

# 鋼製橋脚隅角部補強工事1-24の工事報告

## Corner Reinforcement Work 1-24 of Steel Piers

田村 修一\*<sup>1</sup> 辻 幸佐\*<sup>2</sup>  
 Shuichi TAMURA Kosuke TSUJI

### Summary

Recently, fatigue damage was found at a part of a steel pier corner of the Metropolitan Expressway and so all the corners were inspected, revealing numerous cracks. This was reinforcement work for fatigue damage with a crack length of 30 mm or less. The paper summarizes the work and the various issues that arose in the process.

キーワード：鋼製橋脚隅角部，当て板補強，き裂進展調査

### 1. はじめに

近年、首都高速道路の鋼製橋脚隅角部の一部において疲労損傷が発見され、全隅角について点検調査を実施した結果、数多くのき裂が発見された。既にき裂長さが30mmを超えるような脚については早急に補強が必要だと判断され、数年前より順次補強が行われてきた<sup>1) 2) 3)</sup> 4)。本工事はき裂長さ30mm以下の疲労損傷を対象とした補強工事である。

本稿では、工事の概要と流れ、またその過程の中で発生した各種検討事項とその留意点について報告する。

### 2. 工事概要

本工事は、高速4号新宿線で確認されているき裂損傷（き裂長さ30mm以下）に対し、隅角部の当て板による補強を行う工事である。対象橋脚は35基（隅角63箇所）である。本工事の作業フローを図-1に示す。

最初の段階として、既設竣工図書や発注図面を基に材料手配用の承認申請図面を作成する。その承認後、現場調査前に先行して材料手配を行うことになるため、現場実測の結果、竣工図書等との相違により手配した材料が使用できない場合も生じる。

本工事における吊足場設置完了後、材料手配期間中に現場調査及び非破壊検査を行う。非破壊検査は対象隅角

部において、過去の点検結果によって確認されているき裂損傷に対して磁粉探傷試験を実施し、き裂の進展の有無を確認することとしている。調査の結果、き裂の進展が確認された場合は、別途き裂補修工を行うことがある。本工事の工事対象範囲においてはき裂の進展が見られなかったため、通常の当て板補強工を行うこととなった。

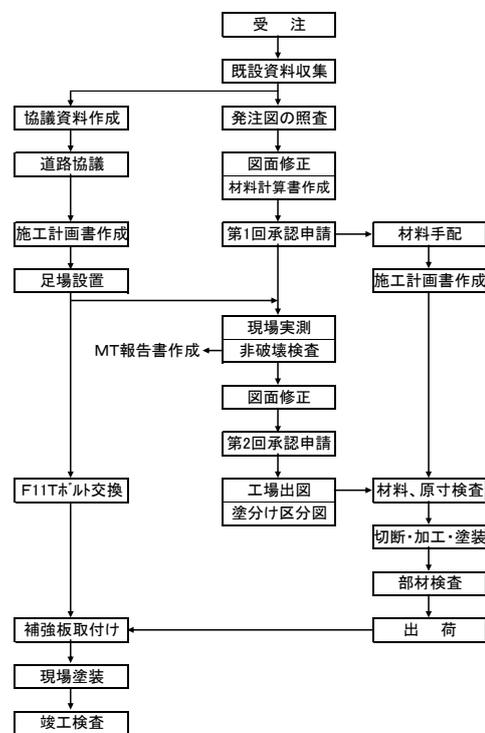


図-1 工事作業フロー

\*<sup>1</sup>橋梁事業本部 千葉工場生産管理部計画グループ副主任

\*<sup>2</sup>橋梁事業本部 千葉工場安全品質保証部品質保証グループ課長代理

現場実測の結果より図面の修正を行い、製作承認申請を行う。その承認後、当て板部材・その他付属物の製作、検査、架設を行うこととなる。

また、当隅角部補強に直接関係はないが、昭和50年代より問題となっている既設橋脚のF11T高力ボルト遅れ破壊について、本工事で「予防保全」として遅れ破壊の恐れがあるボルトの取替<sup>5)</sup>も合わせて行った。

### 3. 補強板構造の概要

既往の研究・検討結果によりまとめられた既設橋梁構造物補修・補強要領<sup>6)</sup>（以下補修・補強要領）による。鋼製橋脚隅角部の補強板に関する概要を下記に記載する。

#### (1) 補強板の要求性能

補強板の設計にあたって以下の要求性能を満足することを標準としている。①隅角部に発生する活荷重応力範囲が50%以下となること。②道路橋示方書<sup>7)</sup>に示される中規模な地震動（レベル1）に対し健全性を損なわない性能を有すること。

#### (2) 補強板の形状

補強板の形状は図-2に示されるように梁高さDwに応じて決定される突出長aにより形状が決定する。また、既往の研究により隅角部の応力低減率がこの突出長により支配されていることが分かっている。

また、補強板突出部の座屈防止として、突出部の自由辺長さLdが補強板の板厚taの60倍を超える場合は、補強板の突出辺長に沿ってL型のアンクル材を取付けて補強する。

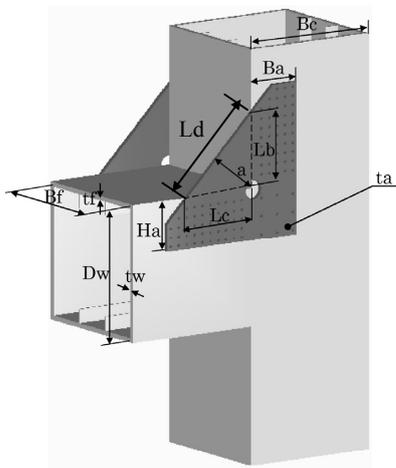


図-2 補強板形状について

#### (3) 支圧ボルト

通常橋梁で用いられている高力ボルトは摩擦接合用高力ボルトであるが、支圧ボルトは、ボルトせん断耐力から設計せん断力を決定できるため、大きいせん断力が設計上許容できる。また、既設構造物によく見られる溶接変形（やせ馬）などで生じる補強板と母材との肌隙があっても常時・地震時共に安定した荷重伝達を期待できるため、補強に用いるボルトは支圧ボルトが標準とされている。

#### (4) ボルト配置

ボルト配置は図-3に示すように、梁高さ方向、柱幅方向に5列を標準としており、補強板端部のボルト荷重集中（図-4）を緩和するために控えボルトを2列配置することを標準としている。また、ボルト間隔について、応力集中量が少ない隅角パネル部は200mmとし、それ以外の一般部のボルトについては100mm間隔を標準としている。特に荷重が集中する箇所のボルトについては密となるようにこの100mmの標準を侵さないように留意しておく必要がある。

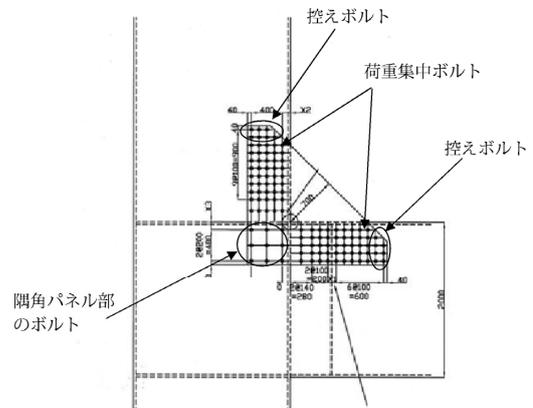


図-3 補強板のボルト配置

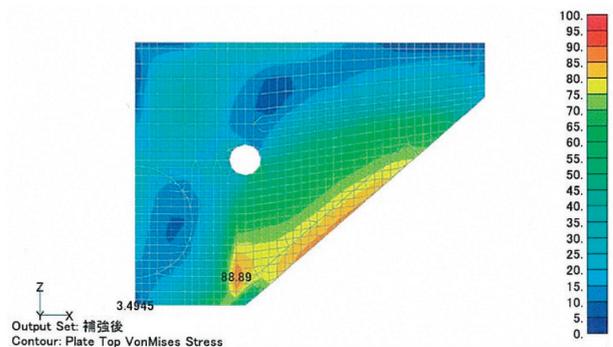


図-4 補強板の主応力コンター図

## 4. 各種検討事項

### (1) 当て板架設時の支障物に関する検討事項

当て板架設時に支障となる干渉物として、下部工排水装置、換気孔ダブリング、縁端拡幅ブラケット、ブロンアスファルト、耐震補強材等があり、それらの検討内容を記述する。

#### 1) 換気孔のダブリング

耐震補強工事が行われた際に取り付けられた換気孔のダブリングと当て板が大きく干渉している箇所がある。干渉量が少ない場合については図-5左図のように該当箇所の当て板を切り欠く構造とすれば対処可能であるが、所定のボルトが配置できない程大きく干渉する箇所については、図-5右図のように母材と当て板の間にファイラプレートを挿入する構造を採用した。

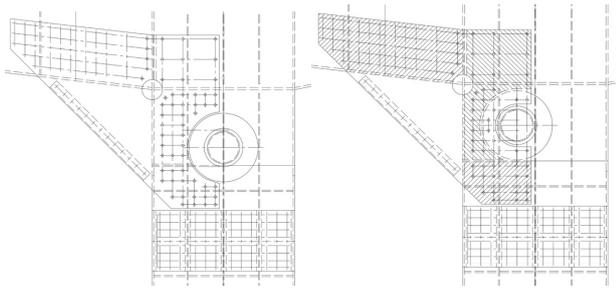


図-5 換気孔ダブリング干渉箇所

#### 2) 縁端拡幅ブラケット

角柱で隣接する梁どうしが隅角部範囲内で段違いに交差しているような箇所では、図-6のように縁端拡幅ブラケットと当て板とが干渉することがある。その場合、当て板架設時に縁端拡幅ブラケットと併せて共締めすることとなるが、干渉を避けるためにボルト間隔が規定値を大きく侵すことが懸念される。

まず、そのブラケットがジャッキアップ用であり縁端拡幅として設計されていないこと、また道路橋示方書により規定されている桁かかり長が確保されていること等を確認した上で、ブラケットを復旧せず撤去したままとすることも考えられる。

本工事においては、桁かかり長が規定値以下であったこともあり、縁端拡幅は現状復旧とし、その干渉を避けるために当て板ボルト間隔が大きく広がってしまう箇所については、ボルト列数を増やし1本辺りのボルトにかかるせん断力を緩和させることで対応を行った。

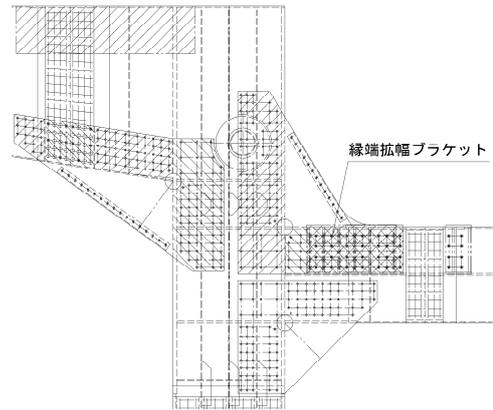


図-6 縁端拡幅ブラケット干渉箇所

#### 3) ブロンアスファルト

横梁中に雨水などが滞水するような状況为了避免するため、排水を促す目的として脚内に図-7に示すようにブロンアスファルトが詰められている場合が存在する。ブロンアスファルトは隅角部近傍に詰まっているため、この部分が当て板のボルトと干渉することとなる。

工事範囲中にそのような箇所が少数であればブロンアスファルトをはつり撤去することで対処可能であるが、本工事範囲はほとんどの脚内にブロンアスファルトが発見されている状況であり、それら全てはつり作業を考えると工程や費用に大きく影響を与えることが考えられる。そこで本工事では干渉部分のボルトを避ける構造を採用した。図-8に示すように、その場合は配列が大きく乱れることがなく、補修・補強要領で規定されているボルト最大間隔200mmを超えないように留意する必要がある。

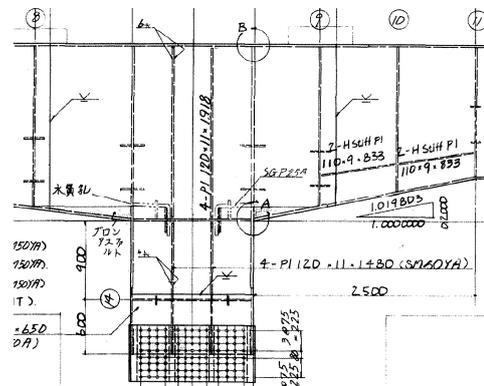


図-7 ブロンアスファルト概要図  
(既設竣工図書より)

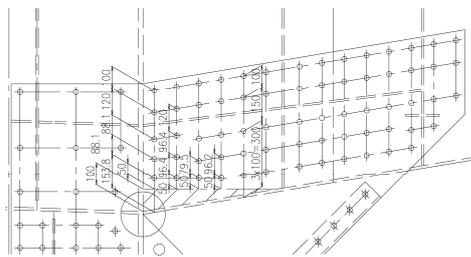


図-8 ブロンスファルトとの干渉を避けた構造

#### 4) 耐震補強材

耐震補強工事により追加された補剛材リブ等には、それが当て板ボルト施工時に支障となる場合がある。ほとんどの場合は、図-9のように締め付け機械が入る範囲で干渉を避けたボルト配置とすることで対応可能であるが、図-10のように角部分に耐震補強用のコーナプレートが配置されているために、せん断力が大きく作用している箇所にボルトが配置不可能な場合がある。

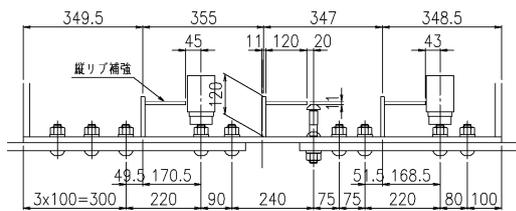


図-9 縦リブ補強材との干渉を避けた構造

そのような場合の対処方法としてワンサイドボルトの使用も考えられるが、ワンサイドボルト自体摩擦接合に対応したものであり、支圧接合のボルトと併用継手となってしまうため避けなければならない。当て板の応力低減率は突出長に左右されるため、補修・補強要領で規定されている応力低減率50%を確保できる範囲であれば当て板形状を縮小して対処する。それでも対処不可能な場

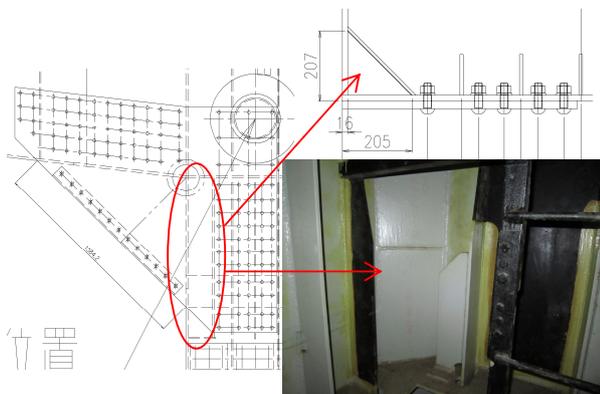


図-10 耐震補強用コーナーPL配置状況

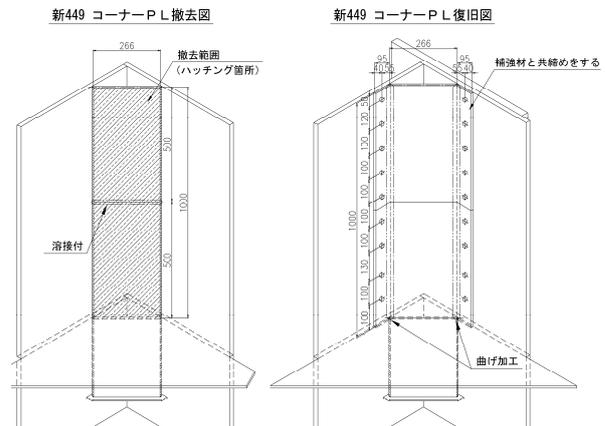


図-11 コーナーPLの撤去・復旧図

合は、図-11にあるように一時的に補強板を撤去した後に当て板ボルトを施工し、その後にコーナプレートと共にボルト締めにて復旧を行う必要がある。

#### (2) 現地調査時に判明した事項

現場調査していく中で判明した各検討項目について下記にまとめる。

##### 1) 添接板端部の錆

既設橋脚の添接板端部に錆が発生しており、それが原因となって添接板が最大8mmめくれあがっている状況がいくつかの橋脚にて発見された。(写真-1) 該当するどの脚でも端部のボルトからの縁端距離が100mm程度離れており、その部分に雨水等が浸透したために錆が進行してしまったと考えられる。補強板が添接板の手前までとなっている場合は、架設時に大きな影響はないが、補強板が添接板を跨ぐ構造である場合はそれが支障となり、母材と密着しない状況となる。既設橋脚母材と

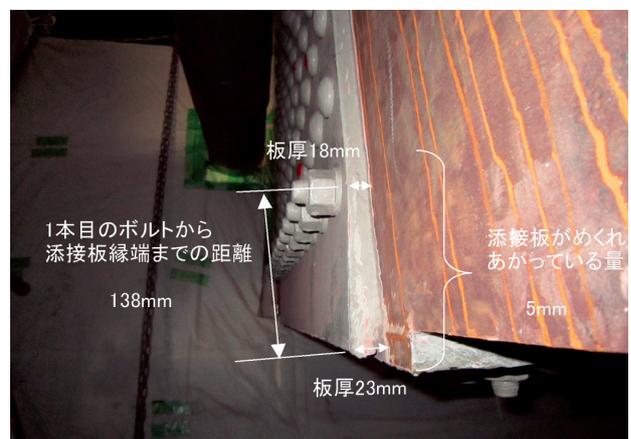


写真-1 添接板端部のめくれ状況

当て板との隙間を許容値以内に収めるためには添接板部にかかるフィラープレートを加工する等の工夫が必要となる。

添接板端部の腐食は層状はく離が進行し、板厚を膨張させていたため、当工事では出来る限り発錆部を除去し防錆処理を行った上で補強板の取付けを行った。

## 2) 既設橋脚母材のやせ馬

既設橋脚母材にやせ馬が発生しており、写真-2にあるように当て板との隙間が生じている状況が何箇所か発見され、一番大きなもので最大15mm程度やせ馬となっていた。母材がはらんでいる範囲を外面で計測した後、橋脚内部を調査したところそのはらんでいる範囲と脚内ダイヤフラム間距離とが一致していることが確認された。やせ馬は現場計測時はケレン前で塗装等があるために、補強板架設時まで気づかない場合もあるので特に留意する必要がある。対処方法として母材のやせ馬を直すことが一番ではあるが、供用中であるために既設橋脚母材に加熱矯正等を行うことができないため、本工事では追加で薄板のフィラープレートを挿入することで対応をした。

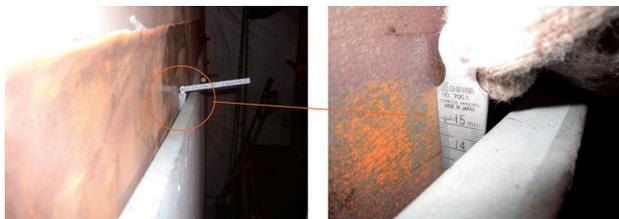


写真-2 既設橋脚母材のやせ馬状況

## 4. 終わりに

ここまで工事を進めていく過程の中で検討した内容等を記述してきた。補強工事自体がその時の条件や状況により異なっていくものであるが、本稿が類似の工事を進めていくにあたって、何らかの参考となれば幸いである。

## <謝辞>

本工事の関係者各位には、多種にわたってご指導・ご協力頂いたことを深く感謝致します。

最後に、本工事の設計・制作・施工を進めるにあたり施主である首都高速道路株式会社の関係各位に貴重なご指導・ご意見等を受け賜りましたことを、ここに深く感謝の意を表し、本稿を閉じることといたします。

## <参考文献>

- 1) 辻幸佐, 化鐘福, 引間隆: 鋼製橋脚隅角部(角柱)の疲労損傷調査と対策, 宮地技報No.22, pp.80-84, 2007.3.
- 2) 辻幸佐, 乙森幸之助, 小林智則, 井上雄城: 丸柱一横梁を突合せ溶接により製作された鋼製橋脚隅角部の疲労損傷と対策, 宮地技報No.22, pp.80-84, 2007.3.
- 3) 佐藤昌義, 花岡幸治, 泉文也, 化鐘福: 丸柱立体ラーメン隅角部の疲労対策(飯田橋), 宮地技報No.22, pp.85-90, 2007.3.
- 4) 栗田繁実, 小林裕輔, 内田賢司, 小塚毅: エレクトロスラグ溶接により施工された隅角部の損傷及び補修補強, 宮地技報No.22, pp.91-96, 2007.3.
- 5) 首都高速道路公団 保全施設部: 高力ボルト補修要領, 平成17年7月
- 6) 首都高速道路株式会社: 既設橋梁構造物補修・補強要領 鋼製橋脚隅角部の補強設計施工編, 平成19年7月
- 7) (社) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説V, 平成14年3月

2011.1.20 受付