

マグネシウム—亜鉛系を基礎とする 三元系輕合金の研究

(日本鐵鋼協會第 14 回講演大會講演)

名 黒 和 孝*

RESEARCH ON THE TERNARY ALLOYS OF MAGNESIUM, BASES ON THE MAGNESIUM-ZINC SYSTEM.

By Kazutaka Naguro.

SYNOPSIS:—As the third alloying constituents, 0.5, 1 and 2% of *Ni, Co, Cu, Ag, Ca, Cd, Mg, Al, Ti, Si, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Cr, Te* and *Mn* were added alone to the binary alloys of *Mg-Zn*, which contain 2, 3 or 5% of the latter element.

The corrosibility of these ternary alloys against N/10 *NaCl* solution and the artificial sea-water was tested in the cast and the quenched state. The Rockwell-hardness value of these alloys, after several heat-treatments, was also measured.

The addition of *Ni, Co, Cu, Al, Ti, Pb* and *Bi* make the said binary alloys more corrosible. On the contrary, the addition of *As, Ca, Cd, Hg* and *Mn* make the alloy more resistant to corrosion especially *As* and *Mn* gave the best result.

By quenching, the corrosibility of these ternary alloys is not improved, except the alloys containing *Si, Sn, Ti* and *Pb*.

The third constituents which harden the binary alloys are found to be *Cu, Ni, Ag, Al, Si* and *Bi*, while the hardening effect of *Cd, Si, Hg, As, Sb* and *Pb* which have a low melting point, is very small.

Hardening, due to aging (at 150°C) is observed throughout the specimens prepared, except the alloys containing *Ni* and *Sb*.

I. 緒 言

近時マグネシウム合金に關する研究の進歩と共に、其の需要範圍も漸次擴大せられつゝあるが、今回新に宇部日滿マグネシウム會社の設立を見るに至り、我國に於けるこの金屬の生産もその基礎漸く強固たらしつゝある今日、この金屬の性質を改善して一層其の利用範圍の擴大に資せんとすることは蓋し緊要事であらう。

元來 *Mg* 及其の合金は工業用金屬材料中最も軽く、而もその機械的性質は *Al* 輕合金に比して著しい遜色が無いにも拘はらず、何分にも耐蝕性が劣等な爲に、充分に利用し盡されるに至らない事は極めて遺憾である。一般に金屬材料の耐蝕性を改善せんとするには、適當な添加元素を見出して耐蝕性合金を作るか、或は表面處理を施して耐蝕性被膜を作るかの二つの方法が考へられる。後者の方法に關しては近時多くの研究があり、中には相當優秀な物も見出されてゐるが、今だ完全とは言難い。特にこの方法の缺點は耐蝕性被膜に一度疵を生じた場合には著しく腐蝕が進行する危険がある事で合金を作つて全體としての耐蝕性を増

すに越した事はない。

現在實用化せられつゝある *Mg* 輕合金は主として *Mg-Al, Mg-Zn* 系で時として *Mg-Cu, Mg-Cd* 系も亦用ひられる。著者は機械的性優秀にして且つ耐蝕性も大きい *Mg-Zn* 二元系を基礎とし、之に各種の他元素を添加して三元系合金となし、耐蝕性合金探査の第一歩とした。

此の種の研究¹⁾は二元系のものについては可成多いが、多元系のものに関しては、大日方博士²⁾五十嵐³⁾氏等二三の研究を數ふるに過ぎない。

本報告は *Mg-Zn* 二元系合金の耐蝕性に及ぼす添加金屬の影響を試験する事を主眼とし、同時に之等の試料の鑄造状態に於ける硬度、並に時効後の硬度測定結果をも併せて報告する事とした。本實驗は *Mg* 輕合金探査の豫備試

- 1) A. Protevin, Compt. Rend. 185 (1927), 125.
石田四郎、日本鑄業會誌、45 (1929), 819.
A. Protevin. and E. Pretet. Rev. Metal, 26 (1929) 259.
J. A. Gann, Ind. Eng. Chem, 22 (1930) 694
遠藤、森岡、金屬の研究 9 (1932) 323, 352
村上、森岡、金屬の研究 11 (1934), 99
W. O. Kroenig, und G. Kostylev, zeits fur Metallkunde 25 (1933) 144
W. O. Kroenig, und S. E. Pawlow, Korrosion und Metallschutz 10 (1934) 254.
- 2) 大日方一司 鐵と鋼 21 (1935) 85
- 3) 五十嵐 住友伸銅管株式會社研究報告 1 (1932) 116

* 滿鐵中央試驗所沙河口研究所員

験にして不完全の點も多いが、目下引續き研究中に屬する部分もあり、逐次回を重ねて發表する。

II. 試料の調製

Mg 地金には理化學研究所製のものを使用し、其の分析結果は次の如くである。添加金屬は何れも Merck 製のものを使用した。

夾雜元素 %	Fe	Si	Cu	Pb	Sn	Al
	0.048	0.024	0.028	0.02	痕跡	0.08

實用 Mg-Zn 合金の多くは Zn 1~5% の範圍内にある。

且つ Mg 側に於ける Zn の溶解限度を見るに多くの研究結果は凡そ一致し、何れも常溫で 2%, 200°C 3%~3.5%, 300°C で 5%~7% 程度とされて居る、従つて本實驗に於ては Mg に添加する Zn の量は總て 2%, 3%, 5% の 3 種類と定めた。Co, Ni, Cu, Ag, Ca, Cd, Hg, Al, Tl, Pb, Sn, Si, Ti, Zr, As, Sb, Bi, Cr, Te, Mn, 等 20 種の元素を選び上記 Mg-Zn 二元系合金に各々 0.5%, 1%, 2% 宛を添加した三元合金を作つた。試料の熔解にはニクロム抵抗爐内で 700°C に加熱した鐵製の坩堝を使用し、豫め秤量せる装入物(總量 250g)を入れて密閉し 20~30 分間加熱後鑄造した。鑄造に際して蓋を取る場合には直ちに硫黃粉末を投入して酸化を防いだ。金型は直徑 10mm、及 15mm 長さ何れも 15cm の 2 種である。金型の内面には豫めマグネシヤを水にて塗布し之を乾燥せしめたものを用ひた。鑄造溫度は一様に 700°C 附近を選び型の溫度は 250°C とした。

熔劑は合金中に混入する恐があるので用ひなかつたが、鑄造性は一般に良好であつた。化學分析は別に之を行はなかつたが試料は一々破面を檢查して微量でも窒化物、酸化物、氣泡等の有るものは使用しなかつた。試料は鑄造状態のもの、並に之を 340°C に 4 時間保持して 0°C の氷水中に焼入した物の 2 種とし、之を直徑 8mm 長さ 3cm に仕上げ腐蝕用試料となした。硬度試験は長さ 5cm の角棒について行つた。

III. 腐蝕試験

(1) 實驗方法 使用した腐蝕液は N/10 食鹽水と海水との二つで、前者に對して鑄造状態及燒入状態の二系統の試料の腐蝕試験を行ひ、後者に對しては鑄造状態の試料のみについて之を行つた。

海水は人工的に作つたものを用ひた、其の組成は次の如くである。

	NaCl	MgCl ₂	MgSO ₄	K ₂ SO ₄	KCl
(%)	2.54	0.21	0.195	0.12	0.60

食鹽の濃度は約 4/10 N で食鹽水の約 4 倍に相當して居る。

食鹽水中に於ける Mg の腐蝕量は 6/10 N 附近迄は増大の傾向が有るから當然 N/10 食鹽水の場合よりも大なる腐蝕量を示した。旋盤で削つた試料はエメリーペーパー 000 號及羅紗磨で、充分よく磨き表面の不均一性が腐蝕に及ぼす影響を出来るだけ避けた。之をアルコール、エーテルにて清淨にし、秤量後硝子製試料支に支へて 500cc 靜止溶液中に浸漬し、數日毎に取出して洗滌乾燥後秤量した。腐蝕前後の重量差を腐蝕前の表面積にて除した商を以て單位面積の腐蝕量となした。腐蝕試験は悉く同時に行つて室溫の變化、液の蒸發に依る溶液の濃度の變化、其の他の條件が全實驗を通じて同時にする事が望ましいが實驗の都合上 3 回に分つて之を行ふ事を餘儀なくされた。試験は何れも 3 本の試料について行ひ其の平均値を採つて之を圖示した。何分にも Mg は化學的に非常に活性な金屬であるから常に同一の結果を得る事は極めて難事で試験の度毎に異つた腐蝕量を示し勝であつた。然し添加金屬の種類及び其の量が Mg の腐蝕度に及ぼす影響を知るに充分であつた。

(2) N/10 食鹽水に依る鑄造試料の腐蝕試験結果 Mg 及其の合金は蒸溜水中にては直ちに水酸化物、及酸化物の被膜で覆はれ、之が可成安定な爲に防蝕作用をなして餘り腐蝕は進行しない。従つて添加金屬の種類及其の濃度等が腐蝕量に及ぼす影響も一般に大同小異であるから、今回は之に付いては試験を行はなかつた。食鹽水中では溶解作用激しく成分に依る腐蝕量の差も大である。此の原因に付いては多くの人に依つて研究¹⁾せられてゐるが、未だ定説には達しない様である。何れにもせよ Mg は著しく活性な金屬である上に、食鹽は強電解質であるので、食鹽水中に於ては腐蝕は著しく促進せられ、連續的に水素瓦斯の發生が認められる。第 1~21 圖には鑄造状態に於ける試料を 30 日間 N/10 食鹽水中に浸漬した場合の腐蝕試験の結果を掲げた。

第 1 圖に見る様に鑄造した純 Mg の腐蝕量があまりに大きいので、其の原因が鑄造性の不良に依るか否かを確め

¹⁾ 遠藤彦造、宮崎行藏、金屬の研究 7 (1930) 283, 329.
飯高一郎、鐵と鋼 16 (1930) 1057.
五十嵐勇、住友伸銅鋼管株式會社研究報告 (1933)

る爲に、材料のまゝのものを試験したが、腐蝕減量は一層甚しかつた。之は材料中の不純物の影響によるためと思はれるが、其の根本的原因については明かにする事が出来なかつた。第1~21圖を通覽するに總ての腐蝕量曲線には上向と下向の兩傾向が認められる。これは可溶性鹽となつて溶液中に溶け込む腐蝕量増加の傾向と、腐蝕成生物たる被膜形成に基く重量増加及び溶解防止の傾向であつて之等の二傾向の綜合的結果が曲線の彎曲を左右するものと考へられる。

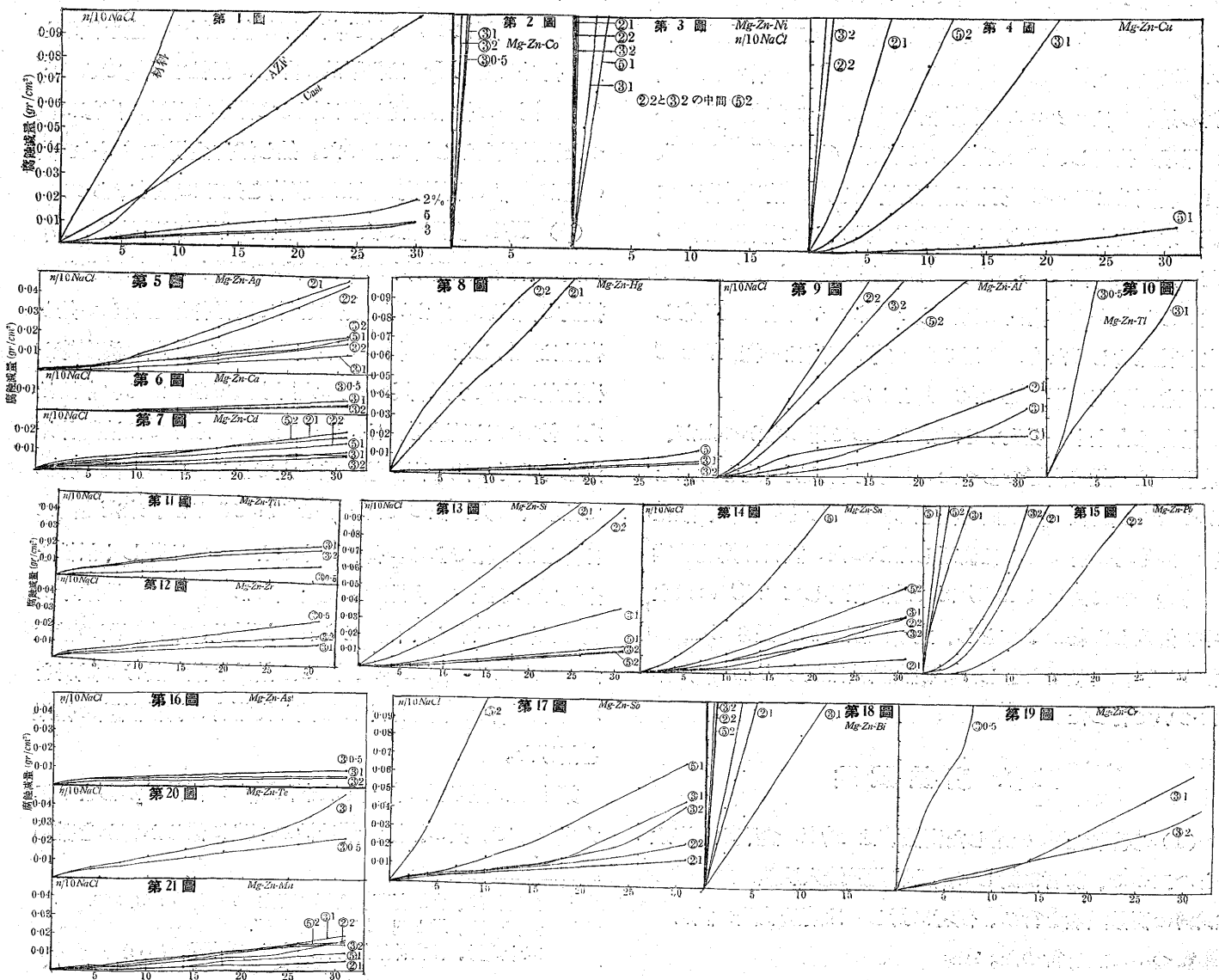
浸漬後數日間の下向の彎曲は未だ被膜に依つて覆はれざる期間の腐蝕に相當し、比較的日數の経過した頃起る上向の彎曲は皮膜が一定の厚さに達して剝離し、且つ點蝕が進行するためである。又皮膜の粗密に依つて刷毛洗に際して剝離し易いものとし難いものもあり、之も亦曲線の彎曲に影響する事が大きい。Mg-Zn二元系は既にそれ自身可

成耐蝕性が大であり、特に3% Znのものが良い。これに添加して耐蝕性を改良するもの、又は少くとも著しい害を與へないものはAg, Cd, Ca, Hg, As, Mn等で、中でもCa, Asの添加は最も良結果を與へる。Sbの少量、Ti, Zr, Te, Si, Sn等は之等に次いで耐蝕性を害しないものであるが、勿論添加量の如何に依る。

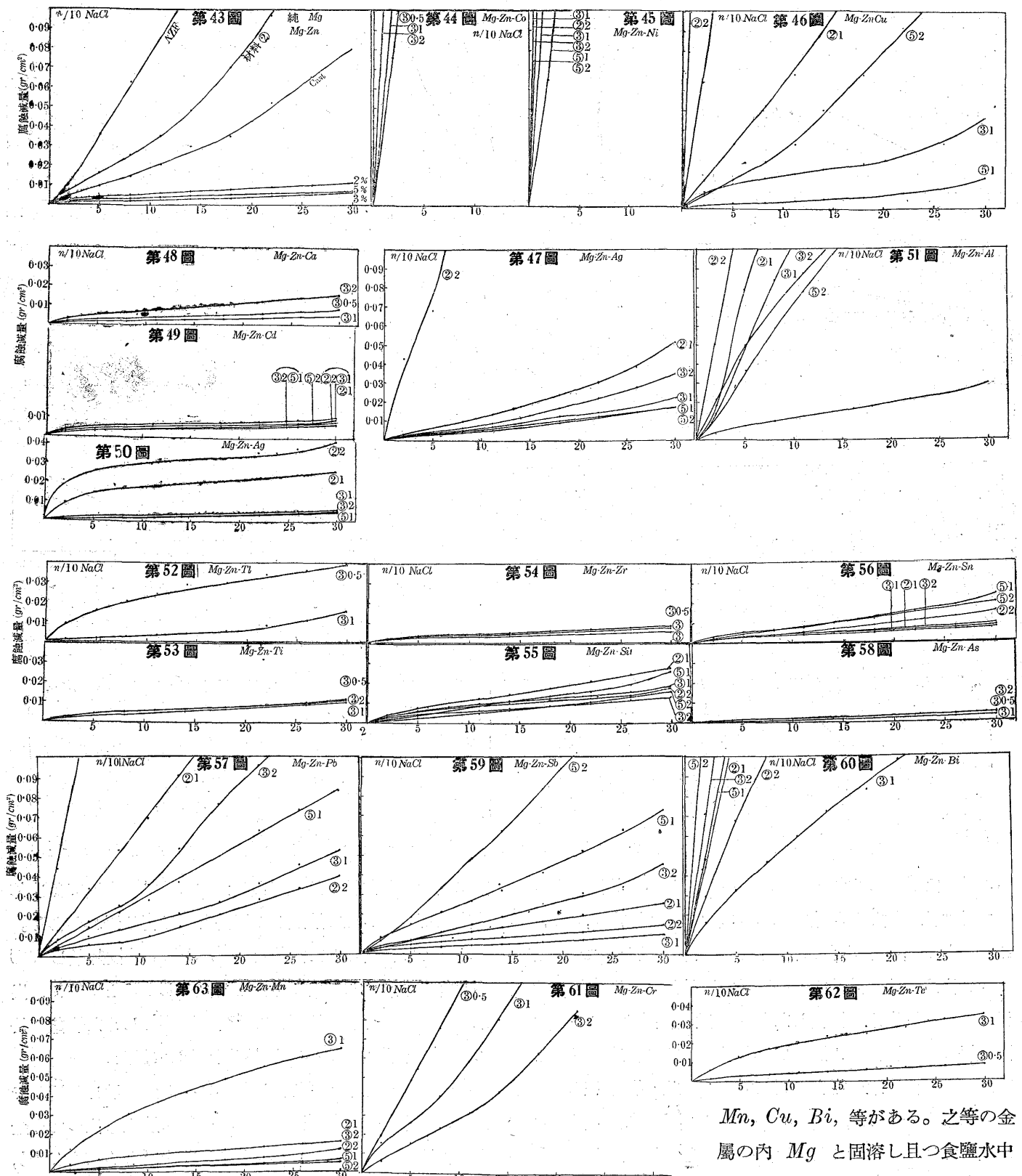
以上は何れも純Mgよりも優れてゐる場合であるがNi, Co, Cu, の添加はこの順序に著しく耐蝕性を害するものである。之に次いでCr, Al, Tl, Pb, 及Bi, Sbの多量Zn2%にHg2%のもの等いづれも不良である。

添加元素の量に依る影響に付いてはNi, Co, Cu, Al, は其の添加量の多き程且つZnの少き程腐蝕は激烈である。Biは1%のものより2%の方が悪くPbはZnが少い場合には多き方が良結果を與へる。Siは兩者多き方SbはZn及Sbの少き方HgはZnの多き方が良

鑄造状態の N/10 NaCl 液にて試験せるもの、圖 (第1~21圖)



焼入試料を N/10 NaCl 液にて試験せるものゝ圖 (第 43~63 圖)



IV. 實驗結果の考察

Mg 中に相當廣い範圍に涉つて固溶する金屬には Cd, Tl, Pb, Al, Zn, Li, 等があり、少量固溶するものに Sn,

Mn, Cu, Bi, 等がある。之等の金屬の内 Mg と固溶し且つ食鹽水中に於ける耐蝕性を増大するものは Cd, Mn, Zn, Sn, 等 (Bi の極少量も亦良いと云はれてゐる) である。其の他の金屬は固溶體範圍内でも餘り耐蝕性を改良しない。之は Mg の耐蝕性を改善せしめる主な原因が合金それ自身の性質ではなく、腐蝕進行中に表面に

形成される酸化被膜の保護作用によるため、緻密にして強固な酸化被膜の形成を結果する様な金属の添加が必要である。従つて必ずしも添加元素は *Mg* 中に固溶することを必要としない様である。

試料を溶液に浸漬した瞬間から水素瓦斯は盛に連続的気泡となつて発生する。暫時の後酸化被膜で表面が覆はれると水素の発生は殆ど止んで、たゞ二三箇所の點蝕部分に於てのみこの現象が見受けられる。此様な比較的防蝕性のある被膜を形成する添加金属は *As, Mn, Ca, Cd, Hg, Sn, Si* 等で、試料が崩潰する迄少しも瓦斯の発生を衰へないものは *Ni, Co, Cu, Pb, Tl, Al, Cr*, 等を添加した合金がある。之等は表面に防蝕性の被膜を作らないか或は作つても極めて粗鬆である。*Mg-Zn* に *As* を添加した三元合金は前述の様に最も優秀な耐蝕性を有するもの

であるが *Mg* に *As* のみを添加した二元系合金の腐蝕進行状態を見るに、溶液に浸漬後暫くは盛に腐蝕され容易に防蝕性のある被膜を形成する様にも思はれないが、二三日後には可成凹凸あるにも拘らず著しく強靱な黒褐色の被膜を形成する。之に反して *Mg-Zn* 二元系の場合には浸漬後直ちに比較的丈夫な被膜を形成するために *As* のみを添加した合金に比して浸漬初期の耐蝕性は著しく良好である *Mg* の防蝕に有効な役をなす酸化被膜の性質は添加元素と *Mg* 及酸素との化学親和力の大小に依るので、この事は又腐蝕に關係の大なる元素の電溶壓及び水素過電壓等が週期的性質を有すると共に、*Mg* の耐蝕性が添加元素の週期律表上の位置の關係を持つ事が想像される。實驗の結果も大體に於て如上の考察を裏書きし、同属元素の添加に類似の作用を及ぼしてゐるが、面心立方格子の元素 (*Co, Ni,*

硬 度 表

組成		ロツクウエル硬度數								
%	Zn %	鑄造	焼入	人工時効 (150°C)						
				5 hr	12hr	23hr	33hr	53hr		
<i>Ni</i>	1	2	29.4	27.0	29.6	29.2	33.0	33.4	30.8	
	2	"	28.5	26.6	29.0	28.2	28.5	28.0	25.5	
	1	3	38.5	47.0	46.0	44.5	44.3	44.3	42.8	
	2	"	46.1	42.8	42.8	43.0	41.4	41.8	41.3	
	1	5	48.7	46.2	47.2	47.8	47.3	49.0	53.6	
	2	"	50.5	49.4	51.4	49.8	50.5	50.5	49.3	
<i>Cu</i>	1	2	37.0	28.0	30.2	30.8	31.0	30.0	32.0	
	2	"	42.5	37.4	47.8	48.2	47.0	47.5	46.6	
	1	3	42.3	36.2	37.2	39.4	40.4	41.7	41.0	
	2	"	49.0	43.2	51.0	53.2	52.2	52.7	51.0	
	1	5	49.0	38.8	52.4	60.0	63.8	63.2	66.2	
	2	"	52.0	46.4	54.2	57.2	57.8	61.2	60.6	
<i>Ag</i>	1	2	32.9	25.0	28.2	30.0	30.6	30.0	32.4	
	2	"	40.0	34.2	38.2	42.0	47.0	49.5	53.2	
	1	3	34.7	36.6	38.2	45.8	54.6	67.6	59.0	
	2	"	43.7	44.3	45.5	53.8	62.0	65.0	62.8	
	1	5	50.0	46.8	55.2	65.3	73.8	75.7	74.4	
	2	"	57.2	50.2	53.4	60.2	69.2	71.0	70.4	
<i>Ca</i>	0.5	3	38.0	31.0	32.6	40.0	49.2	48.0	55.2	
	1	"	27.9	32.4	34.2	39.8	45.8	47.4	48.4	
	2	"	33.3	32.4	35.4	37.0	40.8	45.0	45.2	
	2	2	26.6	25.2	24.9	23.7	23.0	22.0	24.0	
	3	3	37.8	25.6	27.0	25.0	26.5	26.0	27.4	
	5	5	42.0	26.4	39.2	49.4	54.6	55.0	59.2	
<i>Cd</i>	1	2	29.7	29.5	37.9	43.4	49.4	46.8	46.8	
	2	"	33.4	28.0	33.8	35.0	41.0	36.4	37.6	
	1	3	37.2	25.8	30.8	32.6	35.8	36.2	40.4	
	2	"	37.0	35.6	46.8	54.2	59.4	61.2	59.0	
	1	5	47.5	39.4	51.2	63.4	65.8	66.8	68.0	
	2	"	48.3	45.2	67.5	74.0	74.0	75.0	73.2	
<i>Hg</i>	1	2	21.0	24.4	22.6	22.4	23.5	22.5	24.0	
	2	"	38.2	35.6	45.2	52.4	56.0	50.2	59.5	
	1	3	51.0	43.6	54.8	63.8	67.2	69.8	71.2	
	2	"	44.1	39.8	50.4	59.2	65.0	66.2	66.2	
<i>Al</i>	1	2	29.3	30.5	37.0	39.8	39.4	41.2	40.4	
	2	"	35.8	26.8	34.6	40.4	40.3	41.2	42.4	
	1	3	35.0	34.8	56.8	63.4	65.0	66.8	68.8	
	2	"	43.5	40.4	48.0	56.2	59.8	61.0	62.0	
	1	5	55.5	41.4	64.4	67.2	72.8	72.0	72.6	
<i>Tl</i>	0.5	3	24.2	22.4	21.8	20.5	20.5	20.5	23.0	
	1	"	36.4	28.0	34.0	33.3	31.8	31.8	33.6	
<i>Pb</i>	1	2	34.1	31.2	31.8	34.0	36.8	38.6	40.8	
	2	"	25.0	39.6	39.6	43.0	43.0	46.3	49.2	
	1	3	39.1	36.2	43.2	51.3	59.0	61.8	63.2	
	2	"	36.1	44.5	50.2	58.8	61.3	65.8	65.3	
	1	5	32.8	41.4	70.6	72.4	72.8	77.2	75.8	
	2	"	46.3	53.4	74.3	80.2	79.5	80.8	79.3	
	<i>Si</i>	1	2	44.6	48.2	64.4	71.0	72.4	74.2	76.0
		2	"	53.1	55.6	57.4	56.4	59.8	58.2	57.2
		1	3	47.8	45.8	53.4	57.8	59.6	64.5	65.3
		2	"	51.9	59.2	62.8	69.0	65.6	69.2	71.0
1		5	53.5	48.4	69.2	77.0	74.8	77.0	76.2	
<i>Ti</i>	0.5	3	30.0	31.6	37.2	42.6	48.4	51.7	53.2	
	2	"	32.1	30.8	35.6	43.8	50.8	52.6	53.2	
<i>Zr</i>	0.5	3	37.0	33.4	38.6	46.8	53.0	53.6	56.7	
	1	"	38.7	35.4	29.4	30.5	31.5	31.0	34.0	
	2	"	42.0	38.2	42.4	47.6	51.2	57.8	58.2	
<i>Sn</i>	1	2	28.6	29.6	35.8	39.2	41.4	42.4	46.3	
	2	"	29.6	33.0	38.6	40.8	45.6	45.8	46.6	
	1	3	41.5	34.0	40.6	47.2	50.6	54.2	52.4	
	2	"	36.0	37.6	40.8	50.0	53.6	56.2	55.2	
	1	5	43.8	42.2	63.5	71.2	74.4	71.8	76.4	
<i>Sb</i>	1	2	29.7	26.8	29.2	26.4	27.2	26.8	26.0	
	2	"	—	—	—	—	—	—	—	
	1	3	—	24.2	25.0	23.4	23.3	23.3	23.0	
	2	"	29.6	29.2	32.0	29.6	28.6	29.4	29.0	
	1	5	30.8	23.0	25.2	20.4	21.0	20.5	20.0	
<i>Bi</i>	1	2	25.5	25.2	25.4	28.2	26.0	25.0	24.5	
	2	"	35.2	24.2	23.6	23.6	24.5	24.5	23.5	
	1	3	32.8	21.2	20.8	20.0	20.0	20.0	17.0	
<i>Cr</i>	1	2	—	—	—	—	—	—	—	
	1	5	51.9	45.2	69.4	75.8	76.8	78.0	74.7	
	2	"	52.9	37.6	40.2	44.6	47.0	49.6	57.0	
	0.5	3	35.5	35.4	40.2	47.0	49.6	49.0	54.6	
	1	"	33.1	32.4	37.0	38.2	45.8	47.2	51.0	
<i>Te</i>	0.5	3	29.7	29.4	34.8	40.4	41.0	43.0	50.0	
	1	"	36.0	25.8	28.2	32.6	31.0	32.0	36.2	
	0.5	3	27.6	30.6	32.8	33.0	35.8	34.6	36.0	
<i>As</i>	1	"	29.8	31.6	32.6	35.6	45.4	40.2	42.4	
	2	"	26.2	25.0	25.4	28.0	25.0	25.0	26.0	
A Z F			56.7	43.8	44.8	47.6	50.4	50.7	53.2	

Al, Tl, Pb) は何れの屬に於ても耐蝕性を害するものが多い。たゞ例外として *Ag, Ca* を添加した三元系に於ては良好な結果を與へてゐる。しかしこれとて *Zn* が共存して居ない場合には著しく悪い結果を與へるやうである。一般に面心立方以外の格子型を有する元素 1~2% 程度の添加は著しく悪影響なく、特に六方格子型の元素の添加は一般に良結果を及ぼす事は興味ある事實である。尤も元素の格子型は週期律表上の位置とも關係があるものであるから、必ずしも格子型のみによる影響は思考する必要はない理である。

以上の如く *Mg* の腐蝕に及ぼす添加金屬の影響は週期律表上の位置に關係のある事は推察出来るが、然し腐蝕並に防蝕を支配する因子は複雑、且つ微妙にして一々その原因並に説明を要求する事は至難である。

V. 硬 度 試 験

鑄造状態の試料及び之を 340°C に 4 時間保持後 0°C の氷水中に焼入した試片並びに 150°C ± 1°C の恒温槽に於ける人工的時効進行過程に於ける試料の硬度を測定した硬度の測定はロックウエル E スケールに依つた。同一試料に對し 5~10 箇所により求めた數値を平均して硬度數とし表に掲げた。

鑄造状態に於ける試料の硬度數を見るに、比較の爲に作つたエレクトロン AZF に匹敵し得る様な硬度の高い合金は *Ni, Cu, Ag, Al, Si, Bi*, 等を添加した三元合金中に二三之を求める事が出来る程度である。*Ti, Cr*, 等は少しも硬度を高めないが *Ti, Cr, Zr*, 等は熔融點高く添加量の全部が合金せしか否かに疑問の點がある。*Hg, Sn, Ca, Cd, Pb, Tl, Te, Sb, As*, 等の低融金屬の添加は何れも *Mg-Zn* 二元系に對し著しい硬化作用を及ぼさない。

焼入した合金の硬度は鑄造状態のものより幾分減少するものが多いが、中には反つて増加したものも無いではない然し何れの場合も二三のものを除いては著しい相違はないやうである。

Mg-Zn 三元系の人工時効硬化に付いては Meissner¹⁾ 橋本氏²⁾ 等の研究がある。表の結果より見るに *Zn* 3% のものは硬化作用は認められぬが 5% では明瞭に之を認め得る。

Ni, Sb を添加した合金は何れも時効作用は認められぬ *Ag, Cd, Hg, Al, Pb, Si, Sn*. を含むものも亦可成硬度を増大する。*Cu, Ca, Ti, Zr, Bi, Cr, As*, 等を添加した合金の場合は餘り大なる硬化を認め難い。

以上の如く *Mg-Zn* 二元系に第三元素を添加すれば、一般に幾分時効硬化を増大せしめ得るが、工業的に問題視される程のものは少いようである。

VI. 總 括

Zn 2, 3, 5% を含む *Mg-Zn* 二元系合金に、夫々 0.5, 1, 2% づゝ *Ni, Co, Cu, Ag, Ca, Cd, Hg, Al, Tl, Ti, Zr, Si, Sn, Pb, As, Sb, Bi, Cr, Te, Mn*, を添加した三元系合金に付いて N/10 食鹽水及海水中に於ける腐蝕試験、並に硬度試験を行つた。

(1) 一般に海水中に於ける腐蝕量は食鹽水中に於けるそれに比して大であるが、添加元素の影響はほぼ同一の傾向にある。又熱處理(鑄造並に焼入)の影響も *Si, Tl, Sn, Pb*, を含む合金以外は餘り著しくない。

(2) 最も耐蝕性を害する第三添加金屬は *Ni, Co, Cu, Al, Tl, Pb, Bi*, で *Ag, Ca, Cd, Hg, As, Mn*, 等は二元系の耐蝕性を改良するか、或は例へ改良しない迄も殆ど害さない。特に *Ca*, を添加した合金は食鹽水中で、又 *As, Mn* を添加したものは海水中で最も優秀な耐蝕性を示す。其他 *Ti, Zr, Sb, Te, Si, Sn*, を添加した合金も組成範圍に依つてはあまり悪くない。

(3) 二元系の硬度を高める第三添加金屬は *Ni, Cu, Ag, Al, Si, Bi*, で *Cd, Sn, Pb, Sb, As, Hg*, 等低い熔融點を有する金屬の硬化作用は僅少である。*Ni, Sb* を除く以外の元素を含む合金の場合には多少時効硬化を起す。特に *Ag, Cd, Hg, Al, Pb, Si, Sn*, の添加は著しい。

本研究は研究室主任日下氏の研究を引續いて行つたもので同氏より種々御便宜と御鞭撻を賜りし事を深く感謝すると共に終始御懇篤なる御指導を賜つた大日方先生に厚く感謝の意を表す。尙實驗中熱心に助力せられた藤本君に對して併せて謝意を表す。

¹⁾ K. L. Meissner, Journ. Inst. Met, 38 (1927) 195.

²⁾ 橋本成功 金屬の研究 7 (1930), 371.