

論 說 報 告

土木學會誌 第十卷第四號 大正十三年八月

無線電信塔に就て

會 員 工 學 士 永 山 彌 次 郎

内 容 梗 概

本文は歐米に於ける大無線局の空中線及塔に就き調査せる所により該空中線の張り方及塔の種類、構造等につき概括的に記述せるものなり。

目 次

(1) 概 論	1
(2) 空中線	4
(3) 控索を有する柱	12
(4) 控索を有する断面四角の結構塔	14
(5) 控索を有する断面三角の結構塔	16
(6) 断面三角の自立鋼塔	21
(7) 断面四角の自立鋼塔	23
(8) 鐵筋混凝土塔	26
(9) 其他の塔	26
(10) 塔の設計	27

(1) 概 論

無線電信が漸く實用の域に入りしは 1900 年後に過ぎず、ジェームス・クラーク・マクスウエル (James Clerk Maxwell) が電波のエーテルに及ぼす事を発見したるも、1867 年にしてボン (Bonn) の大學教授ハインリッヒ・ヘルツ (Heinrich Hertz) が此のエーテル波の他に傳播する事を確め得たるは 1888 年にして、伊太利のマルコニー (Marconi) が之を通信に應用する實驗は 1896 年に行へり、然るに

爾來急速なる大進歩をなし、従つて之に要する空中線 (Antennae) を支持する塔も構造上多大の考慮を要するに到れり、1906 年獨逸ナウエン局 (Nawen) に 100 米の高さの塔 1 基を建設してより今日迄僅に 17 年に過ぎず、然も當時最高の空中線たりしなり、3 年の後には 30 米の高さの副柱 12 基を建設し更に 1912 年には 200 米の高さに主塔を補足したるに暴風の爲め倒壊し同年直に 260 米のもの 2 基、150 米のもの 2 基 125 米のもの 4 基を建設して世界戦争中其の偉力を振へるは著明なる事なるが今又 125 米塔 4 基は取除き 210 米のもの 7 基を新設して、全然空中線の様式を變更し正に竣成せむとするの有様なり、實に 10 数年間に 5 回の變遷をなしたり、電氣装置中發信法は火花式、電弧式、高周發電機式、チューブ式 (Tube) 等あり、誠に時々刻々に進歩しつゝありと稱するも過言に非らざるべし、従て之に屬する發信塔の斯の如く變遷の著しきは當然の事なりと云ふべし。

而して英國のマルコニー會社が最初無線電信装置の製作を始め續て之に對抗して獨逸にてはシーメンス (Siemens) 會社とア・エ・ゲー (Allgemeine Elektricität Gesellschaft) と協議してテレフンケン (Telefunken) なる商號を以て無線電信會社を伯林に設け盛に發展して大戰前にはマルコニーとテレフンケンとが世界に兩立したる形勢にて然もテレフンケンはマルコニーに比し後進なりしに係らず殆ど之を凌駕するの勢にて埃、白耳義、西班牙、丁抹、露西亞、米合衆國、南米、日本等に大小多數の無線局施設を引受けたり、故に此の時代の發信塔は獨逸式と稱すべき三角形斷面結構の主塔を 3 又は 4 段の控索にて支へたる様式のものにて同國レーマン會社 (Lehmann & Co.) の製作せるものなりき、但し此の様式のみで就てもナウエン局の如く數次の變更と逐年各地に建設したる經驗にて幾多設計上の改新を來したるものなるが世界大戰の勃發は一、二獨專者の手より奪ひ急に各國獨特の研究進歩を必要とするに到れり、爲めに英、獨、佛、日、米等各國が互に競争的に研究し其の設備も多くは自國の手にて建設し空中線及び其の塔も各種の様式のもの出現したり。

無線電信用塔の歴史は斯く僅々 10 数年に過ぎざれども無線電信夫れ自身の發達の歴史とは全然趣を異にす、即ち塔に於ては構造學並に其工學上の可能性は其發達既に古し、無線電信空中線支持の一能力を賦與せられたる事實が新なるのみ、勿論 マルコニー氏が英國コーンウォール (Cornwall) の一地點ポルヂュ (Pol-du) に 1901 年初めて大西洋を横斷しての通信を試みんが爲め 200 呎の高さの柱

12基を建設して嵐の爲め全部吹き倒され160呎のもの2基を新設して漸く試験したるが如き又1911年獨逸ナウエン局が100米塔を200米に延長して暴風に倒されたるが如き歴史は無線電信術研究に急にして其の附屬たる塔は充分成すべき方法を以て専門家の手に成らざりし時代たりしに過ぎず、實に300米の高さを有し世界最高の構造物たる巴里のエッフェル塔 (Eiffel Tower) は當時650萬法を投じて1889年に成れり、我逕信省は世界に例なき200米の高さを有する鐵筋混凝土塔を建設して世の注目を引けり、無線電信塔は只徒らに構造上の技術のみにて高さを争ふものに非ず、又單に經濟的構造のみを撰ぶ能はず、要するに電氣的要求に應じて之に最も適應するの設計たらざるべからず、塔は建設費の上に於て比較的大なる部分をなすと雖も其の建設場所の如きは寧ろ全然電氣的方面の必要により定めらるゝ場合多きは勿論なり、例令ば局は土地の電導性の大きなるを可とするが爲め地下水の高き濕地を撰ぶ點に於て高き構造物の強固なる地盤を撰ぶと時に相容れず、偶我が原の町の如きは地盤の強固にして而も地下水高き好地點を得たるが如きは希なる例なり、ボルドー局 (Lafayette Bordeaux) の如き獨乙ナウエン局の如き何れも基礎工事の上に多少の困難を有したり、米國紐育に近きロング・アイランドのロツキー・ポイント (Rocky Point) にあるラデオ會社の中央局の如きは地中線の設備に多大の施設をなして高燥なる硬き地盤の上に地點を定められたるは塔の設計の上に取りては非常なる好都合たりしなるべし、塔の高さは無線電信局の目的及び設備並びに電氣的要求と經濟的關係にて定めらるゝものにしてエッフェル塔の高さ300米なるは元博覽會用のものにして最近に之を無線電信塔に利用したるに過ぎず、無線塔として建設されたる最高のもは獨乙ナウエン局にある260米2基にして之に次ぐもの佛國ボルドー局の8基及びサンタシー局の17基、米國タッカートン局の1基獨乙アイルヴエゼ局 (Eillwese) の1基等何れも高250米なり、即ち250米内外を以て最高とし他の大無線局にありては200米内外のもの最も多數なり、英國及び米國等にては無線電信技術者の意見に依れば寧ろ塔の高さは少くするの傾向にて技術の發達に依りては或は其の必要さへも疑問とせらるゝ時代を想像し得ざるに非ず、實に受信局の柱の如き數年前迄數10米のものを用ひたるに今は單に小なる框を用ふる法式あるに到りしが如き其の停止する處を知らざる發達は如何なる變化を來すや計り知る能はず、電氣的施設も空中線の様式等の點にて異なるもの多く獨乙にては塔全體を土地と電氣的に絶縁するを常とし

他の諸國にては近來設けつゝあるものは多くは此の方法を取らず只控索あるものは夫れを絶縁するのみなり。

無線電信塔の變遷大體上述の如くにして其の種類も多しと雖も小にして煙突を利用するが如き又は屋背に柱を立て、空中線を設くるが如きものは別とし主として100米以上の高さの場合に用ひられたる設計の種類に依りて現存するものを凡そ次ぎの如く大別する事を得べし。

- (1) 控索を有する柱 (Post with guys)
- (2) 4段以下の控索を有する塔 (Tower with guys under 4 steps)
- (3) 多數の控索を有する塔 (Tower with many guys)
- (4) 結構塔 (Self supporting framed tower)
- (5) 鐵筋混凝土塔 (Reinforced concrete tower)

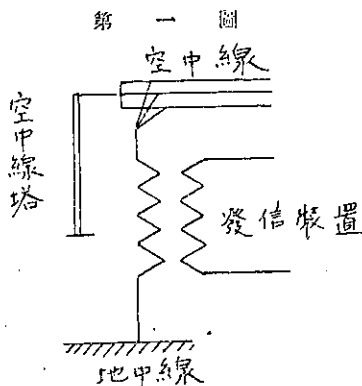
設計上の分類は同時に大體國に依る分類となるの傾きあるを以て此の分類の下に記述するを便なりとす、歐米に於て無線局を視察するに多く會社經營に屬するを以て手續上比較的困難ならずと雖も勿論欣ばるゝ事に非らざるを以て充分なる視察は控へざるを得ざる場合多く又既設の局にては塔の設計製作者は他にありて局内にある人は電氣技術者のみにて設計上の要點を知る能はざるの場合甚だ多し詳細なる設計を記述し又は利害の結論に達する能はざるの場合あるは遺憾とする處なり。

塔の目的は一に空中線 (Antennae) を支持するにあるを以て先づ空中線様式の各種類を塔の設計に關係多き方面より見て記載し次で塔の構造に移らんとす。

(2) 空中線 (Antennae)

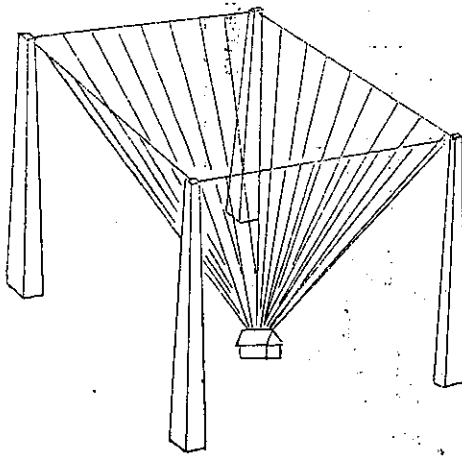
空中線は地中線と相對して之に高周波電流を送りて電波を放射せしむる發信裝置中の一要部をなす茲には無線電信に就ては記するを目的とするものに非ずと雖も空中線の關係圖一例を示す。

空中線は銅線を普通とすれど青銅 (Bronz) 又はアルミニウム線を鋼線の心を用ひて張力を強くしたるもの等を用ふるもあり、何れも大無線局にて使用するものは主として七子撚りの銅索にして



直徑約1 呎内外なり、空中線の数、大さ、張力、強度及び其の張り方の様式は空中線塔設計の根本條件の一要素をなす、而して塔としては空中線の数、大さ、及び材料即ち張力強度等は將來に多少の變更は起るものとせざるべからず、實際に於て設計變更は殆ど絶えず必要とせらるゝを以て之に適應する方法を考慮せざれば意外の困難不利益を生ずべし、空中線の張り方は初め英國ポルヂェのマルコニ

第二圖



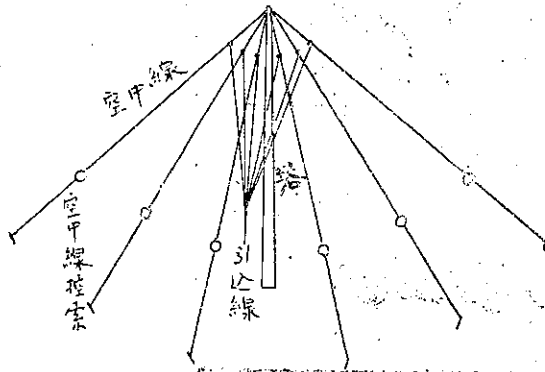
一局に設けたるものは第二圖の如く上に向へる錐體の如く放射せるものなり、近來の理論として成るべく空中線は地表面と平行して張り其の垂直高の成るべく充分なるを要するを以て此の形は現存するものなし。

現在の大無線局に用ひられたる張り方は次の如き種類のものなり。

(1) 傘形 (Umbrella form) 此式はテレフンケン會社にて初期以來近來迄最も多く用ひられたる形にして中央に1基

の高き柱又は塔を立て此の頂上より放射して數10本の空中線を張れるものなり、初めナウエン局にては第三圖の如く空中線の先端は碍子を用ひ空中線控索に結び

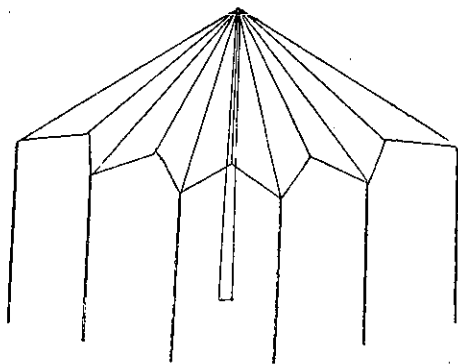
第三圖



之を以て地面の混凝土塊の如きに固定したるも空中線を成るべく地面に平行に高く保つ爲め周圍に二三百尺、即ち中央主塔の高さの1/3位の副柱6基又は12基を建設し此の上に懸けたり、第四圖の如し、然れども今日獨逸にてはハンノパーに近きアイルヴエゼ局に見るのみにモナウエンは已に全然變更せ

られ米國にてタッカートン局に残れども之も廢局同様の状態なり、本邦にては此の式残れり、此の式は空中線塔建設費少き爲め最初に弘く用ひられたり、塔の建設費用は主塔1基に對し稍多額を要するのみにて200 呎内外の副柱は12基を建設

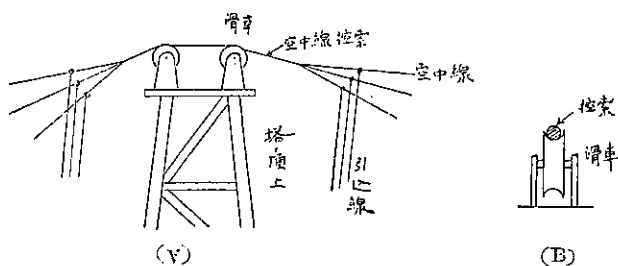
第四圖



する場合にも主塔1基の費用に及ばず泥んや木柱等にて一時的の構造なれば非常に廉價にて主塔の數分の一の費用に過ぎず。

其の張り方は主塔の動搖が空中線に波及せざると空中線の1部斷線したる時塔の頂點に不平均なる張力を及ぼさざる等の注意の爲め主塔頂部に滑車を數對取り附け之に數本の空中線を1本の控索に結びて懸くこと第五圖に示すが如し。

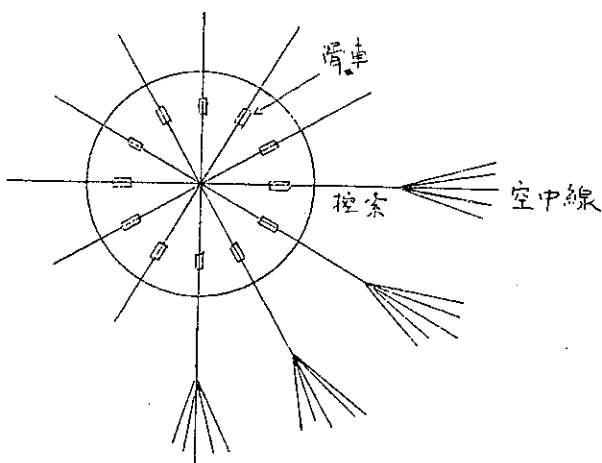
第五圖



此の如き方法を取ると雖も風壓等の空中線より傳はるもの又は空中線的一方切斷して控索等が或る部分に絡る爲め頂部に水平力の懸る場合起り得る事勿論なり、此等の水平力は風壓又は

雪の空中線に附着したる場合等にて相當の力を生ずるも要するに空中線より生ずるものは其の空中線の破壊張力強度以上に達する事なきを以て之を標準として

第六圖

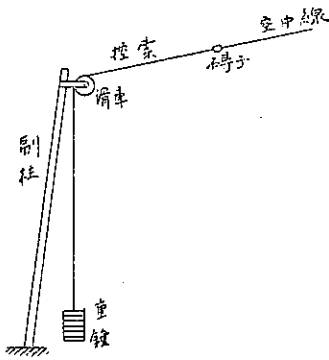


適當に定むるを至當とす、滑車は6對を普通とし之より36本又は48本等の空中線を放射するものなり。

空中線の先端は碍子にて止め控索を附して副柱に張る張力を溫度、風等に對しても一定ならしむる爲め副柱の頂部にも滑車を附して之より控索を下し錘を下げて適當なる張力を與ふ、第七圖の如し。

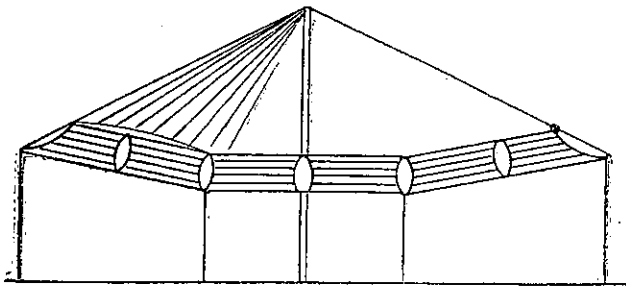
空中線は多くは副柱の數よりも多きを以て1本の控索には數本の空中線を附す

第七圖

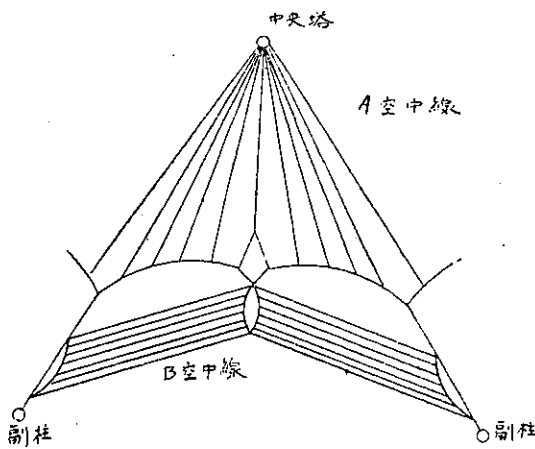


獨逸ハンノバーのアイルヴェゼ局の空中線様式は第八圖に示すが如く中央に260米其の周囲920米の直徑の圓周上に122米の副柱6基ありて36本の主なるA空中線あり此の局にては此の外に控索に沿ふて近距離用の小空中線を張りて利用の範圍を広くしたり、一般に歐米にては空中線は分割して使用せらるゝ如く設計せられ遠近又は季節等にて電力の調節に便ならしむ、殊に最近設立せられつゝあるもの殆ど凡て然りとす。

第八圖(甲)



第八圖(乙)

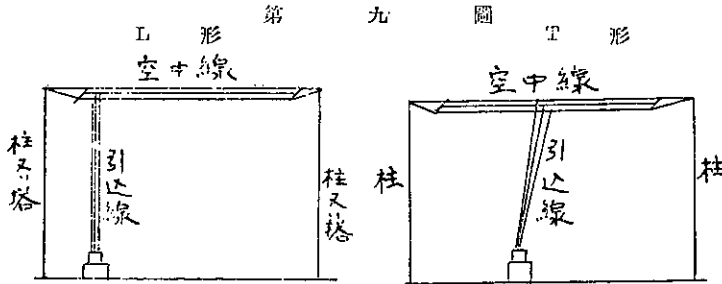


傘形のものには電氣的には中央塔の高に比し空中線として有効高は割合に少き缺點あり、米國タッカーン局のものは中央塔150米にて周圍14基の副柱に36本の空中線ありて空中線の先端

は中央の周塔りに305米即ち1,000呎の半径をなすもの有効高73米なり、紐育のラヂオセントラルは全部125米の塔にて現在12基を用ひ空中線はL形にして有効高83米と稱す、傘形の元祖とも稱すべきナウエン局にては既に早く變更して此式を取らず將來建設せらるゝ事は少きものと考へらる。

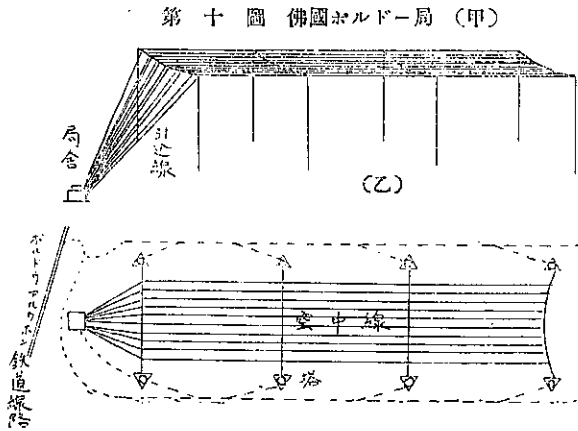
(□)T形及L形 第九圖の如き式はにして此の内 T形は比較的小なる局

特に船等にて用ひられ大無線局にてはL形を多く用ひ、佛英米の各國に於ける新らしき局にては殆ど此式を採れりと稱するも可なり、大無線局に於けるL形空中線の張り方は多くは第十圖の如く2基宛相對して塔を建て並べ吊架線 (Messenger



第九圖 L形 T形 空中線

cable) を相對する塔の間に張りて之に縦に數10本の空中線を張る、佛國ボルドーに近きラファエット局にては250米8基の塔

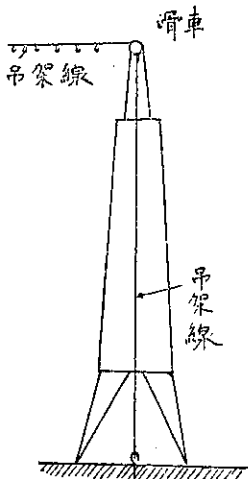


第十圖 佛國ボルドー局 (甲)

言
三
塔
基

を建て之に吊架線は頂上にある滑車に掛けて其端は塔の中央を通過して其直下にある鈎に留めらる(第十一圖)此の局にては建設の際に使用したる軌道第十圖(乙)の點線にて示すが如く敷設せられ常に機關車備へ付けあり、若し空中線が故障の爲め切斷したるが如き場合控索を弛めて全部空中

第十一圖



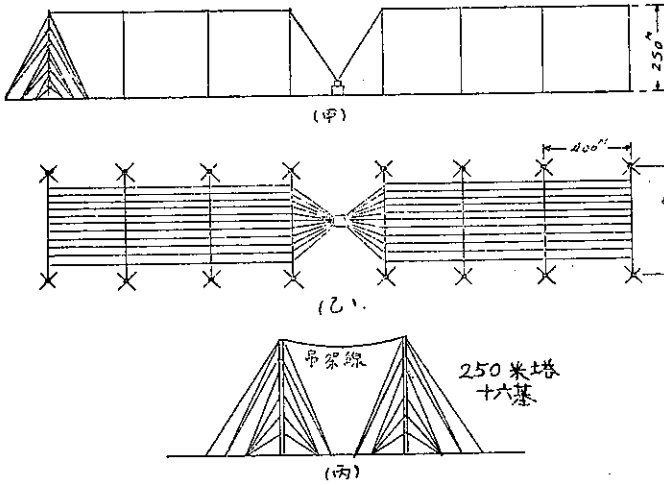
線を降し修理の上控索を引き上ぐ其の際には機關車を以て所要の強さに張るものなり。

此の作業は修繕に對しては危険は少なけれ其時日勞力を要する事大なる方法なりと考へらる、然れどもボルドー局にては建設以來數箇年を経たるも未だ切斷せられたる事なく從て如何なる手數困難を生ずるかの經驗なしと稱し居れり。

空中索は徑約3糎の吊架線に架せらる、北京に於ける三井局にては空中線用吊架索と修繕の際に作業臺を懸ける控索との2本を並べ張り大なる勞力を用ひずして修繕するが如き装置を取れり。

最近竣工せる佛國巴里郊外サンタシー (Sainte-assise) 局にては250米の塔17基を立て外に100米のもの1基あり、此の内16基は第十二圖の如く2基宛相對して局舎の前方へ4對後方へ4對建て二つのL形空中線を張

第十二圖 佛國サンタシー局

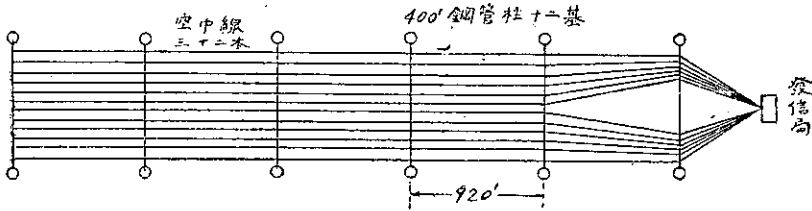


り非常に大なる力を要する場合には此二つの空中線を連結して一體として使用し得る装置にして佛領交趾支那、米國、亞弗利加等の通信に用ひ他の大小2基の塔の間には倫敦、歐洲大陸内又は國內の通信に使用する小空中線を張る。

空中線及吊架線等の取付け方はボルドー局に類似

似の方法を取れり、吊架線を垂直に張らず開きを支へたる點多少異なるのみ、米國ニュー・フランス・ウィック局のものはマルコニー會社建設のものにして同様の空中線を用ふ、此の局にては局舎に近き柱の處にては空中線を柱に接近して第十三圖

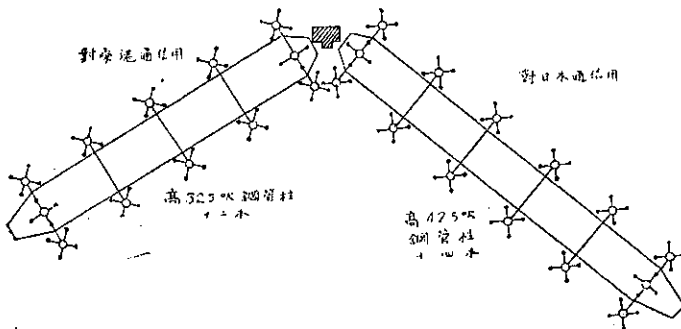
第十三圖 米國ニュー・フランス・ウィック局



の如く張り他端には3基の柱を並べて立つ、他の中央±對のものは應力左右には

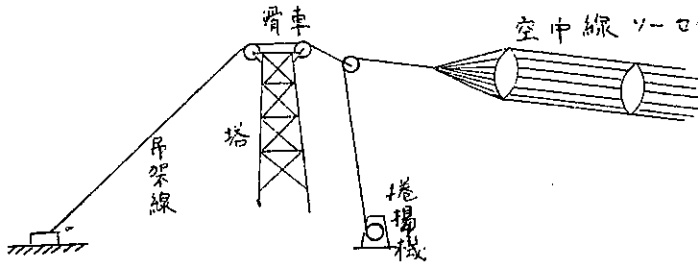
平均するも端にあるものは大なる偏力を生ずるを以てなり、マルコニー會社のものは多く如斯一端又は

第十四圖 布哇オーフ島カフク局



のは多く如斯一端又は兩端3基の柱を立てたり、布哇カフク局(Kafuku)のものは第十四圖の如き配列なり。桑港に對するものと日本に對するものとの二つに分る。

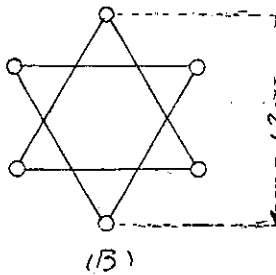
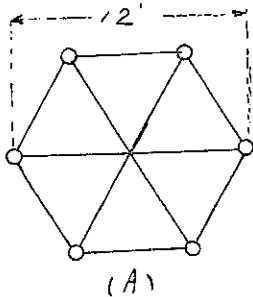
第十五圖



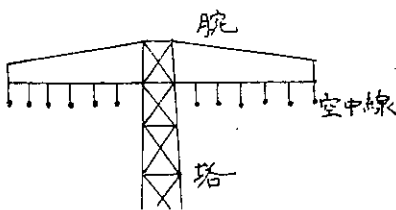
英國倫敦郊外オ
 は同じくH形に屬
 すれども空中線が
 水平に並べられず
 之を腸詰形(Sausa-
 ge)と稱し居れり、

此の空中線の形を保つ爲框を用ふ、此處にては本の空中線を用ふるを以て六角形の樋を用ひ居れり、之に二種あり、第十六圖(A)(B)の如し材料はアルミニウムの如き成るべく輕き材料を用ふ、空中線の垂弛を少くする爲なり、該局は主として巴里又は他の歐洲大陸に對する通信を主とするものにして遠距離に對する大

第十六圖 ソーセージ用枠



第十七圖



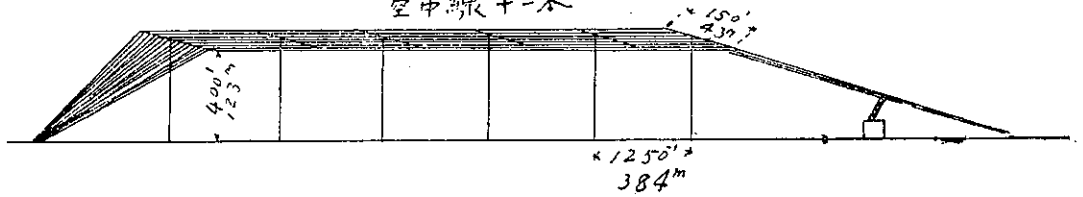
無線局にては此式を用ひず、伯林の東にあるケーニヒ・ウスター・ハウゼン (König Wuster Hausen) にも多數此式のものを用ゆ、塔は英國のものとは全く異れり。

紐育に近きロング・アイランドの中央局は最新式と稱し居れるものにして其の空中線の張り方も他と趣を異にす即ち此局の塔は 400 呎の自立構塔にして普通の電柱の如く腕左右へ突出し之に空中線を吊したるものなり (第十七圖)、一端は斜に地上にある基礎に固着す、此の式にては塔に大なる應力を及ぼす事なく緊張する事を得、同局にて 2 塔の徑間 1,250 呎 (384 米) に對し 60 呎の垂弛あり、佛國サンタシー局のものは 825 呎の塔を用ふれども空中線控索の垂弛中央部に於て約 200 呎更に空中線の垂弛 100 呎あるを以て空中線の最低部は 300 呎を減じたる 525 呎

なり、紐育中央局のものは 400 呎の塔に過ぎずといへども最低部尙 360 呎を保つ、空中線の間隔は 10 呎に過ぎざるを以て其の何れかの優劣につきては尙充分電氣的研究を要するものあらん、中央局にては現在の局舎を中心として兩方へ各 6 基宛の塔を立て同時又は別々に使用し得る裝

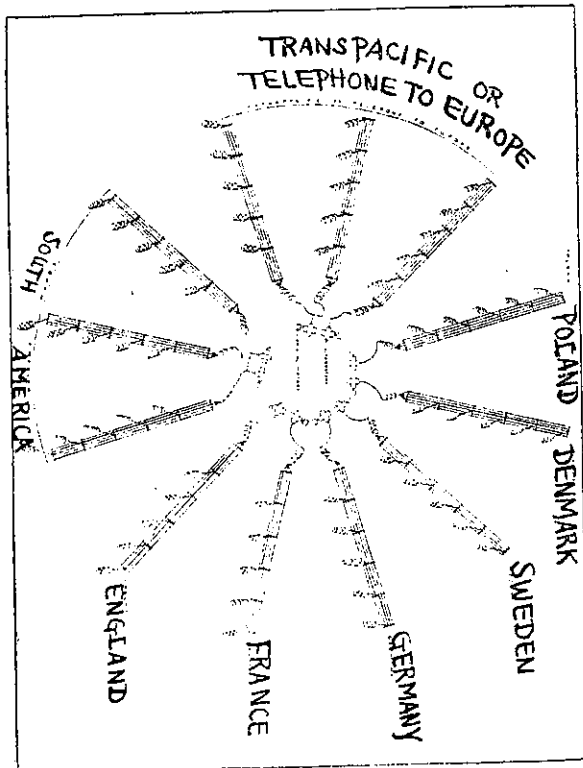
第十八圖

空中線十一本



置にして將來は12列を放射狀に設け72基の塔を建て以て全世界への通信をなし得るの計畫なるも目下技術の時々刻々進歩するに鑑み設計變更を豫期し多少工事を控へ居ると稱す、空中線には張力に對する調節裝置ありて一定の張力以上に達せしめず、最初此局には青銅索を用ひしも大さ不充分なりし爲め目下心に鋼索ある銅索に變更しつゝあり、空中線を吊す所は2個の碍子を用ひ此取附けは腕構の上より仕事し得るを以て線の取換へ又は切斷等の事故による空中線の修理には頗る便利なり。

第十九圖

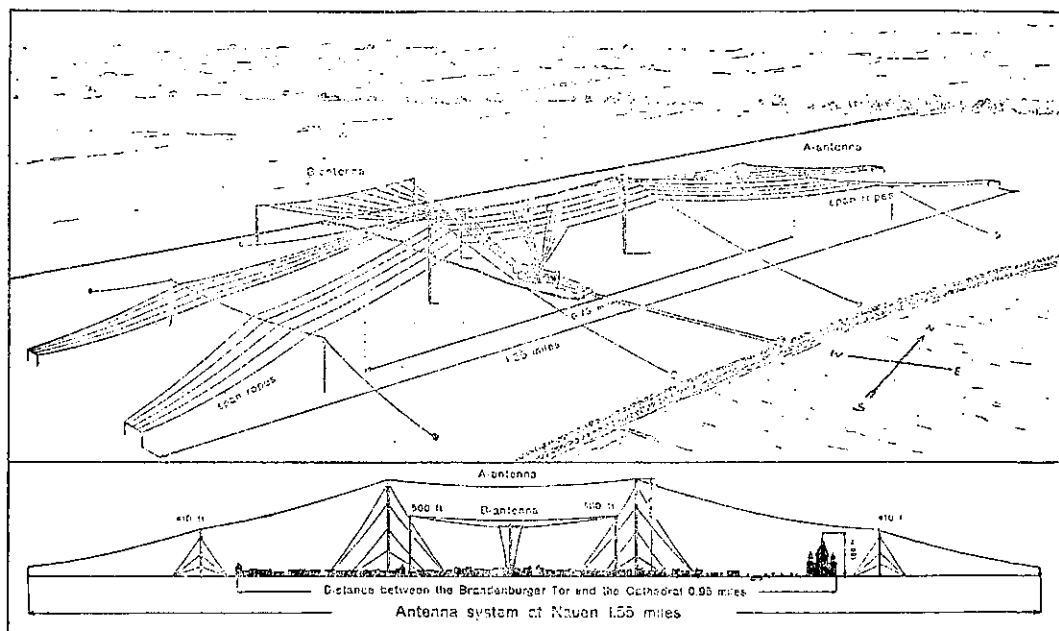


(ハ) 屋根形 此式は1912年

以來近年迄獨逸ナウエン局に存在せしA空中線の張り方の式にして他に例を見ず第二十圖の如し。

同局は中央に高さ120米の大主塔2基ありて之に1本の吊架線を掛け其の塔に近き部分に空中線を張るを以て丁度屋根の形をなし他に125米の塔2對あり、空中線は之に掛るに吊架線に亘るを以て何れの方向より見るも屋根形に近き形式なり、引込線は二つの大主塔の中間より取り空中線修理等の仕事には困難を伴ふべく最近改築中にして改築後の空中線は又別種の形式を取

第二十圖



Antenna system of the Nauwen high power station

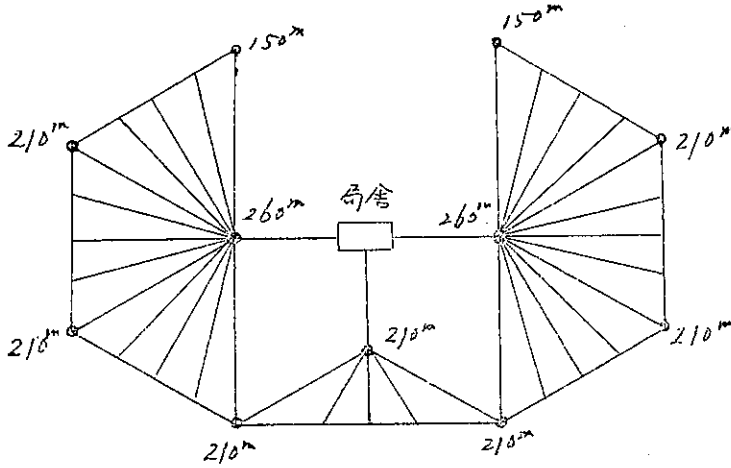
れり。

(二) 扇形 改築後のナウエン局新空中線の様式にして舊來の B 空中線も稍同様の形なり、小局にて 3 基の柱を利用し此の B 空中線式と同様の張り方をなせるものは多し、ナウエン新空中線は舊來の 260 米塔 2 基と 150 米塔 2 基とを残し新に 210 米塔 7 基を建設して之に扇の如く放射したる空中線を張るものにして此の各三角形をなす空中線各組を別々に使用し又は連結して大なる電力を使用する事をも得る装置なり、大正 12 年 7 月現在の竣成局としてはサンタシー局を最大とすれど新ナウエン局竣成後は世界の羈を取るものなりと稱し居れり、空中線の締め方は獨逸にて普通とする錘を以て一定の張力を與ふる方法にして修理には其控索を弛めて下す事を得べし。

(3) 控索を有する柱

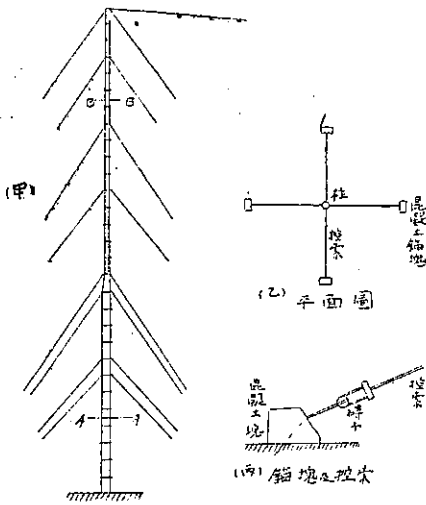
控索を有する柱にて代表的のものはマルコニー會社の鋼管柱なり、而して數に

第二十一圖



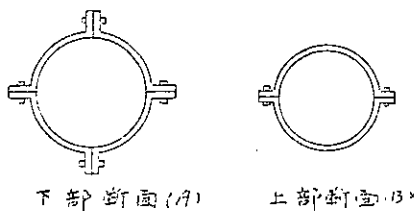
於ても最も多し、之は英國式とも稱し得べし、高さ400呎内外を限度とするが如し最高 425呎にて多數建設し居れり獨逸のテレフンケンにて多數建設したる控索を有する三角結構塔と相對峙する形勢にてマルコニー會社が設

第二十二圖

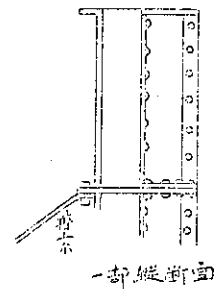


立せる大無線局にては到る處に此柱を建設したるものなり、米國ニュー・ジャージーのニュー・フランス・ウィック町の西へ4哩の地點に設けられたる局の者も此式なり、紐育市より35哩を隔つ主として英國との通信に使用せられ居れり、第十三圖に示せるが如き位置に13基を建つ、柱は鋼鉄を曲げて作れるものにして断面は第二十三圖に示す如く下部 200呎は四分の弧、上部は半圓形に分割製作せられたるものを締釘(Bolt)にて接合するものにして 8段の控索を有す、基礎はニュー・フランス・ウィックにては地盤強固なるを以て數呎の深さに

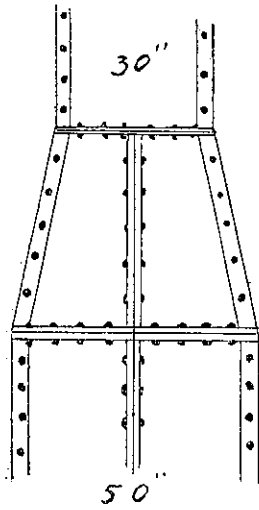
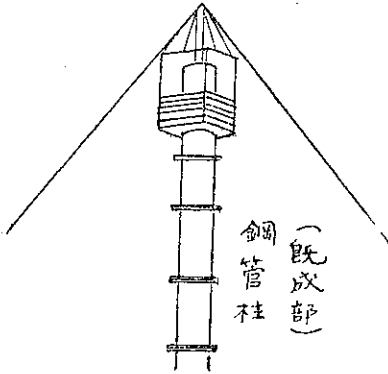
第二十三圖



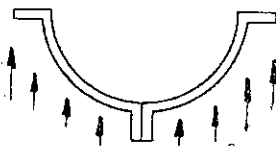
第二十四圖



第二十五圖

第二十六圖
組立用箱

第二十七圖



て方形の混凝土基礎の上に立つ植込まれたる錨釘に依り底部は基礎に固定するものなり、下部の管の直径は50吋基礎より200呎以上は30吋にして其の断面の變化する處は截頭錐形管を用ふ、4、5段毎に四方へ控索を取りて大なる混凝土塊に固定せらる、柱は絶縁せずと雖も控索は2又は3箇所にて球形陶製絶縁體を用ふ、建設には足場を用ひず木柱を既成の管の上に立て之に四角な箱を吊す、箱は底に圓形の穴ありて此中に柱を抱く適當なる位置に吊して錨釘の締付け其他の作業に足場の役をなすものなり、此種の柱は一般なる性質として控索の張り方は最注意を要するものにして各段が何れも適當に緊張せられ居るを要す、四方の各控索の張力不平均なれば柱に彎曲又は傾斜を生ずるを以

て外觀によりても比較的 average 張力を與ふる事容易なれど各段が適當に張られ居るや否やを知る事即何れかの段が特に強く張られ居る時は其控索のみ力を奪け切斷し惹て柱の故障を來す恐れあり之に適當の張力計を用ひ得れば稍正確に張る事を得べし、緊張力弱ければ風に依る動搖大にして從て空中線を害す、然れども此式は既に舊形に屬しマルコー會社にては近年は之を用ひず、自立式鋼塔を用ふる意向を有す倫敦郊外のオンガール (Ongar) の如き式なり、形の上にては簡單なれど鋼板を管の形に曲げる事は特別の

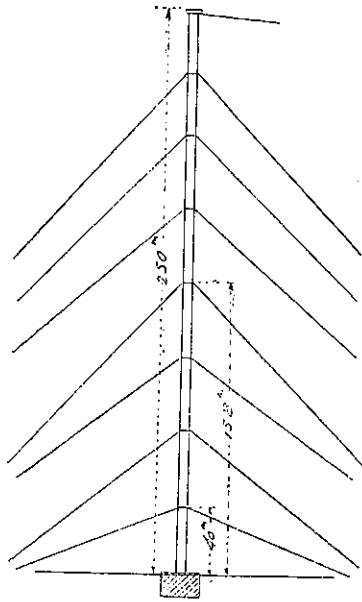
装置と困難とを伴ふ、而して所要材料の重量は正確の數を知る能はずと雖比較的軽く出來居れる感あり、風壓を受ける面積も縦の接合縁あるを以て全部50吋又は30吋の圓筒と考ふる能はず結構の受壓面積と大差なきが如し。

(4) 控索を有する断面四角の結構塔

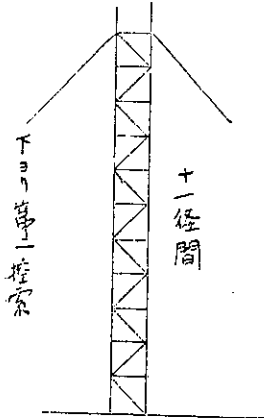
此式は佛蘭西首都巴里よりリオン市へ向ひ約40杆のサンタシー (Sainte-assise)

にある大無線局のものを代表的とす、第十二圖に示せるが如き位置に高さ 250 米のもの17基(圖には16基のみを示す)を建設し宏大なるものなり。

第二十八圖

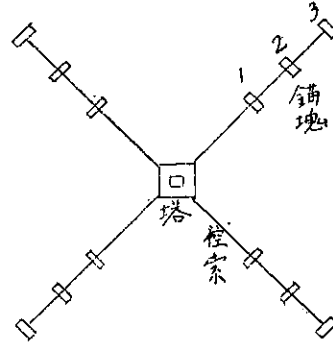


側面圖 (A)

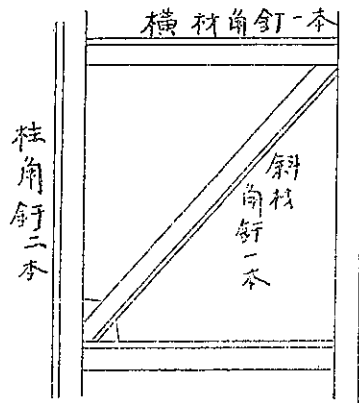


(B)

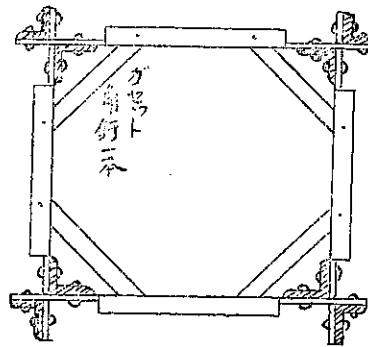
第二十九圖 平面圖



第三十圖 側面圖(甲)



断面圖 (乙)



← 2M →

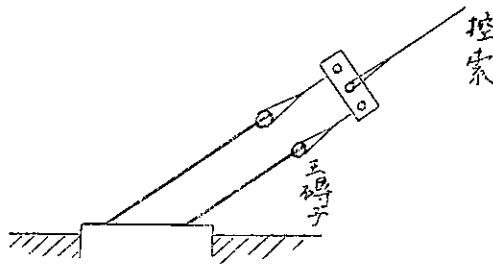
控索は8段にて上段のものは頂上の空中線用控索の張力に堪ゆる爲め之に對する方向のもの大なり。

四角結構の各隅より四方へ控索を張り其控索は埋設せる混泥土地へ固定す、此の錨塊は一つの方向に三つありて上の4段は最も遠きものへ中部2段は其次に下部2段は最も近きものに固定せり。

控索は鋼線を撚らず平行に束ねたるものにして錨塊に近き處と塔に近き處に絶縁碍子あり、玉碍子を用ひたる簡單なるものなり、其接合は第三十一圖の如き装置なり、塔は±基の柱を横材及斜材

にて結合せる結構にして一邊2米の四邊形をなす。

第三十一圖



各柱は第三十圖の如く2本の角釘を各背向きに接板を當て、組み合せたるものなり、構造は製作の上にも組立の上にも頗る簡單なり、塔自身の高さ250米の高さを有するに拘らず110噸に過ぎず之をナウエン局の260米塔360噸に比し約1/3の材料にて出來居れり、

水平の方向の四角形を固定せしむる爲めには高さ約10米毎に四隅に隅板 (Gusset plate) を當てあるのみなるを以て立體結構として此方向に弱點を有するが如き感あり、然れども之を確證するの材料を與へられざるを以て主張する能はず自然の脅威の大なる我國にては直ちに範とするを得ざるものなり。

此局は最近に建設せられ大正12年1月一部の通信を試みるに到りしものなり、竣成せるものとしては世界第一位を占む、近く完成すべき獨乙ナウエン局米國セントラル・ラヂオ局と共に世界の3大無線局たるものならん、此外之と同様の設計にて200米内外のもの6基佛國リオン局に在り。

伊太利のローマ及ピサ郊外にあるものも之と相似のものと思はる。

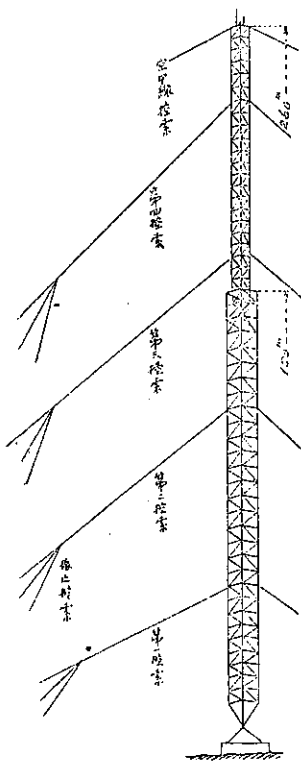
(5) 控索を有する断面三角の塔

獨乙式とも稱すべきものにてテレフンケン會社の局にては多く此設計に依る。レーマン會社にて製作す、此塔の主要なる所在地は有名なるナウエン局なり、局は柏林の西北40軒のナウエン停車場より更に北4軒の處にありて平坦にして小なる川や溝附近に多く濕地なり、特に斯の地下水の高き點を考慮して撰びたるものにて地の電導性は良好なり、前には260米のもの2基115米のもの2基125米のもの4基なりしが現在は改築して260米2基を残して他に新らしく210米7基を建て第二十一圖に示せるが如き扇形空中線に變更しつゝあり、大正12年7月已に完成に近かりき、塔の設計は今日の210米は改新せられたる點多く材料の重量も前の設計に比し約3割乃至4割を減ず、新210米塔の塔自體の重さは1基150噸なり、舊設計にて若し同じ高さとすれば約230噸位を要する割合なり。

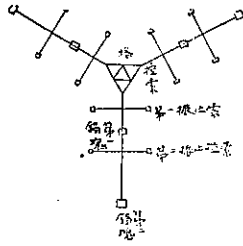
尙アイルヴェエ局には260米のもの1基と100米のもの6基あり、局はハン

ノバーよりブレメンへ行く途中にてハンノバーより 31 軒のノイスタット驛より西方 2 軒の處にあり、之も湖水の近くにして比較的濕地なり、構造は後に述べんとするナウエン局の舊設計と同様なり、此他獨逸國外にては和蘭のアッセル局の 210 米 6 基米國タッカートン局の 250 米 1 基等同會社の設計なり、又北京に於ける三井局 210 米 6 基も亦此式なり、此式は塔は結構とし底部は半圓球の上に支へら

第三十二圖



平面圖



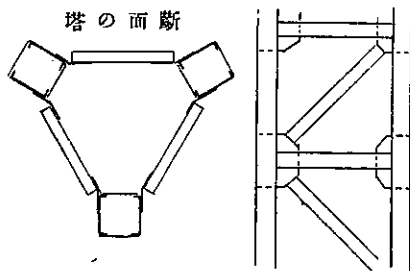
れ彎曲力を生ぜず控索は 4 段にして之に當る風力其他の荷重に對して控索の彈性を考へたる連續桁として設計するものにして 4 段の控索を常に用ふるは計算上の便宜にして應力計算上生ずる方程式が多少の煩雜なる努力にて解き得らる

る最大限度としたるものなり、前述せる佛國サンタシー局のもの又はマルコニー會社式のもの、如く多數即 5 段以上の控索あるものに比し比較的合理的に計算せらると雖尙控索の弛垂等は方程式中に入れざるものにして比較的なるを免れざる所以なり、先づ 260 米塔の構造に就てみるに高さとしては無線電信塔として建設せられたる最高のものたる事既述の通りなり、第三十二圖及第三十三圖に示すが如く斷面三角形の結構塔を各 120 度の方向三方へ 4 段の控索にて支へたるものにして第一第二控索は第一錨塊に固定し第三第四控索は之より遠き第二錨塊に固定し以て塔に對し四つ共に稍適當なる角度を保たしむ、控索の弛垂を成るべく小にして控索並に塔の振動する事を少なからしむる爲めに振止控索なるものを叉狀に設け各 2 個所にて其弛垂を統れり。

第三十三圖

(A)

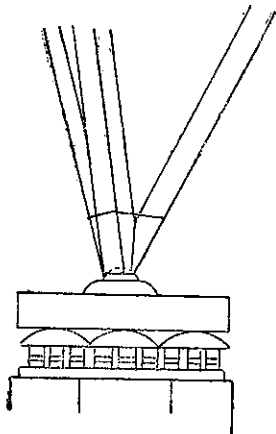
(B)



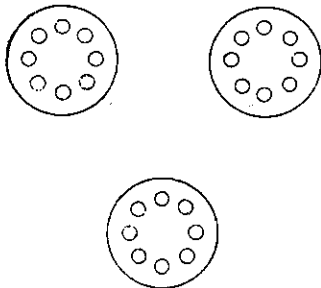
塔は 3 本の柱を横材及斜材にて連結したる結構にて柱は 2 本の溝形鋼にて 12 吋乃至 14 吋のものなり、200 米又は 210 米塔にして三角

形は上下同一なれど 260 米型にて下部 150 米は一辺の長さ 6.5 米の三角形にして上部 110 米は 4.8 米なり、横材及斜材は小形溝形鋼と角釘とを適宜用ひたり、横材及斜材と 3 本の柱で連結して三角形を作る爲には接合鋸は何れも 155 度の角度に曲げざるべからず、大なる接合鋸を全部曲げる事は工場作業上大なる困難を伴

第三十四圖
塔ノ底部



第三十五圖
絶縁碍子



絶縁装置

ふ、此困難を避け最も簡単にする爲め後に述ぶるナウエン局の 210 米新塔の如き形を案出せるものなり、尙 200 米塔の柱は 4 本の角釘を絞釘にて組立てたるものあり此式にては垂直なる柱を造るに困難を感じず、2 本の溝形鋼を用ひたるは此缺點を少くするものなり、塔の底部は錐状にして半球上に支へらる、之が桁の上にあるは桁は絶縁碍子の上に載る碍子は太鼓形碍子を 3 段に積み重ねたるもの 8 個を 1 組として 3 組あり、全部 72 個の碍子あり此の支點が前後左右に動搖するを防ぐには矢張り碍子を以て側面の支壁にて支へ此部分全體は絶縁を完全ならしむる爲低き屋根にて覆はれ雨に濡されず此塔身を地面と電氣的絶縁をなしたるものは獨逸の式のみにて他に見ざる處なり。

碍子の破損したる時之を取換ふ事要あるべきを以て桁は塔全體を一時扛器を以て支ふるに堪ゆる設計なる故比較的此部分に多量の材料を要す、されど半圓球支點なるが爲に力は常に一點に集りて基礎の中心に働くを以て地盤の強固ならざる場合等には都合よき點あり、

此塔にては 6 米角にて厚さ 2 米の鉄筋混凝土基礎の上に立つ塔より來る最大壓力は重さ及び應力の分力を合せ 800 噸なり、塔自身の總重量は 360 噸の鋼材を用ひ工場にて製作し得る部分は鋸釘にして組立には全部締釘を用ふ、従て此種類にては締釘孔の凡て同心にして同大なる事締釘は仕上ボルトにて孔との差を出來得る丈け小ならしむる事最大要件の一つなり、之には現場作業上には困難多しと雖不得已のものならん控索は撚りたるものは伸長するを以て一切用ひず凡て鋼線を數十又は百數十本夫々壓力に應じて充分なる強度を有するものを平行にして束ね

第三十六圖

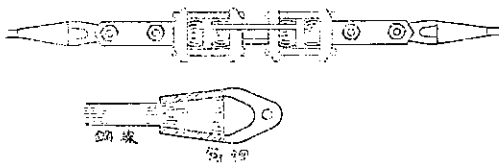


之を1米毎にて鐵線にて緊結し其尙上を鐵線にて螺旋狀に巻き



其尙上を鐵線にて螺旋狀に巻き

第三十七圖

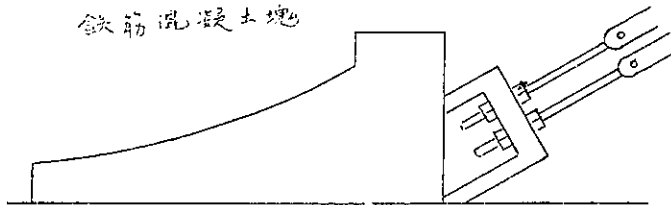


ものは第三十七圖の如き鑄鋼に太鼓形
碍子4個を挟みたるものなり、之を1組
として多く2組を連結して1箇所を用
ひ塔の取附箇所及底端に近き所と中部
振止控索の處2箇所合計4箇所に用ひ

あり鋼索の取り付けは最も注意を要する點にして錐形の洞孔ある鑄鋼に挿入し先
端を熱して各々曲げ之に錫類の合金を流し込みて固着す、振止控索も亦此方法に
て絶縁す、控索の底端は鋼構に大なる締釦(Bolt)にて固定して張力を調節し得せ

第三十八圖 控索 錨塊

鉄筋混泥土塊



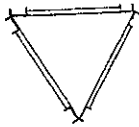
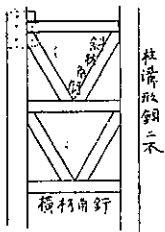
控索

しむ、錨構は
大なる鉄筋混
凝土錨塊に植
込めるものに
して基礎より
大にして重量

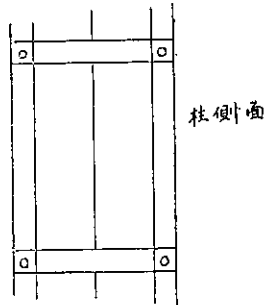
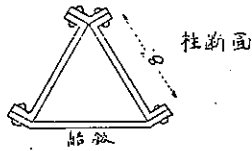
も大なり、1基の塔に對し6個を要すべし、振止控索に對しては別に小なる錨塊 1
2 個あり、横材に固定して梯子を設く、梯子は垂直にして獨逸形にては小角釘に
て全部造れども實際使用上には丸棒を用ふれば掴むに便なり、米國の塔にて丸棒
2 本を用ひあり、之も亦昇降に却て不便なり。

各控索の塔に取付ける處にて塔の中は鐵板にて床張りをなして作業其他の便に
供す、新設計 210 米塔はナウエンに7基和蘭アッセル局 (Assel) に6基あり、アッ
セル局はアムステルダムより東方アペルドーン (Apeldoorn) 驛に近し、此設計は
大體の形構造は前の 260 米と同じく三角形結構を4段の控索にて支へたるものな
れども塔の結構は其構造を異にす三角形の一邊は4米にして上下同様なり横材斜
材は全部角釘にて第三十九圖の如く K形結構をなす、而して柱は新考案にして溝
形鋼を背合せに 60 度開きて之に第四十圖の如く結板 (Tie Plate) を約1米毎に

第三十九圖



第四十圖



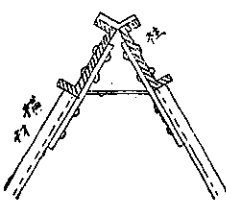
両面に當てたるを以て此結筋の薄片を短
き方は中央にて 120 度に曲げ長き側のも
のは両端を 150 度に曲ぐるものにして横
材及斜材の取附用の大なる鉄は曲ぐる事
なく溝形鋼の背に直接當つれば丁度三角
形の方に横材及斜材の方向と一致する
ものなり。

柱は約 8 時の溝形鋼にて従來の 12 時に
比し小にして横材及斜材も亦小なる爲め
風壓を受くる面も小となり斯く従來の設
計に比し 3 割以上の材料を節約し得たる

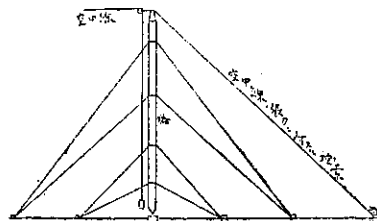
ものなり、控索の構造等も前者と同様なれども勿論大さは著しく小となし得。

空中線は獨逸式にては何れも錘を一端に吊して空中線の張力を一定する方法に
して塔の頂部に滑車あり、之に掛る空中線と反對に此張力に平衡する爲別に控索
を頂上より一方へ張り以て平時は頂上に大なる水平應力を塔に及ぼさざるの設計
なり、此方法はボルドー局の場合又は北京三井局の如き場合に適用するに最も良
好なりと考へらる、錨塊に至る距離餘り大なるを要せず従て所要面積を減ずる事
をも得べしと信ず、而して塔は單に垂直分力のみを受くるのみとなる利益あり空
中線の高さを塔の高さに成るべく近からしめ其有效高を大ならしむる爲には空中
線控索を充分に緊張して弛垂を小にするを要すべし之が爲には塔の頂上に起る大
なる水平應力を無くし又は小にする爲め自立塔にても此控索を張る必要あり、獨
逸のケーニッヒ・ウスター・ハウゼン局は歐洲通信用の局なるが伯林の東方汽車 1 時
間の道程に位す、塔の高さ 150 米のもの總數 7 基あり之は他と又少しく形を異に
し断面四角の結構を四方へ控索を取れり、控索は 4 段にして塔も底部の絶縁せら

第四十一圖

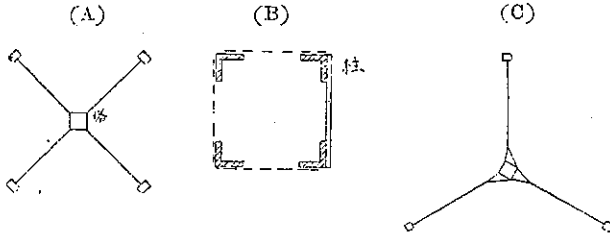


第四十二圖



れ居る事同様にして佛國サ
ンタシー局の四角塔にて多
數の控索あるものとは設計
上に大なる差あり、ノウエ
ン式のものに屬す、此方法
にては鉄を曲ぐる事を要せ

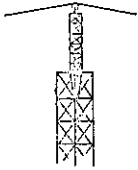
第四十三圖



ず、製作上には非常に便なる長所あり、只比較的少量の材料を要するを以て經濟的ならざるが如し、此局にて現在新に増設しつゝあるものは四角の塔を三方へ控

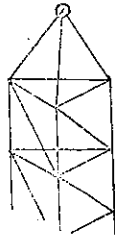
第四十四圖

ナウエン舊塔頂端



第四十五圖

210 米塔尖端



索を取れるものあり、第四十三圖(C)の如し、塔は高さ餘り大ならざるを以て柱は角釘1本宛にして横材斜材は小なる角釘を用ふ、控索の絶縁には玉碇子を用ひて簡單なり。

ナウエン局の舊塔にては頂部7、8米は更に小なる四角結構を立つて不測の應力にて萬一の場合塔の主體を害せざる爲め此部分を少しく弱く設計せり、之は尙現存するものに多く用ひられ居れり。

ナウエンの新塔にては此方法を取らず塔の頂部は3本の柱よりピラミッド形に組立てたり。

ナウエンの新塔にては此方法を取らず塔の頂部は3本の柱よりピラミッド形に組立てたり。

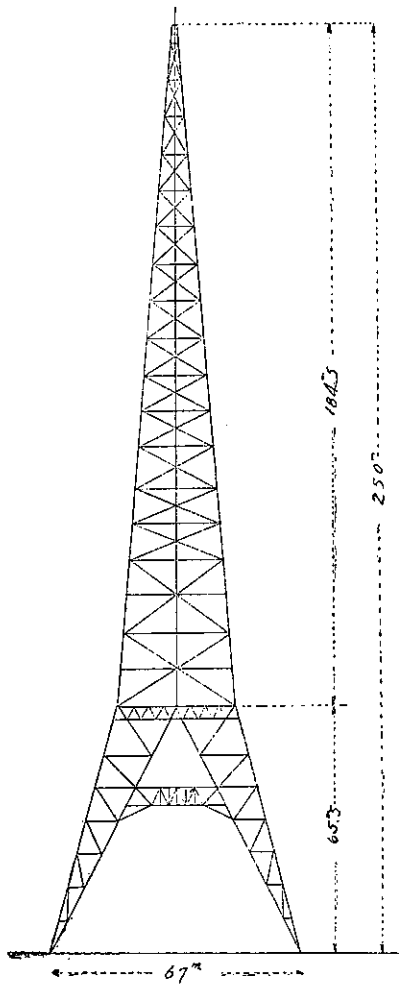
(6) 断面三角の自立鋼塔

控索を用ひず自立の塔は維持保存の上にては又電氣的障害の少き點に於ても最も推奨せらるゝ處なるも建設費の他に比し大なる點は電氣的に地面と絶縁する事の至難なる點に於て採られざる場合ありと雖も空中線の様式I形を用ひらるゝ場合には絶縁の必要少きを以て第二の故障は除かるゝに到り近來は自立塔を撰ぶの傾向にあり殊に控索あるものは日本の如く溫暖にして濕氣多く錆の恐れ多き國にては危険にして建設後の維持修繕は通信の妨害をなし作業の困難と相俟ちて大なる缺點なり、此形式の塔にて今日代表的のものは佛國ボルドー局の高さ250米のもの8基なり、第十圖に示せるが如き位置に立つ形は第四十六圖の如し。

局はボルドーよりアルカホン (Arcachon) の方向への汽車にて20軒のクロアダン驛 (Croix d'Hin) の東にあり、附近一帶の平野にして起伏少く地質基礎としては良好ならず稍濕潤にして電氣的には好適地ならん、停車場に近く正門あり、局舎との左右に數棟の官宅あり、此局は弧光式發信裝置2基を有し目下500キロの

高周波發電機据附中なり。

第四十六圖 ホルダー局 250米塔

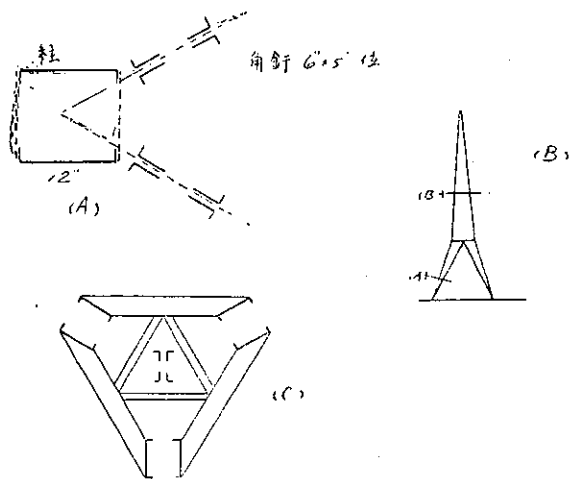


此塔は歐洲大戰中米國のピッツバーグ・デス・モイン鋼鐵會社 (Pittsburgh des Moin steel Co.) にて設計製作したるものにて基礎及組立は佛國政府にて成せるものなり、エッフェル塔を除く自立塔として最高のものなり。

此形の代表的にて最高のもの佛國にありと雖も元米國にての設計にして其の普通性より云ふも米國式と稱すべきものなり、アンナポリスにある米國海軍局の約200米の塔6基等も同様の設計なり、尙華盛頓の郊外アーリングトン (Arlington va) の400呎1基及300呎のもの2基も之れと類似のものにして只斷面四角たるの差あり、米國ラヂオ・コーポレーション會社の技術者の言に徴するも出来る丈け控索ある塔は避くるの方針にて何れも自立塔を必要とせり。

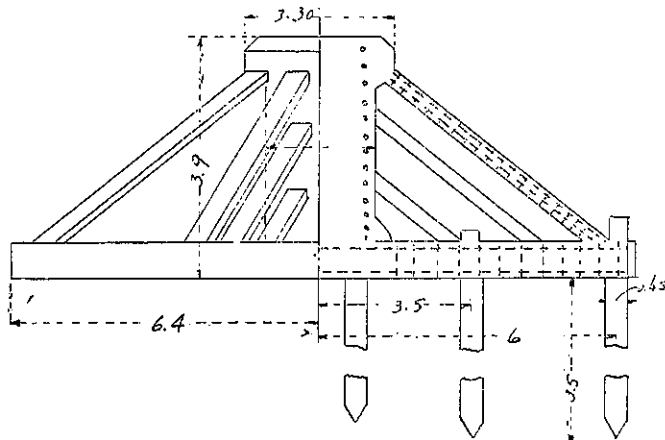
ホルダー局のものは第四十六圖に示せる如き3脚の上に立つものにして3脚の開き一邊67米高さ65.5米の處にて一邊32米となり頂上の一邊

第四十七圖



3米にして此間184.5米は一直線に截頭錐體の形をなす、斜材は兩對角線に入れて柱は2本の溝形銅を組立てたるものなり、横材斜材は多くは4本の角釘を組立てたるものなり、脚の基礎に近き部分の斷面第四十七圖の如し。

第四十八圖 基礎

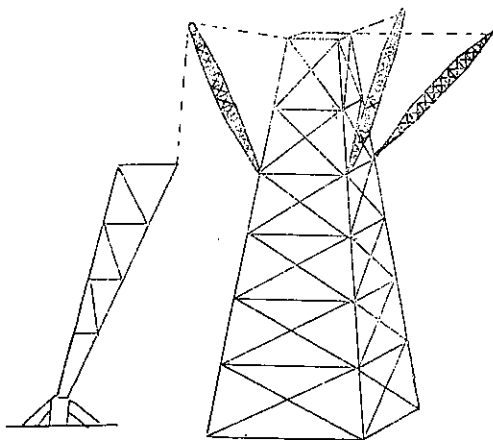


塔のみの重量は製造會社にては 500 噸なりといふも佛國にて記載せるものによれば 560 噸と稱す、基礎及建設に就ては Genie Civie 1921 年 6 月 18 日及び 7 月 9 日號に記載すと雖も塔の建設に就ては發表せるものなし。

基礎は第四十八圖の如き形なり長さ 3.5 米の混

凝土杭 36 本の上に立つ其上に鐵筋混凝土の成るべく重量を少くせる形の基礎を造れり。

第四十九圖



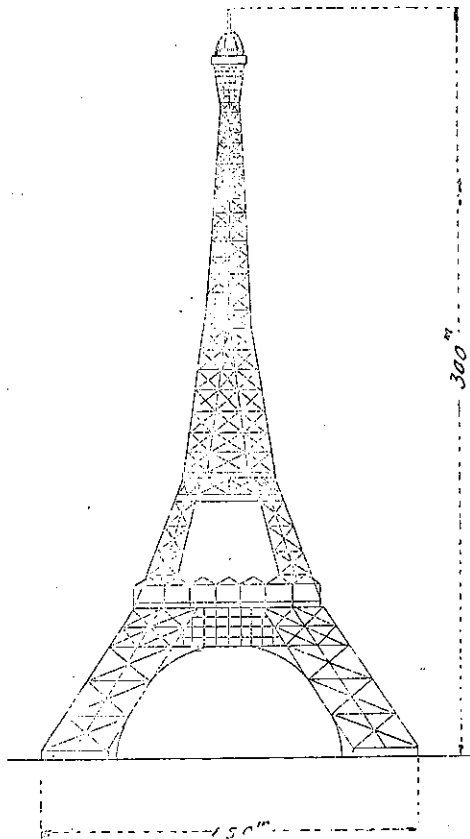
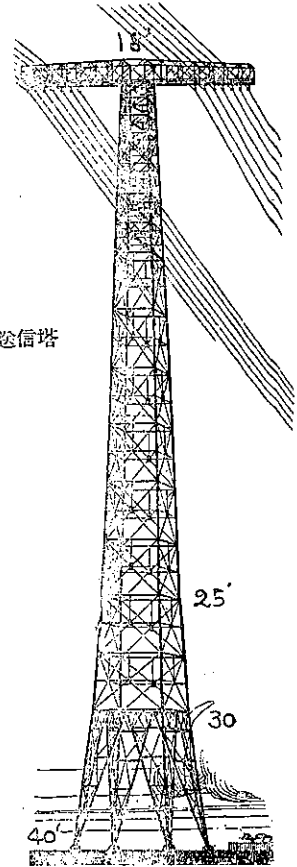
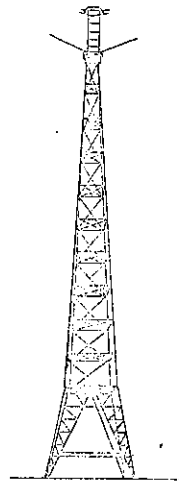
建設には第四十九圖の如く塔の錐體部の上より第 11 乃至第 16 徑間まで 6 徑間を用ひ之を 3 脚の中央に組立て足場として之に三方へ突出せる脰を以て起重機とせり、高さ 65.5 米の脚部の建設了れば此必要なく塔の本體を足場として上へ組立つ。

此塔の設計には頂部に働く水平力を 22,000 呎と假定し風力 1 平方呎 30 呎なれど受壓面積は結構の部材の面積の 1 倍半とせり、鋼材料の許容強度を張力 1 平方呎 16,000 呎壓力は $18,000 - 70 \frac{l}{r}$ なる値を用ふ、 l は長さ r は最小環動半徑なり。

(7) 斷面四角の自立鋼塔

此式は設計の根本に於て前の三角塔と異なる事なし、自然の結果として材料の重量は増加すべし、然れ共巴里のエッフェル塔の如く無線電信の空中線を支ふる目的ならずして他の目的を有するものは勿論此形を取る必要あるべく又米國ロング、

第五十圖 エッフェル塔

第五十二圖
紐育の中央局無線塔第五十一圖
米國アーリントン局送信塔

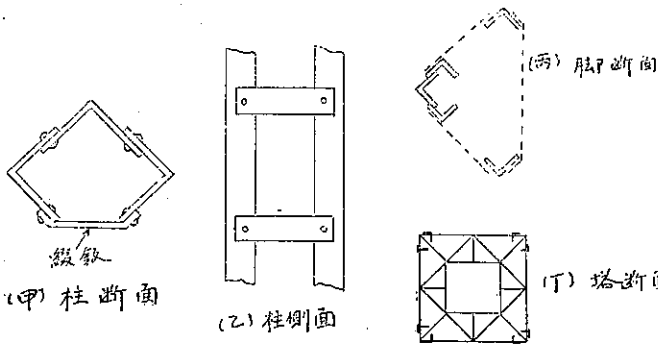
アイランドの中央局の如く上に大なる突構を附する場合等には製作上又は強度の關係上必然四角斷面を必要とす、控索を有する塔自身は同じ邊を有する三角又は四角なる場合には横材、斜材の取り付け方には大なる差あり、即ち前に述べたるが如く三角斷面なれば獨逸の新 200 米式の如きは此必要なけれど普通の場合には接合板を全部曲げざるべからず、然るに此自立塔に於ては柱は傾斜するを以て四角塔の場合も柱の面と横材、斜材の面は一平面に非ず、故に大小の差はあれ共此點の困難は同様なるを以て單に空中線又は吊架線を支ふのみなれば三角塔とするを經濟的設計と信ずるものなり。

第五十圖は 300 米世界最高構造物たる巴里エッフェル塔にして第五十一圖は米國華府の郊外にあるアーリントンの 400 呎塔なり。

何れも無線電信用のものとして目的に適合したるものに非ず、第五十二圖は米國紐育の中央局なり、此局は米國ラヂオ・コーポレーションのものにしてロングアイランドのロツキ・ポイント (Rocky Point) にあり、紐育ペンシルバニア驛より約 60 哩なり、此地點は高燥にして地質も堅實なる事已に述べたり、塔は何れも高さ 400 呎にして上に 150 呎構桁突出す。

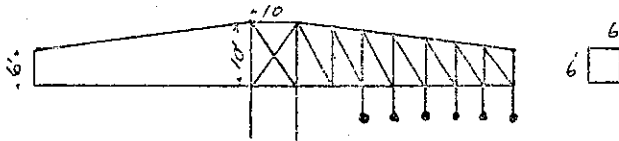
即ち片方の腕は76呎あり第五十二圖の如し、現在 6 基宛局舎を挟みて兩方へ並び合計12基あり、1 基の重量兩端のもの 160 噸中間のもの 150 噸なり、ピッツバーグの米國橋梁會社の設計製作にして同社に於ても亦ラヂオ・コーポレーションにても設計の優秀を以て自負し居るものなり、設計の異なる主なる點は柱の断面にありて 3 本の角釘を第五十三圖の如く合せたるものにて獨逸の新断面と相對すべく

五十三圖



然も相似たる點あるを感ず、綫釘を用ひず綴釘を附す、塔は 4 脚が一邊 40 呎の四邊形の上に立ち頂部一邊 10 呎にて脚の上にて邊の長さ 30 呎脚より第 2 徑間の處にて 25 呎にて他は直線なり腕は第五十四圖の如き結構にして 7 徑間に分ち端より六つの格點に空中線を吊す。

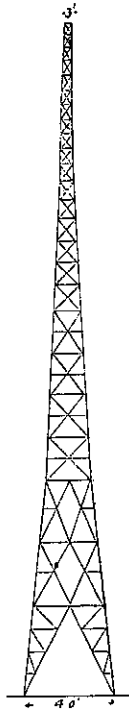
第五十四圖



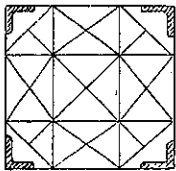
の脚の上方に向ふ張力中間塔にて 150,000 呎端の塔にて 175,000 呎を生ず、之に對する錨釘夫々基礎中に植込みあり、塔の組立は下部 200 呎は全部綴釘にして上部 200 呎は組立部分に締釘を用ひたり、而して下半部はペンキ塗なれど上半部は全部亜鉛鍍をなせるものなり。

英國マルコニエ會社にて新設せるオンガール局は倫敦の郊外 23 哩の處にありて此處に用ひたる塔は高さ 300 米に過ぎざれ共 7 基ありて設計は頂部の一邊 3 呎脚の處 40 呎あり、一直線に擴がる此塔にては綴釘を全く用ひず、全部締釘にて材

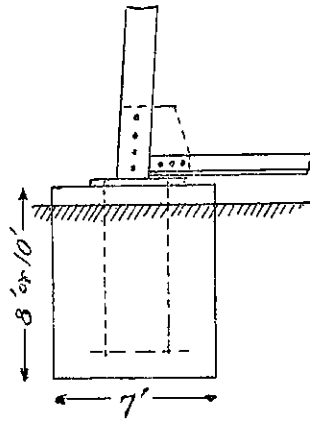
第五十五圖 (甲) 塔側面



(乙) 塔断面



第五十六圖



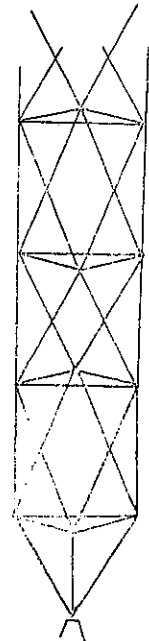
料は全部角釘なり、柱も角釘1本にして1基の塔の重量36噸なり。

基礎は第五十六圖の如し

(8) 鐵筋混凝土塔

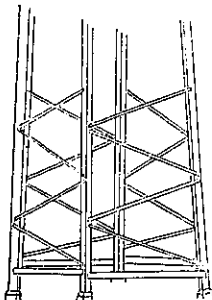
無線電信塔として鐵筋混凝土塔を用ひたるは殆ど我原ノ町局のみにして而も660呎の高さを有し頂部中心直徑4呎底部90呎の龐大なる圓臺聳立せる壯觀は他に例なく米國のウエバー會社は同社のウエバー式型板を使用したる緣故により世界第一の鐵筋混凝土塔と

第五十八圖



して自社の廣告に利用し居れり、該塔の設計の概略は各國の雜誌に掲載せられ頗る注目を引けり、建設當時の如く形鋼類の必迫せる特

第五十七圖



種状態に非ざれば平時にては經濟的に有利なる能はず、又地盤の堅實を要する等の困難あり絶へず改良されつゝある無線電信用としては其耐久力の殆ど無限にして維持の最も容易なる長所を充分に利用するに到らず、従て續々として新設又は改築せらるゝ塔としては鐵筋混凝土塔の出現を見ざる所以なり。

(9) 其他の塔

マルコニー會社にて初め建設せるポルヂェ (Poldhu) の塔は木

造四角形のものなり第五十七圖に示すが如き形なり。

勿論一時的の構造にて高さも 65 米に過ぎず、木造は充分丈夫なる高さ塔を建設する事困難なるを以て今日用ひらるゝものなし、又第五十八圖に示すものはレンダール (Rendahl) と稱す、三角八面體を積み重ねたるが如きものなり控索を用ひたり。

建設費の安き事を特色と稱すれども部材の種類少き割に接合部の構造簡單ならず廣く用ひらるゝに到らず。

(10) 塔の設計及製作

塔の設計につき基本となるべき荷重は次の數種あり

- (1) 空中線及び其吊架線の張力
- (2) 空中線及び其吊架線に當る風壓
- (3) 空中線及び其吊架線の重量
- (4) 塔に當る風壓
- (5) 塔の重量

塔は平面結構としてのみならず立體結構として強度を考ふべきものなるを以て各方向の張力、風壓等を考慮せざるべからず、空中線及び其吊架線の張力、重量又は之に當る風壓等は勿論電氣的要求より生ずる空中線の數等により差あり、之が緊張の方法も前述の如く各種の方法あるを以て一定する能はず空中線に雪の附着せる等の場合あり、米國橋梁會社にては之に厚さ 1/2 吋の氷層を以て覆はれたる場合を取る等の考案ありと雖も要するに如何なる場合にも空中線の破壊強度以上に達する事なきを以て或る場合は此破壊強度を標準とし之より適宜定むるの方針に出づる方簡單にして確實なり勿論如何なる場合にも塔をして空中線の破壊強度に堪へしむる事は困難なれば適當の取捨又は塔に特に之に對する安全裝置を必要とする場合も生ずべし、大無線局にての塔は約 10 噸 即ち 20,000 瓦又は 22,000 呎の水平力を塔の頂上に受くるものとして設計せられたるもの頗る多く何れの場合にも正確なる値を定むる事困難にて又常に改良の爲め空中線裝置の變更等を免れざるを以て水平力の概略 10 噸なる値は深き計算上の根柢なくして之を採用せる場合も多きが如く實際之を標準として設計する事は適當なる假定と信ぜらる。

風壓は塔の建設せらるゝ地方によりて大差あるを以て強度の假定も一樣なら

ず、佛國ボルドーのものは毎平方呎の平面につき30昕として設計せらる、橋梁設計等にて標準とせらるゝ30昕の風壓は歐州一般に採用せらるゝものゝ如く米國にては各州の記録により最大風壓に耐ゆる如く設計せらるゝものあり、即ち米國橋梁會社にて紐育附近のものは20昕の風壓を採用せり、我國にては此點に於ても亦不利の地にあり、風威強大なるを以て原ノ町の場合の如く地表にて毎平方呎に60昕高さ10呎を増す毎に1昕宛を加ふる假定は實に不已得ものならん。

米國橋梁會社にて風速と風壓との關係は次の如く取れり。

$$\text{平面に對し} \quad P = 0.0042 V^2$$

$$\text{圓壙に對し} \quad P = 0.0025 V^2$$

$V = 1$ 時間の風速哩

$P = 1$ 平方呎に對する風壓昕

ピッツバーグ・デス・モイン會社にて設計せる佛國ボルドー局のものは1平方呎30昕とすると同時に塔の受壓面積を實際の面積の1倍半として安全率を取れり、材料の許容強度の決定も各國多少の差あり然れども自重及風壓よりの應力が主となるを以て一般に許容強度は大なる値を用ふ、今茲に2、3の例を列記すれば次の如し。

米國橋梁會社のもの

$$\text{許容張力} \quad 20,000 \text{ 昕/平方吋}$$

$$\text{許容壓力} \quad 20,000 - 85 \frac{L}{r} \text{ 昕/平方吋}$$

$$\frac{L}{r} < 150 \text{ の場合}$$

$$15,500 - 55 \frac{L}{r} \text{ 昕/平方吋}$$

$$\frac{L}{r} > 150 \text{ の場合}$$

$L =$ 部材の長さ

$r =$ 最小環動半徑

彎曲に對する最大強度も同様 20,000 昕/平方吋

締釘又は綴釘

$$\text{許容裁力} \quad 13,500 \text{ 昕/平方吋}$$

$$\text{許容受壓 (Bearing)} \quad 27,000 \text{ 昕/平方吋}$$

脚部等の主要部の $\frac{L}{p}$ は140位を越へざる事、其他の部分も200位を越へざる事を指定す。

米國デス・モイン會社のもの

許容張力 16,000 斤/平方吋

許容壓力 18,000—70 $\frac{L}{p}$ 斤/平方吋

なり、獨逸の設計も之に近き値を採用し居れり、實際我國にて設計するに當り風力を前記の如く充分に取るに於ては張力 20,000 内外壓力之に應ずる程度迄許容強度を擴張する事は差支なきを信ず。

此他設計の詳細なる注意に至りては橋梁其他の鋼構造物の一般規定と大體同様なり、製作に到りては何れも高さ建造物にて組立の困難も大なるを以て周到なる注意を拂ふを要すべし、英國ダーリングトンのクリーブランド橋梁會社の工場を見るに勿論一般橋梁製作所なるも設備完備し壓穿機は頗る少く數十の鑽孔機を備へ各部材を集めて同時に綴釘すべき鋸又は形鋼を重ねたる儘鑽孔する所謂歐羅巴式を行へり、此方法なれば野外作業にて締釘のみによる事多き無線塔に取りて理想に近き方法と思はるゝも同所の如き多數の強力なる起重機と數十の鑽孔機を備ふるに非らざれば實行困難なり。

假組立等も廣き組立場と多數の大起重機とありて頗る便なり。

米國橋梁會社は其設備の組織的にして大なる事類例少きものなり。

之を英國のクリーブランド會社と對稱するに米國橋梁會社のものは壓穿機及び諸機械優秀なるもの多く凡て電氣的に操縱して迅速なる作業を主とせらる綴釘孔を鑽孔する事は殆どなく何れも擴孔機を以て組立後各鋸の孔を揃ふるも精確なる合致を期する事困難なり、英國會社にては強度の點に最も重きを置き釘孔も壓穿する事なく凡て鑽孔す、米國ピッツバーグ・デス・モイン會社の工場は前者に比すれば小規模にして同社は目下主として水又は油の槽を製作す従て鋸を曲げ又は截斷する等の設備は多少の特種なるものを備ふ、尙設計の詳細につきては此小篇の能く悉す所に非ざるを以て他日更に詳論せむ事を期するものなり。(完)