

論文・報告

キーワード

阪神高速道路トラス橋
耐候性無塗装設計・施工

妙法寺工区(耐候性無塗装トラス橋) の設計と施工

Design and Construction of Sect. Myohoji
with Unpainted Truss Bridge Using Weathering Steel

片岡章悟*
Shogo KATAOKA

木舟三雄**
Mitsuo KIFUNE

多田賢***
Satoshi TADA

小泉正司****
Masashi KOIZUMI

1. まえがき

神戸市道高速道路2号線(阪神高速道路神戸山手線)は、神戸市長田区蓮池町を起点とし、須磨区妙法寺を経由し、都市計画道路夢野白川線に至る延長4.9kmの自動車専用道路である。

架橋地点は、標高140m程度の丘陵地であり、高取山断層に接近した砂岩、礫岩を主体とする地層に位置する護摩谷の砂防堰堤の上、下流である。

本橋は、昭和61年4月に阪神高速道路公団より受注し、詳細設計、工場製作を経て昭和63年11月に床版工事までが完了している。

形式は、下路式の単純トラス橋であり、両側がトンネルとなっている。そのため、床版を拡幅し、非常駐車帯を設置している。

発注時には塗装仕様であったが、供用後の維持管理が困難であること、環境(気候)条件が比較的良好なことなどから耐候性鋼材の無塗装仕様に変更になった。そのため、設計にあたっては、耐候性鋼材の安定錆の生成が容易なように排水性の良い部材形状、構造詳細を検討した。

本報告では、耐候性鋼材の特性および耐候性無塗装トラス橋として留意した点などについて述べる。

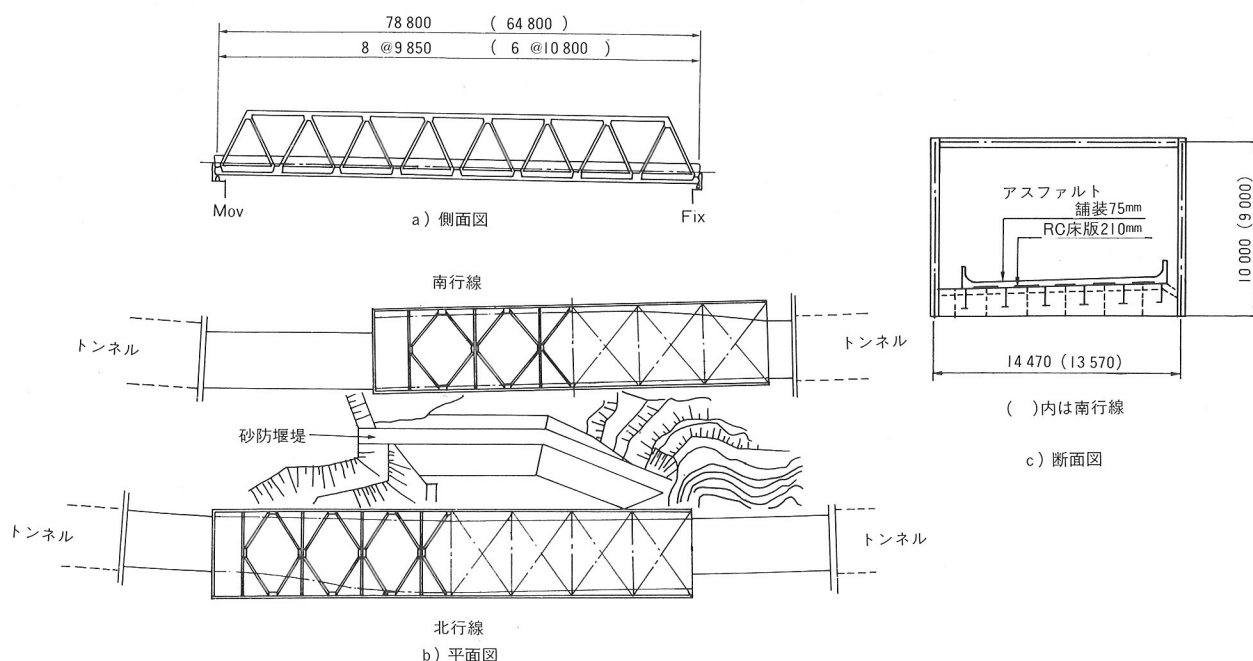


図-1 一般図

*川田工業(株)大阪支社設計課課長 **川田工業(株)大阪支社工事事務課課長 ***川田工業(株)四国工場生産技術課 ****川田工業(株)大阪支社設計課

2. 工事概要

工 事 名：妙法寺工区鋼桁工事
 路 線 名：神戸市道高速道路 2 号線
 道路規格：2 種 2 級
 橋 長：南行線 66.0m
 北行線 80.0m
 有効幅員：11.2m
 構造形式：鋼単純トラス橋 2 連
 鋼 重：

	南行線	北行線
主 構 造	272.0t	378.9t
支 承	3.7t	4.7t
伸 縮 装 置	6.3t	6.6t
耐震連結装置	0.5t	0.7t
排 水 装 置	0.4t	0.6t
併 用 路	11.5t	13.6t

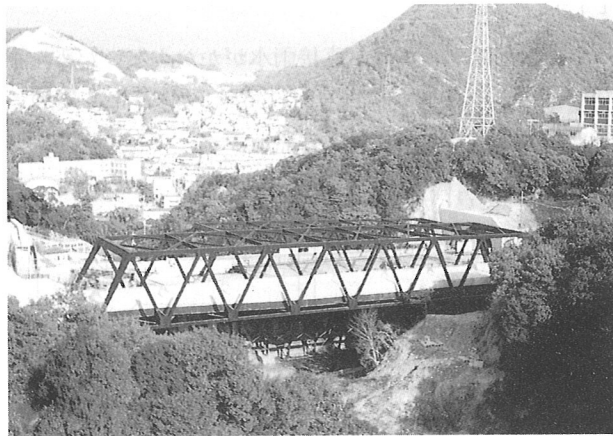


写真-1 完成写真

3. 設計、製作

(1) 耐候性鋼材の特性

耐候性鋼材は、耐候性の付与に効果のある銅(Cu)、リン(P)、クローム(Cr)などの合金元素を適量添加することにより製造される(図-2 参照)。

この鋼材の初期錆は、普通鋼材とほとんど変わらないが、年月の経過とともに鋼材表面に安定錆が生成され、それが保護被膜となって腐食の進行を阻止するようになるといわれている。

耐候性鋼材を裸使用する場合には、鋼材の表面に生成する錆が安定化することが必要であり、その条件として下記の四つが挙げられる。

- ① 鋼材の表面が大気に触れていること
- ② 湿状態と乾状態の適度な繰り返しがあること
- ③ 生成した酸化被膜が機械的にはがされないこと
- ④ 海水飛沫がかからないこと

したがって、耐候性鋼材を有効に利用するためには、

これらの条件に適合するかどうか、環境条件、構造詳細などを十分検討する必要がある。

この耐候性鋼材を橋梁に使用するにあたっては、下記の事象をできる限り避け、安定錆が生成されやすいようにすることが、建設省土木研究所発行の「無塗装耐候性橋梁の設計、施工要領(案)」に記されている。

- ① 泥、塵芥の堆積
- ② 滞水
- ③ 結露
- ④ 雨水の定常的な水みち

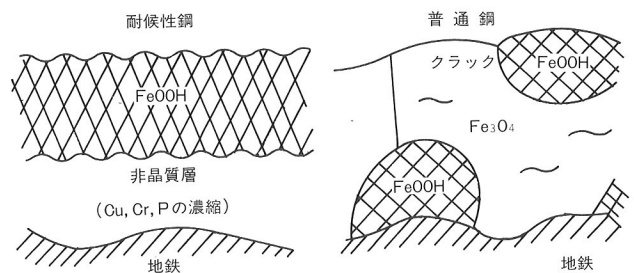


図-2 耐候性鋼および普通鋼の錆層の構造図

(2) 設計上の留意点

本橋の設計にあたっては、環境条件には特に問題がなかったため、構造上滞水、泥、塵芥の堆積などが起こらないように配慮した。特に本橋は、下路トラス橋であることから、主構下弦材、横桁下フランジおよび縦桁下フランジ部分に注意する必要がある。

以下に、主要部材について、塗装仕様の場合の構造と、耐候性鋼材を使用した構造の比較を行い、設計上の留意点について示す。

a) 主構上弦材

これまでの実施例では、主構上弦材自体を傾けたり、トッププレートに勾配を付けたりしたものがあるが、本橋の場合、上面の通風性が良いこと、縦断勾配が1.5%~3%と大きいことから、通常の構造同様トッププレートは水平とした(図-3 参照)。

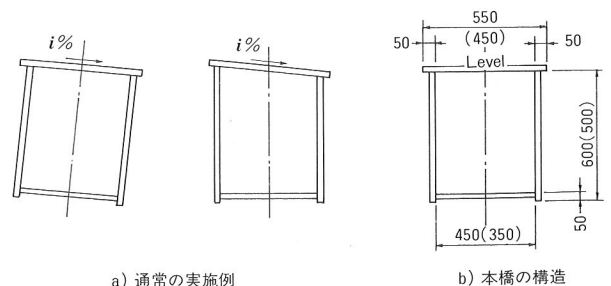


図-3 上弦材構造

b) 主構下弦材

一般に、トラスの下弦材断面は図-4 a) に示す形状で

あるが、この形状ではトッププレートのコーナービードの部分、およびボトムプレートコーナー部に雨水の定常的な水みちがでるとともに、泥、塵芥の堆積が考えられる。したがって本橋では、図-4 b)の下弦材断面を使用することにした。

なお、トッププレートの勾配については、上弦材と同様の理由により水平とし、板厚の変化方向は上面を一定とするよう下図の矢印方向にした。

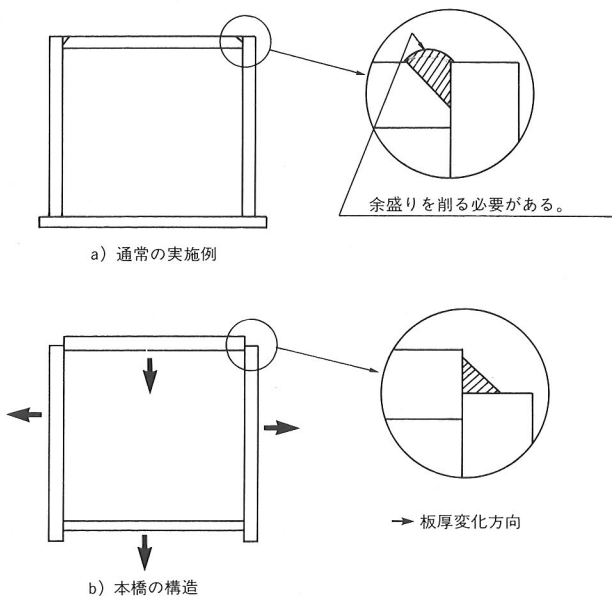


図-4 下弦材構造

c) 斜材

斜材断面にI形断面を使用しても、特に不都合な点が無かったため、従来どおり圧縮材は箱断面、引張材はI形断面を使用した。

d) 橋門構

基本設計では、断面力の違いにより南行線ではI形断面、北行線では箱断面を使用していた。しかしI形断面では、排水性が悪いためどちらも箱断面形状とし、下フランジを腹板の中に入れる構造とした(図-5 参照)。

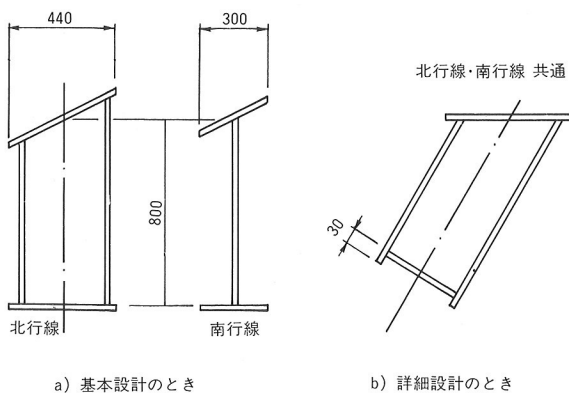


図-5 橋門構構造

e) 横桁下フランジ

横桁下フランジは、縦断勾配に合わせて取り付けるとともに、腹板に水抜き孔を設けた。さらに下フランジに1.5%の放物線勾配をつけて滞水を防止することにした(図-6 参照)。

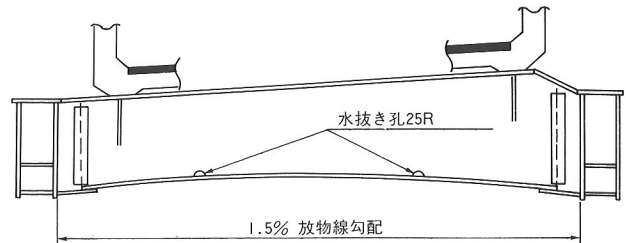


図-6 横桁下フランジ構造

f) 縦桁下フランジ

縦桁下フランジについては、外縦桁のみ滞水防止のために5%のソリを与えると同時に、添接部の隙間を20mmとした。

中縦桁下フランジは、直接雨水がかからないため、また結露による滞水は縦断勾配(1.5~3%)により処理できるため水平とした(図-7 参照)。

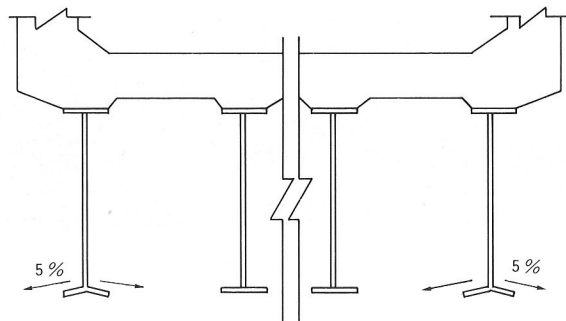


図-7 縦桁下フランジ構造

g) 横構

上横構の上下フランジについては、縦断勾配が大きく通風性が良いことから水平に取り付けた。ただし、ガセットプレートとウェブプレートには、水抜きのためにスカーラップを設けた(図-8 参照)。

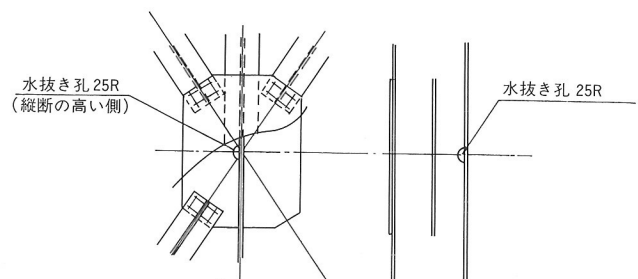


図-8 上横構格点部

また、下横構は通常の下弦材下側に取り付けける方法では格点部が複雑になり、滞水の原因となりやすい。そのため、ガセットプレートを下弦材上側に取り付け、CT鋼の刃を下側にして連結する構造をとった(図-9 参照)。

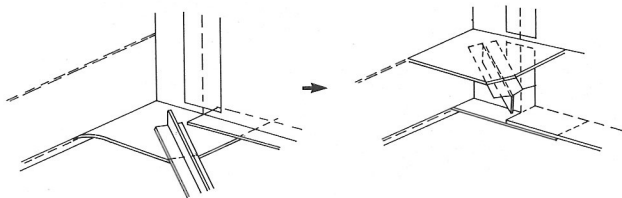


図-9 下横構格点部

h) 支点上構造

支点上補剛材の部分は、中間補剛材のように、大きめのスカーラップを設けたり、下フランジとの間に隙間を設けることができないため、コーナー部にカラープレートを溶接して滞水しない構造にした(図-10参照)。

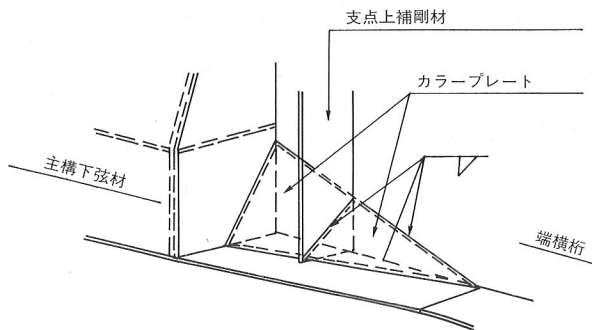


図-10 支点上構造

i) その他の構造について

添接材については、耐候性のトルシア形ボルト(S10TW)を使用した。

支承は、ピン支承とローラー支承を使用した。どちらも耐候性鋼(ScMn1A相当)の仕様とした。

以上述べたような構造を採用することにより、本橋に耐候性鋼材を使用することが可能であるが、下記の箇所については、結露・滞水などにより安定錆が生成しにくい。ため、タールエポキシ塗装をすることにした。

- ① 主構上、下弦材添接部の箱内面
- ② 端横桁、縦桁、主構下弦材端部で橋台に隠れる部分
- ③ 伸縮継手の腹板内側

(3) 製作

a) 製作手順

本橋の製作手順を図-11に示す。

b) 野書

鋼材表面は黒皮のままでも安定錆の生成が可能と考え

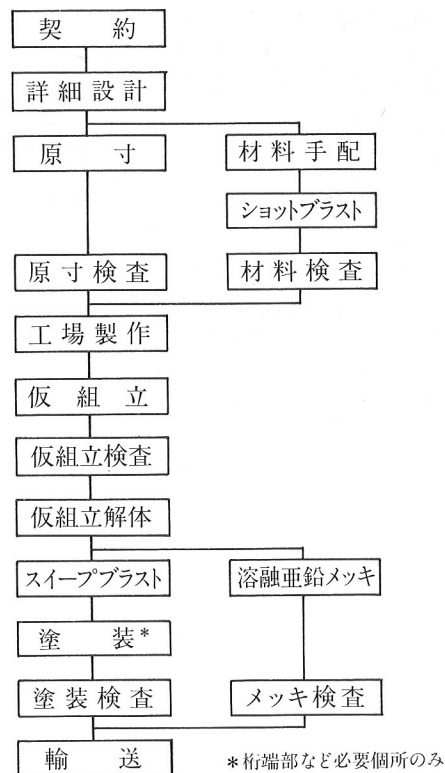


図-11 製作手順

られるが、均一な安定錆が得難いこと、製作中の付着物が発錆の妨げとなるなどの理由から、製作時には鋼板の黒皮を除去している。そのため通常のスチールペイントは使用せず、水性ペイントを使用するものとした。

c) 切断、孔明

切断、孔明作業については十分注意をして行うものとし、ノッチなどの手直しについても、耐候性の溶接棒を使用して行うよう指示した。

d) 組み立て、溶接

溶接作業においては、スパッタの除去が問題となるため、ノンスパッタ液を溶接近傍に塗布することとし、溶接外観を良くするため自動溶接を多用した(写真-2, 3 参照)。

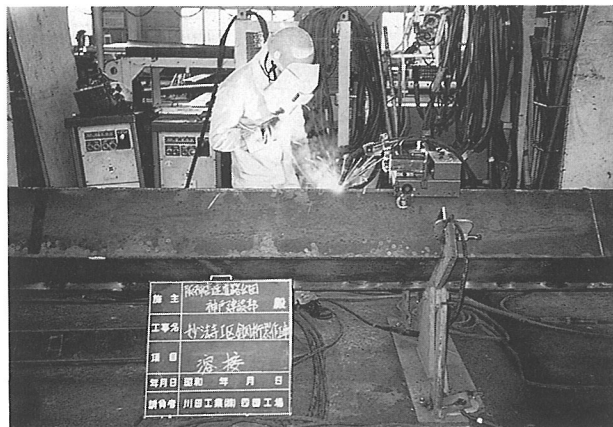


写真-2 溶接状況(その1)

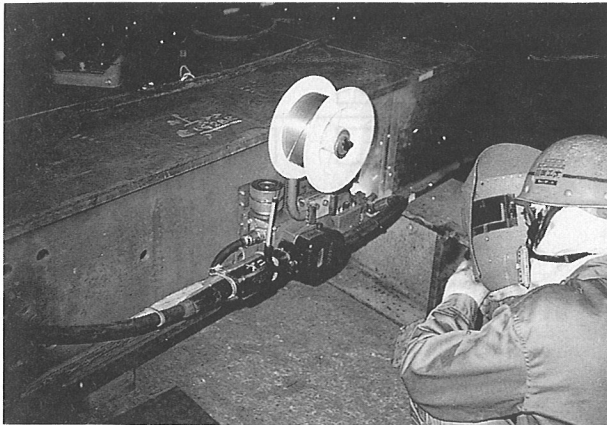


写真-3 溶接状況(その2)

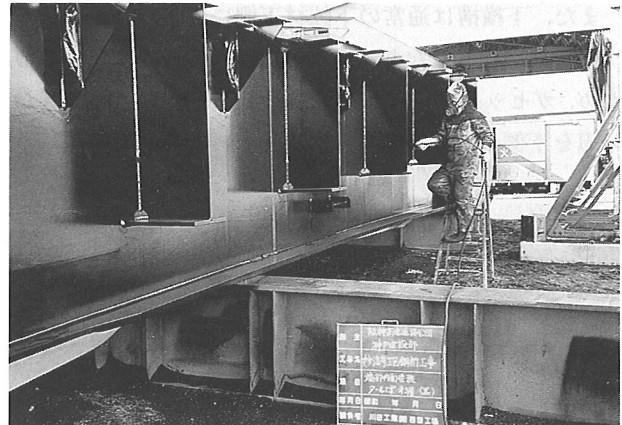


写真-5 端横桁の塗装

e) 仮組み立て

仮組み立ては、検査路など付属品も含めて全量仮組み立てを行った。検査路は、溶融亜鉛メッキ仕様であるが、主構造がサビの状態であり、もらいサビを避けるため仮組み立て完了後に溶融亜鉛メッキ処理を行った。

また、組み立て記号は、部材に白の水性ペイントにて記入し、架設後外面から見えないように配慮した(写真-4 参照)。



写真-4 仮組み立て

f) 塗装

設計でも記したように、塗装は、端横桁部と主構上、下弦材の添接部内面にタールエポキシ塗装を行った(写真-5 参照)。

4. 施工

(1) 施工概要

a) 架設工法の選定

本橋の架設工法は、以下の条件により「クローラクレールおよび支保工架設」とした。

- ① 砂防堰堤に構築された既設の栈橋を、所定の重機が架設作業ヤードとして使用できる。

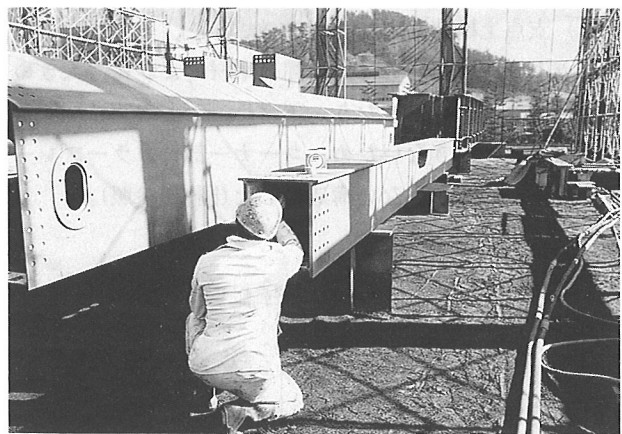


写真-6 添接部内面の塗装

- ② 支保工設置位置は軟弱な砂質地盤であるが、河床岩を支持地盤とする杭基礎を用いることにより、支保工の設置が可能である。

また、使用重機は最大部材重量5t、最大作業半径24mが必要とするため、重機移動の比較的容易な80t吊クローラクレールを選定した。

b) 支保工基礎地盤の地質調査

架設地点である護摩谷の地形的特色は、架設する南行線ならびに北行線の両橋をはさんで、中央に護摩谷堰堤が存在している。このため、当該地域は、かなりの砂礫土が堆積しており、水位も非常に高い。

今回、支保工を設置するにあたっては、既存資料(護摩谷堰堤付近のボーリングデータ)と新たに実施した地質調査(平板載荷試験、サウンディング試験、試掘など)により、地表部堆積土の支持力度と、支持力度の深度的バラツキの評価を得た(写真-7 参照)。

試験結果より、全域にわたって地表下3m~4mは、N値5以下の軟弱な砂礫層であり、支持地盤としては不適当な土層であることが判明した。したがって、支保工基礎として直接基礎は考えられず、直接基盤岩まで到達する杭基礎とした。また、ボーリングデータより杭長を8

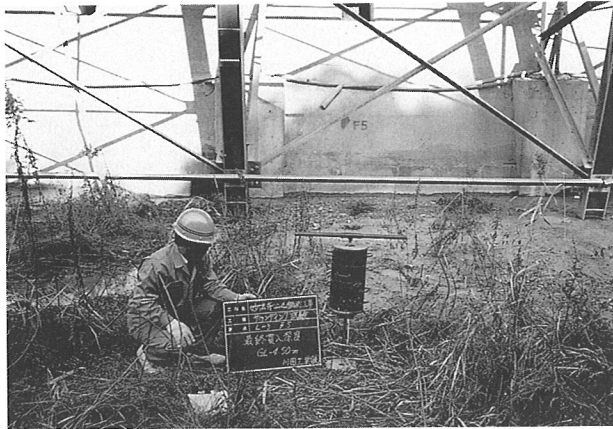


写真-7 サウンディング試験

mとして杭基礎の設計を行った。

c) 仮栈橋の応力照査と点検

仮栈橋上に機材と重機を搬入し、部材架設を行うため、仮栈橋の応力照査、点検により安全性の確認を行った。

① 応力照査

i) 低床式トレーラーによる80t吊クローラクレーンの搬入時の応力照査

北行栈橋④、⑤、⑥、⑦(図-12参照)を対象とし、照査荷重49.3tで照査した。

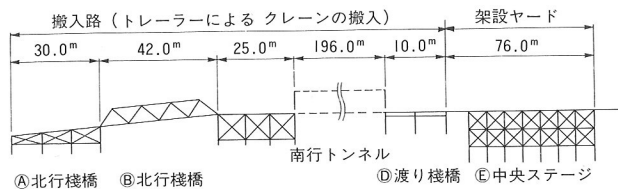


図-12 搬入経路図

ii) 橋体部材の組み立ておよび、クローラクレーンの組み立て時の応力照査

中央ステージ⑧を対象として、照査荷重78tで応力照査をした(図-12参照)。

② 点検

点検は大型重機の搬入時と定期点検時に実施し、部材の異常の有無、締付ボルトのゆるみ、梁材のたわみ量の測定などを行った(写真-8参照)。

(2) 支保工基礎の形式

a) 北行線

砂防堰堤の上流側にあたるため、軟弱な堆積土の層が厚くすべて杭基礎とし、鋼杭(4-H300×300×10×15)を使用した。

b) 南行線

砂防堰堤の下流側にあたるため、出水時の基礎の流出に備えて、H.W.L.より上に支保工を設置する必要がある。そのため工事桁を使用し、その上に支保工を設けた。

使用した工事桁は、上流側は(2-H912×302×18×34)、下流側は(4-H1700×350×9×22)である。

また、死荷重(トラス鋼重)により、工事桁相互間になみ差が生じ、支保工が傾くことになるため、あらかじめライナー材などで高さ調整を行った(写真-9参照)。



写真-8 中央ステージの点検

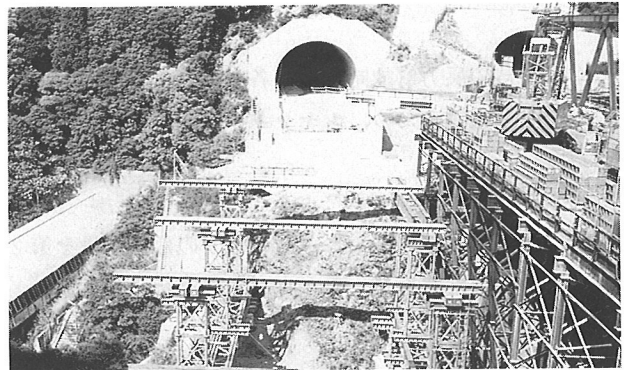


写真-9 南行線基礎工

(3) 架設

橋体の架設は、図-13に示す架設手順で施工した。支保工、橋体の組み立ては、仮設栈橋上にセットされた80t吊クローラクレーンで行い、全格点支持の無応力架設とした。

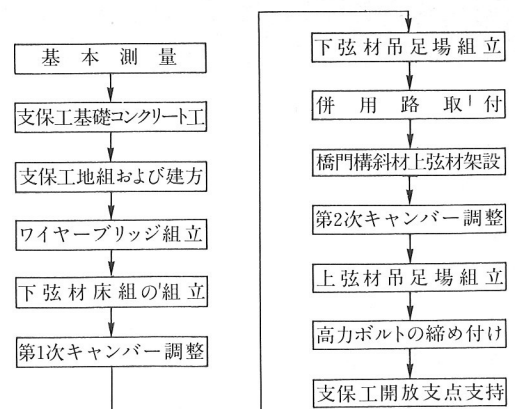


図-13 架設手順

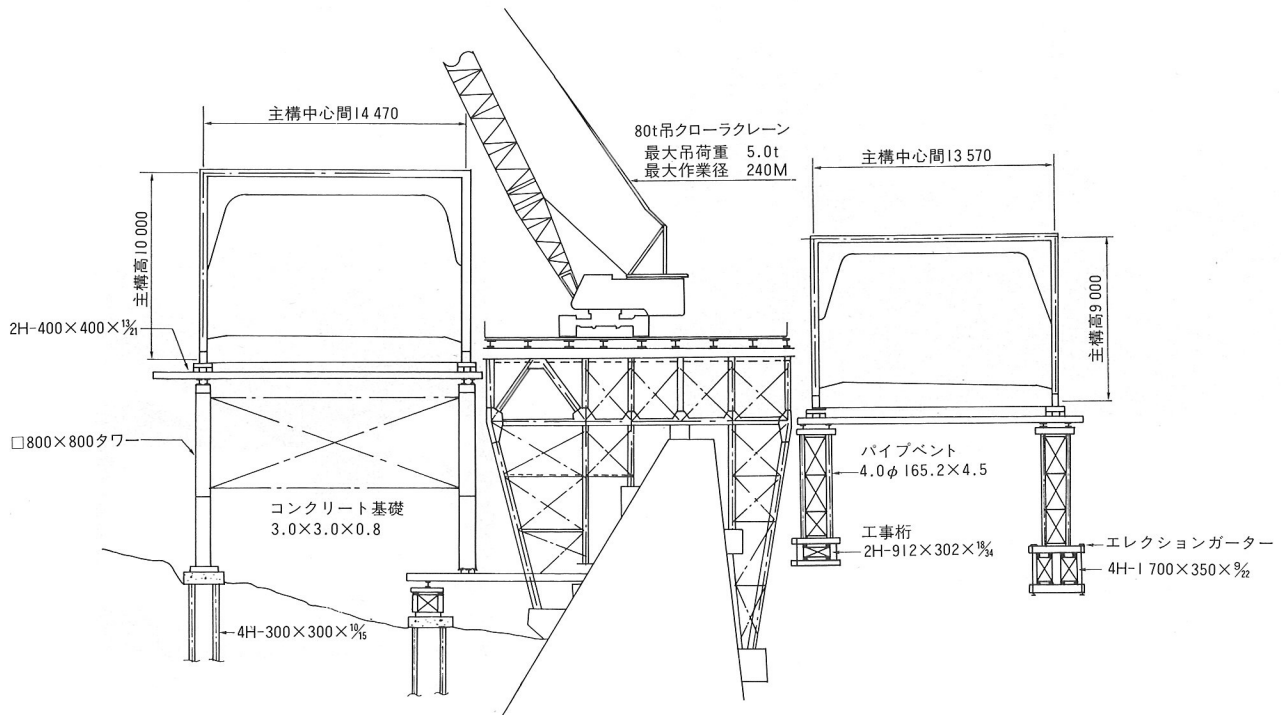


図-14 支保工および架設概要図

多点支持の反力解放時には、各支持点ごとの不均等反力の発生を避けるため、ジャッキダウンを2回に分けて行った。

第1次扛下量は、鋼重によるたわみ量(南行線-23mm, 北行線-37mm)の半分とし、さらに残りのたわみ量を第2次扛下量として、ジャッキダウン作業を行った。

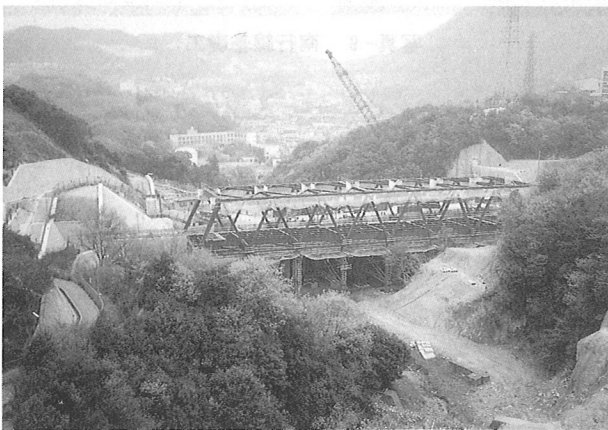


写真-10 北行線の架設

5. あとがき

近年、道路事業における維持管理コストの占める割合が増加しつつあり、耐候性鋼材使用の無塗装橋梁に対する期待が高まってきている。

耐候性鋼材の橋梁への適用については、土木学会をはじめ、関係諸機関、諸団体などで調査、研究が進められており、今後、これらの研究の積み重ねや利用技術の開

発などにより、その利用価値がますます高まっていくものと思われる。

本橋に適用するにあたっては、これらの成果や各種報告をもとに、トラス橋の特性を生かす構造詳細を検討したが、今後は、トラス橋についても構造詳細の標準化がなされていくものと考えられる。

また、本橋の施工上の特色として、軟弱地盤における基礎工が挙げられるが、これらの考え方が今後の工事の設計、施工の参考になれば幸いである。

最後に本工事を実施する機会を与えてくださり、全面的にご指導いただいた阪神高速道路公団神戸建設局、ならびに山手工事事務所の皆様に心より感謝いたします。

参考文献

- 1) 建設省土木研究所他：耐候性鋼材の橋梁への適用に関する研究報告書（VⅢ），無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領（案），1986年3月.
- 2) 河井・石崎：耐候性鋼材の橋梁への適用，橋梁と基礎，1981年9月.
- 3) 大槻：耐候性鋼材を用いた無塗装橋梁の設計と製作，橋梁，1981年3月.