

送電線路의 設計風壓想定에 對하여

김 정부* · 정동원**

*한전 기술연구원 계통연구실 책임연구원

**한전 기술연구원 계통연구실 선임연구원

차 례

- I. 序 論
- II. 露風壓 및 風速資料
- II. 設計用 風壓의 想定過程
- IV. 再現期間別 極值風速 및 突風風速 算定
- V. 未觀測地域의 基準風速(壓)算定
- VI. 設計 基準風壓
- VII. 結 論

I. 序 論

本稿는 韓國電力 送電線路 設計風壓想定에 關하여 研究하고 그 結果로부터 架空送電用 鐵塔設計基準을 改正하게 된 內容을 紹介하고자 한다.

韓國電力의 架空送電用 鐵塔設計基準은 1970年度에 制定되었으며, 그후 이 基準에 따라 154KV 送電線은 물론 345KV 초고압 송전선의 大型鐵塔이 設計製作 및 建立되어, 1976년부터는 系統電壓을 345KV급 超高壓으로 格上運轉하게 되어 地域間的 電力融通을 원활하게 하였다.

그러나 1980年代에 들어와서 島嶼地域의 海越 配電線路鐵塔이 強風에 의해 倒壞되어 이 地域의 設計風壓을 想定하기 위하여 6個島嶼橫斷鐵塔에 風向, 風速計를 設置하여 1981년부터 測定하기 시작하였다. 그리고 1983年 4月 27日에는 東海岸地域에 溫帶性 低氣壓(Extra tropical Cyclone)의 強風에 의해 154KV 送電線鐵塔이 多數 倒壞되었다. 이때 蔚珍測候所의 瞬間風速은 50 m/sec를 記錄하였으며, 倒壞된 鐵塔周圍에 30여년생 소나무가 集中的으로 約150本이 切斷되어 이 地域에는 設計風壓보다 훨씬 더 큰 風壓이 作用하였다는 것을 알수 있었으며, 全國에 一律的으로 適用하고 있는 設計風壓을 改正, 海岸 및 島嶼地域의 設計風壓을 補強하여야 할 必要性을 느껴 1984년부터 韓電技術研究院에서 本格的인 研究를 始作하였다.

한편 海外 여러나라에서도 送電技術의 發展에 따라서 送電用鐵塔設計에 關한 諸基準이 改正되었다. 美國 土木學會의 送電用鐵塔設計指針¹⁾(1968年 改正), IEC-TC²⁾(Technical Committee)-11의 設計標準改正(1979年), JEC-127(1979年)改正, 台灣電力公社의 設計風壓改正의 共通點은 瞬間風速에 의한 實効最大荷重과 降伏點力도와 相應하는 設計方式으로 轉換되었다는 事實이다.

우리나라의 경우 從來에는 全國 一律的으로 平均最大荷重과 鋼材의 降伏點에 對하여 1.5以上의 安全率을 가지는 許用應力도에 對應하는 設計方法을 適用해 왔으나, 이번엔 다음과 같이 改正하였다.

(1) 지금까지 우리나라 測候所에서 測定한 年最大 10

分間 平均風速值를 收集하여 各 測候所의 50年再現期間을 가지는 年最大風速值를 Gumbel식으로 測候所別로 推定하고 이 風速值와 地形因子間의 多重相關回歸分析³⁾을 하여 未觀測格子點에서 50年再現期間에 對한 最大風速值를 推定하였다. 그리고 各 測候所의 月最大平均 및 瞬間風速值의 資料를 利用하여 10分間 平均風速에 對한 突風率의 Graph를 作成하고, 이 最大風速值에 해당하는 瞬間風速值를 推定하고 各格子點의 基準風壓을 計算하여 全國的으로 基準風速壓 等值線圖를 作成하였다. 이를 基準으로 內陸, 海岸 및 島嶼地域으로 區分하였다.

(2) 이 最大實効想定荷重에 對하여 鋼材의 降伏點 以內에 있도록 하는 設計方式으로 改正하였다.(實際에는 從來方式과 混同하지 않도록 最大想定荷重의 2/3를 設計荷重으로 定하여 許容應力度에 相應하도록 하였다.)

以上과 같이 理論的 根據에 의거한 地域別 實効最大想定荷重에 對하여 區分設計하면 海岸·島嶼地域의 送電線支持物의 信賴性이 向上되리라 期待된다.

II. 露風度 및 風速資料

2.1 自然風의 露風度

風速測定을 위한 風速計의 높이는 各測候所마다 다르며, 또한 同一한 測候所라 할지라도 그 높이가 變更되는 경우도 있으므로, 測定된 風速을 比較分析하기 이전에 이것을 어떤 기준높이의 風速으로 換算하는 것이 先行되어야 한다.

현재 미국, 일본을 비롯한 여러나라에서 風速分析을 위한 기준높이로 10m를 채택하고 있으므로 本研究에서도 이러한 세계적인 추세에 따라 設計用 風速壓에 대한 기준높이를 지금까지의 15m에서 10m로 變更하여 적용하기로 한다.

地表面가 사이의 氣流(Air Flow)는 地面粗度(Ground Roughness)에 의한 摩擦力으로 亂流(Turbulent Flow)가 되며, 粗度가 클수록 亂流는 강해지고 平均風速은 약해진다. 地面의 摩擦影響이 거의 없고 氣流는 단지 壓力差의 영향만을 받는 높이를 H_G (Gradient Height)라 하고 이 높이에서의 平均風速을 V_G (Gradient Speed)라 할때 地面粗度の 影響을 고려한 平均風速의 上空遞增은 冪법칙(Power Law)이나 對數分布(Logarithmic Profil-

e) 를 따른다는 것이 알려져 있다.

여기서는 冪법칙의 概念에 바탕을 둔 Davenport의 식을 고려해 보기로 한다.

$$V_H = V_G \left(\frac{H}{H_G} \right)^{1/\alpha} \tag{1}$$

여기서 V_H 는 지상높이 H에서의 風速이며, 地域의 粗度에 다른 指數 α 의 값은 露風度(Ground Roughness)에 따라 다르며, 本 檢討에서는 표1에 나타낸 ANSI 58·1-1982의 露風度 구분을 適用하여 各 測候所 및 分室의 測定資料를 기준높이 10m의 風速으로 換算하였다.

표1. 露風度에 따른 指數 α 值

露風度	H_G (m)	α	비 고
A	455	3.0	중·고층시가지
B	365	4.5	산림, 공장, 주택지대
C	275	7.0	전원지대
D	215	10.0	해안지대

2.2 風速測定 資料

風速은 바람이 이동한 거리, 즉 風程을 이동하는데 걸린 시간으로 나누어서 測定하며, 나라마다 그 測定時間 및 단위가 달라서 英國은 3秒, 캐나다는 1分, 호주는 2秒, 미국은 1分, 5分, 1時間등 다양하며, W.M.O(세계기상기구), 日本, 대만 등은 10分이고 우리나라는 10分間平均風速을 기준풍속으로 하고 있다. 그리고 風速의 예측시간내에서의 瞬間值를 瞬間風速이라 하고, 그중의 最大值를 瞬間最大風速이라 한다.

鐵塔構造物의 風壓算定時 대상이 되는 것이 瞬間最大風速이다. 그러나 우리나라는 平均最大風速의 測定記錄은 많으나 瞬間最大風速 記錄은 적으므로 平均最大風速을 瞬間最大風速으로 換算하여 利用하는 것이 必要하다. 또한 風速은 地上別, 地域別, 季節別, 年代등에 따라 다른 값을 가지게 되고, 우리나라는 겨울부터 초봄의 溫帶性 低氣壓과 여름부터 가을까지의 熱帶性 低氣壓의 영향으로 나타나는 바람의 被害가 심한 아시아季節風 地域에 속하므로, 本 檢討에 利用되는 風速資料는 風速測定年度別, 各 測候所別로 4~11月の 高溫季와 12~3月の 低溫季로 區別하여 風速測定計器의 높이를 調査하여 適用하였으며, 調査對象年度 및 地域은 觀測開始年度

~1983년까지의 全國 28個 測候所 및 43個 分室의 風速資料를 利用하는 것으로 하였다.

III. 設計用 風壓의 想定過程

最近 送電線의 大容量化에 따라 送電線 설계를 支配하는 風荷重의 問題는 점점 重要한 것으로 대두되고 있으나, 현재 우리나라 送電線 支持物 設計에 있어 地域別 風壓適用에 對한 區分이 되어 있지 않아, 合理的인 支持物 設計를 위해서는 地域別 基準風速壓을 算出할 必要가 있다.

그러나 送電線이 建設되는 大部分의 地域, 특히 山地에서는 觀測된 風速值가 없는 것이 보통이며, 따라서 이러한 未觀測地域에서의 風速, 특히 最大荷重을 주는 瞬間風速을 어떻게 推定하느냐가 問題가 된다.

따라서, 지금까지 우리나라 各 氣象官署에서 測定한 風速資料를 收集, 分析하고 風速遞增을 考慮한 후 이를 Gumbel 分布式을 利用하여 平均再現期間別 風速值를 求하고 地形因子와의 相關回歸分析을 통하여 우리나라 送電線建設 地域에서의 正確하고 合理的인 設計風壓을 決定하고자 한다.

本項에서는 鐵塔設計에 適用하기 위한 風速壓의 定義와 算定節次에 對하여 간단히 說明하기로 한다.

3·1 基準風速壓

地域別 基準風速壓은 各地域의 地上高 10m에 있어서의 大氣密度와 最大瞬間風速으로 決定되며 다음式에 의해 算定된다.

$$q_0 = \frac{1}{2} \rho V_{G10}^2 \quad (2)$$

여기서 q_0 : 基準風速壓 (kg/m^2)

ρ : 대기 밀도 ($kg \cdot S^2/m^3$)

V_{G10} : 地上高 10m에 있어서의 最大瞬間風速 (m/S)

本 基準風速壓은 設計用 風荷重想定에 있어서 가장 기본적인 要素가 되므로 地域別 風速適用을 區分하기 위해서는 기준風速壓을 等值線圖로 나타내어 檢討할 必要가 있게 된다.

3·2 基準風速壓의 算定節次

測候所의 觀測資料를 근거로 地域別 基準風速壓을 算定하기 위한 節次를 블록도(Block Diagram)로 表示하면 다음 그림1과 같다.

IV. 再現期間別 極值風速 및 突風 風速 算定

일반적으로 송전선의 設計風速은 50年 또는 100年間의 平均再現期間(Mean Recurrence Interval : m.r.i)에 해당하는 風速을 適用한다. 이 設計風速은 오로지 風速資料만으로부터 결정하는 방법과 風速資料에 適用되는 확률적인 모형으로부터 결정하는 方法이 있다. 風速資料에만 기초로한 결정방법은 너무 많은 풍속데이터를 필요로 하기 때문에 실용적인 방법이 되지 않는다. 그러나, 확률모형으로부터 設計風速을 推定할 경우는 20~30年 정도의 年最大風速資料로부터 精確한 設計風速의 推定이 가능하게 된다.

4·1 平均再現期間

$\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_n$ 을 記錄된 無作爲極值의 集團이라 할 때 이들 各各은 어떤 氣象變數X(여기서는 風速)의 年間極值強度를 나타낸다.

위의 標本集團 $\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_n$ 을 統計적으로 獨立的인 것으로 가정할 때 어떤 1년 동안에 氣象現狀의 強度 X가 χ 보다 작거나 같게될 확률은 다음과 같다.

$$P(X \leq \chi) = F(\chi) \quad (3)$$

여기서 $F(\chi)$ 는 X의 累積分布函數를 나타낸다. 特性值 χ 의 平均再現期間은 氣象現象強度X가 χ 보다 크게 될 확률의 逆數로 定義되며 다음式으로 表現할 수 있다.

$$T(\chi) = \frac{1}{P(X > \chi)} = \frac{1}{1 - F(\chi)} \quad (4)$$

4·2 Gumbel I 分布函數에 의한 極值 風速 算定

年最大風速은 일반적으로 다음의 Gumbel I형⁹⁾ 極值分布를 따르는 독립된 값으로 가정 되어진다.

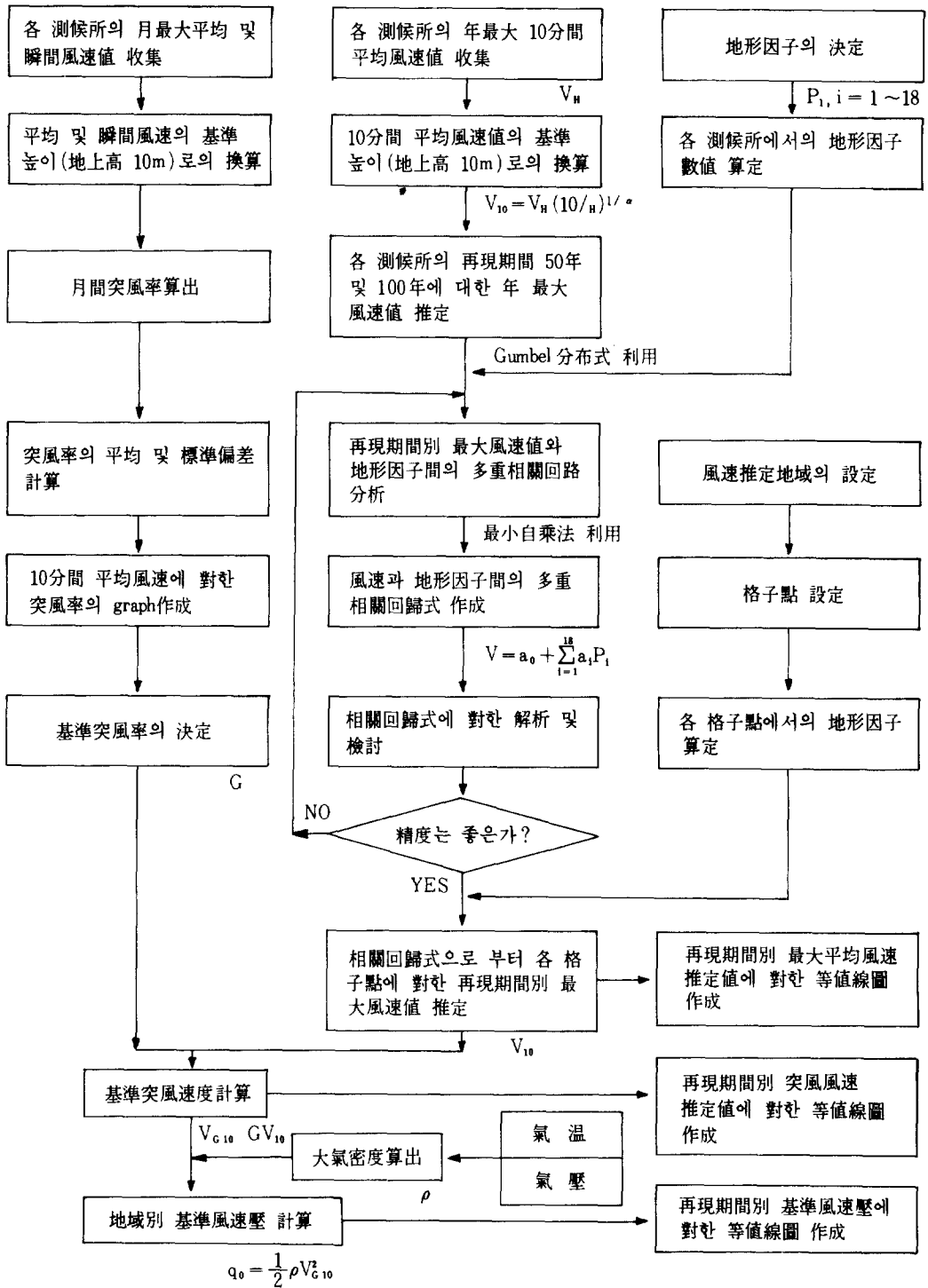


그림1. 基準風速壓算定 節次

$$F(x) = \text{EXP}\{-\text{EXP}\{-\alpha(x-u)\}\} \quad (5)$$

여기서 α, u 는 媒分變數이다.

$$\begin{aligned} \alpha &= C_1 / \sigma \\ u &= \bar{x} - C_2 / \alpha \end{aligned} \quad (6)^{5)}$$

σ 와 \bar{x} 는 한 지점의 年最大風速의 標準偏差와 平均값을 나타내며 C_1 과 C_2 는 觀測年數에 따라 定해지는 常數이다. 再現期間 T 와 그에 해당하는 風速 V_g 와의 關係式을 導出하면 다음과 같다.

$$V_g = u \cdot \frac{1}{\alpha} \ln\left\{ \ln\left(\frac{T}{T-1}\right) \right\} \quad (7)$$

觀測年數 n 가 無限大(實用上 $n=20\sim30$ 年 程度이면 가능함)이면

$$C_1 \rightarrow \frac{\pi}{\sqrt{6}} \quad C_2 \rightarrow 0.57722 \text{이다.}$$

그러나, 우리나라의 경우는 全國 測候所와 分室 71個所中 觀測年數가 20年以下인 것이 55개소나 되므로 이들 風速資料에 대하여는 觀測年數에 대한 C_1, C_2 의 값을 미리 계산된 表를 利用하여 (6)식을 適用하므로써 보다 精確한 風速推定이 可能하게 된다.

그리고, 自然風의 性質에서 風速은 地上高와 함께 증가하며, 이는 地表面 粗度와의 마찰에 의하여 地表面 가까이에서 減속하기 때문이며, 풍속의 상공에서의 증대는 地表面粗度に 크게 영향을 받는다.

4·3 突風風速의 算定

風速은 時間的, 空間的으로 變動하고 있지만 정해진 시간에 걸친 平均値로서 平均風速을 정의하고 있으며, 우리나라에서는 10分間平均風速을 測定하고 있다.

그러나, 自然風은 時間的으로 變動하므로 어떤 순간을 취하면 상기 10分間平均風速보다 큰 風速의 突風이 구조물에 미치게 되므로, 設計風速을 고려하는데는 일반적으로 구조물의 응답특성과 規模가 고려된다. 현재 送電用 支持物의 風壓荷重算定에 利用되는 設計風速의 平均時間으로서는 일반적으로 3~5초가 利用되고 있다. 일본과 대만의 경우에는 來襲한 颱風을 分析하여 基準突風率을 算定했으나 우리나라의 경우에는 平均風速이 30 m/sec以上되는 바람에 대한 記錄이 매우 적으므로 各 測候所에서 記錄된 月間最大値 資料를 分析하여 基

準突風率을 算定하기로 하였다.

$$G = V_1 / V_m \quad (7)$$

여기서 G : 突風率

V_1 = 月間最大 瞬間風速 (m/sec)

V_m = 月間最大 10分間平均風速 (m/sec)

이 式을 利用하여 우리나라 測候所의 月間觀測資料中 10分間 平均風速과 瞬間風速이 同時에 記錄되어 있는 資料들만 모아 統計處理하여 10分間 平均風速別 突風率과 標準偏差에 대한 結果를 그림2에 圖示하였다. 그리고 이 그림으로부터 10分間 平均風速을 瞬間風速으로 變換하는 基準突風率의 提案値를 算定하여 표2에 나타내었다.

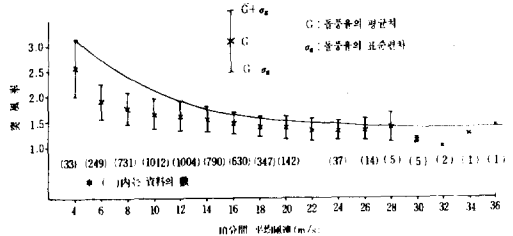


그림2. 平均風速別 突風率

표2. 平均風速別 突風率(우리나라)

10分間 平均風速(V _m)	突風率(G)
20 m/s 以下	1.50
20~30 m/s	1.70 - 0.01 V _m
30~40 "	1.55 - 0.005 V _m
40 m/s 以上	1.35

위의 提案値를 그림으로 圖示하면 그림3과 같다.

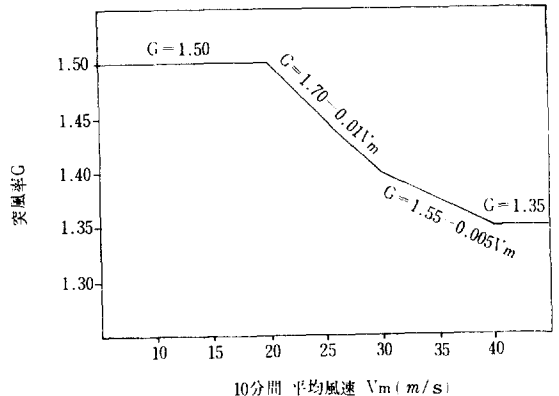


그림3. 平均風速 對 突風率

4·4 우리나라 平均風速資料에 의한 分析

名 測候所에서 記錄된 平均風速資料를 10m의 基準 높이로 換算하고 Gumbel 분포식을 利用해서 再現期間別 極值風速을 計算하였으며, 이들 結果中 제주도과 울릉도를 除外한 10年以上의 觀測資料가 記錄되어 있는 測候所 및 分室 64個所에 대한 50年 平均再現期間值를 計算한 結果를 요약하면 표3과 같다.

표3. 島嶼地方을 除外한 64個 測候所의 50年 平均 再現期間值에 對한 計算結果 要約表

風速區分 \ 季節區分	高温季	低温季
風速의 平均值	19.3 m/sec	17.5 m/sec
風速의 最大值 (測候所)	40.5 m/sec (포항)	38.6 m/sec (속초)
風速의 最小值 (測候所)	9.6 m/sec (홍천)	9.0 m/sec (홍천)

표3에서 風速의 最大值는 예상대로 海안지방에서 나타났으며, 最小值는 內陸地方에서도 盆地에서 나타남을 알 수가 있다. 그러나, 島嶼地方을 고려할 경우에는 울릉도의 46.4 m/sec가 가장 높았다.

그리고, Gumbel分布式에 의해 求한 平均再現期間別 風速推定值의 妥當性 與否를 調査해 보기위해 가장 일반적으로 使用되는 Hazen方法에 의한 各 風速值의 經驗的 超過確率을 計算한후 二重指數確率紙에 Plot해 보았다. 다음의 그림4는 우리나라 測候所中 가장 觀測資料가 많은 釜山地方의 高温에 對한 Gumbel分布式과 平均風速의 分布度를 한 例로서 나타낸 것이다. 여기서 直線은 累積分布函數이며, 觀測資料는 點으로 표시하였으며 直線式과 觀測值가 비교적 잘 일치함을 알 수 있다.

4·5 大氣密度

우리나라는 4季가 뚜렷한 亞細亞季節風 地域에 속하고 있으며, 여름철의 熱帶性低氣壓인 颱風과 겨울철의 北西季節風은 強風荷重의 대표적인 것으로 構造物設計時 主된 考慮의 對象이 되고 있다.

이와같은 觀點에서 大氣密度의 變化를 4~11월의 高温季와 12~3월의 低温季로 나누어 검토할 必要가 있겠으며, 高温季에 對해서는 1951~1980年間(30年間)에서

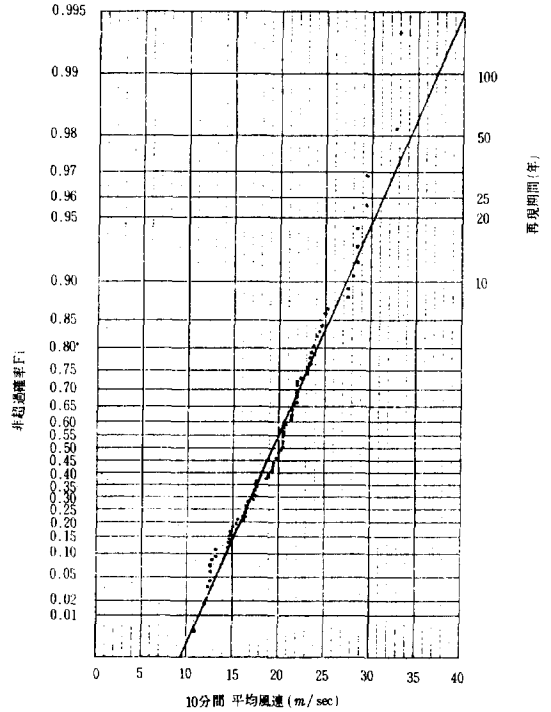


그림 4. 釜山地方의 高温季에 對한 平均風速의 分布度

제1위의 瞬間最大風速이 記錄된 날의 各 地域別 平均最低氣壓과 氣溫을 適用하여 $0.1195^{0.6}(kg \cdot S^2/m^4)$ 을 算出하였으며, 低温季에 對해서는 氣壓과 氣溫의 차이가 크지않으므로 같은 30년 동안의 平均氣壓 및 氣溫을 適用하여 $0.131(kg \cdot S^2/m^4)$ 을 算出하였다.

V. 未觀測地域의 基準風速(壓) 算定

送電線의 合理的 設計風荷重 算定을 위하여는 全國 各地域에 對한 風速을 정확히 推定하여, 全國 地域別 風速(壓)等 值線圖를 作成할 必要가 있다. 그러나 우리나라의 경우 10年以上 風速觀測資料가 기록되어 있는 測候所 및 分室은 64개소(제주도, 울릉도 제외) 뿐이므로 다른 未觀測地域에 對하여는 적절한 方法으로 推定할 必要가 있다.

5·1 多重相關回歸分析

일반적으로 未觀測地域에 對한 風速算定은 地形因子

를 利用한 多重相關回歸分析法를 利用할 경우 比較적 精確한 推定이 可能하다. 즉, 從屬變數 V 와 K 개의 獨立變數 P_1, P_2, \dots, P_k 사이에 다음과 같은 關係式이 성립한다고 가정한다.

$$V = a_0 + a_1 P_1 + a_2 P_2 + \dots + a_k P_k + \epsilon \quad (12)$$

여기서, a_0, a_1, \dots, a_k 는 회귀계수, ϵ 은 발생오차이다. 이제 n 개의 觀測點을 $(P_{11}, P_{21}, \dots, P_{k1}, V_1), (P_{12}, P_{22}, \dots, P_{k2}, V_2), \dots, (P_{1n}, P_{2n}, \dots, P_{kn}, V_n)$ 이라고 表示하면 P_{ij} 는 i 번째 獨立變數가 j 번째 觀測點에서 갖게 되는 獨立變數의 값이다. 즉, (12)식은 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$V_j = a_0 + a_1 P_{1j} + \dots + a_k P_{kj} + \epsilon_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (13)$$

이제 V_j 에 대한 推定値를 \hat{V}_j 로 하고 다음과 같이 表現하기로 한다.

$$\hat{V}_j = a_0 + a_1 P_{1j} + a_2 P_{2j} + \dots + a_k P_{kj} \quad (14)$$

그러면, 觀測値 V_j 와 推定値 \hat{V}_j 와의 誤差自乘合

$$S = \sum_{j=1}^n V_j^2 - \sum_{j=1}^n (V_j - \hat{V}_j)^2 = \sum_{j=1}^n (V_j - a_0 - a_1 P_{1j} - a_2 P_{2j} - \dots - a_k P_{kj})^2 \quad (15)$$

을 最小로 하는 係數 a_i 들의 값을 구하면 된다. 이 誤差自乘合을 最小로 하기 위해서는 各係數 a_i 에 대한 偏微分이 零이 되는 條件이면 만족한다.

$$\text{즉, } \frac{\partial S}{\partial a_i} = 0, \quad i = 0, 1, 2, \dots, K \quad (16)$$

이제 식(16)에 식(15)를 代入해서 整理하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} a_0 n + a_1 \sum_{j=1}^n p_{1j} + a_2 \sum_{j=1}^n p_{2j} + \dots + a_k \sum_{j=1}^n p_{kj} &= \sum_{j=1}^n V_j \\ a_0 \sum_{j=1}^n p_{1j} + a_1 \sum_{j=1}^n p_{1j}^2 + a_2 \sum_{j=1}^n p_{1j} p_{2j} + \dots + a_k \sum_{j=1}^n p_{1j} p_{kj} &= \sum_{j=1}^n p_{1j} V_j \\ &\vdots \\ a_0 \sum_{j=1}^n p_{kj} + a_1 \sum_{j=1}^n p_{1j} p_{kj} + a_2 \sum_{j=1}^n p_{2j} p_{kj} + \dots + a_k \sum_{j=1}^n p_{kj}^2 &= \sum_{j=1}^n p_{kj} V_j \end{aligned} \quad (17)$$

위의 式은 다음과 같이 行列式으로 간단히 表現할 수 있다.

(747)

$$[P](A) = [V] \quad (18)$$

식(18)은 일반연립방정식을 푸는 computer program을 利用해서 간단히 그 解(A)를 구할 수 있다. 本檢討에서는 各 測候所에 對한 地形因子들 P_{ij} 와 여기서 觀測된 風速 V_j 를 가지고 위의 回歸分析을 통해 回歸係數 a_k 를 求하게 된다. 여기서 a_k 를 求한후 未觀測地域에 對한 地形因子를 調査하여 대입하므로써 風速推定이 가능하게 된다.

5·2 地形因子

어떤 自然現象을 說明하는데 있어서 종속변수(여기서는 풍속)의 變化는 두개이상의 독립변수(여기서는 지형인자)에 의하여 左右되는 경우가 많으며, 說明力있는 적절한 독립변수를 여러개 잘 선택하여 이들의 함수로서 종속변수를 표현할 경우, 우리는 상당히 좋은 통계적 예측을 할 수 있을 것이다. 미국, 일본, 구라과 등지에서 風速을 說明할 수 있는 종속변수로서 地形因子를 選擇하고 있으며, 우리는 특히 일본과 地理的으로 近接해 있으므로 日本規格인 JEC-127-1979를 基準으로 하여 18개의 地形因子를 독립변수로 택하기로 한다. 물론, 지역에 따라 풍속에 큰 영향을 미치는 地形因子와 그렇지 못한 地形因子가 있기는 하나 Computer를 利用하므로써 가능한 한 多數의 地形因子를 考慮한 것이다.

5·3 全國地域別 風速(壓)等值線圖 作成

우리나라 測候所 및 分室 71개소중 島嶼地方과 10年 以下 記錄測候所를 제외한 64個 測候所의 50年 再現期間 值에 對한 相關回歸分析 結果, 高温季의 重相關係數는 0.8529, 低温季의 重相關係數는 0.8058이었고, 이는 상당히 만족스러운 結果라고 할 수 있다. 그리고, 未觀測 地域에 對한 풍속을 推定하기 위해 우리나라 全地域을 適當한 간격의 格子(여기서는 16km 間隔)로 나누어 그 地點에 對한 地形因子를 求해서 이것을 回歸分析과 突風率을 利用하여 그 地點에서의 風速(壓)值를 求할 수 있게 된다.

그림5는 우리나라의 測候所와 分室 및 未觀測地域의 格子點을 表示한 地圖이며, 그림6은 各 格子點에서의 平均風速, 突風風速과 基準風速壓을 計算한 후, 高温季

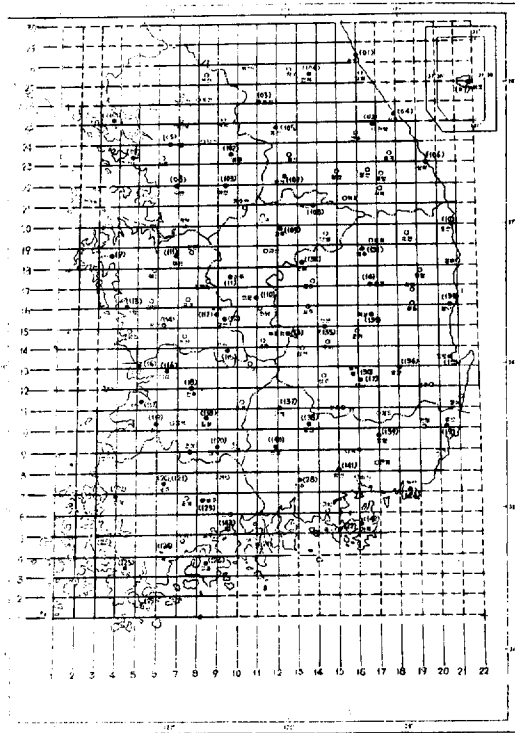


그림 5. 우리나라 測候所와 分室 및 格子點을 表示한 地圖 (● 表는 測候所, 分室)

와 低溫季 各各에 對하여 等值線圖를 작성한 결과에 대한 一例로서 50年再現期間의 基準風速壓를 나타낸 것이다.

VI. 設計 基準風壓

앞에서 작성한 우리나라의 地域別 風速壓等值線圖는 25 kg/m²의 단위로 너무 細分되어 있어, 실제 送電線支持物設計에 利用할 경우 번거로움이 많을 것이다. 그러므로 全國 地域別 風速壓等值線圖를 基準으로 하되 島嶼地域, 海岸地域, 內陸地域 등 地理的인 特性을 고려하여 표4에 提示한 바와 같이 3등급으로 區分하여 適用하도록 하였다.

여기서 I 地域은 南西海의 島嶼地域에 해당되며, II 地域은 주로 海岸地域에 해당되고, 지금까지 適用하여 온 設計風壓보다 높게 나타나는 地域이다. 그리고, III 地域은 內陸地域으로 지금까지의 設計風壓보다 낮게 나타

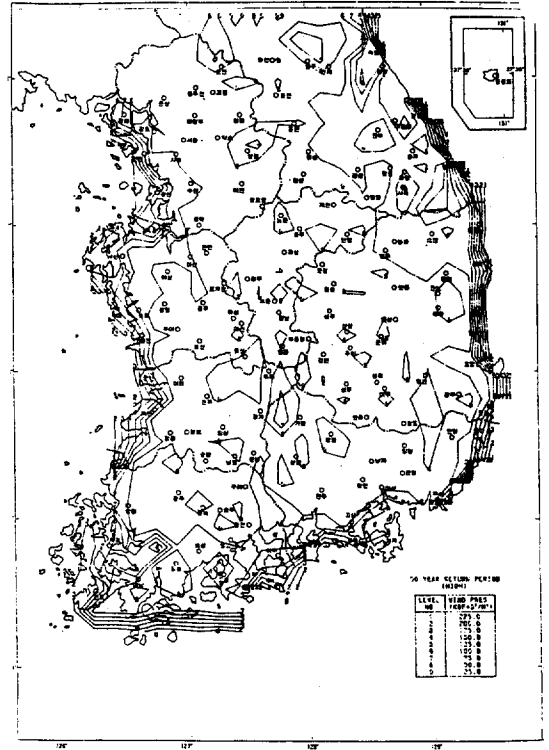


그림 6. 50年 再現期間值 基準風速壓 等值線圖 (高溫季)

나는 地域이 많으나 安全側과 設計의 簡素化를 고려하여 지금까지의 設計風壓(76 kg/m²)을 그대로 適用하는 것으로 하였다.

그리고, 제주도과 울릉도地域은 陸地와는 地理的으로 멀리 떨어져 있기 때문에 回歸分析에서 같이 考慮한다

표4. 하중조건별 설계기준풍압

지역구분	설계기준풍압 (kg/m ²)	기준풍속(m/sec)		돌풍율	
		10분평균	순간		
고온계	I 지역	117	40.0	54.0	1.35
	II 지역 및 다설지역	100	36.6	50.0	1.37
	III 지역	76	31.7	43.7	1.38
	울릉도	163	46.4	62.7	1.35
저온계	다설지역	30	-	26.3	-
	기타지역	38	20.2	29.5	1.46

(註) 적용시 종전의 설계풍압과 혼동하지 않게 하기 위하여 설계기준풍압은 순간풍속을 기준으로 한 풍압을 2/3배한 값을 나타내었다.

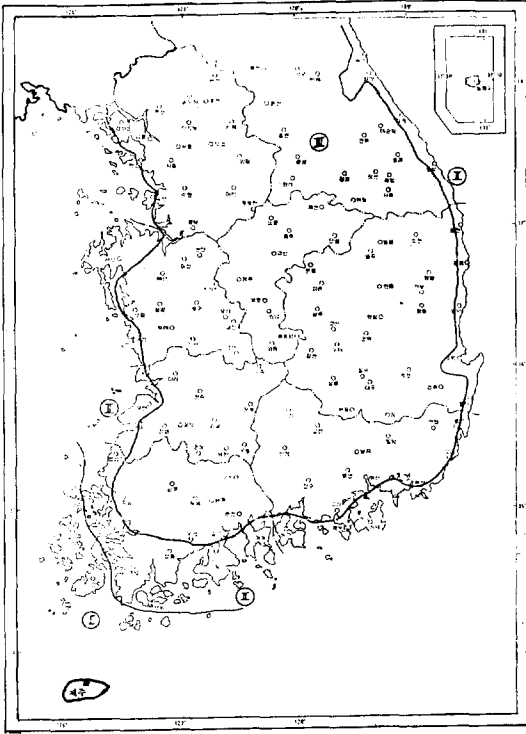


그림7. 지역구분에 따른 基準風速壓等值線圖

는 것은 곤란하므로 이 地域에 對해서는 各各의 測候所 資料를 근거로 Gumbel 分布式을 利用한 結果를 適用하였다.

이상의 地域區分을 地圖上에 개략적으로 나타내면, 그림7과 같으며, 구체적인 地域明示(市, 邑, 面)는 별도로 나타내었다.

Ⅶ. 結 論

우리나라 測候所에서 測定한 風速資料를 利用하여 50年 再現期間의 基準風速壓 等值線圖를 作成하고, 內陸, 海岸, 島嶼地域 및 울릉도로 區分하여 設計風壓을 補強 想定하였으므로 海岸과 島嶼地域의 支持物의 信賴度를 높일 수 있을 것으로 期待된다.

海岸과 島嶼의 鐵塔이 자주 倒壞되어 이 地域의 設計

風壓의 上向이 要望되어 왔으며, 海岸으로 分類된 地域은 內陸地域에 比하여 매우 적으므로 이 設計基準變更으로 因한 送電線 建設工事費의 上昇은 그리 크지 않을 것이다. 50年 再現期間을 가지는 風速에 對하여 設計하는 것이 世界的인 趨勢이나, 우리나라의 氣象觀測所에서 測定한 風速記錄値는 20年 以上 程度의 長期資料를 얻을 수 있는 地域이 不足한 실정에 있으므로 10年 程度 경과후 本研究에서 開發한 風壓分析프로그램을 利用하여 基準風速壓을 再檢討함이 바람직하다. 그때 이번 에 作成한 地形因子의 資料는 그대로 利用될 수 있다.

앞으로 風洞實驗裝置를 利用한 實證研究과 倒壞된 鐵塔에 풍속계를 설치하여 資料를 수집하고 鐵塔 部材의 疲勞試驗과 더불어 大形鐵塔의 風壓에 對한 動的安定性을 檢証하는 研究가 수반되어야 한다.

끝으로 이 研究를 爲해 來韓하여 좋은 資料를 提供하고 分析方法에 對하여 助言하여준 日本 中央電力研究所의 坂本雄吉氏, 우리나라 測候所의 資料를 수집하고 컴퓨터로 分析하여 준 現代엔지니어링(株)의 沈亨燮, 金宏洙, 金進一, 김세현氏와 本 研究를 評價하고 實際 送電線路 設計에 適用되도록 設計基準에 反映하여 주신 金榮珍 送變電處長, 盧煥英 副處長, 金泰成 送電計劃部長, 李根英 課長에게 깊은 謝意를 드리는 바입니다.

참 고 문 헌

- 1) Guide for Design of Steel Transmission Towers(ASCE NO.52) 1971. pp. 4
- 2) IEC Technical Committee 11 : Recommendations for Overhead lines(July, 1980) pp. 12
- 3) 石原, 山岸 : 未觀測地點의 最大風速의 推定에 對하여, 送電線建設技術資料 第19集(1973)
- 4) Benjamin, J.R., Cornell, C.A., Probability, Statistics and Decision for Civil Engineers, Mc Graw-Hill Book Co., Inc NY, 1970.
- 5) D. Ghiocel, D. Lungu, Wind Snow and Temperature effects on Structures based on Probability, Abacus Press pp. 47 & pp. 37
- 6) 최문식, 「韓國의 構造物設計用 風荷重의 速度壓에 關한 研究」, 서울大學校, 1974.