

関西新空港P26橋脚の製作

FABRICATION OF THE PIER P26 OF THE NEW KANSAI AIRPORT

片岡 美治¹⁾東 隆行²⁾

SYNOPSIS

The airport island of the New Kansai Airport, presently under construction, is to be located 5 km away from the Osaka Bay coastal line and shall be connected to the mainland by bridges.

The pier P26 in the mainland side is a two-story portal steel frame, with the steel footing integrated to the columns. After the shop assemblage of the whole structure, the pier was transported to the site by a floating crane and placed on the steel pipe foundation. Then, the footing, as well as the columns, were filled in with concrete so as to achieve a composite structure. The columns, with a cross-section of 3.0m x 4.5m and about 39.7m high, had assemblage blocks which exceeded 90t, in some cases. All the joints between each fabrication units were basically welded and required considerable precision for the assemblage.

This report concerns the shop fabrication of the above mentioned pier and the various investigations that were carried out to complete it.

1. まえがき

現在建設中である関西新空港は、大阪湾の泉州沖約5kmに位置し、空港島と陸岸とを結ぶ連絡橋の建設工事も急ピッチで進められている。

P26橋脚は、この連絡橋の陸岸側に位置し、脚柱部とフーチング部とが一体構造となった鋼製2層門型ラーメン橋脚である。上部工は、上層が道路、下層が鉄道の3径間連続鋼床版箱桁橋となっている。

本工事の特色としては、次の事項が挙げられる。

- ① 海上部での工事であり、工場では一体化した鋼製橋脚(鋼フーチング+鋼製2層門型ラーメン橋脚)を吊輸送して鋼管杭の基礎の上に据付け、直ちに、フーチング及び脚柱部内にコンクリートを打設して合成構造とする工法を採用している。これは、工期短縮、経済性、施工性および橋脚の剛性確保の観点から行なわれたものである。
- ② 鋼製橋脚としては規模も大きく、柱の断面寸法が3m×4.5m、全高が約39.7mで、小ブロックの部材重量が90t

を超えるものもあった。継手部は原則として全断面溶接構造であり、部材のハンドリングや溶接等の作業性および組立精度の確保には細心の注意が必要であった。

- ③ 以上のような理由から、設計照査に際しては、合成構造としての特殊性、工場製作および現場施工を反映した構造とすることに配慮する必要があった。

本文では、鋼製橋脚の工場製作に焦点を絞って本工事の報告を行う。

なお、本橋脚は、関西国際空港(株)より、鴻池組・住友建設・浅沼組建設工事共同企業体(下部第六工区)に発注されたものを、当社が住友建設より鋼構造部分の製作を受注したものである。

2. 構造概要

本橋脚の構造諸元を表-1に、構造一般図を図-1に示す。

3. 製作

3.1 製作方針

本橋脚の製作方針を計画する際に問題になったのが、フーチング上に脚柱部を構築して一体化する方法である。方法

1) 和歌山工場製造部生産技術課長 Yoshiharu KATAOKA

2) 和歌山工場製造部生産技術課 Takayuki AZUMA

表-1 構造諸元

構造形式	2層門型鋼製ラーメン橋脚	
フーチング寸法	28.0m × 14.5m	
フーチング高さ	5.0m	
脚柱高さ	34.7m	
橋脚全高	39.7m	
支承条件	固定	
全体鋼重	フーチング 670 t	脚柱 690 t

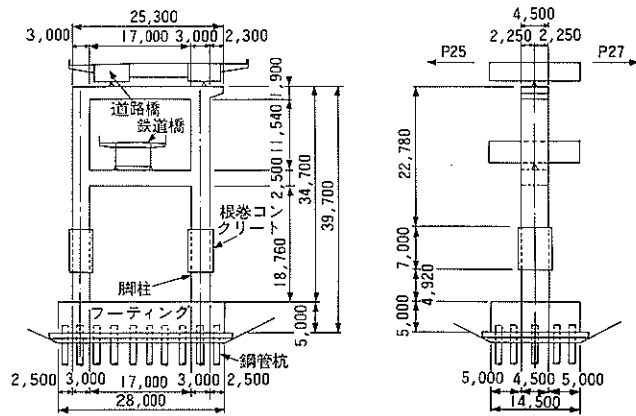


図-1 構造一般図

としては、次の2案が考えられた。

①脚柱部を小ブロックに分割し、順次フーチング上に積み上げる（小ブロック積み上げ方法）、②小ブロックを横にねかせた状態で順次組み立てて、中ブロックを形成し、これを一括して建て起こしてフーチングと接合する（建て起こし方法）。小ブロック積み上げ方法は、形状を確認し、場合によっては修正を行ないながら製作できる利点があるが、次に示す大きな問題が生じた。

- a. 工場の仮組立ヤードの門型クレーンが使用できないため長期間大型重機をリースする必要が生じるので不経済となること。
- b. 高所作業となるため危険であること。
- c. 製作工程が長くなること。

そこで本工事で、②建て起こし方法を採用した。しかし、建て起こし方法もフーチング上に脚柱部を建て起こして一体化したときの取合部の精度確保が問題になった。これについては、取合部の寸法の精度を上げること、建て起こしの際に治具を使用することにより対応できると判断した。

製作手順を図-2に示す。

3.2 小ブロックの製作

(1) 分割方法

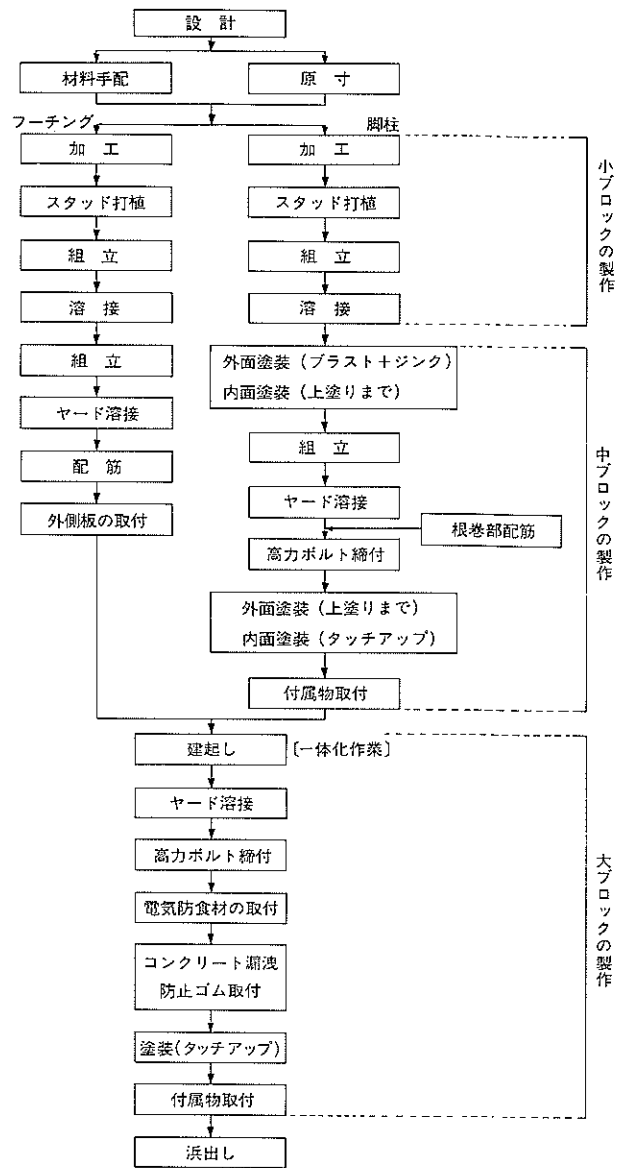


図-2 製作手順

フーチング部および脚柱部の小ブロックの製作は、工場建屋内で行なうため、大型天上クレーン60t2基によるハンドリングが可能な重量とした。小ブロックの最大重量はフーチング部で83t、脚柱部では93tとし、分割方法は、それぞれ図-3および図-4に示すようにした。

(2) 製作方法

フーチング部および脚柱部は単品の段階で、ヤード溶接部の開先加工、孔明およびスタッド打植を全て行った後、総組工法により組立てた。脚柱部の小ブロックの長さおよび切口の直角度は、中ブロックおよび大ブロックの全体形状、開先精度に大きな影響をおよぼすため組立て前に部品の寸法管理を十分に行い、組立に際しても長さおよび断面寸法について入念な管理を行った。図-5～6にそれぞれの一般的な組立手順を、写真-1～2に組立状況を示す。

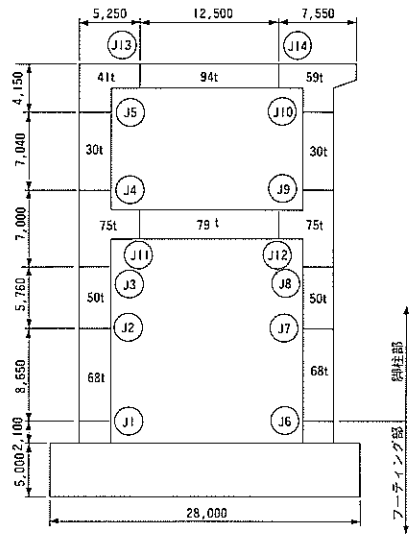


図-3 脚柱部の分割と各ブロックの重量

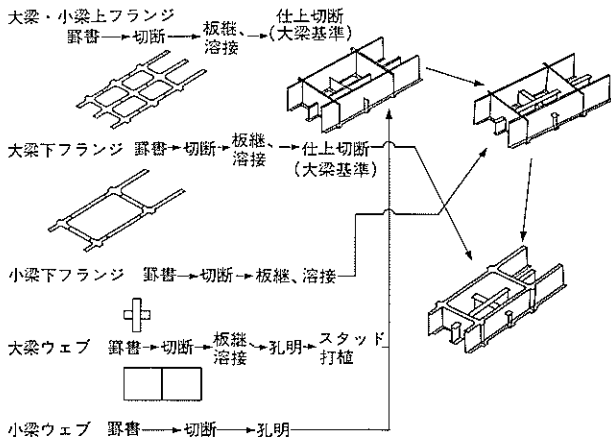


図-5 フーチング部の組立手順

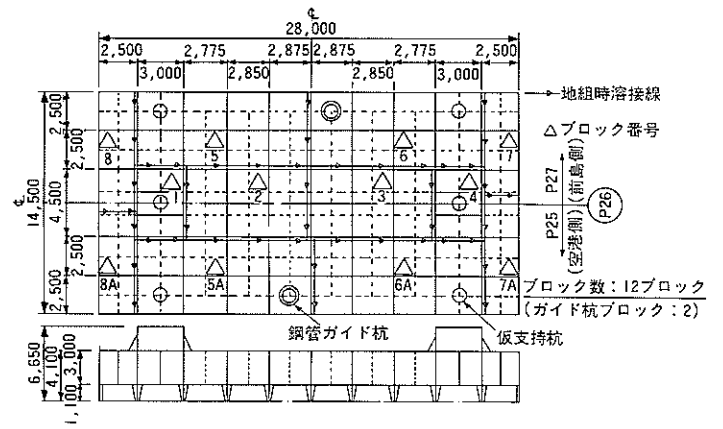


図-4 (a) フーチングの分割

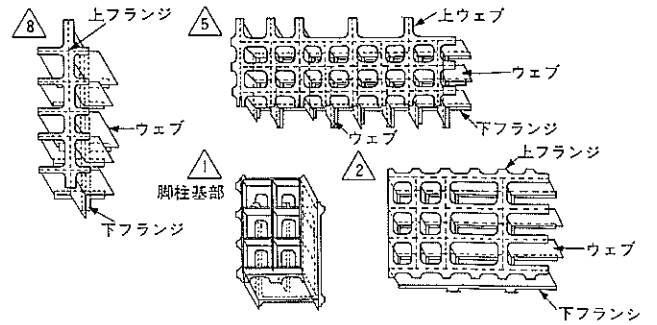


図-4 (b) フーチングブロック形状

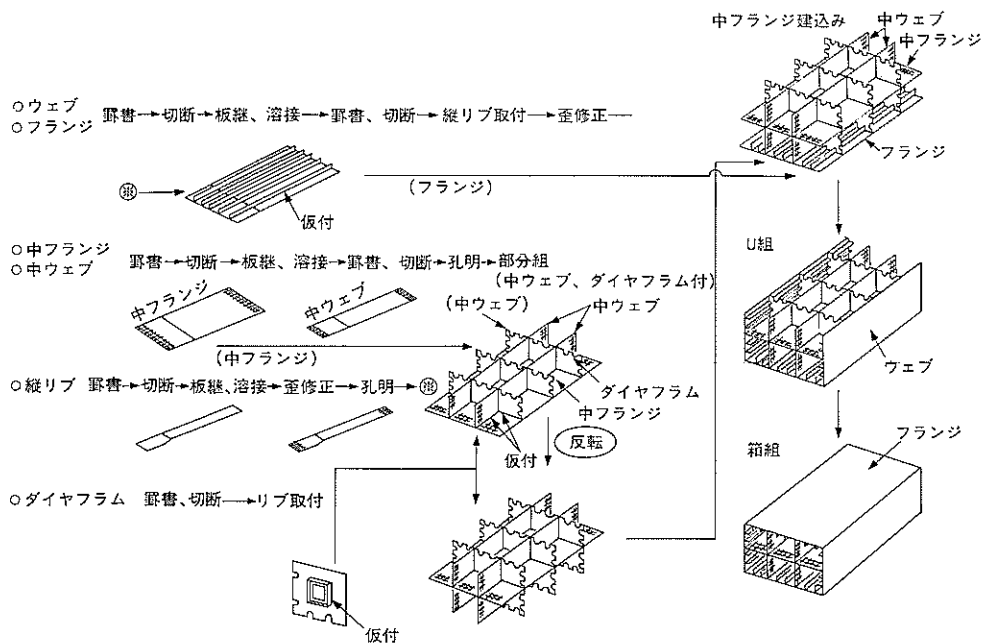


図-6 脚柱部の組立手順

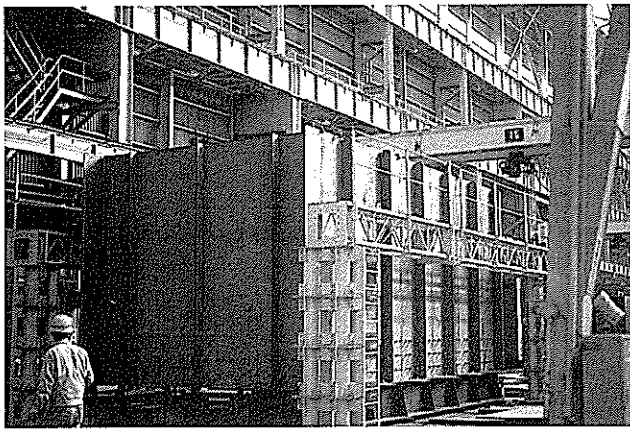


写真-1 フーチングの組立

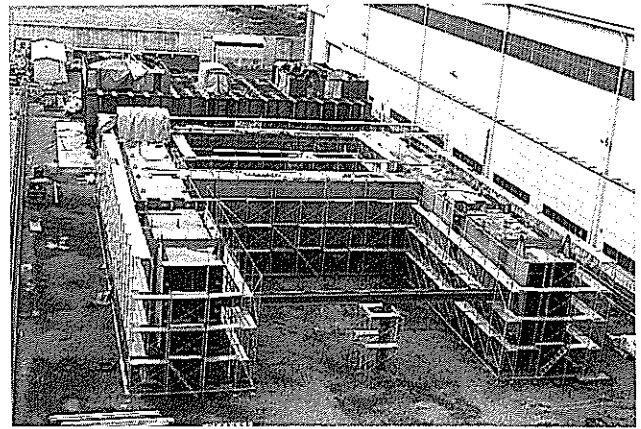


写真-3 中ブロックの製作

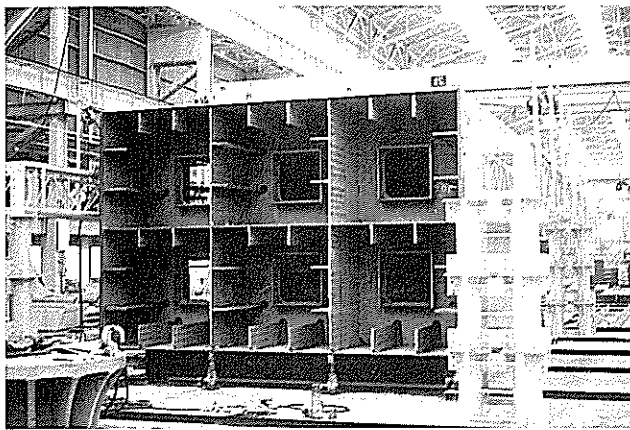


写真-2 脚柱部の組立

3.3 中ブロックの製作

(1) 製作場所と基礎

脚柱部の建て起こし作業は、フローティングクレーン(以下、FCという)で行なうため、製作場所は、FCの能力を考えて、岸壁より40mの範囲内で行った(写真-3)。

また、大ブロックに一体化したときの総重量が1450 tにも達するため、大ブロックの支持位置には、PCコンクリート抗基礎を設置した。

(2) 組立

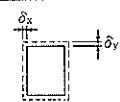

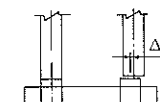
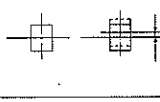
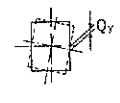
フーチング部および脚柱部は、工場の仮組立ヤードの門型クレーンを用いて組立てた。

脚柱部を建て起こした後、フーチングと一体化させるとき、取合面の相対誤差が最も問題となるため、組立時にヤード溶接による収縮量および変形を考慮し、相対誤差の許容範囲を設定してフーチング部・脚柱部の組立を行った。取合面の相対誤差として考えられたものを表-2に示す。

脚柱部については、フーチング取合部に形状保持を設けて、脚柱間隔の相対誤差を調整した(写真-3参照)

(3) ヤード溶接

表-2 フーチング部と脚柱部の相対誤差

測定箇所		許容値	測定結果
① 断面寸法		橋軸方向 $\delta y \leq 2.0\text{mm}$ 橋軸直角方向 $\delta x \leq 1.0\text{mm}$	橋軸方向 $\delta y \text{ max} = 2.0\text{mm}$ 橋軸直角方向 $\delta x \text{ max} = 0.5\text{mm}$
② 左右の取合面の出入り		$\Delta y \leq 3.0\text{mm}$	$\Delta y \text{ max} = 2.0\text{mm}$
③ 間隔		$\Delta x \leq 5\text{mm}$	$\Delta x \text{ max} = 3.0\text{mm}$
④ 軸線の上下		$\Delta z = 3.0\text{mm}$	$\Delta z \text{ max} = 2.5\text{mm}$
⑤ 軸の回転		$Q_y \leq 2.0\text{mm}$	$Q_y \text{ max} = 2.0\text{mm}$

中ブロックおよび大ブロック製作時に用いたヤード溶接方法、開先形状および溶接順序を表-3に示す。

フーチング部の上下フランジは、裏当金を用いた片面溶接とした。ウェブの突合せ溶接は、作業能率のよいエレクトロガスアーク溶接(写真-4)としたが、SM58材($t = 36\text{mm}$)については、入熱量の制限より立向先進のCO₂自動溶接で両面より行った。ウェブのT継手もCO₂自動溶接とした。

脚柱部のウェブはCO₂自動溶接とサブマージアーク溶接とで行い、溶接方向は、上面は外面、下面は内面からとした。

なお、内面については、溶接が連続して行えるように縦リブを一部分切欠いた状態で溶接した後、切欠き部にはファイラーを入れて添接を行った。フランジは、作業能率を考慮

してフーチングのウェブと同様にエレクトロガスアーク溶接とした。

脚柱部の大ブロックの溶接は、横向き姿勢となる。外面は障害物もなく作業性もよいのでCO₂自動溶接とし、内面は縦リブおよび隔壁があり連続した溶接が不可能であるのでCO₂半自動溶接とした。

(4) 取合面の相対誤差

ヤード溶接完了後におけるフーチング部および脚柱部の取合面の設計値に対する誤差の実測値を表-2に示す。脚柱の間隔は、フーチング部に対して3mm大きくなった。また、フーチング部および脚柱部の出入り量は、最大でそれぞれ2mmおよび1mmであったが、取合面のねじれ変形はほとんど生じていなかった。

(5) 対策

脚柱間隔の相対誤差は、脚柱部の誤差が均等に分配されるように据付けることにより調整が可能と判断した。また、

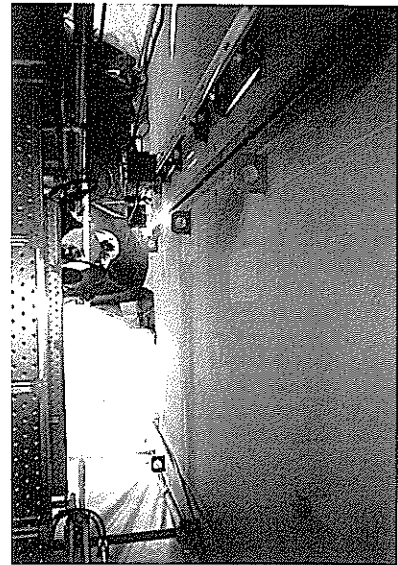


写真-4 エレクトロガスアーク溶接

表-3 中・大ブロックの溶接方法、開先形状・溶接順序

	部 位	材 質・板 厚	溶 接 方 法	開 先 形 状	溶 接 順 序
フーチング	上下フランジ	SM58・17~34mm SM50Y・16~34mm SM41・16mm	CO ₂ 半自動溶接		上フランジ ↓ 下フランジ ↓ ウェブ
	ウェブ	SM58・36mm	CO ₂ 自動溶接		
		SM50Y 19~22mm SM41 22mm	エレクトロガスアーク溶接		
	ウェブT継手	SM58 22mm SM50Y 19~22mm SM41 22mm	CO ₂ 自動溶接		
脚 柱	中ブロック製作時 上面ウェブ	SM50Y 30~40mm SM41 30mm	CO ₂ 自動溶接 + サブマージアーク溶接		上面ウェブ ↓ 下面ウェブ ↓ フランジ
	上下フランジ (中ブロック製作時側面)	SM50Y 16~19mm SM41 16~19mm	エレクトロガスアーク溶接		
	中ブロック製作時 下面ウェブ	SM50Y 19~40mm SM41 19mm	CO ₂ 自動溶接 + サブマージアーク溶接		
脚 柱 (大ブロック)	フランジ ウェブ	SM58 22~36mm	(内) CO ₂ 半自動溶接 (外) CO ₂ 自動溶接		フランジ、ウェブ 左右対象

脚柱部がフーチング部に対して鉛直に立つように、それぞれの取合面に仮受材を設置しフィラープレートにより調整するようにした。図-7には、据付時に使用した治具を示す。

3.4 大ブロックの製作

(1) フーチング部と脚柱部の一体化

一体化作業の円滑な進行を図るため、作業毎に班編成を行い、指揮命令は本部が一括して行うようにした。図-8

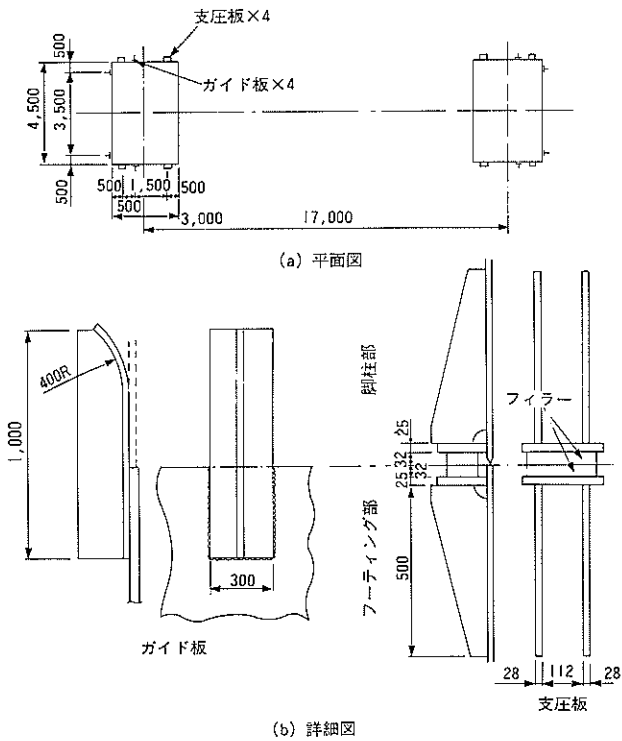


図-7 脚柱据置用治具

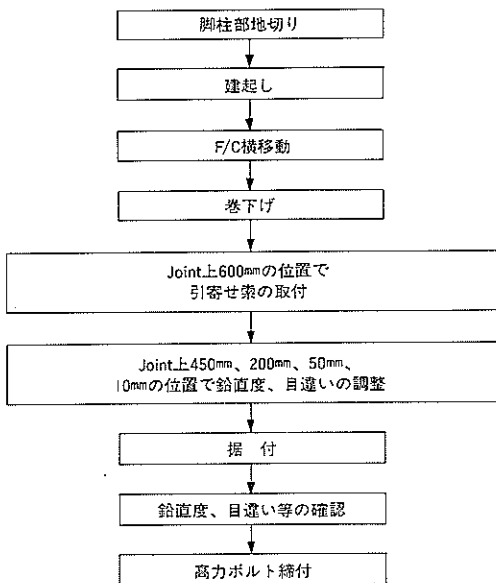


図-8 一体化作業のフロー

に一体化作業のフローチャートを、表-4に実施工程を示す。

(2) 脚柱部の建起し

脚柱部の地切りに際しては、計画荷重の50%、80%、90%、95%の各段階において、フローティングクレーンの負荷荷重および吊金具の状態をチェックした。地切り完了後、地上5mまで巻上げて建起しを行った。写真-5に建起し状況を示す。

(3) 据付

建て起こし作業を完了した後、脚柱基部側の吊金具を解放しFCによってフーチング上に移動させ、脚柱部の据付を行った。据付後の精度を図-9に示す。脚柱部の鉛直度は、4台のトランシットにより測定した。測定結果は、鉛直度最大8mm、目違い最大2.5mmとなり十分満足の行く結果が得られた。据付作業の状況を写真-6に示す。

表-4 一体化作業の実施工程

		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1/2	吊金具準備													
1/4	F C 回航													
	ミーティング													
	足場組立													
	吊具取付													
	巻上げ、地切り													
	塗装タッチアップ													
	建起し													
1/4	基部側吊具解放													
	巻上げFC横移動													
	据付け													
	昼食													
	高力ボルト締付													
	頂部吊具解放													
	F C 回航													

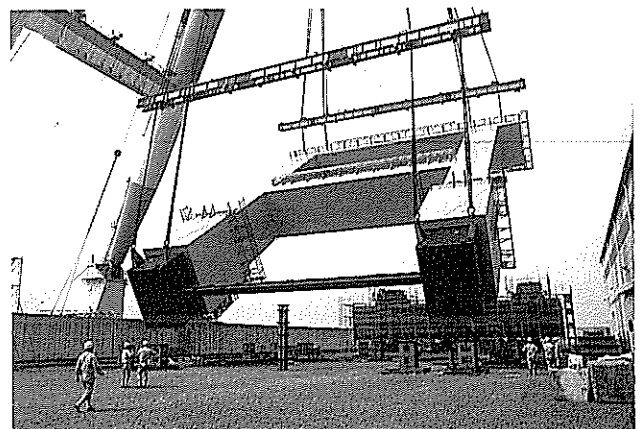


写真-5 建起し状況

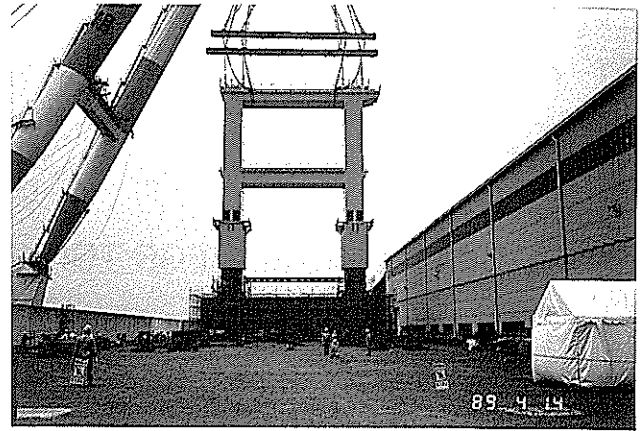
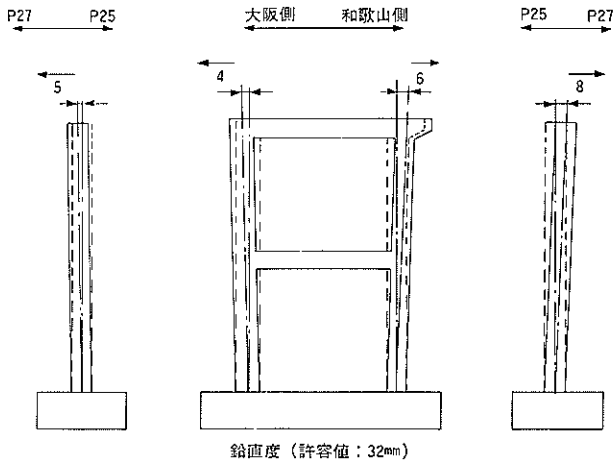


写真-6 脚柱据付状況

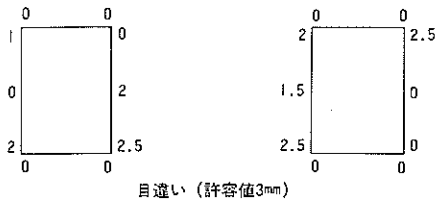


図-9 据置精度

4. あとがき

本工事は、部材重量も大きく、脚柱部の建起しによる大ブロック化を行う等、当社としてもあまり例のない大型工事であったが、工期内に十分満足のいく製品を完成させることができた。この場を借りて関係各位の方々に深くお礼を申し上げます。

とくに関西国際空港(株)の関係各位をはじめとし、鴻池組、住友建設、浅沼組建設工事共同企業体の皆様には、多大な御指導をいただき、ここに深く感謝の意を表します。

(工期：昭和63年1月26日～平成元年7月18日)