Osaka University Knowledge Archive

Title	超高圧厚肉円筒の疲労に関する研究
Author(s)	山口, 喜弘
Citation	大阪大学, 1979, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32314
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

【59】

氏名・(本籍)	山口喜弘
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 4455 号
学位授与の日付	昭和54年1月6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	**超高圧厚肉円筒の疲労に関する研究**
論文審査委員	(主査) 教授 大路 清嗣 教授 浜田 実　教授 菊川 真　教授 中川 憲治

論文内容の要旨

本論文は静水圧押出し等に用いられる超高圧流体を収容する厚肉円筒の内圧疲労強度に及ぼす平均応力，外径内径比等諸因子の影響を明らかにし疲労設計を可能にすることを目的とし，9章よりなっている。

第1章は緒論であり，従来の研究を展望し，本研究の位置付け，目的について述べている。

第2章では超高圧内圧円筒を構成する代表的な高強度鋼の静的および疲労強度特性を明らかにしている。疲労強度に関して，1軸応力下の疲労強度の平均応力依存性は高強度鋼ほど大きく，疲労強度の異方性は平均応力が圧縮側ではほとんど認められなくなることを見出している。

第3章では各種鋼製単体円筒の繰返し内圧下の疲労強度に及ぼす外径内径比の影響を実験的に明らかにし，また内圧疲労強度と円筒材料の鍛伸方向と直角方向の1軸応力下の疲労強度を関係づける基準式を見出している。また保護層で円筒内壁への流体の直接接触を防ぐと疲労強度は著しく向上することを明らかにしている。

第4章では円筒の外壁を静液圧で支持した状態での疲労試験結果をもとに，内圧疲労強度に及ぼす平均応力の影響を詳細に検討している。支持圧を高くし平均周方向応力を圧縮側にすると疲労強度が著しく上昇することが認められている。また前章の結果と総合して円筒材料の鍛伸方向と直角方向の1軸応力下の疲労強度をもとにして任意の外径内径比，平均応力を有する円筒の内圧疲労強度を推定しうる設計基準式を導いている。

第5章では破壊力学に基づく考察により，高強度鋼製厚肉円筒の有限寿命域の内圧疲労強度は介在物等より発生したき裂の伝ぱで支配されることを示している。また高圧流体はき裂面に浸入すること

によってき裂部の応力拡大係数を高めること，周方向平均応力が圧縮側になると流体のき裂面への浸入効果が抑制されうることを見出している。

第6章では高液圧で外壁を支持された円筒に観察される特徴的な疲労現象を考察し，力学的な説明を加えている。

第7章では自緊円筒の内圧疲労強度について検討し，自緊により導入された圧縮残留応力が繰返し内圧により減衰し再分布すること，減衰し再分布した残留応力を平均応力に組込むことにより妥当な疲労設計が可能になることを明らかにしている。また残留応力の再分布挙動に対して考察を加えている。

第8章では前章までに得られた実験データ，設計基準式をもとに，疲労設計の観点で，しめしろをもってはめ合された多層円筒，静液圧支持円筒，動液圧支持円筒等複合円筒の限界と得失を論じている。

第9章では各章で得られた成果をまとめている。

論文の審査結果の要旨

本論文は数千ないし15,000気圧以上にも及ぶ超高圧力域で使用される圧力容器の設計法を，1軸応力下の疲労強度を基準とし，超高圧内圧円筒の疲労挙動に基づいて，合理的に確立する過程で行われた一連の独創的研究成果をまとめたもので，静的破壊強度と高い安全率の組合せを基準とする従来の設計法では事実上不可能であった，信頼性の高い超高圧圧力容器の設計を可能にした意義は大きい。

まず超高圧圧力容器用高強度鋼の1軸応力下の疲労強度を，材料異方性と平均応力の影響を中心に，合理的で設計に利用し易い形の数式を用い，定量的に評価する方法を得ている。続いてこれら材料で製作された単体厚肉円筒の内圧疲労試験を実施し，圧力媒体が円筒内壁に接触する場合，円筒の疲労強度は円筒内壁の周方向応力と内圧の和が円筒構成材の1軸応力下横方向片振り疲労強度と等しいという関係できまるという新事実を明らかにし，これが破壊力学的に円筒内面近傍の介在物を起点とするき裂の成長特性に起因していることを，実験と解析の両面から明らかにしている。

超高圧領域での圧力容器の疲労強度向上法として，圧縮平均応力を利用する外圧液圧支持，自緊，多層円筒などの効果を実験と解析の両面から検討し，これらの方法の得失を明らかにしている。一般に内圧円筒の疲労強度は，1軸応力下の疲労強度以上に，圧縮平均応力による強度向上を示し，超高圧内圧円筒の設計に有効に利用できることを実証している。液圧支持円筒の内圧疲労強度と1軸応力下の疲労強度を結びつける簡単な基準式を導出するとともに，自緊円筒については繰返し内圧による初期残留応力の減衰が著しく，再分布後の残留応力で自緊効果を評価すべきことを明らかにしている。

最後に以上の結果を総合して超高圧内圧円筒の疲労設計法を提案し，15,000気圧の繰返し内圧で寿命10^4回以上の安全な圧力容器の設計が可能なことを実証している。

以上のように本論文は金属の疲労に関する多くの新知見を与え，超高圧圧力容器の合理的な新設計体系を確立しており，材料強度学ならびに機械設計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。