性は簡單なる焼鈍によつて消失せしむることが出來ぬ。

6. 摘 要

1) 造船用軟質鋼板(9種類)及び高張力鋼板(1種類)並に衛帶用低炭素鋼板(1種類)等計11種類の市販の中及び厚鋼板に就いて、その抗張力性質及び衝撃曲げ抵抗に関する方向性の有無を確かめ、それ等の代表的試験結果を提示した。

2) 顯微鏡及び肉眼的組織の不等方性を調べ、その組織を示した。

3) 機械的性質の方向性に及ぼす焼鈍の影響に就いて調べその結果を明示した。

本研究を御指導下された阪大教授工學博士山口珪次氏、並に御助言を賜はりし理學博士山内淑人氏に深く感謝の意を表す。

マグネシウム-カドミウム系を基礎とする 多元系輕合金の研究(第3報)*

Mg-Cd-Ca 系

大日方一司** 林 茂 壽** 室 町 繁 雄**

Ichiji Obinata, Shigehisa Hayasi and Sigeo Muromati: Researches on the Complex Alloys of Magnesium Based on the Magnesium-Cadmium System(Report 3). Mg-Cd-Ca System. As it was found in the 2nd Report(Jour. Iron Steel Inst. Japan, **24**(1938), 34) that the addition of Ca, Sr, Ba and as improves the corrosion resistance of the Mg-Cd alloys conspicuously, more detailed experiments in the range of 0~8% of Cd and 0~1.2% of Ca have been carried out of the corrosibility, mechanical and electrical properties of the Mg-Cd-Ca alloys. The results obtained may be summarised as follows:

The composition of the alloys which have comparatively high resistance against corrosion lies in the range of 0~5% of Cd and 0.2~0.8% of Ca. Although no high tensile alloys may be expected in this alloy system even when they are heat treated, the addition of Ca increases generally the hardness of the alloys. The electrical resistance of the Mg-Cd system decreases in the first place with the addition of Ca, owing perhaps to the fact that the latter element acts as a refining reagent of the molten alloys.

(Received April 7, 1939)

I. 緒 言

本報告は昭和10年並に昭和13年に發表した第1報⁽¹⁾並に第2報⁽²⁾の繼續である。第2報に於て著者等はCa, Sr, Ba, As等の添加がMg-Cd合金の耐蝕性を著しく改善する事實を見出したので、今回は詳しく詳細にMg-Cd-Ca3元系合金の耐蝕性、機械的、電氣的性質等を調べる事とした。

Mg-Cd-Ca3元系の状態圖に關しては未だ詳細な研究結果がないが、MgとCdとは輕合金の組成範圍内に於ては總ての割合に固溶體を造り⁽³⁾、MgとCaとは共晶

溫度に於て1%前後、常溫に於ては0.2~0.5%程度の溶解度⁽⁴⁾がある。従つてMg-Cd合金に對しても少量のCaは固溶するものとみられ、その溶解度面はやはり彎曲する事が想像される。

II. 實驗の方法

1. 試料の熔製

原料Mgは日滿マグネシウム會社製、Cd並にCaはいづれもMerk製棒狀並に塊狀のものを使用した。

豫熱した徑85mm、深さ150mmの鑄鐵製坩堝に秤量せる約300gのMgを下記組成の第1熔劑と共に投入、熔解した後Cdを添加し、最後にCa約6%を含むMg-Ca母合金をホスホライザーを使用して熔湯中に挿入した。鑄造溫度は700°とし、鑄造に先立ち下記第2熔劑を添加してこれを硬化せしめ、熔劑の殻の一部を破壊

** 旅順工科大學金屬材料研究室。

* 本研究は昭和13年4月3日東京に於て開催された日本金屬學會第3回講演大會に於て發表したものである。

(1) 大日方、萩谷、鐵と鋼、**21**(1935), 85.

(2) 大日方、林、鐵と鋼、**24**(1938), 34.

(3) W. Hume-Rothery, S. W. Rowell, J. Inst. Metals, **38**(1927), 137; G. Grube, E. Schiedt, Z. anorg. allg. Chem., **194**(1930), 190.

(4) J. L. Haughton, J. Inst. Metals., **61**(1937), 241; H. Votzkühler, Z. Metallk., **26**(1937), 236.

して湯道をつけ、径 20mm、長さ 150mm、150° に豫熱した金型 3 個に鑄造した。

第 1 熔剤： $\text{MgCl}_2(68.6) + \text{KCl}(19.6) + \text{NaCl}(19.8) + \text{CaF}_2(2)$

第 2 熔剤： $\text{B}_2\text{O}_3(50) + \text{CaF}_2(50)$

上記熔剤は著者等の考案になるもので使用試験の成績

Table 1. Composition of the Specimens prepared.

Specimen No.	Cd %		Ca %	
	Added		Added	Analysed
A 1	0		0	0
A 2	0		0.25	0.05
A 3	0		0.5	0.18
A 4	0		0.75	0.33
A 5	0		1.0	0.50
A 6	0		1.5	0.70
A 7	0		2.0	0.90
A 8	0		2.5	1.20
B 9	1		0	0
B 10	1		0.5	0.23
B 11	1		1.0	0.39
B 12	1		1.5	0.85
B 13	1		2.0	1.11
C 14	3		0	0
C 15	3		0.5	0.26
C 16	3		1.0	0.47
C 17	3		1.5	0.65
C 18	3		2.0	0.97
D 19	5		0	0
D 20	5		0.5	0.17
D 21	5		1.0	0.39
D 22	5		1.5	0.60
D 23	5		2.0	1.07
E 24	8		0	0
E 25	8		0.5	0.23
E 26	8		1.0	0.64
E 27	8		1.5	0.77
E 28	8		2.0	1.09

燥、秤量後 2.5% 食鹽水 50L を充たした 50×35×50cm の水槽中に硝子製試料支へを用ひて同時に懸垂した。浸漬後 3 日、6 日、8 日、12 日、15 日、30 日目毎に試料を取出し表面を刷毛で洗ひ水、アルコール等で洗滌、乾燥後秤量して腐蝕前後の重量差を求めこれを試料の最初の表面積で除した商を以て腐蝕減量とした。腐蝕液の温度は實驗中 20° に保持した。

3. 機械的並に電氣的試験

抗張試験片は試料が小さいので標準規格第 4 號試験片に準じ径 5mm、標點距離 17.7mm の小形のものを使用し、Schopper 型 300kg の引張試験機にかけた。試験片の標點距離が小さ過ぎて伸の測定は不正確であつたか

は既報⁽⁵⁾の如く優秀であり、熔剤混入の危険は先づないものと言へる。Mg-Ca 母合金の熔製も大體上記の方法に依つたが、分析の結果に依れば、Ca 添加量の半量以下を含有するに過ぎなかつた。尙、Mg 中の Ca の定量は甚だ困難な操作とせられてゐるが、「マグネシウム」誌所載の方法⁽⁶⁾に基き蓆酸鹽として定量した。試料秤量の割合並に Ca 定量の結果は Table 1 の通りで、Cd の定量は別に行はなかつた。

2. 腐蝕試験

腐蝕試験用試料は径 14mm、長さ 30mm の棒状に仕上げ、豫め清淨、乾

らこの數値は結果として採用しない事にした。試験片は金型鑄造試料から各々 3 個宛を切削し抗張試験に先立つて主として試片の内部缺陷を検出する目的に於て電氣抵抗の測定を行つた。

電氣抵抗の測定には電位差計を使用し、試片に一定電流を通じつゝ標點間に於ける電位差を求めて、これを 20° の比抵抗に換算した。

硬度の測定には Rockwell 硬度計を使用した。試料が軟かすぎて E scale でも尙正確な値を求め難いので、荷重を特に 60kg に減少した。従つて、硬度の數値は特別のものであるが、比較には敢て差支へないと考へる。

III. 實驗の結果

1. 耐 蝕 性

鑄造試料並に焼入試料の腐蝕減量と浸漬日數との關係は Fig. 1 及び Fig. 2 に示した通りである。焼入は鑄造試料をそのまま 480° に 1 時間加熱後水中に投入急冷したもので、腐蝕試験片は焼入後表面を切削して仕上げたものである。

Fig. 1. Weight Decrease of the Specimens as Cast during the Immersion Test for 2.5% NaCl Solution.

Fig. 3 及び Fig. 4 には比較に便ならしめるために各試料の 15 日目に於ける腐蝕減量を採りこれを組成面上に圓として表はした。圓の直径 (mm) は腐蝕減量 (mg/cm^2) の平方根に相當する。換言すれば圖中の圓の面積が 15 日後に於ける腐蝕減量を示してゐるのである。

(5) 大日方、林、長澤、滿洲冶金學會誌, 14 (1937), 11.

(6) 「マグネシウム」, 1 (1935), 30.

Fig. 2. Weight Decrease of the Quenched Specimens during the Immersion Test for 2.5% NaCl Solution.

Fig. 3. Relative Corrosibility of the Mg-Cd-Ca Alloys as Cast (The area of circles represents the weight decrease of the alloys during 15 days).

これ等の圖をみると、少量のCaの添加はMg及びMg-Cd合金の耐蝕性をかなりに改善する事が知られる。而して、有効なCaの添加量は、Cd量に依つて幾分相違するけれども、凡そ0.2~0.8%の程度であり、Cd量の高い場合程少量の添加で効果がある。然し乍ら、Cd量

Fig. 4. Relative Corrosibility of the Mg-Cd-Ca Alloys Quenched. (The area of circles represents the weight decrease of the alloys during 15 days).

が多すぎて8%にも達すると、合金の耐蝕性は全體として最早良好でない。従つて、耐蝕性の優秀な組成範圍としてはCd 0~5%、Ca 0.2~0.8%の間にある事が知られる。一般的に言つて、焼入の効果はあまり著しくはないが、Cd含有量の少い試料に對しては幾分有効の様である。

2. 機械的に電気的性質

抗張力、硬度、電気抵抗の測定結果はFig. 5に一括圖示した通りである。

抗張力—Cd含有量の低い試料に對しては、Caの添加と共に抗張力は最初幾分増大すけれども、或る量に達すると極大値を示し以後急激に減少する。而して、Caに依る抗張力増大の割合はCd量の少いもの程著しく、Cd 8%を含む試料では抗張力は最初から減少する。Mgの抗張力はCdの添加に依つても亦幾分宛増大する。然し乍ら、同程度のCaを含む試料について比較すると、Cdの影響はあまり判然としない。總じて、抗張力に及ぼすCdの影響はCaに比して小さく、本三元系合金にはさして抗張力の大きい合金を求め難い。

硬度—合金の硬度に對しても、Cdに比してCaの影響の方が大きく、大體に於て添加量の多い合金程硬いと言ふ一般法則に適合する。尙、硬度の測定は鑄造試料のみならず焼入並に焼鈍試料についても行つたけれども顯著な硬度差は現はれなかつた。従つて、その數値は省略する。但し、焼入試料の硬度は鑄造並に焼鈍試料に比して僅か乍ら小さい。従つてこの事から、Mg-Cd固溶體

Fig. 5. Tensile Strength, Hardness and Specific Resistance of the Mg-Cd-Ca Alloys as Cast.

に対する Ca の溶解度面は幾分彎曲してゐる事が想像される。

電気抵抗—Ca を含まない試料の場合は例外であるが、Mg-Cd 合金の電気抵抗は Ca の添加と共に最初幾分減少する傾向がある。これが原因は明かでないが、Ca が熔湯の清浄作用に與るものと解釋すれば、敢て奇とするに足りぬ。

元來 Mg の比抵抗の測定値は極めて區々であつて熔解方法の如何に依り大きな開きが出来る。(5)(7) この事は Mg の熔解に際しては夾雜物の混入し易い事を意味するものであるから、Ca にこれ等夾雜物の混入を防止する作用があれば試料の電気抵抗は當然減少する筈である。

IV. 總 結

Cd 0~8%, Ca 0~2% を添加した總數 28 種の Mg 合金に就いて耐蝕性、機械的に電氣的性質を調べた。今

(7) 遠藤 金屬の研究, 9(1932), 24.

その結果を總括すれば次の通りである。

(1) Mg-Cd 合金の耐蝕性は少量の Ca の添加に依つて著しく改善せられる。而して、耐蝕性の最も優秀な組成範圍は Cd 0~5% (添加量), Ca 0.2~0.8% (含有量) の間であり、Cd 含有量の少い試料に對しては幾分焼入の効果がある。

(2) Mg-Cd 合金の硬度は Ca の添加と共に増大するけれども、抗張力は或る限度に達して極大値を示し以後は急激に減少する。従つて本三元系にはあまり抗張力の大きな合金を求め難い。

(3) 微量の Ca の添加に依り Mg-Cd 合金の比抵抗は僅か乍ら減少する。添加した Ca の一部は熔湯の清浄作用に與るためであらう。

終りに臨み、實驗中熱心に助力せられた長澤秀雄君に對して感謝の意を表すると共に、本研究は南滿洲鐵道株式會社よりの委囑研究事項の一部に屬する事を附記する。(旅順工科學大學金屬材料研究室報告第 36 號)