

赤外線法によるコンクリート片のはく落予測手法に基づく点検計画の提案

西日本高速道路エンジニアリング四国(株) ○正会員 林 詳悟
 西日本高速道路エンジニアリング四国(株) 正会員 橋本 和明
 西日本高速道路エンジニアリング四国(株) 正会員 明石 行雄

1. はじめに

社会資本の点検効率化は喫緊の課題であり、高速道路のコンクリート構造物では打音点検範囲の絞込みを目的とし赤外線法を実施している。高谷らは既往研究において、赤外線法による調査で取得するデータで、コンクリート片のはく落の危険性を評価できる指標を提案している¹⁾。

本文は、赤外線法による調査と、その後実施した打音検査の結果に基づき、浮き・はく離の劣化傾向や、予測手法により、効果的かつ効率的な点検補修計画の立案に資する取組みについて提案するものである。

2. はく落予測手法

2. 1. はく落危険度

高谷らは、室内にて実現象を再現した鉄筋腐食膨張圧模擬試験の結果から、換算腐食減量の代わりになる指標として、はく落危険度の算出式(1)が提案している。概略図(図-1)のとおりひび割れ発生時のはく落危険度 D_s を0とし、はく落事象に至るとはく落危険度 D_s は1となる。

$$D_s = \frac{dr - dr_{pi}}{dr_s - dr_{pi}} \quad (1)$$

dr_s : はく落時の半径変化量(mm)

dr_{pi} : 最大内圧時の半径変化量(mm)

はく落予測手法のフローを図-2に示す。温度環境係数 k を式(2)により算出することで、式(3)によりはく落危険度 D_s が算出できる。

$$D_s = 1.23 \times k \quad (2) \quad k = \frac{\Delta T}{T_e} \quad (3)$$

2. 2. 検証データ

検証データは、平成22年から現在まで実施した打音検査結果のうち、損傷が確認された総数1,178件とした。表-1は、はく離、浮き、その他に分類したものである。浮き事象が供用後15年までに顕在化して、はく離は経年増大するが、供用20年経過すると急増していることが判る。

2. 3. 温度環境係数

はく落危険度を算出するには、はく離部温度差 ΔT と測定温度環境 T_e が必要となる。測定温度環境は調査時に確認した外気温と熱画像取得時に得られる健全部の温度により算出される。熱画像から温度勾配を確認すると、はく離はひび割れ部分が最低点となる(図-3)。

キーワード：赤外線サーモグラフィ法、はく落、予測手法、非破壊検査

連絡先 〒760-0072 高松市花園町三丁目1番1号

TEL 087-834-1121 FAX 087-834-0150

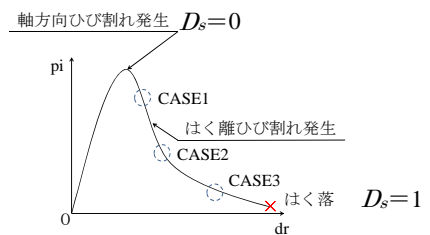


図-1 内圧と半径変化量の概略図

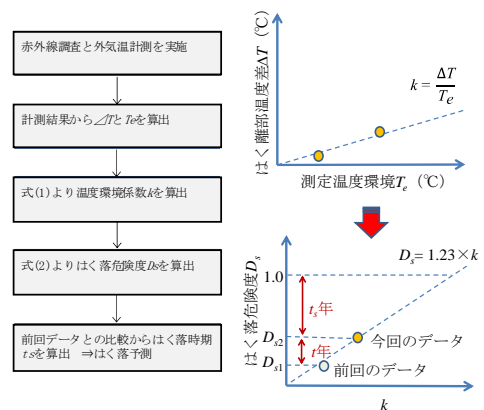


図-2 はく落予測フロー

表-1 検証データのクロス集計表

供用年数分類	はく離	浮き	その他*	合計
5年未満	0	0	1	0
5~10年	8	71	186	79
10~15年	23	140	228	163
15~20年	27	38	241	65
20年以上	122	50	43	172
合計	180	299	699	479

※)異物混入やノロなど

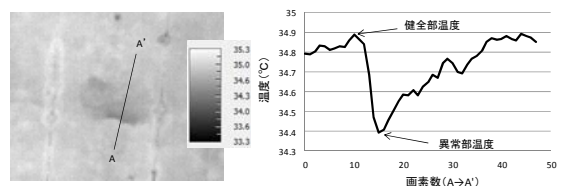


図-3 熱画像によるはく離部の温度勾配

3. 実測値によるはく落予測

同一橋梁で、同一時刻の外気温と床板の温度差を整理し、外気温と橋梁下に設置した供試体健全部の温度差を比較したグラフを図-4に示す。比較時間帯をみると、外気温と供試体健全部の温度差は、外気温と床板の温度差に対して半分程度と小さく、測定温度環境 T_e が過小評価される。この室内検討と実構造物のはく落危険度の評価の差異は、実験規模の影響と捉えられる。実構造物データから得たはく落危険度の最大値である2.2を正規化して1.0に置換えることにより、実構造物に即した係数をここでは設定すると、実構造物におけるはく落危険度の算出式(4)となる。

$$D_s = 0.56 \times k \quad (4)$$

式(4)により算出したはく落危険度を図-5に示す。浮きとはく離の二つのグループの分布傾向に着目すると、浮きは危険度の低い領域、はく離は危険度の高い領域に存在している。これは損傷進行によりこの分布から想定される次回点検実施までの最短間隔は、打音検査時に叩き落しが可能となるはく落危険度 0.4 から自然落下の恐れがあるはく落危険度 0.86 に至る期間と考える。

4. はく落危険度により提案する点検時期

損傷進行を助長する要因について無作為に抽出した損傷箇所別に整理した結果を図-6に示す。供用年数の古い損傷箇所 G, I, K, L や、凍結防止剤散布量が多い損傷箇所 F, I, K, L のはく落危険度は、1回目の点検から2回目の点検ではく落危険度が増大している。

次に、はく落危険度の増大傾向から、剥離が顕在化する供用年数と凍結防止剤散布量の多い路線について1年間に増加するはく落危険度について整理した(表-2)。凍結防止剤散布量が多いIC間は少ないIC間に比べ2倍の増加量を示し、供用年数が20年を超過するとさらに3倍の増加量となる。すなわち、効果的かつ効率的に点検を行うには、一定間隔で点検を行うのではなく、橋梁ごとの劣化進行を加味した点検間隔を再考する必要性を示している。

5. まとめ

- (1) 室内検討により提案されたはく落予測手法は、現場測定データを適用しても有用に活用できる。
- (2) 浮き・剥離のはく落危険度の分布図から、浮きが劣化進行し、剥離に変遷することが、示せた。
- (3) はく落危険度により次回点検実施時期や、応急処置のタイミングなど効果的な維持管理計画を提案できる。
- (4) 過去データとの比較を簡易に行える点検情報を一元管理できるシステムが必要である。

参考文献

- 1) 高谷哲ほか:隣接鉄筋が腐食ひび割れの発生・進展メカニズムに与える影響, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, Vol.9, pp.281-288, 2009.11

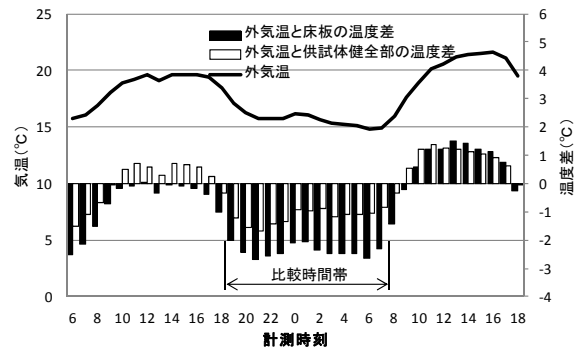


図-4 外気温と構造物の温度差

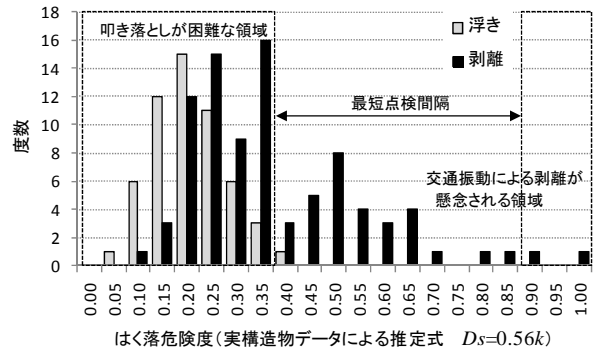


図-5 提案式によるはく落危険度

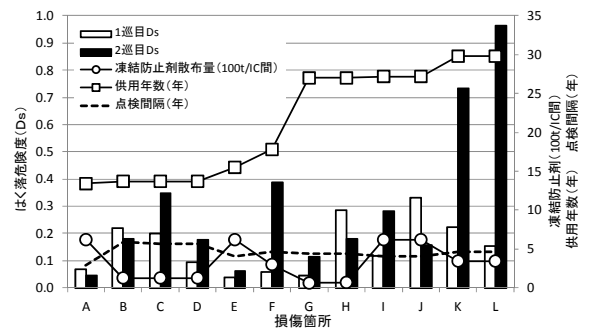


図-6 損傷箇所別の最適点検頻度

表-2 はく落危険度の年間増加量

凍結防止剤散布量 (6年間累計)	供用年数分類	年間 D_s 予測増加量
少ない 30t/km 未満	20未満	0.02
	20年以上	0.02
多い 30t/km 以上	20未満	0.04
	20年以上	0.11