

7 節 平成の架替工事

1. 橋体の設計

(1) 概要

平成の架替における基本方針は、旧橋の形式を踏襲することと、反橋については元禄図を参考にすることとした。したがって設計では、旧橋について昭和の再建時の設計図書及び型板と測量によって把握し、その上で前述した検証結果を反映させた。

(2) 旧橋の検証

a) 測量

外観の測量は各種測量機器のほか光波計等を用いたことにより精度の高いデータが得られたが、橋脚内部と沓鉄及び各橋脚の取合いなど前記測量機器が使用できないところでは、橋脚懐内部に入り込み、水平器やレーザーレベル等の機器を用いて実測を行った。

作業は、橋の兩岸上流側にある 3 級基準点より兩岸の敷梁中心を結ぶ橋の中心線を出し、橋中心線より下流側へ 3.5m 控えた逃げ墨を河床・護岸・橋脚上に出し、それらの標高も同時に求めた上、以下の測量を行った。

- ① すべての部材の仕口及び形状
- ② 橋の中心線
- ③ 橋脚の中心間距離
- ④ 橋脚・橋台上の橋板張始め位置
- ⑤ 架橋工事用逃げ墨
- ⑥ 橋脚懐内各部
- ⑦ 柱橋各部材標高
- ⑧ 柱橋橋杭受石 3 次元座標
- ⑨ 橋台形状
- ⑩ 敷梁標高
- ⑪ 桁高

ただし、第一期工事では解体前の測量であったため、部材の仕口及び形状についての詳細なデータが得られず、設計には型板と大工の口伝を反映させることとなった。第二期工事以降は前期の解体材を調査し、部材の詳細な確認を行った。

昭和再建図と測量したデータを比較した結果、橋脚・橋台の標高、反橋の高さ及び構造材の主要寸法が異なることが分かった。

(3) 反橋の設計

a) 概要

反り高は元禄以来の数値が旧橋まで踏襲されていたため、これに倣うこととした。

b) 桁の割付

桁は心々距離を 3 尺 4 寸 5 分で割付け、桁幅はその 6 分の 1 に当たる 5 寸 7 分 5 厘で計画し、両耳桁外面間距離を 14 尺 3 寸 7 分 5 厘とした。また梁鼻隠外々寸法は 15 尺 9 寸とした。

c) 敷梁^{しきばり}

橋脚上の敷梁は、石垣に合わせ前面に膨らみをもたせている。古図面により昭和の再建以前の敷梁の膨らみは不揃いであるものの、その平均値は約 3 寸 6 分 5 厘であり、また旧橋では 3 寸 5 分に統一されていた。平成の架替では旧橋に倣い、耳桁心に対し中央で 3 寸 5 分の膨らみをもたせた。

d) 基準曲線

反橋はアーチ構造の連続であるため、長さの基準は敷梁ではなく橋脚心で設計したのであると考えた。よって前述した通り、橋全長を 660 尺としたときの 5 分の 1 である 132 尺を一橋分の長さ(橋脚心々距離)とし、この距離を半径とする後詰上端曲線を橋体設計の基準曲線とした。

e) 桁の配列

元禄図の 1 番桁の勾配は、敷梁の振れ等の要因により各々に異なる角度が記されているが、2 番桁は何れも 4 寸 4 分勾配としているため、まずこの勾配の求め方を考察した。またその過程で 2 番桁下端の延長線が、11 番桁下端の延長線と基準曲線上で交差することが分かった。

これらの法則性を満足する設計方法は幾つか考えられたが、その中でも最も元禄図に近い形が求められる方法で設計することとした。ただし、元禄図に存在した 9 番楔は旧橋には無く、9 番桁と 10 番桁が平行に納まっていたので、これに関しては旧橋に倣った。

f) 補助部材

助木は、片側 4 品継ぎとし、懷梁を起点に各鼻梁と後梁の間に配し、棟梁下で拌み合わせるようにした。

鞍木は、中 3 通り桁組では、下流側を各鼻梁の両下角に 5 分掛かるように拌み合わせて挟み込み、上方は後梁後面の上下角に 5 分掛けて橋板下まで伸ばし、上流側は各鼻梁の中間に頂角を配し、鼻梁位置の鞍木頂角とも先端が緩やかな弧を描くように配置した。また耳桁は内側のみに上記下流側と同様に配置した。

振止は、構格ごとに交差部相欠仕口の向きを交互に配置した。

g) 橋板張幅

橋板は、橋脚部張始めの長さを 16 尺 6 寸 5 分とし、橋中央では 4 寸絞って 16 尺 2 寸 5 分とした。

h) 蔀板

蔀板の割付は、各蔀板が織り成す線を、鼻梁を基準とした多角形として割り付けた。押縁の勾配は、鼻梁位置に取付けるものは桁下端に直角とし、その中間に取付くものは左右の押縁の平均とした。

i) 高欄

上下流の高欄の幅は親柱位置で 14 尺 7 寸とし、橋中央では 4 寸絞って 14 尺 3 寸とした。

橋中央の高欄高さは、昭和再建図では 2 尺 9 寸 5 分から 2 尺 9 寸 3 分と各橋で違いが見られ、枕木の成を変えて多少の調整を行っていた。これは古図面の平均的な数値に枕木の厚み 4 寸を加えた高さに相当し、また安全面を考慮した結果とも思われる。平成の架替では、橋中央で枕木の成を 3 寸、高欄土台下端から高欄笠木上端までを 2 尺 6 寸 5 分、合計で 2 尺 9 寸 5 分とした。

高欄土台の下端の曲線は、両親柱沓木の^{めん}面下角と橋中央枕木上端を通る円弧で計画し、高欄土台上端や高欄通貫・高欄笠木の曲線は、高欄土台下端の曲線の同心円として枕木で高さの調整を図った。ただし、旧橋の測量により、親柱取付きで高欄笠木と高欄土台の間隔が 5 分広がっていたことが分かったため、この差を踏襲することとしたが、後にこれが高欄土台下端曲線の基点を沓木の^{めん}面上角から^{めん}面下角に下げたことによって生じた誤差であることが判明した。

斗束の間隔は、親柱との内法幅が揃うように 24 等分した位置に配置したが、段板部分では斗束を固定する力金が段板角と重ならないように調整した。

橋脚上の高欄は、橋側の高欄笠木・高欄通貫の見付幅の心を親柱取付き角度で伸ばし、親柱心との交点を各材の見付心とした。

(4) 柱橋の設計

a) 橋杭通貫

橋杭通貫は大正図・昭和再建図ともに描かれているが、間隔の割付寸法は記されていない。これらによると、下方に向けて間隔を広げていることが分かる。昭和再建図では、第 1・5 橋が 1 枚の図面で描かれており、各段の貫は弧状に配置されているように見えるが、最下段は弧状とせず橋台側に向かって順次高くなっていた。しかし、旧橋では第 1 橋の最下段が緩やかな弧状となっており、昭和再建図と異なっていることが分かった。これは河床の形状の違いにより調整が加えられたためと考えられる。

平成の架替では、旧橋の測量値を基に受石継手との距離が近づき過ぎないように計画し、尺貫法に換算した数値に近似する整数値で定めた。

b) 桁の割付

桁幅を 1 尺とし、桁心々間隔を 3 尺 3 寸 5 分で割り付け、両耳桁外面間距離を 14 尺 4 寸とした。梁鼻隠外々寸法は反橋と同じく 15 寸 9 分とした。

c) 梁の配置

旧橋の梁は 1 本ものとする箇所と、添梁を重ねている箇所があった。梁自体の成は何れも 1 尺 5 寸であったが、添梁の成が各々異なるため、梁組全体としては成が統一されていなかった。

蔀板の下端は橋脚に向かって緩やかな曲線を描いているが、梁心(下端より 7 寸 5 分上がり)をこの曲線上に配置していた。この曲線は昭和再建図では円弧となっており、旧橋の測量でも各梁の下端を結ぶ曲線がほぼ同じ円弧であったため、各梁は円弧となる蔀板下端曲線上に梁心を配していることが分かった。

平成の架替では上記結果に基づいて、後述する蔀板下端曲線上に旧橋と同じ成の梁を配置する計画とした。

d) 中梁

中梁の配置は昭和再建図と旧橋では違いがあり、また大正図でも基準となる割付方法が見出せなかった。したがって、各々旧橋の配置を元に、尺貫法によって整数値になる位置に定めた。

e) 橋板面の反り

柱橋の反りは、昭和再建図に平均木上端を「 $R=100m$ 」と記入されており、旧橋の測量結果でも半径約 100m の円弧となっていた。ただし、この曲線のままでは橋台際での勾配が大きくなりすぎ、歩き易さを考慮して橋台から 5m までの間は勾配を緩くしてあった。したがって、平成の架替でも平均木上端を、両端の橋板張始め位置の踏掛石上端を起点とした半径 100m の円弧で定め、橋台際から 5m の間の平均木上端を削り勾配を緩くした。この半径は尺に換算すると 330 尺で、全橋の計画長さの 2 分の 1 に当たる。

f) 橋板張幅

橋板張幅は、反橋と同じく橋脚踏掛石上の橋板を 16 尺 6 寸 5 分、橋中央を 16 尺 2 寸 5 分とした。

g) 高欄

高欄の幅は親柱位置で 14 尺 7 寸とし、橋中央では 4 寸絞って 14 尺 3 寸とし、橋台袖高欄は、葛石と開き角度を合わせた。

高欄の高さは反橋と同様の設計としたが、第 1・4 橋脚上では、反橋と柱橋の円弧の違いにより、親柱に取付く高さに差が生じ、高欄笠木では 1 寸の差となるため、高欄土台は下端を杓木面^{めん}下角に納め、高欄笠木・高欄通貫は平均高に水平に納めた。橋台袖高欄では高欄土台下端を橋板側は橋板に載

せ、沓石上角の^{めん}面下角を結ぶ線とした。

2. 現寸図・現寸型板の作製

(1) 方針

現寸図・現寸型板を作製する上で参考となる資料は、昭和の再建時の設計図書があるが、工事仕様書の仮組立の中に「各部材は予め現寸型板により工作を施し、係員の指示する防腐処理を施すものとする。(中略)型板は使用後補修して各橋毎に係員の指示する箇所に保管すること。」と記述されているのみであった。

平成の架替工事における型板は、前回のようにそれまで用いられてきた型板を改良して再利用するのではなく、新たに作製することとした。また現寸図は沓鉄間の全体を描くこととした。そのほかに柱橋の高欄・橋板や平均木取合部分についても、現寸図・型板の作製を行うこととした。型板材は従来どおりマツ材とすることも検討したが、腐朽や反り・収縮が生じることが懸念されたため、マツ材は不適切と判断し他の材を検討した結果、材料は米ヒバ材、規格は桎目無地とすることとした。

(2) 現寸図の作製

現寸図の作図場所は用材倉庫内とし、 $36 \times 45\text{mm}$ の角材を根太(@300)として、厚12mmの合板の上に厚4mmのシナベニヤを敷き並べた。

作図はトランシットやスチールテープにより基準となるポイントや垂線を出し、その他は水糸・大^{さしがね}矩・^{しな}撓い定規などを用いて行った。

作図手順は、両沓鉄位置を測量値により設定し、基準線となる敷梁上端の引き通し線を引き、線上に各梁鼻位置の水平距離ポイントを記入して、各ポイントより基準線からの垂線を記入した。この各垂線上に橋板上端及び鼻梁のポイントを各々記入し、橋板上端の曲線を描いた。

次に記入されている鼻梁のポイントを使い、用材の歩止まりを考慮しながら桁材等の部材を描きこんだが、桁の角度は11番桁を基準とし、後詰の納まりを検討しながら1番桁まで調整を加えた。さらに、型板作製に必要な補助部材、金具等の取付け位置、橋板、高欄を描いて仕上げた。

併せて、保存のために現寸用フィルムへの転写も行った。使用したフィルムは美鈴印刷紙(株)のMSエース#35厚さ0.35mm、巾1,540mm(基材は旭化成工業(株)のスチレンフィルム)である。

柱橋については、橋台・橋脚の取合部分を、測量値を基に描き、橋板上端曲線を描いた。次に、敷梁位置を基準に葎板下端曲線を描き、橋杭心を出して各梁の高さを決定し、桁を描きこんだ。また、反橋と同様に型板が写し取れるように、橋体側面の詳細を描きこんだ。橋杭は傾き・橋杭受石との継手・梁との仕口を、橋杭受石の三次元座標を元に詳細図を作図した。

(3) 現寸型板の作製

反橋の型板は各橋とも共通使用が可能かと思われたが、敷梁間距離が微妙に異なり、また反り高や橋脚の高さ等が違いため、第一期で作製した第3橋の型板を各工期で手直しを加える必要があった。

第二期工事の第4橋では、第1・2番桁及び中央の部材や、高欄部分の納まりについて調整を行った。第三期工事の第2橋では第4橋とほぼ同じであったが、反り高の違いにより平均木より上部の調整を行った。特に高欄斗束は、段板との位置関係による力金との納まりを考慮し調整を行った。このほかに、墨付作業の効率化や施工精度を高めるために、鞍木・助木・振止・葎板押縁等の型板を合板で作製した。

柱橋の型板は、平均木より上部の各部材について第1・5橋それぞれに作製した。このほか傾斜のある桁材の墨付に万全を期すため、合板にて型板を作製した。また、橋杭受石取合部分は詳細図をもとに型板(ひかり板^[1])を作製した。



写真 6.7-1 反橋現寸図作図状況(岩国市撮影)



写真 6.7-2 柱橋現寸図作図状況(岩国市撮影)



写真 6.7-3 現寸図フィルム転写(岩国市撮影)



写真 6.7-4 現寸型板(岩国市撮影)

注
[1] 一方の材の形状をもう一方に写し取るときに使う薄い材(写し定規にする材).

3. 木材加工

(1) 加工

多くの木部材が用いられる錦帯橋では、電動機械等による効率化が必要であり、昭和の再建時にも自動かんな機及び削機を使用している。そのため用材倉庫内に各種加工機を据付けた。

また、ハンドプレーナーや角鑿、薄切りカッターなどの小型電動工具や、伝統的な大工道具を使用したほか、電動大型手押し鉋を用いたランニングプレーナーなどの持具を使用した。

(2) 墨付・加工

用材の内、マツ・ケヤキ材は変形を考慮し、歩増しして納材されていたため、調達組合にて再製材(基本的には実寸の両側 5 分増にする)を行った。しかし、部材数が多いため可能なものは用材倉庫内で行った。

再製材を終えた各部材は、使用部位毎に仕分けして旧橋の名称に倣い番付したが、部材名の不明なものは位置が特定できるような名称をつけた。

墨付は型板等を用い、間違いの生じないように必ず 2 人以上で行った。

加工は作業効率や精度を高めるために、流れ作業となるよう分担して行った。加工を終えた部材は、用材倉庫内及び用材倉庫敷地内に設けた仮設倉庫に積み置いた。



写真 6.7-5 一面自動加工状況(岩国市撮影)



写真 6.7-6 加工状況 1(岩国市撮影)

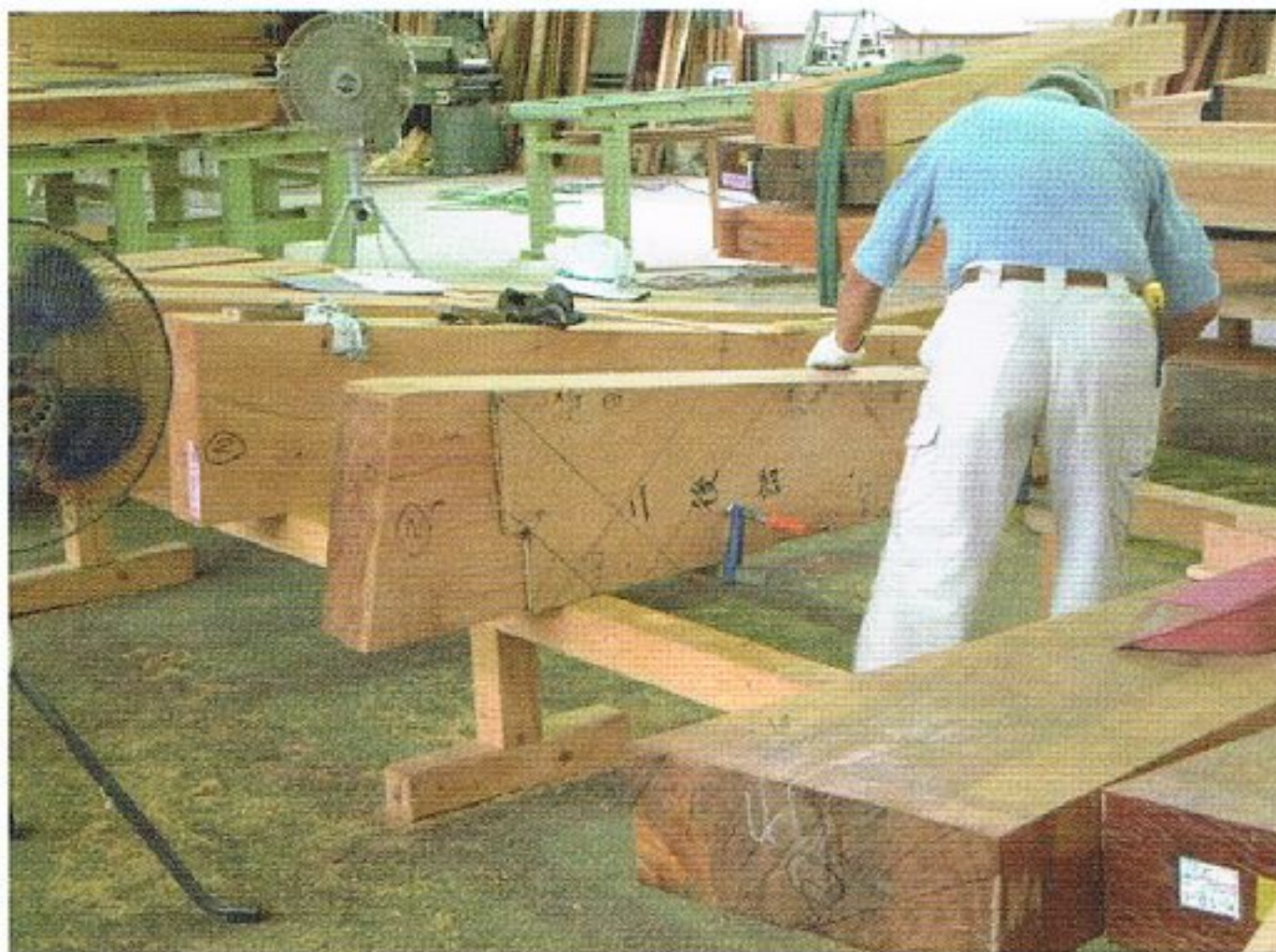


写真 6.7-7 加工状況 2(岩国市撮影)

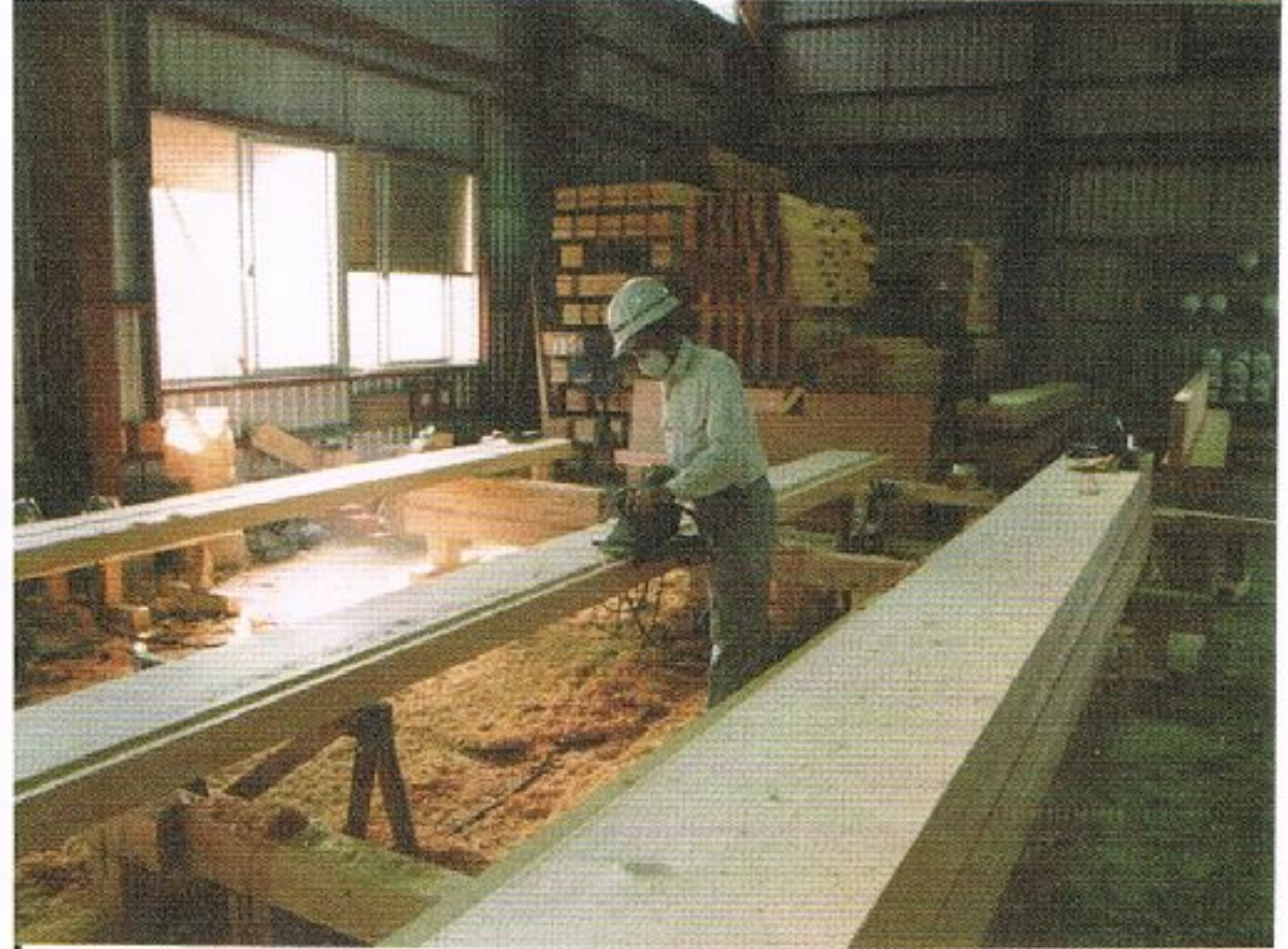


写真 6.7-8 橋板加工(岩国市撮影)

4. ^{おか}陸組

(1) 経緯・計画

陸組は、反橋の主要構造部分を現地組立前に予め陸上で仮組し、部材の馴染みや不具合を調整するためのものである。仮組とも呼ばれ、架替えの度に行われたと云われており、昭和の再建時には錦帯橋上流の空き地に加工場が設けられ、その敷地内で行われていた。

平成の架替では、用材倉庫敷地内で行い市民や観光客に公開した。

(2) 準備

陸組時の足場は、鳥居杵や単管パイプなどの一般足場材を用いて組み立て、足場面に足場板を敷き並べた。また、陸組を見渡せる場所に測量台を設置し、各鼻梁の高さを確認できるようにした。

1番桁から4番桁が嵌め込まれる桁受部分は、本橋では沓鉄が設けられており、陸組においても同様の支持鉄骨を製作し、基礎コンクリート(厚さ250mm)上に設置した。支持鉄骨は、本橋径間より片側20cmずつ広げた位置に配置した。これは本橋の沓鉄に出入りがあり、取り合う桁材等の長さを現場あわせするためである。

基礎コンクリートは、第3橋では第2・3橋脚の高さが同じであることから両端とも同じ高さにしたが、第2・4橋では橋脚の高さに300mmのレベル差があるため、片方の基礎を打ち増した。

(3) 組上・解体

昭和の再建時の写真を確認すると、桁材は9番桁まで後詰は6後詰まで組み上げていた。平成の架替では10・11番桁についても交互に取付けて馴染みを確認し、平均木も取付けた。組上時の鼻梁の

高さは、各鼻梁の上端高を記した間竿を用いて確認し、これを本組でも使用した。

そのほか鞍木や助木の墨付や振止の仮付け、葺板の割付と栈木の位置決めを行った。

組立・解体は継手・仕口に毀損が生じないように慎重に行い、解体した部材は本組を考慮し仕分けて積み置いた。

(4) 陸組時の検討

陸組は、主要構造部材の組み合せ確認がもっとも重要であると考えられていたが、鞍木や助木・振止といった補助部材や、桁巻金の寸法確認をするために、とても重要な作業であることが分かった。振止は、各取付き部において助木・鞍木との納まりが異なり、振止交差角度が多岐に及ぶため採寸が必要であった。第一期工事では各構格(桁組と後梁)の対角を心として採寸したが、第二期工事では昭和の流失写真及び古図面に倣い、補助部材の取合う部分ではそれと後梁による対角を心として採寸した。第三期工事では二期の経験を踏まえて事前加工した部材の形状合わせのみ行った。



写真 6.7-9 陸組作業状況 1(岩国市撮影)



写真 6.7-10 陸組作業状況 2(岩国市撮影)



写真 6.7-11 陸組見学会 1(岩国市撮影)



写真 6.7-12 陸組見学会 2(岩国市撮影)

5. 防腐処理

(1) 経緯

昭和の再建時の防腐処理は、ペンタクロール・フェノール・ナトリウム塩(P・C・PNa)5%水溶液(三井化学製)を圧入後、固着剤(硫酸アルミニウム(17%)特一号 日新化学製)を塗布している^[1]。また、昭和 42・43 年度の高欄取替時及び橋板張替時には、当時の仕様書にキシラモンヘル(武田薬品製)をソルベイ・トンネル工法にて処理したと記されており、その後も維持管理のためキシラモン TH 及びキシラモン TR を塗布していた。

(2) 計画

平成の架替で、防腐剤に求められたことが2点あった。1点目は、錦川が鮎の生息する川であるため出来る限り自然に優しい防腐剤であること。2点目は、錦帯橋が素木の橋であるため処理後なるべく木材本来の色を変化させないことである。

設計に際し検討した結果、材料は前述の基準を満たしている加州テクノのフォーリストミューズと、武田薬品工業生活環境カンパニー(以下、武田薬品、現日本エンバイロケミカルズ(株))のファーストガードK、もしくは同等品以上を用いる仕様とした。

また、処理はヒバ材を除く全ての部材に刷毛塗3回とし、ヒバはヒノキチオール働きにより元来防腐効果を備えているため、防腐処理は行わないこととした。

(3) 施工

防腐剤は、ファーストガードK(一般名ファーストガードプラスW)を用いることとした。

武田薬品には「水性キシラモンファーストガードWR」という木部防腐防虫防蟻剤があるが、錦帯橋のような厳しい環境にある構造物では効力の持続性の点で適当でなかった。このため、同社が成分の一部を変更して錦帯橋のために開発した薬剤がファーストガードKである。

ファーストガードKは、防蟻成分を天然系(カプリン酸)とし、防腐成分を合成系(IPBC^[2])として良い点を合成したハイブリッド製剤であり、成分のうちヒバ抽出油は防蟻助剤として用いられ、溶剤はウコン抽出液を含むアルコール系溶剤を配合している。比重は0.856(20℃)、引火点は125℃である。

以下、平成16年6月『文化財の虫菌害 第47号』(財団法人文化財虫菌害研究所(当時))に掲載された成分説明を抜粋し記述する。「カプリン酸(デカン酸)は、酢酸やオレイン酸、リノール酸と同じ脂肪酸類に分類され天然に存在する。工業的にはヤシ油やパーム油から得られる。また、食品衛生法上の食品添加物(脂肪酸類)としても収獲されている。天然という安全なイメージのみが先行しがちであるが、天然だから安全ということではなく、基礎的な安全性データを取得した上で利用を決定している。

防腐成分IPBCはアメリカでは1975(昭和50)年にEPA(環境保護庁)に登録され利用されている。1997(平成9)年に化学の進歩に合わせて安全性に関する見直しが行われ結果が公表されている。これら結果やメーカーから得られた安全性に関する様々なデータより利用を決定している。」

防腐処理は当初刷毛塗りとしていたが、刷毛塗りでは一度に部材全面に塗布するのが困難なため、湿乾に差が生じて部材が変形することが懸念された。このため浸漬槽を設けて浸漬処理を行い、極力変形が少なくなるようにした。

浸漬槽は、コンクリート型枠用合板を用いて組み立て、鋼管パイプを外周に設けて合板継目をシーリング処理した。槽内部には衝撃緩衝材となる発砲ウレタンフォームを張り、その内側にポリエチレンシートを張った。槽は大小2種類設け、大きい槽は8.54m×0.6m、小さい槽は3.0m×0.84mで深さは双方とも0.45mとした。

場所は用材倉庫内に確保し、床面にポリエチレンシートを敷き、浸漬ヤードと積込ヤード(積込み、乾燥を行うスペース)を設けた。なお、消防法上で危険物第4類第3石油類危険等級Ⅲ非水溶性にあたるため、作業場所に消火器2本を設置し、換気のため入口に業務用の換気扇を置いて対処した。

浸漬時間は刷毛塗り3回と同性能を発揮するようにメーカーにて試験を行い、ケヤキ材とヒノキ材は3分以上、マツ材は10分以上とした。

材の移動は用材倉庫に設けられていた天井クレーン及びフォークリフトを使用し、処理を終えた材は積込みヤードで約1週間乾燥させ、用材倉庫屋内及び屋外に設けた仮設倉庫に積み置き本組に備えた。

本組時に加工が生じる部分は、適宜刷毛塗りを行って未処理部分が無いようにした。

防腐処理された部材の汚れの除去には、溶剤であるエタノールを用いた。

(4) その他の防腐処理

高欄の枕木及び杓木は高欄全体を支持する部材であり、他の部材に比べて高い防腐性が求められたため、前述の処理によらず、サイプロ樹脂^[3]を加圧注入処理^[4]した。この処理を行うと防腐性の向上

のほかに寸法安定性なども向上するが、重量が増加するという欠点もあった。しかし、前述部材は細かい部材であり、橋全体の重量から見ると僅かな増加しかならず、問題はないと判断した。

処理はメーカー工場(山口県防府市、中村通産㈱)で行った。耐圧缶の中に材を入れて缶内部を減圧し、サイプロ樹脂を加圧注入し、取り出して1週間程度自然乾燥させた。JIS A9002(木材の加圧式防腐処理方法)では注入量を 200kg/m^3 とすることとなっており、工場で注入処理に立会し 400kg/m^3 を超える注入量を確認した。

処理後は多少白化が見られたが、他の高欄部材との色合いの差はさほど気になるものでもなかった。

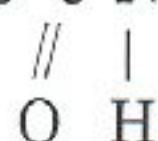
注

[1] 名勝錦帯橋災害復旧工事仕様書第六節、及び名勝錦帯橋再建記 pp.111～122 による。

[2] IPBC の化学名及び構造式は下記の通りである。

化学名：3-Iodopropargyl-N-butylcarbamate

構造式： $\text{I}-\text{C}\equiv\text{CH}_2-\text{O}-\text{C}-\text{N}-\text{C}_4\text{H}_9$



[3] 正式名：サイプロピン、中村通産㈱、成分はポリエチレングリコール、ユリア系熱硬化性樹脂

[4] 処理全体をサイプロ処理と呼ぶ。

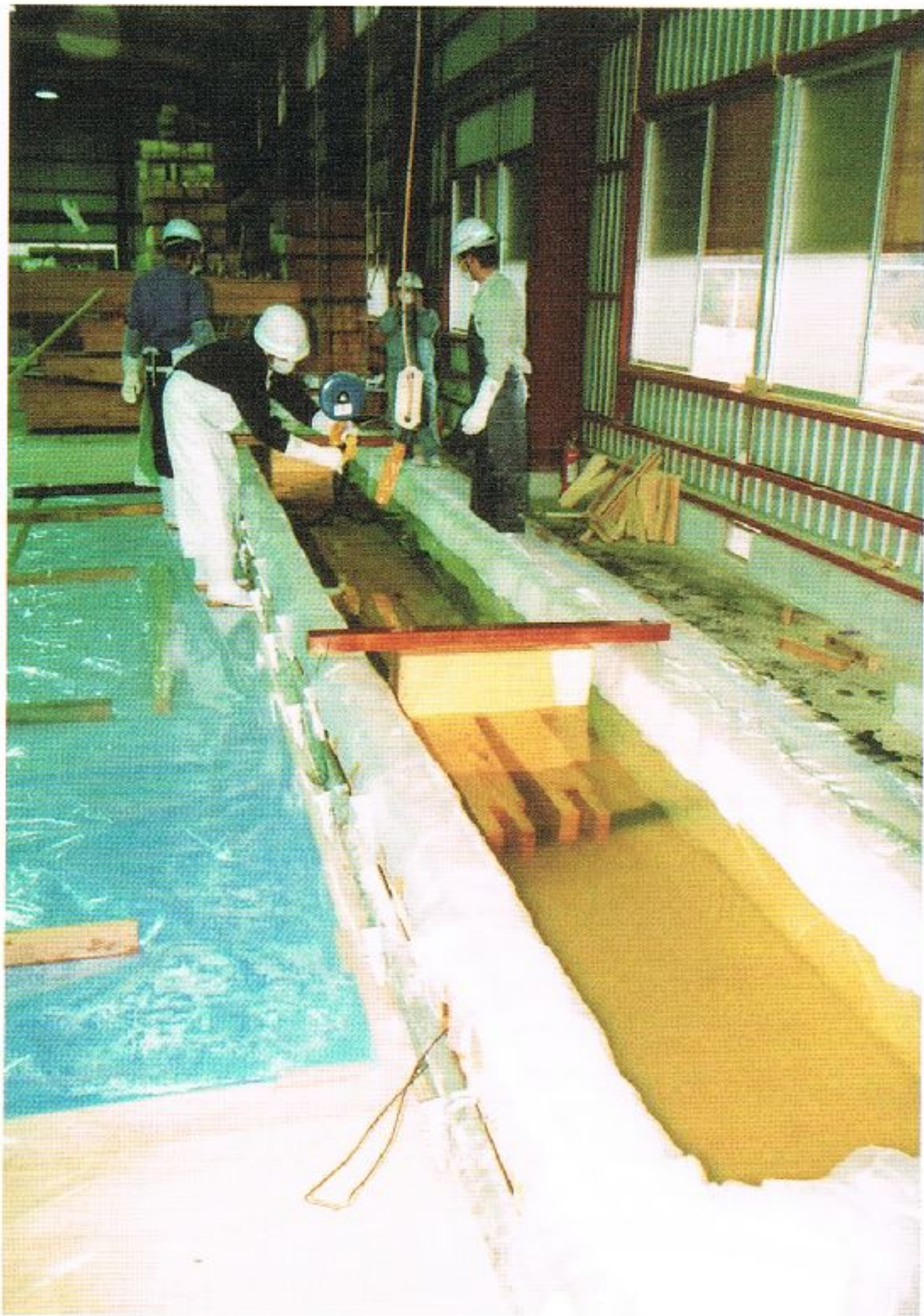


写真 6.7-13 防腐処理作業状況(岩国市撮影)

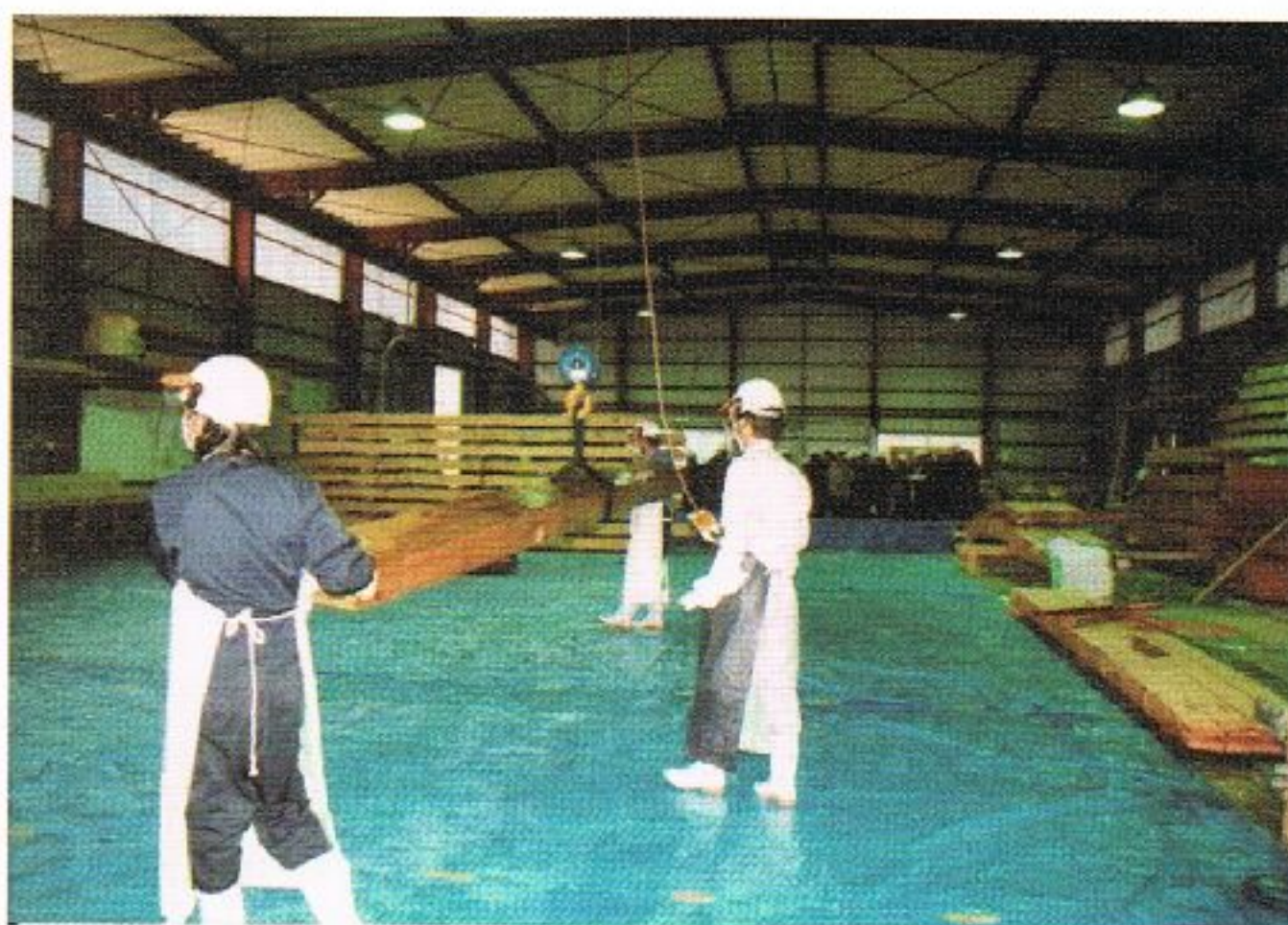


写真 6.7-14 用材倉庫内防腐処理スペース
(岩国市撮影)

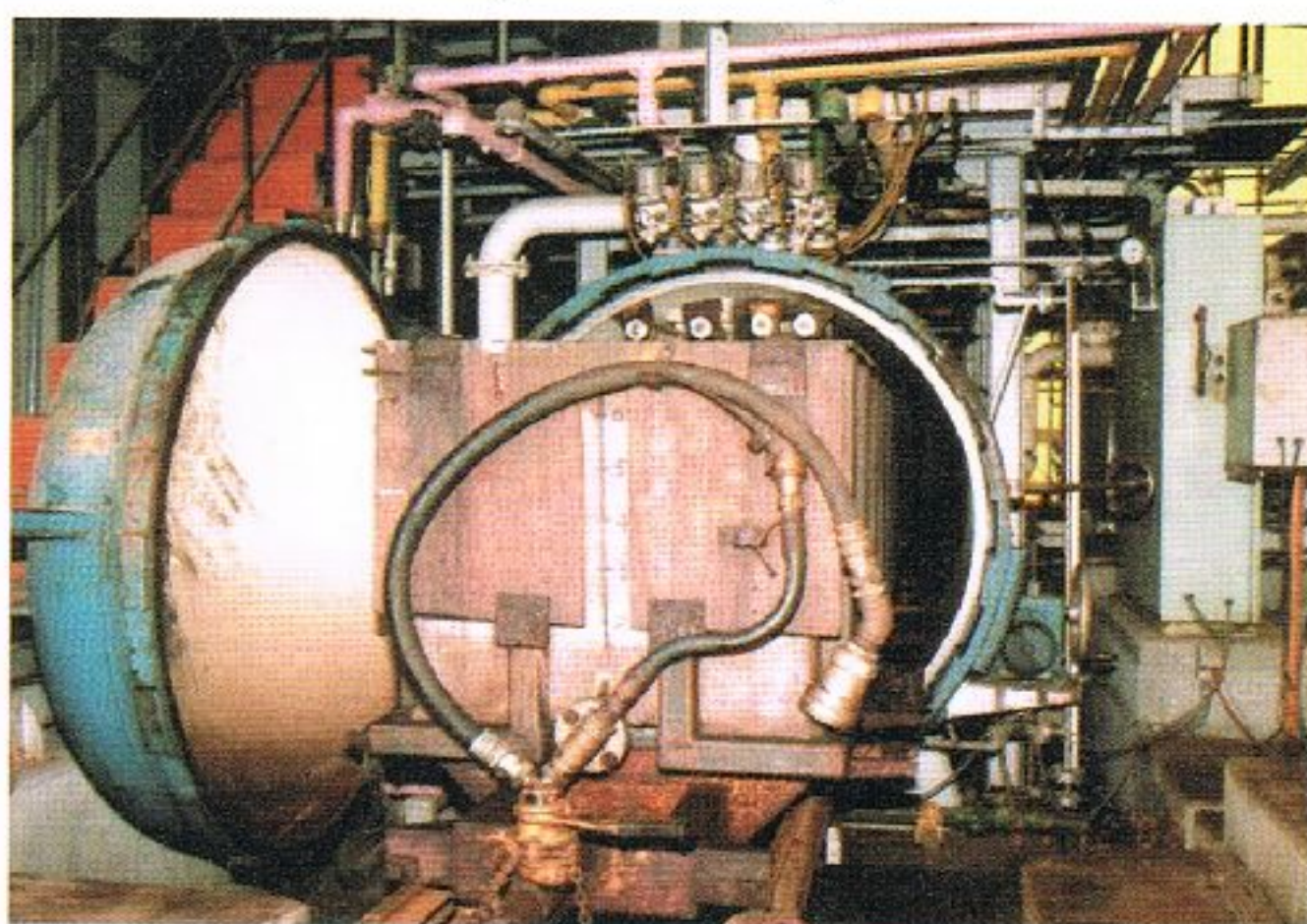


写真 6.7-15 サイプロ処理耐圧缶(岩国市撮影)

6. 現地作業ヤードの建設

(1) 計画

現地作業のための作業ヤードは工期を3期に分けて渇水期に行うため、その工期ごとに設置・撤去を行う計画とした。

第一期工事区域は、第3橋下部一体を作業用地とし、第2橋脚付近まで搬入路を設置し、河川敷駐車場利用者の安全確保のために第1橋脚付近から安全柵を設け、架橋工事中の通行を確保するため、上流側に迂回路を建設する計画とした。

第二期工事区域は、錦見側河川敷から錦川を渡る進入路を確保して、第4・5橋下部一体を作業用地とし、河川敷駐車場利用者の安全確保のために第1橋脚付近及び横山側作業用地周辺に安全柵を設け、架橋工事中の通行を確保するため、上流側に迂回路を建設する計画とした。

第三期工事区域は、錦見側河川敷の錦見側橋台脇階段から第2橋脚付近までを作業用地とし、河川敷駐車場利用者の安全確保のために安全柵を設けて区画し、架橋工事中の通行を確保するため、上流側に迂回路を建設する計画とした。

(2) 施工

上記基本計画に倣い実施計画を立案し、修正協議を重ねながら施工をおこなった。

第一期工事の作業ヤード設置は、錦川の流水を遮るために1t土嚢を用いて仮止め水堤防(1t土嚢2重積、約0.5～1.0m間隔で並べ、そこに川砂利を土嚢天端まで充填)を流速の遅いほうから順に設置した。この後、河川砂利を運搬して盛土整地を行い、作業ヤード並びに工事用進入路を造成した。工事用進入路には、増水時に第2橋下を流れてくる水を通すためφ1.0m、長さ2.0mのヒューム管を3本連結したものを2通り設置した。作業にあたっては、安全確保のため作業ヤード周辺に高さ1.2mの仮囲いを設け、安全保安員を常駐させた。

第二期工事は、錦見側(左岸側)下河原より横山側(右岸側)までの工事車両進入路が、錦川の主流部分を通過する形となるため、仮設栈橋を設けることとした。栈橋は幅3.0m、長さ56.0mでもっとも高い部分で2.2mの床面高とし、基礎橋脚部は現場コンクリート打ち、上部工はH型钢の上に覆工板を敷き込んだ。

作業ヤード上流部には、錦川の流水を遮るために1t土嚢等を用いて仮止め水堤防(1t土嚢2重積、一部3重積で2段積みの下手に高さ1.5m、幅4.0mの土羽をブルーシート養生)を設置した。この水堤防の下流部(第4・5橋下流部)を盛土転圧し作業ヤードを設けた。中央には水堤防を抜けてくる水を排水するため幅1.0mの水抜き水路を設けた。作業ヤード周辺部には仮囲いとして高さ1.8mのフェンスバリケードを設けた(下流部分のみは単管バリケード)。なお、第二期工事より工事見学者が予想以上に増えたため、仮囲いバリケードに架替事業の説明資料を掲示して周知に努めた。

第三期工事は、錦見側の河川敷で流水がもっとも少ない部分を工事区域とするため、仮止め水堤防や作業ヤードの工事なども他の工期に較べて全てスムーズに進行した。錦川の流水を遮るために、上流部分の錦見側護岸より20m付近まで高さ60cmの砂利盛土を行いそこから第2橋脚部分までは1t土嚢等を用いて仮止め水堤防(第一期工事と同形式で土嚢積み、土嚢間の中央部に1t土嚢を重ね置き)を設置、第2橋脚部より下流方向に向かっては1t土嚢を20m程度並べた。作業ヤード周辺には仮囲いとして高さ1.8mのフェンスバリケード及び単管バリケードを設置した。また、周辺整備工事との取合いにより、仮囲いやバリケードなどは適宜設置場所を盛り変えた。

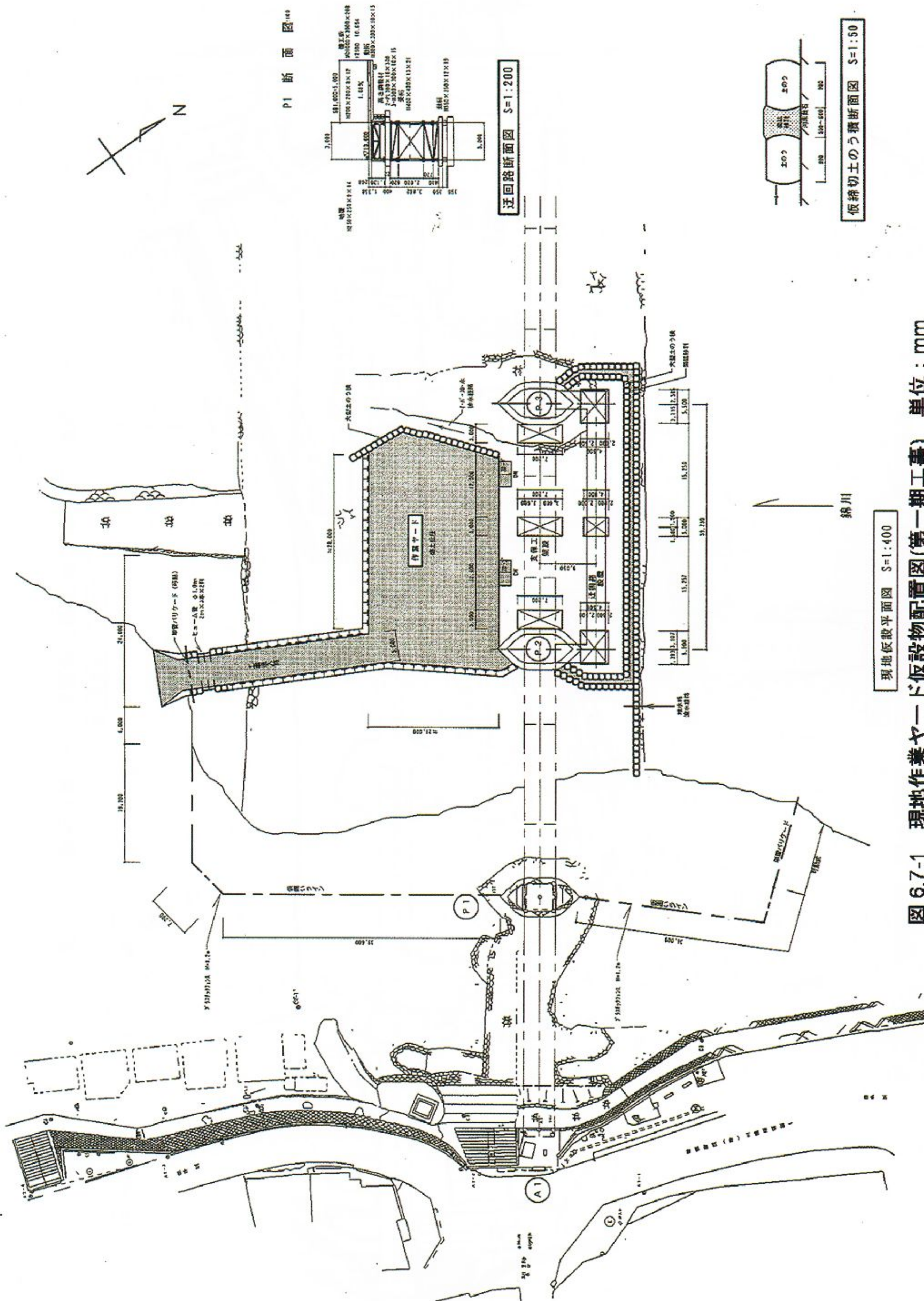
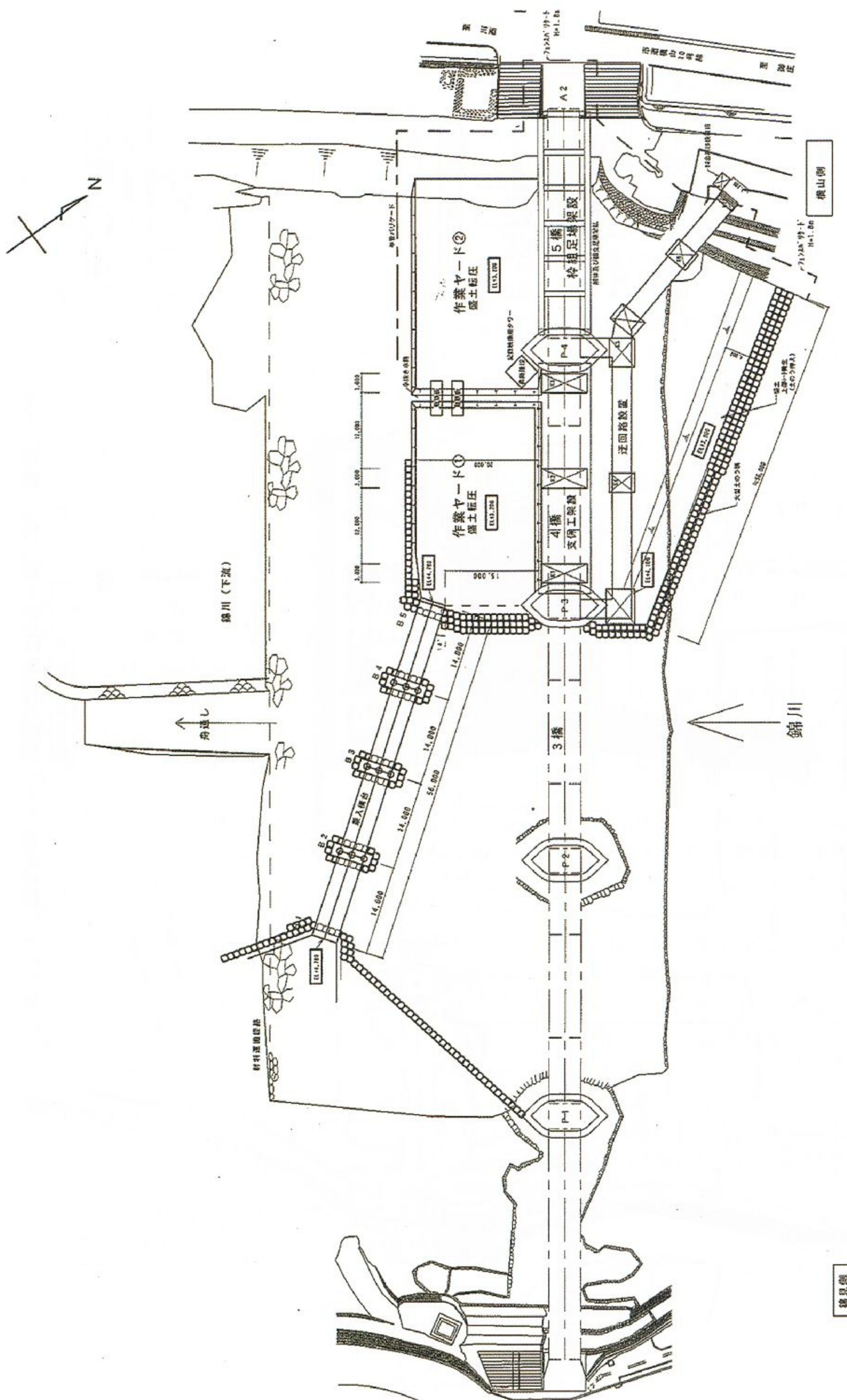
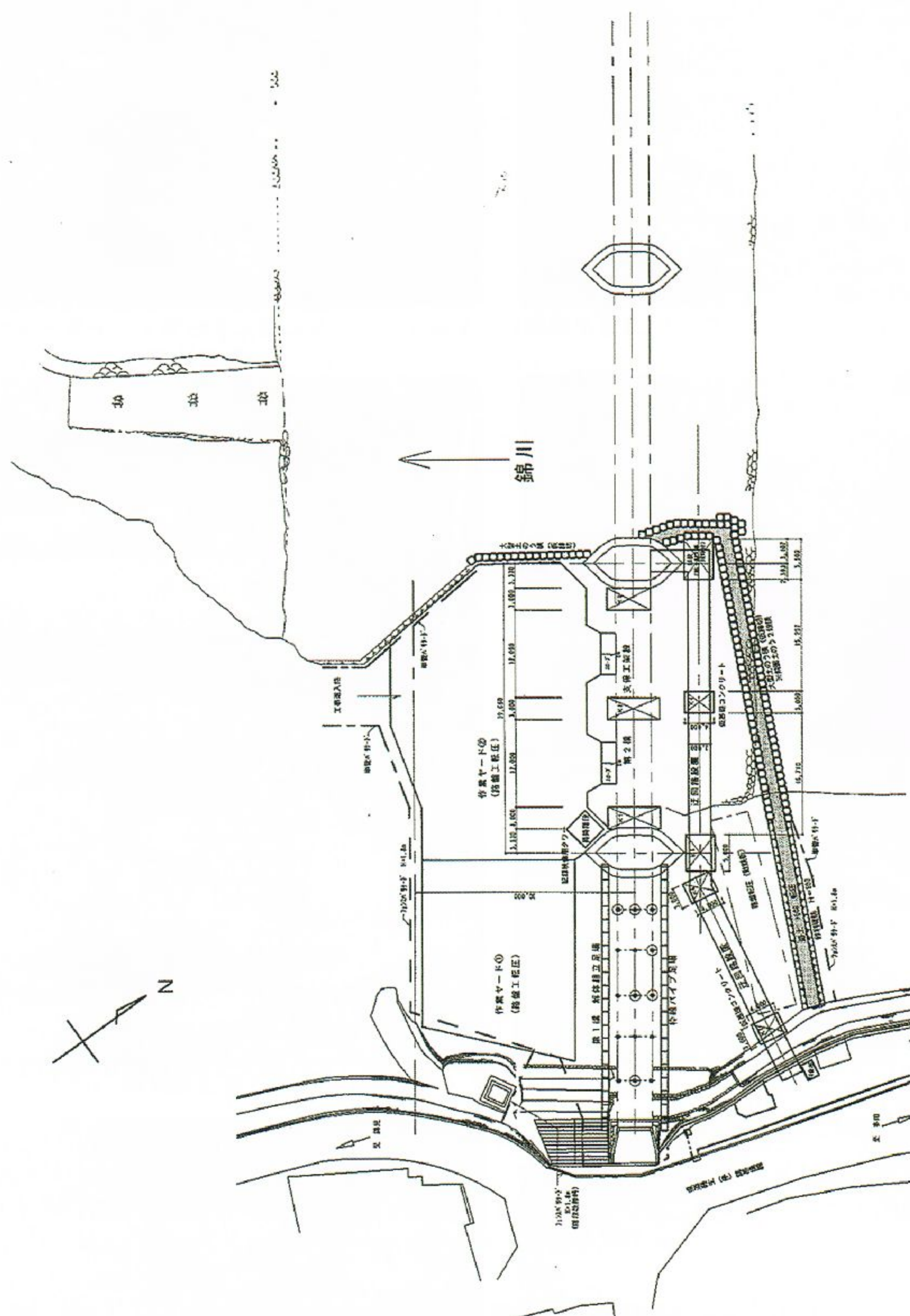


図 6.7-1 現地作業ヤード仮設物配置図(第一期工事) 単位: mm



現地仮設平面図 S=1:400

図 6.7-2 現地作業ヤード仮設物配置図(第二期工事) 単位: mm



なお、各工期とも工事に使用した 1t 土嚢や作業ヤード等の砂利は、錦帯橋下流 300m 付近より採取した。使用した砂利は工事完了までに元の場所に復旧した。

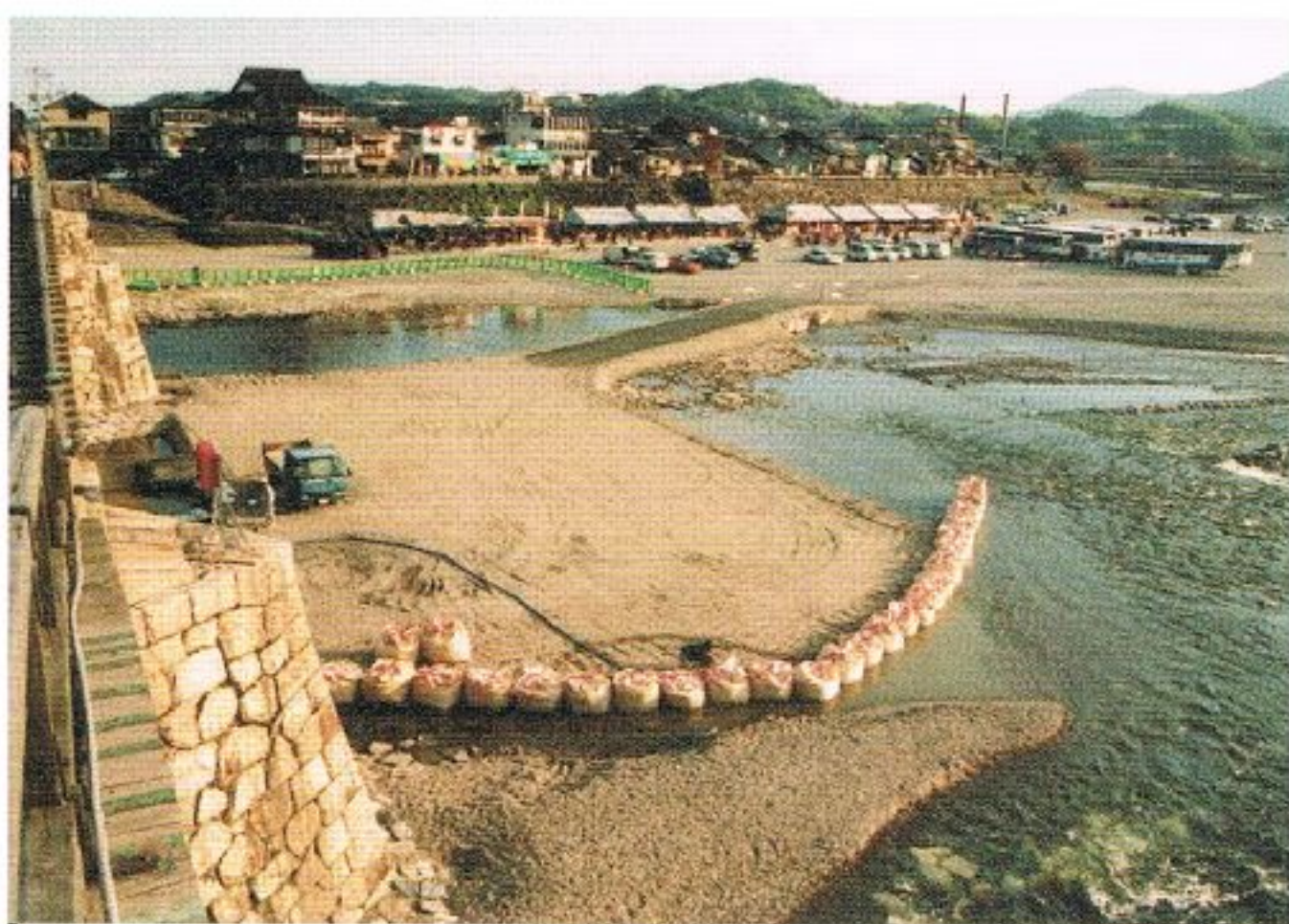


写真 6.7-16 第一期工事作業ヤード(岩国市撮影)

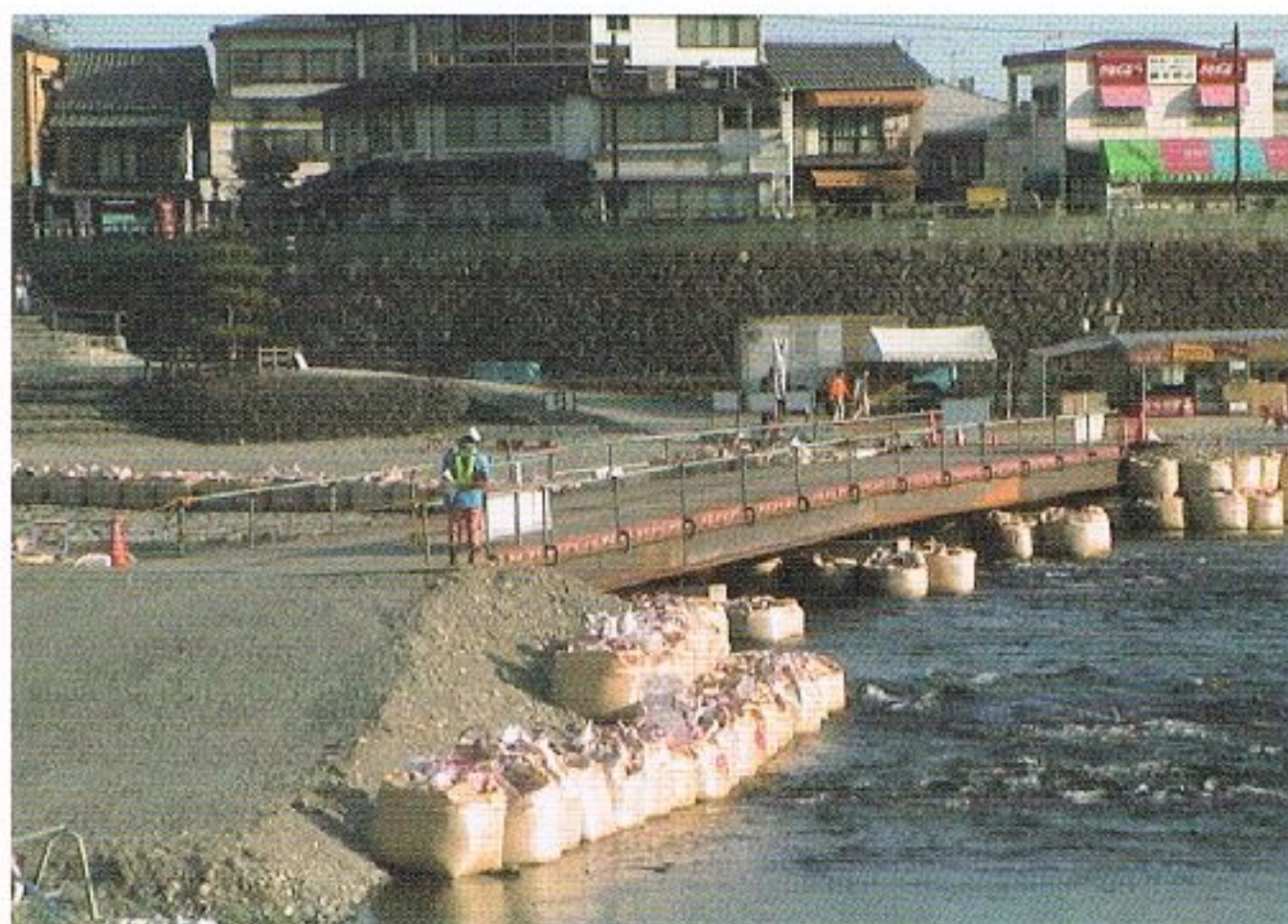


写真 6.7-17 第二期工事作業ヤード乗入鋼台設置
(岩国市撮影)



写真 6.7-18 第二期工事作業ヤード(岩国市撮影)



写真 6.7-19 第三期工事作業ヤード(岩国市撮影)

7. 迂回路

(1) 経緯

当初、架替工事に伴い全長に渡る仮橋を設置しようとしたが、設置位置や強度などの問題があり、河川許可を得る構造とするにはかなりの費用が伴うため、仮橋の設置は中止した。しかし、錦帯橋は岩国市の観光のシンボルであるため、橋を渡れない時期が発生すると観光客の激減が懸念された。そこで常時錦帯橋を渡れるように配慮を行い、各工期毎に工事部分を迂回する仮設橋(迂回路)を設けることとした(図-6.7-1～3 参照)。

(2) 計画

各工期とも作業ヤードを錦帯橋の下流部分に設置するため、迂回路は上流側に設ける計画とした。河床敷石を養生した上でコンクリート基礎を設け、鉄骨製の柱や梁で組まれた構造の橋梁を本橋橋脚に接続することとした。

第一期工事では、第 3 橋両端の橋脚間に設け、第二期工事では、第 3 橋脚から横山側(右岸)護岸の鵜飼広場に、第三期工事では、第 2 橋脚から錦見側(左岸)護岸の橋詰公園付近に取り付けることとした。また、迂回路設置に伴い既設物が障害となる場合は、撤去・復旧を行うこととした。

(3) 施工

上記計画に倣い施工計画を立案し、河川管理者(山口県)の許可を得て着手した。反橋部分は各工期

とも同じ形式で架設を行い、第二期工事の第 5 橋部分は第 4 橋脚部から一部を階段として横山側鵜飼広場へ取付け、第三期工事の第 1 橋部分は第 2 橋脚部から錦見側橋詰公園部分に取り付けた。これに伴い、第二・三期工事では料金所を移設した。

支保工の基礎は河川内に設けたが、河床は全面石張りであり目地はモルタル詰めのため、目地部分にアンカー孔を削孔し異形棒鋼(D22)を打ち込み基礎の滑り止めとし、河床敷石養生のためポリエチレンシート(岩谷マテリアル㈱, 厚さ 0.15mm, 巾 400cm)を 2 枚以上重ね、その上に型枠を組み立て、コンクリートを打設した。基礎の大きさは支保工に合わせたが、基礎厚は 50cm 以上となるように留意した。

支保工はパイプ支柱システム(ヒロセ㈱, RORO)による四角塔式支保工とした。脚部最小の四角支柱は $2\text{m} \times 3\text{m}$ で、支柱は $\phi 152.4\text{mm}$ で 1 本当りの許容鉛直荷重が 50t の枠組として上下に H 型鋼(H350 $\times$ 350 $\times$ 12 $\times$ 19)を架渡し、スピンドルジャッキをもって高さ調整を行った。本橋橋脚取合部分や階段及び護岸取付き部分は H 型鋼(H300 $\times$ 300 $\times$ 10 $\times$ 15)等を使用して現地の状況に合わせた。基礎コンクリートと H 型鋼の接合は差筋アンカー溶接(H 型鋼とアンカーを溶接)に加え、打込み式アンカー $\phi 16\text{mm}$ を溶接し固定した。鋼材間の接合はボルト止めと締付け用チャック(RORO 用)を使用した。

上部工はヒロセ㈱のプレガーダー橋を使用した。プレガーダー橋の主桁材は I 型鋼(高 1.13m)を繋ぎ長さ 22m としたもので、これを左右に配し、この間に横鋼及び対傾鋼を組み込んで補強したものである。床面は覆工板(3m $\times$ 1m $\times$ 厚 208mm)を用い、歩行者の安全確保のために滑り止めサンドを付着させた。防護柵の手摺部分は、温かみを出すため木製(ヒノキ材)とした。迂回路の総延長は第一期から第三期までで 225m となった。

そのほかに第二・三期工事では、第 2・3 橋脚天端の敷石張替えを行うため、橋脚上に浮かす形で仮設通路を設けた。構造は張替面をまたぐ形で梁枠を架渡し鋼管を組み、木製足場板を敷き並べた。第二期工事では土・日曜日などに、この部分(通路巾約 1.0m)付近で見学者が混雑したため、第三期工事では通路巾を 1.5m に広げた。



写真 6.7-20 迂回路設置作業中(岩国市撮影)

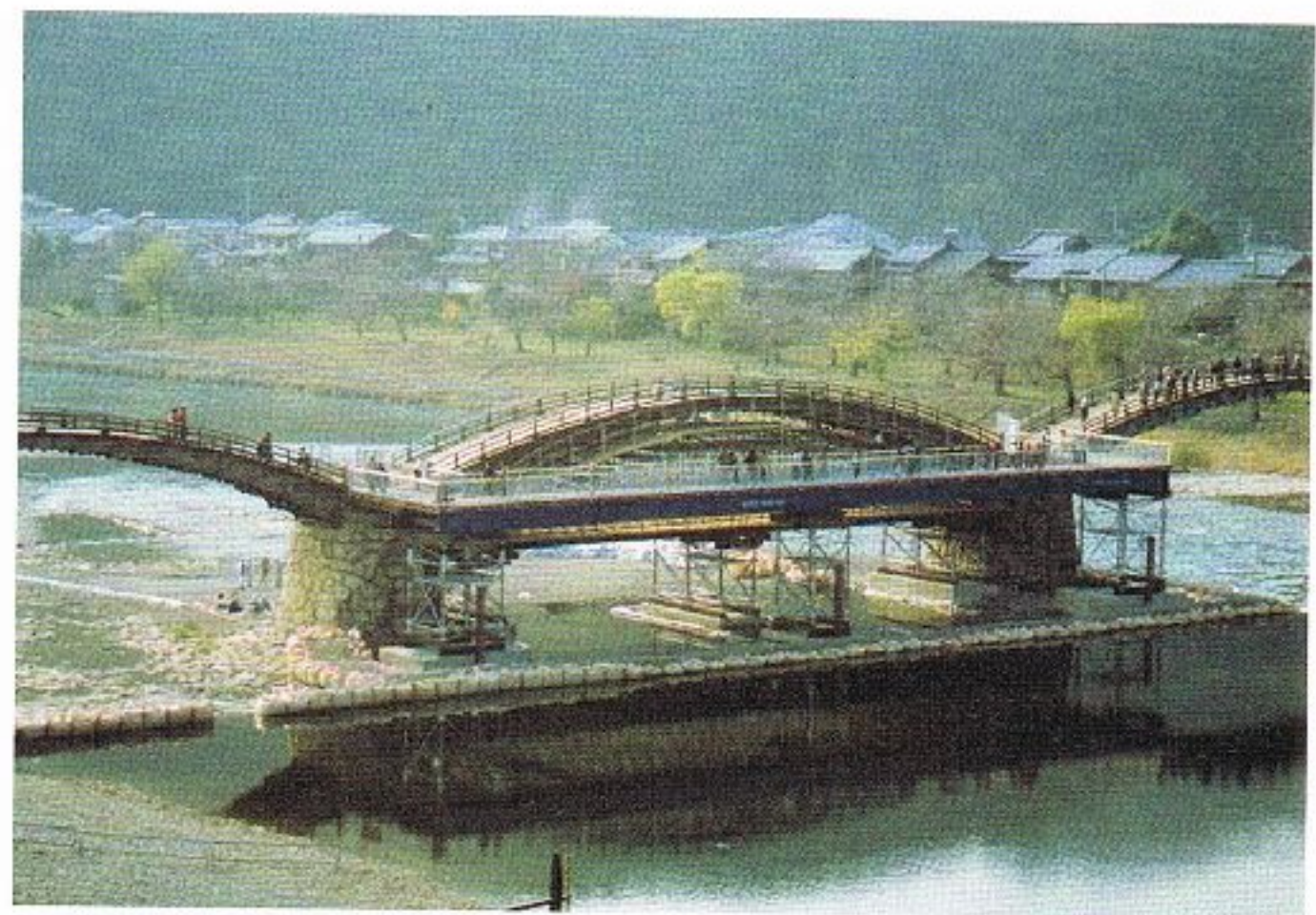


写真 6.7-21 第一期迂回路(岩国市撮影)

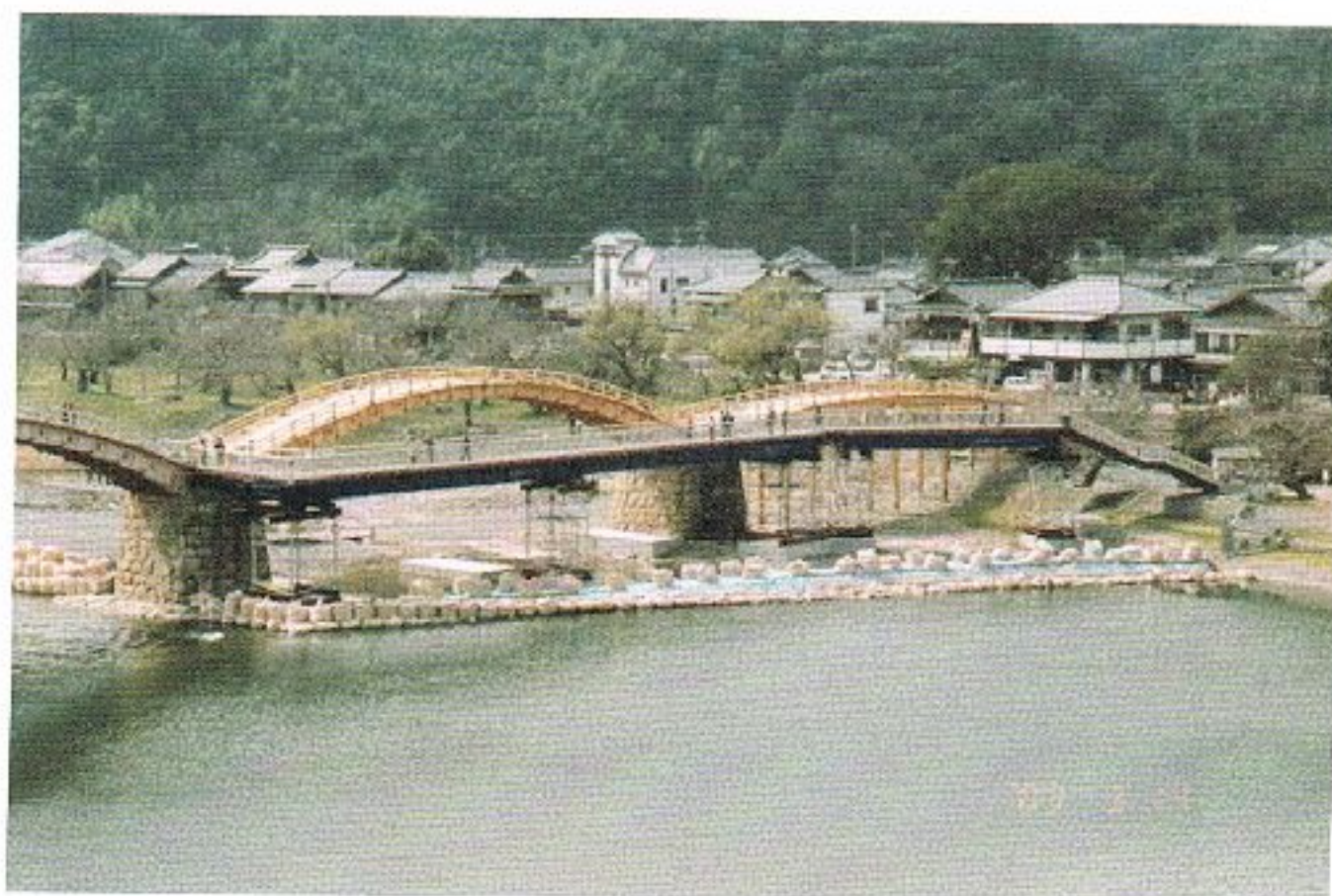


写真 6.7-22 第二期迂回路(岩国市撮影)

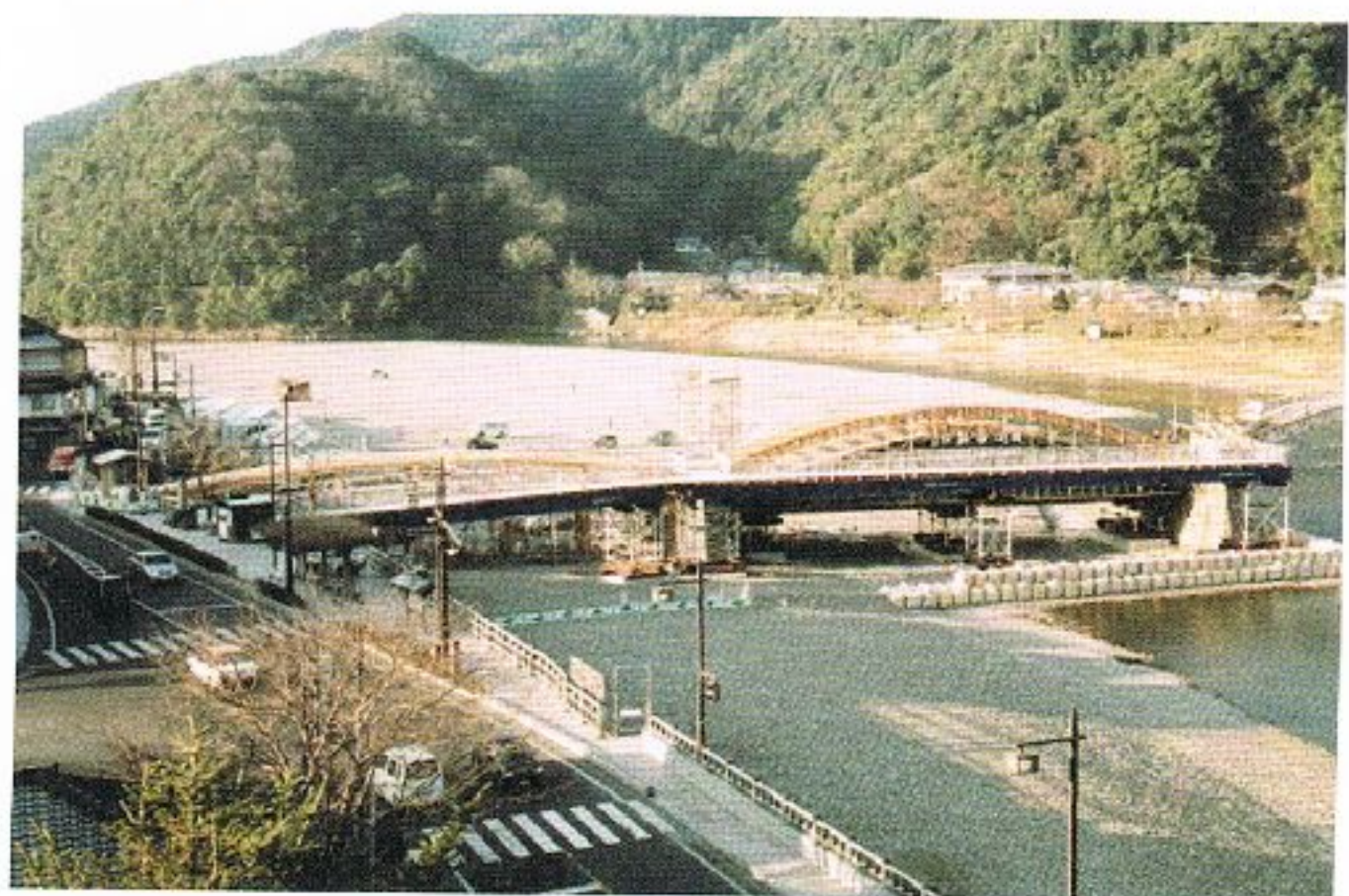


写真 6.7-23 第三期迂回路(岩国市撮影)

8. 架橋支保工及び作業足場

(1) 計画

支保工はパイプ支柱システム、桁・梁組はH型鋼既製品とし足場板を全面に設け、その上部にパイプサポート材等で作業床を設置する計画とした。

第1・5橋の仮設足場は、橋杭建ち上げ後、単管・鳥居枠等の仮設資材を用いて設置することとした。

(2) 施工

第2・3・4橋の反橋は形状及び橋脚間の寸法に多少違いがあるが、ほぼ同じ工法で施工した。第1・5橋は一般足場材(鳥居枠や鋼管パイプなど)を用いて作業足場を組み立てた。第二・三期工事では、記録映像の撮影に対応できるように昇降タワー(3.757m×3.685m, H≒13.4m)を設けた。

支保工のコンクリート基礎は、迂回路支保工と同工法で1橋当たり3箇所設けた。支保工下部工も迂回路と同じ構造で、6本組四角塔式のパイプ支柱システムを用いた。基礎工の心々は中央より2分割で約15mとし、上部工の受梁(H400×400×13×21mm)を5列架渡した。

支保工の上部工は、作業床を橋梁アーチの弧形に合わせる必要があるため、多様な形状に対応が可能な支保工(川鉄機材棚, 重量型枠用支保工, クロスサポート)を使用した。この支保工はクロスブレース構造の四角塔方式で、水平力に対して高抵抗性を有する。

作業床の受根太材は、木製角材(ヒノキ材, 90×90mm)を90cm間隔で本橋のアーチ角度にあわせて設置し、作業床は、厚35mmの木製足場板を全面に敷き込んだ。作業床の全幅は、8mとし両側に1.5mの通路を設け、迂回路側の手摺には升目100mm程度の飛散防止用の安全ネットを、下流側には升目30mm程度の安全ネットを設置した。この升目の違いは、迂回路から工事が見学しやすいよう配慮したものである。

橋脚に近い部分は作業床が急勾配となるので、足場板上に栈木を打って滑り止めとした。また、本組時に使用する測量ポイント(本橋中心より3.5m)を見通せるよう配置した。

第1・5橋は、一般の枠組足場と鋼管パイプを併用した。ただし、地組した橋杭部分(橋杭, 橋杭貫, 梁)を重機で吊り込む際に足場があると作業の障害となるため、当該部分は橋杭部分設置後に足場の整備を行った。



写真 6.7-24 支保工設置状況(岩国市撮影)



写真 6.7-25 パイプサポートシステム組立
(岩国市撮影)



写真 6.7-26 昇降タワー設置(岩国市撮影)

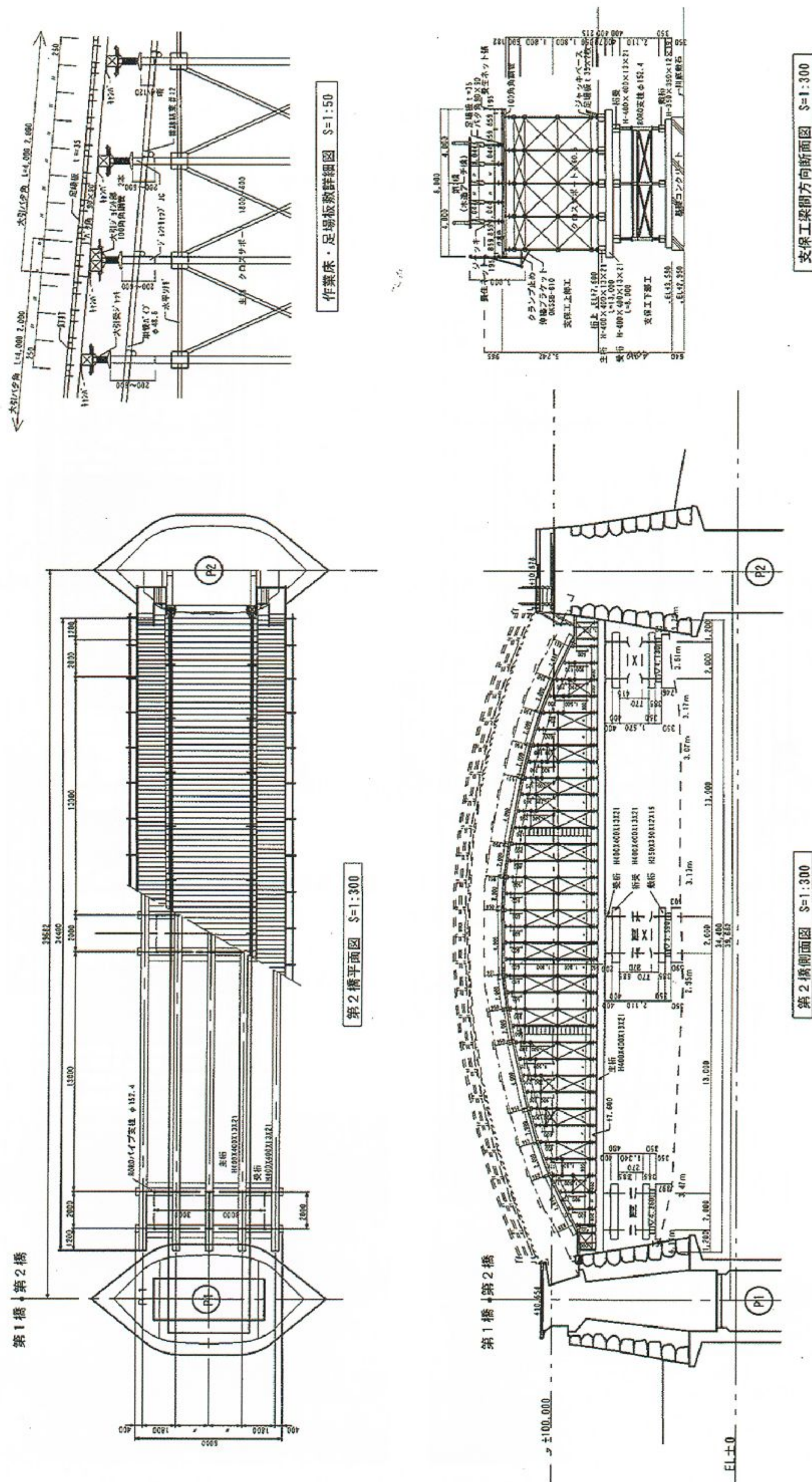


図 6.7-4 反橋支保工・作業足場施工図 単位: mm

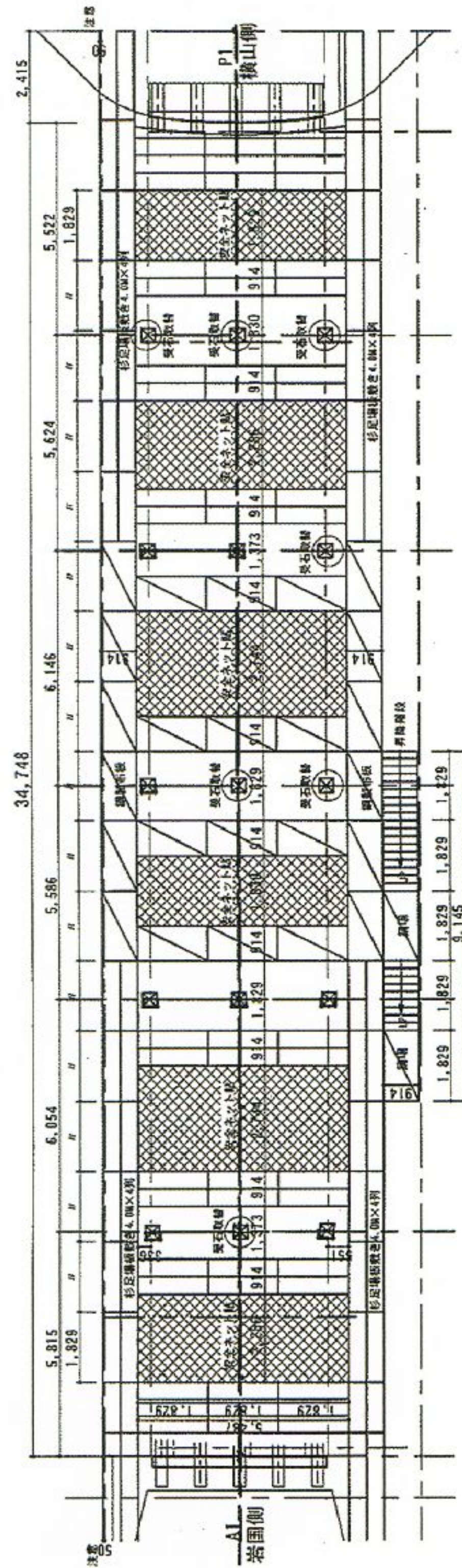
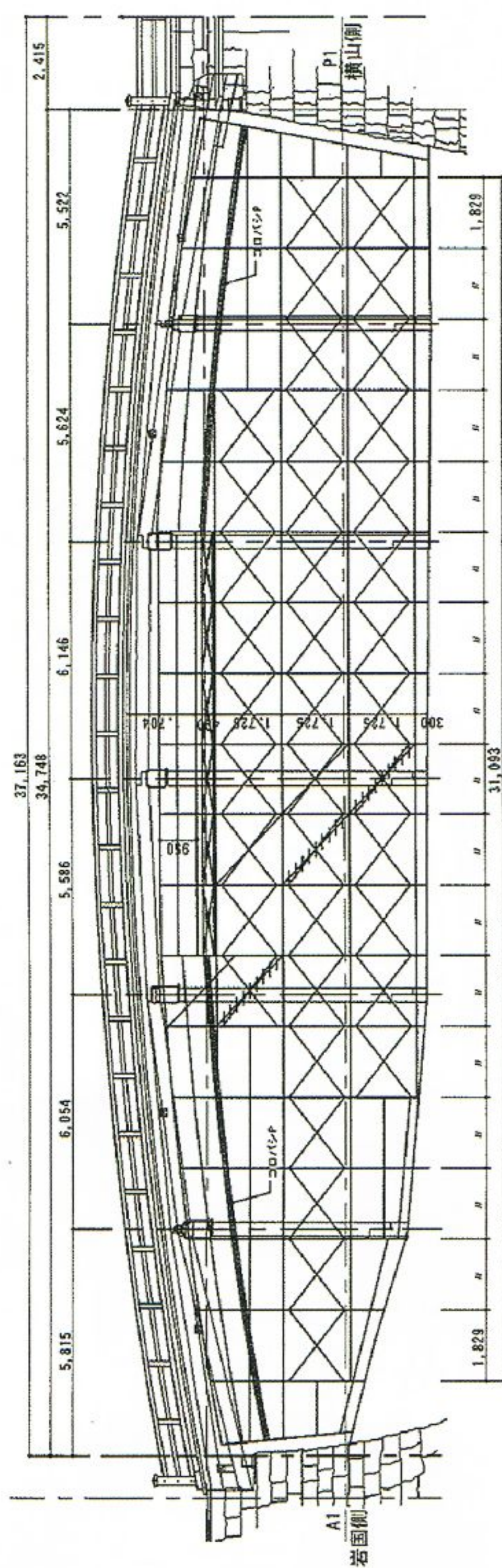


図 6.7-5 柱橋作業足場施工図(第1橋) 単位: mm

9. 旧橋の解体

(1) 計画

現地解体は全ての工事を渇水期内に終えるために、他の作業工程への影響を最小限にする必要があった。

反橋はケヤキ材が多く用いられている桁組に多数の金具が取り付けられており、その撤去にかなりの時間を要することと、弧形の足場上での危険作業を回避するため、資料として保存する部分を除き、構造部分をチェーンソーにより幾つかのブロックに切断し、別地に搬送して詳細に解体することとした。第三期工事では強度実験を実施することやアーチ桁の1組を試料として残すことから、第2橋全てと第1橋の高欄材などの化粧材は手ばらしすることとした。柱橋は構造部材が大きいので部材ごとにクレーンを用いて解体することとした。

(2) 施工

解体工事は強度実験と並行して行ったが、実験では拱肋を構成する部材の働きを調査するために、部材を順次取外して載荷した時の変形等を測定したので、解体順序は実験との調整が必要であった。

解体は親柱笠木を再利用できるように取り外し、高欄を手ばらしした。次に側面の葎板と橋板を撤去した後、構造部材を解体した。

(3) 旧部材の再利用

現状変更の許可を受けるにあたり、旧部材の再利用を図るよう指示があったため、構造材では第5橋の桁材を同橋の葎板受木として再利用し、高欄材では第一・二期工事で解体した高欄土台の状態の良いものを、第5橋の高欄斗束に利用した。これにより当該部材の新材は、今後の維持管理における補充材として保管した。

(4) 解体材の処理

再利用を行うもの以外の解体材の処理は、錦帯橋修復検討委員会に諮り取決めた。その結果、加工端材や解体材はオークションで販売することとなった。ただし、研究・実験や展示保存のため必要な部材等は別途確保した。

「錦帯橋材オークション」は、各工期終了後の5月に開催した。第1回目は開催日を1日としたが好評だったため、第2・3回目は2日間に渡って開催した。来場者数は1回目2,000人、2回目3,800人、3回目3,000人で合計8,800人という市内外から多くの錦帯橋ファンが来場し、売上金額が総計1,900万円余り、純益が約1,200万円となった。出品した部材には「平成の架替 錦帯橋」という焼印を押し、これがまた好評を博した。売上は錦帯橋基金に繰り込んで、事業費に充てた。

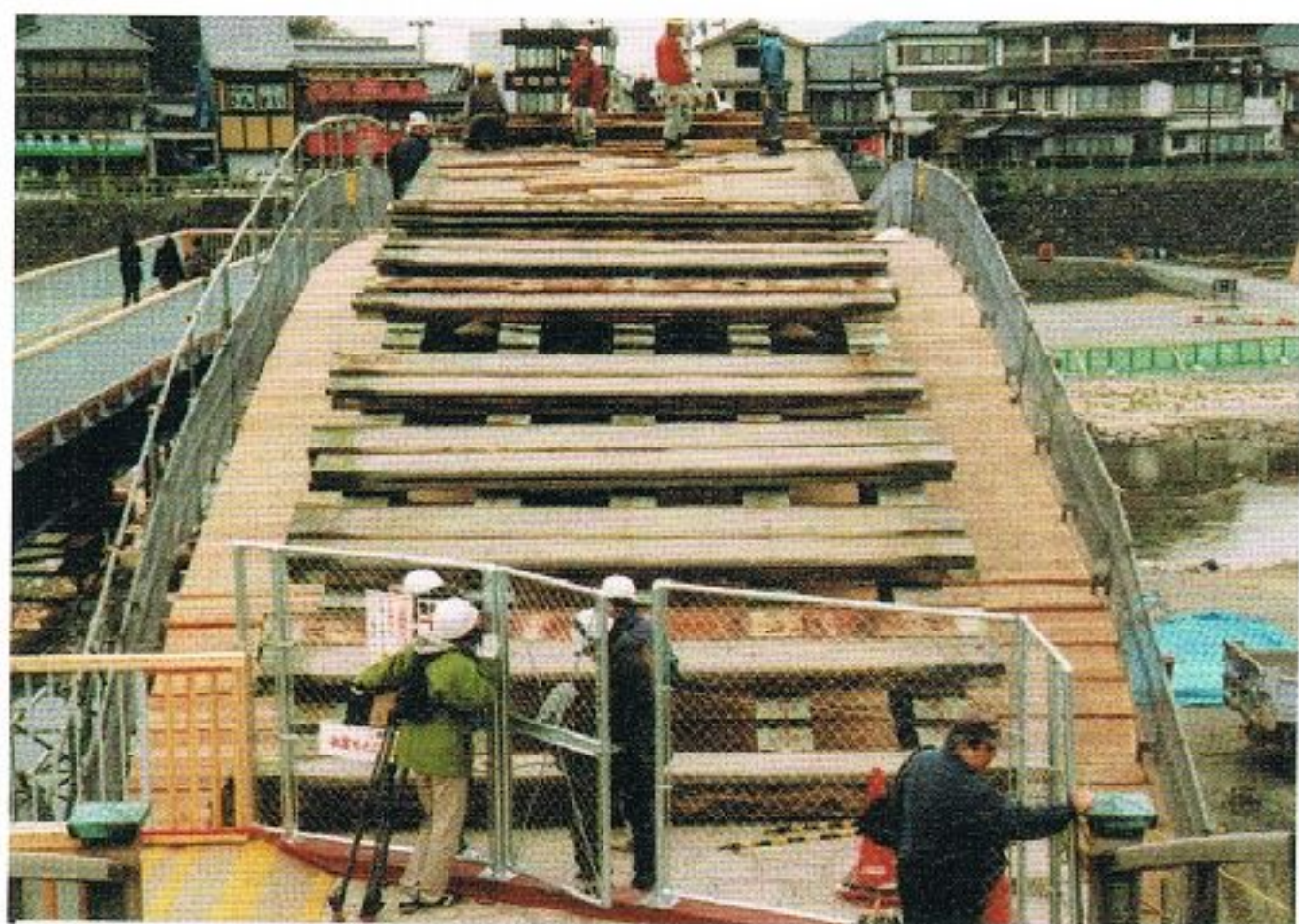


写真 6.7-27 反橋解体状況(岩国市撮影)



写真 6.7-28 第三期工事反橋手バラシ解体状況
(岩国市撮影)



写真 6.7-29 柱橋解体状況(岩国市撮影)



写真 6.7-30 オークション状況(岩国市撮影)

10. 現地組立

(1) 事前準備

a) 測量基準点

予め設けた測量基準点及び控え墨に、狂いが生じていないことを確認した。

b) 測量台

鼻梁の高さ及び平均木・橋板の高さを求めるため、反橋中央を見通せる位置に測量台を設置したが、渡橋者が起こす振動が伝わるため、第二期工事以降は独立した昇降足場に測量機器を設置し、測量時の昇降足場の使用を制限した。

c) 基準点からの墨出し

旧橋解体後に、橋脚上部に橋中心線及び橋板の張始め位置を墨出しした。橋中心線は下流側へ 3.5m 控えた墨より足場板上に出し、桁の組立後に下げ振りで橋体の通りを確認するため、中心線より 1 尺の逃げ墨も出した。さらに橋中心線から沓鉄に各桁心を出し、各鼻梁の高さの基準となる敷並石の標高を測量し、各橋脚中心点より敷梁据付位置を割り出した。

d) 搬入計画

各部材の現地搬入は、組立工程と部材の管理を考慮して計画し、これに基づき荷造り及び積込みを用材倉庫内にて行い、足場上の部材仮置きについては安定した荷受台を設けた。

e) 留意点

組立作業は錦見・横山双方から 2 班に別れて行ったが、「岩邑年代記」の 1900(文久 9)年の条に、2 班に別れて作業を競い合うと作業が荒くなった、という事例が記してあるため、この点について特に留意した。

(2) 反橋の組立手順(第 3 橋の工程)

1) 敷梁(ケヤキ)

敷梁据付に先立ち、橋脚懐に出した遣方より敷並石の高さを揃えてモルタルで敷き直す。

敷梁は橋中心線より直角を振り、橋脚中心点から据付位置を求め、さらに遣方より高さを定める。また、橋脚石垣との出入りを確認するとともに懐の内部を実測し、4 番桁が懐内に納まり大梁が据付可能であることを確認する。

据付は、敷並石上に素載りとし、1 番桁と組むまで足場から栈木で仮止めを行う。1 番桁との仕口は渡腮掛わたらごかけで 1 寸 2 分角のダボ(材種はカシ、以下同じ)を入れる。敷梁前面は旧橋に倣い、耳桁心より中央桁心で 3 寸 5 分の膨らみをもたせる。

2) 1 番桁(ケヤキ)

勾配定規を用いて沓鉄への取付け角度を出し、桁尻を切断しφ16mm ボルトにて固定する。

下面の角度は敷梁の前面に膨らみがあるため、3 通りの角度を作って落掛りを同じ高さに納める。上面は同じ角度として定め、1 番桁鼻の高さをジャッキにて支持し調整を行う。ジャッキは足場上に枕木(105×180mm)を固定し、支柱を安定させるため釘止めするなどの対策を講じる。

3) 1 番鼻梁(ケヤキ)

1 番桁の桁鼻に取り付ける。仕口は、桁下端を鬚太^{びんた}で延ばして載掛りをつくり、平ホゾ指し割楔絞めとし、ホゾ先は梁面で切り揃えた(以後、8 番桁まで同様)。ケヤキ材は加工後に捻れ・曲がりが出るものもあり、組上げに際しては部材に無理がかからないように配置する。

4) 2 番桁(ケヤキ)

各沓鉄の角度と敷梁からの距離を実測し、1 番桁上のダボと 1 番鼻梁の渡腮掛仕口取合を確認のうえ、桁尻を沓鉄に切り合せ 1 番桁上に重ねる。その後、桁の勾配を勾配定規で確認し、1 番桁同様にジャッキを用いて桁鼻の高さを調整し、桁尻を沓鉄にボルトで締結する。

ダボは 1 寸 2 分角とし、桁・楔・後詰・平均木の桁行方向の重なりの 70mm 間隔以内に割り付け、楔等の厚みの薄い箇所は通しダボとする。

5) 2 番鼻梁(ケヤキ)

2 番桁鼻に 1 番鼻梁と同様に取り付け、敷梁を基準とした間竿にて桁鼻の高さをジャッキを用いて調整する。

6) 2 番楔(ケヤキ)

2 番桁同様に各取合を確認して沓鉄に切り合せボルトで締結する。

7) 懷梁^{ふとこりばり}(ケヤキ)

2 番桁上に渡腮掛で架渡す。

8) 3 番桁(ケヤキ)

各沓鉄の角度と敷梁からの距離を実測し、2 番桁上のダボと 2 番鼻梁の取合を確認のうえ、桁尻を沓鉄に切り合せて 2 番桁及び 2 番楔上に重ねる。2 番鼻梁には渡腮掛とし、桁尻を沓鉄にボルトで締結する。

9) 3 番鼻梁(ケヤキ)

3 番桁鼻に 2 番鼻梁と同様に取り付ける。

10) 3 番楔(後)(ケヤキ)

3 番楔は、旧橋では中央に入る化粧梁を大きく欠取り、楔を 1 本で作っていた。組上げ時には一本であるほうが有利であるが、組み上がった後は化粧梁の強度を優先すべきと考え、楔を前後 2 本に分けた。取付けは、2 番桁同様に各取合を確認のうえ、沓鉄に切り合せてボルトで締結する。

11) 化粧梁(ケヤキ)

3 番桁上に渡腮掛で架渡し、3 番楔を大入れとする。

12) 3 番楔(前)(ケヤキ)

化粧梁に大入れとし、ダボ位置を確認のうえ 3 番桁上に重ねる。

13) 4 番桁(赤マツ)

各沓鉄の角度と敷梁からの距離を実測し、3 番桁上のダボと 3 番鼻梁の取合を確認のうえ、桁尻を沓鉄に切り合せて 3 番桁及び 3 番楔の上に重ねる。3 番鼻梁及び化粧梁に渡腮掛とし、桁尻を沓鉄にボルトで締結する。

14) 4 番鼻梁(赤マツ)

4 番桁鼻に 2 番鼻梁と同様に取り付ける。高さを調整した後、下げ振りにより足場に出した橋中心線とのずれを確認し、桁組の通りを確認する。

15) 1 番後梁(赤マツ)

4 番桁上に渡腮掛で架渡し。

16) 4 番楔(ケヤキ)

1 番後梁に大入れとし、ダボ位置を確認のうえ 4 番桁上に重ねる。

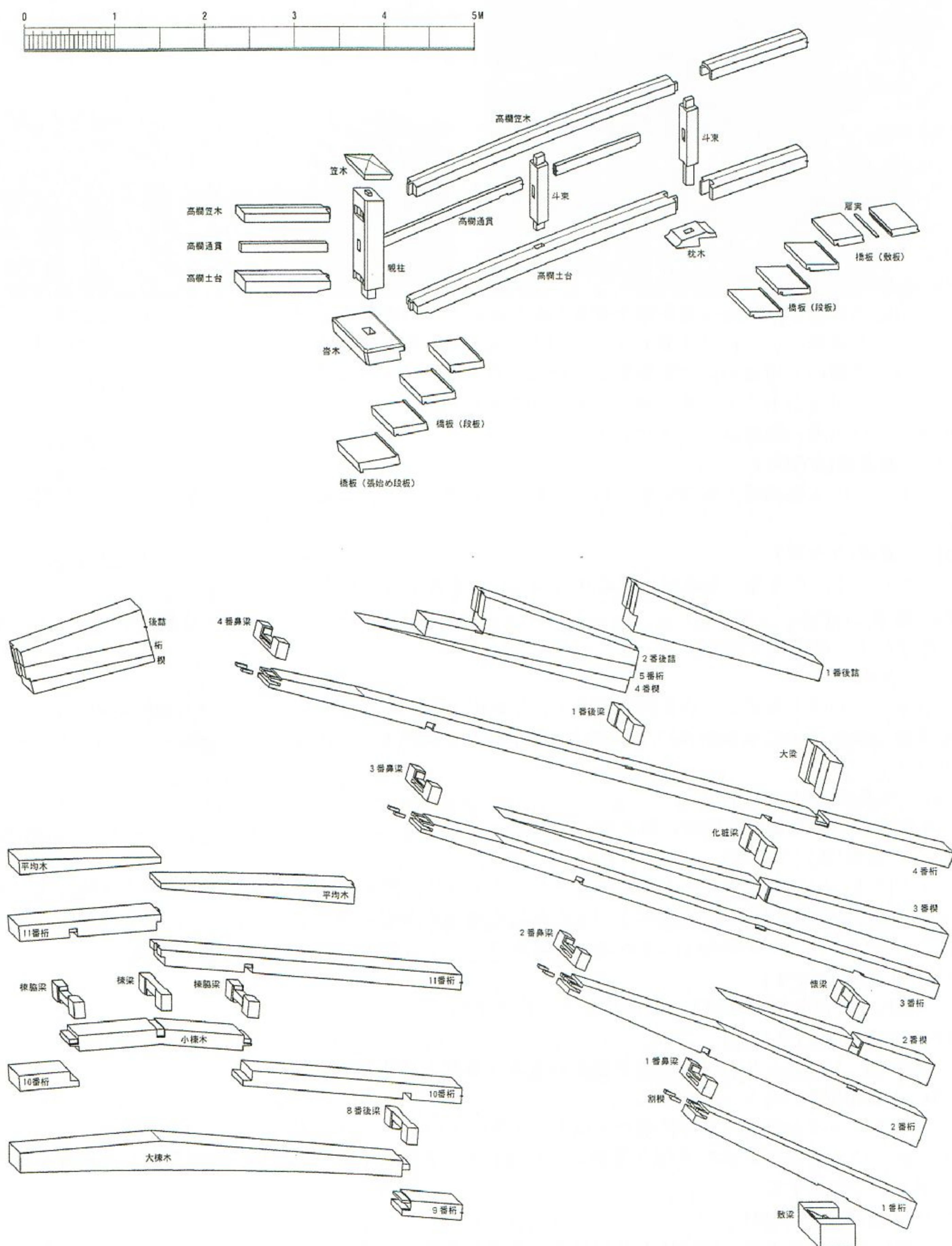


図 6.7-6 反橋 継手・仕口図 S=1:60

17) 5 番桁(赤マツ)

4 番桁上のダボ・4 番鼻梁の取合いを確認のうえ、4 番桁・4 番楔の上に重ね、4 番鼻梁には渡腮掛、1 番後梁に大入れ腰掛とし、1 番後詰への仕口は縦目違いホゾ差しとする。

18) 5 番鼻梁(赤マツ)

5 番桁鼻に 2 番鼻梁と同様に取り付ける。

19) 2 番後梁(赤マツ)

5 番桁の上に渡腮掛で架渡す。

20) 5 番楔(ケヤキ)

2 番後梁に大入れとし、ダボ位置を確認のうえ 5 番桁の上に重ねる。

21) 6 番桁(赤マツ)

5 番桁上のダボ・5 番鼻梁の取合いを確認のうえ、5 番桁・5 番楔の上に重ね、5 番鼻梁には渡腮掛、2 番後梁に大入れ腰掛とし、2 番後詰への仕口は縦目違いホゾ差しとする。

22) 6 番鼻梁(赤マツ)

6 番桁鼻に 2 番鼻梁と同様に取り付ける。

23) 3 番後梁(赤マツ)

6 番桁の上に渡腮掛で架渡す。

24) 6 番楔(ケヤキ)

3 番後梁に大入れとし、ダボ位置を確認のうえ、6 番桁の上に重ねる。

25) 7 番桁(赤マツ)

6 番桁上のダボ・6 番鼻梁の取合いを確認のうえ、6 番桁・6 番楔の上に重ね、6 番鼻梁に渡腮掛、3 番後梁に大入れ腰掛とし、3 番後詰への仕口は縦目違いホゾ差しとする。

26) 7 番鼻梁(赤マツ)

7 番桁鼻に 2 番鼻梁と同様に取り付ける。

27) 4 番後梁(赤マツ)

7 番桁の上に渡腮掛で架渡す。

28) 7 番楔(ケヤキ)

4 番後梁に大入れとし、ダボ位置を確認のうえ、7 番桁の上に重ねる。

29) 8 番桁(赤マツ)

7 番桁上のダボ・7 番鼻梁の取合いを確認のうえ、7 番桁・7 番楔の上に重ね、7 番鼻梁に渡腮掛、4 番後梁に大入れ腰掛とし、4 番後詰への仕口は縦目違いホゾ差しとする。

30) 8 番鼻梁(赤マツ)

8 番桁鼻に 2 番鼻梁と同様に取り付ける。

31) 5 番後梁(赤マツ)

8 番桁の上に渡腮掛で架渡す。

32) 8 番楔(ケヤキ)

5 番後梁に大入れとし、ダボ位置を確認のうえ、8 番桁上に重ねる。

33) 9 番桁(赤マツ)

8 番桁上のダボ・8 番鼻梁の取合いを確認のうえ、8 番桁・8 番楔の上に重ね、8 番鼻梁に渡腮掛、5 番後梁に大入れ腰掛とし、5 番後詰への仕口は縦目違いホゾ差しとする。

34) 6 番後梁(赤マツ)

9 番桁の上に渡腮掛で架渡す。

35) 仮絞め

ベルト荷締め機を用い、巻金の位置で桁組を束ねるように締め付ける。

36) 拱肋調整

間竿を用いて、全ての鼻梁の高さを調整する。また、橋中心線も再度確認する。

以上の工程を両側から同時に行う。

37) 大棟木(ケヤキ)

組上げられた全てに継手・仕口の胴付状態を確認・検討した後、余長を決定し現寸型板に5本の9番桁鼻間を写し取った後、余長を加えて継手の墨付・加工を行う。平成の架替における余長は3橋とも6分とした[1], [2]。

9番桁との継手は横平ホゾとするが、取り付けは、9番桁鼻間距離が余長分を含んだ長さになるまで、両側の8番桁と9番桁をジャッキアップして払い込み、胴付が付くまでジャッキダウンを行う。

38) 8番後梁(赤マツ)

大棟木と9番桁の継手上に渡腮仕口を作り架渡す。

39) 10番桁(ケヤキ)

大棟木の上のダボと8番後梁・6番後梁の取合いを確認のうえ、9番桁の上に重ねる。

40) 7番後梁(赤マツ)

10番桁の上に渡腮掛で架渡す。

41) 小棟木(ケヤキ)

現寸型板に5本の10番桁鼻間距離及び大棟木上のダボ位置を写し取って墨付・加工をし、10番桁に相欠継で納める。

42) 棟脇梁(赤マツ)

小棟木と10番桁の継手上に、渡腮仕口を作り架渡す。

43) 棟梁(赤マツ)

小棟木の頂上に渡腮掛で架渡す。

44) 11番桁(ケヤキ)

小棟木上のダボ位置と、棟脇梁・7番後梁の取合いを確認のうえ、10番桁上に重ねる。

棟梁上の中央拌み部分の継手は、縦目違いホゾ差しとする[3]。

45) 桁巻金

11番桁取り付け完了後、桁組に桁巻金を取り付ける。耳桁の8番後梁と棟脇梁の間に取り付ける桁巻金は、薮板押縁取り付け位置と重なるため、上流側と下流側では勝手を逆に取り付ける[4]。

46) 大梁(ケヤキ)

敷梁上方に橋脚スラブ先端と添うように位置を決定し、高さは踏掛石上端と橋板のシーリング代等を見込んで設定し、4番桁に渡腮掛で架渡す。その後、大梁と桁組を手違い鋸にて打ち止める。

47) 拱肋鋸打付け

拱肋分の鋸を事前に墨付けをした位置に打ち付ける。必要に応じ配置の移動を行う。

48) 後詰(ケヤキ)

1番から順番に7番まで後詰を取り付ける。1番後詰は大梁と1番後梁に大入れとし、5番桁と2番後詰には縦目違いホゾ差しとする。2番後詰以降は、両端とも桁と後詰に縦目違いホゾ差しとし、後梁には大入れとする。下面で接する桁とは鋸で固定する。

49) ジャッキダウン

後詰取り付け完了によりアーチ構造が完成したものとし、ジャッキを完全に緩めて継手・仕口をなじませる。

50) 平均木(ヒノキ)

橋脚際は、橋板の張始め位置を基準に切墨を決定し大梁に大入れとする。その後、両橋脚側より順次取り付けるが、各桁通りの継手位置を揃えようと、橋板打付け時に継手木口に割れが生じ、橋板止釘の効きが悪くなるため、継手を千鳥に配し、後詰の継手とも重ならないように留意する。また、中央の拌み部分は11番桁同様に隙間を開け、継手は縦目違いホゾ差しとする。

墨付けのため仮付けし、橋脚上の橋板張始め墨を基準として後詰継手位置に高さを出し、型板にて上端墨を付け、一旦取り外して加工を行う[5]。本設はベルト荷締め機にて後詰と密着させ鋸にて固定する。

51) 助木(赤マツ)

耳桁外面を除く桁組側面に橋脚側より順次釘止めする。打止め箇所は鞍木交差部以外とし、橋脚よ

り 3 番目までは 9 本止め、4 番目は 5 本止めとする。継手は突付、鞍木との仕口は相欠組とし、桁巻金や鋸との当たりは裏面を彫り込む。

52) 鞍木(赤マツ)

助木と同様に、耳桁外面を除く桁組側面に取り付ける。各梁との取合いは鞍木側を欠取って納め、助木及び鞍木同士の仕口を調整しながら、橋脚側より順次釘止めする。助木及び鞍木同士の仕口は相欠組とし、釘止め箇所は鞍木及び助木との仕口中央と、これらより上下に 1 本ずつ計 4 本止めとし、中央部(9 番鼻梁間)では鞍木及び助木との仕口中央と、助木仕口より下に 1 本の計 3 本止めとする。拌み部分の仕口には雇実を入れ、V 字型の鞍木巻金を鋸釘で打止め固定する。上方木口は平均木上面より 3 分控えた位置で切断する。桁巻金や鋸との当たりは、裏面を掘り込んで納める。

53) 振止(赤マツ)

後梁上端心と鞍木もしくは助木の側面あるいは桁組側面で括られる面の対角線を心として取り付ける。この場合、取り付け形式は助木・鞍木の配置より異なることとなり、仕口位置も構格中心とは限らず、2 本の振角度も等しくはならないため、墨付・加工には注意を要する。取り付けは桁組の通りを確認した後に行い、交差部は相欠組とし、後梁より 1 寸 5 分上げて腰掛を作り釘止めとする。また、橋脚懐に入る振止は、大梁・懷化粧蓋鴨居・振止金具の取合いを考慮して取り付ける。

54) 橋板(ヒノキ)

橋板は木口に節を出さないように木取りを行い、両端裏側に水切溝を設ける。

取り付けは平均木上に銅板を敷き込んだ後に行う。張始めとなる 1 段目の段板は、踏掛石の水返し実^ニに嵌め込み、以後順次水返し実付羽重ね^ニにより張り上げる。敷板は雇実^ニであるが、シーリング材の打ち代として板継目を 10mm 透かす。両側から順次張り上げ、張仕舞いの板幅の調整は、中央部の 5～10 枚を割崩して行う。橋板止釘は一箇所につき 3 本、一枚当り 15 本とする。

55) 高欄(ヒノキ)

親柱の位置は、旧橋に倣い沓木前面を橋板張始めより 1 寸内側に定めて取り付ける。沓木は銅板を敷き込んで仮止めし、親柱はこれに角ホゾ差しとする。亀木は橋板に釘止めし、高欄土台を取り付ける前に銅板を被せて平頭銅釘にて打ち止める。枕木は所定の位置に配して仮止めする。

高欄土台は、中央から順次枕木上に載せ、親柱へ大入れ縦目違いホゾ差しで納める。高欄土台の継手は枕木上とし、斗束下ホゾを挟んで双方に縦目違いを作る。

斗束は土台山勾配に合わせ垂直に立てる。斗束の下ホゾは平ホゾ差しで、高欄土台継手位置では枕木まで打抜きとし、継手と重ならない位置では込栓打ちとする。上ホゾは陰入平ホゾ差しで、高欄笠木継手と重ならない位置では込栓打ちとした。

高欄笠木の継手も枕木上とし、斗束上ホゾを挟んで双方に縦目違いを作る。高欄笠木は全体の曲線を崩さぬように斗束の仕口合わせを行いながら、中央より順次取り付け、親柱へ大入れ縦目違いホゾ差しで納める。継手は形状・位置とも土台と同様とする。

高欄通貫は、斗束に腮付で貫通し、継手は突付として差し込み、中央より納める。

高欄を組み上げた後、各部に金具を取り付け固定し、最後に高欄通貫を楔で固定する。

親柱笠木は、親柱の角ホゾに載せ笠木銅板を張り付けて、帯銅板で親柱に固定する。

56) 梁鼻養生

各梁の木口を所定の長さに切断し、耳桁より外側を銅板で巻き、さらに木口割れ防止のため梁鼻巻金を取り付ける。

57) 蔀板(ヒノキ)

蔀板押縁の割付は陸組時に行っているが、9 番鼻梁間は大棟木の取り付けにより長さが決定するため、大棟木取り付け後に割り付ける。蔀板は蔀板受木を取り付けて割付墨を付し、橋脚側より順次張り付ける。受木は雁木刻みとはせず、押縁を雁木刻みしたときに発生する三角状の端材を利用する。蔀板押縁は上部に水切欠きを施して釘止めし、橋脚との取合い部分は他の押縁より厚く作り、石垣にひかり付けた。

58) 梁鼻隠(ヒノキ)

鼻隠板・水切板・反止木は、予め組んでおき、鼻隠板を正面より釘止めする。止釘は 3 本とする。

また、梁鼻の蔀板際には梁鼻額縁を廻らす。

59) 懷化粧蓋(ヒノキ)

敷梁から大梁までの間に、桁組に添わせて方立を建て、振止下に鴨居を取り付ける。化粧蓋は下見板張とし、両側に横猿を設けて組み込む。また、鴨居から大梁までの空間は鳩の進入防止のため縦格子を取り付け、敷梁下にも同様に裏面より格子を取り付ける。

60) 桁下持送(ヒノキ)

敷梁には突付とし、1 番桁に釘止めして銅板で覆う。

(3) 柱橋の組立手順(第 5 橋の工程)

1) 敷梁(ケヤキ)

橋脚側は反橋と同様に膨れを付け、橋台側は直材とする。据付は反橋と同様とする。

2) 橋杭組(青森ヒバ)

作業ヤードで橋杭・梁・通貫を鳥居状に組み立てる。柱と梁の仕口は平ホゾ差しとし、通貫は柱に腮付貫通しとする。添梁は、上部よりコーチスクリューボルト(φ12mm)5 本で梁と締結し、ボルト頭は埋木処理する。橋杭受石への据付けは、通貫と梁をベルト締め機で固めてクレーンで吊り込み、継手を予め 3 分の余長をとって加工しておき、ひかり板にて象り加工して梁高を調整する。継手は縦目違いホゾ付相欠継とし、橋杭巻金 2 本で固定する。橋杭を固定した後、通貫を楔で締めて橋杭面で切り揃え、木口は橋杭外面から下面で 7 寸出た位置で切断する。

3) 桁(赤マツ)

両側から架け始め、各梁上で相欠つぎとし、橋脚側より 3 本目の桁を仕舞とする。橋台側敷梁と梁もしくは添梁とは渡腮掛ダボ止めとする。橋脚側は桁下に肘木を設け、肘木と敷梁とは渡腮掛ダボ止めとし、桁とは相欠継でダボ止めする。桁は橋台・橋脚とアンカーボルトにて固定する。

4) 中梁(赤マツ)

中梁は、橋台及び橋脚懷では各桁上に平ホゾ差しで束木を建て、束木上に平ホゾ差しで架渡す。桁と重桁に挟まれる位置に配する中梁は、上下とも渡腮掛とする。

5) 重桁(赤マツ)

橋台懷内は中梁上部を欠取ってダボ止めとする。継手は梁心にて縦目違いホゾ差しとし、桁と重なる部分では 70cm 間隔にダボを入れる。

6) 橋杭筋違(青森ヒバ)

筋違によって桁通りを調整する。調整では河床及び作業ヤードにコンクリートウエイトを置き、チルホールを用いて戻りを考慮した位置まで引き寄せる。筋違は、橋杭間と通貫あるいは梁との間の各区画の対角線上に設ける。筋違交差部は相欠、木口は突付とし通貫及び梁に鋸で打止める。

7) 大梁(ケヤキ)

重桁上に渡腮掛とし、橋脚側はスラブに接する位置に、橋台側は敷梁の上方に架渡す。

8) 鋸打締め

橋杭・梁・桁を鋸で打ち固める。

9) 平均木(ヒノキ)

平均木は、橋脚側は大梁に大入れとし、橋台側は大梁に相欠として懷内まで延ばし、その他の仕口・継手は反橋と同様とする。墨付けのため仮付けし、橋脚上の橋板張始め墨を基準として高さを出し、型板にて墨を付け、一旦取り外して加工・調整を行う。

桁には釘止めとするが、平均木及び桁の割れを防ぎ、また、橋板の釘位置と合わないようには桁心を避けて千鳥打ちとする。

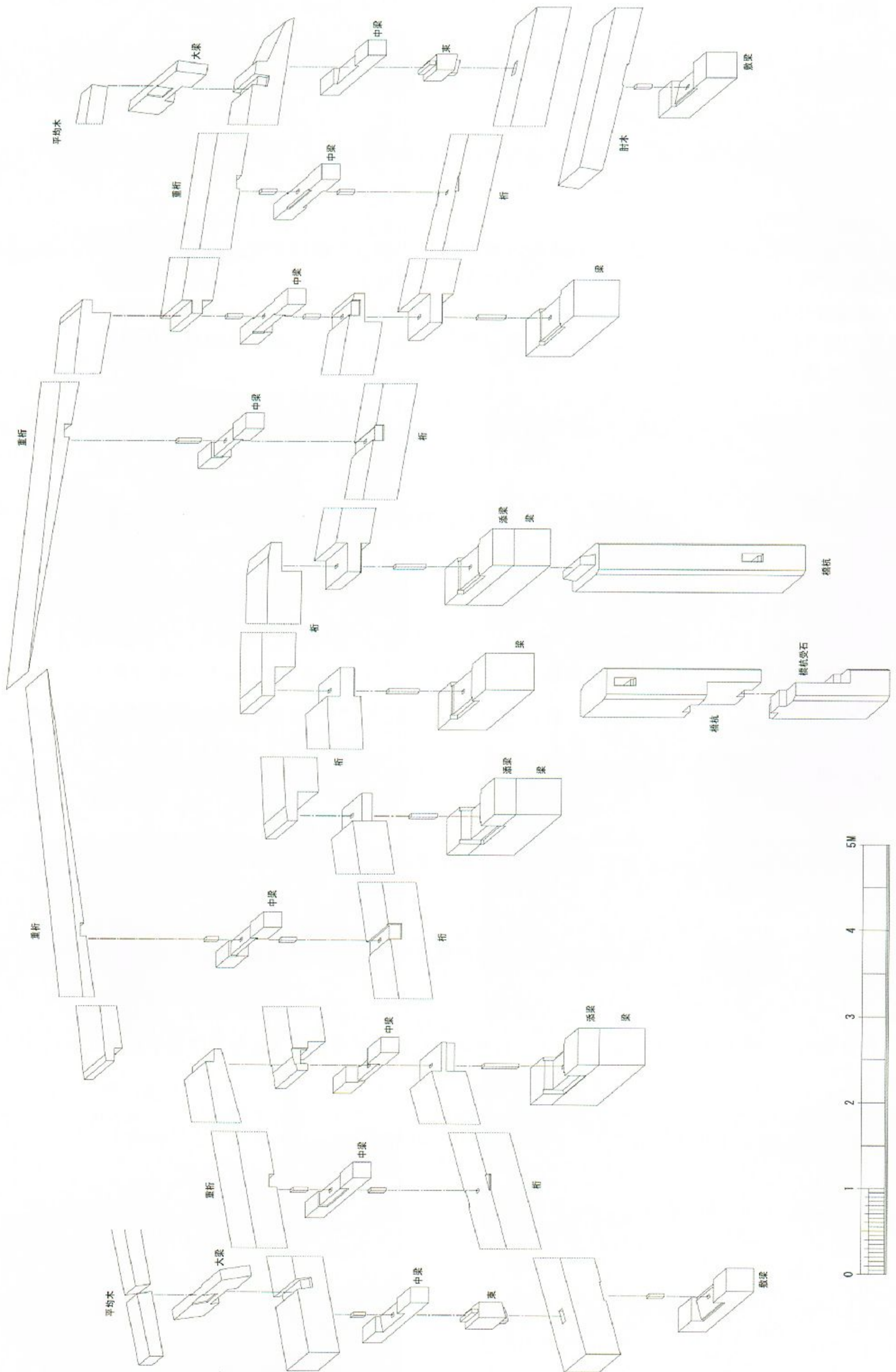


図 6.7-7 柱橋 継手・仕口図 S=1:60

10) 雨覆^{あまれおひ}(クリ)

桁もしくは重桁の上・梁の上・中梁の上に取り付ける。桁・重桁の上の雨覆板は、平均木両下角部分を^{しやく}決り込み、桁上端の勾配をつけて釘止めし、継手は殺継とする。梁上の雨覆板は2枚重ね張りを標準とし、桁上に取り付けた屋型の受棧木に釘止めし、頂上に棟木を付け、両端を羽刻みした押縁で押さえる。中梁上の雨覆板は、中梁上に取り付けた山型の受棧木に釘止めし、頂上に棟木を付け、両端を押縁で押える。

11) 橋板(ヒノキ)

橋板の加工は反橋敷板と同様とする。取り付けは平均木上に銅板を敷き込んだ後に行い、張始めは反橋1枚目段板と同様として、それ以外は反橋敷板と同様とする。

12) 高欄(ヒノキ)

高欄の取り付けは反橋と同様であるが、橋台側の親柱の位置は、杓木前面を橋板敷始めより5寸内側に定めて取り付ける。

袖柱は、角ホゾを造り出した杓石に載せ、挟金で固定する。袖高欄土台は葛石の開きに合せて敷き、橋板及び杓石に載せ掛け、袖柱に大入れ縦目違いホゾ差し、橋板側は杓木に大入れとする。袖高欄笠木は袖柱へは大入れで、ホゾを伸ばして込栓止めとする。

13) 蔀板(ヒノキ)

柱橋の受木は雁木刻みとする。蔀板は蔀板受木に割付墨を付し、両側より順次張り付ける。蔀板押縁は上部を橋板下端に突付釘止めとし、橋脚との取合いは他の押縁より厚く作り、石垣にひかり付ける。

14) 貫・梁鼻隠(ヒノキ)

貫と梁の木口に鼻隠を反橋と同様に作製し、正面から釘止めする。止釘は、梁鼻隠は5本、貫鼻隠は3本とし、貫鼻隠の水切板は橋杭を彫りこんで納める。

15) 懷化粧蓋(ヒノキ)

反橋と同様に取り付ける。

注

- [1] 隔石があった時代からの文献や口伝によると、大棟木全長に8分程度(径間の約1/1,500)の余長を設けたと云われている。現在は杓鉄があり、また加工機械の精度が向上しており、同様の余長ではかなりの張上げが予測されたためである。
- [2] 平成の架替では、橋の高さの経年変化による沈みを60mm程度と想定した。これは旧橋の桁組側面墨のズレが1番鼻梁位置で1番桁と4番桁で5分以上あり、これが沈みにどのくらい影響があったのかを検討した結果である。なお、設計高と竣工時の測量値との差は、第2橋では78mm、第3橋では57mm、第4橋では86mmであった。
- [3] 旧橋では経年による橋中央の沈下により胴付が突っ張ってしまい、大棟木・小棟木の継手胴付が開いて力が伝わっていなかった。このため、平成の架替では予め継手胴付に1～2分の隙間を開けた。
- [4] 江戸期の古図面でも今回と同じように、桁巻金の配置が上流側と下流側では勝手を逆に取り付けるよう描かれている。
- [5] 平均木の段板部分は、昭和の再建時には現地で墨付・加工を行っていたが、平成の架替では第3・4橋では予め現寸の5分増しで荒加工した後、再度現地で墨付けをして整形した。第3橋では問題はなかったが、第4橋では現場で墨付けすると5分の範囲に納まらず、平均木上に矧材を入れることとなった。これは橋脚の高さが異なるため調整代が多く必要だったためである。このため、第2橋では平均木上面を加工せず現地で墨付けを行ってから段欠加工を行った。平均木は一旦用材倉庫へ持ち帰り加工を行い、再度現場搬入し取り付けた。



写真 6.7-31 沓鉄状況，敷並石据付(岩国市撮影)



写真 6.7-32 敷梁据付(岩国市撮影)



写真 6.7-33 1番桁据付(角度調整，岩国市撮影)



写真 6.7-34 鼻梁取付(岩国市撮影)

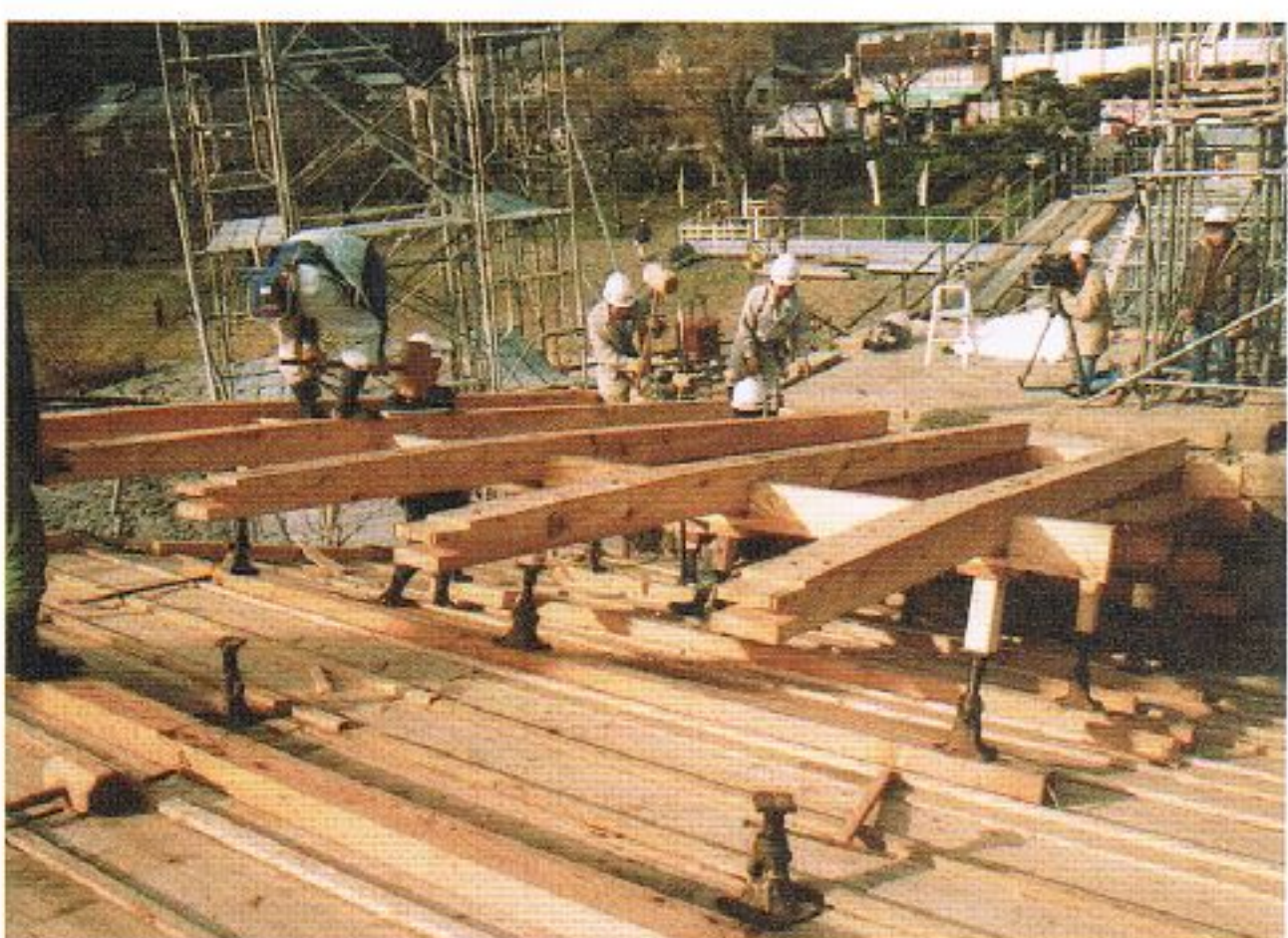


写真 6.7-35 桁鼻(鬢太ホゾ，岩国市撮影)



写真 6.7-36 桁組状況(後梁，岩国市撮影)



写真 6.7-37 大棟木現地採寸(岩国市撮影)



写真 6.7-38 大棟木継手現地加工(岩国市撮影)

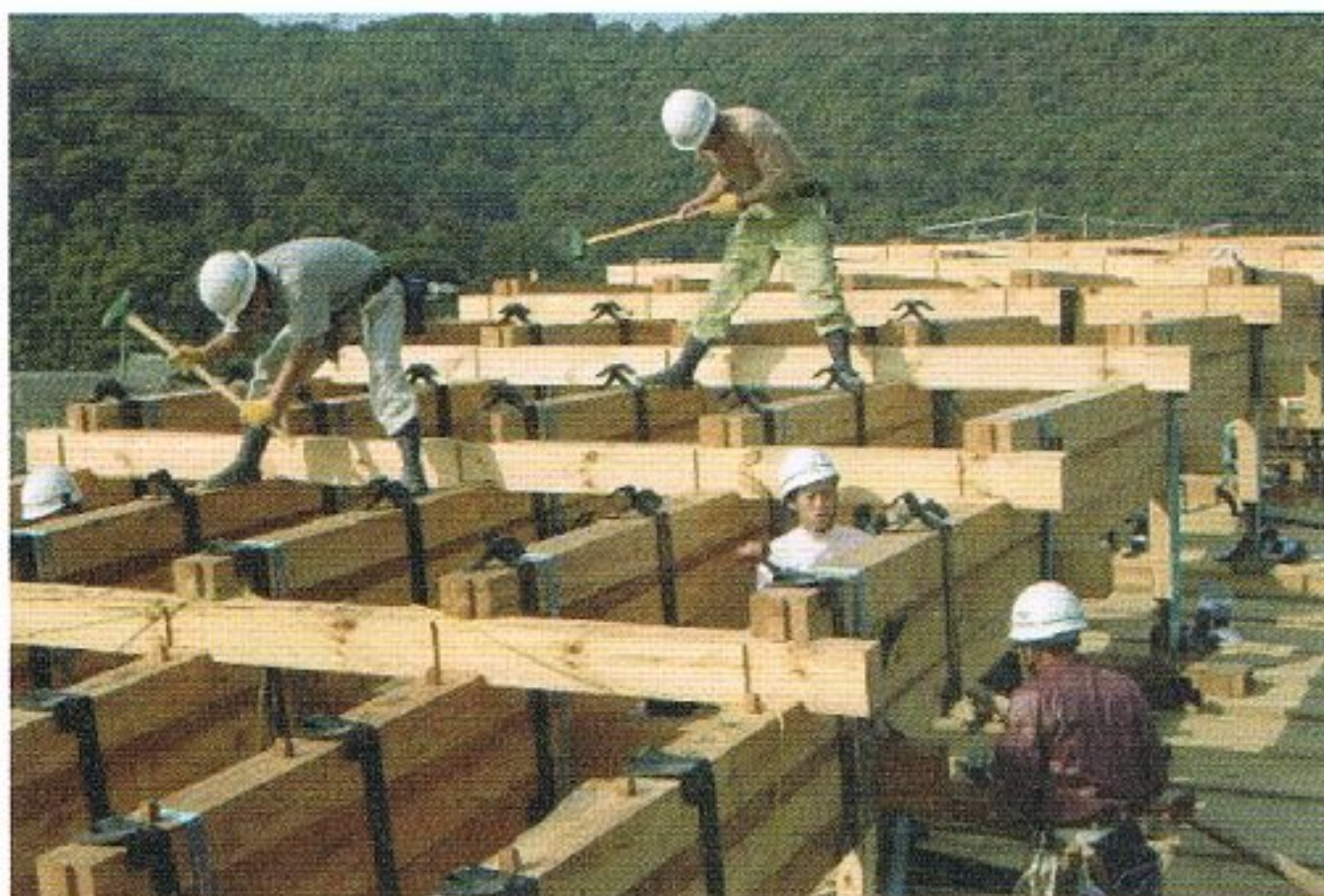


写真 6.7-39 桁巻金取付(岩国市撮影)

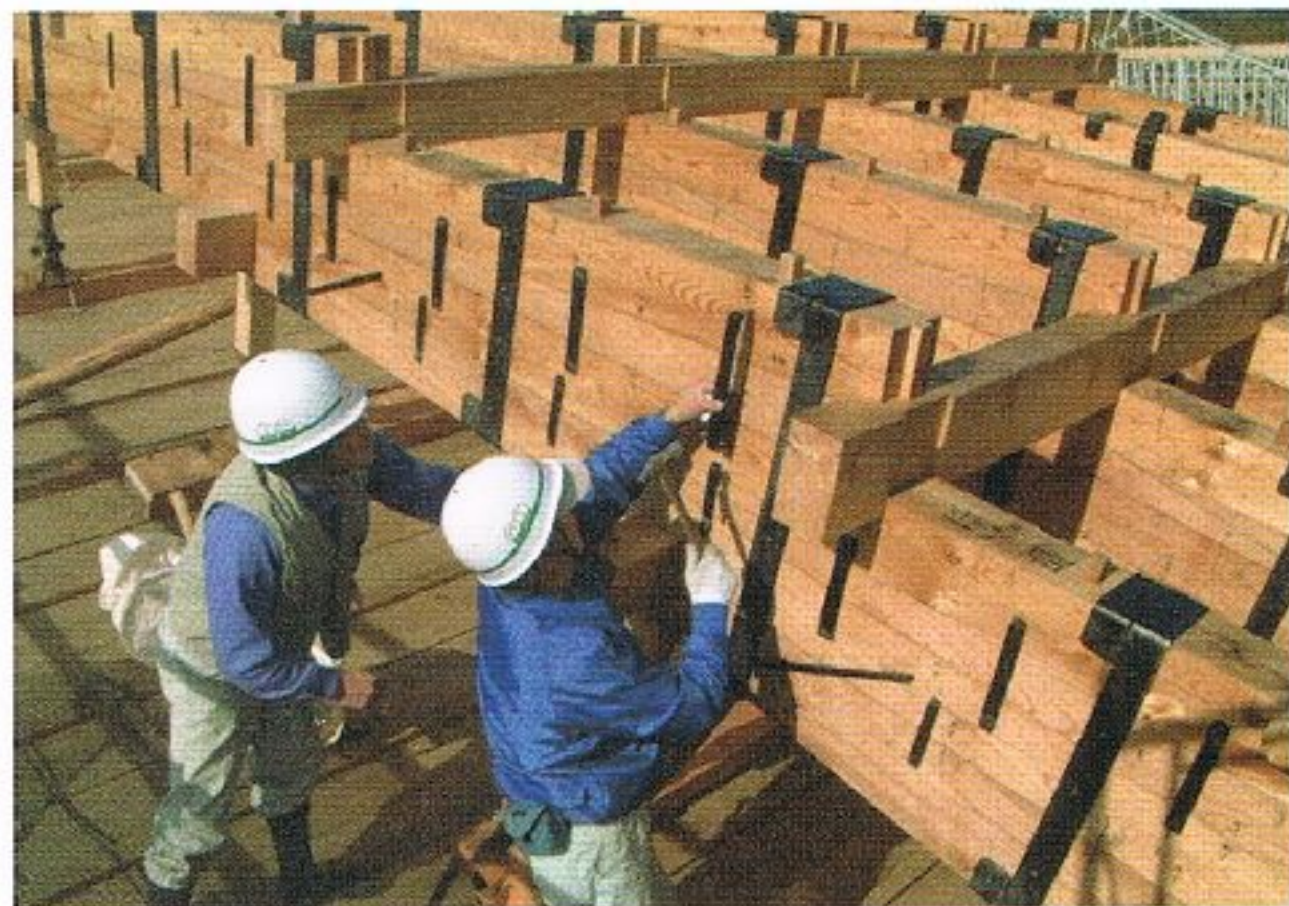


写真 6.7-40 カスガイ取付(岩国市撮影)

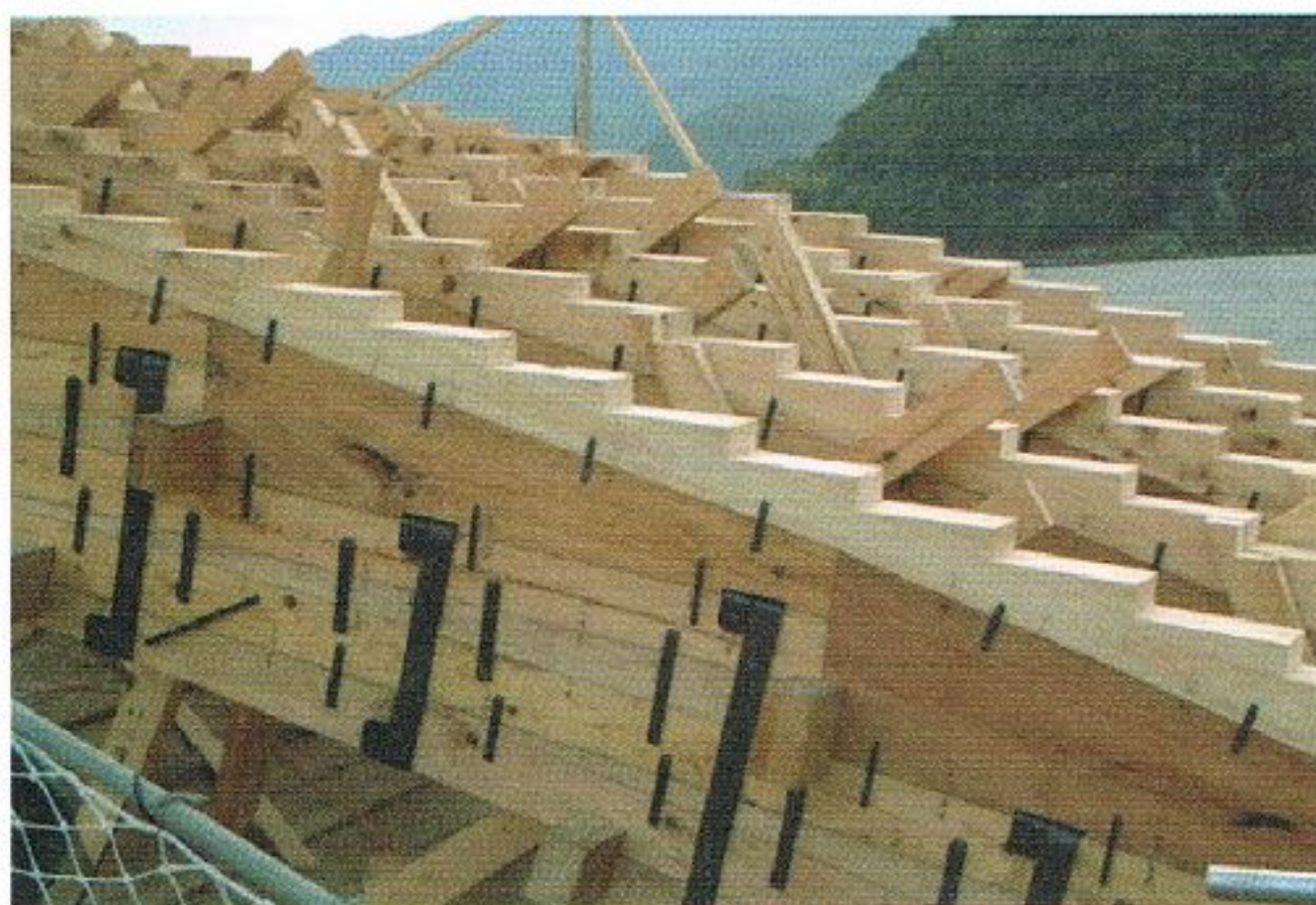


写真 6.7-41 後詰・平均木取付(岩国市撮影)



写真 6.7-42 鞍木・助木・振止木取付
(岩国市撮影)



写真 6.7-43 橋板(段板)張り(岩国市撮影)



写真 6.7-44 橋板(敷板)張り(岩国市撮影)



写真 6.7-45 部板取付(岩国市撮影)

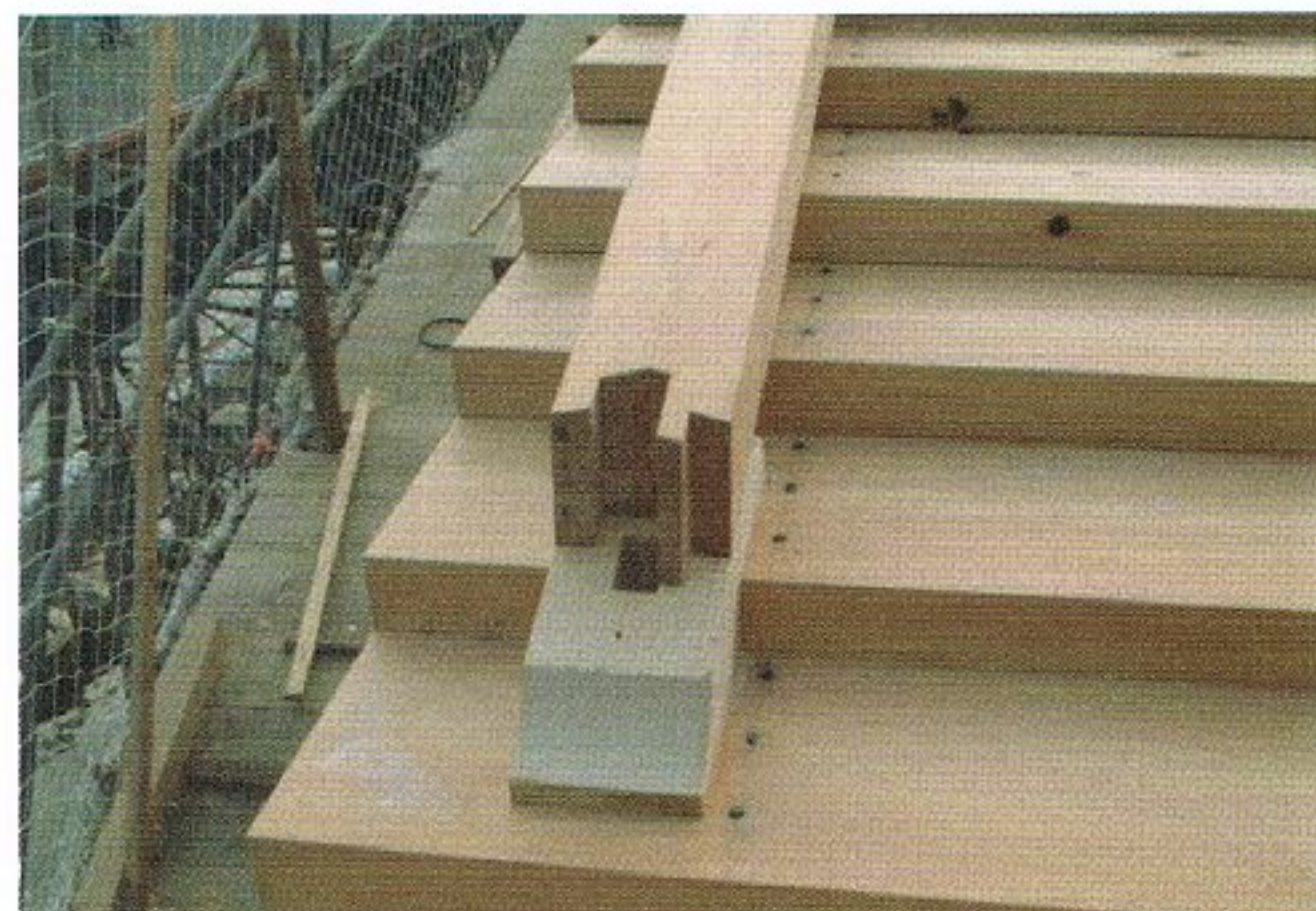


写真 6.7-46 高欄土台継手部(岩国市撮影)



写真 6.7-47 高欄笠木・斗束仕口部
(岩国市撮影)



写真 6.7-48 高欄金具取付(岩国市撮影)

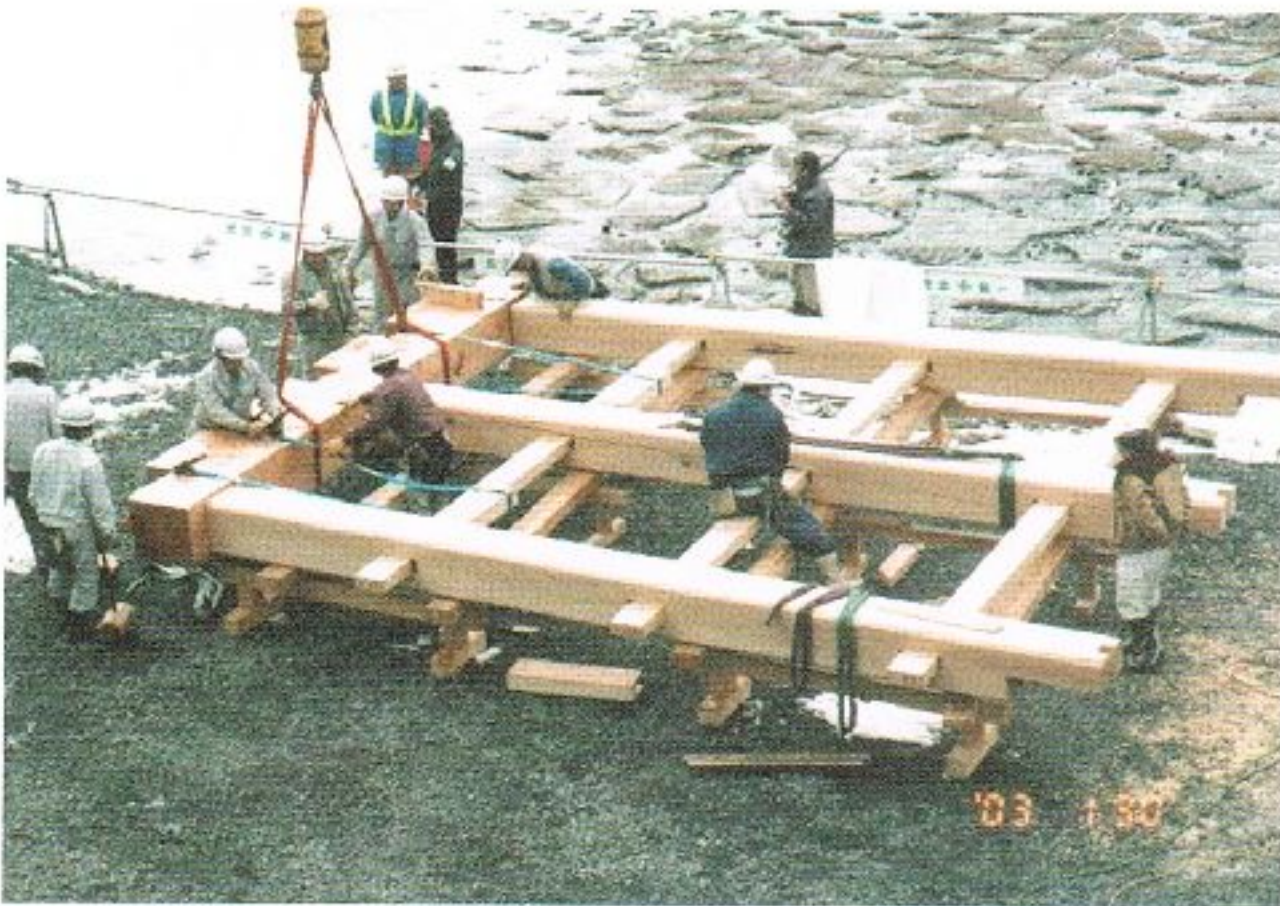


写真 6.7-49 橋杭現地組立(岩国市撮影)



写真 6.7-50 橋杭吊り込み(岩国市撮影)



写真 6.7-51 柱橋桁組完了(岩国市撮影)



写真 6.7-52 柱橋完成(岩国市撮影)

11. 石工事

(1) 調査

創建時に使用された石材は赤身をもった中～荒目の花崗岩で、大半を岩国山などより切り出したものといわれている^[1]。

昭和の再建時の橋脚・橋台の化粧積石は、流失前の外観的雰囲気を出し得る限り再現するために、流失した元の石材を集めて使用し、不足分は広島県倉橋島産の石材を補足していた^[2]。橋脚・橋台の天端敷石や笠石及び橋杭受石は、錦見側橋台天端敷石を除き倉橋島産の新石を充当し、河床床固敷石及び捨石は岩国山から切り出した石材を使用していた。

橋台の天端張石は昭和の再建以前も花崗岩の乱張であったが、いつからこの形態になったかは定かではない。また、橋脚天端張石は昭和の再建時に張られたもので、それ以前は、江戸期は叩き仕上げ、明治時代より昭和の流失時までにはモルタル舗装であった。

橋杭は、明治時代後期から 1919(大正 8)年までの間に、掘立式から橋杭受石を設置する形式に変更されている。

(2) 計画

発注設計図書において石材は山口県産の花崗岩と指定した。今後の維持保全を考えると、なるべく近い地域からの調達が望ましいが、現在は市内産の調達が難しいため枠を広げて県内に限定した。しかし、結果的には県外を含め選定を行う必要があった。

岩国市近郊の産地としては、周南市大津島、広島県の倉橋島などが挙げられた。県内の花崗岩は加工面を考慮すると大津島の他になかったが、この石は目が細かく耐久性に富んでいるものの、既設の石とは色調が異なるものであった。倉橋島の石は、議員石と呼ばれる倉橋島東端の岩山から採掘されるものと、^{おだていし}尾立石と呼ばれる倉橋島宮之浦で採掘されるものがある。議員石は国会議事堂等に用いられたことよりこの名があり、紅色の長石を含む中目石で桜御影と呼ばれるものである。尾立石は議員石と石質は同じだがやや粗めである。

錦帯橋に使われている石材との色調について検討すると、倉橋島産を選択することが適当であるが、石材の加工・据付等の技術の伝承を考慮すると、倉橋島産では不安があった。これにより、色の問題はあるにしても当初の指定どおり、県内産の大津島の石を使うこととした。

(3) 補足石材

石材は本来、地表近くのものより地中深くから出すほうが良質であるが、錦帯橋用の石材は比較的地表に近い部分で採取した。その訳は、地表近くのものは多少風化し錆色が出ており、現在の錦帯橋に使用されている石材に僅かでも近いからである。

加工は周南市(旧熊毛町)で行い、現場へ搬入した。表面仕上げは、橋脚・橋台天端張石は周囲の石の仕上げになるべく近づけるため荒ビシャン仕上げとしたのでは仕上面があまりに均一となるため、在来の風合いに近づけるため素割り面はそのまま荒ビシャン仕上げとした。

(4) 橋杭受石

橋杭受石は部分的な取替えであるため、昭和の再建時に造られたコンクリート基礎を再利用することとした。当時の設計書を見ると、この基礎の天端は河床敷石表面より 1.3m～1.5m 下にあったが、施工に先立ち試掘を行うと基礎天端が河床敷石の厚み分の 0.5m 前後下で確認された。

このため、基礎コンクリートの当該位置を約 0.7m 角で深さ約 0.3m まで研って受石を据え付け、基礎の受石周囲にアンカー鉄筋を打って帯金を巻き、根巻きコンクリートを打設し、敷石を復旧した。事前に河床に測量座標を設けて受石の傾きを詳細に記録し、据付けに役立てた。

据付位置は、桁方向については旧橋の通りに倣い、梁方向は隣り合う残存受石の通りを引き通した線上に配置した。また、3本とも取替えが生じる箇所については、梁方向は桁方向に対し直角に配置した。

(5) 橋台天端敷石

既設石の撤去は、小型バックホーにペッカー(破碎機)をつけて行った。敷石撤去後の深さは仕上面から200mm以上あったが、施工深さは150mmであるためこれに合わせて下地コンクリートを打設し、その上に空練モルタルを50mm敷き均し、100mm厚の敷石を据え付けた。敷石の目地巾は10mm前後とした。

(6) 橋脚天端敷石

橋脚天端は、1983(昭和58)年の腐朽調査時に橋脚コンクリートスラブ部分よりの漏水が懐部分の桁材を腐朽させていたため、1984(昭和59)年に塗布防水工事(モーランコートTC工法)を施工している。工事中にこの防水層を確認したところ、劣化していた。このため橋脚の天端コンクリートを現し、新たにタールウレタン塗膜防水を施し(三井化学産資(株)サンシーラルT-3の内、第2工程までを施工)、橋台と同様に敷石を据え付けた。

注

- [1] 「普請算用」(『岩国沿革志』所収)による。
 [2] 『錦帯橋の話』『名勝錦帯橋再建記』による。



写真 6.7-53 既設受石撤去(岩国市撮影)



写真 6.7-54 橋杭受石据付(岩国市撮影)



写真 6.7-55 橋台・橋脚天端
タールウレタン塗膜防水(岩国市撮影)



写真 6.7-56 橋台・橋脚天端敷石施工
(岩国市撮影)

12. 金具工事

(1) 経緯・計画

旧橋に取り付けられている金具は、約半世紀の時を経て錆などによる劣化で再利用は困難な状況であり、木造部分を全て架け替えることにより、各部位で旧橋との寸法に微妙な差が生じるのが確実なため、今回すべての金具を新規に製作し取り付けることとした。なお、昭和 42・43 年度に高欄・橋板の取替えが行われているが、高欄金具(鉚釘を除く。)は再利用されていた。

発注仕様は下記の通り。

a) 桁巻金

- ① 鋼材の規格は SS400 とする。
- ② 橋桁現寸図及び陸組において実寸法を採寸し現寸図を作成のこと。
- ③ 現寸図を作成した場合は監督職員の検査を受けること。
- ④ 検査に合格した現寸図により C 形に加工し、C 形上部の曲げ部分を、監督職員と協議して定めた角度や形状により、曲げ戻しておくこと。
- ⑤ 折り曲げ部は超音波探傷試験を行うこと。
- ⑥ 塗装は、下地処理としてリン酸亜鉛皮膜処理を施し、上塗はフッ素樹脂塗装とする。

b) 高欄金物

- ① 鋼材の規格は SS400 とする。
- ② 現橋の高欄金物形状を参考にすること。
- ③ プレスを用いて折り曲げた部分で、監督職員が指示する部分は余盛りの後、研磨機を用いて角を出すこと。
- ④ 大鉚釘は兜金の角度や勾配に合わせ馴染みよく打ち付けること。
- ⑤ 各部の詳細については監督職員と協議すること。
- ⑥ 塗装は桁巻金に準ずる。

(2) 製作

a) 寸法の決定

寸法を決めるための資料としては昭和再建図があったが、詳細寸法の記入はなく橋体設計も細部から見直しを行ったため、寸法決定の根拠となるものがなかった。したがって作図は橋体の設計と並行して行った。

参考としたのは、第一期工事では橋体現寸フィルム、第二・三期工事では橋体 CAD データで、これに前期調査結果を反映させた。特に桁巻金の調整代は、全部材とも桁組寸法に 2mm を加え、さらに、重なる桁材の数ごとに 1mm ずつ足した。また、橋脚懐部分の桁巻金はその他のものと同形状では取り付けができないため、上下よりコの字の金具を重ね合わせる形状とし、重なり部分にボルト穴をあけた。

鉚釘は、調査時に割り出した平均値により、長さ・頭部形状を決定した。胴部直径もこの平均値より、JIS 規格のなかから近似値を選定した。これにより、製作図を CAD で作製した。

b) 橋杭巻金の加工

冷間曲げ加工で製作した。曲げ加工が多く、橋杭断面形状が変則的で同一形状のものが一つとして無いので、製作に時間を要した。

c) 桁巻金の加工

冷間曲げ加工で製作した。第一期工事では生材を使用し、第二期・第三期工事では後述するとおり使用材料を焼鈍処理¹⁾し、各工期とも加工後に焼きならし処理をした。曲げ加工は平鋼を展開形状となるよう幅方向に曲げ、その後、厚さ方向に折り曲げた。

加工終了後に、全数量の内 15% を抜き取り、超音波探傷試験を実施した。

d) 鞍木巻金・梁鼻巻金の加工

冷間曲げ加工で製作した。梁鼻巻金は曲げ加工の後、接続部を溶接した。梁鼻巻金は梁鼻銅板を挟み込むため、寸法は計画より小さくならないよう留意した。胴釘穴径は、第一期工事では $\phi 5\text{mm}$ とし、銅釘径変更に伴い第二期・第三期工事では $\phi 3.5\text{mm}$ とした。

e) 振止金具

振止角度に合わせ、斜めに切断した山形鋼の端部に平鋼を溶接した。

f) 高欄金具

冷間曲げ加工で製作した。ただし、異なる部材を用いるものや、曲げが複雑なものは溶接を併用した。高欄金具は鉛直に取付くが、高欄部分と橋板面はそれぞれの位置で傾斜角が異なるため、展開形状の決定に注意を要した。特に高欄巻金は曲げ加工箇所が多いうえに挟金と交差するため、釘穴位置を合わせるのに注意を要した。また亀木に取付く部分の形状は、亀木の型材に合わせて成形した。

g) 鋌釘製作

当初、鋌釘は金型プレス加工で製作したため、先端形状が極端に短い円錐状で、打ち込み辛く効きも悪かった。これを改善すべく、当該部分を過熱し、ハンマーで叩き伸ばして長い四角錐にした。加熱にはガス溶接機を用いた。

h) 塗装

材料は、全て耐候性等が優れるフッ素樹脂塗料とした。下地処理として、塗料の密着性・耐食性に優れ、金属の下地処理として多く使用されるリン酸亜鉛系皮膜処理を、脱脂→水洗→酸洗→皮膜処理→水洗→あと処理の工程で行った。

次に、下塗としてカプロン#2000(焼付け専用プライマー、日本ペイント)を膜厚 $15\sim 20\mu\text{m}$ で塗装した後、 120°C で 20 分間加熱・冷却し、上塗としてVフロン#200(フッ素樹脂塗装、黒色、大日本塗装)を膜厚 $25\sim 35\mu\text{m}$ で塗装し、 120°C で 20 分間強制乾燥させた。合計膜厚は $40\sim 50\mu\text{m}$ とした。

なお、塗装後に形状の修正等を行った金具の再塗装は、手塗仕上とした。

鋌釘は、金具と同じフッ素樹脂塗装のみを使用し、塗料を入れた容器へ鋌釘頭部から首下約 10mm 程度まで浸し、その後自然乾燥させた。ボルトナットも頭部のみ塗装し、取り付け後に露出部分をタッチアップした。

(3) 取り付け

桁巻金の取り付けは大工が行った。桁巻金は桁組の所定の位置に嵌め込み、位置がズレないように予め側面及び低面の鋌釘を打ち付け、その後、上部打撃面を大ハンマー(2.5kg)で打ち曲げた。更にジャッキを用いて、桁組と密着するよう締め付け当該部分を鋌釘で固定した。

橋杭巻金は、予め橋杭受石に通しておき、橋杭据付後に所定の位置に設置しボルトを抜き通して締め付けた。鞍木巻金・梁巻金・高欄金具も、木工事との絡みから大工が取り付け、桁巻金の頂上打撃部や、その他金具の固定用鋌釘の取り付けに伴う塗装の剥離箇所は、フッ素樹脂塗料の手塗作業を施した。

注

- [1] 焼鈍とは、加熱・保持の後、徐冷することにより金属の組織が再結晶して軟化することをいう。今回は、4～5時間かけて620～630℃まで加熱(600～650℃を基準とした。)を行い、当該温度にて5時間保存した後、自然冷却した。



写真 6.7-57 桁巻金形状(岩国市撮影)



写真 6.7-58 超音波探傷試験(岩国市撮影)

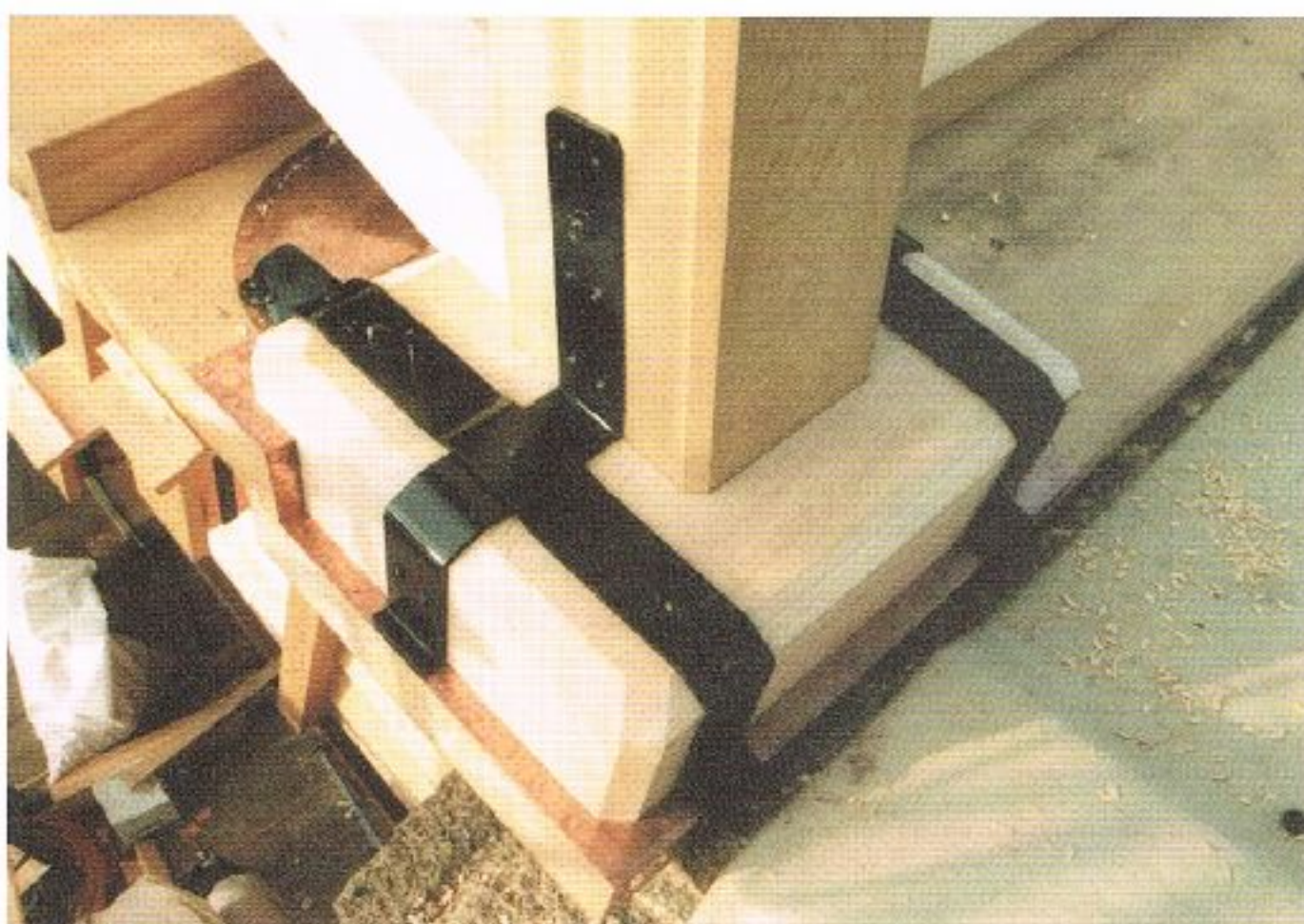


写真 6.7-59 親柱下沓木挟金取付(岩国市撮影)



写真 6.7-60 兜金(上)力金取付(岩国市撮影)

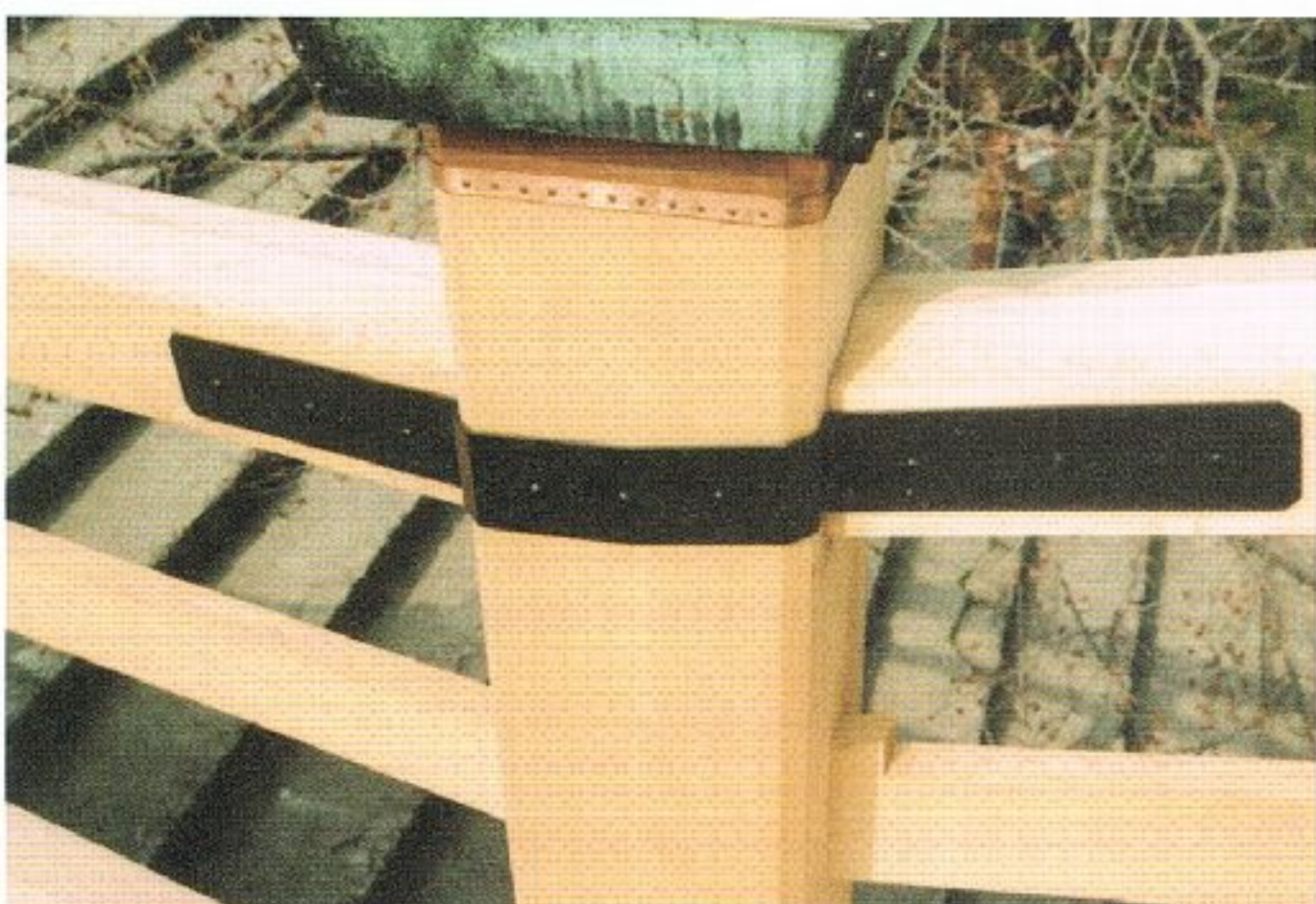


写真 6.7-61 高欄挟金取付(岩国市撮影)



写真 6.7-62 鞍木巻金取付(岩国市撮影)

13. 板金工事

(1) 調査

旧橋に使用されていた銅板は、昭和の再建時の設計図書に記載のとおり、使用部位により厚さが0.3mm・0.6mm・1.0mmの3種類が用いられていた。0.3mmは梁鼻端部に用いられ、0.6mmは平均木天端と大梁天端、1.0mmは高欄部分(親柱笠木・親柱沓木下・亀木・力金下)や桁下持送部分に使用されていた。梁鼻端部・親柱笠木・亀木・桁下持送部は包込みで、その他は敷込みとされていた。

平均木上銅板の長さは、旧橋で長さ12尺のものが使われていた。

銅釘は、旧橋より抜取調査を行った結果、使用部位別で6種類、形状別で4種類に分類された。

(2) 計画

調査結果を踏まえて使用する銅釘の検討を行ったが、現在では需要が少ないためか市販品の種類が少ないことが判明した。特注することも検討したが、最終的には市販品を使用することとした。また、何種類もある銅釘の形状の統一を図ることとし、親柱笠木止め銅釘は羽目釘#15×32mm、その他の部位についてはスクリー釘#12×32mmを用いることとした。

銅板は、旧橋に倣い3種類の厚さのものを使い分けることとした。柱橋については平均木の腐朽が激しかったので、平均木及び大梁天端に0.6mm巾365mmの銅板を敷くこととした。

反橋では、橋脚内部の4番桁上端に漏水による腐朽が一部見られたため、桁上端に0.6mmの銅板を取り付けることとした。

親柱・袖柱笠木銅板は、旧橋に取り付けられていたものの状態が良いため、袖柱4箇所分を資料として保存し、それ以外は再利用した。

(3) 施工

厚0.6mmの銅板は、その大半が平均木上銅板であり、長尺では反橋の階段部分で馴染みの悪い箇所が発生する恐れがあるため、旧橋より短い長さ1.2mのものを使用することとした。厚さ1.0mmは1,000mm×2,000mmの板材を、厚さ0.3mmのものは365mm×50mのロール材(全て三宝伸銅工業(株))を使用した。

銅釘は計画通り、羽目釘#15×32mm及びスクリー釘#12×32mm(共に山喜産業(株))を用いた。製作は関係する木部材との収まりがあるため、現地で採寸した後に行った。取り付けは木工事との取合いが多いためその進行状況に合わせ、慎重に施工した。



写真 6.7-63 反橋平均木上銅板施工
(岩国市撮影)

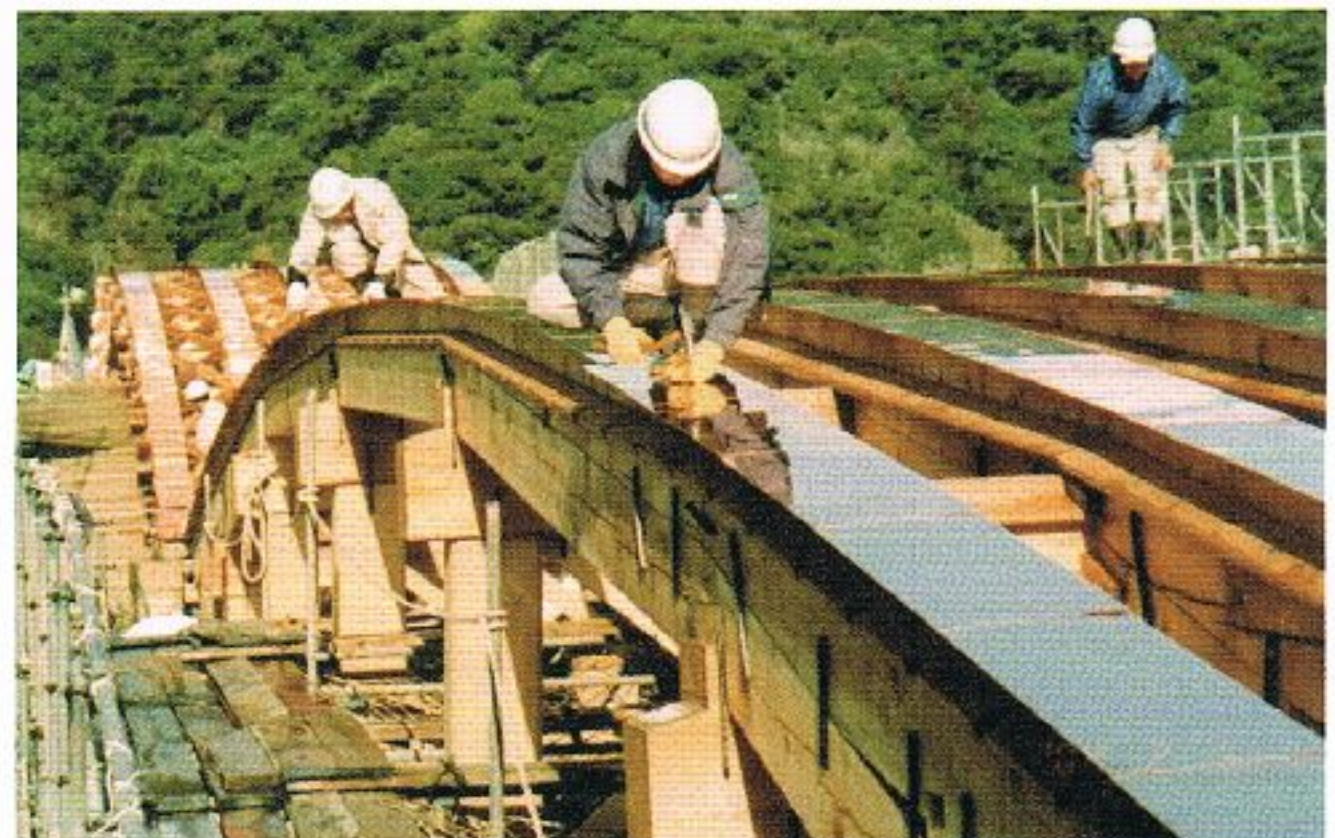


写真 6.7-64 柱橋平均木上銅板施工
(岩国市撮影)



写真 6.7-65 袖柱笠木銅板(新設, 岩国市撮影)



写真 6.7-66 親柱笠木銅板(再利用, 岩国市撮影)

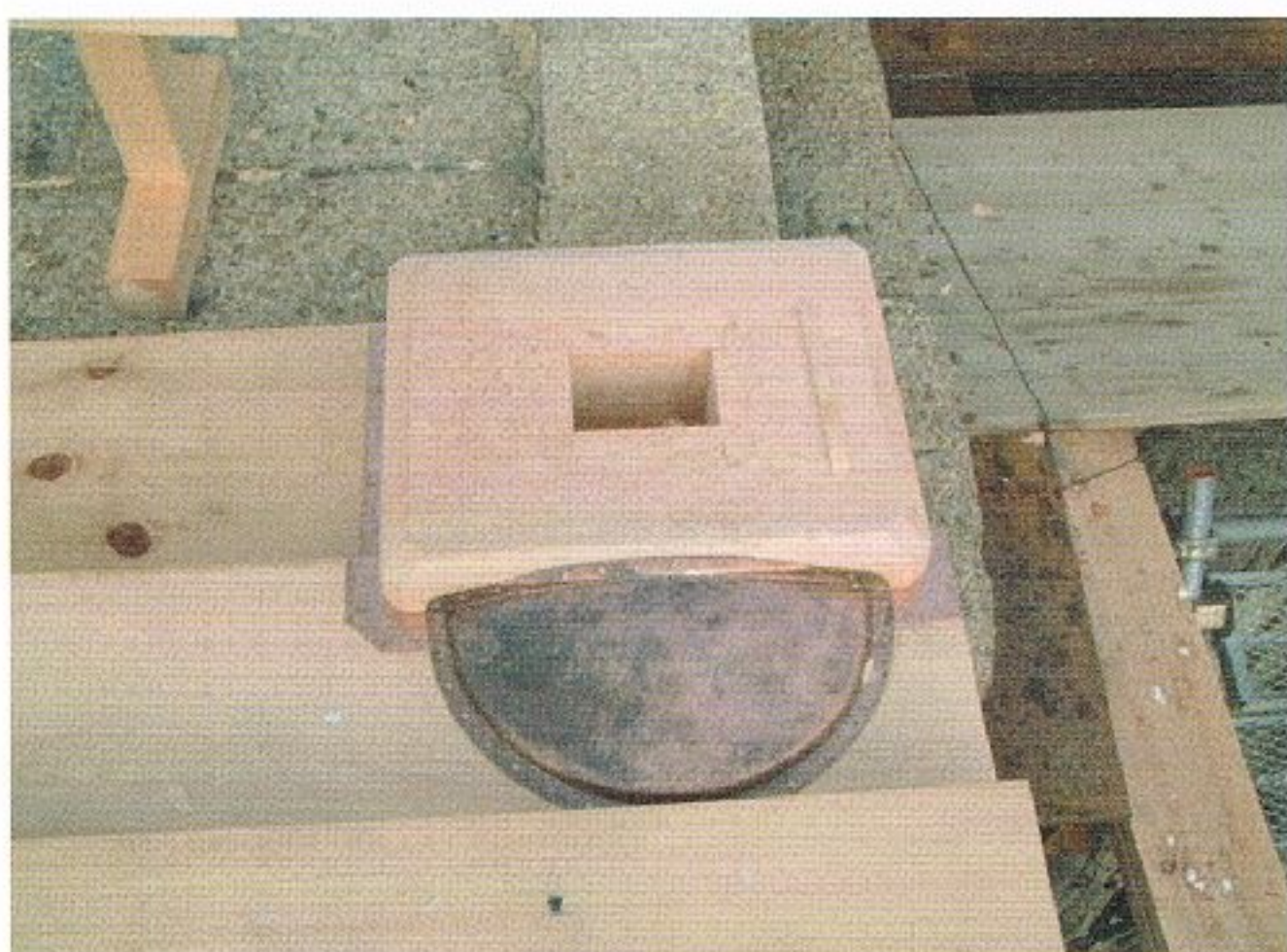


写真 6.7-67 親柱沓木下銅板・亀木銅板(岩国市撮影)



写真 6.7-68 梁鼻銅板(岩国市撮影)

14. 防水工事

(1) 経緯・調査

橋板の敷板は、昭和の再建時には雇実矧であった。雇実はクリ材が用いられ、それより上面の板傍にレキサイトを塗布後、エラストイト(厚 2 分)を張っていた^[1]。レキサイトはアスファルトと石綿粉末(繊維質)を混合したもので、エラストイトはアスファルト・コンパウンド・フィラー・アスベスト・コルク・パウダーより成る板ゴム状のものである。

昭和 42・43 年度の橋板張替時には、柱橋は片方の板の上部を決って突付とし、決り部分にシーリングを打っていた。反橋は、突付とし再建時と同じく継目を銅板で覆っていた。柱橋に用いられていたシーリング材は橋板の伸縮に追従できず、これまで何度も補修を繰り返してきた。

橋板止釘の防水は、釘をあらかじめ打ち込んだ後に、木造船の止水材として広く用いられていた^{まきはだ}槇皮^[2]を首部分に巻き付けて釘を打ち込んでいた。昭和 42・43 年度の工事も同様であった。

(2) 計画

橋板の敷板は雇実矧とし、雇実より上にシーリングを施すこととした。シーリング材の選定にあたってはメーカーと事前に協議を行ったが、現在の材料でも橋板の伸縮に追従することは技術的に無理とのことであった。そこで一般的な他のゴム系止水材も検討してみたが、効果に変わりがなく、維持管理を念頭に判断した場合シーリング材のほうが有利である、との結論に達した。

橋板止釘の防水には、槇皮と同じ効果を発揮する材料を探した。メーカーなどと協議したが適当なものがなく、施工性を考慮しシーリング材を用いることとした。

なお、橋板継目に被せていた銅板は、それぞれの伸縮により時を経ると浮き上がってしまうことや、降雨時に滑りやすいため、柱橋と同様に被せないこととした。

シーリング材は、施工部分の木材変色などを考慮し、2成分系の変成シリコーンを採用することとした。

(3) 施工

シーリング材は、2成分形反応硬化変成シリコーン系のペタム MS2000(株ブリジストン)を使用した。

橋板敷板矧目のシーリング打込み深さは、板上端から雇実までが 39mm と深いため、雇実の上に 9mm 角の高さ調整材(クリ材)を載せた。さらにこの上に $\phi 13\text{mm}$ のバックアップ材(発砲ポリエチレン)を入れ、打込み深さを 15mm 程度(打ち幅 10mm)とした。

橋板止釘の防水は検討の結果、下穴を $\phi 6.5\text{mm}$ 、深さ 50mm とし、釘先にシーリング材を付着させて橋板に打込み、はみ出たものは即時にアルコール系の除去液にて拭き取った。また、計画にはなかったが、橋板と橋台・橋脚の踏掛石及び葛石取合は、橋板の鼻先の腐食を考え 1cm の隙間をあけたため、その部分にシーリングを施した。

施工後の状況を見ると、橋板止釘部については良好な施工が出来たが、橋板矧目シーリングは防腐剤の油分の影響もあるのか、接着面の肌別れが多く見られた。今後、防水工法や施工については一層の検討が必要である。

注

- [1] 『名勝錦帯橋再建記』による。
- [2] 「まいはだ」とも読む。ヒノキの皮を蒸してから叩いて軟らかくし縋って作った縄で、岩国では「のみなわ」ともいう。



写真 6.7-69 橋板継目シーリング充填施工
(岩国市撮影)



写真 6.7-70 橋板止釘(皆折釘)先端
シーリング塗布(岩国市撮影)

参考文献

- 1) 岩国市：錦帯橋修復検討委員会専門部会報告書 2000 年
- 2) 岩国市：名勝錦帯橋架替事業報告書 2005 年

なお、特に断りのない限り、本章で用いた図および表はすべて文献 2)から引用したものである。