

# 高張力鋼を使つた 伊藤忠商事東京支社の鉄骨工事について

株式会社 大阪建築事務所

高橋慶夫、長田正雄

## まえがき

高張力鋼を私共が設計にとり入れましたのは、1957年頃から建築主の御要望によつて、工場のクレーンガーダーに使用したのが初めてでありまして、今日まで約750tを使用しました。そして近く竣工する大阪の輸出繊維会館に約1500tを経験致し、昨年、溶接界第11巻第7号に「高張力鋼を使つた建物について」と題して発表しました通りであります。

今回、伊藤忠商事株式会社より東京支社の増築設計の依頼を受けましたが、後に説明しますような理由で、地上4階までを高張力鋼によつて施工することとし、溶接に関する御指導を前回同様、東来大学仲威雄先生にお願いして、最近鉄骨工事の完成を見たものであります。

## 建物の概要

この建物はさきに1956年に我々の手によつて設計され竣工した建物の北側に併接して、同規模で地上8階、地下2階建の事務所として、増築されるものであり、概要次の通りであります。

建物の所在地：東京都中央区日本橋町2丁目4番地

建築面積：575.3 ( $m^2$ ) (1450.0 ( $m^2$ ))

延面積：5912.4 ( $m^2$ ) (15117.0 ( $m^2$ ))

( )内は新旧合計面積を示す。

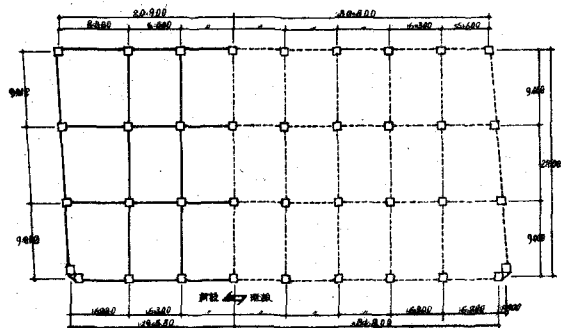
軒 高：31.0 ( $m$ )

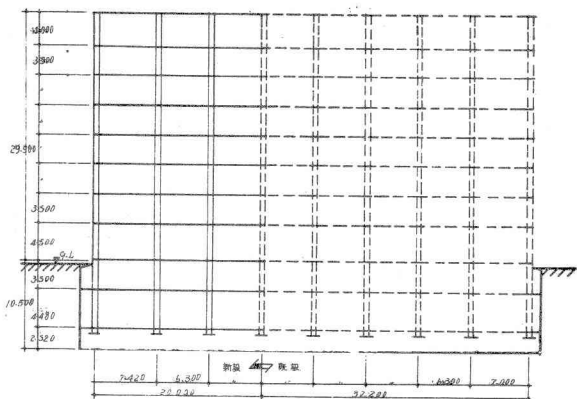
主体構造：鉄骨鉄筋コンクリート造、地上8階、地下2階建

鉄筋は工場溶接、現場リベット打とし、4階以上は溶接構造用、圧延鋼材S M. 41

Aを、3階以下は同S M. 50Bを採用した。

架構の概要は第1図、第2図に示します。





構 造 図  
オ 2 図

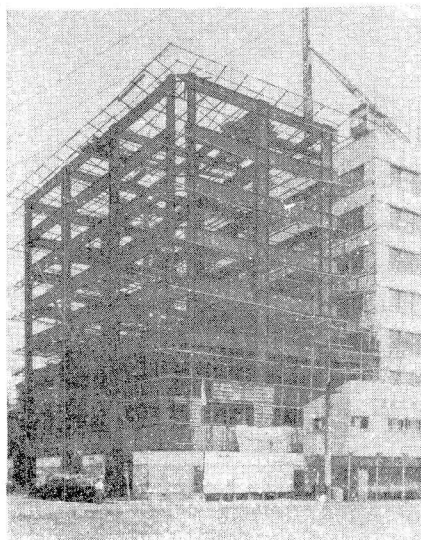
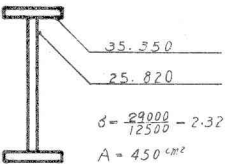
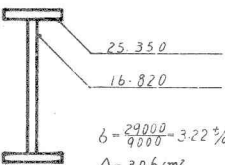


写真1 (現場組立全景)

本建物は増築工事であるために、既存建物との関連上、宿命的にある制約を受ける結果となり、最初は既存建物と同様に階段室を中央部に設けてこれを剛な耐震壁として計画をしていましたが建築主の要望で全スペースを事務所として充分有効に活用するために耐震壁がぜんぜん設けられず、さらに既存の建物と一体とした事務所としての用途上の要求もあつて、どうしてもはり柱は総て既存建物に揃えなければならないという、はなはだ苦しい条件から外周部の架構を補強すると共に溶接構造を採用し、なお且つ3階以下に高張力鋼を採用することにより、所期の目的を達成することが出来ました。一例を1階のばりに示すと、端部の短期設計用曲げモーメントが $290 \text{ t}\cdot\text{m}$ となり、部材断面をSM41、SM50鋼材について示すと第一表のようになり、はなはだしく無理な、且つはりフランジと柱フランジの接合部に非常に問題の多い設計となります。このことは柱についてもまったく同様なことが言えます。

表1 大ばりの比較表

| はりの種類<br>鋼材 | 1階の下ばり                                                                                                                                                                              |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| SM41        |  $\sigma = \frac{29000}{12500} = 2.32 \text{ t/cm}^2 (24 \text{ t/cm}^2)$ $A = 450 \text{ cm}^2$ |
| SM50        |  $\sigma = \frac{29000}{9000} = 3.22 \text{ t/cm}^2 (3.3 \text{ t/cm}^2)$ $A = 306 \text{ cm}^2$ |

なお設計にあたって、板厚を余り厚くして溶接部において急冷硬化の影響がでると、高張力鋼の場合面白くないので、板厚は最大25%としなるべく薄いものを使うように心掛けました。

また前回の設計は工場、現場共に全溶接構造として設計しましたが、今回は高張力鋼の現場溶接による歪、およびそれに伴う応力除去の問題、さらに現場建方作業の容易さ迅速化を期して現場接合は、リベット打ちに決定しました。

工場製作過程に溶接を採用した主なる理由としては第1に使用鋼材の絶対量の節約、それを従来のリベット工法と比較すると20~25%程度の節約となります。柱、はり等の断面をプレートによつてビルト・アップしフランジ・プレートの厚さを応力に応じて加減する事により、設計の自由度がリベット接合に比較して高くなり鋼材がかなり節約出来ます。第2の理由としては、柱とはりの接合部の単純明快性、柱と梁の接合部に於いて両者のフランジ、プレートを直接突合せ溶接する事によつて、ハンチを避け明快な空間を経済的に作り得る、第3に柱、はりの丈を可成り切りつめた設計が可能(特に高張力鋼の溶接に於いて)で有効な空間、平面の利用が可能です。既に普通鋼材の溶接設計に関しては、建築雑誌その他でかなり紹介されていますので、今回は主として高張力鋼材の溶接設計と言うことに問題点をしぼつて簡単に記したいと思います。

### 3 鋼材および溶接棒

高張力鋼材としてはTISG3106(1959年)2種S・M50Bを採用しました。

鋼材の試験については、従来やゝもすると機械的に試験片をテストするということが多かつたのですが、高張力鋼については、漸くJISの規格が出来たばかりでまだまだ不確定の点も考えられますので充分慎重なテストをする必要があります。ただ幸いなことにメーカーからのルートが比較的はつきり押えられるので、今までのように切板がいきなり作業場へ入つてきて、その鋼材がどこのメーカーの製品か確認出来ず、また試験片も採取出来ないというような事態は起らないと思われれます。

化学分析については製鋼メーカー発行のミルシートの値を採用し、機械試験については確認の意味をかねて、再試験を行いました。鋼材は川崎製鉄および富士鉄製株式会社のS・M50Bを使用し、板厚22%と25%の2種類について行いました。

| 化 学 成 分       | 構 造 用 高 張 力 圧 延 鋼 材 規 格 案 抜 萃 |        |        |         |         |
|---------------|-------------------------------|--------|--------|---------|---------|
|               | C                             | Si     | Mn     | P       | S       |
| S . H . T - 4 | 0.18以下                        | 0.55以下 | 1.35以下 | 0.040以下 | 0.040以下 |

表 2

表 3

|       | 鋼 板<br>(mm)  | 引 張 試 験                       |                              |     | 曲 げ 試 験    |            |           |
|-------|--------------|-------------------------------|------------------------------|-----|------------|------------|-----------|
|       |              | 引張強さ<br>(Kg/mm <sup>2</sup> ) | 降伏点<br>(Kg/mm <sup>2</sup> ) | 試験片 | 伸 び<br>(%) | 曲げ角<br>(度) | 曲げ半径      |
| SHT-4 | 6以上          | 52~60                         | 34以上                         | 1号  | 20以上       | 180        | 13未満T×1.0 |
|       | 16未満         |                               |                              |     |            |            | 13以下T×1.5 |
|       | 16以上<br>20以下 | 50~58                         | 32以上                         | 1号  | 20以上       | 180        | T×1.5     |

表 4

|       |             | 鋼材の寸法  | 試験温度             | シャルピー衝撃<br>試験値 (Kgm/cm <sup>2</sup> ) | 備考                             |
|-------|-------------|--------|------------------|---------------------------------------|--------------------------------|
| SHT-4 | 衝撃値         | 16mm以上 | 0° C             | 3.5以上                                 | 20mmをこえる鋼板については注文者と製造者との協定にする。 |
|       | 溶接部<br>最高硬さ | 20mm以下 | ビッカース硬さ350以下とする。 |                                       |                                |

この鋼材およびアーク溶接継目の試容応力度は建設省告示第221号の第1号及第3号の規定によりま  
す。

表5 構造用鋼材の許容応力度 (t/cm<sup>2</sup>)

| 応力<br>鋼材 | 長 期 |     |     |     | 短 期                |
|----------|-----|-----|-----|-----|--------------------|
|          | 引 張 | 圧 縮 | 曲 げ | せん断 |                    |
| 普通鋼材     | 1.4 | 1.4 | 1.4 | 0.8 | 長期応力に対する<br>値の1.5倍 |
| SS-41    | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 0.9 |                    |
| SHT-4    | 2.2 | 2.2 | 2.2 | 1.3 |                    |

表6 アーク溶接継目の許容応力度 (t/cm<sup>2</sup>)

| 応力<br>材料  | 長 期   |      |      |      | すみ肉  |
|-----------|-------|------|------|------|------|
|           | 突 合 せ |      |      |      |      |
|           | 引 張   | 圧 縮  | 曲 げ  | せん 継 |      |
| 普通鋼材      | 1. 2  | 1. 2 | 1. 2 | 0. 7 | 0. 7 |
| SS-41     | 1. 4  | 1. 4 | 1. 4 | 0. 8 | 0. 8 |
| SHT-4 (1) | 2. 2  | 2. 2 | 2. 2 | 1. 3 | 1. 3 |
| (2)       | 2. 0  | 2. 0 | 2. 0 | 1. 2 | 1. 2 |

(1) は常に下向きで作業できる様な設備で作業する場合

(2) は(1)以外の場合

表中S.H.T-4はSM-50相当の鋼材を示す。

鋼材の機械試験は板厚2.2%, 2.5%各試験片について各々2セットずつ行いました。

a) 引張試験

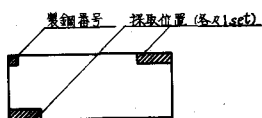
板厚  $t = 2.2\%$  試験片 2セット

板厚  $t = 2.5\%$  試験片 2セット

採取位置

第 3 図

採取位置



試験片の形状はJIS・Z2201(1956年)1号試験片の寸法による。

b) 曲げ試験

採取要領は引張試験に同じ

試験片の形状はJIS・Z2204(1956年)1号試験片の寸法による

c) シャルピー 衝撃試験

板厚  $t = 2.2\%$  試験片 2セット

板厚  $t = 2.5\%$  試験片 2セット

但し 試験片1セットは供試体5箇所とする

採取位置

a) に同じ

試験片の形状はJIS Z2202(1956年)4号試験片(Vハッチ)の寸法による

試験の結果は第7, 8表の通りであります。

表7 鋼材の引張、曲げ試験の結果

| 試験片<br>板 厚 | 番号 | 試 験 片    |             |         | 引 張 試 験 |         |         |         |         |         | 曲 げ 試 験 |      |          |    |
|------------|----|----------|-------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|------|----------|----|
|            |    | 標準<br>距離 | 厚さ×巾        | 断面<br>積 | 降伏点     |         | 引張強さ    |         | 伸 び     |         | 切断点     | 曲角度  | 内側<br>半径 | 判定 |
|            |    |          |             |         | 荷重 $Kg$ | 変形 $mm$ | 荷重 $Kg$ | 変形 $mm$ | 実測伸 $%$ | 計算伸 $%$ |         |      |          |    |
| 2.5mm      | A  | 200      | 25.30×34.80 | 880     | 34900   | 397     | 49400   | 56.1    | 53      | 265     | A       | 180° | 15t      | 良好 |
| 〃          | B  | 〃        | 24.80×34.80 | 863     | 33200   | 385     | 48200   | 55.9    | 59      | 295     | A       | 〃    | 〃        | 良好 |
| 2.2        | A  | 〃        | 21.60×44.60 | 963     | 37200   | 38.6    | 53000   | 55.0    | 56      | 280     | A       | 〃    | 〃        | 良好 |
| 〃          | B  | 〃        | 21.60×44.60 | 963     | 36400   | 37.8    | 52400   | 54.4    | 64      | 320     | A       | 〃    | 〃        | 良好 |

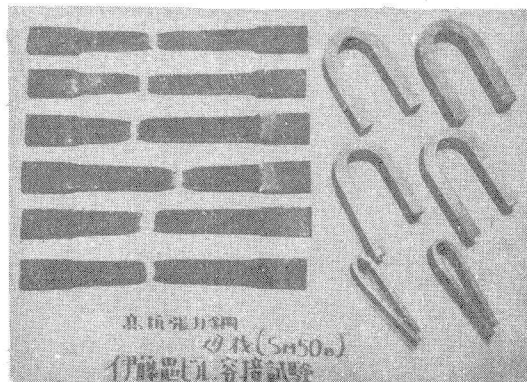
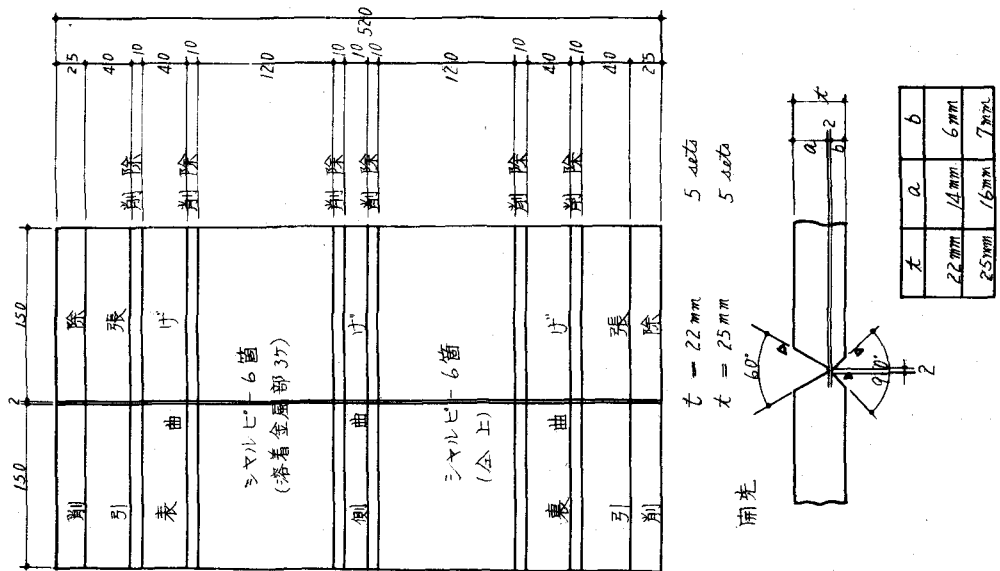


表8 鋼材の衝撃試験の結果

| 板 厚 | 試験片 | 試 験       | 切込部の                    | ハンマー         | ハンマー         | 衝撃エネ        | 衝撃値                      | 衝撃平均値                    |
|-----|-----|-----------|-------------------------|--------------|--------------|-------------|--------------------------|--------------------------|
| mm  | 番 号 | 温 度<br>°C | 原断面積<br>mm <sup>2</sup> | 打上げ角<br>度 a° | 振上り角<br>度 b° | ルギー<br>Kg·m | Kg·m/<br>cm <sup>2</sup> | Kg·m/<br>cm <sup>2</sup> |
| 2.5 | A-1 | 0         | 78.76                   | 144.7        | 105          | 9,205       | 11.69                    | 11.90                    |
| 〃   | A-2 | 0         | 80.04                   | 〃            | 106          | 8,296       | 11.15                    |                          |
| 〃   | A-3 | 0         | 78.80                   | 〃            | 104          | 9,484       | 12.04                    |                          |
| 〃   | A-4 | 0         | 78.86                   | 〃            | 99           | 10,887      | 13.81                    |                          |
| 〃   | A-5 | 0         | 80.06                   | 〃            | 107          | 8,655       | 10.81                    |                          |
| 2.2 | B-1 | 0         | 79.36                   | 144.7        | 51           | 23,863      | 30.07                    | 31.90                    |
| 〃   | B-2 | 0         | 78.18                   | 〃            | 32           | 27,450      | 35.11                    |                          |
| 〃   | B-3 | 0         | 78.64                   | 〃            | 54           | 23,052      | 29.31                    |                          |
| 〃   | B-4 | 0         | 79.08                   | 〃            | 42           | 25,725      | 32.53                    |                          |
| 〃   | B-5 | 0         | 79.88                   | 〃            | 41           | 25,928      | 32.46                    |                          |

但し、板厚2.2mmはノルマライジングを施したものである。

鋼材の溶接性試験は引張試験、曲げ試験、シャルピー衝撃試験、及びビッカース硬度試験を板厚 2.2 mm 及び 2.5 mm 各試験片について各々 5 セットずつ行いました。試験材の形状寸法は第 4 図によります。



第 4 図

試験の結果は第 10、11、12 図及び第 5、6 図の通りであります。

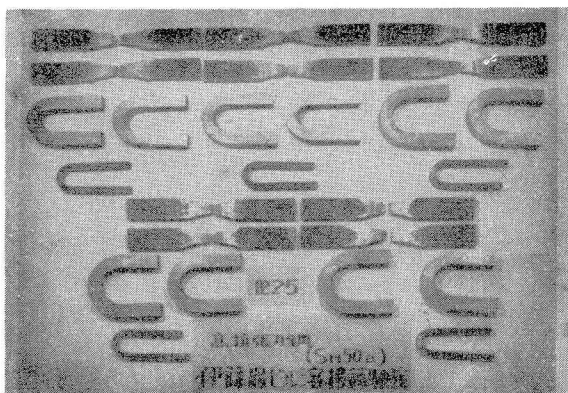
表 10 溶接部の引張試験の結果

| 板 厚<br>mm | 試 験 材<br>番 号 | 試 験 片<br>番 号 | 試 験 片         |                          | 引 張 強 さ |                    | 破 断<br>箇 所 |
|-----------|--------------|--------------|---------------|--------------------------|---------|--------------------|------------|
|           |              |              | 厚 さ × 巾 mm    | 断 面 積<br>mm <sup>2</sup> | 荷 重     | Kg/mm <sup>2</sup> |            |
| 2.5       | A            | T-1          | 24.95 × 28.65 | 715                      | 41,900  | 58.6               | 溶 接 部      |
| 〃         | 〃            | T-2          | 24.70 × 27.50 | 679                      | 39,900  | 58.7               | 〃          |
| 〃         | B            | T-1          | 24.88 × 28.30 | 704                      | 40,900  | 58.0               | 〃          |
| 〃         | 〃            | T-2          | 24.87 × 27.40 | 681                      | 40,100  | 58.8               | 〃          |
| 〃         | C            | T-1          | 25.57 × 25.20 | 644                      | 37,300  | 57.9               | 〃          |
| 〃         | 〃            | T-2          | 25.33 × 28.85 | 731                      | 42,200  | 57.7               | 〃          |
| 〃         | D            | T-1          | 25.12 × 24.80 | 623                      | 35,000  | 56.1               | 〃          |
| 〃         | 〃            | T-2          | 25.18 × 27.90 | 703                      | 40,700  | 57.8               | 〃          |
| 〃         | E            | T-1          | 25.15 × 26.90 | 677                      | 40,300  | 59.5               | 〃          |
| 〃         | 〃            | T-2          | 25.28 × 27.90 | 705                      | 41,900  | 59.4               | 〃          |
| 2.2       | A            | T-1          | 21.17 × 28.20 | 597                      | 33,900  | 56.7               | 〃          |
| 〃         | 〃            | T-2          | 21.54 × 28.00 | 603                      | 34,600  | 57.3               | 〃          |
| 〃         | B            | T-1          | 21.60 × 28.00 | 605                      | 34,900  | 57.6               | 〃          |
| 〃         | 〃            | T-2          | 21.29 × 28.00 | 596                      | 34,700  | 58.2               | 〃          |
| 〃         | C            | T-1          | 21.66 × 25.20 | 546                      | 31,400  | 57.5               | 〃          |
| 〃         | 〃            | T-2          | 22.06 × 27.90 | 615                      | 36,300  | 59.0               | 〃          |
| 〃         | D            | T-1          | 22.14 × 25.00 | 554                      | 32,600  | 59.9               | 〃          |
| 〃         | 〃            | T-2          | 21.35 × 28.10 | 600                      | 34,700  | 57.9               | 〃          |
| 〃         | E            | T-1          | 21.51 × 25.60 | 551                      | 31,400  | 56.9               | 〃          |
| 〃         | 〃            | T-2          | 21.97 × 27.00 | 593                      | 35,200  | 59.3               | 〃          |

表 1 1 溶接部の曲げ試験の結果

| 板 厚<br>mm | 試験材<br>番 号 | 試験片<br>種 類 | 曲げ角<br>度 ° | 割れ長<br>さ mm | 厚 板<br>mm | 試験材<br>番 号 | 試験片<br>種 類 | 曲げ角<br>度 ° | 割れ長さ<br>mm |
|-----------|------------|------------|------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| 25        | A          | F.B        | 180        | 0           | 22        | A          | F.B        | 180        | 0          |
| 〃         | 〃          | R.B        | 〃          | 0           | 〃         | 〃          | R.B        | 〃          | 〃          |
| 〃         | 〃          | S.B        | 〃          | 0           | 〃         | 〃          | S.B        | 〃          | 〃          |
| 〃         | B          | F.B        | 〃          | 0           | 〃         | B          | F.B        | 〃          | 〃          |
| 〃         | 〃          | R.B        | 〃          | 0           | 〃         | 〃          | R.B        | 〃          | 〃          |
| 〃         | 〃          | S.B        | 〃          | 0           | 〃         | 〃          | S.B        | 〃          | 〃          |
| 〃         | C          | F.B        | 〃          | 0           | 〃         | C          | F.B        | 〃          | 〃          |
| 〃         | 〃          | R.B        | 〃          | 0           | 〃         | 〃          | R.B        | 〃          | 〃          |
| 〃         | 〃          | S.B        | 〃          | 0           | 〃         | 〃          | S.B        | 〃          | 〃          |
| 〃         | D          | F.B        | 〃          | 0           | 〃         | D          | F.B        | 〃          | 〃          |
| 〃         | 〃          | R.B        | 〃          | 0           | 〃         | 〃          | R.B        | 〃          | 〃          |
| 〃         | 〃          | S.B        | 〃          | 0           | 〃         | 〃          | S.B        | 〃          | 〃          |
| 〃         | E          | F.B        | 〃          | 0           | 〃         | E          | F.B        | 〃          | 〃          |
| 〃         | 〃          | R.B        | 〃          | 0           | 〃         | 〃          | R.B        | 〃          | 〃          |
| 〃         | 〃          | S.B        | 〃          | 0           | 〃         | 〃          | S.B        | 〃          | 〃          |

F.B——表曲げ R.B——裏曲げ S.B——側曲げ



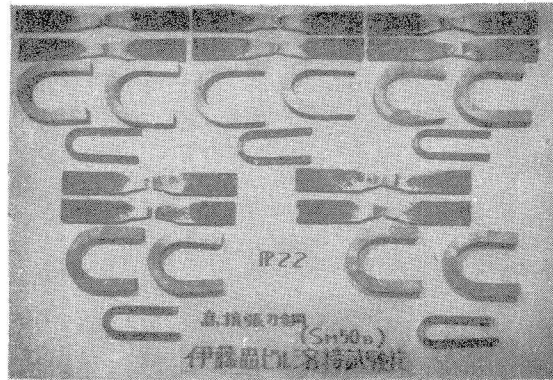
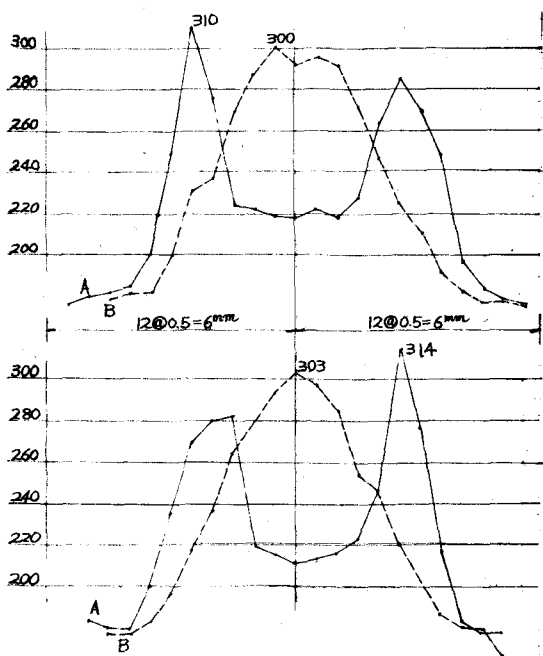


表 1 2 溶接部のシャルピー衝撃試験の結果

| 板 厚<br>mm | 試験片採取<br>箇 所 | 試 験 材<br>番 号 | 試 験 度<br>温 °C | 衝撃値 (各試<br>験材の平均)<br>Kg/cm <sup>2</sup> | 衝 撃 値<br>平 均 |
|-----------|--------------|--------------|---------------|-----------------------------------------|--------------|
| 2 5       | 溶着金属部        | A            | 0             | 2 4.4 0                                 | 2 0.1 8      |
| 〃         | 〃            | B            | 〃             | 2 1.0 0                                 |              |
| 〃         | 〃            | C            | 〃             | 1 8.4 7                                 |              |
| 〃         | 〃            | D            | 〃             | 1 8.4 3                                 |              |
| 〃         | 〃            | E            | 〃             | 1 8.6 2                                 |              |
| 2 5       | 熱影響部         | A            | 〃             | 1 1.4 2                                 | 1 3.4 8      |
| 〃         | 〃            | B            | 〃             | 1 3.5 9                                 |              |
| 〃         | 〃            | C            | 〃             | 1 2.7 3                                 |              |
| 〃         | 〃            | D            | 〃             | 1 4.9 9                                 |              |
| 〃         | 〃            | E            | 〃             | 1 4.6 9                                 |              |
| 2 2       | 溶着金属部        | A            | 〃             | 2 3.4 8                                 | 2 2.3 9      |
| 〃         | 〃            | B            | 〃             | 2 2.0 5                                 |              |
| 〃         | 〃            | C            | 〃             | 1 9.6 1                                 |              |
| 〃         | 〃            | D            | 〃             | 2 2.7 8                                 |              |
| 〃         | 〃            | E            | 〃             | 2 4.0 4                                 |              |
| 2 2       | 熱影響部         | A            | 〃             | 2 8.1 3                                 | 2 4.7 6      |
| 〃         | 〃            | B            | 〃             | 2 3.2 8                                 |              |
| 〃         | 〃            | C            | 〃             | 2 5.5 9                                 |              |
| 〃         | 〃            | D            | 〃             | 2 7.1 4                                 |              |
| 〃         | 〃            | E            | 〃             | 1 9.6 7                                 |              |

第5, 6 図、ビツカース硬度試験

第 5 図



第 6 図

高張力鋼 (S M 5 0 B) 用溶接棒は表 1 3 に示すものを使用しました。

表 1 3

| 銘     | 柄 | 種    | 類 | 棒 径 | mm | 製造会社名 |
|-------|---|------|---|-----|----|-------|
| Ni-60 | E | 7016 |   | 4   |    | 日本電極  |
| Ni-60 | E | 7016 |   | 5   |    | 日本電極  |

溶接棒の選定は、その適否によつて強度、歪變形、その他の欠陥に大きく影響するため特に慎重に性能試験を行いました。試験方法は、ASTM、A233-58 Mild Steel Arc-Welding Electrodes の規格に従つて、全溶着金属引張試験、型曲げ試験およびすみ肉溶接試験を各々行いました。溶接条件は紙面の都合で省略いたします。

当初 J I S E 7 0 1 6 に適合した溶接棒に関し 3.2 φ 4 φ 5 φ を使用して溶接性能試験を行いましたが結果として余り良い成績が得られず再試験を行つた結果も期待の成果が得られなくて、遂に前表の溶接棒に変更し、これを本工事に採用しました。

自動溶接に関しては、溶接機は大阪変圧器製ユニオンメルト U S W - 2 3 型 (容量 2 0 0 0 A) およ

びSW-3A型(容量1200A)自動溶接機を使用し、高張力鋼用芯線、コンポジションは突合せ、すみ肉共にそれぞれ、オックスウエルドNo.36 グレード、80を採用しました。

#### 4 溶接工

溶接工の技術は最近の溶接検査の進歩と相まって、著しく上達しその不安も漸次解消されつつあります。しかし高張力鋼の溶接に関しては未だ不馴れの点もありますので溶接工の選定には特に慎重を期し、その技術試験も特に厳重に行いました。本工事に従事するJIS821の2種1級の資格を有する14名を選出し、T型のすみ肉溶接を水平と下向で行い、破断試験は溶込みの状態、溶接棒、継目の状況、ブローホールの有無、スラグ混入の有無1～2層間の溶融状況等を検査する。マクロ試験片はその切断面を研磨し、2ヶについて溶込みの状況、すみ肉寸法を測定し検査を行う。これら試験の判定は東大の有安先生の指示に従って

- (a) ルートの溶込みが破断面全長の20%以上不良の場合
- (b) 溶接棒の取替箇所およびその他に長さ6%以上のスラグ巻き込みおよびキレットが発生している場合
- (c) 1～2層間の溶融不良の場合
- (d) ブローホールの数が10箇所以上あつた場合  
または50%×10%の範囲に4箇所以上あつた場合
- (e) すみ肉の大きさの差が1.6%以上あつた場合
- (f) のど厚がすみ肉の大きさの小さい側の寸法の0.707倍以下の場合

以上の(a)～(f)までのいずれか一つ不合格になつた場合は総合判定は不合格としました。

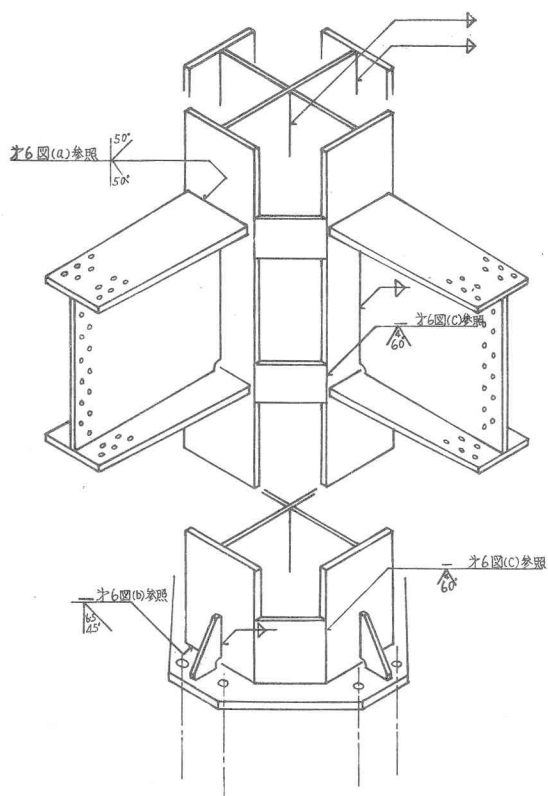
ついで突合せ溶接についても溶接姿勢は立向で行い、試験方法は

- (a) マクロ試験片はルートの欠陥、スラグの混入、割れ、ブローホール、溶融の状態、溶込みの状態等について検査をする。
- (b) 表曲げ、裏曲げおよび側曲げ試験片はJISZ3122(1958年)突合せ継手の型曲げ試験方法にならつて試験を行う。
- (c) 引張り、および切欠引張試験片はそのまま引張試験を行いました。

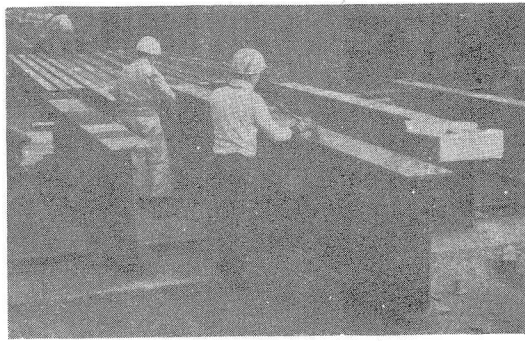
以上のような試験に対して、すみ肉溶接の判定の場合と同様に厳重な検査を行い、溶接工の選出には厳重を極めました。

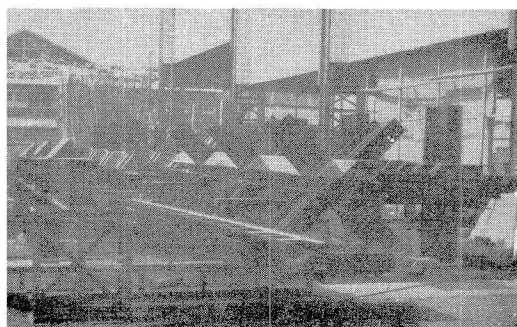
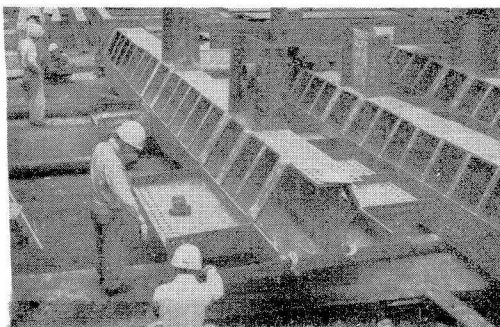
#### 5 柱はりの接合部

柱及はりの標準的なものの細部の設計については第7図及写真5～8に示します。



才7図

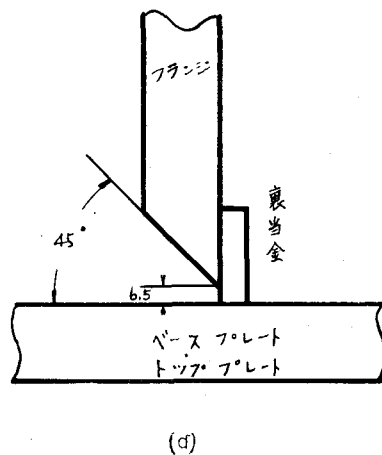
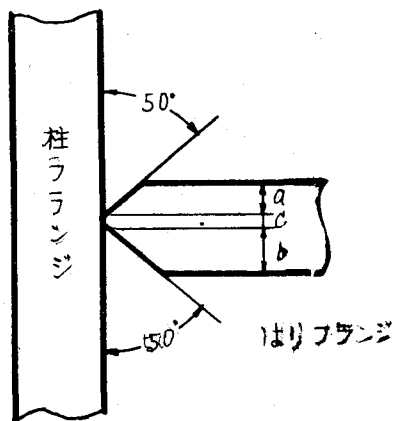




型としては、これまで我々が溶接構造に採用して来たもので、柱は十字型のウェブ、プレートに直角にフランジ・プレートを溶接したものです。フランジ・プレートはさきにも述べましたが、応力に応じて端部と中央部で板厚を加減して山を突合接合としました。柱とはりの接合部に於いて柱の一方のフランジ・プレートから反対側のフランジ・プレートへの応力の伝達に就いては、既に三井信託ビルの実物大の実験によつて仲威雄教授が実証されているように、タイプレートをはり接合部に廻すことにしました。本工事にさきだつて我々が先に高張力鋼を使用して行つた1/2大の模型実験に於いて接合部の曲げ降伏荷重ははりの全断面が材料の降伏点に到達した場合のいわゆる塑性曲げモーメントから計算した荷重とよく一致しています。したがつてこの場合の曲げ降伏荷重は計算によつて推定することが出来ます。この場合の曲げ降伏荷重は使用材料の引張降伏点に比例します。またその時の実験に於いて普通鋼材(SM41)と高張力鋼(SM50)の両者について同様柱、はり接合部の実験を行い比較検討しましたが、曲げ降伏荷重および最高荷重が鋼材の引張降伏点にほぼ比例して上昇するという以外に特に顕著な差異は認められませんでした。本工事に於いてはコンクリートの廻りを考慮して柱の水平リブを垂直に改めました。このリブの問題に関しては既に東大仲研究室で実験によつて解決されております。

柱フランジ・プレートとはりフランジプレート の突合せ開先形状、ベースプレート柱フランジ・プレートおよび柱フランジ・プレートとタイプレートの突合せ開先形状を第8図に示します。柱はりフランジ・ウェブプレートの突合せ継手および柱はり仕口部フランジ・プレートの突合せ継手はアークエヤーガウジングにより裏はつりを行う。特に仕口部のフランジの裏ハツリは外側から行いアークエヤーガウジングを行つたあとはワイヤーブラシで充分に清掃をすることにした。柱はりの仕口は工場で溶接を行い、運搬を考慮して柱真から最大1M250迄I型にビルトアップしたはりを予め柱身に取付け、中間部分を現場で鋸接合としました。

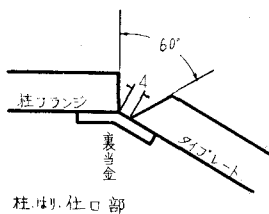
## 柱はり仕口 突合せ溶接



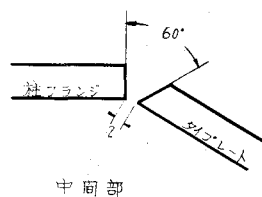
| 板厚 | a mm | b mm | c mm |
|----|------|------|------|
| 16 | 7    | 7    | 2    |
| 19 | 8.5  | 8.5  | 2    |
| 22 | 10   | 10   | 2    |
| 25 | 11.5 | 11.5 | 2    |

(a)

柱のダイアプレート溶接



柱はり仕口部



中間部

(c)

## 6 施 工

溶接の場合施工を入念に行う必要があることは当然であります。特に高張力鋼を使つて、その溶接部の許容応力度が建築法規上も優遇されるのでありますから、特に慎重に施工する必要があることは申すまでもありません。したがつて実際に仕事をする溶接工各自に充分責任を自覚して貰うために技能試験を厳重に行つたことはその意味からしても大いに意義があつたと思います。なお本工事に際しては手溶接の場所に担届した各溶接工に自分の成品に記録をして貰うことにしました。これは後から適時抜き取り検査と併用して成績の悪い溶接工は作業を中止して貰うためであります。一番心配で且つその方法に迷いましたことは、高張力鋼材と普通鋼材との判別で、これは外観だけではぜんぜん区別がつけられませんから、工場に入荷した高張力鋼材には黄色いペンキを普通鋼材には緑色のペンキで着色して一目でわかるように致しました。これは簡単で一番良い判別方法だと思います。また高張力鋼であるための特別の注意としては歪取りの場合の加熱温度を $650^{\circ}\text{C}$ 以下に定め、テンペル・ステイックを使つて温度の検定をしました。これは $650^{\circ}\text{C}$ 以上になると高張力鋼が急速に脆化して、衝撃値が低下するのを防

止するためです。若し650℃以上に達した場合は空冷後水冷して、600℃程度に再加熱して空冷することにしてしました。参考までに本工事の工場製作工数を表14に示します。

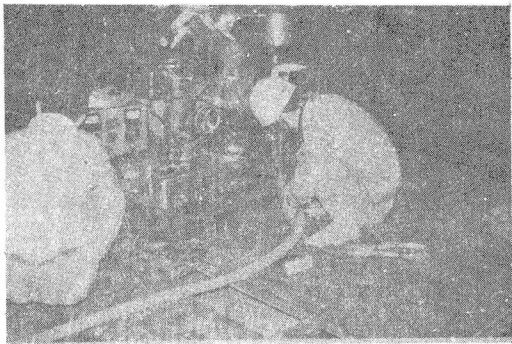
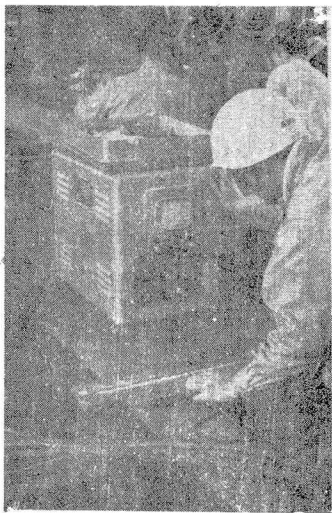
表 14

| 職 種     | 総 工 数 | 百 分 率 | トン当り工数 |
|---------|-------|-------|--------|
| 現 寸     | 688   | 9.1   | 1.32   |
| 罫 書     | 610   | 8.1   | 1.17   |
| ガ ス 切 断 | 486   | 6.4   | 0.94   |
| 組 立 歪 取 | 2688  | 35.6  | 5.18   |
| 溶 接     | 2074  | 27.6  | 3.98   |
| 穴 あ け   | 553   | 7.3   | 1.06   |
| 機 械     | 456   | 6.0   | 0.88   |
| 合 計     | 7555  | 100.  | 14.53  |

7 むすび

既に述べました如く、溶接構造に対してはかなりの経験を有し、さほど心配はありませんでした。しかし高張力鋼の溶接に対しては、まだ経験も極めて浅くしたがつて予備試験も充分に行つて、確信を得て本工事に着手した積りですが、なお随時完成品については抜取り検査を行うことにして、柱、はりのフランジ・プレートおよびウェブ・プレートの突合せ溶接部に対してX線検査を溶接延長の約5%程度の割合で60箇所、柱のフランジ・プレートおよび柱はりの仕口部の柱フランジラミネーションの検査には、東京衝器製スペクター型超音波試験機による非破壊検査を行いました。

本工事に所要した鋼材量と溶接量を示しますと



鉄骨総量 520t 290Kg/坪

内 高張力鋼材 (SM50B) 306t

普通鋼材 (SM41A) 214t

これの柱、はり別の割合を見ると表15の如くなります。

|      | 柱 t  | はり t | 合計 t |
|------|------|------|------|
| 高張力鋼 | 173t | 113  | 306  |
| 普通鋼  | 111  | 103  | 214  |

表 15

次に溶接量を示しますと

6%換算して

総延長 41300M 79m/ton

円高張力鋼 23600M 77m/ton

普通鋼 17700M 82m/ton

以上となつています。鋼材量50t (290Kg/坪) は、一見余り少ない数字とは思はれませんが、最初に述べましたようにこの建物の特殊な悪条件のもとでは決して多い数値ではなく、リベット構造では到底出来なかつたものと確信致しています。第一期工事のときには普通鋼材を使つて工場、現場共溶接構造とし、ブランク上適当に耐震壁があつたため、所要量は200Kg/坪でありました。いま振返つて、当初考えた鉄骨製作方法および工場検査方法等で嚴重に過ぎるように思はれる点もありましたが、建築界に於いてなお日浅い高張力鋼の溶接構造と言うことを考えればこれも了解していただけるものと思います。

最後に設計の当初から終始御指導を賜はりました仲威雄、有安久両先生並びに東京都庁関係者に心から御礼申し上げますとともに、直接工場製作担当者の御努力に対して感謝の意を表して筆をおきます。

1960.9