



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ダイガスト用亜鉛合金に及ぼすニッケル及びコバルトの影響
Author(s)	平社, 敬之助; Hirakoso, Keinosuke
Citation	北海道大學工學部彙報, 7, 75-93
Issue Date	1952-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/40519
Type	departmental bulletin paper
File Information	7_75-93.pdf



ダイカスト用亜鉛合金に及ぼすニッケル 及びコバルトの影響

平社敬之助

(May 16, 1952)

Influences of Nickel and Cobalt on the Zinc Die-casting Alloys

Keinosuke HIRAKOSO,

Abstract

Favourable effects of nickel and cobalt on the zinc die-casting alloys were shown only in the limited range of comparatively low percentage.

In the addition of nickel the best results were found in the following cases:

- (1) for Zamak 3.....0.07% *Ni*,
- (2) for Zamak 5.....0.09% *Ni*,
- (3) for Zamak 2.....0.12% *Ni*,

On the standpoint of corrosion and dimensional change as well as the tensile strength the author recommended a new alloy having the following composition:

Al4.1%
Cu0.2%
Mg0.04%
Ni0.07%
Zn(+99.99%).....balance.

In the addition of cobalt as small as 0.02-0.04% good results were found especially on the tensile strength of the Zamak alloys. For the corrosion, however, the favourable effect was shown only in the range of composition far smaller than nickel.

Influence of nickel in the presence of cobalt gave the similar characteristic curves as the case without cobalt. But no special good effect of cobalt was considerable except the case where the content of cobalt was so small as 0.01% that the good influence on tensile strength predominated with increase of resistance for corrosion.

From the standpoint of the theoretical considerations influences of very small quantity of cobalt were treated.

目 次

第1編	ダイカスト用亜鉛合金に及ぼすニッケルの影響	76
1.	研究の目的	76
2.	実験方法	76
3.	ZAMAK 5型合金に於けるニッケルの影響	77
4.	蒸気腐蝕試験に於けるニッケルの影響	78
5.	ZAMAK 3型合金に於けるニッケルの影響	80
6.	各種合金型に於けるニッケルの影響に関する比較研究	81
第2編	ダイカスト用亜鉛合金に及ぼすコバルトの影響	82
1.	研究の目的	82
2.	実験方法	82
3.	ZAMAK 3型合金に及ぼすコバルトの影響	82
4.	ZAMAK 5型合金に及ぼすコバルトの影響	83
5.	ZAMAK 2型合金に及ぼすコバルトの影響	83
第3編	ダイカスト用亜鉛合金に及ぼすニッケル 及びコバルトの影響に関する考察	86
1.	ニッケルの影響に関する考察	86
2.	コバルトの影響に関する考察	88
3.	コバルト含有に於けるニッケルの影響	91
4.	結 論	93

第1編 ダイカスト用亜鉛合金に及ぼすニッケルの影響

1. 研究の目的

本研究は従來のダイカスト用亜鉛合金として世界的に認められている ZAMAK 型合金に Ni を添加してその好影響を求め改良合金を得んとしたものである。

2. 実験方法

クリプトル電気爐を用い黒鉛坩堝中で所定の配合成分により熔融し試験せんとする合金を造つた。この場合 Cu , Ni の添加は次の母合金を用いた。

Cu : $Al50\%$ $Cu50\%$ の中間合金 m.p. $580^{\circ}C$

Ni : $Al92\%$ $Ni8\%$ の中間合金 m.p. $630^{\circ}C$

但し始めに $Ni20\%$ の中間合金を造り更に Al を加えて上記合金を造る。 $Al80\%$ $Ni20\%$ 合金の m.p. は $800^{\circ}C$

Mg : 亜鉛板に包んで入れるか又は $Al-Mg$ の中間合金を用う。

上記熔融合金を平板式の Test piece 用金型に鑄造し絶えず鑄込温度及び鑄型の温度を一定にし一様な sample を造るようにした。

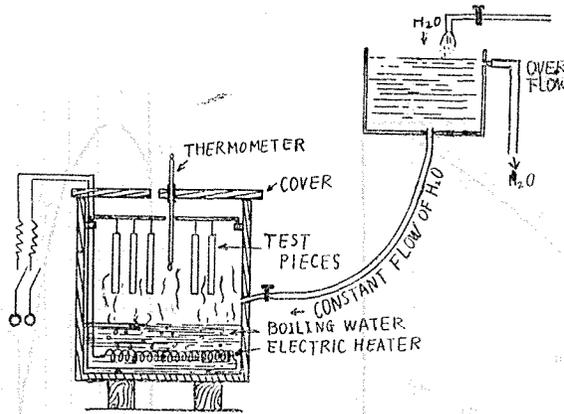
鑄込の時の湯の温度 $450^{\circ}C$

金型の温度 $100^{\circ}C$

この test piece を取り初期抗張力を求め更に steam test 後の重量變化, 抗張力の低下を

比較測定した。

なお steam tsst には次の如き電熱式の蒸気腐蝕試験装置を用いた。



第 1 圖 APARATUS FUR STEAM TEST

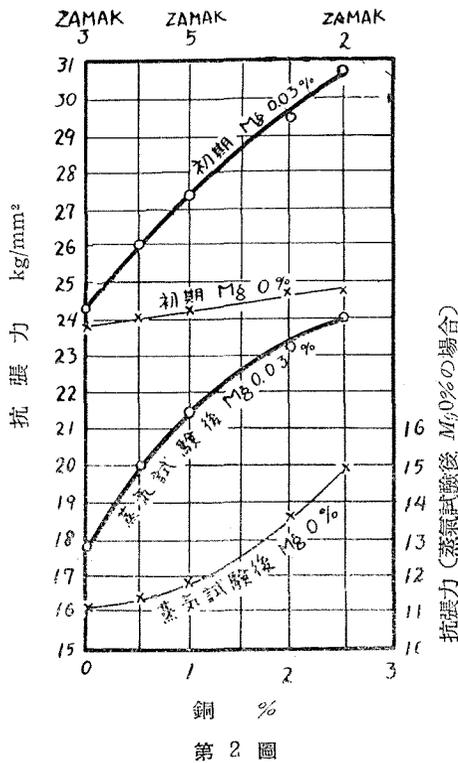
3. ZAMAK 5 型合金におけるニッケルの影響

本実験においては試みに先づ *Mg* を添加せぬ場合と添加した場合との比較を行い、各種の ZAMAK 系合金に應ずる *Mg* 添加の影響を求め、次に ZAMAK 5 に對する *Ni* の影響を驗したものである。その結果は第 1 表に示す如くである。

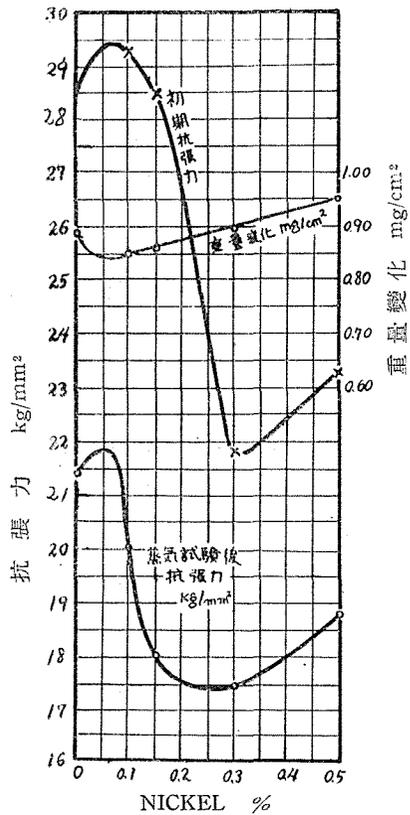
第 1 表 ZAMAK 5 型に於ける *Ni* の影響

試料番號	合金型	合金成分					初期抗張力 kg/mm ²	蒸気試験 後の抗張力 kg/mm ²	重量變化 mg/cm ²
		Al	Cu	Mg	Ni	Zn			
1-1	ZAMAK 3 (<i>NO Mg</i>)	4.1	0.0	0.0	0.0	Balance	23.98	11.11	
1-2	ZAMAK 5 (<i>〃</i>)	4.1	1.0	0.0	0.0	〃	24.15	11.72	
1-3	ZAMAK 2 (<i>〃</i>)	4.1	2.5	0.0	0.0	〃	24.70	14.91	
2-1	ZAMAK 3	4.1	0.0	0.03	0.0	〃	24.30	17.81	0.94
2-2	ZAMAK 5	4.1	1.0	0.03	0.0	〃	27.41	21.45	0.89
2-3	ZAMAK 2	4.1	2.5	0.03	0.0	〃	30.54	17.01	0.58
5-1	ZAMAK 3	4.1	1.0	0.03	0.1	〃	28.29	19.99	0.85
6-2	ZAMAK 5	4.1	1.0	0.03	0.15	〃	27.50	17.98	0.86
9-2	ZAMAK 5	4.1	1.0	0.03	0.30	〃	21.75	17.30	0.89
10-2	ZAMAK 5	4.1	1.0	0.03	0.50	〃	23.28	18.75	0.95

Mg添加の好影響に關しては第2圖に示す如く明らかであるが銅量の増加に應ずるMgの影響は初期抗張力においては銅量大なる程著しいことが認められた。蒸氣試験後の抗張力は絶対値においては初期抗張力の場合よりも大なる差が表われているが銅量の増加に應ずる抗張力の上昇はMgの存在により必ずしも著増せぬ場合が認められた。



第2圖



第3圖 ZAMAK5型に於けるNiの影響

ZAMAK 5型の場合 Ni 添加の影響は第3圖に示す如く Ni の含有比較的小さい範囲において好影響が表われるようである。而してその好影響の範囲は大略0.15%Ni以下と考えられる。本実験より見れば初期抗張力において0.1附近に max が存在するようと思われる。(この點に就いては追つて實驗する) 然るに Ni を更に増大すれば却つて悪結果にして抗張力を減退することをを知る。

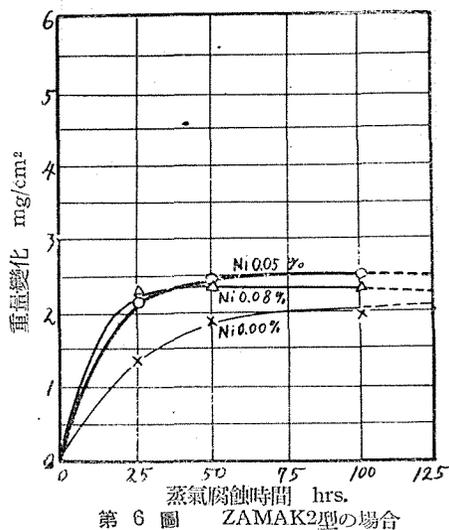
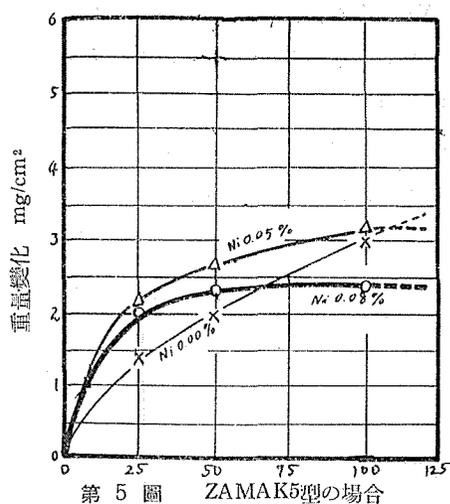
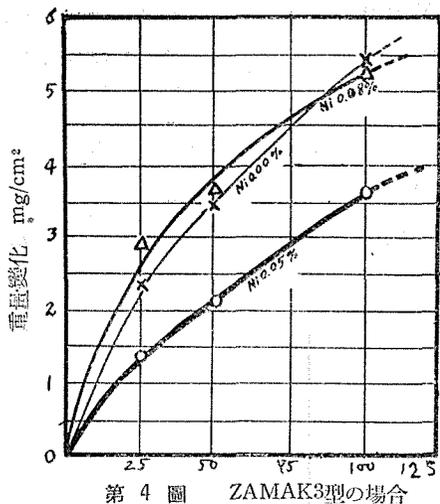
蒸氣試験後の抗張力においても略々對應して降下することが認められる。湯流れの點も0.3%以上もあれば粘々し Castability が大いに阻害される。蒸氣試験後の重量變化は大差ないが Ni 増大と共に幾分上昇している。

4. 蒸氣腐蝕試験におけるニツケルの影響

各合金型に關し Ni を變化した場合、蒸氣試験後の重量變化を示せば第2表の如くである。

第 2 表 蒸気腐蝕試験に於けるニッケルの影響

試料番號	合 金 型	合 金 成 分					重量變化 mg/cm ²		
		Al	Cu	Mg	Ni	Zn	25時間	50時間	100時間
2-1	ZAMAK 3	4.1	0.0	0.03	0.0	Balance	2.216	3.428	5.441
2-2	ZAMAK 5	4.1	1.0	0.03	0.0	〃	1.294	1.915	2.762
2-3	ZAMAK 2	4.1	2.5	0.03	0.0	〃	1.312	1.926	1.931
3-1	ZAMAK 3	4.1	0.0	0.03	0.05	〃	1.350	2.098	3.655
3-2	ZAMAK 5	4.1	1.0	0.03	0.05	〃	2.118	2.628	2.945
3-3	ZAMAK 2	4.1	2.5	0.03	0.05	〃	2.070	2.318	2.511
4-1	ZAMAK 3	4.1	0.0	0.03	0.08	〃	2.889	3.572	5.041
4-2	ZAMAK 5	4.1	1.0	0.03	0.08	〃	1.974	2.253	2.539
4-3	ZAMAK 2	4.1	2.5	0.03	0.08	〃	2.275	2.277	2.277



第2表の結果によりZAMAK 3型合金の場合を摘出すれば第4圖の如くである。

第4圖に示す如くZAMAK 3の場合はNiの存在せぬ場合より0.05%位添加した方が耐蝕性の大きなることが認められるがNiがあまり増大すると却つて善くないことを示している。

然し本実験の場合0.08%においても時間が長くなれば次第に變化が少くなり酸化腐蝕が進行せぬことを示している。

第5圖はZAMAK 5の場合であるが時間の長くなるにつれNi増大する程耐蝕性を増大することが認められる。

ZAMAK 2の場合(第6圖)も似たような傾向が認められる。

なお銅量の大きなる程耐蝕性は増大する傾向が認められる。

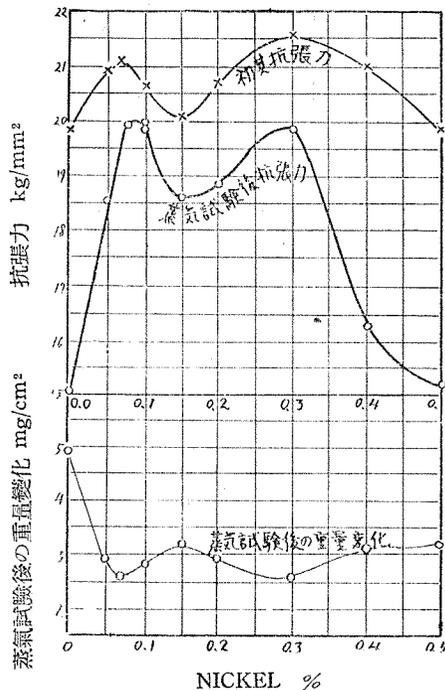
5. ZAMAK 3型合金におけるニツケルの影響

ZAMAK 3型合金に対するNiの影響は第3表及び第7圖の如くである。

Niの含有上るにつれて初期抗張力は最初上昇しNi 0.07%附近において極大に達することが認められる。然るにそれ以上の含有においては必ずしも上昇せず本実験の場合には降下して0.15%附近において極小を形成するようである。

而も更にNi上れば抗張力増大しNi 0.3%附近において極大を造り降下するを見る。蒸氣試験後の抗張力も略ぼ同様な特徴ある曲線を描ることが認められた。

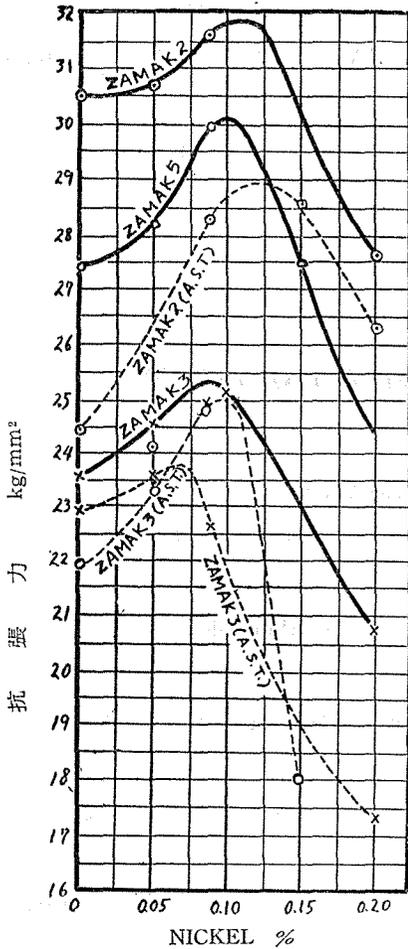
蒸氣試験後の抗張力において0.07%附近のmaxはNiなき場合に比し著しく大にして殆んどNiなき場合の初期抗張力に近く耐蝕性優良なることが示されている。



第7圖 ZAMAK3に対するNiの影響

第 3 表 ZAMAK 3 型合金に於ける Ni の影響

試料番號	合金型	合金成分 %					抗張力 · kg/mm ²		蒸氣試験後の重量變化 mg/cm ²
		Al	Cu	Mg	Ni	Zn	鑄込の儘	蒸氣試験後	
2-1	ZAMAK 3	4.1	0.0	0.03	0.	Balance	19.83	15.00	4.93
3-1	〃	4.1	0.0	0.03	0.05	〃	20.95	18.50	2.86
4-1	〃	4.1	0.0	0.03	0.07	〃	21.08	19.95	2.56
5-1	〃	4.1	0.0	0.03	0.1	〃	20.65	19.80	2.71
6-1	〃	4.1	0.0	0.03	0.15	〃	20.00	18.62	3.20
7-1	〃	4.1	0.0	0.03	0.2	〃	20.72	18.80	2.92
8-1	〃	4.1	0.0	0.03	0.3	〃	21.52	19.80	2.59
9-1	〃	4.1	0.0	0.03	0.4	〃	21.00	16.20	3.05
10-1	〃	4.1	0.0	0.03	0.5	〃	19.75	15.10	3.21



第 8 圖

なお蒸氣試験後の重量變化においても Ni 0.07% 附近にて極小となり酸化傾向が最も阻止され好結果なることが示している。重量變化においては多少抗張力曲線に對應して 0.15% 附近で極大となり 0.3% 附近で極小を造るようであるが全體としては大差ない。

6. 各種合金型におけるニッケルの影響に関する比較研究

前項において ZAMAK 系合金に及ぼすニッケルの影響が比較的少量の特定範圍において好結果が得られることを示しているが、更に ZAMAK 2 をも加えた各合金型の比較影響を求むれば次表の如くである。

以上の結果よりニッケルの影響の傾向を圖示すれば第 8 圖の如くである。

第 8 圖に示す如く ZAMAK 3 型においては初期抗張力は最初 Ni 0.07% 附近まで上昇し茲で極大を造り降下するを見る。これに對する蒸氣試験後の曲線は大體相對應しているようである。

ZAMAK 5 の場合も曲線の特徴は同様であるが初期抗張力は比較的高くその極大は

Ni 0.1% 附近である。蒸気試験後の曲線も殆んど相対応している。

ZAMAK 2 の場合はその極大値は更に Ni の高い方に shift され 0.12% 附近と考えられる。

今ニッケルが入らぬ場合、即ち ZAMAK 標準型とニッケルの好影響の最も良く表われている場合、即ち曲線上の極大との間の差を比較すれば

	Ni なき場合	極大	差
ZAMAK 3	23.67	25.40	1.73
〃 3 (A.S.T)	22.99	23.85	0.86
〃 5	27.41	30.15	2.74
〃 5 (A.S.T)	21.98	25.00	3.02
〃 2	30.54	31.90	1.36
〃 2 (A.S.T)	24.36	29.00	4.64

以上の結果に明らかな如く初期抗張力においては ZAMAK 5 の場合が變化著しく steam test 後の ZAMAK 2 の場合が最も大である。

第 8 圖曲線より各合金型に就き最も効果的なニッケル含有量は大體次の如くである。

ZAMAK 3 型の場合 Ni 0.07%

ZAMAK 5 型の場合 Ni 0.09%

ZAMAK 2 型の場合 Ni 0.12%

第 2 編 ダイカスト用亜鉛合金に及ぼすコバルトの影響

1. 研究の目的

本編は神岡鐵業所産の電氣亜鉛地金特種を用い、ZAMAK 型各種合金を造る場合この種ダイカスト用亜鉛合金の性能に及ぼすコバルトの影響を求めんとしたものである。

2. 實驗方法

クリプトル電氣爐を用い黒鉛坩堝中で熔融實驗を行つた。mother alloy として純アルミニウムに金屬コバルト (カナダ製) 2.5% 添加したものを用いた。

コバルトの影響を求むるために主として抗張力及び steam test 後の變化を測定した。

3. ZAMAK 3 型合金に及ぼすコバルトの影響

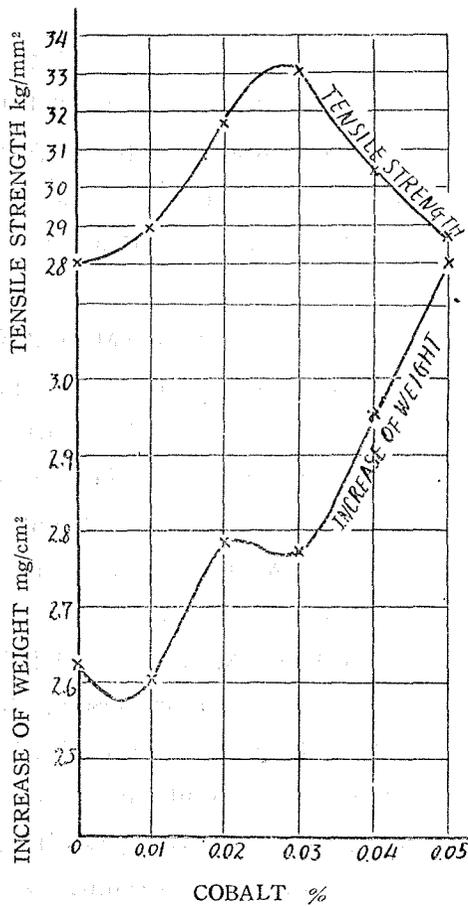
Co を 0~0.05% の範圍において添加 steam test 50 時間後の腐蝕増量を測定した結果は第 4 表の如くである。これを圖示すれば第 9 圖の如くである。

第 9 圖によれば ZAMAK 3 型合金抗張力に及ぼすコバルトの影響は好結果にして 0.03% 附近までは上昇し最高 33.2% に達し曲線の極大を形成している。しかるにコバルト含有が大體 0.03% 以上となれば曲線は下降してコバルトの好影響は滅殺せられることとなる。

しかるに耐蝕性に關しては腐蝕増量はコバルト添加により増大する。即ち耐蝕性に悪影響を

第 4 表

合金番號	化 學 成 分 %				初期抗張力	腐蝕増量
	Al	Cu	Mg	Co	kg/mm ²	mg/cm ²
1	4.1	0.0	0.04	0.00	28.0	2.62
2	4.1	0.0	0.04	0.01	28.9	2.60
3	4.1	0.0	0.04	0.02	31.6	2.78
4	4.1	0.0	0.04	0.03	33.1	2.77
5	4.1	0.0	0.04	0.04	30.4	2.95
6	4.1	0.0	0.04	0.05	28.7	2.98



第 9 圖 INFLUENCE OF COBALT ON ZAMAK 3

及ぼすことが認めらる。但し第 4 表に示さるる如くコバルトが少量の場合即ち本実験においては 0.01% 附近においてコバルトを含有せぬ場合より腐蝕増量少なく第 9 圖に示さるる如く 0.007% 附近において腐蝕増量の極小値を造ることが考えらる。

4. ZAMAK 5 型に及ぼすコバルトの影響

前項実験と全く同様な状況において実験を行つた結果第 5 表の如き data が得られた。これの結果を圖示すれば第 10 圖の如くである。

以上の結果によれば ZAMAK 5 型合金に及ぼすコバルトの影響は ZAMAK 3 型の場合と同様な傾向を辿り抗張力を増大し耐蝕性を減小する。

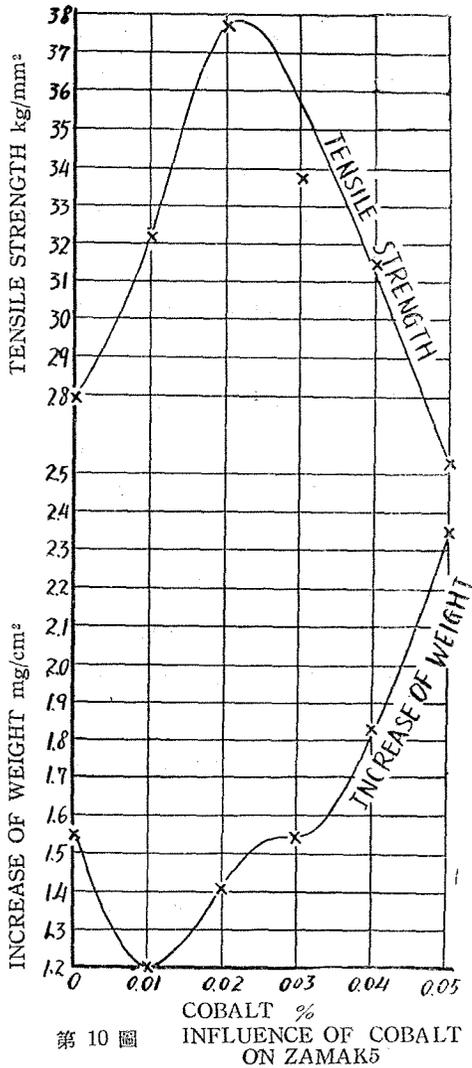
但し Cu を含有する ZAMAK 5 型の場合にはコバルトの影響著しく初期抗張力の極大値は 37.7kg/mm² に達しコバルトを含有せぬ場合の 28.9kg/mm² に比し 8.8kg/mm² 即ち約 30% の上昇を示している。

5. ZAMAK 2 型合金に及ぼすコバルトの影響

本実験は前項 2 実験の後行つたもので大體前実験と同様な状況であるが前 2 実験の時用いた鑄型が小型にして比較的急冷状況 (ダイカストの實際業の狀態に近い) にあり抗張力に對し可なり好條件であつたのに對し本実験においては普通の test piece を用いたため一般に前 2 實

第 5 表

合金番號	化 學 成 分 %				初期抗張力	腐蝕増量
	Al	Cu	Mg	Co	kg/mm ²	mg/cm ²
7	4.1	1.0	0.04	0.00	28.9	1.55
8	4.1	1.0	0.04	0.01	32.2	1.20
9	4.1	1.0	0.04	0.02	37.7	1.41
10	4.1	1.0	0.04	0.03	33.8	1.54
11	4.1	1.0	0.04	0.04	31.5	1.83
12	4.1	1.0	0.04	0.05	26.3	2.35



第 10 圖 INFLUENCE OF COBALT ON ZAMAK5

驗より比較的強く出ている。なお本實驗では腐蝕後の抗張力を60時間及び120時間の steam test 後の結果に就き測定した。實驗結果は第6表の如くである。これの結果を圖示すれば第11圖の如くである。

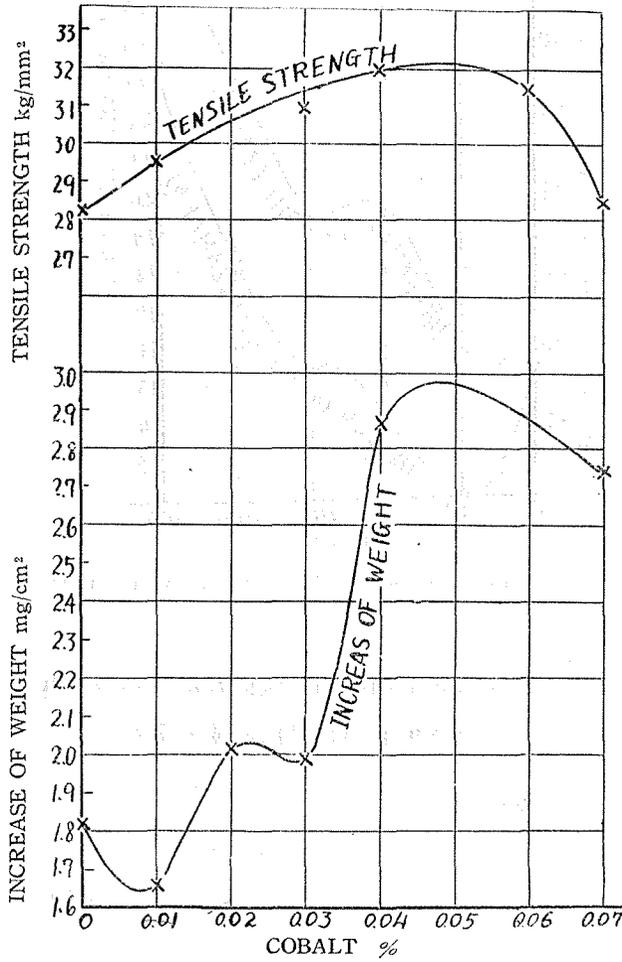
以上の結果によれば ZAMAK 2 型合金に及ぼすコバルトの影響に關する曲線の傾向は大體前 2 實驗の場合と同様であり、抗張力はコバルトの添加により初め増大し極大に達し降下する。腐蝕増量は最初極小を造り上昇する傾向を示した。

但し本實驗においてはコバルトの影響が ZAMAK 5 型に比し著しく表われていない。しかし steam test 後においても抗張力に及ぼすコバルトの好影響は表われており、又 0.01% 附近における腐蝕増量の極少は認めらる。なお第11圖に示す如く 0.02% 附近の極大 0.03% 附近の極少がある様であるがその原因は未だ不明である。

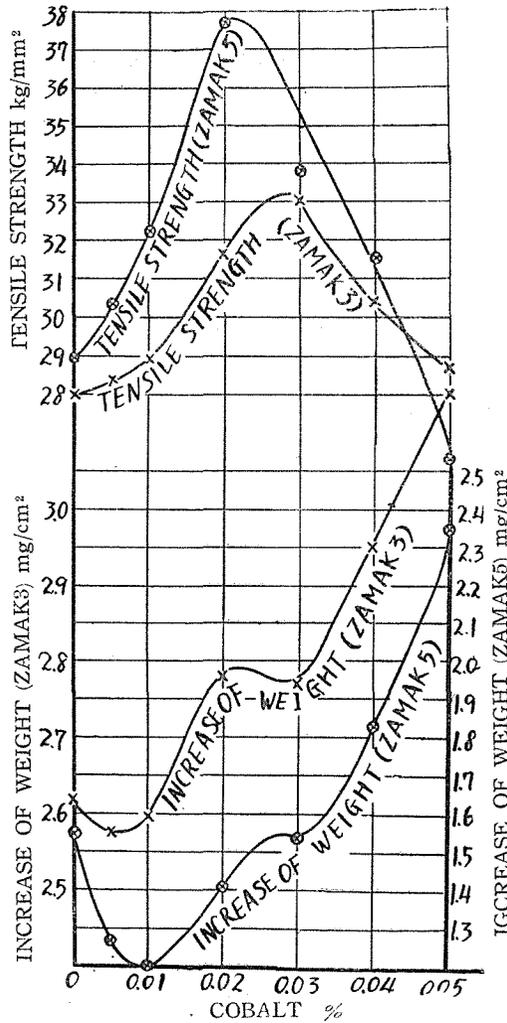
なお第12圖は第9圖及び第10圖の場合を比較圖示したものである。

第 6 表

合金番號	化 學 成 分 %				初期抗張力 kg/mm ²	steam test後の抗張力		腐蝕増量 mg/cm ² (60時間)
	Al	Cu	Mg	Co		kg/mm ² (60時間)	kg/mm ² (120時間)	
13	4.1	2.5	0.04	0.00	28.3	20.7	15.5	1.82
14	4.1	2.5	0.04	0.01	29.6	20.2	16.8	1.66
15	4.1	2.5	0.04	0.02	29.8	23.1	19.9	2.07
16	4.1	2.5	0.04	0.03	31.0	25.8	18.1	1.99
17	4.1	2.5	0.04	0.04	32.0	24.2	20.6	2.89
18	4.1	2.5	0.04	0.06	31.5	24.3	19.5	2.03
19	4.1	2.5	0.04	0.07	26.0	18.1	13.3	2.75



第 11 圖 INFLUENCE OF COBALT ON ZAMAK 2



第 12 圖 INFLUENCE OF COBALT ON ZAMAK ALLOYS

第 3 編 ダイカスト用亜鉛合金に及ぼすニッケル 及びコバルトの影響に関する考察

1. ニッケルの影響に関する考察

第 1 編に述べた如くニッケルの添加により抗張力に對し比較的少量の特定範圍において効果のあることが示され、これに對應して蒸氣試験後の抗張力及び重量變化即ち耐蝕性にも好影響があることが認められた。

しかして ZAMAK 3 においては Ni 0.07% の場合最も好結果であり合金成分として最良と考へられる成分を示せば次の如くである。

Al4.1 %

Cunone
Mg0.04%
Ni0.07%

差神岡 99.99% *Zn* *Fe* 0.075%
Pb 0.005%以下
Cd 0.003%以下
Sn 0.001%以下

更に耐蝕性改善の見地より新合金方面の實驗を行つた。

即ち *Cu* を少量加えて耐蝕性を増大し *Ni* の好影響を増大せんことを期し主として steam test 後の dimensional change を測定した。

實驗方法は下記の各種の sample を 2 本丸棒に鑄込み470時間100°Cの水蒸氣中に保ち引揚後 Calliper で寸法の變化を測定した。

試料番號	<i>Al</i> %	<i>Cu</i> %	<i>Mg</i> %	<i>Ni</i> %	<i>Zn</i>
1	4.1	0.0	0.04	0.0	差 (99.99%)
2	4.1	0.2	0.04	0.0	〃
3A	4.1	0.2	0.04	0.05	〃
3B	4.1	0.2	0.04	0.1	〃
3C	4.1	0.2	0.04	0.15	〃
3D	4.1	0.2	0.04	0.2	〃
8	4.1	0.2	0.04	0.2	〃 (99.98%)

100°C, 470時間後の steam test の結果を示せば次の如くである。

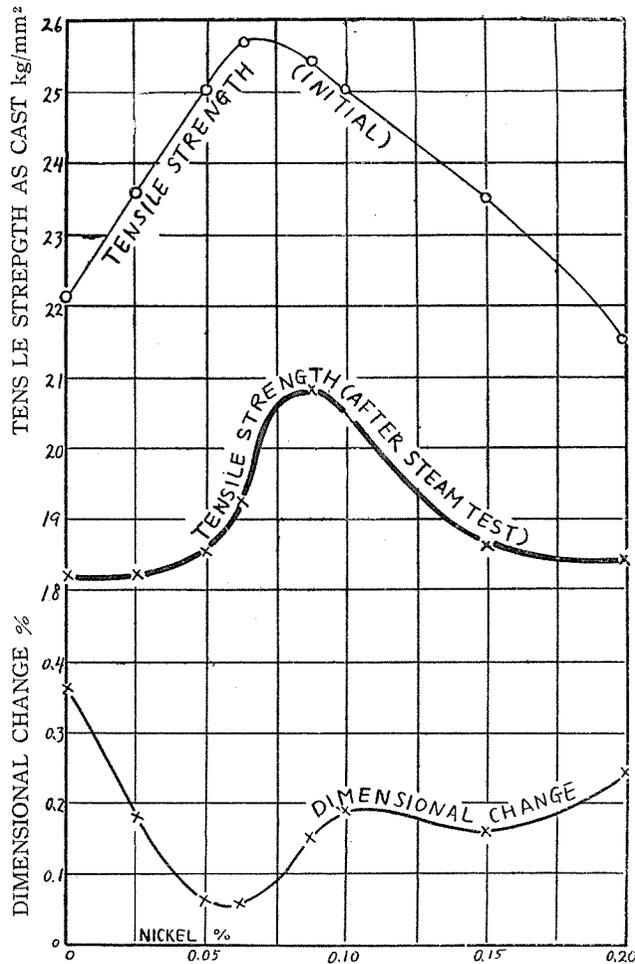
試料番號	初期抗張力	腐蝕後抗張力	寸法の變化	變化の有様
1	24.81	16.05	1.457	稍 彎 曲
2	22.13	18.21	0.364	良 好
3A	25.00	18.50	0.061	最 良 好
3B	25.06	20.42	0.183	良 好
3C	23.5	18.65	0.162	良 好
3D	21.5	18.36	0.244	良 好
8	—	—	6.74	不良崩壞

但し測定値は平均を示す。

以上の結果を圖示すれば第13圖の如くである。第13圖によれば初期抗張力における極大は大體0.07%附近と考えられ鑄込の儘において25.8kg/mm²程度得られることを示し、寸法の變化は *Ni* 0.05~0.07%附近で極小となる。

第13圖により最も良好と認められる合金成分は *Al*4.1%, *Cu* 0.2%, *Mg* 0.04%, *Ni* 0.07%である。

なお第14圖は蒸氣試驗後の dimensional Change を比較圖示したもので變化の少なきほど良質なることを示し上記の如き本研究の結果得られた合金が最も良好な成績を示している。

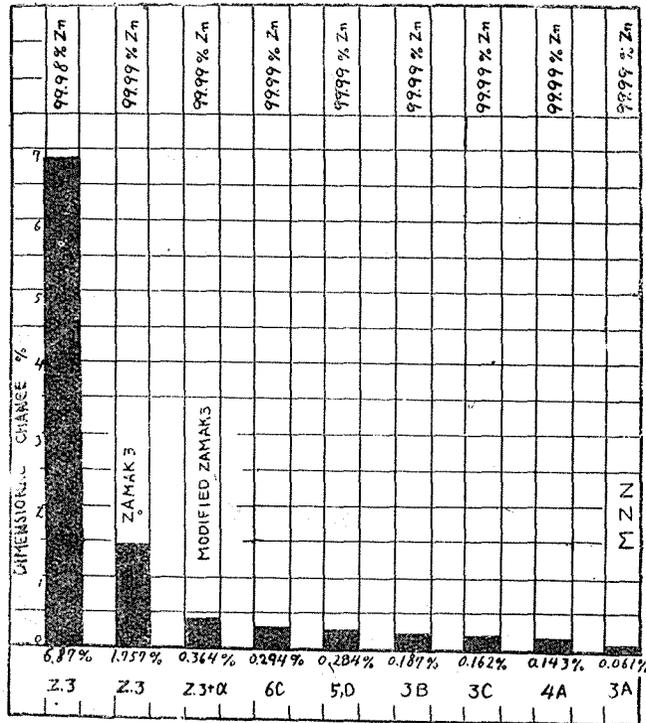


第 13 圖 INFLUENCE OF NICKEL ON MODIFIED ZAMAK 3
USING FOUR NINE Zn BY 470Hrs 100°C
STEAM TEST

2. コバルトの影響に関する考察

前期諸実験に明らかな如く ZAMAK 型各種合金に対するコバルトの影響は抗張力に對しては好影響を及ぼすことが認められた。しかしてその好影響は比較的コバルトの含有の小さな範圍にして大體 0.05% 以下の場合である。本實驗において最も好結果の點は次の如くである。

合金型	Co %	抗張力 max	kg/mm ² Co 無き場合	差 kg/mm ²
ZAMAK 3	0.028	33.2	28.0	5.2
ZAMAK 5	0.02	37.7	28.9	8.8
ZAMAK 2	0.04	32.0	28.3	3.7



第 14 圖 DIMENSIONAL CHANGE OF ZAMAK ALLOYS BY 470 HOURS STEAM TEST. TEMP. 100°C

上記の如くコバルト添加のため ZAMAK 5 型の場合に特に著しく好結果が表われ ZAMAK 2 は案外に低い結果が得られた。

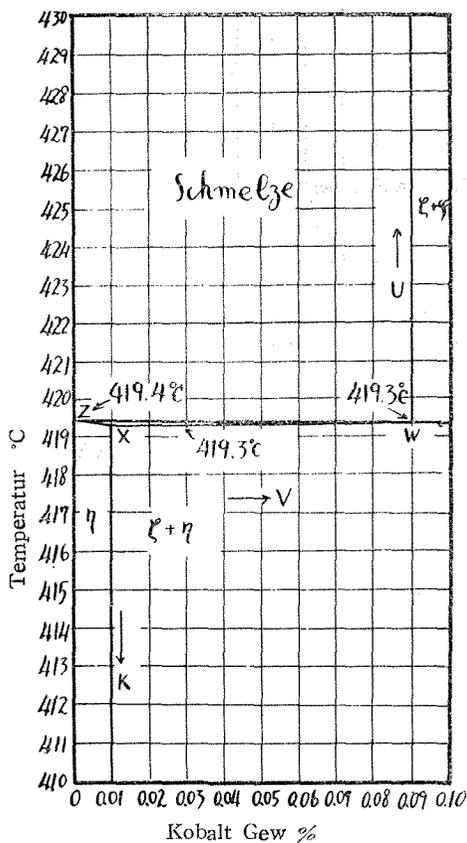
この種抗張力に対する好影響は次の如きニッケルの場合に比し高く

合金型	Ni %	抗張力 max	kg/mm ² Co無き場合	差 kg/mm ²
ZAMAK 3	0.07	25.40	23.67	1.73
ZAMAK 5	0.09	30.15	27.41	2.74
ZAMAK 2	0.12	31.90	30.54	1.36

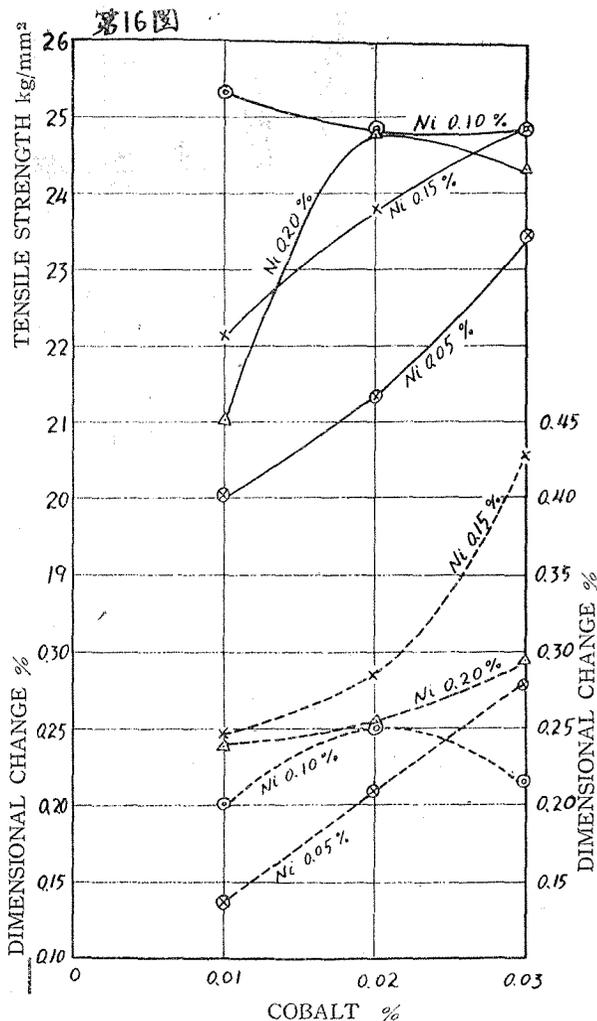
抗張力のみを考えればコバルトは極めて有効な成分と考えられる。しかるに耐蝕性においては一般に不結果にして増量変化よりみるも大體0.02%以上の場合は著しく酸化せらるることを示している。ただここに注目すべき事柄は増量変化における曲線の傾向が0.01%附近において極小を形成することであり曲線の勢より推察すればこの種極小はそれぞれ次の如くである。

合金型	Co %	増量変化	mg/cm ² Co無き場合	差 mg/cm ²
ZAMAK 3	0.007	2.575	2.62	0.05
ZAMAK 5	0.01	2.40	2.58	0.18
ZAMAK 2	0.008	2.60	2.71	0.09

即ち上記のコバルト含有量においては抗張力とともに耐蝕性も改善せらるることを示しており、両性質に關聯して共に有効な範圍である。Zn—Co系二元合金の状態圖は Schram により研究されその中 Co 微量な範圍の状態圖を示せば第16圖の如くである。但し第16圖は著者が擴大し modify したもので Co 0.01% 附近において eutectic X がありしかも Zn の m. p. 419.4°C にほとんど一致し 419.3°C となつてゐる。従つて液相線の ZW が eutectic line XW にほとんど一致してゐる。しかして 0.01% 附近までは Schmelze より直ちに單一な phase η を表わし Co は全く固溶してゐると考えられる。従つて極めて homogeneous な合金が得られ Co の好影響が表われ耐蝕性も改善せらるるものと考えらる。しかるに 0.01% 以上においては Co の量増大しこの phase の析出あり性質は逆轉しこの増加するに従い耐蝕性を減少すると思はれる。



第 15 圖
Zustandsbild der
Zink-Kobalt-Legierungen.
(Nach Schram)



第 16 圖 INFLUENCE OF COBALT IN THE PRESENCE
OF NICKEL ON ZAMAK 3

しかし抗張力においてはニッケルと同様強力な Co の含有の増加により増大しその適量までの範囲において抗張力の極大を形成しそれ以上においては却つて降下すると考えらる。

3. コバルト含有におけるニッケルの影響

本実験はコバルトによる抗張力の増大とニッケルによる耐蝕性の好果とを利用する意味において Co 及び Ni を含有する場合の実験を行つた。

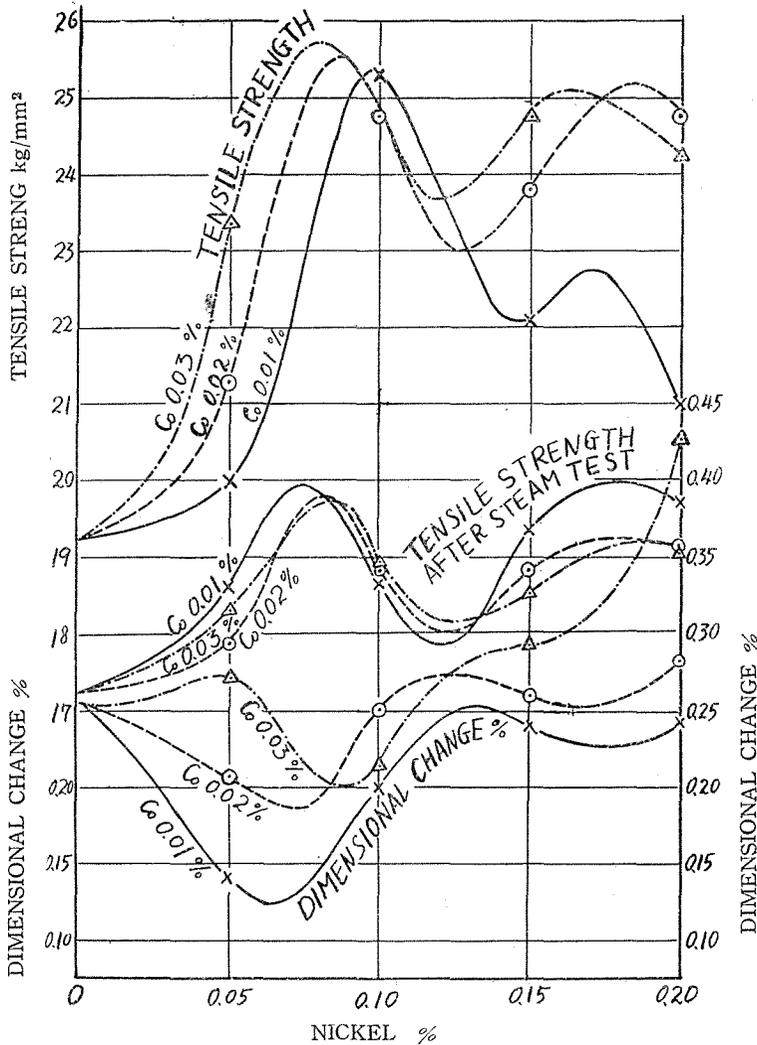
実験方法は上項の各実験と同様な設備を用い各種類の試料を各2本丸棒に鑄込み470時間100°Cの水蒸氣中に保ち寸法の變化を測定し別に初期抗張力及び steam test 後の抗張力を測定した。但し steam test 後の抗張力は各種類の試料を1種に付3~4本の test piece 用の鑄型に注ぎ込み240時間の steam test にかけた後の結果であり測定値はいずれも平均値である。これは第7表に示された如くである。

第7表

試料番號	化 學 成 分 %					初期抗張力 kg/mm ²	蒸氣試験後 抗 張 力 kg/mm ²	寸法變化 %
	Al	Cu	Mg	Ni	Co			
4 A	4.1	0.2	0.04	0.05	0.01	20.00	18.60	0.143
4 B	4.1	0.2	0.04	0.10	0.01	25.31	18.67	0.200
4 C	4.1	0.2	0.04	0.15	0.01	22.05	19.035	0.240
4 D	4.1	0.2	0.04	0.20	0.01	21.00	19.71	0.245
5 A	4.1	0.2	0.04	0.05	0.02	21.31	17.90	0.203
5 B	4.1	0.2	0.04	0.10	0.02	24.80	18.86	0.250
5 C	4.1	0.2	0.04	0.15	0.02	23.80	18.83	0.251
5 D	4.1	0.2	0.04	0.20	0.02	24.80	19.10	0.284
6 A	4.1	0.2	0.04	0.05	0.03	23.40	18.30	0.276
6 B	4.1	0.2	0.04	0.10	0.03	24.80	18.94	0.219
6 C	4.1	0.2	0.04	0.15	0.03	24.80	18.58	0.294
6 D	4.1	0.2	0.04	0.20	0.03	24.28	19.11	0.426
7	4.1	0.2	0.04	Al 0.2		—	—	1.088
8	4.1	0.0	0.08	Zn 99.98		—	—	6.740

以上の結果をコバルトの含有量に對し抗張力及び寸法の變化を示せば第17圖の如くであり、ニッケルの含有量に對して表わせば第18圖の如くである。第17圖に示す如くコバルトの影響は大體抗張力を増大するが steam test 後の寸法變化には悪影響あることが認めらる。但しニッケルの含有量により著しい變化がある。

ニッケルの含有量に應ずる變化は第7圖において明らかに表われており各曲線は相似した傾向を示している。初期抗張力曲線は Ni の極少量の間は上昇緩漫にして次いで急昇し極大を形



第 17 圖 IUFUNCE OF NICKEL IN THE PRESEUCE OF COBALT OP ZAMAK 3

成し急降し極小を造り再び上昇して極大となる傾向を示している。蒸気試験後の抗張力曲線も大體初期抗張力と似ているが極大極小の位置が多少ずれておりコバルトに應ずる順序も多少變化している。

寸法の變化は大體抗張力と反對の傾向を示しており初め極小を造り、次いで極大となる。しかしてこの場合の極小は抗張力の極大と必ずしも一致せず Co の小なる程早く極小を造る傾向を示してある。寸法の變化の小なることを希望する場合は Co が0.01%附近宜しくある程度抗張力を増し好結果である。

しかし Co の影響として一般には却つてニッケルの好影響を打消し耐蝕性の低下寸法の増大を起しむしろ悪影響を與えるものと考えられる。

4. 結 論

Ni の添加は比較的少量の場合に好影響を表わしこの限度を超れば抗張力及び耐蝕性を減少するのみならず fluidity を著しく低下し却つて悪影響を及ぼす。しかして *Ni* 好影響の範囲は大體0.15%以下にしてZAMAK系合金に関しては *Cu* の量大なるほど *Ni* 量を増加して好結果なることが認められ抗張力の見地より適量なる添加量は次の如くである。

ZAMAK 3型	<i>Ni</i> 0.07%
ZAMAK 5型	<i>Ni</i> 0.09%
ZAMAK 2型	<i>Ni</i> 0.12%

なおZAMAK 3改良合金として推奨せんとする合金成分は次の如くである。

Al 41.1%, *Cu* none, *Mg* 0.04%, *Ni* 0.07%

又長時間の腐蝕に耐え dimensional change 少なく抗張力大なるものとして最も良好と考えられるダイカスト用合金の成分は次の如くである。

Al 4.1%, *Cu* 0.2%, *Mg* 0.04%, *Ni* 0.07%

但し fluidity の點よりはむしろ *Ni* 少なきを可とし抗張力を要求せぬ場合は *Ni* 0.05%を選ぶを可と考える。

Co は比較的少量の範囲において抗張力に対する好影響を有し、*Ni* と同様初め増大し極大を形成し後下る特性曲線が得られた。しかし *Ni* の場合に比し抗張力に対する好果は著しく各極大値において次の如き比較結果が得られた。

合金型	添加量%	初期抗張力 極大 kg/mm ²	<i>Co</i> 又は <i>Ni</i> を添 加せぬ時との差 kg/mm ²
ZAMAK 3	<i>Ni</i> 0.07	25.40	1.73
〃	<i>Co</i> 0.028	33.20	5.20
ZAMAK 5	<i>Ni</i> 0.09	30.15	2.74
〃	<i>Co</i> 0.02	37.70	8.80
ZAMAK 2	<i>Ni</i> 0.12	31.90	1.36
〃	<i>Co</i> 0.04	32.00	3.70

しかして増量變化の曲線の傾向は大體ニッケルと同様に最初極小を形成することが認められた。但しこの極小はニッケルの場合に比し、*Co* 含有量著しく少量の範囲内 (0.01%程度) において表われ、好果の程度大ならざるのみならず、これに對應する抗張力の増大わずかにして *Ni* の如く抗張力の極大値と一致せず、腐蝕に對する *Co* の好影響はその利用價值比較的少ないこととなる。

なおコバルト含有の場合の *Ni* の影響は *Ni* の添加量に應じ曲線の傾向は大體似ておるが、*Co* の好影響は必ずしも認められず場合により *Ni* の好果を打消すが如き傾向も認められた。しかして *Ni* を適量含有せしめ、抗張力を大にし且つ寸法の變化を極小ならしめるためには *Co* 0.01%程度を加うる方が好結果なることがわかつた。

本研究は一部文部省科學研究費の補助により實驗は北澤吉民、八卷洋、小林重彦、深川正治の諸氏の努力によること多くここに厚く謝意を表する。