

内陸部でのコンクリート構造物の塩害による劣化状況

(株)クエストエンジニア 正会員 ○加賀谷悦子
 日本道路公団 金沢技術事務所 正会員 五寶 光基
 (株)クエストエンジニア 正会員 野村 昌弘

1. はじめに

北陸地方では、冬季路面の安全性確保のために凍結防止剤（主成分 NaCl）が使用されている。この影響により、伸縮装置から漏水が生じた道路橋の支承周り（以下床版端部）では写真 1 に示すようなコンクリートの浮き・はく離が発生し、内部鉄筋が腐食する現象のコンクリートの塩害が確認されている。これらの損傷は、伸縮装置からの漏水経歴や上部工の縦横断勾配が複雑に影響し、補修範囲の特定が難しく、過去に補修を行った箇所ではマクロセル腐食等により再損傷が発生するケースが多い。損傷範囲の傾向としては、橋軸方向で約 2m 以内に浮き・はく離が発生している。なお、補修が局部的であり、橋台と床版との空間が 20 cm 程度しかないため、補修費用が割高となり、補修費用の削減から補修範囲の特定を行うことが重要となる。本論は、内陸部で塩害損傷を受けた床版端部にて行った各種調査結果について述べる。

2. 調査概要

調査は、たたき調査により確認された床版端部に発生しているコンクリートの浮き・はく離箇所（以下損傷部）の面積から、損傷率（％）（＝浮き・はく離面積／床版横断面下面延長×2m×100）を算出した。この結果より 2～35％の損傷率を有する床版端部を 12 箇所抽出し、浮き等の損傷箇所（33 点）と同箇所付近における健全部（75 点）にて、はつりによる、かぶり調査、自然電位測定、分極抵抗測定、鉄筋付近の塩化物イオン濃度調査、鉄筋の断面減少率の状況調査を実施し、調査結果の比較を行った。

3. 調査結果

（1）かぶり調査

かぶり調査の結果を図 1 に示す。設計かぶり 30 mm 以上が確保されているのは、損傷部で 64％、健全部で 97％という割合であった。かぶりが確保されていないこと

が損傷の発生に起因することが考えられるが、50 mm 以上のかぶりが確保されていても 18％の割合で損傷が発生していた。

（2）自然電位測定

自然電位は、コンクリートの含水率、温度および中性化深さに影響される。ここに示すデータは、実測の自然電位を補正したものである。自然電位測定の集計結果を図 2 に示す。損傷部における電位は 45％の割合



写真 1 床版端部における損傷

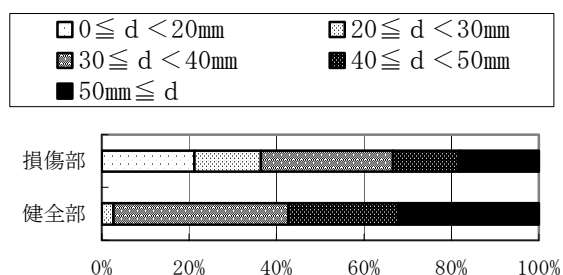


図 1 かぶり調査結果

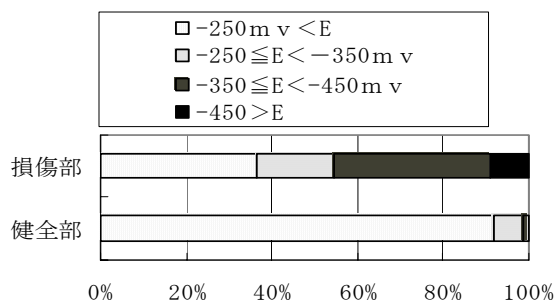


図 2 自然電位の測定結果

キーワード 塩害、自然電位、分極抵抗、断面減少率

連絡先 〒920-0025 石川県金沢市駅西本町 3-7-1 TEL076-264-7872

で 350(-mv)以下であるのに対し、健全部では、99%の割合で 350(-mv)以上であった。この結果から、床版端部における損傷範囲の特定は、自然電位の傾向から決定できると考えられた。

(3) 分極抵抗測定

分極抵抗測定の集計結果を図3に示す。損傷部では腐食度の評価が中速～激しい速度とされる $R_p=124 \text{ k} \Omega \cdot \text{cm}^2$ 以下が 61%の割合を占めるのに対し、健全部では腐食速度の評価が停止状態～低速とされる $R_p=124 \text{ k} \Omega \cdot \text{cm}^2$ 以上が 93%の割合を占めていた。自然電位と同様に分極抵抗の傾向から損傷範囲の特定が可能であることが考えられた。

(4) 鉄筋付近の塩化物イオン濃度

鉄筋付近における塩化物イオン濃度の現状を図4に示す。分析は JCI-SC4 によるものである。損傷部では発錆限界塩化物イオン濃度 1.2 kg/m^3 （以下発錆限界）以上が 69%の割合であるのに対し、健全部では 97%が発錆限界以下であった。伸縮装置から生じた漏水により塩化物イオンが供給された部分のみに損傷が発生していると考えられた。損傷箇所周辺では鉄筋付近の塩化物イオン濃度が 3.4 kg/m^3 を越えるものが 52%となり、高濃度の塩化物イオンが鉄筋付近に浸透していた。

(5) 鉄筋の断面減少率

鉄筋の断面減少率の集計結果を図5に示す。断面減少率は、鉄筋の錆を除去後、ノギスにて直径を計測し、減少した断面積を推定したものである。断面減少率 20%以上は、損傷部で 15%生じていた。最大の断面減少率は 30%であった。

鉄筋の断面減少は構造物の耐荷力に影響を及ぼす。このため、鉄筋の断面減少率を把握することが補修時期を決定する重要な基準となると考える。今回の調査結果をもとに鉄筋の断面減少と損傷率との関係を調べたが、鉄筋の断面減少の程度は、自然電位や分極抵抗の調査データと鉄筋の断面減少率との間には明確な関係が見られなかった。しかしながら床版端部に発生した浮き・はく離面積から算出した損傷率と鉄筋の断面減少率（各床版端部での調査結果の平均値）との間には図6に示す関係が見出せた。損傷率が大きくなるほど鉄筋の断面減少率が増加した。

4. まとめ

(1) 床版端部では十分なかぶりが確保されていても損傷は発生することがあり、損傷箇所周辺では鉄筋付

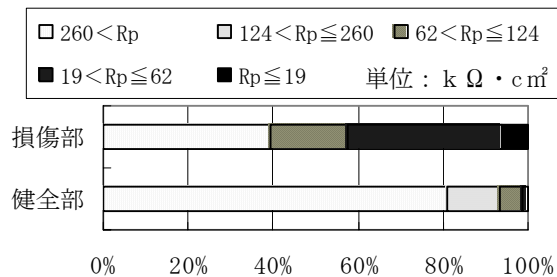


図3 分極抵抗の測定結果

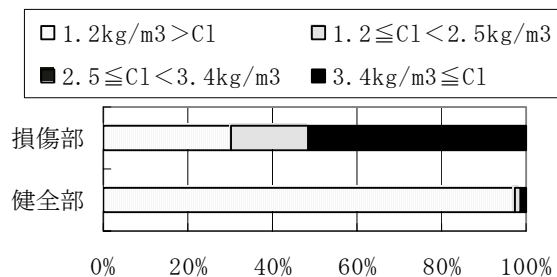


図4 鉄筋付近の塩化物イオン濃度の測定結果

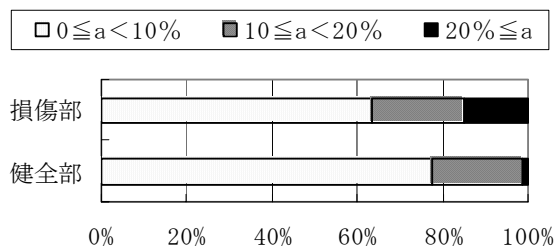


図5 断面減少率の測定結果

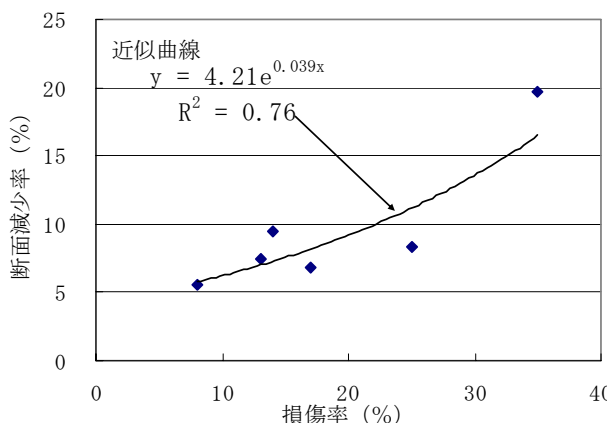


図6 損傷率と鉄筋の断面減少率の関係

近の塩化物イオン濃度が 3.4 kg/m^3 を越えるもの 52%を占めた。このことから床版端部は、塩害を受けやすい部位であるといえる。

(2) 損傷範囲を特定するうえで自然電位測定や分極抵抗の傾向から推定することは有効な手段であった。

(3) 鉄筋の断面欠損概要は、自然電位測定や分極抵抗から想定することは困難だが、はく離面積による損傷率から想定できるものと考えられた。