

(669)

油井管のコラプス強度のFEM解析

(第1報 形状因子の影響)

住友金属工業(株) 中央技術研究所 時政勝行, 田中健一

1. 緒言

筆者らは油井管のコラプス強度に及ぼす D/t , L/D , 楕円度, 偏肉等の形状因子の影響を, Timoshenkoが導いた基礎式をもとに, 実験的に検討してきた。

しかしながら, 実際の油井管では, 偏肉と楕円度が共存しており, さらに残留応力やS-S曲線形状の影響も重畳するため, 実験的解析が非常に難しい。そこで, FEM座屈解析プログラムを新たに開発し, これらの要因の影響を検討した。本報ではコラプス強度に及ぼす管断面形状因子の影響を解析した結果を報告する。

2. 方法

解析には平面弾塑性座屈解析プログラムを使用した。コラプス荷重は, 剛性マトリックス $[K]$ と幾何学的剛性マトリックス $[K_G]$ の和が0となる荷重, すなわち全ポテンシャルエネルギーの停留点として求まる。そこで, 本プログラムでは, 荷重増分法にて各ステップごとに $K+K_G$ を計算し, コラプス荷重を求める手法をとった。

なお, 要素寸法による解析誤差を小さくするために, 要素分割粗さの異なる複数の計算を行ない, 外挿により解を求めた。

3. 結果

(1)楕円度の影響: Fig.1に, 楕円度 u によるコラプス強度の低下率の計算結果を示す。 D/t の大きい弾性コラプス域では Timoshenkoの公式に一致するが, D/t の小さい塑性コラプス域では Timoshenkoの公式で求められる程のコラプス強度低下は認められない。

(2)偏肉の影響: Fig.2に示すように, 塑性コラプス域での偏肉 ϵ によるコラプス強度低下率は $P_{cr}/P_{cro} = 1 - \epsilon/2$ で表示できるが, 弾性コラプス域では, 偏肉の影響は非常に小さく無視できる。

(3)楕円と偏肉のある場合: Fig.3に示すように, 塑性コラプス域では, 偏肉が大きくなると, 楕円あるいは偏肉が単独に存在する場合の各々のコラプス強度低下率の積よりも小さいコラプス強度低下率を示す。弾性コラプス域では, 偏肉の影響は無視できる。

[参考文献]

- (1) Timoshenko "Theory of elastic stability" Mc Graw Hill(1936)
- (2) 西岡他, 圧力技術 16-4 (1978) 27
- (3) 平川, 時政, 圧力技術 18-5 (1980) 23
- (4) 川井, 「座屈問題解析」培風館

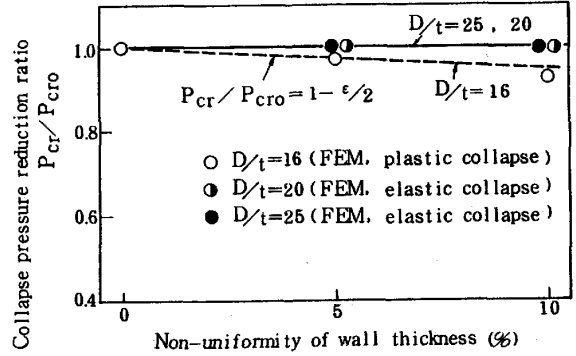


Fig.1 The effect of out-of-roundness on the collapse strength of tubes

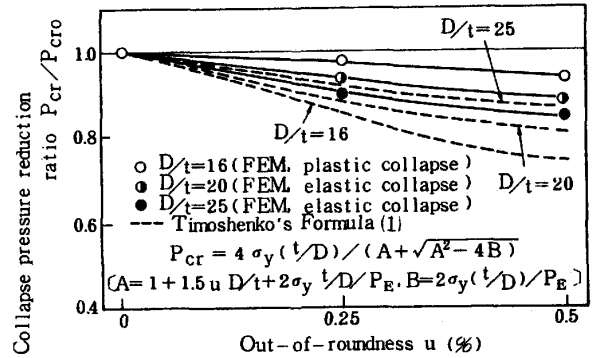
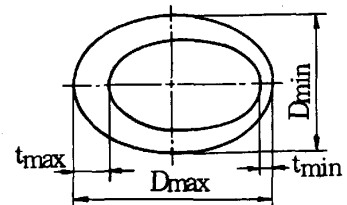


Fig.2 The effect of non-uniformity of wall thickness on the collapse strength of tubes



$$u = \frac{2(D_{max} - D_{min})}{D_{max} + D_{min}} \quad \epsilon = \frac{2(t_{max} - t_{min})}{t_{max} + t_{min}}$$

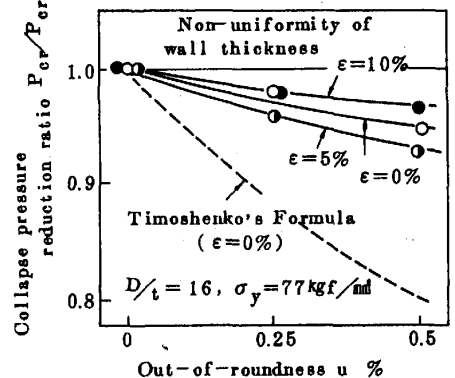


Fig.3 The effect of out-of-roundness on the collapse strength of tubes with non-uniformity of wall thickness