

埋設センサを用いた栈橋上部工における鉄筋腐食モニタリングの有効性に関する検討

長岡技術科学大学 学生会員 ○安藤 翔太
正会員 下村 匠

港湾空港技術研究所 正会員 染谷 望, 田中 豊, 川端 雄一郎, 加藤 絵万

1. はじめに

港湾施設で供用される鉄筋コンクリート構造物は、主に塩害による鋼材腐食が生じやすいことから、鋼材腐食を早期に発見し、その情報を維持管理に役立てることが重要である。栈橋上部工下面の点検は目視点検が基本であり、海上作業であるため、労力が大きく、潮汐による時間的制限もある。そのため、モニタリング技術を用いた点検作業の効率化および劣化の早期発見が期待されている。既往の研究より、センサを用いた鉄筋腐食モニタリングの有効性が確認されている。しかし、栈橋上部工を対象にモニタリング技術を運用する際の留意点について不明な点が多い。そこで本研究では、栈橋上部工における塩害による腐食の発生や腐食位置の把握を目的としたセンサの運用を想定し、RC 試験体でのモニタリングを行い、その結果からセンサを用いたモニタリングの有効性について検討した。

2. 実験概要

2. 1 試験体概要, 測定概要

実験で用いた RC 試験体と埋設センサの位置を図-1 に示す。RC 試験体の寸法は、960mm×1200mm×160mm とし、普通ポルトランドセメントを用いて、水セメント比は 0.49 とした。鉄筋は、鋼材(D16)を格子状に 240mm 間隔で配置し、かぶりは 50mm とした。モニタリング項目は、塩害による腐食発生を把握するため、自然電位および分極抵抗とし、それらの測定が可能なセンサ²⁾(写真-1)を鉄筋近傍に設置した。センサの自然電位は、銀-塩化銀電極の電位に換算した。測定は 12 時間間隔で 935 日間行った。

2. 2 乾湿繰返し条件, ひび割れの導入

RC 試験体の劣化促進として、乾湿繰返しを行った。測定開始から 657 日目までは 45℃ の海水浸せき 3.5 日間と気中乾燥 3.5 日間を 1 サイクル、657 日以降で

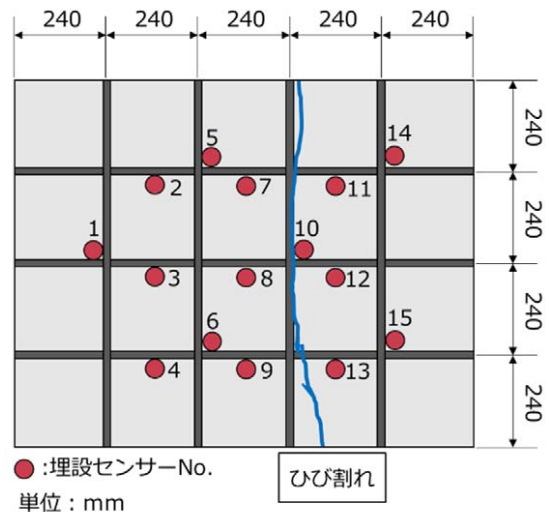


図-1 試験体寸法, センサ埋設位置, ひび割れ位置



写真-1 センサとその設置状況



写真-2 鉄筋の腐食状況

は 45℃ の海水浸せき 5 日間と送風乾燥 2 日間を 1 サイクルとした。ひび割れによる影響を検討するため、測定開始から 895 日後に、図-1 に示す位置に除荷後の表面ひび割れ幅が 0.15~0.5mm の曲げひび割れを導入した。その後 5 サイクル乾湿繰返しを行った。測定終了後の解体調査より、ひび割れ位置の鉄筋のみ写真-2 に示すような軽微な腐食が見られた。

キーワード 埋設センサ モニタリング 鉄筋腐食 自然電位 分極抵抗 栈橋上部工
連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1

3. 結果と考察

3. 1 自然電位のモニタリング結果

湿潤時の測定値を対象に ASTM C 876³⁾ の腐食判定基準より、鉄筋の腐食発生を判定した。モニタリング結果の一例として、ひび割れ部近傍のセンサ No.10 とひび割れから離れた位置のセンサ No.5 の測定値を図-2 に示す。No.10 の測定値を ASTM 基準によって判定すると、ひび割れ導入前はおおむね「不確定」である。ひび割れ導入後は自然電位が約-400mV で推移し、「90%以上の確率で腐食」と判定できる。測定終了後の解体の結果、No.10 の設置箇所の鉄筋に腐食が確認され、センサによる判定と一致し、自然電位のモニタリングによって腐食の発生を把握できた。一方、No.5 のようにひび割れ位置から離れた腐食の発生が認められない鉄筋に設置したセンサにおいても、ひび割れ導入後に測定値の変化があり、「90%以上の確率で腐食」と判定された。その理由として、鉄筋同士が導通していることなどが考えられるが明確な理由はわからなかった。このため、自然電位のモニタリングでは、腐食位置の特定は難しい可能性がある。

3. 2 分極抵抗のモニタリング結果

分極抵抗のモニタリング結果の一例として、No.10 と No.5 の測定値を図-3 に示す。ひび割れ導入前は、No.10、No.5 の測定値の両方が乾湿の変化によって数十 k Ω ～数百 k Ω の範囲で変化している。ひび割れ導入後に、腐食の発生した鉄筋近傍のセンサ No.10 では測定値が減少し、乾湿による測定値の変化が数 k Ω ～数十 k Ω の範囲となっており、分極抵抗のモニタリングによって腐食の発生を把握できた。また、腐食のない鉄筋近傍のセンサ No.5 の測定値ではひび割れの導入前後に差はないため、腐食位置の把握が可能だった。

4. まとめ

本研究では、栈橋上部工での塩害による鉄筋腐食の発生や腐食位置の把握を目的としたセンサの運用を想定し、モニタリングを行った。その結果、センサを用いた自然電位のモニタリングによって、ひび割れに伴う腐食の発生を捉えることができた。また、分極抵抗のモニタリングによって、腐食の発生と腐食位置を捉えることができた。そのことから、センサによるモニタリングの有効性が確認できた。一方、自然

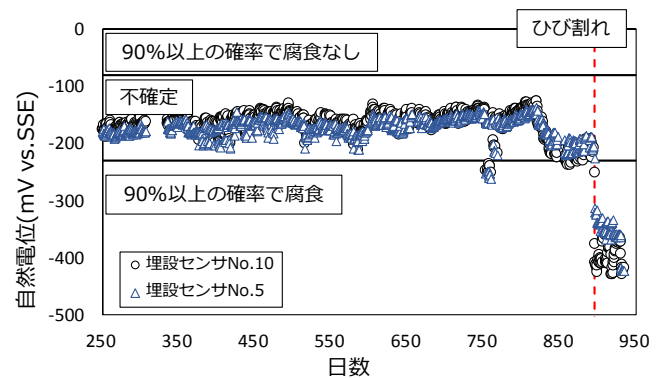


図-2 自然電位モニタリング結果

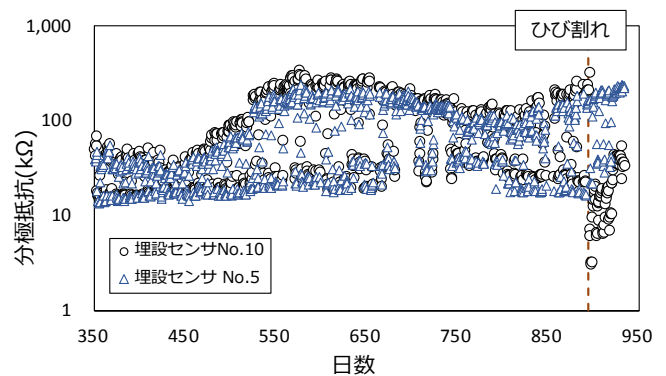


図-3 分極抵抗のモニタリング結果

電位のモニタリングでは腐食位置の特定は難しい可能性がある。

謝辞

本研究は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の「SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」(管理人：JST)によって実施した。

参考文献

- 1) 岩波光保 他：栈橋上部工コンクリートにおける鉄筋腐食モニタリング実証実験，土木学会年次学術講演会講演概要集，第5部門，pp691-692,2010
- 2) 下澤和幸 他：小型埋設センサーによる鉄筋腐食モニタリング，コンクリート工学年次大会論文報告集，Vol.16,No.1,pp793-798,1994
- 3) ASTM C 876-91: Standard Test Method for Half-Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in Concrete, Annual Book of ASTM Standards, Vol.03.02, pp457-462, 1999