

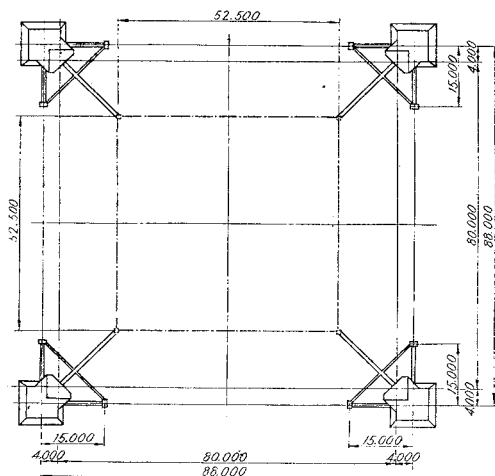
日本電波塔架設工事について

宮 地 栄 治 郎*

1. 一 般

日本電波塔（東京タワー）はテレビ6局分をまとめた総合自立式鉄塔で芝公園内にある。基礎アンテナ頂部までの高さは333m（塔本体部分は253m）鋼材重量約3600t、基礎は深礎工法で各柱ごとに $d=2m$ 、深さ16m前後のコンクリート柱が8本づつ杭として建込まれ、各辺の方向に同様の控え基礎があり、かつ対角線の方向には鉄筋コンクリートで十文字につないである（図-1）。

図-1 鉄塔基礎平面図



138mまではリベット、以上はボルト締めで、頂部風速90m/secで設計されている。

架設工法上、塔本体とアンテナ部とに二分割して考え、またこの塔本体を下方からアーチ上部までと展望台部まで、およびその上部の三部にわけて考えられる。そしてこのアーチ下部はガイデリックにより、展望台まではこれをせり上げて使用し、上部は中吊りデリック式エレクターによつて架設した。欧米にも300m級の自立鉄塔が作られているが、大体下部をレッカー式、上部はいわゆるボーズ式のもので架設されているようである。日本では、このレッカーの大型（本工事に用いずれば吊上げ能力25t以上、高さ100m級）のものが使用されていないので、どおしても本工事のような工法が選ばれた。中吊り式エレクターは名古屋、NHK福岡等のテレビ塔架設用に使用してきたが本工事にはまた特別に工夫を重ねた（写真-11）。ここで均等荷重による架設工法の安全

性と工期の迅速化のために二本アームを採用した。吊上げが進むにつれて荷重が重心をこえて上部に移るための安定性には中心にカウンターウエイトをぶら下げた。このエレクターの効果は非常によかつた。このほかトンボ式も考えたが、用済後の経済比較等からこの方をとつた。

工期は脚柱を建て始めてからアンテナ扛上までを1年とし、塔本体だけだと11カ月として事実そのとおり進行した（アンテナは取込み方法が変つたので14日延期された）。1日約11tをとりつけたことになり、これは最近の橋梁、鉄骨建家並みで、もちろん塔のように高いものでは従来の3倍の速度である。この速度の問題は使用機械の能力によつて定まるもので、トンネル、ダム工事では大型機械が使われて進行が早くなつてはいるが、架設工事はこの点たいぶん遅れている。すなわち、この架設法の初期部分に能率な機械を使用すればもう少し早くなる。ここでも、もう1台ガイデリック式のを増せばよかつたが、アンカー位置が狭くてとれないためにできなかった。架設順序は写真-1～7および図を参照されたい。

写真-1 四脚柱建込み中
(昭. 32. 10)

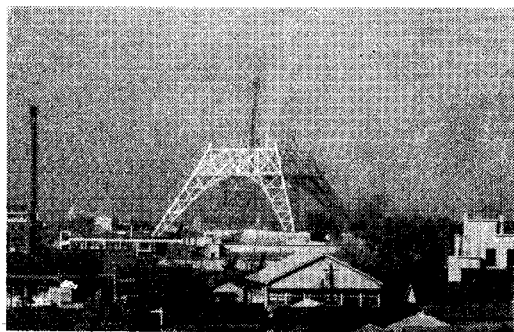


2. 架設方法

(1) 四脚柱建方（図-3）

脚柱間隔が80mもあり、かつ本芝公園は凸凹が多くまた周囲に

写真-2 ガイデリックとジンポール
(昭. 33. 2. 16)



* 正員 宮地建設工業KK社長

写真-3 ガイデリック (昭. 33. 5. 2)

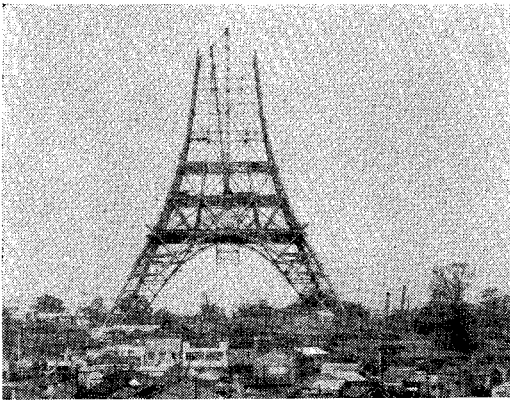


写真-4 エレクター (昭. 33. 5. 25)

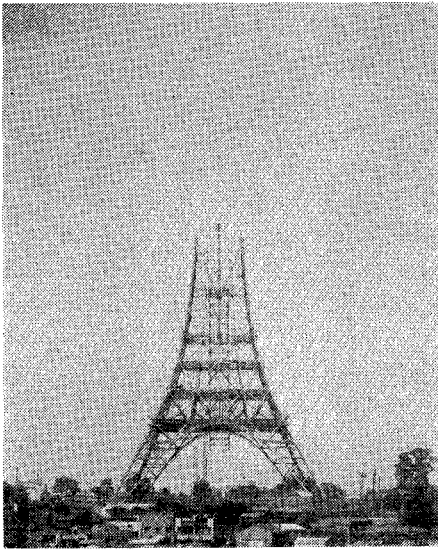


写真-5 展望台上エレクター (昭. 33. 7. 20)

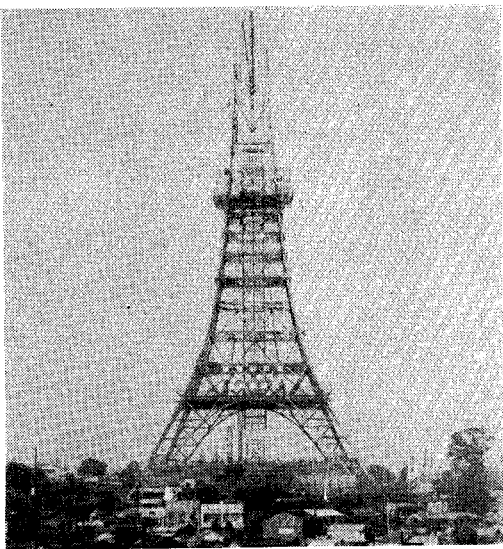


写真-6 塔体完了エレクター (昭. 33. 8. 21)

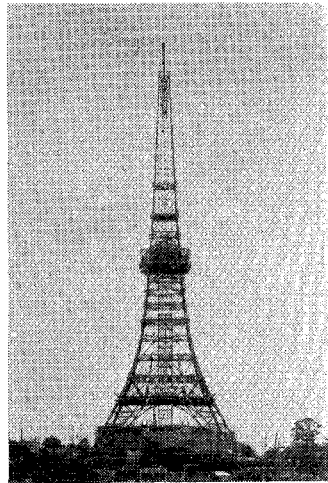
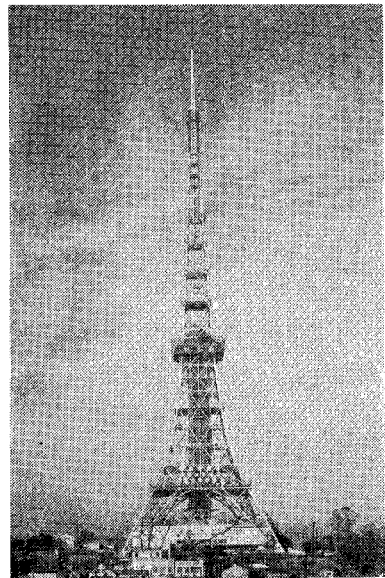


写真-7 テンポラリーでアンテナ上げ (中心、
下はカウンター ウェイト)
(昭. 33. 10. 14)

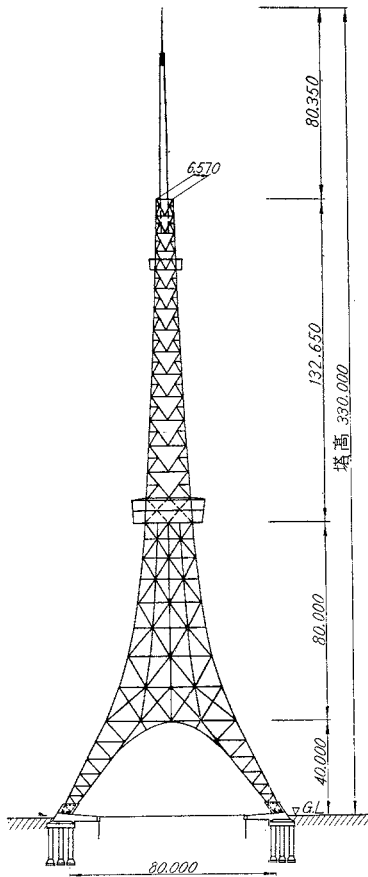


建物が密集して狭いのでバックのアンカー位置に困つたが、鋼製ベントとバックステー併用式とした(写真-1, 8, 9)。建込みはガイデリック(マスト高 60 m 25 t 吊り-30°)と補助用のジンプールを使用した。ジンプール使用は、のちにアーチ併合時の調整にも使うためと、ガイデリックの行動半径力不足部分、すなわち、初めの部分だけに使用した。ベントは二段とし調整のさい、この上下にジャッキを入れた。バックステーは調整の方が主目的であつたがベント基礎軟弱のため、ついにベントの方が補助的になつた所もあつた。なお 写真-10 に見るとおりジンプールも調整用に使つた。

(2) アーチ上部構造と調整

四脚はアーチで併合されているが、これでは四隅の直

図-2 一般図



角と上面の水平とは保持できないので、アーチ部のもう一段上部の井桁トラスの入つた一節点で形が保たれることになっている(写真-2)。この調整が塔の基本になるので、これ以上はただ製作の精度により建ち上るだけで曲つてもどうにもならない。この調整は前述のベントのジャッキとバックスターのターンバックルおよび、ウインチによる緩急で行つたが、実際問題として、これはなかなか困難な仕事で約1カ月を要した。理論的にはここまでを工場で仮組して、調整ずみのものを建込むべきであろうが、これも工場広場の関係でむつかしく、また調整のさいアーチ上部のキャンパーと、その組立のときのイニシャルストレス、基礎アンカーボルトの太さ密度や、その付近の形状業に今後研究の余地を残している。

図-6の $H_3 \sim H_4$ 間にある井桁のトラスは支間 52 m、高さ 13.5 m、重量約 30 t の橋梁なみのもので調整の基準であるため正確を期し、地上組としてガイデリックとシンボールの相吊りにより一気に持ち上げ架設した。

(3) 展望台付近まで(図-5)

塔下にビルディングの工事が始まるためと、塔構造上 H_4 の床組上にガイデリックをせり上げて、これが作業

図-3 塔の建方(その1)

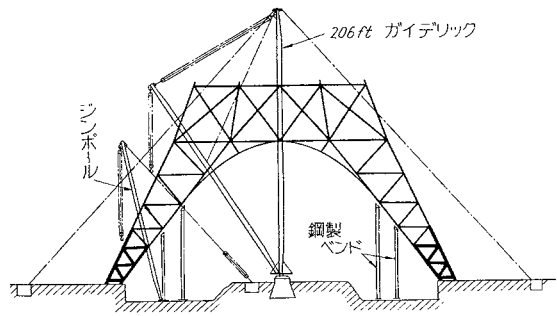


写真-8 シンボールによる建込み 写真-9 ガイデリックによる建込み

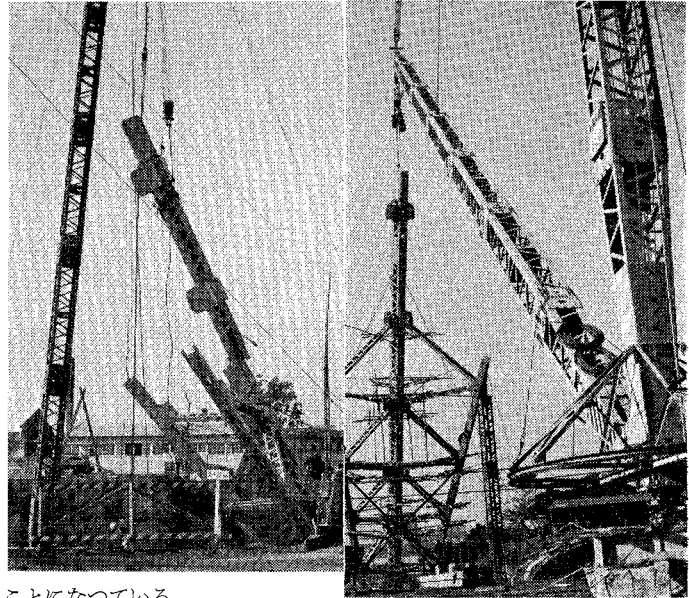


写真-10 シンボールで支えガイデリックでアーチのせめ

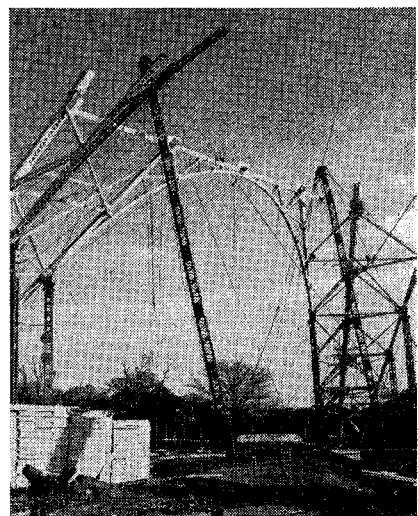


図-4 ガイデリックせり上げ

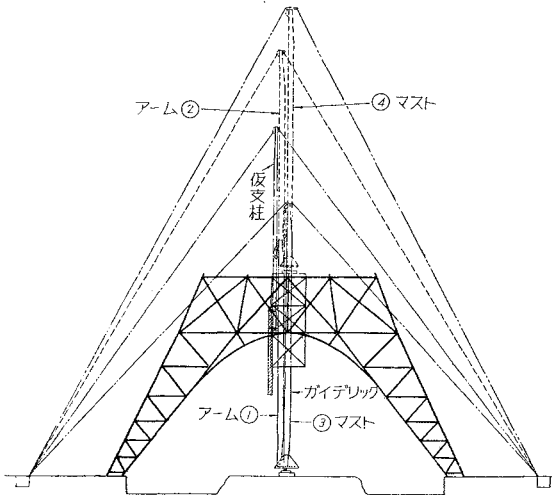
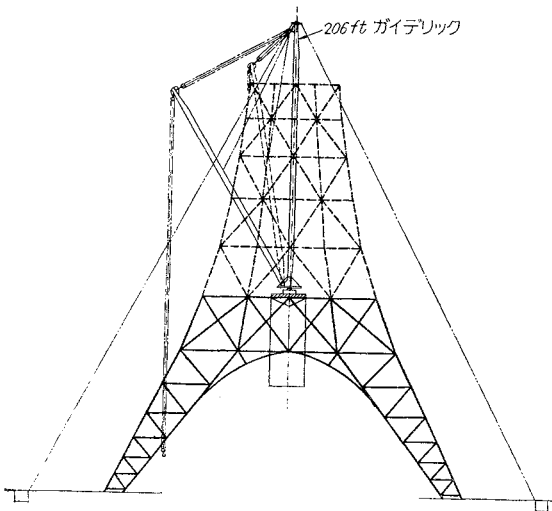


図-5 塔の建方 (その2)



可能範囲まで使用した(写真-3)。このガイデリックは総重量約 80 t もあるので、そのせり上げは図-4のとおり慎重な方法をとつた。

(4) 上部(中吊り二本アーム特殊エレクターによる)

このように高い鉄塔で工期を最短にするためには段取替えを最少にすることが肝要である。そのために最有効な中吊り二本アームのデリック式エレクターを設計し、これと下部のガイデリックとを連絡させて段取替えのつなぎとした(写真-4, 5, 6)。この特殊エレクターは非常に能率よく働き、本工事の迅速化は一つにこれにあつたようである(写真-11)。この辺の工法は最も簡単にはエッフェル塔式にボーズ工法が考えられるが、周囲の狭いことと鉄塔が一体として設計されているため等により採用できなかつた。かつ塔体の調整が終つて上方に架設が伸び始めると同時に、脚柱間に科学館なる鉄筋コンクリート五階建のビルディングが併行作業されることにな

写真-11 中吊り式エレクター (せり上げ中)

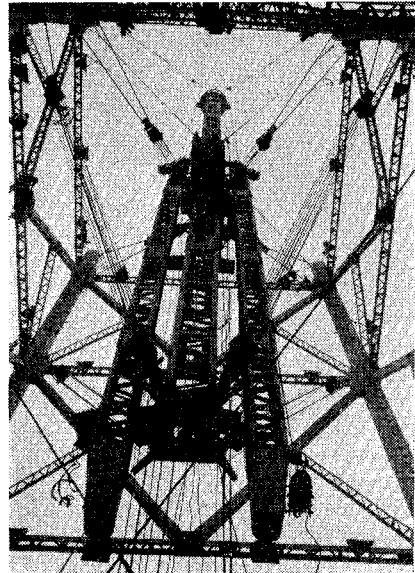
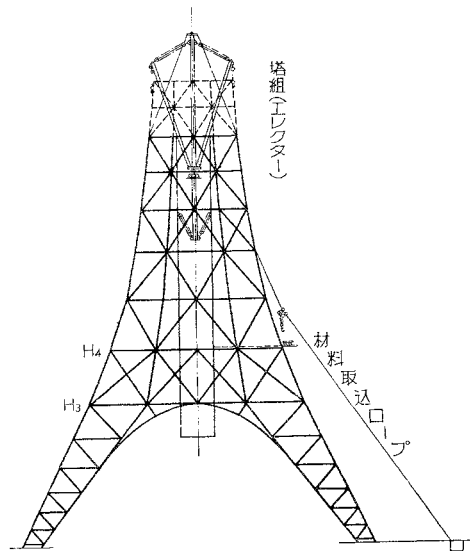


図-6 塔材取込みおよび組立



り、塔材取込みは図-6のように横からケーブルキャリアーで一たん塔内に入込み、ここで整理されたものをエレクターによつて吊上げ建込んだ。この特殊エレクターは3~5日でせり上げができるもので、写真-11に見るように種々の工夫がなされているが詳細は省略する。

(5) アンテナ据付

250 m あまりの塔上で 92 m 92 t のアンテナをとりつける作業である。アンテナは図-8のように 18 m の円管にエレメントのついた重量 13 t のスーパーターンスタイルと 74 m 79 t 四角型(六分割されている)のスーパーゲインとに分かれているが、据付は塔上適当な位置に中吊りしておいて、これらを接合して一気にせり

上げ所定の位置に納める。スーパーゲインは下から順次上部を重ね、つぎ合わせていった。全体をせり上げるため、その重心より少し上まで、塔をつぎ足した。これがテンポラリーサポートで高さ30m 約70t になった。このサポートの頂部からワイヤーで吊り上げるので、それを三段にしぼつて地上の100HP ウインチで巻き上げた。写真-7の塔上に黒いワクのように見えるのがテンポラリーサポートである。

図-7 塔の建方(その3)

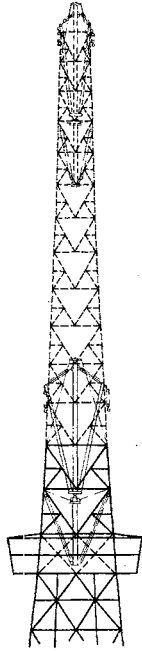


図-8 アンテナゲイン

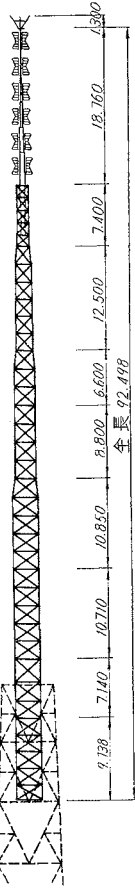


図-9 組立工程図表

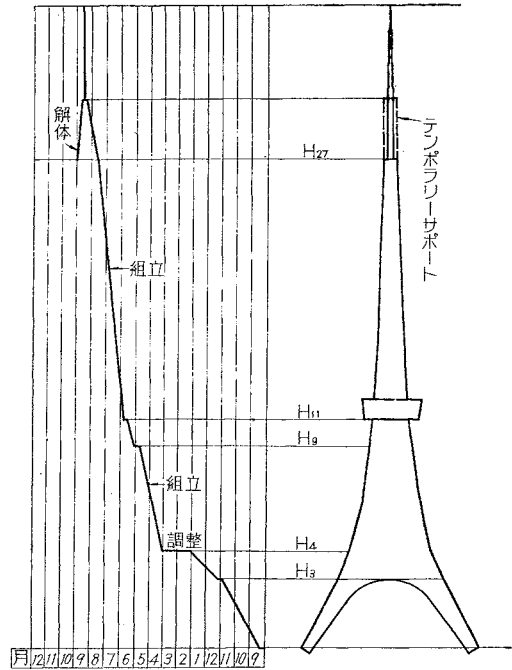
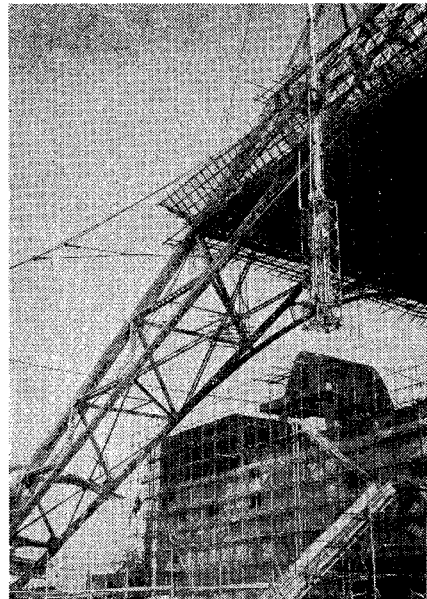


写真-12 スーパー ターン スタイルを横から吊上げ中



本工事は諸種の関係から展望台までのエレベーターを急いだため途中変更になりアンテナ部を普通塔下部から取り込むのを側方から頂部に上げ、それから塔内部に吊り下げた。このためテンポラリーサポートの側面をあけチャンネル型にした。側方からの大型重量を吊上げるための計算は普通には面倒でないが(写真-12)、吊上げのメインワイヤーの曲線は、上方ではほとんど垂直形になる等で、なおいろいろ不測のことも考えられるので後方に念のためバックステーをとつておいた。この時期が9月末の台風期に当り、もちろん吊上げは無風時にやるが台風がくると、その前後の処置にわづらわされて大分困つた。そのうち、つまらないことで一番困つたのは足場板が吹きとばないようにしぼりつけたほか、ウインチのモーター類が下方からの雨水のためぬれて、絶縁がだめになつたこと等であつた。

3. その他

アンテナ据付けは無事に、無風日の10月14日に終つた。32年9月25日立柱式を行つてから384日である。従事員はトビ工最大70名、鍛冶工35名、その他26名、計111名くらいであつた。途中の職人配置は表-1にあげたが、作業内容の変更で総人員にも多少増減があつた。

架設工法もいろいろあるが、この塔は設計のできる

のを追いかけて製作、架設に進んだので架設工法も設計の進むにつれて部分的に考えながら施工して、大体はそれほど変更がなかつたが、部分的にはそのつど、新しく考え直して、しかも工期を保持しながら施工した。

鉸鉸はφ22mmで別にむつかしいことはないが、下方ではビル工事の作業をしているので投げられず、能率は悪かつた。また一節おきに板と金アミで保護工をおき

表-1 工員配置実例 (出面人)

| 種 別 | 月 日 | 月 日 | | | | |
|-----|--------|------|-----|------|------|------|
| | | 2.16 | 5.3 | 5.25 | 7.19 | 8.23 |
| トビ工 | 本 作 業 | 10 | 9 | 24 | 31 | 31 |
| | 雑 作 業 | 18 | | | | |
| | ウインチマン | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 地組仕分 | | 13 | 10 | 10 | 13 |
| | その他 | | 3 | | 2 | |
| | 小 計 | 30 | 27 | 36 | 45 | 46 |
| 鍛治工 | 本 締 め | 6 | 9 | 3 | 8 | 5 |
| | 孔 ぐ り | 2 | | | | 5 |
| | 鉸 飯 | | 8 | | 5 | 14 |
| | 雑 作 業 | 1 | | 4 | | |
| | 小 計 | 9 | 17 | 7 | 13 | 24 |
| | 合 計 | 39 | 44 | 43 | 58 | 70 |

安全性を保つた。上部のボルト締めは設計者からはリベットを希望されたが、工期の点と安全性(上空での鉸焼等)とに懸念があるのと、従来も経験がないので実施しなかつた。不可能ではないが、鍛治工を高い所にあげて作業させるには、下方を完全にかためて作業員に完全感を与えなければ、むづかしいと思われる。

塔架設の側からだけでいえば、この級の高さのものになると、エッフェル塔式に2、3段に分けてだんだんに固めて最後を自立塔建方式にしてゆくのが安全であり、確実であり、なお高い塔に対する工法であろうと考えら

表-2 主要機器表

| 名 称 | 進行月日 | 台数 | | | | 計 |
|-------------------|--------|-------------------|----------------|------------|--------------|---|
| | | アーチ接合まで(32年8~12月) | 展望台まで(33年1~6月) | 塔体完了まで(8月) | アンテナ約込み(10月) | |
| ウインチ (30~100IP) | 7 | 3* | 1* | | 11台 | |
| " (手巻) | 2 | * | * | | 2台 | |
| コンプレッサー (30~50HP) | 2 | * | | | 2台 | |
| ガイドリック (15~20t) | 2 | 1 | | | 3基 | |
| エレクター | | 1 | 1* | | 1基 | |
| ベント | 18 | 3* | 2* | | 23基 | |
| ワイヤー (24mm以下) | 12 400 | 7 600* | 400* | 3 200* | 23 600m | |
| " (25~48mm) | 5 750 | 400* | | 800* | 6 950m | |
| ワイヤークリップ | 1 650 | * | * | * | 1 650コ | |
| ジャックル | 320 | * | * | * | 320コ | |
| ブロック | 184 | * | * | 12* | 196コ | |
| ターンバックル (5~50t) | 81 | * | * | 4 | 85コ | |
| キャリヤー (5~15t) | 2 | * | * | * | 2台 | |
| レバーブロック | 8 | * | * | 4* | 12コ | |
| ジャッキ (15~100t) | 19 | 2 | | | 21コ | |

ただし上記は予備機器および臨時のものはふくまない

*印は初期転用分 ○印は新規補充を示す

れる。

以上のほかに塗装の問題、エレベーターの問題、等々なかなか重要な興味あることが多いが、他の担当になるので割愛する。

機械の配置は表-2のように架設中投じた総計は原価で約1億円くらいであった。

手もとに飛び込んで来る

研究資料

20世紀の科学技術の発展は想像以上の成果をあげていますが、なお一層の発展のために貴方の創造的研究や調査の成果が必要視されています。でも、貴方は、数多くの情報資料の入手や整理のため大変苦労してもそれほどの満足をえられなかつたにちがひありません。もしも必要に応じて速かに、しかも経済的に入手できたとしたら.....

日本科学技術情報センターは、貴方の研究や調査活動を飛躍的に発展していただくために39ヶ国におよぶ総数約2600種の理工学関係の専門誌を予約発注し、航空便などでとりよせて、次のように分類して、その内容を速報しています。

科学技術文献速報

| 編 号 | 部 分 | 半 年 刊 | 年 間 |
|-------|-------|--------|----------|
| 機 械 編 | 半 月 刊 | ¥ 400. | ¥ 8,500. |
| 化 学 編 | " | ¥ 400. | ¥ 8,500. |
| 電 気 編 | " | ¥ 300. | ¥ 6,500. |
| 金 属 編 | 月 刊 | ¥ 400. | ¥ 4,500. |
| 土 建 編 | " | ¥ 400. | ¥ 4,500. |
| 物 理 編 | " | ¥ 300. | ¥ 3,300. |

その他外国(米・英・西独)の特許明細書や議事録・名鑑その他諸種の資料をとりよせています。調査・複写・翻訳などもおこなっています。業務係へお知らせください、内容見本・業務案内などをさしあげます。

日本科学技術情報センター

東京都千代田区一番町 15~5 電(33)5135

近刊

日本化学総覧 総索引 欧文編

日本化学研究会 編集
日本科学技術情報センター 発行

わが国における全報文および特許の完全なる抄録誌、日本化学総覧の索引誌として、総ゆる研究機関・研究者・技術者にとって不可欠の調査資料です。欧文編には多くの有機化合物のように欧文で表わした方が便利なものを掲載しています。

同 和 文 編 発売中

和文で表わした方が便利なものを掲載しています。 各 編 ¥ 7,000.

予約受付中
発売3月予定