

超音波エコー波形解析による鋼板接着剥離範囲の可視化解析

北見工業大学 フェロー 大島 俊之 北見市役所 正 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
北見工業大学 学生員 月岡 雅人

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物は、耐久性、維持管理性が優れていることからメンテナンスフリーの構造物と考えられてきたが、性能維持のためには適時補修を行う必要がある。補修・補強工法には、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注入して接着する工法が広く用いられている。しかし、荷重を受ける部分では剥離の発生が懸念される。また接着剤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。本研究では、診断の手法として非破壊検査法(NDT)の一つである超音波探傷法に着目した。これまで著者らは、超音波のエコー振幅に着目して剥離状況の診断手法について開発を行ってきた。本研究では、超音波による鋼板接着剥離箇所の探傷を非接触とした場合に必要となる測定条件、解析の方法などの検討を行った。

2. 実験概要

2.1 供試体

鋼板をコンクリートに接着した場合に発生する剥離は、鋼板と接着剤、接着剤とコンクリートの2種類が考えられる。前者をA面剥離、後者をB面剥離と呼ぶこととし、これらの剥離状態を持つような図1に示す供試体を作製して、測定・解析を行う。一般的な施工の場合、鋼板厚さは約4mmである。また、接着の際、接着剤の厚さは5mmを確保するように規定されていることから供試体は、鋼板厚4mm、樹脂厚5mmとし、空隙の厚さを1mm(縦60mm、横140mm)で作製した。コンクリート厚は、60mmである。

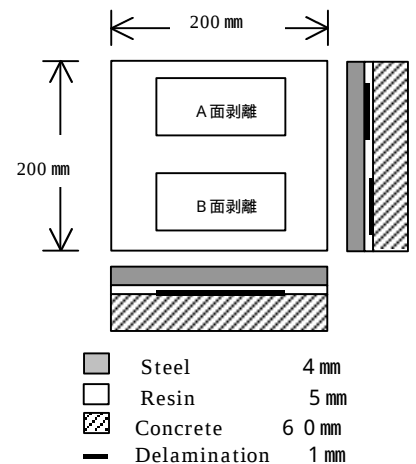


図1 供試体

2.2 測定方法

測定システムは共振周波数が5MHzの垂直縦波探触子、センサに電圧を印加、受信波を増幅させるパルサーレシーバ、および反射波形の記録・解析を行うディジタルオシロスコープから構成される。探傷方法は、センサをスタンドで固定し、センサと供試体の隙間に接触媒質として水を使用して測定を行った。センサの共振周波数は5MHzである。パルサーレシーバのGAIN(増幅率)は0dBと設定する。実際の測定の際に、センサと供試体表面の間隔を決めるため予め隙間ゲージで間隔を設定し、センサを供試体から離れるように設置する。

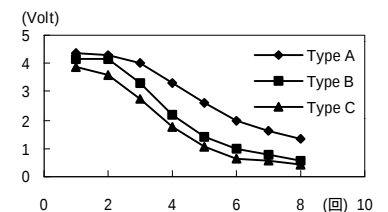


図2 直接接触のときの減衰曲線

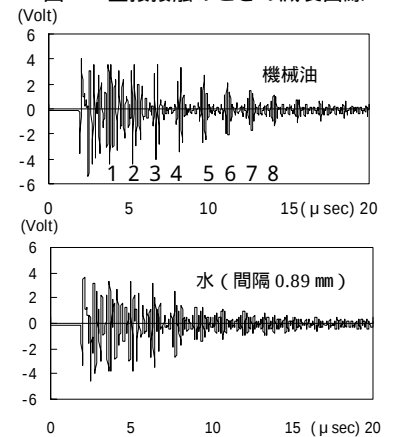


図3 測定波形

3. 接触媒質の変更に関する検討

文献2)の結果より得られた測定の際、超音波のエコー振幅に着目することで図2のようなエコー波形の減衰曲線が得られた。この時の接触媒質に機械油を使用して実験を行ってきた。しかし、センサに接触圧力が変化することで測定データに影響を受けること、さらに測定の対象が橋脚や床版下面のような場合の屋外における作業性を考慮して、ここでは接触媒質を水に変更することによる検討を行

キーワード：接着剥離、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)

う。水は安価で大量に使用でき、しかも現場管理が容易であるため利用にも適している。まず、それぞれの接触媒質における測定波形を図3に挙げる。この波形はA面剥離部から得られた波形である。図2上は、探触子の接触圧力が11.8kPaで接触媒質が機械油による測定を行ったときの測定波形である。それに対して下は、センサを供試体から離して水を接触媒質に変更したものである。このときのセンサと供試体の間隔は、超音波の波長（縦波0.3mm）を考慮して、間隔を0.89mmとしたときの多重反射波を示している。この比較により接触媒質を変更した場合でも同程度のエコー波形が測定されることがわかる。しかし今回の場合は、接触測定用のセンサを用いているため、水の表面張力を利用してセンサ間隔を決定しているため測定データが安定して得られないことがあり、さらに検討が必要と思われる。

4. 解析方法・解析結果

測定波形は、最初の $2\mu\text{sec}$ が測定時に設定された遅延時間であり、次に入射波が記録される。以降約 $1.4\mu\text{sec}$ のほぼ一定間隔で多重反射が記録される。解析を行う際、図3下の8個の多重反射する波群に着目して減衰曲線を図2、図4のように作成する。これらの図は、各剥離状態の測定波形より求めた1～8の波群のピークの平均値をプロットした図である。ここでは、このように求められた曲線を減衰曲線と呼ぶことにする。減衰曲線の形状は、剥離タイプによって特徴的な減衰をしていることがわかる。この減衰曲線を用いて剥離判定を行うことが可能となる。縦軸に波群のピークの絶対値（単位 Volt）をとり横軸に波群を到達順にとる。

接触から非接触へと探傷方法を変更した結果、接触時に比べ測定精度は良くないが判定は行えるが、前述のように測定が不安定なため安定した測定によるデータがとれるまでの参考としておく。

5. 剥離状態の可視化に関する検討

ここでは供試体を図5の○印のように剥離状態の異なる測定点を設定し測定を行う。この測定結果から減衰曲線を用いた解析を行い、剥離状態の可視化プログラム作成に関する検討を行う。図4の減衰曲線と横軸に囲まれた部分の面積を台形法により求め、以下同様にして減衰曲線全体の面積を算出した。この数値により、剥離の程度を等高線により評価していく。図6には、TypeAの場合の評価結果に剥離部と健全部の境界にTypeBと区別できない領域があることがわかった。この境界を明確にするために今後は、測定点を増やし剥離面と健全部の境界条件を検討する必要がある。

6. まとめ

以上の結果からまとめると次のことが言える。

- (1) 水を媒質として非接触で鋼板剥離の検出方法に関する検討で、センサと供試体の間隔を0.89mmとしたときに最も良い反射波形を記録できる。
- (2) 剥離判定に有効な減衰曲線を利用した剥離状態の可視化は、十分行える。

今後は、探傷においては、測定精度を改善するために接触媒質の見直しを行い、可視化においては実際のモデルとの比較が必要となる。また、塗装を施した場合や剥離部の大きさによる精度の比較を行う必要がある。

本研究の実施にあたり平成11年度土木鋼構造教育助成金制度の補助を受けました。ここに感謝します。

参考文献

- 1) 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箇所検出の研究、土木学会北海道支部論文報告集、Vol.45A、pp.329-336、1999.2
- 2) 三上、大島、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

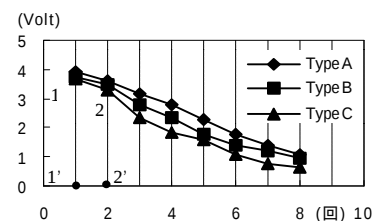


図4 非接触のときの減衰曲線

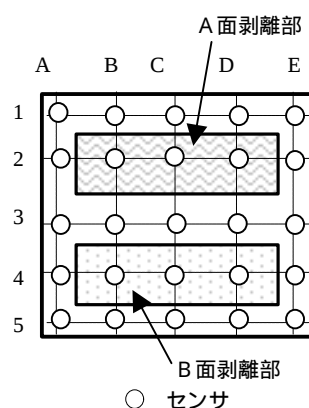


図5 測定位置

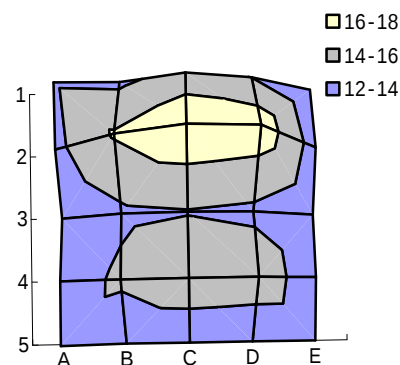


図6 剥離状態の可視化