

抄 録

3. 鉄 鐵 及 び 鐵 合 金 の 製 造

電氣鋼原料としての海綿鐵 Tholand, (Blast F. and Steel plant. Sep. 1929) 瑞典のヘガネスに於て鐵鑛を還元する試みは 1907 年に始められた。ヘガネス會社は硫黄及び灰分の多い劣等炭を利用する目的にて海綿鐵の製造を企てた。比較的大なる試験設備は 1910 年に設立され、其後に現在の工場が設立された。ヘガネス法では如何なる鑛石も還元し得ると云はれて居る。然し富鑛程、還元が完全である。鐵 60% 以上含有する鑛石は最も適當である。然し還元は鑛石の組成及び夾雜岩石に依つて大に異なる。純粹な磁鐵鑛と硅酸とより成る鑛石は他の鐵分含有量の等しい鑛石に比して還元容易である。然し硅酸鐵を含有するものは還元困難である。

ヘガネス石炭は灰分及硫黄は甚だ多く、灰分は 35% 硫黄は 0.5~1% である。それ故に海綿鐵製造の當初は多大の困難に遭遇した。或る條件及び或る温度の元に夾雜鑛石、使用せる石灰及石炭の灰分等は熔融温度の低い硅酸鹽を作り海綿鐵は、之を吸收する時その硫黄分は急に増して 0.2% 位に容易になり得る。鑛石中の磷鑛石は還元されず。

炭素鋼の原料とする屑鐵は次第にニッケル及び銅含有量を増し、1924 年米國に於て普通の屑鐵より熔製した鋼のニッケル含有量は 0.15% であつた。此等の元素は今後益増加の傾向であつて炭素鋼製造者は困難を感ずるに至つた。従つて比較的低廉な純粹な鐵の供給が次第に其重要さを増して來た。良好なる海綿鐵は即ち此供給の源泉である。海綿鐵は又双物鋼、高級の發條鋼、針金、特殊の炭素及合金鋼の如き極めて良好なる鋼の製造に最も適當なるものである。

ヘガネス海綿鐵は瑞典北部の純粹なる磁鐵鑛より作るもので夾雜鑛石は主として硅酸である。バナヂウムは V_2O_5 として存在す。次に其標準のものを示す。

Total Fe (普通 96~97.5%)	95%	Cu	無し
P	0.014%	Ni	無し
S	0.025%	C	0.03%
Si	無し	其他主として SiO_2	
Mn	0.025%		

還元されない鐵分は 4% 位にて FeO として存在す。又金屬硅素、硅素鐵等は存在しない。硫黄分の大なる石炭を使用するに拘らず、硫黄分の少きは注意すべきである。特別のものでは硫黄分は最大 0.015% のものを得る。硫黄は CaS として存在し鐵と化合し居らざること興味あることである。バナヂウムは還元されず。海綿鐵の比重は 2 なるも、之を壓縮して比重を 5~6 とし約 23kg の重量の塊として使用して居る。

酸性平爐鋼の例であるが海綿鐵を原料とした鋼は非金属包含物は甚だ少ない。之れ海綿鐵中の不純物は鐵と結合し居らざる爲めに鋼滓中に入り易い爲めである。又海綿鐵中の還元されざる酸化鐵は熔解の當初滿俺、硅素及び炭素と化合除去されて鋼中に入らず。

海綿鐵より作つた鋼は、赤熱脆性は無く他の良好なる鋼よりも割れが入らない。又焼入の安全なる溫度範圍は廣い。最近海綿鐵は良好なる針金鋼の原料として使用される。ヘガネス海綿鐵を 90% 装入して熔製した鹽基性電氣鋼の針金鋼の成分及機械的性質の例を擧ぐれば次の如し。

	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5		直徑(吋)	比例限 封度/吋	抗張力 封度/吋	比例限 抗張力 (%)	断面收縮 %
C%	0.87	0.79	0.78	0.73	No. 2	0.1917	208,000	304,500	68.3	28.0
Mn	0.40	0.72	0.44	0.50	No. 3	0.1930	180,000	280,900	64.1	24.0
P	0.018	0.020	0.018	0.015	No. 4	0.1927	178,000	289,000	61.1	37.0
S	0.016	0.007	0.015	0.019	No. 5	0.1922	204,000	293,000	69.7	40.0
Si	0.36	0.13	0.37	0.140	No. 6	0.1913	140,000	230,500	60.7	25.0
Cr	0.047	0.136	0.036	0.063						
V	0.074	0.085	0.085	0.085						

但 No. 6 は海綿鐵を使用せざる高級平爐鋼。

海綿鐵より熔製した鋼は屈曲性が 20~35% 扭り試験は 3~20% 良好である。(田中)

5. 鑄 造 作 業

可鍛鑄鐵熔解法の經濟的比較 (R. Stotz. Die Giesserei, Sept. 14. 1928) 可鍛鑄鐵工業では燒鈍費の大部分が熔解法の如何に左右されるに由て生産費としては兩者を合計した總費を考へねばならぬ。従て今の場合各種熔解法の經濟的比較をするには都合上色々の假定を設けなければならない。例へば原料費の如きは運賃及び地方的狀況に依り區々として定まりないが、茲ではすべて之を同一と假定した。従つて下記の數字は標準的一例を示すに過ぎず總てに即時適用できないのであるが、別に%の欄を設けて各處に於ける生産費を算出するの便に供した。更に生産費は又販路の景氣、資本の多寡にも大きい影響を受ける事は詳言する迄もない。装入物の計算には各所に行はるゝ混合物の平均値を採用し、湯門、湯路、屑鑄物等はすべて再び戻使することにしてある。

以上の假定を考慮に加へつゝ熔解量、鐵損、歩止り、資本金を比較すると第1表の如くに成る。又最普通に行はるゝ原料及び熔解の總費を示せば第2表(單式熔解法)及び第3表(二重式熔解法)の如くである。

上記の表に見るが如く、坩堝法は相當の出銑量では資本を要する事が最も尠いがその反面に經費が最も高價である。

又電氣爐は豊富にして且安價な電力が得られなければ熔解費の低減は望まれない。尤も安價な鍊鐵其他の鐵屑類を多量に使用し得る點で原料費は極めて低廉であるけれども次の熔解費が極めて高價に付く。従て成る可く長時間連續作業を行ふ事が望ましい。

油爐及び平爐に於いては熔解作用が過剩空氣の下で行はるゝに依て酸化の影響が大きい又鍊鐵屑類

を附加すれば炭素を極限量以下に低下せしめる危険が多いに依つて、最初装入物を選択せねばならぬ。即ち装入物の費用は全熔解法中最も高價に成つて居る。

併し以上の各爐は之を可鍛鑄鐵用に休止する場合、鑄鋼、高級鑄物類の熔解に併用すれば熔解費の遞減も亦困難では無い。

石炭反射爐は米國に多く、歐洲大陸には餘り使用されて居ない。熔解費が平爐と大差ないけれども鑄鋼と併用出来ない缺點がある。敢言すれば休日或は勞力不足の場合にも割合樂に熔解を繼續し得る事は該法の利點ともすべきであらう。

熔銑爐に依る方法は今日到る處に廣く利用されて居る、併し之のみに依るは種々の弊害が多い爲に高級品の製造には寧ろ禁物である。表中舊法とは熔解装入物が主として銑鐵であり、新法とは混合物を用ひ尙操業上の進歩も加味されて居る。兩者の熔解費には大差なきも燒鈍に際して前者が長時間を要する爲に頗る高價に成つて居る事も兩法に依る白銑の優劣が窺知されるであらう。

之を要するにすべて可鍛鑄鐵に於ては生産費が材料費、熔解費、及び燒鈍費に支配されるが故に其經濟問題には常に燒鈍費を閑却してはならない。第4表に示す燒鈍結果は之を如實に立證して居る。

最後に白心及び黒心可鍛鑄鐵の總體的費用を各熔解に付いて比較すれば第5表に示す如くである。

(南波)

第 1 表

	坩 埚 3 基	油 爐 1 基	電氣爐 1 基	平 爐 1 基	反射爐 (石炭) 1 基	熔銑爐 2 基	熔銑爐 2 基及び		
							電氣爐 1 基	油 爐 1 基	小轉爐 1 基
熔 解 能 力(噸)	各 0.24	1	3	5	5	—	5	1	2
每 時 熔 解 量(噸)	0.26	0.36	1	1.2	1	3	3	1	3
每 日 出 銑 量(噸)	2.88	4	12	15	15	15	15	8	15
一 年 出 銑 量(噸)	720	1,100	3,000	3,750	3,750	3,750	3,750	2,000	3,750
一 日 熔 解 時 間(時)	11	11	12	13	15	5	5	8	5
一 日 熔 解 回 數(回)	4	4	4	3	3	連續	3	8	7
鐵 損(%)	2	8	4	8	7	5	6	8	12
資 本 金(圓)	4,000	5,000	42,500	22,500	15,000	12,500	55,000	17,500	27,500

第 2 表

	坩 埚	油 爐	電氣爐	平 爐	石 炭 反 射 爐	熔 解 爐								
						舊 法		新 法						
	%	%	%	%	%	%	%	%	%					
Duisburg Kupferhütte 銑鐵 (49圓/噸)	34	16.65	50	24.50	10	4.90	50	24.50	44	21.40	37	18.10	22	10.75
特 種 銑 類 其 他	—	—	5	3.00	—	—	—	—	—	—	—	5	3.70	
鍊 鐵 屑 (27~35圓/噸)	10	3.50	—	31	8.50	—	5	1.75	10	3.50	20	7.00		
湯 路, 湯 門 等	56	—	50	—	54	—	50	—	51	—	53	53	53	—
1 噸 裝 入 物 = 0.42 噸 合 格 鑄 物		20.15	24.50	16.40	24.50	23.15	21.60	21.65						
1 噸 當 原 料 費		48.00	58.40	39.00	58.40	55.00	51.50	51.60						
1 噸 裝 入 當 り 炭 (15.5圓/噸)	80	12.80	—	—	—	—	20	3.10	18	2.30				
同、石 炭 (14圓/噸)		—	—	—	32	4.45	45	6.30						
同、燃 料 油 (65圓/噸)		—	20	13.00	—	—	—	—						
同、電 力 850 單 位 (1.5錢/單位)		—	—	—	12.70	—	—	—						

同 黑 鉛 製 坩 埚	25.00	—	—	—	—	—	—
着 火 材 料	0.40	—	—	—	0.15	0.25	0.25
雜 費 (電 極)	1.20	2.00	3.20	1.40	1.25	1.75	1.75
石 灰 及 熔 劑	—	0.25	1.25	0.40	0.25	0.15	0.15
爐 維 持 費	1.90	2.10	4.25	3.35	2.30	1.05	1.05
工 賃	4.50	2.75	3.75	3.05	2.40	2.00	2.00
合 計	35.80	20.10	25.15	12.70	12.65	8.30	7.50
見 越、10%	0.55	0.45	1.40	0.60	0.40	0.43	0.33
1 噸 裝 入 物 = 0.42 噸 合 格 品	36.35	20.55	26.55	13.30	13.05	8.63	7.83
1 噸 當 熔 解 費	86.50	48.80	63.00	31.70	31.20	20.50	18.60

第 3 表

熔 解 法 精 鍊 法	熔 銑 爐 電 氣 爐		熔 銑 爐 油 爐		熔 銑 爐 小 轉 爐	
	%	圓	%	圓	%	圓
銑 銑 (49圓/噸)	15	7.35	25	12.25	46	22.50
鍊 鐵 屑 (36圓/噸)	33	11.55	25	8.75	10	3.50
湯 門、其 他	52	—	50	—	44	—
1 噸 裝 入 = 0.42 噸 合 格 鑄 物	—	18.90	—	21.00	—	25.90
電 力 300 單 位 (1.5 錢 / 單 位)	4.50	—	—	—	—	—
加 熱 油 (10%)	—	—	6.50	—	—	—
雜 (電 極)	1.40	—	1.22	—	1.90	—
石 灰 及 附 加 物	1.80	—	1.50	—	0.85	—
爐 鐵 持 賃	3.10	—	1.05	—	1.10	—
工 費	2.75	—	1.12	—	0.75	—
精 鍊 經 常 費	13.55	—	11.39	—	4.60	—
見 越	1.40	—	3.00	—	0.40	—
1 噸 裝 入 當 り 維 鍊 費 = 0.42 噸 合 格 品	14.95	—	11.69	—	5.00	—
合 格 品 1 噸 當 り 精 鍊 費	—	35.60	—	27.80	—	11.90
同 上、裝 入、熔 解、精 鍊 費、	—	99.45	—	96.55	—	92.60
同 上 燒 鈍 費	—	51.00	—	51.00	—	51.00
同 上 總 經 費	—	150.45	—	147.55	—	143.60
同 上、熔 銑 爐 法 (單 式) と の 差 額	—	+18.40	—	+15.50	—	+11.55

第 4 表

可 銑 の 種 類 燒 鈍 費	白 心				白 心		黑 心	
	熔 銑 爐				反 射 爐、坩 埚 其 他			
	舊 法		新 法		%	圓	%	圓
石 充 填 炭 (14圓/噸)	140	19.55	90	12.50	120	16.75	40	8.40
燒 鈍 材 (15圓/噸)	30	4.50	20	3.00	25	3.75	5	0.75
燒 鈍 費 (90圓/噸)	23	20.70	15	13.50	20	18.00	5	4.50
工 賃	—	12.60	—	11.50	—	10.00	—	5.00
爐 維 持 費	—	2.60	—	3.00	—	2.25	—	1.00
合 計	—	59.95	—	42.50	—	50.75	—	19.65

第 5 表

爐 の 種 類	白 心 可 鍛 鑄 鐵							黑 心 平 爐			
	坩 埚	油 爐	電 氣 爐	熔 銑 爐 及 び			平 爐				
				電 氣 爐	油 爐	轉 爐					
原 料	48.00	58.00	39.50	45.00	50.00	62.00	58.00	55.50	51.50	51.60	58.00
熔 解 費	85.50	49.00	63.00	18.70	18.70	18.70	31.80	31.00	20.60	18.70	3.180
精 鍊 費	—	—	—	35.80	25.80	11.90	—	—	—	—	—

合計	133.50	107.00	102.50	99.50	94.50	92.60	89.80	86.50	72.10	70.30	89.80
焼鈍費	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	51.00	61.00	42.50	19.60
熔解及焼鈍費	184.50	158.00	153.50	150.50	145.50	143.60	140.80	137.50	133.10	112.80	109.40
熔銑爐法との比較	+ 47.50	+ 26.00	+ 21.80	+ 18.60	+ 15.40	+ 11.45	+ 8.97	+ 5.40	± 0	- 19.15	- 22.40

鋼塊の表面を優良ならしむる鑄型の設計 (The Iron Age, January 9, 1930; P. 159.) 鋼塊

の品質は製鋼作業の工程に第一に必要な事柄である。何故かと云へば鋼塊の品質は仕上品の品質の關係し、引いては需要家の満足にも關係して來るからである。

如何に最低費用で最大の噸數を出さねばならぬにしても、良き表面の分塊の製作は壓延當事者の重要な問題である。

もしも普通の矩形鋼塊が注意されずに壓延されたならば、最初の工程で既に過壓され、龜裂を生ず、其の結果は高價な切捨て又は無駄な廢却となる。

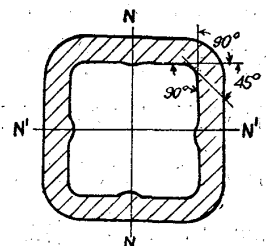
鑄型の設計が鋼塊表面に如何に影響を及ぼすかを見るには、先づ熔湯が鑄型の中に滿される時に起る作用及び其が凝固する間の状態並に凝結せる鑄塊に及ぼすロールの効果とを論ずる事が必要と思はれる。

次の事柄は Gathmann Engineering Co., の Emil Gathmann の實驗を基礎として論ぜられたものである。

熔湯が比較的低温な鑄型の壁に觸れる時には、最初の皮層凝固が起きるが此の結果として極めて細い結晶を生ずる。皮層中の細い結晶が核となつて些か異なる形狀の樹狀結晶かもつと大きく極めて迅速に鋼塊體に生じ遂に鑄型と鋼塊との接觸が破れる様になる。

最初鋼塊が收縮する間は鑄型も又收縮してゐる。其れ故に鋼塊は固く喰ひ付けられてゐる、そして此の時の熱の傳導は鋼塊から鑄型に大變早く進む、而して鋼塊に皮層が速に出来る。熱の傳導は鋼塊から鑄型に進み鑄型壁が完全に熱せられる迄續く。其時期は鑄型全體の膨脹によつて擴大されてゐる。此の時に鑄型が鋼塊から引き抜かれると鋼塊は自身の重量で下に残り鑄型體の收縮の際に凝固した皮層によつて持ち堪えてゐる事になる。之を凝固に於ける臨界期と呼ばれてゐる。もしも鑄型が適當に設計されなかつたならば、熔湯の壓力に降伏する際に鋼塊の表面は過壓されて破壊し、巢或は鑄張を生ずる原因となる。

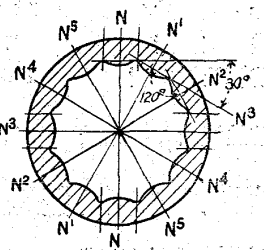
鑄型體は周圍の面積を増し而して突起物を多くつける爲めに鑄型に浪付けられる。其故に最初に出來た皮層は速に凝固するであらう。而して此の浪付けが凝固に際し皮層が破れんとする傾向に抵抗する事になる。此の原理は今更新しき事柄ではないが、一般に良く知られてゐる方法である。第1圖は最初に採用された鑄型で Mooney が 1873 年に特許を取つたもので、各平面の中央に單列の浪型を付けたものである。



第 1 圖

最近第2圖に示す様に横斷面が八角形及び十二角のものが優良な表面を

得る爲めに考案されて用ひられてゐる。此は從來の如何なる型のものよりも良好な結果を示してゐる。然し此の鑄型は非常に多く採用されてゐないのは、鋼塊を四角に仕上げる工程回数を増す爲めに生産噸數で容易ならぬ損失を受けるからである。



第 2 圖

鑄型の設計に當り次の二つの事實が最初に考へられる。

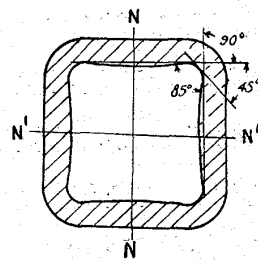
- (1) 鋼塊が鑄型壁に喰付かない様に接觸部を自由に離れ易くする事。
- (2) 突起部分及び鋼塊の角が加熱爐で脱炭されない様に面を付ける事。

此の二つの事柄は一般に認識せられてゐる事で鑄型設計に當り重要事項となつてゐる。

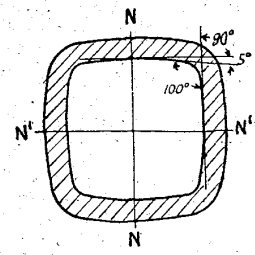
鋼塊の Primary Sides は角の突起部分より高い面にし、比較的狭くせねばならぬ。何故ならば最初のロールで變形される時に角の突起部分は大變小さな力を受けるに止り又隣接せる力を受けない側は大して縦の方向に引延ばされない、而して鋼塊がロールの上に置かれた時は壓延方向に直角なる平面に粗雜な結晶組織を有するチル鑄物と思へば良い。然し鋼塊の表面がロールで加工され結晶の大きが小さくなる迄は著しく延ばされない。

鋼塊の全面がロールで加工せられぬ前に引延ばされた時に出來た裂目或は傷痕、時には兩方共分塊に残される事がある。製品に依つては裂目のあるものは切り捨てられ、側痕はなほ數回の加工で消される事が出来る。然るに此の傷痕は完全な腐蝕試験をせねば発見されぬ事がある。此の爲めに繰返壓力の材料試験で界限度以下に落ちる事がある。

一般に用ひられてゐる浪を付けた矩形鑄型の設計は第 3 圖に示されてある様に四面の内側壁より成り、凝結の際に鋼塊の皮層が融通の効く様になつてゐるが、之を壓延する爲めに特殊のロールを準備せねばならぬ。然らざれば鋼塊の鋭い角が分塊加工で屢々重なり合ひ表面が粗雜となる缺點がある。廣く用ひられてゐるもので第 4 圖に示すものがある。これは第 3 圖とは反對で最初に出來た皮

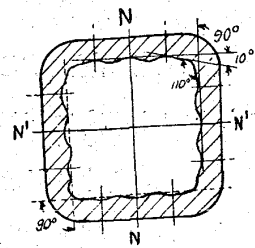


第 3 圖



第 4 圖

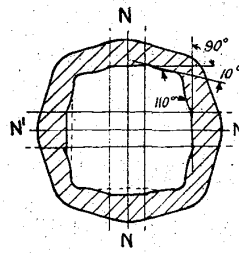
層は外側に張られ凝結の際に鑄型體に起る最初の收縮及び其の次に起る膨脹に對して自身で調節が出來ない。而して甚だしい收縮に依る裂目及び初期の應力は必ず凝結の際に鋼塊の皮層に起る。然し乍ら角は加熱爐で脱炭されたり壓延作業で重なり合ふ様な危険が無い様に十分廣く取られてある。大きい角の取られた浪型の付いた鑄型即ち第 5 圖の様なものは軽く壓延すれば容易に重なり合はないものであるが、Free Sides は最初の壓延で非常に壓力を受ける。これは Primary Sides の幅に原因する。



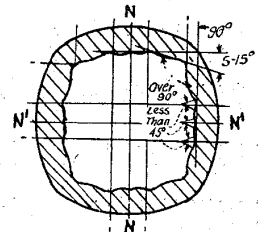
第 5 圖

數ヶ月前から盛に用ひられる様になつて來たもので第 6 圖及び第 7 圖に示す様な二箇の切斷面の鑄

型がある。此は Emil Gathmann によつて造られたもので特許となつてゐる。此の鑄型は優良な表面を得る爲めの必要な条件を具備してゐる。而して鑄型の角の接目に鋼塊の収縮の自由を妨害せない様に浪が付けられてある。而して Secondary Corner の浪は鋼塊表面が柔軟であつて鑄型と離れる際に破壊したり破損をせない様に、又鑄型の膨脹に耐える様に出来てゐる。



第 6 圖



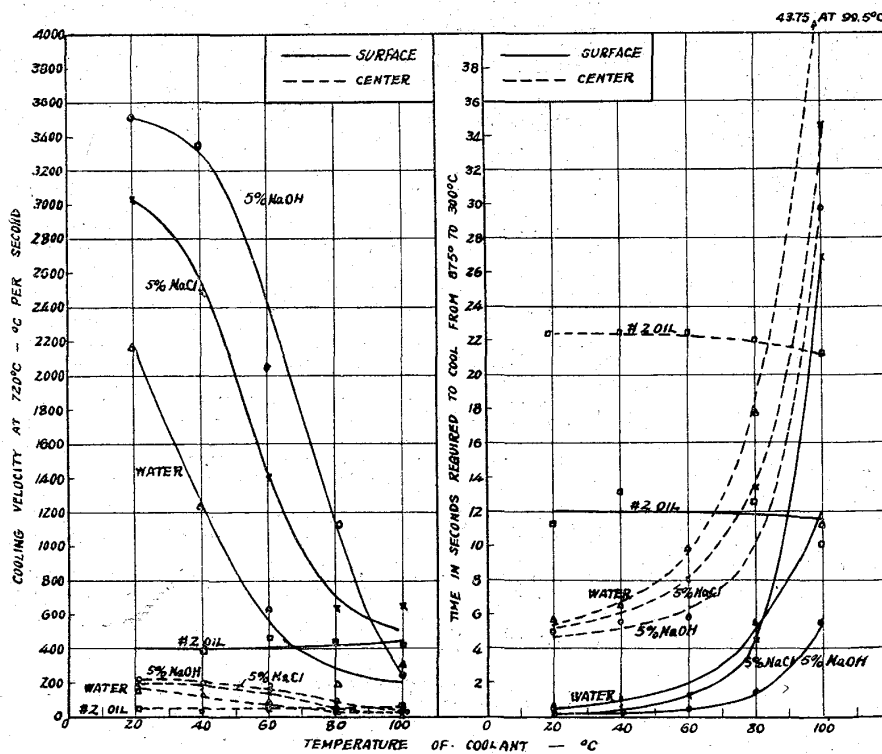
第 7 圖

角は廣く取つてあつて加熱爐で脱炭されたり壓延作業で重なり勝ちになる様な事はない。此の型の鋼塊の Primary Sides は縦の方向に延ばされるよりは寧ろロールの軸に平行に壓延される。(岡村貞良)

6. 鍛鍊及び熱處理並に各種仕上法

種々の焼入液の温度に就て (H. J. French and T. E. Hamill, Trans. Am. Soc. for Steel Treat., Vol. XVI, November 1929, pp. 711~740.) 著者等は廣く用ひられてゐる種々の焼入液に就き鋼の冷却速度に及ぼす液の温度の影響に就いて報告してゐる。

試験に用ひた鋼の組成は 0.96% C, 0.28% Mn, 0.016% P, 0.028% S, 0.18% Si で試料の形状は徑



第 2 圖

1/2", 長さ 2" の cylinder で 875°C から毎秒 3 呎の速度で流れてゐる焼入液中に焼入してゐる試験に供した液は水、食鹽水、苛性曹達液及二種の油等である。

(1) 種々の温度に於ける液中に焼入した場合の鋼の表面及中心に於ける冷却曲線を取り又その硬度を測定した。

その結果を抜粹すれば第 1 圖及第 2 圖の示す通りである。第 2 圖に見る

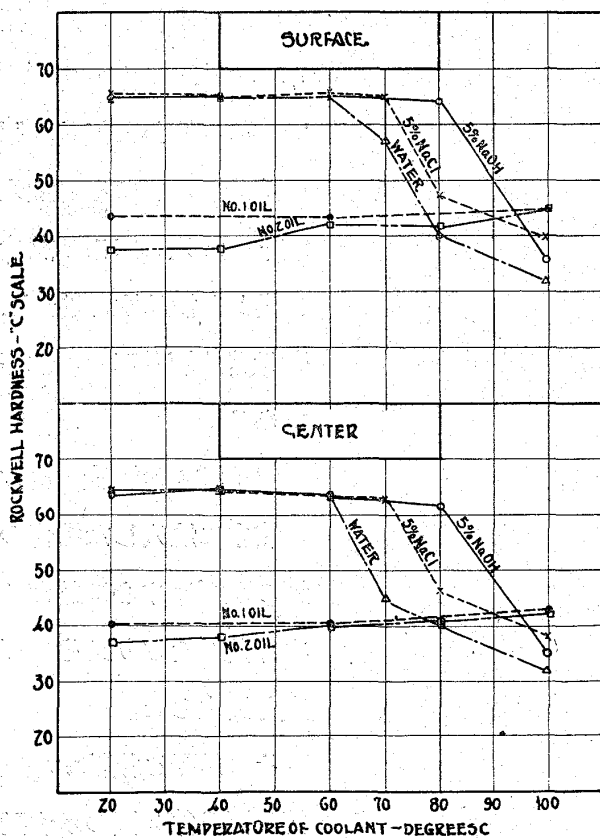
如く水、5% NaOH 液及 5% NaCl 液は液の温度の上昇と共に鋼の冷却速度は減少し 20°C~60°C ではその減少は著しくないが 60°C~100°C に於ては急激に減少する。然し油の場合はその温度

20°C~100°C の間に於て温度が上昇しても鋼の冷却速度に餘り影響がない。

又 5%NaOH の水溶液はその温度が上昇しても水の如く鋼の冷却速度に著しく影響しない。換言すれば 5%NaOH 液は温度が上昇しても水の如く冷却速度が急激に減少しない(第2圖)。此事實は明に都合の良い點で實際の焼入操業に利用し得るであらうと附言してゐる。

水溶液の温度が水の沸騰點附近になると鋼の表面及中心の冷却速度が 200°C~300°C 附近に於て甚しく不規則となる。例へば 80°C 或は 99.5°C の温水中に焼入した場合に鋼の中心の冷却速度は 200°C~300°C 邊に於て 700°C 附近の冷却速度より大である。5% NaOH 液に於ては 99.5°C の時同様の現象が認められ 80°C の時は認められない。又 5%NaCl 液に於ては 80°C 及 99.5°C 共に此現象を認めず冷却曲線は 850°C~200°C は極めて滑らかであつた。斯くの如く 80°C~100°C の水に焼入れると 200°C~300°C 邊の低温に於て却て冷却速度を増すと云ふ事は時に焼割れの原因となる。故に 20°C の水では冷却速度が早過ぎ油では遅過ぎその中間の冷却速度を望む時は 80~100°C の温湯を用ふるよりも温食鹽水を用ふるか温苛性曹達液を推奨すると云ふてゐる。

(2) 次に鋼の硬度及組織に及ぼす焼入液の温度の影響を調べてゐる。その結果を一括すれば第3圖の示す通りである。0.96%C の試料で麻留田となつたものは“Rockwell C Scale”の 63~65 を示す。



第 3 圖

油を用ひると表面及中心共此硬度數に達し得ない。又水 60°C 迄、5%NaCl 液 70°C 迄、5% NaOH 液 80°C 迄は常温で焼入れた物と大差なく 63~65 の硬度を得られたかその組織に於ては常温で焼入れたものと大に異つてゐた、即ち液の温度が上昇するに従ひ大洲田を含有する麻留田から次第に吐粒洲を増す。著者等の實驗に依れば吐粒洲のない完全な麻留田組織の物も相當に吐粒洲の出てる麻留田組織の物もその硬度には餘り變化がなかつたと云ふてゐる、そして徑 1/2" の試料で以上の實驗に於て中心迄完全の麻留田組織となつたものは 20°C の 5% NaOH 液を用ひた時のみであつた。

油の場合に於てその温度が 100°C の時の方が 20°C の時より冷却速度が寧ろ大であり外の水溶液の場合と反對の現象を呈したが硬度試験の結果

も 100°C の油に焼入れた方が 20°C の油に焼入れたものより硬度が高い。

(3) 以上の實驗に依り有望と考へられる種々の温度の焼入液をその冷却速度の順に表示すれば第1

表の示す通りである。冷却曲線上不規則の傾向あるものはこれを省いた。

第 1 表

焼入液	温度 °C	875° から 200°C 迄冷 却に要する時間(秒)		水と油との 中間の冷却 速度	5% NaOH	60	1.03	8.8
		表面	中心					
水より大なる冷却速度	5% NaOH	20	0.31	7.8	5% NaCl	60	1.8	11.8
		20	0.48	7.4		60	3.2	13.4
水	20	1.2	8.6	油に近い冷却速度	5% NaOH	80	3.1	14.2
					5% NaOH	85	5.0	17.0
					5% NaOH	90	7.0	22.0
					No. 1 油	20	14.7	28.8
					No. 2 油	20	19.3	29.7

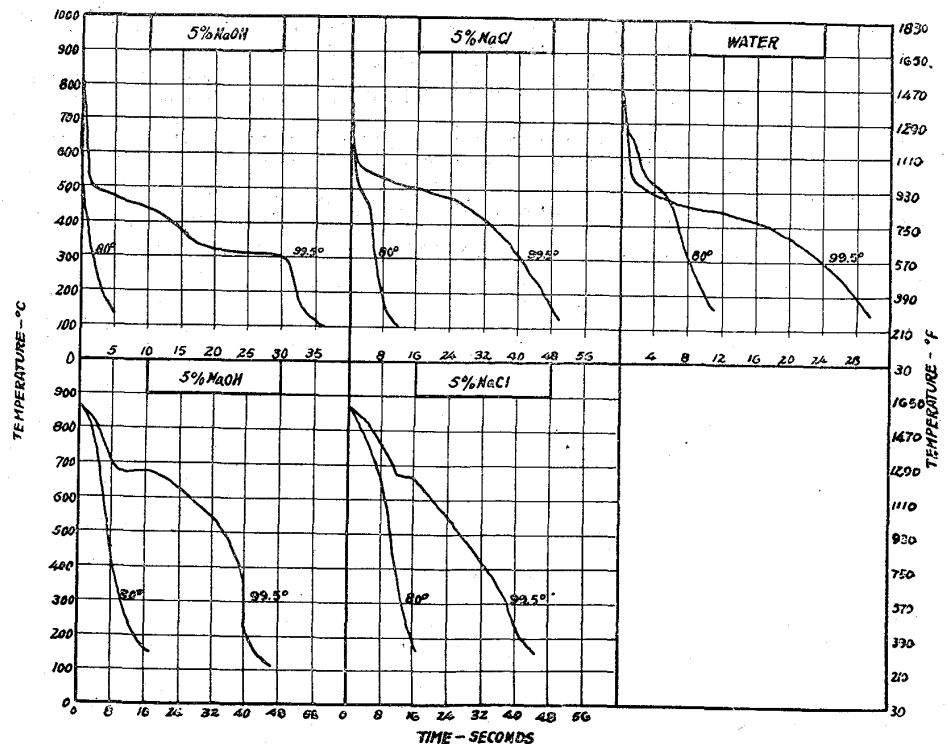
(4) 次に Ni-Cr 鋼及 0.45% C を含有する炭素鋼を 815°C から種々の温度の焼入液中に焼入しその牽引試験をした。

その結果は Ni-Cr 鋼の場合には油焼入の方が 70°C の温水に焼入れた場合より均一な結果を得た。最も良結果は 80°C に於ける 5% NaOH 液に焼入れた場合で牽引の強さ及延性共に大であつた。80°C に於ける 5% NaCl に焼入れた場合は同温度に於ける 35% NaOH 液より結果は悪るかつた。NaOH 液でも温度が 80°~90°C に至ると強さ及延性を減少した。

0.45% の炭素鋼に於ては 80°C の 5% NaOH では焼割れを生じた。此の液が 85°C になつても牽引試験の結果は良好でなかつたが 90°C に達すると牽引の強さ及展性共に極めて優秀な結果を得た。又 5% NaCl の 80°C の場合にも牽引の強さ、延伸率、断面収縮率共に極めて良好の結果を得られたが 70°C の温水では結果が不規則であつた。

(5) 最後に C 0.45% Cr 1% の組成の材料で一定の形状及寸法を

有する 3 ゲージを作りこれを油及水溶液中に焼入れ、寸法の變化を測定してゐる。實驗は先づ 815°C に 45 分間保持しこれを試験せんとする液中に焼入する。然る後寸法の變化を測定し次にこれを 230°C に 1 時間焼戻し再び寸法の變化を測定し更に 815°C に 15 分 保持して前と同じ液中に焼入れて



上段……表面の冷却曲線、下段……中心の冷却曲線

第 1 圖

又寸法を測定し實驗結果を表示してゐる。その結果は温水溶液中に焼入した爲の方が油中に焼入したものより寸法の變化が大である。但し 80°C の 5% NaOH 液中に焼入した場合は例外であつて No.2 液中に焼入たものと寸法の變化が殆んど同じで No. 1 油よりもその變化小である。

著者等は以上の實驗は充分な者でないから種々の目的に應ずる最良の焼入液を決定しなかつたが此等の實驗から次の事は豫想し得ると結論した。即更に液の濃度及その廻流等に就いて研究すれば、常溫に於る水と油の冷却速度の中間の冷却速度を有する適當の溶液を見出すであらう。(M.O)

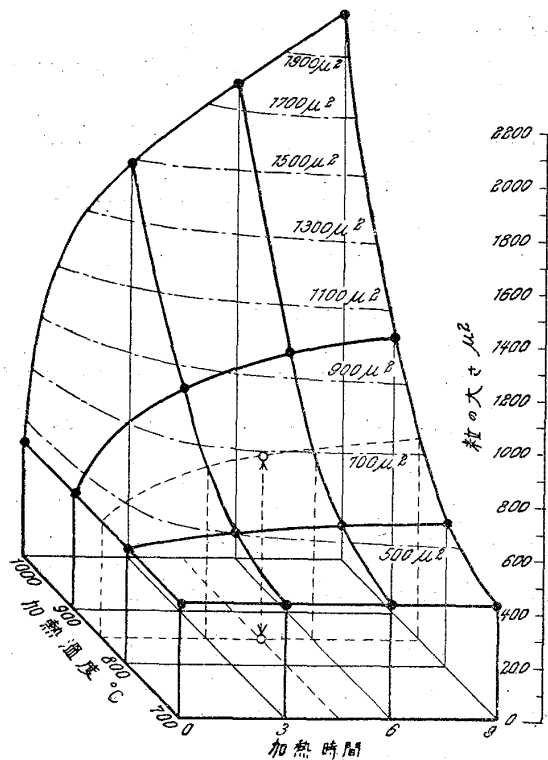
表面焼入鋼の熱處理に関する比較試験(Lüpfert: Stahl u. Eisen, 49 Jahrg. Nr. 48, 1929)

炭素鋼及クローム・ニッケル鋼の 2 種の表面焼入鋼につき第 1—4 圖に示すやうな立體線圖を作つた。これによると各種の焼鈍溫度、加熱時間、冷却速度による粒の大きさが讀める。圖は焼入溫度と焼入時間の關係がどうなるかと云ふことに基いて作つたもので、これによりて表面焼入鋼の粒の大きさを可及的微小にして所要の焼入深度を得ることになる。疑問とせられたる種々の熱處理法を比較試験するには永久屈曲を測定する屈曲試験により、硬化層と心の中間なる組織變化帯の厚さの測定及組織の性質を有效なるものとするに役立つ、また熱處理により心の靱性を高むることが判るけれども、硬化層の悪化を伴ふことが判る。殊にその悪化は熱處理溫度高く且熱處理時間長きほど益著しい。そこで大なる要求なきものは僅に硬化層を作る程度が宜しい。焼入後の冷却速度は殆ど影響はない。加工材料に最高抵抗力を有せしむるには一つの間加熱を行はぬばならぬ。併しこの際注意すべきは焼入後の冷却速度が早ければ早いほど加熱時間を短縮して靱性の増加を示さしむることである。

炭素鋼及焼入過度のクローム・ニッケル鋼にありては、焼入後 200°C にて焼戻を爲し、内力の除去並に良性質の増加を圖るを有利とする。 (古賀)

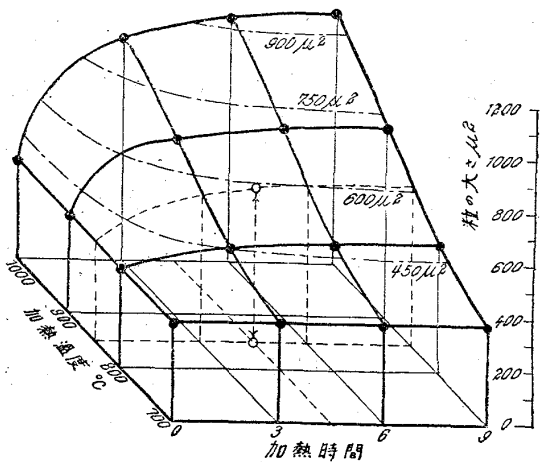
第 1 圖

加熱溫度、加熱時間及冷却速度と粒の大きさの関係材料、炭素鋼、爐内冷却



第 2 圖

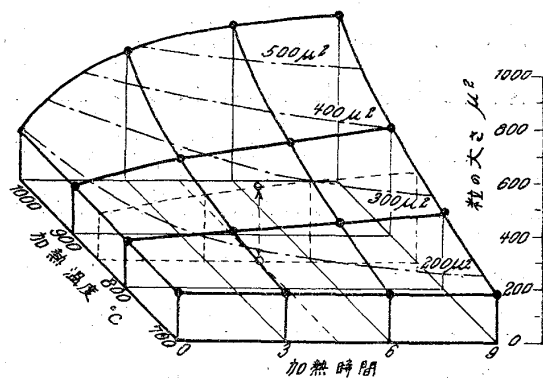
第 1 圖に同じ、空中冷却



第 3 圖

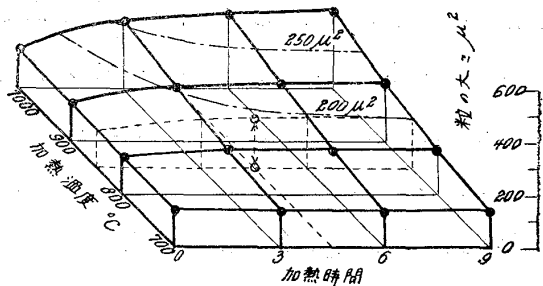
加熱溫度、加熱時間及冷却速度と粒の大きさの関係

材料クローム・ニッケル鋼、爐内冷却



第 4 圖

第 3 圖に同じ、空中冷却



7. 鐵及び鋼の性質

鐵道軌條と外輪との相互磨耗に関する試験 (荒木宏、齋藤省三、機械學會誌第 33 卷第 155 號昭和 5 年 3 月 138 頁乃至 159 頁) 軌條對外輪の磨耗に關し從來幾多の試験があるが、大正 11 年以來鐵道省工作局主催の車軸研究會があり引續き同省官房研究所が主となり、之に工務局、工作局住友製鋼所等が參加して、聯合協議して大阪住友製鋼所構内に直徑 24.4 米の圓形軌道を設けて、實地に各種地金の軌條及外輪を以て數年に亘つて磨耗試験をなしたる結果の報告である。

之が磨耗の機構に就ても周到なる論理の下に説明を加へて穩當なる結論を述べてある、即ち轉爐鋼軌條は使用するに堪えぬこと、先づ外輪の鋼材が有する炭素を統一し略ぼ 0.75 % となし之に相當すべき軌條鋼の硬軟性質を決定すべきであるが、炭素 0.5 % 附近のものを避くべきこと等鐵道作業上最重要の一たる本問題に對し一指針を與えたる有力なる實地試験の報告とす。 (俵)

鑄鐵の彈性と疲勞 (T. Thum u. H. Ude, Die Giesserei, 1929. Nov. 22 u. 24)

著者等は廻轉式彎曲應力に依て鑄鐵の疲勞強度を研究した。併し此の方法では試片の表面に近い部分のみが全應力を受けるに依て實驗結果を實際に應用する爲に表層部分の應力を決定する必要がある。

依つて先ず鑄鐵の彈性率を測定した、第 1 表はその結果である。鑄鐵の延伸率乃至彈性率はその含有する黑鉛の數及び形狀に依て影響されるが第 1 表も亦同様の事を示して居る、例へば試料 No. 1 及び No. 3 は No. 2 及び No. 4 よりも多量の黑鉛を含有せるにも拘らず其形が短片又は節結狀である爲に彈性係數が後者よりも大きい、又強度の高い試料に於て耐壓及び抗張彈性係數の差は黑鉛含有量の少いものが小さく成つて居る。

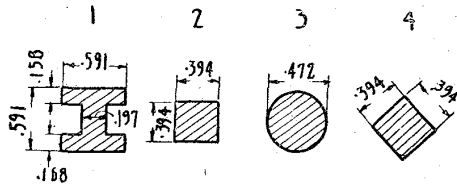
更に表層部に於ける實際應力と試料の形狀との關係を知る爲に第 1 圖に示す順序の斷面に就いて、抗張試験機を用ひ試片の全長に亘つて彎曲力率が同一に成る如く靜的彎曲試験を行つた、實驗に際して全體の伸びに對する應力は彎曲試料より別に試片を採り各々抗張並に耐壓試験にかけてそれぞれの應力對延伸曲線より讀みを取つた。第 2 表は其結果で表中測定値の他に $\frac{\text{彎曲力率}}{\text{抵抗力率}}$ の式から算出した理論値をも第一列に掲げてある。之に依れば理論應力と實際應力との差は彎曲力率の増加に伴つて増大するのみならず、試料 No. 3 よりも多量の黑鉛を含む No. 5 に於いて其差が甚しい、尙斷面形狀に依る影響も可成大き No. 4 に於いては最大に成つて居る。著者は更に Schenck 式試験機を用ひ廻轉式彎曲を與ふる時に生ずる應力の模様を示し、此の場合理論應力と實際應力との差が前記靜的彎曲の場合よりも小さい事を立證した。

次に摩擦を熱エネルギーに變化する能力を研べ種々の靜的荷重及び動的(廻轉式)荷重に對して其履歷面積を求めたが何れの場合にも同様の結果が得られた、之に依れば熱化効果は彈性係數と同様に黑鉛の含有量に影響され、黑鉛の多いもの程一定の荷重に對する履歷面積が大きく成つて居る、其理由は黑鉛の存在が龜裂を發する爲である。

以上の實驗を終つた後 Schenck 式試験機を用ひて廻轉式彎曲應力を與へ乍ら種々の鑄鐵の疲勞の

強さを求めた、第 3 表に其の結果を示す。偕て表に依て次の事が知られる、(1) 實驗に用ひた程度の

第 1 圖



試料では彎曲の大きさに依て疲勞の強さが知られる、即兩者の差は ± 0.64 噸/時² に過ぎない、〔第 7 列〕(2) 鑄鐵疲勞の強さは鋼の場合の如く熱化效果の初點に依て決定する譯には行かない、〔第 6 列〕(3) 疲勞の強さと抗張力との間には確然

たる關係は成立しない〔第 5 列〕。

尙波來土の地に黒鉛が細かく分布せるものは疲勞抵抗力が最も大きく、地に純鐵の現れたものは最も弱い結果に成つて居る。

第 1 表

試料番號	化學成分							靜的強度				彈性係數 T/in^2			
	T.C.	C.C.	Gr.	Si	Mn	S	P	抗張力 (噸/時 ²)	彎曲 限度 (噸/時 ²)	彎曲 深さ (吋)	ブリネル 硬度	抗張試驗		耐壓試驗	
												應力	應力 5.08	應力	應力 5.08
												0~1.27 噸/時 ²	~6.35 噸/時 ²	0~1.27 噸/時 ²	~6.35 噸/時 ²
1	3.22	1.37	1.85	1.15	0.91	0.12	0.39	17.8	30.12	0.386	241	876,000	857,000	920,000	857,000
2	2.94	1.39	1.55	2.00	1.07	0.06	0.22	18.4	26.00	0.345	266	794,000	781,000	920,000	818,000
3	3.35	0.85	2.50	1.46	0.97	0.08	0.40	18.4	34.02	0.413	220	736,000	673,000	881,000	851,000
4	3.30	0.86	2.44	1.80	0.90	0.08	0.50	15.9	34.02	0.508	227	727,000	563,000	734,000	726,000
5	3.77	0.85	2.92	1.85	0.63	0.12	0.68	11.9	24.61	0.551	190	568,000	422,000	564,000	565,000
6	3.30	0.70	2.60	2.60	0.80	0.10	0.50	9.9	24.01	0.516	187	482,000	342,000	486,000	635,000

第 2 表

理論應力 (噸/時 ²)	試料 No. 5								試料 No. 3			
	實際應力 (噸/時 ²)								實際應力 (噸/時 ²)			
	斷面番號				斷面番號				斷面番號			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.27	1.27	1.27	1.33	1.24	1.27	1.24	1.27	1.29	1.27	1.24	1.27	1.29
2.54	2.54	2.41	2.54	2.29	2.48	2.48	2.48	2.54	2.48	2.48	2.48	2.54
3.81	3.26	3.43	3.46	3.37	3.75	3.62	3.56	3.75	3.75	3.62	3.56	3.75
5.08	4.63	4.45	4.45	4.19	4.82	4.70	4.76	4.76	4.82	4.70	4.76	4.76
6.35	5.46	5.33	5.21	5.08	5.91	5.71	5.84	5.71	5.91	5.71	5.84	5.71
7.62	6.41	6.22	5.97	5.84	6.98	6.79	6.79	6.60	6.98	6.79	6.79	6.60
抗張力(噸/時 ²)	12.18	12.38	11.82	12.83	18.94	18.28	6.79	18.42	18.94	18.28	6.79	18.42
彎曲限度(噸/時 ²)	19.95	22.45	23.55	30.75	30.15	31.55	35.05	40.65	30.15	31.55	35.05	40.65

第 3 表

1. 試料番號	2. 化學成分							3. 靜的強度				4. 疲勞の強さ (噸/時 ²)	5. 疲勞の強さ 抗張力	6. 熱化效果 の初期 (噸/時 ²)	7. 歪曲線に於 ける彎曲 (噸/時 ²)	
	T.C.	C.C.	Gr.	Si	Mn	S	P.	彎曲 強度 (噸/時 ²)	彎曲 の深さ (吋)	抗張 力 (噸/時 ²)	耐壓 力 (噸/時 ²)					ブリネ ル 硬度
7	2.94	1.37	1.55	2.00	1.07	0.06	0.22	26.05	0.345	11.4	78.2	266	± 7.62	0.41	6.98	6.98
8	3.25	0.94	2.31	1.27	1.18	0.08	0.40	31.75	0.472	17.1	63.2	231	± 7.62	0.45	6.98	6.35~1.25
9	2.94	0.94	2.10	0.91	0.69	0.06	0.21	30.50	0.394	18.4	72.5	204	± 7.62	0.42	6.98	6.98
10	3.35	1.15	2.20	1.41	0.87	0.10	0.49	29.85	0.354	19.7	—	—	± 7.62	0.39	6.98	6.98
12	3.35	0.85	2.50	1.46	0.97	0.08	0.40	31.05	0.413	18.4	80.6	220	± 7.30	0.40	5.08	6.98
13	3.25	0.65	2.55	1.55	0.99	0.06	0.35	31.20	0.445	17.1	49.8	199	± 6.98	0.40	3.81	6.98

14	3.15	1.19	1.96	1.15	1.90	0.08	0.20	28.40	0.488	16.9	64.1	252	± 6.98	0.40	6.98	6.98
15	3.13	1.18	1.95	1.08	0.77	0.08	0.40	32.30	0.394	16.5	68.6	239	± 5.72	0.35	3.81	5.72
16	3.30	0.69	2.44	1.80	0.90	0.08	0.50	34.00	0.57	15.9	57.6	227	± 5.72	0.36	4.75	5.08
17	3.20	0.82	2.38	0.98	0.64	0.09	0.40	—	—	12.5	52.7	527	± 5.02	0.36	5.08	5.08
18	3.77	0.85	2.92	1.85	0.63	0.12	0.68	24.65	0.551	11.9	63.0	190	± 4.45	0.40	1.27	3.81
19	3.30	0.70	2.60	2.60	0.80	0.10	0.50	24.00	0.516	9.9	40.7	187	± 3.81	0.38	1.27	3.81
20	3.30	0.69	2.61	2.33	0.50	0.09	1.39	21.15	0.728	8.9	—	178	± 3.81	0.43	1.27	3.18

(南波)

少量のニッケル及モリブデンを加へたる鋼鑄物の熱間 抗力 (W. Liestmann u. C. Salzmann; Stahl u. Eisen, 50 Jahrg. Nr. 14. 3. April 1930) 供試片は概ね炭素 0.2%、硅素 0.2—0.3% でニッケルは 2.1—0.45%、モリブデンは 0.2—0.6% のものであつた。試験は 50t アムスラー抗張試験機を以て各試験片とも 500°C に於て行つた。その結果次の成績を得た。ニッケルを基として観察すれば、その降伏點及抗張力は

Ni (%)	Mo 0.3—0.6% の場合の 降伏點の變化(kg/mm ²)	同 左	
		抗張力の變化(kg/mm ²)	
0.6	16.25—19.8	32.0—37.9	
1.1	18.25—21.3	34.6—40.0	
1.6	19.75—23.2	36.0—43.5	
2.1	22.5—25.75	37.4—43.3	

となり、モリブデンを基として観れば

Mo (%)	ニッケル 0.6—2.1% の場合 の降伏點の變化(kg/mm ²)	同 左	
		抗張力の變化(kg/mm ²)	
0.2	15.5—21.2	30.2—35.5	
0.3	16.5—22.5	32.0—37.5	
0.5	18.7—24.6	36.0—41.5	

となつた。即ちこの鑄鋼物は

(1) 普通の鋼鑄物に比すれば著しく抗張力及降伏點を改善する。(2) モリブデン及ニッケルの漸増により降伏點及抗張力は高上し、伸と收縮は減少する。(3) 附加モリブデン 1% で降伏點は約 1 kg/mm²、抗張力は約 2 kg/mm² 高まり、附加ニッケル 0.5% で降伏點は約 2 kg/mm²、抗張力は約 1.8 kg/mm² 高くなる。(4) 降伏點と抗張力の關係はモリブデンの漸増により益々劣悪となり、ニッケルの漸増により稍々良好となる。 (古賀)

合金鋼鑄物の理論と實際 (Albert Rys; Stahl u. Eisen, 50 Jahrg. Nr. 14. 3. April. 1930)

本研究は合成金屬によりて鑄鋼の機械的、物理的並化學的要求がどうなるかを吟味する爲、次の成分を有する諸種の鋼鑄物に就てその抗力(高温度に於ても)を調質の能否、最適の熱處理に亘り實驗せるものである。

C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	V	調質温度(°C)
0.58	0.32	0.75	—	—	—	—	850
0.24	0.40	0.77	—	—	—	—	870
0.22	0.17	0.97	—	0.96	—	—	850
0.19	0.32	0.47	1.03	2.01	—	—	870
0.35	0.33	0.52	0.86	1.94	—	—	850

0.22	0.27	0.51	1.52	—	—	—	920
0.45	0.37	0.49	1.50	—	—	—	890
0.23	0.10	0.51	—	—	0.68	—	900
0.13	0.11	0.50	0.92	—	0.32	—	950
0.30	0.31	0.44	0.88	—	0.30	—	900
0.24	0.24	0.52	—	—	—	0.60	890

實驗の結果、各種の合金鋼鑄物は調質品の断面の大小を特に顧慮しなければならぬことが判つた。實際の例證を觀るに單一合金及高合金鋼鑄物の應用範圍は常にその物理的、機械的及化學的性質を明にし且つ此等の鋼鑄物を加工するには種々特異の事項があることを知らねばならぬ。(古賀)

10. 工業經濟及び政策

1928年に於ける獨逸の鐵工業 (Stahl u. Eisen, 50 Jahrg. Nr. 13. 27 März 1930) 銑鐵、素材鋼及壓延製品の生産額は1927年よりも減退してゐる。この減退は國內消費力の減少並北西部獨逸鐵工業地に於ける1928年11月の操業休止に因る。1928年瑞典鑛山罷業の結果スカンディナヴィア鐵鑛の輸入減少し、佛、西兩國より鐵鑛を輸入して消費を高めた。又内地鑛は成分の相違から北方原料の代用となすことが出来なかつた。近年内地原料の消費は漸減の狀況にある。(第1表参照)

第1表 高爐工場鐵鑛消費量

年	總額 (單位1,000t)	内地 (%)	瑞典那威 (%)	佛 (%)	西 (%)	ルクセン ブルヒ (%)	其の他 (%)
1925	16,200	31.1	38.7	7.5	9.3	2.1	11.3
1926	14,627	30.3	41.9	10.4	5.9	2.3	9.2
1927	20,596	28.4	37.3	12.9	8.7	1.4	11.3
1928	19,167	26.1	20.1	18.3	14.8	0.9	19.8

屑鐵消費量も稍々減退してゐるが、この原因はシーメンス・マルチン製鋼場の生産制限の爲で、高爐工場は前年よりも却つて増加し、鑄物工場では略前年と同様である。

銑鐵消費量は前年に比し約9%減少で鑄物工場は前年よりも僅かの減少である。(第2表)

第2表 鑄物工場及製鋼工場の銑鐵使用量 單位1,000t

年	總額	鑄物工場	銻鋼工場	鍊鋼工場
1925	10,041	2,076	7,937	28
1926	9,596	1,508	8,078	10
1927	13,065	2,256	10,797	12
1928	11,849	2,232	9,606	11

銑鐵生産額の減少は9.8%で、鋼生産額は11.2%である。これが比較その他を第3表に示す。

第3表 銑鐵、銻鋼、鍊鋼、壓延品生産比較 單位t

	銑鐵總生産額	銻鋼 "	鍊鋼 "	壓延完成品	半成品(廢品)
1927年	13,088,798	16,123,323	44,171	11,970,662	3,363,599
1928年	11,803,565	14,318,295	50,498	10,596,123	2,291,540

(古賀)