

超 高 圧 送 電 線 の 機 械 的 問 題

— ジ ャ ン パ 補 強 —

Mechanical Problems for Extra High Voltage Transmission Line — Reinforced Jumper —

山 本 三 郎* 池 田 健 二**
Saburō Yamamoto Kenji Ikeda

内 容 梗 概

超高圧送電線特に塩害地区ではがい子連結個数が多いので、ジャンパは径間が長くなり、強風時の横ぶれによる鉄塔とのせん絡の懸念があり、昭和34年伊勢湾台風の際の東京電力黒山試験線における測定結果からもジャンパの補強の必要がわかった。

ここでは日立電線株式会社で考案し、東京電力株式会社に納入したジャンパ補強装置について行なった工場試験と現地試験の結果について述べる。

1. 緒 言

超高圧送電線ではジャンパの径間が長くなるために、風圧を受けたとき横ぶれによる事故の懸念がある。これを防止するためには、鉄塔腕金を長くするか、なんらかの方法でジャンパの横ぶれを少なくするかしかないが、前者は用地上の問題となって好ましくない。

東京電力株式会社東京南線の塩害地区はがい子連結個数30個が採用されてジャンパの径間は11mをこえる。また東京西線の1部の4導体地区では、がい子装置が3連となり平衡用の金具のためジャンパの径間はやはり11m以上になる。これらのジャンパの横ぶれを防止するため日立電線株式会社では鉄パイプを導体に沿わせて、ジャンパの剛性を大きくする方法を採用した補強装置を納入した。架線後約2年たつが、なんらの事故もなかった。この補強装置の工場試験および現地試験について述べる。

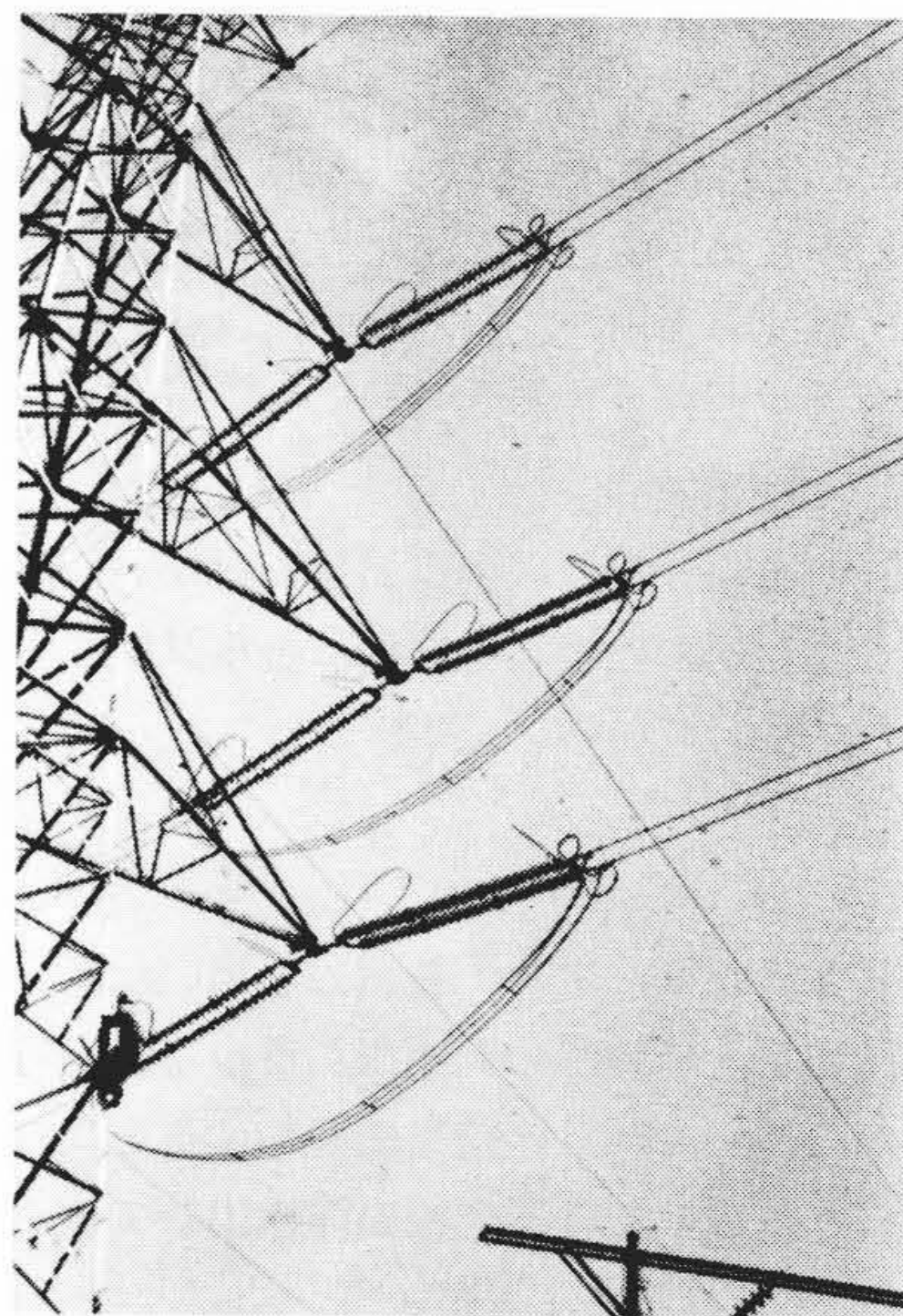
2. ジャンパ補強装置

2.1 2導体用ジャンパ補強装置

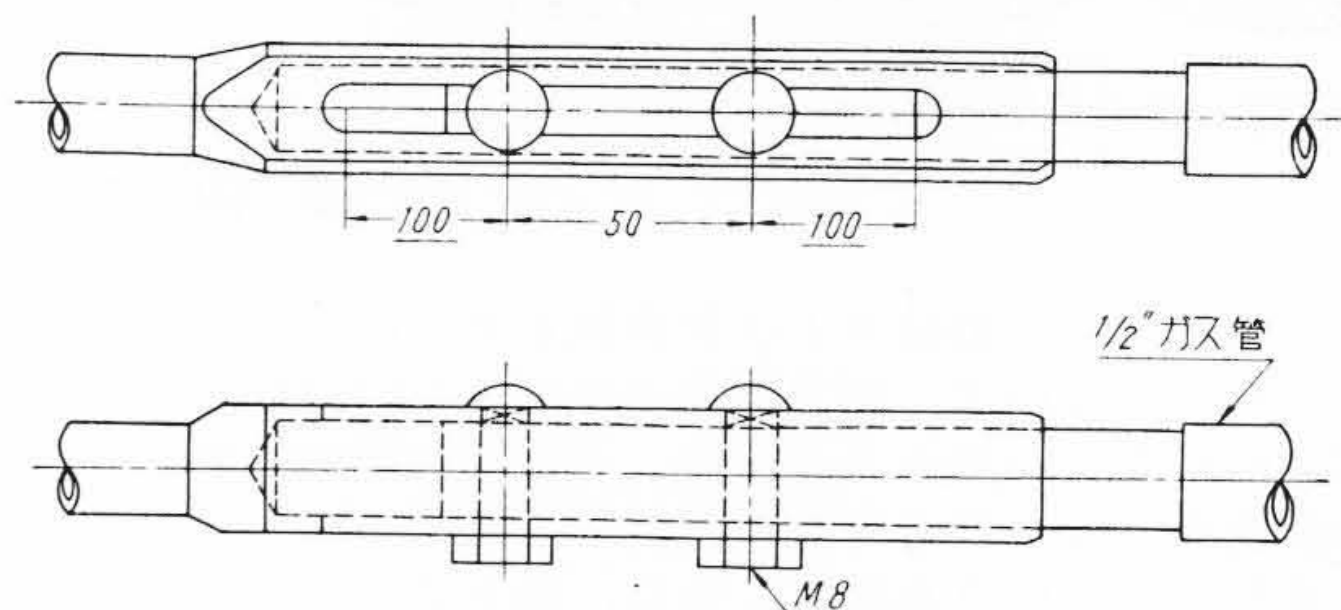
東京電力株式会社東京南線に使用されているもので、 330 mm^2 ACSR 2導体、がい子連結個数30個2連である。ジャンパの長さ、形状はたるみ角、水平角によって決まるので各鉄塔ごとに設計を行なった。その一例を第1図に示す。鉄パイプとして $\frac{1}{2}$ " ガス管を用い、それを四つに分割し、継手を設けた。設計寸法と現地での寸法を調整するため中央の継手には $\pm 100\text{ mm}$ の自由度をもたせた。これを第2図に示す。取付部は、ヨークのアーキングホーンとの取付穴を利用し、 $\frac{5}{8}$ " アイボルト2本でつけ、線路方向には自由に動けるようにした。第3図にスペーサを示す。スペーサ取付部の導体間隔は300mmである。鉄パイプは完全防水とし亜鉛メッキを施してある。またジャンパ取付部には東京電力仕様により外径 34ϕ 厚さ2.4mmのアルミパイプがつけられている。

2.2 4導体用ジャンパ補強装置

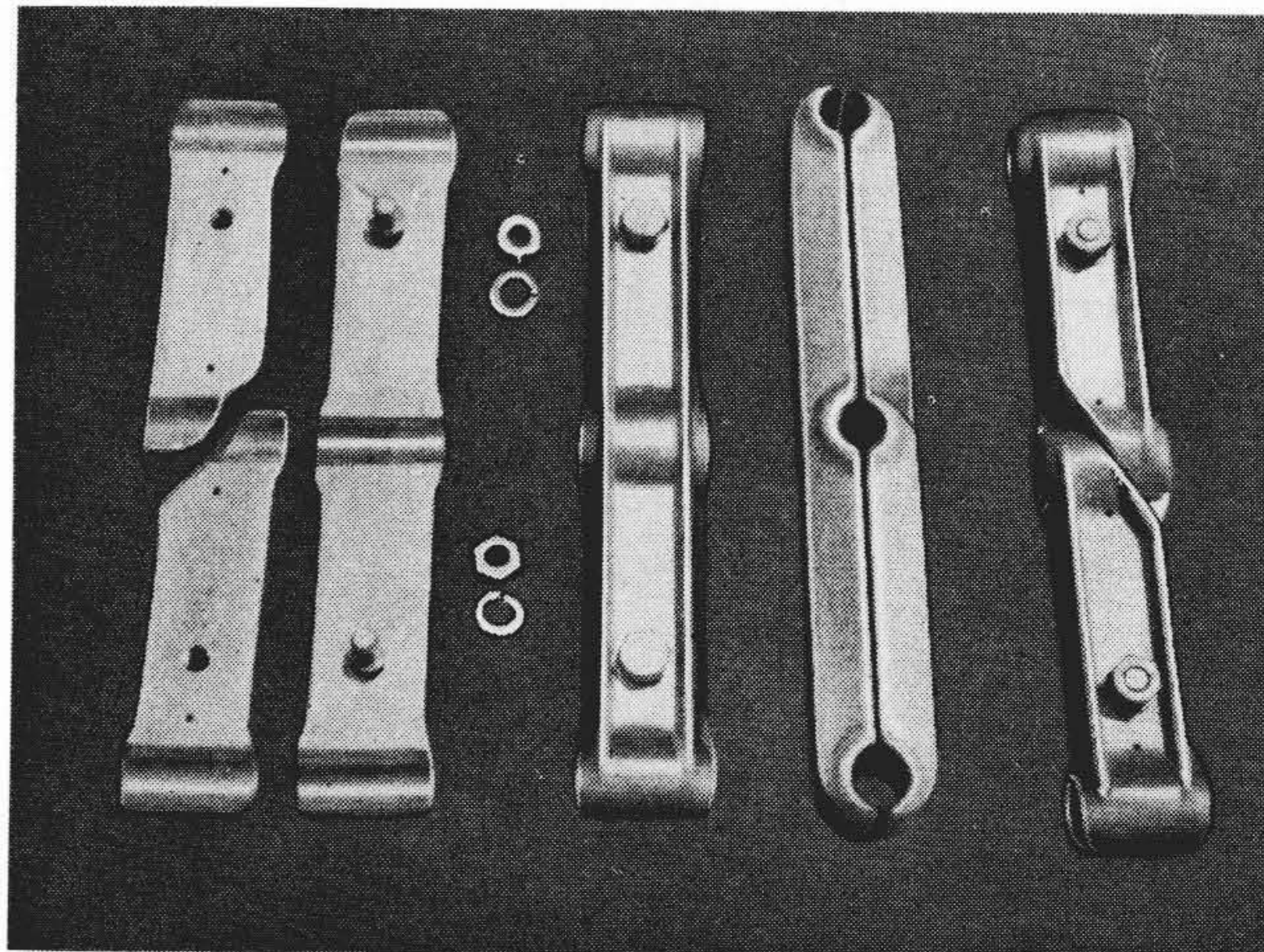
4導体では、風圧によるモーメントが2導体の場合の2倍になるので、ジャンパ補強のパイプとして1" ガス管を用い、4導体の中心に配置した。東京電力東京西線用のジャンパ補強の一例を第4図に示す。補強パイプは2導体と同様に四つに分割した。中央の継手は調整ができるようになっている。取り付けは第5図に示すように4導体の下2条にボール形の金具をつけT形の金具によって線路方向へ自由に動けるようになっている。電線は 330 mm^2 ACSRである。ジャンパ取付部には2導体の場合と同様に外径 38ϕ 肉厚2.4mm長さ2.4mのアルミパイプが補強として取り付けられている。



第1図 東京電力株式会社東京南線 No. 6 鉄塔



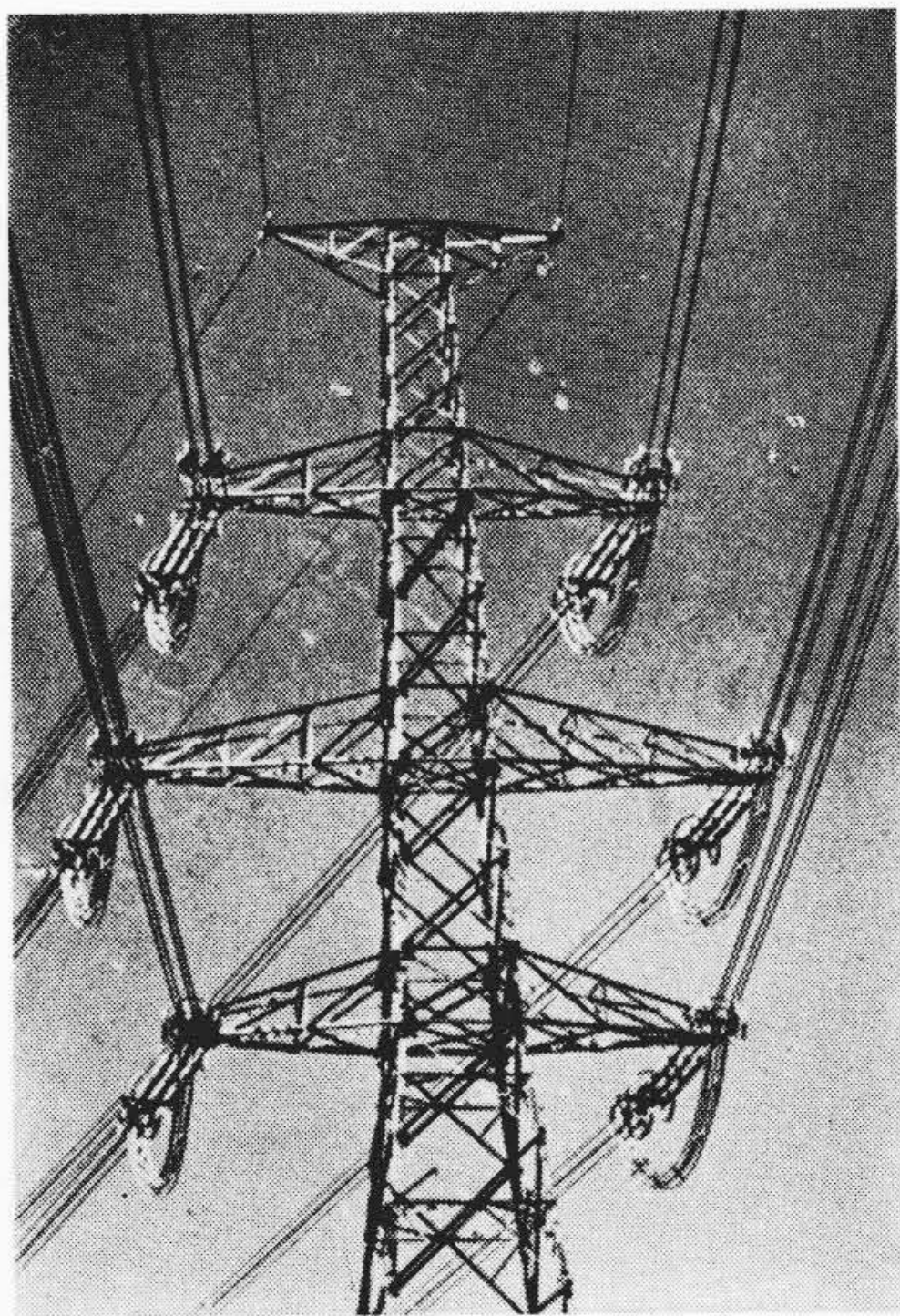
第2図 調整用伸縮継手



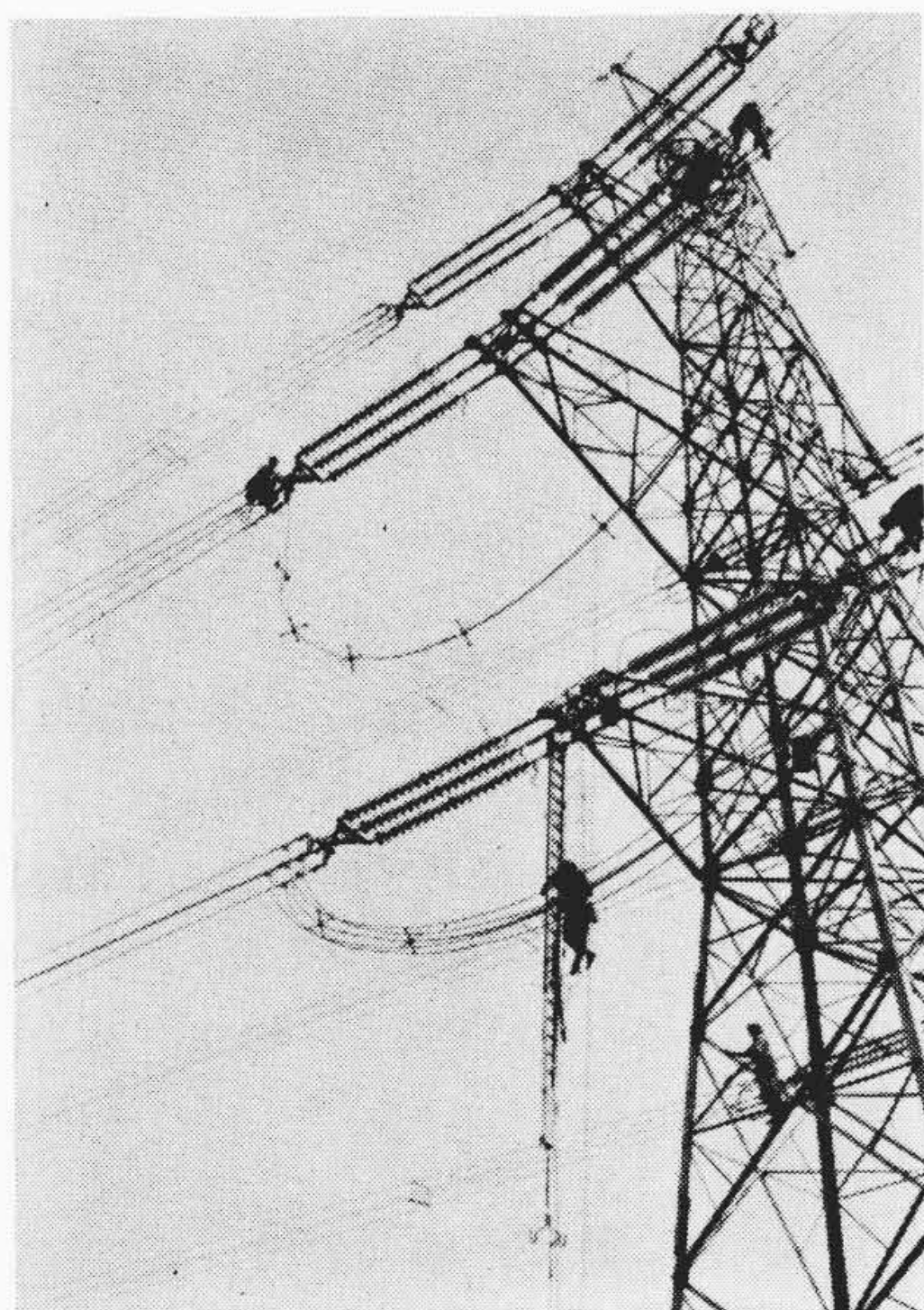
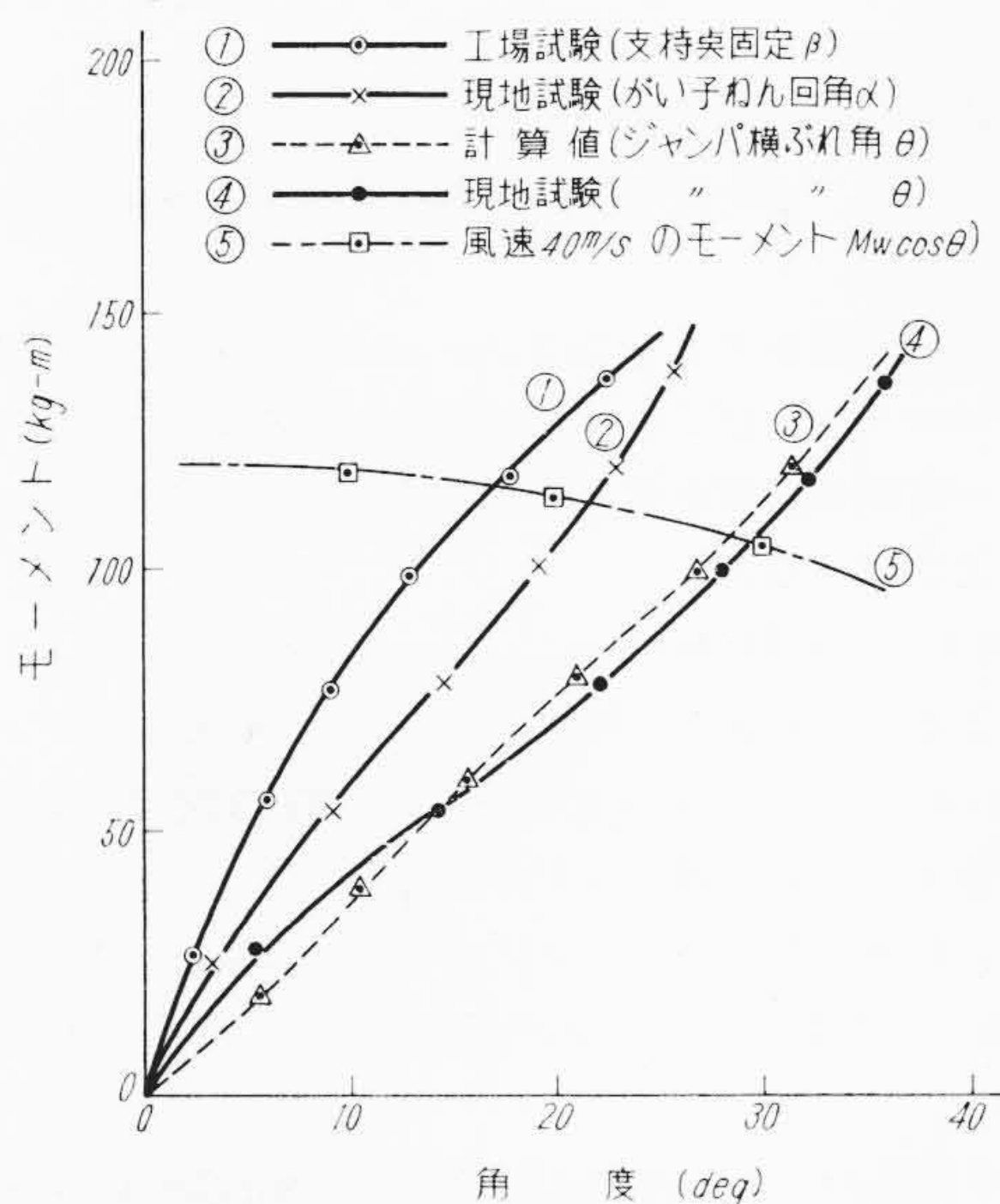
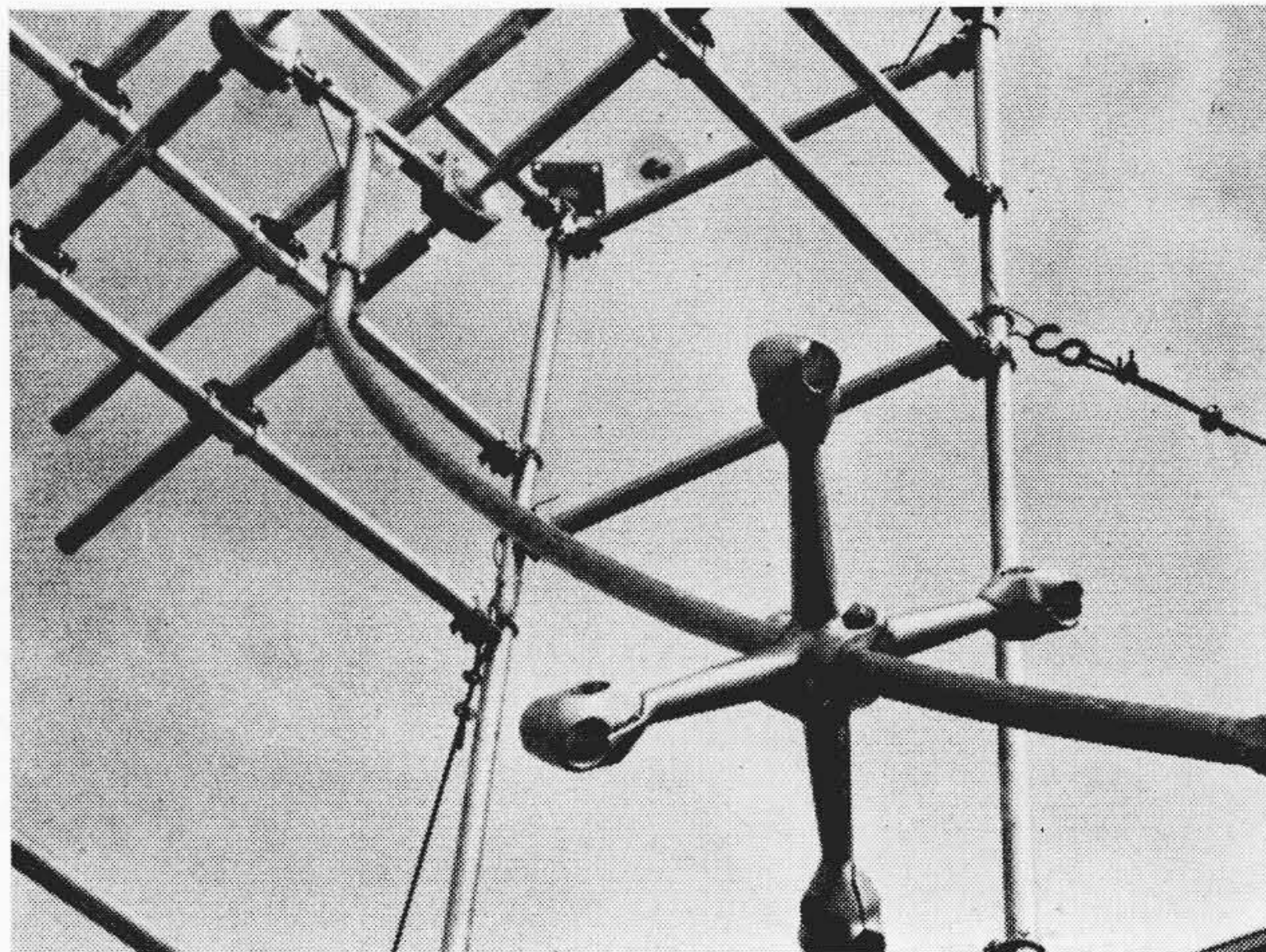
第3図 東京電力株式会社東京南線用ジャンパスパーサ

* 日立電線株式会社電線工場 理博

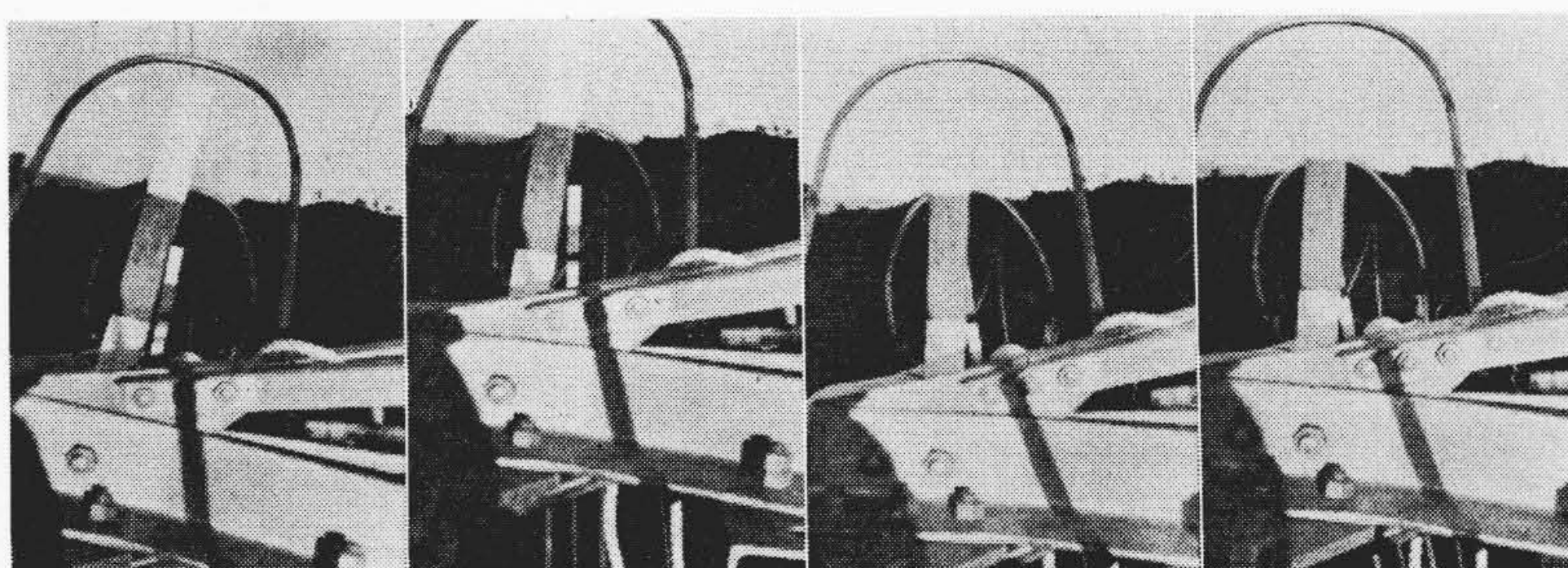
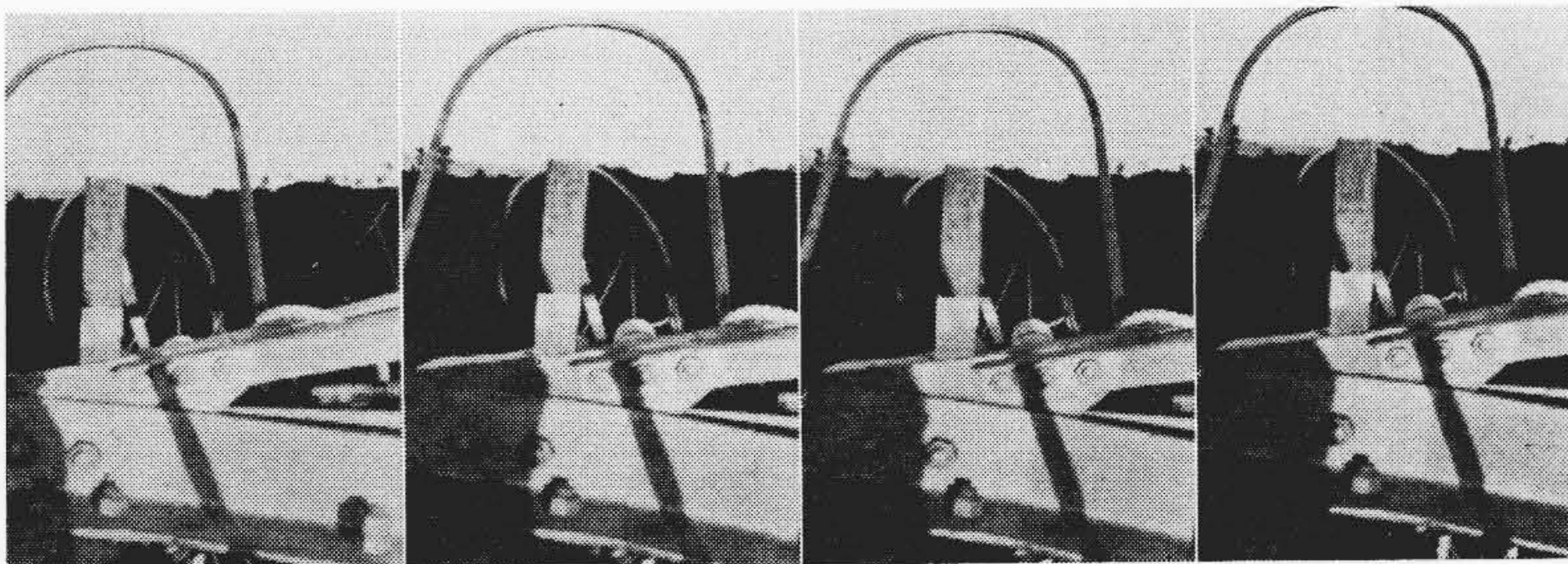
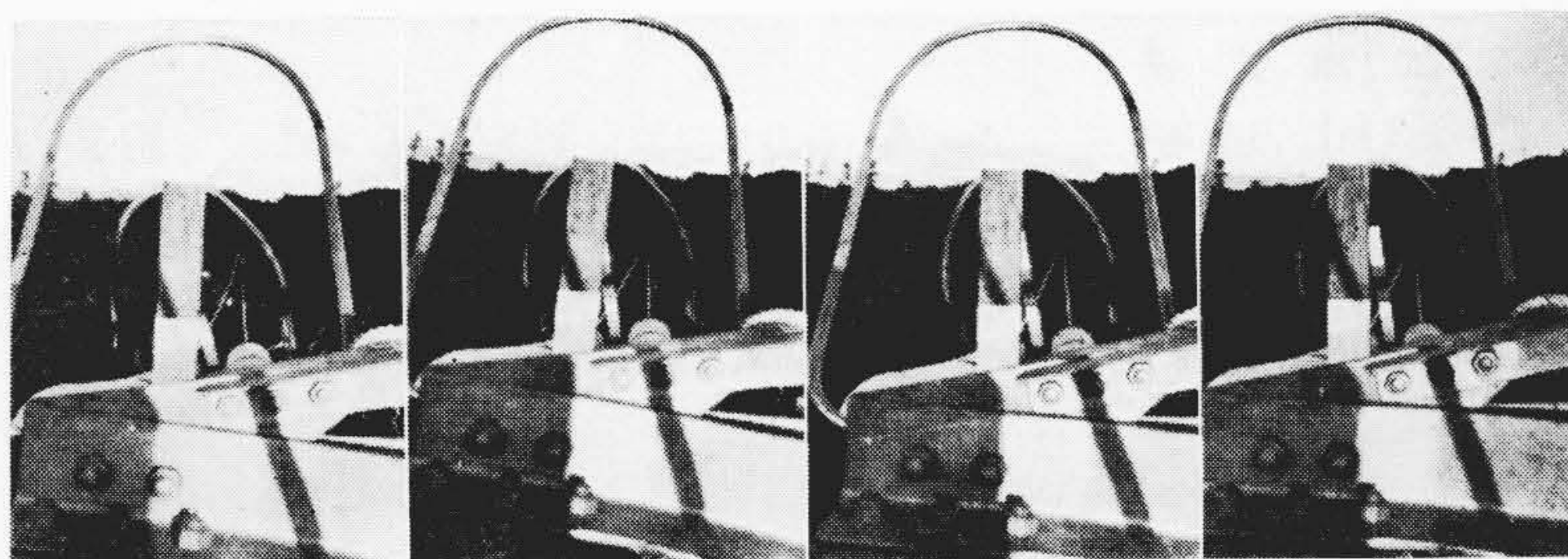
** 日立電線株式会社電線工場



第4図 東京電力株式会社東京西線 No. 15 鉄塔

第6図 東京電力株式会社東京西線 No. 15 鉄塔
ジャンパ架線作業第7図 東京電力株式会社東京南線 No. 6 鉄塔
ジャンパの特性

第5図 4 導体ジャンパ補強金具取付け部

荷 重 0 kg
ねじれ角 0°5 kg
3.1°10 kg
9.3°15 kg
14.8°荷 重 20 kg
ねじれ角 19.2°25 kg
23.3°30 kg
25.6°25 kg
23.9°荷 重 20 kg
ねじれ角 21.1°15 kg
17.8°10 kg
13.4°5 kg
9.8°0 kg
2.1°

標示板大は鉄塔側ヨーク，小は充電側ヨークに取付けてある。

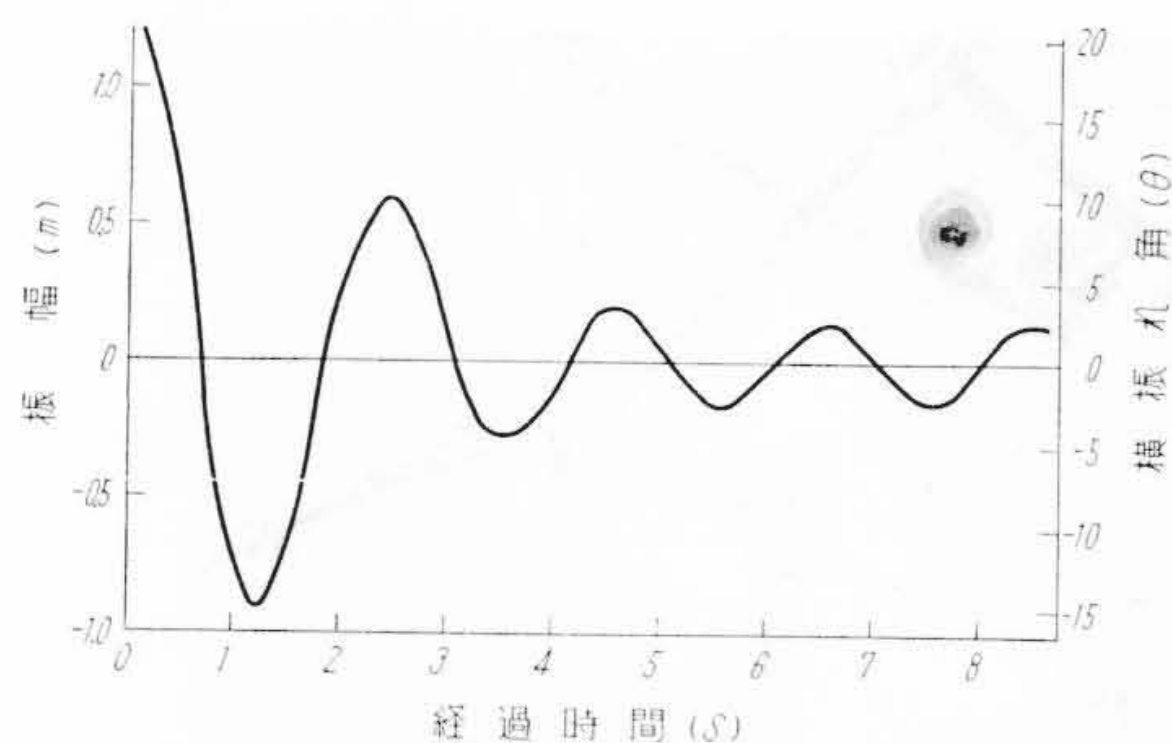
第8図 東京電力株式会社東京南線 No. 6 鉄塔がい子連ねん回角標示板

スペーサは2種類でアルミパイプ補強部が導体間隔 350 mm，ほか 300 mm で合計 5 個が取り付けられる。材質はアルミ合金鋳物である。第6図は架線作業中であるが，初めに補強パイプを取り付け，導体をあとから添えてスペーサで固定している。

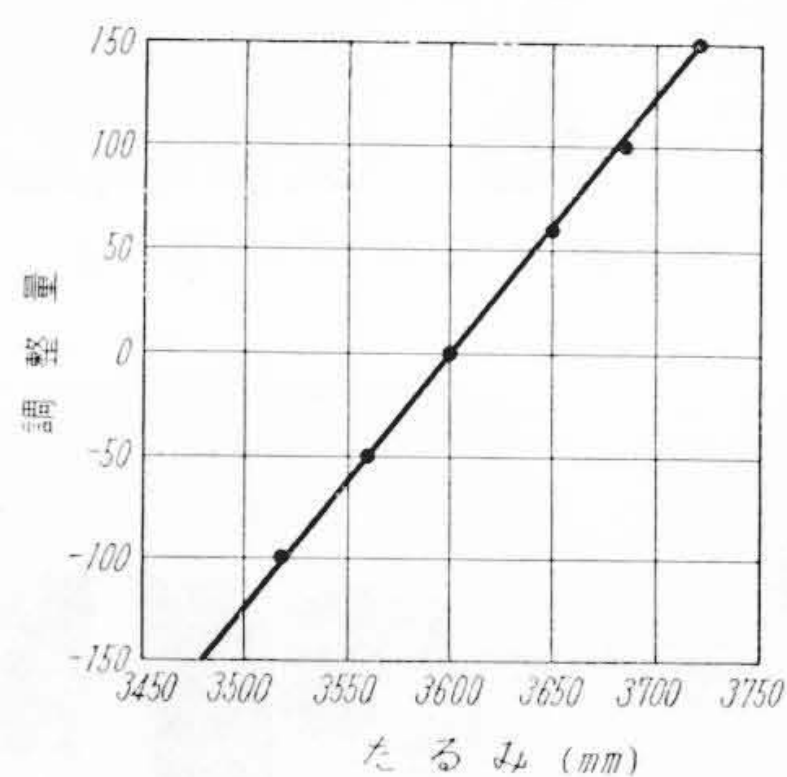
3. 性能試験

3.1 ジャンパに加わるモーメント

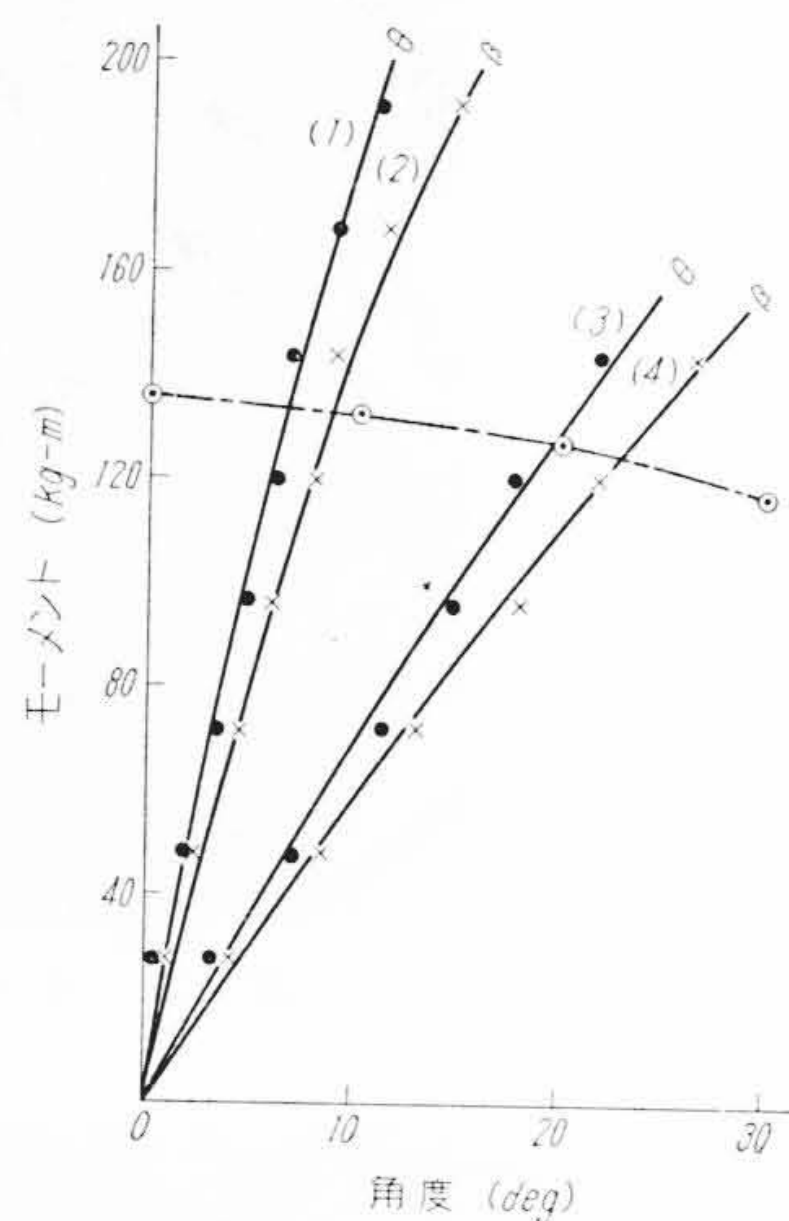
ジャンパに直角に風が当たる場合，ジャンパの導体に一樣な風圧を与えこれがジャンパをたわませたり，支持点に働いてがい子連を



第 9 図 東京電力株式会社東京南線 No. 6 鉄塔
ジャンパの振動波形 周期 2.25 秒

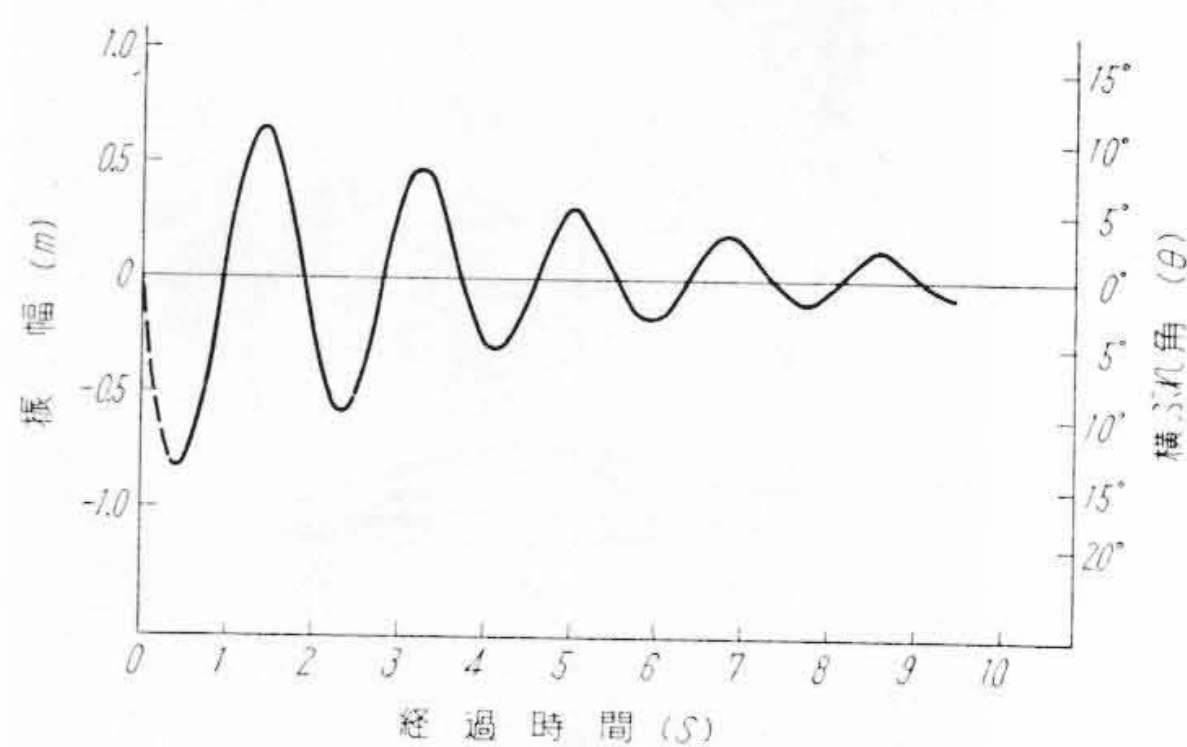


第 11 図 東京電力株式会社東京西線 No. 15 鉄
塔ジャンパの伸縮継手変化によるたるみ変化

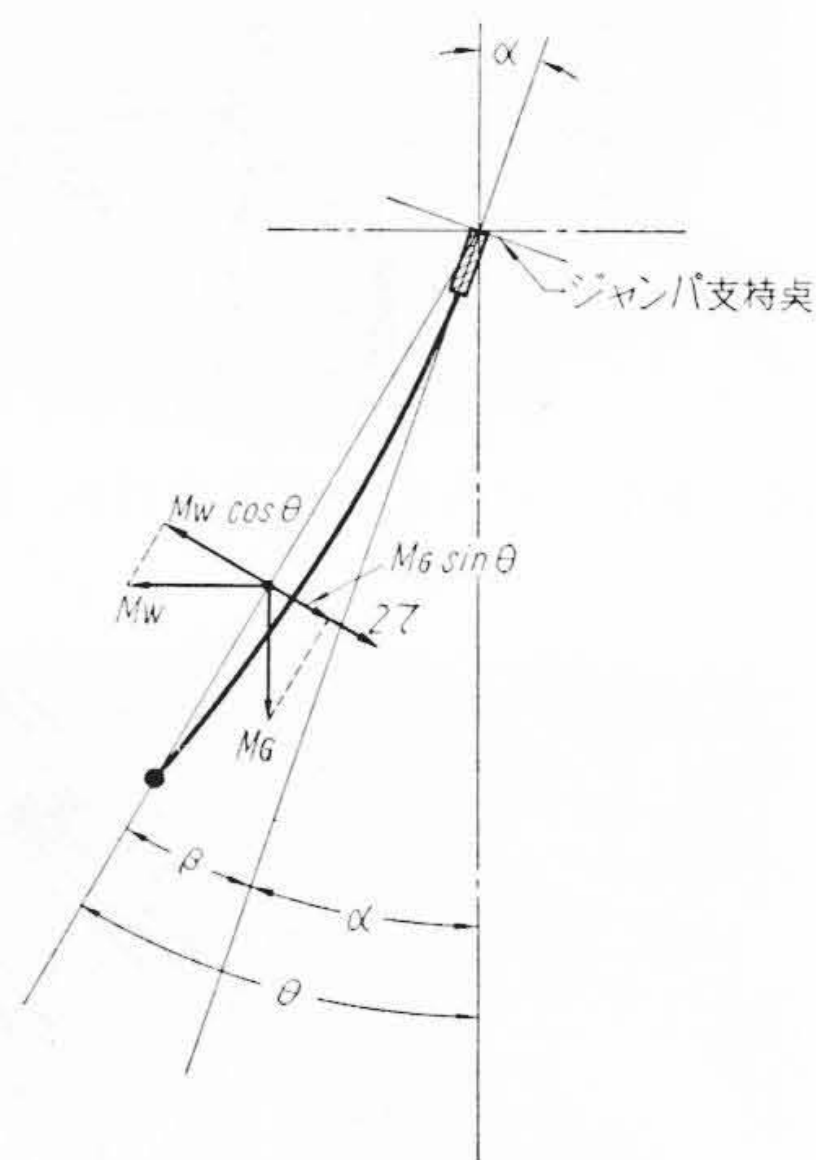


(1),(2) は工場試験 (3),(4) は現地試験、---○--- は風速 40 m/s 相当の
モーメント $M_W \cos \theta$

第 10 図 東京電力株式会社東
京西線 No. 15 鉄塔ジャンパ
の特性



第 12 図 東京電力株式会社東京西線 No. 15 鉄
塔ジャンパの振動波形 周期 1.84 秒



第 13 図 ジャンパ横ぶれの考え方

ねん回したりする。このモーメント M_i は

$$\frac{M}{2} = \epsilon N P D \int_0^B f(x) ds \dots \dots \dots (1)$$

で表わせる。

- ε : 風圧低減率
- N : 導体数
- P : 風圧荷重 (kg/m²)
- D : 導体直径 (m)

風圧は 40 m/s 相当で $P=95 \text{ kg/m}^2$ 、導体は 330 mm² ACSR であるから $D=0.0253 \text{ m}$ として第 1 図と第 5 図の場合を計算すると補強パイプをも含めて、東京南線の 2 導体の場合は 59.8 kg-m、東京西線の場合は 135.5 kg-m となる。

3.2 試験方法

試験は 2 点に力を加えて行なった。着力点の数を 1 点ないし 5 点まで変えて行なった結果、モーメントに換算すれば、2 点でも 5 点でもほとんど差がないことが確かめられたので、試験は 2 点で行なった。なお工場試験ではジャンパの支持点を固定して行なった。

3.3 試験結果

3.3.1 東京南線 No. 6 鉄塔用

工場試験および現地試験結果を第 7 図に示す。α はがい子連のねじれ角、β は支持点固定の場合のジャンパの横ぶれ角、θ はがい子連のねじれを含めた横ぶれ角である。第 8 図にがい子連のねじれ角（支持点での角度）を示す。

第 9 図は 8 mm シネマで撮影した結果から解析した振動波形である。周期は約 2.25 秒で 5~6 秒後で減衰が少ないのは本線とがい子連によるものであるからで、ジャンパそのものの減衰は非常によい。工場試験では 3~4 回でほとんど停止する。40 m/s の風で約 30 度である。

3.3.2 東京西線 No. 15 鉄塔用

工場試験結果を第 10 図に示す。また中央部の調整金具を伸縮させたときのたるみの変化は 10 mm 伸縮するごとに約 8 mm であり、調整により ±120 mm のたるみ変化が得られる。第 11 図は測定値である。

現地で測定した結果を第 10 図に示す。また第 12 図は振動波形で、周期は 1.84 秒で、振幅 800mm のものが 4 周期たつと 200mm に減衰している。4 導体の振動で注目すべきことは 3 周期くらいたつと横ぶれが上下振動に移行することである。これは 4 導体の特長で 2 導体では見られないものである。40 m/s 相当の風で横ぶれは 25 度以内になっている。

4. 結果の検討

上述の横ぶれ角はすべてジャンパの支持点での角度であって鉄塔腕金を基準とすると 40 m/s の風がジャンパに直角に吹いた場合、東京南線（2 導体）No. 6 鉄塔で 22.3 度東京西線（4 導体）で 20.5 度で十分横ぶれを防止していることがわかる。

しかし 400 kV 級の送電線で塩害地区となるとさらにジャンパは長くなり、問題になる。また変電所構内のジャンパも母線の張力が小さいので問題がある。

ジャンパの横ぶれを阻止するものはジャンパの剛性とがい子連のねん回抵抗モーメントおよびジャンパの重力による復元モーメントである。ジャンパを剛体と考えると支持点での横ぶれ角 θ は次の関係式で表わすことができる。

$$M_W \cos \theta = 2 \tau + M_G \sin \theta \dots \dots \dots (2)$$

M_W は風圧によるモーメント、 M_G は重力による復元モーメント、τ はがい子連のねん回抵抗モーメントである。第 13 図にジャンパ横ぶれの状態を示す。がい子連が α だけねん回するモーメントはジャンパを β だけたわませるモーメントにほとんど等しい。横ぶれ角 θ は α+β である。したがってジャンパが剛体でなくても (2) 式は近似的に成立する。

東京南線 No. 6 鉄塔のがい子連ねん回角 α と工場試験の支持点固定の実測値 β より (2) 式を用いて θ を計算すると第 7 図の曲線 ③ となって現地試験の横ぶれ角とよく一致していることがわかる。こ

れは(2)式でジャンパの横ぶれを表わすことができることを示している。すなわちジャンパの横ぶれを阻止するものは、ジャンパの剛性、がい子連のねん回抵抗モーメントおよび重力による復元モーメントである。

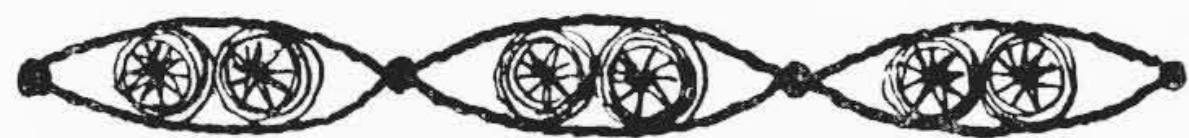
これからみるとジャンパの剛性の強化のみでは横ぶれ防止には限度があることがわかる。横ぶれの少ないジャンパとしては (1) 剛性の強いこと, (2) 受風面積の少ないこと, (3) 単位長重量の大きいこと, (4) がい子連のねん回抵抗モーメントの大きいことである。実際には上の条件を満足することに限度があり, 重角度鉄塔などではがい子つり補強などを用いるほかはない。

5. 結 言

日立電線株式会社で開発し, 昭和 35 年 7 月東京電力株式会社東京南線および東京西線に納入したジャンパ補強装置の工場ならびに現地試験について報告した。現地試験の結果 40 m/s 相当の風が線路に直角に吹いた場合の横ぶれ角は東京南線 (2 導体) No. 6 鉄塔で 22.3 度東京西線 (4 導体) で 20.5 度であった。

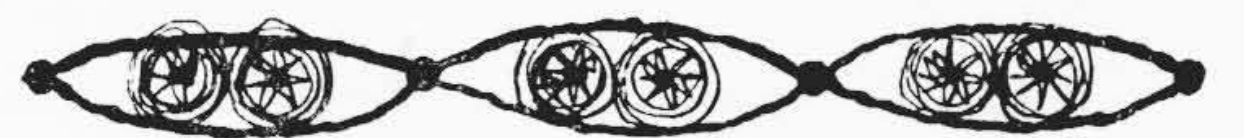
東京南線には 64 組, 東京西線に 18 組が架線され, 約 2 年を経過したが無事故である。

終わりにのぞみ終始ご指導をいただいた東京電力株式会社関係者各位ならびにご協力をいただいた日立電線株式会社関係者各位に感謝の意を表す。



登録新案 第 538230 号

新 案 の 紹 介



盛 武 賢・小川原 俊 行

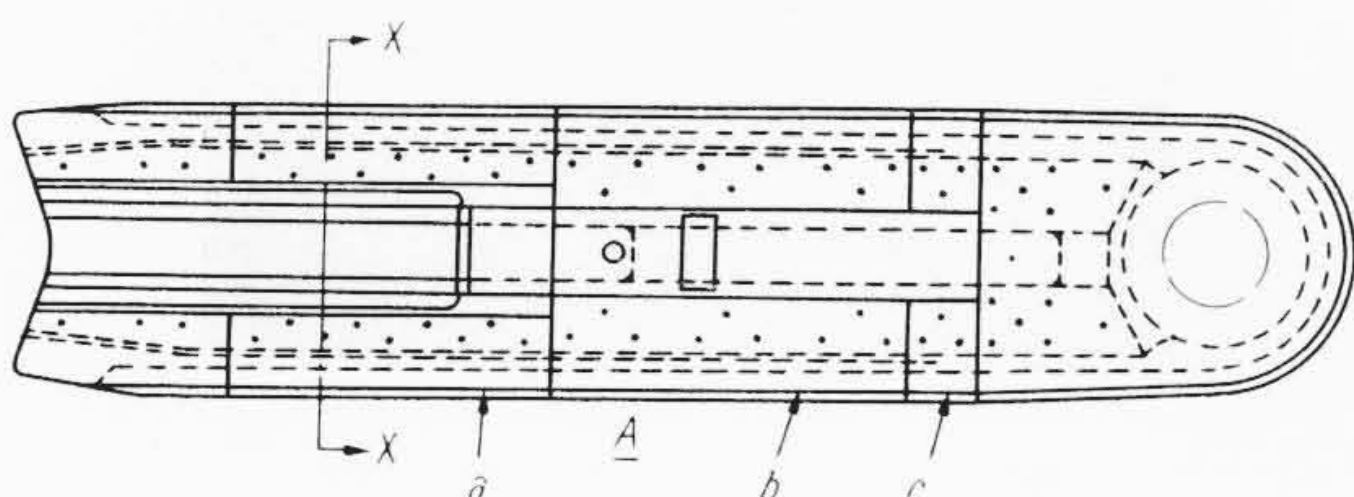
コ ー ル カ ッ タ 用 ジ ブ

構 造

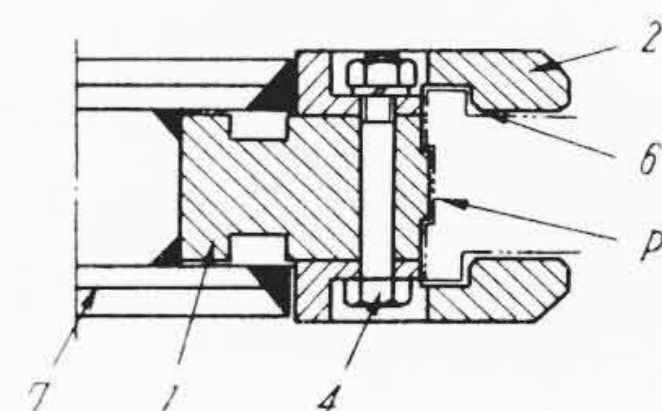
1. ジブ本体 A を任意数たとえば a, b, c の 3 部分に区分し, その中の a, b 部分を常にジブ仕様に 関係なく一定にして互換性をもたせ, 他の c 部分をジブ仕様に 応じて適当な長さに選定するようにした。(第 1 図)
2. 前記各部分は第 2 図に示すように, バー組み板 7 を溶接した サイドバー 1 にチェン案内部 6 を具えた小形のジブプレート 2 を ボルト 4 により緊締して構成する。
3. カッタチェンがしゅう動するサイドバー 1 のしゅう動面 P は 耐摩性金属を肉盛して損耗を防止した。

効 果

1. ジブの損耗部分 (ジブプレート) を分割し, 強度を増し, かつ小形化したため, 坑内における分解, 組立が容易となり, かつ経済的である。
2. サイドライナをジブプレートと一体に形成し, ジブプレートの強度を増大させたから, そのわん曲, 変形を防止しうる。
3. ジブプレートが破損した場合でも従来のように全部取替える必要はなく, 破損したものだけを取替えればよい。したがって, 補修が容易となり, チェンを常に好条件のもとに運転することができる。
4. サイドバーのしゅう動面の摩耗防止によりチェンは常に円滑に走行する。(野 村)



第 1 図



第 2 図

Vol. 22

日 立 造 船 技 報

No. 3

- ・超大形油送船の横強度に関する研究 (第 2 報, 実験結果の解析)
- ・プロペラ後流の速度場について (第 2 報)
- ・機械室用通風機の騒音について
- ・YND 鋼の工作および溶接に関する研究
- ・放電加工改良の基礎的研究 (II)

—加工作用の検討(その 2)—

- ・鋼板の常温曲縁加工に対するショットプラスト加工の影響について
- ・外径研削時間算定基準の研究
- ・ドリル穴あけ上の諸問題について
- ・重荷重, 極低速摩擦条件下における潤滑について
- ・若戸大橋塔柱架設工事概要報告

日立造船株式会社技術研究所

大阪市此花区桜島北之町