



Title	Buckling/Plastic Collapse Behaviour of Unstiffened and Stiffened Curved Plates
Author(s)	朴, 柱信
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/49495
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名	朴 柱 信
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 2 2 9 8 7 号
学 位 授 与 年 月 日	平成 21 年 3 月 24 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 1 項該当 工学研究科地球総合工学専攻
学 位 論 文 名	Buckling/Plastic Collapse Behaviour of Unstiffened and Stiffened Curved Plates (無補強及び補強曲面板の座屈・塑性崩壊挙動に関する研究)
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 藤久保昌彦 (副査) 教 授 大沢 直樹 教 授 村川 英一 講 師 飯島 一博

論 文 内 容 の 要 旨

Cylindrically curved plates are widely used in ship structures, for example deck plating with a camber, side plating at fore and aft parts and plating at bilge part. Such curved plates of ship's hull under longitudinal bending can be modeled by a part of cylindrical shell under axial compression. Up to now, buckling and ultimate strengths of flat stiffened plates have been extensively studied. There is, however, a clear lack of knowledge about buckling/plastic collapse behaviour of curved plates subjected to axial loading. It is known from the estimates using cylindrical shell models that a curvature generally increases the buckling strength of a curved plate under axial compression. However, much study is needed on their buckling/plastic collapse behavior including the effect of secondary buckling in the post-buckling regime, in order to clarify the ultimate limit state of curved unstiffened and stiffened plates.

In this dissertation, the buckling and post-buckling behaviours of curved unstiffened and stiffened plates subjected to axial compression are investigated through a series of elastic and elastic-plastic large deflection analyses as well as elastic eigen-value analysis using finite element method. Analytical formulation of elastic large-deflection behaviour is also performed, and the elastic post-buckling behavior including the secondary buckling behavior is investigated. On the basis of the calculated results, the influences of curvature, initial deflection, slenderness ratio and aspect ratio on the buckling/plastic collapse behaviour of unstiffened and stiffened curved plates are discussed. A simplified method to estimate the ultimate strength of curved plate under axial compression is developed.

The dissertation consists of six chapters. The background and objective of the study are presented in Chapter

1. In Chapter 2, the elastic buckling and post-buckling behaviors of unstiffened curved plates are discussed including the secondary buckling behavior. In chapter 3, the analytical formulation for predicting the elastic large deflection behaviour of curved plates is developed, and its validity is demonstrated through a comparison with FEM results. In chapter 4, the buckling/plastic collapse behavior of unstiffened curved plate is analyzed, and the effects of several geometrical parameters on the collapse behaviour and ultimate strength are discussed. A simplified method to estimate the ultimate strength of curved plate is developed by introducing a new definition of slenderness ratio considering the effects of curvature. In Chapter 5, the buckling/plastic collapse behavior of stiffened curved plates is discussed. Chapter 6 presents the conclusions together woth the recommendation for a future research.

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

船体構造には、デッキコーナー部、ビルジ部をはじめとして、曲面板および防撓曲面板が広く使用されている。しかし平板あるいは防撓平板に比べて、曲面板および防撓曲面板の座屈・塑性崩壊挙動に関する知見は少ない。曲面板に面内荷重が作用する場合、たわみに起因する膜ひずみの発生が平板に比べて座屈強度を高める作用があることが、曲率効果として知られている。しかし後座屈挙動や最終強度に関しては、座屈後の二次座屈の影響を含めて系統的な研究は行われていない。以上の背景の下、本論文では、円筒状の曲面板および防撓曲面板に母線方向に面内圧縮荷重が作用する場合の座屈・塑性崩壊挙動について研究を行っている。研究内容の要約は以下の通りである。

第 1 章では、本研究の背景について述べ、本論文の目的と構成を説明している。特に、実船に使用される曲面板の曲率半径を調査し、検討対象範囲を明確にしている。

第 2 章では、有限要素法（FEM）による周辺単純支持曲面板の弾性座屈固有値解析と弾性大たわみ解析を実施し、弾性座屈強度が曲率と共に増加すること、またフランク角（円弧中心角）が 5 度以下の比較的平坦な曲面板では、初期座屈後に座屈モードが高次のモードに飛び移るいわゆる二次座屈が発生し、その後面内剛性が低下することを明らかにしている。

第 3 章では、周辺単純支持曲面板の弾性大たわみ挙動を二次座屈の影響を含めて効率的に求めるため、弾性大たわみ挙動の解析解を導出している。また FEM 解析との比較より、本解析解の精度の高い適用性を明らかにしている。また解析解を用いて二次座屈挙動に対する初期たわみ波形の影響について考察している。

第 4 章では、周辺単純支持曲面板の弾塑性大たわみ挙動を FEM により解析し、座屈・塑性崩壊挙動と最終強度を明らかにしている。薄板でフランク角が 5 度以下の曲面板では、二次座屈の発生後に最終強度に達し、二次座屈が生じない場合に比べて最終強度が大きく低下する。大型コンテナ船のビルジ部曲面板のフランク角は一般に 3～7 度の範囲にあり、5 度以下では二次座屈の考慮が必要である。また曲面板の圧縮最終強度の簡易推定法を提案している。平板に対しては Faulkner が板の細長比をパラメータとする圧縮最終強度算式を提案している。細長比は、降伏応力と弾性座屈強度の比の平方根という物理的意味を有する。この点に着目して、曲面板の弾性座屈強度に基づく新たな細長比を定義し、これを Faulkner の式に代入することにより、曲率効果を近似的に考慮した圧縮最終強度算式を提案している。また FEM との比較により提案式の有効性と適用可能なフランク角の範囲を明らかにしている。

第 5 章では、防撓曲面板の弾塑性大たわみ挙動を FEM により解析し、座屈・塑性崩壊挙動に対する防撓材形状、フランク角など各種因子の影響を明らかにしている。

第 6 章では、本論文で得られた研究結果を総括すると共に、今後の課題を示している。

以上のように、本論文は曲面板および防撓曲面板の座屈・塑性崩壊挙動を二次座屈の影響を含めて明らかにすると共に、実用的な最終強度算式を提案している。これらの結果は船体構造の安全性向上に資するものである。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。