

中でピスの弛緩の為伸の異常減少を生じ測定不能となつた。上述の如くピスによる測定具の締付けは安定性なく高温長時間試験には適当せねことが明らかになつた。

IV. 伸測定具及び試験片形状の改造後の実験

(実験6) Fig. 4 に示す如く試験片平行部にフランジを出し、伸測定具をこのフランジに固定した。本装置により常温にて弾性限内の応力—歪曲線を求めると弾性係数、歪共に標準値と一致し、再現性もよく伸測定精度は Marten's 伸張計と同一程度になつた。又本装置により 1000h 迄高温クリープ試験に於ける伸測定を行つた結果も極めて良好な結果を得た。

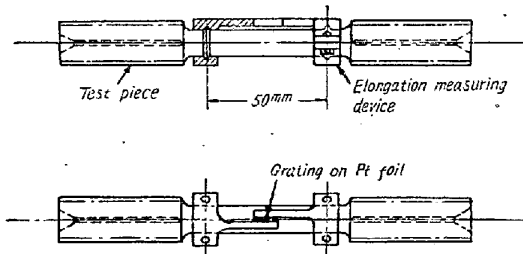


Fig. 4. Flange-type device of measuring elongation and test piecef.

(49) 鋼材の靱性と水素の挙動について

(高炭素鋼の伸、絞の回復について)

Toughness of Steel and Behavior of Hydrogen in Steel (I)

(Recovery of Elongation and Reduction of Area of High Carbon Steel)

Shuji Murayama, et alius.

八幡製鉄株式会社技術研究所 工○村 山 周 治
浜 橋 博 人

I. 緒 言

圧延後の鋼材が常温での放置乃至は低温加熱によりその伸、絞を回復することは 1936 年 Drescher と Schäfer が 0.4% 以下のキルド炭素鋼及び鑄鋼についての機械試験から水素の拡散逸出により説明されると報告している。水素が毛割乃至は白点生成の原因と密接な関係があることから鋼中の水素の挙動については以前から活潑に研究されているが靱性との関係についての実験が少い。

当所軌条材についてこの点をたしかめるため各種の試験を行つたところ、伸、絞の回復と水素の拡散逸出とが明瞭に対応することがわかつた。

II. 試 験 内 容

試験は C 0.55~0.75%, Mn 0.60~0.80% の軌条材について行つたもので、脱酸形式はセミキルドであるが、高炭素鋼で比較的満備も多いため多少キルド鋼に近い。鋼塊は断面 610 mm×610mm 高さ 1800 mm, 単重 4 t 200 で圧延後の製品は 37 kg, 50 kg 軌条である。

1. 製品圧延後 1 日, 3 日, 7 日 15, 30 及び 90 日目に同一圧延材から切り出した抗張試験片 (第 4 号) についての機械試験結果は日数経過に伴い抗張力は殆んど変わらず、伸、絞のみが漸増し、その上放置する試料の断面を軌条頭部の儘 (約 60 mm×40 mm) と 20 mm φ に旋削したものとでは、後者の伸、絞の回復が早い。Fig. 1 に伸、絞の回復状況を示す。

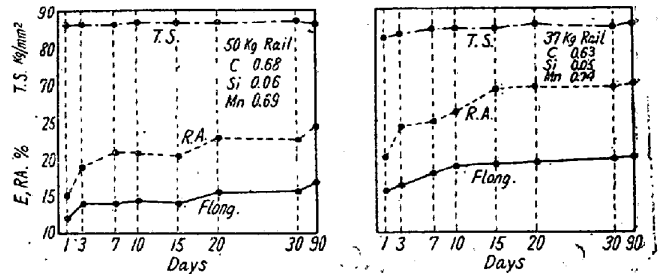


Fig. 1. Relation of the mechanical properties to the number of days passed after rolling (JIS. No. 4 specimen)

2. 圧延後冷却した試料を直ちに 100°C~500°C で 4 h~1/2 h 低温加熱したものと、常温で放置したものとの機械的性質を比較するとやはり抗張力は変わらず、伸、絞のみが圧延直後に比べ増加しており、低温加熱が伸、絞の回復を促進していることを示している。その一例を Table 1 に示す。

3. 圧延後の冷却を緩徐にしたもの (580°C~150°C 間を約 8 時間で冷却) と圧延後空冷したものにつき比較したところ抗張力、伸、絞とも前者が高いが、日数経過に伴う伸、絞の回復は空冷材の方が大きい。徐冷により高温に保持される時間が長いため、その間に大部分の含有水素が拡散逸出され、伸、絞の回復が促進されたものと思われるが同時に冷却速度の減少に伴う、組織及び残留応力の減少により抗張力も多少低くなつている点から、この場合の伸、絞の回復はこれが影響も含んでいる。試験結果の一例を Table 2 に示す。

4. 鋼塊を一回加熱で製品に圧延した場合 (直送圧延) と鋼塊を分塊圧延で 210 mm×155 mm の鋼片にして冷却し、数日放置後再び加熱して製品に圧延した場合 (再熱圧延) とについて機械試験結果を比較したが、抗張力

Table 1

Chemical analysis	Heat treatment	T. S. kg/mm ²	Elong. (%)	R. A. (%)	Hardness BHN	H (remained) cc/100 g
37 kg rail C 0.68% Si 0.10% Mn 0.68%	1 day after rolling	84.7	14.0	20.5	215	1.57
	100°×4 h	84.6	16.8	24.3	235	0.78
	300°×1 h	84.4	17.5	25.8	223	0.45
	500°×1/2 h	84.1	18.5	26.5	229	0.45
	7 days after rolling	83.5	15.0	24.3	229	1.23
	30 days after rolling	84.3	16.0	25.5	223	0.86

Table 2

Chemical analysis	Cooling	1 day after rolling			30 day after rolling		
		T. S. kg/mm ²	Elong. (%)	R. A. (%)	T. S. kg/mm ²	Elong. (%)	R. A. (%)
C 0.58 Si 0.12 Mn 0.75	A. C.	81.9	12.8	23.8	82.0	15.0	25.0
	S. C.	81.8	15.0	23.6	81.4	16.5	27.5
C 0.61 Si 0.11 Mn 0.85	A. C.	86.6	11.5	16.7	86.1	14.0	24.3
	S. C.	85.1	14.8	23.2	84.7	16.8	28.4
C 0.63 Si 0.11 Mn 0.73	A. C.	84.9	12.2	17.0	83.8	14.3	19.8
	S. C.	83.7	15.0	24.3	82.2	15.8	25.4

は変わらず、伸、絞のみが再熱圧延材で僅かに高かった。しかし圧延後の日数経過に伴う伸、絞の回復は直送圧延の方が著しく 30 日後では両者に差が見られなかった。

5. 各試験共機械試験を行うと同時に試料中の水素含有量を測定したところ、いずれも、伸、絞の回復に対応して水素量は低下していた。

6. 圧延後の製品から水素が逸出する状況を調べるため、セロハン貼付法で観察したところ、その発生量が意外に多く、貼付後十数時間でセロハンが完全に浮上つたので、試料をパラフィン中に置き、端末を封じた漏斗状ビュレットを倒立させてビュレット中に浮上した水素量を定量した。

ガス発生状況を観察すると、試料断面から著しく多数の微細気泡が浮上するのが見られ、経過日数と共に減少して行く。発生水素と経過時間との関係からガス発生が時間の平方根に比例していることがわかり、前記伸、絞の回復の傾向とよく一致していた。

III. 考 察

以上の試験結果において、伸、絞の回復が組織、冷却応力、介在物乃至粒度に基ずくものならば、抗張力に現われることからわかるが、この場合抗張力に変化が無く伸、絞のみが回復することは別種の原因と考えられる。鋼中に水素が過飽和に残留した場合は常温で局部集積し

圧力が著しく高くなり、甚しい場合は亀裂を生成することが知られている。このような水素の局部的集積、及び拡散逸出を考慮すれば上記試験結果をよく説明される。即ち

1. 凝固後過飽和の水素ガスは鋼中にてその弱点部に集積して圧力を増し、局部的な圧力を生じるが、その大部分は原子状水素として拡散逸出するため、それに伴い伸、絞が回復する。その場合放置される試料の断面積の小さい方が拡散距離が短いだけ早く逸出し回復が早い。
2. 組織変化の伴わぬ低温加熱でも、水素の拡散速度は温度の上昇と共に急激に増すため、早く逸出し、伸、絞の回復も早い。
3. 圧延後の冷却速度を緩徐にすれば、高温での保持時間が長く、その間に水素逸出が常温に比べ著しく早いので冷却後には、伸、絞が充分回復している。
4. 圧延前の加熱回数が増せばそれだけ水素逸出量は多く、それに伴って圧延冷却後の残留水素量が少いで、伸、絞も高くなっている。但し、この場合加熱される時の断面積により著しく影響されることは 1. の場合と同様である。

IV. 総 括

高炭素セミキルド軌条の機械的性質のうち、伸、絞のみが圧延後の日数経過に伴い増加する現象を解明するため、種々の試験を行つた結果、伸、絞は鋼中の残留水素

が常温で拡散逸出すると共に回復することがわかり、これは圧延後の加熱、圧延後の徐冷或いは圧延前の加熱回数増加により促進されることを確認した。

(50) 鋼材の Notch Toughness に及ぼす各種の要因について

(On the Effect of Various Factors on the Notch-Toughness of Steels)

Sadayoshi Morita, et alii.

八幡製鉄所技術研究所

工 大竹 正・工〇守田貞義・工 牟田 徹

I. 緒 言

鋼材を溶接船の船体に使用する際、重要な問題の一つは、その切欠抗力であり、切欠抗力を判定する方法には色々あるが、V notch charpy 衝撃試験によつて、15 ft-lb 遷移温度や特定の温度、例えば -20°C , 0°C , $+20^{\circ}\text{C}$ 等の衝撃値を求めるのが、現在最も妥当な方法と考えられている。造船用鋼板の性能向上に対する資料を得るために、鋼材の notch toughness に及ぼす成分、熱処理、歪時効、衝合せ溶接等の影響について研究調査した。

II. 試料及び試験方法

本試験の供試料は C, Si, Mn 或いは P 等の成分を適当に変えたものを 100 kg 高周波電炉にて 25 charge 溶解し、各 charge を 1 本は Al を加えないまま、1 本は Al を 0.1% 投入して調整し、50 kg ingot 2 本に造塊し、12 mm の板厚に鍛造した鋼板である。

試験は鍛造ままのもの、焼準焼鈍等の熱処理を行つたもの、焼準して 10% の伸歪を与えたもの、伸歪を与えて 250°C 又は 500°C に加熱空冷して歪時効を与えたもの、鍛造ままの試料について、衝合せ溶接を行つた試料の溶接線より、採取位置をかえて試験片を採つたもの等につき V notch charpy 衝撃試験を行い、尚硬度、組織等の附加的試験も行つて、鋼材の notch toughness に及ぼす成分、熱処理、歪時効、溶接等の要因を調査した。

III. 試験結果

(1) 成分の影響

鋼材中の諸成分が、鋼材の欠切脆性に及ぼす影響に関しては M. Williams の提案や Rinbolt and Harris の論文、秋田、鈴木氏等の実験があるが、例えば Tr 15

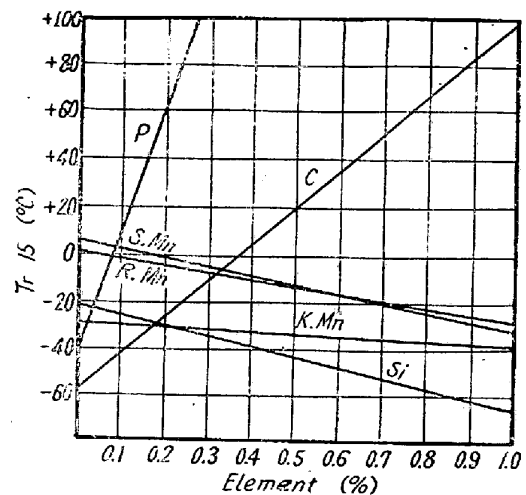


Fig. 1. Relation of Tr 15 and respective elements by groups.

に及ぼす影響については、Mn の外は相当意見の相違がある。本研究に於いては、予定成分として C グループは他成分を一定にして C% のみ変化し、Si グループは Si% のみを変化し、RMn (Si の範囲が 0.02% 以下), SMn (Si が 0.04~0.08%), KMn (Si 0.20~0.30%) グループは他成分を一定にし、Mn% のみを変化し、P グループは P% のみを変化せしめた。鍛造材についての成分の影響を附図に示すが、C の影響は C 0.11~0.35% の範囲に於いて、C 0.01% 増加につき Tr 15 は 1.53°C 上昇せしめる。Si の影響は Si 0.008~0.47% の範囲に於いて、Si 0.01% 増加について、Tr 15 は 0.43°C 低下せしめる。Mn の影響については RMn 即ち Si の $<0.02\%$ 範囲では 0.01% 増加について 0.29°C 低下、Si 0.04~0.08% に於いては Mn 0.01% 増加につき 0.39°C 低下せしめ、Si 0.20~0.30% に於いては Mn 0.01% 増加につき 0.12°C 低下を示す。P の影響は P 0.01% 増加につき Tr 15 は 5.3°C 上昇せしめる。

以上の結果は限られた成分範囲内のものを示し、又は予定成分と実際の成分との間に相等の開きがあつて、他の成分の影響が混り、或いは個数 (N) も小であるので Al なしと Al 調整せるものの二つに分けてあらゆる成分範囲における各成分と Tr 15 との関係をも求めたが、この結果については省略す。

(2) 熱処理の影響

溶接熱サイクルの再現という程ではないが、鍛造したままのもの、 900°C 焼準 (30 分保定) したものについて、 600°C , 800°C , 900°C , 950°C , 1100°C 等の温度に急速加熱し 15 分保定空冷して多少溶接熱の影響を再現せしめた処の試験片について、V ノッチ衝撃試験を行つた。その結果について総合的にいえることは Al 調整