

表面 SH 波の適用に基づく鋼コンクリート埋込部の非破壊評価に関する基礎的検討

福井大学 学生会員 ○乙部 裕一
 福井大学 正会員 鈴木 啓悟
 東京工業大学 正会員 佐々木 栄一

1. 研究目的

近年、鋼橋部材のコンクリート埋め込み部における腐食減肉が確認されている。コンクリート埋め込み部のような狭隘部の減肉は目視で確認できず、進行の程度によっては致命的な構造欠陥に発展することがある。そのため、簡易な手段かつ客観的なデータを与える非破壊手法の構築が必要である。

超音波探傷の表面 SH 波は、その伝播過程においてモード変換が生じづらく、欠陥位置を特定しやすい性質があり、さらに波動伝播媒体の表面上に固着物が存在しても、その影響をうけづらい利点もある。そこで本研究では、超音波探傷の表面 SH 波に着目し、コンクリート内部に埋め込まれた鋼材の減肉レベルを把握するための手法の基礎検討として、断面欠損レベルと波動伝播時間の関係を実験的に明らかにする。

2. 実験概要

表面に欠損のある材料を表面 SH 波が伝播する際、反射して入射位置に戻る波と、回折して伝播していく波のそれぞれが生ずる(燈明らと予想される。特に回折する波については、図-1 に示すように表面欠損のない健全時と比較して、経路の違いから波動伝播時間に差が生じると考えられる。そのため、送信と受信の役割を分けた 2 探触子を用いて、表面 SH 波の伝播時間に基づく断面欠損レベルの評価を試みる。

(a) 試験体

[音圧分布]

表面 SH 波の深さ方向への音圧分布が、表層の断面欠損の探傷に影響を及ぼす可能性を考慮し、表面 SH 波の深さ方向への音圧分布を把握した。試験体は図-2, 3 に示す厚さ 19mm の SS400 鋼材とし、スリットは回折波の影響を低減するために設けた。この試験体を深さ 16mm まで 2mm 毎に削った計 9 体(表-1)を準備した。



図-1 伝播概要図

表-1 音圧分布試験体

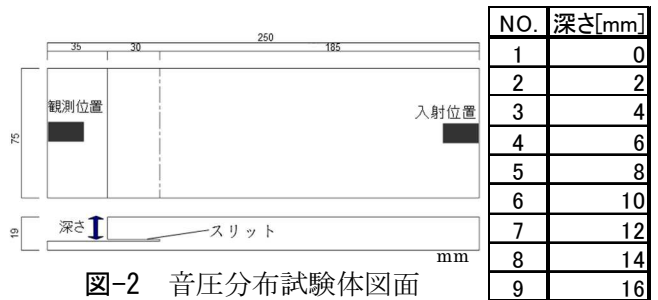


図-2 音圧分布試験体図面



図-3 音圧分布試験体



図-4 埋込試験体

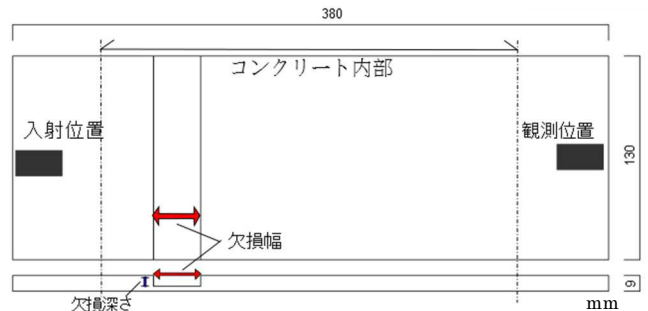


図-5 埋込試験体用鋼材図面

表-2 埋込試験体鋼材の断面欠損量

	欠損深さ[mm]	欠損幅[mm]
健全	0	0
欠損1	4	10
欠損2	4	30
欠損3	4	50
欠損4	6	10
欠損5	6	30
欠損6	6	50

キーワード 非破壊検査, 超音波探傷, 表面 SH 波, 回折, 鋼コンクリート埋め込み構造

連絡先 〒910-8507 福井県福井市文京 3-9-1 国立大学法人 福井大学 TEL 0776-27-8596

[埋込試験体]

断面欠損を有する鋼材は、**図-4**に示すようにコンクリートに埋め込んだ状態とし、直接目視困難な構造を想定した。断面欠損は材料表面から欠損が進む腐食損傷を想定し、鋼材表面からの欠損とした。欠損深さと欠損幅をパラメータとし、**表-2**に示す7体の試験体を製作した。

(b) 探傷手法

中心周波数 1MHz, 2MHz, 5MHz の表面 SH 波探触子を用いて、鋼材表面から入射し、2 探触子探傷を行い、入射位置とはコンクリートを挟んだ逆側の鋼材表面で超音波を捕捉する(**図-5**)。探傷に際しては、ソニーコートを表面に塗った後、探触子をゴムバンドで固定し、3 分間固定したのちに、超音波を入射した。

3. 実験結果

(a) 音圧分布

音圧分布の計測結果を**図-6**に示す。深さ 0mm で得られる波形の最大値が 80% なるようにゲインを固定し、各試験体における最大値の数値を%表示で示している。表面 SH 波は表面のごく近傍のみならず、表面から 8mm 程度の深さでも 40% 程度、表面の半分のレベルのエコー高さが得られた。断面欠損深さが 6mm を越える、つまり 2 波長分を越える深さレベルであっても、超音波が透過伝播する可能性を示している。また、超音波の周波数に着目すると、周波数が高いほど、深い位置でのエコーが小さくなる傾向となった。

(b) 欠損深さと幅による波の遅延

図-7に健全試験体と欠損試験体で得られた波形の一例を示す。健全体と比較すると波が遅延している傾向が見てとれる。**図-8**に、健全体に対する欠損有試験体の波動伝播遅延時間を示す。波動の到達時間差は相互相関関数を用いて求めた。欠損幅については波の遅延時間差はあまり見られない。その一方で、欠損深さが大きくなると、遅延時間が増大する傾向が見られ、特に 5MHz の結果でその傾向が顕著であった。この理由として、波動伝播距離が断面欠損によって遅延時間が増大したこと、また 5MHz の波は音圧が 2MHz や 1MHz と比較すると深さ方向に小さいことから、波の回折現象が寄与し、特に遅延時間が増大したことと考えられる。

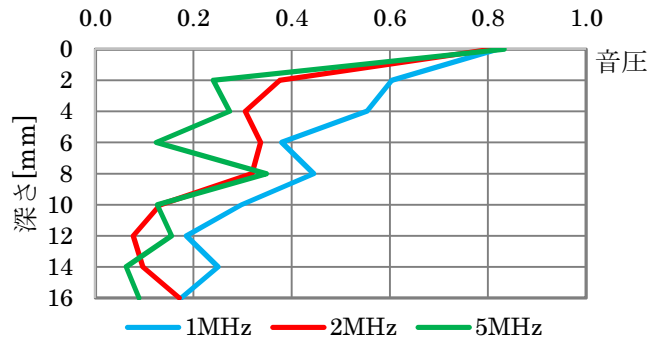


図-6 深さ方向の音圧分布

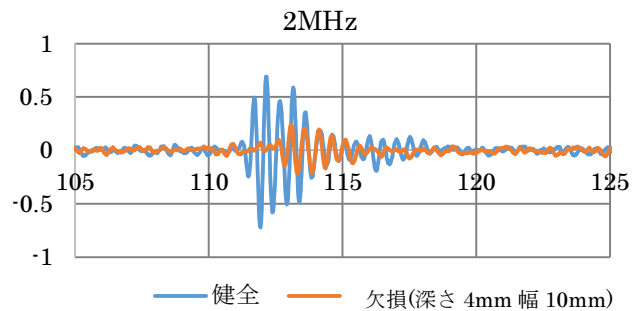


図-7 遅延波形例(2MHz)

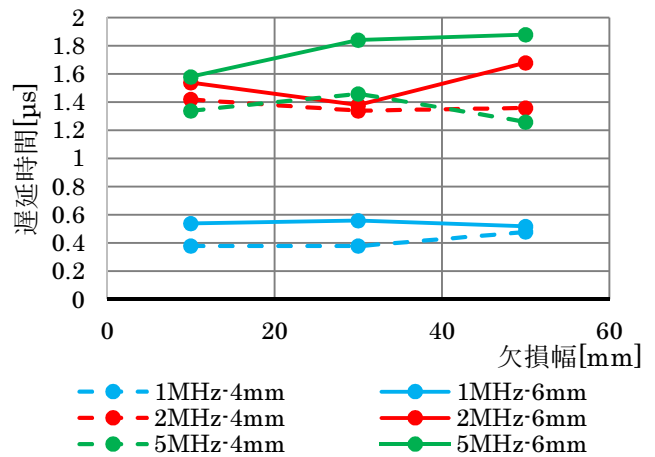


図-8 遅延時間

4. 結論

1. 表面 SH 波の音圧は表層のごく近傍のみならず、波長の 2 倍分程度の深さにも分布する。
2. 表面の欠損幅が波の遅延に及ぼす影響は小さい。
3. 欠損深さが大きくなるにつれ、波の遅延時間が増大し、特に周波数が高いほど、波の遅延時間が増大する傾向がある。

参考文献

[1] 燈明泰成, 越智保雄, 松村隆: 表面 SH 波による疲労き裂の検出とその定量評価, 日本機械学会論文集中(A編)67巻661号(2001-9)