

圧電セラミック素子を用いた鋼板とコンクリート間の空隙検知に関する実験

東洋建設(株)美浦研究所 正会員 末岡 英二
 曙ブレーキ工業(株) 坂井 孝
 曙ブレーキ工業(株) 金子 稔
 東洋建設(株)美浦研究所 荒金 直樹
 東洋建設(株)美浦研究所 正会員 佐野 清史

1. はじめに

筆者らは、鋼板接着補強や合成構造部材など鋼板により閉鎖された空間にコンクリートを充填した際に、懸念される鋼板とコンクリートの間の空隙（以下、空隙と称す）を簡便に検出することができる測定器、およびそれを用いた検知方法の研究開発を進めている。本報は、合成構造などに発生する空隙を模擬したモデル試験体により行った本測定器の性能確認、および検知方法の検討結果について述べたものである。

2. 測定原理

検討した測定方法は、弾性波（周波数 1.5kHz～4kHz のスイープ波）を用いて鋼板を加振することで、その振動周波数特性（以下、周波数特性とする）を検出し、空隙の有無を検知しようというものである。この周波数特性は空隙の有無やその大きさによって変化するため、容易に空隙を検出することができる。また、本方式は可聴周波数を用いているため、鋼板の加振及び弾性波の受信には安価な圧電セラミック素子を用いることができ、測定器の低価格化と小型化が可能である。今回用いた測定器の概要を図-1に示す。なお、送受信間の間隔は37mmで、本測定器は片手で容易に持てる上、バッテリー駆動のため、実際の施工現場で簡単に測定することが可能であった。

3. 実験モデル

試験体の概要を図-2に示す。試験体は型枠底部に鋼板を設置してその上にコンクリートを打設したもので、一辺が500mmの立方体である。また、鋼板の厚さは9～22mmとし、その中央部に塩ビパイプやラワン材を用いて円形（直径200mm、深さ20mm）あるいは長方形（長さ300mm×幅100mm×深さ20mm）の模擬空隙を設けた。なお、実際の構造ではブリーディングの残水など、空隙内に水が存在する可能性もあるため、空隙部に外部から水を注入できる構造とした。

4. 実験概要

実験ケースを表-1に示す。実験は、鋼板の厚さや模擬空隙の形状の違いによる8種類の試験体で行った。

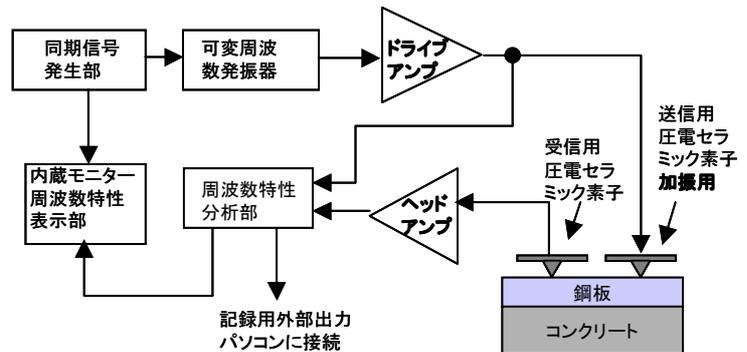


図-1 測定器の概要

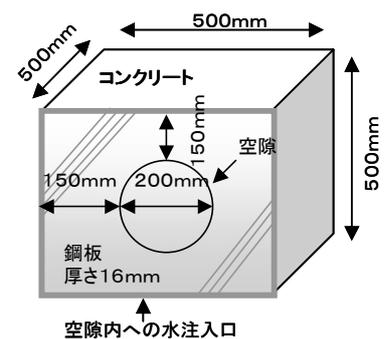


図-2 試験体

表-1 実験ケース

試験体 No.	鋼板厚さ(mm)	空隙形状
1	9	円形
2	12	円形
3	16	円形
4	22	円形
5	9	長方形
6	12	長方形
7	16	長方形
8	22	長方形

キーワード：空隙、圧電セラミック素子、弾性波、閉鎖空間、合成構造

連絡先：〒300-0424 茨城県稲敷郡美浦村請領 1033-1 TEL：0298-85-7511 FAX：0298-85-7766

測定方法は、試験体の鋼板表面を連続的に測定器を当ててスキャンを行い、表示部の波形が変化した地点でマーキングした。この要領で試験体鋼板表面にマッピングを行い、空隙位置を特定した。その後、空隙内部に水を注入して同じ要領で試験を行った。

5. 実験結果

鉄板厚さが 9~16mm の場合は、空隙形状が円形と長方形いずれにおいても、空隙の有無による周波数特性の違いが検知できた。しかし、鋼板厚さが 22mm の場合は、空隙の有無による周波数特性の違いが明確に現れなかった。空隙の有無により周波数特性に違いが現れた測定結果の一部を図-3 に示す。この図は、測定器の周波数特性の出力をパソコンに取り込み図化したものである。空隙がない場合の出力電圧は、1.5kHz から 3kHz にかけて緩やかな盛り上がりがあるものの急峻なピーク電圧は認められなかった。これは、鋼板が均一にコンクリートに接着しているため共振周波数が低くなったためピークが認められなくなったと思われる。一方、空隙の部分では、3.5kHz 付近に出力電圧の急峻なピーク P 1、P 2 が現れた。これは 3.5kHz 付近に測定器のセンサと試験体を含めた振動系の共振点があるためである。このように、空隙があると急峻なピーク電圧が観測されることから容易に空隙を検知することができた。また同じ空隙に水を注入した場合、ピーク電圧 P 1 に相当する部分が P 3 に、P 2 に相当する部分が P 4 に、それぞれ約 0.3kHz 低周波数側にシフトし、波形も変化するなど周波数特性は変化したが、急峻なピーク電圧が観測され、空隙の有無は検知できた。このような周波数特性の変化を表示部で観察しながら、試験体表面をマッピングした結果の一例を図-4 に示す。測定誤差は円形空隙で 24~45mm 程度、長方形空隙で約 20mm 程度であった。

5. まとめ

現在開発中の測定器で鋼板コンクリート間の空隙が容易に検知できることが判った。また本測定器は電池駆動で小型なため操作性に優れ、鋼板表面をスキャンすることで容易に空隙箇所をマッピングすることができた。今後、汎用的な空隙検知に必要なピーク周波数やその電圧のしきい値など、より実用的な検討が必要と考える。

謝辞 本実験を実施するにあたり、早稲田大学理工学部：清宮理教授に御指導を賜りました。ここに謝意を表します。

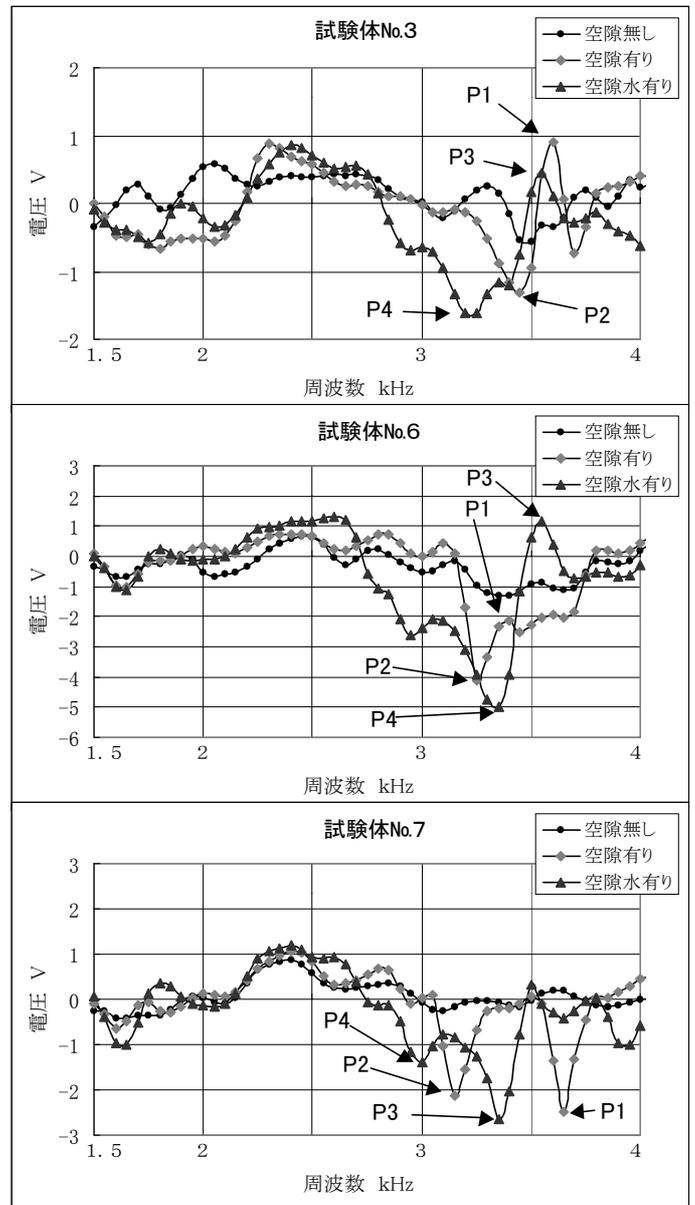


図 - 3 周波数特性

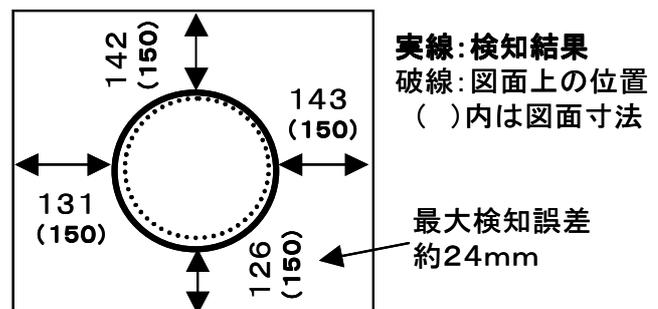


図 - 4 測定器によるマッピング(試験体 NO. 3)