

(41) 軟鋼管の冷間引抜に関する研究

(Research on Cold Drawing of Mild Steel Tubes)

Toyohiko Okamoto.

住友金属鋼管製造所 岡本豊彦

I. 緒言

ダイヤルゲージを使用した抽伸力及び芯金力の測定器を使用して軟鋼管の空引き及び芯金引きの場合の管の抽伸応力並びに芯金応力につき実験した。更に冷間引抜の場合の平均変形抵抗の合理的な求め方を提案し、これを使用して実験結果と引抜応力の計算値とを比較した。且つ空引きの場合のダイス入口及び出口に於ける管の変形の有様を研究し、此の結果を参照して、引抜き応力の補正項の一部を $\sec \alpha$ の型式で計算式本体中に組み入れる方式の抽伸応力計算式を発表した。

II. 空引と芯金引の引抜応力の実験

(1) 空引の場合の抽伸応力は管の肉厚が余り大きくない時は普通に使用されるダイス角度の範囲では、ダイス角度及び管の肉厚の影響は実用的に殆んど無いと考えて良いが管の肉厚が厚くダイス角度が大きくなると、管の空引きは線引きの場合と近似となり附加剪断歪の影響が大きくなる。

(2) 芯金引の場合は薄肉管の方が抽伸応力が高く、減面率により最小の抽伸応力を与えるダイス角度は異なり、最適ダイス角度を度で表わせば減面率%の約 50~60% である。

(3) 芯金引の場合の段取(外径落としと肉厚落としの関係)は減面率が同一であれば、抽伸応力に対して余り影響はないが、芯金応力に対しては影響が大で肉厚落としの大きい場合には芯金応力が高い。

(4) 芯金応力はダイス角度の小さい程大である。管の肉厚が厚いときは芯金の径が小さいので芯金応力は高くなる。然し引抜き比即ち芯金力/抽伸力の比はダイス角度の小さい時は芯金応力と同様に大となるが、管の肉厚が厚い場合には芯金応力は高くても引抜き比は低くなる。

III. 平均変形抵抗と実験式

(1) 引抜前後の管の降伏点の算術平均と引抜中の降伏点の変化の積分平均とは加工硬化せる軟鋼管を引抜く場合には実用的に相異は無いが、軟化せる素管を引抜く場合には著しく異なる事を示した。

(2) 管の降伏点の変化の積分平均の代用として、実用上の便利のために管の引抜後の抗張力より、素管の抗張力と降伏点の差を減ずる近似的計算方法を提案し、軟化材と加工材の実験結果より其の合理的である事を示した。

(3) 実験式 σ_t を抽伸応力、 kfm を平均変形抵抗とするとき管の抽伸応力の実験式を求めれば次の通りである。

空引 $\sigma_t/kfm = 0.15 + 1.70 \epsilon$

芯金引 $\sigma_t/kfm = 0.32 + 1.60 \epsilon$ (素管寸法 $t/D=5\%$)

$\sigma_t/kfm = 0.25 + 1.60 \epsilon$ (" $t/D=10\%$)

$\sigma_t/kfm = 0.21 + 1.60 \epsilon$ (" $t/D=20\%$)

但し ϵ は減面率を小数で現わし式は $\epsilon = 0.1 \sim 0.35$ の間で成るべく実験値と一致する様にしたものである。

IV. 空引の場合のダイス出入口に於ける管の変形

(1) 空引中に抽伸機を停止して取り出した試験片につきダイス入口、ダイス中及びダイス出口での外径、肉厚の変化を調査した。

(2) 空引の場合は管はダイスの入口及び出口でも外径及び肉厚が変化し、引抜条件によつてはダイス中での変形量よりもダイス出入口での変形量の方が大きい場合も少くない。

(3) 素管の外径とダイス穴径の差が或る限界よりも大きい時は管の変形は正常であるが、其の差が或る限界よりも少い時は管の変形は異常である。

(4) ダイス入口では肉厚は一般には増加するが、ダイス出口では必ず減少する。そしてダイス出口での肉厚の減少量には加工度とダイス角度の影響が大きい。故に引抜後の管の肉厚の減少がダイス角度が大きい程多いのは、ダイス出口での肉厚の減少がダイス角度の大なる場合に著しい事に基因する。

V. 管の抽伸応力の計算式

(1) 空引の場合の抽伸応力

$$\frac{\sigma'}{kf} = C \left(1 + \frac{\tan \alpha}{\mu} \right) \left\{ 1 - \left(\frac{f_1}{f_0} \right)^{\mu \cot \alpha} \right\} \dots (1)$$

(2) 芯金引の場合の抽伸応力

$$\frac{\sigma}{kf} = C \left(1 + \frac{1}{B} \right) \left\{ 1 - \left(\frac{f_1}{f_K} \right)^B \right\}$$

$$\frac{kf_P}{kf} + \frac{\sigma_K}{kf} \left(\frac{f_1}{f_K} \right)^B \frac{kf_K}{kf} \dots \dots \dots (2)$$

$$\frac{\sigma_K}{kf} = C \left(1 + \frac{\tan \alpha}{\mu} \right) \left\{ 1 - \left(\frac{f_K}{f_0} \right)^{\mu \cot \alpha} \right\} \dots (3)$$

$$B = \mu \left\{ 1 - \frac{t_m}{D_m} (1 + \tan^2 \alpha') \right\} \dots\dots\dots(4)$$

但し μ : 摩擦係数, α : ダイス半角, $\alpha' = \frac{1}{2}\alpha$

t_m, D_m : 管の肉厚と外径の平均

kf : 平均変形抵抗

kf_D, kf_K : 肉取部と空引部を区別した変形抵抗

f_0 : 引抜前の管断面積, f_1 : 引抜後の管断面積

VI. 管の引抜応力の補正項

(1) ダイス出口に於ける材料に作用する力の平衡と塑性変形の条件を考慮する時は近似的には補正項の一部を計算式の本体中に組み入れ $\sigma'_t = \sigma_t \cdot \sec \alpha$ の型式とし残部については若干の理論的考慮の助けにより実験結果との比較を基にして新しい補正項を与えた。

(2) 空引の場合の抽伸応力計算式

$$\frac{[\sigma'_t]}{kf} = \frac{\sigma'_t}{kf} \sec \alpha + \frac{\Delta\sigma'_h}{kf} \dots\dots\dots(5)$$

$$\frac{\Delta\sigma'_h}{kf} = (0.07 + 0.6t/D) \frac{\sigma_{s0}}{kf} + 0.38(t/D)^{0.7} \alpha \frac{\epsilon}{(\epsilon + 0.15)^3} \dots\dots\dots(6)$$

芯金引の場合の抽伸応力計算式

$$\frac{[\sigma_t]}{kf} = \frac{\sigma}{kf} \sec \alpha' + \frac{\Delta\sigma_f}{kf} + \frac{\Delta\sigma_h}{kf} \dots\dots\dots(7)$$

$$\frac{\Delta\sigma_h}{kf} = 0.06 \frac{\sigma_{s0}}{kf} + 0.07 + 0.32(t/D)\alpha \frac{\epsilon}{(\epsilon + 0.15)^3} + \mu \frac{\tau_B}{kf} \dots\dots\dots(8)$$

$$\frac{\Delta\sigma_f}{kf} = \frac{1.2}{kf} \cdot \frac{l_h}{l_1} \dots\dots\dots(9)$$

$$\frac{\tau_B}{kf} = (2.8 + 5\alpha)\epsilon^{0.4} + 1.2\alpha(0.6 - 0.2\alpha - \epsilon) \dots\dots\dots(10)$$

此所で σ' 又は σ は各々 (1) 及び (2) 式で与えられ, $\Delta\sigma_h$ 及び $\Delta\sigma'_h$ は材料の方向変化による補正項であり, $\Delta\sigma_f$ はダイス平行部の摩擦力に基く補正項で, τ_B/kf はダイス出口で芯金より材料が方向変化を強要される為の補正項である。

(42) 高温に於けるスケールの浸透について

(On Scale Penetration in Steel at High Temperatures)

Kiyoshi Yoshida, Lecturer, et alii.

日亜製鋼 K.K. 技術部研究課

課長 工 鷲 田 光 俊

工 山 本 大 作

○ 吉 田 潔 司

I. 緒 言

鋼材を酸化雰囲気中にて高温加熱すると、スケール層直下の地鉄にスケールが浸透し、その結果熱間加工後に微細な表面疵となつて表われることは既に報告されている。これは鋼材表面の酸化に起因し、加熱温度・雰囲気、時間に影響されることは云うまでもない。

筆者はスケールの浸透の形態を更に明らかにするため、加熱条件を種々変化させて行つた実験結果につき報告する。

II. 実 験 方 法

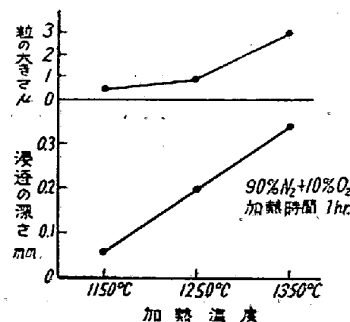
実験装置はガス貯槽、加熱炉、排気の3部分よりなり炉心管には耐熱管焼結品 (50mmφ×1000mm) を用い耐熱管の汚損と試片保持のため中央に試片保護管 (35mmφ×100mm) を挿入し、試片を置いた。

始め N₂ ガス中にて加熱し、実験温度に達したら、真空ポンプにて排気して所要のガスと置換し、一定時間保持後再び排気し N₂ ガスと置換後炉冷する。試片は次表成分のリムド鋼より 24mmφ×5mm に切削し、エメリーパーパーにて 2/0 迄研磨後エーテルにて洗滌し実験に供した。熱処理後の試片は直径方向に切断し、その断面の加熱時の上面を検鏡箇所とした。

III. 実 験 結 果

1) 加熱温度について

加熱温度によるスケールの浸透の程度を検するため、1150°C~1350°C 1hr 加熱した。結果は第1図の如く、測定方法は×400にて検鏡し、粒の大きさはスケール層直下より0.05mm迄の深さに浸透した粒の平均値である。加熱温度の上昇と共に浸透の深さを増加し、粒の大きさは1350°Cに於いて急激に大きくなつてゐる。



第1圖 スケールの浸透に及ぼす加熱温度の影響