

大峠試験送電線における冬期実験

Some Experiments at Otōge Test Line in Winter

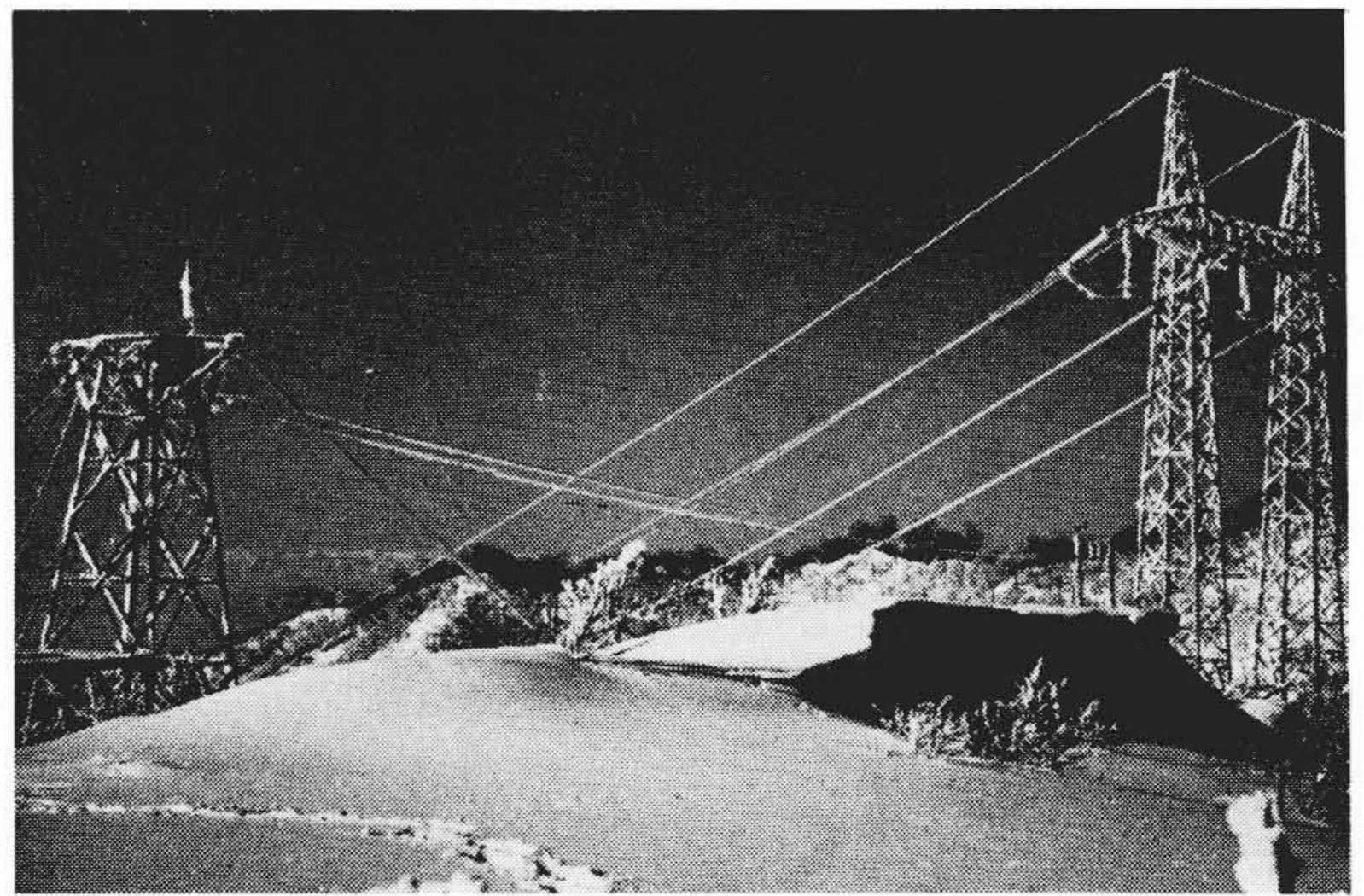
堀 英 一* 池 田 健 二** 星 野 弘 之**
Eiichi Hori Kenji Ikeda Hiroyuki Hoshino

内 容 梗 概

東北電力株式会社では大峠実験場において、過去3年間にわたり越冬観測を行ってきた。日立電線株式会社から昭和33年度と昭和34年度の二冬にわたり、共同実験として参加し、スペーサの応力、送電線にかかる風圧荷重の測定を行った。その結果について報告する。

1. 緒 言

電力需要の増大につれて、近年建設される送電線は超高压化される傾向にあり、電流容量とコロナ防止の点から複導体が使用されるようになってきた。また奥地の電源開発が進むにつれて、送電線も山岳地帯を通過することが多くなってきた。山岳地帯では冬期送電線への着氷、着雪によりいろいろな機械的な問題が生じてくる。東北電力株式会社では本名一仙台線の建設にあたって、冰雪および風による複導体送電線の捻回、スリットジャンプ、スティッキングなどの実状を総合的に調査するため大峠⁽¹⁾（山形県と福島県の県境、標高1,250m）に試験送電線を架線し、昭和32年より冬期観測を行ってきた。第1図にその概観を示す。左から No.4 鉄塔、No.3 木柱、本名一仙台線鉄塔で No.3 木柱に風圧荷重計がとりつけてある。日立電線株式会社では昭和33年度にはスペーサの応力そのほか、昭和34年度には送電線の風圧荷重の測定に共同実験として参加した。その結果について報告する。風圧荷重の測定は風洞実験による報告^(2,3)はあるが、現地での測定はこれが始めてである。



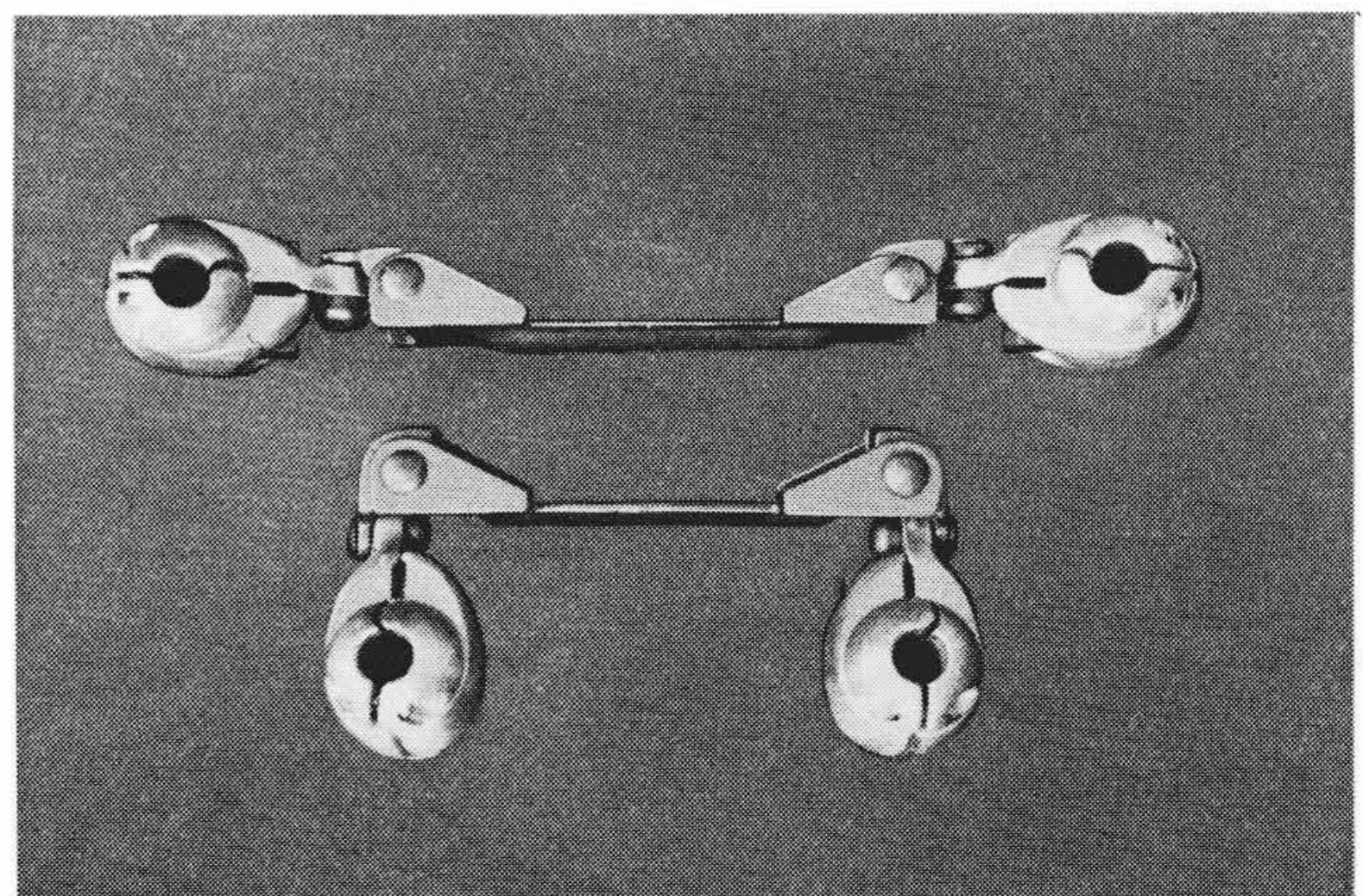
第1図 東北電力株式会社大峠試験線

2. スペーサの応力の測定

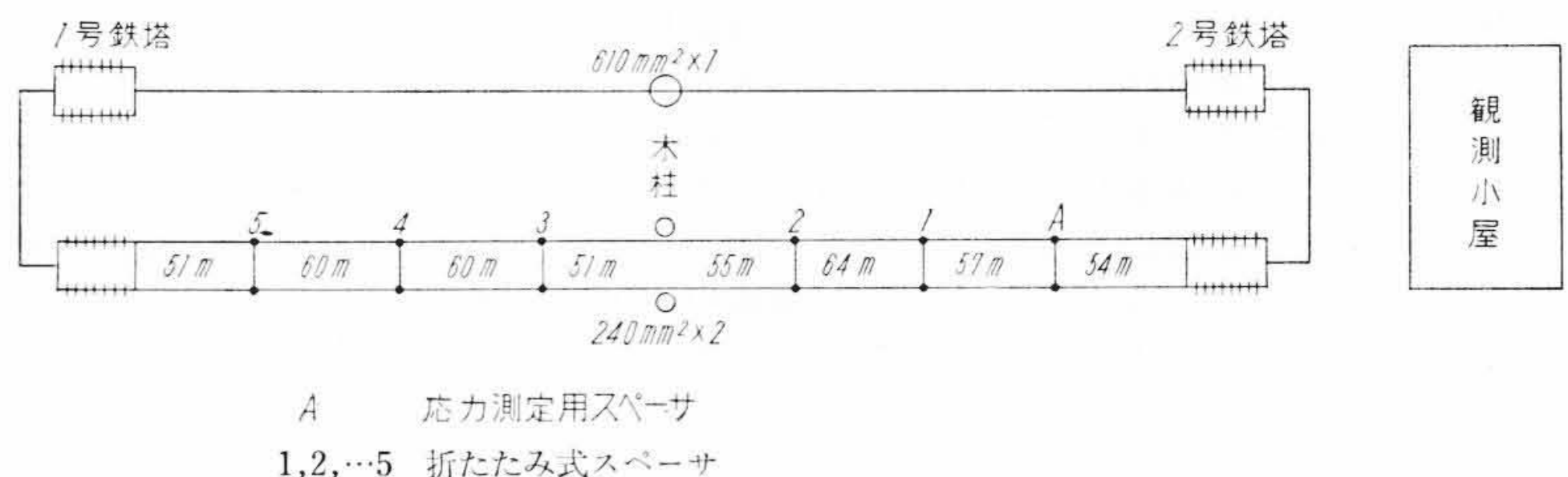
昭和34年1月19日より2月6日にわたり、スペーサの応力の測定および、第2図に示した折たたみ式スペーサを用いた場合の捻回復元性の実験を行った。

スペーサの荷重は最大値（スペーサ軸方向の引張、圧縮）を指示する特殊スペーサを使用して測定した。複導体試験送電線のスペーサ配置を第3図に示す。スペーサ配置後の電線張力は $240\text{mm}^2 \times 2$ で2,387 kgであった。この時の気温は $+6.5^\circ\text{C}$ であった。Aが荷重測定用スペーサである。第1表にスペーサ応力の測定結果を示す。最大値を示したのは第2回の測定で引張側 59 kg、圧縮側 25 kg である。これは測定期間中で着氷量が最も多かったことと比較的強風であったためと考えられる。他の回の着氷の場合は比較的小さい値を示していることから捻回、スティッキングなどによってスペーサの軸方向に生ずる荷重はあまり大きくないと考えられる。

折たたみ式スペーサは捻回の際1方向にだけ折たたまれ導体間隔を短くし、捻回復元性を良好にするように設計されたものである。捻回は風速が 8 m/s から 41 m/s のときまでの広い風速範囲で観測され、スペーサ1個のみの捻回がいちばん多かった。捻回は20日間の測定期間中約400回生じた。20 m/s 位の風速の期間が多かったこともあるだろうが、15~20 m/s のときがいちばん多く約200回で半数に達している。捻回は最高180度までで、すべての場合風の息とともに復元した。



第2図 折たたみ式スペーサ



第3図 昭和33年度スペーサ配置図

3. 送電線の風圧荷重の測定

昭和34年12月より昭和35年3月にわたり複導体試験送電線 ($240\text{mm}^2 \times 2$) の風圧荷重の測定を行った。

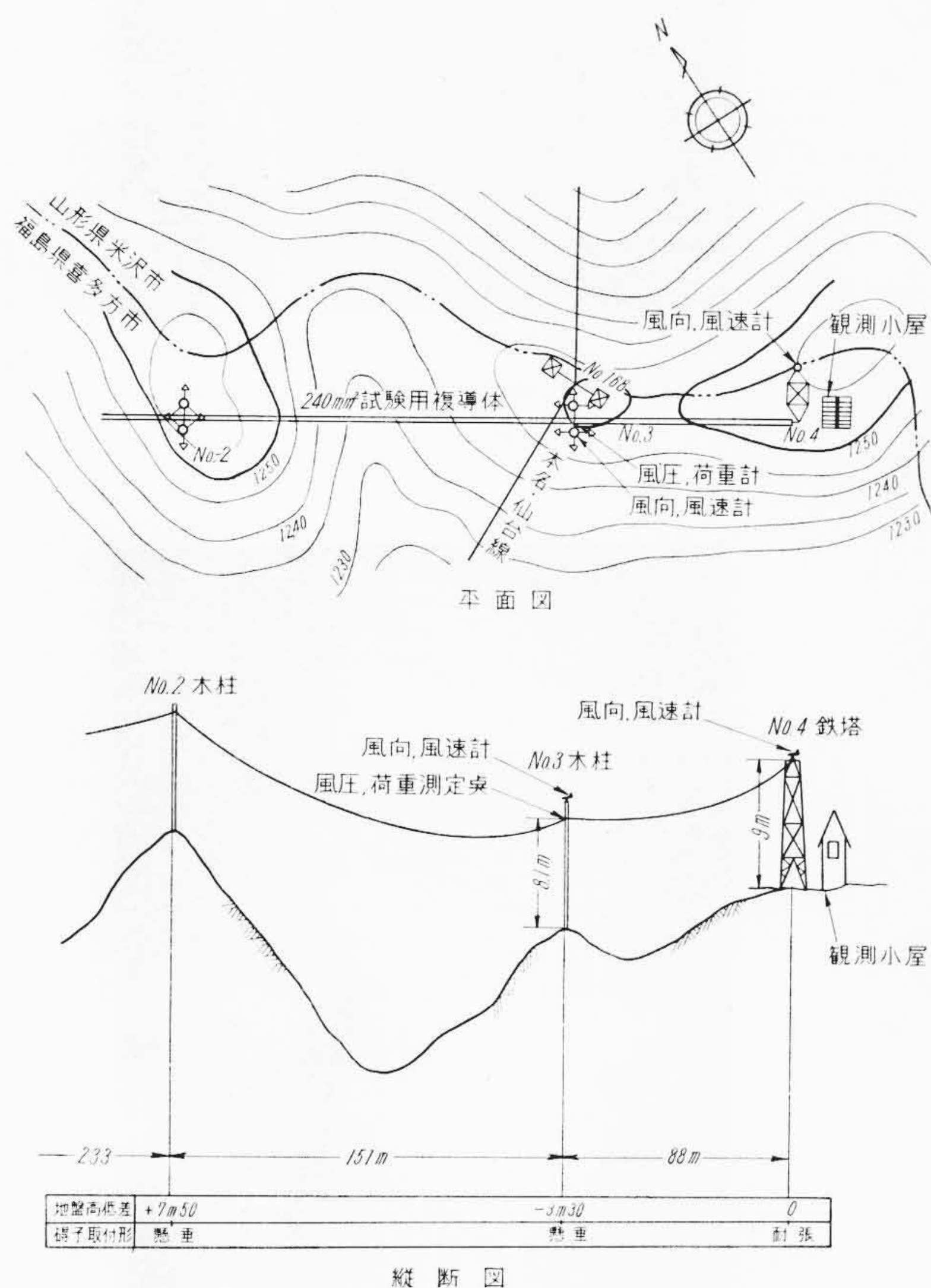
第4図に線路図を示す。88m, 151m, 233mの3径間で両端が耐張引留で、No.2, No.3の木柱は懸垂装置になっている。

* 東北電力株式会社

** 日立電線株式会社電線工場

第1表 風圧によりスペーサに働く荷重

No.	スペーサに働く荷重		設 置 時 間 昭和34年	着 氷	捻 回	最大風速 (m/s)
	圧縮側 (kg)	引張側 (kg)				
1	7.5	17	1/22 9°30' ~ 1/23 9°	あ り	な し	28.5
2	25	59	1/23 9° ~ 1/24 9°	あ り	な し	44
3	24	18	1/24 9°30' ~ 1/27 9°	一時あり	あ り	53
4	12	18	1/27 9°30' ~ 1/30 11°	少しあり	あ り	43
5	15.5	13	2/2 16° ~ 17°	な し	な し	13.5
6	3.5	6.0	2/2 17° ~ 18°	な し	な し	13.5
7	9.0	7.5	2/2 18° ~ 20°	な し	な し	13.5
8	21.5	10	2/2 20° ~ 2/3 11°30'	少しあり	あ り	45.5
9	12	13	2/3 16° ~ 2/5 13°	少しあり	あ り	16



第4図 昭和34年度試験線図 大峠試験線路図

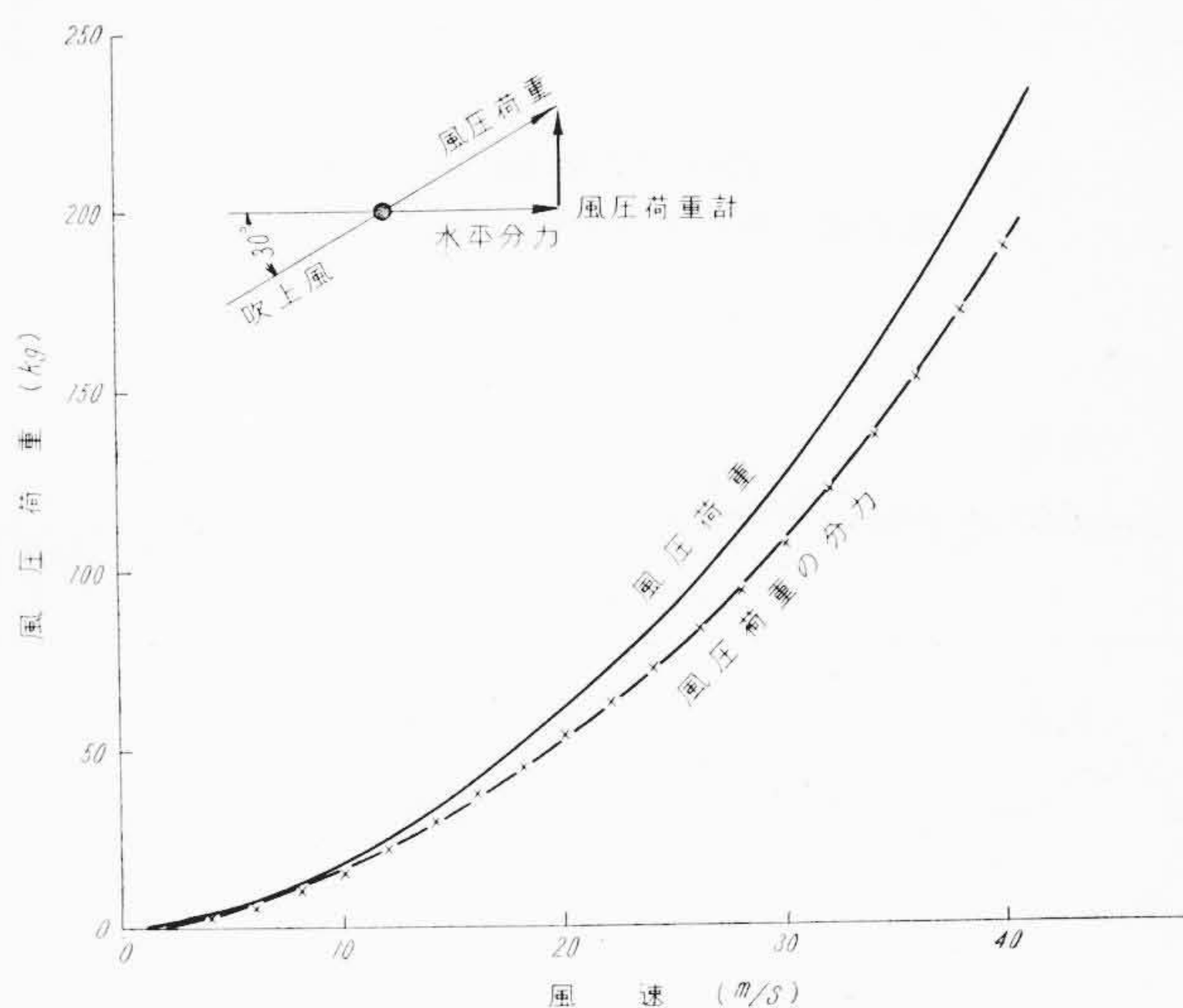
風圧荷重の測定は No. 2 (木柱) — No. 4 (鉄塔) 間を対象として、No. 3 の木柱に風上側 (喜多方側) 風下側 (米沢側) に各々風圧荷重計をとりつけた。風向風速は No. 3 木柱および No. 4 鉄塔にとりつけたスカイベーン式風向風速計で測定した。風圧荷重、風向、風速の指示計は観測小屋に設置し、シネカメラによって同時記録を行った。夜間の電線の横ぶれは No. 3 ~ No. 4 間にとりつけた 20W の電球の移動により、電線張力は No. 4 鉄塔部にとりつけたひずみ線式張力計によって測定した。また着氷の形状、寸法、比重、大気中の過冷却水滴量の測定が行われた。

第5図に風圧荷重計を示す。原理はばねのたわみを可変抵抗器の回転に変換し、その抵抗変化を電流変化として測定し、あらかじめ準備した校正表から風圧荷重を算出する。電源は電圧安定器を通した直流 6 V を使用した。

大峠試験線の風圧荷重を測定径間について $P = \frac{1}{2} C_x \rho V^2$ を用いて計算してみると、電線長は 119.6m で受風面積は 2.68m² となるが、大峠では風が 30~35° の吹上げ風であるし、風圧荷重計が水平分力



第5図 風圧荷重計発信部



第6図 大峠試験線風圧荷重計算値

のみの測定であるから、その水平分力と風速との関係を計算すると第6図のようになる。40 m/s のときで約 190 kg の風圧が加わることになる。

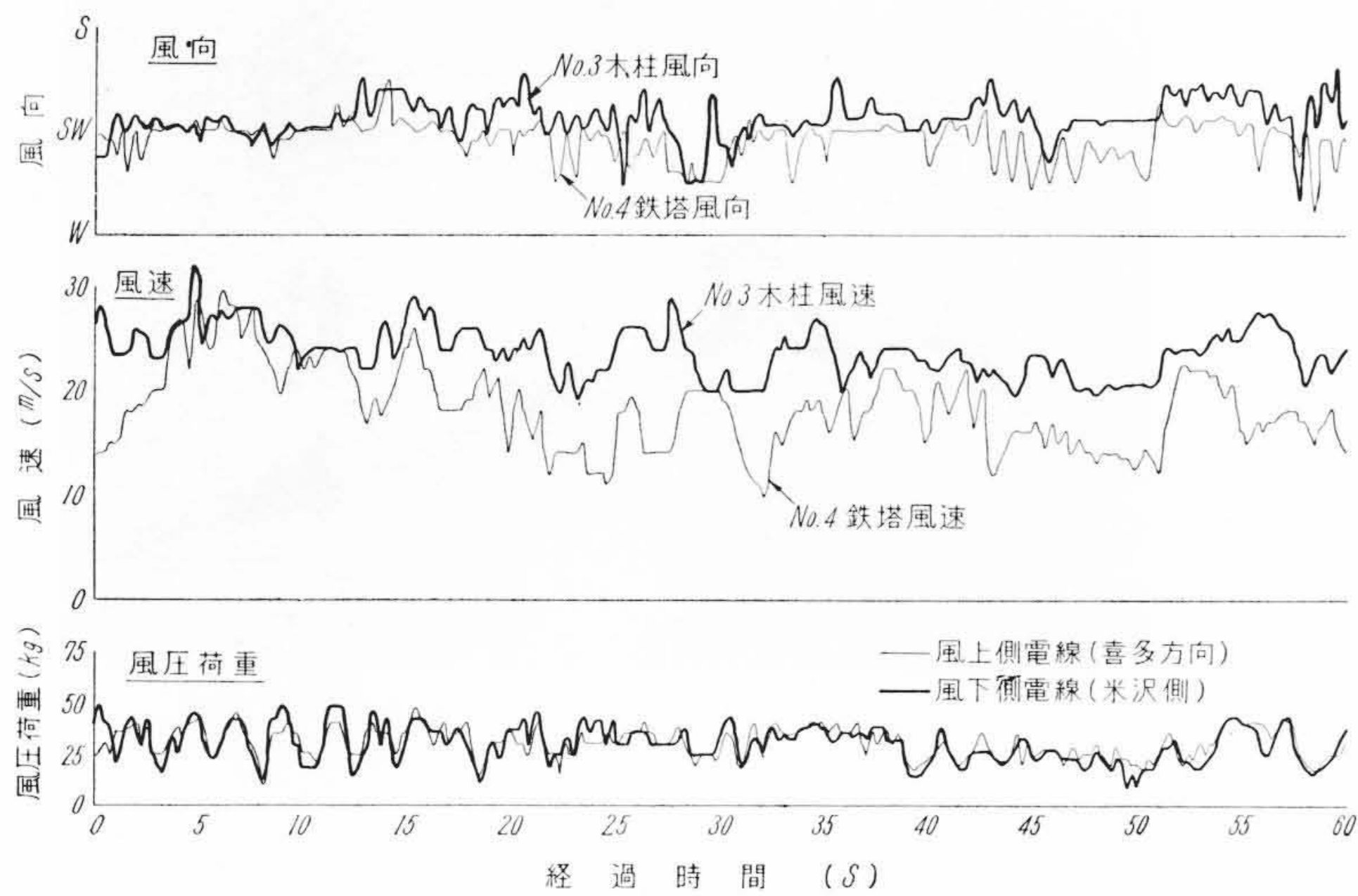
代表的な測定結果を次に示す。

(1) 第7図は無着氷時の風圧荷重である。このときの気温は +4°C 電線張力は 1,780 kg であった。風上側電線と風下側電線の風圧荷重はほとんど同じ値を示し、その変動も同じ傾向を示している。これは風下側の電線が風上側の電線の影響をあまり受けないためと考えられる。151m の径間に 45m—61m—45m の間隔で折たたみ式スペーサ 2 個を入れて測定した結果が第8図であるが、これでは風下側が 10~20% 低い値を示している。これはスペーサで拘束されることにより風上側の電線の後流域に入ったままであるためと考えられる。このことは着氷した場合も全く同じ傾向を示している。

(2) 第9図に着氷した際の風圧荷重を示す。大峠における着氷は過冷却水滴の衝突によるもので、雪片の含有率がきわめて少なく、みかけ上の比重は 0.38~0.58 程度である。

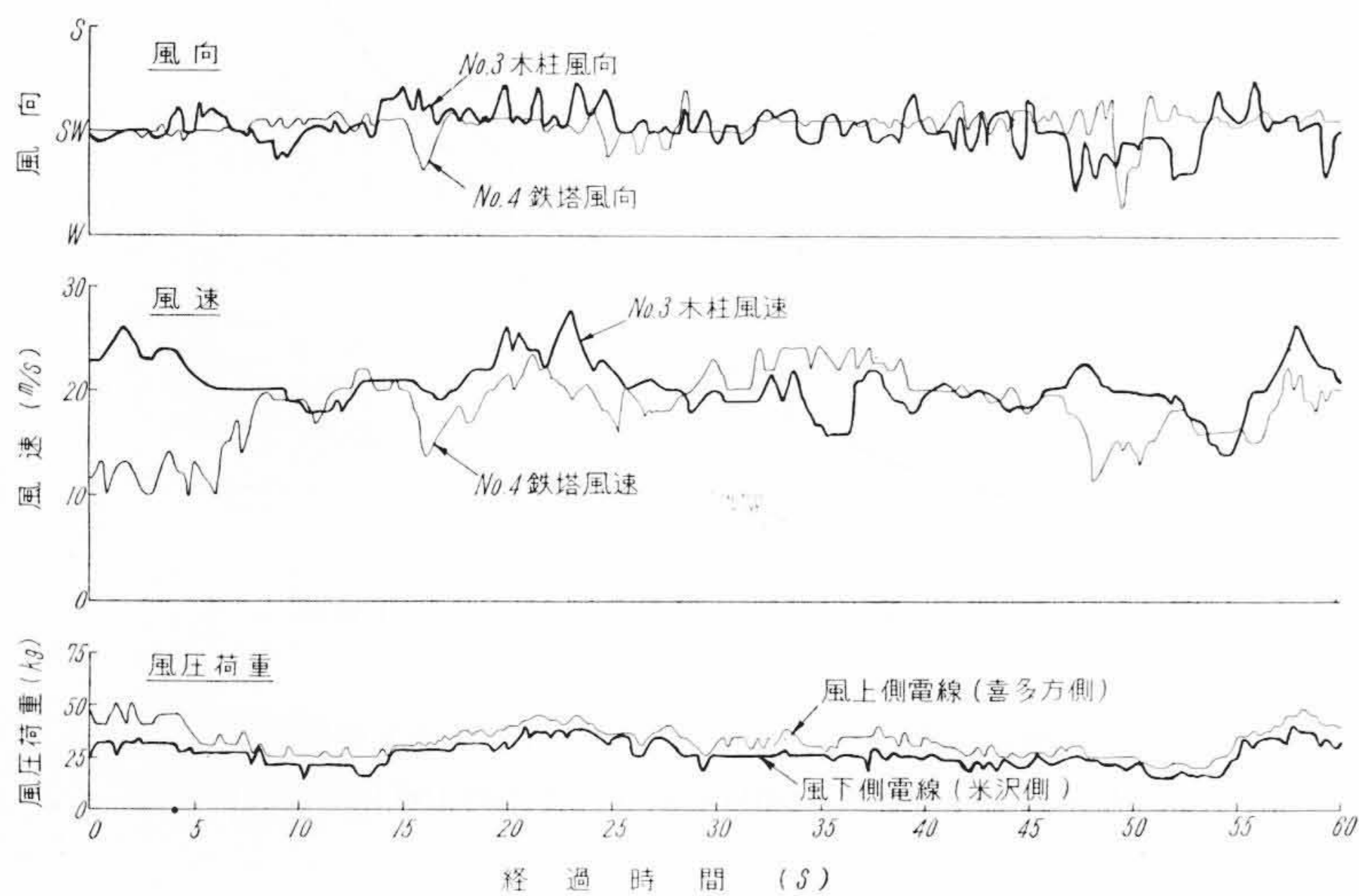
第10図に着氷した試験線、第11図に枯木に着氷した例を示す。着氷は風上方向に成長する。

—3°C ~ -7°C の間がいちばんつきやすく昭和 34 年 12 月に長さ 200mm におよび、張力は 2 導体で無着氷時の約 5 倍の 8,900 kg に達したことがあった。このような異常着氷による張力下の電線に風圧が加わると弾性限を越えることも考えられるが、着氷はある風速 (約 20m/s) 以上になると吹きとばされて、ある程度以上は成長しなくなるし、部分的に脱落するので、風速が大きくなる割合には風圧荷重値は増加しない。着氷した場合の風圧荷重は無



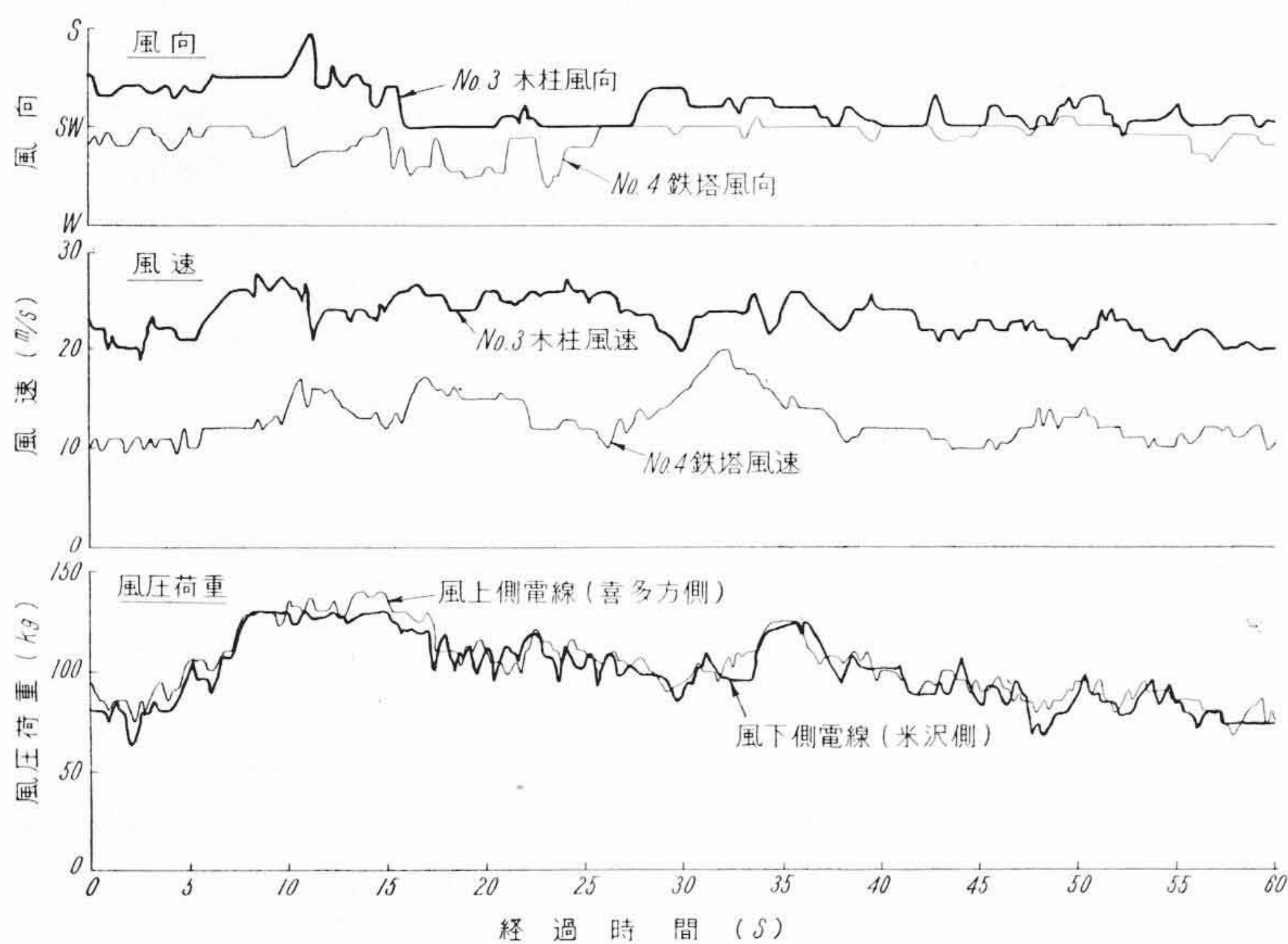
電線張力 1,780 kg, 温度 +4°C

第7図 無着氷時の風圧荷重(スパーサなし)



電線張力 1,782 kg, 温度 -1°C

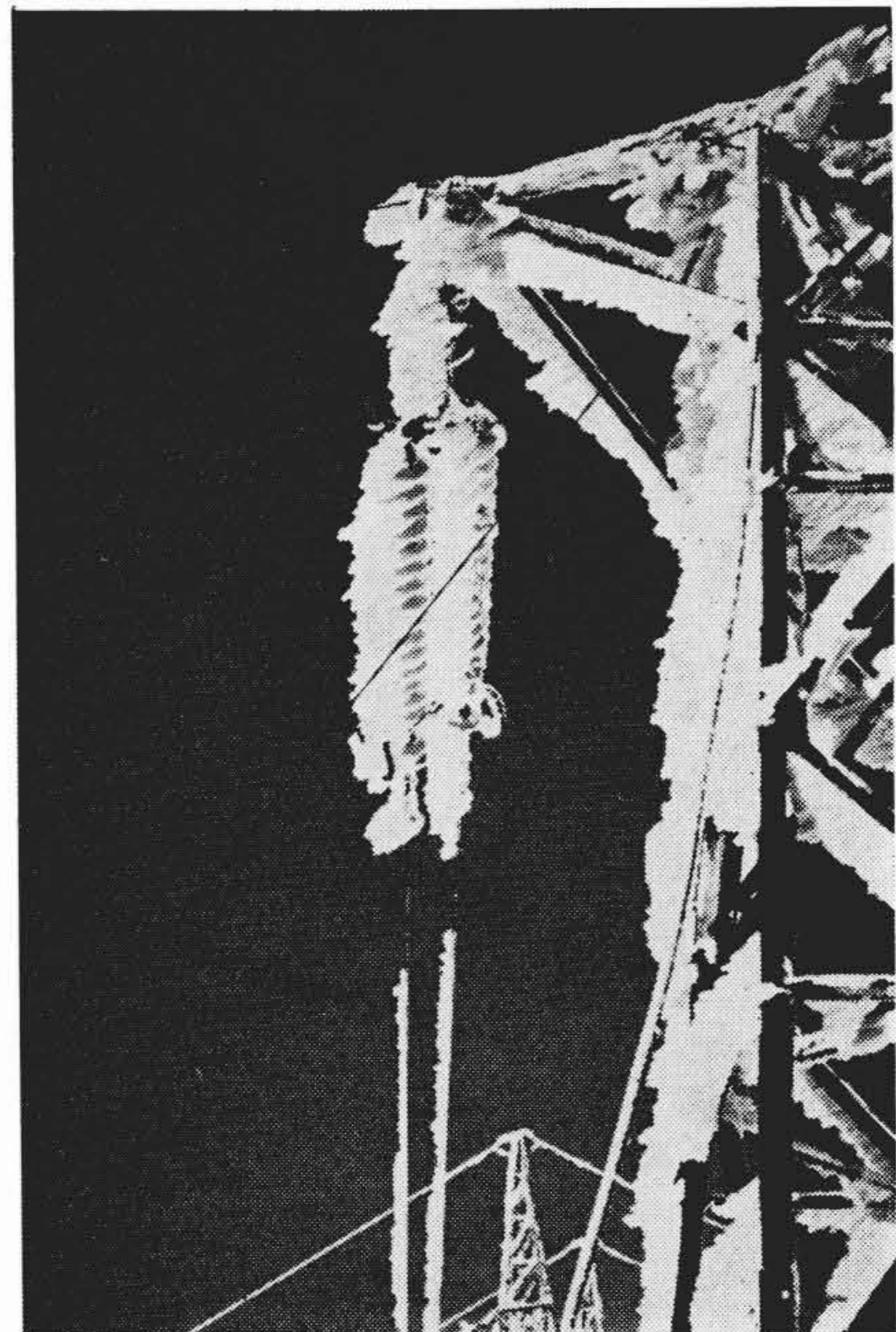
第8図 無着氷時の風圧荷重(スパーサあり)



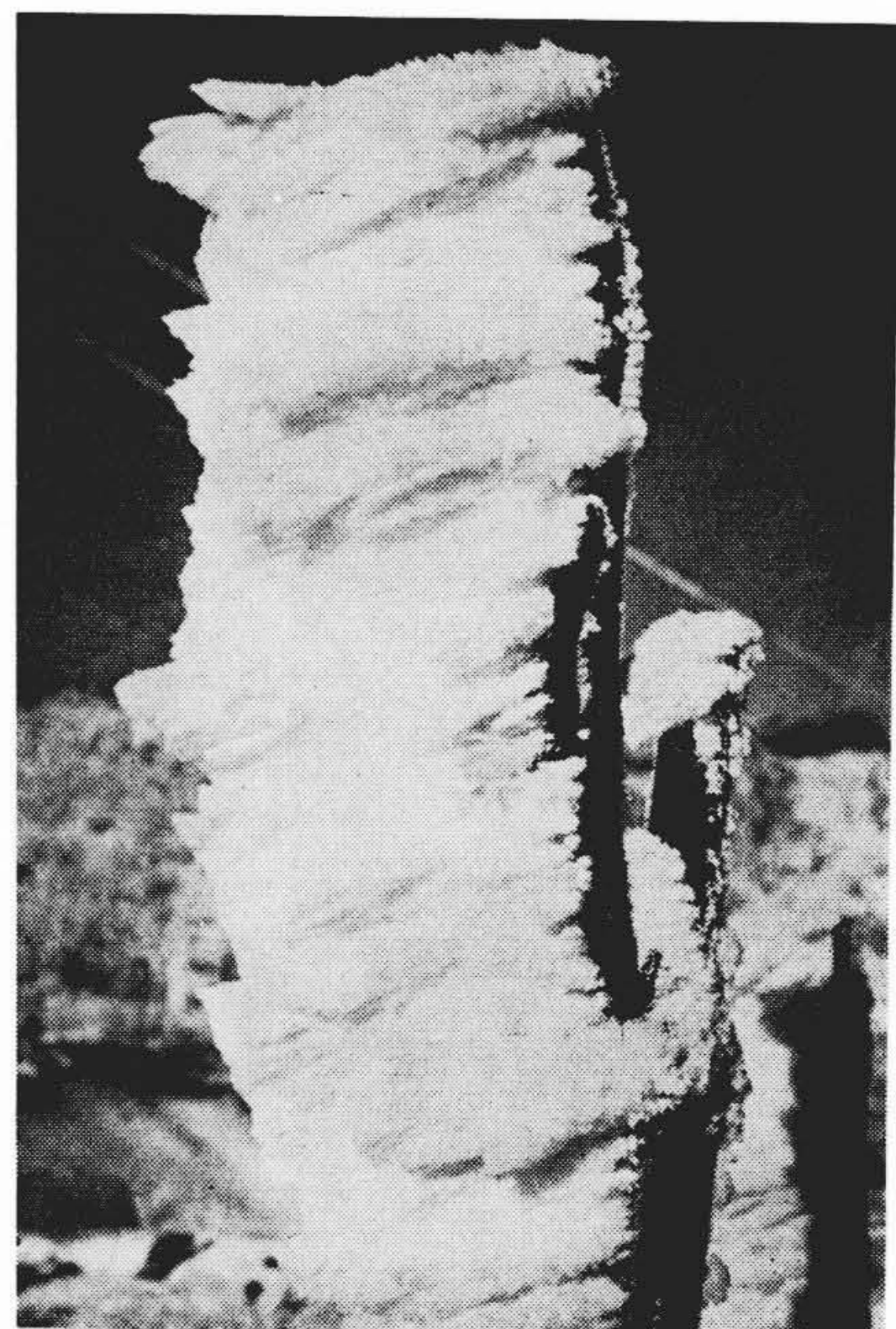
電線張力 3,220 kg, 温度 -7°C

着氷形状, 霧氷, 比重 0.53

第9図 着氷時の風圧荷重(スパーサなし)



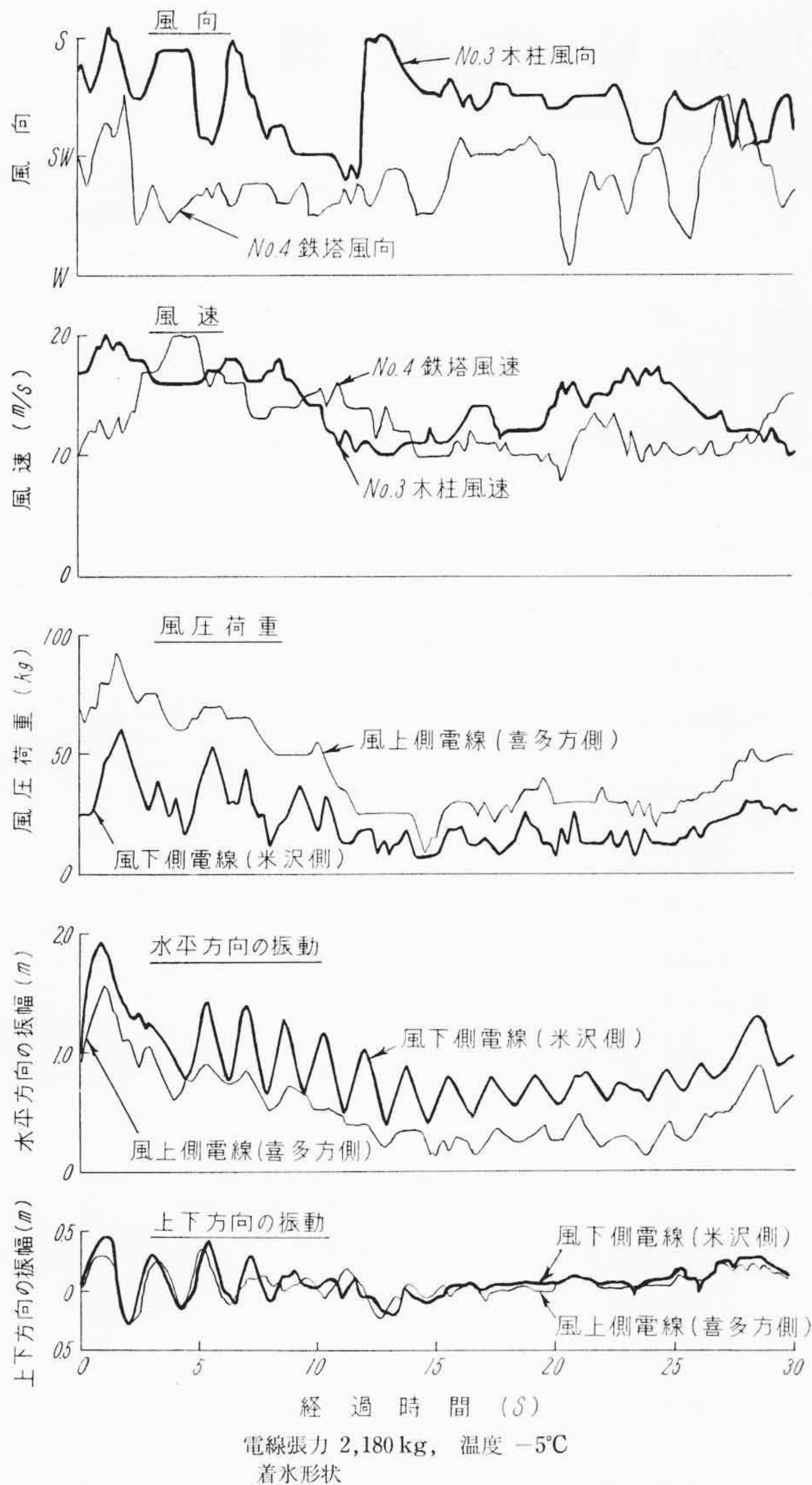
後方は本名一仙台線の鉄塔

第10図 着氷した東北電力株式会社
大峠試験線第11図 大峠における枯木の着氷状況
(約 25 cm)

着氷時の約3倍になっている。

第12図は1月10日午前3時電線の振動状態と風向, 風速, 風圧荷重計を2台のシネカメラで同時撮影を行ったものを取りまとめたものであるが, 風下側の電線は周期2.74秒のギャロッピングを行っていた。振動周期と風圧荷重の変動周期はほとんど同じであるが, 荷重値の振幅は規則的でない。風下側の電線が風上側の電線の後流域に入ったり出たりするためにこのような振動が生ずるものと考えられる。

無着氷時の25 m/sの風速のときの風圧荷重の実測値と計算値を比較したのが第13図で, これを第2表にとりまとめた。スパーサをつけない場合の風圧低減



第12図 着氷時の風向、風速、風圧荷重および電線の運動の関係(スパーサなし)

率は風上風下とも56%、スパーサをつけた場合は風下側の電線は風上側の約84%であり、風洞実験の値⁽³⁾(81%)とよく一致している。二導体分としてはスパーサのない場合の約92%となっている。風圧低減は地形、風速分布などによって生ずるものであるが、伊勢湾台風時の測定値とも大体一致している。

4. 結 言

2冬間にわたる大峠試験線における東北電力株式会社と日立電線株式会社との共同実験について報告した。要約すると次のことがいえる。

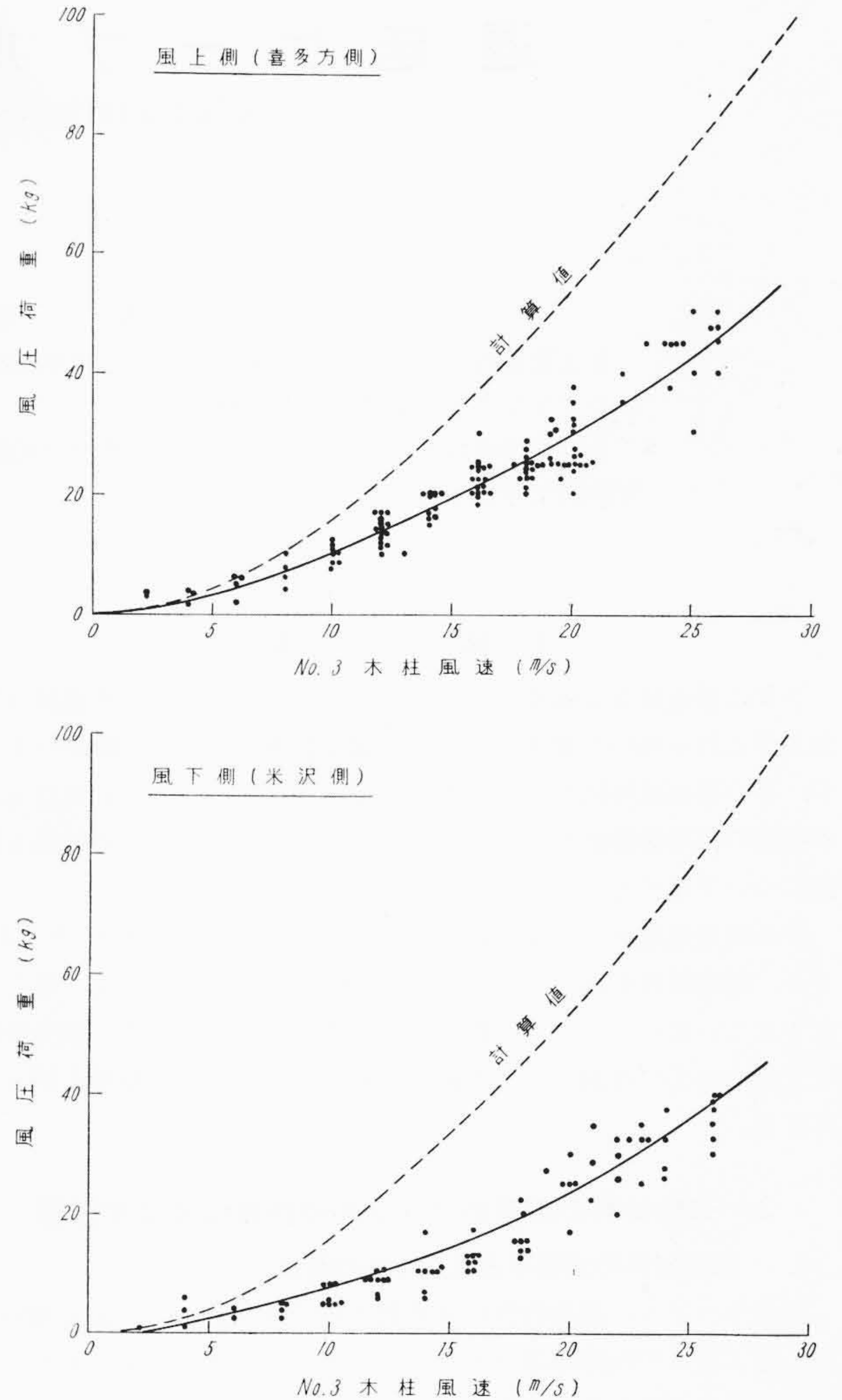
(1) 第2次(昭和34年1月～2月)

20日間に約400回の捻回を観測した。このうち50%は15～20 m/sの風速のときであった。捻回角度は180度までですべて風の息とともに復元し、長いものでも6～7分であった。

スパーサに働く荷重は軸方向で引張側59 kg 圧縮側25 kgが最大であった。

(2) 第3次(昭和34年12月～昭和35年3月)

大峠試験線の風圧荷重はスパーサをつけない場合は着氷の有無にかかわらず風上側、風下側電線がほぼ等しい値を示している。スパーサをつけたときは風下側は風上側の80～90%であった。二導体分の荷重はスパーサのない場合の約92%である。風圧荷重の



第13図 風圧荷重の実測値と計算値の比較

第2表 風圧荷重実測値と計算値との比較表
(風速 25 m/s 時)

項 目	導 体	No.3 木柱の 風速 25m/s における風圧 荷重	計算値に 対する比	スパーサを配 置した場合の 風上側電線に 対する比	スパーサな しの場合の 風圧荷重に 対する比
計算値	(単導体の一般式より)	77 (kg)	100(%)		
	スパーサなしの場合	43	56		100(%)
実測側	スパーサを 配置した場 合	風上側	43	56	100 (%)
		風下側	36	47	84
					92

実験値は計算値の50～60%程度である。

電線の風圧荷重は横ぶれが大きいほど高い値を示し、複導体では風下側の電線のほうが振動しやすい。

大形の着氷は風速 20 m/s を越えると、風圧に耐えられずに部分的に脱落が生じ、風速の割合に風圧荷重は増加しない。

終りに当り本研究に対し、終始ご指導をいただいた東北電力株式会社木下部長、日立電線株式会社電線工場久本部長、山本課長に感謝申しあげる。また実験にあたり種々と便宜を計っていただいた東北電力株式会社観測隊員の各位、および協力していただいた日立電線株式会社沼尻、小形、大島、小林の各氏に深謝する。

参 考 文 献

- (1) 堀：電力 43, 11 (昭34-12)
- (2) 竹下、陶：電力 36, 359 (昭27-5)
- (3) 竹下、陶：電力 36, 30 (昭27-6)