

御庄川橋の設計および架設

鮫島 能章¹⁾ 長谷川敏之²⁾
植畑 峰雄³⁾ 藤村 敏之⁴⁾

御庄川橋は中間支点に高い橋脚を有し、平面線形は一部に直線部はあるものの、大部分が曲線区間に位置している関係で、主構を支点上で折った5径間連続鋼トラス橋である。架設位置の状況より、架設用ベントの設置位置が限られ、大部分を張り出し架設で行った。本文は、主にBラインの設計と架設についての概要を報告するものである。

まえがき

本橋は山陽自動車道の一部として、新幹線「新岩国駅」のすぐ南西に位置する、上路式5径間連続鋼トラス橋である。架橋地点は両端支点が急勾配の斜面にあり、中間部の低地部には、御庄川と錦川鉄道および県道柱野大竹線が本橋と交差している。また中間支点の橋脚高さが30mを越えることから、基本設計時の比較検討結果より、中間支点はすべてヒンジ構造となっている。

架設時においては、現場の状況から、ベントが限られた位置にしか設置できないため、大部分が張り出し架設となり、張り出し時の応力度照査もあわせて行っている。

平面線形は道路中心線が円、クロソイドおよび直線によって構成されている。

本橋は平成元年9月に、駒井・日立共同企業体で受注後、詳細設計を開始し、平成4年6月に竣工予定である。

1. 工事概要

本工事の概要を以下に示す。また位置図を図-1に、一般図を図-2に示す。

道路名：山陽自動車道

工事名：御庄川橋（鋼上部工）工事

橋格：第1種3級A規格

形式：鋼5径間連続トラス橋

橋長：Aライン 340.0m

Bライン 370.0m

支間長：Aライン

62.8+71.5+71.5+80.5+52.1m

Bライン

71.8+75.5+75.5+81.5+64.1m

有効幅員：9.00m

線形条件：図-3参照

舗装：アスファルト舗装（7.5cm厚）

床版：鉄筋コンクリート床版（22.0cm厚）

設計震度：橋軸方向 $k_h = 0.14$

橋軸直角方向 $k_h = 0.17$ (Aライン)

$k_h = 0.18$ (Bライン)

主要鋼材：SM53, SM50Y, SS41

鋼重：2,500ton

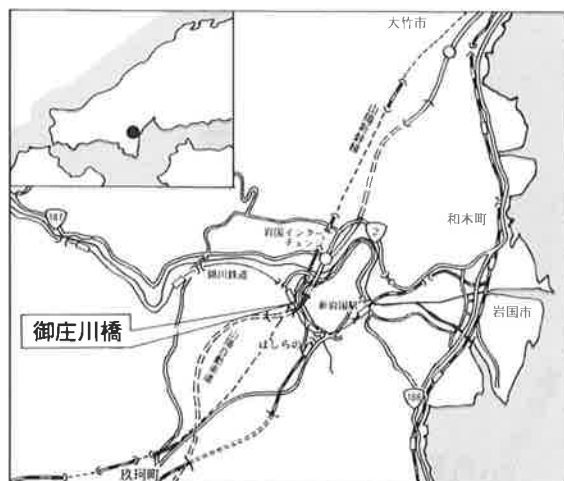


図-1 位置図

1) 大阪橋梁設計部設計二課課長

2) 大阪橋梁設計部設計二課係長

3) 大阪橋梁工事部工事課係長

4) 大阪橋梁工事部計画課係長

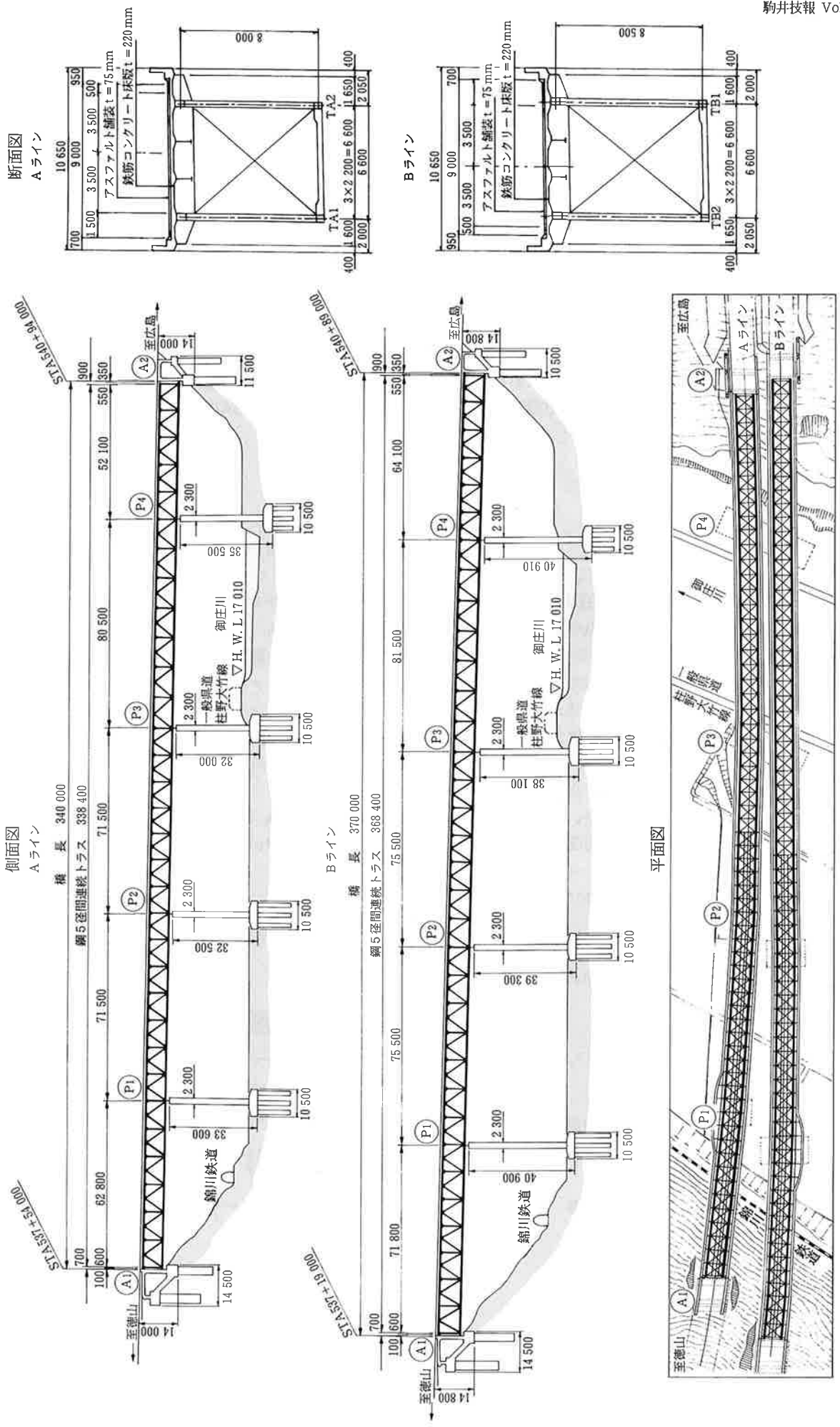


図-2 一般図

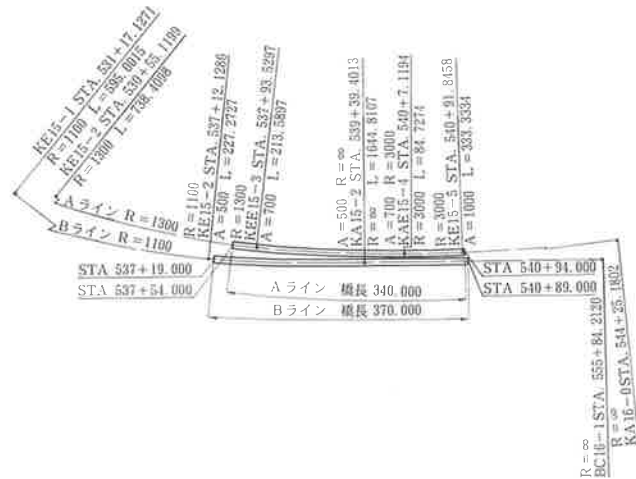
2. 線形条件

本橋の線形条件を図-3に示す。

平面線形はAラインでR = 1,300m〜クロソイド〜R = 3,000m、BラインでR = 1,100m〜クロソイド〜直線と変化している。ただし、主構は直線とし、支点上で平面的に折った構造とする。

下部工設置方向は、Aラインについては全区間、曲線であるため、橋梁中心となるP2〜P3間の弦に対して法線方向とし、BラインについてはP2〜P3間が直線区間であるので、この直線に対して法線方向とする。

ハッチ高は最小ハッチ高80mmとし、主構を各支間で同一平面となるように決定し、主構の縦断勾配は、左右両主構とも、同一直線勾配とした。



3. 設計方針

3.1 設計方針

本橋は中間支間で、30mを超える高橋脚を有しており、耐震性に優れたフレキシブルな構造となっている。そこで、この特徴を忠実に設計に反映するため、下部工を含んだ平面骨組モデルにより解析を行った。

また、本橋の架設は、張り出し架設が主であることを考慮し、主構の設計においては、完成系で断面決定を行った後、架設系の断面力で断面の照査を行うという手順をとった。

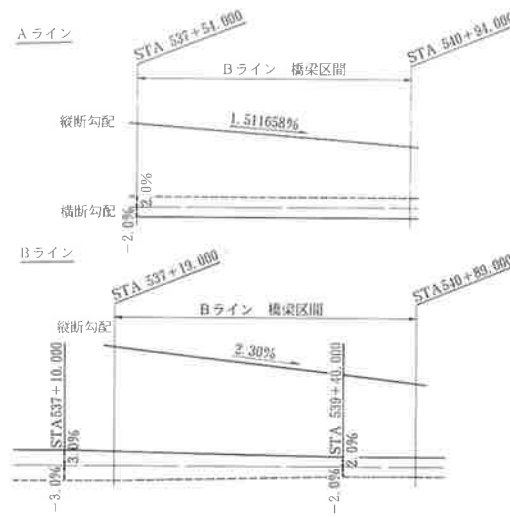


図-3 線形条件

3.2 主構の設計

本橋の断面力算出においては、死・活荷重に代表される鉛直荷重による断面力の他、下弦材の自重による断面力等、トラス橋特有のケースも考慮した。

以下に断面力の算出要領を示す。

(1) 鉛直荷重による断面力

- ① 本橋の路面線形は曲線であり、主構トラスは中間支点上で折った構造としているが、折れ角

は、最大2.5度であり、曲線による影響は小さいことから、構造解析は平面トラス骨組で行った。

- ② 中間支間の支点条件がヒンジ固定であり高橋脚を有するため、図-4に示すように、上・下部工を一体構造としたモデルで解析を行った。
- ③ 構造解析は左右両主構にて行い、断面力の差が5%以内であることを確認した上で、部材ごとに大きい方を設計断面力とした。

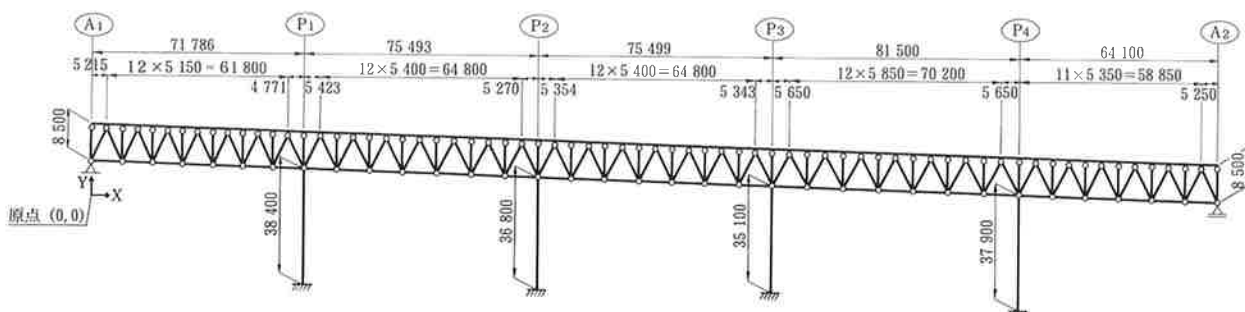


図-4 解析モデル

- ④ 上弦材は骨組構造の格間長および適性断面を考えたときの弦材高さから、格点剛結の影響を無視しきれない。そこで、格点剛結の影響を検討する意味と、構造物を忠実にモデル化する意味で、上弦材は格点剛結とみなして解析した。
- (2) 橋軸方向水平力（温度・地震）による断面力
 - ① フレキシブル橋脚の影響を考慮した上・下部一体構造の平面骨組モデルにて解析を行った。
 - ② 温度応力は上部工の一樣温度変化±30℃とした。
 - ③ 地震の設計震度は、応答を考慮した修正震度法により $k_h = 0.14$ とした。
- (3) 上弦材の床組としての断面力
 - ① 上弦材は直接床版を支持するので、床組としての断面力を重ね合わせた。
- (4) 下弦材の自重による断面力
 - ① 下弦材の格点で支持された連続梁として算出した自重による断面力を考慮した。
- (5) 固定支承部の断面力
 - ① 固定支承まわりの下弦材、垂直材、および斜材については、地震時の橋軸方向水平力によって生ずる偏心曲げモーメントを、各部材の剛度比で分配することにより考慮した。
- (6) 断面重心軸と部材軸との偏心による断面力
 - ① 上・下弦材は、なるべく断面重心軸と部材軸とを一致させるが、部材により若干異なるため、その偏心モーメントも考慮した。

(7) 対傾構としての断面力

- ① 垂直材は、対傾構鉛直材としての断面力を考慮した。

3.3 上弦材の格点剛結の影響

道路橋示方書¹⁾には、トラス弦材の格点剛結の影響について「格点剛結の影響による2次応力をできるだけ小さくするよう、主トラス部材の部材高は部材の長さの1/10より小さくするのが良い。」と規定されている。

本橋では、支間割から決まってくる、最適なトラスの格間距離に対する弦材部材高の設定が問題となった。特に上弦材は、床組を支える構造であることから部材の長さ（格間長）が比較的短く、格点剛結の影響を検討する必要性を生じた。検討の結果、格点剛結による曲げモーメントは最大で30tf・m程度、応力度になおすと約400kgf/cm²となるため、格点剛結の影響を考慮する必要があると判断した。

ここに、本橋では上弦材の部材高hをパラメータとして最適断面の検討を行った。その際、二次応力をどの程度許容してよいかということは、一律には決めがたい性格のものであるため、表-1の3種類について2次応力を考慮した断面決定を行い、断面積による経済比較を行った。

許容応力度は、道路公団標準設計²⁾にしたがい（死荷重+活荷重+温度変化+トラスの剛結による2次応力）の荷重ケースに対して、20%の割増して応力度照査を行った。

検討の結果、ケース②の断面積が最も小さいことが分かったため、本橋上弦材の部材高さhは600mmとした。

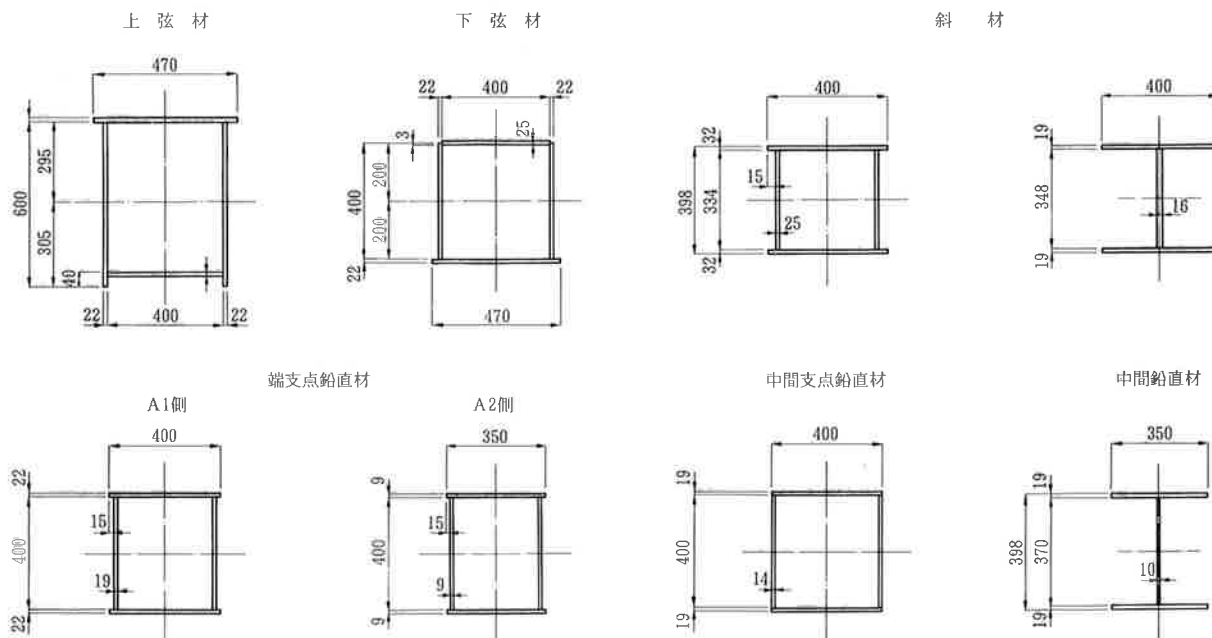


図-5 部材断面

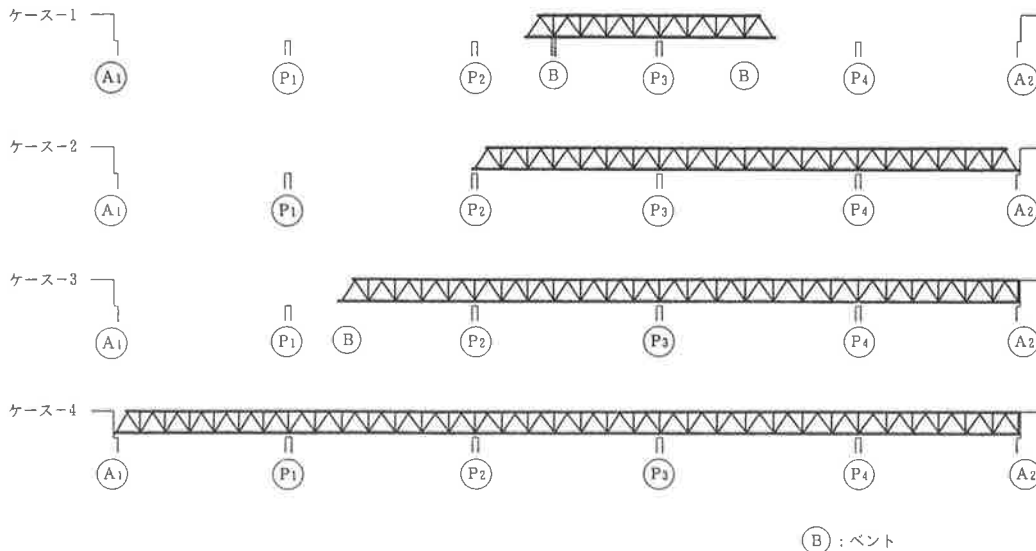


図-6 架設時応力検討ケース

表-1 上弦材の部材高比較

ケース	部材高 h	h/L
①	550	1/9.36
②	600	1/8.58
③	650	1/7.92

3.4 架設時の照査

Bラインの架設は現場状況により、ベントが4箇所しか設けられないため、大部分がクローラクレーン（タワー仕様）を使用した張り出し工法である。そこで、架設時の主構造の照査方針と、照査項目および荷重条件を下記に示す。

(1) 照査方針

架設時に、完成時の断面力より大きくなる箇所について応力度照査を行い、許容応力度を越えた断面は板厚アップを行うものとする。また、架設時における断面力と変形は、完成時には残さないものとする。

また、図-6に示す各ケースの自重、風荷重および橋軸直角方向の地震による判断で、主構を照査する。

(2) 架設時の荷重

1) 自重

荷重は鋼重と、架設時に使用する足場の重量を考慮した。

2) 風荷重

架設時における風速は、Bラインの主構の最大

張り出し時期が、1月～2月と予想されたため、「鋼構造架設設計指針」³⁾より、広島地区のデータ①、②を参考にして、架設時の設計風速とした。

- ① 再現期間2.5年における、10分間平均の最大風速は、21m/秒である。
- ② 地域による再現期間20年の最大風速は、17m/秒である。

以上の値から、本橋架設時における風速は、多少安全側をみて、 $V = 30\text{m/秒}$ として風荷重を計算した。計算結果は下記に示すとおりである。

上弦材側… $W_u = 209\text{kg}\cdot\text{f/m}$

下弦材側… $W_u = 177\text{kg}\cdot\text{f/m}$

3) 地震荷重

完成時の水平震度は、橋軸方向 $k_h = 0.14$ 、橋軸直角方向 $k_h = 0.18$ であるが、鋼桁架設期間はトータルで9カ月、最大張り出しの状態は一時的であるため、架設時の水平震度は「設計要領2集」⁴⁾の『施工時荷重』を参考に、 $k_h = 0.10$ として地震荷重を決定した。

4) 荷重の組み合わせ

荷重の組み合わせと、割り増し係数は「鋼構造架設設計指針」を参考にして、表-2の値とした。

表-2 架設時荷重割り増し係数

	自重	風時	地震時	割り増し係数
ケース1	○			1.25
ケース2	○	○		1.35
ケース3	○		○	1.70

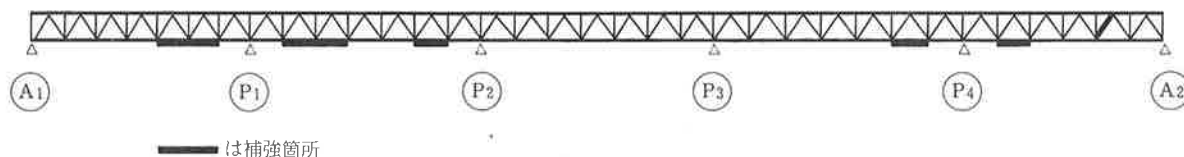


図-7 架設補強箇所

(3) 架設時補強箇所

以上の荷重条件により、架設時の応力度照査を行った結果、Bラインにおいては図-7に示す位置が、断面アップとなった。

4. 架 設

(1) 架設概要

前述のように、本橋は御庄川と県道柱野大竹線、および錦川鉄道と交差している。その条件の他、本橋の架設は、下記の条件を考慮して工法を決定した。

- ① 御庄川の河川内にベントを一基設置する必要があり、設置から撤去まで渇水期(10~3月)の間に施工しなければならず、工程的にまったく余裕がない。
- ② 鉄道上は地元との協議の結果、夜間作業を行わず昼間の列車通行の合間での作業とすること。
- ③ 県道は迂回路がないため、通行止めは行わないこと。
- ④ 使用可能な作業スペースは、渇水期の御庄川河川内と橋梁占有部のみである。
- ⑤ P2~P3間に電力ケーブル、P1~P2間に農協有線とNTTの電話回線が敷設されている。

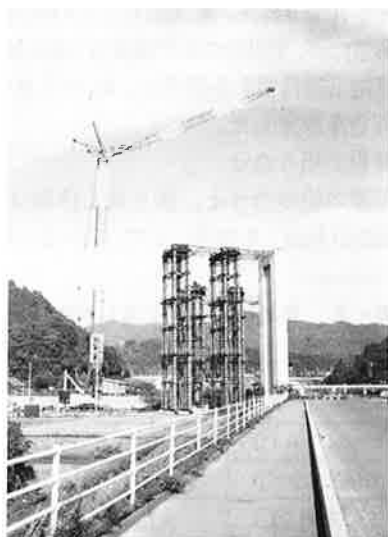


写真-1 150tクレーンタワー仕様

⑥ A2~P1間と、P4~A2間は急勾配の斜面上であるため、ベントの設置が困難である。

⑦ 架橋高さが、街路から約46mの高さである。以上の制約から本橋の架設は、150トン吊りクローラークレーンによるクレーンベント工法とした。また両端径間については、条件⑥によりベントを設けず、すべて張り出し架設とした。

クレーン仕様は、タワー長が53.34m、ジブ長が45.72mでクレーンのもつ能力の限界であった。

(2) 架 設

架設はP3を起点とし、下記の①~⑥の順序で行った。

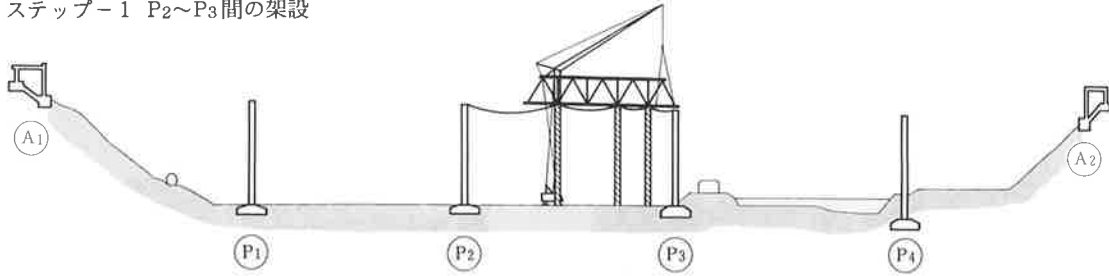
- ① AラインP2~P3間にベントを設置し、3パネル分のトラスを架設した。
- ② Bラインも同要領で2パネル架設した後、5パネルまでベント架設した。(図-8ステップ-1)
- ③ Aライン3パネル、Bライン5パネル架設後、河川内に栈橋および工事用道路を設置し、150トン吊りクローラークレーンを河川内へ解体移動した。(図-8ステップ-2)
- ④ P3~P4間は河川内においたクローラークレーンで架設を行い、県道上は防護工を設置し、かつワイヤーブリッジのラッセルネットを二重張りにして安全対策を施した。Bラインから架設をはじめ、ベントを越え1パネル張り出すまで架設した。その後Aラインを同じ要領で架設した。
- ⑤ P4~A2間については150トン吊りクローラークレーンを対岸まで移動し、Bラインから張り出し架設を行った。A、BラインともA2まで到達後、再度クレーンを解体移動させて、P2~P1の架設を行った。(図-8ステップ-3)
- ⑥ A1~P1間は、Aラインを先行して張り出し架設し、A1到達後Bラインの張り出しを行った。(図-8ステップ-4)

この径間は鉄道上にかかるため、架設作業は列車通過5分前までに完了出来るように時間調整を行った。

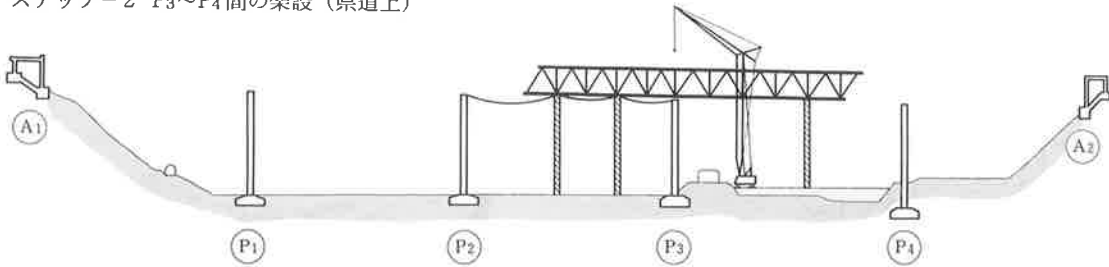
(3) 支承の据付

架設の始点となるP3支承については、A・Bラインとも架設前に固定し、張り出し時の起点とした。他の沓は架設完了後、固定した。

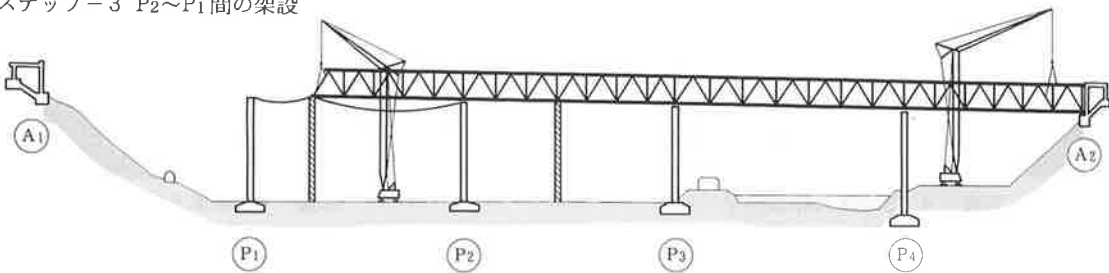
ステップ-1 P₂~P₃間の架設



ステップ-2 P₃~P₄間の架設（県道上）



ステップ-3 P₂~P₁間の架設



ステップ-4 P₁~A₁間の架設（県道上）

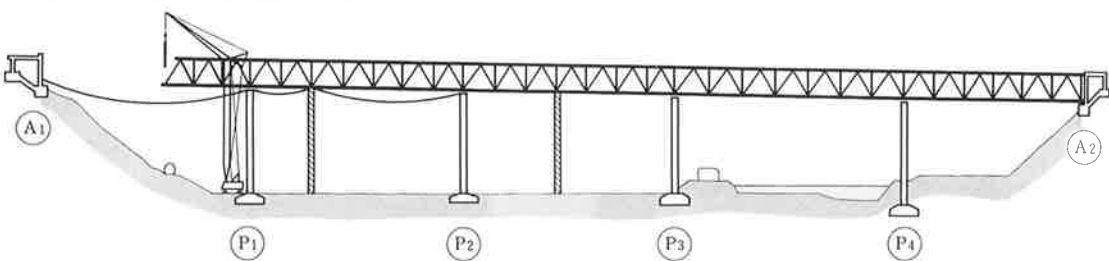


図-8 架 設 図

(4) 工 程

架設は平成2年10月より開始し、平成3年2月末にはA2橋台に到達した。また、当所の予定どおり5月末には鋼桁の架設は完了した。その後Aラインから床版工程に入ったが、平成3年9月、Bラインの型枠施工中に台風19号の直撃を受け、型枠合板数枚が飛ばされる事もあったが、けが人もなく、重大な事故につながらなかったのは、幸いである。現在（平成4年1月）はAラインの足場解体が終わり、Bラインの上塗り塗装、および足場解体作業を行っているところである。



写真-2 下回り架設



写真-3 上回りの架設

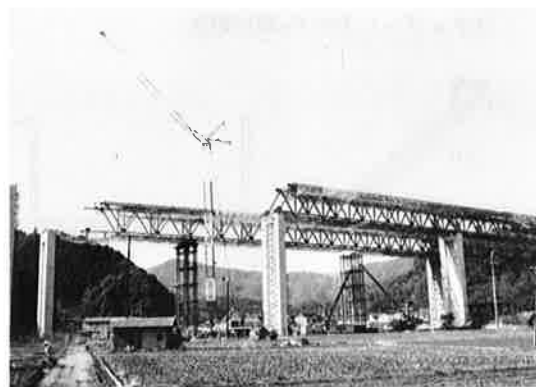


写真-7 P2~P1間の架設



写真-4 5パネル架設完了



写真-8 鉄道上の架設



写真-5 道路上架設完了

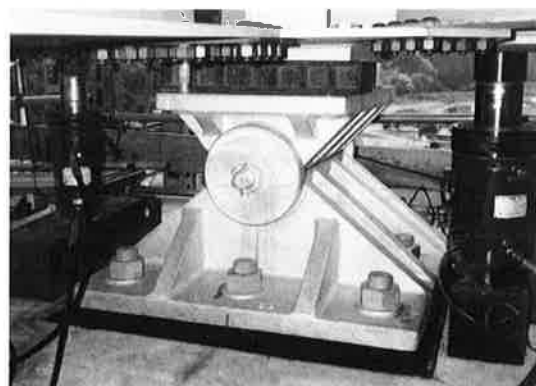


写真-9 ジャッキ設備



写真-6 P4~A4間の架設



写真-10 県道上防護柵

あ と が き

本工事は橋梁下で交差するものも多く、立地条件の厳しい中での架設工事であった。現場は平成2年8月から準備にとりかかった。準備段階で、地元への工事説明を十分に行っていたこともあって、種々の制約はあったものの、予定どおり平成2年10月末から弦材の架設を行うことができた。架設工法は前述のとおりであるが、高所での作業が中心であるため、毎日が緊張の連続であった。そのかいもあって平成3年5月に、無事故で締結式を迎えた事は、工事関係者一同喜びに耐えないところである。以降は床版工事、塗装、足場の解体等であったが、あいかわらず高所作業が繰り返されたため、作業員の末端まで徹底した安全指導および、きめ細かいところまで作業指導を行った。また工事全体の進捗状況も、平成4年1月現在で約90%の出来高で、工事も終盤近くになったが、「百里の道も九十九里をもって半ばとせよ」

の諺通り、工事完成まで気を緩めることなく、全員無事故で乗り越える所存である。

最後に、本工事に御指導、御助力を賜った日本道路公団広島建設局岩国工事事務所の木村工事長はじめ、公団関係の方々、下部工施工業者の方々、工事に御協力をいただいた地元の皆様方、本工事にたずさわった作業員の一人一人、そして共同企業体構成員の方々に心から感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 道路橋示書：日本道路協会 S.55.2
- 2) 道路公団標準設計：日本道路公団 S.56.4
- 3) 鋼構造架設設計指針：土木学会 S.53.5
- 4) 設計要領2集：日本道路公団 S.55.4



写真-11 平成4年1月の状況