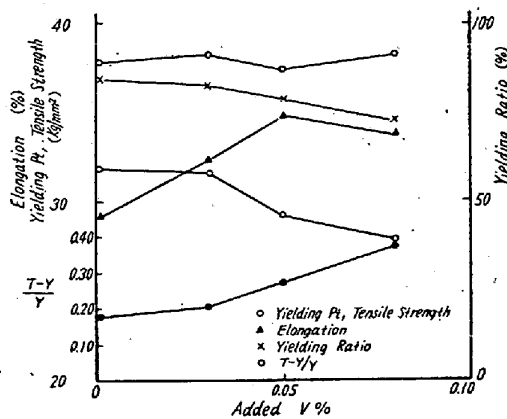


- yielding pt., tensile strength
 - ▲ elongation
 - × yielding ratio
 - T-Y/Y
- a) As skinpassed (t 1.5 mm)



- yielding pt., tensile strength
 - ▲ elongation
 - × yielding ratio
 - T-Y/Y
- c) 200°C x 3min (t 1.5 mm)

Fig. 2. Change of properties by addition of V

IV. 結 言

以上リムド鋼とV添加鋼との時効性並びに深絞性の試験を行つた結果次のことが判明した。

- 1) 通常のリムド鋼では降伏点の伸びは調質圧延により消失するが時効により再び現われる。然しV添加鋼では一旦消失した降伏点の伸びは時効により現われない。又この時効が生じないためのV添加量は 0.08% 以上の添加を必要とする。
- 2) 抗張力はV添加により通常のリムド鋼と余り差異は認められないが、伸は増大する。又降伏点応力はV添加により減少し、従つて降伏比は減少し、Strain aging% は増大する。即ち通常のリムド鋼にVを添加することにより深絞性も改善されるわけである。

文 献

- 1) S. Epstein: U. S. Patent 2, 356, 450, 22 nd. Aug. 1944.
- 2) S. Epstein, H. J. Cutler and J. W. Frame: J. Met. 188 (1950) 830~834.
- 3) W.R.D. Jones and G. Coombes: J. I. S. I. (1953) May. 9.

(41) 鋼管の実用試験に就いて

(Expanding and Flattening Test of Steel Tubes)

Toyohiko Okamoto, Lecturer, et alius.

東京大学工学部 工博 菊 地 庸 平
住友金属鋼管製造所 工〇岡 本 豊 彦

I. 各種押括試験規格の比較

一般に鋼管の押括試験、及び鋸出試験の試験規格としては試験前と試験後の管の外径又は内径の比によつて拡管程度を規定し且つその数値を管の肉厚等により修正を行つているのが普通である。

(1) 外径基準押括試験 (ϕ_o)

JIS 又は JES 等では試験前後の管の外径の比で規定しており、肉厚により数値を変え厚肉の場合はその比を少くしている。

(2) 内径基準押括試験 (ϕ_i)

A.S.T.M. 等では試験前後の管の内径の比を規定しており外径に比して肉厚の厚いもの程その数値を段階的に増加している。

(3) 管の内径と拡管外径との比 (ϕ_m)

JES 円鋸用、機関車用等では試験前の管の内径と鋸出した時の外径の比を以つて定め管の外径により差別を作つてある。

(4) 平均直径基準押括試験 (ϕ_m)

簡単な理論上の考察をすれば、管の肉厚の影響を考慮すれば一応試験前後の管の平均直径(外径と内径の平均)の比を以つて規定するのが合理的と考えられる。

(5) 各種規格の相互の換算

ϕ_o , ϕ_i 及び ϕ_m の相互の換算を行う為には、試験前後の管の肉厚の変化を知らねばならないが、一般に押括試験を行う時は、管は外径を増加し、肉厚を減少し断面積は増加するのが常である。此の時管の外径の増加の割合と肉厚の減少の割合の関係を知らねばならないが、簡単には此等を有効変形で表わすときは、管端での肉厚の

減少は平均直径の増加の 1/2 であると考えられる。

又実験結果の平均も其の比が 0.53 位である事が確認された。故に換算式は次の (1) 及び (2) 式に於いて

$$\phi_0 = \phi_m(1-\lambda) + \lambda(t_1/t_0 \cdot \cos \alpha) \dots\dots\dots(1)$$

$$\phi_i = \frac{(\phi_m 1 - \lambda) - \lambda(t_1/t_0 \cdot \cos \alpha)}{1 - 2\lambda} \dots\dots\dots(2)$$

$$\lambda = \frac{t}{D} = \frac{\text{肉厚}}{\text{外径}}$$

t_1/t_0 の比を実験値の平均より定むればよいわけである。これを図示したものは Fig. 1 及び Fig. 2 であり、 λ に対する修正を見ると ϕ_0 のときは厚肉管程小さく、 ϕ_i のときは厚肉管程高くせねばならない事が判る。

$\frac{\text{mean dia of expanded tube}}{\text{mean dia of mother tube}} \quad (\phi_m)$ and
 $\frac{\text{outer dia of expanded tube}}{\text{outer dia of mother tube}} \quad (\phi_0)$ and
 $\frac{\text{inner dia of expanded tube}}{\text{inner dia of mother tube}} \quad (\phi_i)$

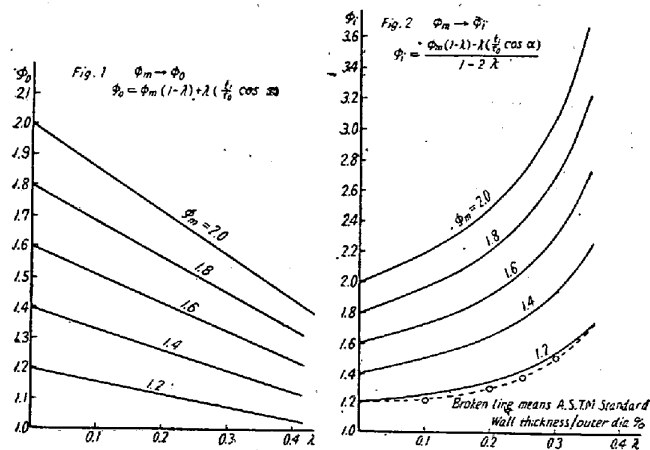


Fig. 1

Fig. 2

Fig. 2 に A.S.T.M. による λ を修正したる規格値を併記したが、 $\phi_m = 1.2$ の線図に大体一致しているので、A.S.T.M. 規格は ϕ_m の考えに基いて定めたものと想像される。

ϕ_0 のとき上記の考えでは厚肉管程拡張性が少なくなるわけであるが実際の管の場合には必ずしも左様にはならない場合もあるが、その点については講演の際に述べる。

II. 各種ボイラー用鋼管の押拡試験

ボイラーチューブ用の各種鋼管を熱処理したものの押拡試験の拡張比 (ϕ_0) の平均値は次の通りである。

- Low C-Steel 1.72
- 0.10%Mo-Steel 1.70
- 0.50%Mo-Steel 1.76
- 1% Cr-0.3% Mo-Steel 1.74

1% Cr-0.5% Mo-Steel 1.60

2 1/4 Cr-1% Mo-Steel 1.86

但し此の値は (ϕ_0) = 2.0 位まで押拡しても割れなかつたものをも含んだ平均値であるから全部のテストピースを割れるまで試験するときは平均値は更に高くなるはずである。

III. 各種扁平試験規格の比較

扁平試験の規格の定め方には各種の形式があるが、主なものを述べると次の通りである。

(1) 管の表面の伸による規定

A. S. T. M. 及び J. I. S. 等では扁平試験の際に次の

(3) 式で計算された高さまで扁平を行う事となつてゐる。

$$H = \frac{(1+e)t}{e + \frac{t}{D}} \dots\dots\dots(3)$$

e は常数で材質により、 $e = 0.09 \sim 0.07$ 程度の値を定めてある。(3) 式につきては別に説明する。

(2) 肉厚基準扁平試験 $H = x \cdot t$

扁平の際の内側半径又は内側の高さ或いは試片の高さが肉厚の幾倍であるかを規定するもので、若し肉厚不変と見做せば何れも扁平高さを肉厚の倍数として規定するものに統一出来る。

JES 水管用継目無鋼管では、内側半径を肉厚の倍数とシロイドの水管規格では内側高さを肉厚の倍数として規定しており、何れも厚肉の場合には段階的に数値を増している。

(3) 外径基準扁平試験 $H = .yD$

扁平の高さを外径の比で示す方式で JIS の溶接鋼管の場合がこれである。

(4) 扁平試験の際の外面の伸び

(3) 式の意味を検討すれば Fig. 3 に示す様に、試験前に S_0 の長さの表面が試験後に S_1 まで伸びたもの

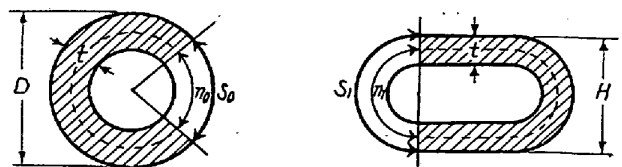


Fig. 3. Elongation of outer surface in flattening test.

とすれば、次の関係が成立し

$$\frac{S_0}{n_0} = \frac{D}{D-t} \quad \frac{S_1}{n_1} = \frac{H}{H-t}$$

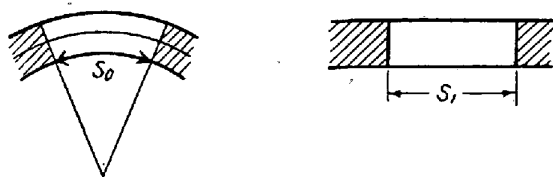


Fig. 4. Elongation of inner surface in flattening test.

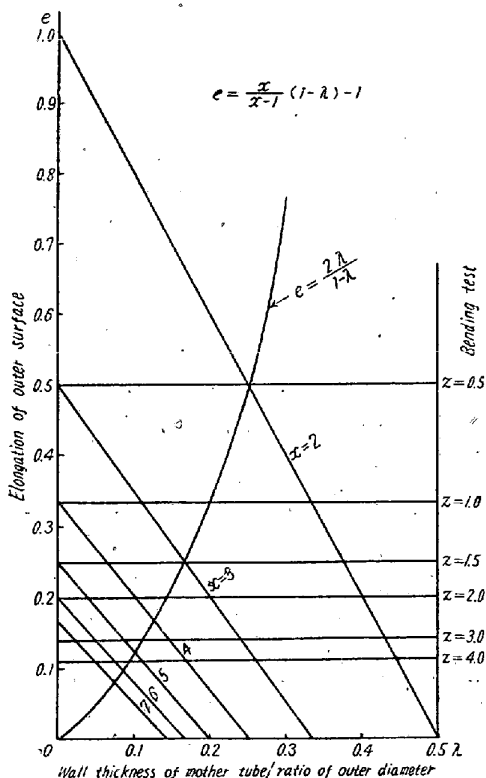


Fig. 5. Elongation of outer surface in wall-thickness-standard flattening test.

$$\frac{S_1}{S_0} = \frac{H}{D-t} = 1+e$$

e は外表面の伸びを表わすものである事が判る。

(5) 扁平試験の際の内面の伸び

Fig. 4 に示す様に管の内面の伸びは、管の上下面が完全に扁平されたものと見做して計算すると (3) 式の e に相当する値は次の (4) 式で与えられる。

$$e = \frac{\lambda}{1-2\lambda} \dots\dots\dots(4)$$

従つて扁平の高さに関係なく管の寸法で定まる。厚肉管の場合には管の内面で割れる場合が多いので (4) 式によるのが合理的である。

(6) x, y 及び e の相互の換算

扁平の際の肉厚の変化を無視すれば次の (5) 及び (6) 式が成立し、此れを図示すれば Fig. 5~6 の通

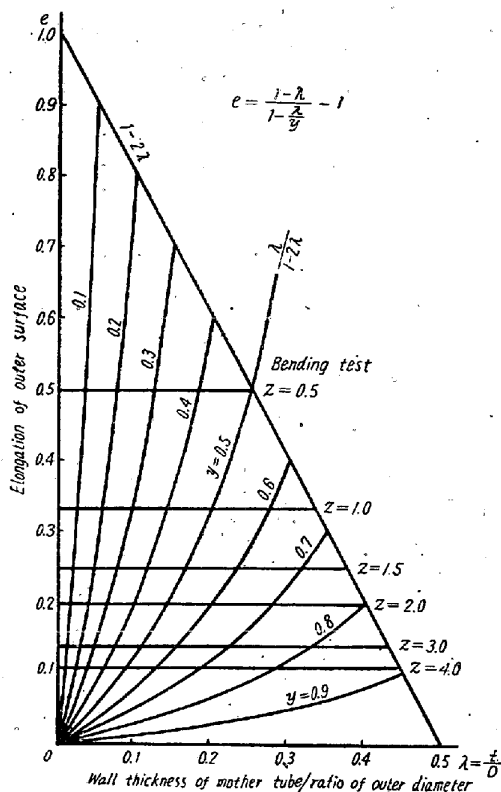


Fig. 6. Elongation of outer surface in outer-diameter-standard flattening test.

りである。

$$e = \frac{x}{x-1} (1-\lambda) - 1 \dots\dots\dots(5)$$

$$e = \frac{1-\lambda}{1-\frac{\lambda}{y}} - 1 \dots\dots\dots(6)$$

図で判る様に Fig. 5 は直線関係であるので任意の高さまで扁平した時の e の値は、 λ と x の値を簡単に求むれば図より直ちに e が求められる。

IV. 扁平試験の応用

高压用鋼管の如き厚肉で且つ内面の欠陥があるとき、使用上重大なる事故を起す可能性のある管につきましては厚肉であるので押拡試験等は出来ない場合が多いので、扁平試験によつて管の内面状況を試験するのが適當である。此の時、材料の変形を研究すると相互に直角の方向に二回のテストを行えば管の全内面が概ねテストされた事になる事が示される。

又冷間引抜のままの薄肉管の如きものは、抗張試験により伸びの値を知り得ない場合が少くないが、此の様な時も押拡試験でも良いが、扁平試験で e を求めて目安とする事も出来る。