Osaka University Knowledge Archive

Title	圧力容器のライナーの座屈強度に関する研究
Author(s)	清水, 泰洋
Citation	大阪大学, 1984, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/33639
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【81】

氏名・（本籍）	清水泰洋（しみずやすひろ）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 6322 号
学位授与の日付	昭和59年2月27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	**圧力容器のライナーの座屈強度に関する研究**
論文審査委員	（主査）教授 浜田 実 教授 上田 幸雄　教授 岸田 敬三　教授 小松 定夫

論文内容の要旨

本論文は，化学圧力容器の内壁の防食法のなかでも最も経済的で広く用いられている耐食材ライナーをとり上げ，その座屈強度について論じたもので，8章からなっている。

第1章では，圧力容器ライナーの座屈強度の重要性とその問題の特殊性，さらにその研究の必要性と，また，この分野の研究の現状と問題点について述べている。

第2章では，ライナーは容器運転中に圧縮応力を生じ，それによる座屈変形は通常のシェルとは異なり，外側への変形が許されない挙動を示す，すなわち，ライナーは剛体空洞中の軸対称薄肉シェルとしてモデル化できることを示している。

第3章では，第2章でモデル化されたライナーの座屈強度を理論的に解析するためのシェルの非線形応力解析法と分岐座屈解析法を提示している。前者の解析法では，荷重増分法による軸対称大変形解析法を，後者の解析法では，外側変形の拘束条件をフーリェ級数を導入して表現する方法を示している。定式化では，応力解析，座屈解析ともに，軸対称シェル要素の有限要素を用いて，ライナーを子午線方向に離散化して行っている。

第4章では，容器胴部ライナーが外圧を受ける場合の座屈強度について論じている。外側への変形を拘束した円筒シェルの外圧下の座屈実験を行って，本解析法の妥当性を示すとともに，胴部ライナーの設計のための基礎資料を得ている。

第5章では，容器胴部のライナーが軸および円周の両方向の組合せ圧縮応力を受ける場合の座屈強度を数値計算と実験によって検討している。両者の結果はよく一致し，また，ライナーの座屈設計のための数表を与えている。

第6章では，容器鏡部の半球シェルライナーが外圧を受ける場合の座屈強度について論じている。半球シェルライナーについては，製作上，若干の初期変形量が生じるので，それが取り扱えるような非線形座屈解析法を示している。すなわち，飛び移り座屈と分岐座屈の両判定を行いながら，シェルの非線形挙動を追跡できるようなものとなっている。また，本解析法の妥当性を半球シェルの外圧下の座屈実験によって明らかにしている。さらに，種々の数値計算を行って，座屈設計資料を作成している。

第7章では，各章で得られた数表を整理し，実際の設計に適用できるような設計式にまとめている。

第8章では，本研究の結論をまとめて述べている。

論文の審査結果の要旨

化学プラントで使用される圧力容器は，大型化し，しかも，より苛酷な条件のもとで運転されるようになって来ている。これに対して，圧力容器の内壁には，防食性が高く経済的で，検査も容易なルーズライニングの方法が多く用いられている。この方法は，剛性・強度の非常に高い外壁の内側にライナーがはめ込まれるもので，負荷によるライナーの容器内面側への座屈がライナーの機能を喪失させるため，座屈しないような剛性をライナーに与えることが最重要課題の一つである。

本論文は，このようなライナーの座屈強度を，その座屈変形の特殊性を考慮しながら，系統的に行った理論的ならびに実験的研究をまとめたもので，主要な成果を要約すると次の通りである。

(1) ライナーは胴部と鏡部とからなり，理論解析にあたって，外側への変形が拘束された薄肉軸対称シェルと考え，これに適応するような有限要素法をもとにした一般的な座屈解析法を示している。たとえば，胴部に対しては，周方向の変形をフーリェ級数に展開することにより，剛体空洞中の分岐座屈解析を行えるようにしている。

(2) 元来，実用のライナー自体は薄肉であり，実験用の小型試験体はさらに薄肉となるために，爆発成形などによる製作上の特別の工夫により，試験体の寸法精度を確保し，実験を行っている。解析結果は実験結果とよく一致し，解析のモデル化と解析法の妥当性を確認している。

(3) 実用寸法比のライナーに対して，一連の座屈強度解析と実験を行い，初期不整がないライナーでは胴部が最も低い荷重で座屈するが，初期不整がある場合には，胴部と鏡部の独立した座屈の相対強度によって決定されることを見出している。また，これらの結果を総合して比較的簡単な計算式をまとめ，ライナーの安全性を十分考慮した設計を容易に実行できるようにしている。

以上のように本論文では，理論と実験の両面から，これまで不明確になっていたライナーの座屈の現象を明らかにするとともにその解析法を確立し，ライナーの耐座屈設計法を提案したことは，構造力学ならびに構造設計学において貢献するところが極めて大である。よって，本論文は，博士論文として価値あるものと認める。