

Table 4. Values of gas analysis of hoop.

Charge No.	Ingot types	Hitting time	N ₂ %				O ₂ %
			Top	Middle	Bottom	Mean value	
N92938	Rimmed	—	0.0038	0.0038	0.0029	0.0032	0.0276
	Capped	7'40"	0.0039	0.0047	0.0029	0.0038	0.0276
	Capped	14'40"	0.0040	0.0034	0.0030	0.0035	0.0286

time の異なる鋼塊より製造した帯鋼の機械的性質を比較した。すなわち hitting time 7'40" のものと 14'40" のものでは hitting time の帯鋼の機械的性質におよぼす影響はほとんど認められない。

2. 深絞り性

熱間圧延のままの帯鋼を酸洗後 4 段式冷間圧延機で 1.0, 0.5 mm の肉厚に圧延し、750°C×20 h の box-annealing を行ない、0, 1, 2% のスキンプスをかけ、これらの板から試験片を採取し、つぎのような処理を行なった後、抗張試験、エリクセン試験を行なった。

(1) スキンプスのまま

(2) スキンプス後 100°C×3 h で時効処理

(3) スキンプス後 200°C×3 mn で時効処理

その結果抗張試験では時効処理前後ともふつうのリムド鋼とキャップド鋼とは大差は認められず、またエリクセン試験の結果は Fig. 2 に示すようにむしろキャップド鋼の方がやや優れている。

4. 帯鋼のガス分析結果

キャップド鋼は rimming action を早く止めるから、ガス含有量が多いことが考えられる。したがって帯鋼より分析試料を採取して窒素、酸素の分析を行なった。その結果は Table 4 に示すようにわずかにリムド鋼の方が窒素、酸素含有量が少ないが、材質に差をおよぼすほどではない。

IV. 結 言

以上キャップド鋼の各種試験結果について述べたが、キャップド鋼は従来のリムド鋼に比較して、鋼塊の偏析は少なく、帯鋼の機械的性質ならびに深絞り性もななら遜色がなく、しかも歩留りの向上に対してきわめて有効であることが判明した。

(107) 軟鋼線材の引抜き性についての 一考察

富士製鉄室蘭製鉄所研究所

田島喜久雄・北川一智・泉 総一

Some Observation on the Drawability for Several Types of Mild Steel Used for Wire Rod.

Kikuo Tajima, Kazutomo Kitagawa
and Sōichi Izumi.

I. 緒 言

線材の線引加工に際して、加工前にその材料の引抜き限界を簡単な方法で近似的にでも予知し得れば好都合であろう。さきに真応力—歪直線より引抜き限界を推定することについて報告した。しかしこの方法では試験方法も煩雑で、また推定精度が必ずしも良くない。したがってさらに数種の軟鋼線材について引抜き試験を行なって調査した結果、素線の引張り試験による伸びおよび絞りとその引抜き限界との関係について、興味ある事実を得たのでここに報告する。

II. 供試材ならびに実験方法

供試材は塩基性平炉で溶解され、脱炭・造塊法の異なるリムド鋼、セミキルド鋼およびキャップド鋼の 5 種類の軟鋼線材である。その化学成分は Table 1 に示した。各鋼種ともそのチャージから試験鋼塊各 1 本を選び、分塊圧延後それぞれ鋼塊の縦方向におよそ 13~19 等分した位置から鋼片の試料を採取した。試料鋼片はさらにその一部をそれぞれ直径 19 mm の丸鋼に圧延した。そして鋼片および丸鋼について概略つぎの要領で試験を行なった。

1) 鋼片についてはその横断面からサルファープリントを貼写するとともに、分析試料を採取しチェック分析して断面について偏析を調査した。

2) 直径 19 mm の丸鋼に対しては、整形のため直径 18 mm の丸鋼に引抜き後焼鈍 (870~900°C×1h) して加工歪を除去し、以後これを素線としてつぎの試験に供した。

Table 1. Ladle analysis.

No.	Ingots	C	Mn	Si	P	S
1	Rimmed	0.09	0.34	0.010	0.009	0.035
2	Rimmed	0.13	0.41	0.010	0.013	0.020
3	Rimmed	0.18	0.47	0.010	0.019	0.023
4	Semi-Killed	0.20	0.40	0.080	0.017	0.037
5	Capped	0.10	0.33	0.007	0.009	0.016

Table 2. Diameter of dies (mmφ)

18.0 (initial dia), 16.0, 14.0, 13.0, 11.0, 10.0, 9.0, 8.0, 7.5, 7.0, 6.5, 6.0, 5.5, 5.0, 4.5, 4.0, 3.5, 3.0

3) それぞれの素線はこれを2分し、その一方について引張り試験を行ない、他の一方については Table 2 に示したダイスを使用して、全試料破断するまで引抜き試験を行なつて引抜き加工性を求めた。

4) 引抜き加工性は引抜き限界として表わし、この場合の引抜き限界は途中焼鈍することなく引抜き、破断した時のダイス径を素線に対する断面縮少率をもつて表わしている。なお引抜きの途中において表面に波形を発生する（この時にはすでに内部には割れが発生している。）ものについては、その時を破断の時期とした。

III. 実験結果

5種類の軟鋼線材について、成分偏析の調査、引張り試験および引抜き試験を行なつた結果はつぎのとおりであつた。

1) 引抜き限界におよぼす成分偏析の影響

材料の中心部偏析（C, P, S など）は、引抜き限界に大きな影響をおよぼし、同一鋼塊から圧延した試料では鋼塊位置による偏析程度と引抜き限界との間には密接な関係が認められる。すなわち中心部偏析の大きい試料では引抜き限界が低くなる。

2) 引抜き限界におよぼす引張り性質の影響

各鋼塊間においてはもちろん、同一鋼塊から圧延した試料においても、引張り強さおよび降伏点と引抜き限界との間には、とくに明瞭な関係は認められない。また伸びも一見引抜き限界とあまり密接な関係がないように思われるが、絞りについては Fig. 1 に示すような明瞭な関係が認められた。

a) Fig. 1 によれば同一鋼塊から得られた試料の引抜き限界と絞りとの間には直線的正相関が存在する。

b) 各鋼塊間ではこの関係が一義的ではなく、平行移動した関係にある。

c) これらの関係直線の勾配は各鋼塊とも、すなわち造塊法あるいは成分に関係なく一定である。

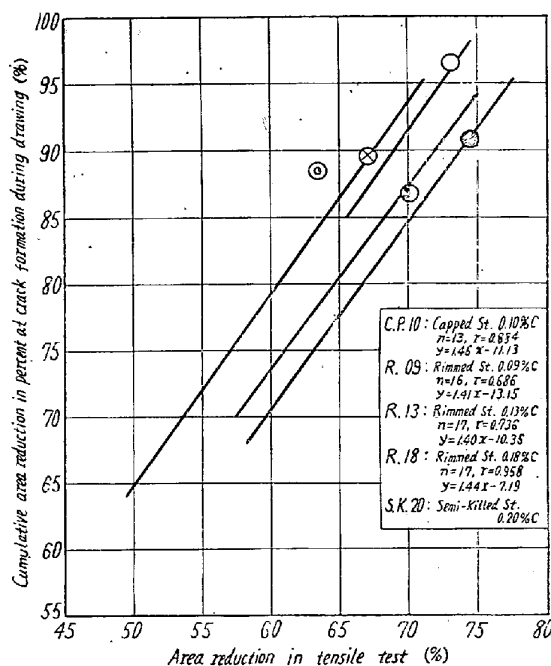


Fig. 1. Relation between the drawability and the reduction of area in tensile test for several types of mild steel used for wire rods.

なお Fig. 1 のうち、○または◎などの印を付したのは各鋼塊ごとに点が最も多く集中している位置である。

IV. 考察

実験結果によれば引抜き限界と絞りとの間には直線的正相関が存在しており、これによつて成分および造塊法が同一な場合は、軟鋼線材では素線の引張り試験による絞りの値からその引抜き限界を判断し得るものと思われる。

しかし成分あるいは造塊法の異なる場合には、この引抜き限界と絞りとの関係直線は平行移動するため絞りの値のみで一義的に引抜き限界を判断できない。

そこでこの各関係直線が平行移動することについていろいろ検討してみた。Fig. 1 において○あるいは◎などの印を付して示した位置は、点が最も多く集中した位置であるという点およびその他の観点からして、大きな中心部偏析などのない供試材の本来の性質を備えた部分の引抜き限界と絞りの関係を示すものと思われる。この位

置における引抜き限界の値については、Fig. 2 に示すように、その伸び/絞りの比の値との間に密接な直線的正相関が存在することが判った。しかもこの関係は造塊法あるいは化学成分に関係なく一義的に存在すると思われる。

したがって軟鋼線材では鋼種すなわち、化学成分あるいは造塊法に関係なく、引張り試験による伸び/絞りの比の値をもつてその引抜き限界を推定することが可能であると思われる。

V. 結 言

今回各種の軟鋼線材について引抜き限界を測定した結果、原素線の引張り試験による伸び/絞りの比の値をもつて、先述のように定義したその引抜き限界を一義的に推定できることを見出した。

文 献

- 1) 田島・津田：金属学会第 41 回大会（戸畑），（1957）

(108) 中炭素鋼の高温延性と窒化アルミの形態

（鋼中の窒化アルミの研究—II）

住友金属工業中央技術研究所 長谷部 茂雄
High-Temperature Ductility and
Shapes of AlN in Medium-Carbon
Steel.

（Study of aluminum nitride in steel—II）

Shigeo Hasebe.

I. 緒 言

前報¹⁾においては炭素鋼中に析出した窒化アルミ (AlN) を電子顕微鏡によつて直接観察した結果について報告し、鋼中の AlN は長方形の薄板状の析出物として存在すること、また析出初期の長さが 100 Å 程度の微細なものから 10 μ を越える長大なものまで観察され

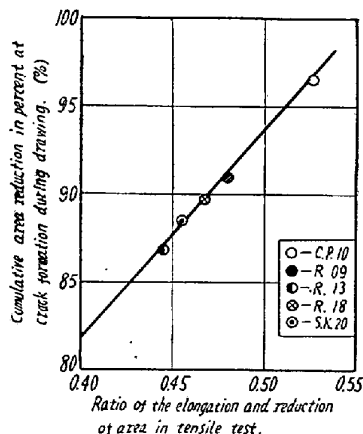


Fig. 2. Relation between the drawability and the ratio of the elongation and reduction of area in tensile test for mild steel used for wire rods.

ることを示した。

本報では中炭素鋼の高温引張試験における延性の変化が AlN の形態と密接な関係を示す現象について報告する。また中炭素鋼の鋳鋼あるいは鍛造材の高温割れが Al の添加によつて増加する現象の機構およびその防止法などについて考察を行なつたものである。

中炭素鋼の鋼塊の縦割れあるいは鍛造材の高温割れは結晶粒調整の目的で行なわれる Al 添加によつて増加することが知られている^{2)~5)}。この場合の中炭素鋼は割れの伝播が容易な薄いフェライトネットで囲まれたパーライト組織であるが、IRVINE らは Al の影響についてフェライトネット中に析出した AlN あるいは硫化物が割れの発生起点となるためではないかと推察している²⁾。DESAI は高温引張試験を行なつて Al 添加による 600°~700°C での延性の減少が鋼塊割れの現象と関係があるとしている³⁾。また BIGGS は同じく高温引張試験を行ない、DESAI と同じく 600°~700°C での延性の低下を示し、Al 添加による割れの増加は Al 添加によるフェライトの強度の低下によるものかあるいは IRVINE らの考えと同じく AlN の析出によるものではないかと述べている⁴⁾。なお 800°C での引張試験の結果は両者で相異している。

このような考えには Al を添加した鋳鋼の常温における脆性に関する LORIG らの報告がヒントとなつていゝるが、彼らは N を多く含有する鋳鋼中に AlN と思われる析出物の存在することを光学顕微鏡によつて示している⁶⁾。

II. 実験方法

Al 添加量を異にした C 0.45%, Si 0.30% および Mn 0.80% の中炭素鋼を高周波炉によつて溶製して供試材とした。鋼塊の重量は 50 kg である。なお AlN の影響をはつきりさせるために N を 0.02% 程度まで多く含有させた鋼塊も溶製した。高温引張試験片は径 6 mm および標点距離 20 mm とし、鑄造のままの鋼塊および熱間鍛造後焼準処理した棒鋼より削出して 500~1000°C における引張試験を行なつた。

また Al の他に Ti, V, B および Zr などの諸元素を添加した鋼塊を溶製して供試した。

鋼中の AlN などの析出物の観察は前報¹⁾と同じく主としてカーボン抽出レプリカ法によつた。

III. 実験結果ならびに考察

Fig. 1 には鋼塊より削出しそのままに 500°~1000°C のいろいろの温度で引張試験を行なつた結果の一部を示す。Al の添加はオーステナイト域において延