

減少するためのある程度まで疲労抵抗を示すが、Crack の伝播はパーライトラメラに必ずしも左右されないため耐久比は上昇しないものと考えられる。Dieter らも mean free ferrite path は疲労性質に決定的な因子とはならないといっている。

文 献

- 1) C. A. EDWARDS, D. L. PHILLIPS, and H. N. JONES: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), (1940) No. II p. 199.
- 2) W. P. REES, B. E. HOPKINS, and H. R. TIPLER: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), (1954), p. 93.
- 3) C. E. LACY and M. GENSAMER: Trans. Amer. Soc. Metals, 32, (1944) p. 88.
- 4) J. A. RINEBOLT: Trans. Amer. Soc. Metals, 46, (1954) p. 1527.
- 5) A. M. TURKARO: Trans. Met. Soc., Amer. Inst. Min., Met. & Pet. Eng., 218, (1960) p. 24.
- 6) G. M. SINCLAIR, and T. J. DOLAN: Amer. Soc. Test. Mat., (1950) Proc. p. 587.
- 7) G. E. DIETER, R. F. MEHL, and G. T. HORNE: Trans. Amer. Soc. Metals, 47 (1955) p. 423.

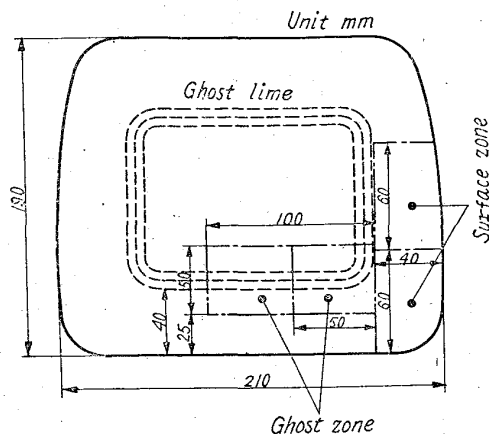


Fig. 1. Sampling position on a bloom section.

鋼塊のゴースト部と健全部との比較の試料は S35C および S30C 材として出鋼された 3 チャージより 4 本の鋼塊 (5.7t) を指定し、これを 200mm φ ブルームに圧延せるものより鋼塊の各部位 (頭部、中央部、底部) に相当する試料を採取した。ブルームにおけるゴースト部を S プリントで確認し Fig. 1 のようにゴースト部と表面部とを切出した。

製品素材およびブルームより切出した試片は 19 mm φ に鍛伸し、焼準または焼準後焼入焼戻しを行ない、疲労試片その他の試片に機械加工し、それぞれの試験を行なった。疲労試験は小野式回転曲げ試験機、試片は 2 号片で行なった。

ブルームより切出した鍛伸材はその後、チェック分析、オースナイト結晶粒度および介在物清浄度試験を行なった。

III. 試験結果および考察

(1) 製品についての試験

S50C 材では焼準材と焼入焼戻し材、S30C 材は焼入焼戻し処理して行なった。これらの試料および試験結果の一部を Table 1 に示す。

S50C 焼準材では引張試験値に介在物良、不良の差は殆んど認められなかつたがグループ I で疲労強度は介在物良材が不良材に比して良好な結果が得られた。しかし、グループ II ではその差が認められなかつた。グループ I, II とも衝撃値は介在物不良の方に高い傾向があつた。S50C 焼入焼戻し材では清浄度 A 系および介在物程度に差のある 2 組について比較したが疲労強度は一方の組で介在物良材が高く、他方の組で低く、介在物との関係は明らかではなかつた。衝撃値と介在物との関係も不明であつた。

S35C のグループ I では介在物清浄度および介在物程度が不良の 1 試料と介在物欠陥の軽い 2 試料とを比較したが介在物程度に大差なく、その機械的性質特に疲労強度に差がなかつた。グループ II では清浄度 B 系および介在物マクロ程度に比較的差のあるものを比較した。その機械的性質は不良程度の大なる No. 6 試料が低値であり、特に疲労強度が低い。No. 7 試料も介在物欠陥大の方で疲労強度が幾分低値であり、このグループにおいては介在物の影響があるようである。

(2) 鋼塊の各部位より採取した試料についての試験

669.14:620.192.45:620.178.37

(130) SC 材における非金属介在物と疲労強度について 63130

富士製鉄中央研究所 工博 小池 与作
 〃 釜石製鉄所 531~533
 清水幸男・駒塚正一郎・高橋宣夫

Relation between Nonmetallic Inclusions and Fatigue Limits of the SC-Grade Carbon Steel.

Dr. Yosaku KOIKE, Yukio SHIMIZU, Shoichiro KOMAZUKA and Nobuo TAKAHASHI.

I. 緒 言

鋼中の非金属介在物の悪影響の一つとして疲労強度の低下が考えられる。製品としての SC 材の疲労強度の水準を調査するとともに疲労強度を主に、その他の機械的性質と非金属介在物との関係を調べるため 2, 3 の実験を行なった。さらに鋼塊のゴースト部と健全部との疲労強度その他の機械的性質を比較するため S35~30C 材のブルームにおける表面部とゴースト部より試料を採取し、機械試験値と介在物との関係について調査を行なった。

II. 供試材および試験方法

製品の試料は S50C, 100mm φ および S35C 60mm φ の製品について基礎的調査を行なったものから選んだ。すなわち、素材時に成分 C, Mn およびオースナイト結晶粒反応ができるだけ同一で非金属介在物に差異のあるものを比較試験した。介在物の差異は JIS による清浄度試験値と清浄度試片の研磨面の肉眼検査で定性的に 4 階級とした介在物程度の優劣で分類した。

Table 1. Chemical compositions, cleanliness, fatigue limits and other properties of materials tested. (S50C and S35C).

Groups	Sample No.	Chemical composition %		Inclusions			Cleanliness grade (macro)	γ -grain size No. Gc[10]	Yield point kg/mm ²	Fatigue limit kg/mm ²	Impact value U-notch kg-m/cm ²
				Cleanliness %							
		C	Mn	A	B	C					
I (S50C) Normalized	20	0.53	0.63	0.12	0	0.02	B	6.7	46.6	28.0	4.5
	23	0.53	0.65	0.10	0	0.03	A	6.6	48.1	28.0	4.8
	21	0.52	0.63	0.08	0	0.05	C	6.6	47.0	27.3	5.2
	24	0.52	0.63	0.09	0.04	0.03	C	6.5	46.5	27.0	4.9
III (S50C) Quench-tempered	44	0.49	0.70	0.10	0	0.03	A	6.8	82.3	41.5	9.8
	45	0.48	0.72	0.13	0	0.03	C	6.7	72.4	39.5	10.9
	46	0.52	0.71	0.09	0	0.03	A	6.7	70.9	39.0	12.9
	38	0.51	0.71	0.16	0	0.03	C	6.3	78.6	39.5	10.1
II (S35C) Quench-tempered	5	0.36	0.73	0.09	0	0.07	B	5.9	67.6	37.5	17.1
	8	0.35	0.71	0.13	0	0.03	A	5.8	67.2	37.4	16.5
	6	0.36	0.72	0.10	0.04	0.01	D	6.0	60.4	35.5	16.3
	7	0.34	0.71	0.08	0.03	0.03	C	5.4	66.0	37.1	17.2

Table 2. Chemical compositions, cleanliness, fatigue limits and other properties of materials tested. (S35~30C).

Charge No.	Ingot No. - portion*	Specimen No. **	Chemical composition			Inclusions cleanliness %				Fatigue limit kg/mm ²	Impact U-notch kg-m/cm ²	Tensile strength kg/mm ²
			C	Mn	S	A	B	C	Total			
56	2-T	1S	0.34	0.66	0.020	0.14	0.01	0.01	0.16	38.5	21.5	81.8
		1G	0.35	0.67	//	//	0.00	//	0.15	37.0	19.9	82.4
	2-M	2S	//	0.66	0.022	//	//	0.03	0.18	36.0	19.7	82.7
		2G	//	//	//	0.20	//	0.00	0.20	//	20.3	85.4
	2-B	3S	0.33	0.65	0.019	0.17	0.03	0.02	0.21	//	19.2	79.7
		3G	0.34	0.63	//	0.12	0.01	0.05	0.18	34.0	19.0	80.1
	10-T	4S	0.37	0.65	0.018	0.18	0.00	0.03	0.21	40.2	22.5	75.7
		4G	//	0.64	0.019	0.17	//	0.04	//	39.0	21.3	77.0
	10-M	5S	//	//	//	0.13	//	0.03	0.15	38.5	23.0	81.3
		5G	0.35	0.63	0.018	//	//	0.02	//	//	22.7	77.8
	10-B	6S	0.34	0.65	0.021	//	//	0.00	0.13	35.5	19.6	85.1
		6G	//	//	0.020	0.11	//	0.03	0.14	//	//	74.5
57	10-T	10S	//	0.66	0.019	0.18	0.02	0.02	0.22	37.7	21.5	78.1
		10G	0.35	//	//	0.16	0.00	//	0.18	37.5	22.0	74.4
	10-M	11S	0.33	0.61	0.022	//	//	//	0.13	40.1	17.8	83.4
		11G	0.34	0.65	0.025	//	//	//	0.18	36.6	17.5	77.8
	10-B	12S	//	0.60	0.018	0.15	//	//	0.17	35.5	19.2	76.0
		12G	0.35	0.60	0.019	0.19	//	0.01	0.20	37.2	19.0	75.8
44	5-T	13S	0.28	0.67	0.016	0.12	//	0.02	0.15	38.2	23.5	71.6
		13G	0.27	//	0.018	0.08	//	0.04	0.13	36.2	21.3	78.5
	5-M	14S	0.29	0.66	0.016	0.15	//	0.01	0.16	35.5	23.0	75.4
		14G	//	0.67	0.018	0.14	//	//	0.15	36.0	22.1	75.3
	5-B	15S	0.28	0.65	0.017	//	//	0.02	0.16	—	21.3	75.9
		15G	0.27	//	//	0.08	0.02	0.00	0.10	—	23.1	75.5

* T: Top, B: Bottom. ** S: Surface zone, G: Ghost zone.

各試料のチェック分析, 介在物清浄度および機械試験結果を Table 2 に示す。

チェック分析の結果は T, M, B 各部の表層部とゴースト部との間に各成分とも大差はみられなかつた。介在物清浄度は各試片とも A 系介在物が 0.08~0.20% の

範囲に入り S 値と A 系介在物との間に明らかな関係はなく, また B, C 系とも試片間に大差はなかつた。結晶粒度は各試片ともおおむね Gc5 前後で若干の混粒が認められた。一般にゴースト部は表層部試片に比してわずかに粗粒のようであつた。

疲労強度と拡張力または降伏点の関係は一般に比例するが本試験においてはかなりのバラツキを示しその関係は明らかでない。疲労限比は拡張力の増加にしたがつて下つており、本試験の場合疲労限比を低下させる因子として特に、介在物の影響があつたかどうかが問題であるが表層部とゴースト部の差は見られず、また、疲労強度と介在物清浄度との関係を調べたが、両者の間に関係は認められず、拡張力に対する疲労限比の低下が介在物によるものとは考えられない。

各鋼塊部位で疲労強度はいずれも底部側が低値となる傾向がある。この原因としては、主に、チェック分析からも明らかなように底部の含有成分の低いことが考えられるが、また、鋼塊底部に発生する傾向のある地疵の影響も検討されなければならない。

表層部とゴースト部との比較では疲労強度が両者とも殆んど同じでやや表層部のものがゴースト部より高目のようである。疲労強度に明瞭に差のある試片の組を比較しても介在物の影響があるとは他の試片および諸試験と比して断定することは困難である。

IV. 結 言

製品としての S35C, S50C 材より採取した試料および S35~30C 材のブルームにおけるゴースト部と表層部より採取した試片について非金属介在物と疲労強度との関係を求めた。その結果を要約するとつぎの通りである。

- i) 製品の試験において、疲労強度はマクロ介在物または B 系介在物の不良のものが良材に比して低値なる傾向がうかがわれる程度で明確な介在物の影響は認められなかつた。
- ii) 鋼塊各部位のゴースト部と表層部との比較では成分、介在物および結晶粒度に大差がなく、疲労強度はゴースト部が表層部よりやや低値を示す傾向があつたが介在物の影響としては明らかではない。
- iii) 衝撃値に対する介在物の影響は見られなかつた。
- iv) 当所製 SC 材に存在する程度の介在物がもたらす疲労強度および衝撃値への影響は少ないものと考えられる。
- v) 疲労強度におよぼす介在物の影響を明確にすることはできなかつた。その原因として種々あるが試験方法および介在物の種類、大きさなどを充分考慮する必要がある。

669, 14, 018, 295: 669, 15, 24
26'28'29.2 / 781 - 194.2: 621.785, 61

(131) 低 Ni-Cr-Mo-V-B 系高張力鋼の熱処理について

大阪大学工学部 63/3/
工博 美馬源次郎・工博○山根寿巳・坂巻清司
Heat Treatment of Low Ni-Cr-Mo-V-B
High-Tensile Steel. 533~534

Dr. Genjiro MIMA, Dr. Toshimi YAMANE
and Kiyoshi SAKAMAKI.

I. 緒 言

現在我国で工業化されている高張力鋼として引張り強

さの高い低 Ni-Cr-Mo-V 系の 80 kg/mm² 高張力鋼は、強靱鋼としての優れた特性、すなわち高い引張り強さ、降伏点が引張り強さに比して高い値を示し欠切き靱性に対して強性質を有するなどの特性があるため、その用途は強度に対して重量を節減する必要があるところ、あるいは低温用強靱鋼として広く用いられている。この 80 kg/mm² 高張力鋼は強靱性ととも溶接性が良いことに重点がおかれているため、溶接熱影響部の硬化による割れ発生を防ぐための合金元素の硬化におよぼす等価炭素量 (C_{eq}) をなるべく低くするようにし Dearben, O'Neill によつて得られた C_{eq} と最高硬度との関係、H_{max} = 1200 × C_{eq} - 200 でえられる H_{max} の値を抑えている。このような溶接性の上から決めた組成の 80 kg/mm² 高張力鋼の熱処理性については、数多くの研究があるが、その多くは機械的性質を取り扱つており、焼き戻しの際に見られる諸現象と組織敏感な内部摩擦との関係を調べた研究はない。筆者はかかる観点から、熱処理による機械的組織上の変化を調べるとともに、内部摩擦を測定し、80 kg/mm² 高張力鋼の熱処理による組織構造上の興味ある実験事実を得たのでここにその結果を報告する。

II. 実験方法

本実験に使用した鋼種は 80 kg/mm² 高張力鋼であり、アーク式塩基性電気炉で製鋼された鋼塊を 25 mm 厚の鋼板に圧延したものである。その化学組成は Table 1 に示すように、低炭素鋼に特殊元素として、Ni, Cr, Mo, V, および B が少量添加されたものである。

引張り試験には JIS 4 号マイクロ引張り試験片を使用し、シャルピー衝撃試験には JIS 4 号 V ノッチシャルピー衝撃試験片を使用した。内部摩擦の測定は電磁的に励起させ、試料に共鳴横振動を与え、励起電力を切つた後の試料の振巾が 1/n (本実験では 1/4) に減衰する時間を測定し、 $Q^{-1} = \ln n / \pi f_0 t_n$ (f_0 : 共鳴振動数、 t_n : 振巾が 1/n になるまでの時間) により内部摩擦 Q^{-1} を測定した。内部摩擦測定試験片は 5 × 10 mm の断面で長さ 200 mm の寸法のものを使用した。高温顕微鏡組織は、八洲光学 (株) 製の高温顕微鏡にて観察撮影した。

III. 実験結果

1. 焼き入れ焼き戻しによる機械的性質の変化について

硬度の測定結果は、900°C より水焼き入れのままの状態で約 370 で 200°C に 30mn 間加熱後空冷処理で約 400 になり 700°C 焼き戻し温度までは焼き戻し温度が高くなるにしたがつて軟化を示し、900°C に 30mn 間加熱空冷処理により 240 になつている。引張り試験結果は焼き入れ後焼き戻し処理により 750°C までは引張り強さは低下して 750°C の焼き戻しで 80 kg/mm² の強さを示し、750°C に 30mn 間加熱空冷の焼き戻し処理により、引張り強さは 100 kg/mm² に高くなつている。伸びは 200~300°C 焼き戻しにより焼き入れのまま

Table 1. Chemical composition (wt.%)

C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	Cu	B
0.14	0.27	0.73	0.015	0.01	1.4	0.65	0.49	0.14	0.25	0.004