

第2表 鑄放強度と合金添加影響

抗張力 lbs/in <sup>2</sup>	BHN	Cr%	Mo%	Cu%	Ni%	V%
55,500	285	0.49	0.43	—	1.45	—
52,400	269	—	0.54	0.65	—	—
50,600	248	0.47	0.43	0.52	—	—
50,000	269	—	0.54	—	0.66	—
48,400	255	—	0.47	—	—	0.13
46,200	262	0.61	0.56	—	—	—
45,400	255	0.49	—	—	1.45	—
44,000	241	—	0.47	—	—	—
43,500	235	—	—	1.80	—	—
43,000	241	0.50	—	0.52	—	—
41,700	241	0.56	—	—	—	—
41,700	235	—	—	—	1.72	—
41,000	229	—	—	—	—	0.12
37,000	217	合金元素を含まぬ所謂單鑄鐵				

第3表 焼鈍による硬度低下と合金元素の影響

BHN	抗張力 lbs/in <sup>2</sup>	Cr%	Mo%	Cu%	Ni%	V%
217	44,500	0.61	0.56	—	—	—
207	43,100	0.47	0.43	0.52	—	—
207	40,000	0.56	—	—	—	—
201	38,200	0.50	—	0.52	—	—
197	42,600	0.49	0.43	—	1.45	—
187	37,400	—	0.54	0.65	—	—
179	40,000	—	0.47	—	—	0.13
156	34,800	0.49	—	—	1.45	—
156	33,000	—	0.54	—	0.66	—
156	31,200	—	—	—	—	0.12
149	29,900	—	—	—	1.72	—
146	31,600	—	0.47	—	—	—
143	29,900	—	—	1.80	—	—
143	27,700	單鑄鐵				

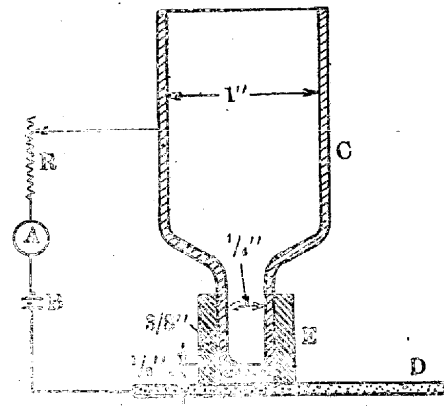
第4表 BHN 207~217 になるやうに焼鈍せる時の強度低下割合と合金元素の影響

抗張力 lbs/in <sup>2</sup>	BHN	Cr%	Mo%	Cu%	Ni%	V%
47,000	217	—	0.47	—	—	0.13
46,200	217	0.61	0.56	—	—	—
45,400	212	0.49	0.43	—	1.45	—
44,000	217	—	0.54	0.65	—	—
43,600	217	0.47	0.43	0.52	—	—
43,500	207	0.49	—	—	1.45	—
43,000	217	—	0.47	—	—	—
42,600	212	—	0.54	—	0.66	—
41,800	217	0.50	—	0.52	—	—
41,800	217	—	—	1.80	—	—
41,300	212	0.56	—	—	—	—
41,000	217	—	—	—	—	0.12
38,200	212	—	—	—	1.72	—
37,800	217	單鑄鐵				

第5表 Mo 添加の影響

No.	種別	BHN	鑄放の時の抗張力 lbs/in <sup>2</sup>	1,400°Fで焼鈍せるもの抗張力 lbs/in <sup>2</sup>
1	單鑄鐵	217	37,400	143
4	Mo 鑄鐵	241	44,000	146
2	Cr 鑄鐵	241	41,700	207
8	Cr-Mo 鑄鐵	262	46,200	217
5	V 鑄鐵	229	41,000	156
10	Mo-V 鑄鐵	255	48,400	179
11	Cr-Ni 鑄鐵	255	45,400	156
12	Cr-Ni-Mo 鑄鐵	285	55,500	197
13	Cr-Cu 鑄鐵	241	43,000	201
14	Cr-Cu-Mo 鑄鐵	248	50,600	207
8	Cr-Mo 鑄鐵	262	46,200	217

アメリカ採鑄, 冶金技術者協會 (A.I.M.E.) で發表された新技術 (Iron Age Feb. 27, 1941, p. 59) 18-8 不銹鋼の粒界腐蝕に對する感受性 18-8 不銹鋼の粒界腐蝕はオーステナイト粒界に析出する炭化物に原因するものであることはよく知られてゐる。粒界腐蝕の感受性を見るには種々の方法がある。即ち電氣抵抗, 磁氣の測定,



屈曲による割れの検出, 顯微鏡検査等がある。こゝに紹介するのは粒界腐蝕の感受性を示す簡単な方法である。粒界腐蝕は試料を 300~1600°F に加熱するときには現れる。即ち熔接, 不正な焼鈍或は上記の温度で使

用する場合に炭化物の析出が起る。かゝる析出は固着元素を添加することによつて防止されることは一般に知られてゐる。

さてこの方法は試料の一部が電池に於ける陽極作用を受け, 感受性を検出する方法である。その装置を示すと上圖の如くである。

C...容器, D...試料の銅板, E...環状ゴム

容器は銅板上に立てられ環状ゴムで絶縁されてゐる。容器はしつかり上からバネで押さへ、容器の液が漏らぬやうにする。この装置で處理出来るのは 3/8" 圓形の部分である。電源は電池で、電流は抵抗 R で加減出来る。適當な電流密度は 14 A/□" で、上記の容器に對しては 5~0.5 V で 1.5 V 要る。時間は約 3 mn である。1.5 A で操作するには最初 7.4 V を要するが次第に 5 V に降下する。これは液温の昇熱の爲抵抗が減る爲である。又ガスの發生があるがこの容器はその影響を出来る丈少くするやうにしてある。溶液は 60% 硫酸に 5cc/l glycyrrhiza Extract (U.S.P) を加へたものを使用する。

粒界腐蝕の感受性のあるものは表面が霜狀に又は粒界が腐蝕される。粒界腐蝕が局部的に存する場合はよく注意して種々の角度から又擴大して見る必要がある。歴延又は機械仕上したものは油類を拭きとる丈でよい。粗い鑄肌のものには研磨機にかけ研磨紙をかけてやる。この方法は製品に應用しても毀損する俱はない。

ベセマー製鋼法とその製品 過去數年間ベセマー製鋼法に對し關心が持たれ「ベセマー法の再誕生」と云はれてもよい位であるが、こゝにはベセマー法に關する二文獻を紹介する。

(1) 最近のベセマー鋼の材質調製; ベセマー法は單に鋼を多量生産するといふ外に鋼質の良否を充分注意せねばならぬ。ベセマー鋼の利用範圍と思はれながら近年平爐鋼を使用されてゐるやうな個所はベセマー鋼を使用すべき好機であると考へられる。又ベセマー鋼の新分野を開拓することも重要である。ベセマー鋼は或る目的に對して特に優れてゐることは知られてゐる。即ち鍛着性の良好, 切削加工の容易, 強靱である爲にスケープ, ネズ用鋼, プリキ板等に特に適してゐる。

抗張力, 靱性, 衝擊抗力等の性質をベセマー鋼と平爐鋼と比較して見た。抗張試験片は直径 0.505", 標點距離 8" である。同一の炭素量に對しベセマー鋼は平均 15,000 lbs (10.5 kg/mm<sup>2</sup>) 抗張力が高い。

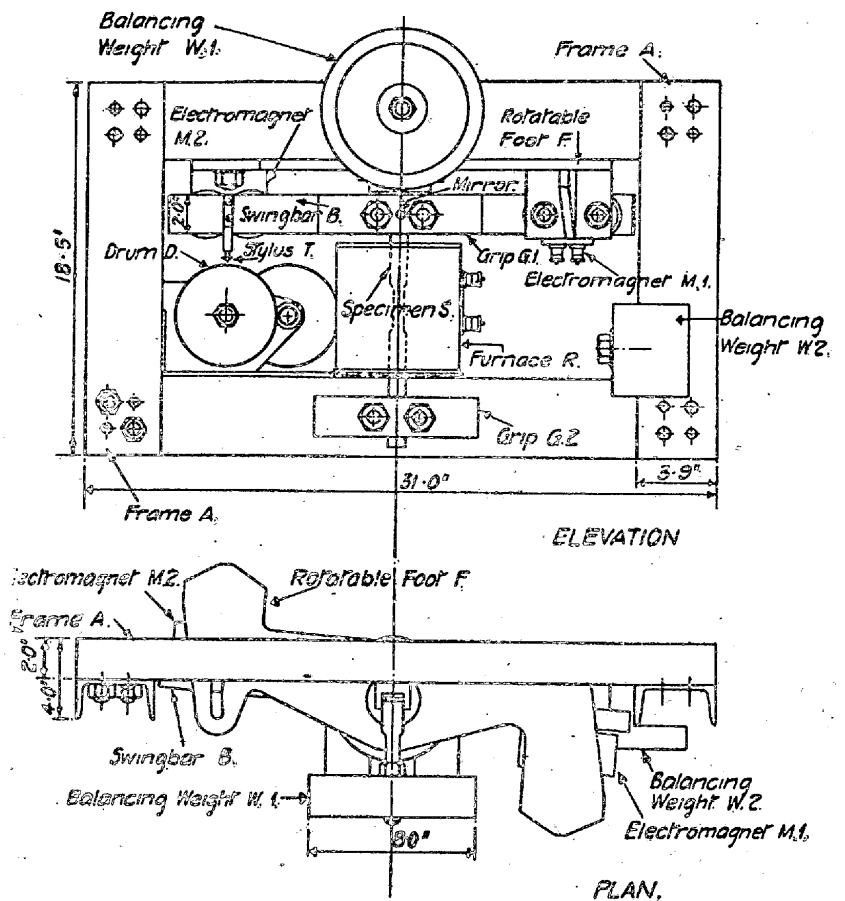
又同一抗張力のものではベセマー鋼は平均  $C 0.14\%$  低い。ベセマー鋼の平均燐は  $0.09$ 、平爐鋼は  $0.013$  であつた。故に抗張力の差はこの  $P$  による爲であらう。又降伏點對抗張力の比はベセマー鋼の方が大でありこれは従來認識されて居なかつた。又伸は抗張力の低い方ではベセマー鋼の方が優る。又衝撃値はベセマー鋼は劣ると考へられてゐたがベセマー、平爐鋼の同一の抗張力に對する衝撃値を比較するとベセマー鋼は粗粒な傾向にありながら兩者略同一である。故に歴延状態の物理的性質はベセマー鋼は平爐鋼と大差なく、寧ろ或る特徴があり建築用鋼材には適してゐる。最近 Carnegie Illinois ではベセマーの操業に苦心をして優良なる鋼質のものを製造し、 $Mn$  の歩留を高くし顧客の好評を得てゐる。

(2) 光電池によるベセマー操業の調節; この方法は光電池を利用してベセマー吹鍊の際の焰の變化を迅速に定量的に指示するもので吹鍊毎に記録をとる事が出来る。この装置は焰の全面を測定する譯にゆかぬが装置を適當の處に置けば焰の發光の比較的最大の點を擇ぶことが出来るから焰の強さを讀むのに差支ない。焰が最強の光を出すのは鋼浴の溫度によるから焰の示す曲線から吹鍊の大體の溫度を推定出来る。本装置は轉爐から  $60\text{ ft}$  位離れた處に置き次の點に注意を要す。1) 自由に昇降の出来る場所 2) 起重機或は煙に妨害されぬ場所 3) 他の轉爐の焰、太陽等の影響を受けぬ場所 4) 使用に便利な場所 5) その他物理的環境に對する考慮等。光電池のフィルターを種々に變へると焰の曲線も變化する。故にフィルター的選擇は極めて重大である。最近は 2 種類のものを使用されてゐる。即ち 1 は赤外フィルターであるが讀取が煙に害されることも無く又太陽の影響を受けず、吹鍊の終止點が明瞭に現はれる。而して赤外フィルターを使用して示された曲線は肉眼で焰を判定した場合と一致して居り實用上差支ない。然しこのフィルターを使用するときは吹鍊の最後の時機に警笛を鳴らすに不便がある爲最近では熱吸収のフィルターと紫外線吸収フィルターを組合はして使用してゐる。これを光電池用標準組合せフィルターと云つてゐる。かゝる光電池を使用した装置により轉爐の操業が調節出来、鋼質均一のものを得るやうに仕事が出来る。(菊池)

鋼の減衰容量 (Damping Capacity) とその測定法

(Contractor, G. P. and F. C. Thompson: Journal, Iron & Steel Inst. 1940 p.157) 數年來“内部摩擦”或は“機械的ヒステレシス”に關する問題が種々取扱はれ研究されてゐるが、之に對し多く“減衰容量”(Damping Capacity)なる語が用ひられてゐる。溫度の函數としてこの減衰容量を測定すれば鋼の所謂“low-temperature abnormalities”の研究に役立つやうに思はれるので本研究に於ては化學成分及び熱處理を異にした數種の鋼につきその減衰容量に及ぼす常溫より  $300^{\circ}\text{C}$  位迄の溫度の影響を見た。

或る物體を自由に振動するやうな状態に置いたとき、すべての外力即ち空氣抵抗、摩擦抵抗等を全部除いたとしても振動は漸次その振幅を減じ遂に停止するに至る。減衰容量とはこの振動を消失せしむる原因となるべき材質の有する性質のことである。或る材料に彈性限界以下の或る應力サイクルが働く場合でもヒステレシスループが生ずることは一般に認められてゐる。従つて材料の減衰容量は單



第 1 圖 装 置

位體積當り 1 サイクル毎に失はれるエネルギー、即ちこのループの面積で表はされると考へてもよい。

減衰容量の測定法には色々あるが本研究に於ては振幅の對數減量の決定、即ち振動の相次ぐ二つの振幅の比の自然對數を求めることとした。或る振幅を  $y$  とし、 $\Delta y$  を次の 1 サイクル中の振幅の減少とすれば對數減量は  $\delta = \log \{(y + \Delta y)/y\}$ 、之を展開して、 $\Delta y^2$  以下を省略すれば  $\delta = \Delta y/y$ 。

一方 1 サイクル中のエネルギー損失量とそのサイクル中の最大エネルギー量の比を“固有減衰容量”  $P$  とすれば、棒の振り振動の場合には 1 サイクル中のエネルギー損失量  $\Delta w$  と  $\Delta y$  の關係から

$$w - \Delta w = k(y - \Delta y)^2$$

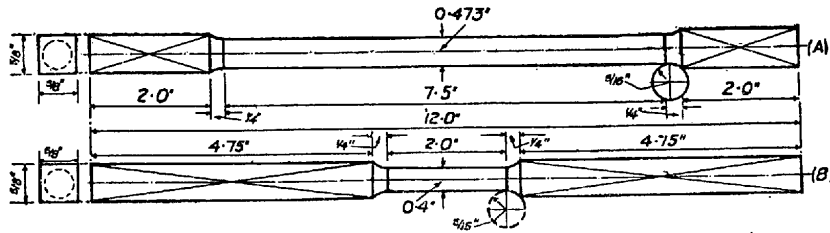
$$\Delta w = 2ky\Delta y$$

$$P = \Delta w/w = 2ky\Delta y/ky^2 = 2\Delta y/y = 2\delta.$$

即ち“固有減衰容量”は對數減量の 2 倍となる。然し上の關係は近似的のものである。最近の研究によれば振幅の減衰は指數函數的に起るものでなく、その減衰曲線は簡単な數式で表はし得るものでなく、且表面應力の大小によつても減衰容量は變化することが見出されてゐる。

本研究に使用した装置は Föppl-Pertz の装置を改良したもので、第 1 圖に示す。試験片の一端を棒に固定し他端は振動子に固着せしめる。振動子を電磁石により任意の角度だけ回して止めて置き、電磁石の電流を切り自由振動させる。その振動状態を振動子の中央に取付けた鏡を用ひて光學的に記録するのである。初めは振動子の一端に付けた針を回轉するドラムの上に接觸させて記録を取つたがこの部の抵抗が大きいので光學的な記録方法に改良した。

試験片は第 2 圖に示す (A) 及び (B) の寸法を用ひ、溫度を上



第2圖 試験片の寸法

げて行ふ試験には (B) を用ひた。

先づ減衰に影響を及ぼす各種の原因につき吟味した。この場合著者は測定装置の不備、各種抵抗、其の他の原因により減衰容量が實際の値より大き過ぎて示される事はあつても少なく現れる事はないと假定し、最も低い値を實際値に近いものとして採用した。

第一には初應力即ち振動させる前に振動子を回した角度に相當する試験片の表面應力の大小の影響であるが、初應力が小さい方が減衰容量は大きくなる結果を得た。然し之は“短い”試験片 (B) についてであつて“長い”試験片 (A) では差は殆ど認められない。そこで以後 (B) 試験片の場合には初應力はすべて 19,560 lb/in<sup>2</sup> とすることとした。又同じ試験片に就て第 1 回に振動させた結果の減衰容量の値は最も大きく、第 2 回、第 3 回と同様の振動を繰返すと減衰容量は次第に小となり、第 3 回又は第 4 回以後は何度繰返しても大體一定となることが認められたので、正式のデータとしてはすべて第 4 回以後のものを採用した。

機械的の記録方法では針と記録紙との間の摩擦が影響して減衰容量は大きく現はれる。この影響は非常に大で、例へば煤煙紙の上に針で記録させて得た減衰容量の値は之と同じ条件で光學的記録方法を用ひた場合に得た値の 5 倍程にもなつた。

本研究では装置を鎖で上から吊して試験を行つたが、それは振動のエネルギーが装置の支持部に於て摩擦として吸収されることを惧れたため、試みに装置を木のテーブルの上に置いて試験をした所が、減衰容量は非常に大きく現れた。装置自身の内部で失はれるエネルギーを定量的に見出す適當な方法は現在の所ではない。然し棒を出来るだけ剛くし且重くすればこの影響を少くする事が出来ると考へられる。

試験片の掴みが弛いとその部分でエネルギーが吸収されるから、測定した減衰容量は實際の値より大きくなる。故意に掴みを弛めて試験した所、振幅が小になるにつれて減衰は急激に大きくなつた。掴みを緊くすると減衰容量は振幅の減少と共に減ずる。

試験片の寸法による差異の有無を確認するため (A)、(B) 兩型の試験片につき同じ条件で試験を行ひ比較したが殆ど差は認められなかつた。又振動の周期の影響を調べるため径 0.4" 及び 0.303" の二種の試験片を作り試験したが差はなかつた。この場合振動数はそれぞれ毎分 792 及び 453 であつた。

以上の豫備試験の後本試験を行つたが、使用した材種は次の通りである。

アームコ鐵、

炭素鋼 C 0.2% 及び C 0.9% (熱間歴延のもの)

C 0.4% (僅か冷間歴延したもの)

C 0.9% (780°C 水中焼入のまゝ、マルテンサイト)

(780°C 水中焼入、400°C 焼戻、トルースタ

イト)

(780°C 水中焼入 500°C 焼戻、ソルバイト)

ニツケル鋼 Ni 3% (焼入焼戻、ソルバイト組織)

各試験片につき、常温から温度を大體 20° 宛階段的に 290°C 乃至 330°C 迄上げて試験を行つたが、各温度には 1 h 保持した後記録をとるやうにした。尚本論文中的数据は各數回の操作の結果の平均値である。寫眞にとつた振動の記録の 1 サイクル中の振幅の減少

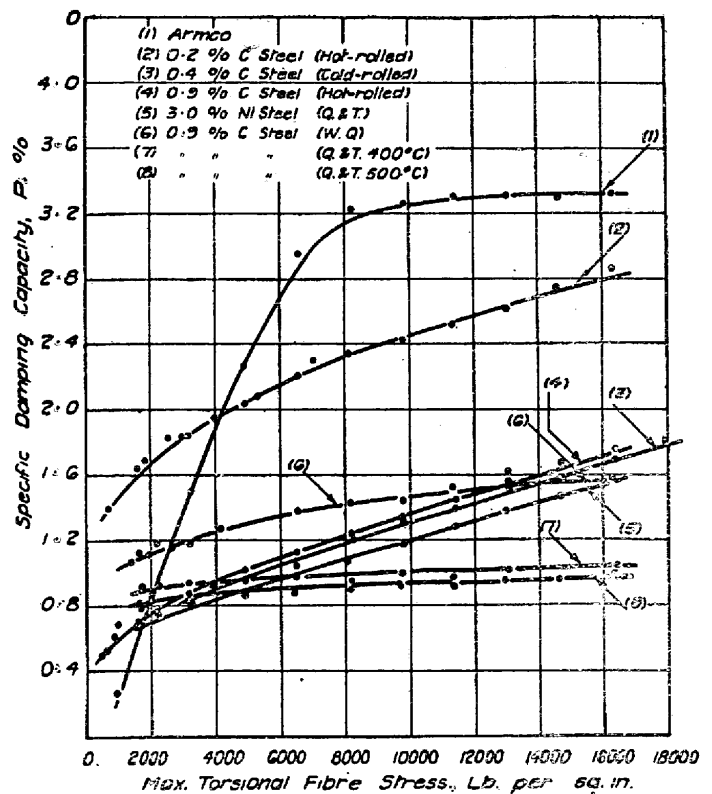
は極く僅かで 1 サイクルだけから正確に測定することは困難であるので多數のサイクル (便宜上 21 サイクルとした) をとり次の式より對數量を求めた。

$$\delta = (\log A_1 - \log A_n) / (n-1)$$

各試験片につき固有減衰容量 (對數減數の 2 倍) と振幅に相當する振り最大應力を軸として曲線を畫き、又固有減衰容量と温度の曲線を畫いた。この場合には振り最大應力 13,000 lb/in<sup>2</sup> に相當する點をとつた。第 3 圖は常温に於ける固有減衰容量と振り最大應力の關係を經めたものであり、第 4 圖は固有減衰容量と温度の關係を經めたものである。

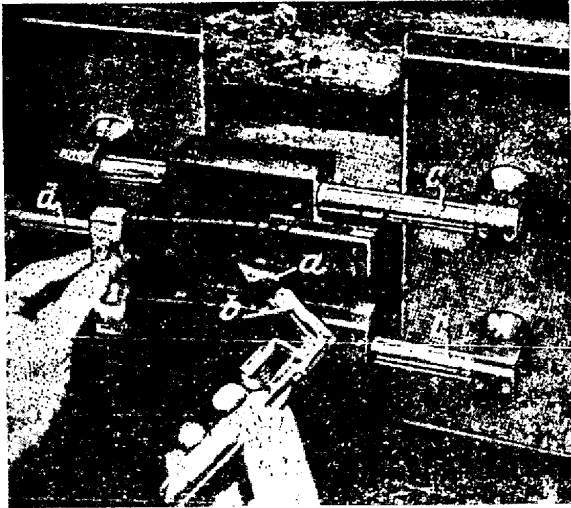
爰に注意すべきは振動子の動きに對する空氣抵抗の影響がどの程度の誤差を生ずるか決定出来なかつた事である。然し固有減衰容量 P は 0.4% 以下の値が屢々測定されてゐるから空氣抵抗其の他の原因による誤差は多くともこの程度以下であることは言へる。又温度による材料の剛性率の變化に就ても本研究では考慮に入れなかつた。それは之を測定決定することはそれだけで大きな仕事であり、又その差に因る影響は餘り大きくないと考へたからである。

殆どすべての場合減衰容量は應力が増すに従ひ増す傾向を示して居り、應力が増すと減衰容量が減るのは次の特殊の場合である。即ち C 0.2% 及び C 0.9% の炭素鋼に於て或る温度以上 (C 0.2%



第 3 圖





a=送風ノズル  
b=装入ゲージ  
c=掴み(絶縁せらる)  
d=送風管

第3圖 電極保持器

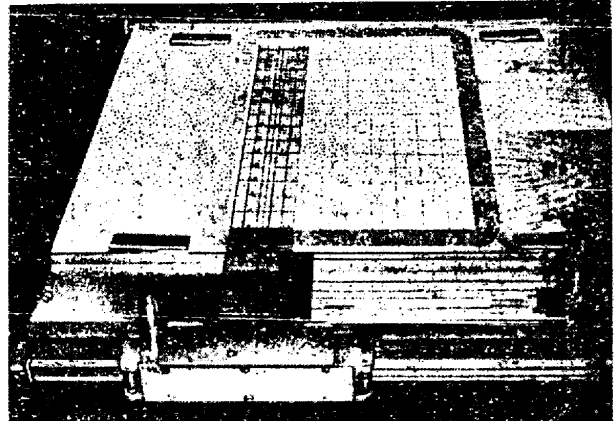
**試料の準備** 實驗室では4本の棒の中から2本を選び取りこれを錐チャックに嵌め或る角度で研磨機を回轉して頂角 $470^\circ$ の鈍い圓錐型の滑らかな表面を有する電極をつくる。次に装入ゲージに依り間隙を4mmとして電極保持器に装入する。以上の操作は1mmで行はれる。第3圖は電極保持器及び装入ゲージを示す。電極保持器は掴みに依つて開閉し得るバネの挟みで出來て居り、スリットの前で光軸の方向に在つて二つの短い軌條の上を移動し、光源とスリットとの距離を變へて感度の異なる乾板に対する入射光を適當にする。

**割試條件** 火花發生器は回轉同期火花間隙を有する Feussner 氏接續に依つてゐるが同氏の最初報告した消弧回路は用ひてゐない。變壓器は40kVの大きなものである。かやうなものは強大なエネルギーの火花を發するやうに思はれるが著者等の實驗に依れば實際分析火花の方に用ひられるのは僅かにその10%に過ぎない。Zeiss 實驗室に於ける實驗に依れば通常の17kVの變壓器を用ひた。Feussner 氏裝置に於て容量6600PF、自己誘導 $1.2 \times 10^{-5}H$ を用ひれば同性質の放電を行ひ得るし、又火花の遅れは電極に紫外線を照射すれば防止し得る。豫備放電及び露出時間は何れも20sである。荷電極は第3圖に見られるノズルから風を吹き付けて冷却する。これに依りグリム放電となつて火花が電極によち昇る事を防ぎ又放電を全面均一に起らしめ得る。豫備放電時間の短いのは放電が強い事と電極を鈍い圓錐形として4mmの距離を置いた事による。

**暗室作業** 分光器は焦點距離180mmのDoppelweg-(Littrow-)型で、これは暗室内にあるから乾板の出し入れはカセットに依らず側蓋裝置で短時間に行ひ得る。乾板はハイドロキノール苛性ソーダ液で現像し、硬膜、定着を行つた後強い流水中で洗つて熱風乾燥を行

ふ。現像の開始から乾燥まで3~4mmである。乾板は高感度で且微粒子なる事を要し Eastman Kodak Co. 等で特殊乾板を作つてゐる。

**評價** 作業の中1人はフォトメーターで測定し他の1人は評價を行ふ。フォトメーターは Bausch & Lomb で改造した Density Comparator (Zeiss の Spektrallinienphotometer に類似) を使用する。操作は2段に行ふので先づ強度比が正確に知られた Fe 線の一系に就てふれを測り、その乾板に対する強度特性曲線を用意した板の上に引く。次に定量すべき元素と Fe 線の線對を測定し前の曲線に依つてその強度比を求める。強度比と含有量との關係は豫



第4圖 評價器

め標準試料に依つて決定してあり、これに依つて含有量を求める事が出来る。而してマイクロフォトメーターの読みから第4圖に示す如き評價器を用ひ全然計算を要せずして數秒間で評價する事が出来る。以上の方法に於ては毎回撮影するのは可檢試料のみで標準試料に対する撮影を省略し著しく時間を短縮し得る。然しその代り強度特性曲線を決定するため、より多くのスペクトル線を測定する必要がある。

本方法に依つて從來定量した元素の濃度範圍は別表の如くであり、これを擴張すれば他の元素に對しても適用する事が出来る。工場では時々含量既知の試料を送つて作業を監視する。尙化學分析と平行に行つた結果に依れば熟練と注意の必要な化學分析作業よりも半自動的な分光法の方が誤りの生ずる確率が少い。

本法による從來の分析範圍

Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Si	W
0.01	0.1	0.15	0.07	0.1	0.1	1.0
3.5	4.0	1.5	1.5	2.5	4.0	8.5

**結論** こゝに述べた方法は一つの大工場に於て常に反覆される一定の分析目的に對して完成されたものである。これを他の場合に對してそのまま適用し得ぬ事は云ふまでもなく；それらに對しては尙物理的にも技術的にも色々研究する必要がある。(松原)