

マイクロフォンによる合成部材での未充填部の打音法検査

早稲田大学 学生会員 星野 聡志 早稲田大学 フェロー 清宮 理
 若築建設(株) 正会員 壹岐 直之 早稲田大学 越村 幸直

1. はじめに

周囲を鋼板で囲い、内部にコンクリートを打設する鋼・コンクリート合成部材が橋脚、沈埋トンネルなどに採用されている。合成部材の鋼殻内にコンクリートを充填した場合、鋼板とコンクリート間に未充填部が生じる可能性がある。未充填部は鋼板の存在により外部から目視観測できない。未充填部の確認方法に関しては、打音法、赤外線法、RI法、超音波法などが提案されている。サンドイッチ部材による合成式沈埋函では、未充填部の検出にRI法が現在採用されている。しかし、作業が連続的に行えず、検査時間がかかり、かつ価格も高い。未充填部の検査として、より高速で、かつ低価格で行うため、打音法を再検討した。

2. 実験方法

供試体は、寸法 500×500×300mm のコンクリートの上面に鋼板を設置した。コンクリートは圧縮強度 24N/mm² の普通コンクリートである。鋼板の材質はSS400で、板厚を9, 12.16および22mmとした。両者はスタッドジベル4本で結合した。未充填部は薄板で再現し、空洞は円形と三角柱状の2種類を取り上げた。水潤状態は、空洞内に水を注入して作成した。供試体の形状寸法を図-1に示す。円形未充填部は直径50mm, 100mm, 200mmおよび300mmの4種類であり、未充填部での厚さは20mmとした。三角柱状の未充填部は、図-1に示す高さ75mmのL型鋼の背面に未充填部を作成した。空洞部の高さを75mm、奥行きを300mmに固定し、空洞部の幅を50mm, 100mmおよび150mmとした。

打撃はインパクトハンマーにより人力で行った。測定はコンデンサー式マイクロフォンで行った。マイクロフォンでの受信センサーは、騒音計ユニットで電圧を出力した。発生した打撃音はマイクロフォンにより電圧に変換され、これを高速フーリエ変換アナライザーにより振動数分析する。

3. 実験結果

取得された波形の状況を以下に示す。図-2は、板厚9mmで円形:φ=20cmの未充填部の中心を打撃し、中心での音を測定したものであるが、高い振動数の波形が継続した。振幅は指数的に減衰し、時間15msec程度で半減した。また、音色は低い感じがした。図-3に、図-2と同じ供試体の、健全部での波形を示す。健全な位置での最大振幅は未充填箇所とほぼ同じであったが、振動の継続時間は非常に短かく、音色も硬い感じの音となった。これらのことから、音色によっても未充填部の有無は認識可能であるが、波形の状況から判る

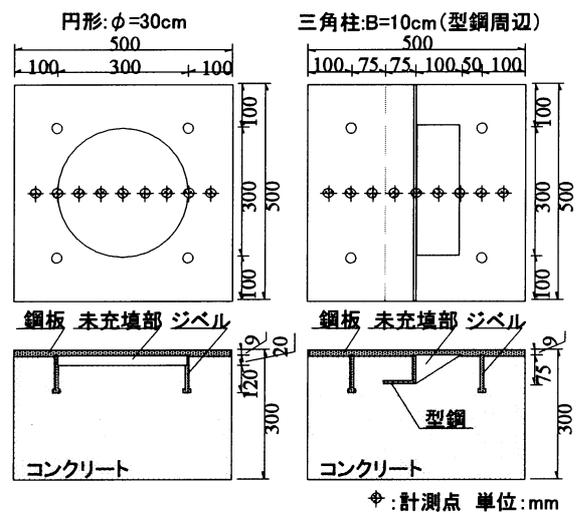


図-1 供試体の形状寸法

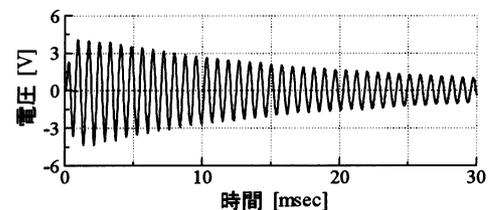


図-2 未充填部の電圧波形

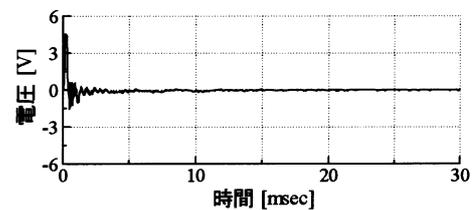


図-3 充填部の電圧波形

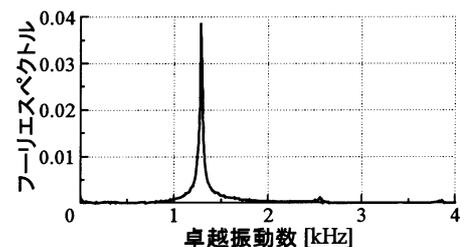


図-4 未充填部の電圧波形スペクトル

キーワード：非破壊検査法, 打音法, 合成部材, 未充填部, スペクトル

連絡先：〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 51号館 16F-01 TEL&FAX 03-5286-3852

ように、健全部の波形は未充填部に比べて振動の継続時間が明らかに小さく、波形分析によっても未充填部の有無の認識は可能であることが判った。図-4 にスペクトルの一例を示す。この例では、約 1.3kHz の振動数が卓越している。これは円形板の一次固有振動数とほぼ一致し、円形板の共鳴音を拾っているといえる。一方、健全部ではスペクトル振幅は非常に小さく、顕著に卓越する振動数帯はなかった。図-5 に、円形:φ=20cm の未充填部の場合での波形の応答倍率を示す。ここで応答倍率とは、各測点の最大振幅値を、供試体左端の充填部での最大振幅値で割ったものである。応答倍率は、供試体左端から 20~30cm の範囲で大きくなり、供試体の中央で最大となった。また、板厚の増加とともに応答倍率は減少した。図-6 に、三角柱:B=10cm (型钢周辺) での応答倍率を示す。応答倍率は円形の場合よりも小さく、板厚が厚い場合には応答倍率での充填部の有無の判定は難しい。図-7 に板厚と卓越振動数の関係を示す。板厚が厚くなるに従い卓越振動数は増加した。

次に、水の有無による影響について述べる。図-8 に円形:φ=20cm の未充填部での応答倍率を示す。板厚 9mm では、水の無い場合 (図-5 参照) と同様に、健全部と未充填部と間に応答倍率の顕著な差が認められた。しかし、板厚が大きくなると応答倍率の差は顕著でなくなってきた。また、図-9 に示すように、卓越振動数は、板厚 22mm の三角柱:10cm 以外では、1.5~2.9kHz であった。水が有る場合でも未充填部の検出は、板厚が比較的小さい場合は可能とみなみなせた。(図-7 参照) しかし、図-10 に示すように、振動の継続時間は、水が有る場合は 3msec 以下と短くなり、健全部と未充填部とに顕著な差は認められなかった。

4. 結論

①合成部材でのコンクリート未充填部の位置を打音法によって検出可能であることが判明した。未充填部では応答倍率が大きくなり、波形の卓越振動数が低くなり、かつ振動の継続時間も長くなった。

②未充填部における計測波形の卓越振動数は、スペクトルのピークの有無によっても未充填部が検出できた。

③鋼板の強度から、板厚9mm程度では直径20cm以上の空洞が悪影響を及ぼすと考えられる。また、打音法では、板厚が16,22mmの場合、未充填部の検出は困難となった。

④水が空洞内にあると、全般的に検出精度が落ちる傾向があった。特に、継続時間での判定は困難であった。

5. あとがき

本研究は、早稲田大学・(財)沿岸開発技術研究センター・独立行政法人港湾空港技術研究所・五洋建設(株)・東洋建設(株)・東亜建設工業(株)・佐伯建設工業(株)・若築建設(株)による、合成構造への充填コンクリートの開発に関する共同研究の一環として実施した。

【参考文献】

清宮理他：打音法による合成部材の未充填部の空洞検査，第55回土木学会年次学術講演会，VI-130，2000.9

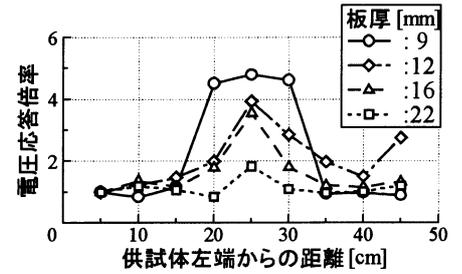


図-5 応答倍率の分布(円形:φ=20cm)

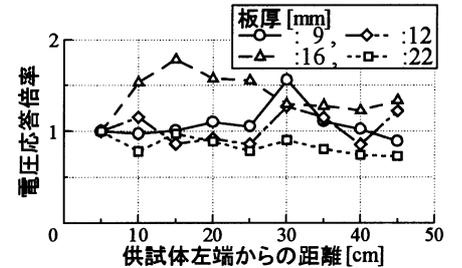


図-6 応答倍率の分布(三角柱:B=10cm)

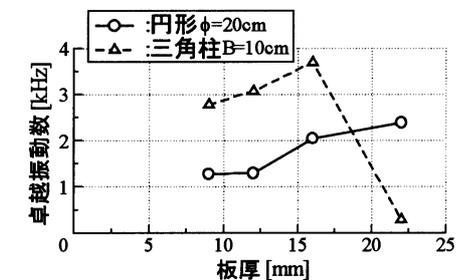


図-7 板厚と卓越振動数の関係

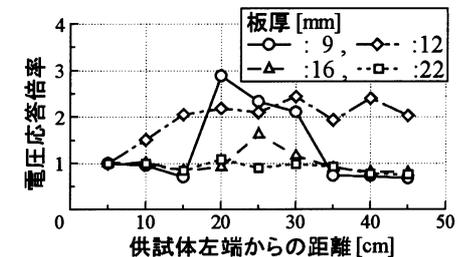


図-8 空洞を水で充填したときの応答倍率の分布(円形:φ=20cm)

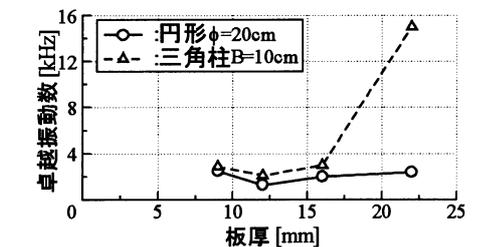


図-9 空洞を水で充填したときの板厚と卓越振動数の関係

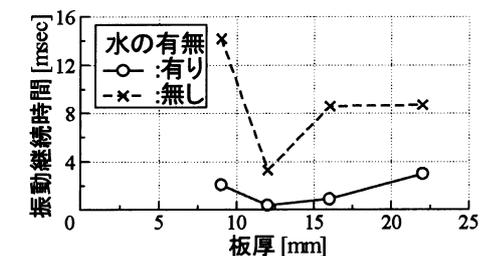


図-10 空洞を水で充填したときの板厚と継続時間の関係(円形:φ=20cm)