

(413) 外圧を受ける中空ラムの強度評価

川鉄製鉄株 水島製鉄所 ○吉元義夫 岩谷明之 田中秀幸
岩田信一

1. 緒言 大型鍛造プレスのような、大口径の液圧シリンダに用いられるラムは、軽量化あるいは偏心荷重を避けるため、中空のものが採用されることが多い。今回このような一端を閉止した厚肉円筒状のラムの応力分布を、有限要素法を用いて解析した結果、興味ある知見が得られたので報告する。

2. 外圧を受ける中空ラムの疲労

従来、厚肉円筒の応力計算は一般に端末の影響を受けない部分について、応力の平衡式と適合条件式を組み合わせ、これに若干の仮定を加えて数値解析を行っていた。したがって、液圧ラムのように一端を閉止した厚肉円筒における最大応力の発生位置を知ることは数値解析では不可能であった。

また、このようなラムでは、繰り返し外圧による疲労とみられる破損が発生している (Photo.1)。ラムの破損は、プレスなどの設備の長期停止につながる可能性が大きいので、有限要素法を用いて最大応力の発生位置を調査するとともに、疲労の可能性を検討した。



Photo.1 Fracture surface of ram

3. 応力解析

解析は、汎用構造解析プログラム「NASTRAN」を用いた。解析モデル

は Fig.1 に示すような軸対称 (3次元) モデルとし、外圧は 315 Kgf/cm^2 とした。計算条件は、外圧の作用範囲とコーナー R の大きさを変更して行なった。

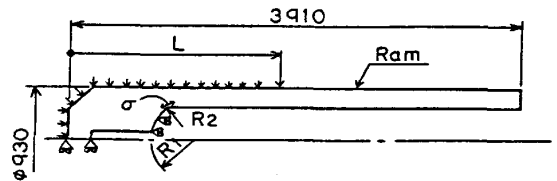


Fig.1 Model for stress analysis

解析の結果、ラム内面頂部付近に引張応力が発生し、コーナー R 部が最大となることが判明した。また、Fig.2 に示すように、外圧の作用する範囲の違いによって、約 2 倍のピーク値が現われることが判明した。なお、ピーク応力を示すときの外圧の作用範囲は $L = 950$ でコーナー R の付け根付近に一致する。また、この付近で、外圧が繰り返し作用すると疲労破壊の可能性があることがわかる (Fig.2)。

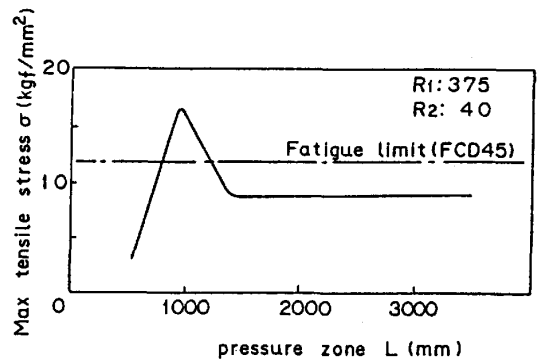


Fig.2 Relation between tensile stress and outside pressure zone

また、ラムの内面形状がフラット ($R_1 = \infty$) の場合には球面形状に比較して、ピーク応力値が約 2 ~ 3 割低減した。

4. 考察

Fig.3 に示す変位図から、ラムの内面側に引張応力が発生する理由がうかがわれる。また、ピーク応力値が現われる理由としては、Fig.4 と比較して、Fig.3 の変位の方が局部的であることから理解出来る。なお、応力解析結果による最大応力発生位置は、実際に疲労破壊した例とよく一致した。

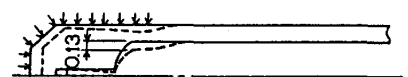


Fig.3 Deformation of ram

5. 結言

外圧の作用する中空ラムの強度解析を行なった結果、つぎの知見を得た。

- (1) ラムの内面頂部付近に引張応力が発生する。
- (2) 最大引張応力はコーナー R 部に生じる。
- (3) 引張応力値は、外圧の作用する範囲によって大きく変化し、コーナー R の付け根付近まで外圧を作用させたときにピーク値を示す。

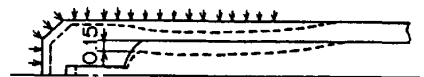


Fig.4 Deformation of ram