

I-B73

多導体送電線のギャロッピング解析と2, 3の考察

埼玉大学 正員 山口 宏樹

埼玉大学 正員 謝 旭

関西電力 雪野 昭寛

1.はじめに 本研究は、500kV多導体送電線のギャロッピングによる電気事故防止対策を確立するため、理論解析に基づくギャロッピング現象の予測手法を確立することを最終目的とする。その第一段階として、多導体を1本のケーブルでモデル化した送電線の固有振動解析プログラムを開発すると同時に、準定常理論により評価した空気力を取り込み、ギャロッピング解析プログラムを開発して多導体送電線のギャロッピング特性を検討した。

2.解析方法 多導体をねじれ変位をも自由度として有する等価な1本ケーブルに置換し、有限要素法で離散化した。具体的には、スパーサを介して連結された多導体の運動変位の幾何学的関係を陽な形で厳密に求めることにより、解析自由度の大幅な低減を図っている。開発した固有振動解析プログラムを実規模試験線に適用して実験値と比較したところ、等価ケーブル置換法でもかなりの精度で多導体送電線の固有振動が推定できることが明らかとなった¹⁾。一方、ギャロッピング解析については、準定常理論により空力減衰力を評価して、有風時の静的変形状態からの微小振動解析を複素固有値問題として行い、得られた複素固有値からモード減衰を評価してギャロッピングの可能性のある振動モードを特定すると同時に、複素固有ベクトルからギャロッピング振動モード特性を推定した。

3.ギャロッピング解析例 解析対象は4導体送電線である関西電力山崎試験線(スパン643m, サグ比0.06)であり、東京大学にて測定された4導体着氷送電線の3分力係数²⁾(図-1)を用いてギャロッピング解析を行った。

4.4導体送電線のギャロッピング特性 各風速に対する静的変位応答を吹き流され角 θ およびねじれ角 α により表したものを図-2に示す。ねじれ角 α は吹き流され角 θ より大きく、その差は高風速域で顕著である。図-3にはギャロッピング解析から求められた有風時の固有振動数およびモード減衰比の変化を低次20モードについて示した。図よりわかるように、静的変形の影響で固有振動数が単調に増大しているのに対し、減衰比は風速によって複雑に変化している。特に、6, 12, 19次モードの減衰比がある風速域で負になっており、これらの振動モードで、かつ特定の風速域でギャロッピング振動の発生する可能性があることがわかる。図-4には、その振動モードの風速による変化の状況を鉛直面内リサージュ図として示した。スパン方向のモード形状は6次が1ループ(モード形の腹が1個)、12次が5ループ(同5個)、19次が6ループ(同6個)であり、風速0m/sでのリサージュ図からわかるように、無風時の振動モードは6次が純粋なねじれモード、12次が水平振動卓越モード、19次がねじれ振動卓越モードである。いずれの振動モードも、無風時に単純であったものが、有風時には鉛直、水平、ねじれの各変位が位相差をもって連成する複雑なモードとなっている。風速による変化はそれぞれ微妙に異なっているものの、大きな負減衰となる風速でのギャロッピングモード(6次は風速13.875m/s付近、12次は風速15.875m/s付近)は、いずれの場合もその鉛直面内リサージュが縦長の鉛直振動卓越型になっており、興味深い。

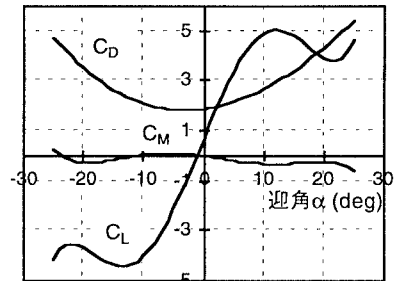


図-1 4導体着氷送電線の静的3分力係数。

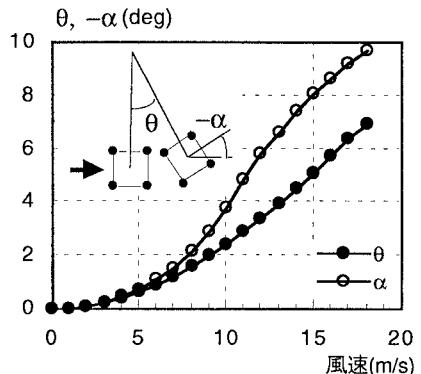


図-2 風による静的応答(吹き流され角とねじれ角)。

キーワード：多導体送電線、ギャロッピング、複素固有値解析、負減衰、連成モード

連絡先：〒338 浦和市中大久保255 TEL: 048-858-3552 FAX: 048-855-9361

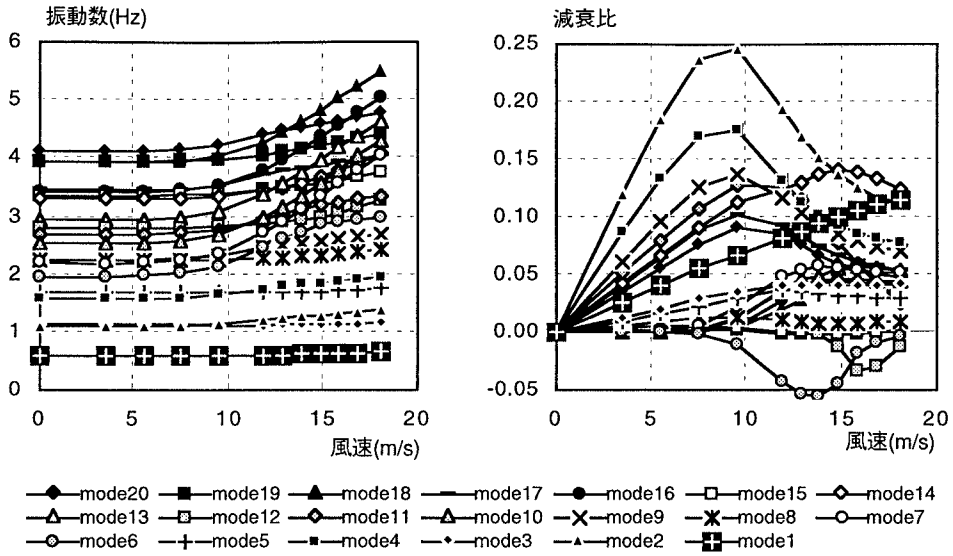


図-3 風速と固有振動数およびモード減衰比との関係。

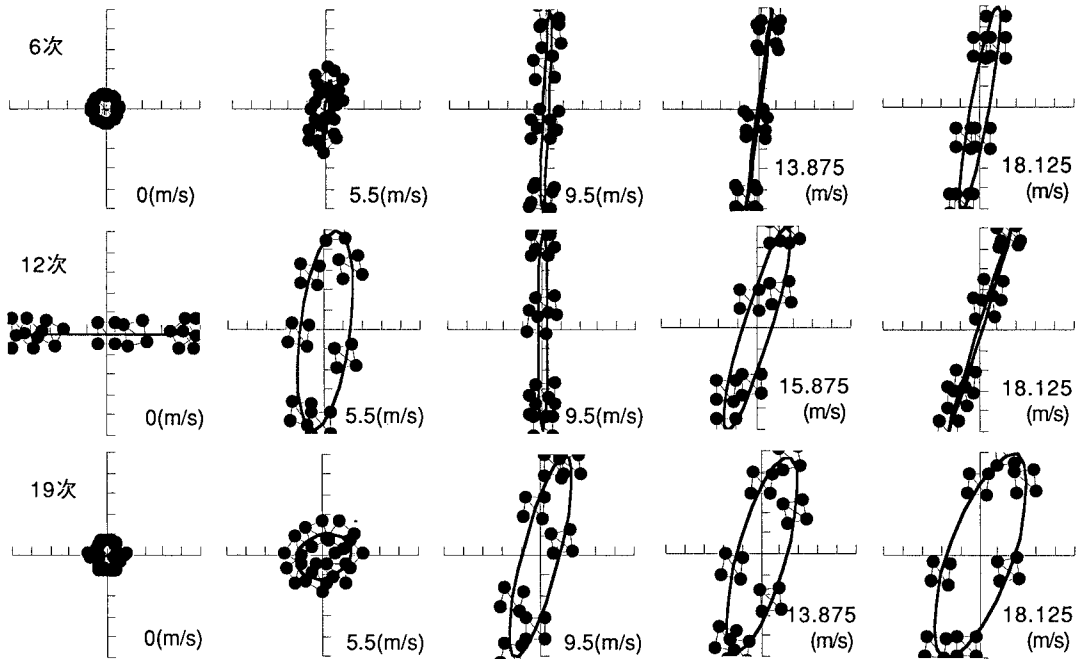


図-4 ギャロッピングを起こす可能性のあるモードの風速による連成性状（リサージュ）の変化。

5. まとめ 準定常理論に基づいて多導体送電線のギャロッピング解析を行い考察を加えた。今後は非定常空気力を取り込んだ解析, 直接時間積分法を用いたシミュレーション解析へと研究を進展させ, 多導体送電線のギャロッピング予測手法の確立を目指すと同時に, ギャロッピング対策についても検討する予定である。

[参考文献] 1) 山口・雪野: 送電線のギャロッピング現象に関する解析研究, 埼玉大学地域共同研究センター成果報告書, 第2号, pp.51-52, 1995年. 2) 木村他: 着氷4導体送電線の2次元模型の風洞実験と解析, 第14回風工学シンポジウム論文集, pp.395-400, 1996年.