

表面被覆工を施したコンクリート構造物の表面被覆材の膨れの要因に関する一考察

独立行政法人土木研究所      正会員    〇熊谷 慎祐, 佐々木 巖, 西崎 到, 櫻庭 浩樹, 宮田 敦士

1. はじめに

劣化したコンクリート構造物の断面修復および表面被覆による補修は、劣化因子の除去や浸入抑制により、コンクリート構造物の性能回復と延命を目的としている。しかし、補修時の施工環境や補修後の構造物の供用環境によっては、表面被覆材に膨れ、割れ、剥がれが生じ、期待する補修効果が得られないこともある。本研究では、補修後に再劣化したコンクリート構造物の表面被覆材に現れた膨れに着目して、引き剥がし試験、引張接着強さ試験および膨れの内部構造の観察を行い、表面被覆材の膨れの要因を探索した。その結果、表面被覆材の背面および層間への水の滞留が、表面被覆材に膨れを生じさせる一因であることを確認した。

2. 調査対象の構造物Aの概要

構造物Aは、北陸地方の海岸部に、1966年に架橋された5径間単純PCポストテンション方式T桁橋である。塩害による著しい劣化が生じ、2000年12月および2008年12月に断面修復および表面被覆による補修が施された。しかし、その後も劣化は進行し、2010年9月に供用停止に至った<sup>1)</sup>。塩害により、主に下フランジ部に、PC鋼材の腐食によるコンクリートのひび割れや浮き、それに伴う表面被覆材の割れが生じていた。海側の桁中央部から切出したもの試験体とした。

表面被覆材には、直径が1~5cm程度の大きさの膨れ、長さ10cm程度の割れ、表面被覆材の層間の剥がれが観察された。表面被覆材の仕様を表1に示す。

表1 表面被覆材の仕様

| 補修時期         | 種類                      | 塗布量<br>(kg/m <sup>2</sup> ) |
|--------------|-------------------------|-----------------------------|
| 2000年<br>12月 | 弾性型ウレタン樹脂               | 0.20+0.50+0.50              |
|              | 柔軟型アクリル<br>ウレタン樹脂塗料上塗   | 0.12+0.12                   |
| 2008年<br>12月 | エポキシ樹脂系<br>プライマー        | 0.10                        |
|              | エポキシ樹脂系パテ               | 0.50                        |
|              | 柔軟型エポキシ樹脂<br>塗料中塗       | 160μm<br>×3層                |
|              | 柔軟型シリコン変性<br>アクリル樹脂塗料上塗 | 30μm                        |

3. 表面被覆材の一体性評価と膨れの内部構造

試験部位と膨れの位置関係を図1に、断面修復部付近に生じた表面被覆材の変状を図2に示す。断面修復部とコンクリートの境界部にはひび割れや漏水跡が、その周囲には密集した膨れが観察される。このことは、断面修復材とコンクリートの透水性の違いに起因して、断面修復材とコンクリートの境界部に水が滞留し、周囲の表面被覆材に水背面圧が作用して膨れを誘発する可能性を示唆している。



a) 海側の桁中央部から切出した試験体



a) 断面修復部付近に生じた表面被覆材のひび割れと膨れ



b) a-a' 断面の断面修復部

図1 試験部位と膨れの位置関係

図2 断面修復部付近の表面被覆材の変状

キーワード 膨れ, 背面圧, 透水, 一体性, 表面被覆, 断面修復

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 TEL: 029-879-6763

図1に示すように、表面被覆材の膨れに隣接する箇所において、膨れの生じていない部分を選定して、引き剥がし試験および引張接着強さ試験を行い、表面被覆材とコンクリートの一体性を評価した。表面被覆材の引き剥がし試験は、寸法10×100mmでコンクリートに達するまで切込みを入れて試験部位とし、短冊状の表面被覆材の端部を掴み、試験面に対して直角方向に荷重を加えて引き剥がす操作を行い、破壊状態を観察した。引き剥がし試験後の破壊状態によって、表2に示すように、Ⅰ～Ⅲに分類した。又、膨れの内部構造を把握するために、膨れの外周部に切込みを入れ、内容物の有無と剥離位置を観察した。

#### 4. 試験結果および考察

表面被覆材の引き剥がしによる一体性評価の結果を表2に示す。引き剥がしによる一体性評価の結果、ウェブおよびフランジ部は、良好な一体性を有している。一方、張出し床版部の表面被覆材の破壊状態は、その一部若しくは全面がコンクリートと表面被覆材の界面で破壊している。膨れの位置と引き剥がし試験後の破壊状態の関係を図3に示す。試験部位が膨れに近い程、コンクリートと表面被覆材の界面破壊となる傾向がある。従って、膨れに滞留した水が、周囲の表面被覆材の一体性を低下させる要因となっているものと推察される。

表面被覆材の引張接着強さを表3に示す。ウェブおよびフランジ部の引張接着強さは1.8MPaで、コンクリートと表面被覆材の界面破壊や表面被覆材の層間の界面破壊が認められる。一方、張出し床版部の引張接着強さは0.9MPaで、コンクリートの材料破壊が認められる。

膨れの内部構造を表4に示す。膨れに切込みを入れたところ、いずれも膨れの内部から水が浸み出した。これは、コンクリート中を透過した水が、表面被覆材の層間および表面被覆材とコンクリートの界面に滞留していたためと推察される。又、表面被覆材の背面のコンクリートにひび割れがあり、水が浸み出している様子が観察された。以上のことから、膨れの周辺の表面被覆材は、コンクリートから水的作用を受けやすい環境にあり、潜在的な膨れのリスクを有すると言える。しかし、潜在的な膨れのリスクが顕在化する場合は、日射や降雨量など、供用時の環境が大きく影響すると思われ、表面被覆材の背面の水の存在が、即座に表面被覆材に膨れを生じさせるとは限らない。

#### 5. まとめ

表面被覆材とコンクリートの一体性評価の方法としては、引張接着強さ試験と引き剥がし試験の併用が有効である。表面被覆材に生じる膨れの一因には、コンクリート内部に浸透した水による背面圧がある。表面被覆材に密集した膨れが生じている場合、膨れた表面被覆材の背面のコンクリートには、ひび割れなど、透水性が高い部位がある可能性がある。

**参考文献** 1) 北野, 酒井, 花井, 木村, 「プレストレスト道路橋の振動計測(一般国道8号能生大橋)」, 土木学会第66回年次学術講演会, V-149, pp. 297-298, 2011年9月

表2 表面被覆材の引き剥がしによる一体性評価

| 試験部位 | ウェブ  | フランジ | 張出し床版      |
|------|------|------|------------|
| 破壊状態 | I    | I    | I, II, III |
|      | B(G) | B(G) | AB, B(G)   |

I : 剥離しない或いは表面被覆材の僅かな破断  
 II : 途中まで剥離した後、表面被覆材が破断  
 III : 表面被覆材が全て剥離



図3 膨れの位置と引き剥がし試験後の破壊状態の関係(張出し床版部)

表3 表面被覆材の引張接着強さ

| 試験部位   | ウェブ    | フランジ     | 張出し床版  |
|--------|--------|----------|--------|
| 引張接着強さ | 1.8MPa | 1.8MPa   | 0.9MPa |
| 破壊状態   | B(K)   | B(K), AB | A      |

A : コンクリートの材料破壊, AB : コンクリートと表面被覆材の界面破壊, B(G) : 表面被覆材の凝集破壊, B(K) : 表面被覆材の層間の界面破壊, BC : 表面被覆材と治具の界面破壊

表4 膨れの内部構造

|      |                      |            |
|------|----------------------|------------|
|      |                      |            |
| 破壊状態 | B(K)<br>内部クラックから水が浸出 | AB<br>水が浸出 |