

長期間塩害環境下に曝された RC 橋脚の縁端拡幅部の耐荷特性

(独) 土木研究所 正会員 ○榎本 武雄 篠原 聖二 星隈 順一

1. はじめに

道路橋の落橋防止対策は、1971 年刊行の道路橋耐震設計指針で初めて規定され、以降、縁端拡幅などの耐震補強工事が行われてきた。初期に落橋防止対策が講じられた道路橋の中には、供用後 40 年以上が経過しているものもある。本研究では、これまでに数回の耐震補強の工事履歴があり、その後、塩害による損傷により撤去されることとなった橋梁の中から RC 橋脚の一部を採取し、耐震補強対策として実施されていた縁端拡幅部を対象として、長期間塩害環境下に曝された当該部の耐荷特性について検証した結果を報告する。

2. 橋梁概要

対象橋梁は、日本海に面して架橋された単純 PC ポステン T 桁橋(5 連)の道路橋である(図-1)。1966 年完成で供用後 44 年が経過した後、架替えのため 2010 年に撤去された。1978 年に耐震補強対策として縁端拡幅工事が行われており、当該対策後 32 年が経過している。研究対象は、塩害による損傷が認められた P4 橋脚の縁端拡幅部とし、写真-1 に示す部分を採取して、これを供試体とした。

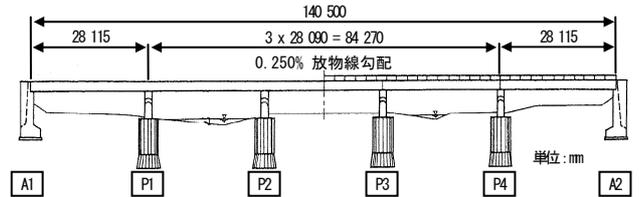


図-1 橋梁一般図



写真-1 P4 橋脚 (A2 側)

表-1 調査・試験内容

調査・試験項目	確認方法
外観調査	目視と計測
鉄筋強度	JIS Z 2241 : 2011
コンクリート強度	JIS A 1107 : 2012
塩化物イオン含有量	JCI SC-4 電位差測定法
載荷試験	ジャッキによる静的載荷試験

3. 調査および試験の結果

載荷試験に先立ち、構造性能への影響、健全度の評価検討のため、表-1 に示す調査および試験を実施した。

(1) 外観調査

縁端拡幅部のひびわれ状況を把握するため、外観調査を実施した(図-2)。P3 側は、最大 2.0mm 幅のひびわれが発生していたが、概ね状態は良好であった。一方、A2 側は、最大 7.0mm 幅の水平ひびわれが発生しており、一部コンクリートの浮きも確認された。さらに打継部下面からは、錆汁の析出が認められた。これより、縁端拡幅部内部の鉄筋は腐食しているものと推定される。また、縁端拡幅部上面には、橋脚との打継部にシール処理(ポリサルファイド系)が施され、水分や塩分などの侵入防止対策が講じられていた(写真-2)。シール処理の状態は、部分的に剥離した箇所もなく概ね健全な状態であり、打継部への塩害対策として効果的であったと考えられる。

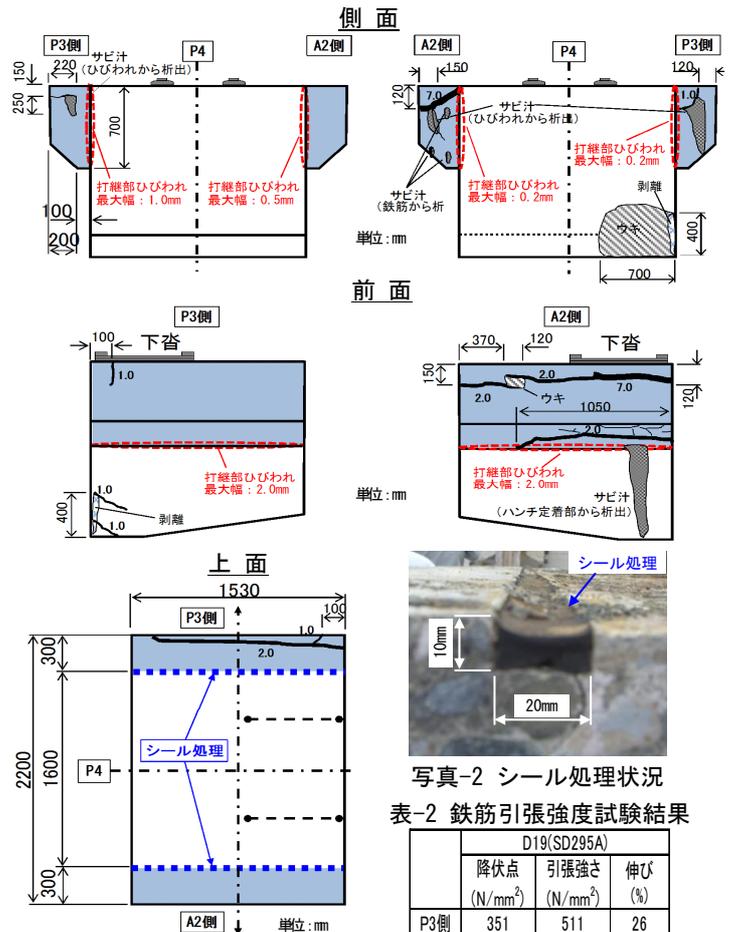


図-2 外観調査結果

写真-2 シール処理状況

表-2 鉄筋引張強度試験結果

	D19(SD295A)		
	降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
P3側	351	511	26
A2側	352	510	24
許容値	295以上	440~600	16以上

キーワード 耐震補強, 縁端拡幅対策, 塩害, 長期持続性, 耐荷力

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL 029-879-6773

コア抜き後、圧縮強度試験を実施した。P3 側が 29.7N/mm²、A2 側が 28.1N/mm² となり、ともに当初の設計基準強度(21N/mm²)が確保されていた。

(4) 塩化物イオン含有量

縁端拡幅部コンクリートの塩化物イオン量の分布を評価するため、塩化物イオン含有量試験を実施した(図-3)。試料は、縁端拡幅部前面および橋脚と縁端拡幅部の打継部からコアスライスにより採取した(図-4)。P3 側に比して A2 側の塩化物イオン含有量が多く検出された。A2 側は大きなひびわれが発生していることから、内部まで塩化物イオンが進展している可能性が考えられる。また、縁端拡幅部前面においては、内部へ 10mm 入った位置より 30mm 入った位置のほうが、塩化物イオン含有量が多く検出された。これは、縁端拡幅部前面が雨水により洗い流されていた可能性が考えられる。また、橋脚と縁端拡幅部の打継部においては、塩化物イオンが既設橋脚から縁端拡幅部へ拡散されている傾向がみられた。

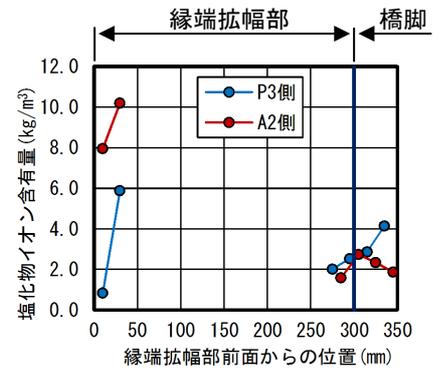


図-3 塩化物イオン含有量試験結果

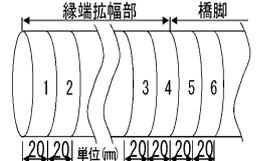


図-4 試料採取位置図

(5) 縁端拡幅部に対する静的載荷試験

縁端拡幅部の耐荷力を評価するため、縁端拡幅部に鉛直荷重を静的に載荷する試験を実施した(図-5)。試験対象部位は、アンカー鉄筋 2 列を含んだ 600mm 幅とし、この部分のみが荷重負担するよう、縁端拡幅部の左右をカッターで切込みを入れて縁を切った。ここで、本橋脚におけるアンカー鉄筋は、エポキシ樹脂の充填性を向上させるため、15° の傾斜を有していた。載荷位置は、地震により支承部が破壊して桁が移動し、縁端拡幅部で支持された状態を想定し、縁端拡幅部の先端から 75mm の位置とした。載荷荷重および鉛直変位の関係を図-6 に示す。最大荷重は、P3 側が 384kN、A2 側が 447kN となり、鉄筋の引張強度試験結果による降伏点をもとに算出したアンカー鉄筋のせん断降伏耐力(231kN)を大きく上回った。P3 側は、最大荷重到達直後から徐々に変位が増大し、縁端拡幅部形状を維持しながら最大 44mm まで鉛直変位した(写真-3)。鉄筋のせん断降伏耐力付近まで耐力は低下したものの、急激な耐力低下は認められなかった。A2 側は、最大荷重到達時に縁端拡幅部前面のかぶりコンクリートがはく落し、急激な耐力低下が認められた(写真-3)。はく落部分では、鉄筋が腐食している状況が確認された。

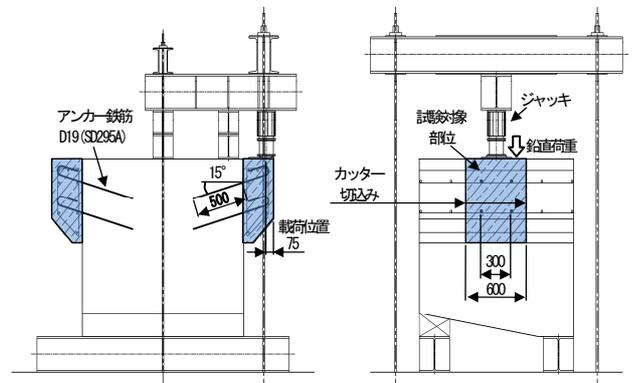


図-5 静的載荷試験要領図

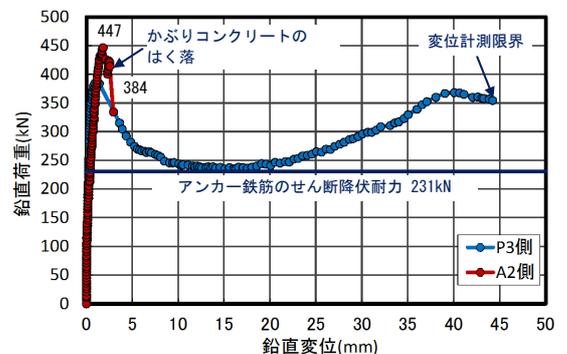


図-6 荷重-変位関係図

4. まとめ

本研究の結果、得られた知見は以下のとおりである。

- 本供試体の縁端拡幅部は、P3 側、A2 側とも所定の耐荷力を有しており、厳しい塩害環境下でも桁縁端拡幅部が、落橋防止対策としての機能が保持されている状態であることが確認された。
- P3 側では、最終的にかぶりコンクリートのはく落を起因とする急激な耐力低下が生じたが、A2 側との比較から、縁端拡幅部に配置された鉄筋の腐食が影響した可能性がある。
- 既設橋脚から縁端拡幅部への塩化物イオンの拡散傾向がみられた。

謝辞：本供試体は、国土交通省北陸地方整備局のご協力により提供して頂きました。関係各位に深く感謝いたします。

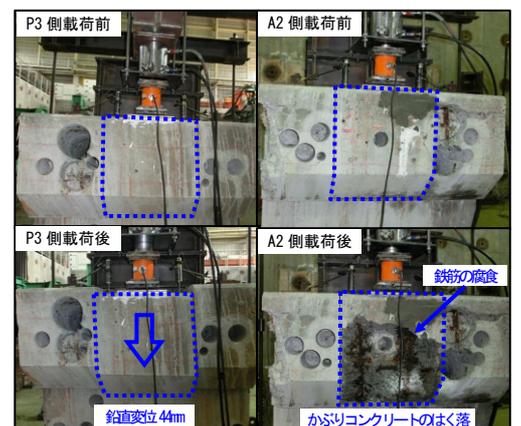


写真-3 静的載荷試験状況