

Title	ベローズの強さに関する研究
Author(s)	竹園, 茂男
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	http://hdl.handle.net/11094/1811
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏名・(本籍)	竹 園 茂 男 たけ ぞの しげ お
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 9 3 1 号
学位授与の日付	昭和 41 年 3 月 28 日
学位授与の要件	工学研究科機械工学専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	ベローズの強さに関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 浜田 実
	(副査) 教授 菊川 真 教授 村田 暹 教授 小笠原光信
	教授 石谷 清幹 教授 長谷川嘉雄 教授 新津 靖
	教授 粟谷 丈夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文はベローズの強さについて述べたものである。ベローズはパイプラインの伸縮継手として、またポンプやターボ送風機の吐出管、ディーゼル主機排気管等の振動防止に、あるいはまた計測制御関係等に広く用いられており、その形状も U 形, C 形, Ω 形等いろいろなものがある。

このようにベローズは広範囲に用いられているきわめて重要な機械要素であるにもかかわらず、これについての研究は非常に少なく、わずかにその弾性特性を論じた近似的なものと、きわめてあらい M. W. Kellogg 社の設計式があるにすぎず、設計技術者は正確で容易な強度計算の方法を強く望んでいる現状である。

そこで筆者はベローズの用途から考えて、まず第 1 編においてどのような用途に対しても基礎的で重要な意味をもつ弾性特性について述べ、第 2 編では伸縮継手等で塑性域まで使用する場合について極限解析によってその極限軸荷重を求め、最後に第 3 編で疲れ強さについて論じている。

すなわち第 1 編においては、かくおよび円輪板の弾性論を用いて U 形, C 形および Ω 形ベローズに軸力が作用する場合と U 形ベローズに内圧が作用する場合の問題を解析して、応力および伸縮量を求め、これを他の研究者の結果および実験結果と比較するとともに結論を実際の設計に役立つように計算図表または設計公式にまとめている。

次にベローズをパイプラインの伸縮継手等に使用する場合には、その材料の塑性域まで用いる場合が多く、また計測制御関係等に用いる場合には弾性範囲で使用するが、このときにもあらかじめベローズの耐え得る荷重の極限值を知っておくことは重要である。そこで第 2 編では極限解析によって C 形および U 形ベローズに軸力が作用する場合の極限值を求め、これを実験結果と比較検討している。

また結論は実用性を考慮して設計公式または計算図表で示している。

第3編では振動試験機を利用して、ベローズの疲れ試験機を設計し、疲れ試験を行なう。そしてこれを試験片の結果と比較し、第1編に述べる弾性解析の結果と結びつけることによって、軸方向の変位とベローズの寿命との関係を明らかにする。また降伏点をこえた塑性領域における疲れ試験を行ない、この結果を実験的に第1編の弾性解析の結果と結びつけることによって、軸方向の変位と塑性領域における寿命との関係を求める。またステンレス鋼製のベローズについては弾性および塑性の両域にわたって寿命を算定する公式を導き、これを M. W. Kellogg 社の設計式と比較している。

論文の審査結果の要旨

この論文は、配管系の伸縮継手や圧力計の要素として広く用いられているベローズの弾性特性、極限解析および疲れ強さに関する研究をまとめたもので、3篇からなっている。

第1篇はベローズの弾性特性について述べたもので緒論と本文(6章)からなる。

緒論においては各種のベローズの弾性特性に関する従来の諸研究の概要を述べて、本文の内容につき概説している。すなわち従来の研究の結果は精度のわるい近似解もしくは複雑で実用的でない解のいずれかであるため、多くの設計技術者はやむなく M. W. Kellogg 社のきわめてあらい近似解を用いている現状である。これに対して本篇では円環かくの理論解を用いて精度のよい解を得て、その結果を設計に適した形にまとめたと述べている。

第1章では本篇の解析に用いた太田らの円環かくの理論を概説している。

第2章はC形ベローズが軸荷重を受ける場合を取り扱ったもので、太田らの円環かくの解を用いると、最大曲げ応力値と伸縮量を得るための計算式と線図が容易に求められることを示している。またそれらの結果は従来の解とよく一致することを確かめている。

第3章は Ω 形ベローズについて前章と同様の取扱いをしたものである。

第4章ではU形ベローズが軸荷重を受ける場合について、実用上多く用いられる形状に対し妥当と考えられる仮定をおいて解析を簡略化し、最大曲げ応力値と伸縮量を得るための計算式を求めている。

第5章では前章に用いた仮定を除いてより厳密に解析を行ない、数多くの線図を得ている。これらは前章で得た計算式の妥当性を示している。

第6章ではU形ベローズが内圧を受ける場合について、第5章と同様の取扱いにより最大曲げ応力値と伸縮量を得るための数多くの線図を求めている。

なおU形ベローズに軸荷重または内圧を加える実験を行なって、第4、5、6章の解析結果の妥当性を実証している。

第2篇はベローズの極限解析について述べたもので緒論と本文(5章)からなっている。

緒論においてはベローズの極限解析の意義を述べて本文の内容につき概説している。すなわち実際のベローズは材料の塑性領域まで伸縮されることが多いため、極限解析によって極限軸荷重を求める

ことは意義があるから、従来の圧力容器の極限解析に関する諸研究の手法を用いて、C形およびU形ペローズの極限軸荷重について研究したと述べている。

第1章では軸対称かくの極限解析に関する従来の種々の理論を概説している。

第2章では軸荷重を受けるC形ペローズに対して、極限解析を簡単にするためいくつかの仮定をおいて下界定理と上界定理により極限軸荷重を与える設計式と線図を得ている。

第3章では前章の仮定を除いてより厳密な解析を行ない、前章の結果が妥当であるような形状パラメータの範囲を確定している。

第4、5章はU形ペローズに対するもので、第4章は第2章に、第5章は第3章にそれぞれ対応する内容を持っている。

なお第5章では実験を行なって、その結果が解析結果とほぼ一致することを確かめている。

第3篇はペローズの疲れ強さについて述べたもので、緒論と本文(2章)からなっている。

緒論においてはペローズの疲れ強さの研究の意義を述べて本文の内容につき概説している。すなわち実際のペローズは繰返し荷重を受けるものであるが、従来この問題に関する研究はほとんどみあたらず、わずかに M. W. Kellogg 社の式があるにすぎないので、本篇の研究を実施したと述べている。

第1章は弾性領域における疲れ強さに関するもので、疲れ試験機、試験片、実験方法、実験結果について述べたのち、実験結果が第1篇の弾性解析の結論と材質の疲れ強さとの関係においてほぼ妥当なものであることを示している。

第2章は塑性領域における疲れ強さに関するもので、その実験結果は、第1篇の結果と B. F. Langer の塑性疲れの近似理論とを結びつけることによりきわめてよく説明できるものであることを示しステンレス製のU形ペローズに対して弾性および塑性領域を通じて適用できる設計式を導いている。なお現在ひろく用いられている M. W. Kellogg 社の寿命算定式の精度を検討している。

本論文は実用上重要な機械要素であるペローズについて、その弾性特性を明らかにするとともに、極限軸荷重について考察し、さらに疲れ強さについて論じて、軸対称かくの弾性理論、極限解析理論の進歩および疲れの解明に貢献するとともに、ペローズの設計上重要な多くの結果を導いている。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。