

(311) シームレス鋼管の圧潰強度に及ぼす偏肉の影響 (油井用鋼管の強度に関する研究-2)

新日本製鐵(株) 製品技術研究所 ○井上 靖介, 加門 稔邦
王野 敏隆, 柳本 左門

1. はじめに

第1報につづいて、ここではAPI 5A-K 55クラスの油井用鋼管について、降伏強さ圧潰域における偏肉の影響について検討したので、以下にその結果について報告する。

2. 実験方法

第1報と同様にSR処理した厚肉の継目無鋼管から、図-1に示すような偏肉管に機械加工した鋼管を供試材とした。この供試材の機械的性質は、 $\sigma_Y = 4.6$ (kg/mm²), $\sigma_B = 5.9$ (kg/mm²), $E\theta = 2.3\%$ である。供試材の外径は126.5mmで、 $D/t_{mean} = 12.4, 17.5, 22.7$ とした。偏肉率は、 $e = (t_{max} - t_{min}) / t_{mean}$ で定義する。圧潰試験方法は第1報と同じである。

3. 実験結果

① 図-2に圧潰圧力と偏肉率との関係を示す。偏肉率0~15%までの実験範囲では、偏肉率が大きくなるに従って圧潰強度は若干低下する。圧潰後の形状は偏肉率がない場合には楕円形状が多い。偏肉率が5%以上になると写真-1に示すように、圧潰による変形は薄肉部に集中し、圧潰形状は管断面の一部が突き出した洋梨形となる。

② ティモシェンコによれば、偏肉を有する鋼管に外圧を荷した場合には、鋼管に生ずる最大応力の位置は薄肉部の内壁になる。この式の1次近似をとれば、 $P = 200 \sigma_{max} \cdot (D/t_{mean} - 1)(D/t_{mean})^2 (1 - e/2)$ (kg/cm²)になる。 $\sigma_{max} = \sigma_Y$ のときに圧潰すると仮定すれば、計算値と実験値との関係は図-3に示すように曲線として整理される。実験値と計算値との差は、主として第1報において示したように圧潰時における鋼管内側の塑性域の拡がりを見視したことによるもので、偏肉率のみを抽出すると、 $(1 - e/2)$ に比例するといえる。

③ 偏肉管の圧潰強度は偏肉率が小さい場合には、最小肉厚部 t_{min} の鋼管の圧潰強度に等しいと仮定すれば、第1報の実験式より、偏肉を有する鋼管の圧潰強度として、 $P_{cal} = 398 \cdot \sigma_Y \cdot (D/t_{min})^{-1.23}$ (kg/cm²)なる推定式が得られる。この結果は図-3に示すように、実験値とよい一致を示し、この推定式は、K 55クラスの弾完全塑性材料に近い降伏挙動を示す材料の降伏強さ圧潰域の鋼管に適用できる。

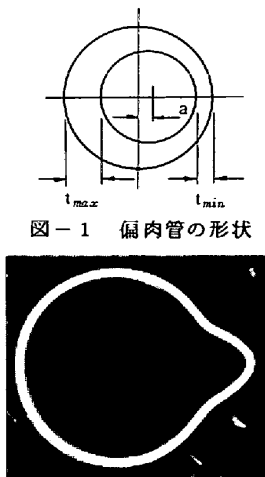


写真-1 圧潰後の形状
($D/t=22.7, e=11\%$)

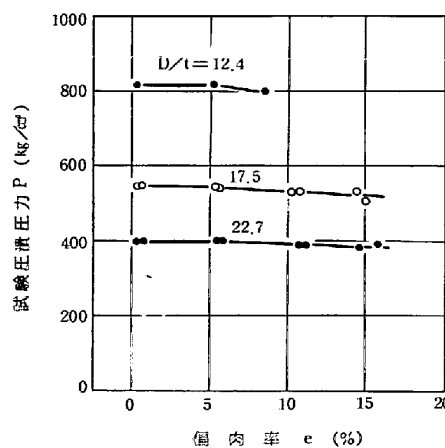


図-2 圧潰圧力と偏肉率

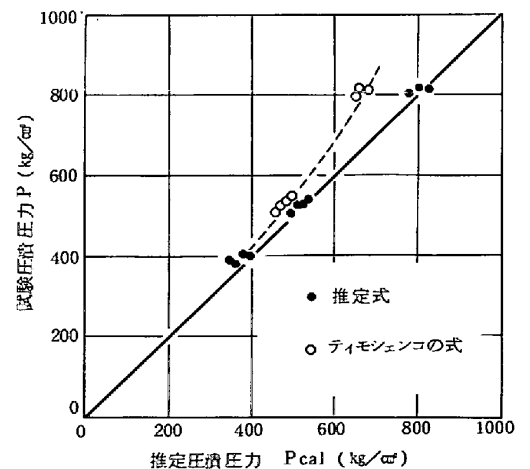


図-3 実験値と計算値との比較