

I - A167 直接接触超音波探傷法による鋼板接着部材の剥離損傷箇所の評価

北見工業大学 会 員 三上修一 北見工業大学 F 会 員 大島俊之
 (株)サクラダ 会 員 南 邦明 北見工業大学 学生員 岡部雄二
 (株)島田建設 会 員 斉藤隆行 北海道開発局 下元竜太郎

1. はじめに

土木構造物はその性能を長く維持することが要求される。これまで永久構造物としてメンテナンス・フリーと考えられてきた鉄筋コンクリート構造物においても、長期間その性能を維持するには、ある時点で適当な補修を行うことが必要である。鉄筋コンクリート構造物の補修・補強工法のひとつとして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ている。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¹⁾。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²⁾。³⁾。著者らは欠陥の検査手法としては非破壊検査法の一つである超音波探傷法による診断手法の開発を目的として鋼板接着剥離をモデル化し、測定手法を含めた波形解析方法について検討を行ってきた⁴⁾。本研究では、直接接触法による超音波探傷を行い、剥離位置の検出精度に影響を与える鋼板厚さやエポキシ樹脂層の厚さの影響について検討する。

2. 実験概要

2. 1 直接探傷法による測定 実験方法は図1に示すような供試体の鋼板表面に探触子を直接接触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、探触子に電圧を印加し受信波を増幅するパルスレシーバ、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。探傷方法は図2に示すように1センサ方式で測定を行っている。使用した探触子は中心周波数 5MHz の垂直縦波センサ（ジャパンプローブ社製、ここでは 5M センサと呼ぶ）を使用した。

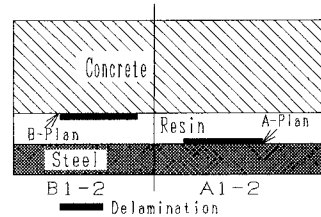


図1 鋼板接着供試体

2. 2 鋼板接着供試体 本研究ではエポキシ樹脂（ショーボンド社製 EPX-3 夏用）によって鋼板（SS400）とコンクリートを接着したモデルを考えることにする。ここで図1に示すように鋼板とエポキシ間の剥離を A 面剥離、コンクリートとエポキシ間の剥離を B 面剥離と呼ぶことにする。鋼板中に入射した超音波は鋼板とエポキシの境界では鋼板底面での反射率は約88%になり鋼板中で多重反射波する。多重反射波形は鋼板厚が薄くなると繰り返し周期も短くなるため剥離位置からの反射波形を検出し判定するのが難しくなる。実験には図2に示すような 50×100mm の鋼板を用いた5種類のタイプの供試体を作製した。I は A 面完全剥離で剥離 A*、II は鋼板とエポキシをグリースで密着した剥離 A**、III はエポキシとコンクリートが完全剥離した剥離 B*、IV はコンクリートとエポキシが密着した剥離 B**、V は剥離のない健全なモデルである。このモデルに鋼材の厚さ T4mm と 9mm の2種類とし、さらにエポキシ樹脂層の厚さを 5、10mm とした供試体を作製した。波形の測定位置は供試体の中央とした。

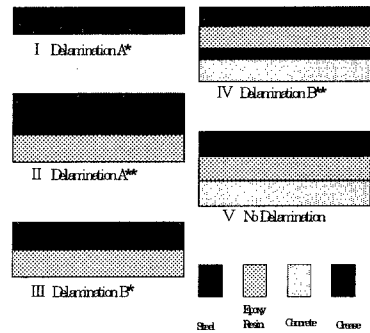


図2 剥離条件の異なる供試体（I～V）

3. 反射波形による剥離箇所の解析評価

図3は剥離 A*、剥離 B*、健全な場合の3種類をエポキシ厚 10mm のモデルについて測定波形を比較した図である。

Keywords : Bond delamination, ultrasonic wave

連絡先：〒090-8507 北海道北見市公園町 165 TEL.0157-26-9476、FAX.0157-23-9408

a)は鋼板厚4mm、b)は鋼板厚9mm の測定結果である。この測定波形は1センサ方式の直接探傷法で測定しているため鋼板内での多重反射に加えて、入射波が測定時間の初期に記録される。また、鋼板厚さの違いで多重反射波の周期の違いを確認することができる。また A 面剥離、B 面剥離、健全な場合で多重反射波の振幅を比較すると、健全な場合、B 面剥離、A 面剥離の順に振幅が大きくなっていることがわかる。これは剥離面がある供試体では剥離面での反射率が大きくなり多重反射する波形の振幅が大きくなるためと考えられる。そこで各供試体の測定波形より最初の反射波から5波目までの多重反射波のピークを比較することにする。図4は鋼板厚 9mm でエポキシ厚 5mm

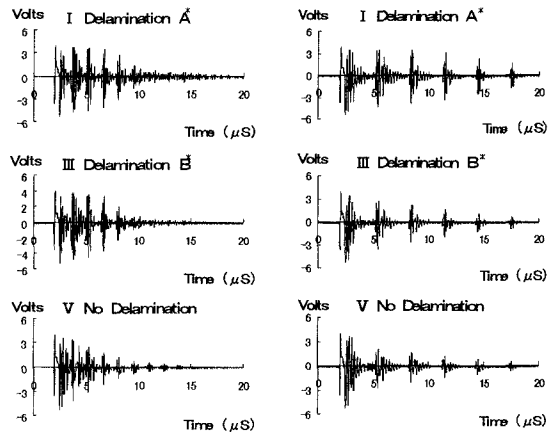
の供試体について 5 種類の剥離条件の異なる供試体を比較した図である。この図より健全モデルに比べて A*の A 面完全剥離のモデルは明らかに振幅が大きくなっていることがわかる。また A 面剥離と B 面剥離の間にも振幅の違いを確認することができる。図5は図4の解析で用いた反射波を FFT 解析して得られたフーリエスペクトル波形である。横軸は周波数で4MHz 以上に表れているピークが波形解析による比較と同様に健全、B 面剥離、A 面剥離の順に大きくなっていることがわかる。

4. 結 論

鋼板接着コンクリートの接着部に生ずる剥離を直接探傷法による超音波探傷探傷によって剥離箇所を定量的評価方法について実験的検討を行った。その結果、鋼板内を多重反射する測定波形の振幅に着目すると A 面剥離と B 面剥離を評価できることを示した。今後はより多くの供試体について測定事例を重ねて定量的評価手法に関する検討が必要である。

参考文献

1. 園田、沖野、林、喜田：道路橋 RC 床版に対する鋼板接着補強工法の信頼性に関する研究、土木学会論文集、第 398 号/I-10、pp.245-254、1998.10
2. 堀江、飯束、菅野、丸茂：鋼板接着補強された道路橋コンクリート床版の剥離検出法の研究、非破壊検査協会秋季大会講演概要集、pp.349-354、H 7.10.
3. 鈴木、松本、富士：橋脚耐震補強工事における充填材の接着面の評価、超音波による非破壊評価シンポジウム、pp.109-114、1997.1.
4. 三上、大島他：鋼板接着剥離の超音波による診断、土木学会第 52 回年次学術講演会講演概要集 I(A)、pp. 456-457、1997. 9.



a)鋼板厚 4 mm b)鋼板厚 9 mm

図3 剥離の違いによる測定波形の比較

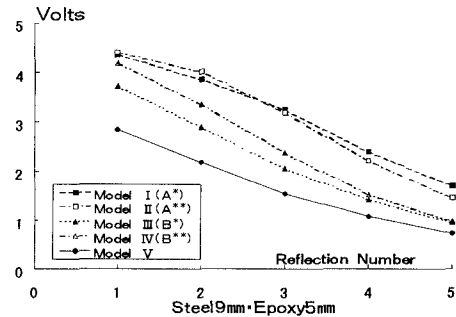


図4 剥離条件の違いによる反射波形の振幅の比較

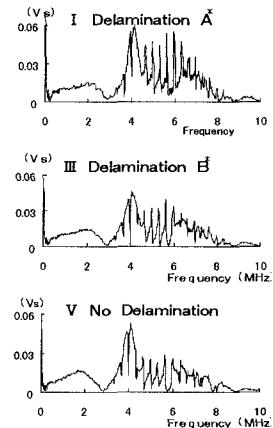


図5 剥離の違いによるフーリエスペクトルの比較（鋼板厚 9mm、エポキシ厚 5mm）