

鳥取大学工学部 正会員 白木 渡 中国電力(株) 西山 稔
鳥取大学工学部 正会員 ○松保 重之 中国電力(株) 小野 進
日立造船エンジニアリング(株) 学生員 安藤幸次郎

1. まえがき 1991年9月に発生した台風19号の強風により、西日本を中心に送電線鉄塔上部の損壊事例が数多く発生した。過去の損壊事例は鉄塔基礎周辺地盤の変状によるものが多く、強風に対する鉄塔の安全性は十分確保されていると考えられていた。実際に損壊した鉄塔は標準鉄塔であったが、現在建設が進められている大型送電線鉄塔についても強風に対する安全性の検討が必要であると考えられる。そこで本研究では、大型送電線鉄塔上部を対象として、まれに発生する強風に対して信頼性解析を行う。

2. 送電線鉄塔上部の応力解析 上述した鉄塔の損壊事例全てにおいて、主柱材および斜材の座屈による破壊が発生している。このことより、鉄塔の構成部材である細長い棒部材が、圧縮力に対して座屈破壊することにより鉄塔の損壊が発生したと考えられる。そこで、ここでは風荷重作用下での応力解析を行い、主要部材である主柱材および斜材の応力発生状況特に圧縮応力に注目して調べる。本研究では解析対象として、東京電力(株)によって群馬・山梨ルートに用いられているAd2型の大型鉄塔を用いた。図-1には、その鉄塔に作用する風荷重と主柱材に生じる軸応力が圧縮か引張かの区別を示す。図中の、1～31の番号は、部材の添え字番号である。図-2

に、同様の図を斜材について示す。図-1, 図-2に示す鉄塔モデルに対して風荷重を徐々に増加していった時の応力発生状況を図-3、図-4に示す。図-3、図-4の中で用いている軸応力の比 η は右式より算定する。鉄塔モデルに対して風荷重を徐々に増加していったところ、風速76[m/s]に相当する風荷重作用時に図-4に示す、圧縮力を受ける斜材のNo. 9部材(DC₉)で軸応力の比が100%を超える値を示して座屈破壊した。また、No. 1部材(DC₁)、No. 17部材(DC₁₇)の軸応力の比が、他の部材と比べて大きい値を示している。部材剛性の低い材料を用いている斜材の座屈による損壊は、材料の性質が生かされない不利な破壊形態であるので、剛性の高い部材に替えて、主柱材での引張破壊が起こるような部材構成にすることが必要であると考えられる。

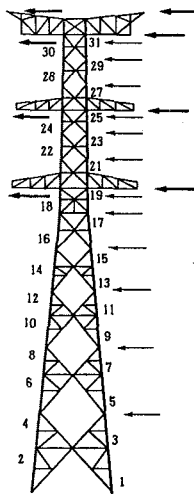


図-1 作用する風荷重と主柱材に発生する軸応力の引張・圧縮の区別

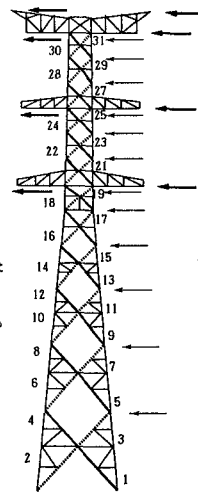


図-2 作用する風荷重と斜材に発生する軸応力の引張・圧縮の区別

送電線、架空地線に作用する風荷重
鉄塔本体に作用する風荷重
引張力が作用する主柱材 (PT_i)
圧縮力が作用する主柱材 (PC_i)
送電線、架空地線に作用する風荷重
鉄塔本体に作用する風荷重
引張力が作用する斜材 (DT_i)
圧縮力が作用する斜材 (DC_i)

$$\eta = (\sigma / \sigma_{cr}) \times 100 [\%]$$

σ : 発生した軸応力度
 σ_{cr} : 圧縮力の場合は座屈応力度
引張力の場合は降伏点応力度

3. 送電線鉄塔上部の破壊確率の評価

鉄塔上部に作用する想定荷重としては、固定荷重（鉄塔、架渉線、がいし、架線金具等の重量）、風荷重、氷雪荷重、架渉線張力荷重の4つが挙げられるが、本研究

では、鳥取地方で観測された50年最大瞬間風速に対応する風荷重に着目し、これを確率変数として考え、鉄塔上部の安全性の評価を行う。破壊確率は、右に示す破壊基準値が負の値をとる確率として定義し、IFM法¹⁾により算定した。図-5、図-6に計算結果の一例を示す。図-6の圧縮力を受ける斜材のN_o. 1, 9, 17, 30部材(DC₁, DC₉, DC₁₇, DC₃₀)の破壊確率が10⁻⁵のオーダーで他の部材に比べて大きく、図-4の応力解析結果と対応している。

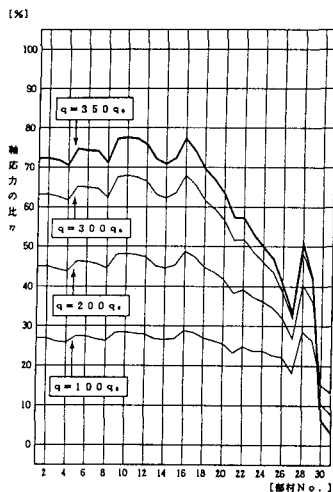


図-3 圧縮力が作用する主柱材の座屈応力に対する軸応力の比

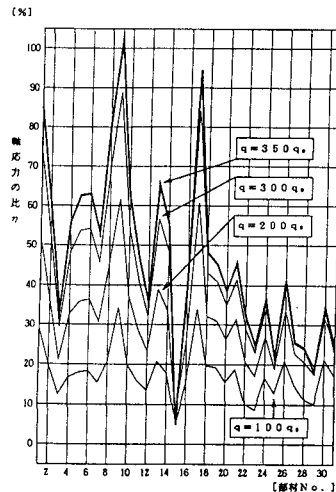


図-4 圧縮力が作用する斜材の座屈応力に対する軸応力の比

4. あとがき 大型送電線鉄塔の応力発生状況および、破壊確率の計算結果から推測して、鳥取地方の平野部で観測された50年最大風荷重に対しては、一応十分な安全性が確保されていると判断された。しかし、斜材の座屈による破壊確率が他の主柱材に比べて大きいことを考えると、今後これらの点について十分な検討が必要であると考えられる。

<参考文献>

1) 白木渡, G. I. Schuëler: 条件付き破壊確率を用いた繰り返し高速モンテカルロ法とその構造物の動的信頼度評価への応用, 構造工学論文集, Vol. 35A, pp. 467-477, 1989-3.

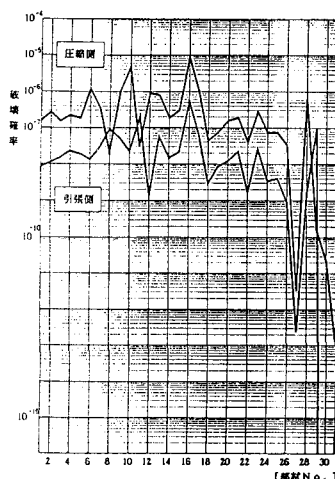


図-5 主柱材の破壊確率

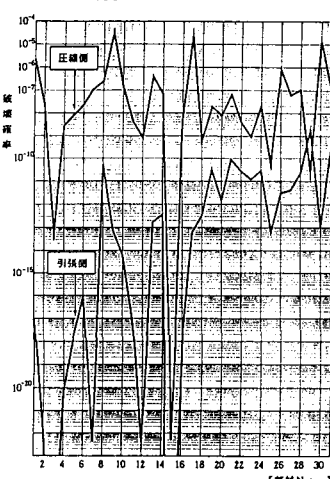


図-6 斜材の破壊確率

$$g(V_{G10}) = |\sigma_{er}| - |\rho \cdot t_1 \cdot V_{G10}^2 \cdot 10^{-8} / 2 + t_2|$$

σ_{er} : 各主柱材および斜材の降伏点応力度 (引張力作用時) または座屈応力度 (圧縮力作用時) (kgf/cm²)

ρ : 空気密度 (0.12[kgf·s²/m⁴])

t_1 : 基準速度圧 ($q_s = 1$ [kgf/m²]) が鉄塔および架渉線に作用することにより各主柱材および斜材に発生する応力度

V_{G10} : 50年最大瞬間風速

t_2 : 鉄塔および架渉線の死荷重により各主柱材および斜材に発生する応力度