

析出は起っていない。この結果より見て Se と S はかなり類似した挙動をとることがわかる。(図省略)

IV. 総 括

(1) 高クロム鋼中の硫化物およびセレン化物の挙動について検鏡並びに X 線マイクロアナライザー、電解分離残渣の X 線回折により同定を行なった。

(2) 鋼塊中の硫化物の分布状態は溶解時の鋼中酸素含有量および脱酸条件により影響をかなり受けることがわかった。またこの分布状態は凝固時の酸化物の種類、大きさ、量によりかなり左右され、リムド鋼における従来の報告結果とは異なつた挙動であるが前報とは異なり Mo については顕著な影響は認められない。

(3) Al 脱酸の順当な場合に生成する微粒共晶型硫化物は熱間加工の塑性が低いが、比較的大粒のものは切断を起す傾向がある。

(4) Se は S と類似した性質を有し、本鋼種においては Cr を含んだ MnSe を形成する。さらにこの selenide は sulfide に比較して可塑性が低く熱間加工で糸状に伸びがたい。

669,15174/782-194,2:620,178,35:620,192,45

(110) Si-Mn 系低合金鋼の機械的性質
 におよぼす非金属介在物の影響に
 関する一実験

富士製鉄中央研究所

63300

工博 小池与作・小泉真人・古川 敬

An Experimental Study on Influences
 of Nonmetallic Inclusions on Mechanical
 Properties of a Low Si-Mn
 Alloy Steel. 1466 ~ 1468

Dr. Yosaku KOIKE, Mahito KOIZUMI
 and Takashi HURUKAWA.

I. 緒 言

非金属介在物と鋼の機械的性質との関係については報文も多いが、定量的に十分解明されていない。その一因は、機械的試験の破断箇所での介在物の真の存在状態が認定され難い点である。この観点から、下記の方法で人工的に介在物を含む試料を製作し、その存在状態を確認して、機械的性質と介在物条件との関連をできるだけ明確ならしめようと試みた。

II. 実 験 方 法

この法の要旨は、2 個の鋼片間に所望の介在物粉末を挿み、熱間圧接して試料を得ることである。Table 1 に、鋼材および介在物の各供試素材を掲げ、Fig. 1 に、試験片製造法および介在物存在量測定法を示す。試験鋼種は Si-Mn 系低合金鋼で、学振第 3 法による清浄度は 0.062 であつた。

試験介在物は、Al₂O₃, MnS·MnO 混合物、および

Table 1. Materials and preparation for samples.

Steel	C : 0.17, Si : 0.38, Mn : 1.47, P : 0.01, S : 0.01, Cu : 0.11, Al : 0.006 % respectively.				
Inclusion materials	Nominal	Al ₂ O ₃ Powder	MnS·MnO Powder	Mn-silicate powder	
	Composition*	α Al ₂ O ₃	α MnS:56%, MnO:44%	MnO·2.3(SiO ₂)	
Sample preparation	Inclusion materials	Sample No.	Original inclusion particle size, mean diameter (μ)	Distribution of inclusion particles on planes to be press-welded**	
	Al ₂ O ₃	1	5	Relatively dense rough	
		2			
		3	50		dense rough
		4			
	MnS·MnO	5	5	dense rough	
		6			
		7	50		dense rough
		8			
	Mn-silicate	9	5	dense rough	
		10			
		11	50		dense rough
12					

* Determined by X-ray diffractions and chemical analyses.

** Particles were distributed homogeneously in every case.

Mn-silicate (いずれも化学試薬) の 3 種類で、それぞれ平均粒径 50μ 程度および 5μ 程度のものについて試み、しかも各場合において、比較的密に散布した場合、および粗く散布した場合について実施した。介在物試薬を均一に散布した面を介して鋼片を重ね、周囲を溶接し、 1200°C に加熱の後、プレスにより境界面に垂直に加圧、圧接して 20mm 厚の板状試料(圧下率約 70%)を得た。比較のために、介在物を散布せず単に熱間圧接(同一圧接条件)した試料と、さらに、原鋼材そのままを 1200°C で熱間プレス(組織上の条件を揃えるため)した試料をも準備した。各試料から、Fig. 1 のごとくシエンク振り疲労試験片および衝撃試験片各素材を切出し、さらに同図の Z 方位を長手とした引張および衝撃各試験片素

材を切出した。この場合、長さが当然不足なので同鋼種を溶接、延長した。各試験片素材は、いずれも組織上の条件を揃えるために、仕上切削に先立つて $850^{\circ}\text{C} \times 1\text{h}$ に加熱、焼準した。各試験片について所定の試験を行ない、とくに疲労試験については各場合の S-N 曲線を求めた。ただし Fig. 1 の B_1 および B_2 のごとき方位から得た衝撃試験片は、試験実施に先立ち、圧接面を検鏡して存在介在物量を詳細に測定した。その法として、圧接面上の介在物長さを逐一測定し、 5μ 毎の粒度別に介在物長さの和を得、測定域全長に対する比を算出し、これを Fig. 1 の x および y 方位について求め、その積から粒度別の存在面積比を求めた。さらに、すべての粒度に対する値の総和を得て介在物存在総量とした。

III. 結果および考察

検鏡によると、圧接面はきわめてよく密着し、人工的に介入させた各介在物は、先天的に存在するものに酷似している。その一例を Photo. 1 に示すが、圧接面を横切つて結晶粒界が存在することは、少なくとも光学顕微鏡的には十分に圧着されていることを物語るといえよう。引張試験結果では、圧接面に垂直方向の強度は原鋼材本来の強度とほとんど同一であり、介在物の種類および量による明瞭な差はみられない。しかし破面を見ると圧接試料は絞りがほとんど現われず、外見上脆性破面を呈している。一方、疲労試験片の破面は、含有介在物により若干異なるが、介在物を入れずに圧接した試料と原鋼材のままの試料との間にはほとんど差がなく、得られた S-N 曲線も全く同一であった。したがって、圧接面には submicroscopic ななんらかの heterogeneity が存在すると考えられるが、この実験のような試料方位で振り疲労試験を行なつた場合は、その影響を無視し得る条件が構成されると思われる。

Table 2 は、圧接面上の介在物存在総量の測定結果を示し、Fig. 2 は圧接面に対する粒度別の存在面積比を図示したものである。

Fig. 3 に疲労試験結果を示す。これらを対照して考えると、介在物が同種ならば、一般に存在総量の増大につれて疲労限が低下する傾向が覗かれるが、疲労限劣化を決定づけるのは、 200μ 程度以上の粗大な介在物の存在量であると思われる。ただし、MnS·MnO 介在物を含む試料については、その点やや不明確である。というのは、粗大介在物量に決定的な差がなく、疲労限の順位は 5μ 以下の介在物量に一層明瞭に従うように思われるからである。No. 4 (Al_2O_3) あるいは No. 12 (Mn-silicate) のように、微細介在物のやや多い試料が、それぞれの系列の S-N 曲線群において必ずしも極端な低値を示していない点から見て、 5μ 程度以下の介在物量の影響が比較的少ないと仮定すれば、MnS 系の粗大な介在物が極く僅か存在しても疲労限を大きく低下させるものと考えられるが、即断はできない。しかし、たとえば No. 6 と No. 2 との各曲線を比較すると、MnS 系介在

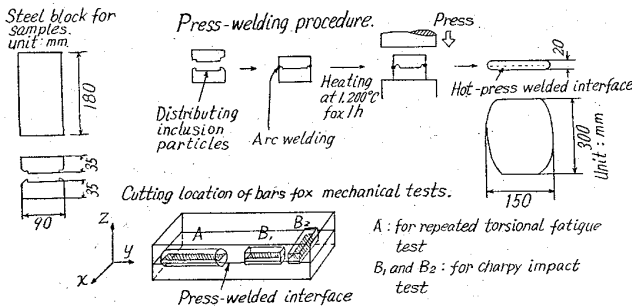
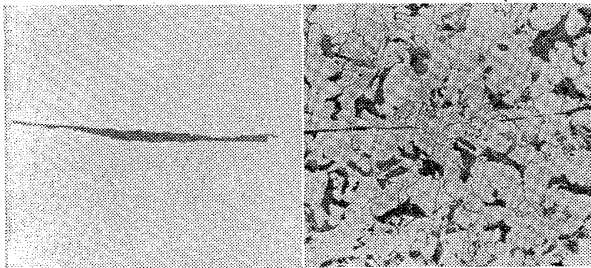
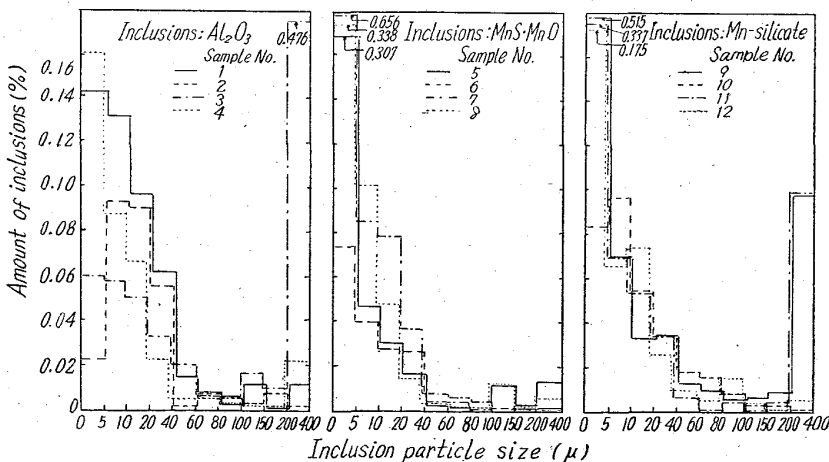


Fig. 1. Technique for making samples.



unetched $\times 400$ (1/2) etched in 2% Nital $\times 400$ (1/2)

Photo. 1. Examples of microstructures of samples containing Mn-silicate inclusions. Elongated inclusions indicate press-welded interface.



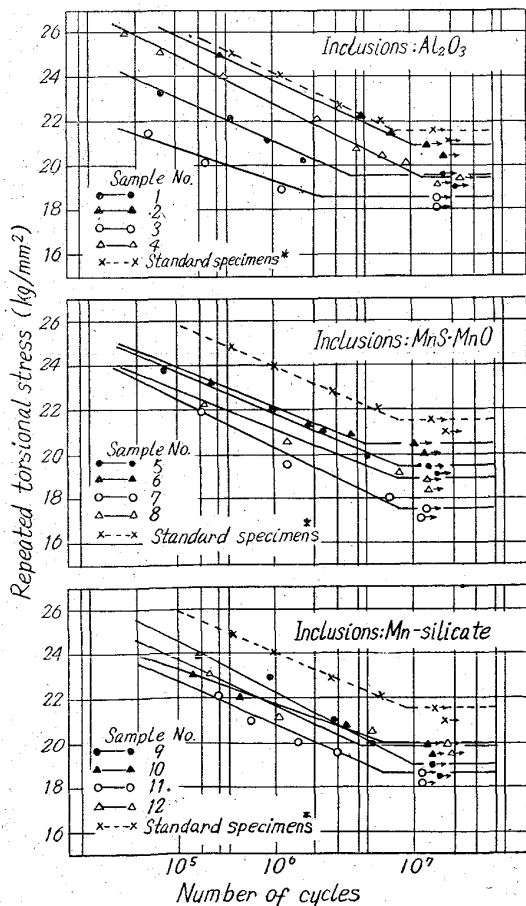
note: Inclusion content data, except for $0\sim 5\mu$ and $5\sim 10\mu$ ranges, consist of sum of several size degrees' data. For example, data for $40\sim 60\mu$ range are the sum of the data of 4 degrees. (cf. Fig. 1)

Fig. 2. Amount of inclusions of each particle size.

Table 2. Total inclusion content* at the press-welded interface of each sample after made up.

Inclusions	Sample No.	Total inclusion content (%)
Al ₂ O ₃	1	0.484
	2	0.293
	3	0.740
	4	0.379
MnS · MnO	5	0.416
	6	0.194
	7	0.896
	8	0.551
Mn-silicate	9	0.797
	10	0.318
	11	0.612
	12	0.384

* Expressed by % of area of the press-welded interface.



* Press welded without addition of inclusions. Results from original steel specimens (not welded) also fall on the same S-N curve.

Fig. 3. Repeated torsional fatigue test results.

物は、全存在量が比較的少なくとも、疲労特性への悪影響が Al₂O₃ に比して大きいことが推察されるが、これは上述の考察をある程度裏づけるものであろう。

衝撃試験片において、圧接面を劈開する方向にノッチを入れた場合は、介在物の質および量にほとんど無関係に、衝撃値が大きく低下した。介在物を含まぬ圧接試料も、原鋼材のままの試料に比較してかなり低下するので、介在物の差による影響の検出は困難である。圧接面に直交してノッチを入れた場合は、とくに介在物総量の多い試験片の衝撃値が若干上昇する傾向がみられた。これは、破断に伴って、介在物を起点として圧接面を多少切り開くためにエネルギーが費されるので、見掛けの衝撃値が増加することによるものと思われる。

669,14:669,046,558,53
669,74:620,192,45:539,388,22

(111) Mn 脱酸鋼中の介在物の変形

(圧延の際の鋼中非金属介在物の変形—I)

金属材料技術研究所 63301

工博○内山 郁・角田 方衛

Deformation of Inclusions in Steels Deoxidized with Manganese. 1468 ~ 1470

(Deformation of nonmetallic inclusions during rolling of steel—I)

Dr. Iku UCHIYAMA and Masae SUMITA.

I. 緒 言

鋼の諸性質におよぼす非金属介在物の影響については、漸次報告が出されているが、まだ完全な説明がなされていない。これは、非金属介在物自体の性質が十分に解明されていないこと、非金属介在物の種類、形状、大きさなどが複雑であること、非金属介在物だけの影響をその他の因子のそれと切離して検討することがむずかしいことなどによる。また、鋼の性質におよぼす影響を考える際には、鋼種によつて、それに従いがい要求される性質に応じて考慮すべきものとする。しかし、一般には、P. H. FRITH¹⁾, R. F. JOHNSON et al²⁾, が述べているように、非金属介在物の種類、量、形状、大きさなどによつてその影響は異なることが知られている。近年、鋼に熱間加工を行なつた場合の非金属介在物の変形について、E. SCHEIL et al³⁾, F. B. PICKERING⁴⁾ およびその他⁵⁾ の研究が報告されているが、いずれも上記のような観点に立つものと考えられ、重要な課題の 1 つである。

本研究は、非金属介在物が熱間および冷間加工を受けた際の挙動を調べることを目的とし、まず Mn 脱酸を行なつた 2 鋼種 (SK 3, S10C) 中の介在物の変形について報告する。

II. 供 試 材

(i) 溶 製

市販 SK 3 鋼および S10C 鋼をそれぞれ 50 kg つつ高周波電気炉で大気中再溶解し、Mn で脱酸して、下記のごとき鋼塊を得た。