へる。

(2) Zn 70~85% を含む試料を焼入直後手早く熱膨脹計に取付けて β 相の分解過程を調べた。先づ常溫に於て 30 min 間に著しい收縮が完了する。これを加熱して行くと僅かに曲線の變化が認められる。100° に達した後、この溫度に 2 hrs 保持すると焼入直後の收縮に比しては僅少ではあるが、再び收縮が認められる。このものを再び加熱すると 200° 附近より收縮が始まり、280° に於て膨脹が A 85 のみに現はれた。第 1 段の變化は α 及び β_2 の兩相の析出に依るもので、第 2 段に於てもこの分解は微弱ながら進行してゐる。100° に於ける第 3 段の變化は第 1 段の變化と同一性質のものとした。第 4 段の變化は析出した粒子の凝集前の準備で、第 5 段の變化を析出粒子の凝集期と定めた。

(3) 共析組成のものに Mg 及び Ca を添加すると分解を阻止し得ると共に共析變態溫度を上昇せしめる結果を

得た。

(4) Zn 60~80% を含む試料を變態點以上の溫度より水中に焼入れすると焼割れを生ずる。これに少量の Mg を添加すると焼割れを防止し得る。従て β 相の分解の阻止と焼割れの防止との間に何等かの關係が存在するものと想像される。

(5) 高温顯微鏡に依り各溫度に於ける組織の變化を調べた。焼鈍材を常溫より加熱した場合 150~200° 附近に著しい體積變化が認められる、この組織的變化から本系合金の共析變態は比較的低溫度から徐々に始まるものと考へられる。Mg を添加して β 相の分解を阻止した試料を焼戻して、分解過程を調べ、この結果を熱膨脹曲線と比較對照した。

終りに御教示を賜つた山口、大日方兩博士に御禮申上げ實驗中御助力を賜つた齋藤工學士及び山田勇君に感謝の意を表す。

デュラルミンの諸性質に及ぼす添加元素の影響 (第 2 報)

森 永 卓 弐*

Takuity Morinaga: Effect of Various Elements on the Properties of Duralumin (2nd Report).

A small amount of various elements has been added singly to the duralumin (Cu 4%, Mg 0.5%, Mn 0.5%, rest Al) and the effect of elements on the change of dilatation on tempering and on the corrosibility of duralumin has been examined. The results of the present experiment are as follows.

(1) The small expansion and contraction below 100° and the change of dilatation in the vicinity of 300° were markedly retarded by the addition of Co (>0.49%), Cr (>0.64%) and Pb (>0.48%).

(2) The addition of Bi, Cd, Co, Sb and Zn improves the corrosibility of duralumin. While the addition of Cr, Pb and Sn do not improve the said property, the addition of Ag, Fe and Ni causes deleterious effect.

(Received November 25, 1940)

I. 緒 言

著者は本誌⁽¹⁾に於て普通デュラルミンに諸金屬元素をそれぞれ 0.1~1.0% 範圍で添加して、鑄造材の組織、硬度、時効性、電氣的及び機械的性質に及ぼす諸元素の影響に就て報告した。本報告では示差膨脹計及び水素瓦斯發生法に依る腐蝕試験から、これ等諸金屬元素の膨脹性及び耐蝕性に及ぼす影響に就て報告する。

II. 試料の調製

示差膨脹用試料は電氣抵抗測定用試料と同様に押湯を再熔解して鑄造及び壓伸後所定の試験片に仕上げて使用

し、腐蝕試験用試料には第 1 報に於て詳述した如き鑄造及び壓延に依て得た鋳材を焼入れ常溫時効後使用した。

III. 實驗方法

示差膨脹試験には本多式熱膨脹計を使用し、焼入直後に加熱して膨脹の變化に及ぼす添加元素の影響を調べた。腐蝕試験は迅速に結果を求めるために特別な方法に依つた。即ち焼入後 10 日間常溫時効せしめた試料を研磨紙 03 迄各面を研磨し、寸法測定後ベンゾール及びアルコールで洗滌乾燥後、これを 10% HCl 水溶液 500 cc 中に浸漬した場合、一定時間中に試料の表面から發生する水素瓦斯量を測定して腐蝕率と定めたものである。

* 満洲輕金屬製造株式會社研究部。

(1) 森永, 本誌, 4 (1939), 209.

IV. 示差膨脹試験

最近の研究でデュラルミンの硬化素は Cu Al_2 , $\text{Mg}_2 \text{Si}$ 及び S の 3 化合物とされた。Al-Cu-Mg-Si 系状態図⁽²⁾ から含有 Si 量に比して, Mg の含有量の多い場合⁽³⁾ には Cu Al_2 , $\text{Mg}_2 \text{Si}$ 及び S 化合物等が硬化素であり, これに反して Mg の含有量の少ない普通デュラルミンの場合には Cu Al_2 及び $\text{Mg}_2 \text{Si}$ が時効硬化の要素をなすものである。従て本実験に於ては $\text{Cu} 4\%$, $\text{Mg} 0.5\%$, $\text{Mn} 0.5\%$, Rest Al よりなる普通デュラルミンを主體として取扱つたものであるから, 焼入直後に加熱する膨脹試験に於ては S-化合物の析出に關係する 100° 以下の膨脹及び収縮は甚だ微弱である。尙本実験に於ける加熱速度は $2^\circ/\text{min}$ であることを附記する。

(1) Co の影響

Fig. 1 は Co を $0.1 \sim 0.67\%$ 添加した場合の結果である。

Fig. 1 Co

$0.1 \sim 0.29\%$ の Co の添加では 100° 以下の變化及び 250° 以上の膨脹も良く認められる。Co 0.49% 以上に達すると 100° 以下の變化は甚だ微弱になると共に, 250° 以上の變化も高温度に移動し, 山の高さも $0.10 \sim 0.29\%$ 含有のものに比して著しい減少を示した。

(2) Cr の影響

Cr を添加した場合も Co の場合と略々同様な結果を得た。

* Estimated Composition
Fig. 2 Cr

Fig. 2 に實驗結果を示す。Cr の添加量が 0.64% 以下の場合には 100° 以下の變化も微弱ではあるが認められ, 250° 以上の變化も明瞭に現れる。然しながら Cr の含有量が 0.80% になると 100° 以下の變化は全く消失し, 250° 以上の變化も著しく減少することが判る。

(3) Fe の影響

Fe $0.16 \sim 0.63\%$ 迄添加したものの實驗結果を示せば Fig. 3 の如くである。Fe の含有量が増加すると 100° 以下の収縮及び膨脹が不明瞭となると共に, 250° 以上の

變化も次第に減少するものである。然しながらこの程度の Fe の添加量ではあまり著しい影響が現はれないことが判る。

(4) Mo の影響

Fig. 4 に實驗結果を示す。Mo の影響は Co 及び Cr の影響と甚しく相違する。前 2 者は含有量が或程度以上に達すると化合物の析出を抑制するが, Mo にはこの傾向が本実験に於ける添加量範囲では認められぬ。即ち 100° 以下の變化は甚だ微弱ではあるが認められ, 250° 以上の變化は顯著である。

Fig. 3 Fe

Fig. 4 Mo

(5) Ni の影響

Fig. 5 に Ni を添加した場合の實驗結果を示す。Mo を添加した場合と略々同様である。Ni 0.1% を含むものは, 100° 以下の變化及び 250° 以上の變化も明瞭である。Ni の含有量が 0.32% 以上になると 100° 以下の變化は殆ど消失するが, 250° 以上の異常膨脹は良く認められる。亦 Ni 0.76% 含むものは, 250° 以上の異常膨脹が比較的低温度に移動する。

(6) Pb の影響

Fig. 6 に實驗結果を示す。Pb の添加量と共に, 100° 及び 250° 以上の變化が減少して来る。殊に Pb が 0.48% 以上含有されると, この傾向は著しい。Pb の添加は Co 及び Cr 等と同様な影響を與へる。

* Estimated Composition
Fig. 5 Ni

Fig. 6 Pb

(7) Sn の影響

(2) 西村, 本誌, 1 (1937), 8; 59.

(3) 例へば超デュラルミン。

Fig. 7 に示す如く、100° 以下の膨脹及び収縮は明瞭ではないが、250° 以上の變化は良く現はれる。

(8) Sb の影響

Fig. 8 に實驗結果を示す。Sb 0.08~0.27% 含有のものは 100° 以下の變化及び 250° 以上の膨脹も明瞭である。Sb 0.48~0.63% 範圍のものは 100° 以下の變化は殆ど消失するが、250° 以上の變化は良く現はれる。

Fig. 7 Sn

Fig. 8 Sb

(9) Ti の影響

Fig. 9 Ti

Fig. 9 に實驗結果を示す。この範圍の添加量では著しい影響は現はれない。100° 以下の變化は多少高温度に移動し、これに反して 250° 以上の變化は Ti の含有量に比例して低温度に移動してゐることが判る。

(10) W の影響

W の添加に依る影響を Fig. 10 に示す。Mo の添加

の場合と同様に著しい影響を與へない。即ち 100° 以下の變化も僅かに認められ、250° 以上の變化も明瞭である。

(11) Zn の影

實驗結果を Fig. 11 に示す。Zn 0.24~0.74% 範圍のものでは 100° 以下の變化が比較的明瞭に現はれ、250° 以上の變化も著しい。殊に Zn 0.88% を含むものは 250° 以上の變化が他のものに比して鋭く現はれる。

Fig. 10 W

Fig. 11 Zn

V. 腐蝕試験

實驗結果を Fig. 12 に示す。A は 99.7% 純度の Al 鋅を 300° に 4 hrs 焼鈍したもの、結果で、他のものに比して耐蝕性は良好である。B は Cu 3.77%, Mg 0.52

Fig. 12 Effect of the Addition of a Small Amount of Metals on the Corrosibility of Duralumin.

%, Mn 0.53% 組成を有するデュラルミンの熱處理材である。D も B 同様にデュラルミンの熱處理材であるが、組成が多少相違し、前者は Cu 4.01%, Mg 0.71%, Mn 0.72% の組成を有するものである。その結果として腐蝕率は B に比して僅かではあるが低下してゐる。先づ

Table 1 Chemical Analysis of the Specimens.

Name	Cu %	Mn %	Mg %	Added Metals%
Bi 1	4.04	0.52	0.53	0.14
2	4.04	0.53	0.53	0.30
3	4.11	0.51	0.54	0.45
4	4.11	0.53	0.51	0.71
Cd 1	4.11	0.51	0.52	0.11
2	4.17	0.54	0.53	0.33
3	4.17	0.52	0.51	0.54
4	4.17	0.53	0.52	0.76
Co 1	4.03	0.55	0.52	0.10
2	4.09	0.56	0.52	0.29
3	3.96	0.57	0.57	0.49
4	4.09	0.57	0.55	0.67
Sb 1	4.03	0.53	0.52	0.08
2	3.97	0.56	0.50	0.27
3	4.05	0.57	0.52	0.48
4	4.06	0.55	0.51	0.63
Zn 1	3.98	0.60	0.56	0.24
2	4.06	0.55	0.57	0.44
3	4.10	0.54	0.57	0.74
4	4.14	0.59	0.59	0.88

B 及び D を起點として横軸に平行線を引き、この點線を境界線とする。然るときは、この境界線以下に在るものはデュラルミンの耐蝕性を改善したものと考えて良い。この部類に屬するものは Bi, Cd, Co, Sb 及び Zn 等である。Table 1 はこれ等の鋳材の分析結果で、Cu 量は殆ど 4% 以上で Cu 量の過少に依る懸念はない。境界線以上に就て考へるに、Cr の添加量が増加すると耐蝕性が悪くなる。Cr が Mn と共存する場合、Cr の添加量が或程度以上になると著しく耐蝕性が低下する事が判る⁽⁴⁾。Pb は添加量が増加すると耐蝕性を良好ならしむる傾向があるが顯著ではない。Ag 及び Sn は耐蝕を改善しない。Fe 及び Ni は添加量の増加と共に耐蝕性を劣悪ならしむるものである。

VI. 結 論

本報告では示差膨脹計及び水素瓦斯發生法に依る腐蝕

試験から、これ等諸金屬元素の膨脹性及び耐蝕性に及ぼす影響を調べた。實驗結果を要約すれば次の如くである。

(1) 或程度以上の Co, Cr, Fe 及び Pb 等の諸元素は 100° 以下の膨脹及び收縮及び 250° 以上の變化を著しく減退せしめる。Mo, Ni, Sn, Ti, W 及び Zn 等の諸元素は、これ等の析出現象に著しい影響を與へない。

(2) デュラルミンの耐蝕性を改善する添加元素は Bi, Cd, Co, Sb 及び Zn 等である。Cr は添加量が増加すると、かへつて耐蝕性は低下する。これに反し Pb は添加量が増加すると比較的耐蝕性を良好ならしむるも著しいものではない。Ag, Fe, Sn 及び Ni 等の諸元素はデュラルミンの耐蝕性を害するが、殊に Fe 及び Ni の添加は著しく耐蝕性を低下せしめた。

終りに本實驗に努力された長澤、山田兩君に感謝の意を表す。

(4) 林理學士の研究に於ても同様な結果を得てゐる。

12% Mn 鋼軸孔と各種鋼軸との磨耗に就て*

山 本 信 公**

Nobutaka Yamamoto : Wear of Caterpillar Shoe and its Pin. Caterpillar shoe is made of high manganese steel and its pin in general of carburized Ni-Cr steel. The purpose of the investigation is to find out some pin materials which would substitute or exceed the Ni-Cr steel in wear resistance and cost. The results may be summarized as follows: Nickel contained in the steel pin causes to decrease the wear of the caterpillar shoe, and in this respect, we failed in finding other elements which could be substituted for nickel. The wear of the pin itself which was made of a carburized simple carbon steel was less compared with that of carburized Ni-Cr steel pin, but the wear of the shoe combined with the former pin, on the contrary, was larger than that of the latter pin. Further, it was ascertained that the hardness difference of these pin materials has no effect on the wear resistance.

(Received November 25, 1940)

I. 緒 言

無限軌道車用カタピラーは Fig. 1 に示す如く鋼鑄物の履板に軸孔をあけ蝶合ひの如く履板軸を差入れて繼ぐのであるがこの軸孔と軸とが長時間使用すると Fig. 2 の如く磨耗し使用出来なくなる。現在履板にはハトフィールド高 Mn 鋼を用ひこれに對し履板軸には Ni-Cr 滲炭鋼を用ひてゐる。從來の經驗に依れば履板にはハトフィールド高 Mn 鋼が色々な點で最も優秀な成績を示し他の材質のものは如何なるものもこれに劣るとの事である。故に履板に就ては最早問題なく 12% Mn 鋼を使用

する事になつてゐる。これに對し履板軸としては現在は Ni-Cr 滲炭鋼を用ひてゐるがこれに代るより以上耐磨耗

Fig. 1 Cater-piller Shoe.

** 住友金屬工業株式會社製鋼所

* 本研究は昭和 15 年 4 月東京に於て開催された本會第 7 回講演大會で發表したものである。