

橋梁コンクリート床版の新たな損傷評価方法に関する検討

東北学院大学 正会員 武田 三弘

東日本高速道路(株)福島管理事務所 加藤 潔

(株)ネスコ・エンジニアリング 東北 光岡 達之

(株)ネスコ・エンジニアリング 東北 正会員 ○早坂 洋平

1. はじめに

橋梁コンクリート床版では「疲労」「塩害」「中性化」などにより損傷や劣化が生じている。東北地方の高速道路の橋梁コンクリート床版においても損傷や劣化が生じているため、補修対策が行なわれている。これらの補修対象構造物では、補修方法や面積や深さといった補修規模を選定するに当たって様々な調査・分析が行なわれ、従来は床版下面からのコンクリート性状の目視調査・コンクリートの圧縮強度・コンクリート中の塩化物イオン量・中性化深さの調査分析を実施していた。しかし、橋梁の長寿命化を視野に入れた適切な補修を実施するためには、今以上に多角的な評価が求められているので、今回新たな調査・分析方法を取り入れることとし、それらの評価方法に関する検討を実施した。

2. 損傷評価方法

コンクリート床版の補修方法や補修規模を選定する方法として、従来から行われているの方法と新たに取り入れた方法を表-1に示す。なお、補修深さの決定や既設床版コンクリートの全厚にわたっての健全度評価を実施することを目的とし、分析に必要な試料として床版を貫通したコンクリートコアを採取している。コア採取位置においては、床版下面の状況（遊離石灰、二方向ひび割れや漏水の有無など）と、橋面の舗装状況（部分補修箇所の有無）とを照合させた結果から代表的な位置としている。

表-1 床版コンクリートの損傷評価における分析方法

分析項目	従来方法	新たに取り入れた方法
圧縮強度	JIS A 1107 2002「コンクリートの圧縮強度試験方法」 または JIS A 1155 2003「コンクリートの反発度の測定方法」	X 線造影撮影法によるコンクリート強度の推定方法 ¹⁾
塩化物イオン量	JIS A 1154 2003「硬化コンクリート中に含まれる塩化物イオンの試験方法」	JSCE G 573-2005「EPMA 法によるコンクリート中の元素の面分析方法（案）」
中性化深さ	JIS A 1152 2002「コンクリートの中性化深さの測定方法」	従来方法と同じ方法

3. 新たに取り入れた損傷評価方法

①圧縮強度

今回検討した「X 線造影撮影法によるコンクリート強度の推定方法」は、コンクリート中のひび割れや空隙などの欠陥に造影剤を浸漬させ、浸漬後の試料を X 線撮影することで、コンクリートの強度を推定する方法である。この分析方法の特徴として、採取したコンクリートコアを 10mm 程度の厚さにスライスして分析することから、深さ方向への強度分布推定が可能となる（図-2）。

本手法での圧縮強度判定は、造影剤浸透前後における画像の濃度の差（色の濃淡）を透過線変化量として、その透過線変化量と圧縮強度との関係から推定圧縮強度を求める方法である（図-1）。

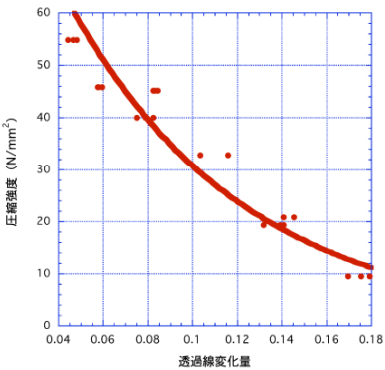


図-1 透過線変化量と圧縮強度の関係

キーワード 床版、健全度評価、X 線、EPMA、補修

連絡先 〒980-0013 宮城県仙台市青葉区花京院 2-1-65 花京院プラザ (株)ネスコ・エンジニアリング 東北 TEL022-713-7277

また、図-3にX線造影撮影後のコア画像を示すように、透過線変化量の差が小さい（画像濃度が濃い）場合は、欠陥が少ないことから推定圧縮強度は高く、ひび割れや空隙などの欠陥が多く透過線変化量の差が大きい（画像濃度が薄い）場合は低く評価される。

②塩化物イオン量

塩化物イオン量の分析方法として「EPMA法によるコンクリート中の元素の面分析方法」を検討した。この方法は電子プローブマイクロアナライザを使用し、コンクリート中の様々な元素の種別や濃度を分析する方法である。

この分析方法の特徴として、コンクリートコアを深さ方向へ面的な分析を行うことが可能なので、従来手法（電位差滴定法）による10～20mm刻みの深さ方向への分布分析と比較すると、より細かな分布を得られる。また、元素の濃度を画像処理（マッピング）し、イメージとして塩化物イオン量の分布状況を把握することも可能である。

4. 今後の課題

- ① X線造影撮影により推定圧縮強度を評価する場合、コンクリートコアに欠陥（ひび割れなど）が多いと必然的に強度が低い評価になり、この欠陥の状況次第では、非常に小さな圧縮強度として評価される場合がある。
- ② アルカリシリカ反応によりコンクリート中に微細なひび割れがある場合も、小さな圧縮強度として評価される場合がある。そこで、アルカリシリカ反応がある場合、圧縮強度に対し静弾性係数が低くなる傾向があることから静弾性係数の測定も実施し、アルカリシリカ反応との関係も把握する必要がある。
- ③ EPMAによるコンクリート中の塩化物イオン量の分析は、従来の方法よりも比較的時間を要するので、採取するコンクリートコアの小型化（小径コア）や分析内容の簡略化（表面と下面のみ）を実績や傾向から検討する必要がある。

5. まとめ

橋梁の長寿命化を考慮した損傷評価方法について、新たな評価方法を検討した。その結果、従来は塩化物イオン量や中性化深さの分析結果をもとに補修範囲と補修深さを決めていたが、今回検討した新たな方法を採用することで、深さ方向への圧縮強度推定や高精度に塩化物イオン量の分布を把握することが可能になり、より広い観点から補修方法や補修範囲の選定が可能になったと考える。また、このX線造影撮影では、コンクリート内部の緻密性といった評価も可能で、将来的な劣化因子の浸透性評価などにも適用性があるものと考えられ、現在、この方法により、床版の補修を計画中である。今後もこの調査分析から評価に関する技術の検証を進めていき、現状の課題の克服や更なる評価精度の向上に努めることで、橋梁床版コンクリートの評価を効果的に行なうことが可能になると考えている。

参考文献

- 1) 武田三弘, 大塚浩司: X線造影撮影によるコンクリート強度の推定, 土木学会論文集 E, Vol. 62, No. 2, pp. 376-384, 2006. 5
- 2) 特許第 2113200 号: コンクリートのひび割れ検出方法に用いる X線造影剤及びコンクリートのひび割れ検出方法, 1996

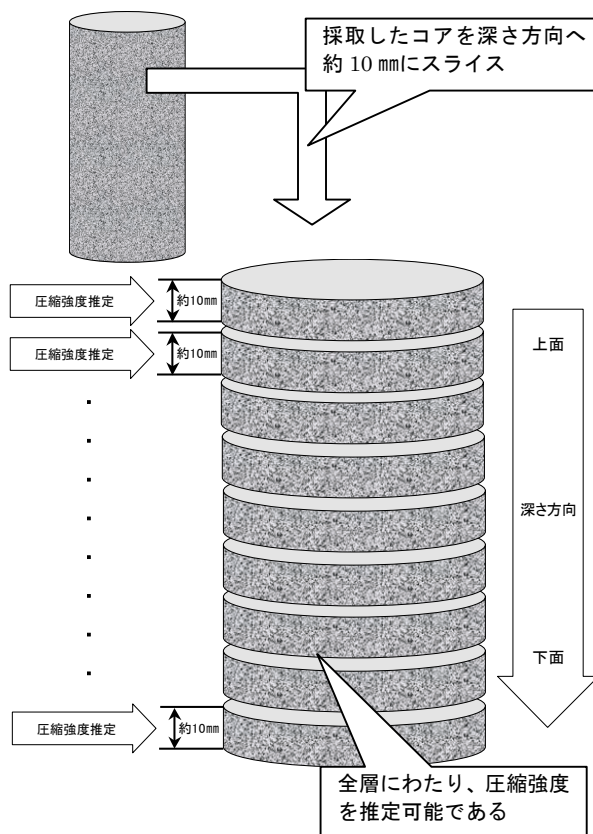
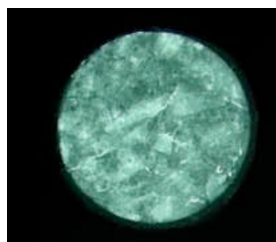


図-2 X線造影撮影法の概念図

画像濃度が濃い場合



画像濃度が薄い場合

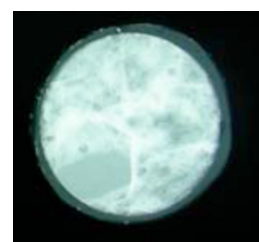


図-3 X線造影撮影後のコンクリートコア画像