

V-130 超音波法による鋼板接着工法の剥離調査に関する実験的研究

(社)建設機械化研究所 正会員 ○ 榎 園 正 義
 (社)建設機械化研究所 松 本 政 徳

日本道路公団 試験所 正会員 岡 米 男
 日本道路公団 試験所 正会員 木 曾 茂

1. まえがき

RC床版の鋼板接着工は、床版下面が鋼板で覆われてしまうため、施工時に生じる注入材の充填不良や供用中に生じた剥離などの劣化については直接確認することができない。これに対する診断方法としては、今のところ多くの場合点検ハンマーによるたたき点検が行われているのが現状であり、より確実な剥離状況を調査する診断システムの確立が望まれている。

本報告は、鋼板の剥離状況を調査する方法として、非破壊試験(超音波)法を考案し、実橋の床版について測定を行い、非常に高い精度で診断することができたのでここに報告するものである。

2. 実験概要

供試体としては図1に示すような形状・寸法1.85m(スパン1.4m)×4.6mの実橋からの切出し床版4本を用いた。この床版下面には約15年前に鋼板接着工法によって、補強鋼板(t=4.5mm)が注入材(エポキシ樹脂)で接着されていた。また、供試体からのコア採取によるコンクリートの強度試験結果は、圧縮強度が約39.4 kgf/cm²で、割裂強度は約3.4 kgf/cm²であった。

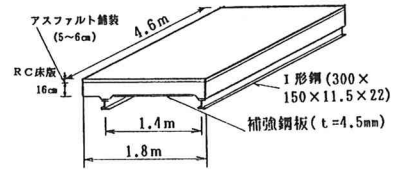


図1 切出し床版の形状・寸法

超音波法による剥離調査の原理は、図2に示すような点接触型探触子の受信(T)センサーに、数KHzのパルス信号を加えて、鋼板表面を振動し、もう一方の受信(R)センサーでその鋼板表面を伝播する振動状況を検出する。その振動波形(時間軸)は、接着の良好な健全部では図3(a)のようにほとんど振動しないのに対して、欠陥部(充填不良または剥離部)では図3(b)のように固有振動を生じて振動が大きくなる。したがって、この振動性状の違いを把握することにより欠陥部を検出できると考え、図4に示す計測システムを構成した。本探触子は水やグリスなどの接触媒質をつける必要がなく、写真-1、2に示すように小さく軽量(250g)な送受信センサーである。

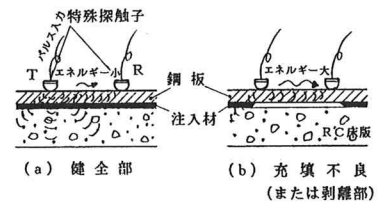


図2 剥離調査の原理

また、剥離調査後は引抜き試験による付着強度および鋼板をはぎ取って充填状況の確認を行った。なお、従来のたたき点検も合わせて実施し比較を行った。

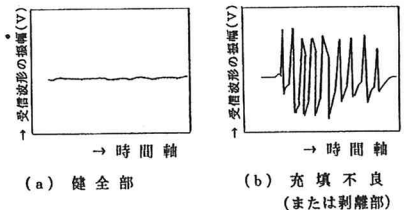


図3 鋼板表面の振動性状

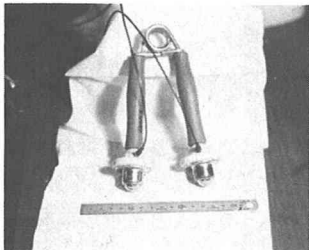


写真-1 点接触型探触子

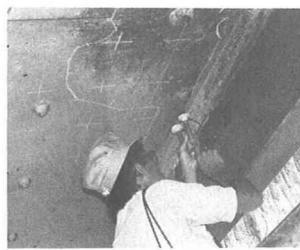


写真-2 剥離調査状況

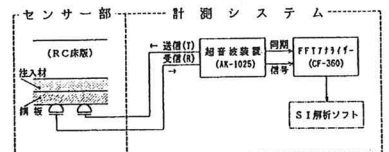


図4 計測システムの構成

3. 実験結果

3.1 剥離調査結果

超音波法による剥離調査に対するたたき点検の剥離検出率は表1に示すように62~85%となった。これは図5の例からも分かるように、小面積(15cm×15cm以下)の欠陥部(剥離または充填不良)や鋼板の継目のシール部の剥離は超音波法のみで検出されており、その差となって表れたものであることが、その後の調査によって判明した。

3.2 周波数解析による欠陥部の評価

超音波法による測定では、鋼板表面を座標点(20cm×20cmのます目)として順次計測して、振動波形(時間軸)をFFTアナライザーで周波数成分に解析し、音響インテンシティ(SI)解析ソフトを用いて数値化(SPLレベル, dB表示)することにより、健全部と欠陥部の評価を試みた。

その結果、鋼板の接着が良好な健全部で約80dB、欠陥部では約130dBと検出レベルに明瞭な差(約50dB)が生じていることが認められた。また、中間的な“やや剥離部”は約105dB前後と考えられた。

この周波数解析による評価からの等高線表示を図6に示した。この図6で、105dB以上が図5の剥離分布箇所とほぼ一致している。さらに、105dB以上を剥離レベルとして三次元表示して図7に示した。

3.3 補強鋼板の引抜きおよびはぎ取り試験

あらかじめ超音波法で剥離調査した結果(①健全部, ②やや剥離部, ③剥離部)に基づいた箇所(図5中①~⑦の印)で、鋼板とコンクリートの付着状況をコア(φ10cmのスリット)の引抜き試験を行って調べた。次に、はぎ取り調査を実施して注入材の充填状況を調査した。その結果、剥離部と評価した箇所には鋼板と注入材の剥離や充填不良による浮き、さらには注入材とコンクリートの剥離箇所等の欠陥部が確認され、剥離調査結果とほぼ一致することが認められた。また、鋼板表面の剛性の変化(SPLレベル)と付着強度の関係を図8に示した。この結果、SPLレベルから鋼板の付着状況が推定可能と考えられる。なお、図8の中で健全部との評価にもかかわらず、付着強度が低い箇所では、引抜き試験のためのコアのスリット切削時の影響で付着強度が低下したと思われる。

5. まとめ

実験の結果、従来のたたき点検では検出できなかった小面積の欠陥や鋼板シール部の剥離が超音波法で検出することができた。また、たたき点検の剥離検出率は超音波法に対して7割程度と考えられる。さらに、周波数解析することにより健全部、やや剥離部、剥離部の3ランク(定量的な)評価ができた。今後はシステムをコンパクト化することにより、現場で同様の評価が可能であり、実用化が期待できる。

表1 剥離調査結果

供試体 (No.)	① 鋼板部 調査面積 (㎡)	② たたき点検 剥離面積 (㎡)	③ 超音波法 剥離面積 (㎡)	剥離検出率 ②/③×100 (%)
No.1	4.807	0.608	0.714	85
No.2	5.670	0.130	0.211	62
No.3	5.711	0.371	0.509	73
No.4	5.769	0.558	0.754	74

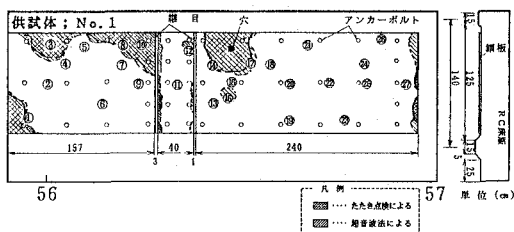


図5 剥離調査結果(分布図)の例

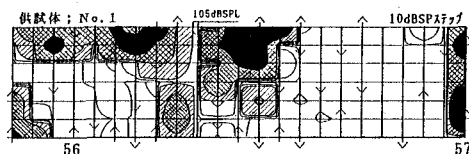


図6 剥離分布図(コンター表示)

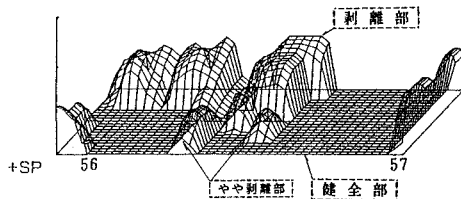


図7 剥離状況図(三次元マップ表示)

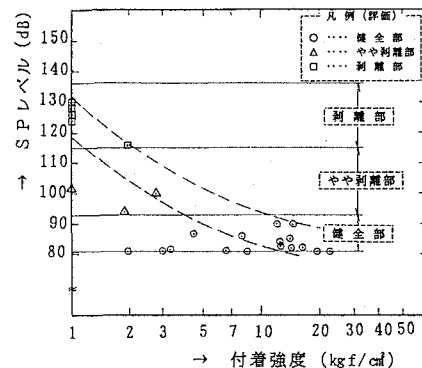


図8 剛性の変化と付着強度の関係