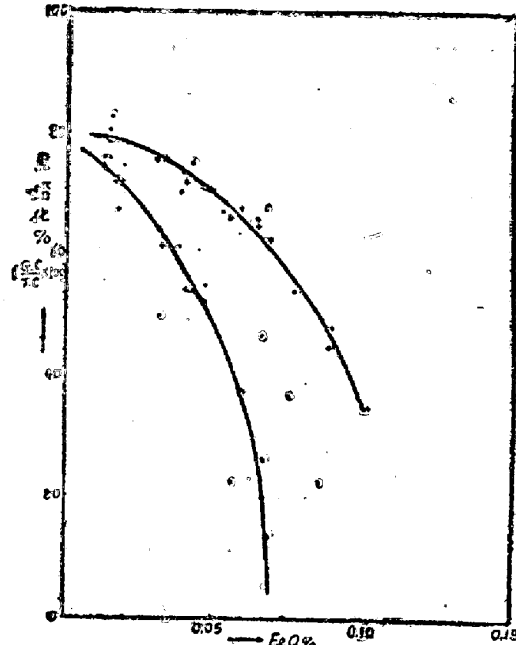


第5圖 黒鉛化とサンドとの関係



第6圖 黒鉛化とFeOとの関係

筆者は二、三の實驗結果を特にサンド及びFeO就にて考察した。以上のことを括約すると次の如くである。

- (1) Si%と黒鉛化の程度は略々比例する。
- (2) 黒鉛の形状及び量はサンド量によつて支配される。
- (3) FeOは黒鉛の生長を著しく妨害し、冷硬の傾向を増加すると共に地の組織を異常ならしめる。
- (4) 黒鉛とガスの関係、特に N_2 、 H_2 就ては他の機會に報告するが無関係ではないと考へる。

(5) サンドとFeOの兩方より黒鉛化機構の考察を行ひ、サンドは黒鉛析出の核として作用し、又FeOは組織の異常化黒鉛生長の妨害をなすことを推論した。

終りに本研究の發表を許可せられたる株式会社日本製鋼所に敬意を表すると共に種々御懇篤なる御指導を賜つた室蘭製作所々長兼研究部長小林佐三郎博士に感謝する。

尙本實驗遂行に當り終始熱心に協力せられたる研究部山下健、山口鐵司その他の諸氏の勞を多とする。

高速度工具に関する研究 (VI)

(昭16.10 日本製鋼協會講演大會講演)

堀 田 秀 次*

STUDY ON THE HIGH SPEED TOOLS. (VI)

Hideji Hotta

Synopsis;— Following the fifth report— (Tetu to Hagane, Vol. 33 (1947) April--June p.21~23) the author studied the effect of nitrogen, hydrogen on oxygen gas on the sintered tungsten carbide series tool and 18—4—1 standard high speed steel bath, and examined the effect of chromium gilding on the surface of 18—4—1 high speed steel by means of hardness test, microscopic examination and cutting test, etc.

I. 緒 言

高速度工具に関する研究に就ては、筆者は既に之が研究の経過を發表し、⁽¹⁾—⁽⁵⁾ 又第5報⁽⁵⁾に於て標準型高速度鋼に及ぼす各種元素の影響に就て述べたのであ

るが、本報文に於てはタングステン・カーバイド系焼結工具と、高速度鋼の諸性能に及ぼすガスの影響と、高速度鋼に及ぼすクロム鍍金の影響等に於て研究を行ひ概ね所期の成果を得たので茲に研究経過の概要を記述する次第である。

* 岡野バルブ製造株式会社行橋工場、工学博士

II. 研究の経過並に成績

第1實驗。タンゲステン・カーバイド系焼結工具に及ぼすガスの影響焼結工具の製造法に關しては從來多くの研究者は酸化窒素の爐内に於ける研究結果に就て述べたのが多いが、茲では酸化防止其の方法で之が改良を計らんとし、水素ガス及び窒素ガスを夫々爐内に吹込んだものについて其の性質を基礎的に調査研究した。

(1) 試料の調製

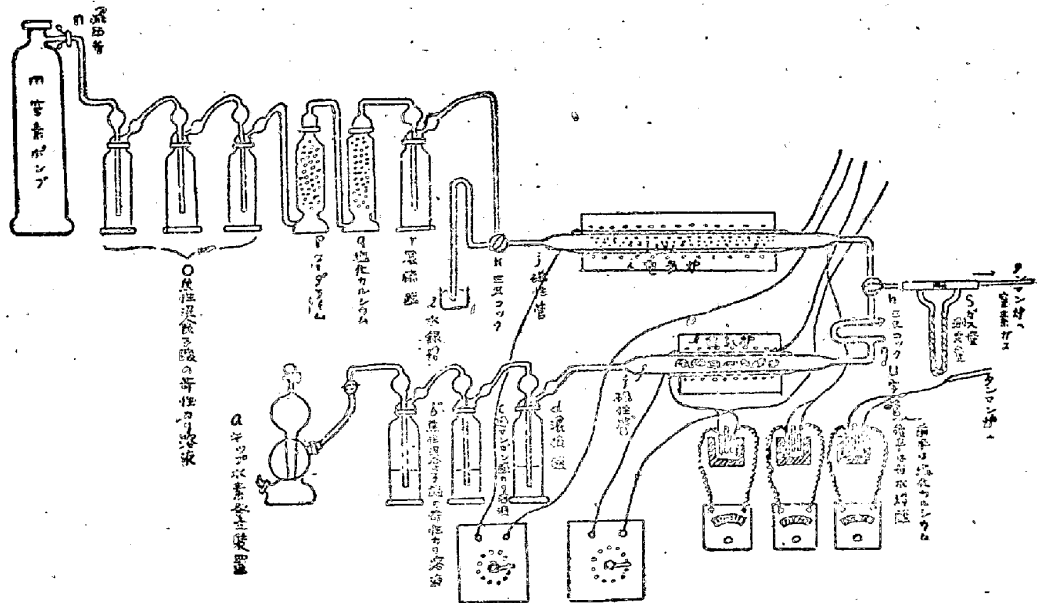
供試材料は原料粒子の大きき 150mesh なる C=5%, W=90% Co=5% なる所謂標準型焼結工具である。試料は從來各所で廣く使用せられ居る著者の所謂間接法により常溫壓縮力 120kg/mm² 燒結溫度夫々 1300°, 1400° 及び 1500°C を以て製造したものと、續に著者が考案したる高溫壓迫試驗裝置⁽²⁾を用ひ、著者の所謂 2 段壓迫法と直接法により、高溫荷重 0.3kg/mm², 燒結溫度夫々 1400°, 1500° 及び 1600°C で製造したものに就て、窒素ガス及び水素ガス吹込のもの及びガスを吹込まないもの各 1 個宛計 27 個を使用した。

(2) ガス吹込の實驗裝置並に方法

イ) 窒素 (N₂) ガス吹込並に清淨裝置

燒結附及工具に及ぼす窒素ガスの影響を試験するに當り、普通の窒素瓶中の窒素ガス中には少量の他のガスを含有するを以て之が影響を極力除去し、極めて純

(c)にて硫化物を吸収し、濃硫酸(d)にて水分を吸収し、續いて溫度を 600°~700°C に上昇したるニクロム線抵抗爐(e)内に白金アスベストを爐の長さだけ充せる磁製管(f)中を通じて殘留酸素を完全に除去し、次に前半に鹽化カルシウム、後半に無水磷酸を填充せるU字管(g)内にて水分を吸収し、三又コック(h)を通じて溫度を 700°~800°C に上昇せるニクロム線抵抗爐(i)内の磁製管(j)中に爐の長さだけ充したる切粉狀の純銅中を通じ、三又コック(k)より水銀槽(l)中に水素は放出される。約 1 時間之を連續し、磁製管(j)中の銅が完全に還元されたとき、三又コック(k),(h)は窒素ポンプ(m)と工具加熱燒結用タンマン式電氣爐と相通ずる如く調節する。次に、窒素ポンプ(m)より減壓弁(n)を通じて送らるゝ窒素ガスはガス洗淨瓶(o)内の焦性没食子酸の苛性カリ溶液中を通じて先づガス中の酸素を吸収され、次でガス乾燥塔(p)内のソーダライムにて炭酸ガスを除き同じく(q)内の鹽化カルシウムにて雜水分を除き、洗淨瓶(r)内の濃硫酸にて水分を除去し、三又コック(k)より、700°~800°C に保熱中のニクロム線抵抗爐(i)内の磁製管(j)中を通過して還元されたる銅により残れる少量の酸素を除去し、三又コック(h)より、ガス量測定器(s)を通じて一定量の清淨されたる窒素ガスをタンマン式電氣爐内に送入する。ガス吹込量は何れも 250cc/min とした。



第 1 圖 燒結工具に及ぼす窒素ガスの影響試験裝置 (窒素ガスの清淨並に吹込) の組立圖

粋な窒素ガスとした。第1圖は N₂ ガスの清淨及び吹込裝置の組立圖の概略を示す。本圖に於てキップ水素發生裝置(a)により發生されたる水素をガス洗淨瓶(b)中の焦性没食子酸の苛性カリ溶液中を通じて水素中の酸素を吸収し、次に過マンガン酸カリの飽和溶液

ロ) 水素 (H₂) ガス吹込並に清淨裝置

前述の窒素ガスの場合と同様、燒結附及工具を燒結の際酸化防止等の見地より水素ガスの影響を試験した水素ガスの清淨裝置並に吹込要領は、上述の窒素ガスの場合に概ね準據したが之が説明は紙面の都合上割愛

することとした。

(3) 試験成績

著者は上記の特殊のガス清浄装置で清浄にしたる窒素及び水素ガスを夫々吹込みしものと、之を吹込まざるものにて、硬度、比重及び切削實用試験等を行行した結果を一括表示すれば第1表の通りである。

第1表より判明する通り、清浄水素ガス吹込のものは、一般に硬度、比重最大である。寸法 12×12×25 mm なるチップを 0.6% 炭素鋼製シャックに鑽付を施した焼結切削工具に於て切削速度 30m/min 切込 2 mm、送り 1mm とし高張力 Ni-Cr-Mo 鋼管を被削材とし、60 馬力モーター直結型アームストロングワイ

第1表 タングステン・カーバイド系焼結工具に及ぼすガスの影響研究材の各種試験成績一覽表

工具製造法	吹込ガスの種類	成分 (%)			常圧縮力 (kg/mm ²)	高圧縮力 (kg/mm ²)	焼結温度 (°C)	保熱時間 (分)	ロクウエール硬度	比重	平均切削耐久時間		切削速度	
		C	W	Co							Fe	分—秒 (3回の平均)	比率 (%)	V _{co} (m/min)
	ガス吹込まず	5	89.6	5	4	120	1300	60	59.5	12.7450	12-35	94.4	22.7	98.6
		"	"	"	"	"	1400	"	59.0	12.5939	13-19	100.0	23.0	100.0
		"	"	"	"	"	1500	"	55.3	12.2143	9-46	73.3	21.6	93.9
間接法	N ₂ ガス吹込	"	"	"	"	"	1300	"	60.1	12.6971	10-50	81.3	22.0	95.6
		"	"	"	"	"	1400	"	61.0	12.7068	15-22	115.3	23.55	102.3
		"	"	"	"	"	1500	"	59.2	12.3401	13-30	101.3	23.1	100.4
	H ₂ ガス吹込	"	"	"	"	"	1300	"	63.4	12.9606	20-59	157.5	21.9	108.2
		"	"	"	"	"	1400	"	63.7	13.1343	23-11	174.0	25.3	110.0
		"	"	"	"	"	1500	"	62.2	12.7739	18-38	139.9	24.3	105.6
2 段 層迫法	ガス吹込まず	"	"	"	"	"	1400	10	67.0	13.0232	20-55	81.3	24.9	95.5
		"	"	"	"	"	1500	"	67.2	13.0251	25-42	100.0	25.8	100.0
		"	"	"	"	"	1600	0	60.0	12.8152	15-29	60.2	23.6	91.4
	N ₂ ガス吹込	"	"	"	"	"	1400	10	69.2	13.0772	27-22	106.4	26.15	101.3
		"	"	"	"	"	1500	"	67.5	13.0450	24-15	94.2	25.5	98.8
		"	"	"	"	"	1600	0	65.0	13.1301	20-20	79.1	24.8	95.1
	H ₂ ガス吹込	"	"	"	"	"	1400	10	64.8	12.9161	26-00	101.1	25.9	100.3
		"	"	"	"	"	1500	"	69.0	13.2589	31-22	122.0	26.7	103.4
		"	"	"	"	"	1600	0	66.4	13.2445	27-46	103.0	26.1	101.1
	ガス吹込まず	"	"	"	"	"	1400	10	60.1	12.9392	12-35	68.6	22.8	93.8
		"	"	"	"	"	1500	"	63.2	12.9031	15-00	81.8	23.5	95.7
		"	"	"	"	"	1600	0	60.0	13.0031	18-20	100.0	24.3	100.0
直接法	N ₂ ガス吹込	"	"	"	"	"	1400	10	61.1	12.9466	11-36	63.2	22.4	92.1
		"	"	"	"	"	1500	"	63.8	13.0341	20-51	113.7	25.0	102.8
		"	"	"	"	"	1600	0	61.0	13.0775	17-45	96.8	24.5	98.7
	H ₂ ガス吹込	"	"	"	"	"	1400	10	63.7	13.0419	16-30	90.0	23.9	98.3
		"	"	"	"	"	1500	"	65.0	13.5077	23-18	127.0	25.35	104.3
		"	"	"	"	"	1600	0	65.4	13.3452	26-47	146.0	26.0	106.9

備考. 比率は、各製造法に於てガスを吹込まざるもの△内、最良のものを 100% とせる比率を示す。

ツトオース會社製旋盤で各3回宛切削實用試験の結果清淨水素ガス吹込のものは、切削力並に切削能率最良で、清淨窒素ガス吹込のものは之に次ぎ良成績を示しガスを吹込まないものは之より稍々劣る。之が理由は主として、ガス吹込により焼結工具の表面が酸化防止乃至は還元性雰囲気状態に保持せられる爲ガスを全然吹込まないものよりも良成績を示せるものと考へられる。

第2實驗 高速度鋼に及ぼすガスの影響

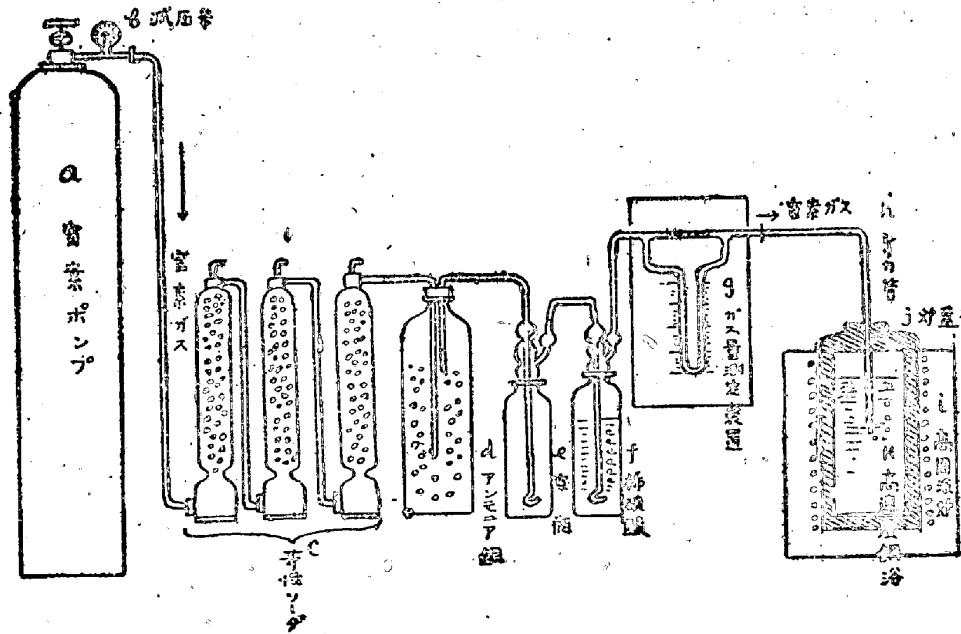
(1) 試料の調製

供試材料は50kg高周波爐で熔製したもので窒素、水素及び酸素ガスを夫々各7分間吹込みしもの及び吹込まざるもの、50kg鋼塊より成る18-4-1標準型高速度鋼各1個宛計4個で、各試料の主成分は後述の第2表に示す通り、殆ど大差を認めない。

(2) ガス吹込の實驗裝置並に方法

イ) 窒素(N₂)ガス吹込並に清淨裝置

第2圖は窒素ガスの清淨並に導入裝置の要領を示すもので、本圖に於て窒素ポンプ(a)より減壓弁(b)を通じて送られる窒素ガスはガス乾燥塔(c)内の苛性ソーダにて水分をアンモニア銅(d)にて酸素を稀硫酸(f)にて水分を夫々除去せられ、ガス量測定裝置(g)を通り、1分間250ccの割合で7分間通じ更にシリカ管(h)により高周波爐(i)の蓋(j)の周圍を外氣と遮斷しつゝ熔解したる標準型高速度鋼溶(k)内に導入した。



第2圖 高速度鋼浴内に窒素ガス導入實驗裝置略圖

ロ) 水素ガス吹込の場合

高速度鋼浴内に水素ガスの清淨せるものを導入したるも、之が方法の説明は省略する。

ハ) 酸素ガス吹込の場合

高速度鋼浴内に酸素ガスを吹込んだが之が要領は茲に便宜上説明を省く。

(3) 試験成績

上記の如く高速度鋼浴内に夫々N₂, H₂及びO₂ガスを吹込みたるもの並に之と比較の爲ガスを吹込まざるもの、鍛材を1300°Cにて焼入、550°C焼戻を施し之に就てロックウエル硬度試験を行ひ、高温硬度に就ては従來種々研究されたもの(9)-(11)があるが、著者は茲に發表せる特殊の考案に係る落下式高温硬度試験(1)を行ひ、更に松村式繰返打撃試験、顯微鏡試験及び外径約550mmの黒皮附偏肉ある高張力Ni-Cr-Mo鋼管(抗張力97.6kg/mm²,伸22%)を被削材とし切削速度10m/min切込5-10mm,送り1mmで切削實用試験等を施行した。之が試験結果を一括表示すれば第2表の通である。

第2表より判明する通り一般に高速度鋼浴中に清淨N₂ガスを吹込んだものは其の結晶粒を微細ならしめる爲め、ロックウエルCスケール硬度及び落下式高温硬度(550°Cに於ける)最大にして、之が5回の平均切削耐久時間並に切削能率最も大で、清淨H₂ガスを吹込んだものは、ガスを全然吹込まないものに比較しロックウエルCスケール硬度及び落下式高温硬度稍々大であるが、松村式繰返打撃試験成績劣り、其の切削試験成績はガスを吹込まざるものより稍々良好である。

鋼浴内にO₂ガス吹込のものは可成り多数の酸化物の生成によつて、硬度、靱性及び切削耐久力何れも著しく劣る。

第2表 標準型高速度鋼に及ぼすガスの影響研究材の各種試験成績一覧表

吹込ガスの種類	分析主成分 (%)				ロックウエルCスケール硬度 (1300°C 550°C)		落下式硬度 (550°C)		松村式硬度 (打撃エネルギー 20 kgCm)		切削實用試験		
	C	W	Cr	V	硬度 (%)	比率 (%)	比率 (%)	比率 (%)	比率 (%)	切削耐久時間 (分)	切削速度 (5回平均) (m/min)	比率 (%)	
ガス吹込まず	72	18.45	4.63	0.95	60.4	100.0	1793	100.0	2394	100.0	5-35	7.2	100.0
N ₂ ガス吹込	71	18.86	4.64	0.94	62.3	103.1	2142	119.5	2057	85.9	7-34	7.5	104.2
H ₂ ガス吹込	76	18.43	4.63	1.03	61.5	101.8	1945	108.4	1093	45.8	5-57	7.25	100.6
O ₂ ガス吹込	73	18.22	4.50	0.99	60.7	100.4	1963	109.4	523	21.9	4-22	6.9	95.8

備考:— 効率 (%) は何れもガスを吹込まずるものの成績を 100% とした場合を示す。

第3 実験 高速度鋼に及ぼすクロム鍍金の影響

(1) 試料の調製

試料は 50 kg 高周波爐で熔製した 50 kg 鋼塊より成る 18-4-1 標準型高速度鋼 1 本で本鋼塊を鍛延、熱処理を施したのち表面を機削し、次の要領でクロム鍍金した。

(2) クロム鍍金の要領

1) 鍍金液

無水クロム酸	250g/lit.
硫酸	2.5g/lit.
水	1 lit.

2) 電極

- (-) 被鍍金物 (標準型高速度鋼)
- (+) 鉛又は鍍板

3) 電流密度 =) 鍍金温度

4) 鍍金時間

- 33h (硬度並に顯微鏡試験片)
- 10h (切削試験片)

5) クロム被膜の厚さ

- 約 0.35mm (硬度, 顯微鏡試験片)
- 約 0.1mm (切削試験片)

6) 鍍金せざる面の鍍金防止剤

セルロイドを酢酸アミルに溶解したもの

(3) 試験成績

i) 硬度試験

寸法 25×25×25mm なる硬度試験片 5 個を何れも焼入温度 1300°C に 2 分間保熱し油冷後、焼戻温度 400°, 500°, 550°, 及び 650°C で何れも 20 分間保熱後石灰冷却したのち、ロックウエルCスケール硬度を各 10 箇所宛實測した平均硬度値は第3表に示す通り、何れの焼戻温度の場合も、クロム鍍金したものは、然らざるものよりも硬度が高い。

ii) 顯微鏡試験

1300°C 油冷, 400°C 石灰冷の硬度試験片の表面にクロム鍍金したものは、顯微鏡寫眞により、クロム鍍

金層と地肌たる高速度鋼との境界部は明瞭に現われ、クロム被膜の生成せるを見る。

第3表 高速度鋼に及ぼすクロム鍍金の影響研究材の硬度の比較

熱入	焼戻	ロックウエルCスケール硬度		
		焼戻前	焼戻後	鍍金前後の差
1800°C 油冷	400°C 石灰冷	59.6	61.7	2.1
"	500°C "	57.4	58.9	1.5
"	550°C "	58.5	61.7	3.2
"	600°C "	55.9	60.8	4.9
"	650°C "	57.0	60.5	3.5

iii) 切削實用試験

断面寸法 25×37mm 長さ 400mm なる切削試験用バイトを 1300°C 油冷 550°C 石灰冷後上述の要領でクロム鍍金したものと、しないものを使用し、切削速度 15m/min 切込 2mm, 送り 1mm で、外径約 500mm の高張力 Ni-Cr-Mo 鋼管を切削試験した結果は第4表の通り、クロム鍍金したものは、しないものより切削耐久時間約 1.5~3 倍大である。

第4表 高速度鋼に及ぼすクロム鍍金の影響。研究材の切削實用試験成績の比較

工具の種類	切削耐久時間 (分一秒)
クロム鍍金しないもの	10 - 59 11 - 21
クロム鍍金したもの	16 - 14 25 - 33

III. 總括

上記の各種試験の結果を總括すれば概ね次の如くなる。

(1) タングステン・カーバイド系焼結切削工具の製法として、粉末原料を常温加壓成形後高温で焼結する著者の所謂間接法と、之を更に著者の必要に係る特殊装置により、高温で加壓と焼結を行ふ所謂 2 段壓迫法と

に粉末原料より直に高温で加圧と焼結を同時に行ふ所謂直接法に於て、特に試験の装置で清浄 H_2 ガス、 N_2 ガスを夫々吹込んだものにつき材質試験の結果、 H_2 ガス吹込のものは、一般に硬度及び比重最も高く切削能率大で、 N_2 ガス吹込のものは之に次ぎ良成績を示した。之が主因は、之等ガスの吹込により、焼結工具の表面が還元雰囲気状態に保持せられるか又は酸化を防止せられる結果によるものと考へられる。

(2) 高速度鋼浴内に N_2 ガス、 H_2 ガス及び O_2 ガスを夫々吹込んで、之等ガスの影響を検せるに、 N_2 ガス吹込のものは、硬度及び切削耐久時間概ね最大で、 H_2 ガス吹込のものは、硬度稍々大となるも、繰返打撃試験による靱性劣り、 O_2 吹込のものは多数の酸化物の生成により何れも之より更に劣る。

(3) 高速度鋼の表面にクロム鍍金を施せば、其の硬度を高め、高張力鋼を旋削の際、切削耐久時間を長からしめる。但し、この場合には刃先の研ぎ直し後使用の際、再びクロム鍍金を施す必要がある。

本研究を行ふに當り御懇篤な鞭撻を賜つた九大工學部教授谷村熙博士に厚く御禮申上げる次第である

参考文献：—

- (1) 堀田秀次；鐵と鋼。第23年 第8號(昭.12.8) p.787~798.
- (2) 堀田秀次；鐵と鋼。第27年 第6號(昭.16.6) p.373~404.
- (3) 堀田秀次；鐵と鋼。第28年 第4號(昭17.4.) p.403~443.
- (4) 堀田秀次；鐵と鋼。第32年 第1~3號(昭21.1.~3) p.10~11.
- (5) 堀田秀次；鐵と鋼。第33年 第4~6號(昭22.4~6) p21~23.
- (6) Oscar E. Harder & Crove; Amer. Inst. Min. Met. Eng. 1933.
- (7) F. Rapatz u. H. Kallen; St. u. Ei. Okt. 29, 1931, S. 1139~1140.
- (8) Herbert; mech. Eng. 1930.
- (9) Cowdrey; Amer. Soc. of Test. Mat. 1930
- (10) Kinzel & Burges; Trans. A. I. M. E. 1923
- (11) F. Körber u. I. B. Simonsen; Mitt. a. d. Kaiser Wilhelm Inst. f. Eisenforschung. 1924.

白點狀缺陷に関する研究 (I)

(白點の發生機構及び防止法に関する二三の基礎實驗*)

下 川 義 雄**

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

—Some Fundamental Experiments.—

Yoshio Shimokawa

SYNOPSIS:—Some fundamental experiments related to the forming mechanism and the preventing method of the flake-like defects in steel were performed. The main results are as follows.

(1) In this experiments the very small ingot (60mm in dia., about 100mm length and 2-3 kg in weight) was used. This small ingot casted from the molten steel was forged into a billet (forging ratio about 2.5) before the casted ingot be cooled and quenched into water after the forging. This billet was annealed several days ago and broken or macroetched to research the appearance of the flake. On the fracture of this billet flakes have found frequently.

(2) This small ingot and the normal large ingot made from the same molten steel have a similar tendency to the flake formation. Then all the experiments were performed by this method.

(3) If the hydrogen content of the molten steel be increased by any methods, that is, the blowing of H_2 gas or the addition of the calcium carbide on the molten steel, flakes appeared violently and on the contrary if the hydrogen content be decreased by some method, that is, the addi-

* 昭和18年10月第30回講演大會講演 ** 扶桑金屬工業鋼管製造所