

# O.P.B. 工法による機器架台の施工

高橋 久雄  
青木 一郎

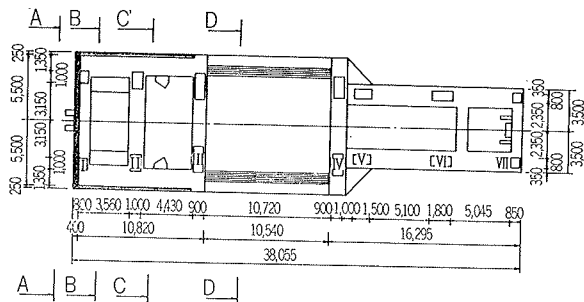
## 概 要

本機器架台は長さ約 38.0M, 巾 11.5M のテーブルを高さ 9.3M の柱14本で支持する型の鉄筋コンクリート一層のラーメン構造である。本架台は鉄筋のかぶり厚は 20mm, 主筋のあきは 32~48mm と小さく, 且つ柱断面は最大で0.9×2.2Mあり, 太径鉄筋が密に配筋され, 鉄筋の継手は当初ガス圧接を予定していた。これらのことから, 在来の鉄筋組立の工法では施工が困難であり, 良好な精度とならないと判断し, 架台柱に O.P.B. 工法を採用した。この結果, 部材は数 mm 精度に納まり, 建方も 1本当たり約2時間で完了しており, 施工性は大巾に改善された。

### 1. まえがき

O.P.B. 工法は在来の鉄骨鉄筋コンクリート構造に対し, 鉄筋を主材にした組立方式による構造工法である。ラーメンを構成する柱, はり, および柱・はり接合部は工場あるいは十分設備のある現場のプラントなどで製作し, 現場においては, これらを組立て, この間に在来の壁, 床の配筋をするか別個のプレハブ化した壁および床を取り付けて構造体を構成する工法で, 中高層建物を対象として開発したものである。

今回, この工法をある機器架台の柱に用いて施工し



図一1 機器架台平面図

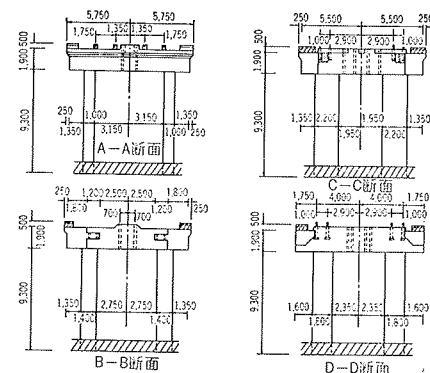
たのでその結果を報告する。

### 2. 機器架台

本機器架台の概要を図一1~3に示した。

本架台はフレームの断面を従来のものに比し, 小さくした設計になっているので, 鉄筋の使用が多く, かぶり厚, 鉄筋間隔などが小さく, 従来の鉄筋の加工組み立てを行なうには無理な形態であった。

柱断面は小さいとはいえ, 大きさは 0.8×0.8M~



図一2 架台断面図

柱断面	I	II	III	IV	V	VI	VII
柱頭							
柱脚							

図一3 架台柱断面図

0.9×2.2M, 鉄筋比は2~3%と大きく, 1本の柱に太径鉄筋(D-32)が70~90本程度配筋され, さらに柱脚では4段配筋されているところもある。

本架台ではかぶり厚20mm, 鉄筋のあきは32~48mmと小さい値である。

柱の高さはマットより梁下まで9.3m, 鉄筋長さは10数mにおよぶため, 中間に継手を設けている。鉄筋の継手方法としては, 重ね継手, ガス圧接など種々あるが, いずれも鉄筋間隔が狭く, かつ多段配筋されているため, 施工は不可能であった。

### 3. 組立鉄筋柱

#### 3.1. O.P.B. 工法の採用

従来の工法によって本架台を施工した場合, 次に挙げる事項が問題となり, これらの問題点を解決あるいは改善するため, O.P.B. 工法が採用された。

##### ① 大断面, 太径鉄筋の組立施工

柱断面図(図-3)で明らかなように, 3~4段配筋があること, 主筋はD-32を使用しており, 10mの長さとして62kgとなることから, 人力作業が困難で, 所定の位置に鉄筋を配置するためには, 鉄筋保持用のステージが必要となる。

##### ② 太径鉄筋D-32の継手

継手方法としては重ね継手, ガス圧接, その他の方法があるが, いずれの方法を採用しても, 主筋のあきが32~48mm程度であるので, 作業は困難であり, 継手部においては鉄筋が接触し, コンクリートの充填が不良になることが懸念される。さらにガス圧接は太径鉄筋の場合信頼性に欠け, 作業管理が困難である。

##### ③ 主筋のあき

継手方法とも関連しており, あきを大にするため, さらに太径の鉄筋を使用する必要があった。

##### ④ かぶり厚

かぶり厚は20mmと設計されているが, 一般の鉄筋加工組立工法では, 鉄筋を所定の位置に正確に保持できず, この鉄筋を20mm内外のかぶり厚さを確保して型枠に納めることは不可能である。

また, 粗骨材は20mm内外のかぶり厚さに対しては $\frac{2}{3}$ の13mm程度の最大粒径の骨材を使用すべきであるが, このように小さな骨材は入手困難である。

##### ⑤ 施工精度

従来工法のように1本ずつ配筋するよりも, 柱を部材として製作し, これを現場で組立てる工法を用いれば, 精度は数段向上することが期待される。

##### ⑥ 省力化

組立鉄筋工法を採用した場合, 現場の空地を利用し

一定個所で, 精度, 形状, 溶接の検査ができ, また, 少人数で組立作業が可能であり, 省力化が行なえる利点がある。

#### 3.2. 部材の設計

##### 1) 接合部

O.P.B. 工法を採用した時点では, すでにマットスラブの配筋がされており, 本工法は下部から採用できず, 柱脚部に接合部を設ける工法を考えた。接合部から下の部分は従来の工法とし, アンカー長さを十分とした立上り筋とした。この立上り筋とO.P.B. 工法による柱を接合するため, プレートによる接合ボックスを設けた。このボックスは図-4および5, その詳細は図-6に示した。

S-Sタイプは鉄骨ボックス同志を接合するもので, 厚さ32mmのプレートの両側に鉄筋を溶接し, ポツ

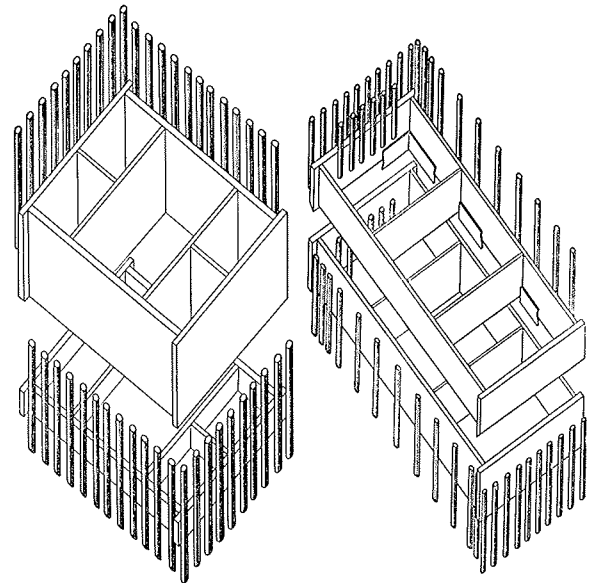


図-4 S-Rタイプ

図-5 S-Sタイプ

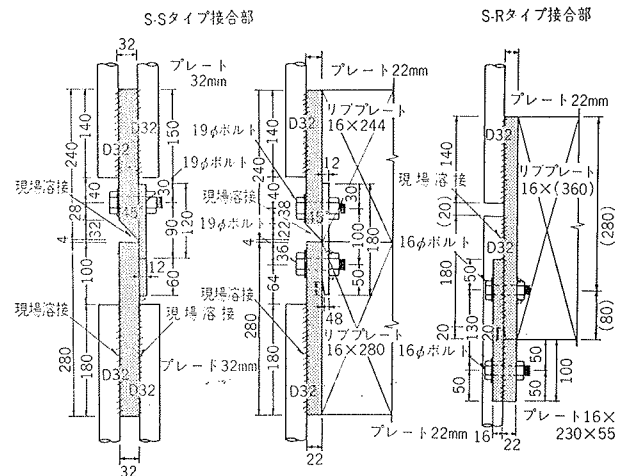
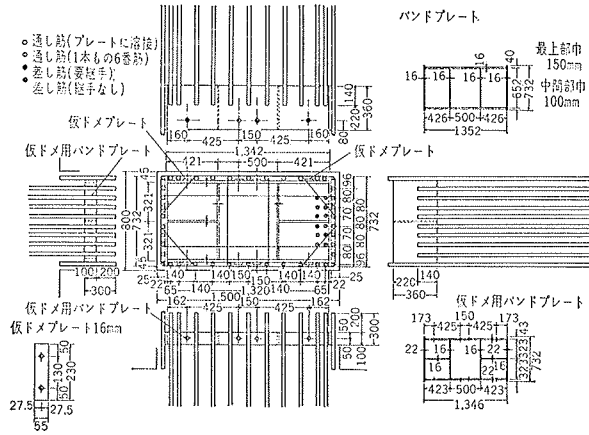


図-6 接合部詳細図



図一七 接合部断面

クスを通じて鉄筋の応力を伝達させるものである。  
S-R タイプは1段配筋を接合する工法で、部材下部の鉄骨ボックスと立上り筋を現場溶接するものである。鉄骨ボックスと鉄筋との溶接長さは、部材鉄筋は140mmとし、立上り筋は現場溶接であるので、安全を見込んで180mmとした。鉄筋とプレートの溶接長さは「鉄筋のアーチ溶接設計指針」(鋼材倶楽部編)によれば、3d以上であり、鉄筋径は32mmであるから96mm十分であるが、余裕を持って上記の値とした。

接合部のプレートの厚さは、プレートに溶接される鉄筋の全引張力(降伏応力度×鉄筋全断面積)に対してプレートの応力度が短期許容応力度(2,400 kg/cm<sup>2</sup>)以下になるように算定した。形状は、柱寸法、鉄筋位置、鉄筋の溶接長さにより決定した。

接合部では鉄筋とプレートが偏心しており、ここに偏心モーメントが生ずる。この偏心モーメントは直交するバンドプレートにすべて伝達するものとしてプレートの最大応力度を求め、この値と、プレート厚さ算

定の際に求めたプレートの応力度を加算した値がプレートの短期許容応力度以下となるように設計した。上記バンドプレートの他に、継手位置において直交するリブプレートによってバンドプレートを補強するので十分安全である。

2) 部材の構成

O. P. B. 柱筋の展開図を図一八に示した。部材下部には接合用の鉄骨ボックス、上部には梁下の位置に巾15cm、中間には巾10cm幅のバンドプレートを配置した。このバンドプレートは、鉄筋間隔の保持、建方時のバックリング止め、せん断補強などを兼ね、製作、取付および精度保持に有効である。バンドプレートと鉄筋はフレアグループ溶接とし、鉄筋がグループとして有効に働くようにした。

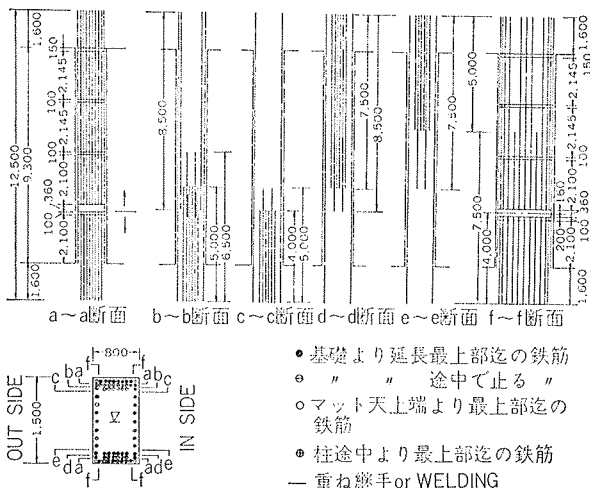
立上り筋の長さは、個々の柱で異なるため、接合部の高さは一様でなく、従って部材の長さは各々の柱で異なった。

3.3. 部材の製作

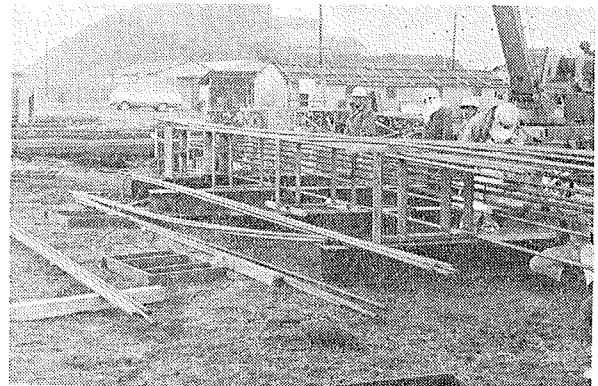
写真一に部材の製作状況を示した。写真は、最上部のバンドプレートと鉄筋の溶接を行なっているところである。

部材の製作は次の要領で行なった。接合部ボックスおよびバンドプレートは工場で製作し、部材としての組立製作は現場の空地で行なった。写真で明らかなようにまず接合部ボックスおよびバンドプレートを所定の位置に正確にならべ、プレート上に鉄筋位置をマークし、両端の鉄筋から溶接を行なった。上面の鉄筋の溶接が完了後、両側面へ、最後に裏面の鉄筋の取付を行なった。

以上の要領で部材主筋の取付を完了後、134のフープ筋を20cmピッチで巻き、要所は溶接した。フープ筋は主筋の配筋が完了してから取付けること、さらに柱は断面が大きく、太径鉄筋が密に配筋されていることから、一本ものの鉄筋を折り曲げ加工して施工する



図一八 O. P. B. 柱筋展開図



写真一 部材製作状況

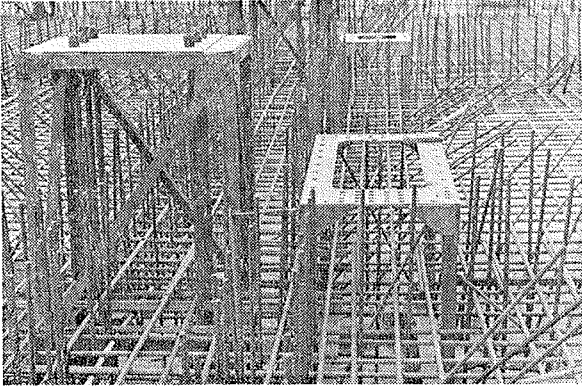


写真-2 鉄筋配列架台

ことは不可能で、予め数本に分けて作り、これを主筋間に挿入し、所定の位置で90度に倒し、要所は溶接、その他は結束線にて主筋に取付けた。

### 3.4. 立上り鉄筋の取付け

マットスラブを打設してから O.P.B. 柱を取付けるので、柱脚鉄筋の正確な配列、上部の O.P.B. 柱の保持のため、マットスラブ中に写真-2 (右側の穴あきフレーム) に示すようなアンカーフレームを作製し、これに鉄筋を挿入し、固定した。

マットスラブのコンクリートを打設後、立上り筋の上部には図-4 および 5 に示すような、接合用ボックスおよび受けプレートを溶接した。

### 3.5. 建方

現場の作業場で製作した柱は、断面が 0.8×0.8M~0.9×2.2M、長さは約 9.5m あり、柱 1 本の重量は平均 5t 前後となった。

組立柱は作業場でトラック・クレーンで吊り上げ、トレーラーで架台の組立場所まで運搬した。

建方は I 柱から VII 柱の順とし、上部バンドプレートにワイヤー掛けて吊り上げ、トラッククレーンで所定の柱位置に吊り込み、予め設置したマット上の立上り筋に挿入し、ボルトにて仮止めした。

建方作業は、当初未経験であり、取付けに時間を要したが、1 本当りに要した建方の時間は平均 2 時間程度であった。これは部材置場から機器架台までの距離 200m を運搬し、吊り上げ、建て込み、仮止めまでを含めた時間である。

全ての柱を所定の位置にセットした後、建入れおよびゆがみを修正し、ワイヤーによってトラを取り、柱の鉛直性を保持し、さらに柱を完全に固定してから溶接を行なった。

### 3.6. 溶接

今回の O.P.B. 工法における部材の製作および部材間の接合は主として、溶接によって行なった。このた

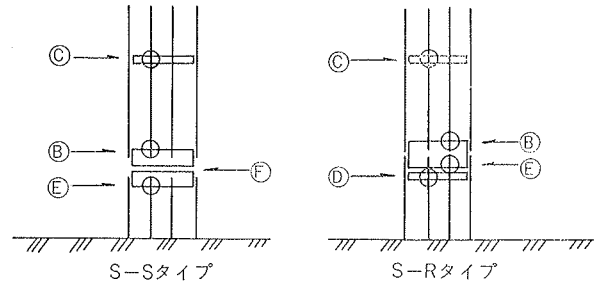


図-9 柱の溶接種類

め溶接作業はこの工法で最も重要な作業となり、特に注意を払って欠陥のないようにした。柱の建方終了までに用する溶接は次の通りである。

- |          |              |                  |
|----------|--------------|------------------|
| (1) 部材製作 | ① 鉄骨の製作      | スミ肉溶接            |
|          | ② 接合部鉄骨と鉄筋   | $l=140\text{mm}$ |
|          | ③ バンドプレートと鉄筋 | 100mm            |
| (2) 現場溶接 | ④ 受けプレートと鉄筋  | 100mm            |
|          | ⑤ 接合部鉄骨と鉄筋   | 180mm            |
|          | ⑥ 接合部鉄骨同志    | L形溶接             |

これらのうち⑤、⑥、⑦は強度上最も重要な溶接であり、作業に当っては、溶接長さ、溶接順序、溶接姿勢、気温、その他の注意事項を厳守した。

なお、部材製作に先立ち、溶接作業を担当する各人の技能を確認するため、検定試験を行なった。試験の結果、全員合格であった。

### 3.7. 部材の精度

#### 1) 主筋の溶接長さ

部材主筋と接合部鉄骨との溶接長さが所定の長さ(140mm)になっているかをチェックするため、各柱から任意に6カ所、総計42カ所の鉄筋の溶接長さを測定した。測定結果のヒストグラムを図-10に示した。

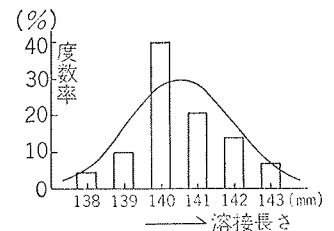


図-10 プレートと鉄筋の溶接長さ

平均値は 140.6mm、標準偏差は 1.4mm であり、

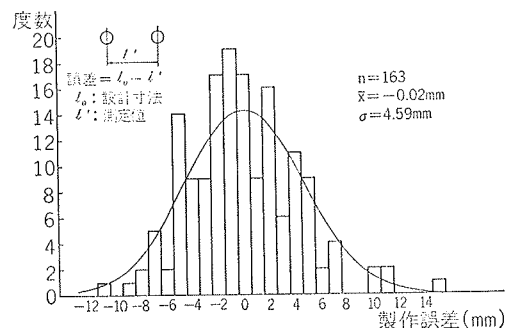


図-11 鉄筋間隔の誤差

所定長さ 140mm に満たないものは全体で34%となる。鉄筋とプレートの溶接長さは 3d (96mm) 以上であれば十分であるので、所定長さ以下になったものでも安全性は確保されている。

### 2) 鉄筋位置の誤差

本機器架台は柱、はりとも配筋が密であり、柱鉄筋を所定の位置に配置しないと鉄筋の位置が狂い、機器取付ボルト用スリーブが収まらない恐れがあった。そこで柱部材の製作に当っては、前述したように鉄筋位置をプレートにマークし、これに鉄筋を合わせてから溶接を行なった。

部材製作が完了後、I 柱から VII 柱の柱 7 本について個々の鉄筋位置を端部の鉄筋から測定し、鉄筋が所定の位置に収まっているか否かを調査した。

3) で述べるように、基準となるべき鉄骨ボックスにも誤差があったため、測定結果は隣合う鉄筋の間隔と設計間隔との差で示した。(図-11)

平均値は 0 に近い値を示すが、標準偏差は 4.59mm とやや大きい。しかし、通常の RC の配筋と比較して精度が良いのは言うまでもない。

### 3) 鉄骨の製作誤差

鉄骨の寸法は最上部のバンドプレートおよび接合部の鉄骨ボックスについて測定した。測定箇所は図-12 に示すように鉄骨の両端および中央である。ヒストグラムは測定値と設計値の差を表わしている。

両者を比較すると、端部の平均誤差が -0.6mm、中央は -4.0mm であり、中央部の誤差が大きい。こ

れは中央部が内側に向ってたわんでいることを示している。このたわみは溶接後に生ずる収縮変形で、今回製品の歪として現われた原因はすみ肉継手による角変形である。鉄骨に溶接する鉄筋はすべてすみ肉であるため、個々の角変形は小さくても、全体としては鉄筋の本数も多いので、大きな変形として現われたものと考えられる。

すみ肉溶接の角変形を軽減する方法としては、あらかじめ逆方向に板をそらせておくことが最も有効であるが、土木建築の構造物に対しては cm 単位の精度が問題であり、ここまでの精度は通常要求されない。しかし機器架台のように機械的要素を含む構造物に対しては公差のあり方を充分検討する必要がある。

## 4. あとがき

今回の O. P. B. 工法による機器架台の施工を通じ、今後改良すべき点、反省すべき事項を以上に挙げる。

① O. P. B. 工法は各部材を工場で作成するのを原則としているため、本架台のように密な配筋であっても製作上の支障はないが、コンクリートの充填性、鉄筋組立ての容易さを考慮すると、より太径の鉄筋を使用するのが望ましい。

② 大断面に過密配筋であったため、せん断補強筋も多くなり、部材外側に幾重にも重なり、コンクリートの充填に影響を与えた。太径鉄筋には太径のせん断補強筋も考えられるが、製作技術上の精度があり、設計時点より施工性を考慮すべきである。

③ O. P. B. 工法では柱接合部および梁と柱の接合部の取付けは、リベット、ハイテンボルト、および溶接によるいずれの方法も用いられるが、本架台はかぶり厚鉄筋の混み具合などから、溶接によらなければならなかった。従って、現場溶接の制約を受けたが、本工法を設計当初より採用し、種々の事項を考慮して計画したならば、さらに納まりのよい方法が得られたものと思われる。

④ 部材の製作における寸法精度は相当期待できるが、組立て時のクリアランスの集積として建て込まれた構造物には精度誤差があることがわかり、今後これについて検討すべきであると思われる。

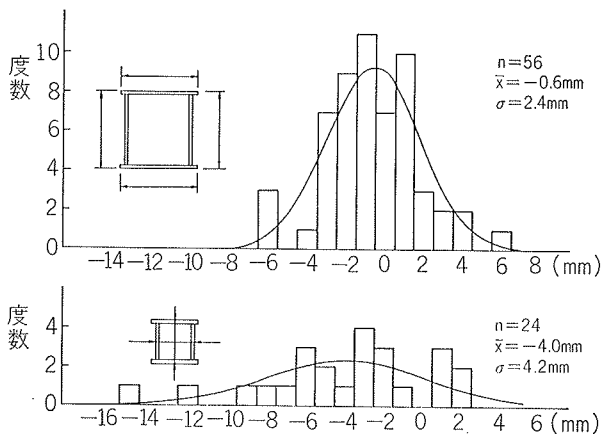


図-12 鉄骨の端部と中央の誤差