Eng.
 *2 Master Course, Aichi Institute of Technology
 *3 Prof., Faculty of Eng., Aichi Institute of Technology, Dr.Eng.
 *4 Prof., Faculty of Eng., Aichi Institute of Technology, Dr.Eng.