

例は少ない。又この場合でも何の異常もない silicate もある。砂疵の様に甚だしい場合は 1200°C と同じである。

(3) 常温の場合は試験片のまゝ研磨して、先に介在物の状況を観察した後に引張つたが、両 type 共介在物と地との境界で劈開的に裂け介在物自体は割れることはあつても伸びることはないことが観察された。

IV. 結 言

以上の如く非金属介在物を延伸方向に直角に高温高速で引張つた場合の抗張力、伸びにおよぼす影響が示された。又途中止め試料により介在物の挙動が相当に明らかになつた。

これ等を実際に製管した場合に発生した亀裂と比較すると、穿孔 (1200°C) では主に sulphide が疵になり易いと考えられる。silicate は砂疵の如き大介在物が多量に且つ集団的にない限り (この介在物から網目状の crack は発生しない) 亀裂にはなり難いであろう。

これに対して 800°C 前後の絞り圧延では、silicate の周辺が割れて膨れ疵の原因となる事がありうるであろう。

文 献

- 1) 井上: 鉄と鋼, 41 (1955) 506

(115) 軸受用高炭素クローム鋼の砂疵検査に関する二三の実験について

Some Experiments on Macroscopic Inspection for Non-Metallic Inclusions in 1% C-1.5% Cr Ball Bearing Steel

K. Kawano, et alius.

住友金属鋼管製造所

理 三好森次・ 〇川野和男

I. 緒 言

Table 1. Statistical results for macrospical inspection of non-metallic inclusion in 1% C-1.5% Cr ball bearing steel

Group	Number of specimen	Length of macroscopic inclusion			0.1~0.4 mm			0.5~0.9 mm			1.0~1.9 mm			≥2.0 mm		
		\bar{x}	s	s/ \bar{x} %	\bar{x}	s	s/ \bar{x} %	\bar{x}	s	s/ \bar{x} %	\bar{x}	s	s/ \bar{x} %			
A	8	26.7	12.02	45.1	12.9	9.05	70.1	2.8	1.91	68.3	0.8	0.71	88.8			
B	8	32.3	20.46	63.4	15.0	3.55	23.6	3.8	2.32	61.1	0.6	0.06	176.8			
C	18	40.1	14.04	35.0	15.1	6.39	42.4	3.8	2.00	52.7	0.3	0.47	156.6			
D	18	44.4	26.56	48.6	16.1	8.32	51.7	3.4	2.06	60.6	0.4	0.59	147.5			
E	12	86.9	31.12	36.0	10.3	4.51	43.8	2.0	1.00	50.0	0.3	0.47	155.6			

軸受用高炭素クローム鋼としては種々の金相的検査が行われることになつている。砂疵検査もその一つであつて、この方法は学振法にも定められ、従来より永年に亘つて実施されて来たのであるが実際の製品検査を実施中にこの検査そのものについて若干疑問が出て来た。砂疵検査にはばらつきの多いこと、検査員によつて差が出来ること等は或る程度衆知の事実ではあるが具体的に示されていない。又非金属介在物として長いものは相当数認められるにも拘わらず砂疵検査にはその割合に検出し難いものであることは常に経験している。従つて所謂砂疵なるものと非金属介在物との関係を調査して置く必要があると考えた。この報告はこれ等の二点即ち砂疵検査の方法上の問題と非金属介在物との関係について調査したものである。

II. 砂疵検査方法の検討

砂疵の比較的大きいものについてはこれを見誤つたり、検出し損うことは少いと考えるが微細なものについては問題がある。これは材料の硬度、切削条件等によつて影響されることが実験の結果認められたがこの結果は省略する。ただ切削条件において切削速度が速くなれば表面が綺麗になつて細小の疵は消失し、速度が遅くなれば多数の偏析が表われて砂疵らしいものが判定出来なくなる。従つてこれ等の研究結果に基いて切削条件を切込 0.2mm, 送り 0.2mm 表面速度 80m/mn に一定して以下の試験を行うこととした。ここで問題としたのは従来の検査方法で行う場合の個人差或いは同一人の試験内における変動である。これ等を調査するため素材として冷間仕上軸受用鋼管 5本をそれぞれ 5等分して内外面よりそれぞれ 2mm の深さの位置を切削し検査した。これ等の 5本の鋼管は何れも同一溶解であるが鋼塊内における位置は不明である。1回の試験に対しては同一鋼管より試料を採つた。検査員に経験者 3名を選んだ。試料には検査の際目印を附することを避け、鋼管に縦方向に筋を入れて小区分に分画し、その小区分内においては砂疵の数は記憶出来る程度とし、同一試験材を繰返し使用出

Table 2. Classification by macroscopic inspection of non-metallic inclusions macroscopically detected in 1% C-1.5% Cr ball bearing steel.

Type of non-metallic inclusion		Sulphide type	Silicate type	Alumina type	Not seen*
Group					
Sulphide rich group	n %	945 60.5	47 3.0	113 7.2	457 29.3
Alumina rich group	n %	3 2.4	33 27.2	65 52.0	23 18.4
Silicate rich group	n %	41 25.9	61 38.6	14 8.9	42 26.6

* "Not seen" means that inclusions are removed by polishing or that only traces are seen and no inclusion is recognized.

Table 3. Ratio of macro-inclusion to micro-inclusion in 1% C-1.5% Cr ball bearing steel.

Group	Portion Type of inclusion	Outside			Inside		
		Sulphide type	Silicate type	Alumina type	Sulphide type	Silicate type	Alumina type
Sulphide rich group		13.5%	6.0%	6.4%	19.3%	0.5%	9.9%
Alumina rich group		0	7.6	2.9	0.4	2.8	0.9
Silicate rich group		7.5	7.9	23	7.2	14.2	5.8

来るようにした。又試験の終了と同時にその成績と試料は検査員から取上げ、又試料は乱数表により試験順を定める等の方法により検査員が疵を記憶することを防止した。かくすれば同一試験材を繰返し使用することが出来る。試験としては

1. 三検査員相互間の変動
2. 同一人が繰返検査した場合の変動
3. 同一人が同一溶解内の鋼管をほぼ同一条件で試験した場合における変動

等を推計学的に処理したものである。この一例を Table 1 に示した。この結果微細な砂疵は検査員間においても又同一人においても変動の大きい事を示した。これは試験の条件を均一にしても既に検査する人自身において常に不可避的な誤差を伴うもので溶解内の位置、切削方法のみによるものでないと考えられる。比較的大きい疵に対しては変動係数は大きいとその絶対値が少く一般に余り問題にならないと考える。

III. 砂疵と非金属介在物との関係

砂疵として現出する原因については種々考えられる。外面における疵や捲込の如きものは別としても非金属介在物以外のものも含まれるとは考えるが少くも非金属介在物は砂疵として表われてもよいように考える。通常の顕微鏡の検査において認められるやや長いもので微細な砂疵として認められてもよい範囲のものが相当あるにも拘わらず砂疵としてはその数が少い。この事から非金属

介在物によつて砂疵として現出し易いものとし難いものとがあるのではないか、或いは更に砂疵の本性と云つた事に問題へ発展して来る。これを調査する為砂疵と判定した欠陥に符号を附しこれを円筒の儘鏡面に研磨し検鏡してこれを分類した。砂疵としての現出の程度を比較する為精錬法を異にするもので予め顕微鏡により sulphide, silicate, alumina の多い溶解を選び検査した。この結果を Table 2 に示す。ここには砂疵の大きさに関係なくその数のみを示したが砂疵の約 20~30% は非金属介在物を認め得なかつた。これは初めから単なる空孔であつたものもあるかも知れないが多くは非金属介在物の存在が浅く、研磨の際脱落したものと考えている。又傾向としては顕微鏡による非金属介在物の結果によく似ているがこれを同一面積に換算して比較すると Table 3 のようになる。即ち顕微鏡的非金属介在物と砂疵の比をとると砂疵は非金属介在物の概ね 10% 以下、但し sulphide のみこれが多数存在する場合は概ね 13~20% 程度である。即ち多数の非金属介在物の一部が砂疵として現出ししかも sulphide 系が多数ある場合はそれが最も表われ易い事を示している。

IV. 結 語

これらの結果を要約すると

1. 微細な砂疵の成績は変動が大きく、これはこの検査法の本質的なもので切削条件等の条件を均一にしても避けられない。

2. 砂疵の大部分は非金属介在物でしかも鋼中に存在する非金属介在物の一部が表われるに過ぎない。更にその表われる介在物と表われない介在物は形態上区別出来ない。

この二点を総括して考えると微細な砂疵については検査結果から判断出来ることは材料内の比較的大きい介在物の存在を或る程度の範囲の確率で推定出来るに過ぎないと云うことである。講演においては以上の記述の内容をより詳しいデータを示して説明する考である。

(116) クリンガー・コッホ法による鋼中非金属介在物の定量方法の研究 (I)

(普通鋼の酸化介在物について)

Research on the Determination of Non-Metallic Inclusions in Steel by P. Klinger & W. Koch's Method (I)

(Oxide Inclusions in Plain Carbon Steel)

T. Tamoue et alii,

住友金属工業, 鋼管製造所

理博 細田 薫・桐野利定・○田上豊助・東出秀雄

I. 緒 言

鋼中に介在する非金属介在物の多寡が鋼の材質の良否に影響することは周知の事実である。当所においても近年各種特殊鋼の製造に対処して非金属介在物の少い鋼を造るための基礎として非金属介在物の正確な定量法の確立が強く要望せられてきた。

鋼中酸化介在物の定量法としては酸溶解法, 塩素法, 沃度法, 電解法, 分別真空熔融法等従来広く研究せられて来たが, 広い鋼種に亘り全酸化介在物を抽出定量し得る分析法は未だ確立を見ていない。

近年 P. Klinger & Koch によつて創始せられた電解抽出-塩素処理-真空昇華法¹⁾による酸化物の定量法がドイツにおいては各種の冶金, 金相学的研究に利用されており, その定量法は原理的にも他の定量法に比し優れた面も多々考えられたので電解装置一式をドイツより輸入して定量法の検討を行つた。

II. 電 解 装 置

電解装置の概要を Fig. 1 に示す。電解室は寒天を附着させた耐火物製の隔壁を隔てて硝子製の陽極室と陰極

Table 1. Examples of analytical results.

Samples		Inclusion %					
Mark	Composition	Total	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	Cr ₂ O ₃
O4	C 0.04	0.0598	0.0338	0.0014	0.0016	0.0186	tr.
	Si 0.16	0.0643	0.0368	0.0015	0.0006	0.0211	0.0001
HCB	Mn 0.48	0.0148	0.0039	0.0090	0.0002	0.0004	tr.
	C 0.12	0.0139	0.0037	0.0093	0.0002	0.0004	0.0005
K6	Si 0.27	0.0543	0.0263	0.0202	0.0008	0.0011	0.0002
	Mn 0.49	0.0486	0.0268	0.0143	0.0010	0.0012	0.0002
O6	C 0.04	0.0316	0.0225	0.0029	0.0005	0.0027	0.0002
	Si 0.93	0.0335	0.0236	0.0041	0.0007	0.0031	0.0001
K5	Mn 0.74	0.0140	0.0047	0.0047	0.0018	0.0001	0.0002
	C 0.53	0.0143	0.0040	0.0041	0.0025	tr.	0.0010
C6	Si 0.31	0.0279	0.0246	0.0018	0.0001	0.0023	tr.
	Mn 0.50	0.0278	0.0261	0.0034	0.0003	0.0028	0.0003
L4	C 0.04	0.0300	0.0120	0.0155	0.0025	0.0019	0.0011
	Si 1.89	0.0329	0.0114	0.0185	0.0003	tr.	0.0002
	Mn 0.78						