

伊勢幹線微風振動実測

竹嶋 嘉男***
榊 博嗣***
高橋 和男**
武田 浩三*

1. まえがき

中部電力(株)500kV伊勢幹線には、線路のインダクタンスの低減を図った世界で初めての大束径多導体方式が採用されている。この導体は素導体間隔が従来の2倍の800mmであり、耐熱ACSR 410mm²×6導体(束外径1,600mm)の構成となっている。

一方、多導体の微風振動レベルは、2導体、4導体の実測では導体数に逆比例する傾向がある。ACSR 410mm²の6導体の場合、振動レベルを1/6と予想すると、吸収エネルギーは1条当たり単導体の10倍と想定され、エネルギーバランス法による検討ではダンパは必要ない。

しかし、前述のごとく大束径の6導体であるため、吸収エネルギーの推定を従来方式によってよいものかを確認する必要がある。これを実架線を確認し、設計の信頼性を高めるため実測を行なったので、その概要について報告する。

2. 測定場所

伊勢幹線 NO. 213鉄塔 1L, C1, 老側
(図1, 写真1-2参照)



写真1 No. 213鉄塔



写真2 No. 213鉄塔より老側を望む

*** 中部電力㈱伊勢送電線建設所

** 長井研究所

* 研究部



図1 伊勢幹線経過図

3. 測定期間

昭和60年11月26日～昭和61年2月28日

4. 測定項目及び測定方法

4.1 測定項目

風向, 風速(瞬時・10分間平均値)

電線振動 上線, 中線, 下線

4.2 測定方法

風向, 風速はプロベラ型風向風速計で測定する。
(写真3参照)

電線振動は上線, 中線, 下線に取付けた加速度計(ACC)によって測定する。(図2-1, 写真4参照)

測定は無人自動測定を原則として, DC12V バッテリー6個を電源として, 30分毎にデータレコーダに収録する。10分間平均風向風速は, データレコーダ動作10分前より3秒毎に200個のデータをコンピュータでAD変換して得られる。(図2-2, 写真5参照)

収録されたデータは, 旭電機株式会社長井研究所にてコンピュータ・FFTアナライザから構成されるデータ処理システムによって処理される。(写真6参照)



写真3 風向風速計

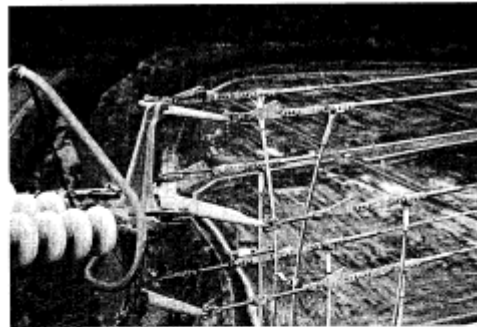


写真4 加速度計取付状況

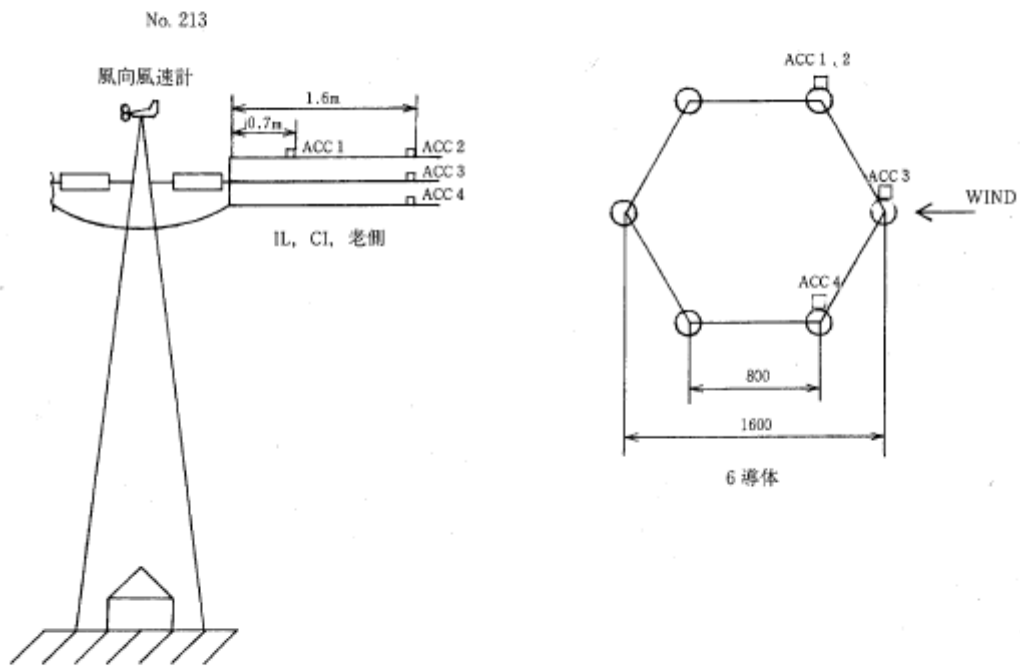


図2-1 -加速度計取付位置

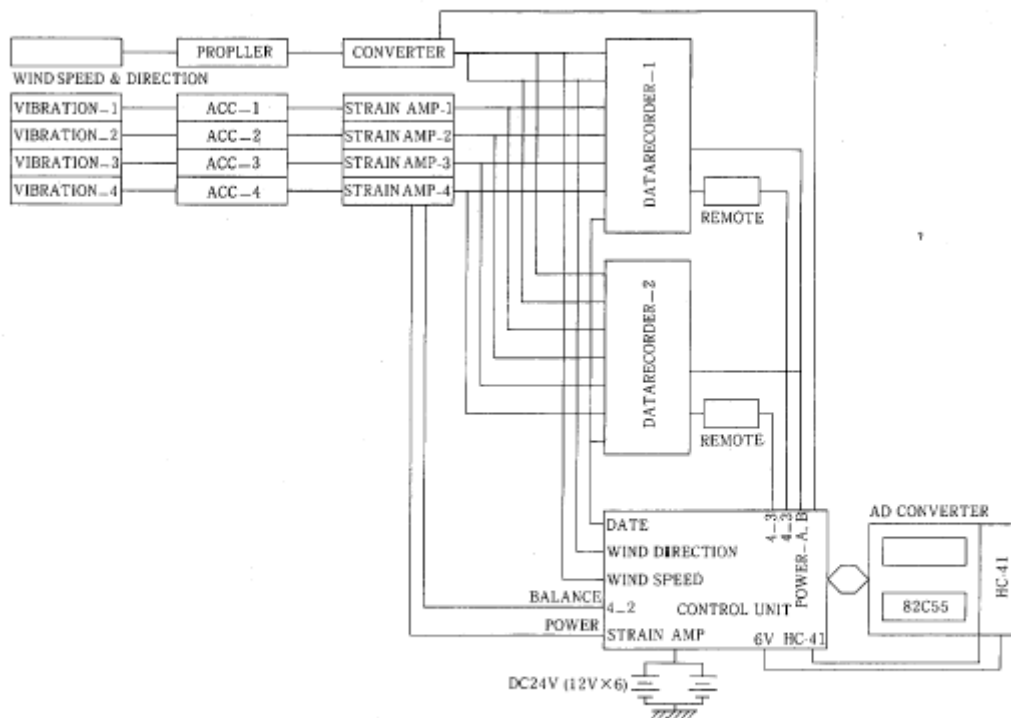


図2-2 測定器ブロック図

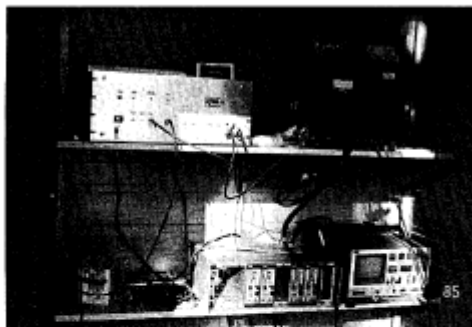


写真5 データ収録システム



写真6 データ処理システム

5. 測定結果

5.1 電線振動（風速一周波数特性）

V=風速 (m/s) D=電線径 (mm) とすると、微風振動の周波数 F は $F=185V/D$ に強い相関性を示す。

図3には、振幅が0.10mm以上発生したときのデータしかプロットされていないが、 $F=185V/D$ (D=28.5mm) に相関性を示しており、微風振動であることがわかる。

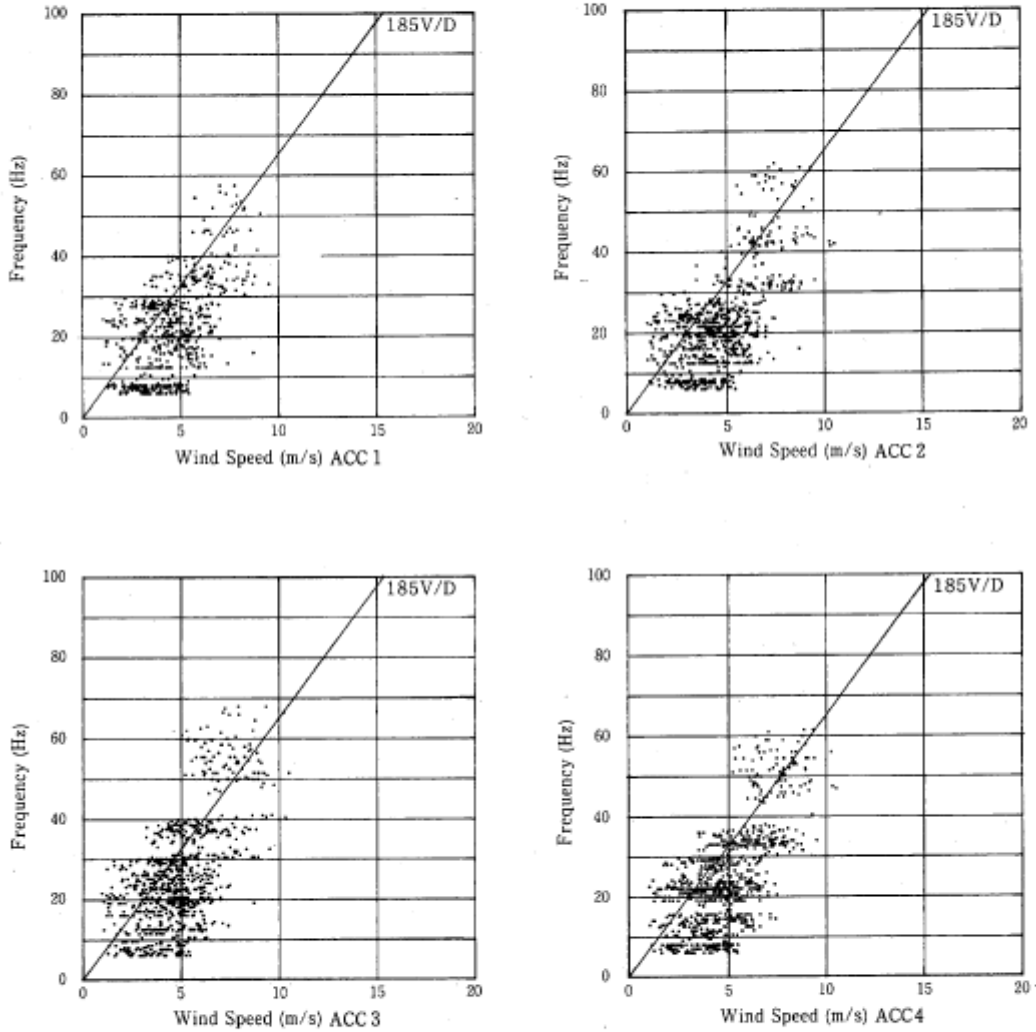


図3 風速対周波数

5.2 電線振動（周波数-振幅特性）

図4は横軸に周波数，縦軸に振幅（対数表示）を表したグラフである。ここでは，振幅は全振幅

(p-p)である。得られた振動の振幅は小さく，全データの1/3に達していない。

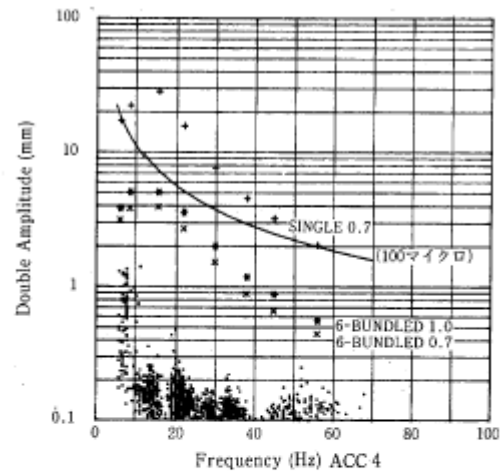
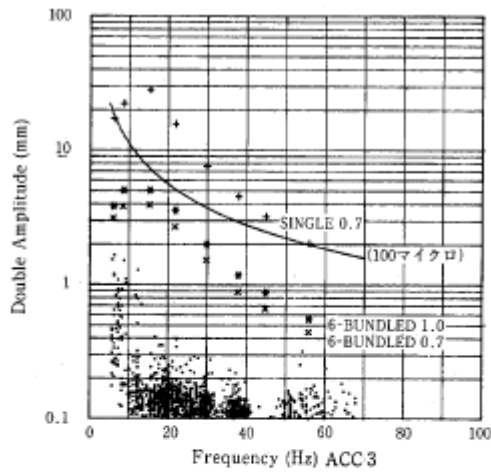
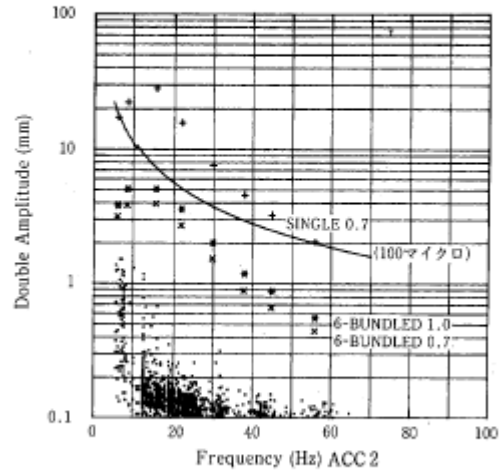
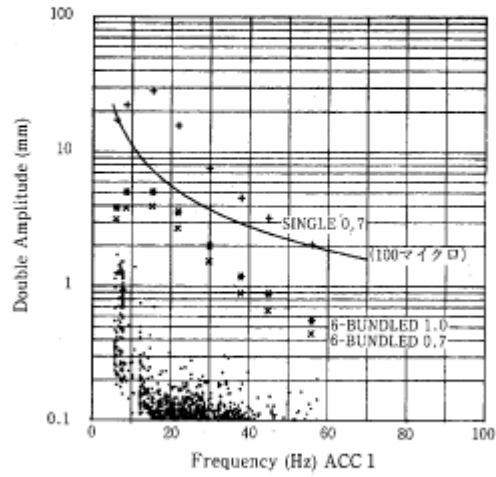


図4 周波数対振幅

5.3 電線振動（振動波形）

図5に当実測で得られた代表的な波形を示す。
横軸は時間で目盛り0.2秒であり、縦軸は電圧で

フルスケール0.5Vである。4個の加速度計の同
時刻の波形であり、振動レベルに差はあるが各線
とも類似したモードで振動している。

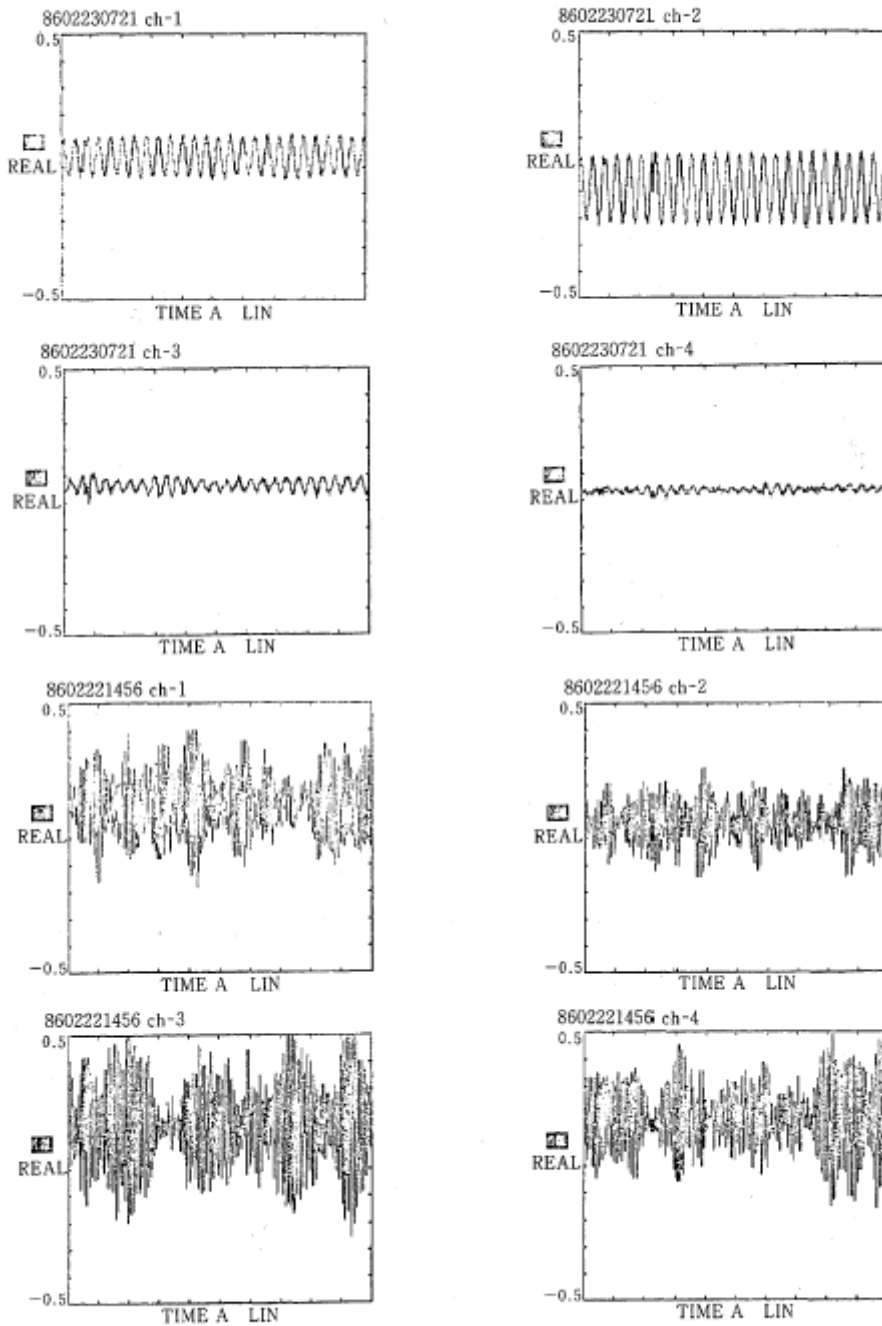


図5 振動波形（2秒間）

5.4 風向風速

図6に当実測において、コンピュータで3秒毎にサンプリングされた200個のデータより得た10分間平均風向風速を示す。風向はN付近が圧倒的に多く、風速は10m/sを越す強風が吹いており、

8 m/sにピークがあるのはこの地の特徴である。

風速頻度のグラフには、菱田式とワイブル分布が示されてある。実測期間中の平均風速は3.62m/sであった。

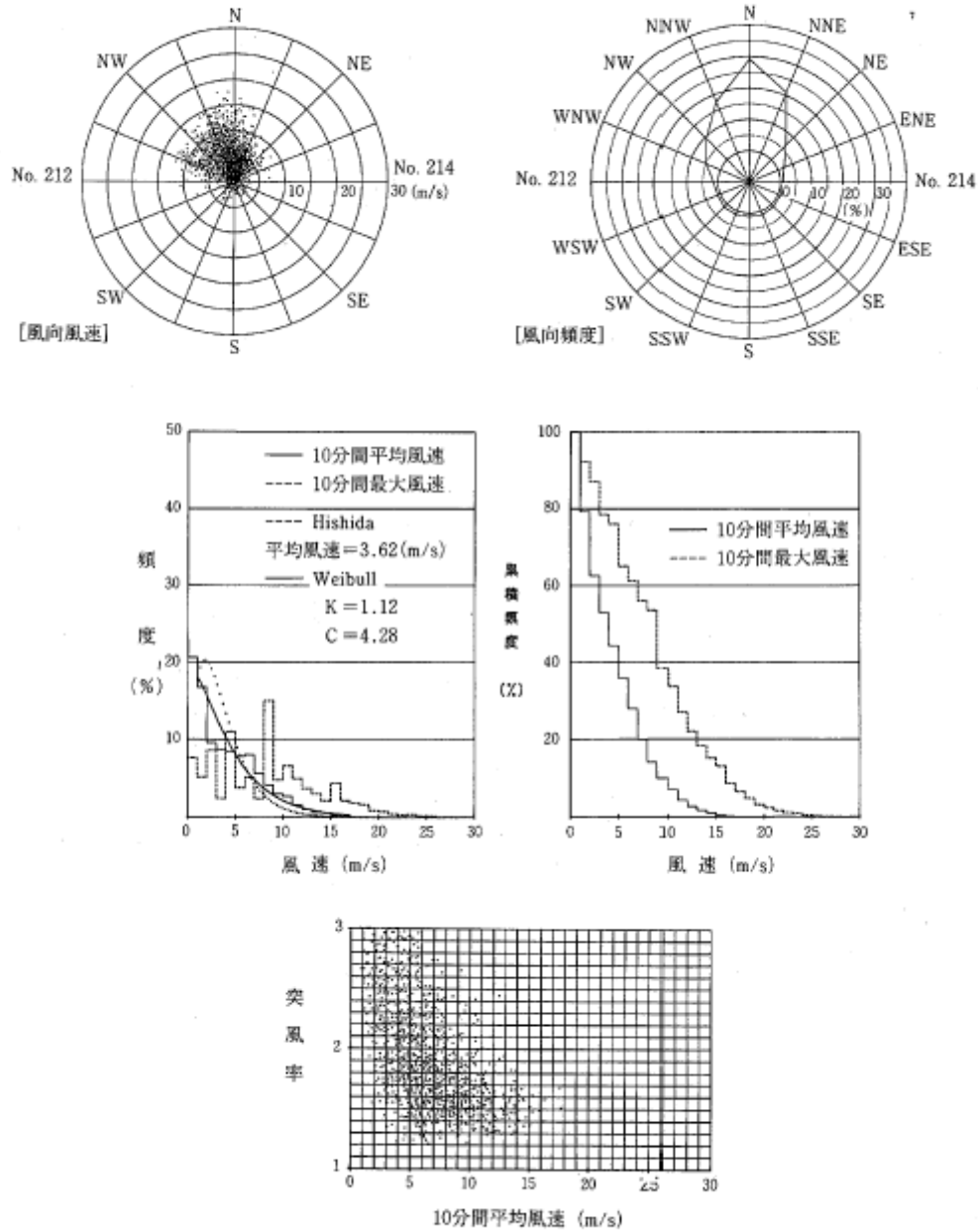


図6

6. 考察

6.1 6 導体の吸収エネルギー

多導体にはスペーサが取付けられており、各素導体の振動に相互干渉が生じ、単導体よりも振動レベルが低下する傾向がみられる。その低下の度合は2導体、4導体の実測結果より、単導体の振動レベルの約1/導体数となることが一般化されている。その振動レベルより逆算して、多導体1条当たりの吸収エネルギーは単導体の何倍であるかを想定してみる。

4導体の吸収エネルギーは単導体の5倍と想定すると、エネルギーバランス法による予想振幅が単導体の1/4となり、経験的に妥当である。6導体の場合は吸収エネルギーを単導体の10倍と想定すれば、予想振幅が単導体の1/6となり、妥当と思われる。

図7に実測した ACSR 410mm² 単導体の吸収エネルギーを示す。

図8は単導体の吸収エネルギーを5倍にした、4導体1条当たりの吸収エネルギー推定値である。

図9は単導体の吸収エネルギーを10倍にした、6導体1条当たりの吸収エネルギー推定値である。

図10, 11には ACSR 410mm² に対する風からの入力エネルギー(計算値)が、低減係数1.0と0.7の場合で示されている。

図8, 9に、低減係数1.0と0.7の場合の吸収エネルギーと入力エネルギーのバランス点(1.0の場合実線, 0.7の場合破線)示されてある。それらのバランス点より求められた予想振幅が図4の周波数-振幅特性に(単導体 低減係数 1.0 "+", 6導体 低減係数 1.0 "*", 6導体低減係数 0.7 "x")描かれている。

実線で描かれているのは、許容振幅(電線の歪が±200μとなる振幅)である。

実測した場所は微風振動が発生し易い場所と考えられるが、発生した振幅は吸収エネルギーを10倍して得られた予想振幅より小さい印象を受ける。しかし ACC 3 (中線)の50~60Hzで予測振幅に近い振幅が発生しており、長期的な実測を実施すれば、各周波数で予想振幅に近い振動レベルが発生する可能性を示唆している。

6.2 風

この地域の風の特徴は、風向 N(線路直角方向)またはその付近の風向頻度が70%を占めている。風速は10分間平均で8 m/s 以上が14%であり、強風が吹く頻度が多い。しかし、3 m/s 以下の風速頻度は50%近くに及び、全体の平均風速は3.62m/s で意外に小さい。この地域は風がない穏やかな日が多いが、吹き始めると台風なみの強風が吹くところと思われる。

7. むすび

410mm² 6 導体の微風振動実測を実施したが、ダンパが必要ないことが確認された。また6導体の場合は吸収エネルギーを10倍と想定すれば、十分に安全な設計となることがわかった。

最後に、今回の実測に当たり、数々のご援助、ご指導をいただきました中部電力(株)伊勢送電建設所の方々、及びご協力下さった関係各位に深謝の意を表します。

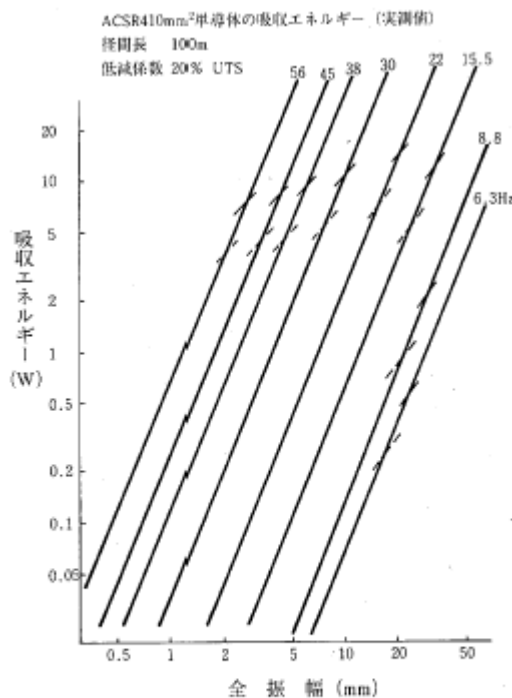


図7

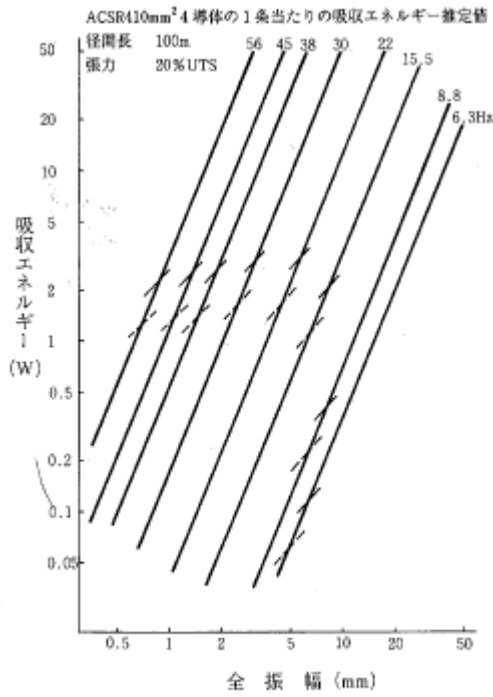


図 8

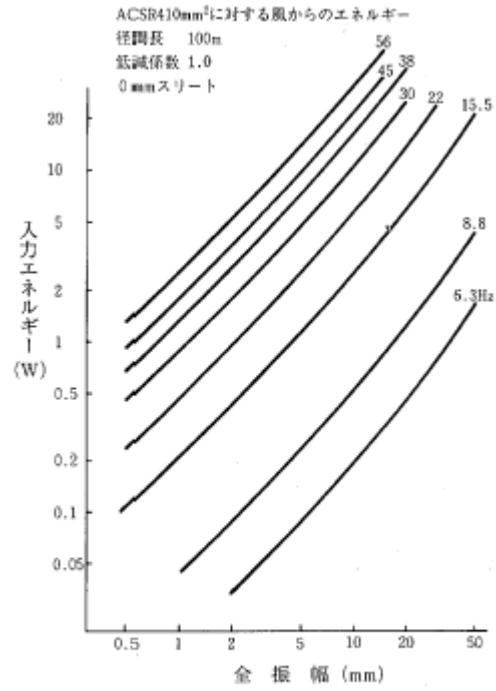


図10

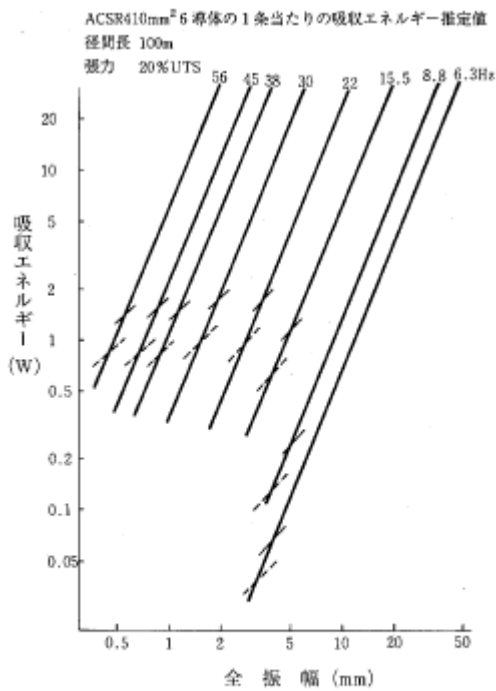


図 9

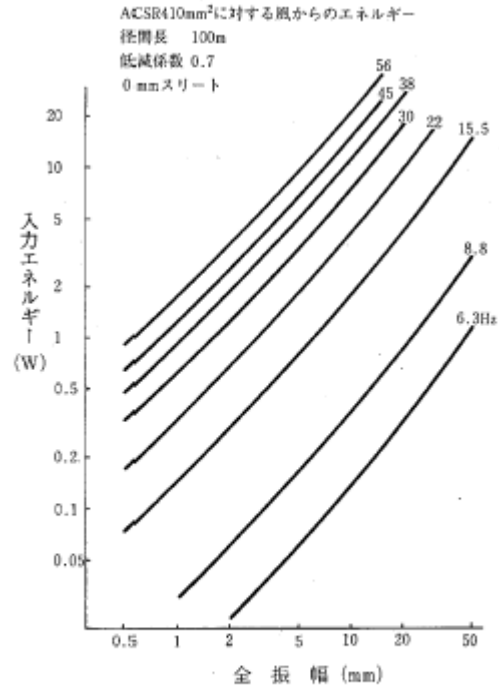


図11