

強風に対する電柱の経済的取替問題について（2）

本 告 光 男

1. ま え が き

本編は「強風に対する電柱の経済的取替問題について(1)」(第6巻, 第1号)の続編である。電柱については木柱をコンクリート柱に取替えることが最近盛んに行なわれているが、輸送費、工事費、その他の点で、木柱が将来絶滅してしまうとは考えられない。

次の表は中部電力の昭和36年度電気事業報告書の抜萃である。

	木 柱	鉄 柱	鉄 塔	コンクリ ート柱	計
配 電 線	869,806	5,367	—	94,372	969,545基
送 電 線	18,090	5,196	15,199	2,186	40,671基
計	887,896	10,563	15,199	96,558	1,012,216

また、支持物の88%が木柱であって、絶対数において約90万基、本数にすれば100万本近い数字である。かりに100万本として、本文でのべるように最経済の方針をとった場合、電気工作物規定に示された安全中心の方針で運営した場合に比べ、年間1本当り経費が300~680円安くなるので全社では年数億円の経費変化が考えられる。

■前編において、このテーマを扱う準備的段階として、強風の発生および「木柱の腐蝕」のモデル化についてのべたが本編ではさらに、これらを組合せた経済モデルについてのべ、さらに代表的な例題を設け試算により若干の考察を行ってみた。

なお本編の Simulation はプログラミングについて中部電力企画室中央計算所の渡辺泰君をわずらわしたのでお断りしておく。

2. 問 題 の 設 定

一般に取替問題では、事前取替の費用より、事故による損失の方が大きく、また使用時間または、ある状態の函数で表現される事故率があり、これらの経費バランスからある経過年数あるいは、ある状態に達したら取替えるといった最適なポリシーを求める場合が多い。

この問題では、ある状態すなわち電柱が腐蝕していった残存半径がある限度に達したら、取替えるものとして扱った。

それは、木柱の地際半径は個々に相違するものであり、腐蝕の進み方も前編にのべた如く、大きなバラッキがあるので、残存半径によって取替えるか否かを判断するものとして扱った。また

* 中部電力株式会社 昭和38年 5 月 4 日受理 「経営学科」 第7巻1号

現在行なわれている運営方法も巡視を行い地際の円周を測り半径を推定し、電気工作物規定による安全率をチェックすることになっている。したがって実用的にも、この扱いは適当であると考えられる。

2.1 強風発生モデルおよび、木柱腐蝕劣化モデル 前編(3)の考え方をそのまま用いた。

木柱腐蝕の進行は、推移確行列によって推定した結果を平均値とし、あるバラッキをもった分布になるはずである。参考文献(5)には朝鮮における調査として木柱を昭和13年~728本、昭和14年~3,377本、昭和15年~3,685本、昭和16年~1,518本、昭和17年~120本を建設した際、半年毎に腐蝕を調査した結果が報告されている。腐蝕量の測り方が、われわれの使った資料と相違するので、正確な判定は、出来ないのであるが、前記バラッキのあることを示している。

2.2 木材の曲げ破壊強度

木柱の残存半径の分布については、前編において一応解決したのであるが、木材は何分にも有機体構造物であるので、同一半径の木柱を並べて比較してもその強度には相当のバラッキがあり、このバラッキは無視できない。また含水率、温度、経年などによって変化するので非常にやっかいである。筆者は、木材に関しては全くの素人であるが、この問題での扱い方について、参考文献(3)~(7)を引用しながら、説明することにする。

電気工作物規定では杉材の曲げ破壊係数を 400kg/cm^2 と指定しているが、これは「65本の杉丸太材で破壊試験を行った結果、曲げ破壊係数は $m=478\text{kg/cm}^2$ で、 $P=400\text{kg/cm}^2$ とすれば、90.8%が、 400kg/cm^2 以上であるから一応安全である」⁽⁴⁾といった、安全サイドをとるという考え方にたっている。

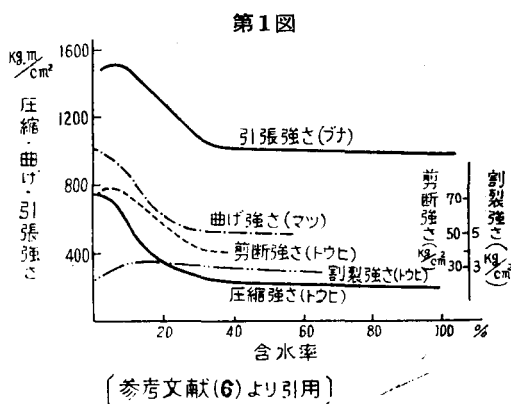
その点、この問題の目的とするところは経費最少であり、経費最小にするためのポリシーを求めようとしている。したがって、一率 400kg/cm^2 と決めてかかることは出来ない。すなわち、同じ半径をもった木柱でも種々の要因によって抵抗モーメントがバラツキていることを表現せねばならない。

1) 含水率、温度

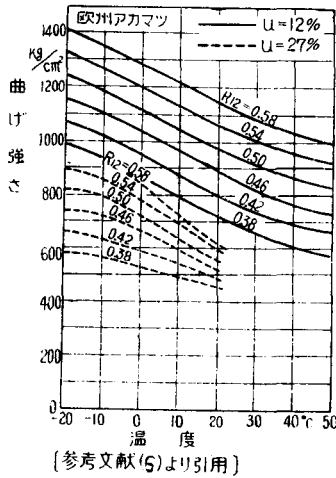
第1図は含水率と強度の関係を示したもので20~30%付近に飽和点がある。木柱の場合、建柱された土地の条件によって含水率はかなり相違しているだろうと考えられる。

しかし、たとえ含水率を考慮した規準が与えられたとしても、管内全域に分布している使用中の木柱について、その含水率を測定しながら建替を考慮することは考えられないことである。

また、温度についてみると第2図のような関係がある。これは、木柱の強度は季節によってもまた寒冷地と温暖地でも相違があり日々もまた変化があるだろうということで、温度の問題も含



第2図



水率と同様、個々に考慮することは不可能である。したがって、今回は標準的な条件について考えるものとし、個々の問題については運営に依存するものとした。

2) 木材強度の老化現象

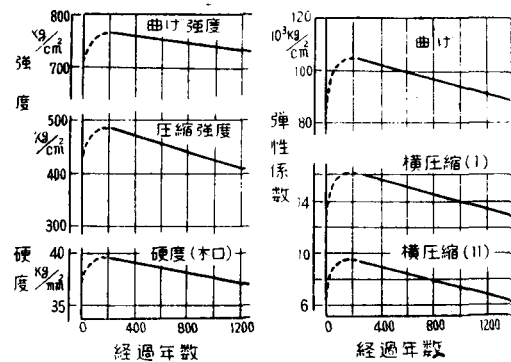
これは腐蝕、風化と混同されやすいのであるが、ここでいう老化とは腐蝕はもちろんのこと、日光や風雨による物理的・化学的作用や、また連続的な荷重による影響など、外的な作用因子をできるだけ除去して、保存した場合においても、なお大気中に存在することによって生ずる材質の変化現象のことである。

老化については一般に経過年数が、大体100年位を単位として取上げられ伐採後10年以内の木材は新材として扱われるものが普通である。電柱の場合、その寿命がたかだか20~30年位であるので、老化現状を要因として考慮すべきか迷うところであるが、この問題では以下の見方によって除外することにした。

「梶田茂：木材工学」によれば、木材強度の最も著しい特徴として、古くなるにつれて増大する強度と減少する強度の群がある。第1群の増大する強度は、圧縮曲げ、硬度、圧縮弾性、曲げ弾性などであり、第2群の減少する強度には、衝撃曲げ、剪断割製などがある。

第3図は第1群に属する強度について檜材の調査したもので、一定の含水率、一定の比

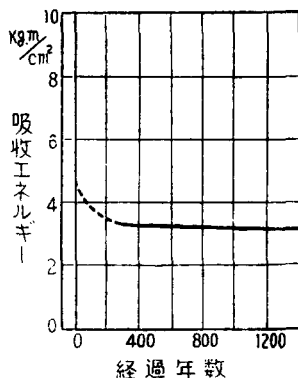
第3図



[注] 参考文献(6)より引用

重に換算したものについて示している。この大きな特徴は200年位まで強度は増大し、それ以降

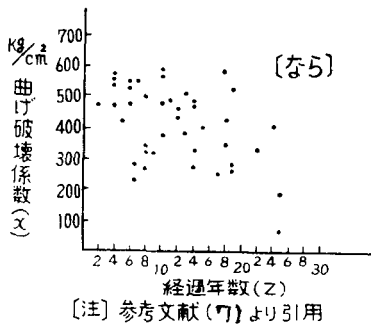
第4図



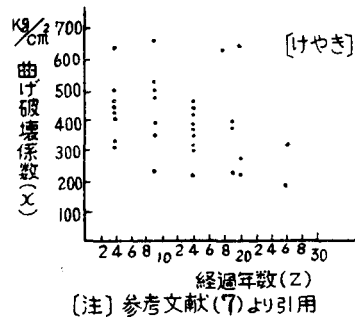
は漸減する傾向をもっていることである。一方第2群に属する衝撃曲げについては第4図のごとく、400年位まで漸減し、それ以降はほとんど一定となっている。このように木材の老化現象は材質は硬く強く、かつ剛くなるが、靱性は減少して脆く割れ易くなっていく性質をもっている。

第3、第4図は経過年数が相当長い場合のものであるが、短期間について調査したものに第5、第6図がある。この図を観察してみると、曲げ破壊係数については30年位ではほとんど変化がないように思われる。もっとも含水率、温度等についてふれていないので正確なことはいえないが、経年変化よりも同時点における

第 5 図



第 6 図



材質のバラッキがはるかに大きく、30年位の経年変化は無視して差支えないと思われる。

3) 木材の疲労効果

強風モデルとしては年最大風速を採用したのであるが、それに近い風が前後に吹いていることが考えられる。例えば「ある年の年最大風速は台風によってもたらされ30m/secであった」ということは、台風が到来した前後1～2日の間は30m/secに近い風が相当吹いているわけで、たまたま最大風速が30m/secであったというにすぎない。また台風も年に1回とは限らないのであってもう少し小さい台風あるいはもう少し遠い処にやって来たが、その台風の最大風速が30m/sec以下であったのかもしれない。

このような場合は年最大風速未満ではあるが、それに近い強風によって何回も曲げ応力を受けているので、木柱の疲労効果によって弱くなり、破壊されやすくなる理屈である。

ある疲れ限度の実験では、高野産・木曽産ヒノキで繰返数 10^7 で、疲れ限度が曲げ破壊係数の約20%になるという。

しかし、木柱の腐蝕による寿命を考えた場合、疲れを考慮しなければならないほどの荷重が、しかもそれほど頻繁にあるとは考えられない。また、今のところそれほど精密なモデルも思いつかなかつたので、この疲労効果も無視することにした。

4) 本編での曲げ破壊強度の考え方

1)～4)にわたり曲げ破壊強度に影響を与える主な要因についてこのテーマでの扱い方について述べたのであるが、結論としてはもっともらしい条件のもとに実験されたデータをそのまま使うことにした。参考文献(4)では伐採後6～12カ月の杉材65本を丸太材のまま実験した結果を報告している。この実験では温度・含水率については考慮していないのであるが、新材の現実的状态に比較的近いデータであり、しかもこの他には適当なデータが見当たらなかったため、これを使用した。

このデータによれば曲げ破壊係数が $m=478.5\text{kg/cm}^2$, $\sigma=68.0\text{kg}$ の正規分布に従っているもので、正規分布として表現することにした。

2.3 木柱破壊の判定 木柱が折損するか否かの判定は電気工作物規定に示された次式を採用した(式の型は変形してある)。

i) 曲げ Moment

$$M = \frac{W_p}{100} \left(\frac{D_o H^2}{2} - \frac{k H^3}{3} \right) + \frac{\sum W_e \cdot d \cdot h \cdot s}{1000} = A \cdot v^2 \quad (\text{kg} \cdot \text{m}) \quad \dots\dots\dots(1)$$

ii) 抵抗 Moment

$$R = \frac{\pi P D_o^3}{3200} (\text{kg} \cdot \text{m}) \dots\dots\dots(2)$$

- 但し、
 D_o : 木柱地際直径 (cm)
 H : 木柱地表上の高さ (m)
 P : 木柱の曲げ破壊強度 (kg/cm²)
 k : 木柱の直径増加率
 d : 架線の直径 (mm)
 h : 架線の地表上高さ (m)
 S : 平均径間 (m)
 W_p : 木柱の風圧 (=0.05v₂² kg・m/m²)
 W_e : 電線の風圧 (0.068v² kg・m/m²)

2.4 諸経費 都会と田舎では種々と事情が相違するので本稿では都市 (中心から4km以内)、郡部 (都市の中心か4~8km)、山間部 (都市の中心か8~16km) に分けて考えることにした。また見積りに当っては装柱その他を決めて掛った方がやりやすいので、最も平凡な装柱 (後述する例題第9図) についての見積例をあげ説明することにした。

第1表は弊社営業部配電技術課に依頼し見積っていたいただいたものである。

第 1 表 諸 経 費

No.	項目	一般建替			折損建替			備 考
		都市部	郡 部	山間部	都市部	郡 部	山間部	
1	木 柱	13,600	13,600	13,600	13,600	13,600	13,600	PF-1種 12m 腕木、根枷丸太、その他 古材の持帰りを含む 現場までの往復人件費
2	工 費	5,173	5,173	5,173	5,173	5,173	5,173	
3	諸材料費	5,253	5,253	5,253	5,253	5,253	5,253	
4	引込移替	400	130	80	130	130	80	
5	舗装割取	935	190	0	935	190	0	
6	雑 費	894	894	894	894	894	894	
7	撤去材料費	△ 1,417	△ 1,417	△ 1,417	△ 1,417	△ 1,417	△ 1,417	
8	木柱運搬費	900	1,360	1,820	900	1,360	1,820	
9	活線作業費	479	179	0	479	179	0	
10	損失電力費	1,297	3,891	3,706	7,566	7,411	5,558	
11	人 件 費	896	1,796	2,692	896	1,796	2,692	
12	撤去木柱費	△ 170	△ 170	△ 170	△ 170	△ 170	△ 170	
計		28,240	30,879	31,631	34,509	34,399	33,483	

[注1] 都市部~中心から4km以内、郡部~中心から8km以内、山間部~中心から16km以内
 [注2] 装柱~12m マレニット柱、地上10m、腕木1500mm(大)、1500mm(小)、根枷1.2m 1本 (第9図参照)。

以下各項目について見積りの考え方についてのべることにする。

- 1) 木柱：12mマレニット柱の価格
- 2) 工費：木柱、腕木、根枷丸太等の取付工事費で工事費そのものについては、地域的な変化はないものとした。
- 3) 材料費：腕木、根枷等の副資材費。
- 4) 引込線移替：建替に当っては引込線を移替える工事が伴うのであるが、引込線は都会ほど多く、田舎ほど少ない。その比率を都市1.0に対して郡部 $\frac{1}{2}$ 、山間部 $\frac{1}{3}$ とした。
- 5) 舗装割取：舗装道路に建てられた電柱の建替は舗装の割取りを伴う。これも都会ほどそのチャンスが多いので、その比率を都市1.0に対して郡部 $\frac{1}{2}$ 、山間部0とした。
- 6) 雑費：0.1(取付工費+撤去工費)+0.02(取付材料費)
- 7) 撤去材料費：腕木、その他撤去品は倉入れされるので(一)の工事費となる。
- 8) 木柱運搬費：現場まで新品を運ぶ運賃と、撤去材料を持ち帰る運賃との和である。田舎ほど倉庫までの距離が遠くなるので高くなる。
- 9) 活線作業費：活線作業は都会ほど頻繁に行なわれ、その割合は都市0.8、郡部0.3、山間部0とした。
- 10) 損失電力費：何事もなければ売れるはずの電力が取替、折損事故によって売れなくなる分を損失と考えることにした。

事前建替の作業停電～活線作業の頻度を考慮し、実際の作業時間に対し都市0.2、郡部0.7、山間部1.0の割合にとった。

折損事故による停電～復旧完了まで送電しないものとし、また作業員が現場に到着するまでの時間を含めた。夫々3.5、4.0、4.5時間とした。負荷電流～配電線の末端にいくほど負荷が軽く、また配電線の1回線当りの負荷は田舎ほど軽い。送電端電流を夫々140A、120A、80A(6KV)とし、その中心付近の電流をとるとして夫々70A、60A、40Aとした。

以上のような考え方により力率0.85として $\sqrt{3} E I \cos \theta \cdot H \cdot a$ によって計算した。ただし $E = 6 \text{ KV}$ とした。

- 11) 人件費：作業員が現場まで往復する人件費で1人1時間6工量とし、4人1組で往復時間を夫々1、2、3時間として見積った。
- 12) 撤去電柱費：撤去した木柱は倉入れするので(一)の工費となる。

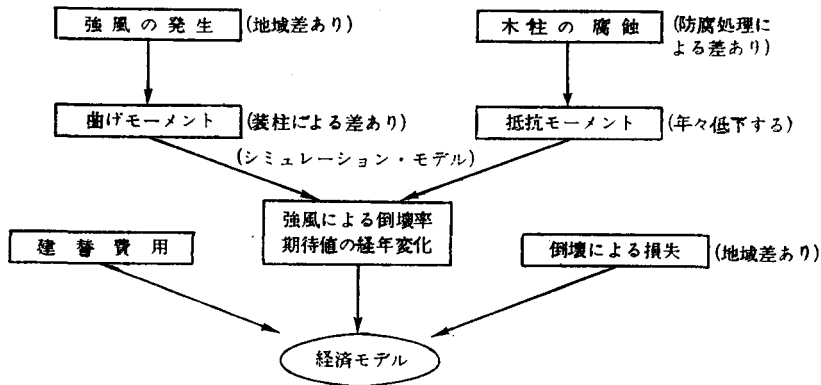
以上は後述する試算において使った見積りの例であり、目的によって精粗の度合を考慮する必要がある。

また、今回は電力会社側からみた直接的経費のみ考えることにし、抽象的なサービスの評価についてはふれないことにした。

3. 計算の設計

前編の「1. まえがき」にあげた問題の構成図を再掲し第7図とする。

第7図



第7図の各部分モデルについては前述の段階で一応見透しがついたので、これらも組合せ総合的モデルに組立てることとする。この問題は解析的に扱うより Simulation にむいたタイプであるので Simulation Model に組立てることにした。第7図にそって部分モデルをはりつければよいわけだが計算機に入れる場合、このままでは具合が悪い。

以下、長い熟語が多く煩わしいので記号化し、記号によって説明を進めたい。

3.1 記号の説明

(1) $A_1, B_1, A_2, B_2, x_0, x_p, x_q$

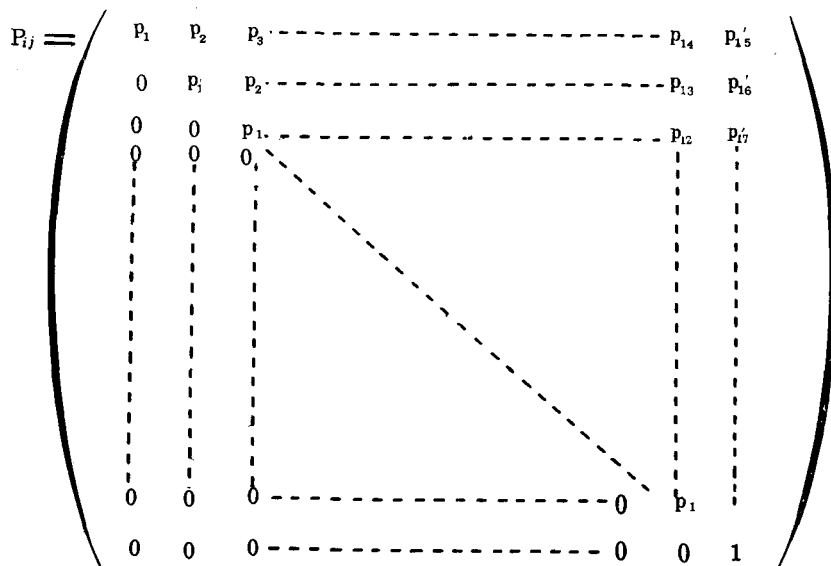
$$\text{風の確率 } \varphi(v) = \begin{cases} \text{EXP}(-e^{A_1(v-B_1)}) & x_q \leq v < x_0 \\ \text{EXP}(-e^{A_2(v-B_2)}) & x_1 \geq v \geq x_0 \end{cases}$$

における常数で、詳細は前編を参照。

- (2) m_j ($j=1, 15$) 木柱の抵抗モーメントの平均値
- σ_j ($j=1, 15$) 木柱の抵抗モーメントの標準偏差
- a_j ($j=1, 15$) 木柱の腐蝕量ランク j の本数
- (3) JE 取替ポリシーのランク (腐蝕量 cm)
- (4) M_c 事前建替の費用
- (5) M_B 折損破壊の損失および費用
- (6) M 曲げモーメント
- (7) $P_j (<M)$ j ランクの柱で $R < M$ となり折損する確率
- (8) C 建替のポリシーによる建替本数
- (9) B 風による折損数
- (10) D 年間経費

(11) (P_{ij}) 木柱の腐蝕量の推移確率行列

この推移確率行列については前編参照。



(12) F 累年平均経費

3. 2 計算の設計

この計算の体系を第8図に示す。このフローダイアグラムは考えをまとめるために作ったものでプログラムに際しては若干手を加えて使用した。まず方針として建替のポリシー J E を適当に決め、第8図の計算を行い結果を見ながら J E を適当にスライドしながら F の値を最小にする J E を探すという方法をとった。自動的に J E をスライドさせ F を最小にするよう J E を収斂させることも一応考えたのであるが、

- i) 計算時間が正確につかめなかったので計算費用の点で自信がなかった。
- ii) J E を変更することによって F にどの程度の影響があるかを調べたい。

の理由から自動斂方式はとらなかった。

以下第8図の流れにそって説明する。

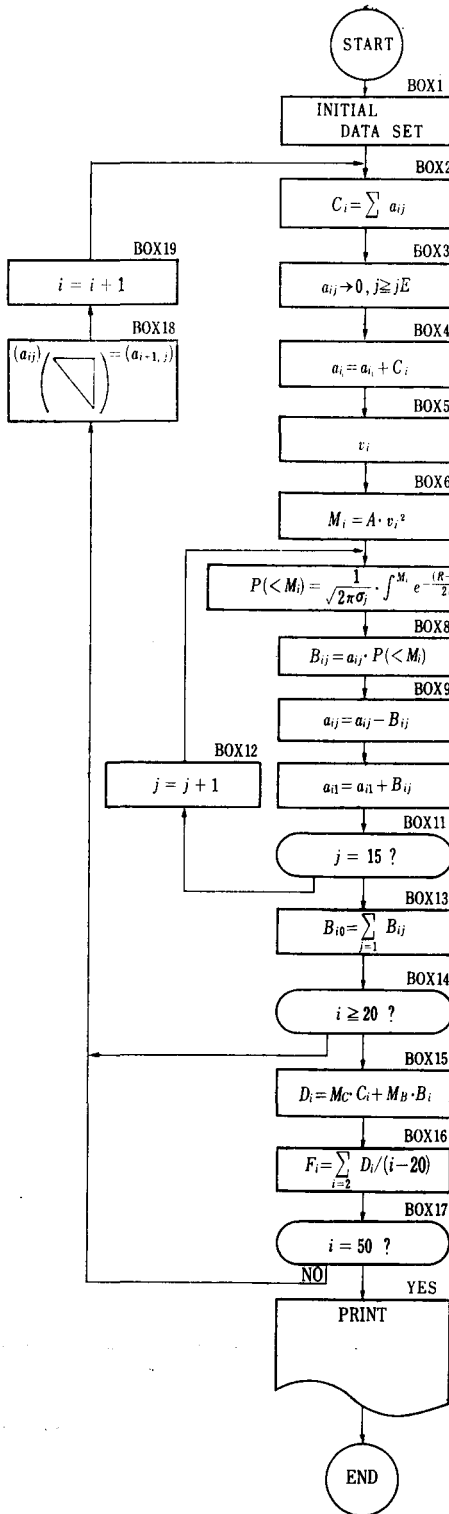
BOX1~木柱群の最初の状態、例えば 1,000本建てたという場合には $a_{1j}=(1000, 0, 0, \dots, 0)$ を input する。また夫々のケースに対応する $A_1, B_1, A_2, B_2, x_p, x_q, x_o, M_e, M_B$ を input する。

BOX2~ポリシーとして腐蝕量が J E 以上になると建替えを行うので、 i 年度の $j \geq J E$ である電柱の合計 C_i を求める。

BOX3~ $j \geq J E$ である電柱は建替えられるから a_{ij} において $j \geq J E$ である各ランクを 0 とする。

BOX4~建替を完了すれば、木柱腐蝕量の分布ベクトルが変化するので、その変更を行う。

$$a_{i1} = a_{i1} + C_i$$



a_{ij} , および夫々のケースに対応する $A_1, B_1, A_2, B_2, x_0, x_p, x_q, M_C, M_B$ をセットする。

腐蝕量 jE を超過するものは建替える

建替により腐蝕量 jE 以上のものは 0 となる

木柱建替後の腐蝕量分布ベクトルを求める。

i 年度の最大風速を
 $\varphi(v) = E \times P \{ e^{-A(V-m)^2} \}$ から計算する。

v_i に対応する曲げモーメントを出す

R には、ばらつきがあるので j ランク内で M_i 以下の破壊されるものの確率を求める

j ランクの破損数を出す。

j ランクの残存数

破損数は建替えられる $j=1$ に入る

j ランクの最後 ($j=15$ になれば残存半径は 0 になる)

各ランク折損数をランクについて和をとり i 年度折数合計を算出する。

transient を早く脱出させるために 1~20 年は経費の算出を行わない。

事前建替および折損取替の経費を出し i 年度の経費を出す。

累年平均 1 本当たり平均経費を出す。

i	C	B	D	F	V
21					
22					
⋮					
50					

[注] $i \geq 20$? および $i \geq 50$? は本計算のまゝに試算を行い収束の具合をみてから指定する。

BOX 5～ i 年度の最大風速 (v_i) を乱数によって発生させる。

BOX 6～ v_i によって生起する曲げモーメント (M_i) を計算する。

BOX 7～ R にはバラツキがあり、正規分布になるとみなしているので、 j ランクのうち $M_i > R$ となり破壊されるものの確率を求める。

BOX 8～ j ランクの折損数を出す。

BOX 9～ a_{ij} において折損数を差引く。

BOX10～折損した分は建替えられ a_{ij} に入るので、 $a_{i1} = a_{i1} + B_{ij}$ とし折損建替後の a_{ij} を作る。

BOX11, BOX12～今回は半径15cmの例題を扱うので $j = 1 \sim 15$ の繰返しを行う。

BOX13～折損したものを j について累計し、 i 年度の折損数 B_i を求める。

BOX14～この計算の初期は、1000 本なら 1000 本の新品が同時に建柱されたことになるので、建設年度がバラバラである現実と一致しないので、初めの20年分は経費計算を行わずに BOX 11 からBOX 2 へもどし空転させることにした。

BOX15～ i 年度の経費を算出

BOX16～21～ i 年度の累年平均1本当り経費を算出する。

BOX17～今回は50年で計算を打切ることにした。

BOX18～($i + 1$) 年度の腐蝕量分布を求める。つまり $a_{i+1, j}$ を求めるために a_{ij} (推移確率行列) の計算を行う。

BOX19～年度を1年進めて、BOX 2にもどり繰返し計算を行う。

4. 例題による試算

以上の Simulation Model について試算の意味で最もありふれた装柱を想定し以下の計算を行った。筆者としては種々のケースについて実用上納得のいくまで試算をやってみたかったのであるが、費用その他の事情が許さなかった。この試算は次の3点についてチェックすることを目的とした。

(i) Simulation の反復回数をどの位にとるべきか見当をつける。

(ii) 電柱の事前建替を電気工作物規定に従って運営した場合(安全性にのみ注目した場合)と本稿のテーマの如く経済性に力点を置いて運営した場合とで経費がどの位相違するか。

(iii) 経済性を中心に考えた場合、都市・郡部・山間部別、強風グループ別に取替の限界、最小経費についてどの程度の差が認められるか。

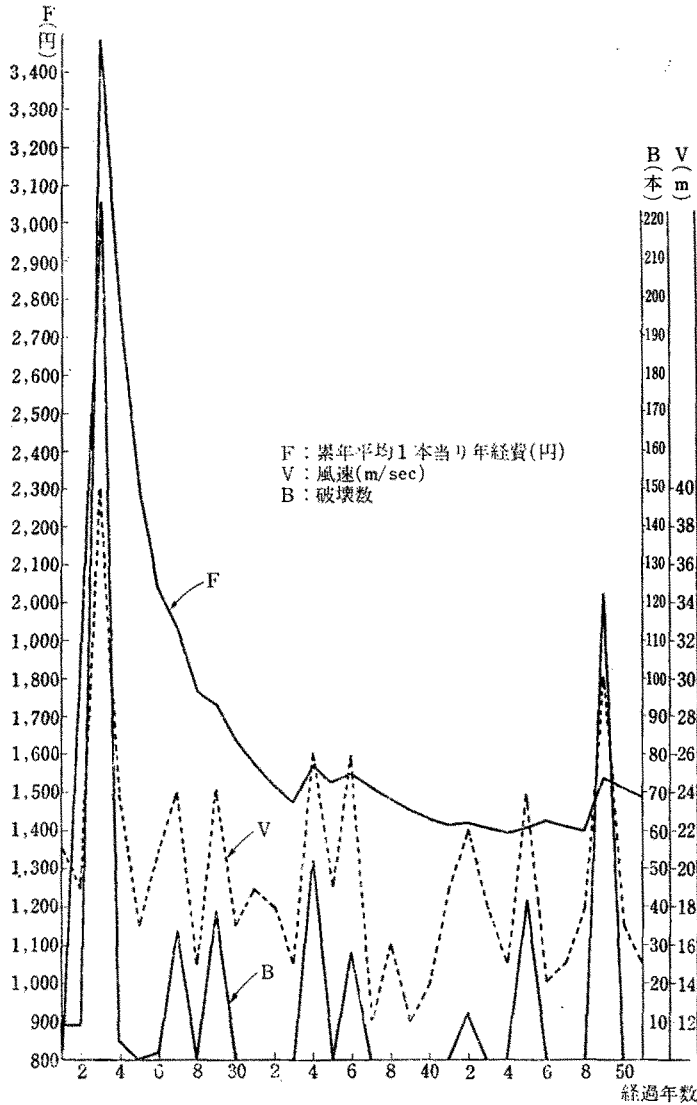
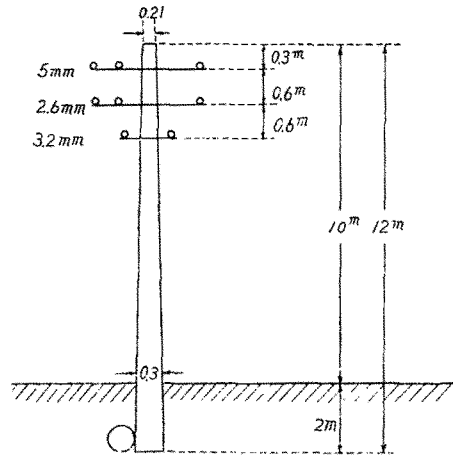
4. 1 試算用の例題 木柱はPF-1種杉材とし、装柱は第9図のような最もありふれたものについて考える。事前建替の費用および折損取替の損失・費用については2.4で述べた第1表を使うことにする。強風グループ別、都市・丙種風圧荷重都市部(電気工作物規定丙種風圧荷重の考え方により風圧を $\frac{1}{2}$ した場合)・郡部・山間部別にJE=6, 8, 10, 12cm(JEは腐蝕量によって表現しているので残存直径は $2(15 - JE)$ cmである)と変化させ各ケース50年分について繰返し計算を

行う。

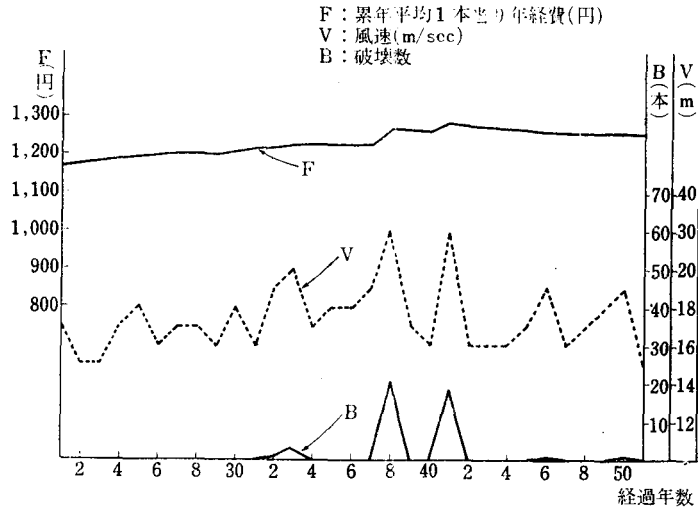
4. 2. 計算結果 計算はユニバック計算センターのUSSCによって行った。計算時間は1ケース1点約1分であった。第10~12図はJE=10cmつまり残存直径が10cm以下になったら取替える方針をとった場合の計算経過である。他の場合についても同様の結果が得られた。

各JEについて経済比較を行うためにこれらの計算結果を第13~16図にプロットしてみた。JEの刻み幅が大きく、点しかとっていないので、Fが最小になるJEを読みにくいのであるが極大

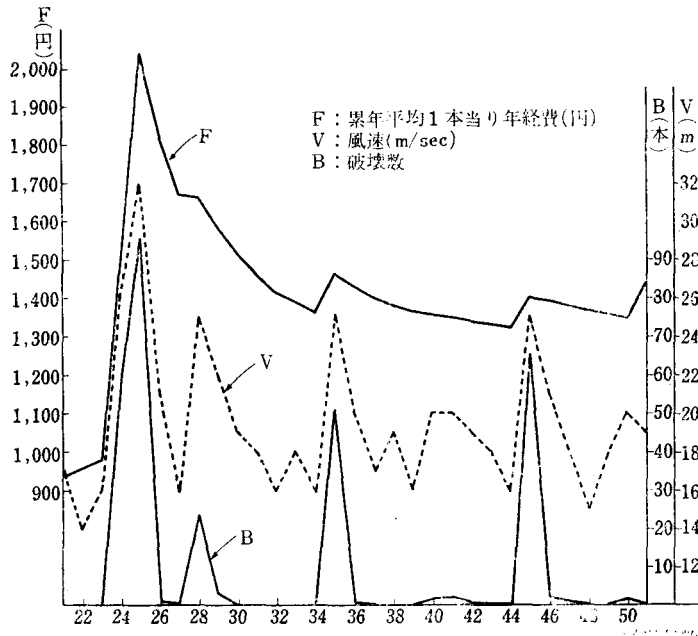
第9図



第11図



第12図



ざっぱにながめて第2表を作成した。第13~16図の横軸は残存直径（ $2(15-JE)$ ）でとってあるので念のためお断りしておく。

4.3 試算結果に対する考察 この節の初めに目的としてあげた(i)(ii)(iii)にそって述べることにする。

(i) Simulation の反復回数

この計算は意外に transient の状態が長かった。第10~12図にみられるとおりの50年分では累年平均経費(F)が十分収斂していない。おそらく200年位やる必要がある。

(ii) 電気工作物規定に従った場合との経費差

第 2 表

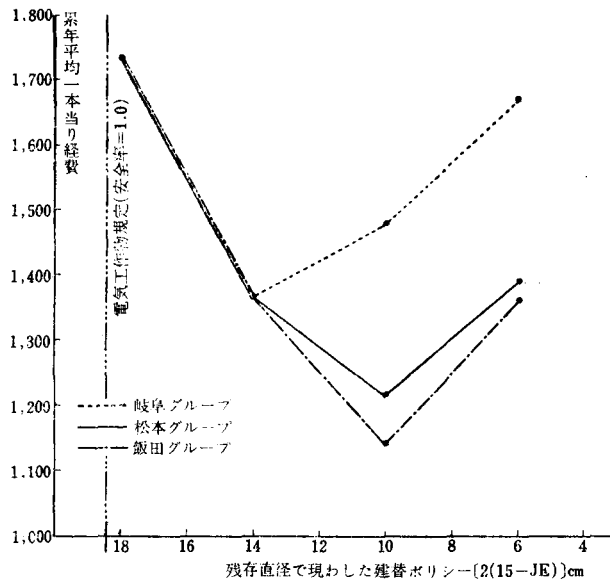
	電気工作物規定 (安全率=1.0)		経済性を中心に考えた今回の計算								
			岐阜グループ			松本グループ			飯田グループ		
	ポリシー	経費(S)	ポリシー	経費(E _k)	(S)-(E _k)	ポリシー	経費(E _m)	(S)-(E _m)	ポリシー	経費(E _i)	(S)-(E _i)
	cm	円	cm	円	円	cm	円	円	cm	円	円
都市	18.4	1,760	14	1,360	400	10	1,220	540	10	1,140	620
都市(丙)	14.6	1,420	10	1,210	210	10	1,140	280	* 8	*1,100	320
郡部	18.4	1,940	10	1,390	550	10	1,340	600	10	1,255	685
山間	18.4	1,960	10	1,420	540	10	1,420	540	10	1,280	680

〔注〕ポリシー：木柱が腐蝕し直径がここまで減少したら取替えるという方針

(S)-(E)：電気工作物規定に従った場合と本稿のSimulationでやった場合との差額

*：図表の形から推定した値

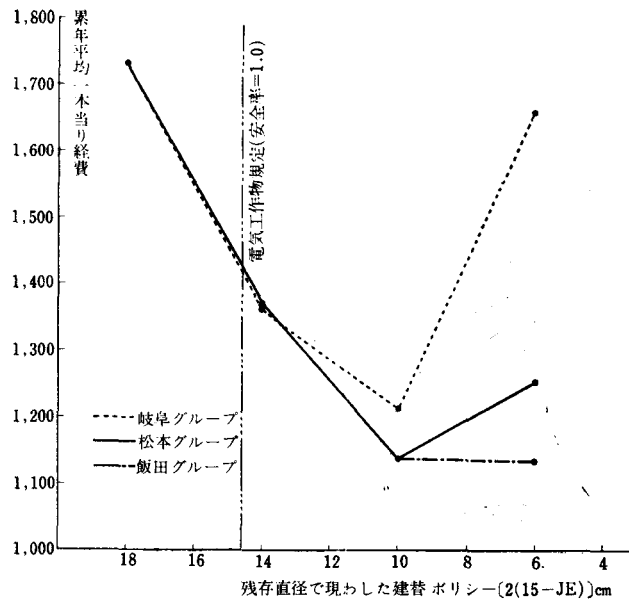
第13図



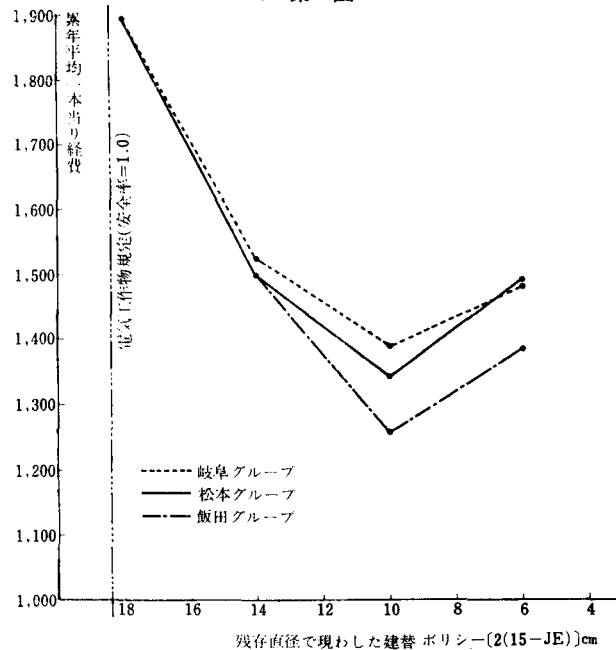
第2表にみられるようにその差は可成り大きい。都市(丙)を除けば400~685円/本/年の開きがある。全社をみた場合、装柱の関係で一率にはいえないとしても全社の木柱100万本として4~6.85億円/年の開きがある。第17図は風の最も強い岐阜グループについてJE=6、すなわち残存直径18cmを取替の限界とした場合である。これはほぼ電気工作物規定に従った場合(18.4cm)に近似しているわけであるが、第10図と比較して電柱がほとんど破壊されていない。松本・飯田グループについてはなおさらのことである。安全という立場からは確かに目的にそっているが経費の点では不経済といわねばならない。折損に対する安全サイドをとるために年当り数億円を支払っていることの可否は問題となって然るべきである。この場合、木柱取替の方針(JE)を変更することによって累年平均経費(F)がどのように変化するかはこのSimulationによって評価出来るが、サービスの点でどうかということになると、これでは解決出来ない。

(iii) 経済性を中心に考えた場合の木柱取替限度の地域差

第14図

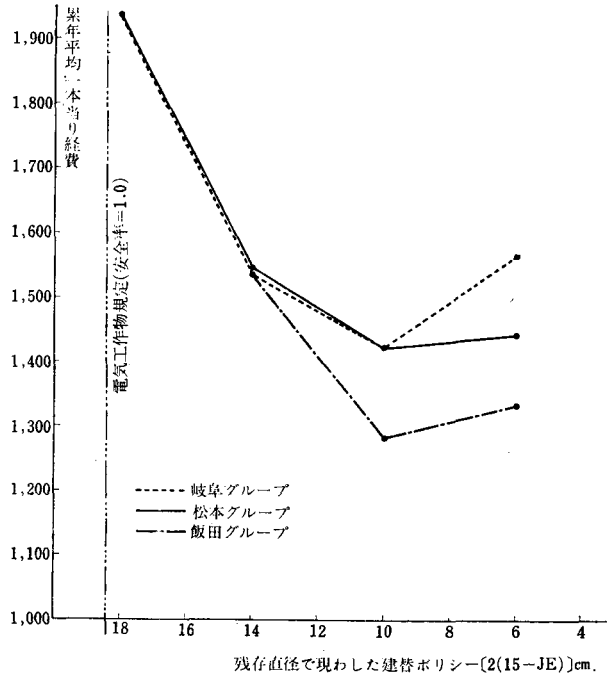


第15図

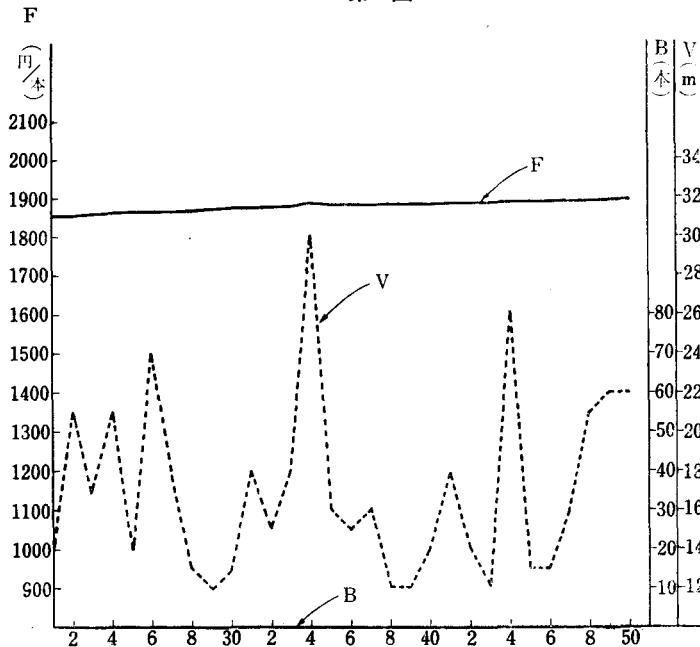


強風グループ別、都市・郡部・山間部別にみても最適な取替ポリシーには大差がない。都市の岐阜グループが直径 14cm，都市（丙）の飯田グループが直径 8 cm となった以外は全部直径 10 cm とした場合に最も有利である。累年平均経費（F）が十分収斂していないし，JEの刻みが荒いので決定的なことはいえないが大勢は示しているものと思う。この経済的な取替の限度（JE）に大差がないという結果について

第16図



第17図



イ) (1)式においてAの値が大きくなるような装柱の場合は強風グループ別の差が大きくなるのではないか。

ロ) 「2.4 諸経費」でのべた経費は電力会社側からみた直接的経費のみを見積ってあるので一般取替と折損取替の差および都市・郡部・山間部別の差が小さくないか。

の2点について反省してみる必要がある。イ)については実際に散在する電柱には種々の装柱があるので代表的な装柱を若干数想定し計算しておく必要がある。ロ)はサービス上のバランスの問題で、停電するKWHまたは頻度について需用者側からみた価値が都会と田舎でどう違うかという問題である。

この「需用者側の停電に対する不満・不服の形態、またそれが電力会社にどのような形でハネ返えるか」といった基礎的問題の研究が行われるべくしておくれているように思う。

この点(ii)でのべた安全性に力点をおいた方針の評価とともに、参考文献(1)にその構想だけ報告したが、台風ゲームの考え方によって図上で評価することも一案であろう。

代表的な装柱を数種類決め、その装柱別の本数を適当に Simulate し電柱の取替方針を種々に設定してみる。この場合、経済的に有利な方針をとれば、時おり発生する強風(台風、季節風等)の被害は大きく復旧に手間どることになり、かといって取替限界直径(2(15—J E))を大きくすれば経費は大きくなる。その中間に、この程度ならマアマアという線が抽象的には引けるわけである。その点、図上実験の中で種々のアクションをとり復旧作業の様相、停電の様相を Simulate させてみて、重要負荷を何時間で確保出来るか、窓口の混雑がどのようになるか等のことから判断するという方法も考えられる。

5. む す び

筆者は電柱の保守については全くの素人であり、「盲蛇に怯じず」の感じがしないでもないが拙稿が従来の考え方なりいき方に対して多少なりとも御参考になれば幸いである。

最後に、本編の試算用プログラミング(USSC)を担当した渡辺泰君、諸経費の見積りを引受けてくれた弊社営業部配電技術課の方々に深謝するとともに、本研究に終始御声援を賜わり、調査の便宜を計っていただいた岐阜大学農学部森 三郎先生に心から御礼申し上げ本稿を終る。

参 考 文 献

1. Motoori Mitsuo & Enomoto Hisanori: A Study on the Typhoon Model—On the Simulation Model and Game of the Typhoon —, J. Qp. Res. Japan, Vol.4 No.1 & No.4
2. 平井信二, 北原覚一: 木材理学
3. 本告光男, 榎本久徳: 強風に対する電柱の経済的取替問題について(1), 経営科学 Vol6 No.1。
4. 浅野, 大迫: 送電用支持物の戦時規程について, 電気学会誌 Vol.63, No. 660
5. 木柱耐用年限調査委員会: 木柱の耐用年限について, 電気学会誌 Vol. 63, No. 664
6. 梶田 茂: 木材工学