

## 塩害橋梁における簡易モニタリングの適用性に関する研究

日本工営（株）正会員 ○西原史和 松山公年 近藤悦郎 吉良美咲  
（国研）土木研究所構造物メンテナンス研究センター 石田雅博 山口岳思

### 1. はじめに

コンクリート構造物の塩害劣化の特徴は、塩分がコンクリート内部に浸透し、鋼材腐食が開始しても外観変状に現れないことである。このため、外観変状が現れてからでは事後対応になり、補修コストの増大や再劣化原因の一つになっている。一方、自治体が管理する橋梁は、定期点検に予算の多くを費やし、補修・補強対策が順番待ちである橋梁が少なくない<sup>1)</sup>。そこで、効率的な維持管理を行うために、簡易で安価なセンサを活用した橋梁モニタリングについて、塩害橋梁の実載荷試験フィールドで適用を試みた。その結果、桁端部やひび割れ部に簡易センサを設置することの有効性を得た。なお、実載荷試験は、「SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」の研究開発課題「異分野融合によるイノベティブメンテナンス技術の開発」の一環として行われ、本モニタリングは、モニタリングシステム技術研究組合（RAIMS）の研究活動の一環として行われたものである。

### 2. 検討概要

#### 2.1 設置対象

対象橋梁は、日本海沿岸からの距離が約170mで飛来塩分の影響を受ける環境に位置するPCT桁橋であり、竣工後57年が経過している。桁の塩害劣化が著しく、内部鋼材の腐食に起因する主桁のひび割れやコンクリートの剥離が生じている状態であった。



写真-1 対象橋梁と載荷状況

#### 2.3 載荷方法

載荷径間は、第1径間とした。載荷位置および方法はG1桁支間中央への1点集中載荷とした。載荷状況を写真-1に示す。載荷方法は、図-1に示すように大きく3段階のステップにより実施した。

#### 2.4 破壊状況

G1桁支間中央では、推定耐力である2500kN載荷時に約150mmの鉛直変位が生じ、終局荷重である3300kN載荷時に約400mmの鉛直変位が生じた。

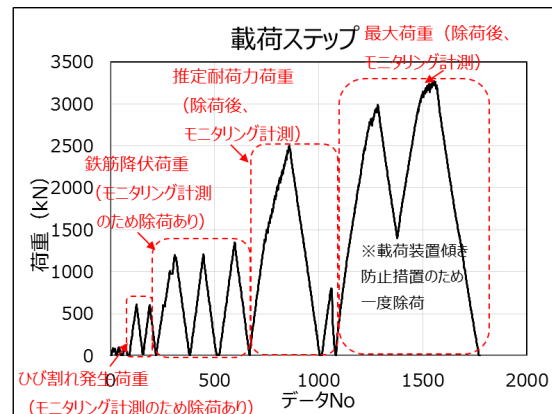


図-1 載荷ステップ



写真-2 破壊状況

#### 2.5 簡易センサの設置

市販の防犯センサに改良を加えて、センサが3~5mm開くと感知するようにした。簡易センサを桁端及び支間中央部のひび割れ部に設置した。

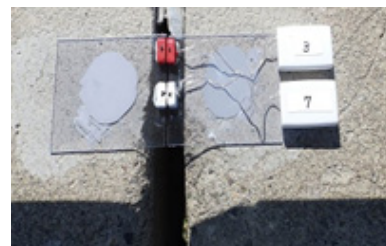


写真-3 簡易センサ設置状況

キーワード 塩害、モニタリング、簡易センサ、実橋載荷、維持管理

連絡先 〒060-0005 北海道札幌市中央区北5条西6-2 Tel.011-557-8022 Fax.011-252-0343

## 2.6 簡易センサ感知の記録

簡易センサが変位を感知すれば、無線により簡易センサから検知器に信号が飛ばされ、検知器が反応する仕組みになっている。中継器を用いれば、簡易センサと検知器は、約 100m以上離して設置することが可能である。写真-4 に簡易センサの検知器と記録状況を示す。なお、載荷時には、簡易センサによるモニタリングと同時に、コンクリートマイクを対象桁に設置してコンクリート内部の破壊音をモニタリングしながら、簡易センサの検知状況を記録した。



写真-4 簡易センサ感知器と記録状況

## 3. 簡易センサ感知結果

載荷試験時において、簡易センサが反応した結果を表-1 に示す。

初日の鉄筋降伏荷重までの載荷では、P 1 地覆部が感知した。また、2 日目の推定耐荷重までの載荷では、まず A 1 桁端部が始めに感知し、次いで P 1 地覆部、最後にひび割れ部が感知した。3 日目の最大荷重までの載荷では、A 1 桁端部と P 1 地覆部が感知した。

## 4. 考察

桁の載荷実験で、簡易センサによる検知ができた。とくに桁端部に設置した簡易センサが良く反応した。最大荷重付近では、ひび割れを跨いで設置した簡易センサも反応した。

桁端部の簡易センサが反応した理由としては、桁がたわむと端部が反り上がり、端部同士のずれが生じることが原因であると考えられた。(図-2)

## 5. 簡易センサの適用方法

簡易センサの橋梁への適用例を図-3 に示す。

簡易センサを目地部及び支間中央部等の構造的な(外力による)ひび割れに設置する。供用環境下で目地部またはひび割れ部の開口(3~5mm以上)が生じた場合、受信部が反応し、親柱等に設置したLED式パトライトまたはフラッシュライトが点滅するシステムを提案する。

このようなシステムであれば、乾電池で稼動可能であり、10万円以下で設置、運用が可能である。

## 6. 今後の展開

今後は、自治体が管理する橋梁に対して、このような簡易センサを用いたモニタリングシステムの適用事例を蓄積して、自治体管理の橋梁に実装を行い、橋梁維持管理の効率化に役立ちたい。

## 参考文献

- 1) 中津井, 小原, 石田, 杉谷: コンクリート桁橋におけるモニタリング技術活用の検討, 土木学会第 72 回年次学術講演会講演概要集, 2017. 9, pp. 39-40

表-1 簡易センサ感知結果

鉄筋降伏荷重まで(2017/7/26)

時間	感知した位置、荷重(kN)、支間中央のたわみ(mm)
11:38	P1地覆部、1000kN、22mm

推定耐荷重まで(2017/7/27)

時間	感知した位置、荷重(kN)、支間中央のたわみ(mm)
10:32	A1桁端部、1000kN、27mm
12:08	P1地覆部、2200kN、103mm
12:23	ひび割れ部、2480kN、138mm

最大荷重まで(2017/7/28)

時間	感知した位置、荷重(kN)、支間中央のたわみ(mm)
9:25	A1桁端部、1200kN、62mm
9:33	P1地覆部、1720kN、97mm

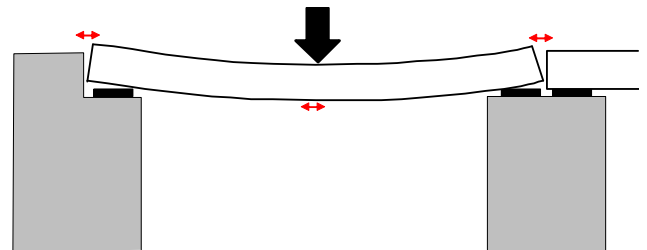


図-2 桁たわみと桁端部挙動の関係

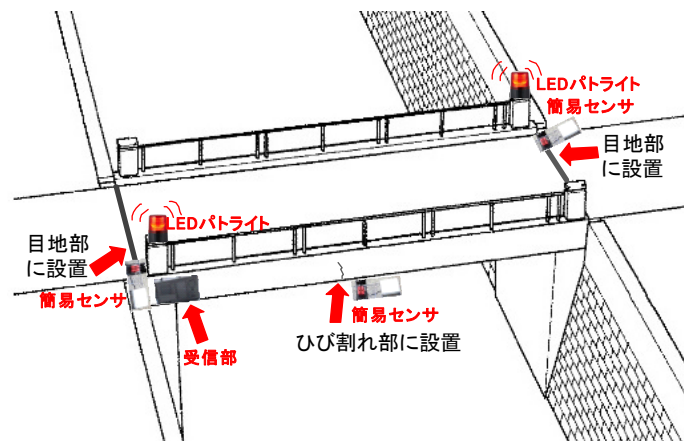


図-3 簡易センサの適用例