

UHV—最上試験線の概要

および測定システム

村田 時彦 ・

武田 浩三 ..

飯沢 栄一 ...

1. はじめに

我が国の電力需要は増加の一途をたどっているが、電源開発の適地確保の困難性から、将来は電源の大容量化、遠隔化の傾向が進むとともに、送電線ルート用地取得の困難さが終み、経済的な長距離大容量送電を実現するためには、UHV送電が必要となる。

この情勢に対応し、昭和60年代には1000kV級のUHV送電が計画されている。UHV送電線は10導体程度の多導体となり、数多くの点で従来の送電線の規模を超越している。その着水、強風下のギャロッピングをはじめとする各種振動は、想像を越えるものがあると思われ、それらの特性を解明し、十分な対策を講じることは経済的、信頼性の高いUHV送電線建設上重要な課題となる。

このような観点から、当社では山形県立川町に実規模大のUHV最上試験線を建設し、昭和55年7月より実測を開始し、さらに昭和56年10月より人工着水取付時の観測に入っている。以下に試験線の概要およびマイクロコンピュータを中心とした測定システムについて述べる。

2. 最上試験線の概要

(1) 建設用地の選定

試験線の目的および運用面を勘案した場合、建設用地の具備すべき条件は下記の如くなる。

- ① 強風が吹くこと。

- ② 着水地帯であること。
- ③ 冬期通行可能であること。
- ④ 研究員が比較的短時間で到着出来ること。

このうち①および②の条件が重要であるが、②は③、④と相反する条件であり、また人工モデルにより相似が可能であることから、常時強風の吹く条件を主として選定を行った。即ち、当社長井研究所のある山形県内で、強風頻度の高いことを条件に候補地を求め、1年間の気象実測を行った後、現在地を決定した。

試験線は図-1に見る如く、最上川が峡谷部より

写真-1：本試験線引留部

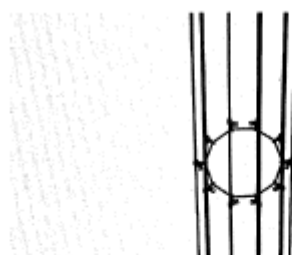


写真-2：SP型ボルトレススペース

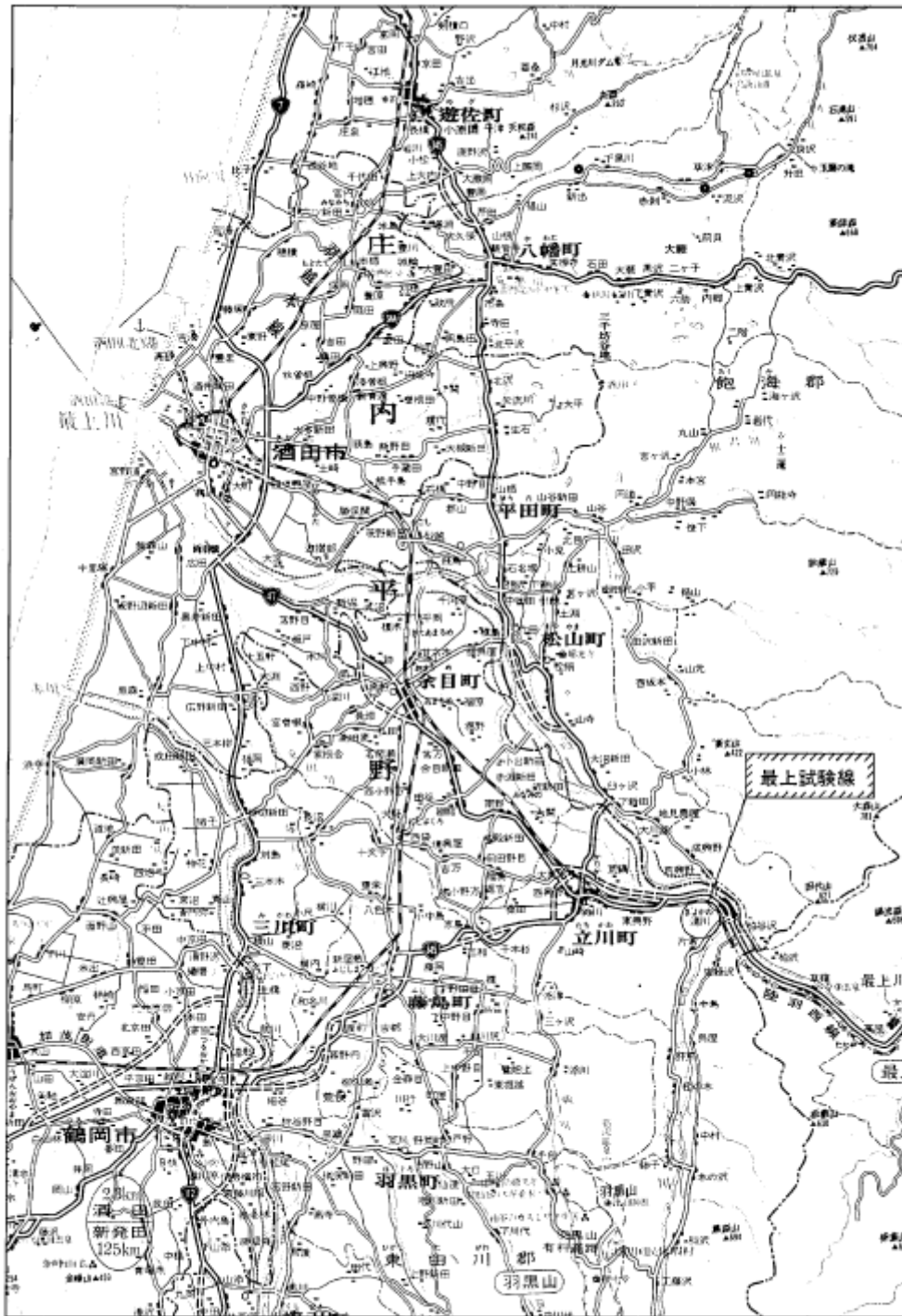


・ むらた ときひこ 研究部

.. たけだ こうぞう 研究部

... いいざわ えいいち 長井

研究所



図一 最上試験線概略図

扇形に広がる庄内平野に流れ出る、いわば扇の要に位置している。冬季の北西よりの季節風と共に、清川ダシと称する南東よりの強い局地風の吹く強風特異地域である。

図-2は昭和54年7月より56年6月までの2年間の、同地における日別最大瞬間風速の累積頻度で、図に見る如く15m/s以上の風が吹く日は、60.8%に達している。

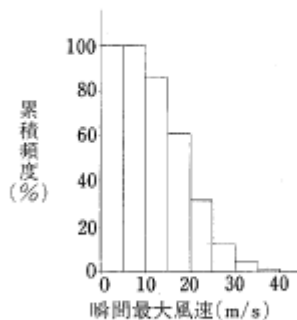


図-2 風速累積頻度

(2) 試験線概要

- ① 所在地
山形県東田川郡立川町大字狩川字大せき台。標高 約160m。(図-1)
- ② 鉄塔
基数：2基
鉄塔高さ： 35m。
鉄塔重量： 33ton/基
支持点耐荷重： 110ton。
- ③ 径間長
360m。(地盤高低差9.5m)
- ④ 架渉線
線種：T-ACSR 810mm²×10導体および単導体。
最大使用張力： 5000kg/条
- ⑤ 付属建屋
測定棟(6坪)および倉庫(1坪)

(3) 人工着氷形状

本試験線で使用する人工着氷は、東京電力三浦線で発生した“エビの尻尾”といわれる着氷を模倣したものである。(図-3)

3. 測定システム

UHV送電線のように、一相当りの導体数の多い導体送電線ではギャロッピングをはじめとする各種振動の機械的特性を解明するための検出器の数は、従来のものをはるかに越える。さらに人工着氷を取

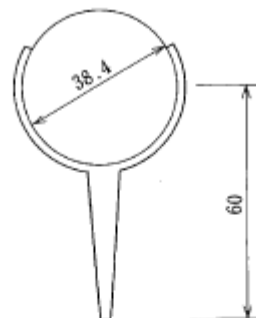


図-3 人工着氷形状

付けた実測ともなれば、異常振動の多発が予想され、測定システムには次の条件が要求される。

- ① 膨大な量のデータを省人化して処理できること。
- ② 多種データの連続観測、自動記録が可能なこと。
- ③ 送電線の各種現象と気象との関係が統計的に把握できること。
- ④ サブスパン振動、ギャロッピング等の異常現象に対してダイナミックに追従できること。

以上の様な要求に対処するため、本試験線では、マイクロコンピュータを中心として、無人連続自動観測、記録および統計処理解析システムを採用した。

3.1 測定システム概要

本試験線には、次の5つの測定システムがある。

- ① 微風振動測定システム
- ② 架空地線(単導体)人工着氷取付測定システム
- ③ 10導体人工着氷取付測定システム
- ④ 風騒音分析システム
- ⑤ グラフ化、統計処理システム

①はコンピュータの試運転を兼ねて実施されたシステムである。②は10導体に人工着氷を取付ける前に、架空地線において、着氷により生じる最大荷重を把握し、鉄塔の安全率を再確認するために実施されたシステムである。④、⑤はオペレータ介在時に、実測を中断して行われるシステムである。

以下(2)よりコンピュータシステム、検出器、各測定システムにつき記述する。

3.2 コンピュータシステム

コンピュータシステムは、2台のトレーニングキット改造マイコンと、2台のパソコンおよび制御機器等からなる。2つのマイコンと1つのパソコンは、主となるパソコンに連結されている。

以下にそれぞれの役割を簡単に説明する。

① マイコン I

このマイコンの役割は、コンピュータシステムの

時間管理と、データレコーダ、データレコーダリモコン装置、データレコーダ入力切換装置の制御を行う。データレコーダリモコン装置は、動歪計の自動バランストリガーをかけるとともに、テープスピードなどデータレコーダのすべての動作をコントロールできるように設計されている。切換装置には、アナログ信号マルチプレクサが80ch装備され、データレコーダへの入力を、マイコンからの信号によって切換える。

微風振動測定時および異常振動発生時に、マイコンⅠがパソコンより割り込みを受けると、データレコーダをスタートさせ、日付をシリアル出力し、切換装置にトリガーをかける。日付のシリアル出力のため、コンピュータ記録とデータレコーダの同一時刻による比較は容易に可能で、しかも、このマイコンに必要なデータの日付を入力するだけで、自動的に探し出すことができる。

② マイコンⅡ

このマイコンは、風向風速サンプリング専用マイコンである。主に10分間の風速をサンプリングするが、2台のパソコンがbusyの時は、割り込みによって、異常振動、微風振動サンプリングと同時刻の風向風速をサンプリングする。データはパソコンに送られる。

③ パソコンⅠ

このパソコンは、コンピュータシステムの主軸となる。測定システムによって役割が変わるが、それぞれのコンピュータに命令を下し、動作を管理する。A/Dコンバータ40chを装備している。

④ パソコンⅡ

このパソコンは、パソコンⅠとともに各情報をサンプリングする。パソコンⅠがbusyの時、救済的な働きをする。A/Dコンバータ40chを装備している。

3.3 コンピュータシステムの停電、雷対策

本システムは、常時無人運転を保守するため、次の様な停電、雷対策を講じている。

① 停電対策

観測用電源は地中ケーブルを通じて送られる。コンピュータシステムは、停電を見込んで充電バッテリーバックアップ方式によるDC12V 6時間保証の無停電電源装置を備えている。電源はスイッチングレギュレータ、高性能DC-DCコンバータが使用されている。停電時間、復帰時間がプリントアウトされる。

② 雷対策

本試験線は、冬の雷発生頻度が全国的に高い場所

にある。従って検出器にはすべてアレスタ、サージアブソーバが装備され、さらにコンピュータへの入力は、フォトカプラを使用したアイソレータを通して行われる。電源からの雷侵入に対しては、サージアブソーバ、フィルタ、ツェナーダイオードを採用している。

写真-3 測定システム

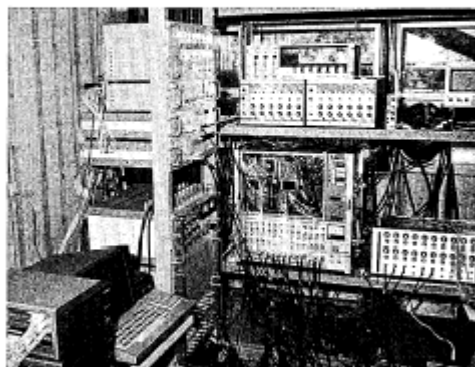


写真-4 2次元荷重測定用スぺーサ

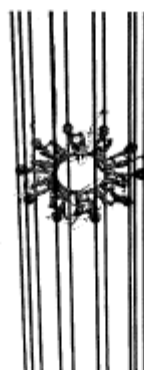
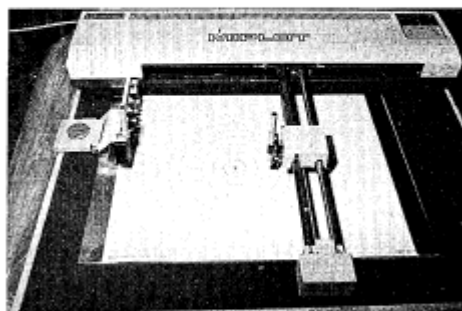


写真-5 X-Yプロット



3.4 検出器

本試験線の測定項目を示し、項目別に使用する検出器を簡単に説明する。

① 微風振動

1本の電線に対し、ある間隔を置いた3点の縦・横方向の振動を検出する。検出には、計6個の加速度計が使用され、3点の縦方向の情報がコンピュータ処理される。

② 強風時の電線挙動

電線の上下揺れ検出には、加速度計が使用される。素導体変位量検出には、ポテンショメータを利用した2次元変位量測定用スぺーサが使用され、さらに2導体間の変位量をレベルカウントする機械的検出器が併用される。

③ スぺーサに加わる荷重

2次元荷重測定用スぺーサと、2導体荷重測定用スぺーサが使用される。

④ 張力変動

電線引留部に取付けられた、計11本の張力計が使用される。

⑤ 素導体間移動量

機械的検出器が使用され、最大値が記録される。

⑥ スぺーサクランプ近傍の電線歪

歪ゲージが使用される。

⑦ 風騒音

音圧計、集音マイク、テープレコーダが使用される。

⑧ 気象観測

風速計は径間方向の分布を把握するため、1号鉄塔、径間中央、2号鉄塔の3カ所に設置されている。百葉箱には温度計・湿度計・気圧計が設置されている。

⑨ 目視観測

目視観測にはビデオカメラが使用される。径間には標的ランプが取付けられている。

2次元変位量測定用スぺーサ、2次元荷重測定用スぺーサは、ポテンショメータ20個、張力計20本がそれぞれ配置され、素導体1本1本の変位量、荷重を2次元ベクトルとして得られるように設計されている。

以上の各検出器より送られる情報は、アイソレーションアンプを通じて、DC±5Vの信号に変換され、A/Dコンバータ、データレコーダに入力される。(図-4)

3.5 各測定システムの説明

(1) 微風振動測定システム

このシステムは、マイコンⅠ、Ⅱ、パソコンⅠを使用している。マイコンⅡによる10分間風速データがパソコンⅠへ転送されると、マイコンⅠはデータレコーダをスタートさせ、パソコンⅠ、マイコンⅡは、振動、風向風速のサンプリングをそれぞれ行う。(図-5)

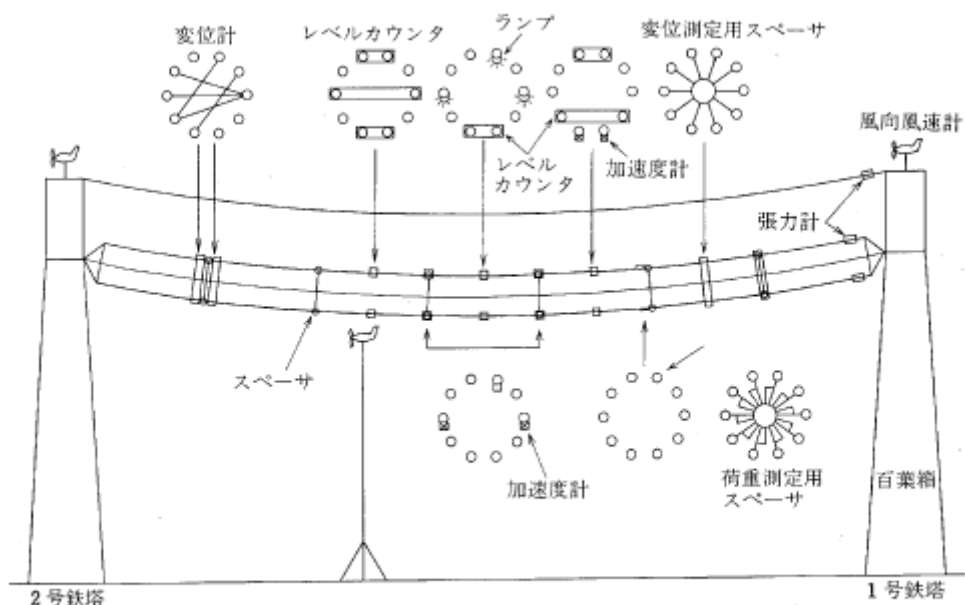


図-4 検出器の配置概念図

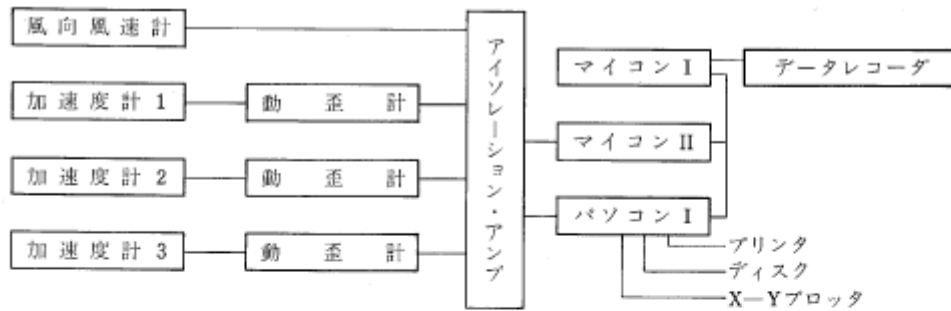


図-5 微風振動測定システムブロック図

半導体にある間隔を置いて取付けられた3つの加速度計からの情報が、1/256秒毎、1秒間サンプリングされる。その後高速フーリエ変換(FFT)が行われる。変換に要する時間は約4秒で、決して速いとは言えないが、測定に支障はない。10分間平均風

速、突風率、乱れ、振動サンプリングと同時刻の風向風速、周波数、3点における振幅、その最大値等がプリントアウトされ、ディスクに記録される。ディスクに記録されたデータは、オペレータ介入時に、グラフ化、統計処理が行われる。(図-6、図-7)

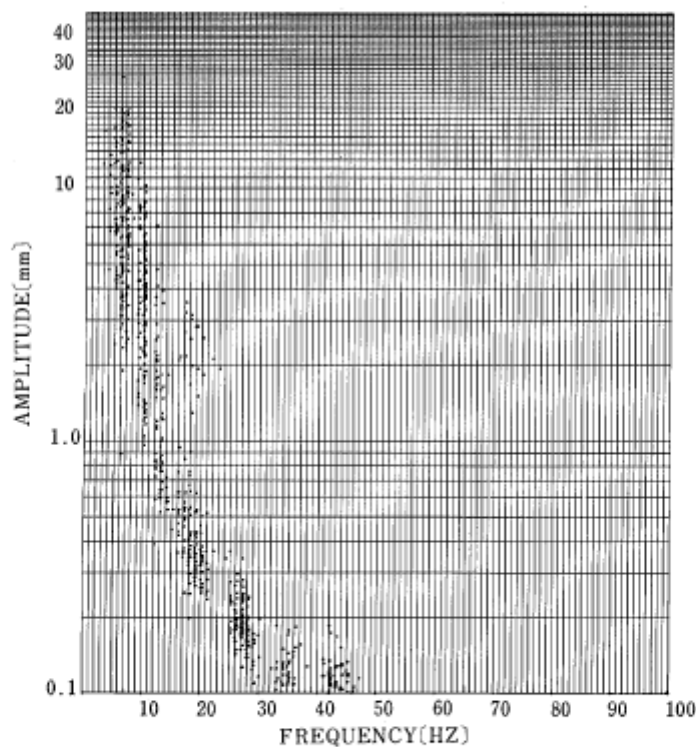


図-6 微風振動データ

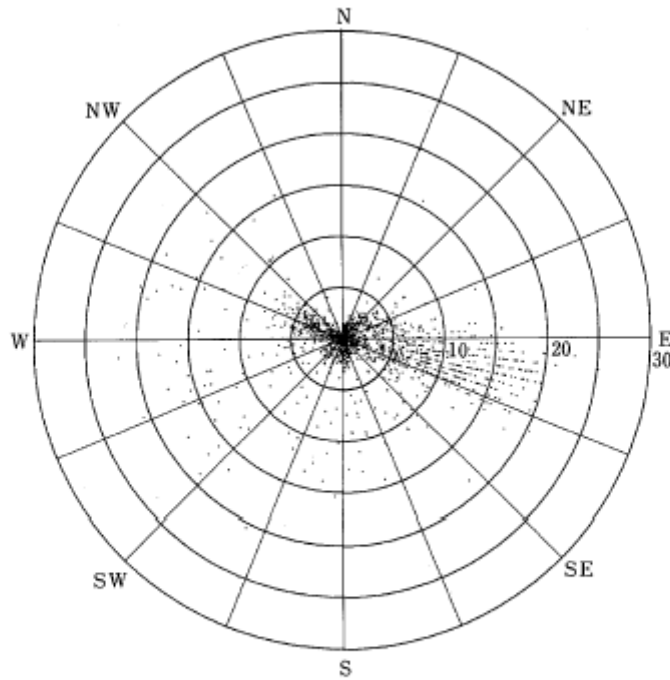


図-7 風向風速分布

(2) 架空地線人工着氷取付測定システム

使用される検出器は、径間中央に取付けられたギャロッピング検出用 X-Y 加速度計、引留部の張力計、引留部から 2 m 離れた電線上に取付けられた振幅計等である。それぞれのコンピュータの役割は、マイコン I は異常振動発生時にデータレコーダをスタートさせ、マイコン II は 10 分間風速をサンプリングする。

パソコン I は張力変動と振幅をサンプリングする。張力および振幅の変動分が求められ、一定時間毎に集計される。異常振動発生と判断した場合は、マイコン I とパソコン II にスタート命令を出す。パソコン II はパソコン I よりスタート命令が出されると、2 つの加速度計からの情報と風向風速をサンプリングする。周波数スペクトルと風向風速の処理結果がプリントアウトされる。(図-8)

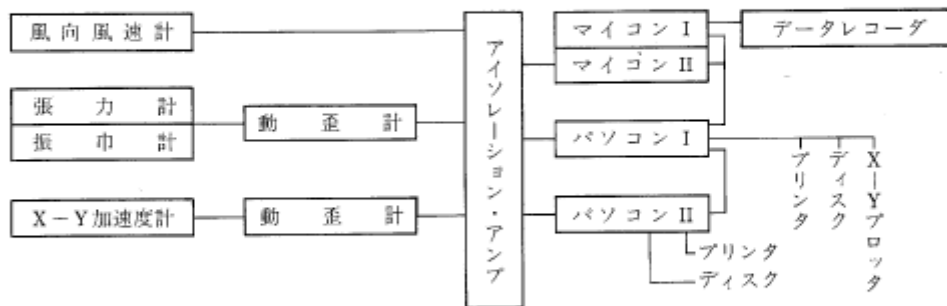
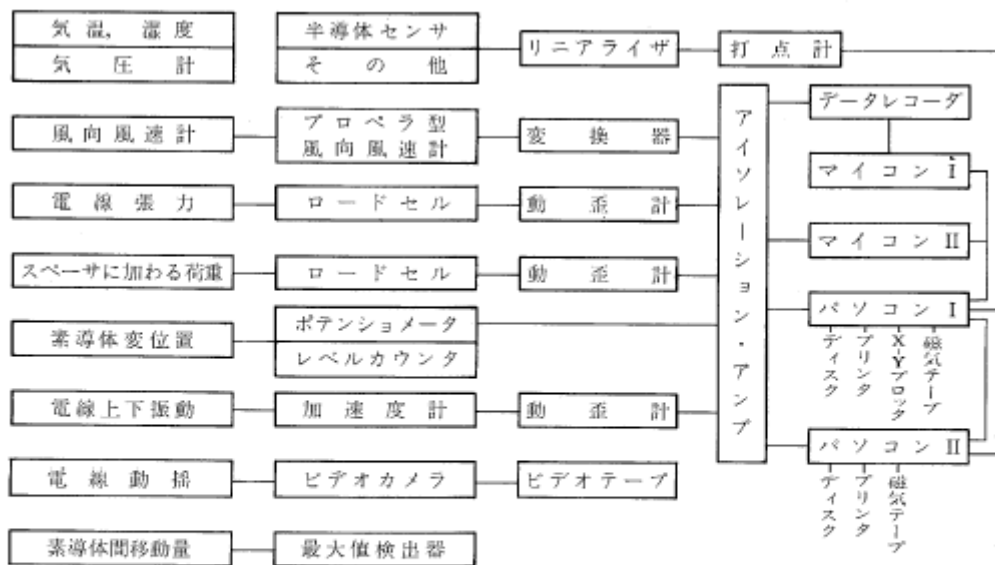


図-8 架空地線人工着氷取付測定システムブロック図



図一9 10導体人工着氷取付測定システム

(3)10導体人工着氷取付測定システム

この測定システムでは、コンピュータシステムがフルに活用される。パソコン I は、2 次元荷重測定用スベーサと張力計、パソコン II は 2 次元変位量測定用スベーサと張力計を計 60 チャンネルサンプリングしている。(図一9) サンプリング間隔は 0.1 秒である。入力されたデータは、一定時間毎に変動分、平均値が求められ、その幾つかは打点計に出力される。異常現象と判断された場合、データレコーダがスタートする。1 時間毎に、風の統計処理、集計データがプリントアウトされ、ディスクに記録される。またオペレータ介在時に、サブスパン振動モード、スベーサに加わる荷重の時間ベクトル図等が、コンピュータによって再現される。

(4)風騒音分析システム

このシステムはオペレータ介在時に実施される。音圧測定と同時に、風向風速と風騒音がサンプリングされる。風騒音には周波数分析、風向風速には簡単な統計処理が実施される。処理が終了すると、結果が X-Y プロッタによって自動的にグラフ化される。

(5)グラフ化、統計処理システム

このシステムはオペレータ介在時(約 12 日おき)に実施される。ディスクに記録されたデータに対してグラフ化、統計処理が行われる。風向風速、風の乱れ、張力変動、スベーサに加わる荷重等に対して統計処理が行われる。

4. おわりに

実測で最も重要なことは、実際に発生した現象を技術者の目で観測することであるが、異常現象と気象との関係を統計的に把握すること、およびデータ処理の省人化に対して、今後コンピュータは不可欠なものとなる。ここで述べたシステムの一部は 6 月から運転が開始され、順調に個々の目的を達成しつつある。しかし、ソフトウェアの改良点は数多くあり、残された課題も多い。今後もコンピュータによるデータの信頼性の向上を図り、目視観測と平行して、最上試験線の実測をさらに充実したものとして行きたい。

最後に本測定システムの最上試験線への導入に際し、種々御指導いただいた関係者各位に深謝の意を表します。