

(307) エルボレス鋼管の寸法・形状と内圧強度特性

—エルボレス鋼管の開発(第2報)—

日揮(株)
第1高周波工業(株)
新日本製鐵(株)

賀川直彦 秋沢清一
高岸正章 松原洋一
井上靖介 ○直井 久

1. 緒言

前報¹⁾に引き続き、高周波曲げ加工によるエルボレス鋼管をプラント配管等へ適用する場合の検討項目の1つとして、本報ではエルボレス鋼管の寸法・形状と内圧強度特性を明らかにし、どのような寸法・形状がエルボレス鋼管として適正であるかについて検討した。

2. 実験方法

供試材の成分はASTM-A106Bで168.3φ×7.1t及び168.3φ×11.0tの2サイズの直管を素材として、高周波曲げ加工によって曲率半径R=1.5D, 2.0D, 3.0Dに製造したエルボレス鋼管を用いた。更に比較材として、成分はASTM-A106Bで168.3φ×10.5t×1.4DRのハンブルグ法²⁾による溶接式管継手(エルボ)を用いた。これらの供試材の袖部に鏡板をつけ、管体の外表面に2軸ストレインゲージをはりつけた後、管体に水により内圧を加えていき、管周方向及び管軸方向の歪を測定し、最後は破壊まで実験した。

3. 実験結果及び解析

1) 供試材が降伏する前、即ち弾性変形範囲での管周方向応力の実測値をFig. 1に示した。エルボは内周部(-90°)で高応力となるが、エルボレス鋼管は内周部が肉厚大であることから、応力は低くなっている。

2) 応力の推定式として、全円周等肉厚のエルボの場合はH. Lorenzの式³⁾(1)、直管部はBarlowの式(2)で表わされる事が確認されるとともに、エルボレス鋼管の曲管部の応力も曲管部が不等肉厚であるが、肉厚補正をすれば(1)

式で応力が表わされることが示された。更にエルボレス鋼管の応

$$\sigma = \frac{P(D-t)\{4R+(D-t)\sin\phi\}}{4t\{2R+(D-t)\sin\phi\}} \dots (1) \quad \sigma = \frac{P(D-t)}{2t} \dots (2)$$

力推定をFEM解析を用いて行ったが、これは(1)式と一致した。

3) エルボの破壊は内周部近傍で生じたが、エルボレス鋼管は供試材全量とも曲管部では破壊せず直管部で破壊した。この破壊形態は上述の部位別発生応力と対応している。以上の事から内圧強度はエルボレス鋼管>直管>エルボの順であることが明らかになった。

4) エルボレス鋼管の適正形状の計算例として、曲管部内圧強度が直管のそれよりも高い場合を(1)、(2)式を用いて計算し、Fig. 2に示した。

4. 結論

エルボレス鋼管の寸法・形状と内圧強度特性が明らかになるとともに、その適正形状・寸法が示された。更にそのエルボレス鋼管はエルボ及び直管よりも内圧強度が優れている事が明らかとなった。

参考文献 1) 井上ら; 今講演大会第1報

2) 日本鉄鋼協会; 鉄鋼便覧, IV('82)S178

3) H. Lorenz; "Theorie der Röhrenfedermanometer", Z., V. D. I., Vol. 54, (1910), p1865

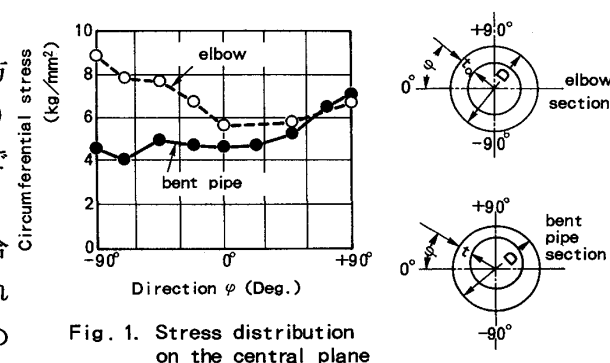


Fig. 1. Stress distribution on the central plane

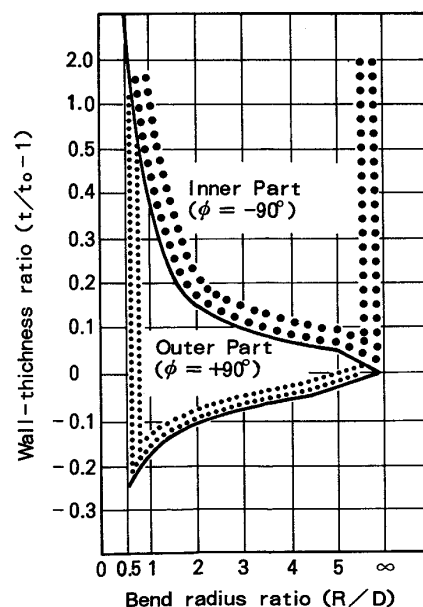


Fig. 2 Calculation of bent pipe shape