

I - A229

鋼板接着剥離の診断手法に関する研究

北見工業大学 学生員 岡部 雄二 (株)サクラダ 正 員 南 邦明
 北見工業大学 正 員 三上 修一 (株)サクラダ 正 員 鈴木 康弘
 (株)サクラダ・エンジニアリング 正 員 安岡 富夫

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物は、その耐久性、維持管理性が優れていることから、これまではメンテナンスフリーと考えられていた。だが、その性能を長期間維持していくには、適時補修を行う必要がある。鉄筋コンクリート構造物の補修・補強工法の一つに、鋼板をアンカーボルトで固定しその隙間に樹脂接着剤を充填して接着する工法が広く用いられる。しかし、コンクリート床版のように繰り返し荷重を受ける部分では鋼板とコンクリートが剥離することが懸念される。また接着部の充填不良を定量的に診断する手法の開発が必要となる。ここでは非破壊検査法の一つの超音波探傷法に注目した。超音波探傷法は、探触子を振動させ反射してくる超音波を受信することにより欠陥を検出するので探触子の探傷状況、最適な探触子の選択の問題がある。本研究では、直接接合法による超音波探傷において、探傷の際に使用する探触子についての検討、さらに探触子によるエコーの振幅の変化に着目し、剥離箇所の検出精度への影響について検討を行った。

2. 実験方法

(1) 供試体

鋼板をコンクリートに接着した場合に発生する欠陥は、鋼板と接着剤(樹脂)との剥離と、接着剤とコンクリートの剥離の2種類が考えられる。ここでは、前者をA面剥離、後者をB面剥離と呼ぶことにする。本研究では、これらの剥離状態を簡略化したモデル供試体を用いて剥離欠陥の検出方法を検討する。供試体 TypeA は、鋼板と樹脂が完全に剥離した場合のモデル化であり、TypeB はコンクリートと樹脂が完全に剥離したモデルである。そして、健全な状態をモデル化したものを TypeC とする。各供試体は、鋼板の厚さS、樹脂の厚さRの2つをパラメータとして作製する。本論文中では、供試体名として、例えば TypeB の供試体の鋼板厚6mm、樹脂厚5mmのときは「S6R5」と記述することにする。

(2) 測定方法

実験方法は、図1のように供試体の鋼板表面中央に探触子を直接接合して探傷を行う直接探傷法で行う。測定システムは、超音波の送受信を行う探触子と探触子に電圧を印加し受信波を増幅するパルサーレシーバ、波形記録と解析を行うデジタルオシロスコープから構成される。探傷方法は、供試体の2辺を単純支持し1センサ方式で測定を行った。実験に使用した探触子の共振周波数は、0.5, 2.5MHzの垂直縦波探触子である。直接接合法による

測定は、供試体と探触子の設置条件により測定結果に影響を与えるので接触圧力は一定に保ち、探触子と供試体の間には機械油を挟み一様な接触条件を保つようにした。探触子の接触圧力120, 240, 360gf/cm²とする。図2の反射波形グラフは、S6を測定したものである。それぞれの供試体において数回の測定を行いその平

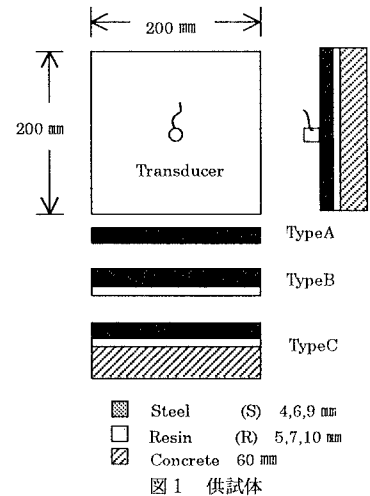


図1 供試体

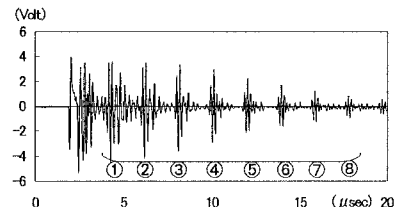


図2 S6の反射波形

キーワード：接着剥離、超音波探傷、減衰曲線

連絡先(090-0015 北見市公園町 165 北見工業大学 TEL.0157-26-9476 FAX.0157-26-9408)

均波形を用いて解析を行う。測定の際のパルサーレーシーパーの GAIN（増幅率）は、0.5MHz 探触子で 25dB、2.5MHz 探触子で 0dB と設定する。

3. 解析方法

材料は、伝播速度（縦波伝播速度）や密度等それぞれ固有の物性値を有することから超音波の伝播能力は異なる。故にエコーの振幅量の変化から欠陥の有無を検出することが超音波探傷法である。図2は S6 の反射波形である。この時の測定条件は接触圧力 $120\text{gf}/\text{cm}^2$ ・共振周波数 5MHz と設定する。反射波形は、入射波の後はおよそ $2\mu\text{sec}$ のほぼ一定間隔で多重反射を繰り返すので、S6 のグラフにあるように①～⑧の 8 個の鋼板内を多重反射する毎の最大値に着目して波群について解析していく。図3は、S6R5 におけるその解析の例である。横軸に①～⑧の多重反射波を到達順にとり、縦軸に振幅（単位 Volt）をとっていく。（以降この曲線を減衰曲線と呼ぶことにする。）反射波の振幅は、負のピーク値が卓越しているため負のピークを読み取り、その値の絶対値を振幅量とする。減衰曲線は、多重反射を繰り返す度により複雑なモードになるので、第1～第5波を比較検討していくのが妥当である。

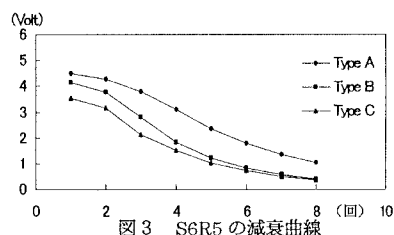


図3 S6R5の減衰曲線

4. 解析結果

図4～7は、S6R5を共振周波数の異なる探触子での測定、さらに探触子の接触圧力を変更して測定を行い減衰曲線を作成したものである。その結果として、共振周波数による比較では、共振周波数が低くなるほど反射波の振幅が小さくなり減衰も早くなるために欠陥評価が困難になっていく傾向が見られた。このことは、S,Rのパラメータを変更しても同様のことが言える。

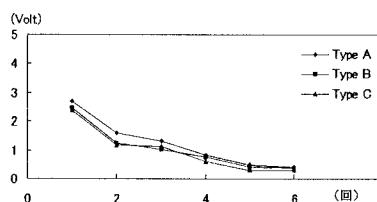


図4 0.5MHz 探触子の減衰曲線

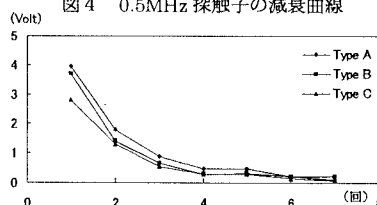


図5 2MHz 探触子の減衰曲線

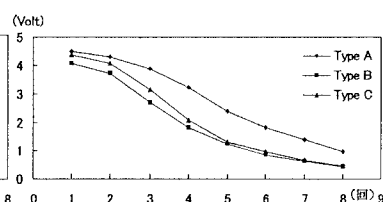


図6 $240\text{gf}/\text{cm}^2$ での減衰曲線

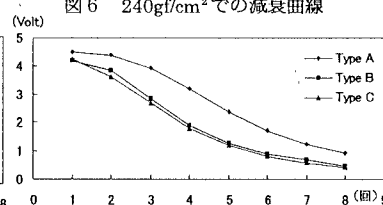


図7 $360\text{gf}/\text{cm}^2$ での減衰曲線

また接触圧力については、接触圧力が大きくなるほど TypeB,C の減衰曲線の振幅の差が小さくなり判別が困難になる傾向がある。パラメータの違いで接触圧力が一番高い $360\text{gf}/\text{cm}^2$ でも減衰曲線の大きさに違いがあり判別ができるものもあったが、全般的には接触圧力は低く抑えるべきだろう。

5. まとめ

本研究では、鋼板とコンクリートの接着剥離を超音波を用いて診断する場合の探触子の共振周波数、接触圧力を変更して測定を行った。探触子の共振周波数は低くなるほど、接触圧力が大きくなるほどに欠陥検出精度は低下していくことが判った。鋼板の多重反射の波群のピークに注目し V/VA の減衰曲線比に着目すると、それぞれの剥離状態による減衰の傾向を比較していくと評価が行い易い。今後は、実規模の鋼板剥離を想定した実験を行って今回の実験を確認する必要がある。

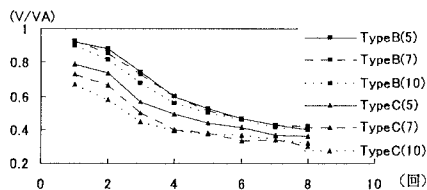


図8 S6の減衰曲線比

参考文献

- 岡部、南、三上、大島、下元：エコー振幅変化に着目した鋼板接着剥離検出の研究、土木学会北海道支部論文報告集、第55号(A)、pp.320-323、1999.2
- 三上、大島、南、山崎、岡部、Rahman：超音波による鋼板接着部の剥離評価に関する研究、構造工学論文集、Vol.45A、pp.329-336、1999.3