

非破壊調査による円筒枠上かぶり厚の測定結果検証

西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社 正会員 ○大田 一成, 末永 拓嗣, 高橋 保則
西日本高速道路株式会社 三浦 秀己, 正会員 宮田 弘和

1. 背景と目的

円筒枠を用いた中空床版橋において最近、路面陥没が発生する事例が多々見られている。この事例について詳細に現地確認をすると円筒枠上のコンクリートかぶりが極端に薄く、円筒枠自体が腐食をしている状況が見られることが多い。陥没の一因となっている円筒枠上のコンクリートかぶりについては、非破壊により測定可能であり、現在も測定を実施している状況である。しかし、コンクリートの誘電率の設定等により円筒枠上かぶり厚さは変化するため、実際の補修工事において測定時の厚さと誤差が生じている。

今回は、非破壊調査（電磁波レーダ法）により測定した結果と補修工事で実測した結果とを比較し、今後の精度向上のための誘電率の設定方法について検証を実施した。

2. 電磁波レーダによる測定解析方法

現地での測定は、レーダを装着した車両を 60～80km/h で走行させデータの取得を実施し、専用ソフトにてデータの解析を行った。

解析は、平面画像（図 2.1）から円筒枠の位置を確認し、円筒枠の中央部での縦断解析図（図 2.2）を作成して円筒枠上のコンクリートかぶりを計測した。この時の誘電率は標準的な値とされる 6.0～8.0（コンクリートの標準の場合）の中間値である 7.0 で実施した。

縦断解析は、縦断画像から舗装と橋梁床版の境界（床版天端深さ）、円筒枠頂部の位置（円筒枠深さ）を特定し、各々の舗装上面からの深さを測定し、その差から円筒枠上かぶり厚さを算出した（図 2.2 の場合、舗装厚さ 77 mm、円筒枠までの厚さ 160 mm であるので円筒枠上かぶり厚さは 83 mm）。なお、中空床版橋の標準断面図を図 2.3 に示す。

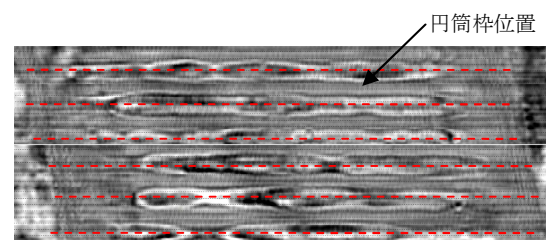


図 2.1 平面解析画像

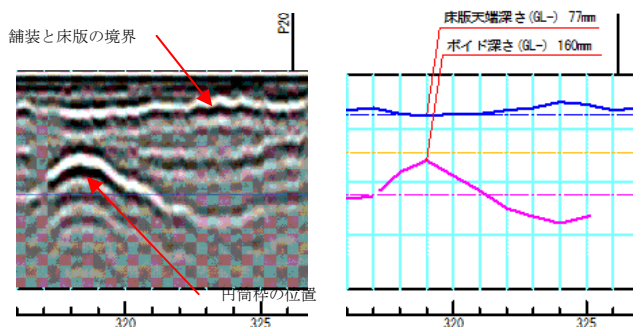


図 2.2 縦断解析画像

3. 円筒枠上の実測値の測定方法

円筒枠上のかぶり厚さの実測値は、補修工事において円筒枠上をはつりだした時に、かぶり厚さ測定を実施した（写真 3.1）。この時、測定した進行方向の位置については、伸縮装置からの累計距離で位置を確認、横断方向は図面に記載してある円筒枠 No で確認し、解析値と比較するための位置の特定を行った。

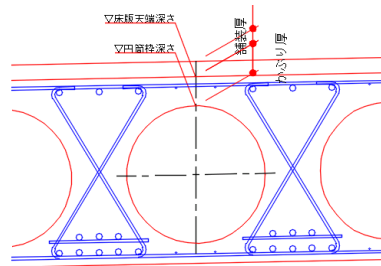


図 2.3 中床版断面図

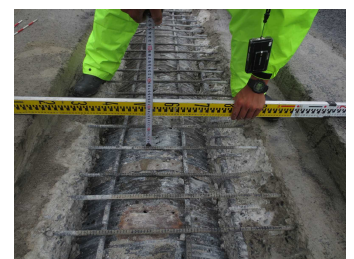


写真 3.1 測定状況

また、解析データが 0.5cm 単位で実施しているため、測定も 0.5cm 単位で行った。

4. 解析値と実測値の検証結果

現地実測したデータ箇所について、解析値との実測値の差異について検証を実施した。検証は、散布図から最小二乗法による近似直線の算出、データの傾向及び相関性等について検討した。

キーワード 非破壊検査, 中空床版橋, 円筒枠上かぶり, 誘電率

連絡先 〒733-0037 広島市西区西観音町 2-1 西日本高速道路エンジニアリング中国株式会社 TEL082-532-1430

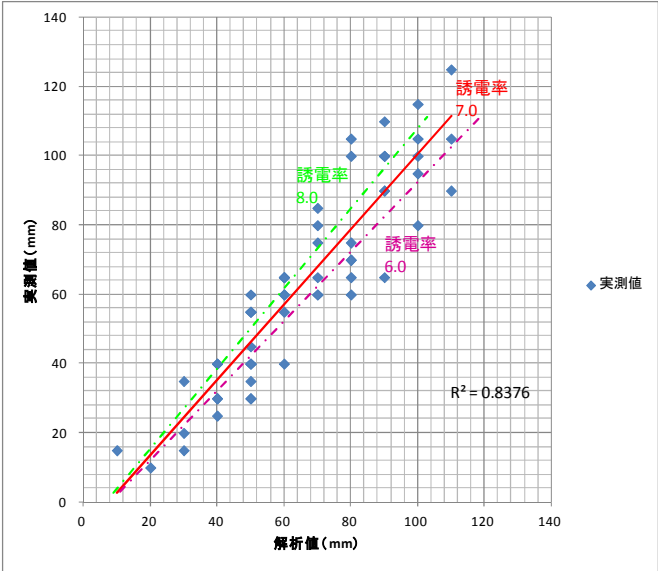


図 4.1 解析値と測定値の関係

表 4.1 解析値と実測値の分布

解析値の値の範囲	解析値と実測値の比較データ数			
	＋側	同じ	－側	合計
0mm以上～50mmより小さい	6	2	2	10
50mm以上～90mmより小さい	17	2	12	31
90mm以上	5	3	7	15
合計	28	7	21	56

まず、検証していく中では、円筒枠の異常な変形箇所が確認できる 8 箇所は、特異値と考えられるため、調査写真で測定位置の確認を実施し、特異値として除外をした。円筒枠上かぶり厚さの解析値と実測値の関係を図 4.1 および表 4.1 に示す。この結果から、解析値で円筒枠上かぶりが小さい値 (0～50mm) の場合、解析値より実測値が低くなる傾向である。しかし、解析値で円筒枠上かぶりが大きい値 (90mm 以上) 場合、解析値より実測値が大きくなる傾向にある。全体的には、

解析値より実測値が大きい値を示している傾向であった。なお、相関率は 83.8% となった。

5. 誘電率の設定方法の検証について

今回検証した誘電率の設定値は 7.0 であった。これについては、実測値と差異は多少あるが、相関率からは十分なものであったと想定される。しかし、円筒枠上かぶり厚が薄い場合と厚い場合では、誘電率を変える必要があると考えられる。そこで、式 5.1 を用いて誘電率の設定値を 6.0 と 8.0 について算出した結果を、図 4.1 に近似直線として示した。その結果、円筒枠上かぶりが薄い場合は、誘電率を大きめに設定し、厚い場合は、誘電率を小さめに設定する方が、より実測値に近い値になる傾向となっている。しかし、測定及び解析を進めるうえでは、深さによって誘電率を変更することは難しい。そのため、現実には現在設定している設定値 7.0 で問題はないものとする。

誘電率から深度算出式

$$D=1/2\times3\times10^8/\sqrt{r}\times T \quad (\text{式 5.1})$$

D: 深度 (m)

r: 誘電率

T: 電磁波の反射時間 (s)

なお、電磁波の反射速度は往復時間のため 1/2 時間とする

6. まとめ

今回の検証は、1 橋での検証で誘電率の設定の差異を確認したものである。検証した結果及び考察については以下のとおりである。

- 1)円筒枠上かぶり厚さによっては、誘電率を変化させることにより精度向上が見込まれる。
 - 2)図 4.1 の近似直線から、円筒枠上かぶり厚さが 90mm 程度の箇所で解析値と実測値の差異がない状態となるので、誘電率をかぶり厚さ 90mm 程度の位置で解析値と実測値がほぼ合致する値に設定することにより、精度向上が見込まれる。
 - 3)検証した橋梁での誘電率は 7.0 であったが、今回の検証結果誘電率の設定は精度上問題がないと考えられるが、誘電率については条件により異なるので今後複数の橋梁で設定値を確認していく必要がある。
 - 4)今後、データを多数取得し誘電率を設定することで精度向上が期待できる。
 - 5)コンクリートの種別による検証を実証することにより、他のコンクリート種別での応用も期待できる。
- 今後は、これらの点を検証していくことで誘電率の設定条件を区分できるようにし、かぶり厚さ測定の精度向上につなげられるようにしたい。