

水中における超音波によるモルタル充填度確認法 に関する実験的検討

国土交通省	新潟国道事務所	正会員	池田 明寛
東鉄工業株式会社	新潟大橋工事事務所		菅野 修一
東鉄工業株式会社	新潟大橋工事事務所		矢内 勲
東鉄工業株式会社	土木本部	正会員	北村 敬
株式会社	アガック	正会員	露木 延夫

1. 目的

河川橋脚の耐震補強対策として、鋼板を巻立て、橋脚と鋼板との間にモルタルを充填する工法の場合、モルタルの充填状況を確認する必要がある。しかし、水中部では陸上施工のように調査員が直接、打音によって確認する事は困難である。そこで、水中であってもモルタルの充填状況を非破壊的に確認することが可能な調査法として、超音波を利用した測定法の有効性を一般国道8号線の新潟大橋を対象に実証試験と同橋の耐震補強工事で検証した。

2. 試験方法

2.1 測定原理

超音波が物体中を進む状態において、音響インピーダンス(音速×密度)の異なる境界面に入射すると、その一部は透過して、残りは反射する。今回の場合、鋼板裏面に異種材料(空気、水、モルタル材等)が存在するとすれば、境界面で反射波を生じ、「エコー」となって現れる。例えば、図-2.1に示すように鋼板からモルタルへ超音波が入射する場合、両者の音響インピーダンスの差(対象物の密度の差)が境界面からの反射波の大きさとなって現れる。つまり、鋼板とモルタル材では音響インピーダンスの差は小さく、鋼板と空気では大きい。したがって、鋼板とモルタルとの間に空隙がある場合と空隙が無くモルタルが充填されている場合とでは、比較した場合には両者の反射波に違いが生じることになる。この原理に基づいて、鋼板との間の空隙の有無を実験によって確認するものである。

2.2 試験装置

図-2.2 に実証試験装置(水槽)の概要を示す。水槽は幅 1,219 mm 奥行き 2,362 mm、高さ 1,275 mm。工事に模して厚さ 300 mm のコンクリートとこの前面 100 mm に鋼板(t=9 mm)を設置した。鋼板背面には幅 25 mm、厚さ 10 mm、長さ 500 mm の空隙を模した中空のダミーを貼り付けた。試験はこの水槽に水を注入した後、鋼板とコンクリートの間に高流動水中不分散モルタルを充填して、充填完了直後(流動状態：材令 0 日)及び材令 4.5 日後にモルタル充填部とダミー部(空隙)で超音波測定を実施した。

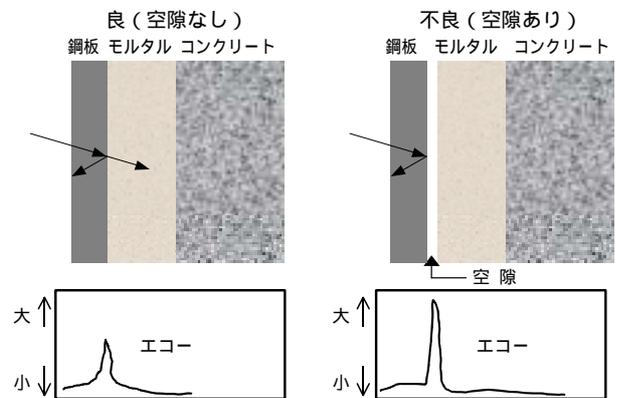


図-2.1 空隙と反射波の相違(概念図)

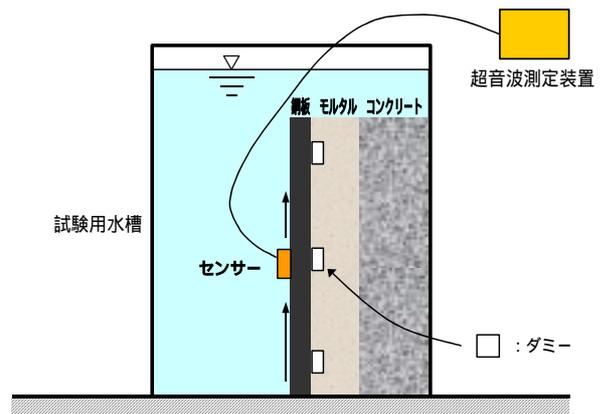


図-2.2 実証試験装置(模式図)

キーワード 水中, 超音波, 反射率, モルタル充填度, 非破壊検査

連絡先 〒160-8589 新宿区信濃町 34 東鉄工業(株) 土木本部 Tel:03-5369-7621, Fax:03-5369-7643

3. 試験結果

3.1 評価方法

図-3.1 にモルタル充填部で測定された反射波(エコー)を示す。ここで、B1は鋼板表面での反射波、B2はモルタル面からの反射波と考えられる。

そこで、超音波の測定原理からモルタル充填部とダミー部とのB2/B1値の相違を比較することによりモルタルの充填状況(空隙の有無)を評価することにした。

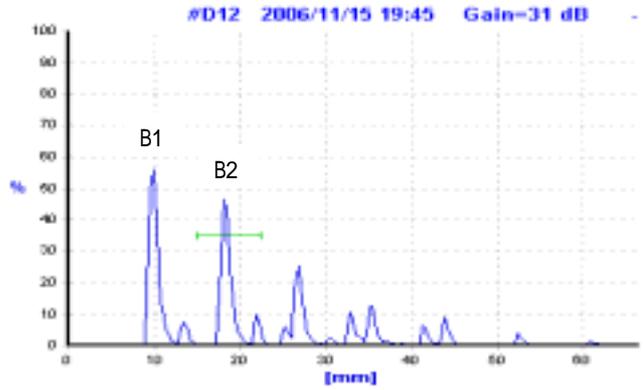


図-3.1 測定された反射波(エコー)

3.2 測定結果

図-3.2 に示した材令0日の平均反射率(B2/B1)と材令4.5日での平均反射率(B2/B1)を比較すると、ダミー部とモルタル充填部(グラウト表示)では、モルタル充填部の反射率の方が低いことが明らかである。これは、超音波法の原理を良く表しているといえる。

また、材令でのダミー部とモルタル充填部の平均反射率(B2/B1)を比べると、材令の経過とともにモルタル充填部の反射率の低下が顕著である。つまり、充填モルタルが硬化することでモルタル材の音響インピーダンスと鋼板の音響インピーダンスの差が小さくなったことによる効果を良く検証しているといえる。

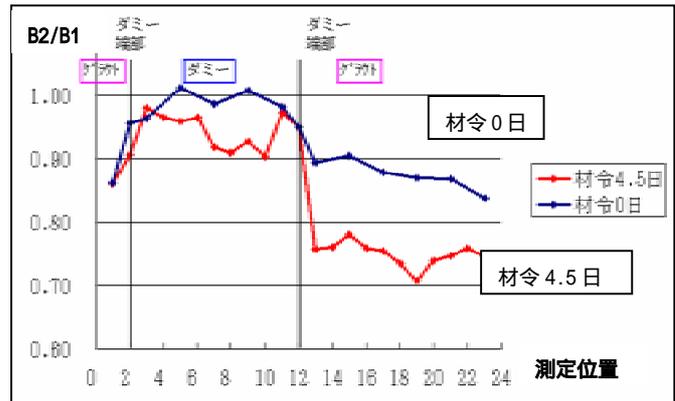


図-3.2 材令の相違による測定結果の比較

4. 考察

4.1 判定基準の検討

図-4.1 は、材令4.5日のB2/B1値についてモルタル充填部とダミー部(空隙)の3に収まる範囲をグラフ化したものである。

左側範囲は鋼板とモルタルが密着していると評価される反射率を示しており、いわば合格反射率範囲である。一方、右側範囲は鋼板の背面が空隙であると評価される反射率を示しており、不合格反射率範囲である。なお、中央部の不確定範囲は充填モルタルの材令が進むことで左側3に収まると考えられる。

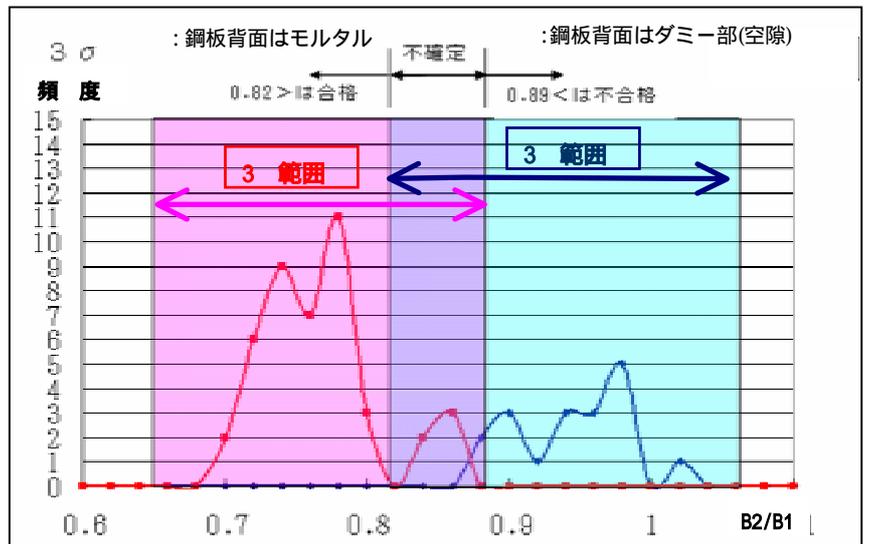


図-4.1 モルタル充填部とダミー部(空隙)の3 範囲

4.2 まとめ

- (1) 超音波を利用すれば水中でのモルタル充填度を数値として確認できる可能性がある。また、超音波による調査はモルタル打設後、少なくとも7日程度経過した時点が適当と思われる。
- (2) 現地での実工事において、モルタル打設7日後に $B2/B1 < 0.82$ を合格ラインとして水中部での超音波による調査を実施したところ、すべての測定箇所(12箇所)で $0.50 (B2/B1 値) < 0.75$ (平均値 0.59 、標準偏差 $=0.063$) であった。