

第4章 斜張橋

§1 はじめに

「鋼橋に関する海外プロジェクトの調査を行い、海外技術および海外工事の進め方等を研究し、我国のこの分野の見直しと海外工事に対する適用性を高める。」という部会の活動基本方針に基づき、当部会設計分科会斜張橋グループでは、先ず、その第1段階として、資料入手の容易さから、我国の業者が応札、受注した鋼斜張橋の海外プロジェクトを調査し、応札図面を基に各橋の構造的特長およびその背景にある設計思想等について調査分析し、若干の考察を試みた。

橋体構造の分析は、下記3橋を対象に付録-1に示す「海外橋梁構造比較一覧系統図（鋼斜張橋）」に従って進めた。

- ① アダミヤ橋（イラク）
- ② チャオプラヤ橋（タイ）
- ③ ルーリング橋（アメリカ）

以下、分析結果を報告する。なお、同時に内外で施工された鋼斜張橋（工事中、複合構造を含む。）について実績調査を行い、斜張橋の動向を探る足がかりとする資料の一つとして設計諸元一覧表を作成したので併せて報告する。

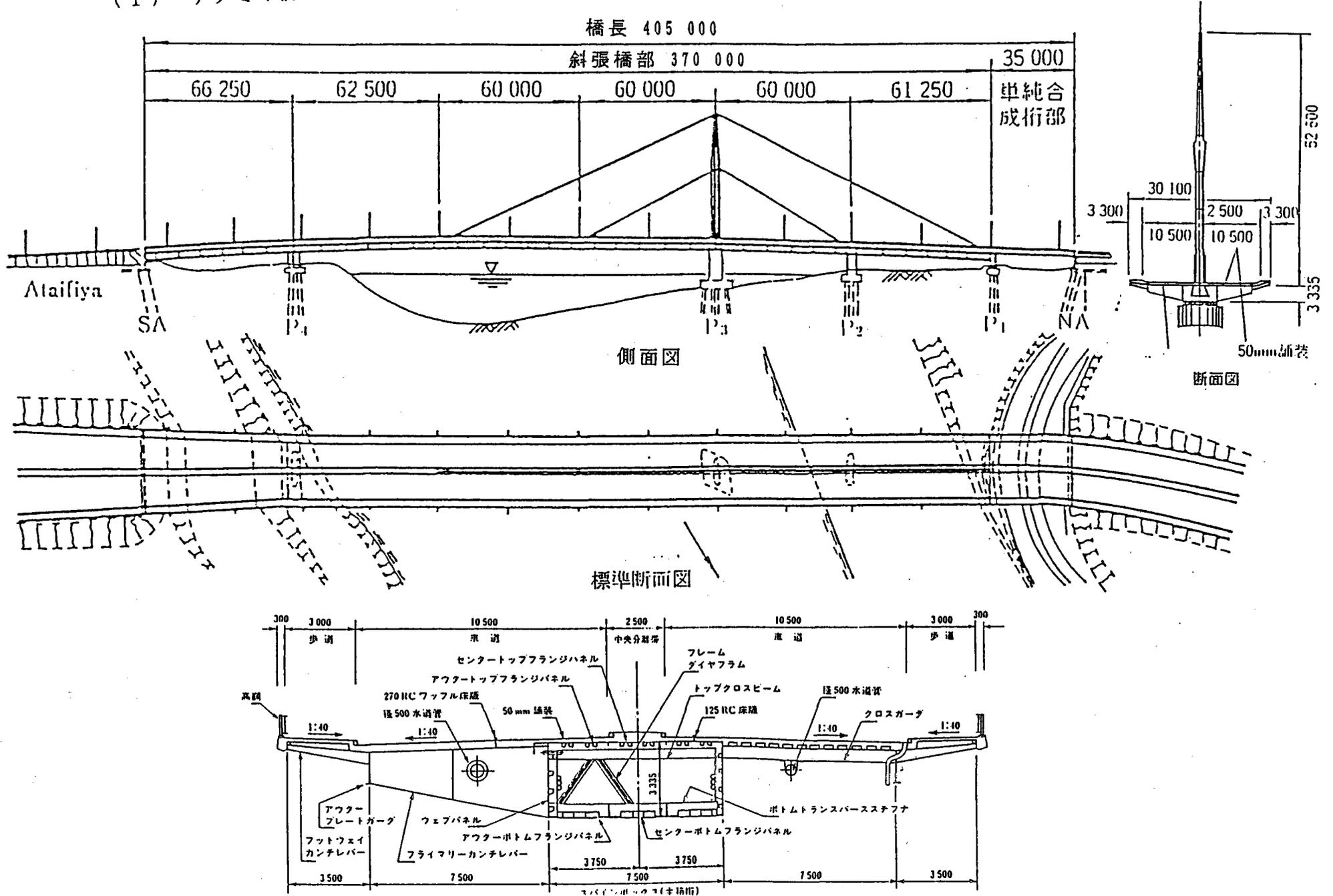
§ 2 基本事項

本章では各橋梁のプロジェクト名、橋名、構造および工事概要等の設計諸元、その一般図を示す。

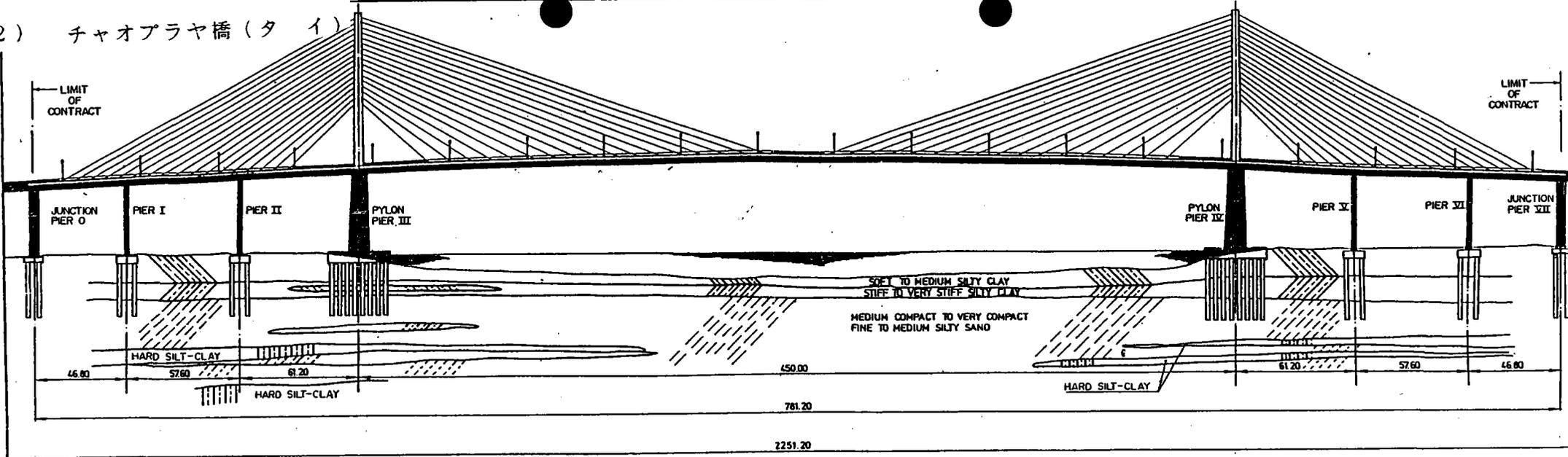
2.1 一般図

(1) アダミヤ橋 (イラク)

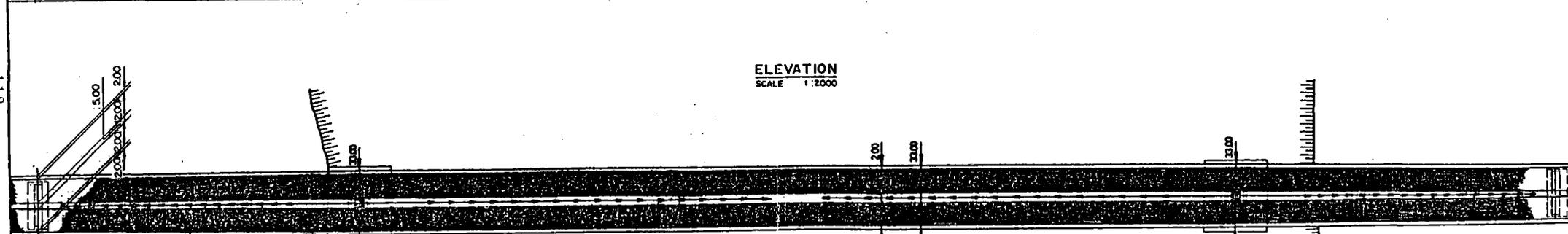
アダミヤ橋 一般図



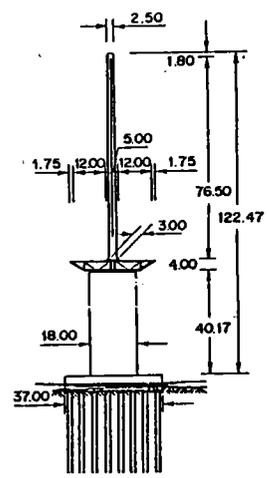
(2) チャオプラヤ橋 (タイ)



ELEVATION
SCALE 1:2000



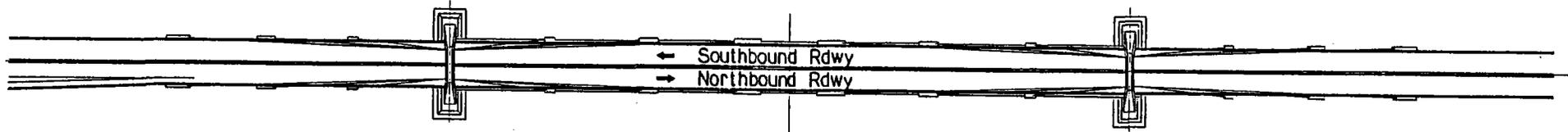
PLAN
SCALE 1:2000



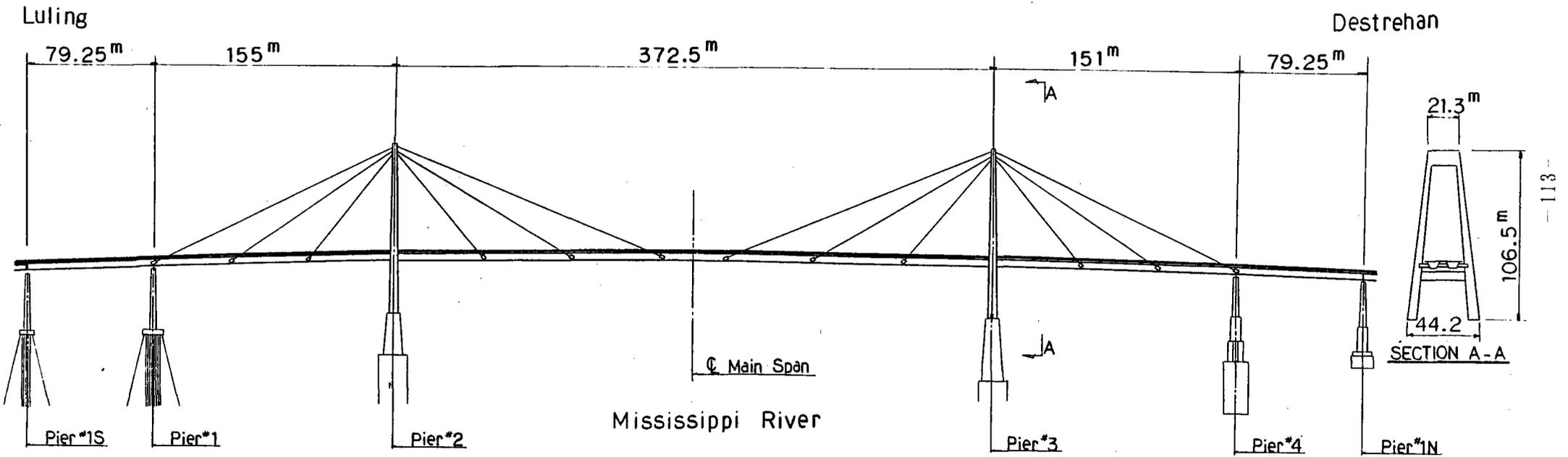
MAIN SPAN CROSS SECTION WITH PYLON PIER
SCALE 1:2000

(3) ルーリング橋 (アメリカ)

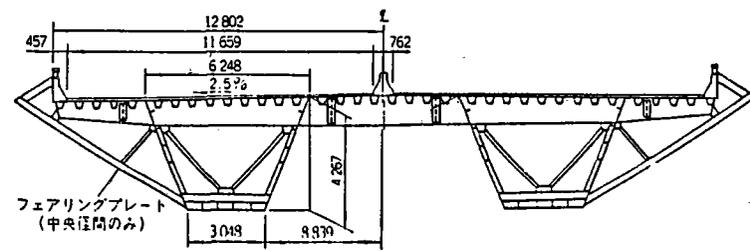
Mississippi River Bridge (Luling Bridge)



PLAN



ELEVATION



2.2 設計諸元

本報告書において構造的特長を分析した橋梁の設計諸元を下表に示す。

項目		橋名	Adhamiyah Bridge (14th Ramadan Bridge)	Chao Phya River Crossing	Mississippi River Bridge (Luling Bridge)
プロジェクト名			Adhamiyah Bridge Baghdad	First Stage Expressway System in Bangkok	Mississippi River Bridge (Luling Bridge)
構造概要	橋種		道路橋	道路橋	道路橋
	形式		4径間連続合成鋼斜張橋	7径間連続鋼斜張橋	5径間連続鋼斜張橋
	橋長 (m)		370	781.2	837
	支間 (m)		66.25+182.5+60+61.25	46.8+57.6+61.2+450.0+61.2+57.6+46.8	79.25+155+372.5+151+79.25
	幅員 (m)		30.1 (総幅員) : 6車線	33.0	25.6 (総幅員) , 24.1 (有効幅員)
	桁高 (m)		3.335	3.910	4.267
	塔長 (m)		56.0	85.8	106.7
工事概要	工事場所		イラク バグダッド市 アダミヤ地区 ナグリス川上	Bangkok-Thonburi Chao Phya River	
	施主 (国名)		State Organization of Roads & Bridges (イラク)	Ministry of Interior Expressway and Rapid Transit Authority of Thailand (タイ)	State of Louisiana Department of Highways (米国)
	コンサル (国名)		Mansell Consultants Ltd. (イギリス) Al-Kubaisi & Partner (イラク)	Peter Fraenkel & Partners (イギリス) Dr.-Ing. Hellmut Homberg (ドイツ) Parsons Brinckerhoff International Inc. (米国) National Engineering Consultant Co., Ltd. (タイ)	Frankland and Lienhard (米国) Modjeskie Masters (米国)
	施工業者 (国名)		Main Contractor : 丸紅商事 (株) Sub Contractor : 上部工 住友重機械工業 (株) 下部工 住友建設 (株)	日立造船 (株)	Gen. Contractor: Williams Brothers Construction Co. 製作・輸送 : 石川島重工業 (株) 架設 : Melbourne Brother Construction Co.
	鋼重 (t)		4,000 (総重量 10,000t余り)	17,440 (付属物を除く)	18,443
	工期		契約工期: 1980.1~1982.12 実質: 1980.1~1983.8 開通: 1984.7 (イ・イ戦争による影響のため断続施工となる)	1984.10.1~1987.9.30	1972.12~1983.10.6 (開通式)
	工費		約80億円(上部工:30億円, 下部工:50億円)	約100億円	\$4,400万 (上部工)
その他の	適用基準		公式: Particular Specification Standard Specification for Road & Bridges 実質: BS特にBS153 Interim Design and Workmanship Rules Merrison Report	上部工: DIN1072, 1073, 1079, 4101, 4114 Dast-012 その他: DIN, BSの各基準	AASHTO (ハリケーンを考慮)
	架設工法		N ₁ ~P ₁ (7ロー): トラッククレーンによるブロック架設 P ₁ ~P ₃ : エリクソンカークを利用した送り出し架設 P ₃ ~P ₄ : 仮ケーブルを併用した片持ち式完全張り出し架設 P ₄ ~S ₄ : ステンジックを利用したトラッククレーン架設	Back Span: ベント併用キャンティレバー Main Span: 主桁張出しとケーブル引込みを平行させた キャンティレバー	塔: 20ブロック分割、バジ上の全旋回式クレーンによる。 主桁: 側径間右岸: 200t吊クレーンによるベント工法。 左岸、中央径間: バジ上の全旋回式クレーンによる 張り出し架設 (ヤブ式)
	借款先		無し	日本 (OECS)	無し
	備考				

§ 3 本体構造

鋼斜張橋を構成する床版、主桁、塔、ケーブル等の本体構造について断面形状、材質、継手、補剛部材等について分析し、その結果について考察する。

3.1 床版

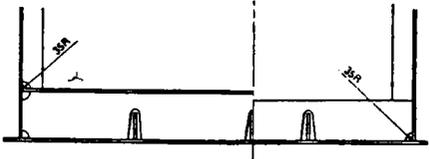
項目 橋名	参考図
ア ダ ミ ア 橋	<p>コンクリート強度: 40kg/cm² 鉄筋: BS4449 High Yield Bar Type Y</p>
チ ャ オ ア ラ ヤ 橋	
ル ー リ ン グ 橋	

特 徴	考 察
<p>ワッフル型式を採用した鉄筋コンクリート床版で、ちょうど縦リブと横リブを有する鋼床版と同様な機能を与えている。日本の道路橋示方書に規定する鉄筋コンクリート床版の最小全厚16cmに対して本型式の床版では12.5cmと薄くなっており、強度を維持して重量の低減を図っている。</p>	<p>日本国内には、本型式の床版は見当たらない。また、斜張橋の床版としては鋼床版がほとんどであり合成コンクリート床版型式を採用したのも大阪市の大和橋ぐらいである。</p> <p>一方、欧米では本型式床版は、一般的でプレキャスト化も進んでおり省力化が図られている。</p>
<p>鋼床版を採用しており、デッキプレート厚は12mmを中心に、支点上で14~20mm、継手は縦・横シーム共現場溶接としている。</p> <p>縦リブにはトラフリブを使用しているが、一部中央分離帯直下に、T断面を併用している。継手はHTB接合で、使用本数を一定とし、M径(M22, M24)を使い分けている。</p> <p>横リブは3.6m間隔に配置され、桁高1.0mのI断面を用いている。</p>	<p>国内においても鋼床版の採用例が多い。</p> <p>継手は縦シームのみ現場溶接としている場合が多く、横方向はHTB接合による。</p> <p>HTB接合の場合一般にM径は使い分けない。</p>
<p>Uリブは拡幅部においては形状を変化させて対処している。</p> <p>Uリブはプレス曲げにより製作している。</p> <p>Uリブ間隔は660mm、横リブ間隔は4.7mを標準としている。</p> <p>デッキ厚は11.1mm (7/16) である。</p>	<p>日本では一般に1種類のUリブとし、拡幅部では平リブにて対処している。</p>

3.2 主 桁

(1) フランジ

項目 橋 名	参 考 図
ア ダ ミ ア 橋	
チ ャ オ ア ラ ヤ 橋	
ル ー リ ン グ 橋	

特 徴	考 察
<p>主箱桁の断面構成において腹板と上下フランジの継手位置が各隅角部になっていて各構成パネルが現場でボルト締めにて一体化されるようアレンジされている。また、引っ張り領域にある上下フランジの横梁と縦リブの構成は、図に示すようにボルト締めとなっており、溶接による疲労に対処した構成を取っている。</p>	<p>国内における箱桁の断面構成では、継手位置は腹板側かフランジ側へある程度、”逃げた”位置に設けている。</p> <p>また、鋼床版の縦リブと横桁とは隅肉溶接により、せん断のみを取る構造となっており引っ張り部に対する特別な方策は取っていない。</p>
<p>材質はBS4360 Grade50C (JIS SM50Y 相当) を使用し、板厚は10~22mmとなっている。</p> <p>縦リブにはトラフリブを使用し、横リブは3.6m間隔に配置されている。</p> <p>継手はフランジ、縦リブ、横リブ共HTB接合で使用列数を一定とし、M径(M16~27)を使い分けている。</p>	<p>フランジの縦リブとしては、平リブを使用している例が多い。</p> <p>継手はほとんどの場合HTB接合であるが、M径は使い分けない。</p>
<p>下フランジ縦リブ(平リブ$h=190\text{mm}$)の上にこれを補剛する横リブ(H鋼)を乗せる構造としている。</p> <p>製作上はスカラップを横リブに設ける必要がなく、溶接機を走らせることができる。</p>	<p>日本では一般に下図に示すように 縦リブは横リブを貫通させている。本橋の構造では 縦リブ溶接による歪み、リブ同志の溶接施工性に問題が残る。</p> 

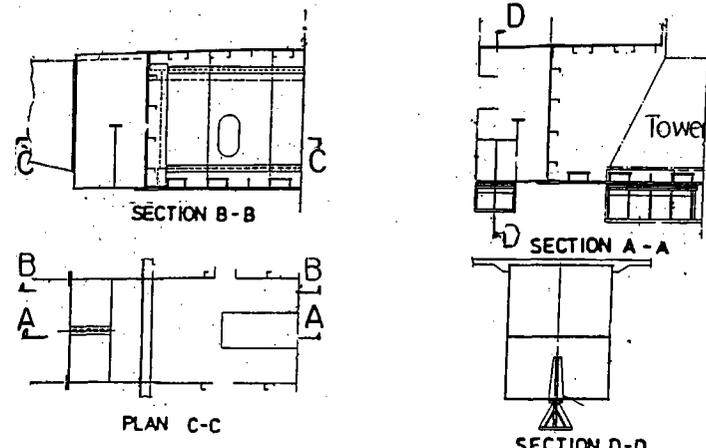
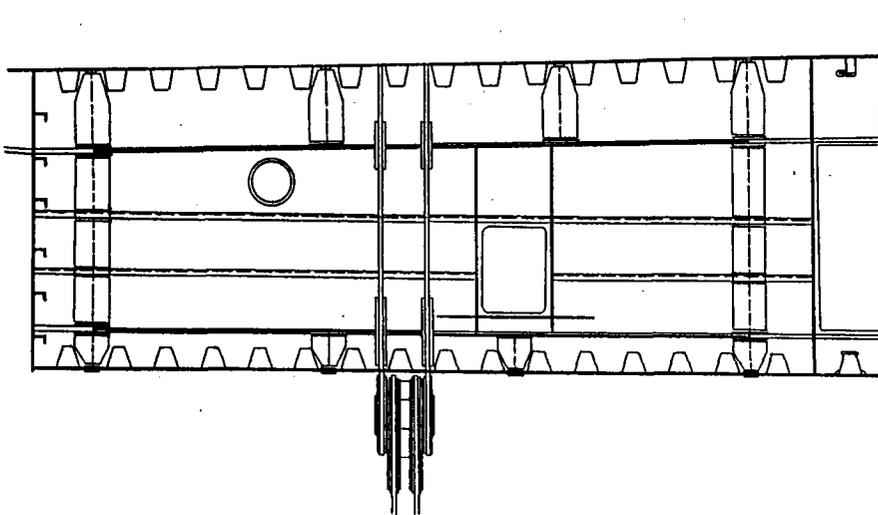
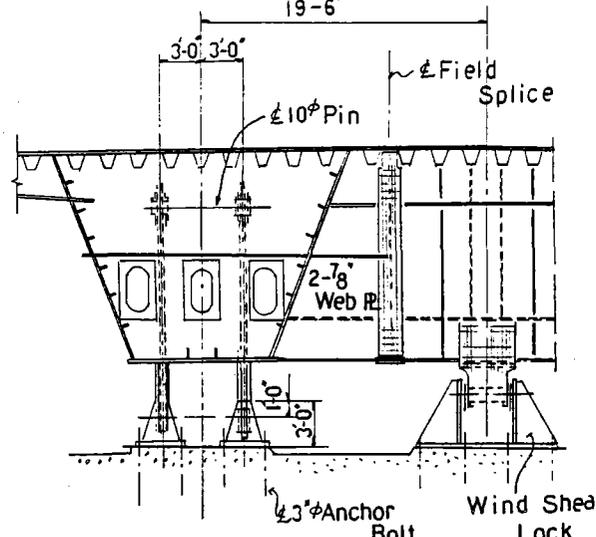
(2) 腹板

項目 橋名	参考図
アダミア橋	<p>SECTIONS AT PRIMARY CANTILEVER</p> <p>DIAGRAMMATIC ELEVATION ON EAST WEB OF BOX</p> <p>TYPICAL SECTION</p> <p>SECTION B-B</p> <p>SECTIONS AT INTERMEDIATE VERTICAL STIFFENERS</p> <p>DETAIL F</p> <p>DETAIL K</p> <p>WEB PLATE</p>
チャオプラヤ橋	<p>OUTER WEBS</p> <p>INNER WEBS</p>
ルーリング橋	<p>6" min</p> <p>14'-0"</p>

特 徴	考 察
<p>前述の断面構成における上下フランジ及び腹板の継手部は図の示す通りである。</p> <p>プライマーキャンチレバーなどブラケットが取り付けられる位置では高力ロッド締付け用のボックスを配している。</p> <p>腹板の設計において初期不整を考慮した変形理論を基本としたMerrison Design Rule を適用している。</p>	<p>遠距離の輸送を前提にした箱桁の断面構成が考案されており、ブラケット取り付けに対する高力ロッド定着部の設置など製作精度の確保も踏まえた設計が、腹板に要求されている。</p>
<p>板厚は10～15mmを使用しているが、ケーブル定着部の板厚は20mmと増厚している。</p> <p>水平補剛材としてL-150×100×12の型钢を使用している。</p> <p>継手は腹板、補剛材共HTB接合となっている。</p>	<p>水平補剛材に型钢を使用している例はほとんどない。</p>
<p>水平補剛材間隔は等間隔としている。</p> <p>スカラップ形状が日本の場合と異なる。</p>	<p>水平補剛材間隔は主桁の曲げを考慮すると、不等間隔の方が望ましい。</p>

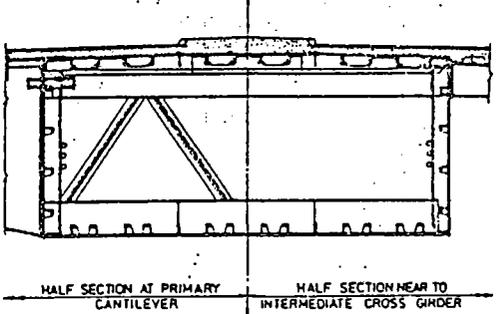
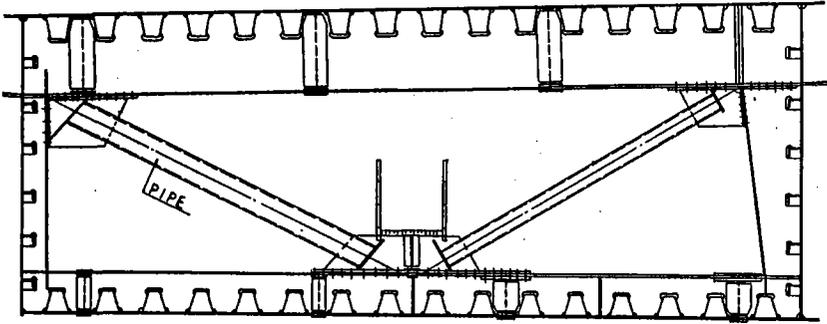
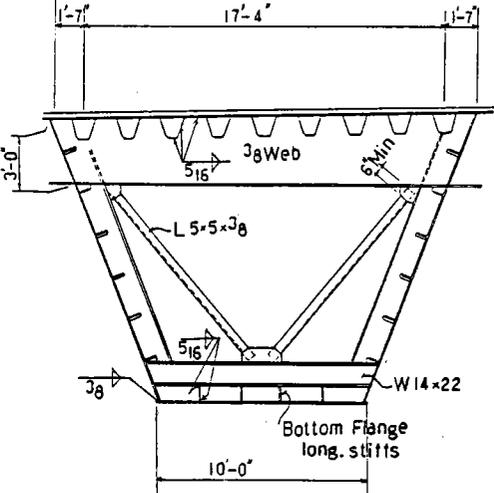
(3) ダイアフラム

a. 支点上ダイアフラム

項目 橋名	参 考 図
ア ダ ミ ア 橋	<p>At P3</p> 
チ ャ オ プ ラ ヤ 橋	
ル ー リ ン グ 橋	

特 徴	考 察
<p>主塔本体が箱桁内を貫通し、図に示すように下フランジを介して沓にヒンジ結合されていることから、本支点上では主塔の両横に主桁を支える桁支承が設けられている。このことから、橋軸直角方向には前後に充腹断面のダイヤフラムが設けられて塔支点付近の合成を高めている。</p> <p>また、FEM解析が適用されて応力分布の照査を行っている。</p>	<p>主塔を基部ヒンジ結合としていることから構造そのものが非常にシンプルなものとなっている。</p>
<p>充腹板方式で、板厚は24mmを用いている。</p> <p>水平補剛材として、L-200×100×12を用いている。</p> <p>継手は全て、HTB接合を用いている。</p>	<p>国内においても充腹板方式を用いているが、補剛材に形鋼を使用している例はほとんどない。</p>
<p>支点上はフルウェブ型式を採用している。</p>	

b. 中間ダイアフラム

項目 橋名	参 考 図
ア ダ ミ ア 橋	 <p>HALF SECTION AT PRIMARY CANTILEVER HALF SECTION NEAR TO INTERMEDIATE CROSS GIRDER</p>
チ ャ オ ア ラ ヤ 橋	 <p>PIPE</p>
ル ー リ ン グ 橋	 <p>12-7" 17-4" 11-7"</p> <p>3-0" 5-16" 3/8 Web 6" Min</p> <p>L 5-5 x 3/8 3/8 W 14 x 22</p> <p>Bottom Flange long. stiffns</p> <p>10-0"</p>

特 徴	考 察
<p>中間部プライマリーキャンチレバーが設けられている位置にはフレームダイヤフラムが配されており、キャンチレバーからの荷重を箱桁に円滑に伝えている。ハの字型のフレーム配置は、箱桁主構造の剛性が充分高いことからプライマリーキャンチレバーの下部圧縮力を二次的に分担すると共に全体の形状保持の役目をしていること、さらに高力ロッド定着部の存在によることのためであろうと推察される。</p>	<p>国内事例で見ると本型式を用いる場合V字型が多く、床組を支える役目を基本として輪荷重に対して極端な剛度差が生じないように留意している。今回は合成RC床版を採用している点から、このような問題はなかったといえる。ハの字型の国内事例としては、末広大橋が挙げられ剛性の大きい分配横桁を配して対処している。</p>
<p>V形トラス方式で斜材に鋼管(193.7 φ~323.9 φ)を使用している。</p> <p>鋼管はガセットプレートに割り込み溶接をし、横リブフランジとガセットプレートをHTB接合する構造としている。</p> <p>3.6m間隔に配置されている。</p> <p>鋼管材質はDIN2448による。</p>	<p>国内においては、トラス方式と充腹板方式の採用例は同程度であるが、トラス方式とした場合使用部材はL形鋼及びCT形鋼が多い。</p>
<p>支点上を除いてすべてのダイヤフラムは、この型式を採用している。通常日本で考えるダイヤフラムに比較して剛性が低い。</p> <p>ダイヤフラム間隔は約4.7mである。</p> <p>分配横桁は支点上を除いてなく、2つの主桁を横リブにて連結しているに過ぎない。(一般図参照)</p>	

特 徴	考 察
<p>1. 主塔箱桁の幅員7.5mに対して両側にそれぞれ 11.3mの大きな張り出しとなっている。</p> <p>2. 主箱桁とブラケットとの接合については、縦桁を介したブラケットと歩道用のブラケットとの接合に高力ロッドを用いた下記の接合型式を採用している。</p> <p>せん断 ——— かけ違い型式 モーメント T 引っ張り — 高力ロッド └ 圧縮 — 支厚板</p>	<p>1. 箱桁幅以上の張り出し幅を有するブラケットは国内では、まず見当たらない。</p> <p>2. 引っ張り接合型式は国内の橋梁ではラーメンの隅角部、アンカーフレームや支承の取り付けに用いられる程度で主構造の接合型式として採用されることはない。</p>
<p>中間支間部には、斜め下フランジを設け全体断面として逆台形を成している。</p> <p>側径間部は支間が短い為、斜め下フランジは設けていない。</p> <p>継手は全てHTB接合による。</p>	<p>国内と同形式を用いている。</p>

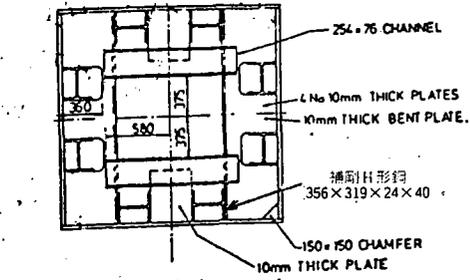
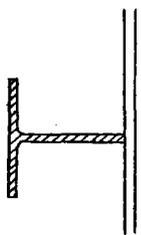
特 徴	考 察
<p>基部をヒンジとした独立主塔であり、断面も下部ブロックが2m×2mと、極めてスレンダーな軸力部材主体の構造となっている。</p>	<p>架設当初の自立対策、張り出し部のケーブル不平衡張力による曲げ対策など架設管理に対する配慮が必要である。</p>
<p>独立柱形式で基部が固定構造となっていることより、基部断面が7.0m×5.5mに広がっている。</p> <p>中央部の断面は、3.0m×4.5mから2.5m×3.5mに漸変している。</p> <p>板厚構成は、15mm～100mmとなっている。</p>	<p>独立柱形式の場合、塔基部に支承を設け、主桁と剛結とした構造例が多い。</p>
<p>A型タワーであり、基部が固定構造となっている。</p> <p>基部断面 6.1m×7.1m ～ 塔頂断面 3.8m×3.7m</p> <p>ベースプレート厚 152.4mmであり、橋脚に埋め込まれたアンカーフレームとメタルタッチさせている。</p> <p>取り付けには 58本のアンカーボルト(101.6mmφ)を使用し、68tf (667kN) のプレストレスを導入する。</p> <p>主要鋼材 A-588 Gr-A</p>	

(2) 継手

項目 橋名	参考図
ア ダ ミ ア 橋	<p style="text-align: center;">DETAILS OF BOLT BOXES FOR SECTIONS 1-7</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>Center</p> <p>PLAN L-L SECTION M-M</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>Corner</p> <p>SECTION DETAIL-JOINT 1-2 & 5-6 LOWER</p> <p>PLAN N-M SECTION P-P</p> </div> </div> <p>エンドプレート HTロッド クローズドトレーランスホルト タイブレード クローズドトレーランスホルト HTロッド (36φ, 42φ) エンドプレート (厚さ 30mm) クローズドトレーランスホルト (支圧接合ホルト) M20 (F10T) エンドプレート (厚さ 40mm) 塔の面接触継手</p>
チ ャ オ ア ラ ヤ 橋	<p style="text-align: center;">PYLON PIER - PIER HEAD DETAIL 'A'</p> <p>WELDS FLG - WEB FLG - FLG, WEB - WEB CONTACT $a = \frac{1}{4}$</p> <p style="text-align: right;">DUCT 38.0.0.2 THK.</p> <p style="text-align: center;">DETAIL 'B'</p>
ル ー リ ン グ 橋	<p>21.3 m 13.7 m 25.1 m 38.1 m 2.3 m 16.2 m 14.3 m 17.1 m 16.6 m 16.8 m 12.0 m 106.5 m 106.5 m 15.0 m</p> <p style="text-align: right;"> ▲ --- 100% Field Splice * --- Milled End Field Splice </p>

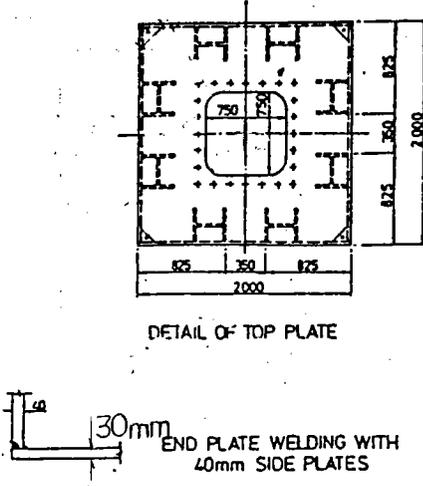
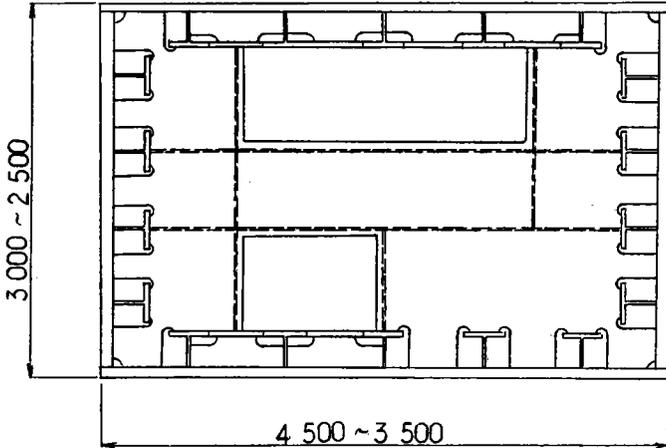
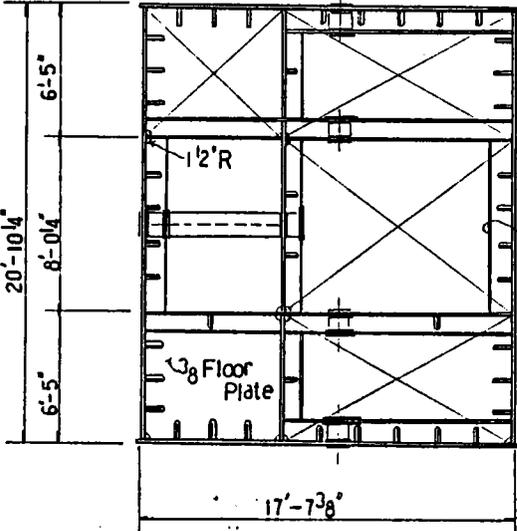
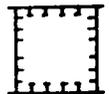
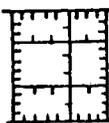
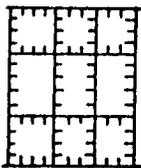
特 徴	考 察							
<p>塔部材を7ブロックに分割、各ブロックの両側にエンドプレートを配して 4隅及び中央部に設けた高力ロッドを締めつける引っ張り接合方式として、100%メタルタッチの面接触継手構造を採用している。</p> <p>また、せん断力にはクローズドストレランスボルトと呼ばれる支圧接合ボルトを用い、位置決めボルトとしても用いている。</p>	<p>国内では、高力ボルトによる摩擦継手が基本でありメタルタッチ率にしても外板50%縦リブ部25%となっている。</p>							
<p>本体の継手には溶接継手を用い、腹板とフランジ間はすみ肉溶接、腹板-腹板及びフランジ-フランジ間は、のど厚を母材板厚の1/2 以上を確保する、部分溶込み溶接としている。軸方向力の1/2 に対してメタルタッチ構造を期待している。基部と橋脚との接合には、32φの鋼棒によるアンカー方式を用いている。</p>	<p>本体の継手はHTB接合が多いが、最近溶接による施工例も増えている。</p> <p>基部と橋脚との接合にはアンカーフレーム方式が用いられる。</p>							
<p>外板の現場継手部の一部は、メタルタッチとなっている。この規準は下記のとおりである。</p> <p style="text-align: center;">メタルタッチ継手の規準</p> <table border="1" data-bbox="200 1720 729 2011"> <tr> <td rowspan="3" style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">定 義</td> <td>表面粗度はANSI 500マイクロインチ以下であること (JIS 12.7S)</td> </tr> <tr> <td>肌隙は、0.005インチ以下であること (0.127mm)</td> </tr> <tr> <td>肌隙の最大値は、0.03インチ以下であること (0.762mm)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2" style="writing-mode: vertical-rl; text-orientation: upright;">要 求 度</td> <td>仮組時に70%以上タッチしていること (ただし、1部材のタッチ率は最小60%以上のこと)</td> </tr> <tr> <td>架設時に60%以上タッチしていること (1部材のタッチ最小率も60%以上のこと)</td> </tr> </table>	定 義	表面粗度はANSI 500マイクロインチ以下であること (JIS 12.7S)	肌隙は、0.005インチ以下であること (0.127mm)	肌隙の最大値は、0.03インチ以下であること (0.762mm)	要 求 度	仮組時に70%以上タッチしていること (ただし、1部材のタッチ率は最小60%以上のこと)	架設時に60%以上タッチしていること (1部材のタッチ最小率も60%以上のこと)	<p>本橋の場合 内ウェブ・フランジには 1インチのギャップを設けている。</p> <p>本四では内ウェブ・フランジにもメタルタッチを期待し、かつ縦リブにも要求している。</p>
定 義		表面粗度はANSI 500マイクロインチ以下であること (JIS 12.7S)						
		肌隙は、0.005インチ以下であること (0.127mm)						
	肌隙の最大値は、0.03インチ以下であること (0.762mm)							
要 求 度	仮組時に70%以上タッチしていること (ただし、1部材のタッチ率は最小60%以上のこと)							
	架設時に60%以上タッチしていること (1部材のタッチ最小率も60%以上のこと)							

(3) 補剛材

項目 橋名	参考図
アダミア橋	 <p>254 x 76 CHANNEL 4 No 10mm THICK PLATES 10mm THICK BENT PLATE. 補剛H形鋼 356 x 319 x 24 x 40 150 x 150 CHAMFER 10mm THICK PLATE</p> <p>DETAIL OF TRANSVERSE STIFFENER</p>
チャオプラヤ橋	 <p>1/2 IPBv 500 1/2 IPBv 360 1/2 IPE 360 1/2 IPE 300</p>
ルーリング橋	<p>Longit. $\mathbb{R} 7_8 \times 9$ $\mathbb{R} 5_8 \times 7$</p>

特 徴	考 察
<p>補剛材に極厚のH型鋼が使用されている。</p>	<p>主塔部材の補剛材として極厚のH型鋼が使用されることは国内ではまずない。</p>
<p>補剛材として、CT鋼を用いている。 材質、形状はDIN1025, ASTMによる。 補剛材間隔は、450～750mm程度である。</p>	<p>国内においては、平リブの使用例が多い。</p>
<p>補剛材として 平リブを用いている。</p>	

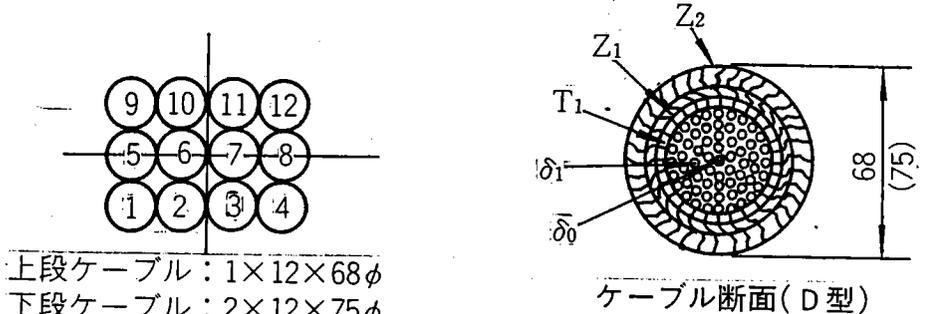
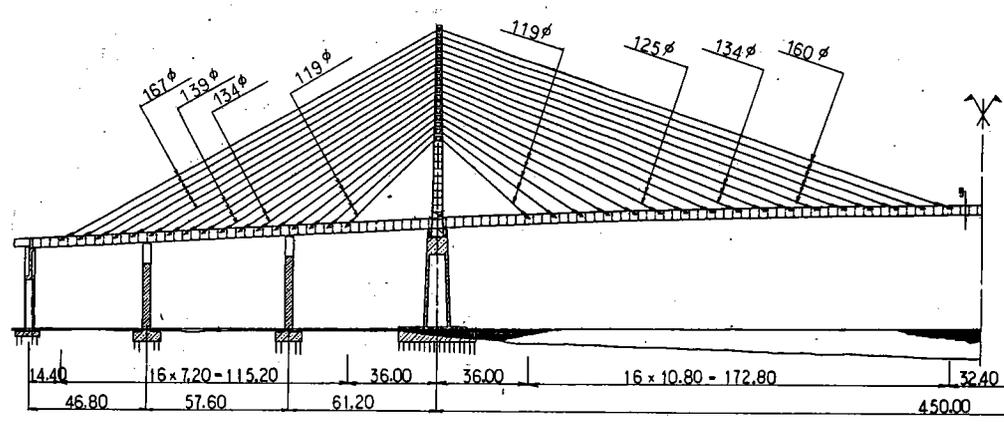
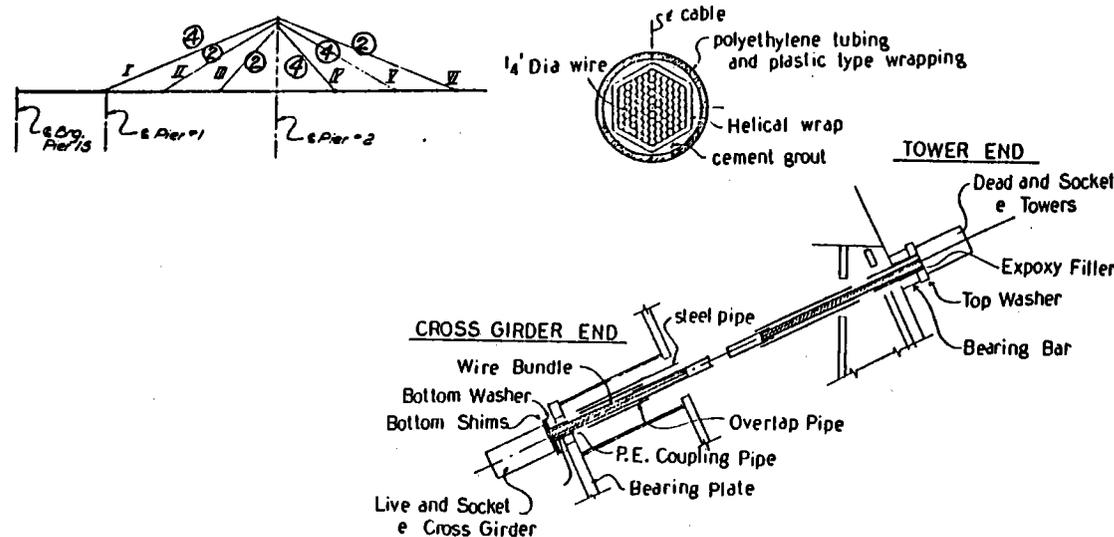
(4) ダイアフラム

項目 橋名	参 考 図	
ア ダ ミ ア 橋	 <p>DETAIL OF TOP PLATE</p> <p>30mm END PLATE WELDING WITH 40mm SIDE PLATES</p>	
チ ャ オ ア ラ ヤ 橋	 <p>3,000 ~ 2,500</p> <p>4,500 ~ 3,500</p>	
ル ー リ ン グ 橋	 <p>20'-10 1/4"</p> <p>6'-5"</p> <p>6'-0 1/4"</p> <p>6'-5"</p> <p>17'-7 3/8"</p> <p>1/2" R</p> <p>3/8" Floor Plate</p> <p>WT12x27.5 Transv. Stiff</p>	<p>塔頂断面</p>  <p>一般部断面</p>  <p>基部断面</p> 

特 徴	考 察
<p>面接触継手構造が採用されていることから各ブロックの両端には、厚さ30mmのエンドプレートが設けられ、ダイヤフラムを構成している。</p> <p>さらに、中間部においては厚さ10mmの板と型鋼とがダイヤフラムを形成している。</p> <p>(前項(3)補剛材の図参照)</p>	<p>中間部に型鋼を用いたダイヤフラムを用いていることは、本型式斜張橋が偏載荷重による振変形の影響を、あまり受けないからと言えよう。</p>
<p>板厚15mmの充腹板形式で、2.7~3.2m間隔に設けられている。</p> <p>維持管理用マンホールが左右に設けられている。</p>	<p>充腹板形式で、4m程度の間隔に設けられているが、ダイヤフラム間に横リブが設けられている場合が多い。</p>
<p>塔柱は1セルから9セルまで変化し、WT (cut from W shapes) によって形成されている。一部のセルは充腹板形式であり 板厚9.5mmを用いている。</p>	

3.4 ケーブル

(1) ケーブル

項目 橋名	参考図
ア ダ ミ ア 橋	 <p>上段ケーブル：1×12×68φ 下段ケーブル：2×12×75φ</p> <p>ケーブルの構成</p> <p>ケーブル断面(D型)</p>
チ ャ オ ア ラ ヤ 橋	
ル ー リ ン グ 橋	

特 徴	考 察
<p>ケーブルの構成断面が矩形であり、下段ケーブルは塔の両側にサドルを配し桁定着部を内側に少し絞りこんで安定を図っている。</p> <p>また、現地の自然条件からロックドコイルの防食対策を図っている。</p>	<p>サドル形状は矩形としても中間部の形状保持という観点からケーブルバンドが必要となる。国内では、円形断面のケーブル構成が多い。</p>
<p>ケーブルはファン型に17段はられ、ロックドコイルローブ（径119mm～167mm）を使用している。</p> <p>材質は、D I N（JIS G3052相当品）による。</p>	<p>防食用被覆を施した、PWS、マルチケーブルタイプの使用が多い。</p>
<p>ケーブルはファン型に3段はられ、H i A m ケーブルを用いている。</p> <p>素線径 1/4in (6.35mm) のP C 鋼線を最大307本束ねてストランドとしている。</p> <p>完成後、ストランドとポリエチレン管との隙間にモルタルを注入して 防錆処理している。</p> <p>素線の材質は A-421材 である。</p>	

(2) ソケット

項目 橋名	参 考 図
ア ダ ミ ア 橋	
チ ャ オ ア ラ ヤ 橋	
ル ー リ ン グ 橋	

特 徴	考 察
<p>桁側引込みとなっていることから端部にネジ切りを設けている。</p> <p>仕様では鑄込み合金としてホワイトメタル (Pb, Sb, Sn など含有) の使用が規定されている。</p>	<p>鑄込み合金として国内では、Zn ; 98% Cu ; 2% を通常使用している。鑄込み温度が 450° C と高く素線に悪影響を及ぼす懸念があるが強度的には問題はない。ホワイトメタルは鑄込み温度 350° C と低いが、強度的に問題が残る。最近では冷間鑄込みの Hi-am ケーブルが主流となっている。</p>
<p>塔側は背面式を採用しており、ソケット端部を四角形とし、塔側の定着板に固定している。</p> <p>主桁側は円柱形の二重構造で、外側を主桁の中腹板間に設けた定着梁に固定している。</p> <p>材質は DIN 1681 (JIS G5111, SCC38 相当) による。調整にはシムプレートを使用している。</p>	<p>支圧板を用いた前面式が多いが、最近塔内の定着空間の関係より背面式を用いた例も見られる。</p>
<p>ソケットには Hi Am アンカーを使用している。</p> <p>ケーブルの定着は塔側サドルに固定され、もう一方を主桁側のクロスガーダーに固定され、主桁側で調整シムプレートを挿入する。</p>	<p>Hi Am アンカーは名港西大橋・岩黒島橋・榎石島橋他 に採用されている。</p>

(3) 定着部

a. 主 桁

項目 橋 名	参 考 図	
ア ダ ミ ア 橋		
チ ャ オ ブ ラ ヤ 橋		
ル ー リ ン グ 橋		

特 徴	考 察
<p>ケーブルからの力は、先ずシャイベ構造としてのアンカープレートに伝えられ、そこから更に上下フランジ、後部ダイヤフラムを介して両側ウェブに伝えられる。</p>	<p>国内では、剛な横桁を配して定着部を設けその両側あるいは付近の腹板を介して上下フランジ及び最外側ウェブに伝えられる場合が多い。</p>
<p>中腹板間に設けたπ形の梁に、ソケットの外輪部を定着する構造としている。支圧板は用いず、定着梁のフランジ厚を60~75mmとしている。</p>	<p>中腹板間に定着梁を設ける構造は、国内にても多用されているが、ほとんどの場合支圧板を用いている。</p>
<p>クロスガーダーは主桁ウェブを貫通させて取り付けられるため、主桁ウェブは上下ブロックに分割される。</p> <p>それらの連結方法はすべて現場ボルト継手である。</p> <p>サドルと同様 FCM（脆性破壊危険部材）であり、一部には A-514材（80kgf/mm²鋼）が使用されている。</p>	

b. 塔

項目 橋名	参 考 図
ア ダ ミ ア 橋	<p>ケーブルは、塔頂及び塔中段に配したサドルを介して連続しており、塔側に定着構造は設けていない。</p>
チ ャ オ ブ ラ ヤ 橋	
ル ー リ ン グ 橋	

特 徴	考 察
<p style="text-align: center;">_____</p>	<p style="text-align: center;">_____</p>
<p>塔中央部に設けた2枚の腹板を切欠いて、背面式ソケットを定着する構造としている。</p>	<p>国内においては、定着梁形式が多用されている。この場合支圧板を用いた前面式ソケットが多い。</p>
<p>塔側のケーブル定着は サドルによって固定される。</p>	

3.5 その他

(1) 塔・主桁交差部

項目 橋名	参 考 図
ア ダ ミ ア 橋	<p>塔基部構造と支承 Tower base and bearing arrangement</p>
チ ャ オ ア ラ ヤ 橋	
ル ー リ ン グ 橋	<p>Top of Lower Strut BEARING WIND SHEARING LOCK Bridge</p>

特 徴	考 察
<p>塔基部は主箱桁の下フランジを介して塔支承と連結されており、塔と主箱桁とは互いに独立している。</p>	<p>斜張橋の規模にもよるが、国内では剛結例が多い。基部がヒンジ結合となっている場合でも塔が桁の両側に配置されるなど互いに完全に分離されている。</p>
<p>Neo-Pot 沓を四箇所にて設け、水平力を直接塔へ伝達する構造としている。</p>	<p>1本独立柱の場合、国内においては支承を設け主桁と剛結構造としている場合が多い。</p>
<p>塔・主桁の交差部は、A型タワーの水平梁の上に主桁が乗る形式となっており、水平梁の上には支承が設置されている。</p>	

§ 4 付 属 品

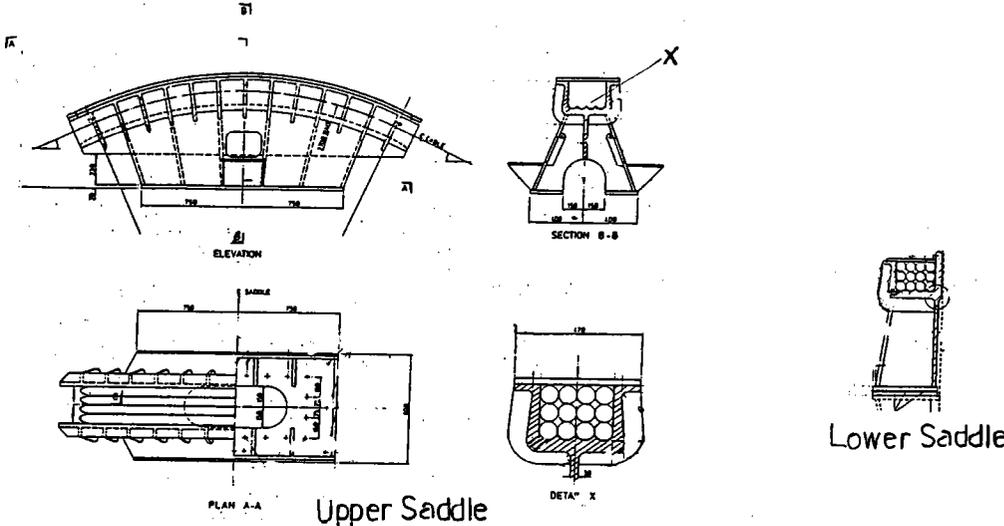
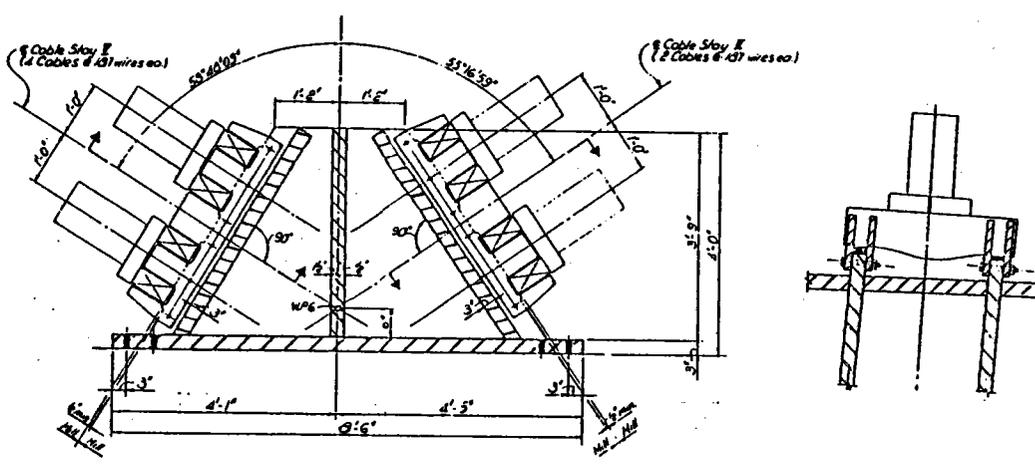
鋼斜張橋に付随する支承、サドル、ソケット、伸縮装置等の付属品について、構造、材料等を分析し、その特長について考察する。

4.1 支 承

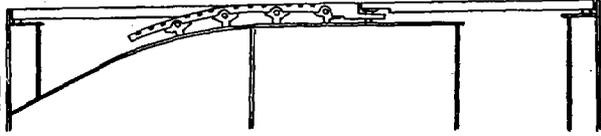
項目 橋 名	参 考 図
アダミア橋	<p>P2リンク構造</p>
チャオプラヤ橋	
ルーリング橋	

特 徴	考 察
<p>負反力支承部では鋼管にコンクリートとPC鋼棒を配し、プレストレスを与えて反力変動幅を抑制している。特に、左図に示すA型の支承では正反力・振れにも対処出来るリンク構造を採用している。</p> <p>他の支点では機高の低いテフロン板を用いたポット支承を用いている。</p>	<p>負反力支承として鋼管を利用したリンク構造は、コンクリートと鋼との合成構造として合理的である。従来、負反力支承として用いられてきたベンデル支承に代わって橋脚にアンカーフレームを埋め込み、PC鋼棒等を用いて支承との間にプレストレスを与えたものも増えてきている。</p>
<p>ベンデル沓と橋脚との定着部にロックドコイルによるアンカー方式を用いている。</p> <p>水平沓は、テフロンを用いた簡素な構造としている。</p>	<p>ベンデル沓本体は、国内にて採用されているものと同じ構造としているが、橋脚との定着部は国内においてはアンカーフレーム形式が多用されている。</p> <p>水平沓は、国内において鑄造品によるものが多用されている。</p>
<p>端橋脚には 負反力に対処するためにエンドリンクを設置し、塔水平梁上にはゴムとテフロン板を組合せた鉛直反力に対処する支承と、水平力に対処する水平支承を設置している。</p>	<p>正反力の支承には BP沓（ピボット沓・ピボットローラー沓）が使用される例が多い。</p>

4.2 サドル

項目 橋名	参 考 図
ア ダ ミ ア 橋	 <p style="text-align: center;">Upper Saddle</p> <p style="text-align: right;">Lower Saddle</p>
チ ャ オ ア ラ ヤ 橋	
ル ー リ ン グ 橋	

特 徴	考 察
<p>本橋は塔頂・塔中段にサドルを設け、このサドルを介してケーブルが主桁から主桁へ張り渡されている。特に、ケーブル構成が矩形断面になっていることからサドルの構造はシンプルである。</p>	<p>下段ケーブルのサドルは左右のケーブルに張力差が生じた場合塔に曲げを生じさせないよう架設時のセットバックの有無の検討が必要である。</p>
<p>サドルは鋼板によって製作され、FCMとなっている。板厚76.2mmで、各部材は完全溶込みのT継手・角継手で溶接組み立てられ、使用鋼材は耐ラメラティア材である。</p>	<p>サドルは一般には鋳物が多い。</p>

特 徴	考 察
<p>橋軸方向の移動量が最大200mmであり、年間の雨量が100mm程度であることを考慮して機構が簡単なトランスフレックスタイプを採用している。</p>	<p>夏と冬の温度差が60°Cもある条件下での大伸縮に対する耐久性が課題と言える。</p>
<p>ローリングリーフ形式を採用している。</p>	<p>フィンガージョイントの採用例が多いが、最近本四公団にてデマーク形式の採用も見られる。</p> 
<p>マウラー形式を採用している。</p>	<p>本四ではリンク式・デマーク式が用いられている。</p>

85 ま と め

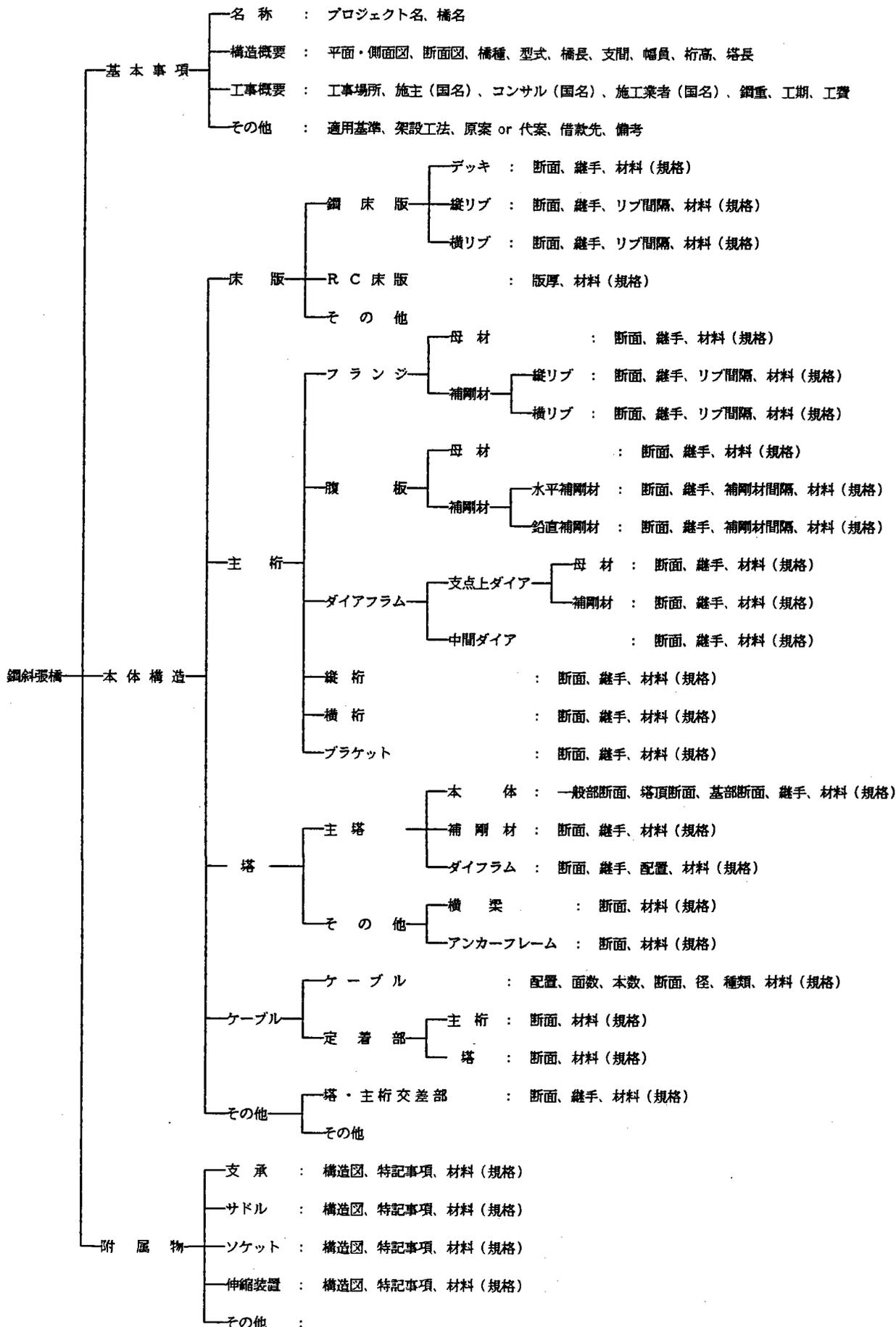
以上、アダミヤ橋、チャオプラヤ橋およびルーリング橋の3橋について本体および付属品の構造内容の分析、その裏に流れる設計思想を探り考察を試みた。その結果、下記事項に関して我国の設計思想との違いに起因すると思われる構造的差異が認められる。

- ①ワッフル形式鉄筋コンクリート床版の採用（アダミヤ橋）
- ②引張り領域にある箱桁上下フランジの縦リブ—横桁取合部にHTB接合を採用（耐疲労；アダミヤ橋）
- ③下フランジの縦リブ—横桁取合部の構造に重ね方式を採用（ルーリング橋）
- ④腹板水平補剛材は鉛直補剛材を貫通した連続構造を採用（3橋共）
- ⑤引張り接合形式の採用（ブラケット、塔の継ぎ手；アダミヤ橋）
- ⑥メタルタッチを考慮した溶接継ぎ手構造の採用（塔；チャオプラヤ橋）
- ⑦矩形のケーブルストランド構成を採用（アダミヤ橋）
- ⑧塔基部と橋脚との接合に鋼棒によるアンカー方式を採用（チャオプラヤ橋）

また、他グループの分析結果よりも斜張橋以外の橋梁形式について、上記事項に類した差異が認められる。従って、今後、形式を越えて構造部材毎に各種構造的差異を見直し、その中から合理的構造と思われるにもかかわらず、その設計思想が不明なものについては、設計法について検討を加え、その確立を図ること、また、構造的に問題のあるものについてはそれを改善し、合理的構造を提案すること等を本研究会の第2段階の活動とすることが必要であろう。

付録-1 海外橋梁構造比較一覧系統図(鋼斜張橋)

海外橋梁構造比較一覧系統図(鋼斜張橋)



付録-2 内外における鋼斜張橋施工事例(複合斜張橋を含む)

内外における鋼斜張橋施工事例(複合斜張橋を含む) (その1)

(昭和62年2月25日現在)

No.	橋名	所在地	完成年	橋種	型式	橋長	主径間	幅員	床版	主桁		ケーブル				塔			総鋼重	特記事項
										型式	高さ	形状	面数	最大径間	種類	形状	基数	高さ		
1	Annacis	カナダ	工事中	道路	複3径間	930.5	465.0	32.0	PC床版	鋼 I	2.0	74777	2	24	P.W.S	H型	2	98.8	7,298	
2	横浜港横断橋	神奈川県	工事中	道路	鋼3径間	860.0	460.0	28.0	鋼床版	トラス	12.0	74777	2	11	P.W.S	H型	2	126.0	40,000	74777
3	Second Hooghly	インド	工事中	道路	複3径間	823.0	457.0	35.1	PC床版	鋼箱		74777	2	14	P.W.S	門型	2	108.0		
4	Chao Phya	タイ	工事中	道路	鋼7径間	781.2	450.0	33.0	鋼床版	鋼箱	4.0	74777	1	17	L.C.R	独立1本	2	78.3	17,600	
5	岩黒島橋	香川県	工事中	併用	鋼3径間	790.0	420.0	22.5	鋼床版	トラス	13.9	74777	2	11	P.W.S	H型	2	113.5	31,500	74777
6	櫃石島橋	香川県	工事中	併用	鋼3径間	790.0	420.0	22.5	鋼床版	トラス	13.9	74777	2	11	P.W.S	H型	2	113.5	31,800	74777
7	名港西大橋	愛知県	1985	道路	鋼3径間	758.0	405.0	16.0	鋼床版	鋼箱	2.8	74777	2	12	P.W.S	A型	2	85.2	10,023	
8	Saint Nazaire	フランス	1975	道路	鋼3径間	720.0	404.0	14.8	鋼床版	鋼箱	3.2	74777	2	9	L.C.R	A型	2	68.0	5,540	
9	Rande	スペイン	1977	道路	複3径間	695.0	400.1	23.5	*	鋼 II	2.4	ファン	2	8	P.C	H型	2	75.6	6,000	0.0/床版
10	Luling	アメリカ	1982	道路	鋼5径間	836.6	372.5	25.6	鋼床版	鋼箱	4.3	放射	2	3	P.W.S	A型	2	75.0	18,440	
11	Dusseldorf-Flehe	西ドイツ	1979	道路	複径間	1148.0	368.0	41.7	PC,鋼	鋼箱	3.8	翼,ハーフ	2	7	L.C.R	逆Y型	1	129.5	8,000	
12	Tjorn	スウェーデン	1981	道路	複径間	647.0	366.0	15.8	鋼床版	鋼箱	3.0	ファン	2	4	L.C.R	門型	2	69.0	2,746	
13	大和川橋梁	大阪	1981	道路	鋼3径間	653.0	355.0	30.0	鋼床版	鋼箱	3.6	ハーフ	1	4	P.W.S	独立1本	2	62.3	14,300	
14	Novi Sad	ユーゴスラビア	1981	道路	鋼5径間	591.0	351.0	27.7			3.8	ファン	1	3	P.W.S	独立1本	2	59.0	6,828	
15	Duisburg Neuenkam	西ドイツ	1971	道路	鋼8径間	777.4	350.0	36.4	鋼床版	鋼箱	3.8	ファン	1	3	L.C.R	独立1本	2	48.0	10,000	
16	安治川橋梁	大阪	工事中	道路	鋼3径間	640.0	350.0	27.3	鋼床版	鋼箱	3.2	74777	2	9	P.W.S	逆Y型	2	108.8	22,000	
17	Jindo	韓国	1984	道路	鋼3径間	484.0	344.0	11.3		鋼箱	2.8	74777	2			A型	2	69.0		
18	West Gate	オーストラリア	1978	道路	鋼3径間	624.0	336.0	37.3	鋼床版	鋼箱	4.3	放射	1	2	S.R	独立1本	2	46.0		
19	Zarate-Brazo Largo	アルゼンチン	1978	併用	複3径間	550.0	330.0	22.6	鋼床版	鋼箱	2.6	ファン	2	5	P.W.S	門型	2	67.0	5,600	
20	Parana de Las Palmas	アルゼンチン	1976	併用	複3径間	550.0	330.0	22.6	鋼床版	鋼箱	2.6	ファン	2	5	P.W.S	門型	2	67.0	5,600	
21	Kohlbrand	西ドイツ	1974	道路	鋼3径間	520.0	325.0	17.6	鋼床版	鋼箱	3.5	74777	2	10	R.C	逆Y型	2	98.0	5,705	
22	Knier	西ドイツ	1969	道路	鋼6径間	561.4	319.0	29.3	鋼床版	鋼箱	3.1	ハーフ	2	4	L.C.R	独立2本	1	96.0	9,393	
23	Dangava River	ソ連	1979	道路	鋼4径間	554.0	312.0	28.1	鋼床版	鋼箱	3.0	74777	2	4	P.W.S	逆Y型	1			
24	Erskine	イギリス	1971	道路	鋼3径間	525.0	305.0	31.2	鋼床版	鋼箱	3.2	ファン	1	1	L.C.R	A型	2	38.1	11,000	
25	Bratislava	チェコスロバキア	1972	道路	鋼3径間	431.8	303.0	21.0	鋼床版	鋼箱	4.5	ファン	2	3	L.C.R	A型	2	58.9	6,500	

内外における鋼斜張橋施工事例（複合斜張橋を含む）（その2）

（昭和62年2月25日現在）

No.	橋名	所在地	完成年	橋種	型式	橋長	主径間	幅員	床版	主桁		ケーブル			塔			総鋼重 ^{Ton}	特記事項	
										型式	高さ	形状	面数	最大径	種類	形状	基数			高さ
26	Severins	西ドイツ	1959	併用	鋼2径間	452.7	302.0	29.5	鋼床版	鋼箱	3~4.6	ファン	2	3	L.C.R	A型	1	64.5	8,549	
27	Dniepr	ソ連	1976	道路	鋼3径間	431.0	300.0	31.4	RC床版	鋼箱	3.5	ファン	2	3	P.W.S	A型	1	81.5	6,300	
28	Neuwied	西ドイツ	1979	道路	鋼3径間	565.4	292.0	35.5			2.6	ファン	1	11	L.C.R	独立1本	1	77.0	8,790	
29	Deggenu	西ドイツ	1975	道路	鋼2径間	435.0	290.0	32.8			4.5		1	5	L.C.R	逆Y型	1	81.5	6,605	
30	Farø	デンマーク	1985	道路	複5径間	530.0	290.0	22.9			3.5	ファン	2	9	P.W.S	A型	2	67.0		
31	Kurt-Schumacher	西ドイツ	1972	併用	複4径間	433.5	287.0	36.9			4.5	ファン	2		P.W.S	A型	1	71.5		
32	Leverkusen	西ドイツ	1965	道路	鋼3径間	292.6	280.0	37.8			4.2	ハープ	1	2	L.C.R	独立1本	2	45.1	9,139	
33	Bonn-Nord	西ドイツ	1967	道路	鋼3径間	520.2	280.0	36.3			4.2	ファン	1	20	L.C.R	独立1本	2	48.9	6,985	
34	Speyer	西ドイツ	1973	道路	鋼4径間	456.0	275.0	33.0			4.2	ファン	2	4	L.C.R	A型	1	68.0	7,975	
35	Quincy	アメリカ	工事中	道路	複5径間	665.0	274.3	14.3			2.2	ファン	2	7		H型	2	55.2		
36	East Huntington	アメリカ	19	道路	鋼2径間	411.0	274.0	11.0			1.5	ファン	2	3		A型	1	70.0		
37	Ewijk	オランダ	1976				270.0								L.C.R					
38	Willems	オランダ	1981																	
39	Theodor Heuss	西ドイツ	1958	道路	鋼3径間	476.0	260.0	27.1			3.1	ハープ	2	3	L.C.R	独立2本	2	40.0	4,774	
40	Oberkassel	西ドイツ	1972	併用	鋼7径間	515.5	257.8	35.0			3.2	ハープ	1	4	L.C.R	独立1本	1	100.0	9,400	
41	Rees-Kalkar	西ドイツ	1967	道路	鋼3径間	463.0	255.0	19.3			3.5	ハープ	2	10	L.C.R	独立2本	2	41.5	3,220	
42	Save	ユーゴスラビア	1979	道路	鋼3径間	354.0	253.7	14.5			4.4	ファン	2	2	P.W.S	門型	2		5,926	
43	十勝中央大橋	北海道	工事中	道路	複3径間	451.2	250.0	12.3			2.0									
44	末広大橋	徳島	1975	道路	鋼3径間	470.0	250.0	18.5			2.8	ファン	1	2	P.W.S	独立1本	2	47.8	4,000	
45	Weirton-Steubenvill	アメリカ	工事中	道路	複3径間	503.0	249.9	28.0			2.7	ファン				逆Y型	1	108.0		
46	Papineau	カナダ	1969	道路	鋼3径間	420.7	240.9	27.4			3.6	ファン	1	2	L.C.R	独立1本	2	38.4		
47	Montreal	カナダ	1966	道路	鋼3径間	420.0	240.0				3.7	ファン	1	2				38.0		
48	かもめ大橋	大阪	1975	道路	鋼3径間	440.0	240.0	20.5			3.1	ファン	1	10	P.W.S	独立1本	2	45.0	4,241	
49	弥栄大橋	山口	工事中	道路	鋼5径間	423.0	240.0	11.2			2.1	ファン	2	6		A型	2	46.5		
50	Wye	イギリス	1966	道路	鋼3径間	409.0	235.0	30.6			3.2	-	1	1	L.C.R	独立1本	2	29.3		

内外における鋼斜張橋施工事例（複合斜張橋を含む）（その3）

（昭和62年2月25日現在）

No.	橋名	所在地	完成年	橋種	型式	橋長	主径間	幅員	床版	主桁		ケーブル				塔			総鋼重	特記事項
										型式	高さ	形状	面数	最大径間	種類	形状	基数	高さ		
51	Hainburg	オーストラリア	1973	道路	鋼3径間	428.0	228.0	13.4			3.5	ファン	2	2	L.C.R	逆V型	1	77.0	2,512	
52	首都高KE21工区曲線斜張橋	東京	1986	道路	鋼4径間	455.0	220.0	23.5	鋼床版	箱	3.2	ファン	1	17.7	P.W.S	独立1本	1	65.0	7,820	
53	Hawkshow	カナダ	1969	道路	鋼3径間	316.0	220.0					放射	2	1	Br.S	門型	2	34.0		
54	六甲大橋	兵庫	1976	道路	鋼3径間	400.0	220.0	24.1			9.3	ファン	2	5	P.W.S	H型	2	57.5	7,511	
55	豊里大橋	大阪	1970	道路	鋼3径間	377.0	216.0				3.0	ファン	2	2	P.W.S	A型	2	34.9	3,179	
56	Batman	オーストラリア	1968	道路	鋼2径間	269.4	215.0	10.2			3.9	ファン	2	3	L.C.R	A*型	1	96.0		
57	Linz	西ドイツ	1972	道路	鋼4径間	407.0	215.0	34.4			31-70	ハープ	1	3	L.C.R	独立1本	1	66.0	6,400	
58	尾道大橋	広島	1968	道路	鋼3径間	385.0	215.0				3.2	放射	2	2	L.C.R	門型	2	39.3	1,879	
59	Limburg	ベルギー	19	道路	鋼3径間	318.0	210.2	26.0			2.9	ファン	2	8	L.C.R	独立2本	2	48.5		
60	淀川新橋	大阪	1986	道路	鋼3径間	688.0	200.0	24.3			3.0	ファン	1	8	P.W.S	独立1本	1	48.8		
61	Stavanger	ノルウェー	19	道路		367.0	185.0					ファン	2	2		A型	1	50.4		
62	Bybrua	ノルウェー	1978	道路	複径間	305.0	185.0	15.5												
63	Strömsund	スウェーデン	1955		鋼3径間	332.0	182.6	12.5			3.2	ファン	2	2	L.C.R	門型	2	23.8		
64	Adahamiyah	イラク	1984	道路	鋼4径間	405.0	182.5	30.1			3.3	ファン	2	2	L.C.R	独立1本	1	52.7		
65	Stromsund	スウェーデン	1955				177.0													
66	水郷大橋	千葉～茨城	1976		鋼径間		176.9													
67	Maxau	西ドイツ	1966	道路	鋼2径間	292.0	175.2	35.3			3.1	ファン	1	3	L.C.R	独立1本	1	45.5	4,548	
68	Norderelbe	西ドイツ	1963	道路	鋼3径間	410.9	171.9	30.7			3.0	放射	1	2	L.C.R	独立1本	2	53.1		
69	大黒埠頭連絡橋	神奈川	1975	道路	鋼2径間	265.0	165.0				2.8	放射	2	2	P.W.S	門型	1	41.0	2,610	
70	Massena	フランス	1971			323.1	161.5													
71	Paris-Massena	フランス	1968	道路	鋼3径間	323.0	161.4	36.0			4.4	ハープ	1	2	L.C.R	独立1本	2	33.0	6,000	
72	石狩河口橋	北海道	1972	道路	鋼3径間	288.0	160.0				2.0	放射	2	2	P.W.S	逆V型	2	29.7	1,536	
73	荒川大橋	東京	1970	道路	鋼3径間	280.8	160.0				2.4	ハープ	1	2	P.W.S	独立1本	2	34.0	2,210	
74	New Port	イギリス	1964	道路	鋼7径間	253.9	152.0	27.4			14-15	ハープ	2	6	L.C.R	独立2本	2	50.3		
75	秩父橋	埼玉	1985	道路	複径間	153.0	151.5	11.5			1.5	ファン	2	6	P.W.S	逆Y型	1	40.0		

付録-3 参考文献

- 1) アダミヤ橋プロジェクトチーム : アダミヤ橋 (イラク共和国) の設計製作と架設, 橋梁と基礎 (昭59.3.4)
- 2) 山口, 岸, 北原, 山本 : アダミヤ橋の設計, 製作と架設, 住友重機械技報 Vol. 32 No. 95 (昭59.8)
- 3) 沖野 : メナム川に架ける斜張橋 (チャオプラヤ橋), 橋梁と基礎 (昭62.2)
- 4) 鉄構設計部 : 5径間連続鋼箱けた斜張橋 “Mississippi 河橋 (Luling橋)” 石川島播磨技報, 別冊第6号 (昭57.9)
- 5) 高木, 古野, 小林, 滝沢, 中村 : Mississippi River 橋の製作と架設, 橋梁と基礎 (昭57.10)
- 6) 成瀬, 大池, 森安, 中村 : ミシシッピリバー橋のケーブル工事, 橋梁と基礎 (昭59.9)
- 7) 橋梁と基礎 海外文献研究グループ : 〈内外の斜張橋〉鋼斜張橋 (外国) 橋梁と基礎 (昭60.8)