

景観を考慮した曲線Y橋脚(東京湾横断道路P7橋脚)の設計と製作

Design and Construction of Attractive Curved Y-Type Bridge Piers (P7 pier for Trans-Tokyo Bay Highway)

青木 清*
Kiyoshi AOKI

小 塚 毅**
Tsuyoshi KOAKUTSU

佐藤 利四郎***
Rishirou SATOH

土屋 匡寛****
Masahiro TSUCHIYA

Summary

Off-shore steel piers were constructed for the Trans-Tokyo Bay Highway. Various new approaches, such as the adoption of original rectangular shapes, the use of titanium linings, and the application of fluororesin paint to the splash zone to prevent erosion, were taken in order to harmonize the appearance of the piers with the beauty of the Bay. This paper reports on the results of the P7 pier design, manufacture, and testing.

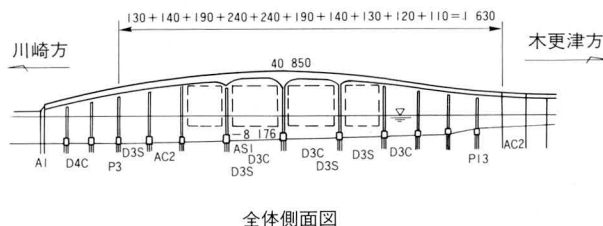
1. まえがき

東京湾横断道路は、川崎市と木更津市を結ぶ延長約15.1kmの自動車専用道路であり、平成8年完成を目指して工事が進められている。この内木更津人工島から木更津取付け部までの約4.5km 区間が橋梁部であり、P5～P9間の700mが航路区間となっている。表-1に沖合い橋梁部の設計諸元を、図-1に全体一般図及びP7橋脚一般図を示す。

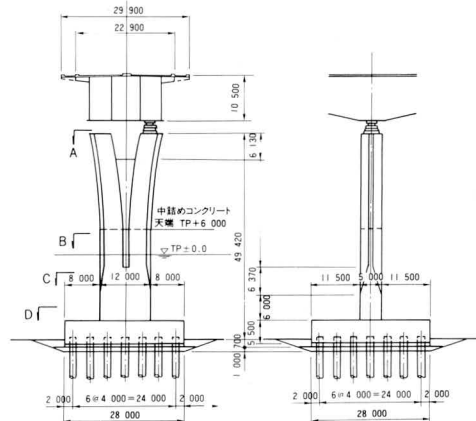
本橋では、①10径間連続構造の採用、②景観に対する配慮、③鋼の防錆、防食対策等様々な新しい試みがなされているが、本稿は、他橋脚の先駆けとなったP7橋脚の設計および製作について脚柱部を中心に報告する。

表-1 東京湾横断道路沖合い部橋梁の設計諸元

1. 路線名	一般国道409号
2. 道路規格	第1種第2級 設計速度80km/h
3. 道路幅員	3.5m×4車線(将来構想6車線)
4. 基本線形	平面線形 R=∞(直線) 縦断線形 4.0%↑、1.0%↑、1.0%↓、4.0%↓ 横断線形 2.0%ハの字
5. 橋の等級	TL-20、TT-43
6. 形式	上部工 10径間連続鋼床版箱桁(P ₃ ～P ₁₃) 下部工 鋼製橋脚 基礎工 φ1600鋼管杭
7. 交通量	供用時 33 000台/日 20年後 64 000台/日



全体側面図



P7橋脚一般図

図-1 東京湾横断道路橋一般図

* 千葉工場製造部付部長 *** 千葉工場製造部生産技術課係長
** 千葉工場生産設計部付課長 **** 技術本部設計部設計第1課

本橋脚の構造形式は、幾多の比較検討より関西国際空港連絡橋でも実績のある鋼製水中橋脚が採用された(図-2に鳥瞰図を示す)。鋼製水中橋脚は、フーチングと脚柱とが一体となった鋼製橋脚を製作し、これをあらかじめ海中に打設した杭上に据付け、水中不分離性コンクリートの打設により杭とフーチングを結合した橋脚である。

なお、本橋脚は、東京湾横断道路株式会社より住友建設・浅沼組・佐伯建設共同企業体に発注されたP7～P12橋脚のひとつである。

2. 設計

(1) 上下部工の一体解析

橋脚設計のための構造解析は、図-3に示すような上部工と下部工(橋脚および基礎)を一体とした立体骨組モデルによった。これは縦断勾配・地盤高による橋脚高の違いにより各橋脚の変形性能が異なること、また基礎の変形も異なることから、橋脚の変位・断面力に影響があると考えられたからである。また、橋脚上部は実形状に合わせてY形の骨組みとし、基礎部のバネは道示に準拠してモデル化している。表-2に荷重の種類とその組合せを示す。

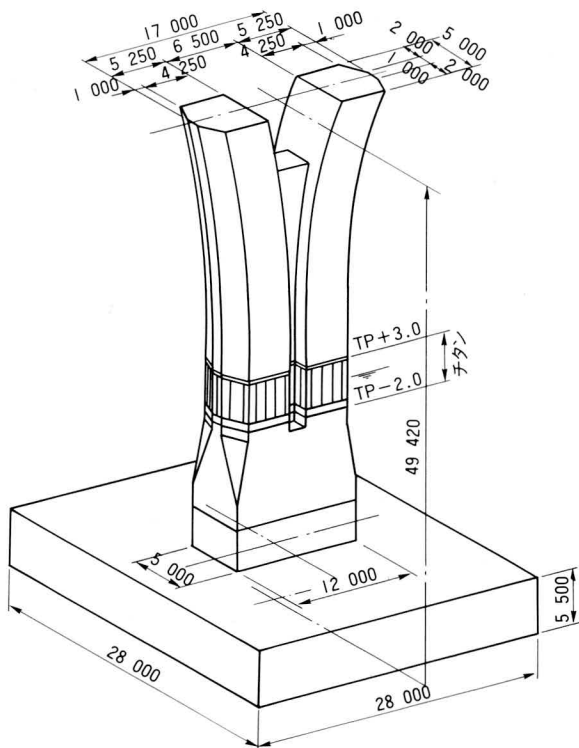


図-2 P7橋脚鳥瞰図

なお、上記は静的解析であり、船舶衝突および大地震に対しては別途解析を行い断面の照査を行っている。

(2) 脚柱の設計基本方針

本橋脚の基本設計方針を以下に列挙する。

- (a) 脚柱形状は、景観に対する配慮から曲線Y字形とし、脚柱上部から基部へ向い六角形から四角形へと変化させる(脚柱上部の断面寸法は全脚統一し、脚高の違いは曲線の半径Rで処理する)。
- (b) TP+6.0mまでは脚柱内にコンクリートの中詰めし、船舶衝突対策および剛性の確保を計る。
- (c) 静的解析における断面設計は、中詰めコンクリート部に対しても鋼断面のみ有効として設計する(但し大地震時にはコンクリートの抵抗も期待する)。

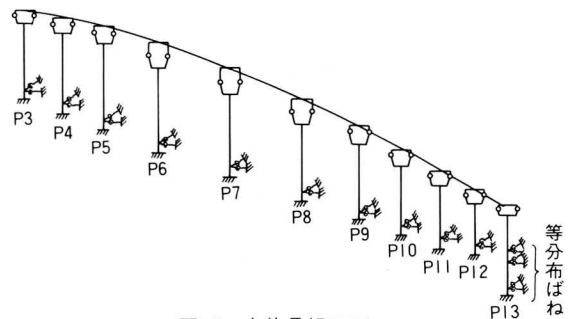


図-3 立体骨組モデル

表-2 荷重の組合せと許容応力度の割増

		荷重の組合せ	割増し係数
平常時	1	D + L + U	1.00
	2	D + L + U + T	1.15
暴風時	3	D + U + W + WP	1.25
	4	D + U + W + WP + T	1.35
地震時	5	D + U + HP + EQ	1.50
船舶衝突	6	D + U + W + WP + CO	1.70

荷重の種類
D : 死荷重
L : 活荷重(TTB基準(案)、TL-20、TT-43)
U : 浮力または揚圧力($w = 1.03\text{tf/m}^2$)
T : 温度変化($\pm 35^\circ\text{C}$)
W : 風荷重($V10$ (基本風速) = 49 m/sec、高さ補正)
WP : 波圧(TTB基準(案))
HP : 動水圧(TTB基準(案))
EQ : 地震(橋軸方向 $K_h = 0.30$ 、橋直方向 $K_h = 0.29$)
CO : 船舶衝突力

- (d) 中詰めコンクリート部の隔壁板に対しては局部座屈を考慮しない。
- (e) 中詰めコンクリート打止め部は、剛度の急変を避けて隔壁板を2パネル延長した。また、この隔壁板は地震時等の応力集中を緩和させるため、断面計算には考慮せず余力をもたせた。
- (f) 外側板には、ドライアップ時の水圧およびコンクリート打設時の側圧が作用し、板曲げ応力が発生する。この応力は完成後も残留するため断面決定時に考慮する(許容応力度の1割程度とする)。なお、隔壁板は残留応力を考慮せず施工方法で対処する。
- (g) 外側板の継手は工場溶接(完全溶込み)とし、隔壁板と縦リブ(箱内)は工場高力ボルト継手とする。

(3) 断面構成とブロック割

静的解析による脚柱断面力を図-4に示す。P7橋脚は10径間連続橋の中央部に位置するため、橋軸直角方向の曲げモーメントが卓越している。

図-5、6には断面構成図と脚柱基部近辺の鳥瞰図を示す。また、断面構成に際して留意した点を以下に列記する。

- (a) 最大ブロック重量はクレーンの制約から約100tとし、全体で9ブロックに分割した。

- (b) 板厚の逃げは全外側板とも外逃げとした。
- (c) スプラッシュゾーン(TP+3.0~TP-2.0m)では、チタンクラッド鋼(後述)の接合に支障がないよう断面変化位置を設けなかった。
- (d) フーチングとの境界(脚とフーチングの一体組位置)は、フーチング天端から4mの位置とした。これは脚柱基部の立体FEM解析から、基部第1ダイアフラムを過ぎればshear lagの影響が小さくなることがわかったことによる。また、この区間はフーチング設計で決定された板厚(60kg鋼)を使用するものとした。
- (e) 上部から基部へ向かって断面形状が変化するが、外側板の縦リブは極力連続させるようにした。また、曲線区間では外側板に沿って平行円ですり付けた。

(4) 脚柱頂部の設計

本脚では、常時鉛直力として1径当たり約5000tの反力が作用する。この力を円滑に外側板へ伝えるため、支点下は4枚のダイアフラムによる井桁構造とし、さらに井桁中央に小梁を配して反力伝達を補助するものとした。

脚柱天端には、ベースプレート(2.7×2.7m)の他、建て越し用吊金具、輸送用吊金具、及び上部工架設時の水平ジャッキ受け等が必要となる。景観配慮による脚柱形

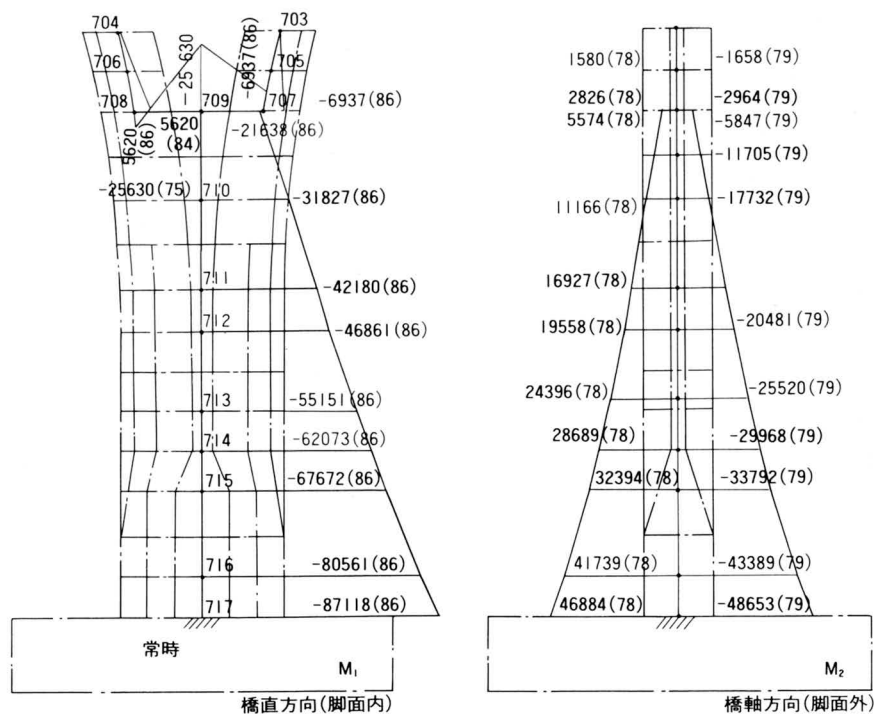


図-4 脚柱断面力図(地震時曲げモーメントtf・m)

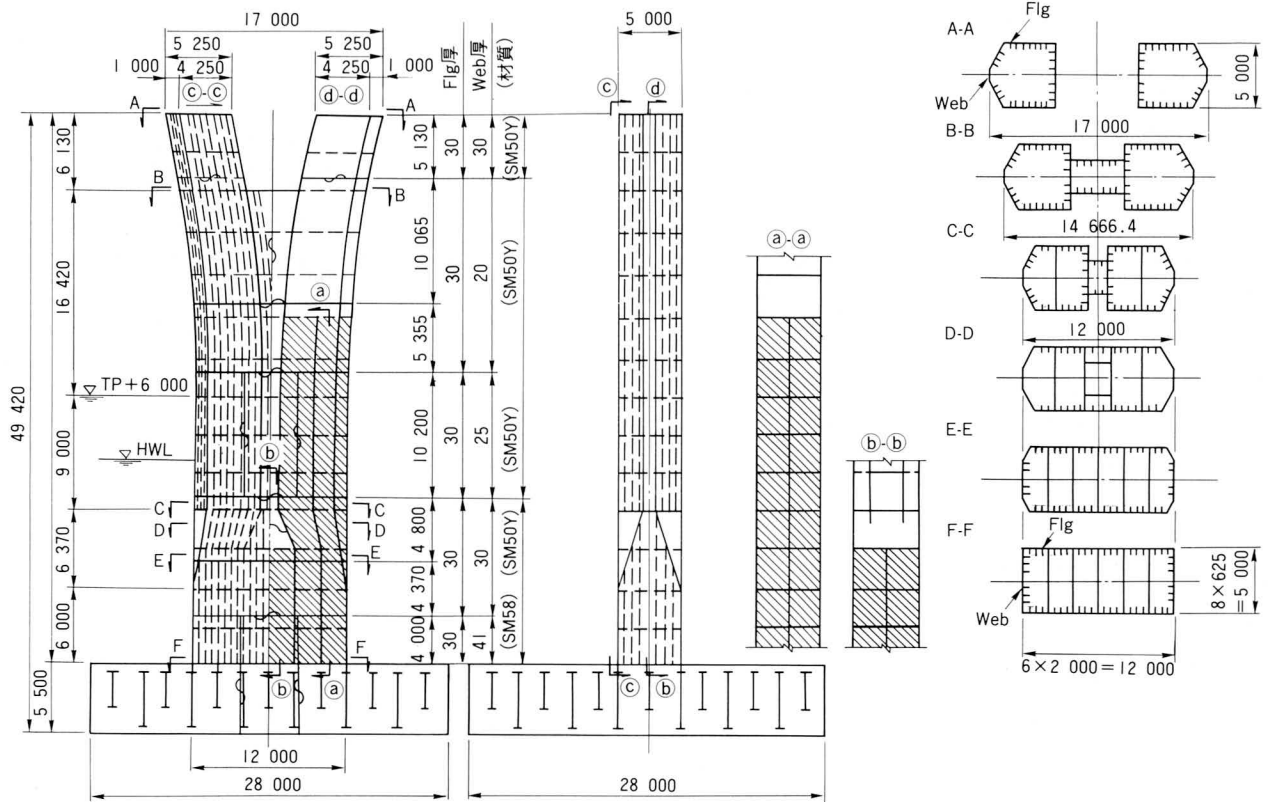


図-5 断面構成図

状のためこれらの配置には工夫を要したが、上部工架設時の狭隘感は否めない。

(5) 曲線区間の設計

P7橋脚では曲線区間を $R \approx 103\text{m}$ の円曲線としている。また他橋脚ではこの値が橋脚高により28m程度まで変化する。この曲線区間の主応力はほとんど軸線方向と一致すると考えられたが、Y形付け根部等の応力検証も含め、P7をモデルにFEM解析を行った。結果はほぼ予想どおりであり、際だった応力集中はみられなかった。また、曲線区間を骨組みモデルとした解析結果をもとに、この区間のダイヤフラム厚を決定している。

(6) 船舶衝突と大地震時に対する照査

(a) 船舶衝突時の断面力は、静的解析における全体系モデルにより算出している。この結果、漂流船舶衝突時の130,000GT(満載)ケースにおける脚柱基部断面力(常時換算値)は、87,118tm(静的解析)>52,750tm(船舶衝突)(静的解析値の61%)であり、十分安全であることが確認された。

(b) 本橋では、耐震設計にあたって次の2つの水準を

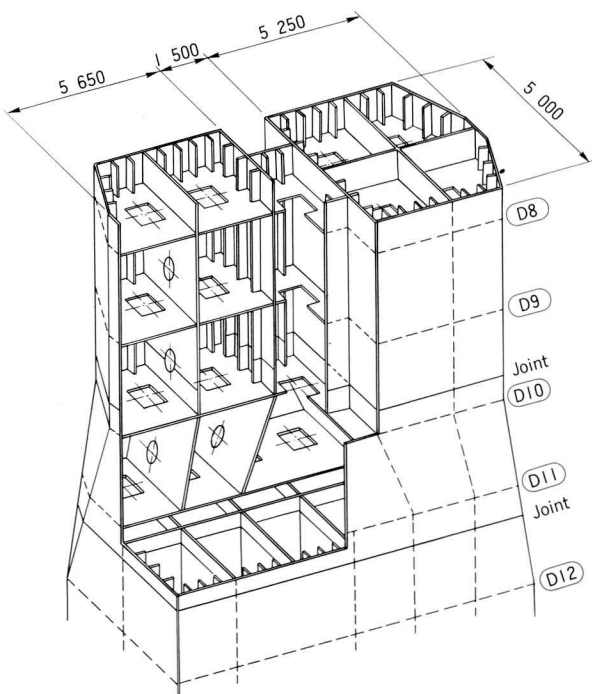


図-6 P7橋脚鳥瞰図

設定し照査を行っている。

- ① L1 ; 原則として耐用年数内に発生することが予想される地震動(L1)に対して構造物が道路交通機能を損なうような損傷を受けない水準
- ② L2 ; 当該地点にまれにしか発生しない地震動(L2)に対しては補修可能な軽微な損傷は許すが、構造物の崩壊は防止する水準

解析は、入力地震動として、L1に対しては東京湾横断道路設計用に作成されたL1地震動を用い、L2に対してはL1波×2を用いて全体系動的解析を行った。

この解析結果をもとに、脚柱部各断面(主に基部)に対して次の方法で照査している。

L1 ; 鋼断面のみ有効と考える。ただし鋼の基準降伏点まで考慮する。

L2 ; コンクリート断面も有効とし、合成柱としての耐荷力照査を行う。照査方法は「合成柱(充てん方式)を有する鋼製橋脚の設計・施工指針(案)S61.3」(阪神公団)を準用する。

P7橋脚における各レベルでの断面力は、静的解析と比較して概ねL1で0.8~1.0倍、L2で1.5倍であった。表-3に脚柱とフーチングとの接合部での照査結果を示す。

(7) 防食対策

本橋脚は、腐食環境の厳しい海洋に設置されるため、防食対策には細心の注意が払われているが、脚柱外面の対策は次の3つに大別される。

① 海上大気部

無機ジンクリッチペイント(75 μ m)+エポキシ樹脂塗料(120 μ m)+ふっそ樹脂塗料(55 μ m)を採用。

② スプラッシュゾーン(TP+3.0~TP-2.0m)

スプラッシュゾーンは、他の部位に比べて最も腐食が激しく、かつ、補修困難な部位である。この防食対策としては、<コンクリート+犠牲鋼板+超膜厚エポキシライニング>(関西空港連絡橋)等があるが、確立された方法はない。本橋脚では、美観と防食性を重視し、新しい試みとしてチタンクラッド鋼(チタン1mm+鋼板4mm)を採用している。

③ 海中部

タールエポキシ樹脂塗料(375 μ m)+電気防食(アルミニウム合金陽極)

なお、チタンクラッド鋼の施工については後述する。

(8) 付属品

脚内、脚外に設けた付属品について主な項目と目的等を以下に列記する。

(a) 脚内設備

- ① 脚内梯子; 維持管理、コンクリート打設作業用。各セル1条とし、コンクリート部は埋め殺し。
- ② コンクリート打設管; 各セル2本で、水中コンクリート、気中コンクリート打設用。基部に向かいセル数が増えるため配置が難しい。

(b) 脚外設備

- ① 接舷用栈橋; 作業船の船着き場。スプラッシュゾーンのチタンにはアンカーできない。
- ② 作業ヤード; コンクリート打設作業のための資・機材置き場(荷重:1t/m²)
- ③ コンクリート打設用作業足場
- ④ 塔頂作業足場; 吊り運搬用のピンの挿入脱着、上部工架設時の足場
- ⑤ 脚外梯子; 接舷用栈橋~脚柱天端
- ⑥ 航路表示灯受け台; 上部工架設までの仮設灯

表-3 大地震時の脚柱断面照査結果

		作用曲げモーメント (tm)作用せん断力(t)	抵抗曲げモーメント (tm)抵抗せん断力(t)
L1	橋軸方向	M=62,841	MR=85,300
		S=370	SR=9,400
	橋直方向	M=90,932	MR=153,300
		S=2,207	SR=10,500

		M(tm)	MU(tm)	$\nu \frac{M}{MU}$	ψ
L2	橋軸方向	87,141	153,800	0.567	1.037
	橋直方向	168,366	325,100	0.518	1.032

ここに、M : 付加曲げを考慮した作用曲げモーメント
 MU : 断面の破壊抵抗曲げモーメント
 ν : 安全率(=1.0)
 ψ : 軸力と曲げモーメントが作用する合成柱の無次元曲げ耐荷力

3. 製作

本脚の製作に際して特に留意検討した点としては、

- ① かど溶接の方法(特に六角形断面)、
- ② 防食対策としてスプラッシュゾーンに採用したチタンライニング、
- ③ 上塗り塗装(工場塗装)に用いたフッソ樹脂塗料に関する塗装試験、

が挙げられる。以下では、この3点について報告する。

(1) 変形六角断面の鋼板の組合せ

鋼板の組合せは、表-4等からAの組合せとした。なお、板継(断面変化位置)がヤード溶接位置と同じとしているため、板逃げは全て外逃げとした。開先形状は、発砲スチロールで模型を製作し組立順序および溶接方法を考慮して図-7のように決定した。

(2) 溶接方法

1) ブロック溶接

図-8に示すように特に⑧ブロック重量は100ton前後と

表-4 鋼板の組合せの比較表

	A	B	C	D
箱組	(1)箱組立が行い易い。 (2)R加工誤差を吸収し易い。	(1)箱組立がやや難しい。 (2)横組の可能性はある。 (3)R加工誤差を吸収することが難しい。	(1)箱組立がBより行い易い。 (2)R加工誤差を吸収することが難しい。	(1)箱組立がBより行い易い。 (2)R加工誤差を吸収し易い。
板逃げ				
溶接	(1)かど溶接に自動化が適用し易い。 (2)反転回数6回。	(1)自動化が困難。 (2)受け台が必要。 (3)反転8回。 	(1)Aに比べて自動化が難しい。 (2)左図のような受け台が必要。 (3)反転8回。	(1)自動化は適用し易い。 (2)反転6回。
評価	○	×	×	△

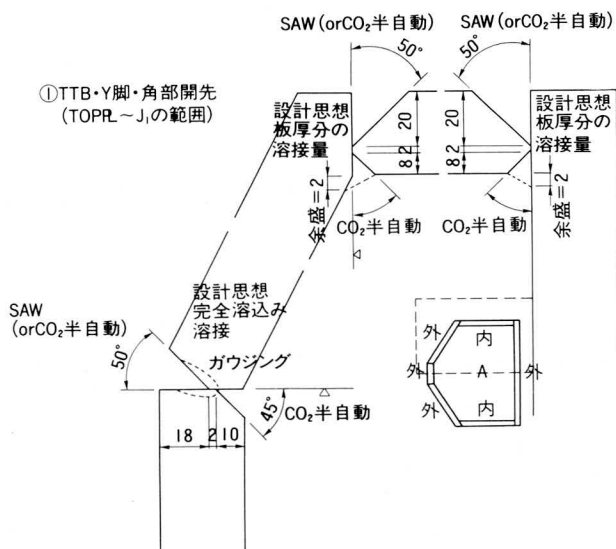


図-7 脚部角溶接間先形状

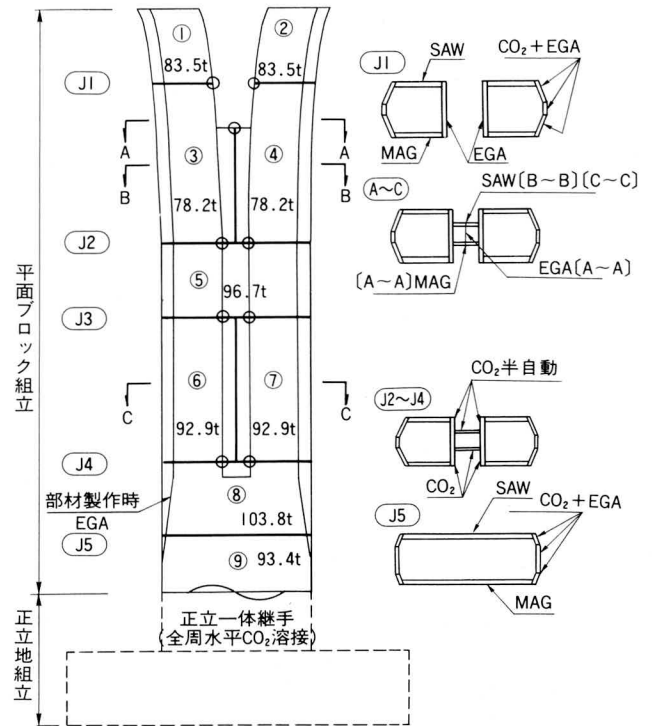
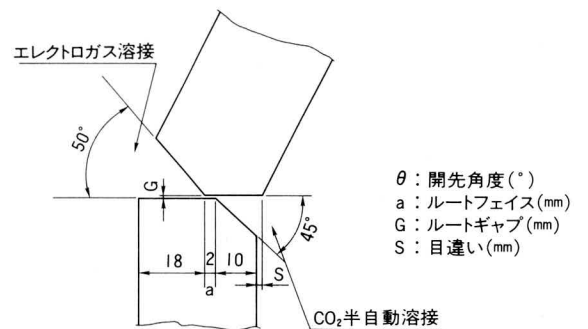


図-8 脚柱部ブロックの分割とヤード溶接概要図

開先形状



実橋に於ける管理目標値

開先角度 θ (°)	ルートフェイス a (mm)	ルートギャップ G (mm)	目違い S (mm)
50 ± 5	2 ± 1	≤ 1	≤ 1
45 ± 5			

エレクトログラス溶接

溶接条件		オシレート条件		備考
電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	ストローク幅 (mm)	1. 使用裏当材 2. 摺動表銅板
380	38	9.0~7.0	10	
			0.3奥 0.7前	1. ナシ 2. 突合せ用

図-9 脚稜線部溶接施工条件(エレクトログラス溶接)

なり反転しにくいのでエレクトロガス溶接を脚稜線部に使用することを考え溶接施工試験で検証を行い本施工に使用した（図-9、写真-1）。

2) ヤード溶接

鋼製脚のブロック割りは、図-8の様であり平面で仮組後片面からヤード溶接を行うため溶接姿勢が下向き、立向き、上向きとなり表-5、6に示すような溶接機ならびに溶接溶材を用いて施工した。一例として、ガスシールド片面裏波自動溶接（MAG）を使用した上向き溶

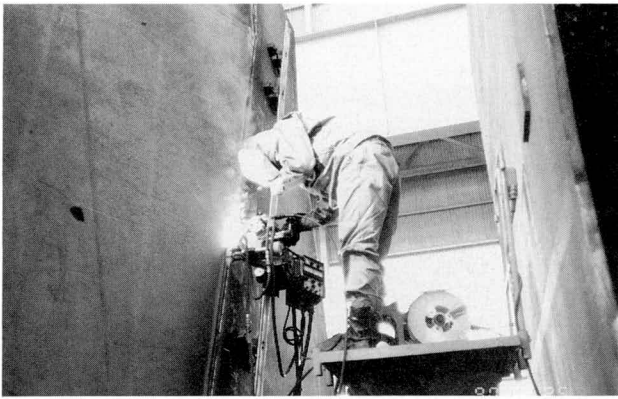


写真-1 EAG斜め立向き溶接状況

接状況を写真-2に示す。

(3) 飛沫・干満帯のチタン防食

従来、海上に設置される橋脚の海水干満部は橋脚本体に鋼製のバンド（高さ約500cm）を巻き、本体とバンド鋼板の間にコンクリートを詰め、バンド鋼板の外表面には超厚膜の重防食を行っているが本橋脚は景観上から曲線Y型橋脚に設計され、スリム性を維持するために5mm厚の

表-6 溶接溶材

溶接方法	溶接姿勢	溶 接 溶 材				
		ワイヤ(径)	フラックス	カットワイヤ	裏当材	使用ガス
サブマージアーク片面自動溶接	下向き	Y-D (4.8φ)	YF-15A (20X200)	YK-C (1×1mm)	SB-5I	—
Ar-CO ₂ 混合ガスシールド片面裏波自動溶接	上向き	DWA-50 (1.2φ)	—	—	FBB-3T	MAG (80%+20%) Ar+CO ₂ 混合
炭酸ガスシールド片面裏波自動溶接及び半自動溶接	立向き及び下向き	SF-1 (1.2φ)	—	—	SB-4I	CO ₂ (100%)
エレクトロガスアーク自動溶接	斜め立向き	EG-1 (1.6φ)	—	—	—	CO ₂ (100%)
エレクトロガスアーク片面裏波自動溶接	立向き	EG-1 (1.6φ)	—	—	KL-4	

表-5 溶接施工方法および使用自動溶接機および溶接材料

	開先形状	板厚(t ₁ +t ₂)	材 質	溶接姿勢	溶 接 方 法	使用自動溶接機名	溶 接 材 料
SAW		18×18 20×20 20×25 25×30 30×30	SM50YB	下向き	サブマージアーク片面自動溶接 (SAW)	SW-4I	Y-D (4.8φ) YF-15A (20×200) YK-C (1×1mm) SB-5I
MAG		18×18 20×20 20×25 25×30 30×30	SM50YB	上向き	Ar-CO ₂ 混合ガスシールド片面裏波自動溶接 (MAG)	OH-AUTO	DWA-50 (1.2φ) FBB-3T
CO ₂ +EGA		30×30	SM50YB	立向き及び斜め立向き	炭酸ガスシールド片面裏波自動溶接及びエレクトロガスアーク自動溶接 (CO ₂ ~EGA)	PICOMAX-2 SEGARC-2	SF-1 (1.2φ) SB-4I EG-1 (1.6φ)
EGA		25×25 20×30	SM50YB	立向き	エレクトロガスアーク片面裏波自動溶接 (EGA)	SEGARC-2	EG-1 (1.6φ) KL-4
CO ₂		20×20 20×25 25×30	SM50YB	立向き	炭酸ガスシールド片面裏波自動溶接 (CO ₂)	PICOMAX-2	SF-1 (1.2φ) SB-4I
CO ₂		18×18	SM50YB	下向き	炭酸ガスシールド片面裏波半自動溶接 (CO ₂)	半自動溶接	SF-1 (1.2φ) SB-4I

チタンクラッド鋼を採用し防食バンドとしている。

チタンは大変活性が高く常温・空気中でも瞬時に酸化し、表面に酸化被膜を形成し、一度生成した薄い酸化膜は海水中で白金にも匹敵する程の安定な不動態被膜となる。

このような性質を有するチタンを防食バンドに適用するに当り、①本体鋼板との接合、②チタンの溶接、③異種金属との溶接、④曲げ加工性、⑤大型部材の空気中での取付・溶接など、技術的・環境的に細心の注意を要する。

1) チタンクラッド鋼の溶接

チタンの溶接は、極度に湿気や塵埃を嫌い、特に工場に散在する鉄粉により溶接部に脆い合金を形成し溶接欠陥の原因となるので、建屋の中に作業足場を設置し、このまわりにビニールシートなどで防塵、防風のための囲いをした(写真-3)。

溶接工法はArガス100%のTIG溶接で、溶接線をサンダー、ワイヤーブラシ、アセトンで清浄にし、溶接に際しては溶接金属がある温度以下になるまで、Arガスのアフターブローで冷却した。

溶接は出来るだけ下向自動を基本とし、一部の局部溶接や横向溶接は手動溶接にて行った(図-10)。

(a) 本体鋼板との接合(SM50+SS34スチールすみ肉溶接および本体止め溶接)。

チタン板は、“純チタン-SS34スチール”のロール圧着クラッド鋼であり、最大幅1000mmである。そのため、大型部材ではタイル状、帯状に並べ、本体に止めることになる。

本体鋼板との接合は、“スチールとスチール”の溶接であり、YT-28溶材にてTIG溶接で行う。これには、外周のスチールすみ肉溶接とチタン板内面のスチール本体止め溶接とがある。

(b) チタンの溶接 (I) (Ti+Tiのすみ肉合せ溶接)

この溶接は、溶材を使用しないでTIGアークにてTi蓋板とクラッド鋼側のTiを溶かし溶着するものである。

(c) チタンの溶接 (II) (Ti+TiのI形突合せ溶接)

これは、すみ肉溶接と違い、余盛を付けて溶接するもので、純チタン棒を溶材としてTIG溶接する。

(d) チタンとスチールの境界部の接合 (Ti+SS34の余盛)

チタンとスチールは非常に脆い合金を作り破損し易いので、銀系の特殊溶材によりTIG溶接する。

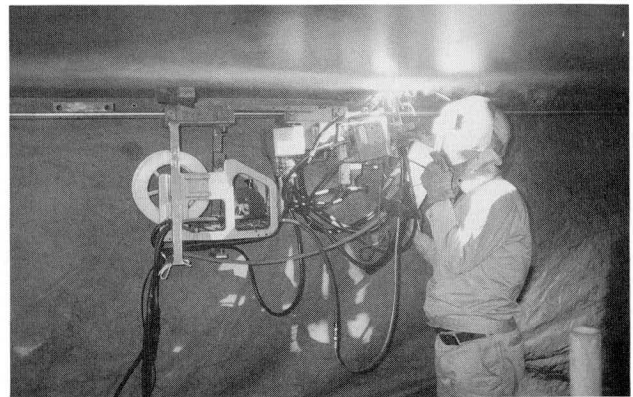


写真-2 ガスシールド片面裏波自動溶接状況

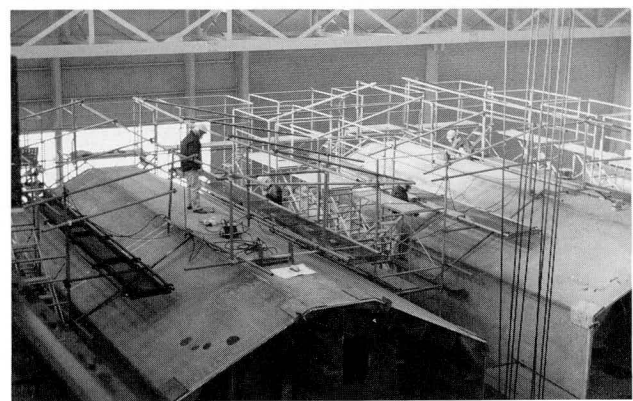


写真-3 防塵・防風設備

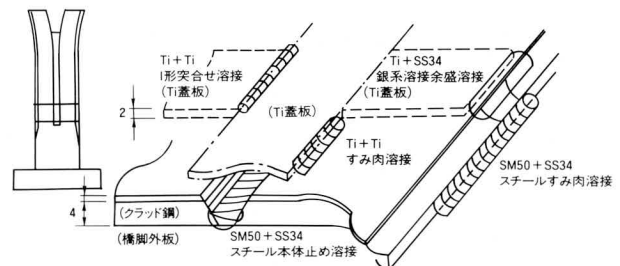


図-10 チタンクラッド鋼の溶接概要

(e) 仮付け溶接は、取付け時の密着を溶接時に保持するように30mm間隔で行った。

2) チタンクラッド鋼の加工

チタンクラッド鋼はロール圧着により接合されており、その接合力やチタンとスチールの物理的性質の違いにより、加工上以下の点に留意し、先行して部分加工した。

(a) チタンクラッド鋼の切断

チタン板はスチールに比べてスプリングバックが大きいので、剥離しないように、スチール側から刃

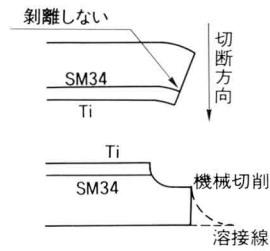


図-11 チタンクラッド鋼の切断および切削

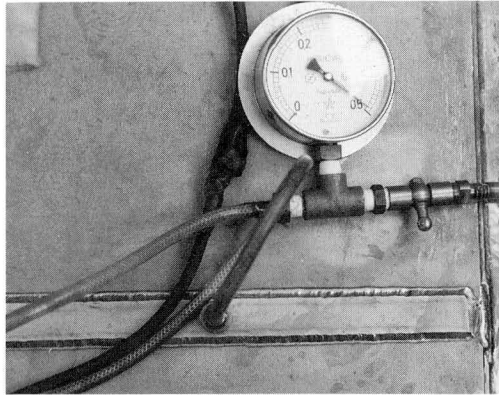


写真-4 気密試験状況



写真-5 大型供試体塗装

表-7 塗装仕様

工程	塗料名	膜厚(μ)	塗付量(gf/m ²)	A社	B社	C社	D社
素地調整	グリッドブラスト処理(SIS Sa2.5)	-	-	-	-	-	-
プライマー	厚膜型無機ジンクリッチペイント	75	700	-	-	○	-
下塗り1・2	厚膜型エポキシ樹脂塗料下塗り	60	300	○	○	○	○
中塗り	ふっ素樹脂塗料用中塗り	30	170	○	○	○	○
上塗り	ふっ素樹脂塗料上塗り	25	140	○	○	○	○

を入れてシャー切断する(図-11)。

(b) 溶接される縁端の加工

スチールの溶接時に同時にチタンを溶かすと、脆い合金になるので、機械切削でチタン部を除去した(図-11)。

(c) 曲げ加工

チタンとスチールの接合面が剥離しないように、チタン板が内側で曲げを受けるときは、内側曲げ半径は2mm R以上、外側で曲げを受けるときは、内側曲げ半径は10mm R以上とする。なお、再曲げは出来ない上、溶接線を密着させるため、1枚のチタンクラッド鋼では、1カ所の曲げ加工とする(万々2度曲げるすときは部材寸法を実測して曲げ寸法に反映しなければならない)。

チタンで覆われている面の防食性能は非常に高いが、チタン溶接線にピットなど穴があって海水などが侵入すると内面から腐食が進行することになるので、施工部全線について浸透探傷検査や気密試験(2kg/cm²石鹼水)によって溶接の健全性を確認した(写真-4)。なお、本施工にあたり、新日本製鐵、日鉄防食、日鉄溶接工業各位の御協力をいただきました。

(4) ふっ素樹脂塗料塗装システムの評価

本工事橋脚外面に適用されるふっ素樹脂塗料塗装システムの塗装作業性(施工性)、補修適性および塗装外観を事前に検討するために大型供試体を用い、評価を行った(写真-5)。また、今後各種大型工事に採用される事が予想される塗料系のため塗料会社4社について施工試験を行った。ここでは、特に補修適性について報告する。

1) 試験方法

塗料メーカー; 4社(東亜ペイント、日本ペイント、大日本塗料、関西ペイント)

工場塗装; エアスプレー プラスト~ジンク~下塗り~中塗り~上塗り

補修方法; 刷毛塗り ① 下塗り~中塗り~上塗り ② 中塗り~上塗り ③ 上塗り

素地調整; ① ウェス拭き ② ペーパー掛け
インターバル; ① ばくろ 7日 ② ばくろ 1ヵ月 ③ ばくろ 6ヵ月

付着試験; 碁盤目テープテストおよびアドヒージョントテスト(2カ所)

評価基準; 碁盤目テストは、5mm幅9柁目で実施し

た。 アドヒージョンテストは、付着力の数値と剝離箇所及びパーセントを記す。

塗り重ね；塗り重ね（補修）は原則として同一塗料メーカー間で実施する。塗り重ね（補修）は刷毛にて行い、塗料は本塗装で適用したものをそのまま使用する。

割付け；供試体に30cm×30cm柵目を設けこれに塗り重ねを行う。

2) 塗装システムと評価対象塗料メーカー

供試塗装システムと対象塗料メーカーは表-7に示す。各塗料メーカーごとの塗装区分は図-12のように供試試験体を4分割して、各社のふっ素樹脂塗料中塗用/上塗を塗装する。

4) 考察

フッ素樹脂塗料の塗り重ねについてA社の屋内4日暴露を除き表-8の如く順調の結果であった。A社のこの結果は、塗り重ねの時はフッ素樹脂用下塗り塗料を使用することになっていたが、誤って通常塗料を使用した為でありその後の暴露試験では、この塗料で施工したので問題はなかった。この様にメーカーによってフッ素上塗り塗料を使用するときは補修用下塗り塗料があることに注意しなければならない。

塗装作業性は、ポリウレタン系塗料より作業性が良く塗膜外観についてもダレ等も少なく良好であった。

なお、本試験は塗装メーカー4社の協力および技術指導のもとで行ったものである。

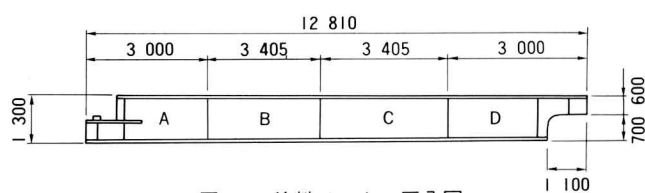
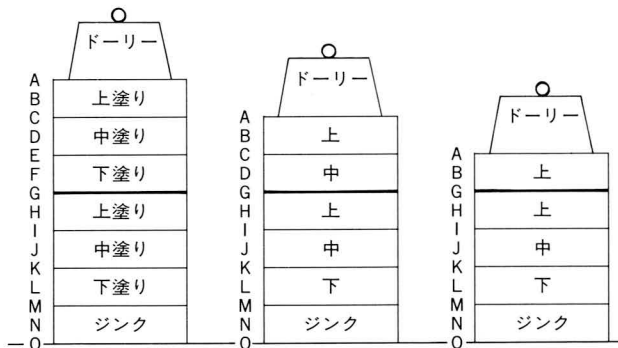


図-12 塗料メーカー区分図



素地

表-8 ふっ素樹脂塗料塗装システムの塗り重ね評価試験結果 (a) 塗り重ね条件(屋内4日)

メーカー	目粗し	下塗/中塗/上塗		中塗/上塗		上塗	
		アドヒージョンテスト kgf/cm ²	ゴバンメテ-プテスト (JIS)	アドヒージョンテスト kgf/cm ²	ゴバンメテ-プテスト (JIS)	アドヒージョンテスト kgf/cm ²	ゴバンメテ-プテスト (JIS)
A社	なし	G 90 25 A 10	0	38 A 100	7	38 A 100	10
		25 G 100	0	32 A 100	7	35 A 100	10
	あり	G 5 28 A 95	8	35 A 100	10	35 A 100	10
		G 5 28 A 95	8	30 A 100	9	35 A 100	10
B社	なし	N 5 G 5 38 A 90	9	N 70 L 10 35 A 20	10	N 30 L 30 35 A 40	10
		N 50 L 10 38 A 40	9	N 10 L 5 32 A 85	10	N 30 L 30 35 A 40	10
	あり	N 20 L 5 35 A 75	9	N 10 L 15 32 A 75	10	N 20 40 A 80	10
		N 40 35 A 60	10	N 30 L 30 32 A 40	10	N 30 L 30 38 A 40	10
C社	なし	N 70 32 L 30	10	N 10 C 5 32 A 85	9	N 80 35 A 20	10
		L 10 30 A 90	10	38 A 100	9	N 40 L 55 38 A 5	10
	あり	N 55 38 L 45	10	35 N 100	7	N 20 L 50 38 A 30	10
		30 A 100	10	35 A 100	6	38 A 100	10
D社	なし	G 95 32 A 5	10	38 C 100	10	35 A	10
		32 A 100	10	C 40 40 A 60	10	N C 40 A	10
	あり	32 A 100	10	25 A 100	10	N5 L 10 J 15 35 A 75	10
		35 A 100	10	N 15 C 15 32 A 70	10	25 A 100	10

(b) 塗り重ね条件(屋内1ヶ月)

下塗/中塗/上塗		中塗/上塗		上塗	
アドヒージョン テ ス ト kgf/cm ²	ゴバンメ テープテスト (JIS)	アドヒージョン テ ス ト kgf/cm ²	ゴバンメ テープテスト (JIS)	アドヒージョン テ ス ト kgf/cm ²	ゴバンメ テープテスト (JIS)
30 A 100	8	32 A 100	9	28 A 100	10
30 A 100	8	30 A 100	9	28 A 100	10
30 A 100	9	30 A 100	9	28 A 100	10
N 40 35 I 60	9	30 A 100	9	28 A 100	10
L 90 38 G 10	10	42 L 100	10	L 30 38 A 40	10
N 50 40 L 50	10	N 60 40 L 40	10	N 30 38 L 40	10
N 40 47 L 60	10	N 60 47 L 40	9	L 90 40 A 10	10
40 N 100	10	N 20 42 L 80	10	38 L 100	10
L 50 42 F 50	10	L 90 40 C 10	10	N 5 L 60 43 A 35	10
L 50 40 F 50	10			L 40	
		42 L 100	10	52 A 60	10
N 50 42 F 50	10	N 5 42 L 95	10	N 10 L 60 45 A 30	10
N 50 43 F 50	10	N 10 48 L 90	10	N 5 43 L 95	10
N 60 32 L 40	10	N 20 40 A 80	10	43 A 100	10
N 80 F 5 38 A 15	10	N 20 40 A 80	10	N 60 48 L 40	10
40 A 100	10	42 A 100	10	J 20 42 A 80	10
42 A 100	10	J 5 45 A 95	10	N 5 J 20 42 A 75	10

(c) 塗り重ね条件(屋内6ヶ月)

下塗/中塗/上塗		中塗/上塗		上塗	
アドヒージョン テ ス ト kgf/cm ²	ゴバンメ テープテスト (JIS)	アドヒージョン テ ス ト kgf/cm ²	ゴバンメ テープテスト (JIS)	アドヒージョン テ ス ト kgf/cm ²	ゴバンメ テープテスト (JIS)
20 A 100	10	20 A 100	10	28 A 100	10
20 A 100	10	23 A 100	10	20 A 100	10
30 A 100	10	N5 L 10 28 A 85	10	20 A 100	10
20 A 100	10	30 A 100	10	20 A 100	10
N 30 28 A 70	10	28 A 100	10	30 A 100	10
N 20 22 A 70	10	N 50 23 A 50	10	36 A 100	10
N 15 20 A 85	10	N 40 28 A 60	10	28 A 100	10
N 15 22 A 85	10	N 40 28 A 60	10	23 A 100	10
23 A 100	10	23 A 100	10	20 A 100	10
20 A 100	10	25 A 100	10	20 A 100	10
F 20 21 A 80	10	20 A 100	10	N 25 25 A 75	10
N 40 20 A 60	10	N 20 25 A 80	10	N 25 20 A 75	10
N 5 D 35 24 A 65	10	22 A 100	10	38 A 100	10
20 A 100	10	N 50 D 20 28 A 30	10	L 5 50 A 95	10
20 A 100	10	N 40 30 A 60	10	N 80 32 A 20	10
N 50 32 A 50	10	D 40 28 A 60	10	N 60 28 A 40	10

4. あとがき

本橋脚は、脚柱部（約910 t）を当宮地鐵工所、フーチング（約1150 t）を東京鐵骨橋梁製作所にて分割製作し、平成3年5月21日両者をドッキングした。その後、7月10日に住友建設・浅沼組・佐伯建設共同企業体によって浜出しされ、無事所定位置に据付けを終えた。詳細設計開始から浜出しまで15ヵ月という短期間であり、かつ、検討項目も多岐にわたっていたが、東京湾横断道路株式会社、並びに共同企業体のご指導のもとに竣工したものである。ここに関係各位に深く感謝する次第である。

〈参考文献〉

- 1) 篠原、下村；東京湾横断道路建設事業の概要、橋梁と基礎、90年8月
- 2) 香川、樺山、中村；多径間連続橋梁の計画と下部工の設計（上、下）、橋梁と基礎、91年1、2月
- 3) 合成柱（充てん方式）を有する鋼製橋脚の設計・施工指針（案）、阪神高速道路公団、昭和61年3月
- 4) 東京湾横断道路各種基準

1992.1.14受付

グラビア写真説明

三郷西高架橋

東京外かく環状道路は都心から約15km圏を環状に全長85kmにわたって計画されている道路である。

この路線は、首都圏から地方へ延びる高速自動車国道や一般国道等の放射道路を相互に接続し、都市方向に集中する交通を適切に分散、導入すると共に、都心に起終点を持たない交通をバイパスさせる機能を持ち、首都圏の慢性化した交通混雑緩和に一役を担うために早期開通が熱望されていたが、一部暫定開通が秒読み段階となった。

本橋は東京外かく環状道路の一部をなす常磐自動車道（川口市～三郷市）の三郷市内1.8kmのほぼ中間に位置する市道と用水路上の連続箱桁を主体する高架橋である。（加藤）

勝川橋

本橋は愛知県名古屋市と我社の松本工場を結ぶ基幹道路である国道19号線が名古屋市北方で庄内川を渡河する国道橋の拡巾工事である。

この19号線は、本橋の北方地区（春日井側）までの拡巾が終了しているが、本橋以南は現在工事中であり、朝夕の渋滞情報では必ず放送されている。

この為、四日市方面へのう廻として、名古屋外環である国道302号線や先年開通した東名阪道路（勝川インターより浮野高架橋を通過する）を利用している車が増えている。そのまま市内に入る場合は、本橋は現橋と同じ高さの為見えますませんが、3車線になった状況を思いながら、前車に追突しない様ゆっくりと庄内川を渡る事ができます。（藤井）

ふれあい大橋（日向ダム5号橋梁）

岩手県が施工中の日向ダム建設に伴う市道付替工事の5番目の橋梁で、ダム湖に架かる長大橋です。

形式は2面吊りファン形ケーブル配置の2径間連続斜張橋で県内初めて採用したものです。

架橋地の釜石市は陸中海岸国立公園の中央に位置し、鉄の都・キュポラで有名であったが、キュポラの半減で、鉄マンの流出、冷えた市民の心にダム湖を中心に憩いの場となるとともに、釜石大観音、御箱崎など観光資源の1つになるものと思われる。（大河原）