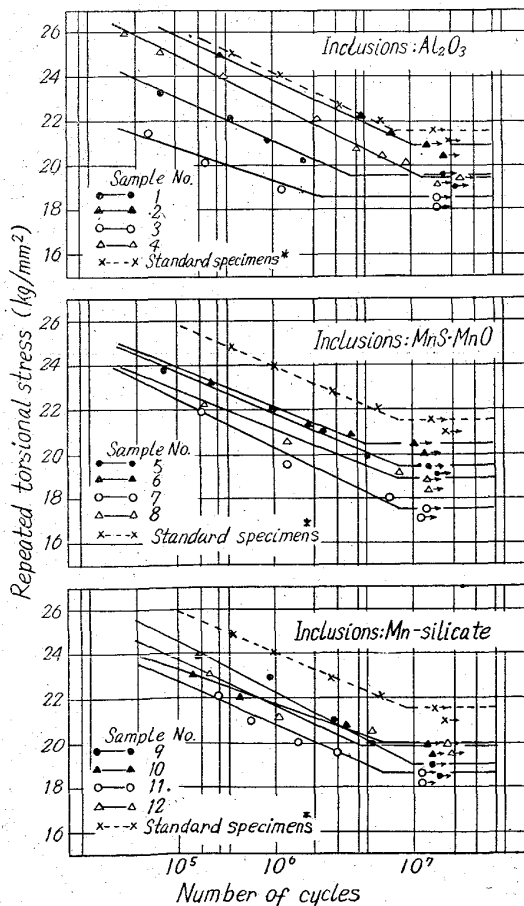


Table 2. Total inclusion content* at the press-welded interface of each sample after made up.

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

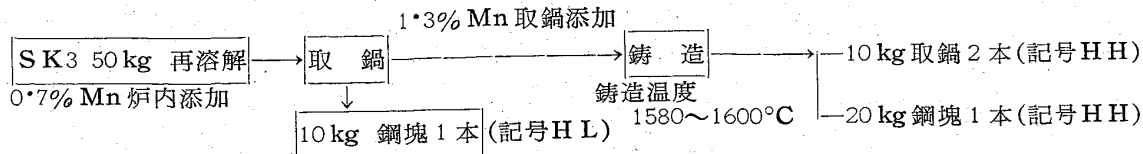
鋼の諸性質におよぼす非金属介在物の影響については、漸次報告が出されているが、まだ完全な説明がなされていない。これは、非金属介在物自体の性質が十分に解明されていないこと、非金属介在物の種類、形状、大きさなどが複雑であること、非金属介在物だけの影響をその他の因子のそれと切離して検討することがむずかしいことなどによる。また、鋼の性質におよぼす影響を考える際には、鋼種によつて、それに従いがい要求される性質に応じて考慮すべきものとする。しかし、一般には、P. H. FRITH¹⁾, R. F. JOHNSON et al²⁾, が述べているように、非金属介在物の種類、量、形状、大きさなどによつてその影響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 づ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。



S10C 鋼についても同様な鋼塊を得た。(記号: I L および I H)

(ii) 熱間加工

上記で得た 10kg 鋼塊を 1250~1000°C および 1000°C 以下の 2 種類の温度範囲でそれぞれ圧下率 9, 36, 70 の圧延を施し, おのおのから観察その他のための試料を採取した. なお, 圧延温度については, 十分な注意をはらい, 温度が下がった場合には再加熱を実施した. また Mn 添加量の少ない鋼塊 (H L および I L) はそれぞれを 1/2 に切断し, 一方は 1250~1000°C, 一方は 1000°C 以下の圧延に供した.

III. 実験方法

- (i) 化学組成 (省略. 但し, Mn 量は 2.4% 程度)
- (ii) 介在物の同定は, X線マイクロアナライザー試験および電解抽出残渣の X線回折により行なつた.

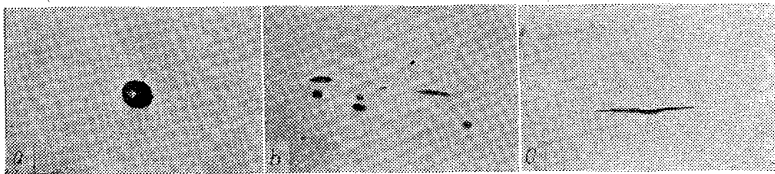


Photo. 1. (a) Manganese oxide in steel (as cast) (Specimen IHH 0)
 (b) Elongated manganese sulphide and manganese oxide in steel (Specimen IHH 1)
 (c) Elongated manganese sulphide in steel (Specimen IHH 1)

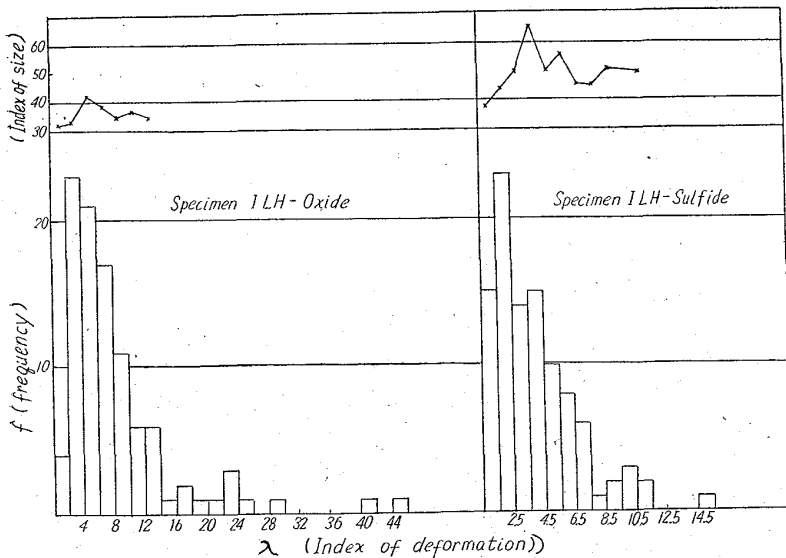


Fig. 1. Relations between index of deformation and frequency and between index of size of inclusion and index of deformation. Specimen S10C, Mn addition: 0.7%, Rolling temp.: 1250~1000°C, Rolling ratio: 36

Table 1. Areal proportion of inclusion. (%)

Specimen	A type	B type	C type	Total
HHH 2*	0.246	—	0.066	0.312
IHH 2**	0.104	0.063	0.159	0.326

* SK 3 steel, Mn addition: 2.0%. Rolling ratio: 36, Rolling temp.: 1250~1000°C.
 ** S10C steel, Mn addition: 2.0%, Rolling ratio: 36, Rolling temp.: 1250~1000°C.

(iii) 介在物の面積率を JIS 法で測定した.

(iv) 介在物の変形の調査

光学顕微鏡で形態的な観察を行ない, 更に接眼移動測微計を使用し, 1000倍で, 介在物の圧延方向の長さ b と圧延方向に直角方向の長さすなわち巾 a を測定し, 変形指数 $\lambda = b/a$ を求めた. 次に, 同一の λ の値の場合について介在物の大きさの平均を求め, 変形の度合と介在物の大きさとの関係を求めた. 上記の調査は, SCHEIL らの述べている考え方に基いて実施した.

IV. 実験結果および考察

本観察に用いた試料中の介在物は硫化物 (MnS) とマンガン酸化物 [(Fe, Mn)O] が主体であり, Mn 量の多い試料すなわち HH 試料と IH 試料では, Mn が大部分を占めた (Fe, Mn)O と思われる. なお, SK 3 鋼 (H L および H H) 試料には, かなりの硫化物が認められた. JIS 法で介在物の面積率を測定した結果の例を Table 1 に示す. 介在物の写真の 1 例を Photo. 1 に示す. Photo. 1(a) は鑄造したままの S10C 鋼で Mn 量の高い試料中の球状酸化物であり, Photo. 1(b) と 1(c) は 1250~1000°C の温度で圧延比 36 にした試料中の硫化物および酸化物である. 長く伸ばされた硫化物と楕円形に変形した酸化物が見られる.

次に, 各試料について介在物を種類毎に各々 100 個についてその変形指数を求め, その度数分布をとり, 各試料についての変形指数の平均値を求めた. Fig. 1 に S10C 鋼で Mn 量の少ない試料を 1250~1000°C で圧延比 36 に熱間加工した場合の酸化物と硫化物の場合を 1 例として示した. 同時に変形の度合と介在物の大きさとの関係を Fig. 1 の上方に示した. (他の試料については省略).

介在物の変形について調べた結果をまとめると次のようになる.

(i) 鋼種が異なつた場合すなわち SK 3 鋼と S10C 鋼の 2 つの間では, 介在物の変形

状態にはつきりした差は見られなかった。

(ii) 硫化物、酸化物共に圧延比が大きくなるに従って伸びが伸び、更に大きくなると切れ切れになつていく。圧延比 70 の試料においては殆んどが上記状態になり、従つて変形指数の算定は行なわなかつた。また、圧延比が大きくなるに従つて変形の増加の割合は少なくなり、一般に硫化物の方が酸化物よりも各温度各圧延比を通じて伸びが伸び易いことが認められた。なお、圧延した場合に、介在物内には何れの場合にも亀裂または破壊の現象は見られなかった。

(iii) 硫化物の場合、圧延温度が低い時すなわち1000°C 以下の圧延の場合の変形指数の方が高い圧延温度の場合よりも大きくあらわれた。酸化物については、はつきり認められていないが、ある場合にはその逆の結果もあらわれている。これらは、圧延温度により、介在物の可塑性とマトリックスの可塑性の関係が変わるためと考えられる。

(iv) 介在物の大きさと変形の割合を調べた結果、介在物が大きくなるに従つて変形の割合も大きくなる。

文 献

- 1) P. H. FRITH: J. Iron & Steel Inst.(U.K.), 180 (1955), p. 26
- 2) R. F. JOHNSON et al: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), 196 (1960), p. 414
- 3) E. SCHEIL et al: Stahl u. Eisen, 72 (12) (1952), p. 683
- 4) F. B. PICKERING: J. Iron & Steel Inst. (U.K.), 189 (1958), p. 148
- 5) 学振資料19委 No.6739, No.6907 (八幡製鉄): 内山: 日本鉄鋼協会昭和38年春季講演大会発表. その他

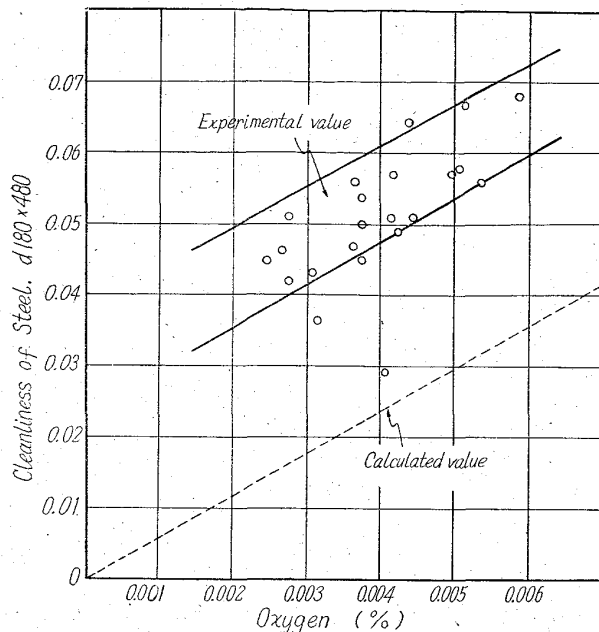


Fig. 1. Effect of oxygen on the cleanliness of steel.

それらの割合が知られなければならないが、実際には一応実例による平均値を使用すれば、もともとがおよその推察であるから大して問題にはならない。

このようにして求めた酸素量の変化による実測値および比重から推算した結果を併せて Fig. 1 に示したが、実測値および計算値が変化の様子はよく一致している。一方全酸素量を分析する真空溶融法による酸素分析値と、酸化物中の酸素を分析するサンド分析値とはよく一致するから、実質的には固溶する酸素は無視し得ると考えられる。従つて清浄度は硫黄量が一定の時は、全酸素量の変化に従つて一元的に表わされる。同様な考察は硫黄に対しても加えられ、その結果清浄度は

清浄度 = f (全酸素, 全硫黄, 固溶した硫黄) で表わされると考えられた。硫黄は酸素に比して含まれる量が多いので、この変動は清浄度に特に大きく影響する。

一方微視的介在物は大部分が dendrite の樹間に存在することが明らかにされた。従つて微視的介在物の大部分は溶鋼中に溶解していた酸素、硫黄が凝固過程で析出されたものと考えられる。

III. 非金属介在物の長さに対する統計的考察

一定面積に現われる伸ばされた介在物の長さや数を全数測定した。これらの結果を Fig. 2 に示した。この結果から介在物の長さの分布型は下に示した指数関数で示される。

$$f(x) = \lambda e^{-\alpha x} \dots \dots \dots (1)$$

f(x): 介在物の長さが x になる確率

α, λ : 恒数

Fig. 2 から (1) 式は具体的には

$$f(x) = 2e^{-2x} \dots \dots \dots (2)$$

となる。一方この検鏡面を含んだ試験片全面からは、0.66mm 以上の長さの地疵が11コ存在していた。一般に微視的介在物の長さの分布が (1) 式で表わされるとすると、この11コの大型介在物は有意の差を以て、(2) 式に

620,192,45 = 620,186 = 620,184

(112) 地疵と微視的介在物との関係について 63302.

関東特殊製鋼 ○泉田和輝

Relation between Macroinclusion and Microinclusion. 1470 ~ 1472.

Kazuteru SENDA.

I. 緒 言

鋼中に存在する非金属介在物を仮にその大きさに従つて、巨視的介在物と微視的介在物とに分けることとする。先づ微視的介在物の量すなわち清浄度の支配因子について、大局的に考察を加え、次で巨視的介在物すなわち地疵との関係を究明し、地疵生成機構の解明の一助とすべく若干の考察を加えた。なお対象とした鋼種は特に断りのない限り、0.80% C, 1.8% Cr の高炭素クロム鋼である。

II. 微視的介在物

この場合酸化物、硫化物の2つを取扱えば充分と思われる。先づ酸素が鋼中に固溶しないで、全部酸化物として析出していると考え、酸化物の比重からそれが鋼中でしめる面積率が求まる。但し酸化物の結晶形、種類、