

アルカリシリカ反応による無筋コンクリート橋脚の変状と RC 巻き立てによる抑制効果

東日本旅客鉄道（株）構造技術センター 正会員 ○山田 章史
 東日本旅客鉄道（株）構造技術センター 正会員 松田 芳範

1. はじめに

経年 70 年以上の無筋コンクリート橋脚にアルカリシリカ反応が原因と推測される変状が確認された。また、隣接する橋脚の柱部には RC 巻き立てによる補修履歴があるが、RC 巻き立て部にも鉛直方向のひび割れが確認された。当該構造物は青森県西部に位置する鉄道橋の橋脚であり、この地方においてアルカリシリカ反応による構造物の変状事例の報告は少ない。今回、無筋コンクリート橋脚に発生した変状の原因究明と、アルカリシリカ反応によるコンクリートの膨張によって RC 巻き立て部に生じた応力の検証を行ったので報告する。

2. 構造および変状概要

当該橋梁の全体一般図を図-1 に示す。当該橋脚は 1936 年に建設されており、いずれの橋脚も直接基礎形式の無筋コンクリートである。そのうち、1P 橋脚柱部に亀甲状のひび割れが全面に発生し、コンクリート塊のはらみ出しも確認された（写真-1、2 参照）。

対象橋梁のうち 1P 橋脚のみに亀甲状のひび割れが発生しているため、当該橋梁の資料調査を行った結果、補修時期は不明だが 2P～5P 橋脚には桁座および橋脚柱部を RC 巻き立てによって補強した補修履歴があることが判明した。

一方、3P 橋脚柱部の下方に位置する RC 巻き立て部には亀甲状のひび割れではなく、鉛直方向のひび割れが発生していた。3P 橋脚本体の構造寸法は、柱高 14.2m、柱幅 4.1m×3.7m であり、巻き立て厚さは 300mm であった。今回、3P 橋脚 RC 巻き立て部に発生したひび割れを対象として、変状原因の調査および原因の推定を行った。

3. 変状原因の調査および原因の推定

今回発生した変状の原因を究明するため、コンクリートコアを採取して分析・調査を行った。コアは、3P 橋脚の地表面から 2.0m 程度上方の位置から採取した。なお、全ての橋脚は同時期に施工されており、3P 橋脚は亀甲状の変状が確認された 1P 橋脚と同様のコンクリートを使用していると考えられる。採取したコンクリートコアを確認したところ、以下の点が判明した。

- ・目視観察の結果、白色またはゲル状の生成物が多く確認された。
- ・電子顕微鏡観察の結果、粗骨材付近においてアルカリシリカゲルが確認された。

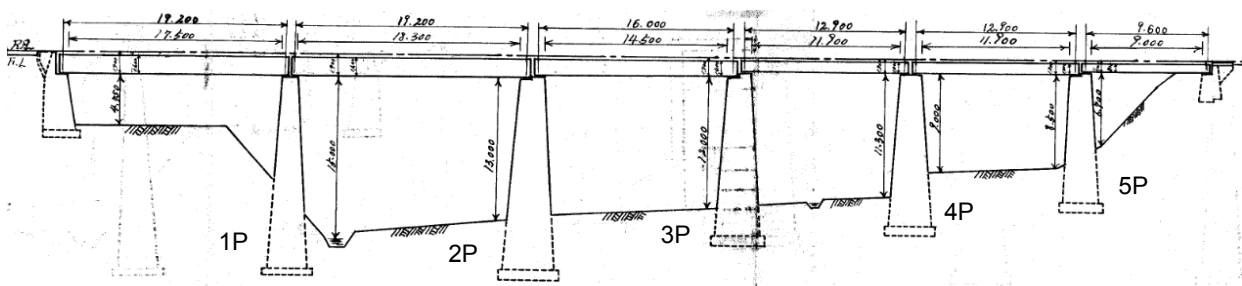


図-1 橋梁全体一般図



写真-1 橋梁全景



写真-2 1P 橋脚ひび割れ状況

キーワード 無筋橋脚, アルカリシリカ反応, RC 巻き立て

連絡先 〒151-8578 東京都渋谷区代々木 2 丁目 2 番 2 号 東日本旅客鉄道（株）構造技術センター TEL 03-5334-1288

- ・偏光顕微鏡による観察の結果、コンクリートに使用されている骨材にはアルカリシリカ反応に対する反応性鉱物が含まれていた。
- ・8週間の促進膨張試験で0.1%程度の膨張挙動を示した。

調査結果より、建設当初の橋脚本体に用いられたコンクリートにアルカリシリカ反応が生じていると想定される。特に、8週間の促進膨張試験で0.1%程度もの残存膨張量を示しており、RC巻き立てによって膨張挙動が抑制されていたと考えられる。以上より、3P橋脚RC巻き立て部の鉛直方向に発生したひび割れは、内部の橋脚本体コンクリートがアルカリシリカ反応によって膨張することで、RC巻き立て部が内側から押されて発生したと想定される。

4. RC巻き立て部の応力検証

鉛直方向のひび割れが発生したRC巻き立て部には、丸鋼φ16の帯鉄筋が高さ方向に500mm間隔で配置されている。今回、橋脚本体コンクリートの膨張挙動を抑制しているRC巻き立て部に生じた応力の測定を試みた。

RC巻き立て部の応力測定方法は、RC巻き立て部に配置されている帯鉄筋にひずみゲージを貼り付け、鉄筋の切断前後のひずみを計測することで推定することとした。ひずみゲージは鉄筋切断箇所の両側に設置（片側あたり2ヶ）した。ひずみゲージの貼り付け位置および計測状況を写真-3に示す。

帯鉄筋のひずみ計測結果を図-2に示す。鉄筋切断前後において、鉄筋に生じていたひずみが大きく減少していることがわかる。なお、ひずみゲージのうち2chは、鉄筋切断後のひずみ挙動が反転しているため適切な計測ができていないと判断し、それ以外のひずみ測定値の平均は 1550μ 程度であった。

帯鉄筋は丸鋼であることから鉄筋種別をSR235であると仮定し、帯鉄筋の応力-ひずみ関係を図-3に例示するとともに、推察される現状の応力履歴を図示する。なお、降伏強度は規格値の1.2倍の 280N/mm^2 と仮定し、弾性係数は 200kN/mm^2 としている。現状の応力履歴は図示の通り、ひずみの計測結果から帯鉄筋は降伏領域にあると想定される。よって、塑性ひずみ分が永久ひずみとして残留している可能性があるため、RC巻き立て部に発生している応力を正確に推定することができなかった。

以上より、橋脚本体コンクリートのアルカリシリカ反応によって、RC巻き立て部の帯鉄筋が降伏領域に達するほどの膨張圧が生じたと推測される。今回は帯鉄筋が塑性変形している可能性があったが、帯鉄筋の弾性領域内であればひずみを計測することによって、膨張圧を推測することが可能であることが示唆された。

5. まとめ

- 1) 当該橋脚本体コンクリートに発生している変状原因はアルカリシリカ反応であることが確認された。
- 2) 橋脚本体コンクリートの残存膨張量は8週間で0.1%程度を示し、RC巻き立てによって膨張挙動が抑制されていたと考えられる。
- 3) RC巻き立てによる橋脚本体コンクリートの拘束効果を検証した結果、RC巻き立て部に配置された帯鉄筋には 1550μ のひずみが発生していた。

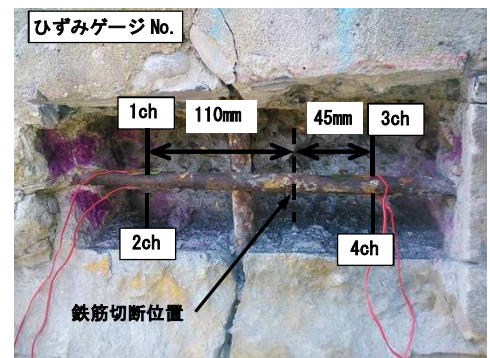


写真-3 RC巻き立て部の帯鉄筋計測状況

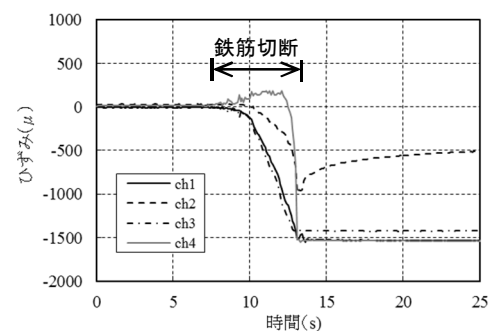


図-2 ひずみ計測結果

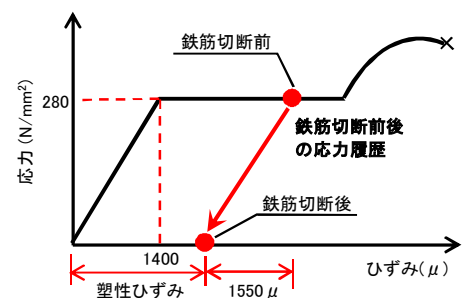


図-3 帯鉄筋の応力-ひずみ関係