

2. 配合粘土の効果を増す爲には原砂そのものゝ細粒を取除く事.
3. 混砂時間を増しても比例的には砂粒が破壊されな
- い.
4. 長時間混砂を行ふ場合には2と同様に細粒を取除

いて混砂すべき事. (昭和 24, 4 月寄稿)

文 献

- 1) 酒井徳三郎 鋳物 昭和 11 年第 8 卷.

白點狀缺陷に関する研究 (VIII)

(白點狀缺陷の發生と外部應力との關係について)

(昭和 24 年 4 月本會講演大會にて講演)

下 川 義 雄*

STUDIES ON THE FLAKE-LIKE DEFECTS IN STEEL (VIII)

(Action of outer stress)

Yoshio Shimokawa

Synopsis : -

In this experiments the action of outer stress for the flake-like defects formation is studied.

- (1) The effect of outer stress stressed before the pickling on the number or shape of defects is not so clear.
- (2) The effect of outir stress stressed after the pickling and just before the breaking is not also clear. But from this experiment it is confirmed that the effect of small inner notch is important for the flake-formation.
- (3) The quenched and tempered test pieces of various steel in pickled under the outer stress. It is confirmed that the flake-like defects is appeared during the pickling under the stress larger than the definite value.
- (4) From this results, it is supposed that the existence of outer stress larger than the definite value would be essential for the flake formation with the supersaturated hydrogen in steel.

I. 緒 言

今迄の實驗より酸洗した鋼に白點狀缺陷が發生する場合外部應力の影響が著しく大きいことを知つた。即ち酸洗途上に白點狀缺陷が發生する場合にその鋼に存在する残留應力が關係していると考えられ、又鋼中の或一點を核として白點狀缺陷に發展する場合にも外部應力の局部切欠作用が當然考慮される。併し從來の結果では唯外部應力が影響すると推察されるに止り實驗的に確かめて居らないので本報に於ては之等の關係を從來より幾分でも明瞭にするため行つた二三の實驗結果について報告する。實驗に使用した鋼は從來の實驗に用いたものと同じ

であつて構造用特殊鋼としてA鋼B鋼、炭素鋼としてR鋼S鋼T鋼、極軟リムド鋼としてO鋼を用いた。その化學成分を示せば第1表の通りである。

第1表 試料の化學成分

試料 番號	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Ni %
A	0.40	0.22	0.50	0.021	0.037	0.89	2.58
B	0.31	1.10	0.95	0.026	0.028	0.86	—
R	0.21	0.37	0.28	0.011	0.035	—	—
S	0.46	0.38	0.32	0.013	0.032	—	—
T	0.74	0.32	0.48	0.019	0.035	—	—
O	0.22	tr.	0.53	0.016	0.047	—	—

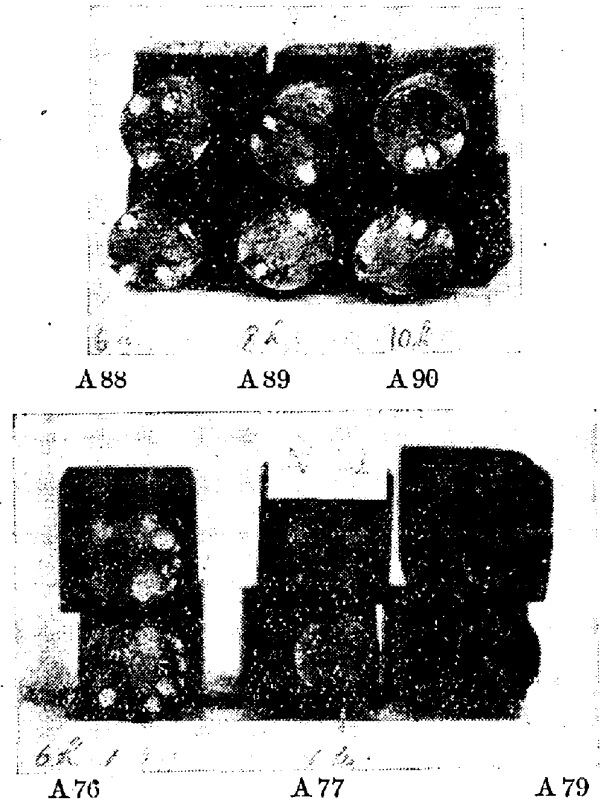
* 新扶桑金屬工業鋼管製造所

尙酸洗方法としては電解及び酸洗を用いた。

II. 実験結果

(1) 試料の酸洗前に或一定應力を掛けた場合の酸洗脆化

本実験は抗張試験片を酸洗する前にアムスラー抗張試験機によつて降伏点より稍低い應力、降伏点に近い應力、降伏点より稍大きい應力を掛け歪硬化が白點狀缺陷の發生に如何に影響するかを試験した結果である。試料としてはA鋼を用い880°Cより油焼入したものを600°Cで空氣焼戻して残留應力を一應除去したもので脆化には電解を用いた。試験の結果は第2表に一括して示した通りであつて、降伏点より稍低い70kg/mm²の應力が掛けられた場合は從來の應力が掛けられなかつた場合と何等の差は認められなかつた。又0.2%の變形を與えた場合及び80kg/mm²の應力を10分掛けて之れより稍大きな變形を與えた場合は幾分白點狀缺陷の發生程度が大きい様に感じられた。之の場合試料は歪硬化により分離抗力及び滑り抗抵に變化が與えられたわけであるが分離抗力の上昇に比して滑り抗抵の上昇が一般に大きい故その影響があるものと考えられる。併し何れの場合にも白



寫眞1 酸洗前に或一定の應力を試験片に與えた場合の破面狀況の一例 (A鋼)

第2表 白點狀缺陷發生に及ぼす脆化處理前に試料に加えられた應力の影響

試料記號	脆化處理	脆化時間	脆化前處理		脆化後處理	抗張力 kg/mm ²	伸 %	絞 %	白點狀缺陷	
			應力 (kg/mm ²)	變形或は時間					中	大
A 68	電解	2H	76.4	0.2810	72H常溫放置	90.6	4	—	中	4~5
A 69	"	4H	76.8	0.20		85.1	6	11	大	中 2
A 70	"	6H	77.8	0.20		86.4	6	11	大	小 3
A 71	"	"	78.4	0.20		83.4	5	12	大	小 3
A 72	"	"	80.0	0.20		85.3	5	5	大	大 2
A 73	"	"	76.5	0.20		89.5	22	59	大	大 2
A 74	"	8H	79.6	0.21		90.5	8	17	中	大 3
A 75	"	10H	76.0	0.23		87.2	5	17	大	中 1
A 76	"	8H	80.5	0.20		81.5	2	10	大	中 1
A 77	"	"	74.4	0.20		90.3	21	49	大	中 6~7
A 78	"	"	76.4	0.20	240H	90.4	21	50	大	中 1
A 85	"	2H	70	10分	24H常溫放置 210H	91.3	8	11	小	多數
A 86	"	4H	70	"		90.5	8	10	中	2~3
A 87	"	6H	70	"		83.5	4	12	中	4
A 88	"	"	70	"		89.4	9	15	大	中 3~4
A 89	"	8H	70	"		89.4	9	18	中	3
A 90	"	10H	70	"		83.7	4	14	大	中 2, 中 2
A 91	"	6H	70	"		91.4	12	26	微	小 2
A 92	"	"	70	"		90.4	18	36	中	小 2
A 93	"	"	70	"		94.0	20	58	中	小 1
A 95	"	2H	80	"		24H常溫放置 210H	92.6	12	26	小
A 96	"	4H	80	"	86.4		4	10	中	3
A 97	"	6H	80	"	84.8		6	19	大	3
A 99	"	8H	80	"	86.0		6	14	大	3
A 100	"	10H	80	"	81.8		6	15	大	1
A 98	"	6H	93.6	9.4%			95.0	13	20	小

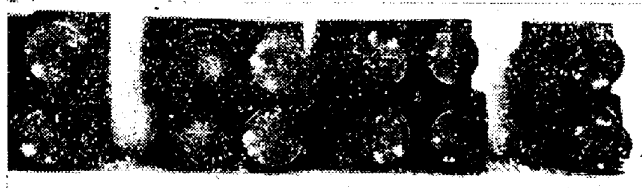
第3表 白點狀缺陷發生に及ぼす切斷直前に與えた應力の影響

試料番號	脆化處理	脆化時間	脆化後處理		抗張力 kg/mm ²	伸 %	絞 %	白點狀缺陷	備 考
			應 力 (kg/mm ²)	時間(分)					
A 80	電解	6H	50	5分	85.4	—	—	大, 中, 小各 1	直ちに試験
A 81	〃	〃	〃	〃	97.8	—	—	微小 2~3	〃
A 82	〃	〃	〃	〃	79.7	—	—	大, 中, 小各 1	〃
A 83	〃	〃	60	10分	89.8	—	—	大 2	〃
A 84	〃	〃	70	10分	92.2	—	—	中 2, 小 1	〃
A 94	〃	〃	80	51秒	80	—	—	大 1, 小 2	〃
A 105	酸洗	8H	70	2分35秒	70	2	9	大 1	試験途に切斷
A 106	〃	〃	70	30分	104.9	16	40	なし	20H常溫放置
A 107	〃	24H	70	30分	82.0	15	29	微小多數	直ちに試験

點狀缺陷の發生に本質的な影響を與えるものではなく、何れも長時間の常溫放置によつて脆化は回復し白點狀缺陷は消失する。尙唯一の例ではあるが著しく大きな變形を與えた場合白點狀缺陷の發生が阻害されている事は注目に値する。破面に發生した白點狀缺陷の一例を寫眞 I に示す。

(2) 酸洗直後或一定應力を掛けた場合の酸洗脆化

次に酸洗が終了した直後アムスラー抗張試験機によつて試料に或一定應力を掛け、破面に現われる白點狀缺陷と外部應力との關係を試験した。試料は同じくA鋼で880°Cから油焼入し600°Cで空氣焼戻したものを用いた。従つて既に述べた如く焼入による残留應力は小さく酸洗途上に於る白點狀缺陷の發生は見られないものである。その結果は第3表及び寫眞2に示した通りであるが



記號 A 80 A 81 A 82 A 83 A 84 A 94
寫眞 2 酸洗直後切斷直前に或一定應力を掛けた場合の破面狀況 (A鋼)

この結果より見れば明らかな如く切斷前に或一定應力を掛けても白點狀缺陷の數或いは大きに何等變化があつたとは思われない。併しA 94, A 105の例の如く相當大きな應力を掛けた場合には應力を掛けている間にその應力で破斷してしまう場合がある。これは後述の應力下に於る酸洗脆化と同様、試料の内部に局部的に切缺應力が作用して割れが進行しその結果全體の面積に對する應力が残りの部分の面積に對して作用する事となり破斷を起すに到ると考えられる。之れは第5報の特殊鋼酸洗の際の著しい抗張力低下に對しても言い得る事であつて酸洗脆

化した鋼の靜的抗張試験の場合に試料内部に局部分離破壊の起ることを示して居り、白點狀缺陷の發生には局部切缺應力の作用を考慮する必要のある事を示すものと考えられる。

(3) 應力を掛けた状態に於ける酸洗試験結果

今迄も白點狀缺陷の發生と外部應力の關係について考慮した事があり熱處理による残留應力との關係等より白點狀缺陷の發生に或大きな引張り應力が必要であろうと云う事は推察された。併し之等の結果を更に明瞭ならしめるためクリープ試験機を利用して試料に一定の引張り應力を與え、應力を掛けた状態で酸洗を行つた場合に如何なる結果が得られるかを試験した。

試料にはクリープ型試験片を用い標點距離を50mm、試験片の直径は高抗張力のもものは6mmを又極軟鋼には8mmを用いた。酸洗液は試験容器に鐵製のものを使用した事を考慮に入れて從來の液より稍濃い5%稀硫酸を用い、脆化促進劑として3g/lのFeSを使用した。試料は油焼入空氣焼戻を行つたが焼入残留應力を出來るだけ減少させるため極軟鋼の一部を除き總て600°Cで焼戻した。試料としては構造用特殊鋼としてB鋼を、炭素量の異なる炭素鋼としてT, S, R鋼を又リムド鋼としてO鋼を使用した。

試験の結果は第4~8表に示し、破面の狀況を寫眞3に示した。第3表のB鋼の結果及び第4表のT鋼の結果より得られる第一に重要な點は或る應力の許で酸洗が行われれば酸洗途上白點狀缺陷而も銀白點狀の缺陷が發生して來る事を實驗的に示し得た事である。即ち酸洗途上で切斷したBK1, BK3, TK1は破斷面に酸皮膜が附着していたため白點狀の輝いた面は見られなかつたが圓形の割れ目が破斷面上に明らかに認められBK2, BK4~7, TK2, TK4, TK6は酸洗直後之れを600°Cの爐中に入れて焼鈍破斷したに拘らず破面に白點狀缺陷の

第4表 應力下に於る酸洗脆化試験結果 (B鋼)

試料記號	熱處理	荷重 kg/mm ²	酸洗時間	後處理	抗張力 kg/mm ²	伸 %	破面狀況 其の他
BK1	880°C 油焼入	50	2時40分	切斷のもの 直ちに再切斷	(97.0)	—	酸洗途上で切斷、破面に白點と思われるもの數ヶ、直ちに再切斷、その切斷破面に白點數ヶ發生
BK2	600°C	50	2H	直ちに600°C A C	93.5	22	白點2ヶあり
BK3	空氣焼戻 (各 1H)	40	1時50分	切斷試料を 直ちに600°C A C	(88.5)	—	酸洗途上で切斷破面に白點と思われるもの數ヶ、焼鈍試料に白點數ヶ
BK4		30	3H	直ちに600°C A C	95.7	24	白點2ヶあり
BK5		25	3H	〃	100.4	6	白點1ヶあり
BK6		20	3H	〃	90.6	4	白點1ヶあり
BK7		15	3H	〃	87.0	5	白點2ヶあり
BK8		10	3H	〃	102.2	10	なし、表面に爪疵、横切疵あり
BK9		10	3H	〃	101.2	10	〃

第5表 應力下に於る酸洗脆化試験結果 (T鋼)

試料記號	熱處理	荷重 kg/mm ²	酸洗時間	後處理	抗張力 kg/mm ²	伸 %	破面狀況 其の他
TK 1	830°C 油焼入	50	2時45分	切斷のもの 直ちに再切斷	(71.0)	—	酸洗途上で切斷、破面に白點らしきものあり 再切斷せるもの白點4ヶあり
TK 2	600°C	40	2H	直ちに600°C A C	92.6	1	白點1ヶあり
TK 3	空氣焼戻	30	2H	〃	92.0	4	不明 (試験片不良)
TK 4	(各 1H)	30	6H	〃	74.0	0	白點1ヶあり
TK 5		25	2H	〃	97.4	12	白點なし
TK 6		25	6H	〃	70.1	1	白點1ヶあり
TK 7		20	2H	〃	97.0	12	白點なし
TK 8		20	6H	〃	95.3	10	〃
TK 9		20	6H	〃	93.9	8	〃
TK 10		15	2H	〃	93.4	11	〃

第6表 應力下に於る酸洗脆化試験結果 (S鋼)

試料記號	熱處理	荷重 kg/mm ²	酸洗時間	後處理	抗張力 kg/mm ²	伸 %	破面狀況 其の他
SK 1	830°C	55	6H	直ちに切斷	80.0	15	微小白點多數
SK 2	油焼入	55	6H	直ちに600°C A C	80.7	12	破面に輝いた部分數ヶ所點在
SK 3	600°C	50	2H	直ちに切斷	80.4	11	cup狀白點2ヶ、外微小白點多數
SK 4	空氣焼戻	50	2H	直ちに600°C A C	79.4	14	白點なし
SK 5	(各 1H)	50	6H	〃	77.4	16	破面に輝いた部分數ヶ所點在
SK 6		40	2H	直ちに切斷	81.4	11	微小白點多數
SK 7		40	2H	直ちに600°C A C	78.4	15	白點なし
SK 8		40	6H	〃	83.2	14	白點なし
SK 9		30	2H	直ちに切斷	79.8	11	cup狀白點1ヶ、外微小白點多數
SK 10		30	6H	直ちに600°C A C	77.7	17	白點なし

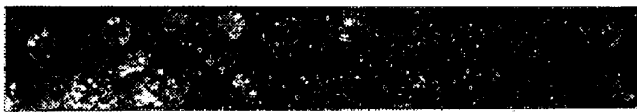
第7表 應力下に於る酸洗脆化試験結果 (R鋼)

試料記號	熱處理	荷重 kg/mm ²	酸洗時間	後處理	抗張力 kg/mm ²	伸 %	破面狀況 其の他
RK 1	880°C	45	2H	直ちに切斷	70.7	14	微小白點あり
RK 2	油焼入	45	4H10m	切斷のもの 再切斷	(67.8)	—	酸洗途上で切斷、再切斷後破面に魚の目狀白點數ヶ
RK 3	空氣焼戻	45	3H	直ちに600°C A C	—	—	白點なし
RK 4	(各 1H)	40	3H	直ちに切斷	68.5	15	魚の目狀白點數ヶ
RK 5		40	6H	直ちに600°C A C	63.3	6	白點なし (破面不良)
RK 6		40	6H	140H 常溫放置	73.9	16	破面に輝いた點殘留
RK 7		30	2H	直ちに切斷	66.6	13	魚の目狀白點あり
RK 8		30	6H	直ちに600°C A C	65.2	16	白點なし
RK 9		30	6H	122H 常溫放置	69.8	18	破面に輝いた點殘留
RK 10		25	6H	92H 〃	65.0	18	破面に微小な點多數殘留
RK 11		20	6H	直ちに切斷	67.2	13	魚の目狀白點2ヶあり

第8表 應力下に於る酸洗脆化試験結果 (鋼)

試料記號	熱處理	荷重 kg/mm ²	酸洗時間	後處理	抗張力 kg/mm ²	伸 %	破面狀況 其の他
OK1	900°C	40	6H	72H 常溫放置	53.9	8	僅かに白点の痕跡あり
OK2	油焼入	35	〃	直ちに切斷	52.9	19	魚の目状のもの2ヶ
OK3	500°CAT	35	〃	直ちに600°C A C	45.2	25	白点なし
OK4	(各 1H)	30	〃	〃	43.5	32	〃
OK5	900°C	30	〃	直ちに切斷	43.8	16	魚の目状白点少しあり
OK6	油焼入	25	〃	〃	43.6	25	微小白点多数
OK7	600°CAT	25	〃	〃	40.2	24	白点明瞭ならず
OK8	(各 1H)	20	〃	〃	43.9	26	微小白点多数

(B鋼)



BK1 BK3 BK2 BK4 BK5 BK6 BK7 BK8 BK9

(T鋼)



TK1 TK2 TK3 TK5 TK7 TK10 TK4 TK6 TK8 TK9

(S鋼)



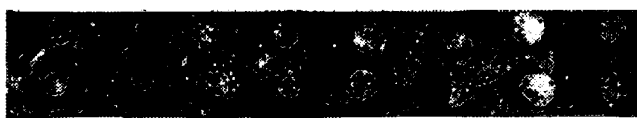
SK5 SK7 SK9 SK6 SK3 SK4 SK8 SK10 SK1 SK2

(R鋼)



RK1 RK4 RK7 RK2 RK5 RK8 RK3 RK11 RK6 RK6 RK10

(O鋼)



OK4 OK6 OK2 OK1 OK5 OK7 OK8 OK3

寫眞 3 應力下に於ける酸洗試料の破面狀況

發生が見られた。第5報に示した如く若し應力のない状態で酸洗されれば白点状缺陷は全く發生しない故之等は明らかに酸洗途上に發生したものである。應力下で酸洗する場合にも酸洗途上で白点状缺陷が發生するためにはその應力に下限がありB鋼では 15kg/mm²、T鋼では 25kg/mm²位であることが實驗的に確かめられた。又それ以下の應力でも破面は良好でない事は例えばB鋼を酸

洗する場合、共に酸洗後 600°C に焼鈍しても始め 500°C で焼戻したものと 600°C、700°C で焼戻したものに比較して破面が悪いと同じ傾向である。結局破面に白点状缺陷として現われるためには或一定値以上の引張り應力の必要な事が實驗的に確かめられたわけで引張り應力の存在は白点状缺陷の發生に本質的に必要な事を物語っている。之れが如何に普通の銀白点に近いものであるかを示すためBK6の破面の擴大寫眞を寫眞4に示す。次に第5



寫眞 4 應力下に於ける酸洗の際に發生した白点状缺陷の一例 (BK6)×9

5表のS鋼の結果では試験中に破斷するものはなかつたが直ちに切斷したのものにはcup状の微小白点を發生し、荷重の大きい場合には酸洗直後焼鈍したものでも形は崩れているが銀白に輝いた凹みが発生している。これは荷重が少いと發生しない所から見てcup状白点が発生していたものが焼鈍によつて他の部分が軟化され形が崩れて残留したものと考えられる。又第6表のR鋼の場合は 45kg/mm²の場合酸洗途上で切斷している。此の際残りの部分を破斷して見るとFish-eye状の白点が多数發生している所から恐らくこの破斷は鋼の内部にFish-eye状の割れ目が發生したためと考えられる。併し之れを直ちに 600°C で焼鈍すれば白点状缺陷は見當らない。但しこれを唯常溫に放置した場合には應力下で酸洗しなければ當然白点状缺陷が消失している時期に達しても破面に輝いた点として残留しこれはS鋼の焼鈍した場合と類似している。極軟リムド鋼であるO鋼の場合直ちに切斷した時にはFish-eye状の白点を發生するが、600°C で焼鈍すれば消失し常溫放置でも僅かに痕跡

を止める程度である。R, S, O鋼等の焼鈍で白點狀缺陷が消失する理由として、之等の鋼は軟化により大きな絞(50%以上)を切斷部分に發生する故既に存在していた微小な白點は纖維狀に伸ばされて痕跡を止めず、特に大きなもの或いは地全體の脆化が残留している時のみ痕跡が残つているものと考えられる。

併し之の外に Fish-eye 狀缺陷を發生する場合の如く軟化狀態の鋼に於て白點狀缺陷の發生を考慮する場合には第6報の考察で述べた如く歪硬化を考慮する必要がある。即ち斯様な場合には降伏點以下の應力に於ける破壊は比較的少く、Fish-eye 狀に發展する迄の破壊は主として降伏點以上で起ると考えられる。併りに降伏點以下の應力での破壊は小さい故切欠効果の影響も少く割れ以外の部分が降伏點以上に達する事も殆んどない。従つて破壊が進行する様な状態にあれば試料が切斷してしまうし、さうでない状態にあれば破壊は極めて微小なものに止つているという状態にあるものと思われる。これが最軟状態にある極軟鋼或いは炭素鋼に於ては應力下に於て白點が發生しない様に思われる一つの原因であると考えられ、又逆に cup 狀或いは Fish-eye 狀の缺陷が第6報で考察した様な機構で發生する事を示す一つの證據であると考えられる。又之れは白點發生感度上に差異を生ずる一つの重要な因子であるとも考えられる。

III. 結果の考察

以上の實驗より得られる最も重要な結果は白點狀缺陷の發生には或一定値以上の引張り應力の存在が絶対に必要である事を實驗的に示し得た事と白點狀缺陷の發生の際局部破壊の状況を實驗的に把握し得た事であると考えられる。

今迄の報告で度々述べた如く白點狀缺陷の發生に必要な第一の條件は過飽和水素の存在である中とは言うまでもない。過飽和水素が如何なる形で白點狀缺陷の發生に關係するかについては次報の結果も考慮する必要があり後に検討する豫定であるが、本報の結果より過飽和水素の存在の外に或一定値以上の引張り應力が白點狀缺陷の發生に必要な事が明らかとなつたわけである。即ち白點狀缺陷の發生には兩者の共存が必要であつてその何れが缺けても白點狀缺陷は發生し得ないと考えられる。従つて白點狀缺陷發生防止の最も容易な方法は熱應力及び變態應力等外部應力の除去であつて鋼材を徐冷しその残留應力を或一定値以下に低下させれば鋼中に尙過飽和水素が残留していても白點狀缺陷を發生するには到らない筈である。又焼入の場合でも過飽和水素の析出が始まら

ない以前に之れを残留應力が除去される温度迄迅速に加熱してその残留應力を除去すれば白點は防止し得る筈である。前者は一般によく知られた白點防止法であり後者は白點時効現象に關聯して筆者が提唱した白點防止法である。併し何れの場合にも次の熱處理を行う時期迄にその鋼中の過飽和水素が擴散放出されていなければ再度の焼入處理によつて白點が發生し得る事は云うまでもない。之れより大塊では熱處理の際一度徐冷されたに拘らず再び次の熱處理で白點が發生する場合も考えられるわけで、特に Houdremont 及び Schröder¹⁾ の實驗に示された如く加熱ガスによる水素吸収が問題になる様であれば尙更である。

次に實驗結果より見れば白點發生に必要な外部應力の大きさは、構造用鋼では $10\sim 15\text{kg/mm}^2$ 位、炭素鋼では $20\sim 30\text{kg/mm}^2$ 位となる。之の鋼種による差については水素の過飽和度及び應力を受けた際に於ける鋼の變形に對する舉動に基くものと考えられるが、本實驗のみでは何等明瞭な結果は得られない。併し實驗結果より推定して残留應力の大きさを 10kg/mm^2 以内に止めれば白點發生に對して略完全であらうと考えられる。

次に白點狀缺陷發生の際の局部破壊の状況については應力下に於る酸洗の結果及び酸洗後一定應力を掛けた場合の結果より、之等が何れも抗張力以下の或る應力で一定時間後切斷する状況より知られる。これは第2報の際の白點時効現象の結果よりも推定される。即ち或る應力を受けている状態の許で水素の侵入或いは移動が行われれば特に水素の集積した部分が白點狀缺陷になる事を示すものと考えられ、この際局部的に切欠作用が働いていると考えられるが之の破壊が全面破壊に到る事なく局部破壊に止つている事は單なる外部應力による局部切欠作用のみでなく水素の作用が同時に關係していることを示すものであつて、この點は疲勞破壊其の他切欠が原因と考えられる破壊と異なる點である。

又歪硬化の影響については、歪硬化によつて分離抗力と滑り抵抗の關係が相對的に變化するが著しい變形によつて之の關係に大きな變化が與えられない限り白點狀缺陷の發生に本質的な影響はない筈であるが、本報の實驗結果は之れを裏付けするものと思われ、又逆に極軟鋼の如き場合には逆に歪硬化によつて白點狀缺陷が助長される如く考えられる事は既に述べた通りである。

IV. 結 語

本報は白點狀缺陷の發生と外部應力との關係について検討した結果である。この際外部應力は水素に起因する

内部應力以外の全應力の總和を指すもので決して夫々の應力單獨を指すものではないが、本報の結果より前報迄の結果で明確でなかつた白點發生に對する外部應力の役割が或る程度明確になつたと思われる。又之の結果より白點防止法に對する理論的基礎が與えられ白點防止法を

確立する事が出来ると考えている。(昭和24年7月寄稿)

文 献

- 1) E. Houdremont, H. Schröder : Tech. Mitt. Krupp Forsch. 4 (1941) 47.

鐵及び鐵合金の高温酸化に関する研究 (VII)

(Fe-Al, Fe-Cr-Al, Fe-Si 各合金の酸化物被覆について)

(昭和 22 年 10 月 本會講演大會にて講演)

三 島 徳 七*・梶 山 正 孝*

STUDY ON HIGH TEMPERATURE OXIDATION OF IRON AND ITS ALLOYS (VII)

(On the Structure of the Scale Produced on the Iron-Aluminium, Iron-Chromium-Aluminium and Iron Silicon Alloys)

Tokushichi Mishima & Masataka Sugiyama

Synopsis :

The structure of the scale of the Fe-Al, Fe-Cr-Al and Fe-Si alloys was observed.

The relation between the thickness of each layer of the scale and aluminium content when the Fe-Al alloys were heated in the air at 1200°C for 1 hour, were shown in fig. 1. The chemical compositions of the I, II, III and IV layer were Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , FeO and $FeO \cdot (Fe, Al)_2O_3$, respectively. The Fe-Al alloys produced $\alpha-Al_2O_3$ film on their surface. On the Fe-Cr-Al alloys which contained comparatively small content of aluminium and Chromium, the three layered scale which was consisted of Fe_2O_3 , Fe_3O_4 and $FeO \cdot (Fe, Cr, Al)_2O_3$, was produced. The thickness of the scale of the Fe-Si alloys was shown in fig. 6 with reference to silicon content. The scale of the Fe-Si alloys lower than about 3% Si, was consisted of four layers Fe_2O_3 , Fe_3O_4 , FeO and Fe_2SiO_4 one. On the surface of the high silicon alloys, SiO_2 (β -tridymite) film was produced.

I. 緒 言

本研究第6報において Fe-Cr 合金のスケールの構造並びに耐酸化性について報告したが、本報告においては、Fe-Al, Fe-Cr-Al, Fe-Si の各系鐵合金の高温酸化により生成されるスケールの構造並びに耐酸化について説明する。この研究は、Fe-Cr合金の場合と同じ要領で行つたので、實驗方法は省略する。

II. Fe-Al 合金の酸化物被覆の構造

各 Al 含量の Fe-Al 合金試料を 1200° にて 1hr 高

温酸化せしめ、試料表面に生成された酸化物被覆の各層の厚さを顯微鏡的に測定したところ、第1圖に掲げる如き結果を得た。

Fe-Al 合金においても Fe-Cr 合金の場合と同様に、第IV層が生成され、I, II, IV 各層は、Al 含量の増加とともに厚さを増し、III層は急激にその厚さを減ずる。約 3%Al にてIII層は消失し、また 3%Al 以上になると I, II 兩層の厚さは減少する。IV層は約 4%Al 合金において最大の厚さを示す。5%Al 合金になると、急激にスケ-

* 東京大學第一工學部