

都市計画道路補助第 288 号線橋梁の施工

深野 将郎 *1 · 飯塚 成夫 *2 · 高橋 芳之 *3 · 臼田 清 *4

1. はじめに

本工事は、東京都江戸川区に位置し都営地下鉄の瑞江駅～環状七号線を結ぶ都市計画道路工事の一環として新中川を渡河する橋梁架設工事である。また、国内では珍しい都市部での、波形鋼板ウエブ PC 箱桁橋の施工である。

計画条件としては、アプローチ部の工費をおさえるために計画高を低くする必要があり、また、航路としての桁下クリアランスを確保するために桁高を低く抑える必要があった。そのため自重の軽い波形鋼板ウエブ構造を採用し、死荷重の低減を図った。また、波形鋼板ウエブで軽量化を図ることで、1ブロック長を大きくして、ブロック数を減らすことにより工期の短縮も可能であった。

また、本橋梁付近は、散歩道としても使用されており区民の憩いの場でもある。そのため景観を考慮したやわらかな曲線をもつ波形鋼板ウエブ形状、色等を採用した。また橋脚部にはバルコニーを設けて、くつろぎの空間をさらに創出した。

橋体部の施工に関しては、一渴水期での施工であり、工期的にも厳しい施工であった。そのため、波形鋼板等の取り込み方法などの工夫をおこない、張出し施工の1サイクル所要日数の短縮を図った。

本報告では、施工上の特徴と留意点について紹介する。

2. 橋梁概要

件名：都市計画道路補助第 288 号橋梁工事
 工事箇所：東京都江戸川区
 工期：H16.6.24～H17.8.02（上部工架設のみ）
 構造形式：3 径間連続 PC ラーメン箱桁橋
 橋長：121.300 m

支間割：34.250 m + 51.600 m + 34.250

幅員構成：歩道 3.5 m + 車道 9.0 m + 歩道 3.5 m

橋脚バルコニー部左右 3.0 m

平面線形：R = ∞

縦断勾配：2.148 % 1.982 %

斜角：79° 30' 00"

桁高：3.500 m（柱頭部）～ 2.000 m（支間中央）
 1.700 m（桁端部）

設計荷重：B 活荷重

主要材料

コンクリート $\sigma_{ck} = 40 \text{ N/mm}^2$ 1 345 m³

PC 鋼材 SWPR7B 12S15.2 16.9 t 内ケーブル

SWPR7B 19S15.2 14.6 t 外ケーブル

SWPR19 1S28.6 25.7 t 横締め

鉄筋 SD 295 A 169.1 t 主桁部

SD 345 28.7 t 貫通鉄筋

波形鋼板 SM 490 Y 8.9 t

SM 570 31.9 t

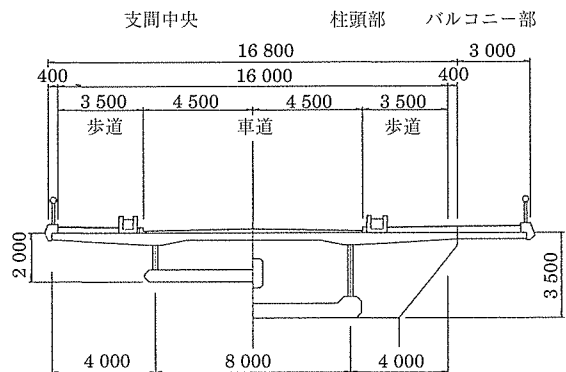


図 - 1 断面図

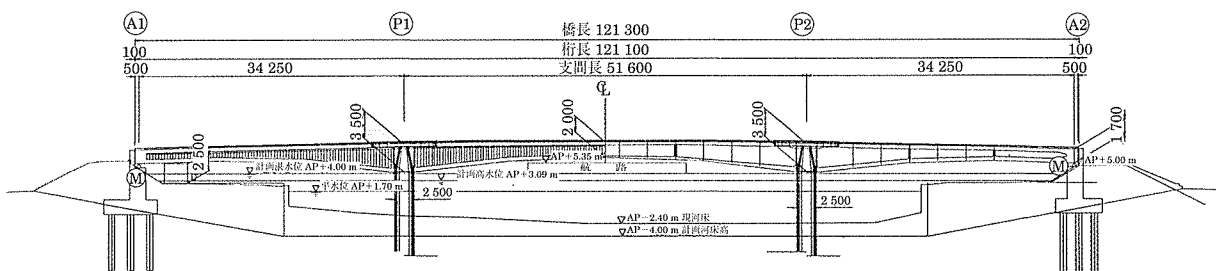
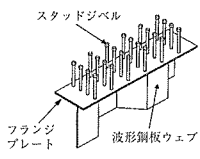
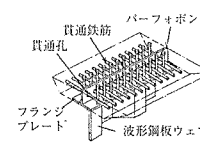
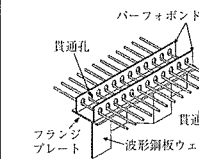


図 - 2 側面図

*1 Masao FUKANO：江戸川区役所 土木部 街路橋梁課長
 *2 Naruo IIZUKA：江戸川区役所 土木部 街路橋梁課工事係 主事
 *3 Yoshiyuki TAKAHASHI：セントラルコンサルタント (株)
 *4 Kiyoshi USUDA：(株) ビーエス三菱

表 - 1 接合方法一覧

	スタッドジベル接合	埋込み接合	アングルジベル接合	シングルパーフォンドリブ+スタッドジベル接合	ツインパーフォンドリブ接合
構造形式	 <ul style="list-style-type: none"> 鋼フランジに溶植されたスタッドジベルにより、いずれせん断力に抵抗する接合方法 	 <ul style="list-style-type: none"> 波形鋼板を直進コンクリート床版に埋め込むもので、フランジプレート等必要としない接合方法 埋め込まれた波形鋼板の斜めパネル、および鋼反鋼に充填されたコンクリートでいずれせん断力に抵抗する。 	 <ul style="list-style-type: none"> フランジプレートに溶接されたアングルジベル(L型鋼)によりコンクリート床版と波形ウエブとを一体とする接合方法 	 <ul style="list-style-type: none"> フランジプレートに溶接した孔あき鋼板と貫通された鉄筋とスタッドジベルでいずれせん断に対して抵抗する接合方法 	 <ul style="list-style-type: none"> フランジプレートに溶接した2枚の孔あき鋼板と貫通された鉄筋でいずれせん断に対して抵抗する接合方法 孔あき鋼板が2枚ついているため首振りモーメントにも有効に抵抗できる
実績	<ul style="list-style-type: none"> 鋼橋で一般的に用いれており実績が多いが、波形ウエブの接合方法では、最近あまり採用されていない 	<ul style="list-style-type: none"> 国内での実績は多い 	<ul style="list-style-type: none"> フランスの波形ウエブには広く採用され、国内でも多く採用されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 最近の国内の物件では下床版側に適用されている。 	<ul style="list-style-type: none"> 最近の国内の物件では上床版側に適用されている。
施工性	<ul style="list-style-type: none"> スタッドが密に設置してある部分はコンクリートの充填性に問題がある。 スタッドの本数が非常に密になる箇所があり、フランジプレートに溶接ひずみが出てしまう可能性がある 波形鋼板にフランジプレートが溶接されているため、波形鋼板の直進性が確保され型枠設置も容易である 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリートの充填性は上床版・下床版に適用しても問題ない 波形形状が曲線であるため、貫通孔や貫通鉄筋の位置決めが困難である 上床版ではコンクリート型枠の設置が面倒である。下床版については、フランジプレートが無いいため、施工性はフランジプレートを介する場合より良好である。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリートの充填性は上床版・下床版に適用しても問題ない アングルジベルへの鉄筋挿入やU字鉄筋の配置に労を要することが考えられる 波形鋼板にフランジプレートが溶接されているため、波形鋼板の直進性が確保され、型枠の設置も容易である。 	<ul style="list-style-type: none"> コンクリートの充填性は上床版・下床版に適用しても問題ない パーフォンドリブに鉄筋を挿入する作業を伴うが鋼板に穴あけられた穴は大きい鉄筋配置も容易である 波形鋼板にフランジプレートが溶接されているため、波形鋼板の直進性が確保され、型枠の設置も容易である。 	<ul style="list-style-type: none"> 下床版部分に適用すると、コンクリートの充填性が確実に行われにくい。 パーフォンドリブに鉄筋を挿入する作業を伴うが鋼板に穴あけられた穴は大きい鉄筋配置も容易である 波形鋼板にフランジプレートが溶接されているため、波形鋼板の直進性が確保され、型枠の設置も容易である。
	△	×	○	◎	◎
経済性	<ul style="list-style-type: none"> フランジプレートにスタッドを溶植するのみであるが、波形鋼板にフランジプレートの溶接作業が伴うため埋込み接合よりはおとる。 	<ul style="list-style-type: none"> 波形鋼板にフランジプレートを溶接する必要がないため経済性に優れている。 	<ul style="list-style-type: none"> フランジプレートにアングルジベルを全周溶接するため、溶接に延長がながくなる。そのため他工法と経済比較をする必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> フランジプレートの上に1枚の孔のあいた真っ直ぐな鋼板を溶接するのみでよく、アングルジベル接合に比べ溶接延長は低減できる。また、スタッドジベルの本数も低減できる。 	<ul style="list-style-type: none"> フランジプレートの上に2枚の孔のあいた真っ直ぐな鋼板を溶接するのみでよく、溶接延長は低減できる。また、スタッドジベルもいらぬ
	△	◎	△	○	○

3. 構造上の特徴

(1) 波形鋼板ウエブと床版との接合方法

本橋梁の波形ウエブ鋼板と床版コンクリートの接合方法はパーフォンドリブとスタッドによる接合方法を採用した。

他の工法と比較した場合、スタッドジベル方式では、スタッドのピッチが密になりすぎる箇所が出てくるため、コンクリートが確実に充填できるか不安があった。また、埋込み接合の場合は、曲線を取り入れた波形形状であると貫通孔の位置決めが困難であった。

アングルジベル接合は、フランジプレートにアングルジベルを全周溶接しなければならず、パーフォンドリブとスタッドによる接合方法と工費を比較した結果、本橋梁の場合では経済性が劣った。

ツインパーフォンドリブ接合の場合は、上床版の場合にはいいが、下床版に使用するとコンクリートが充填できな

い等があげられた。

表 - 1 に、接合方法選定の一覧を示す。

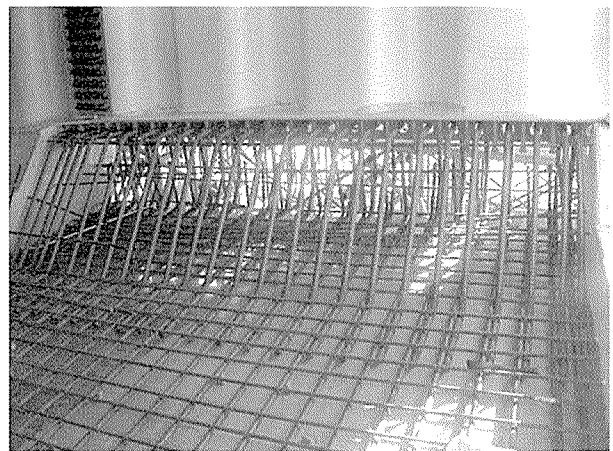


写真 - 1 下床版と波形鋼板ウエブとの接合部

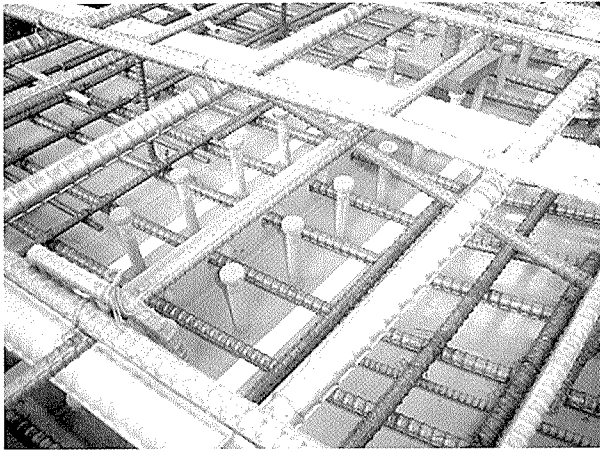


写真 - 2 上床版と波形鋼板ウェブとの接合部

(2) 波形鋼板ウェブ形状

通常は角ばった波形形状をしているが、本橋は曲面を取り入れ景観に考慮した形状とした。

鋼板の色は水辺付近の景観に調和した色を採用して、見た目にも柔らかな印象とした。

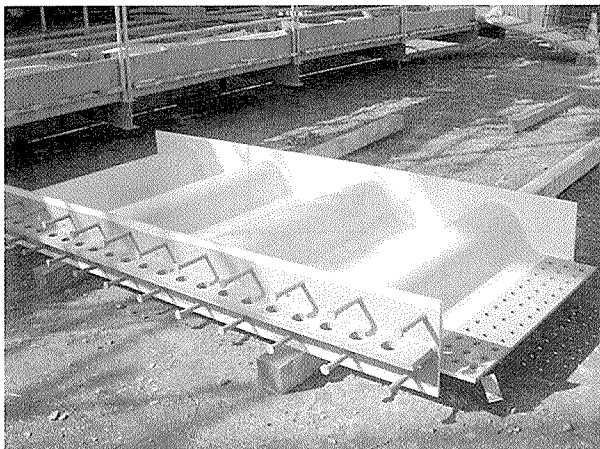


写真 - 3 波形鋼板ウェブ形状

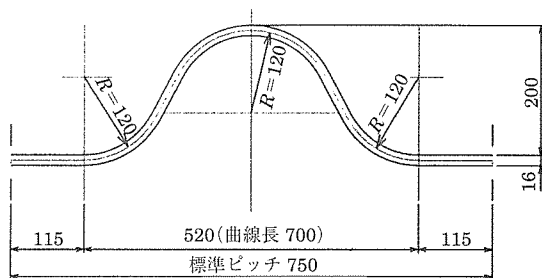


図 - 3 波形鋼板ウェブ形状

4. 全体工程とサイクル工程

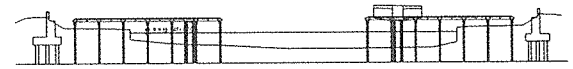
(1) 全体工程と施工条件

本現場は一濁水期内（11月から5月）においてP1、P2の栈橋を構築し、3径間を連結して栈橋を撤去するという大変厳しい条件のなかでの施工であった（図 - 4）。さらに中央径間は営業船航路となっており、常時航路幅の確保を

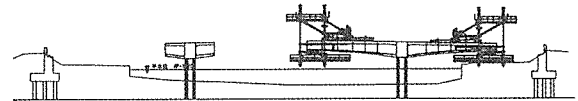
STEP 1 仮栈橋構築



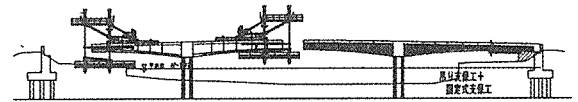
STEP 2 P2柱頭部施工



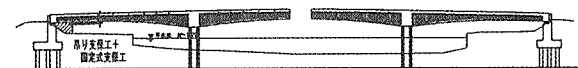
STEP 3 P2張出し施工
P1柱頭部施工



STEP 4 A2側径間工
P1張出し施工



STEP 5 A1側径間工



STEP 6 中央併合



図 - 4 ステップ図

しなければならなかった。そのためP1・P2からの同時張出しができない状況での工期短縮が課題であった。

図 - 4 にステップ図、表 - 2 に全体工程表を示す。

(2) サイクル工程

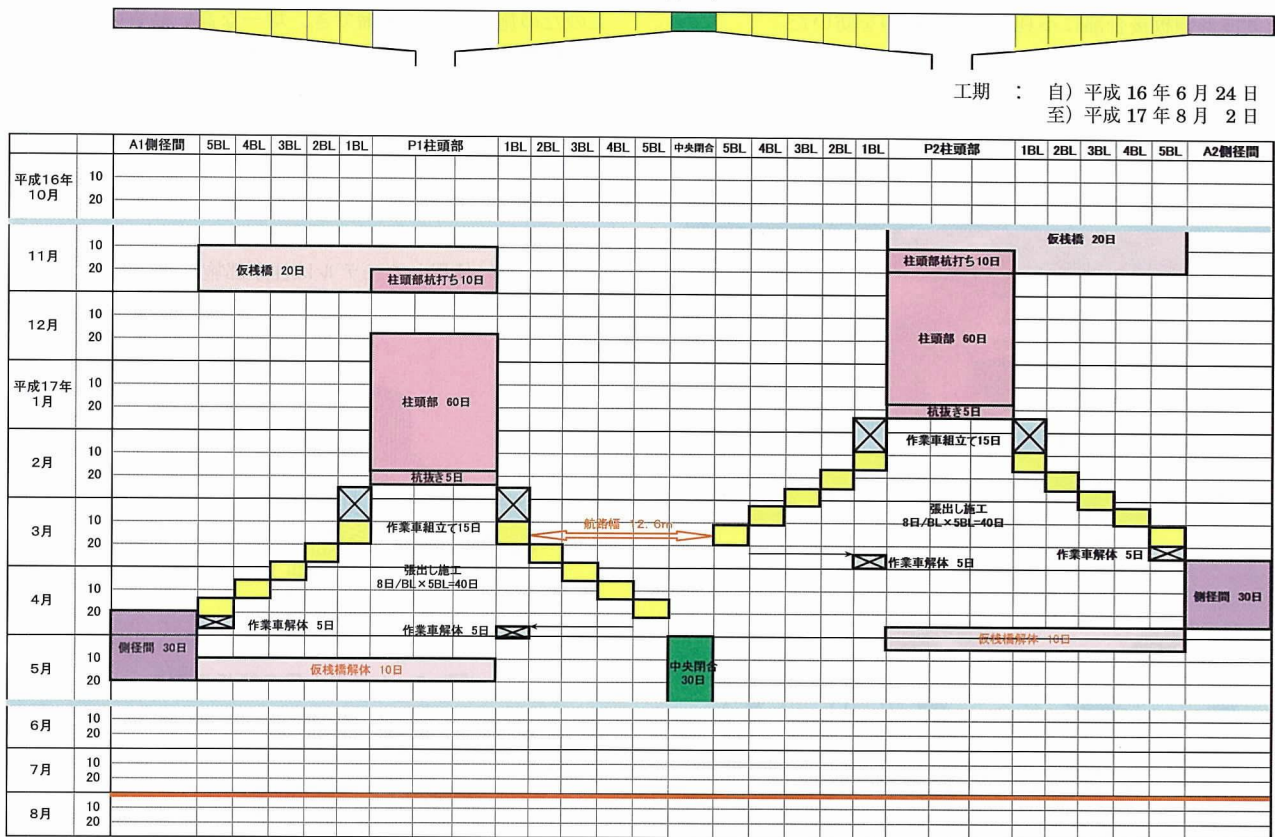
工期が厳しいため、1サイクルにかかる日数をなるべく減らすことが重要であった。そのため、施工工程の見直しをおこなった。とくに、波形鋼板ウェブ同士の接合部の塗装（接合はボルト接合）工程や波形鋼板ウェブとコンクリート床板接合箇所の防水処理を主桁製作工と同時に行った。

5. 施工の特徴

(1) 移動作業車の改造

従来の波形鋼板ウェブPC橋の施工では、波形鋼板ウェブを鉛直な状態で吊り上げられるように、移動作業車の高さを一般のものより高く改造する。しかし、本橋梁は中央径間の支間長が短いため、栈橋上のクローラークレーンで

表 - 2 全体工程



主桁製作工		塗装工		主桁製作工		塗装工	
1日	架設機移動 底板型枠設置 波形鋼板設置			5日	コンクリート打設		ボルト接合部塗装(4層目)
2日	下床版鉄筋組立て 上床版型枠設置		ボルト接合部塗装(1層目)	6日	養生 小口枠解体 レイタンス処理		ボルト接合部塗装(5層目)
3日	下床版ハンチ型枠組立て 上床版下筋組立て 床版横縮配線		ボルト接合部塗装(2層目)	7日	養生 ケーブル挿入 緊張準備		防水塗装(1層目)
4日	上床版上筋組立て 打設準備		ボルト接合部塗装(3層目)	8日	床版横締め緊張 縦締めケーブル緊張		防水塗装(2層目)

表 - 3 サイクル工程

設置箇所波形鋼板ウェブを吊込むことが可能であった。そのため、上部の屋根を開閉式に改造した。その結果、移動作業車の高さを高くする改造も必要なく張出し架設ができた。

波形鋼板ウェブの設置では、移動作業車に設けたトロリーとチェンブロックで高さや方向の微調整を確認した後、ボルトの締付け作業を行った。

コンクリート打設では、栈橋上に設置したポンプ車のブームが届く距離であったため、配管等の必要なく打設が可能であった。

また、打継部は79°30'の斜角があるため移動作業車

を斜角対応型に改造した。

主な改造箇所は以下のとおりである。

- 1) 上部横梁と主構部分に斜角対応調節ピース材の製作。
- 2) 下段作業台等の部材接続箇所のボルト穴あけ加工。
- 3) 波形鋼板ウェブ設置のため開閉式屋根の製作。
- 4) 波形鋼板ウェブ設置用トロリーの設置。

(2) コンクリート打設時の留意点

本橋梁では上床版と下床版では上床版の方が打設量がかなり多い。そのため、上床版を先に打設して上床版の重量による移動作業車のなじみをとってから、下床版を打設し

○ 工事報告 ○

た。その結果、打設時に生じる移動作業車の変形が小さくなり波形鋼板接合部に不具合を生じるのを防いだ。



写真 - 4 部材取込み状況



写真 - 5 波形鋼板ウェブ設置状況

(3) 接合部防錆方法

波形鋼板ウェブと床板の接合部分からの雨水の侵入および、桁内部の結露により、構造物の耐久性に問題が生じないように防水処理を行った。防水塗装には超速硬化ポリウレタン樹脂吹付塗膜工法（以下 SQS 工法）を採用した。

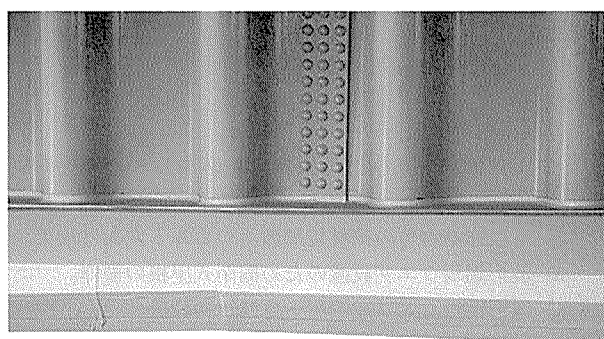
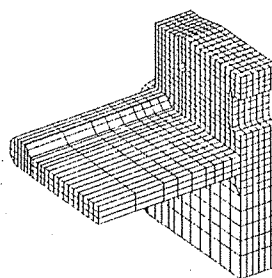


写真 - 6 防水処理面

SQS 工法は2成分系高圧定量ポンプによるスプレー吹付施工のため施工時間の短縮でき、均一な高い品質の塗膜形成が可能である。このため、張出し施工中に防水塗装の作業を実施した。

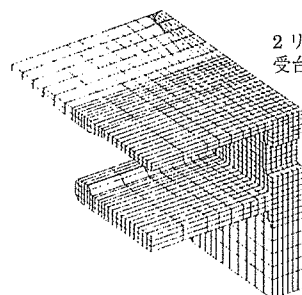
(4) 柱頭部温度解析

柱頭部施工ではマスコンクリートになるため水和熱によるひび割れが発生しやすい。その対策案を検討するため温度応力解析を行った。以下に施工ステップと解析モデルを示す。解析に使用したモデルは柱頭部施工範囲を1/4対称モデルにしたものを用いた。



1 リフト目は柱頭部横桁と、下床版の打設とした。

図 - 5 1 リフト目の解析モデル



2 リフト目は上床版と、バルコニー受台部の打設を行った。

図 - 6 2 リフト目の解析モデル

解析の結果、1 リフト目は目立った温度応力は発生していなかったが、2 リフト目は、下図のように1 リフト目の横桁にバルコニー受台部が拘束されて、鉛直方向の引張応力が発生した。ひび割れ指数は1.0以下となり、ひび割れが発生しやすい解析結果となった。その対処として鉛直方向の鉄筋量の増加を行なった。また、水和熱を減らすため、早強コンクリートから普通コンクリートへの変更も行った。

その他に、開口部周りなど初期乾燥収縮のひび割れ等がしやすい箇所にはアラミド繊維を貼って微細なひび割れを防止しようと試みた。

このような、対処をした結果、実際の施工ではコンクリートの水和熱による温度ひび割れは発生しなかった。

6. 安全管理について

本現場は中央径間部が営業航路となっており、地域柄屋形船などかなりの航行があった。栈橋の構築作業、柱頭部支保工の杭打ち作業、また張出し架設時の航路幅が最小になる際は、警戒船を配置して航行する船に注意をはらった。夜間には栈橋、移動作業車をライトアップし航行する船に

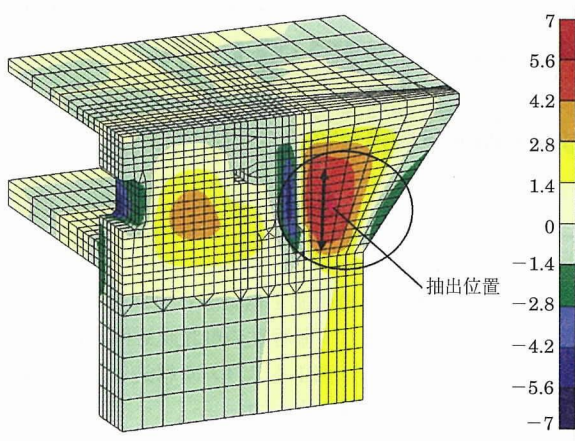


図 - 7 柱頭部温度解析結果



写真 - 9 全景



写真 - 7 船舶通過時

注意をはらった。

7. おわりに

本橋は、各種厳しい施工条件の中で今年8月の竣工を目指している。本報告で採用した工法等が、今後の同様な形式の施工の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 阪神道路公団：中野高架設計要領（案）H12.7
- 2) 波形ウェブ合成構造研究会：波形ウェブ PC 橋 計画マニュアル（案）H10.12

【2005年7月13日受付】



写真 - 8 側面