

出國報告(出國類別：實習)

# 架空輸電線路景觀美化與環境保護 之技術實習

服務機關：台灣電力公司

姓名職稱：李佳諭(一般工程師)

派赴國家：日本

出國期間：98年10月12日~10月17日





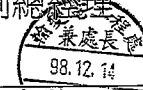

報告日期：98年12月11日

### 出國報告審核表

出國報告名稱：架空輸電線路景觀美化與環境保護之技術實習		
出國人姓名(2人以上,以1人為代表)	職稱	服務單位
李佳諭	一般工程師	輸變電工程處
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input type="checkbox"/> 研究 <input checked="" type="checkbox"/> 實習 <input type="checkbox"/> 其他 _____ (例如國際會議、國際比賽、業務接洽等)	
出國期間：98年10月12日至98年10月17日		報告繳交日期：98年12月11日
出國計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2.格式完整(本文必須具備「目地」、「過程」、「心得」、「建議事項」) <input checked="" type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 4.內容充實完備. <input checked="" type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input checked="" type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.退回補正,原因: <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 9..本報告除上傳至出國報告資訊網外,將採行之公開發表: <input checked="" type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會(說明會),與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他 _____ <input type="checkbox"/> 10.其他處理意見及方式:	

**說明：**

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

報告人		審核人	單位   主管  主管	總經理 副總經理 	
-----	---	-----	---	---	---

## 行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：架空輸電線路景觀美化與環境保護之技術實習

頁數 33 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話 台灣電力公司/陳德隆/02-23667685

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

李佳諭/台灣電力公司/輸變電工程處/一般工程師/02-23229822

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：98年10月12日~10月17日

出國地區：日本

報告日期：98年12月11日

分類號/目

關鍵詞：輸電線路、景觀鐵塔、環境調和

內容摘要：隨著都市化發展及民意要求，本公司規劃架空輸電線路時，如何利用景觀美化手法，減少輸電設施對視覺衝擊並善加營運，以改善民眾對輸電設施之刻板印象。本次實習安排前往日本那須(NASU)電機鐵工株式會社學習架空輸電線路景觀美化與環境保護之技術。在該公司安排下，除介紹關東地區茨城縣及千葉縣等地區之景觀鐵塔實績案例並至現場實地觀摩及討論交流，使更加瞭解日本景觀鐵塔規劃原則、設計程序及設計理念，茲將實習所得整理成報告，俾供公司同仁學習借鏡與設計時參考。

本文電子檔已傳至出國報告資訊網 (<http://open.nat.gov.tw/reportwork>)

# 目 錄

	頁次
壹、出國目的.....	1
貳、出國過程.....	2
參、實習內容.....	3
一、前言.....	3
二、景觀實績與環境保護案例之參訪與檢討.....	3
三、景觀鐵塔規劃原則.....	11
四、景觀鐵塔設計程序.....	11
五、心得與建議.....	11
附圖.....	13

## 壹、出國目的

基於國家長期發展利益，環境保護與經濟發展應兼籌並顧，已於一九九四年公布環境影響評估法，規定各種開發行為，在規劃階段應同時考量環境因素。因此，本公司規劃架空輸電線路時，亦須考量當地環境之保護與如何利用景觀美化手法，減少輸電設施對視覺衝擊並善加營運，以改善民眾對輸電設施之刻板印象。

由於輸電鐵塔為架空輸電線路之支持物，設計時需能承受極大負載(如風力、地震力)、電器絕緣距離問題與經濟因素…等設計條件限制，如何於鐵塔設施上進行美化，亟需藉由國外經驗供學習借鏡，以提供當地要求鐵塔景觀美化時之規劃參考與對外溝通說明，增益外界對輸電設施之接受度，使本公司順利推動輸配電電網供電計畫。

## 貳、出國過程

一、 日期：98年10月12日

內容：往程

地點：台北→東京

二、 日期：98年10月13日至16日

內容：實習架空輸電線路景觀美化與環境保護之技術

地點：那須(NASU)鐵塔公司

三、 日期：98年10月17日

內容：返程

地點：東京→台北

## 參、實習內容

### 一、前言

隨著都市化發展及民意要求，日本電力公司於規劃架空輸電線路時，其鐵塔設計除須考量安全性與經濟性外，對於位處都市、住宅區或鄰近公園、休閒、遊憩…等地區，在景觀方面也特別重視。強調在遠景方面以「融和於周圍景觀、避免突兀感」；在近景方面以「可形成親近空間、避免複雜感」做為設計理念，期望建造出可獲得地區民眾接受與認同的輸電鐵塔。

日本那須(NASU)電機鐵工株式會社於 1939 年設立，主要業務包括：電力設施之設計與製造，如送電線鐵塔構造物、發電所及變電所之門型鐵架及各種機器台架等設備；鍍鋅加工、礙子材料、通信鐵塔及其他鋼鐵構造物之設計與製造。早期國內所採用之鐵塔曾由該公司所開發設計，此次特前往該公司實習架空輸電線路景觀美化與環境保護之技術。在那須(NASU)電機鐵工株式會社精心安排下，除介紹關東地區茨城縣及千葉縣等地區之環境調和鐵塔規劃案例並至現場參訪。經由實績案例、實地觀摩及討論交流，可瞭解到日本環境調和鐵塔採用的背景、地點的特徵，限制條件及設計決定前之經過等，故茲將此次實習心得彙整報告如后。

### 二、景觀實績與環境保護案例之參訪與檢討

#### 案例一：日本 500kV 景觀鐵塔之開發檢討

##### 前言：

依照茨城縣「國際港灣公園都市計畫」內容要求，在這區域內之 500kV 常陸那珂火力線有 4 座鐵塔需考慮景觀美化。鐵塔設計是以發電廠高度 200m 的煙囪為主，輸電線為輔進行檢討，詳圖 1。

##### 設計理念：

在遠景方面以「融和於周圍景觀、避免突兀感」；在近景方面以「可親近空間、具有輕快、清爽及安心之感覺」做為設計理念。

#### 設計負載：

設計類別	條件	備註
電器設備技術基準	高溫季節(甲種)	風速 40m/s
	低溫季節(乙種)	覆冰 6mm(比重 0.9)
送電用支持物設計標準 JEC127-1979	強風時	風壓 125kg/m <sup>2</sup>
	平常時、作業時	風壓 20 kg/m <sup>2</sup>
耐雪強化設計	著雪時	著雪 40mm(比重 0.6)

#### 設計檢討程序：

以既有的設計實例或本線路的建設條件下選出設計案，並根據設計理念及評選項目進行選定，共有(1)纖細型(slim type) (2)簡單型(simple type) (3)剛構架型(rahmen type) (4)博覽會型(expo type)，詳圖 2。

#### 電腦製圖之評選：

利用「電腦製圖」預測周邊的未來景觀，並設定檢討鐵塔設計之視點場。接下來改變前述 4 種型式的視線距離作出眺望的電腦製圖。

由數十位試驗人員實施印象評選實驗(一對一比較法)進行優劣比較。其結果若未考慮地區性則「剛構架型」雖較好，但以「避免突兀感」觀點來說，則不適用本地區的設計理念，故最後選定「簡單型」。

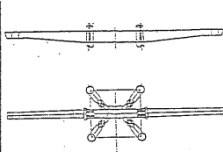

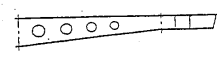
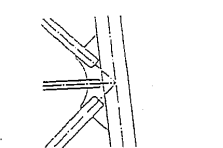
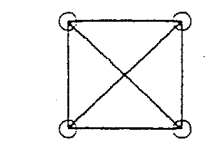
#### 鐵塔造型設計

為可呈現「輕快感」，除最下節以外之塔體採用「single warren 結構」方式，橫擔部分則採用「變化斷面之 I 型鋼」，使構件數量盡量減少，並將 I 型鋼斷面進行「開孔」，給予人們有「簡潔」的印象，如圖 3 所示。

#### 鐵塔造型規劃



將「簡單型」朝造型美之特徵，形狀改善的方向予以明確化，整體的平衡及各部位詳細的形狀設計，及利用設計的比較圖、電腦製圖及模型進行改良，檢討結果如下表所列。

項 目	評 選 結 果	參 考 圖
主柱材的扭轉	評 選 項 目：在 設 定 $2 \tan \theta = 0.165, 0.200, 0.250$ ，共 3 種的扭轉條件下，作成 C.G 進行評選，其結果為採用 $2 \tan \theta = 0.200$ 。	
橫擔的形狀	不將主柱材的縱向線形分段，為提高輕快的印象，將橫擔從塔體獨立，採用 I 型鋼的單純樑構造及塔體內則採用對角樑材。	
橫擔的尖端變細	為給予電線的重量變輕的印象將橫擔的正面形狀下側部份變細。	
橫擔的開口部	為橫擔使用 I 型鋼時，在垂直面看得清楚的地方可強調其輕快感，在垂直面的寬度配置適當比例的圓形孔。	
補強板	單斜材的腹材從上到下相接，為提高清爽感，補強板採用曲線的輪廓。	
塔體內水平材結構	塔體內水平材結構，以往雖常使用鑽石結構，但降低構件的煩雜感，使人往上看時有清爽的印象，而採用對角材結構。	

從設計檢討中所選出的景觀鐵塔因為橫擔、塔體造型及橫擔與塔體接合方式均是以前沒有的，除了要經過技術課題的解析、實驗、及實際規模的組立試驗，以進行耐力、可靠性的確認，亦要針對合理的設計手法進行檢討，其檢討項目及方法，詳圖 4 所示。

### 立體應力分析：

#### (1) 檢討項目

- ① 橫擔負載傳遞於塔體之應力檢討。
- ② 腹材安裝點的偏心連接處所產生的彎曲應力之檢討。
- ③ 從單斜材到雙斜材的應力傳遞之檢討。

#### (2) 解析對象鐵塔及解析案例

解析對象鐵塔與解析案例如下表所示。

	No.1	No.2	No.3	No.4
	PQD	PQKT <sub>1</sub>	PQKT <sub>2</sub>	PQC
塔高	75m	109m	102m	95m
荷重徑間	180m	410m	560m	450m
水平角度	30° ~ 51°	33°	66°	23°

電技高溫季 常時.異常時	0 風向 60 風向 90 風向
電技低溫季 常時.異常時	
JEC 強風時(高溫季)	
JEC 作業時	
著雪時(耐雪設計指針)	

#### (3) 解析方法，詳圖 5。

- ①解析程式：STAN/3D（株）構造計畫研究所開發。
- ②解析手法：線形解析。
- ③元素類別：3次元平面元素。
- ④邊界條件：主柱材與橫擔連結為剛性接合、腹材的十字接頭為剛性接合接頭、腹材與補強板的溝型接頭以螺栓連結、塔腳部則為剛性接合。

(4)FEM 彈塑性解析項目，詳圖 6。

- ①橫擔及主柱材之應力分布情形，詳圖 7~圖 10。
- ②P- $\delta$  效應分析。
- ③細部構材的應力傳遞行為分析。
- ④橫擔橫向挫屈分析。
- ⑤橫擔腹部開口對翼版的影響，其應力分布情形，詳圖 11。

#### 分析及試驗結果：

- (1)風洞實驗分析：主柱材的最小裕度為 1.87，腹材的最小裕度為 1.22，無強度不足之處，其送電線與風向之關係、風洞實驗流程、裝置及強風時之最大應力與部材強度之比較結果，詳圖 12~圖 15。
- (2)地震反應譜分析：主柱材的最小裕度為 1.82，腹材的最小裕度為 1.42，無強度不足之處，其送電線與地震波輸入方向之關係、輸入之地震反應譜及地震時之最大應力與部材強度之比較結果，詳圖 16~圖 18。
- (3)上述試驗與分析結果顯示，跟以前的鐵塔相比，橫擔重量雖然變重，但塔體的應力分布並無顯著差異。

#### 實際規模試驗：

本鐵塔的應力分布、強度檢討、動態應力分析等如上所述，至今雖有實績作法，但實驗的證據很少留著在分析的討論中。因此為確認本鐵塔的設計方式是否妥當，將地線橫擔及 C1 橫擔已組裝之部份結構進行實際規模試驗。試驗項目包

括自由振動試驗、設計應力確認試驗及耐力試驗等。試驗鐵塔與荷重負載裝置，詳圖 19。該試驗在(株)巴組的石下鐵塔試驗場進行，其試驗裝置實景，詳圖 20。

#### **結論：**

- (1)由於此次鐵塔為新開發之特殊結構，需有詳細設計分析及研究橫擔如何安裝、並進行風洞、自由振動、設計應力確認試驗，與進行耐力、可靠性的確認，在減少費用為目標下尋求合理之設計方式。
- (2)本次開發景觀鐵塔(詳圖 21)與傳統鐵塔比較，其構件數量減少約 1/3，且因設計的合理（最佳化），費用可控制到為傳統鐵塔所需價格的 1.2 倍。
- (3)今後的目標是開始將本次的低成本景觀鐵塔朝向低電壓方向開發，本次採用的合理化設計手法亦要朝向適用於一般鐵塔。另挫屈長度係數的修正及鋼管強度的提升…等項目作為日後預定檢討的課題。

#### **案例二：日本輸電用環境調和鐵塔(低電壓)之開發檢討**

##### **(1)沖繩電力中部幹線**

所屬公司：沖繩電力株式會社

電壓別：中頭幹線(66kV)

環境調和鐵塔採用的背景：設計的目標須留意能與沖繩地區自然景觀調和。

鐵塔形式：選用 12 角斷面鋼管鐵塔，詳圖 22。

##### **(2)北海道電力澄川線(第 1 期)**

所屬公司：北海道電力株式會社

電壓別：澄川線(66kV))

環境調和鐵塔採用的背景：設計時需考慮能與都市道路中央分隔島所種植的蘋果樹搭配。

鐵塔形式：選用 12 角斷面鋼管鐵塔，詳圖 23。

### **(3)北海道電力澄川線(第 2 期)**

所屬公司：北海道電力株式會社

電壓別：澄川線(66kV)

環境調和鐵塔採用的背景：設計時需考慮能與都市道路中央分隔島所種植的蘋果樹搭配。

鐵塔形式：選用 12 角斷面鋼管鐵塔，詳圖 24。

### **(4)東北電力越後中里線(HPE 鐵塔)**

所屬公司：東北電力株式會社

電壓別：越後中里線(66kV)

環境調和鐵塔採用的背景：因鐵塔鄰近高速道路旁的滑雪場及運動公園，需加強鐵塔美觀。

地點的特徵：橫擔形狀是如何被討論出，係考慮景觀條件、施工容易性及經濟性，設計時景觀的調和要特別留意，不可有與四季變化不搭之情形，鐵塔色彩與當地行政機關討論決定。

鐵塔形式：選用鋼管鐵塔，詳圖 25。

### **(5)東京西支店杉並線 QPD 型**

所屬公司：東京電力株式會社

電壓別：杉並線(66kV)

環境調和鐵塔採用的背景：選點條件與該鐵塔因配電分岐的關係，所以考慮以管內配線的樣子。

地點的特徵：因停車場的關係使用地有限制。

鐵塔形式：選用鋼管鐵塔，詳圖 26。

### **(6)沖繩電力普天間幹線**

所屬公司：沖繩電力株式會社

電壓別：普天間幹線(66kV)

環境調和鐵塔採用的背景：鐵塔用地係利用新建道路所剩餘的土地，位於伊佐三岔路及接近美軍開放空地，所以景觀要求能與周遭環境背景調和。

地點的特徵：有美軍基地之地下輸送管路經過。

鐵塔形式：選用 A 型鋼構架式鐵塔，詳圖 27。

### **(7)千葉～火力線 154kV 送電線之景觀鐵塔**

所屬公司：東京電力株式會社

電壓別：千葉～火力線(154kV)

環境調和鐵塔採用的背景：鐵塔構件經過低光澤處理，與周遭環境背景調和。構件數量盡量減少，具簡單清爽的感覺。

地點的特徵：鄰近東京電力公司訓練所，詳圖 28。

鐵塔形式：鋼管鐵塔，詳圖 29～圖 32。

### **(8)京葉線 66kV 送電線 #7 之景觀鐵塔**

所屬公司：東京電力株式會社

電壓別：京葉線(66kV)

環境調和鐵塔採用的背景：用地窄且近東京迪士尼樂園，所以景觀要求能與周遭環境背景調和。

鐵塔形式：鋼管鐵塔，詳圖 33～圖 35。

### **(9)浦安東線 66kV 送電線之#7 景觀鐵塔**

所屬公司：東京電力株式會社

電壓別：浦安東線(66kV)

環境調和鐵塔採用的背景：用地窄且近浦安市立入船北小學及住宅社區，所以景觀要求能與周遭環境背景調和。

鐵塔形式：鋼管鐵塔，詳圖 36～圖 37。

### 三、 景觀鐵塔規劃原則

綜合日本對景觀鐵塔規劃原則可歸納如下：

- (1)與地區特性相調和：配合所在地區的人文民情、遊憩景點、地方政府計畫、都會區或鄉村等地區特性，選用適當的鐵塔顏色與樣式，讓鐵塔與周遭環境相調和。
- (2)與自然環境相調和：為達隱蔽鐵塔主體效果，可將鐵塔構件利用低光澤處理（詳圖 38～圖 39），降低反射率使與環境相調和，避免突兀感或選用與周圍環境色彩相近的色調，如淺藍、灰白、米白色系或淺綠、草綠色等近自然色系，將視覺的焦點回歸於自然的景物。
- (3)儘量將鐵塔構件減少，使人遠看時有輕快、清爽的印象，近看時具有安全放心的感覺，形成可親近空間。

### 四、 景觀鐵塔設計程序

- (1)掌握鐵塔設置地點的地區特性或自然環境背景。
- (2)建立設計的基本理念及考量地點的特徵、限制條件等。
- (3)設計決定前之經過，如：
  - ①設計檢討時委員會等是否已設置？審查次數？
  - ②設計以何種程序決定？
  - ③橫擔形狀是如何被討論出？

## 肆、 心得與建議

- 一、景觀鐵塔的設計理念為：在遠景方面以「融入於周圍景觀、避免突兀感」；在近景方面以「形成可親近空間、具有輕快、清爽及安心之感覺」。
- 二、將鐵塔構件進行低光澤處理，以降低反射，使與環境調和，並減少鐵塔構件使用，使具有輕快感。

- 三、在「日本 500kV 景觀鐵塔之開發檢討」研習過程中，可知該國之鐵塔開發技術與研究精神值得我們學習，例如橫擔簡化為獨立懸臂樑，並利用有限元素套裝軟體進行 FEM 彈塑性解析，瞭解橫擔與塔體接合處之力學行為，以確認安全無虞。
- 四、在參訪「北上幹線 500kV 送電線之延線作業」過程中，可知工地對於環境衛生之維護與勞工作業之安全要求十分嚴格並確實執行。
- 五、當鐵塔不再僅是純桁架而輔以剛構架系統設計，則造型可有較多造型變化。
- 六、因景觀鐵塔之構件主要為鋼管形式，低電壓(如 69kV)本國已有鋼管桿(單支)可使用，但高電壓(如 345kV)需用鋼管鐵塔，則有其材料來源、構件製造、現場組裝、品質檢查及產品維護等問題，故目前開發仍有困難。
- 七、國內鐵塔因熱浸鍍鋅處理後，在豔陽照射下產生反光現象，建議可引進日本對鐵塔構件表面進行低光澤處理技術，以降低反射率使與環境相調和。
- 八、民眾要求鐵塔進行景觀美化已是未來趨勢，雖對鐵塔造型改變仍有困難，建議可先朝鐵塔色彩方面努力，利用電腦模擬製圖技術，設定檢討鐵塔之視點場，選用適當的色調使與周圍環境背景融合而避免突兀感。





圖 1 常陸那珂火力發電廠



纖細型

簡單型

剛構架型

博覽會型

圖 2 初步選定 4 種鐵塔造型

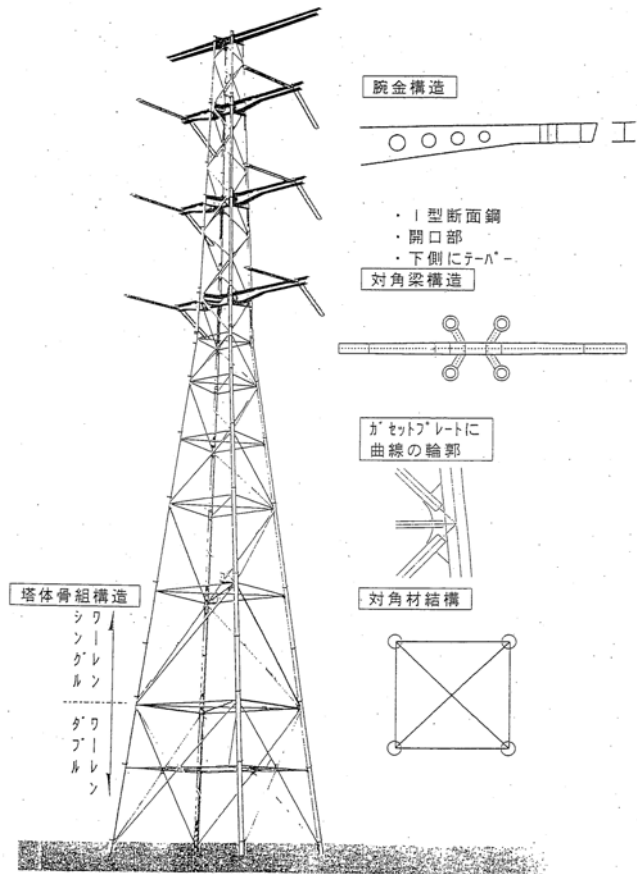


圖 3 景觀鐵塔最終造型

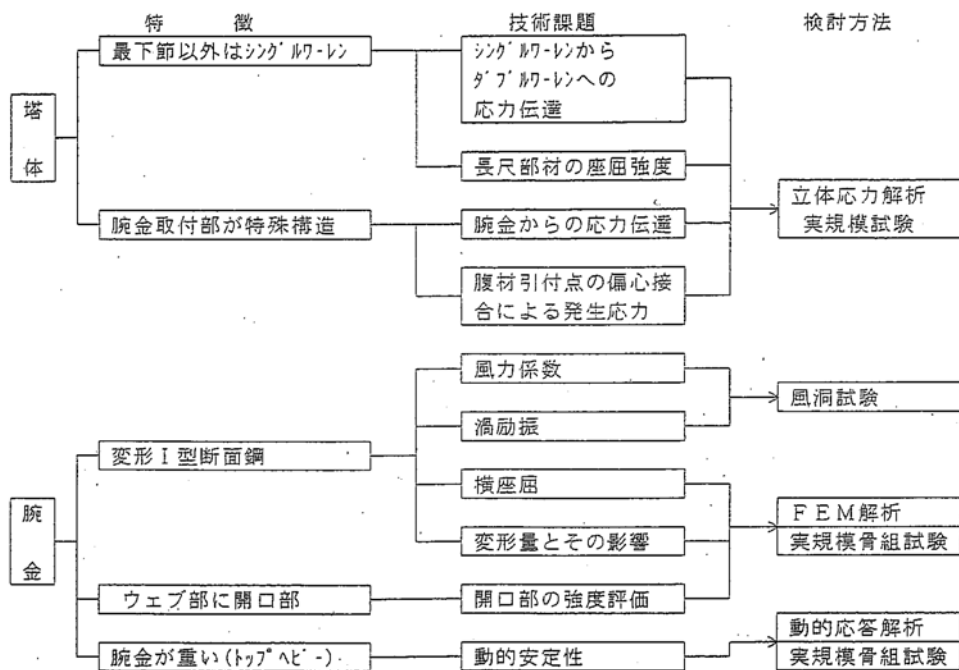
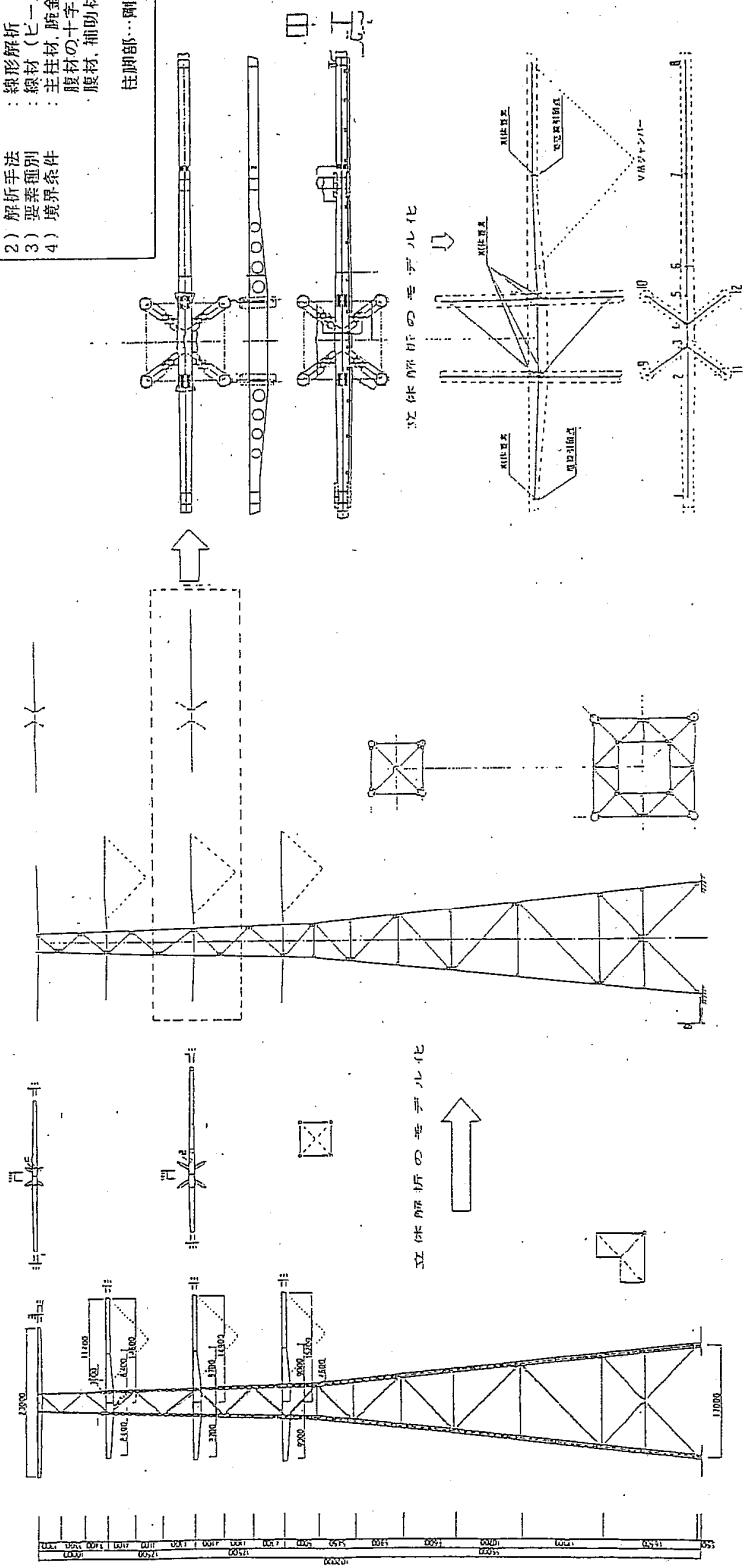


圖 4 鐵塔之特徵、技術研討項目及方法

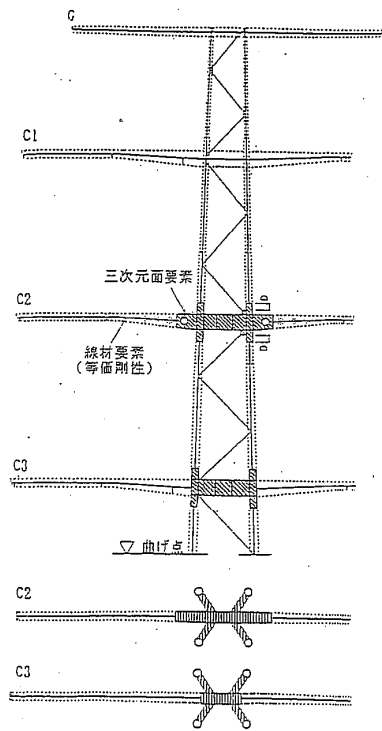
解析方法の概要  
 1) 解析ソフト : STAN/3D  
 2) 解析手法 : 線形解析  
 3) 要素種類 : 線材 (ヒーム要素)  
 4) 境界条件 : 主柱材、脚金材...剛接合  
 腹材の十字継手...  
 腹材、補助材の滑型継手...ヒンジ接合  
 柱脚部...剛接合



1 立体応力解析モデル図 (No. 3の例)

2 脚金部の立体解析用モデル図

圖 5 解析方法之概要圖



曲げ点上部の解析概念図

解析概要

使用プログラム：汎用有限要素解析プログラム「ADINA」

解析ケース：①電技 高温季 60° 風向 常時  
(主柱材決定応力)

②電技 高温季 0° 風向 異常時  
(腕金・腕金対角材決定応力)

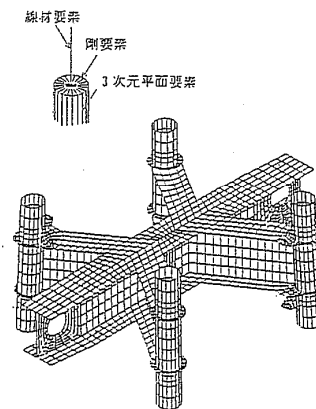
要素種別：3次元平面要素

(C2,C3 腕金と腕金対角材交差部)

線材要素 (上記以外の部位)

境界条件：主柱材…剛接合

腹材端部…ピン接合 (溝型継手),  
剛接合 (十字継手)



C2 腕金まわり詳細図

圖 6 FEM 弾塑性解析

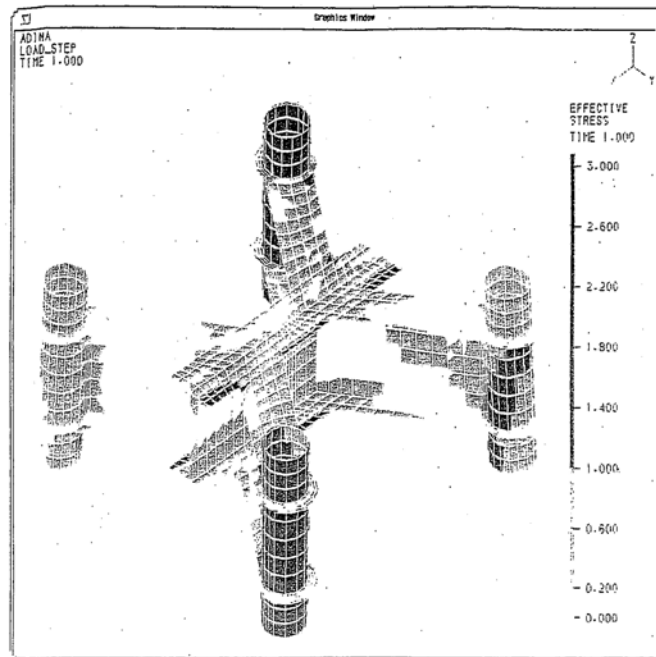


圖 7 應力分布圖(C3 横擔)

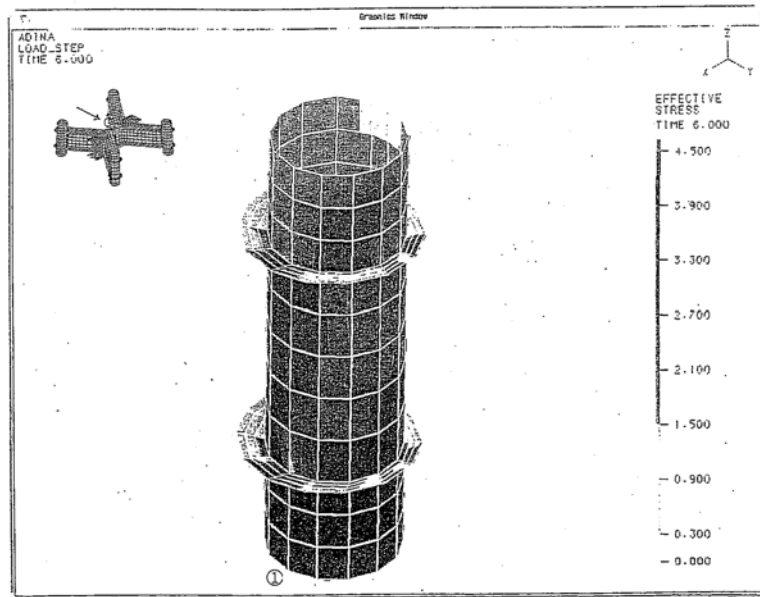


圖 8 應力分布圖(C3 橫擔之主柱材)

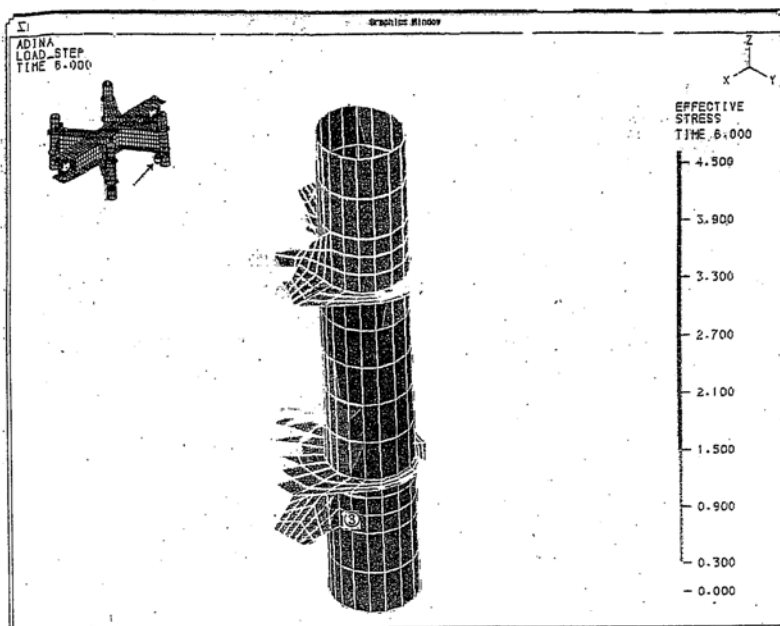


圖 9 應力分布圖(C2 橫擔之主柱材)

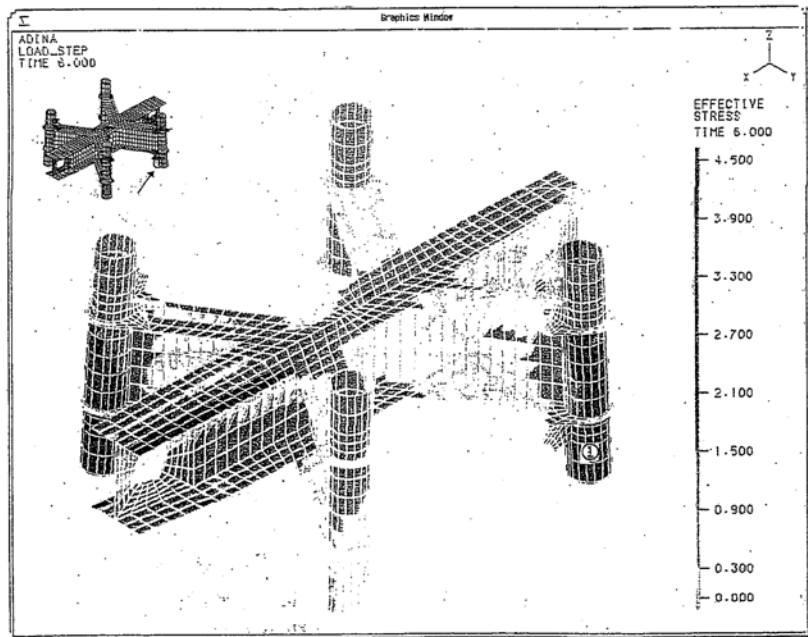


圖 10 應力分布圖(C2 橫擔)

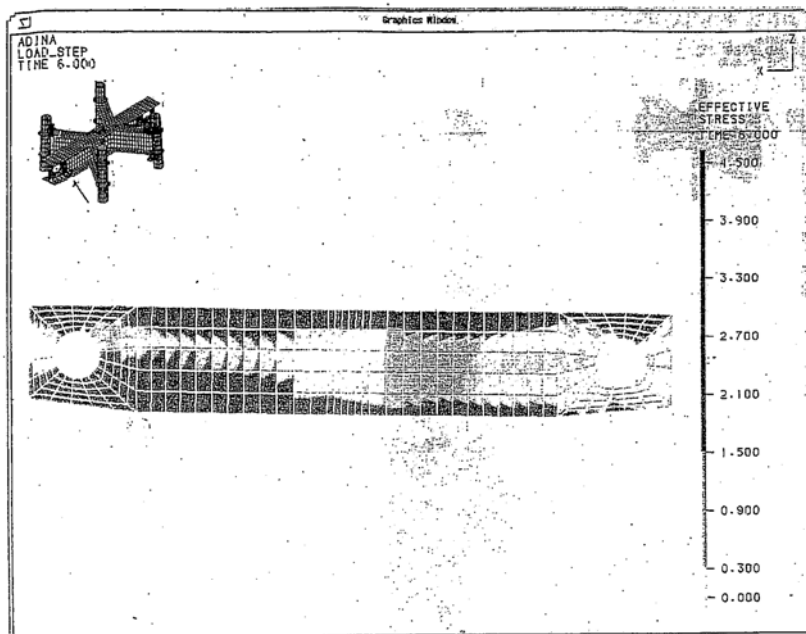


圖 11 應力分布圖(橫擔開口部)

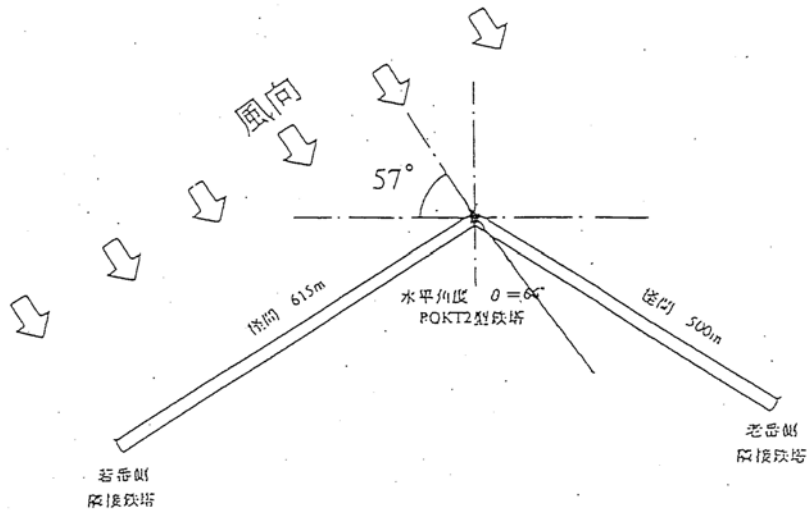


圖 12 送電線與風向之關係

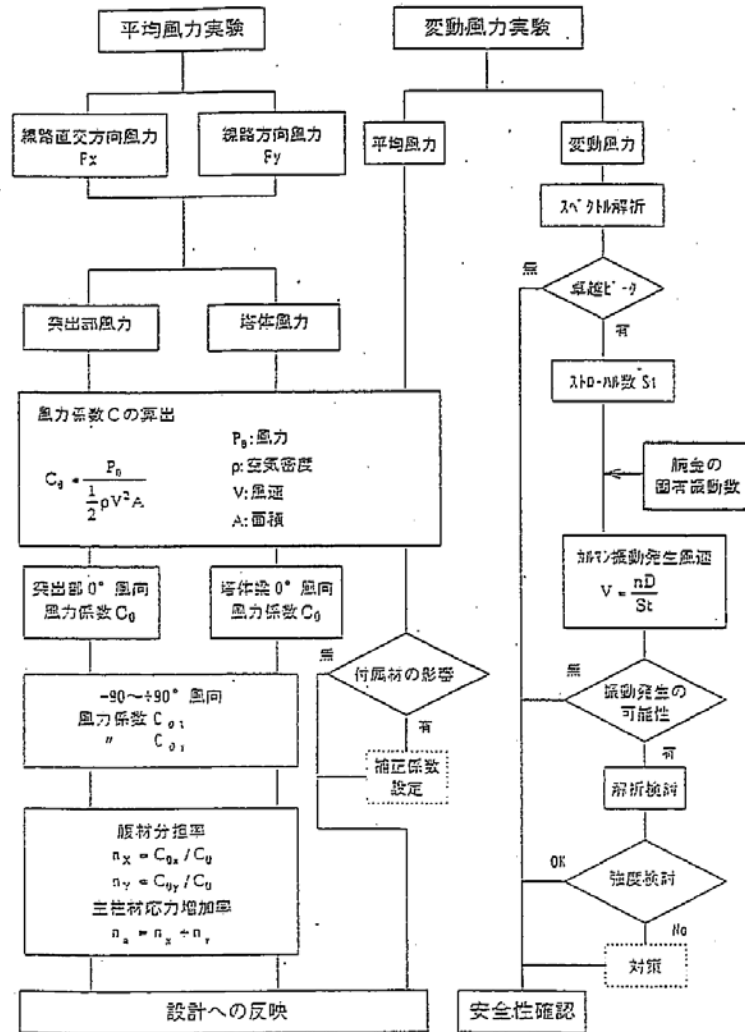


圖 13 風洞實驗流程

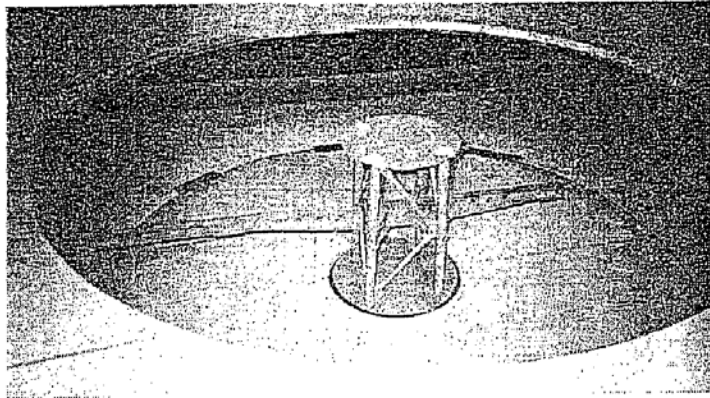


写真1 平均風力実験模型

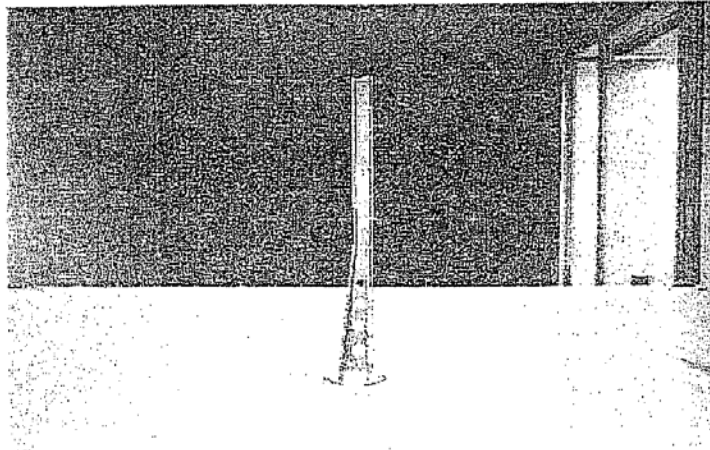


写真2 変動風力実験模型

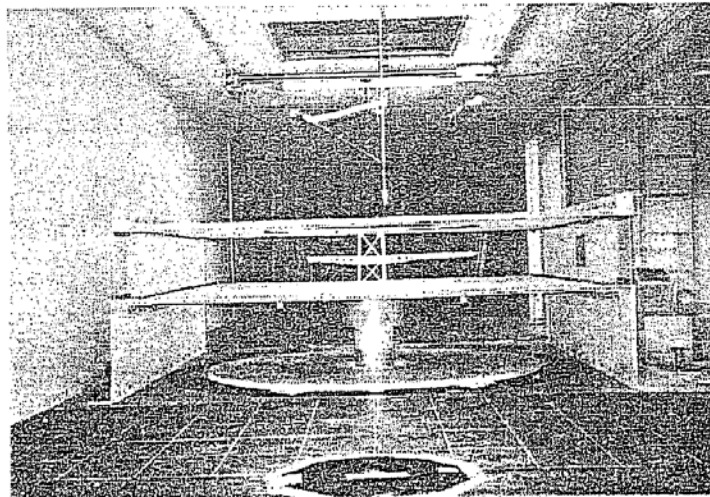


写真3 実験装置

圖14 風洞實驗裝置



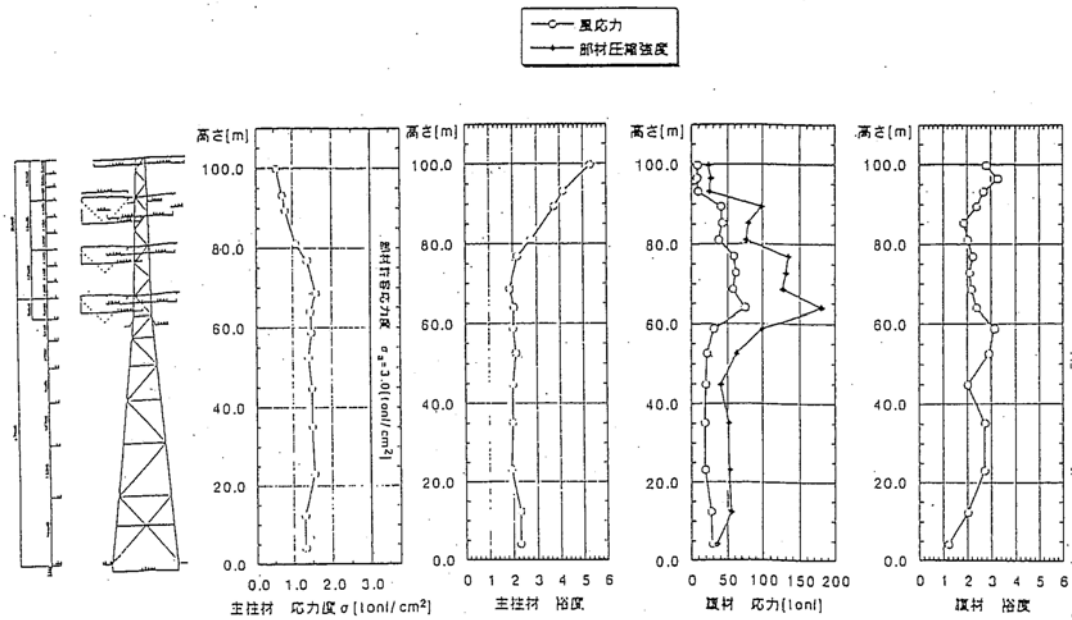


圖 15 強風時之最大應力與部材強度之比較

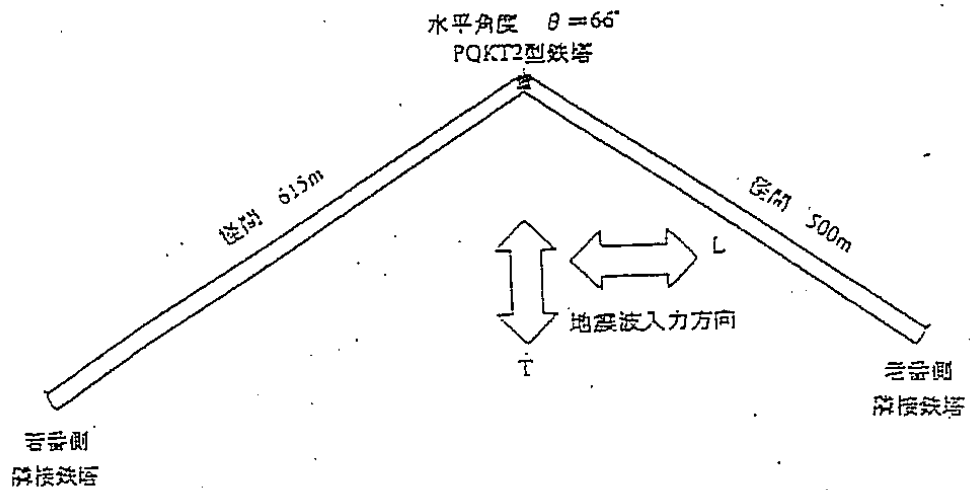


圖 16 送電線與地震波輸入方向之關係

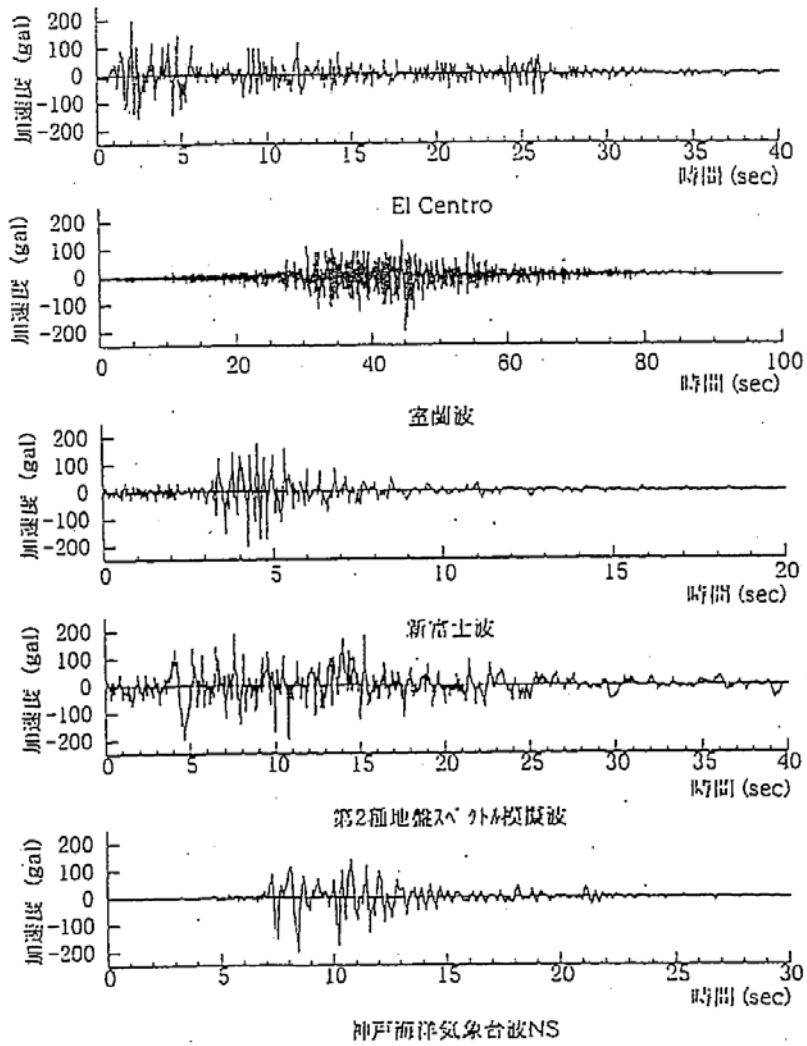


圖 17 輸入之地震反應譜

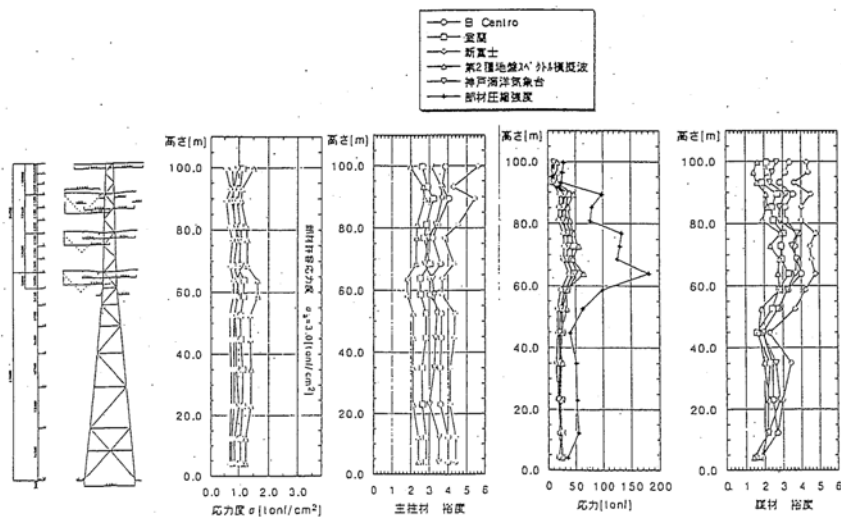


圖 18 地震時之最大應力與部材強度之比較





圖 21 景觀鐵塔實景

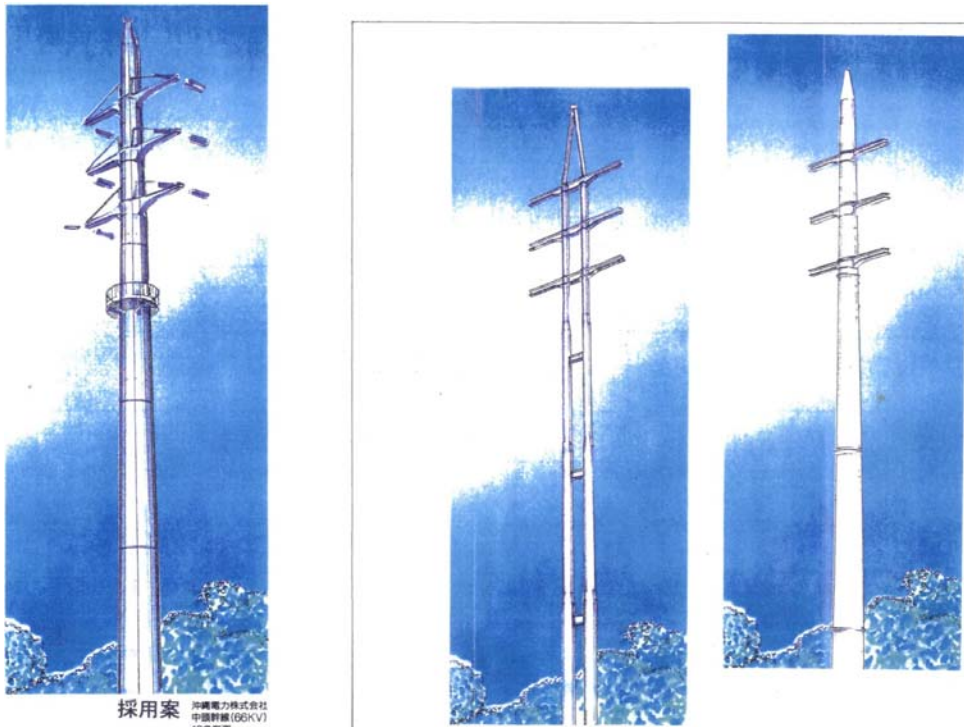


圖 22 沖繩電力中部幹線

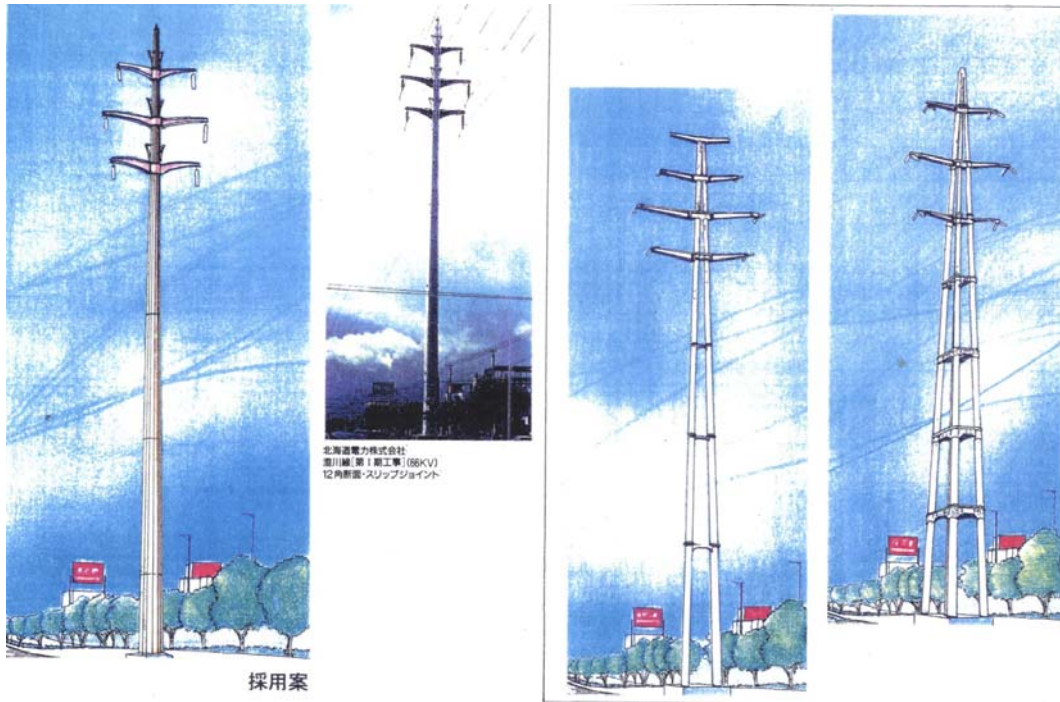


圖 23 北海道電力澄川線(第 1 期)

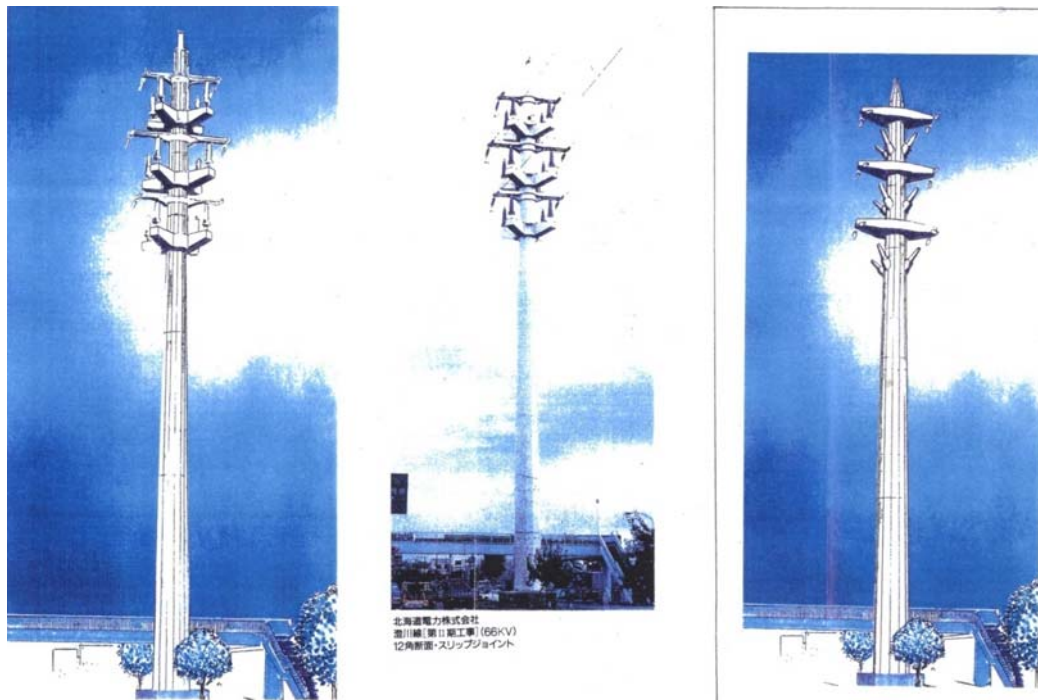


圖 24 北海道電力澄川線(第 2 期)

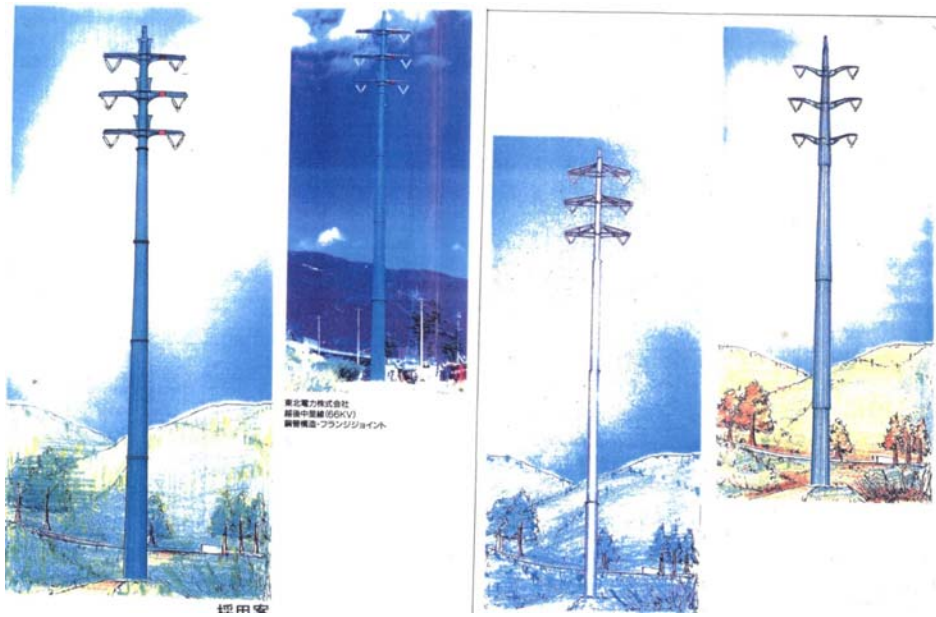


圖 25 東北電力越後中里線(HPE 鐵塔)



圖 26 東京西支店杉並線 QPD 型



圖 27 沖繩電力普天間幹線



圖 28 東京電力公司訓練所



圖 29 千葉~火力線鋼管鐵塔全照圖



圖 30 千葉~火力線鋼管鐵塔近照圖-1





圖 31 千葉～火力線鋼管鐵塔近照圖-2



圖 32 千葉～火力線鋼管鐵塔近照圖-3



圖 33 京葉線 66kV 送電線#5~#7 景觀鐵塔位置圖



圖 34 京葉線 66kV 送電線#7 景觀鐵塔



供人員上下動力升降設備

圖 35 京葉線 66kV 送電線#7 景觀鐵塔之附屬設備圖



圖 36 浦安東線 66kV 送電線之#7 景觀鐵塔

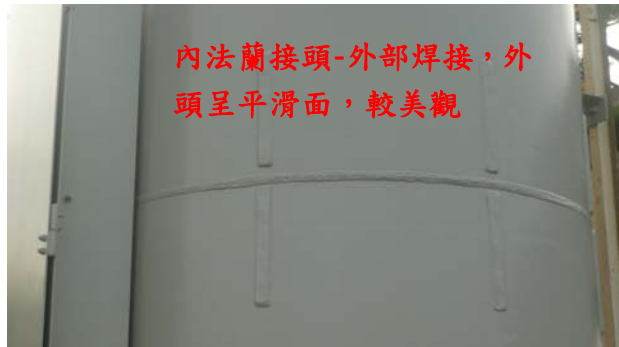


圖 37 浦安東線 66kV 送電線之#7 景觀鐵塔近照圖

表面處理加工-低光澤處理



写真1 低光沢処理の種類

圖 38 那須(NASU)鐵塔公司參訪-1



圖 39 那須(NASU)鐵塔公司參訪-2