

炭素繊維シート補強済みの橋梁の再劣化に伴う詳細調査及び補修設計

基礎地盤コンサルタンツ株式会社	正会員	○笠井 真吾
基礎地盤コンサルタンツ株式会社	非会員	高本 博昭
基礎地盤コンサルタンツ株式会社	非会員	佐保 亮輔
基礎地盤コンサルタンツ株式会社	非会員	杉浦 由幸

1. 目的

本橋は、昭和 54 年の竣工から 41 年経過した PC 単純プレテンション方式中空床板橋であり、路線バスや一般車両の交通量が多い公園前交差点に位置する（写真 1）。

本橋の主桁下面には、交通量の増加に対する耐荷力向上を目的として、平成 14 年に炭素繊維シートによる補強工事が実施されている。

しかし近年、炭素繊維補強シートの損傷（ふくれ）が複数箇所で確認されるようになり、早急な調査と対策が望まれていた（写真 2）。

ここでは、詳細調査による炭素繊維補強シートの変状要因と、効果的な維持管理に向けた補修計画について報告する。



写真 1 橋梁全景



写真 2 桁下状況

車道部主桁下面の炭素繊維補強シートの浮きが確認された。本橋は路線バスの運行もあり交通量が多いが、耐力不足に起因する損傷（過度な桁のたわみ、ひびわれ、シートの剥離等）は確認されなかった。

なお、歩道部の主桁下面のコンクリート保護塗装面にも直径1～2cm程度の円形の浮きが見られたものの、車道部主桁と比較して変状範囲は小規模であった。



写真 3 浮き内部の確認

炭素繊維補強シートの浮きの要因として、施工時のシートの接着不良、橋面からの漏水、ASRによるコンクリートのひび割れ・浮きによる影響等を事前に想定した。歩道部下面のコンクリート保護塗装面の浮きは、コンクリート素地不良、湿度による影響等を想定した。

これらの想定を基に、一般的な形状寸法測定や外観・打音調査に加えて、炭素繊維補強シートの浮き内部の確認調査を実施した。

また、橋面からの漏水の有無を確認するため、アスファルト舗装と主桁天端コンクリートのはつり調査を実施した。併せて、主桁天端より採取したコンクリート試料を用いてASR試験を実施した。



写真 4 浮き内の内容物

3. 炭素繊維補強シートの浮き箇所の内部調査

写真 3 より、炭素繊維補強シートをカッターで切除し内部を調査した結果、主桁にひび割れや遊離石灰などの析出物は確認されなかった。

シート内部に溜まった水（写真 4）は、不純物のない茶褐色を呈し薬品臭が強い状態であった。これらの水は、炭素繊維シートの接着に用いるエポキシ樹脂性の含浸接着剤が外部からの雨水・結露に溶解したものと判断した。

キーワード 炭素繊維補強シート、橋面防水工、漏水、プレストレストコンクリート橋

連絡先 〒814-0022 福岡市早良区原 2-16-7 基礎地盤コンサルタンツ株式会社九州支社 TEL 092-831-2511

4. 橋面防水工・主桁配筋の確認調査（はつり調査）

橋面の雨水が帯水しやすい車道部及び歩道部を対象に、舗装及び主桁天端コンクリートのはつり調査を実施した結果、アスファルト舗装下に橋面防水層は敷設されていなかったが、コンクリート内部への滞水及び鉄筋の腐食はなく健全な状態であった。

5. SEM (EDS) 観察

橋面防水工・主桁配筋の確認調査時に採取したコンクリート試料を実体顕微鏡で観察した結果、骨材に反応リムや滲出物が認められた。二次電子像観察及び定性分析の結果、滲出物は ASR 生成物の典型的な形態（ゼリー状）を呈しており、Si（ケイ素）を主成分に Na（ナトリウム）、K（カリウム）及び Ca（カルシウム）を含むことが判明した。その形態と成分から、滲出物は ASR により生成したゲルであると判断した。

6. 補修計画

これまでの調査により、炭素繊維補強シートの浮き及び内部滞水の要因は、シートの接着不良箇所が時間の経過とともに浮きへと進展し、外部から雨水や結露水が浸透・滞水したものと判断した。炭素繊維補強シートの浮きに直接関与しないものの、主桁天端に ASR によるゲルの生成が確認されたため、シートの張替えと併せて橋面防水工を施工し、雨水等の劣化因子を橋全体で遮断する計画とした。なお、浮き箇所のみを対象に炭素繊維補強シートを張替えた場合、建設当時と異なる含浸接着剤どうしの相性に問題が生じる恐れがあるため、変状のある主桁は全長分を張替える計画とした。炭素繊維補強シートの張替えに必要な数量は既設の目付量を基本としたが、当時の設計計算書が現存しないため、復元設計により補修・補強量の妥当性を確認した（図 1）。

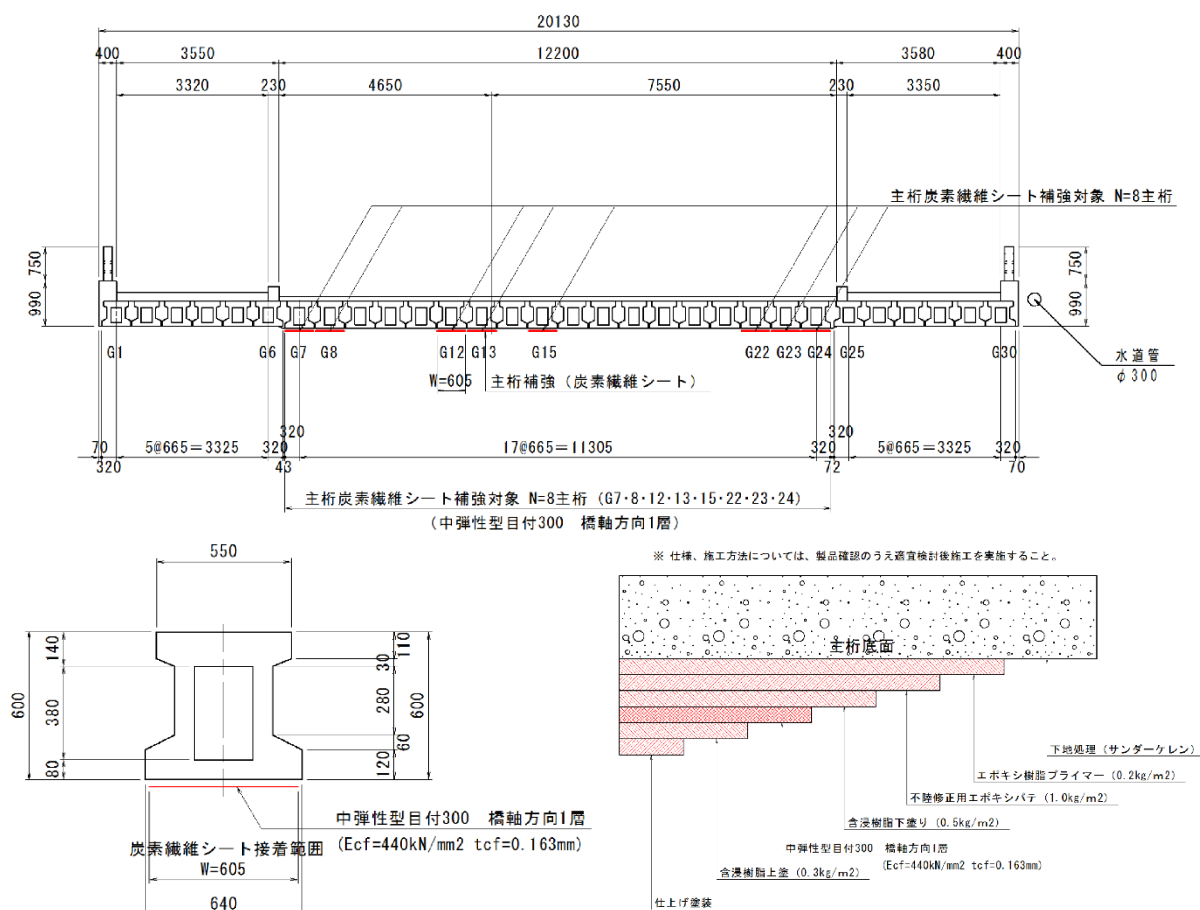


図 1 炭素繊維補強シート張替え概要図

7. おわりに

炭素繊維補強シート等の補強材を用いた既設橋梁の補修・補強にあたっては、施工時の天候や湿潤環境等に配慮した施工管理が求められる。計画段階においては、補修・補強箇所の再劣化が生じないように、橋面防水工の更新や劣化因子の浸透防止対策を併せて計画立案することが望ましい。