

669.14.018.295:669.15

24126-194.2:621.785.5/6:620.172.2:620.178.746.22
 (136) HY-80 鋼の熱処理と切欠靱性

との関係

富士製鉄中央研究所 63326
 工博 村木潤次郎・石黒隆義・○渡辺 亨

Effects of Heat Treatments on Notch Toughness of HY-80 Steel. 1517~1519

Dr. Junjiro MURAKI, Takayoshi ISHIGURO and Tohru WATANABE.

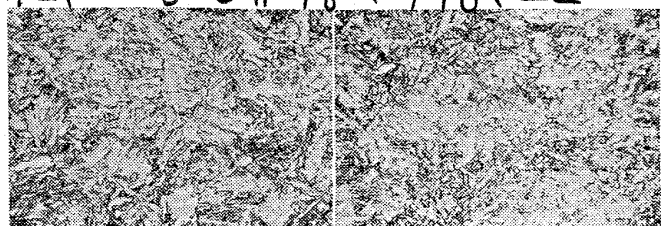


Plate thickness 32 mm Plate thickness 20 mm
 Photo. 1. Micro structures of HY-80 steels as received.

I. 緒 言

HY-80 鋼は、米国海軍によつて開発された低温における切欠靱性の極めて優れた低合金高張力鋼で、米国においてはすでに艦船用材料として多量使用されている。日本においても防衛庁、溶接協会が中心となり委員会が結成され各社の試作材についての共同研究が行なわれてきた。その経過を見ると米国の HY-80 鋼の成分範囲をそのまま踏襲して製作してもその切欠靱性にはかなりの相違が認められる。従つて HY-80 鋼の規格値 (-85°C における V シャルピー値 8.7 kg/cm² 以上) を満足するだけでなく、より優秀な性能を確保するためにはさらにその製造工程特に熱処理などに一層の注意を払わなければならない。今回は同一組成の HY-80 鋼で板厚により衝撃値に差のあるものを取りあげ主として熱処理の面に

重点を置き調査を行なつた。

II. 供試材および実験方法

供試鋼は 50 t エル電気炉で溶製され、板厚 32mm と 20mm に圧延後共に 870°C × 1 h 焼入れ、650°C × 1 h 焼戻しを行なつたものである。化学成分および機械的性質を Table 1, 顕微鏡組織を Photo. 1 に示す。次項に述べる各熱処理は約 250mm × 150mm に試料を切り出して行ない、各条件について焼入れ硬度、焼戻し硬度を測定し顕微鏡組織を調べた。衝撃試験としては 2V シャルピー板厚中央より採取し各条件についての遷移曲線を書いて遷移温度を求め比較を行なつた。また必要な場合には JIS 4号試験片で引張り試験を行なつた。

Table 1. Chemical compositions (in wt%) and mechanical properties of steel tested.

	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	Ti	Sol. Al
HY-80	0.132	0.28	0.27	0.008	0.006	0.08	2.44	0.97	0.31	0.010	0.026

	Plate thickness (mm)	Tensile strength (kg/mm ²)	Yield strength (kg/mm ²)	Elongation (%)	vTrs (°C)	vTr ₃₀ (°C)
HY-80	32	72.8	65.9	18	-94	-107
	20	76.5	70.9	16	-146	-136

Table 2. Effects of austenitizing and tempering conditions on V-notch Charpy transition temperatures.

Austenitizing conditions	Tempering conditions	Plate thickness 32mm				Plate thickness 20mm			
		Hv(10) as quenched	Hv(10) as tempered	vTrs	vTr ₃₀	Hv(10) as quenched	Hv(10) as tempered	vTrs	vTr ₃₀
870°C × 1 h	650°C × 1 h	349	234	-100	-122	358	245	-125	-140
	" × 2	312	236	-90	-112	380	252	-135	-147
	" × 3	295	229	-93	-106	377	247	-138	-146
	900 × 1	328	233	-100	-110	376	254	-126	-144
	" × 2	298	231	-80	-112	387	253	-135	-149
920 × 0.5	"	289	236	-85	-98	385	252	-130	-136
	" × 1	310	227	-79	-103	381	248	-138	-146
900°C × 1 h	650°C × 2 h	300	235	-82	-113				
	" × 3	309	216	-89	-114				
	670 × 1	325	242	-103	-118				
	" × 2	327	217	-109	-130				

III. 実 験 結 果

通常低合金高張力鋼の切欠靱性を十分考慮した熱処理に際しては、Ac₃ 点以上で十分γ化し、grain growthの影響の少ない温度から焼入れを行ない、所要の強度レベルを維持し得て衝撃値が最良となる焼戻し条件が選ばれる。ここでは先ず良好な切欠靱性を得るために必要なべくマルテンサイト量の多い均一な焼入れ組織の生ずる条件を見出すためにγ化の検討を行なつた。

γ化の条件は常識的に考えて妥当であると思われる範囲で変えるにとどめ、切欠靱性に与える影響を調べた。但しこの際焼入れの冷却速度は一応現場の条件を考慮して800~400°Cの冷却時間が板厚32mmのものについては30~40s、板厚20mmについては20~30sとなるよう冷媒を調製した。この結果をTable2の上欄に示す。これによると同じ板厚間の遷移温度の差は、それを求めるさいのバラツキを考慮すると意味あるものとは考えられなかつた。

γ化の条件では予想のごとくあまり差が無いことが判つたので、γ化の条件を900°C×1hに定め、焼戻し条件を変えて同様の実験を、結果の悪かつた板厚32mmのものについてのみ行なつた。この際の冷却条件はγ化の検討の場合に準じた。Table2の下欄はその結果であるが、やはり大きな変化は認められず、焼戻しが進むに従つてやや遷移温度は低下する傾向がある。

以上より焼入れ、焼戻し時の温度および保持時間の影響は少ないことが明らかとなつた。しかし20mmと32mmの板厚による差異はかなり大きく、20mmの方がはるかに良好である。これは先に定めた焼入時間に関連した現象であろうと考えられる。20mmと32mmの板厚間の焼入れ時の硬度はTable2より相互で著しい差が認められる。この硬度とシャルピー試験によつて求めた遷移温度vTrs、vTr₃₀との関連を図示したものがFig.1, Fig.2である。これによると焼入れ硬度とvTrs、vTr₃₀の関係はほぼ直線になり遷移温度を低くするためにはどうしても焼入れ時の硬度を高めなければならないことが判つた。たとえば焼入れ時の硬度が300Hv附近ではvTrsは-85°C、380Hv附近では-130°C程度となる。しかしFig.1, Fig.2において硬度の高いグループは板厚20mmのものであり、低いグループは32mmのものであるにもかかわらずこれを直線に結んで結果を考えることが果して妥当であるかどうかを検討するために、前に述べた条件を度外視して板厚32mmのものは切削して板厚を減らすことにより冷却速度を早め、板厚20mmについては冷媒を変え硬度を落すことを試みた。

求めた遷移温度をFig.1, 2上に×印で示す。この結果焼入れ硬度と遷移温度がほぼ直線になることはほぼ間違いのないものとしても、板厚32mmと20mmの間に若干の相と違が認められた。Fig.3に焼入れ硬度の異なる場合の遷移曲線の一例を示す。

IV. 総 括

HY-80 鋼の切欠靱性の改善について主として熱処理の面から検討した。成分が一定に限られている上調べた範囲が少ないが次の点が明らかとなつた。

i) 本実験に用いたHY-80鋼は、焼入性があまり良

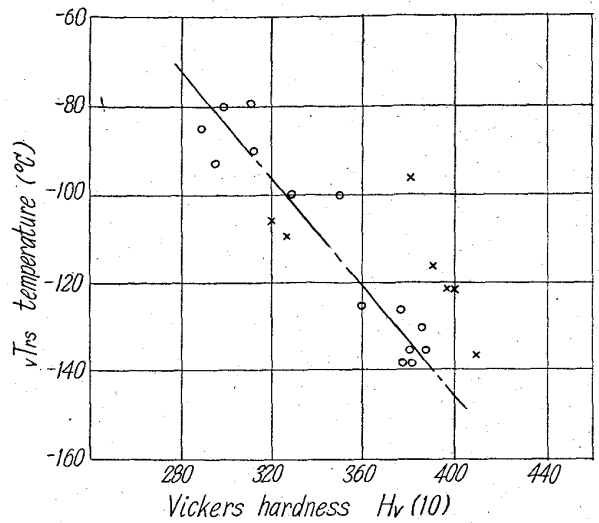


Fig. 1. Relation between vickers hardness and V-notch Charpy fracture transition temperature.

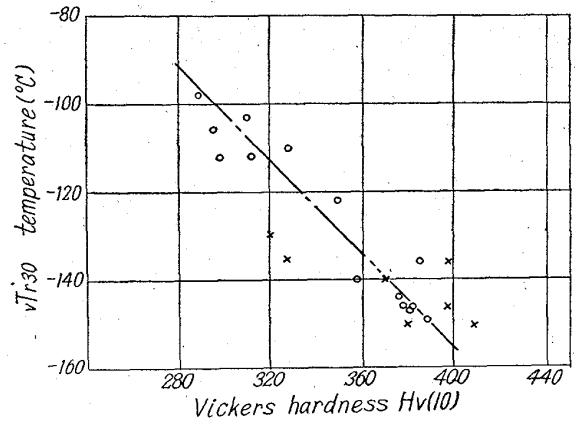


Fig. 2. Relation between vickers hardness and V-notch Charpy 30 ft-lb transition temperature.

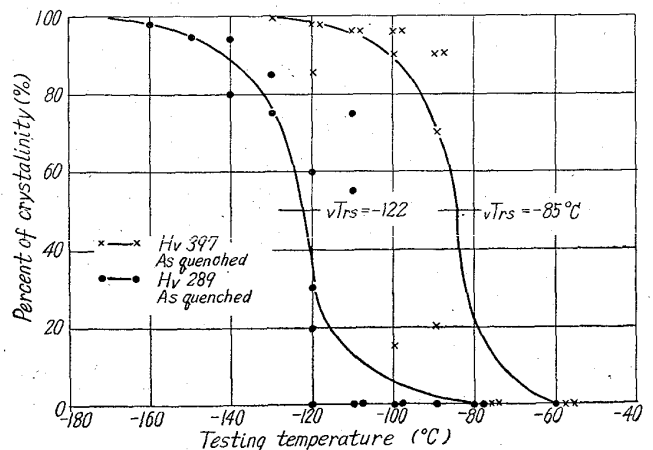


Fig. 3. Examples of V-notch Charpy transition curves.

くないため板厚32mmでは、焼入れ硬度が不十分となり切欠靱性の低下を生ずる可能性がある。

ii) シャルピー衝撃試験より求めた遷移温度と焼入れ

時硬度とはほぼ直線的な対応を持つと考えられるが、板厚により若干の差が認められる。

および 32mm 厚に圧延された鋼板を試料とした。製造条件はいずれも予め行なつた研究結果によつた。これらについては次回に報告の予定である。

成分は Table 1 (試料 A, B, C) に示すように 0.13~0.16% C, 1.14~1.27% Mn および 0.044~0.050% Nb を含むセミキルド鋼で、同表中には比較材として SM 50 (A1 キルド鋼) の成分も並記した。

ii) 引張特性 圧延まま材の機械的性質は Table 2 に示すとおりで、降伏点と引張強さは板厚が増す程低下する傾向があるが、32mm 鋼板でも SM 50 以上の強度を示し、降伏比が高い特徴がある。

伸びは試片サイズが一定でないため、板厚間の差は比較できないが、異方性は小さく良好な値を示している。

iii) 切欠靱性 Table 2 に示すように vTr_{15} はいずれも $-20^{\circ}C$ 以下、 vTr_s は $-10^{\circ}C$ 以下で、板厚による差は少なく、安定している。

25mm 鋼板についてプレスノッチシャルピー試験、二重引張試験および落重試験を行ない、 pTr_c は $-10^{\circ}C$ 以下、 $1/2\sigma_y Tra$ は $-2^{\circ}C$ 、 NDT は $-25^{\circ}C$ 以下をえた。いずれも溶接構造用鋼として十分を値といえる。

iv) 歪時効性 常温で 5% および 10% の引張歪を加え、 $250^{\circ}C$ 30min 人工時効後の vTr_s は、それぞれ $-20^{\circ}C$ および $-5^{\circ}C$ 、 vE_o は 7.6 および $6.1 kg/m^2/cm^2$ となり脆化の程度は少なく実用上問題はない。

v) 溶接性 Table 3 よりわかるように IIW 最高硬さ (Hv) は 243, コマレル試験では 120° 曲げても割

669.15 293-194.2:620.172.2:
(137) 微量 Nb 添加鋼の特性 620.178.7
(高降伏点鋼材の研究-I)

八幡製鉄技術研究所 63327
工博 合田 進・工博○権藤 永・木村 勲
米井 滉・日吉末広・榎本弘毅

Characteristics of the Steel Containing Small Amount of Niobium. 1519~1521

(Study on high yield strength steel-I)

Dr. Susumu GOHDA, Dr. Hisashi GONDOH,
Isao KIMURA, Akira YONEI,
Suehiro HIYOSHI and Hiroki MASUMOTO.

I. 緒 言

製造歩留の比較的高いセミキルド鋼をベースとし、これに微量の Nb を添加した高降伏点鋼材の製造について研究を行なつてきた。

本報告はかかる高降伏点鋼材 (厚板, 形鋼, 棒鋼) の諸特性についてまとめたものである。

II. 試験結果

1. 厚板

i) 試料 60 t 塩基性平炉で溶製し、板厚 12, 25

Table 1. Chemical composition of heavy plates.

Mark	Plate thickness (mm)	Chemical composition (%)						
		C	Si	Mn	P	S	Nb	Al
A	12	0.13	0.07	1.14	0.016	0.017	0.050	—
B	25	0.14	0.08	1.25	0.020	0.019	0.046	—
C	32	0.16	0.08	1.27	0.013	0.029	0.044	—
SM 50	20	0.14	0.37	1.25	0.021	0.022	—	0.02

Table 2. Mechanical properties of heavy plates.

Mark	Plate thickness (mm)	Test piece direction	Tensile test*			Bend test	Impact test				Double tension test $1/2\sigma_y Tra$ ($^{\circ}C$)**	Drop weight test NDT ($^{\circ}C$)***
			Y. (kg/mm ²)	P. (kg/mm ²)	T. S. (kg/mm ²)		El (%)	vTr_{15} ($^{\circ}C$)	vTr_s ($^{\circ}C$)	vE_o (kgm/cm ²)		
A	12	Long	45.4	55.0	24.5	Good	-30	-12	9.5	—	—	—
			46.9	56.1	24.0		-25	-11	6.0	—		
B	25	Long	42.4	53.1	23.7	〃	-32	-23	11.2	-10	-2	-30
			42.8	52.7	22.6		-29	-23	6.0	-12		
C	32	Long	38.9	52.5	31.2	〃	-27	-22	9.0	—	—	—
			39.7	52.1	30.4		-23	-21	5.3	—		
SM 50	20	Long	35.8	52.6	27.0	〃	-42	—	8.2	—	—	—
			36.3	52.8	26.5		—	—	—	—		

* 12, 25mm thickness: JIS No. 1 32mm thickness: JIS No. 4.

** Arresting temperature of brittle fracture propagation under stress of half yield point.

*** Nil ductility transition temperature.