



Title	理想化構造要素法による船体構造の最終強度解析に関する研究
Author(s)	白, 点基
Citation	大阪大学, 1987, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/35354">https://hdl.handle.net/11094/35354</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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	白	点	基
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	7714	号
学位授与の日付	昭和	62年3月26日	
学位授与の要件	工学研究科造船学専攻		
	学位規則第5条第1項該当		
学位論文題目	理想化構造要素法による船体構造の最終強度解析に関する研究		
論文審査委員	(主査) 教授 上田 幸雄		
	教授 八木 順吉 教授 松浦 義一		

### 論文内容の要旨

本論文では理想化構造要素法の考え方に基づいて梁、柱、矩形板および防撓板の弾性挙動から最終強度に至るまでの局部的な座屈、塑性、さらにこれらより構成される構造全体の大たわみ挙動を含む非線形挙動を合理的に解析できる理想化要素と解析法を開発し、船体最終強度を極めて短時間に精度よく解析することを可能にしたもので、8章より構成されている。

第1章では、構造物の安全性と信頼性、または局部破損後の余剰強度を評価する上で、構造物が最終強度に至るまでの座屈、塑性などの幾何学的および材料的非線形挙動を短い計算時間で精度よく解析できる合理的な解析法の必要性を述べている。そして、荷重の増加と共に船体構造が示す非線形挙動を解析する方法について調査し、船体のような大型構造物の最終強度を合理的に解析できる理想化構造要素法の理論的背景と有用性を明確にしている。

第2章では船体構造を梁部材と矩形板および防撓板の板部材の構造要素でモデル化できることを示し、それぞれ理想化梁要素と理想化板要素（理想化矩形板要素および理想化防撓板要素）を開発するための基本仮定、すなわち、周辺条件、荷重条件および初期不整などを示すと共に、その挙動を表わす場合の必要最小の節点力と節点変位について述べている。

第3章では、局部座屈が生じない任意の断面形状を持つ梁部材に対して、理想化パイプ要素をもとに、種々の荷重下での局部的な非線形挙動を理想化し、理想化梁要素を開発している。また、各荷重増分段階で要素を新しい変形位置へ座標変換を行うことによって、局部的な幾何学的非線形性と構造全体の幾何学的非線形性を同時に考慮できることを示している。そして、梁要素によるいくつかの解析例を示し、有限要素法および実験結果と比較し、その精度と有用性を検討している。

第4章では、初期たわみと残留応力を有する矩形板要素が、面内荷重と横荷重の作用下で示す局部的な幾何学的および材料的非線形挙動を理想化し、理想化矩形板要素を開発している。また、この要素を用いていくつかの例に対して解析し、他の解析または実験結果と比較し、ここで開発した理想化要素の精度と有用性を確認している。

第5章では、初期たわみと残留応力を有する防撓板要素が面内荷重と横荷重の作用下で示す幾何学的および材料的非線形挙動を理想化し、理想化防撓板要素を開発すると共に、いくつかの例を解析し、他の解析または実験結果と比較して、ここで開発した理想化防撓板要素の精度と有用性を確認している。

第6章では、第4章と第5章で局部的な非線形挙動を理想化して開発した理想化板要素を用いて、構造物全体の幾何学的非線形性を取り扱う理論を展開している。すなわち、理想化板要素は膜要素に局部破損の機能を持たせたものになっているが、曲げ変形に対する初期応力剛性行列を理想化板要素の剛性方程式に付加すること、および要素を荷重増分毎に新しい変形位置へ座標変換を行なうことによって、局部的な幾何学的非線形性と構造全体の幾何学的非線形性を同時に考慮できることを明らかにしている。そして、解析例によって有用性を確認している。なお、理想化構造要素法では塑性節点法を適用して材料的非線形性を取り扱っており、構造全体の降状などの材料的非線形性は自動的に考慮されることになっている。

第7章では、前章までに開発した理想化構造要素、すなわち、梁要素、矩形板要素および防撓板要素をもとにした構造解析用コンピュータープログラムを開発し、上甲板および二重底構造、さらに船体構造全体に対して最終強度に至る詳細な非線形挙動を極めて短い計算時間で解析できる理想化構造要素法の有用性を示している。

第8章では、本論文における研究結果をまとめて総括している。

### 論文の審査結果の要旨

本論文は、理想化構造要素法における重要な理想化要素を開発し、同時に全体構造の非線形性を追跡することのできる理論を展開して、これまでの解析法では経済性から不可能であった船体最終強度を精度よく、しかも極めて短時間で理論解析することを可能にしたものである。

船体のような構造は溶接によって建造されるため、必然的に溶接残留応力、変形の初期不整が生じている。このような船体を構成する主要な構造要素は、梁、柱、矩形板および防撓板であるとし、これらの要素の溶接初期不整の影響を含めた座屈や塑性化による幾何学的および材料的非線形挙動を理想化し、力学的モデルを設定している。

具体的には、多軸応力の作用下での弾性剛性方程式、座屈条件式、座屈後の剛性方程式、塑性条件式、最終強度条件式、さらに最終強度状態における剛性方程式などを導出している。これらの諸条件および式は単独でも極めて実用的に有用なものであるが、これらを用いて理想化矩形板要素および理想化防撓板要素を開発している。他方、有限要素法などによる詳細な理論解析結果、あるいはこれまでに行なわ

れた実験結果等と比較して開発された要素の精度と計算時間が極めて短いなどの有用性を承認している。ここで開発された要素は、いわゆる局部非線形挙動に対するもので、これらの要素を支持する構造部材の非線形挙動の解析理論も導出している。これらの要素と理論によって、船体構造の弾性挙動から局部破損を経て、最終強度に至る全過程での複雑に変化する非線形挙動を極めて短時間で、しかも詳細に解析することを可能にしている。

本研究は、構造物の複雑な非線形の挙動を、単位構造要素毎に理想化して理想化要素を開発し、船体のような大型構造物の最終強度を短時間で精度よく解析することを可能にしたことは、単に船体構造力学のみならず、一般の構造工学上も極めて貢献するところが大である。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。