

(319)

エルボレス鋼管の静的面内曲げ特性

(エルボレス鋼管の開発 第3報)

日揮(株)

第一高周波工業(株)

新日本製鐵(株)

賀川 直彦

高岸 正章

○井上 靖介

秋沢 清一

松原 洋一

直井 久

1. 緒 言

前報¹⁾²⁾に引続き、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一つとして、本報では曲げ部に偏肉を有するエルボレス鋼管の静的面内曲げ特性を明らかにした。

2. 実験方法

ASTM A106Bクラスの強度を有する素管 $168.3\phi \times 7.1t$ および $11.0t$ をもちいて、曲率半径 (R) $1.5D$, $2D$ および $3D$ のエルボレス鋼管および $168.3\phi \times 11.0t$ の $1.4DR$ の等肉のエルボを供試管とした。いずれも 90° の曲げ角度を有する曲げ管である。一端はフランジによる固定で、他端の自由端に油圧シリンダにより曲げ荷重を付加する方法で曲げ部に曲げモーメントを与え、二軸の歪ゲージにより外表面の応力測定を行った。

3. 理 論

偏肉を有する曲げ管の応力は、Kármán の第一次近似式³⁾を拡張して求めた。偏肉各部の肉厚を図1に示すように近似すると、曲げ部の外表面の軸方向応力 (σ_L) および周方向応力 (σ_C) は下式により与えられる。Kármán 拡張式の特徴は(1)係数 k , I , λ には平均肉厚を用い、更に(2)偏肉 a を考慮している。

$$\sigma_L = \frac{KMR}{I} \left\{ \sin\phi - \frac{6}{5+6\lambda^2} \sin^3\phi + \frac{9\lambda}{5+6\lambda^2} (1-a\sin\phi) \cos 2\phi \right\}$$

$$\sigma_C = \frac{KMR}{I} \left\{ \nu(\sin\phi - \frac{6}{5+6\lambda^2} \sin^3\phi) + \frac{9\lambda}{5+6\lambda^2} (1-a\sin\phi) \cos 2\phi \right\}$$

ここで、 K = (たわみ係数) = $(10+12\lambda^2)/(1+12\lambda^2)$

I = (断面二次モーメント) = $\pi(D^4 - (D-2tm)^4)/64$

λ = (パイプ係数) = $Rtm/(D-tm)$

4. 結 果

- (1) Kármán の式による計算値 ($a=0$) とエルボの実測値はよく一致することが確認された (図2)。
- (2) Kármán の拡張式による計算値とエルボレス鋼管の $\lambda = 0.34 \sim 0.95$ の範囲の実測値はよく一致する (図3) 特に最大応力となる $\phi = 0$ (N) 近傍では偏肉の影響は殆どなく、発生応力には平均肉厚のみを考慮すればよい。
- (3) 以上の結果から、外周部 (T) の減肉があってもエルボより平均肉厚の大きいエルボレス鋼管は、エルボと比較して安全性が高いことが明らかになった。

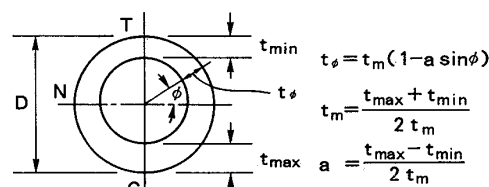
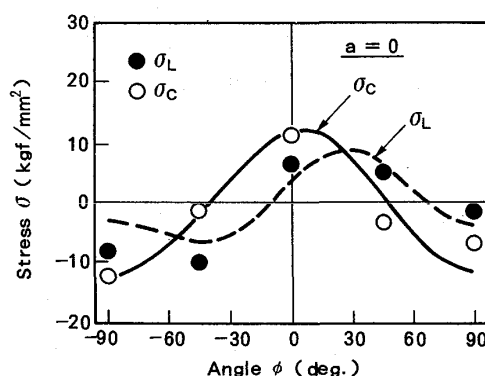
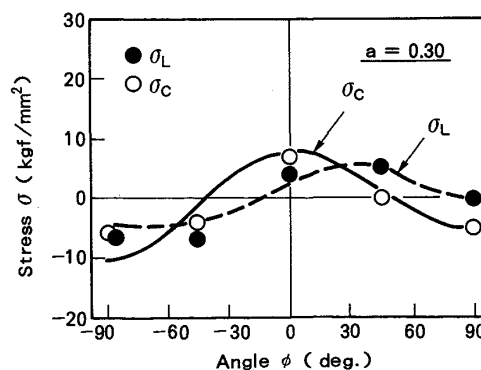


Fig. 1 Dimensions of Elbowless

Fig. 2 Stress Distribution of Elbow with $168.3\phi \times 11t \times 1.4DR$ Fig. 3 Stress Distribution of Elbowless with $168.3\phi \times 11t \times 1.5DR$

1) 賀川他 鉄と鋼, 73(1987)S306

2) 賀川他 鉄と鋼, 73(1987)S307

3) Th. V. Kármán "Ueber die Formänderung dünnwandiger Rohre, insbesondere federnder Ausgleichrohre", Z. VDI, 55(1911), 1889