

最大になる。

(4) 大越式摩耗試験結果では、高温焼入のものの方が低温焼入のものより耐摩耗性は良かったが、低温焼入のものでも SKD 1, SKD 11 に比べはるかに耐摩耗性が良い。

(5) 圧縮試験の結果では、圧縮耐力の熱処理による変化は、焼入焼戻硬度の変化ときわめて相似している。

文 献

- 1) 新持, 清永, 奥野: 鉄と鋼, 50 (1964) 4, p. 678
- 2) P. PAYSON: The Metallurgy of Tool Steels, (1962) p. 205, John Wiley & Sons, Inc.

(145) 非調質高降伏点鋼の 2, 3 の性質について

トピー工業, 東京製造所

豊島 陽三・福田 栄一・石田 徹
 和野 裕・桑島 英明

Study on Some Properties of Non-heat-Treated Type High Yield Strength Steel.

Yōzō TOYOSHIMA, Eiichi FUKUDA
 Tōru ISHIDA, Yutaka WANO
 and Hideaki KUWAZIMA.

1. 緒 言

最近の非調質型の高張力鋼は、引張強さよりも降伏点に主眼をおき、いわゆる高降伏点鋼として取り扱われている。非調質型の高降伏点鋼には、主として Nb および V を少量添加したいわゆる析出硬化型の鋼が、主としてセミキルド鋼として製造されている。本報告は、これら Nb または V を少量添加したアルミニウムキルド鋼について、肉厚、および圧延終了温度がその強さにおよぼす影響について述べたものである。

2. 供試材および試験方法

試料は塩基性 5 t または 10 t の電弧炉で溶製した。Al は炉中に約 0.5 kg/t 加え Nb は取鍋中に溶湯 (1600 °C 以上) が約 1/3 に達したときに添加し、また V は出鋼直前炉中に添加した。鋼塊は 200 kg または 400 kg 型とし、肉厚の異なる寸法に圧延し、供試材とした。Table 1 は供試材の化学成分を示したものである。

試料の準備は通常の圧延温度と故意に温度を低下させ

たものについて行ない、圧延終了後は冷却台上で放冷した。なお、圧延温度は最終寸法までの延伸比が 2 になる孔型直前で低下させた。

3. 試験結果

3.1 V 鋼の強さにおよぼす肉厚、および圧延温度の影響

Fig. 1 に V 鋼 (No. 1) の圧延寸法別試験結果を示す。Fig. 1 によれば、厚さが減少するほど降伏点 (降伏比) が著しく増大し、一方伸の減少はわずかである。厚みが薄くなれば圧延温度も自然に低くなりがちであるが 25~13mm の範囲ではほとんど変化がない。したがって、肉厚が異なることによる圧延後の冷却速度の差、および加工比の両者が性質変化の原因と思われるが、(後者については加工比 6 以上になれば、シャルピー値をのぞいて強さにはあまり大きな影響がないことを確認している) 前者の影響が支配的ではないかと考えられ

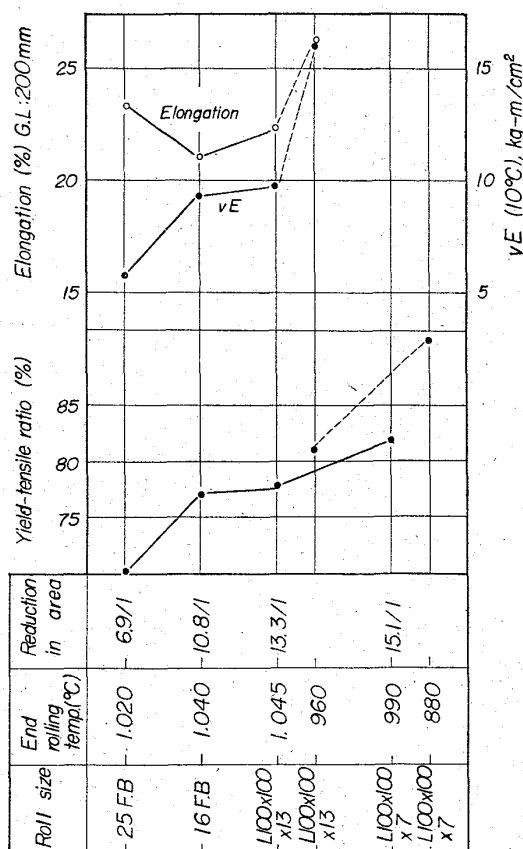


Fig. 1. Mechanical properties of No. 1 steel.

Table 1. Chemical composition of samples.

Sample No.	Alloying element	C	Si	Mn	P	S	V	Nb
1	V	0.10	0.19	0.98	0.010	0.020	0.114	—
2	Nb	0.17	0.17	0.68	0.012	0.012	—	0.040
3	〃	0.19	0.15	0.74	0.015	0.014	—	0.032
4	〃	0.18	0.22	0.72	0.013	0.017	—	0.017
5	〃	0.11	0.15	0.84	0.007	0.016	—	0.037
6	〃	0.14	0.19	0.79	0.009	0.015	—	0.038
7	〃	0.11	0.19	1.02	0.012	0.013	—	0.036
8	〃	0.14	0.23	1.36	0.010	0.012	—	0.027
9	〃	0.11	0.37	1.05	0.010	0.009	—	0.027
10	〃	0.16	0.39	1.00	0.013	0.007	—	0.031

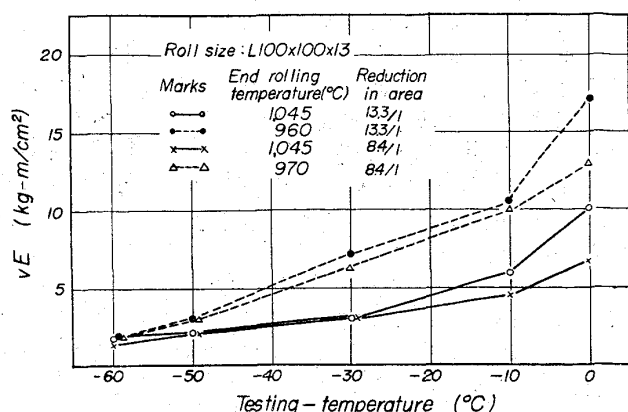


Fig. 2. Effect of end rolling temperature on Charpy impact value. (Heat No. 1. steel)

る。また、肉厚 7mm になれば、圧延後の冷却速度に加えて、圧延終了温度の影響が大きい。とくに低温圧延の場合の温度 (880°C) は Ac3 変態点 (866°C) 直上であり、降伏点および靱性の点から最も理想的な圧延条件と考えられる。Fig. 2 は靱性におよぼす圧延温度の影響を示したものである。これによると、シャルピー値において、低温圧延の効果が最も顕著であることが明らかである。本実験の範囲では延伸比の違い (13.3 と 8.4) よりも、圧延温度の違い (約 80°C) のほうが影響が大きいといえる。

3.2 Nb 鋼の強さにおよぼす Nb その他の元素の影響

3.2.1 Nb 量の影響

Nb 鋼の強さにおよぼす Nb 添加量の影響を調査したところ C 0.17~0.19% Mn 0.70% の No. 2~4 では Nb が 0.017~0.040% の範囲において、その強さはほぼ等しく、これらの範囲では Nb 量を変化せしめてもあまり効果がないばかりでなく、シャルピー値は Nb 量が多くなれば低下する傾向がうかがわれた。しかし C 量が低い場合 (0.12%), Nb が 0.025% から 0.050% になると引張強さがかなり増大 (降伏点は向上しない) し、シャルピー値は著しく低下する。

3.2.2 C, Mn および Si 量の影響

Table 2 は Nb 鋼の強さにおよぼす C, Mn および Si 量の影響を示したものである。これによると、降伏比は No. 7 (Mn 1%) で最大であり、C および Si は降伏比にはほとんど影響がない。さらにシャルピー吸収エネルギーでは、やはり No. 7 が最もすぐれており、

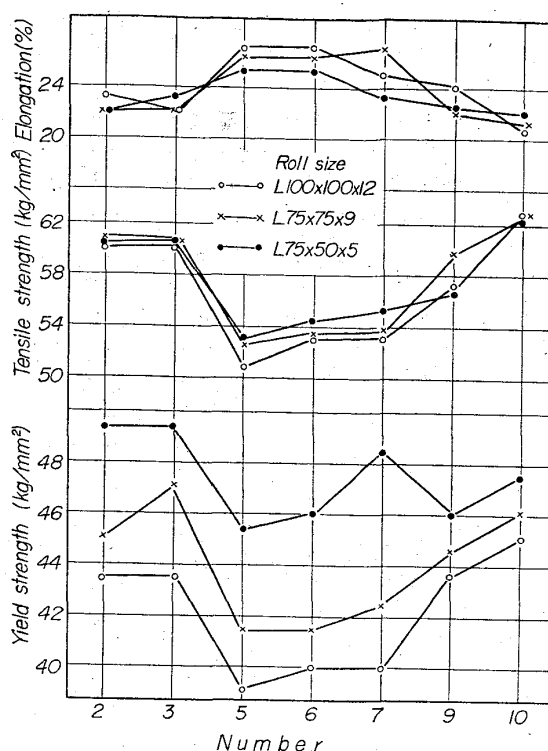


Fig. 3. Effect of rolling size on mechanical properties (Nb-steel).

C の高い No. 6 および No. 8 はかなりおとることが明らかである。したがって Nb 鋼では C および Mn 量の適正化をはかることが最も重要といえよう。

3.3 Nb 鋼の強さにおよぼす圧延寸法の影響

Fig. 3 は Nb 鋼の強さにおよぼす圧延寸法の影響を示す。これによると、厚さが薄肉になるにしたがい降伏点がいちじるしく増大することが明らかである。

一方、引張強さおよび伸びはほとんど変化しない。降伏点は 5mm の肉厚の場合急激に上昇し、とくに No. 7 はその上昇量が大きい。このことは C, および Si を増量するよりも、Mn の適量を加えたほうが、効果が大きいことを示しており、前に述べたように靱性においても極めてすぐれていることを考えれば、とくに厚さが薄肉の場合は極めて優秀な性質を有することがわかる。

切欠脆性におよぼす圧延寸法の影響については V 鋼の場合と同様、肉厚の増加につれて衝撃値は低下する。例えば 12mm 厚みでは、Tr (40ft-lb) は No. 5 で -25°C, No. 6 で 0°C, No. 7 で -32°C となる。しか

Table 2. Effects of mechanical properties of C, Mn, Si contents. (Nb steel)

Roll size	Sample No.	Yield strength (kg/mm²)	vE (kg-m), °C					Tr (40 ft-lb), °C
			0	-20	-40	-50	-60	
L75×50×5	6	46.0(85*)	7.5	7.5	3.5	4.5	2.8	-28
"	5	45.5(85*)	8.0	8.0	8.0	8.0	3.5	-55
"	7	48.5(87*)	8.5	8.0	8.5	7.0	3.5	-55
"	9	46.0(81*)	10.5	8.5	5.0	4.5	3.5	-37
"	8	48.5(78*)	7.0	5.5	3.0	2.5	2.5	-23

* Yield-tensile ratio. (%)

し、Mn 1% の No. 7 では他のものに比較しすぐれている。

3.4 Nb 鋼の粒度

Nb 鋼のフェライト粒度は、圧延のままでは Nb を添加しない鋼に比較して微細化はされない¹⁾とされているが、本試験では、肉厚が 5~6mm となれば、Nb を添加しない鋼よりも粒度番号で 0~1.5 程度こまかくなった。しかし肉厚が 7mm 以上では細粒化効果はない。薄物が低温においてすぐれた性質を示すのは、このこまかい粒度 (No. 8.5~11.5) から理解できる。さらに 900°C×1hr の焼ならし処理を行なえば、圧延寸法如何を問わず、粒度番号 1~3 さらにこまかくなる。一方、オーステナイト粒度は 925°C×6hr 処理で No. 9~6 となり、粗大化温度は Nb を添加しない鋼に比較し 100~150°C 高くなる。

3.5 溶接性

次に溶接部延性、最高硬さ、割れ、その他の調査を行なった結果、引張強さが 60kg/mm² をこえると、普通の溶接では若干難点もあるが、60kg/mm² 以下では V 鋼、Nb 鋼ともに極めて良好な溶接性がえられた。

4. 考 察

4.1 強さにおよぼす V および Nb の影響

V および Nb はともに析出硬化型の元素であり、したがって降伏点の向上には効果的であるが、一方、切欠脆性は低下する。したがって圧延のまま使用する鋼としては、加熱温度および圧延温度の管理が重要となる。Nb 鋼の場合十分な析出硬化を期待するには Nb をオーステナイト中に完全に固溶させた後、圧延過程を通じて炭化物、あるいは炭窒化物を析出させなければならない。一方高温で Nb を完全に固溶化をはかれば、結晶粒を粗大化し、さらに Nb は冷却時のパーライト、フェライト変態速度をおくらせる²⁾のでパーライト状またはウイドマン状の組織を呈しやすく、したがって靱性が低下する。それ故に圧延温度は比較的低温とし、微細なフェライト・パーライトの混合した組織とすれば、すぐれた性質を得ることができる。

降伏点の上昇におよぼす V 量の影響は 10~12mm 厚みで 0.11% ではば 4~5kg/mm² であり、一方 Nb 量の影響は 0.017~0.040% の範囲ではほとんど変化せず。V 0.11% の場合と同様 4~6kg/mm² である。したがって降伏点に対しては V 0.11% と Nb 0.02% 程度が適当であると考えてよい。肉厚が 5~7mm になれば、V 量 0.11% は降伏点を 5~7kg/mm² 上昇させるのに対し、Nb 0.017~0.040% の範囲ではその上昇は 6~8kg/mm² であり薄肉寸法に対する Nb の効果は一層すぐれていることがわかる。

4.2 C, Si, および Mn の影響

C および Si は遷移温度を上昇させる元素であり、また降伏点に対しては C はあまり効果がない。Si は降伏点にはかなり効果があるが、Nb 鋼においては (比較的厚いものでは多少の効果も認められる) Si の効果は認められない。Mn は適量の場合遷移温度を低下させ、しかも、薄肉のものでは No. 7 にみられるように、降伏点の上昇にも極めてすぐれた効果がある。C および Mn の適量を組み合わせることにより、Mn の効果と Nb の効

果とが複合されるものと考えられる。

4.3 そ の 他

Nb 鋼の特徴の一つは、C が 0.02~0.03% 変化しても、引張強さは圧延寸法に関係なくほぼ一定値を示すことである。この事実は試料 No. 2 および No. 3 の比較、または、No. 5~No. 7 の比較によつて明らかであつて化学成分が多少変化しても引張強さの推定を容易に行なうことができる。

5. 結 言

以上の試験結果を要約すれば次のとおりである。

(1) V および Nb を添加した鋼の強さに対してはこれら元素を添加しない鋼のそれに対するよりとくに圧延寸法または圧延終了温度の影響が大きく、薄肉になるにしたがい、また圧延終了温度が低くなるにしたがい、強度および靱性はいちじるしく向上する。

(2) 降伏点から見た Nb および V の適量は Nb 0.017~0.040%, V 0.11% 程度である。

(3) Nb 鋼では薄肉の場合とくに強度、靱性がすぐれているが、C, Mn の適量を組み合わせることによりきわめてすぐれた性質を得ることができる。この場合の C は 0.11%, Mn は 1.0% 前後が適当である。

(4) フェライト結晶粒は Nb の添加により、圧延のままでも薄肉であれば粒度番号で 0~1.5 微細になる。しかし、比較的厚肉の場合には結晶粒の微細化は認められない。

(5) Nb 鋼では C が 0.01~0.03% 変化しても、引張強さはほとんど変化しないようである。

文 献

- 1) W. B. MORRISON: J. Iron and Steel Inst. (U. K.), (1963) Apr., p. 317
- 2) W. B. MORRISON: Iron and Steel, (1964), Apr., p. 390

(146) 高張力鍛鋼の特性について

(溶接可能な高張力鍛鋼の研究—I)

日本製鋼所、室蘭製作所

小田 豊久・○柳 本 龍三

On the Properties of the Forged High Strength Steel.

(Study of weldable forged high strength steel—I)

Toyohisa ODA and Ryuzo YANAGIMOTO.

1. 緒 言

最近溶接構造物、圧力容器、建設用構造材などに次々に高張力鍛鋼が使用されるようになった。一般に構造物材料としては降伏強さが高く、伸び絞りが大であり、衝撃や疲労に対しても強いことが必要条件とされている。しかし降伏強さおよび引張強さと伸び絞りは相反する傾向を示し、従来の構造物鋼を適用する場合、この性質をたえず考慮しなければならない。

この報告で記述する高張力鍛鋼とは種々の合金元素の効果的な組み合わせ配合を考え、焼入焼戻を行ない靱性値