



Title	電気スイッチ用飛移りばねの研究
Author(s)	道田, 祥二
Citation	大阪大学, 1979, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/32354">https://hdl.handle.net/11094/32354</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉</a> 大阪大学の博士論文について <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">〈/a〉</a> をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	道田祥二
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 4506 号
学位授与の日付	昭和 54 年 2 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	電気スイッチ用飛移りばねの研究
論文審査委員	(主査) 教授 浜田 実
	教授 上田 幸雄 教授 大路 清嗣 教授 菊川 真
	教授 小松 定夫

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、電気スイッチ用飛移りばねの飛移り特性に関する研究成果をまとめたもので、序言、本論（3編，18章）および結言からなっている。

序言では、本研究の目的と意義について述べている。

第1編では、飛移りばねの諸特性の解析に用いる有限要素解析法について述べている。第1章では、従来の研究例と本編の概要を述べ、第2章では、単一および複合アーチばねの解析に必要なはり一柱および三角形平面要素による定式化、弾性支持アーチの解法、および増分形平衡方程式の数値計算法について述べている。第3章では、平面応力場の幾何学的非線形熱応力問題解析法の定式化を行い、数値計算法として変位増分法を提案している。また、高精度で、短時間演算が可能なバイメタルはり一柱要素を開発している。さらに第4章では、単一および複合アーチばねの動荷重による飛移り現象の解析法の定式化並びに数値計算法について述べ、第5章では、帯板ばねの横倒れ座屈および座屈後の面外飛移り現象を精度よく解析できる三角形平板かく要素を提案している。

第2編では、基本形状をもつ飛移りばねの数値解析を行い、実験によりその妥当性を確認している。第1章では、本編における研究目的を述べ、第2章では中央集中荷重を受ける単一アーチの挙動を解析して、一端ヒンジ、他端固定アーチの特徴ある逆もどり特性をは握し、また、両端ヒンジおよび両端固定支持部に弾性を有するアーチの飛移り挙動のパターンを換算値  $\alpha_{an}$ 、 $\alpha_{sr}$  によって分類している。第3章では、単一バイメタルアーチの熱変形による飛移り挙動を解析し、両端ヒンジの深い単一バイメタルアーチに関して特徴ある分岐座屈の様相をは握している。また第4章では、単一アーチの中央集中強制外力による動的応答を解析し、第5章では、片持帯板の面内集中外力による横倒れ座屈

および座屈後の面外力による飛移り挙動を解析している。

第3編では、実用的な形状の飛移りばねに関する数値解析を行い、実験によりその妥当性を確認している。第1章では、マイクロスイッチおよびサーモスイッチ用可動ばねに関する研究の現状と本編の概要を述べ、第2章では、単一アーチばねを用いたマイクロスイッチの静的動作特性を解析している。また第3～5章では、複合アーチばねを用いたJIS規格Z、V、W形マイクロスイッチの静的動作特性を解析して、動作特性値計算式を誘導している。第6章では、N形板ばねの面内力による横倒れ座屈および座屈後の面外力による飛移り挙動を解析し、またこれを用いたマイクロスイッチの静的動作特性を解析している。第7章ではマイクロスイッチの動的動作特性、すなわちトランスファータム、接点バウシング、および外部振動による接点の振動を解析して、その解析手法を確立し、さらに第8章では、WおよびU形バイメタルばねの熱変形による飛移り挙動を解析して、熱的動作特性値計算式を誘導し、また、U形バイメタルばねを用いたサーモスイッチの熱的動作特性を解析している。

結言では、本研究で得られた結果を総括し、本論文の結論を述べている。

### 論文の審査結果の要旨

電気スイッチ用飛移りばねは種々の形状の薄板からなり、その幾何学的非線形特性にもとづく飛移り現象によりスイッチとして作用するものであるが、従来その特性を解析的に調べた例はほとんどなく、まったく経験的に設計されてきた。本論文はその挙動を詳細に解明して、合理的な設計を可能にしたものである。そのおもな成果はつきのごとくである。

- (1) 幾何学的非線形問題に対する従来の有限要素法による解法を検討して整備するとともに、構造物が弾性支持された場合に有用な要素モデルを提案している。
- (2) 飛移りばねとしてもっとも簡単なアーチばねの挙動を詳細に解析し、これを電気スイッチに応用する場合に必要な設計資料を求めている。
- (3) 片持帯板の横倒れ座屈状態からの飛移り現象を解析し、電気スイッチへの応用の可能性を示している。
- (4) 現在多く用いられているZ形、V形およびW形のマイクロスイッチのばねの挙動を解析し、その結果をまとめて静的動作特性を表す近似設計式を作っている。
- (5) 上記の各種のばねの動的動作特性や熱的飛移り現象についても検討している。
- (6) きわめて複雑な飛移りばねの挙動を実験によっても解明し、解析結果の妥当性を確かめている。

以上のように、本論文は従来経験的に設計されてきた電気スイッチ用飛移りばねの合理的な設計法をはじめ可能にするとともに、薄板の飛移り現象の解析に対して有限要素法に改良を加えたもので、機械設計学と弾性学の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。