



Title	強く引っ張った棒の荷重によるたわみの2点境界値問題のグリーン関数
Author(s)	武村, 一雄
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44332
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/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 **たけむら かつお 雄**

博士の専攻分野の名称 **博 士 (理 学)**

学 位 記 番 号 **第 17949 号**

学 位 授 与 年 月 日 **平成 15 年 3 月 25 日**

学 位 授 与 の 要 件 **学位規則第 4 条第 1 項該当**

基礎工学研究科情報数理系専攻

学 位 論 文 名 **強く引っ張った棒の荷重によるたわみの 2 点境界値問題のグリーン関数**

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 亀高 惟倫

(副査)

教 授 長井 英生 教 授 鈴木 貴

論 文 内 容 の 要 旨

4 階線形定数係数常微分方程式の、2 点境界値問題である棒のたわみ問題を研究した。基礎工学の重要問題である大変歴史の古い問題である。18 世紀におけるベルヌーイやオイラーの研究に端を発する。

1. 水平な床の上に一様に分布したバネで支えられ、張力をかけた棒に、荷重をかけたときに、たわみを求める問題である。
2. 張力の方がバネ定数より相対的に強いという、工学現象としては一番おとなしい場合を扱った。数学的にできるだけ詳細で精密な結論を引出したいという理由である。
3. 両端の境界条件は、まず単純形で自己共役な場合を扱った。工学的には最も重要な固定端、回転端、スリップ端の場合に相当する。全部で 9 個の境界値問題がある。
4. 対応するグリーン関数（インパルス応答）と、境界条件を満たす基本解の、正值性と階層構造に関する精密で詳細な結論を得た。
5. 固定端固定端グリーン関数の正值性は、この論文で初めて明らかになった。
6. その他のグリーン関数の正值性は過去に知られているものがあるが、全体として一貫した方法で正值性を示した。
7. 9 個のグリーン関数の間に、ある順番で、境界条件を切り換えていくとき、とる値が順に大きくなるという、階層構造をはじめて明らかにした。
8. 左の境界点を固定し、区間長を増加するとき、グリーン関数の値がどのように変化するかを詳細に調べた。
9. 2 階常微分方程式で表わされる、糸のたわみ問題の場合と同様に振舞う場合がある。
10. しかし、糸のたわみ問題のときにはなかった新現象を発見した。
11. 単純形でない境界値問題は、自己共役と限定しても無数にある。
12. そのうち工学的背景のある一列の問題が、タウリダ大学のコパチェフスキー教授によって提案された。
13. その問題に対し、グリーン関数の正值性を中心に完全な回答を与えた。

論文審査の結果の要旨

本論文では、基礎工学の重要問題である棒のたわみ問題を研究している。水平な床の上に一様に分布したバネで支えられ、張力をかけた棒に、荷重密度を与えて、たわみを求める問題である。4階線形定数係数常微分方程式に対する2点境界値問題となる。張力がバネ定数より相対的に強い場合を扱っている。よく知られた糸のたわみ問題の結論をにらみながら、3つの重要な問題に対して精密で明快な結論を得ている。

第1の問題は単純形自己共役境界値問題である。片側について3種の工学的に重要な、固定端、回転端、スリップ端の条件を置く。両側合わせて9種の境界値問題となる。これらは数学的に自己共役となる。9種のグリーン関数がすべて正値となることを示した。固定端固定端グリーン関数の正値性の証明は長年未解決であった。また境界条件をある順番で切り換えてゆくと、グリーン関数の値が増加するという階層構造を発見した。境界条件をになう基本解が全て、本質的に正値であることも示した。これらのことの一部は、工学の世界で経験的に知られていたことと思われるが、明確な結論を示し、厳密な証明を付した意味は大きい。

第2の問題はこれらのグリーン関数の区間長依存性である。棒の左端を原点に固定し、右端の座標 L を増加するとき、グリーン関数の値がどのように変化するかを詳細に調べた。スリップ端スリップ端グリーン関数は常に減少する。また右端がスリップ端でない6個のグリーン関数は常に増加する。残り2個は複雑であるが、その挙動を完全に記述した。この部分は糸のたわみのときにはなかったことで、棒のたわみに特有の現象で、今回の研究で初めて発見されたことである。

第3の問題は単純形でない境界値問題の3系列である。左端に上のような3種の条件を置き、右端に正数をパラメータとして含む単純形でない境界条件を置いた。このときも全てのグリーン関数が正値であることを示した。

グリーン関数は微分方程式の解の全ての情報を含む重要関数である。また微分方程式の問題を積分方程式の問題に変換して、非線形問題や逆問題を解決しようとするとき、ここで得られた精密な情報は極めて有用である。

よって本論文を博士(理学)の学位論文として価値のあるものと認める。