

論文・報告

四谷見附橋の移設工事

Relocation of YOTSUYA MITSUKE BRIDGE

岩崎 祐次*
Yuji IWASAKI江連 啓一**
Kei-ichi EZURE大島 朋次***
Tomotsugi OHSHIMA

Yotsuya Mitsuke Bridge, which had been built in 1913, is one of the oldest existing steel arch bridges in Japan, and its value both in culture and modern bridge engineering is highly acknowledged.

At the time the construction of new Yotsuya Mitsuke Bridge was to be planned, discussion was also made as to the relocation of the existing Yotsuya Mitsuke Bridge.

After the several investigations in bridge members and accessories, it had been decided that the existing bridge would be relocated into the Tama New Town in Hachiohji City, Tokyo, which has been under construction by Housing & Urban Development Corporation, and in the future this relocated bridge would be open to public as one of Hachiohji City Road.

This report describes some remarkable points on the investigation work to the bridge members, the remedial work to the corrosive members at shop and erection work at site.

Keywords : Arch Bridge, Relocation, Remedial Work to corrosive member, Rivet Work.

1. まえがき

四谷見附橋は、JR中央本線四ツ谷駅のほぼ中央で交差する国道20号線（通称：新宿通り）の路線上に位置する。本橋は、大正2年（1913年）に完成した上路鋼アーチ橋であり、ほとんど当初のままの姿で現存するこの種の橋としては最古のものに属し、その文化的価値は高い。

この橋が東京都の街路整備事業により架け替えられるに当たり、有識者より構成された「四谷見附橋調査研究委員会」は、解体される旧橋の意匠やアーチ躯体はわが国近代橋梁技術の道標として保存価値が大きいと判断した。そこで、現在造成中の多摩ニュータウン13住区（住宅・都市整備公団施行）に移設・再建し、将来八王子市道として使用することが決定された。

その移設工事のなかで、当社は住宅・都市整備公団より、主構造調査工事（工期：平成元年10月～平成2年5月）、および補修・架設工事（工期：平成2年11月～平成5年3月）を受注し完工した。

本橋のような歴史的・文化的にも価値のある橋梁が、移設・再建された例は、わが国ではほとんどない。そこで本報告では、移設に先立って実施された主構造の調査工事、工場における補修工事および現場架設工事につい

て、その概要を述べることとする。

2. 移設に対する考え方

移設されることとなった四谷見附橋は、道路の幅員構成および取付け道路部の構造など、移設地点の橋梁計画により変更せざるを得ない点を除けば、創建時の姿ができるかぎり忠実に再建されている。

移設後の橋梁諸元を表-1、橋面工を含めた移設状況を表-2に示す。また、創建時と移設後の橋梁一般図を図-1、2にそれぞれ示す。

構造面では、移設に関し上部主構造に対する耐荷力の

表-1 移設後の橋梁諸元

橋	格	1等橋 (TL-20)
橋	長	37.606m
アーチ支間		34.138m
幅員		歩道4.2m+車道9.0m+歩道4.2m
上部工	構造形式	上路鋼アーチ橋
	鋼重	358t
	床版	鉄筋コンクリート床版
下部工	躯体	扶壁式橋台
	基礎	直接基礎

*川田工業㈱技術本部技術部設計二課課長 **川田工業㈱生産事業部栃木工場生産技術課課長 ***川田工業㈱橋梁事業部工事部工事二課係長

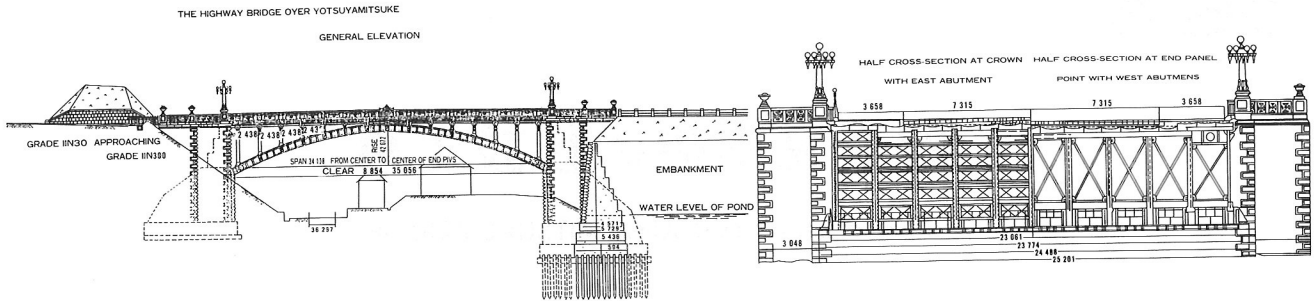


図-1 創建時の橋梁一般図(復元図)

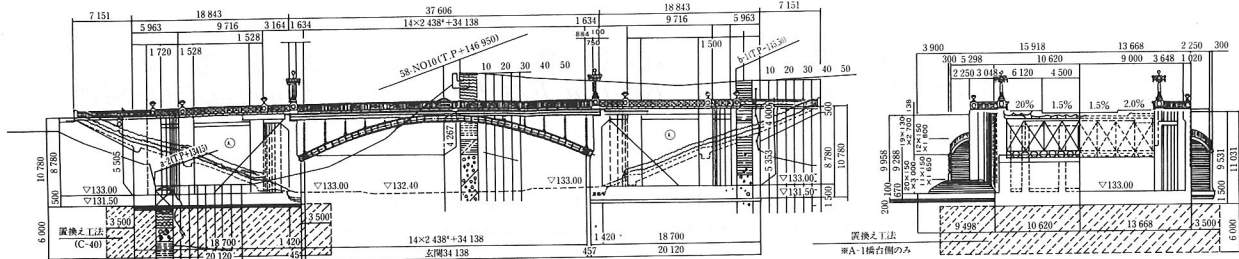


図-2 移設後の橋梁一般図

表-2 移設の概要

橋梁寸法	橋 長	創建時と変更なし。
	幅 員	創建時21.945m(72')を17.4mに変更。
上 部 主 構 造	部 材	一部腐食の進行した部材は補修・取替。その他はすべて創建時の部材を移設・再使用。
	塗 装 色	創建時の仕上げ色と推定されるこげ茶系統色にて仕上げ。
橋 面 工	床 版	RC床版として新規打替え。ただし創建時のバックルプレートはそのまま再使用。
	高欄・橋灯	創建時のものは四谷見附現地にある四谷見附橋の新橋に使用されるため、新規製作・復元。
	持ち送り装飾	創建時のものを推定して復元。
	地覆部の笠石	小豆島産の御影石にて復元。
下部構造	橋 台	創建時の重力式橋台を扶壁式橋台に変更。ただし橋台の表面は、創建時と同様のレンガ造りとする。

結果を表-4に示す。

腐食による補修が必要、または再使用不能と判断される部材は全部材の約20%であったが、特に腐食の進行の著しい部位は、下記に限定されていた。

- ① 支承部近傍のアーチリブ部材および床組部材
- ② 雨水に直接さらされやすい、最外側の部材

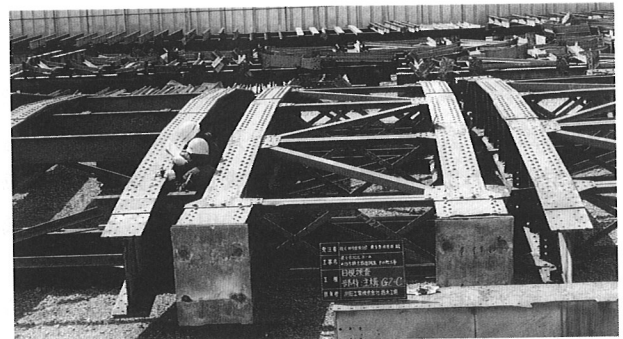


写真-1 解体部材の保管状況

検討が行われている¹⁾。その検討によれば、現行示方書におけるTL-20荷重に対して(創建時においては、設計活荷重として700kg/m²の等分布荷重と一台が12.5tの複線の電車荷重が考慮されている)、アーチ部材について約18%の余裕があるとの結果を得ている。また、鋼材についても機械試験が実施され、ほぼSS 400に相等する強度を有するということが、確認されている。

3. 主構造の部材調査

移設のために解体された1000ピースを超える部材は、写真-1に示すように保管ヤードに搬入され、清掃後、調査を実施した。調査の主項目は部材の目視検査および寸法検査であり、必要に応じて超音波板厚検査、磁粉探傷試験を行った。

目視検査時の主な点検項目を表-3に、また目視検査の

表-3 主な点検項目

点 検 項 目	点 検 方 法
i) 部材の曲がり・ねじり座屈変形	目視で行う。
ii) 部材の腐食・欠食などによる欠損。	目視で行う。必要に応じて超音波板厚計による板厚測定を行うか否かの判定を行う。
iii) 部材の亀裂・割れ	スケールで長さを測定する。必要に応じて磁粉探傷試験を行うか否かの判定を行う。
iv) リベットのゆるみ・腐食破断・抜け落ち	目視、またはテストハンマーによるたたきで行う。
v) 部材・仕口部のリベット孔の状態、ガセット・添接板の状態	目視で行う。
vi) その他の損傷	目視で行う。
vii) 全体的な外観検査	目視で行う。

表-4 目視検査の結果

部 材	①調査 部材数	②健全または 軽微な補修の 必要な部材	腐食に対する 複雑な補修の 必要な部材	再使用 不能材	②/① (%)
アーチリブ	15	9	6	—	60.0
支 柱	54	40	14	—	74.1
対 傾 構	101	81	9	11	80.2
横 構	249	248	—	1	99.6
床 組	バックル プレート	300	237	33	79.0
	縦 桁	123	60	5	48.8
	横リブ	216	197	—	91.2
	横 桁	90	61	16	67.8
計	1148	933	83	132	81.3

③ 各部材のコーナー部における局所的な腐食（コーナー部にスカラップが取っていないため、雨水等が溜まりやすいためと考えられる。）

さらに、部材の疲労に起因すると考えられる割れ・亀裂についても調査をしたが、全く検出されなかった。これは溶接部材でなく、リベットによる組合せ部材によるためと考えられるが、リベット孔からも亀裂の発生が全くないということは、予想外であった。

4. 部材の補修工事

(1) 工場補修の内容

部材の調査結果に基づいて、工場において部材の補修

を行った。腐食・欠食に対する補修が非常に大きな比重を占めたが、補修に対する明確な判断基準がなかったため、施主立会いのうえ試験補修を行い、個々の部材に対する補修判断基準を作成した。

移設に際しては、できるかぎり原型のまま保存することが基本であることから、安易に新規部材を製作することを極力避け、道路幅員が変更となったことにより生ずる余剰部材の再転用も含めて、補修計画を立てた。結果として、新規製作部材は床組部材等の2次部材に限定され、全鋼重の約16%の59tにとどまった。

下記に、工場補修の基本方針を示す。

a) 部材の腐食・欠食に対する補修

腐食・欠食の度合いにより、以下に示す補修方法を採用した。また、補修に先立ち溶接施工試験を行い、適切な溶接棒、溶接条件を決定した。

- ① 腐食部の溶接盛り補修、補強板による補強
- ② 腐食部の切断、取り替え
- ③ 新規部材製作

また、部材のコーナー部に発生している局所的な腐食に対しては、溶接盛り補修後、パテづめを行い、将来的に雨水等の溜まりにくい形状とした。

b) 部材の曲がり・ねじれに対する補修

- ① 部材全体の大曲がり・ねじれ

床組全体において、軽微な曲がり・ねじれが生じ

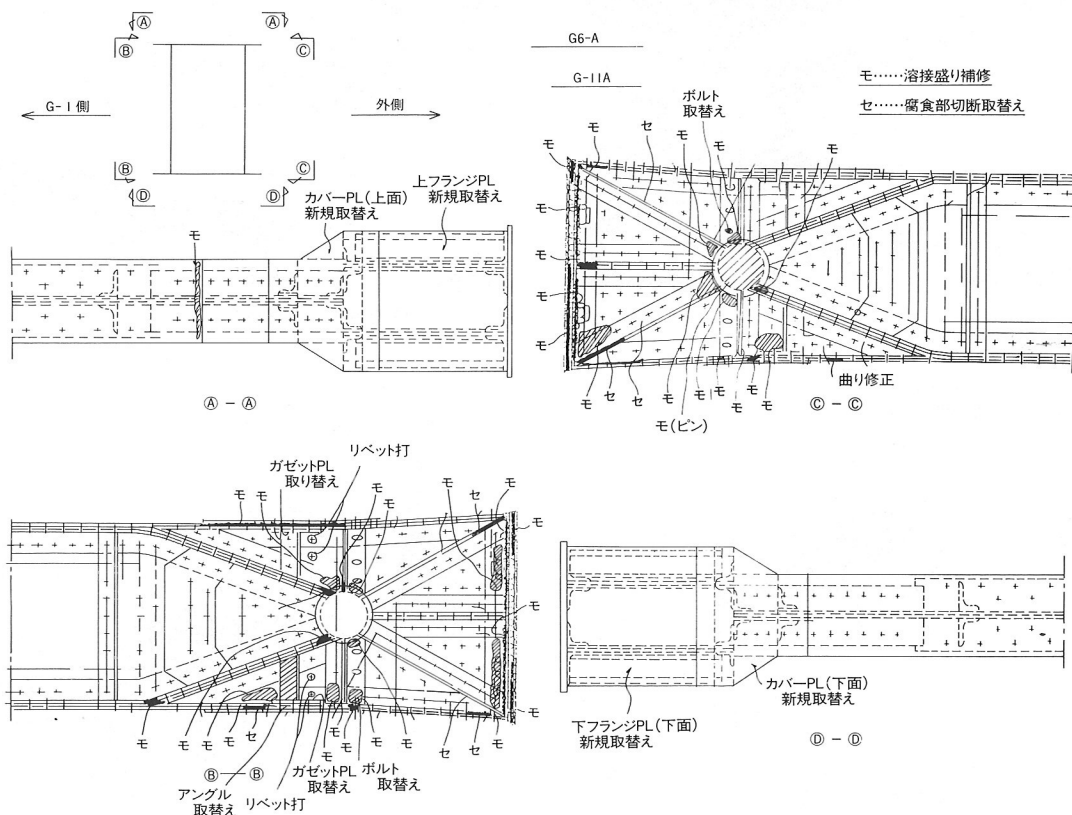


図-3 アーチリブ支承部の補修要領図

ている部材があったが、これらは創建時の加工・組立精度に起因しているものと考えられ、特別な補修は行わなかった。

② 局所的な変形

組立時・撤去時・輸送時などに生じたと考えられる局所的な変形に対しては、加熱矯正にて補修した。

③ リベットのゆるみ、リベット頭部のつぶれテスト ハンマーによるたたきチェックを行い、ゆるみの生じている個所については、リベットの打ち替え、ま

たは高力ボルトにて締め直しを行った。

図-3に本補修工事で作成した補修要領図を、また写真2～4に補修前・補修後の状況を示す。

(2) 工場での仮組立

補修工事完了後、部材の仮組立を行った。部材数が多いことに加え、余剰部材の転用も計画したため、非常に多くの労力を要した。今後の同様な工事に際しての留意点を、下記に示す。

① 旧橋復元のための仮組時基準寸法を出すに当たり、

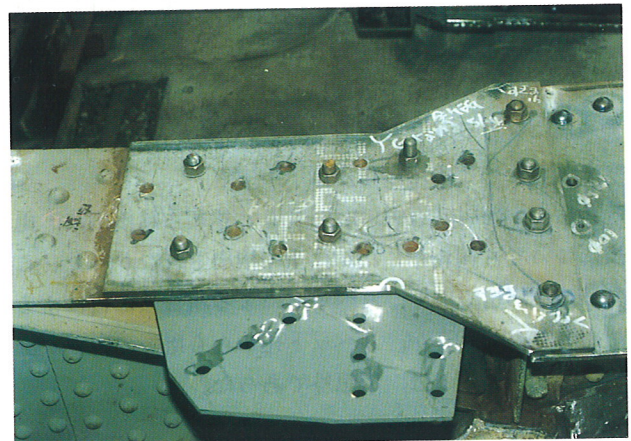
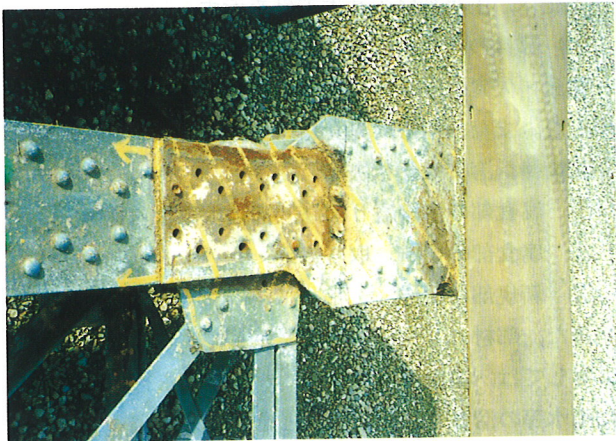


写真-2 アーチリブ上フランジの補修状況 (左)補修前 (右)補修後

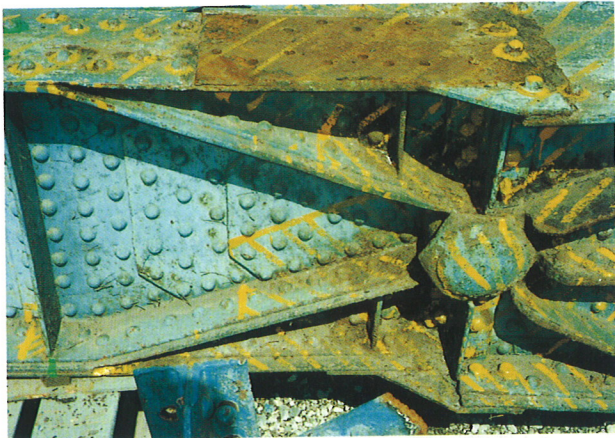


写真-3 アーチリブ支承部の補修状況 (左)補修前 (右)補修後

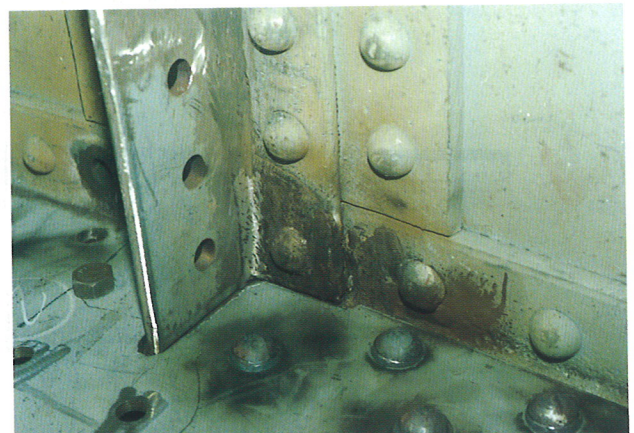


写真-4 対傾構取付け部の補修状況 (左)補修前 (右)補修後

必要箇所を解体前に測量しておく。

- ② スプライス、フィラープレート等、特に小物ピースについて、解体時に部材番号を入れる。

5. 現場架設工事

架設は図-4に示すように、100t吊りトラッククレーンによるベント工法で行ったが、架設現場状況は多摩ニュータウン13住区（八王子市別所）にあり、現在造成中であることにより住民・一般車両の進入はなく、第三者に対しては問題なく架設作業が行えた。

以下に、本移設工事における特徴となる項目について述べる。

(1) 測量

測量は、仮組立時のデータを基準にして行った。

仮組立データによれば、アーチリブ間隔・標高、アーチリブの出入りなど、アーチリブ9本とも異なった数値であったため、丁張りの墨出しなどに困難を極めた。

(2) 部材の継手方法

創建時には、部材の継手はリベット継手（径は7/8インチと3/4インチを併用）が用いられていたが、本架設では、下記のように継手方法を選定した。

a) リベット継手

リベット継手は、以下の個所に用いた。

- ① アーチリブの下フランジ部の添接（全アーチリブ）
- ② アーチリブの上フランジ部の添接（最外側のアーチリブ；2本）
- ③ アーチリブと支柱の取合い部の添接（最外側のアーチリブ；2本）
- ④ アーチリブと対傾構・下弦材の取合い部の添接
- ⑤ アーチリブと水平ブレース（下段）の添接
- ⑥ 横リブと連結板の一部の添接

以上のように、側面および下面から見える部分はリベットとした。リベットの使用本数は、19φ-2011本、22φ-1859本となっている。

b) 高力ボルト継手

前述のリベット継手を採用した個所以外は、すべて高力ボルト継手を採用した（M20, M16）。

I型鋼や溝型鋼などのフランジ部には勾配が付けられているため、その部分のボルトの添接には勾配フィラーを用いて対処したが、孔ピッチがそろっていないなどの理由により、相当数の勾配フィラーを用意しなければならなかった。

c) 溶接継手

アーチリブの腹板は溶接継手を採用した。これはアーチリブのフランジとウェブの継手線が一致していないため、解体時にフランジの添接位置に合わせてガス切断したためである。

溶接に先立ち溶接施工試験を実施し、適切な溶接条件・溶接棒・裏当材を選定した。溶接完了後、超音波探傷検査を実施した。

(3) リベット工

a) 鋼橋におけるリベット工の現況

鋼橋では、溶接技術の進歩と昭和30年頃からアメリカから導入された高力ボルトの普及によって、リベット継手の使用は急速に減少し、現在使用されることはなくなった。しかし、航空機やゲートなどでは溶接接合によって生じる溶接ひずみ、変形、残留応力を完全に抑えることや矯正することが難しいことから、ひずみや残留応力を生じさせたくない個所の継手構造として、リベット構造を用いることがある。最近の例（平成4年6月）として、北海道の二風谷ダムのゲートに径が22φ、長さ150mm～200mmのリベット15000本が使用されている。

本橋では、上記のダムのリベットを施工した職人が協力してくれたが、毎年1～2件の割合でリベット打ちを施工していたものの、橋に関してはおよそ17年ぶりであったと聞く。

b) リベット打ちの人員配置と作業内容

可搬式リベット焼き炉では一番熟練した作業員がリベットを焼き1mほどのリベットばさみで、900～1100℃に焼いたリベットを投げる。炉には5～6本のリベットが入っており、1本投げると新たに1本入れ、圧搾空気の量で火力を調整する。炉内の前面は火力が強く、奥ではコークスがまだ黒く温度が低いため炉内の温度差を利用して、リベットの焼き具合を管理した。リベット焼きは縦桁上で3個所に移動して行ったが、アーチリブ基部までの高低差が5mあり、また支柱のブレースなどがあり、リベットを投げられないために、単管6mを縦に固定して単管を通してリベットを投げ入れた。

次に、リベット差し込では間口20cm、高さ30cmの三角錐に取手を付けたリベット受けで焼けたリベットを受ける。そして、30cmほどのリベット差し込みばさみでリ

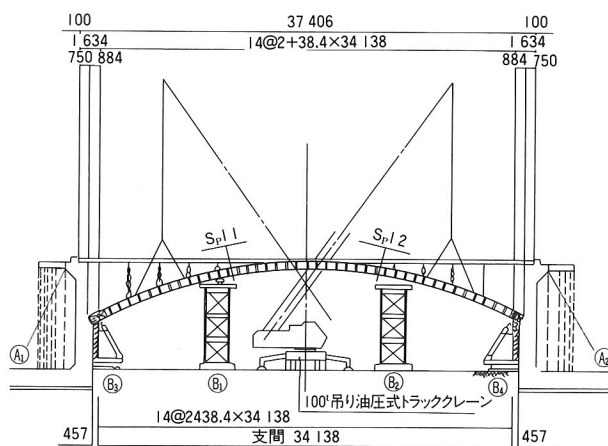


図-4 架設要領図

ベットの取り、リベット孔に差し込む。

また、エアあて盤作業ではリベット孔に差し込まれたリベットの頭を、エアあて盤のグリップで押さえる。次に、エアあて盤のスイッチを入れると、後ろからジャッキのような棒が出て固定する。

最後のリベット締めでは、エアあて盤で支えられた真っ赤に焼けたリベットを、リベットハンマーで打撃し作業を完了する。

以上のように、リベット打ちは4人編成で行ったが、そのほかリベット孔の矯正作業等を含めると、計10人程度の人員が携わった。図-5にリベット打ち概要図を、写真-5にリベット打ち状況を示す。

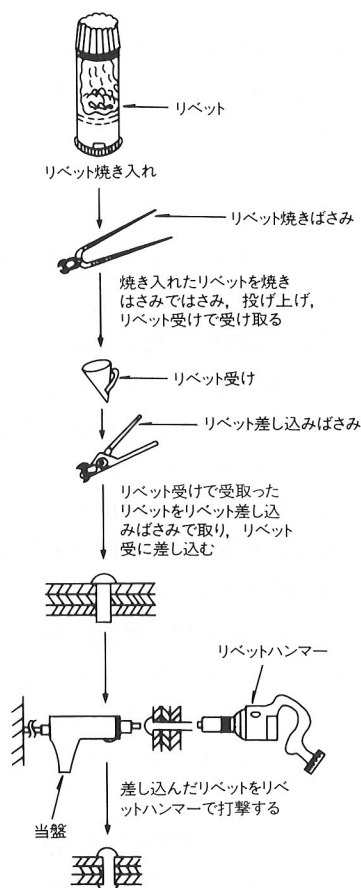


図-5 リベット打ち概要図

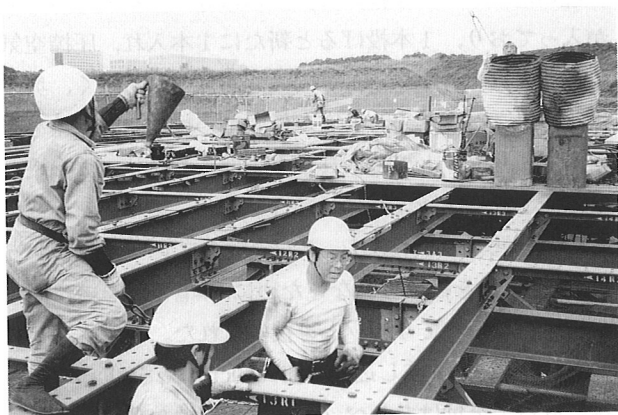


写真-5 リベット打ち状況

(4) バックルプレートの取付け

創建時に床版として用いられていたバックルプレートを、移設時にも再使用した。ただし、移設後では設計上は床版として考慮せず、型枠として考えている。

余剰材の再転用をしている個所もあり、縦桁とのボルト孔の取合いに苦労した。写真-6に、バックルプレートの取付け状況を示す。

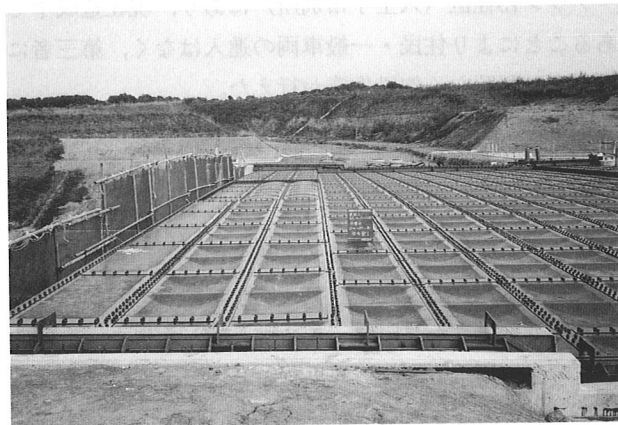


写真-6 バックルプレートの取付け

6. おわりに

本文でも述べたように、本工事のような移設、再建工事は過去にほとんど例がなく、非常に貴重な経験を行うことができたと考えている。今後、同様な移設工事を行う場合には、作業の省力化や解体前の状態を正確に保持するため、次の点に留意する必要がある。

- ① 施主、解体・補修業者間で綿密な打ち合わせを行う。
- ② 解体前に部材の基準寸法等の測量をしておく。
- ③ スプライスプレート等の細かい部材にも、部材番号を記入しておく。
- ④ できるかぎり大きなブロックのまま解体する。
- ⑤ リベット打ちのできる職人を育成し、道具を確保しておく。

最後に、調査工事を始めてから3年半の年月を経て、こうした移設工事を無事竣工したことに対し、ご指導を頂いた住宅・都市整備公団南多摩開発局および日本交通技術株式会社の方々をはじめ、関係各位に深く感謝の意を表する次第である。また、工場・現場を来訪して頂き、貴重なご助言を賜った田島橋梁構造研究所の田島二郎代表に対しても、厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 東京都建設局・(社)土木学会：四谷見附橋調査研究報告書—土木史調査編(その2)—、昭和58年2月。
- 2) 東京都建設局・(社)土木学会：四谷見附橋調査研究報告書、平成元年3月。