

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・榊本弘毅

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.

Table 3. Weldability of heavy plates.

(a) I. I. W. maximum hardness test and kommerell test.

Plate thickness (mm)	Welding condition			I. I. W. max. hardness test	Kommerell test (welded at room temp.)	
	Electrode	Current (A)	Speed (mm/min)	Vickers hardness	Bend angle	Crack
25	ⓈL-55 4mm ϕ	180	150	243	120°	No crack

(b) Mechanical properties of welding joint.

Plate thickness (mm)	Welding condition			Tensile test			Bend test (R=18mm)	Impact test			
	Electrode	Current (A)	Speed (mm/min)	Y. P. (kg/mm ²)	T. S. (kg/mm ²)	El (%)		Notched position	vTr ₁₅ (°C)	vTrs (°C)	vE-20 (kg·m/cm ²)
25	ⓈL-55 4.0mm ϕ 5.0mm ϕ	180 210	140~160 150~230	40.5	51.0	26.0	180° Good	Deposite metal	-56	-30	18.9
								Bond	-50	-34	20.3
								Fine grained part	-62	-35	13.9
								Globular pearlitic part	-55	-52	11.2
× Type joint								∟ Type joint			

Table 4. Chemical composition of sections.

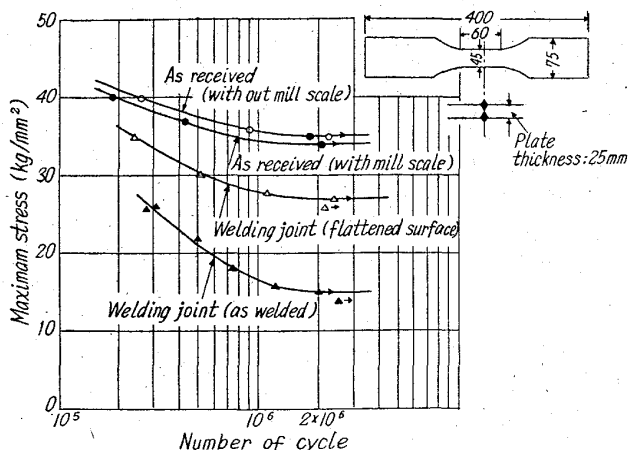
Mark	Thickness (mm)		Type of section	Section size	Chemical composition (%)					
					C	Si	Mn	P	S	Nb
A	t < 13	10	H section	H10×150×150	0.16	0.08	1.17	0.023	0.023	0.03
B	13 ≤ t < 20	15	Equal angle	∠15×200×200	0.19	0.05	1.13	0.021	0.023	0.05
SM 41		15	"	"	0.18	0.06	0.65	0.013	0.024	—
C	20 ≤ t	22	Sheet piling	YSPU-V	0.16	0.09	1.28	0.022	0.019	0.03
SS 50		22	"	"	0.34	0.01	0.63	0.016	0.020	—

Table 5. Mechanical properties of sections.

Mark	Thickness (mm)		Tensile test*			Bending test (deg)	Impact test		
			Y. P. (kg/mm ²)	T. S. (kg/mm ²)	El (%)		uE ₀ (kg·m/cm ²)	vE ₀ (kg·m/cm ²)	Strain ageing**
A	t < 13	10	41.6	55.7	27.1	180° Good	22.5	15.6	9.3
B	13 ≤ t < 20	15	42.1	57.3	23.7	"	15.2	7.3	4.2
SM 41		15	28.7	45.2	31.4	"	13.0	1.6	0.6
C	20 ≤ t	22	45.1	64.7	25.9	"	7.3	4.2	—
SS 50		22	36.0	64.3	25.2	"	1.1	0.8	—

* JIS No. 1 specimen.

** 5% prestrain→100°C 30 mn aged.



Testing machin: 50 t pulsator (Amsler)
Load repeatin rate: 50 c.p.m.

Fig. 1. S-N curves of unilateral tensile fatigue test.

Table 6. Chemical composition of deformed bars.

Mark	Diameter (mm)	Chemical composition (%)					
		C	Si	Mn	P	S	Nb
A	13	0.23	0.04	1.14	0.013	0.019	0.050
B	19	"	"	"	"	"	"
C	25	0.16	0.05	0.91	0.027	0.013	0.050
D	32	0.15	0.05	1.16	0.024	0.010	0.046

Table 7. Mechanical properties of deformed bars.

Mark	Diameter (mm)	Tensile test			Bending test**			Repeated bending test (number)***	Impact test uE ₀ (kg·m/cm ²)	Fatigue test unilateral bending fatigue (kg/mm ²)
		Y. P. (kg/mm ²)	T. S. (kg/mm ²)	El* (%)	D=0	D=1 d	D=2 d			
A	13	45.2	62.5	23.3	○	○	○	3.7	—	50.0
B	19	47.2	64.4	23.6	○	○	○	2.0	9.2	42.0
C	25	44.0	59.5	23.6	○	○	○	0.5	3.7	49.0
D	32	43.7	58.8	27.7	●	○	○	0.5	9.9	40.0

* G. L. 13~25φ.....8d (JIS No. 2 specimen), G. L. 32φ.....4d (JIS No. 3 specimen)

** ○ Good, ● Crack *** D=3d・180° bending→D=3d・360° inverse bending

れを生せず非常に優れた溶接性を示している。また接手部の強度と靱性は母材と同等以上で接手効率を高くとることができる。なお潜弧溶接も十分可能である。

vi) 疲労特性 母材および溶接部の片振引張疲労試験による S-N 曲線は Fig. 1 のとおりで疲労限は母材で 34 kg/mm² 以上、余盛削除の接手で 27 kg/mm²、余盛ままで 15 kg/mm² となり、SM 50 に劣らない特性を示した。

2. 形鋼

Table 4 に試作形鋼 3 種 (A, B, C) と比較材 2 種 (SM 41, SS 50) の成分を、また Table 5 にこれらの圧延ままの機械的性質を示した。

試作形鋼はいずれも降伏点が 40 kg/mm² を上廻り、従来の SS 41, SM 41 (共に yp.≥23 kg/mm²) ある

いは SS 50 (yp.≥28 kg/mm²) に較べて、降伏点は非常に高くなっている。

衝撃値は uE₀, vE₀ のいずれをみても板厚が大きくなると低くなるが、15mm 以上の厚手材でも vE₀ 3.5 kg m/cm² 以上を示し、比較材の SM 41 あるいは SS 50 に較べ改善されている。特に SS 50 の衝撃値は低く、強度を高めるために C% を増すことは靱性面で限度がある。

なお実物材の曲げあるいは軸圧力試験でも、試作形鋼の強度は現行の SS 41, SS 50 材に較べ 30% 以上上廻っていたことを附言したい。

さらに鋼矢板成品について、特に地圧力の大きい砂礫層をえらび、打込性試験を実施した結果、現行鋼矢板に比べ約 40% 少ない打撃数で、かつ頭部の変形なしに打込みが可能であった。したがって、かかる特異地質に対して、今回試作した高降伏点鋼矢板は非常に有効である。

3. 棒鋼

Table 6 に試作異形棒鋼 (形状は Dacon) の成分を示し、また Table 7 に圧延ままの機械的性質を示した。降伏点はいずれも 40 kg/mm² 以上を示し、従来の SSD 39 (yp.≥24 kg/mm²), SSD 49 (yp.≥30 kg/mm²) に較べ、30% 以上高い。

一方曲げ試験の結果は、180°の密着曲げでも最大径 32 mm 径の場合を除き、ほとんど割れの発生は認められない。これらの結果は従来の異形棒鋼に較べると形状、材質の面質で著しく改善されている。

(138) 高 Si Ni-Cr-Mo 鋼の諸性質について 22-620, 178, 152, 42-620

(超強力鋼の研究-I), 172, 222

特殊製鋼技術部

工博 日下邦男・○荒木昭太郎・佐々木博

On Properties of High Si Ni-Cr-Mo Steel.

(Study on ultra high strength steel-I)

Dr. Kunio KUSAKA, Shotaro ARAKI and Hiroshi SASAKI.

I. 緒

言 1521~1523

JIS に規定されている一般の強靱鋼よりはるかに抗張