

鐵 と 鋼 第二十二年 第十二號

昭和十一年十二月二十五日發行

論 說

歐米に於ける金屬工業視察談

(臨時講演會 昭和 11 年 6 月 24 日 日本工業俱樂部に於て講演)

三 島 德 七*

SOME INFORMATIONS ABOUT METAL INDUSTRIES IN EUROPE AND AMERICA.

Tokushichi Mishima.

目 次

- I. 旅行概要及び第7回萬國鑛山冶金學會議
- II. 航空機用輕合金
- III. 自動車工業と金屬材料
- IV. 低合金高力鋼 (Low Alloy High Strength Steel)
- V. 軸承合金
- VI. 銅-ベリリウム合金
- VII. 粉末冶金 (Powder Metallurgy)

I. 旅行概要及び第7回萬國鑛山冶金學會議

私は昨年6月13日秩父丸でアメリカに向ひ紐育を中心
に約4週間彼地に於ける鐵鋼並に合金に關する著名な大學
研究所及び工場等を見學し、8月8日紐育を出帆して英國
に渡りました。英國では倫敦、シェフィールド、マンチェス
ター、バーミンガム、グラスゴーを始め著名な地方を歴遊
して工場、研究所等の見學に40日を費し9月19日に倫
敦を去つて歐洲大陸に渡りました。同月20日ベルリンに
到着して1週間の後瑞典、諾威地方に出掛け約20日間彼
地の金屬工業を見學しました。ストックホルムではベネデ
ィック教授、ウェストグリーン教授を始め金屬に關係の方
々が歓迎會をお開き下つて見學其他にも便宜を與へられ、
サンドピッケン、フーホース、ファゲスター、アベスター、
S.K.F. 等彼地の著名な工場を一巡しました。瑞典鉄鐵の
製造法、5 純高周波電氣爐の操業、S.K.F. の製鋼並に加

工工場の作業と研究の様態等は特に興味深く有益でありま
した。10月10日再びベルリンに歸るや間もなく旅裝を
整へて佛國巴里に向ひ途中ベルギーのブラッセルに寄つて
萬國博覽會を見物、同月17日に巴里に到着しました。

巴里では10月20日から第7回萬國鑛山冶金學會が開
催せられ私は日本出發前其方面からの御依頼がありまして
日本政府並に日本工學會代表として之に出席する事を得ま
したので本會の狀況を簡単に述べて参考に供し度いと存じ
ます。

第7回萬國鑛山、冶金並に應用地質學會議 (Congrès
International des Mines, de la Metallurgie et de la
Géologie Appliquée) 本會議は巴里に於て10月20日
より26日迄1週間に涉つて行はれた研究論文並に報告發
表會と其前後に附隨して行はれた見學旅行から成立つて居
つた。ソルボン大學の講堂で行はれた莊嚴な發會式の後鑛
山、冶金、應用地質の三部會に分れ、各部會は更に専門部
門に分れて夫々研究論文發表會を開いた。論文總數374、
參加國數33、參加人員1,740名で特に冶金部會だけに就
て申せば論文數106、出席會員400、中外國人120で、7
つの小部門に分れて論文の發表と討議が行はれた。

余は次の論文を持參提出した。

1. 最近日本に於ける永久磁石合金の研究(三島 徳七)
2. 日本に於けるマグネシウム工業の發達(今富祥一郎)
3. アルミナ製造の一新法(鈴木庸生、田中寛)

會議は非常に盛大で面白い論文も多數ありましたが各國代

* 東京帝國大學

表として出席された著名な冶金學者と親しく面接することが出来た事は誠に有益であつた。26日に閉會式が行はれ其席で次回の會議は1940年に伊太利國ローマで開かれることに決定した。佛國側では會長 Léon Guillet 博士を始めとし Portevin 教授 Schevenar 博士 Cournot 教授等が本會の遂行に非常な努力を拂はれ殊に Le Chatelier 博士が85歳の御高齢に拘らず發會式上に於て元氣な演説をされた事は大に注目を惹いた。本會期中總ての用語がフランス語であつた事は私に取つて非常な不便であつた。將來斯の如き國際的學會には出来るだけ多くの日本人を出席せしめ日本工業の進歩を歐米に紹介して互に友誼を結ぶことは大に必要であると痛感した次第であります。

此會議終了後引續いて行はれた工場見學に参加してメツツを中心に其附近の著名な製鐵製鋼並に加工工場を見學の後再び巴里に戻つてイスパノ、ルノー、グノムロン等の飛行機及び自動車の工場やシュナイダーのクルーザー工場其他を見學するなど滿1ヶ月をフランスに費した。而して11月17日巴里を出發瑞西に向ひ、ヅルツツ、マージ、ブラウルボベリー等彼地で有名な工場やチューリッヒの大學研究所等を見、同月24日獨逸 ミュンヘンに到り世界一と稱せらるる獨逸科學博物館や附近の工場を見學の上同月28日またベルリンに戻つた。

爾來本年3月10日迄獨逸に滞在し、有名な大學研究所を一巡すると共に金屬工業の見學に努めた。其間3週間許りを割いて伊太利、墺太利、匈牙利、チェコスロヴァキヤ等を廻つた。

本年3月10日ブレーメンを出帆して再び大西洋を横斷してアメリカに上陸、紐育、デトロイト、シカゴを中心に諸工場を見學の後5月14日再び秩父丸で横濱に歸りました。

即ち滿11箇月間に13箇國を旅行し、獨逸に3・5箇月、アメリカに2・5箇月、英國40日、佛國1箇月其他の國に1・5箇月滞在した次第です。

楮御承知の如く歐米列強の近情は益々ナショナリズムの強調でありまして國際關係は益々複雑となり國防の充實に非常な努力を拂つて居ります關係上、外國人に工場を見せる事は大變やかましく相成り、特殊な事情にある人は別として私共の如く唯見學視察のみを目的とする者には工場見學は殆ど不可能になりました。殊に私の見學したいと思つた金屬及合金の加工に關する工場、特殊鋼に關する工場等

は何れも直接間接に兵器の製造に關係を有する爲めに特にやかましく種々骨を折りましたが遂に見學を許されない場合が多く、偶々許可されてもほんの形式的の見學や事務所又は會議室で技術家と面談を許されたに過ぎぬ場合も屢々でありました。従つて大に努力致しましたが所期の目的を果し得なかつたのは誠に遺憾に存します。今後御出掛の諸君は此點を豫め御注意下さるやう御參考までに申上ぐる次第です。

然し大學、研究所等は比較的容易に見學を許可されたので私の専門に關係あるものは大抵之を歴訪して其研究狀態、研究設備等を見ると共に知名の教授並に研究者に親しく面會出来ましたことは非常に愉快でありました。

本日は態々此講演會をお開き下さいましたが只今申上げた事情で何等お役に立つ事を御話出来ぬことを残念に思います。話題は次の講演者と重複致さぬやうに努め種々な方面から特に興味を感じた事項を選んだ次第です。何等かの御參考になれば幸甚の至りです。

II. 航空機用輕合金

鐵鋼業に御關係の皆様は斯の如き題目を掲げる事は如何かと思ひましたが本問題に就て各國の現状を申上げるのも亦興味あることかと存じました次第です。

1. 加工用輕合金

航空機に用ひらるる加工用アルミニウム合金としては世界到る處デュラルミン(Duralumin)と稱する合金が依然として其王座を占めて居りますが近年は其抗張力を45kg/mm² 否出来れば50kg/mm² を突破するもの所謂"超デュラルミン"(Super-Duralumin)を得たいと云ふ目的を以て列強共に全力を注いで其研究に努めて居ります。第1表は此種合金の一覽表であります。表中1は獨逸に於けるデュラルミン系合金を總括した組成並に機械的性質であります。2に示すDurener MetallwerkeのDM31は現在獨逸に於ける構造用合金中最も優秀なりと言はれて居るのです。其抗張力は、熱處理後に施す常溫加工の程度如何で違ひますけれ共50~55kg/mm²、伸12~10%を示し、從來著名であつた681 ZBに比べて更に約10%強力でありますから最近造られつつある航空機方面には此合金が多く使用されて好成績を擧げて居るとのことです。

アメリカではAluminium Company of Americaの24 ST 及び24 SRTが最多く使用されて居りまして其抗

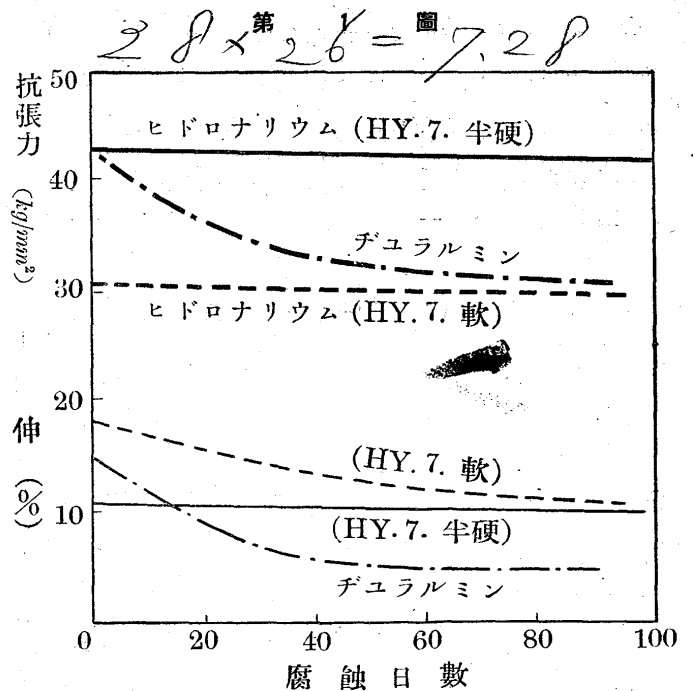
第 1 表

番 號	名 稱	Cu%	Mg%	Si%	Mn%	Fe%	Al%	状 態	抗 張 力 kg/mm ²	降 伏 點 kg/mm ²	伸 %	ブ リ ネ ル 硬 度
1	Al-Cu-Mg 屬 加工用合金	3.5~ 5.5	0.2~2	0.2~ 1.5	0.1~ 1.5	—	殘	調 質 處 理 工	34~52 42~58	— —	24~8 15~5	90~140 120~150
2	D M 31	4~4.5	1.2 焼入温度	0.4~ 0.7	1~1.2 500~505°C	—	殘	棒(調質) プロ フ ィ ル(同) 板(同)	48~55 48~55 46~52	35~40 36~50 32~36	16~12 15~10 20~12	115~135 115~135 115~135
3	6812 B	4.2	0.9	0.5	0.6	—	殘	調 質 硬	42~46 46~48	28~34 36~38	18~12 12~10	105~125 130
4	24 ST 24 SRT	4.2	1.5		0.6	—	殘	調 質 調 質	46 48	30 37	20 13	105 117
5	DTD, 280	4.4	1.5	0.6~1.0	0.8~1.0	0.6以下	殘	調 質	45~48	32~35	12~10	125
6	RR 56	2	0.8	0.6	—	1.2	Ti 0.08 Ni 1.3	調 質	43~50	39~42	20~10	120~150
7	Avial	3.5	0.8~1.0	0.5	—	—	Cr 0.5 Ni 0.5 ~1.0 ~1.5	調 質	44~52	30~38	20~10	110~135

張力 48 kg/mm², 伸 13% となつて居りますが伸を 10% にすれば抗張力を 50 kg/mm² 位に上げることは可能であります。

英國では DTD, 280 と RR 56 合金とが有名で廣く用ひられて居ります。RR 56 合金は其化學組成に於てデュラルミン系と異つたものですが其性質はなかなか優秀で英國に限らず歐洲大陸でも使用されて居ります。又佛國では Avial と稱する合金が使用されて居り其組成範圍は稍廣範で最も良い所が明瞭でありませんが専門家に聞いた處では其抗張力は約 50 kg/mm², 伸 10~12% であるとの事でした。

Hydronalium 次に注目に値するものは腐蝕に強いアルミニウム合金特に海水に對する耐蝕性の大なるものを得むとする研究で、之の研究は獨逸で相當以前から非常に努力して行はれて居りました結果、ヒドロナリウム(Hydronalium) と稱する合金が其代表的製品として現れて居ります。其組成は Mg 2.5~12%, Mn 0.2~1.5%, Al 殘部より成り比重 2.63~2.59, 彈性係數 6,900~7,200



kg/mm² 其他の機械的性質は第 2 表の通りであります。之に依れば其機械的性質をデュラルミン系合金に比べますと

第 2 表 Hydronalium (BSS 及び Duranalium)

性 質	板材 (1mm 以上)										
	Hy 5		Hy 7		Hy 9		壓延材		鍛鍊材		
	軟	半硬	軟	半硬	軟	半硬	Hy 7	Hy 9	Hy 5	Hy 7	Hy 9
降伏點 (kg/mm ²)	12~15	19~23	16~19	23~26	20~22	26~30	15~18	12~20	9~10	14~16	16~19
抗張力 (kg/mm ²)	25~28	29~31	31~36	35~40	36~42	39~45	31~35	36~40	23~25	31~35	36~42
伸(%)	22~16	15~10	16~22	8~14	16~20	10~15	16~22	16~22	22~16	22~16	22~16
ブリネル硬度	60~65	65~70	85~90	90~95	90~100	95~105	75~80	85~90	65~70	80~85	85~90



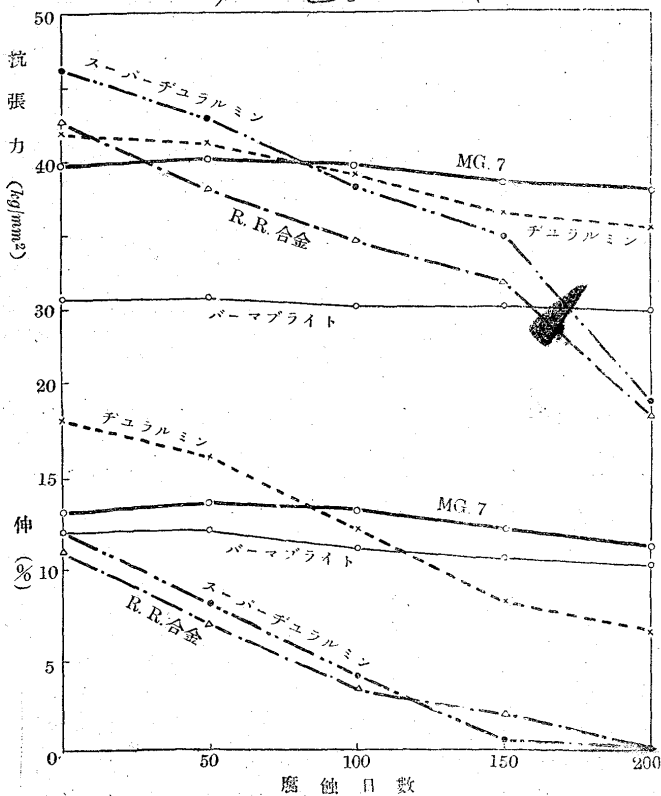
劣つて居りますけれども耐蝕性に海水の腐蝕に対する抵抗は極めて優秀であります爲に航空機のフロートを始め耐蝕性を必要とする部分には盛に使用されて居ります。第1圖はDVL(獨逸航空研究所)で行はれた3% NaCl 水溶液に対する耐蝕性試験の成績で本合金が著しく優れて居ることが明瞭である。之と類似のものに BSS, Duralumin 等の名稱で呼ばれて居る製品が獨逸で相當に使用されて居ります。

ヒドロナリウムは I. G. 會社の Bitterfeld 工場で専ら製造され同工場見學の節研究部長の言に依れば本合金の使用高は最近著しく増加したとの事であつた。又 Mg 含量の少きものに少量の他元素を加へた合金は研磨すると表面の光澤が美しく且長くそれが保持される特性があるので種々の名稱で建築用材料並に家庭用具等に澤山使用されて居るやうである。

第 3 表

合金	状態	降伏點 (kg/mm ²)	抗張力 (kg/mm ²)	伸 (%)	ブリネル硬度 HB
標準バーマブライト 3.5 Mg, 0.5 Mn	硬	28~35	35~36	6~7	86
	軟	11~14	22~25	22~24	58~64
	擠出	16~20	30~35	18~25	75~85
強力バーマブライト (薄板)	硬	31~36	37~44	5~7	95~110
	軟	16~19	30~33	18~22	75~85
MG7(7% Mg)	—	27.5	39	14	—
MG9(9% Mg)	—	19.8	40	22	—

27 第 3 圖 = 8.91



第 4 表

合金	浸漬前		浸漬 200 日後			
	抗張力 (kg/mm ²)	伸 (%)	抗張力 (kg/mm ²)	減少率 (%)	伸 (%)	減少率 (%)
MG. 7	39.8	13	38.0	4.5	13.0	15.4
Birmabright	30.7	13	29.7	3.3	10.0	20.0
Duralumin	41.9	18	35.4	15.5	6.5	64.0
RR alloy	42.7	11	23.1	46.0	0	100.0
Super-Duralumin	46.5	12	24.0	38.5	0	100.0

ヒドロナリウムと同種の合金が他の國で違つた名稱の下に使用されて居る。例へば英國では Birmingham Aluminium Casting Company のバーマブライト “**Birmabright**” Mg 3~5%, Mn 0.2~0.75% Al 殘部及び James Booth Company の “**MG7**” (Mg 6.5~7.3%, Mn 0.3~0.6%, Al 殘部) 等が有名で其機械的性質は第 3 表の如くである。又英國に於ける強力加工用輕合金 5 種に対する海水噴霧試験成績は第 2 圖に示す如くで、同試験に於ける 200 日後の抗張力並に伸の減少率は第 4 表の通りである。以上の結果から英國では “Birmabright” を水上飛行機並に船用方面に相當澤山に使用されて好成績を示したと言はれて居る。

第 5 表

種類	降伏點 (kg/mm ²)	抗張力 (kg/mm ²)	伸 (%)
Duralplat 681 B	24~30	37~42	15~18
Duralplat 681 ZB	36~41	40~45	15~18
Alclad 24 ST	28	42.0	18
Alclad 24 SRT	34.5	43.5	11

此種合金は其組成成分から見れば既に 10 年も前から知られて居たマグナリウムと稱する合金と殆んど變つて居ませぬが其機械的性質と耐蝕性が著しく改善されて居るのが認められる。其原因は原料の精製、熔解並に加工技術の進歩及び熱處理の研究が著しく進歩した事によつて斯の如き好結果を齎らしたものと考へられる。

Alclad と Duralplat, デュラルミンの唯一の缺點たる耐腐蝕のわるいのを補ふ目的で純度の高いアルミニウム

第 6 表

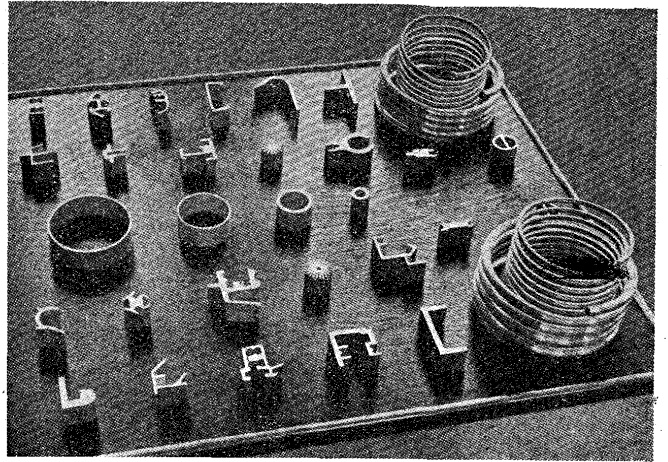
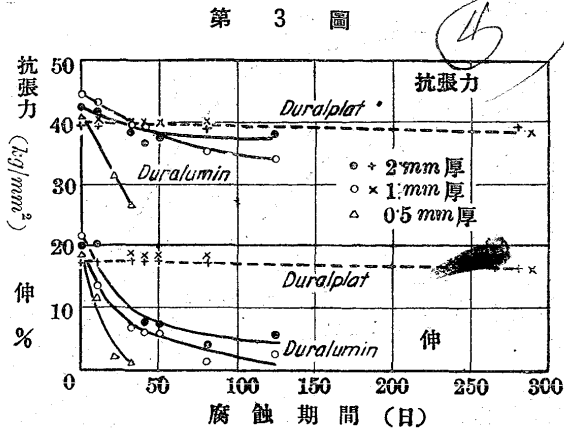
試料	降伏點 (kg/mm ²)	抗張力 (kg/mm ²)	伸 (%)
Duralplat (其儘)	26.5	40.1	18.3
同(2年間海水浸漬後)	25.0	38.8	17.2
Hydranalium (其儘)	21.0	34.0	19.1
同(2年間海水浸漬後)	19.9	27.0	7.9

の薄板を其上に張りつけたアメリカのアルクラッド (Alclad) と Cu を含まない Al 合金をデュラルミンに張りつけたデュラルプラット (Duralplat) とは其機械的性質に於て第 5 表の如く母板に相當するデュラルミンよりも抗

表

19 x 27 = 518
第 4 圖

張力と降伏點は 5~10% 減するけれど其耐蝕性は大に改善される故に次第に其用途が増加して來たやうである。第 3 圖はデュラルプラットとデュラルミンの耐蝕性を比較し



たもので第6表はデュラルプラットとヒドロナリウムとの海水浸漬試験結果を示すものである。斯の如く耐蝕性が改良されるものとすれば機械的性質に於ける多少の犠牲は止むを得ぬ事と思ふ。

結局デュラルプラットに類するものとヒドロナリウム系に屬する合金と其何れを選んだ方が有利であるかは未だ簡単に斷定出來ぬものがあり今後此兩者の研究がどう伸びて行くかは非常に面白い問題でありませう。第4圖は獨逸で現在使用されて居る輕合金製プロフィルを集めたもので之に依て同國に於ける加工作業の進歩の程度を伺ひ得ると思ふ。

RR 合金(又は Hiduminium.) 英國に於ける最近の輕合金として最も有名なものは Rolls-Royce 會社發明の

RR 合金であらう。英國に滞在中 Slough に在る High Duty Alloys Ltd. の工場で本合金の鑄造、鍛鍊、プレス等の作業を見學し、又佛國の飛行機工場でシリンダーヘッド鑄物やプロペラの鍛鍊作業を面白く見る事が出來た其組成と機械的性質は第7表に示す如くで、鑄物には RR 50 と RR 53 とが最も多く用ひられ鍛鍊用には RR 56 と 59 とが使用されて居る。焼入溫度は 510~535°C で焼戻溫度は 155~175°C である。獨り最近 RR 66 (Cu 1.1, Ni 4.5, Mg 4.7, Fe 8.6, Si 2.3, Ti trace) が RR 56 に近い強度を有し且耐海水性が大であると稱せられて居た。鍛鍊溫度は 420~480°C, 軟化溫度は 350~380°C で、比重 2.65, 膨脹係數 (20~100°C) 24.37×10^{-6} , Wohler 疲勞限度 (4×10^7) は加工状態で $\pm 9.5 \sim 10.8 t/\sigma''$, 鑄物で $\pm 4.3 t/\sigma''$, を有し、其機械的性質は第8表の如し。英國でショートの水上演習機製作所を見學しました際 RR

第 7 表

種別	状態	降伏點 (kg/mm²)	抗張力 (kg/mm²)	伸 (%)	断面收縮率 %	ブリネル硬度	Cu %	Ni %	Mg %	Fe %	Ti %	Si %	用途
RR50	(砂型) 其儘焼戻	13~14	15.8~17	4	8	65	0.9~2.0	1.0~1.75	0.05~0.3	0.8~1.4	0.1	<2.8	一般用
		—	17~20.5	3	5	72							
"	(金型) 其儘焼入焼戻	12.6	22~24	7~10	12	72	"	"	"	"	"	"	"
		22	25	4~8	10	80							
RR53	(金型) 其儘焼入焼戻	20.5	22	3	4	80	1.5~2.5	0.5~2.0	1.4~1.8	1.2~1.5	0.1	1.25	ピストン用
		36	36~39	1	1.5	132~152							
"	(砂型) 焼入焼戻	30	33	1	—	129	2.5	1.5	0.8	1.2	—	1.2	特に激しく動く部分
"	(金型) 焼入焼戻	36	41	3	—	129	"	"	"	"	"	"	"
RR56	打物焼入焼戻	39~42.5	44~50	20~10	25~14	121~160	1.5~3.0	0.5~1.5	0.4~1.0	0.8~1.4	0.12	<1.0	一般及びプロペラ用
RR59	ピストン打物焼入焼戻	34.7~37.8	36~46	16~6	20~10	120~150	1.5~2.5 2.3	0.5~1.5	1.4~1.8 1.5	1.2~1.8 1.5	0.1	<1.25	一般用 ピストン用

表

第 8 表 RR 66

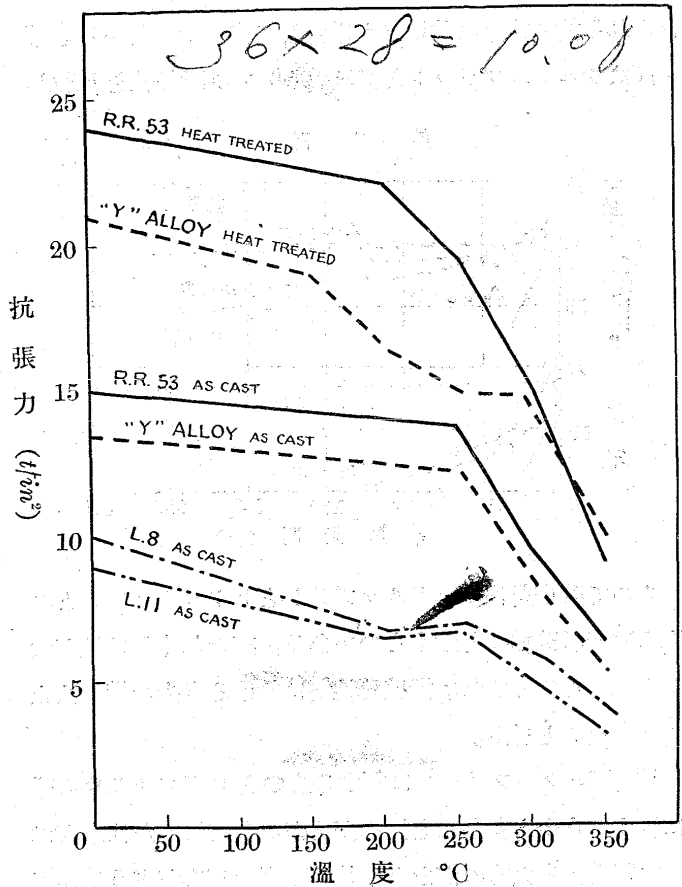
状態	降伏点 (0.1%) (kg/mm ²)	抗張力 (kg/mm ²)	伸(%)	ブリネル 硬 度
常温加工	23.6~34.6	38~42.5	15~10	107~121
高温加工	14.2~22.0	31.5~37.8	24~15	95~110
焼鈍(350~380°C)	12.6~15.7	30~31.5	24~18	70~80
砂型鑄造	9.4~12.6	15.7~20.5	4~2	72~75
ダイカスト	9.4~11.8	22~26	12~18	68~72

56 の搾出品を機體構造材に澤山使用して居るのを見ました。設計主任者の言に依れば Proof-test に於て RR 56 の方がデュラルミンよりも 10~15% 強いから都合が良いのだとの事でした。又 RR 合金の特性は高温に於て強く且硬度の大なる點で第 5 圖は即ち其試験結果を他の輕合金と比較したものである。

2. 鑄物用輕合金

鑄物用アルミニウム合金の種類は非常に澤山あるが其基本をなすものは各國共に從來と大した變化なくシルミン系合金、米國合金(Al-Cu), 獨逸合金(Al-Cu-Zn), Y合金及 RR 合金等が代表的合金であります。近來更に之等に少量の他元素を加へたり其鑄造方法並に熱處理等を詳細に研究して漸次其性質が改良されて行くに過ぎません。今獨逸の規格に定められて居る主要な鑄物合金の種類、組成並

第 5 圖



第 9 表

類別	名 稱	成 分	状 態	抗張力 (kg/mm ²)	伸(%)	ブリネル 硬 度
Silumin 系	Silumin	Si 11~13 Al 残り	砂型 ダイカスト	17~22 18~26 20~28	8~2 6~2 3~1	50~60 50~80 70~90
	Kupfer-Silumin	Si 11~13.5 Cu 0.8 Mn 0.3 Al 残り	砂型 金型 ダイカスト	17~20 18~26 20~28	8~2 5~2 3~1	50~60 50~80 70~90
	Silumin β	Si 11~13.5 Mg 0.1~0.5 Mn 0.5 Al 残り	砂型 金型 ダイカスト	17~20 23~25 25~30	2~5 2~3 1~2.5	55~65 75~85 75~90
	Silumin γ 510°C×3hr 焼入 150°C×20hr 焼戻	βに同じ	砂型 金型	18~25 20~28	4~1 0.7~1.5	80~100 85~110
Hydronalium 系	Hydronalium	Mg=4~12	砂型	15~20	5~2	60~70
	B. S. Seewasser	Mn 0~1	熱處理	20~26	8~4	60~70
	Peralumin 7	Si 0.1~1.5	金型	22~26	10~5	70~80
	Stalanium	Sb 0~1 Al 残り	ダイカスト	20~22	2~1	70~80
Pantal 系	Anticorodal guss	Si 2~5	砂型	13~18	3~1	60~70
	Polital guss	Mg 0.3~2	熱處理	17~28	4~1	70~100
	V. A. G. 160	Mn 0.5~1	金型	15~20	5~1	60~80
	Nüral 43	Al 残り	熱處理	20~30	4~1	80~100
	Pantal 5	Al 残り	熱處理	20~30	4~1	80~100
Seewasser 系	KS-Seewasser	Mg 2~4 Mn 1.2~1.5	砂型	14~18	8~3	40~60
	Titan-Seewasser	Sb 又は Ti	金型	15~19	8~3	50~60
	Peraluman	0.05~0.2 Al 残り	金型	15~19	8~3	50~60

に其機械的性質を示せば第 9 表の如く多數に上ります。此中でシルミン γ は其機械的性質が優秀なため最近獨逸では航空機方面の鑄物に多く使はれ英米に於ても亦違つた名稱で使はれて居ります。猶此外に獨逸で航空機用鑄物合金として使用されるものは Alufont II, (Cu 4.0, Si 2.0 Mn 0.6, Mg 0.2) Legierung LIV, (Cu 4.0, Si 2.0), Anticorodal, Pantal 等があり、英國では Y 合金 RR 53 等が著名であります。

ピストン用輕合金 として世界的に優秀なものを集めると第 10 表の如くです。此中で“Lo-Ex”と云ふ合金が膨脹係數も少く且機械的性質も優秀であるとて各國共に相當多く使はれて居る模様で殊に米國では金型鑄造の自動車用ピストンに盛んに使用されて居るやうに見受けました。然し歐米列強は佛國を除けば

第 10 表

	Cu %	Ni %	Fe %	Mg %	Si %	他 其	比 重	抗張力 (kg/mm ²)	伸(%)	ブリネル 硬 度	膨脹係數 ×10 ⁻⁶	状 態
Alusil	1~2	<0.7	<0.7	—	20~21	—	2.6	18	1	70~100	19	鑄 物
EC 124	1	1	—	1	13	—	2.7	25	0.5	100~130	19	鑄 物
Lo-Ex (132)	1	1~2.5	—	1	12~14	—	2.7	21~25	0.5~1	100~120	20	鑄 物
32 S	0.5~1.3	0.5~1.3	>0.7	1	12	—	2.7	36	3	120	20	鍛 造
Lynite 122 Bohnalite Birmalite	10	—	1~1.5	0.15~0.35	—	—	2.9	25	0.5~1	130	23	鑄 物
KS ピストン 245	4.5	1.5	0.5~1	0.7	14	Mn 0.8	2.7	20	0.5	100~130	20	鑄 物
Y	4	2	—	1.5	—	—	2.8	18~22 28	1~5 5	85~100 100	23 23	鑄 物 造 造
RR 53	2.3	1.3	1.4	1.6	1.25	Ti 0.1	2.75 2.75	22 36~39	1 1	100 130~140	22 22	鑄 造の儘 熱 處 理
G 7	12	—	0.8	0.25	—	Mn 1.5	—	17~20	0.5	120~140	—	鑄 物
KS 280	1.5	1.5	0.7	0.5	2.1	Co. 1.2 Mn 0.7	—	17~20	0.2	120~140	17~18	鑄 物

皆鑄造ピストンをやめて鍛造ピストンに變つて來た事は大に注意すべきで Y 合金と 32 S が最多く之の目的に使用されて居る。殊に米國は 32 S を好んで使用して居る。

以上を要するに航空機用アルミニウム合金としてはデュラルミンの抗張力を増加しやうと努力する研究が盛んであるが漸く 50~55 kg/mm² 附近で行きづまって居る。之以上に強くすることは其組成上からは見込が少く低温加工を施して抗張力を増さんとすれば伸が不足になる。海水に對する耐蝕性の大なるものとしてはヒドロナリウムに屬するものが最優秀で獨逸では既に盛んに使用せられ英米でも亦工業化されて居る。更に此合金の抗張力が段々改善されて來れば將來頗る有望なるものである。又一方にアルクラッド及びデュラルプラットの研究が何處まで進むかに依て其用途の擴大される程度が決定されるであらう。鑄物

用合金としては獨逸のシルミン γ、英國の RR 合金、米國の "Loex" 等が從來の合金をどこまで置換へて行くかが興味ある問題である。米國は鑄物を實際問題から見る傾向が強く鑄物を作る上に出来るだけ弱點の出ない合金を使ふことに努力して居る。例へ試験片の成績が優秀でも鑄物を作る際缺陷の生じ易い合金は使はないやうで此考は大に参考にすべきだと思ふ。

結局アルミニウム合金の研究は各國共に略ぼ絶頂に達し化學的組成から見て近き將來に非常に新しい合金が出現しやうに思はれない。唯從來された研究を更に綿密に再検討すると共に鑄造、加工及熱處理等の實地作業を益々改善して漸次に合金

の機械的性質を改良するやうに努力しつゝあると見て差支なからう。

3. マグネシウム合金

マグネシウム合金に於ては獨逸のエレクトロン、米國のダウメタルが代表的製品で其主要なもの組成並に機械的性質は第 11 表の如くである。鑄物用には AZF, AZG, V₁ 合金、鍛鍊並に搾出には AZM, V₁, AZ 31, Z₃, AM 53 S, AM 58 S 等が使用されて居る。

獨逸は近來益々マグネシウムの製造が盛で 1935 年の生産高は數千噸に達するとさへ云はれて居る。従てマグネシウム合金の使用も亦世界中で最盛んであるやうに見受けたエレクトロン合金は I. G. 會社の Bitterfeld 工場専ら其製造を行つて居りますが見學は非常に六ヶ敷く、自分

第 11 表

合金の 名 稱	Al %	Zn %	Mn %	其他	抗張力 (kg/mm ²)	伸(%)	ブリネル 硬 度	状 態
AZF	4	3	0.2~0.5	Si 0.3	17~21	4~6	42~48	砂 型 鑄 物
AZF	4	3	0.2~0.5	Si 0.3	20~28	6~10	50~55	金 型 鑄 物
AZG	6	3	0.2~0.5	Si <0.3	17~20	5~6	52~56	砂 型 鑄 物
V ₁	10	—	0.3~0.5	—	15~17	2~3	57~65	砂 型 鑄 物
AZM	6~6.5	1	0.2~0.5	Si 0.2	28~32	11~16	55	銀 壓 材
V ₁	10	—	0.3	—	34~37	10~12	60~70	搾 出 材
AZ 31	3	1	0.35	Cu 0.3	25~28	12~15	48~52	搾 出 材
AZM	6~6.5	1	0.3	—	28~32 31~40	12~16 1~3	55 65	壓 延 鈍 壓 延 鈍
AM 53 S	4	—	1.4	—	30~32 23	8 16	62 56	壓 同 上 延 鈍
Z ₃	< 0.7	3	<0.1	—	26~32 20~24	2~3 10~12	60 42	壓 同 上 延 鈍
AM 58 S	8.5	0.5	0.3	—	30~34	4~8	70~76	プロペラー
AM 3 S	—	—	1.3~2.0	—	24~25	7	45	搾出及び壓延板



は製品陳列室を見せて貰つた上研究部の主腦者と會談を許されたに過ぎぬから實地作業は全く分らぬ。然し英國の High Duty 會社、佛國のイスパノスイザー、ルノー、グノムロン並にモンチペ工場で一通り其作業状態を見學することを得ました。Mg 合金に於ても特に新しいものは出現して居ないやうで獨逸ではエレクトロンが盛んに使用せられクランクケース、ピストン、ギヤケース等を始め近來はプロペラーさへも澤山製作されて居る。現在の所では板材としては未だ Al 合金に及ばないけれ共鑄物用としては寧ろ之に勝る位で打物に於ても頗る優秀なものがあるのを見た。従て防蝕の研究が成功の域に達すれば今後實用される領域が頗る擴大されると思ふ。獨逸では前記のもの外自動車の車輪、寫眞器具及び望遠鏡、双眼鏡の側などにも澤山に使はれて居るのを認めた。

此外歐米の見學中に於て Mg 合金に關して氣付いた事項は次のやうなものである。

1) 熔解方法は獨逸の I. G. 會社式と米國のダウチミカル式とが用ひられて居り其鑄込み方法は米國は特殊構造をした取鍋に汲取つてから注込むに反し獨逸式では取鍋に取る事を避けて傾斜爐から直接注ぎ込むやうに努めて居るやうである。

2) 佛國及び英國では熔解、鑄造方法に於て最初は米國式を其儘真似て居つたが最近では次第に獨逸 I. G. 式を取入れつつある。

3) 獨逸の I. G. 會社も米國のダウケミカル會社も共に Mg 并に Mg-合金の素材を製造して供給して居るに止まらず更に進んで熔解用フラックス、鑄物砂に混用する添加劑及び中子用油等を充分に研究して作り之を使用者側に配給して居り彼等自身は其指示された通りに操業して相等好成绩を擧げて居る。

5) Mg-合金の最も大きな缺點は耐蝕性の劣つて居る事で各國共に之が對策を研究して居るが未だ耐蝕性大なる合金その物を發明するに至つて居ない。従て適宜な防腐方法を施す事によつて間に合はせて居るに過ぎぬ。而して其防蝕方法としては英國ではアルカリ性の重クロム酸曹達で處理する所謂 Sutton 氏法を専ら採用して居り、獨逸ではクロメート法を使用し、米國では水 1 ガロンに對し鹽基性燐酸曹達 1 lb と重クロム酸曹達 1 lb とを溶かしたものを 90~100°C に加熱した液中に浸漬する方法を採用して居るやうであつた。而て特に重要なものには上記の方法を施

した上に更に塗料を塗つて居る。之には乾性油に溶かした Zn 又は Sr のクロム酸鹽を下地にして其上に亞鉛華、ニトロセルローズワニス等を塗布したものが好成绩を示して居るとの事を聞いた。

Mg-合金の腐蝕問題に就ては各國で質問をして見たが彼等は何れも日本で吾々が心配して居る程に問題にして居らぬやうであつた。之は歐米各國では日本に比べて著しく濕氣が少い關係上日本の如くひどく腐蝕されない爲めであつて従て耐蝕合金の研究は日本人が一番よく研究する必要がある譯で彼等の援助を待つて居るやうな事は望むべきでない。化學成分から云へば Mn の少量を添加するのが最も有效だと各國共に信じて居る。

III. 自動車工業と金属材料

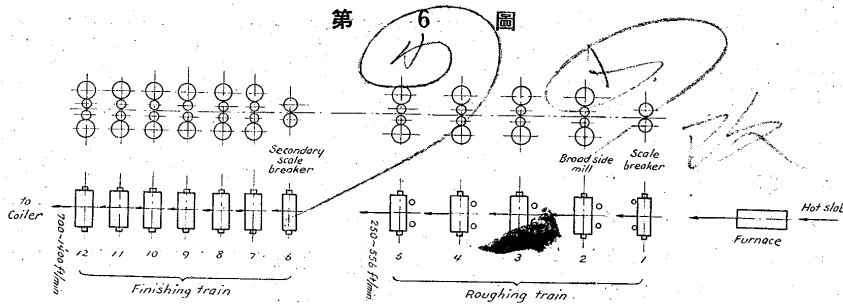
御承知の如く自動車工業に於ては何人と雖も米國を以て第一とすることに御異存はあるまい。米國の金屬加工業は此自動車工業の發達と影形相伴つて進歩したものである。即ち自動車工業の發達すると共に之に使用される各部分品の金属材料并に其製造方法に對して種々六ヶ敷い要求を生じ、其結果自動車を設計する機械技術者と冶金技術者との協同研究が盛んに行はれ互に相助けて今日の隆盛を齎したものである。殊に自動車用鋼鉄の進歩に至つては世界何れの國も追隨を許さぬものがある。私は日本出發の以前から此問題に就て屢々當事者の意見や不平を耳にした。日本製の鋼鉄は米國製に比べて其品質に於て非常な遜色があり殊に Deep pressing を必要とするものになると残念乍ら米國製鋼鉄を使はねばヒビヤシワが出て製品にならないとの事であつた。米國の Sheet mill 及び strip mill は最近驚くべき進歩を遂げ、自動車用鋼鉄は悉く新式の四段ロールを使用した連續壓延機で製造されて居る。直徑小なる Working roll に直徑の非常に大きい Backing Roll を組合せて 4 段ロールの特徴を充分に發揮せしむる事に依つて鋼鉄の性質を優秀ならしむると共に厚みの均一度を著しく改善する事に成功した。即ち厚み 1mm 前後幅 5 尺内外の薄鉄に於て厚みの公差は ±2% 以下と云ふ好成绩で之を日本製薄鉄の公表 ±7~±9% に比べると大變な相異である。他の理由は別にしても此厚みの均一度と云ふ點丈けで Deep-pressing し得るか否かが大に影響される。従て從來日本で使用されて居る型式の壓延機のみを以てして如何に苦心しても米國鉄に競争出来る製品を出すことは先づ

不可能と云つて差支無いと思ふ。従て現在の儘では國產自動車用鋼板の自給自足は覽束ない。第 12 表は最近新設された壓延工場の生産能力とロールの幅を示すものである。

第 12 表

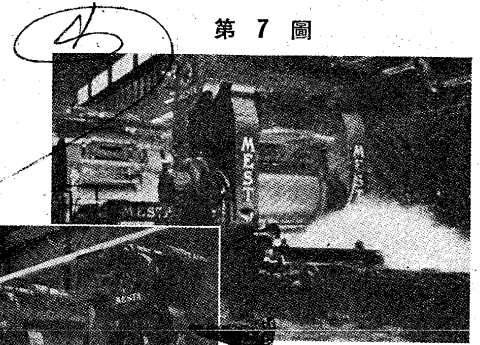
會社及び工場名	年代	ロールの巾	年産能力 ton
Carnegie-Illinois Steel Corp. MacDonalld, Ohio.	1935	42	300,000
Ford Motor Co. Detroit	1935	56	500,000
Youngstown Sheet and Tube Co. Campbell, Ohio.	1935	79	600,000
Bethlehem Steel Co. Lackawanna N. Y.	1936	79	600,000
Carnegie-Illinois Steel Corp. Gary. Ind.	1935	38	270,000
American Sheet and Tin plate Co. Gary. Ind.	1936	80	600,000
Great Lakes Steel Corp. Ecorse, Mich.	1936	80	600,000
Granite City Steel Co. Granite city, Ill.	1936	—	375,000

私は本年 2 月から運轉された Ford 自動車會社、Inland Steel Company 併に American Rolling Company 等の Continuous mill を見學して大に上記の感を深くした。今此等 4 段ロール連続壓延工場の作業状況の概要を示せば第 6 圖の如くである。



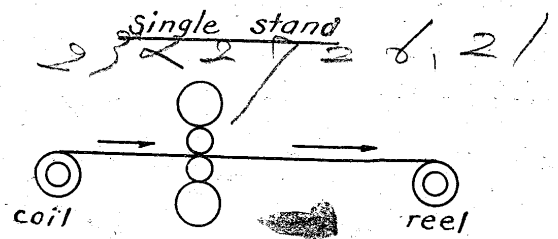
Slabbing mill から来る 1.5~3.5t (幅 3ft 厚み 3" 以上) 位の Slab は連続式加熱爐に入つて適當な加工温度に熱せられた後自動的に矢の方向に送られて先づ Roughing train の 1 で示す 2-High Reversible Scale Breaker (24" x 79") に入る。此のロールの出口側から 1,000 lb/ft² といふ高壓の water spray を吹付けてスケールを完全に除却した後 2 なる Broadside mill (24" & 49" x 96") に入り、之で所望の幅を出す。次で 3. 4. 5 との 3 基 (或は 4 基のこともある) の Vertical edger 附の 4 段ロールを通過して粗延を終る。5 を出る時の速度は約 250~550 ft/min である。次に可成りの間隔を置いて 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12 (24" & 49" x 79") より成る Finishing train に入るのである。但し 6 は Secondary scale breaker で粗延中に鋼の表面に出來た第二次スケールを 1,000 lb/ft² の高壓 Water spray で吹飛ばす様になつて居る。各ロールには夫々 D. C. Variable speed motor

が附いて居つて其廻轉を調節出来るやうになつて居る。12 を出る時の速度は 700~1400 ft/min で其厚みは 16 番乃至 18 番である。仕上ロールを出た薄板は coiler に行つて捲出取られる。然し更に cold mill に送らずに此儘

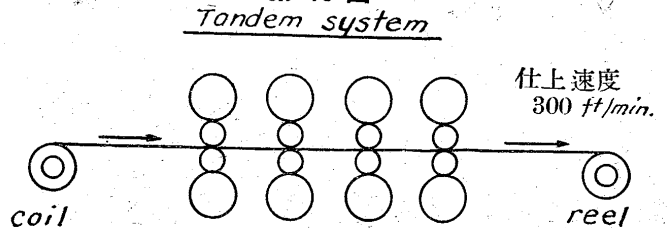


で製品となるものはシャワーで切つて處理される事は勿論である。此等の壓延装置に就き詳しい事を希望される方は次の雑誌 Steel. Dec. 16, 1935 及 Steel, April 29, 1935 を参照下さい。第 7 圖は Roughing train の一端を示し第 8 圖は finishing train の概観を示す。

第 9 圖



第 10 圖



冷間壓延機 (Cold mill)

前述の如く 4 段連続壓延機で作られた、薄板の Coil は焼鈍並に酸洗 (Pickling) 作業を通つて Cold mill に送られ、茲で所要の厚みになるまで常溫壓延される。



第 13 表 Four High Cold-Rolling mills.

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Class of mill.	Strip	Strip	Strip	Sheet	Sheet	Strip	Strip	Strip	Cold Planning	Sheet
Working rollの直径d(吋)	9	10.5	15	11	16	7	16	19.5	20	14
Backing rollの直径D(吋)	27	35½	36	22	42	15	49	34	49	36
有效胴の長さ(吋)	20	32	32	36	60	20	42	66	42	60
D : d	3.0:1	3.38:1	2.4:1	2.0:1	2.62:1	2.15:1	3.07:1	2.84:1	2.45:1	2.57:1
壓延鋼の最大幅(吋)	16	26	26	30	54	16	38	60	38	48
最大壓延荷重 (ton)	250	600	800	420	1,300	190	1,100	1,500	—	1,200
壓延物	眞鍮及銅	眞鍮及銅	眞鍮及銅	洋 銀	眞鍮及銅	鋼	鋼	鋼	鋼	耐 鋳 鋼

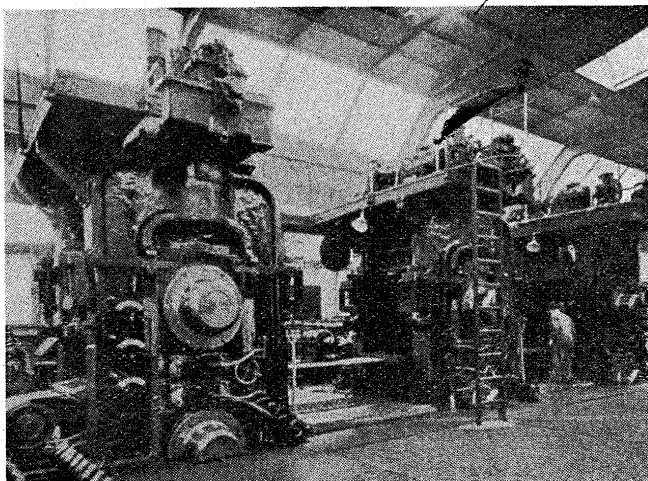
Cold mill には Single stand (第9圖) と Tandem system (第10圖) の2種が使用されて居る。前者は1臺の4段ロールで目的の厚みに達する迄幾回も繰返して壓延を続けるが後者は4臺又は3臺の4段ロールより成り1回のパスで20番乃至30番位の薄鋼に仕上げる事が出来る。仕上速度は300~700 ft/min である。第13表は現在の4段 Cold mill の Working roll 及び Backing roll の寸法及其直径比等を示すもので、第11圖は $d=12''$, $D=35\frac{1}{2}''$ $l=32''$ の three stands tandem mill の作業状態である。又第14表は米國に於て最近新設せられ

第 14 表 4-High Hot Strip mill

Working roll の直径 d(吋)	18	25	36	25	21	18	22	24	26
Backing roll の直径 D(吋)	37	49	49	49	44	44	44	49	46
有效胴の長さ l(吋)	38	79	96	76	60	60	72	79	56
D/d	2.05	1.96	1.36	1.96	2.09	2.44	2.0	2.09	2.19

た薄鋼製造用4段連続式高温壓延機のロール直径と幅並に Backing roll と Working roll の直径比(D/d)を集めたものである。

第 11 圖



米國製自動車用鋼の厚みの均一性が何故よろしいかと云ふ點に就ては前述した事で御了解下さつた事と思ひます

が然し厚みの均一性がたとひ同程度に達しても猶且其他の諸點に於て大に米國の技術を見習つて参考にすべきものが多いと思ふ。

私は歸途シカゴ市で Carnegie Illinois 會社の製造部長として令名ある Dr. Mathesius に面會した時自動車鋼製造に關する同氏の意見を聞いて見た處が次の様な意見をもらされた。即ち良い鋼を製するには次の諸點に留意すべきである。

1) 製鋼原料たる鉄鐵並にスクラップの種類を選ばねばならぬ。

2) 平爐の作業に於ては大に熱を上げてよくポイリングさせて充分に瓦斯を抜かねばならぬ。而して鋼の理想的成分は C 0.08%, Mn 0.4%, Si 0.01%, P 及び S 0.04% 以下である。

3) 鋼塊鑄造は非常に大切である。米國は5~10tのリムド、インゴットを上注ぎ法で作つて居るが、リムの厚みを出来る丈け大にすると共に其部に於ける C を成る可く低くせねば自動車鋼に最も大切なラスターが充分に出ない。

4) 熱間壓延は米國式の4段連続壓延機で行ふのが理想で之に依て鋼質も良くなり厚みが均一にされる。冷間壓延の際の壓減度は最も大切な事で之は次の焼鈍温度に大なる影響を及ぼし、壓減度小に過る時は焼鈍温度が高くなり、大に過ぐれば焼鈍の時粒成長が起つて粒が大小不同となつて宜しくない。先づ30~35%が理想であろう。而て Si は出来る丈け低くする必要があり C, Mn は Seasoning effect に關係する。即ち C, Mn が適當でないとき Seasoning effect が起り長く貯藏する間に性質が變化して Pressing がうまく行かない。

5) 自動車鋼の試験はエリクセンの Cupping Test

五

と Rockwell B-Scale の硬度に依て大抵の見當がつく。

6) Deep pressing のダイスの地金と其のカーベチュアとを大に研究せねば例へ良い鉄を使用しても好結果を得られない。

以上の話は甚だ抽象的であるが大に参考とするに足ると思ひますから其儘を茲に申上げる次第であります。

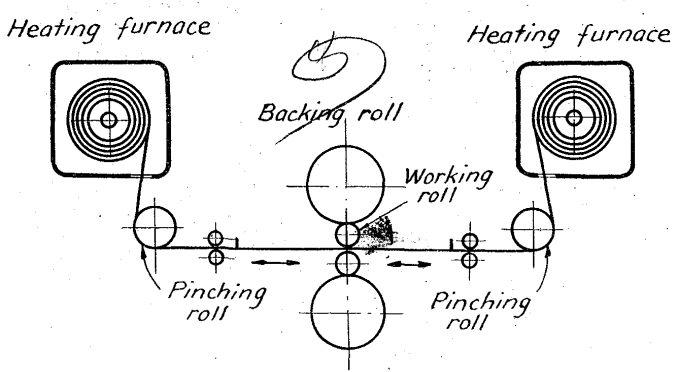
Stecker mill

(A) **Hot mill.** 前述した4段式連続壓延機(4-High Continuous mill) は壓延機の數が多く其建設費が非常に高くなるのみならず最終の壓延機のみが全速度で働くだけで全體の効率は餘り良くない。Stecker は此等の缺陷を補ふ爲めに全然新しい考案に基いて“Stecker mill” の名で通つて居る特殊の mill を作つた。

其の Hot mill は現在米國 Youngstown Sheet and tube Company の Indiana Harbor 工場に唯1基運轉されて居るだけで未だ研究時代と見るべきですが米國の専門家間には此 mill の實際的價値に就て否定の意見を述べられる人の方が多かつた。

私は此の Indiana Harbar 工場を見學出來ませんでした。が間接に聞いた處では其要領は第 12 圖に示すやうで之

第 12 圖



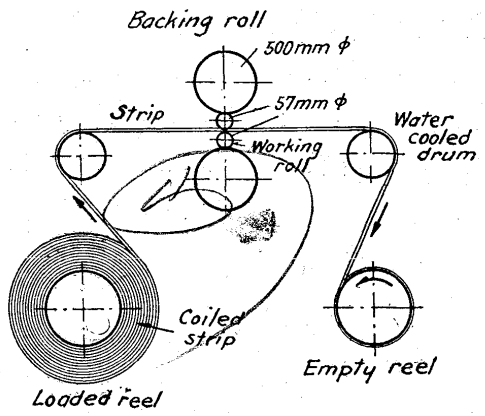
は Steckel の Cold mill (後述) を改造したものである。即ち1臺の4段ロールで加熱状態のスラップからストリップ迄壓延する譯で Working roll の直徑は 12~15" Backing roll の直徑は約 36", 胴の幅は 72" 位です。4段ロールの兩側にある2つの Coiler に交互に捲取り乍ら前後合計 10 回のパスに依つて目的の厚みを有するストリップに迄仕上げる。

Coiler は加熱爐の中に在つてストリップは其温度に再熱され、壓延の操作は pinching roll の助けを借りて居る。

(B) **Cold mill.** 發明者の意見に依ると4段式の連続冷間壓延機は建設費が非常に高いのみならず幅廣の薄鉄に

於て厚みを精確に調節する事が困難で、大部分のロールは廻轉速度が不經濟に小さい状態で使用されて居る等の缺點がある。此等の缺點を除去すべく Stecker の Cold mill を設計したもので第 13 圖の如く非常に細い Working roll と其9倍大の直徑を有する Backing roll とを組合

第 13 圖



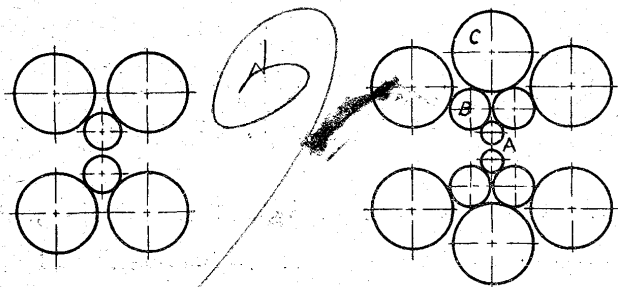
せてロール壓を減じ、其代りに兩側にある捲取ロール (Reel) に大きな動力を供給して大きな張力を働かす點が特徴である。此張力は

出口側 (delivery side) で幅 1 吋に就き 1,000~2,000 lb, 入口側 (entry side) で其約 1/2 である。此 mill ではロールに入らずに残るストリップの端が無駄になるから 1 捲きが非常に長い事を必要とし獨逸方面では此壓延機に於ける以前に別個のエンドピースを熔接で付けて居るとの事である。米國では Youngstown に在る Cold metal Process Company が製造權を持つて居る。私の見たものは Working roll の直徑 3'5", Backing roll の直徑 20", 1,200 HP の直流モーターで運轉するもので、60 サイクルの交流を工場内で直流に變じて居つた。此 mill の生産能力は薄鉄の種類寸法の如何に依て違ふけれども私の聞いた處では幅 3ft 厚み 1~1.2mm 位のものなれば年産 15 萬噸の能力があるとの事であつた。而て薄いもの程且幅の狭いもの程好適で薄鉄は delivery side で大なる張力を受ける爲めに厚みが均等で他の壓延機で作つたものよりも優良なストリップが出来る。鉄力鉄用の薄鉄の製造に適し其外真鍮、ニッケル合金、耐鑄鋼等のストリップを造るのに相當使用されて居る。米國で炭素鋼に就ての實例に依れば途中焼鈍する事なしに幅 36", 厚み 0.065" のストリップから 0.003" に又幅 6" 厚み 0.01" のスリッから 0.001" のものが出来ると云ふ。

猶歐米では近來 Stecker mill に酷似したもので可逆式になりストリップが1臺の4段ロールを前後に通過して遂に豫定の厚みに達し得るのがある。但し Working roll の直徑が Stecker roll の場合よりも大きくて動力

も之に多くかかり張力を作用させる兩側の捲取ロールには全動力の1/2しかかけぬ様になつて居る。此型式のものは1パスの壓減度が大きで速度が早く本来のSkckar millよりも盛に使用されて居るやうに見受けられた。

Cluster Mill (6-rolls) と **Rohn roll (12-rolls)** 之は自動車鋼板とは関係がありませぬが薄板の厚みをやましく云ふに伴れて段々ロールの数を多くした壓延機が使用されるに至つた。第14圖は Cluster mill と稱し6つのロールより成るもの第15圖は Rohn mill と云ひ12のロールを組合せたもので獨逸 Heraus Vakuumschmelze



第14圖 Cluster mill 第15圖 Rohn mill
會社で幅 2'8" の C1.25%, Cr 0.5% 抗張力 40 t/□", 伸 20% の安全剃刀の刃を3パスで 0.035" から 0.0095" まで途中の焼鈍なしで壓延し又 Mn-Si 鋼の幅 3'2" ストリップを 0.035" から 0.0047" まで途中焼鈍なしに壓延して居る。此 mill は幅狭き 0.012" 以下の厚みを有するストリップを壓延するに最も適すると云はれて居る。ロールの直径は A=1'6", B=3'3", C=6'7" で胴の長さは何れも 11'8" である。

鑄造クランクシャフト、カムシャフト其他 米國自動車製造業者は近來其製産費低減の爲めに從來自動車の機關及び其他の部分品に用ひられた鍛造鋼又は壓延鋼製のものを特殊鑄鐵又は合金鑄鋼品で代用せんとする傾向が強く殊にフォード會社が最も熱心な研究者で同社の鑄造クランクシャフトが其代表的製品として歐米の當業者並に冶金技術者に一大衝撃を與へたものである。今鑄造クランクシャフトと

して著名なものの化學組成を示せば第15表の通りである
表中 Ford 會社 No.2 は現在同社に於て使用されて居る最上の組成である。本年4月同工場見學の際に擔任技師に聞いた處によると次の如くである。Cu を加へた理由は流動性を増し縮みを減少して鑄造性をよくすると共に焼鈍時間を短縮し且つ焼鈍の際に生ずる歪を防止する爲である。然し 2.0% 以上になると遊離狀の Cu が出るから害がある。

Si は熔湯の流動性を大ならしむると共に Cu の溶解度を支配し且つ黒鉛化促進劑として是非之れ丈けの量を必要とする。又 Cr は磨減抵抗を大ならしむる爲に加へるが多きに過ぐればマシーニング並に焼鈍を困難にするから 0.5 以下に制限して居る。乾燥型に鑄造後次の熱處理を施して居る。900°C に於て 20 分保持した後 650°C 迄空冷し再び 805°C に加熱し1時間保ち然る後1時間で 540°C 迄爐中冷却を行ふ。製品の組織は基地が粒狀パーライト乃至ソルバイトで其内に焼戻炭素が點在しセメントライトが極少量粒の周壁に細く存在してマシーニングを容易にする。斯る理想的組織を得るには前記の組成と上記の熱處理が必要である。此鑄造クランクシャフトは鑄造の儘で 69 lb, 仕上げ後 60 lb となり從來使用した鍛造クランクシャフト加工前 83 lb, 鍛造仕上げ後 66 lb に比し 10% 軽く、仕上げ代も少なくて結局安價になる。而して其機械的性質は第16表及び第17表の如く頗る優良である。

第 16 表

抗張力 lb/□"	107,500	ブリネル硬度	269
弾性界 lb/□"	92,000	曲げ強さ lbs (斷面 1 in ² 支點距離 12 in)	9,450
伸 (2")%	2.5~3.2	撓み in	0.425
斷面收縮率%	2.0~2.5		

第 17 表 捻回試驗成績

弾性界 lb/□"	88,200~96,500
抗張力 lb/□"	128,000~130,000
弾性界に於ける捻り	9~6 度
破斷迄の捻り	20~25 度
ブリネル硬度	225~321

第 15 表

C%	Si%	Mn%	Ni%	Cu%	Cr%	Mo%	P%	S%	工場名
1.25~1.40	1.90~2.10	5~60	—	2.50~2.75	35~40	—	10max	0.06max	Ford motor Company (No. 1)
1.35~1.60	1.85~1.10	60~80	—	1.50~2.00	40~50	—	同上	同上	同上 (No. 2)
1.5	1.8	—	—	—	—	1.5	—	—	Campbell Wyant Company
1.5	1.8	—	1.0	—	0.5	0.5	—	—	
1.5	1.8	—	1.5	—	—	75~10	—	—	
2.0~2.2	1.0~1.40	—	—	—	—	0.5以下	—	—	Frank Foundriss. Corporation
2.75~3.20	2~2.5	—	1~1.5	—	1~2	—	—	—	
2.75~3.00	1.9~2.2	—	1~1.5	—	—	5~7.5	—	—	Caterpillar Tractor Comp.



製型、鑄造、焼鈍等の作業は既に専門雑誌に發表されて居る通りであるが、總てが機械的であるから非常に清潔である。一組の鑄型は 16 個の乾燥型を積重ねて出来上つたもので 4 個のシャフトが出来るやうに成つて居る。

鋼スクラップ 50%，返し金 50% より成る原料を電氣爐で熔解し之をレードルに取つて鑄込んで居る。1933 年 9 月以來既に 1,500,000 本以上の鑄造シャフトを使用し現在では 1 日に 6,500 を生産して居るとの事であつた。

次にカムシャフトには第 18 表の如き特殊鑄鐵が使はれて居たが Ford 工場では極最近 $T. C. 3.3 \sim 3.4$, $Mn 2 \sim 3.5$, $Si 0.45 \sim 0.55$, $Cu 2.5 \sim 3.0$, $Cr 0.25$ なる成分を採用し、此鑄物は所謂 Controlled chill で鑄物の大部分

第 18 表

T.C. %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %	Mo %	P %
3.15	2.2~2.4	6~6.5	4~5	8~10	4~5	2
3.2	1.8~2.1	5~7	5	1.5~2.0	2~3	—
2.8	2	5	2	7.5	7.5	—

は鼠銑で所望のカムの尖端のみを白銑にしチルの深さは $1/8''$ となる様に常に破面試験を行つて居る。Cr を増すとチルの深さが増し過ぎる。Cu はキューボラ中で加へ他の元素は取鍋中で加へて居る。此鑄鐵を用ふる事に依てカムの磨耗が少く又機械加工を省き、單にカムの表面と軸承部分に研磨仕上を施すのみでよい利益がある。猶 Ford 會社では又プレーキドラムに對して $C 1.40 \sim 1.60$, $Mn 0.40 \sim 0.60$, $Si 9.0 \sim 1.10$, $Cu 1.50 \sim 2.00$, $P 0.1 \max$, $S 0.08 \max$, を有する特殊鑄鋼を用ひ、之を鑄後造 $870^\circ C$ に 30 分間熱した後 $780^\circ C$ 迄急に爐中冷却しそれから $730^\circ C$ 迄 2 時間かけて冷却、更に $540^\circ C$ 迄 1 時間で冷却して居る。抗張力約 60 kg/mm^2 , 弾性限 49 kg/mm^2 , 伸 6%, ブリネル硬度 200~230 である。極最近は上記のものに $Mo 10 \sim 20\%$ を加へて居るとの事で steel hub にも亦之を使用する。

シリンダー・ブロックに對しては $C 3.15 \sim 3.35$, $Mn 6.0 \sim 8.0$, $Si 1.80 \sim 2.00$, $Cu 5.0 \sim 7.5$, $P 0.25 \sim 0.32$, $S 0.100 \max$ なる特殊鑄鐵を用ひ 20t 電氣爐で製鍊した熔鐵を 25t の反射爐 (air furnace) に流し込み之に 2ヶ所の湯出口があつて之から流るる熔鐵を鑄込用トラックで受けて注込みを行つて居る。

以上は親しく見學した Ford 自動車工場の現状を主體として如何に特殊の鑄鋼品や鑄鐵品が自動車の部分に使用されつつあるかを紹介したに過ぎませんが猶此外自動車の車

體を支へるスプリングが flat elliptical spring から coil spring に變り其材料には Mola 鋼 ($Mo 25\%$, $C 0.2 \sim 0.4\%$) を使用して居る工場があり、コンネクショングロッド用軸承金として米國では $Cd-Ag$, $Cd-Ni$ 及び $Cu-Pb$ 合金が次第に用ひられむとして居り、獨逸では "Gittermetal" (後章で詳述) と稱するものが認められて來た。又ヴァルブシート用としては $C 1.20 \sim 1.40$, $Mn 3 \sim 5$, $Si 3 \sim 6$, $Cr 2.50 \sim 3.50$, $W 14 \sim 17$, $Cu 1.5 \sim 2.0\%$ を含有する特殊鑄鋼を使用し W と Cr は熱間に於ける硬度と火焰に對する抵抗性を附與し Cu と C は鑄造性を良くする爲に必要で本鑄鋼のロックウェル C 硬度數は 38~45 である。

IV. 低合金高力鋼 (Low-Alloy High-Strength Steel.)

低炭素鋼に少量の特殊元素を配合する事によつて強力な構造用鋼を得んとするのは世界共通の研究問題で、理想として次の條件を満足することを要する。

- 1) 炭素鋼よりも遙に強力で然も形成 (forming) が困難でなく其結果大に構造物の重量輕減が達せられる。
- 2) 加工後特別の熱處理をする必要がない事、換言すれば高温加工する時の加工温度の少しの相異や加工終了後の冷却速度の僅かの相異が直に機械的性質に影響しない即ち熱處理に敏感でないこと。
- 3) 熔接が容易な事且つ熔接温度からの冷却速度が少し位早くとも硬化したり脆性を表はしたりせぬ事。
- 4) 耐蝕性が炭素鋼よりも優秀な事。
- 5) 値段が其割りに高くならぬ事。

以上の諸條件を完全に満足せしむるものは歐米何れの國に於ても未だ發明されては居らぬが、最近米國に於ては此目的に順應した數種の鋼が研究されて既に工業的に多量使用せらるるに至つて居る。此等を稱して "Low-Alloy High Strength Steel" と云ひ其抗張力 $50 \sim 65 \text{ kg/mm}^2$, 降伏點 $39 \sim 50 \text{ kg/mm}^2$, 伸 $18 \sim 25\%$ で、結局從來使用された低炭素構造用鋼に比して降伏點に於て約 70%, 抗張力に於て約 50% 高く其結果重量に於て 20~40% の輕減をなす事が出来るとの理由から鐵道貨車、バス、トラック、橋梁其他材料運搬用装置の構造材料等に其用途が擴まりつつあるやうです。第 19 表は此種に屬する鋼の著名なもの化学組成を示し第 20 表は機械的性質を示したものです。此中獨

第 19 表

名 稱	國名	C	Si	Mn	Cu	Cr	Ni	Mo	P
Union Baustahl,	獨	12~18	25~50	70~90	50~80	4~6	—	—	—
Chromador	英	<30	<20	7~10	25~50	7~10	—	—	—
Krupp Baustahl	獨	12~20	3~6	1.2~1.6	3~6	—	—	—	—
Cor-Ten	米	<10	5~10	1~3	3~5	5~15	—	—	1~2
Man-Ten	〃	25~35	>15	1.25~1.75	20	—	—	—	—
Sil-Ten	〃	40 以下	2~3	7~9	20	—	—	—	—
Cromansil SN 7	〃	11	68	1.17	—	38	—	—	—
Cromasil SN 8	〃	19	60	1.10	—	30	—	—	—
Yoloy	〃	08	—	—	0.9	—	2.0	—	—
Double Strength grade 1	〃	12 _{max}	—	5~10	5~15	—	4~8	20 以下	—
〃 grade 1-A.	〃	3 _{max}	—	5~10	5~15	—	4~8	20 以下	—
Hi-Steel	〃	<10	15	6	1~1.1	—	55	—	12

第 20 表

名 稱	國名	抗張力 kg/mm ²	降伏點 kg/mm ²	伸%	断面收縮 %	ブリネ ル硬度
Union Baustahl	獨	51~66	37	18	—	—
Chromaclor	英	58~68	36	17	—	—
Krupp Baustahl	獨	53~63	37	18	—	—
Cor-Ten	米	46~53	35~40	23~24	—	—
Man-Ten	〃	60~67	39~45	25~20	—	—
Sil-Ten	〃	56~67	32	18~20	—	—
Cromansil SN 7	〃	54	48	25	77	71
Cromansil SN 8	〃	63	51	21	71	160
Double Strength Grade 1	〃	53	43	24	—	—
Double Strength Grade 1-A	〃	63	49	18	—	—
Hi-Steel	〃	53	42	25	—	152
Yoloy	〃	47	38	29	62	120

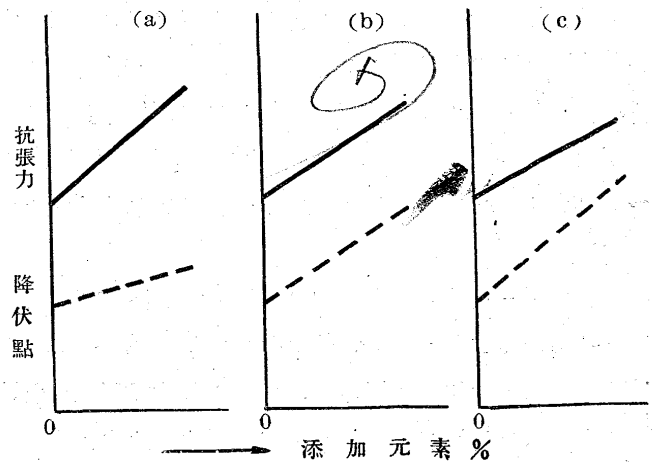
純鐵に他元素を加へた場合其抗張力と降伏

點の上昇する曲線の姿勢を考察すれば第 16 圖(a)(b)(c)の 3 型がある。而して C, Mn, Cr, Si, Mo 等は (a) 型に屬し Cu, P, Ni 等は (b) 又は (c) 型に屬する。現在の米國では (c) 型に合ふ事を理想として炭素と特殊元素との配合割合を研究して居る。而して炭化物を作るやうな元素を多く加へれば forming property に於てわるい結果をもたらすから斯の如き元素は少量に止め Ferrite 中に固溶して基地を強くするやうな特殊元素の適量を配合して所期の目的を達しやうと努力し

逸の Union Baustahl, Krupp Baustahl, 英國の Chromador とは可なり以前から周知するものであるが、米國では U. S. Steel Corporation の “Cor-Ten”, “Man-Ten”, “Sil-Ten” の 3 種が既に數年前から工業化して相當多く使用されて來たが最近になつて Union Carbide and Carbon Company の “Cromansil”, Youngstown sheet & tube Co の “Yoloy,” Republic Steel Corporation の “Double Strength”, Inland Steel Co. の “Hi-Steel” 等が出現して夫々相當に販路を擴めて居る。

鋼の炭素含有量を増加すれば抗張力並に降伏點を高め得る事は周知であるが靱性を減じ形成 (forming) が困難となつて構造用鋼たるの性能に缺陷を生ずるから、米國に於ける最近の狀勢は炭素を少くし之に降伏點を成る可く高くし然も抗張力の上昇甚しからぬやうな働きをする特殊元素の少量を配合して 降伏點÷抗張力 の値が 0.7~0.8 に達するものを製造するやうに努めて居る。

第 16 圖



て居る。Cu は空中に於ける耐蝕性を改善すると共に降伏點を高めるに必要で最近では 0.5~1.0% 添加して居る。

低合金高力鋼に就ては本邦に於ても既に之が研究に留意されて居る方もおありかと存じますが此際大に研究に努力されん事を切望して止まぬ次第であります。



猶餘談ではありますが歐米列強の鐵道車改善に對する傾向は3つでありまして、第1は Car の重量輕減を極度に實行せんとするもので輕合金ヂュラルミンの鋳を其構造に用ひんとする企畫、第2は強力なステンレス、スチールを出来るだけ使用せんとするもの、第3は1と2の間を取り Low-alloy High Strength Steel を以て進まむとするものであつて何れも重量を輕減して積荷を増し且速度を大にして輸送力を増加せんとするに外ならぬのであります。が現在では先づ第3の計畫が廣く實現の域に入らむとして居る處であると考へられます。

V. 軸 承 合 金

現在歐米に於て軸承合金として評判に上つて居るものは

1. 鉛青銅(或は Kelmet と呼んで居る)
2. ギッターメタル (Gittermetall)
3. カドミウム系合金(Cd-Ag, Cd-Ni, Cd-Cu-Mg等)
4. オイライト (Oilite)

等である。

荷重が大で而も高速度な強力發電機タービン、並に強力エンジン等に使用される軸承合金としては從來バビットメタル (Babbitt metal) 即ち Sn 80~90%, Sb 5~15%, Cu 3~10% を含むものが最優秀とされて居つた。又獨逸では歐洲大戰當時 Sn の輸入が杜絶して Sn を基とする軸承合金の製造に大恐慌を起した結果 Pb を基として之にアルカリ並にアルカリ土類金屬を配合して其代用品を得る事に苦心し遂にバーン、メタル (Bahn metal, Li 0.04% Ca 6~7%, Na 6~7%, Sn 1%, Pb 殘部) を發明し最近まで専ら鐵道車輛、タービン、發電機、電動機等の軸承として使用された。

然るに近來航空機自動車及びディーゼル機關等の發達に伴れて更に高速度、高荷重、高溫度に堪える軸承合金が必要となり遂に必要な發明の母となつて鉛青銅 (Kelmet) の出現となつた譯である。其化學成分は Pb 28~40% 殘部 Cu より成り更にそれに 1.5% 以下の Ni, S, Ag 等を添加して居る事は世界何れの國も同様に知れ渡つて居り其顯微鏡組織は Cu の樹狀晶の間隙を Cu と Pb の共晶物で充填したものである。本軸承合金の特性は從來のバビットメタルに比して遙に高温、高荷重、高速度回轉に耐えるのみならず、熱傳導度が大であるから軸承面積が小さくて済み且クラックが入つても剝離し難い等の利點があると云ふ

ので歐米各國に於て航空發動機、自動車を初めとし一般マシントールの軸承に至るまで盛に使用されて居る。然し Cu と Pb は金相學上から見て全然固溶體を作らずして二種の液相に分れやうとするから臺金の表面に均一な組織をなす様に鑄造する技術がかなり六ヶ敷い。従て各國其に此鑄造法を研究して秘密に附して居ると云ふ有様であるから吾々日本人に對しても容易に見學を許さない。獨逸では Glyco-Metallgesellschaft と B. M. W. 會社、米國では Allison Engineering Company, Bohn Aluminium and Brass Company, General Motors Corporation 等が盛んに製造販賣して居る。佛國ではまだ鑄造技術が充分でなく航空發動機工場を見學の節聞いた處に依れば大部分を米國の某會社から買つて居るとの事であつた。獨逸の B. M. W. 會社は日本に於ける彼の實施權者たる川崎飛行機會社で行つて居ると同じ方法即ち遠心鑄造法を採用して居り近來多少之を改良したと云つて居つたが Glyco-Metallgesellschaft の方法はそれと異つた特殊な鑄造法を用ひて居るとの事であつて其内容は秘密でよく知られて居ないが獨逸の機械工場見學の節彼等の製品を見せて貰つた處ではなかなか上手に出来上つて居つた。

獨逸技術者に聞いた所では鉛青銅軸承は熱處理した Ni-Cr 鋼、滲炭鋼及び窒化鋼等の如きかなり硬きシャフトに對しては非常に好成績を示すけれど少し硬度の低いシャフトに對しては少し硬過ぎて軸が著しく磨耗したり疵がついて其成績は思はしくない。而してそれには最近著名になつたギッターメタル (Gittermetall) 軸承が好成績を示して居ると云つて居つた。

ギッターメタル (Gittermetall), 此軸承合金は最近獨逸で好評を博して居るもので Braunschweiger Hüttenwerke が十餘年間研究苦心の結果得られた黒鉛を含む特殊

第 21 表

合金 番號	Pb%	Sb%	Sn%	Cd%	Cu%	Ni%	As%	P%	黒鉛 %
1	67~	13.5~	9.8~	2以下	27	1.25	0.9	0.3	0.21
	75	18	10						
2	73~	14~	5~	1.5	1.5	1.0	0.5	0.2	0.21
	80	17	8.5						

第 22 表

合金 番號	ブリネル硬度			壓縮試験 h=d=20mm		熔融範 圍°C	鑄造範 圍°C	長さの 縮み代 (%)
	20°C	50°C	100°C	壓縮強度 kg/mm ²	高さの 減少度%			
	1	25~	18~	10~	8~18			
	32	25	17	2		24~	32~	380~ 550
2	24~	16~	9~	5~19	24~38	240~ 440	380~ 550	0.5~0.6
	32	21	16					



合金で其組成と性質は第21表及び第22表の通りである。

臺金 (Back metal) としては特殊の鉛青銅 (Pb 28%, Sn 4%, Ni 2%, Zn 1%, Cu 殘部) を用ひ其上に此ギッターメタルを 0.1~0.3mm の厚さに付ける。

私は此工場を見學することを許され臺金の鑄造其地金の熔解法、ギッターメタルの製造法及び臺金にギッターメタルを鑄込む作業等を見ることが出來た。臺金の鉛青銅は坩堝で熔解し砂型に鑄込んで居つた。勿論豫備合金を作り又鑄込みの前に非常によく熔湯を攪拌し溫度を測定して居つた。ギッターメタルの熔解爐は特殊な設計になつて居り鑄型は圓筒形の金型で直徑約 13cm 高さ約 22cm 位のインゴットを作り之を更に搾出機にかけて断面 2.5cm 角の棒を作る。

臺金にギッターメタルを付けるには先づ錫浴に入れて薄く Sn 鍍金をした後直ちに Pressure casting 又は Hand casting を採用して永年の苦心に依つた鑄造機械と、熟練した職工とを使つて非常に巧妙にやつて居りました。

同工場で製作して居るギッターメタル並に鉛青銅の特性は第 23 表の通りである。而してギッターメタル軸承の特

常に擴つたので自動車用、航空用、鐵道用と夫々獨立した建物を同工場に建てて盛に製造を行つて居つた。第 17 圖及第 18 圖はギッターメタルの顯微鏡組織である。

現在の獨逸ではギッターメタルの軸承は Braunschweiger Hüttenwerke、鉛青銅軸承は Glyco-metallgesellschaft と B. M. W. 會社とで専門に製造して之を全獨逸に供給して居るので此等の工場では非常に研究に努めて益々優秀な成績を擧げて居る。

然るに日本では鉛青銅の軸承をあちらでもこちらで製造する結果ベヤリング専門の工場でも餘り力を入れて研究出來ず結局優秀で確實な製品が安價に出來ず其發達が遅れて居るのは誠に遺憾である。勿論需要額に於て兩國間に著しい相違のある事ではあるが斯の如き特殊なものは専門工場に任して出来る丈け研究させる方針を取るべきでは無からうかと思つた。

Cd 合金 米國では近來 Cd 合金のベヤリングが相當に使用せられ最近は自動車方面に注目されて來たやうである。此等合金の組成は大體第 24 表に示す通りである。而して合金 1 及び 2 の諸性質を錫基軸承合金の夫れと比較すれば

第 23 表

符 號	N	R	GK	GKa	鉛青銅	
抗直張徑試驗片 2cm	破斷界 kg/cm ²	440	490	650	690	1,230
	伸 %	5.6	14.8	0.2	0.2	5.1
	断面收縮率%	9	28	2	3	8
打直高擊徑試驗片 3cm	打撃の仕事 mkg	138.6	117.3	95.9	105.3	157.2
	高さの減少度%	42.9	36.9	24.2	22.4	45.5
	縮み代 %	0.38	0.48	0.44	0.40	1.67
ブリネル硬度	17.0	26.0	30.0	31.0	40.0	

長は軸承面の油とよく結着し油がきれた時には黒鉛其物が油の代役を勤めると云ふ點に在る。最近此軸承の用途が非

表 24 表

合金番號	Cd	Cu	Mg	Ag	Ni
1	殘部	3.1	0.2	—	—
2	殘部	1.5	1.0	—	—
3	殘部	0.5	—	0.75	—
4	殘部	—	—	—	1.5~3

第 25 表の如くである。Detroit 市の Amplex Manufacturing Company 工場を見學した時其技師長から聞いた所を申せば次のやうである。

第 25 表

合金の種類	Cd 合金 1	Cd 合金 2	錫基合金
ブリネル硬度	48	54	24
抗壓力 t/in ²	27	32.6	10.7
抗張力 同上	10	11.5	5.5
伸 %	3.1	10	12.5
收縮比	10.5	9.5	6.3
凝固範圍 °C	378~315	340~315	290~245

第 17 圖

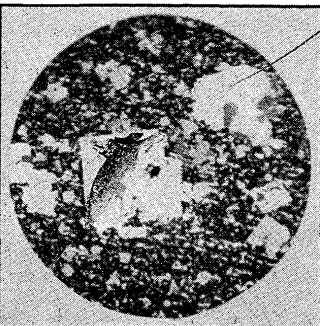
ギッターメタル軸承の組織



150 倍

第 18 圖

ギッターメタル地金

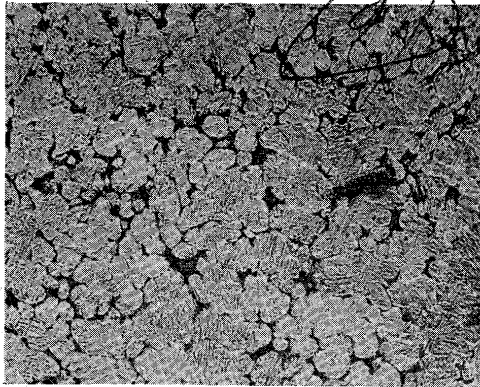


350 倍



鋳、青銅、アルミニウム青銅等の臺金に奇麗に薄層をつける

第 19 圖 Cd-Ag-Cu 系軸承用地金 ×120



る事が出来る。此種軸承合金の缺點は溶解の時に酸化し易い事と鑄込みの時の收縮度が大きい事とで Sn の混入

は絶対に禁物だと云はれて居る。

Cd-Ni 系合金は最も新しく發達したのですが稍硬過ぎると云はれて居る。第 19 圖は Amplex 會社から與へられた Cd-Ag-Cu 系軸承用地金の顯微鏡組織です。

“Oilite” 此軸承は既に 1926 Chrysler Corporation の技師が發明したものであるが最近歐米各國で特殊な方面に相當使用され殊に米國では自動車、トラック、バス、をはじめ Water pump steering gear, Clutch Pilotshaft, プロペラシャフト其他のベヤリングとして澤山に使用され居る。Cu, Sn, 黒鉛の 300 mesh の細粉を 90:10:1~4 の比に混ぜたものを型に入れて壓縮して整形したものを青酸加里に入れた壺の中に入れて約 700°C に加熱焼結し之を機械油中に浸して容量で約 30% に相當する丈の油を吸収させたものである。従つて給油の困難な部分の軸承として最適である。形狀寸法は種々あつて其寸法は精度高く 4,000 lb/in² 迄の壓力に耐えると云つて居る。

VI. 銅-ベリリウム合金

Cu-Be で Be 約 2.5% を含むものは之を約 800°C から焼入れて 300°C で焼戻すと著しく硬化しブリネル硬度 350~400 に達するので、米國では之を Variable pitch propeller のスリーブ・ベヤリングに使用して非常な好成績を挙げた事は既に報導せられた事で其後引續き之の方面に使用して居る。

獨逸ではシーメンス會社が盛に Be 并に Be 合金の研究を行ひ、何かよい應用を見出さんと努力して居りますが、私が同研究所を見學の際 Dr. Masing 其他の人々に聞いた所では別に特別な應用はまだ見つからないで鐵道關係のベヤリングや特殊のスプリング等に少量使用されるのみだ

との事であつた。

米國では American Brass Company と Riverside Metal Company 等で棒や板を製造して少量ではあるが Spring 用材として賣出して居るのを見ました。Riverside Metal Company の工場を見學の際技師長に聞いた處では米國に於ては Beryllium Product Corporation (Reading Penna) で Be 12~12.5% を含有する Cu-Be 合金を製造し、之を Be 4% に淡めて販賣されて居り其價格は金屬ベリリウムとして 30 弗/lb, 即ち 1 t 約 20 萬圓であるから Be 合金の工業化は前途遼遠であると云つて居た。

ベヤリング用 Cu-Be 合金 (Be 2.5%) の機械的性質を擧げると第 26 表の通りです。本合金の耐蝕性は硫酸、鹽酸、アンモニヤ、海水等には純銅よりも勝り、苛性曹達及び硝酸に對しては純銅に劣ると云ふ。

第 26 表

性 質	砂型鑄造		
	800°C より急冷 300°C で焼戻	徑 25 mm 棒 800°C より急冷 300°C で焼戻	1 mm 板 800°C より急冷 300°C で焼戻
降伏點 kg/mm ²	—	100~110	95~105
抗張力 kg/mm ²	80~120	110~135	120~137
伸%	2~1	1~6	3~6
ブリネル硬度	330~400	330~410	310~325
彈性係數	—	12,000~13,000	同 左

又 American Brass Company でサンプルとして貰つた薄板 (2~25 mm) の機械的性質は第 27 表の如くである。

第 27 表

番 號	状 態	降伏點 kg/mm ²	彈性限 kg/mm ²	抗張力 kg/mm ²	伸(2") %	ロックウ エルB	彈性 係數
1	annealed soft	22.5	14.2	51.5	48.4	50	12,600
2	annealed and heat treated	83.6	68.3	111.6	6.3	102	12,600
3	Rolled (hard)	78.7	63.7	94.2	1.5	100	11,800
4	Rolled (hard) heat treated	94.1	93.8	122.5	2.1	112	13,000

次に米國で General Electric 會社研究所を見學の際ステンレス鋼并に炭素鋼の電氣抵抗熔接に使用する電極用合金の研究をした結果第 28 表の如き 2 つの新合金を發明しフラッシュウエルデング及シームウエルデング用リングエレクトロードに使用して非常に好成績を挙げて居ると云ふ事聞いた、此合金の焼鈍溫度は約 500°C で Cu-Be 合金に比して約 200°C 高い。

第 28 表

	Cu	Cr	Be	Co	電導度	彈性限 kg/mm ²	抗張力 kg/mm ²	伸%	ブリネ ル硬度
1)	99.5	0.4	0.1	—	Cu の 75%	21	35	10	150
2)	97	—	0.4	2.6	Cu の 50%	31.5	70	20	220

結局歐米に於ける *Cu-Be* 合金の現在の使用状態は次の通りである。

- 1) 疲勞強度が大で弾性限が高いから Spring に使用して、磷青銅よりも遙に優秀である。
- 2) 硬くて耐摩耗性が良いから特殊な軸承合金として $4,000 \text{ lb/in}^2$ 以上の壓力に耐へ本合金 (ブリネル硬度 380) と *Cr-Mo* 鋼性の軸 (ブリネル硬度 400) とをカップルして使用すると 3,000 時間以上の長期に堪へる。
- 3) 焼入れた軟い状態で齒を切り焼戻すると非常に硬化して磨耗に強いから Worm gear に好適で織物機械に使用すると従來の青銅製 gear の 3 倍長持ちする。
- 4) 電導度が大で且磨耗に強い點を利用して強電流レクチファイヤー・ヴルブの接觸抱子に良い。
- 5) 無磁性でスパークが飛ばぬ性質があるから爆發性雰圍氣で使用する鋤、スクレーパー等に使用されて居る。

VII. 粉末冶金 (Powder Metallurgy)

米國で Powder Metallurgy と云つて居るのは金屬を粉末状で作り之を型に入れて壓縮した後適當な熱處理をする事に依て目的の製品を作らむとする方法で熔解、精鍊等の冶金の常道を履まない。此方法は既に 30 年も前から存在して居つたが近來殊に米國で Charles Hardy 氏が其應用を喧傳して居るので紐育市に滯在中時間を割いて同氏の事務所を訪問して次の如き話を聞いた。現在製つて居る粉狀金屬は *Cr, Fe, Ni, Cu, Ag, Al, Sn, Zn, Bi, Cd, Mo, W* 等で何れも純度高く 200~300 mesh のものである。粉末の製造には機械的方法はよくないから主として電解法と沈澱法に依つて居る。電解法に依る粉末の製造では電流密度、電解液の溫度、兩極の寸法比及び添加劑の調節によつて粉末の形狀を支配し、沈澱法に依る *W*-及び *Mo*-Powder の製法は溫度、時間を綿密に研究した結果粉末の finenes を思ふ儘に出来るやうになつた。又酸化物から還元して粉末を製造する場合純粋な酸化物を作る事が頗る困難で *FeO, SiO₂, Al₂O₃* 等が除き難く、混入して來た不純物は爾後の操作で除けない。

次に型に入れる際の粉末の混合法は一般にタンブラーを使用して居るが時には其操作を水素氣中で行ふ事もある。

製品の密度は壓力の大小で決まるが時には多孔性を附與する爲めに揮發性の物質を混じ熱處理中に酸化せしむる。

大體製品の高さは 20~25 cm 以下に限られる。例へば

壓縮度を 1:3 とし高さ 20 cm の製品を作るには型の孔の深さは 60 cm であるが遊隙がそれと同じ位必要である。事實壓搾機のスロークを 1.5 m 以上にすることは困難で同時に仕事の損失も亦大きくなり粉末の抵抗も深さと共に増加するから特に注意を拂はぬと製品のトップと底とで比重が違つて來る。粉末の型に及す磨擦は金屬の種類に依て異なり *Cr* の粉は *Sn* の粉よりも型を早く磨耗する。鋼型をクロム鍍金で被ふ事もあるが時には硬質合金で型を作り又は裏付する。又空氣の逃げ道を考へて型に遊隙又はテーパーを附ける。壓縮速度は比較的速い方が空氣の抜け方がよい。

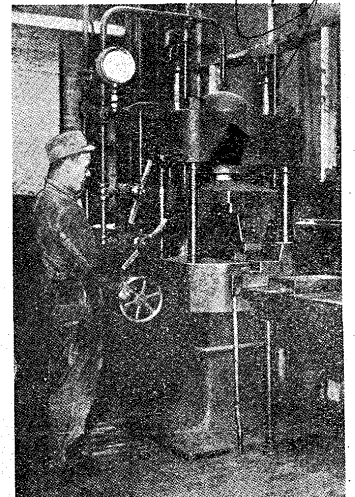
壓力は 2~75 t/in^2 である。壓縮した後に行ふ焼結の溫度に關しては未だ一定の法則はないが新合金を作つた際は熔融點の 2/3 位の高さで試みる。焼結中に歪みが生ずる故に注意を要する。普通焼結後型打ちするが寸法の誤差は 0.025 mm 以下に止める。

粉末金屬でベヤリングやブッシュを作る時には使用者の要求に應ずる丈の油を吸収し得るやうに氣孔率を加減する例へば "Oillite" ベヤリング (*Cu* 80, *Sn* 10, *Zn* 10, 黒鉛 2) を作る時は容量で 14.3% の油を吸収せしめ得るやうに壓縮度を調製する。

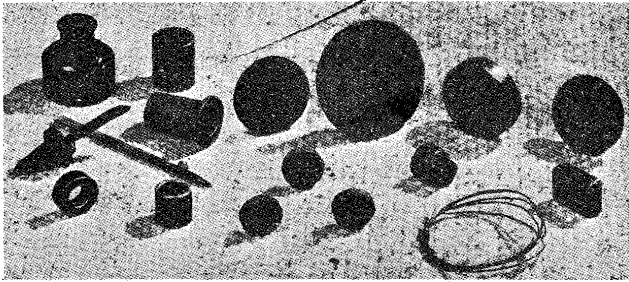
要するに Powder Metallurgy には次の如き特性がある。

- 1) 製品の氣孔率と粒の大きさを調節出来る。
- 2) 最高純度の金屬と一定組成の合金を作る事が出来る又比重や熔融點の著しく異つた金屬又は金屬と非金屬粉とを同時に處理出来る。例へば *Cu* 粉と黒鉛を適當に混合して軸承合金を作り *W* と *C* の粉末から *WC* を作れる
- 3) 此方法で作つたものは酸化物、硫化物等を殆ど含まず、粒の形狀、成分の分布等が希望通りに達せられるから製品の強靱性及び展延性等も良好で鍛鍊、壓延、搾出等を施す事も容易である。例へば 18~8 耐鎳鋼を此法で作れば *C* を全然含まぬものが得られるから卓越した性質が得られる。

第 20 圖



第 21 圖



4) 原料金属の損失少く製品合金の成分確實で又加工困難な合金をも正確な形に作り得る。

本法の應用範圍は今後相當廣まると思うが現に工業化して居るものを挙げれば純タングステン及びモリブデンの外自動車用軸承“Oilite”, 發電機用 bush contact, 整流機用セグメント、回轉子放電栓、義齒用合金、貨幣、メタル、M. K. Magnet 熔接棒等である。

以上は Charles Hardy 氏の談話で大に喧傳的の事も含まれて居るが若し同氏の言ふが如く純度の高き金属粉を

比較的安價に提供して貰へるならば之を原料として種々の目的を満足し得る合成合金や各種の製品を作る應用は相當にあると思ふ。第 19 圖及第 20 圖は本法を應用して炭化タングステンの硬質合金 Carboly を作る水壓機並に Oilite ベヤリングとブッシュ等の製品を示す。

参 考 文 献

1. Manufacture and use of Powdered Metals by Charles Hardy, Metal Progress, July 1932,
2. A. Survey of Developments in Powder Metallurgy as it applies to Ferrous Materials. Charles Hardy. Steel; Nov. 19. 1934.
3. Powder Metallurgy, Competes Efficiency with Smelting and Machining Process, Charles Hardy, Engineering and Mining Journal. Sept. 1933.
4. Powder Metallurgy, notes on the new art, Metal Progress, April 1936

以上誠に不充分であります私の講演は之を以て終ります長い間御静聴下さいましたことを意謝致します。(完)

昭和製鋼所の高爐設備及作業に就て

(日本鐵鋼協會第 13 回講演大會講演)

淺 輪 三 郎*

ON THE EQUIPMENTS AND OPERATIONS OF BLAST FURNACES AT THE SHOWA STEEL WORKS.

Saburo Asawa

SYNOPSIS :—The blast furnace plant at the Showa Steel Works is inherited on the 1st. June, 1933. from the Anzan Iron Works, which was formerly belonged to the South Manchuria Railway Company.

The first campaign of the No. 1 furnace was blown in on the 29th. April 1919. At present we are operating 3 furnaces, No. 1, 2 & 3, rated at 350, 400 & 500 tons output per day respectively.

We are given lots of natural resources for iron industry, but they are rather minor quality. The success in the dressing process for lean ore introduced sinter as main burden, which is so much siliceous, friable and finely, that we are often disturbed our uniform operation by the big amount of slag and flue dust. Coke is also not strong enough for blast furnace use.

We have had so many years of difficulties against these bad conditions. But after experience, step by step, with the improvements of raw materials, especially by the merits of sinter, we have arrived at pretty good conditions, producing about 1,350 tons of pig iron daily.

緒 言

當所の製鉄設備は曾て滿鐵の經營にかゝる鞍山製鐵所の設備を全部其儘引繼いだものである。従て其の鉄製産史は大正 8 年 4 月 29 日の第 1 高爐吹立に始まり、約 18 年になる。

目下第 1, 2 及 3 高爐の 3 基共操業中である。設計能力合計日産 1,250 吨に對して 1,350 吨内外を製産して居る

* 昭和製鋼所

當所は原料特に骸炭と鐵鑛石たる燒結鑛との特性に支配せられて、操業上一般の夫れと趣を異にする所が多い。

骸炭は比較的製鐵用に不向な撫順炭を主體として製造せらるゝ爲め、幾分脆弱なるを免かれぬ。鐵鑛石は貧鑛處理方法の發明に依つて一期劃を作つたが尙珪酸分高く、天然富鑛も珪酸質で、結局原料平均の成分は珪酸分高きに過ぎ、石灰石使用量多く鑛滓量も増加するが燒結鑛の爐内反應容易なため燃料費は比較的低廉である。

一方製品より見る時は製鋼鉄の如き、Si の低い鉄鐵を