

# 鋼製橋脚大規模補強工事（フルウェブ化）の報告

## Large-Scale Reinforcement Work of Steel Bridge Pier (Full-web work)

増田 高志\*<sup>1</sup> 永山 弘久\*<sup>2</sup>  
Takashi MASUDA Hirohisa NAGAYAMA

### Summary

In the bridge piers near Kanda-bashi of the Inner Circular Route of the Metropolitan Expressway, which has been used for almost 40 years, fatigue damage has been found in corners of bridge piers, notches of main girders and pedestals for bearings. Then, large-scale reinforcement work was conducted. In the reinforcement work, extended stringers and crossbeams were provided, the main girders were jacked up, the pedestals for bearings were removed and the full-web work of main girders was performed. The parts damaged by fatigue were then maintained.

キーワード：フルウェブ化、増設横梁、増設縦桁、増設横桁、ジャッキアップ、疲労き裂

### 1. はじめに

首都高速都心環状線の神田橋ランプ付近に位置する本橋梁は、昭和39年の東京オリンピックの年に開通した区間である。重交通という過酷な環境下で、建設されてから40年近くが経過し、主に橋脚近傍のいくつかの部分に問題を生じていた。主な問題点は、以下の5点であった。（問題を生じている箇所を図-1に示す）

[問題点]

#### ①鋼製橋脚隅角部に生じたき裂（写真-1）

横梁ウェブと円柱の交差部に多く発生している。

#### ②主桁桁端切欠き部に生じたき裂（写真-2）

切欠き主桁のコーナー部に発生しており、昭和54年にあて板補強工事を実施している。

#### ③支承受台に生じたき裂（図-2, 写真-3）

桁受ブラケット上フランジが横梁ウェブを貫通した構造で、スリット周りの溶接に多く発生している。

#### ④線支承の経年劣化

目視で確認できるほど劣化している。可動支承に対しては、夏季と冬季でそれぞれ移動量調査を実施したが、気温の変化による桁の移動が確認できなかった。

#### ⑤端横桁背面の維持管理性

端横桁背面には頭も入らないスペースしかないため、床版端部の点検や背面の塗り替え塗装が行えない。

これらの問題点は神田橋ランプ近傍の橋脚に共通した問題点となっていた。

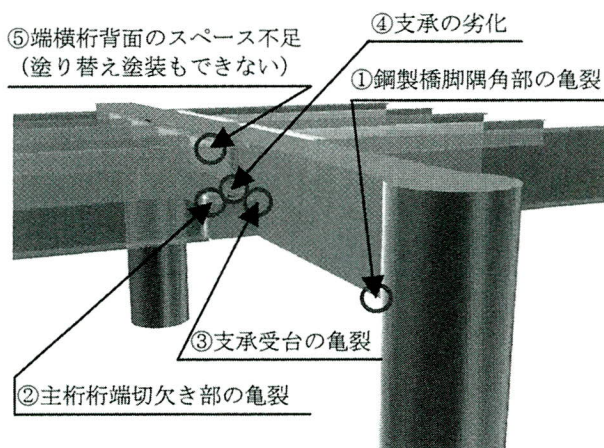


図-1 本橋梁の問題点

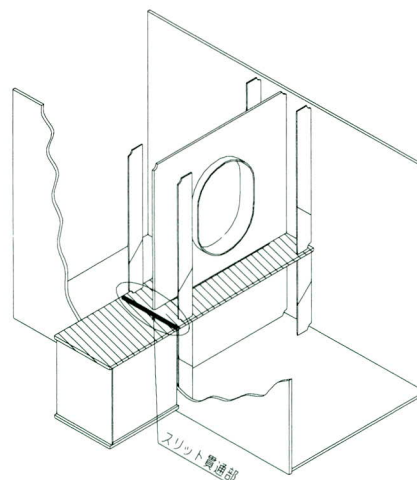


図-2 差込フランジ

\*<sup>1</sup>技術本部保全部保全技術課

\*<sup>2</sup>技術本部設計部設計一課課長

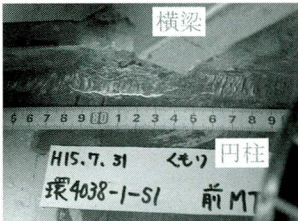


写真-1 横梁ウェブと円柱の交差部

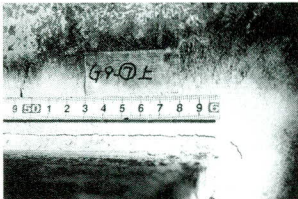


写真-3 桁受けブラケット



写真-2 主桁桁端切欠き部

そこでこれらの問題点を同時に解決するため、大規模な補強計画（以降、フルウェブ化）が提案され、「支承・連結装置耐震性向上工事1-22」（環4038脚）においてパイロット工事を実施したので、その詳細について報告する。

## 2. 既設橋梁の構造諸元

### (1) 構造諸元

本橋梁の構造諸元は以下のとおりである。

上部工：スパン30mの単純合成桁

桁端部は切欠き構造（切欠き部にあて板補強有）

起点側：オンランプ3主桁、本線6主桁、オフランプ3主桁

終点側：オンランプ3主桁、本線9主桁

下部工：円柱と矩形横梁からなるラーメン橋脚

隅角構造は以下の2タイプ

- ・隅角部（差込みウェブ 図-3）  
：横梁ウェブがパイプに差し込まれている。パイプと差込みウェブに囲まれた密閉部が存在する。
- ・隅角部（ドン付 図-4）：横梁が円柱にドン付。

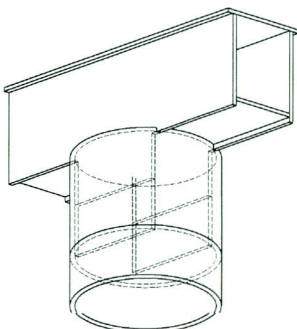


図-3 差込みウェブタイプ

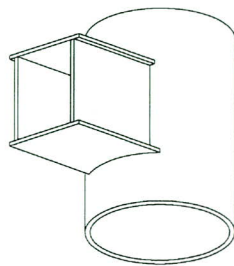


図-4 ドン付タイプ

### (2) 現場施工条件

- ・日本橋川の河川上にある。
  - ・河川内へのベント設置は莫大な費用と時間を要するため極めて困難である。
  - ・部材取付時の台船使用は可能である。
  - ・ジャッキアップ時も高速道路交通は止められない。
- 主桁・橋脚の既設図面を、それぞれ図-5, 6に示す。また、補強前の状況を写真-4に、補強後の状況を写真-5に示す。

## 3. フルウェブ化概要

前述の5つの問題点に対して、本工事では図-7のように対応することにした。（図-1の問題点に対する解決策を示す）

〔解決策〕

- ①鋼製橋脚隅角部に生じたき裂については、増設横梁（後に詳細を記述）を取付けることで、活荷重応力を

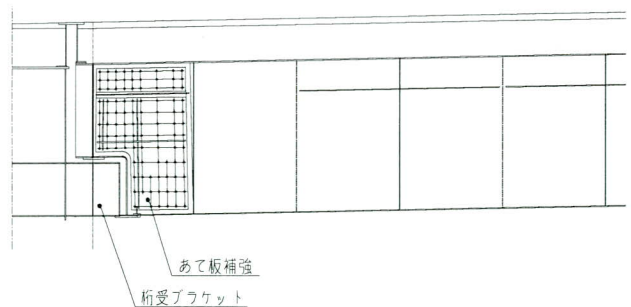


図-5 既設図（主桁図）

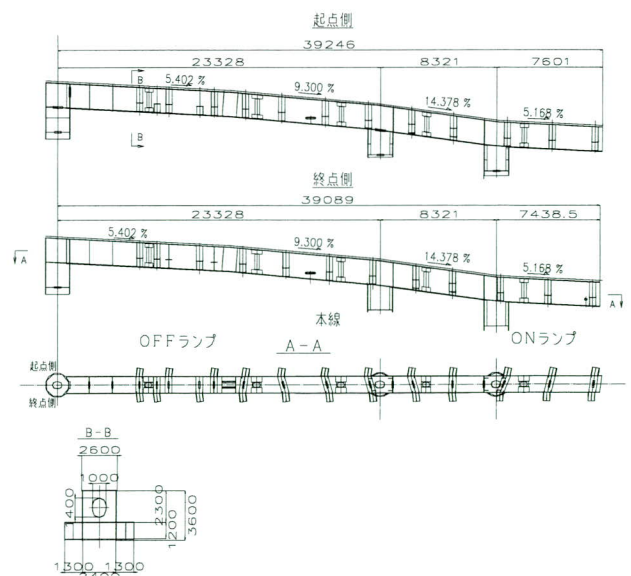


図-6 既設図（橋脚図）

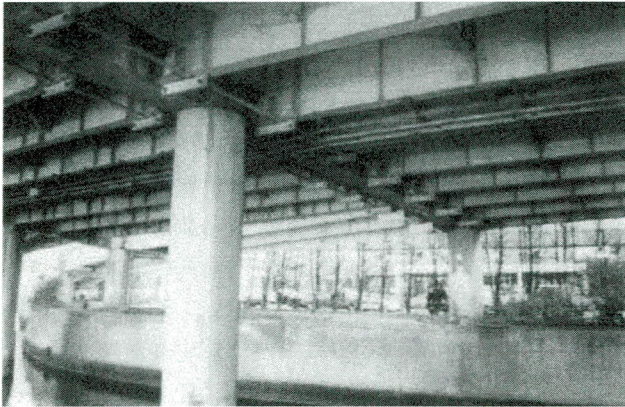


写真-4 補強前状況

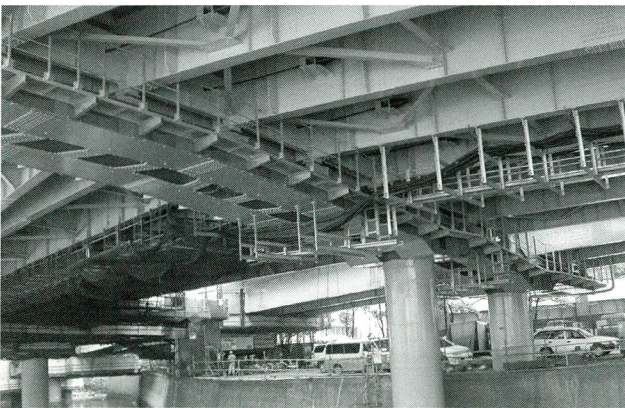


写真-5 補強後状況

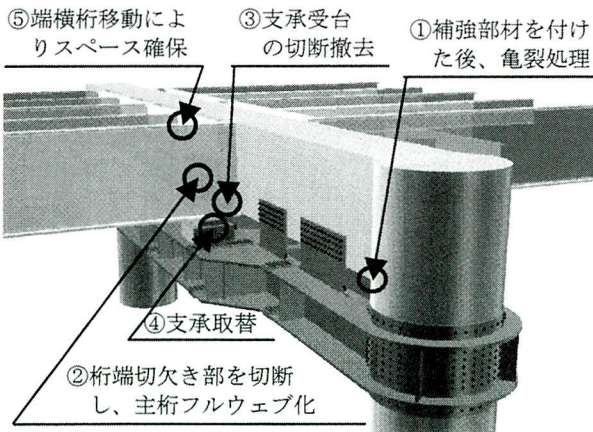


図-7 フルウェーブ化による解決策

低減した後、き裂の除去作業を行う。

- ②主桁切欠き部に生じたき裂については、増設横梁・増設縦桁・増設横桁を用いてジャッキアップを行い、桁端切欠き部を切断し、切断形状にあった部材をHTBで接合し、切欠き主桁をフルウェーブ主桁とする。
- ③支承受台に生じたき裂については、ジャッキアップ中に支承受台を切断、撤去すると同時にき裂も除去する。
- ④線支承については、主桁を切欠き桁からフルウェーブ桁にした後、増設横梁上に設置したBP-B支承に交換する。

- ⑤端横桁背面のスペース不足に対しては、フルウェーブ化が完了したジャッキダウン後に1ヶ所ずつ、350mm支間中央側に移動した新端横桁に交換しスペースを確保する。

#### 4. フルウェーブ化施工手順

本工事で採用したジャッキアップ工法は橋脚側に増設横梁、主桁側に増設縦桁・増設横桁を設置し、増設横梁上で増設縦桁をジャッキアップする工法を採用した。増設横梁上で主桁を直接ジャッキアップする工法も考えられたが、本工事では以下の理由により採用しなかった。

- ・FEMなどによらず、簡単な骨組解析で、各部材の応力・挙動を適切に把握できる
- ・直接ジャッキアップでは脚中心からの張り出しが大きくなるため、脚のねじれ変形等に対する検討が必要となる。
- ・直接ジャッキアップでは、ジャッキアップ時の桁端跳ね上がりに対する検討が必要である。

本工事の施工手順について、施工順に説明する。

##### ①増設縦桁・増設横桁の取付

主桁に増設横桁の仕口を取付け、仕口間に増設横桁・増設縦桁を取付ける。仕口部は、疲労耐久性を考慮し、スプリットティー構造を採用した。(図-8, 9)

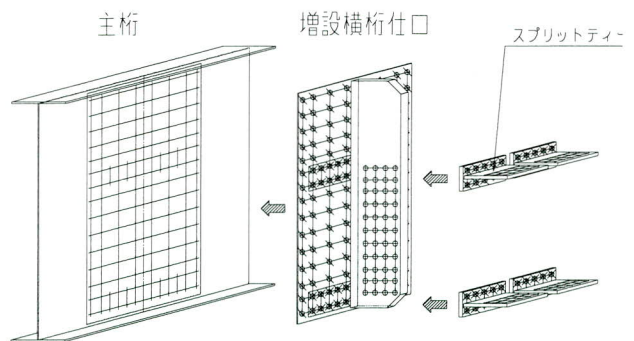


図-8 増設横桁の取付け

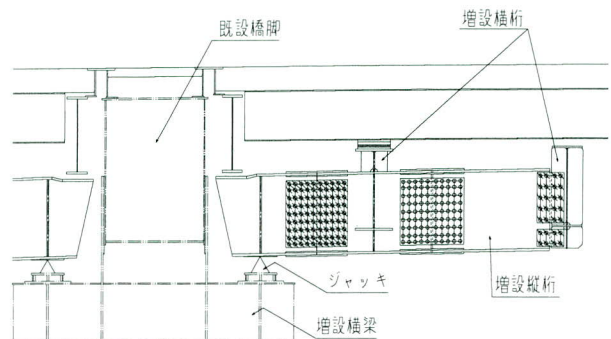


図-9 増設縦桁の取付け

②増設横梁の取付け

既設橋脚に増設横梁を高力ボルト接合で取り付けた。円柱部については、肌すきが生じる可能性があったため、摩擦接合高力ボルトではなく、支圧接合用高力ボルトを採用した。(図-10, 写真-6)

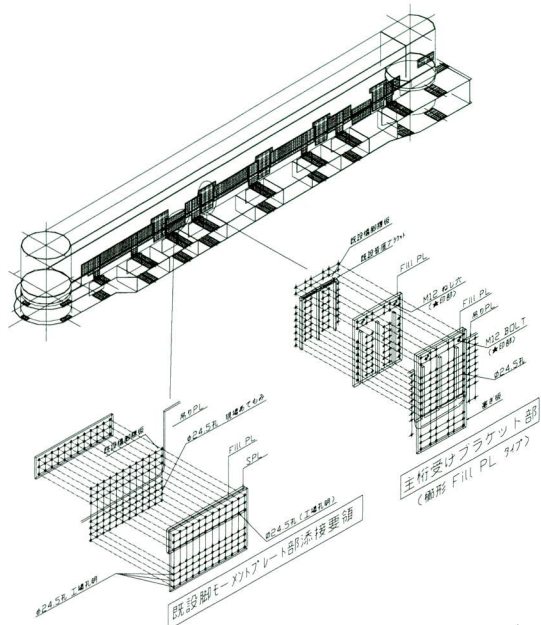


図-10 増設横梁の取付け



写真-6 円柱部の取付状況

③ジャッキアップ

増設縦桁・増設横桁、増設横梁を用いて、上部工のジャッキアップを行った。ジャッキアップは、全支点のジャッキ反力と変位量をモニタリングしながら、ジャッキアップ高3mmを目標に実施した。片持ちとなる増設縦桁横倒れに対する安全装置として、斜めワイヤーを設置した(写真-7)。ジャッキアップに先立ち、

固定支承上の床版を切断して目地を入れ、ジャッキアップ時に悪影響のないようにした。床版切断後は、縦目地タイプのゴム伸縮装置を設置した。(図-11)

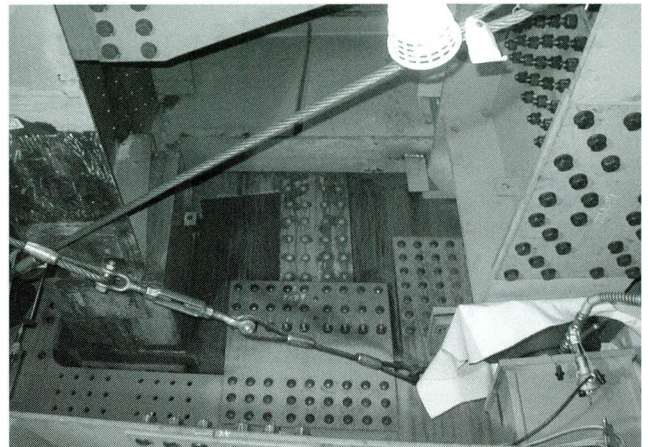


写真-7 ジャッキアップ時の状況

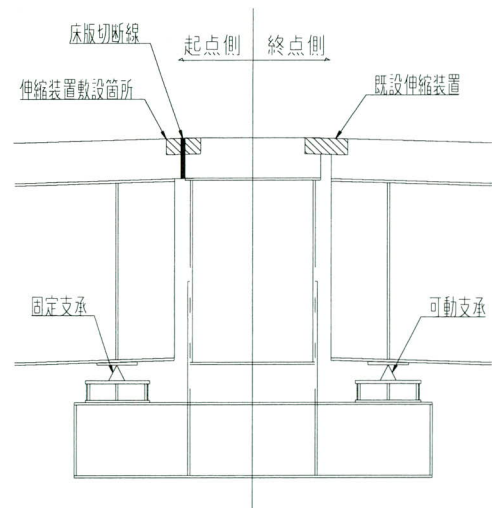


図-11 固定支承上の床版切断

④主桁切欠き部の切断

主桁切欠き部の切断は、地震時の水平力を考慮し、主桁の半数ずつ行うことにした。

⑤支承受台の切断

支承受台の撤去は、既設横梁ウェブに割込んだ支承受台フランジを撤去し、スリットを出す。スリットについては周りにき裂がないことをMTで確認した後、ウェブの外側と内側から、カバープレートで塞ぐことにした。(図-12)

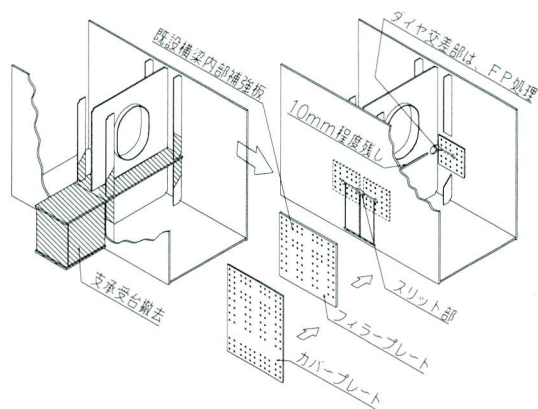


図-12 支承受台の撤去とスリット部のカバープレート

⑥主桁フルウェブ化

主桁切断部に合わせた部材を設置した。取付けは、切欠き部あて板の孔を利用するため、既設のあて板を工場に持ち帰り、そこからアテモミで補強部材に孔明をした。(図-13)

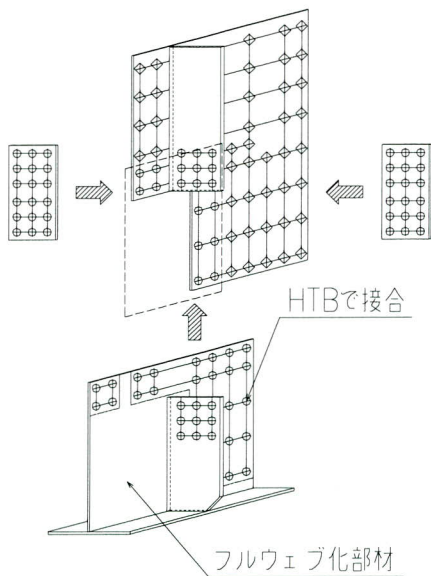


図-13 主桁のフルウェブ化

⑦ジャッキダウン

増設横梁上に新しい支承 (BP-P) を設置し、ジャッキダウンした。

⑧端横桁の交換

増設縦桁端部を撤去し、1パネルずつ、既設端横桁を撤去し、新設の端横桁を350mm支間中央側に移動した位置に取付けた。(図-14)

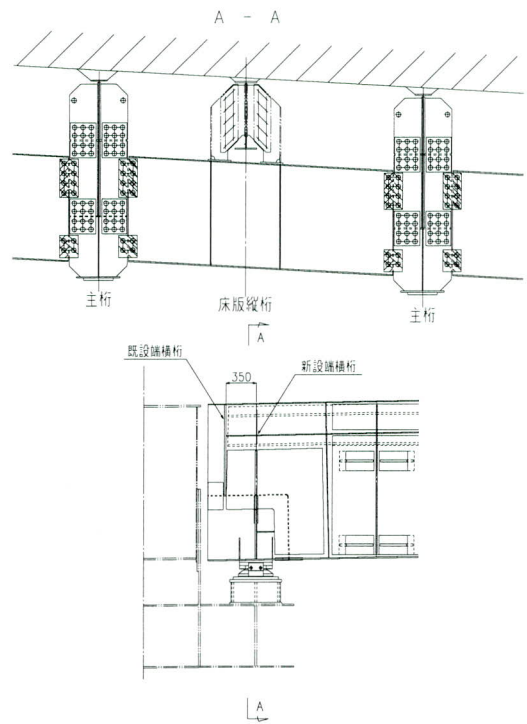


図-14 端横桁の交換

⑨増設縦桁・増設横桁の撤去

追加重量の軽量化のためフルウェブ化完了後、増設横桁・増設縦桁は撤去することにした。

⑩付属物の取付け

落橋防止装置 (PC ケーブル)

- ・ 支承の変位制限機能、桁かかり長を満足する増設横梁と合わせて、落橋防止システムを構成する。

- ・ 点検歩廊

- 支承、隅角部への点検通路と、通信ケーブルのラックを兼ねる。

- ・ 鳩害防止ネット

- 増設横梁は将来の維持管理性から開口が大きい箱構造としたので、全体に鳩害防止ネットを取り付けた。

5. 支承受台内部腐食状況

本工事を実施するにあたり、ジャッキアップ後に支承受台の撤去を行った。受台ウェブにあるスカーラップから水が侵入したため、下フランジ上面には泥がたまり、腐食していた。腐食による減肉量は最大で3mmであった。(図-15, 写真-8)

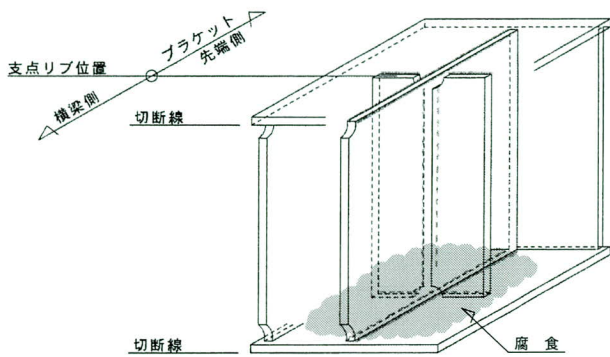


図-15 支承受台内部腐食



写真-8 支承受台内部腐食

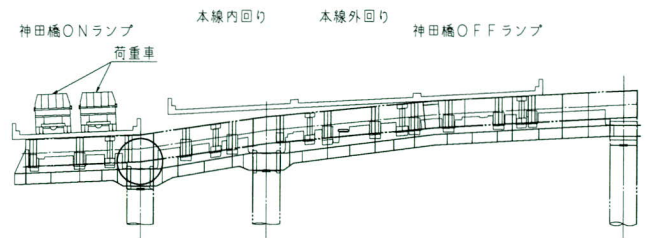


図-16 荷重車試験

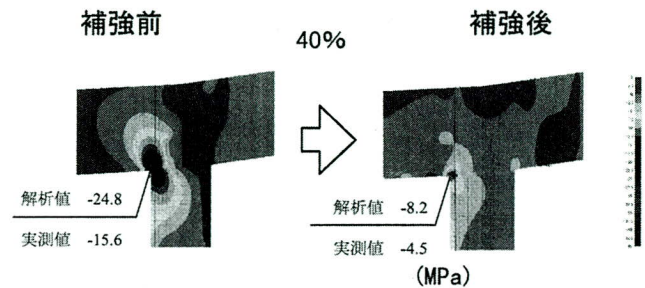


図-17 隅角部補強効果

## 6. 隅角部補強効果の確認

鋼製脚脚隅角部の補強効果を確認するために、FEM解析と、荷重車走行試験を実施した。荷重車は、オンランプ部で25t車2台を一時静止させて応力を計測した。解析・計測とも補強前に比べて補強後の応力が40%以下になっていることを確認した。(図-16, 17)

## 7. 円柱現場溶接線のズレへの対応

既設円柱の現場溶接線に最大5mmのズレがあることが判明した。せん断力を伝達するウェブ近傍のズレ部のみフィラーを入れ、その他の肌隙部分には、エポキシ樹脂を注入してズレに対応した。(図-18)

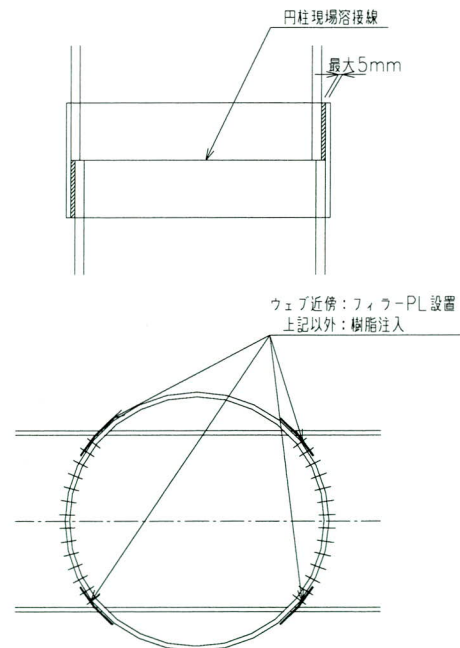


図-18 円柱ズレへの対応

## 8. 差込ウェブ隅角のき裂処理

神田橋工区の特徴である差込ウェブの隅角構造を図-19に示す。T形横梁ウェブを円柱に差込んだ、差込みウ

ェブ構造となっている。

隅角のき裂は横梁ウェブと円柱の交差部に集中して発生しており、その例を図-20と写真-9に示す。

橋梁ウェブと円柱交差部に発生したき裂に対して以下のような処理を行うこととした。(写真-10, 11)

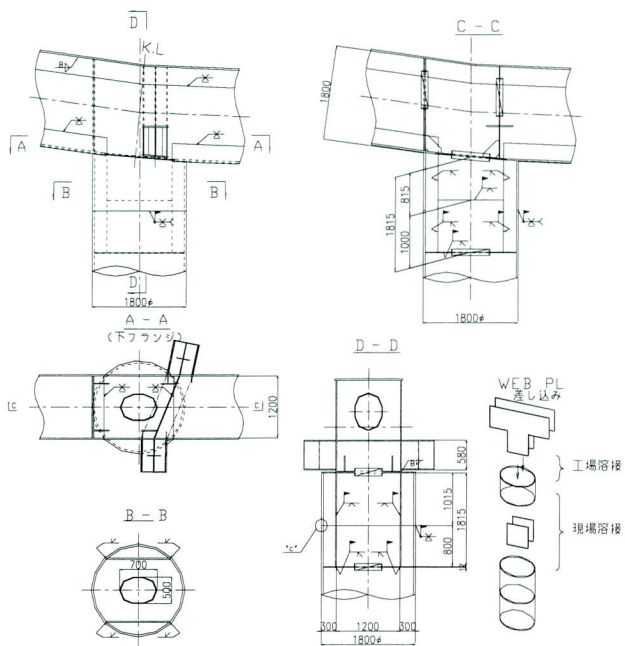


図-19 差込ウェブの隅角構造

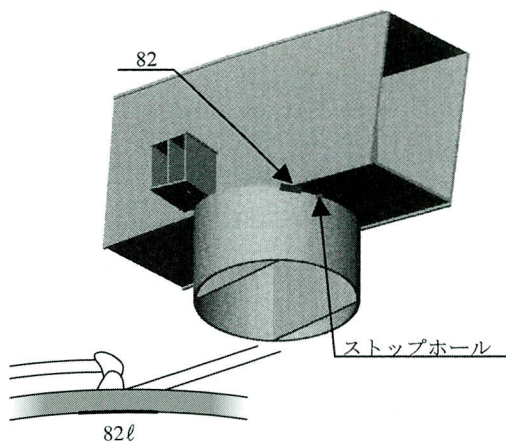


図-20 差込ウェブ隅角のき裂

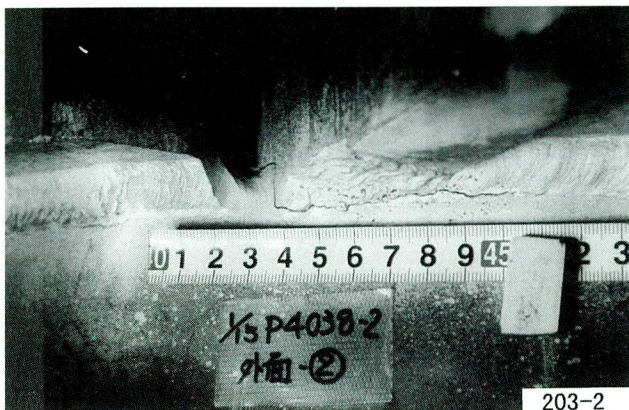


写真-9 差込ウェブ隅角のき裂

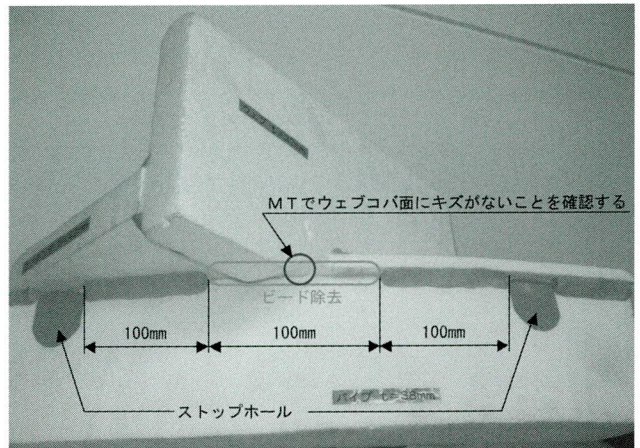


写真-10 隅角き裂処理（外面）

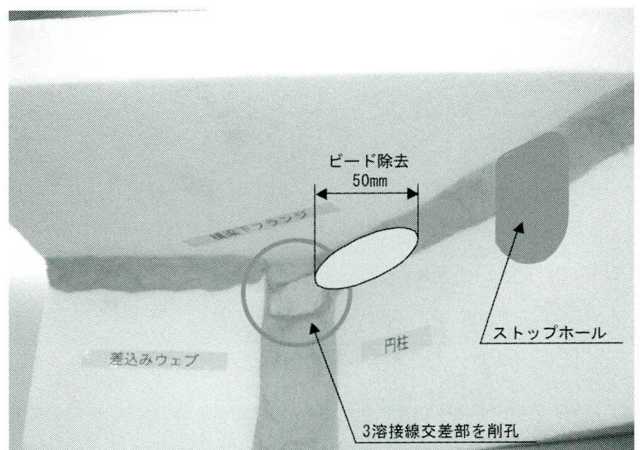


写真-11 隅角き裂処理（内面）

〈外面〉

1. 梁・柱交差部のビードを100mmの範囲でグラインダーで削る。
2. MTでウェブコバ面にキズがないことを確認する。
3. ストップホールを施工する。

〈内面〉

1. 三溶接線交差部を削孔して、鉛直方向のビード（パイプウェブ）にき裂が進展しないようにする。差込ウェブコバ面にき裂がないことを確認する。
2. 内面ビードを50mmの範囲でグラインダーで削る。

以上の処理を、表面き裂のある3ヶ所に対して実施した。そのうちの1ヶ所で差込ウェブ母材コバ面へのき裂の進展が確認された（写真-12, 13（③が母材コバ面のき裂）, 14）ため、カバーPL端部を除去したところ（図-21）、長さ3mmの母材コバ面のキズを確認した。（写真-15）

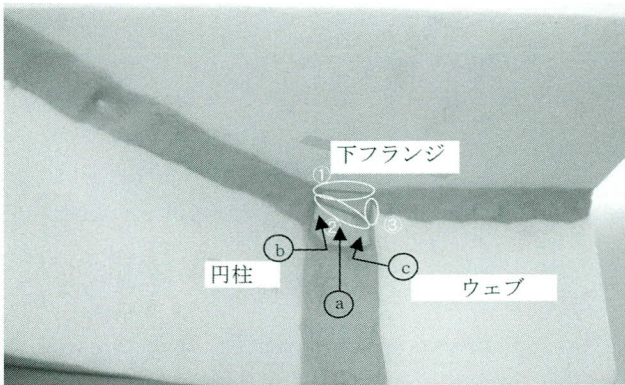


写真-12 内面三線交差部の削孔部



写真-15 カバーPL 端部の除去

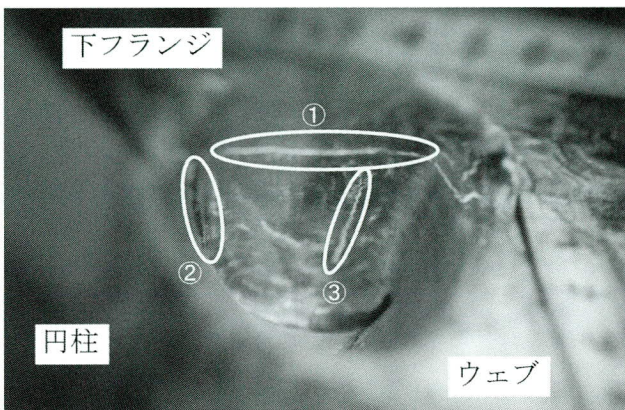


写真-13 MT ウェブ母材コバ面のき裂



写真-16 カバーPL 端部の最終形状 (外面)

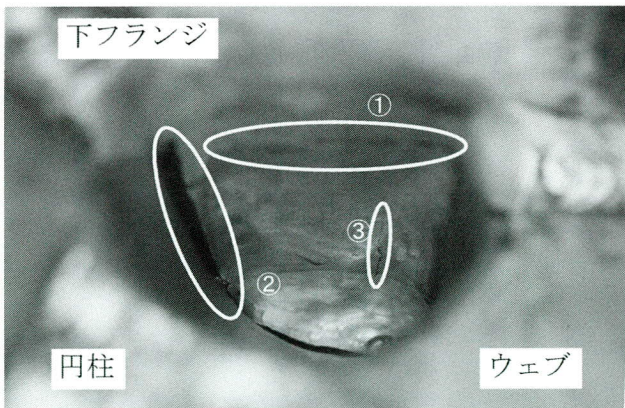


写真-14 マクロ

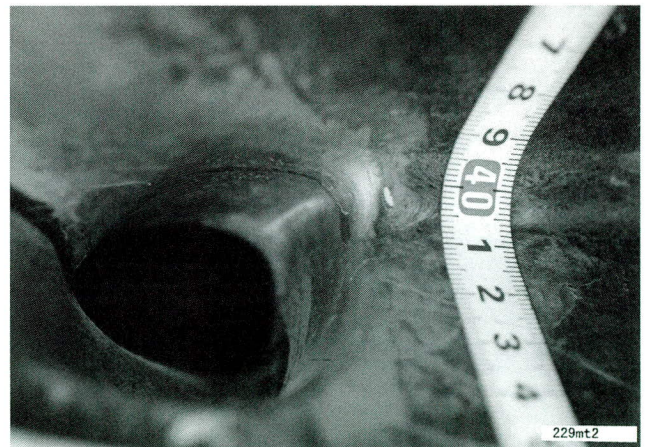


写真-17 内面三線交差部の最終形状

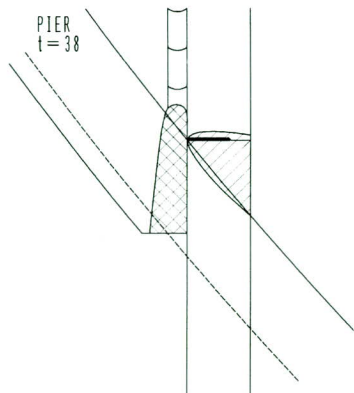


図-21 カバーPL 端部の除去

母材コバ面のキズを外側からと、内側から切削することで除去した。最終形状は写真-16, 17のように仕上げた。



## 9. まとめ

首都高速都心環状線の神田橋付近の橋梁に対して、MT詳細調査を実施した結果、橋脚隅角部、主桁桁端切欠き部、桁受ブラケットに疲労き裂が多数発見された。また、支承の劣化、端横桁背面のスペース不足の問題もあり、5つの問題点を同時に解決する方法として、フルウェブ化工法を提案し、パイロット工事として施工した。現在は本パイロット工事の経験と反省を踏まえ、さら

に改善を加えその他の橋脚6脚を対象とした工事「鋼製橋脚隅角部補強工事1-6（東京）」を全社一丸となって進めている最中である。

最後に本工事の実施にあたり多大な御指導お頂きました、首都高速道路公団西東京管理局および(財)首都高速道路技術センターの皆様には、紙面を借りまして深く感謝の意を表します。

2005.1.12 受付

## グラビア写真説明

### 大通二号橋

大通二号橋は、八代地域（宮原町）と五木村周辺地域（五木村）を結ぶ交流道路の途中に建設され、両地域間における重要な観光ルートとしての役割、及び険しい山地を結ぶことによる、利便性の向上の役割をもっております。本橋梁の架設位置は、大通峠をひかえた縦断勾配及び曲率のきつい道路線形の現場であり、メタル橋箱桁の利点を生かした現場と言えます。架設は、現道の確保から仮橋を設置し切り回しを行ないながら、地組を行い、360ton吊り油圧クレーンを用いたベント架設工法を採用しております。  
(渡部陽一)

### たっぷ大橋（岩見沢大橋架換）

明治以来、この場所では、人・物資の往来は渡船で行われてきましたが、昭和35年に待望の旧岩見沢大橋（トラス構造）が完成しました。昭和44年に両側を延伸し、現在に至るまで活躍していました。しかし近年の交通量増加に伴う老朽化、河川改修事業により移設が必要となり、交流ふれあいトンネル橋梁整備事業により、2代目岩見沢大橋が最新技術を屈指した2面吊り斜張橋として完成しました。新しい橋名は“たっぷ大橋”と決まり、平成16年9月に供用が開始され、地域のシンボリックな施設となっております。下流には、美原大橋1面吊り斜張橋が建設中で、平成17年3月に開通となります。  
(斎木 敦)

### 摺上川ダム歩道橋

阿武隈川水系の摺上川に建設中の摺上川ダムに取水塔の管理橋として、平成17年度ダム完成に向けて施工された吊橋です。本ダムは飯坂温泉の上流サイドにあり観光資源としても活用する為、斜張橋も含め検討されたが吊橋となり、とても美しい景観となっております。  
(有沢一民)

### 三条大橋（仮称:新三条大橋）

信濃川に架かっている1期線に、2車線を増やす2期目の工事でした。主桁が変断面箱桁でありながら架設を2主桁同時送出しを行い、客先より非常に高い評価を得ることができました。現場は冬に積雪の多いところでしたので、添接部の現場塗装が行える日が竣工近くに少なく、大変苦労しました。工事前は、ボトルネックの渋滞ポイントでしたが、今ではその渋滞も解消され地元の流通に大変貢献しています。  
(伊藤浩之)