

橋梁 RC 床版の損傷検知に関する打音法のキャリブレーションの影響

金沢工業大学大学院 (現, 鉄建建設) 学生会員 ○倉橋 正 *1
 中日本高速道路 (株) 正会員 森山 守 *2
 佐藤工業 (株) 正会員 北川 真也 *3
 金沢工業大学 正会員 木村 定雄 *1

1. はじめに

道路橋の鉄筋コンクリート床版 (以下, RC 床版) の劣化は, 自動車の繰返し荷重による疲労損傷の可能性が高いことが挙げられている. 劣化進行過程については, RC 床版下面より点検を行うことで, ある程度判別することが可能である. しかし, 寒冷地や積雪地帯においては, 疲労損傷のみならず, 凍結防止剤の使用が原因となる塩害劣化が報告されており, 床版上側鉄筋での劣化が顕著に見られる¹⁾.

このような床版の劣化は表層に舗装が存在するため, 目視で確認することが困難であり, 劣化が進行した後に発見されることが多いことから早期発見が可能な点検手法が求められている.

そこで, 筆者らは RC 床版の劣化によって起こり得る損傷を模擬した試験体に打音法を適用し, アスファルト舗装からコンクリート上部の損傷を推定することを試みた.

本報告では打音法におけるキャリブレーションの特性について述べるものである.

2. 推定される損傷の種類

舗装表面からの床版の損傷は, 以下に示す 3 つの種類を仮定した. 図 1 は推定損傷の種類とそのイメージを示したものである.

- Type 1 : 雨水の侵入などにより床版と舗装がはく離する状態
- Type 2 : 雨水とともに凍結防止剤が床版に侵入し, 鉄筋腐食とともに, 水平ひび割れが発生する状態
- Type 3 : 鉄筋腐食の進行などにより, 床版上部のかぶり部が脆弱化する状態

3. 実験概要

試験体は 900×900×275mm とした. コンクリート厚 200mm, アスファルト厚 75mm としたものである. 欠陥は RC 床版上部で推定される損傷をモデル化した. Type h は健全試験

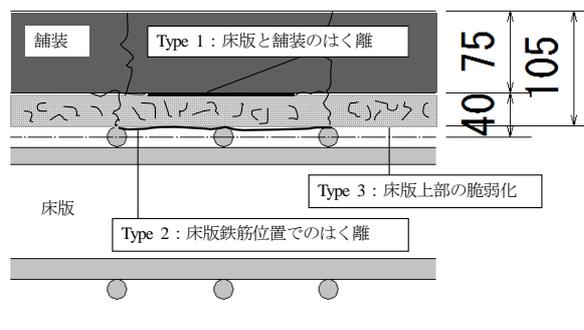


図 1 推定損傷の種類とそのイメージ

表 1 損傷の諸元

損傷の Type	欠陥寸法(mm)	舗装面からの深さ(mm)	欠陥材料
Type h	-	-	-
Type 1	B400×L400×H0.2	75	ろ紙
Type 2	B400×L400×H1	105	ろ紙+ビニール
Type 3-1	B400×L400×H30	75~105	ポーラスコンクリート
Type 3-2	B400×L400×H30	75~105	細骨材+粗骨材

体である. Type 1 は舗装厚 75mm の下に水平はく離をモデル化したものである. Type 2 はコンクリート上部から深さ 30mm の位置 (上側主筋位置) に水平はく離をモデル化したものである. Type 3-1 および Type 3-2 は, コンクリート上面から 30mm の主筋かぶり部の損傷をモデル化した.

Type 3-1 は骨材が接着した状態をポーラスコンクリートにより模擬した. Type 3-2 は骨材が接着していない状態を砂利と砂で模擬した. 表 1 に損傷の諸元を示す.

打音法は NDIS 2426-3 に準拠した. 打音法による損傷深さの推定は, 加力振幅最大値 (Ai) とピックアップされた打音最大振幅値 (Am) との比, 振幅値比によって評価した²⁾. 式 (1) はこれを示したものである.

$$\log_{10} h = p_1 - p_0 \log_{10}(Am/Ai) \quad (1)$$

ここで, h : 厚さ (深さ), Am/Ai : 振幅値比, p₁, p₀ : 実験係数である. 実験係数 p₁, p₀ は厚さ (深さ) の異なる (縦 :

連絡先 *1: 〒924-0838 石川県白山市八束穂 3-1(地域防災環境科学研究所) TEL:076-274-7704 FAX:076-274-7120

*2: 〒920-0365 石川県金沢市神野町東 170 TEL:076-240-4965 FAX:076-240-4991

*3: 〒103-8639 東京都中央区日本橋本町 4-12-19 TEL:03-3661-1572 FAX:03-3661-1576

1000×横：1000×厚さ(深さ)：50, 100, 150, 200, 250mm)
 コンクリート試験体によってキャリブレーションを行い決定した(図3中の黒実線)。

4. 結果およびその考察

表2は、推定損傷の種類とその深さ範囲を示したものである。表2の推定損傷の範囲は損傷深さ位置から±10%³⁾を考慮したものである。

打音法による測定結果の例を図2に示す。図2よりType 1試験体では損傷中心部において推定損傷は84~93mmの測定結果となり、10mm程度深く推定する結果となった。Type 3-2試験体では推定損傷深さが94~116mmとなり、損傷の75~105mmの中間値より10mm程度深く推定する結果となった。したがって、損傷が浅い位置に存在するType 1とType 3-2の損傷中心部では10mm程度深い位置に損傷があると推定する結果となった。一方、Type h試験体は試験体厚さの275mmの±10%程度となり、Type 2試験体は深い位置の測定結果となった。なお、Type 3-1試験体はType h試験体の結果とほぼ同じ結果を得た。

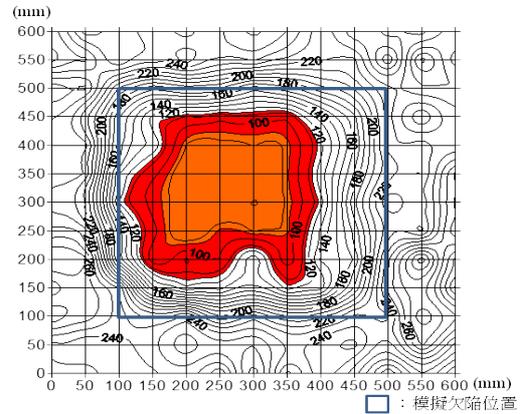
以上のことから、打音法による推定損傷は厚い部材についての推定精度は高いが、浅い損傷では深く推定する結果となった。ここで、本実験ではコンクリートのみの試験体によりキャリブレーションを行い p_1 , p_0 を決定している。このキャリブレーションの影響について考察する。図3はコンクリートのみの試験体から得られたキャリブレーション結果および本実験試験体から得られた振幅値比と部材厚の関係を示したものである。これより、約150mmよりも厚く(深く)なると推定精度は高く、それよりも部材厚(深さ)が小さくなると推定精度が劣ることがわかる。これは、アスファルト舗装とコンクリートの合成構造による影響であると考えられる。よって、アスファルト舗装されたRC床版の調査においては、図3中の破線で示される近似直線の $p_1=1.676$, $p_0=0.656$ で欠陥深さを推定すべきと考えられる。

5. 参考文献

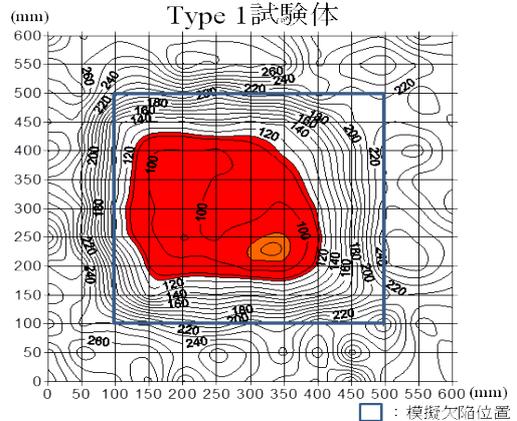
- 1) 例えば、石川裕一ほか：凍結防止剤による塩害を受けた道路鋼橋RC床版の鉄筋腐食の実態と自然電位測定の適用性に関する研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.33, No.2, pp.1453-1458, 2011
- 2) 日本非破壊検査協会 標準化委員会：コンクリート構造物の弾性波による試験-第3部：打音法, NDIS 2426-3, 日本非破壊検査協会, pp.17-19, 2009
- 3) 伴亨ほか：打音法のRC構造物への適用性について、佐藤工業技術研究所報, No.30, p.12, 2004

表2 損傷の種類と深さの関係

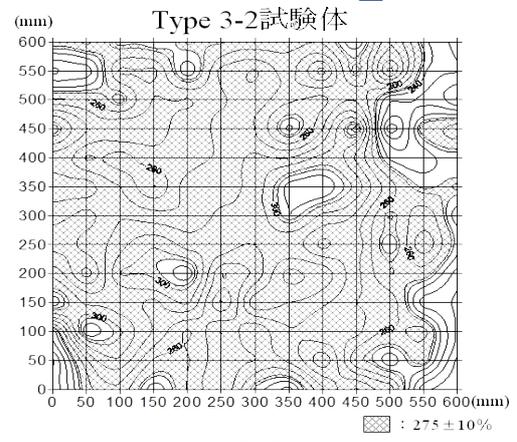
推定損傷	範囲	コンター図の色
舗装の損傷	66以下	
Type1	67~83	黄色
Type3	84~93	オレンジ
Type2	94~116	赤
健全	117以上	



Type 1試験体



Type 3-2試験体



Type h試験体

図2 打音法測定の結果

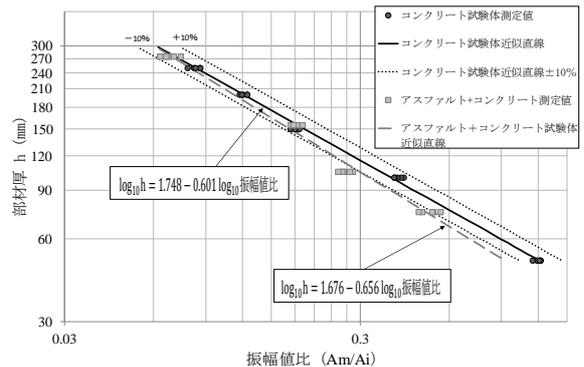


図3 振幅値比と部材厚の関係