

## 鋼管の亜鉛鍍金に就て (第1篇)

## ガス管の沸し付け鍍金法による優秀亜鉛鍍金層に就て

荻野 安藏\*

## ON THE HOT-DIP ZINC COATINGS OF WELDED GAS PIPES.

Yasuzo Ogino.

**SYNOPSIS:**—On this research the writer intended to investigate the fundamental principles of the "Hot-Dip" galvanizing process of steel pipes all along. His ultimate purpose is to make good and perfectly galvanized pipes, in every direction, by fully investigating all the facts which are derived from the real consequences of the present research.

He utilized, in his experiments, a pretty large zinc-bath, 7,000 × 760 × 1,200 deep mm, for he thought it most appropriate to do so, on the point of view of obtaining the progressive consequences of the experiments which are easily comparable with the results obtained from the daily factory work by using the same bath in this case too.

Moreover, he has chosen 3/4" butt-welded gas pipes for the test pieces of all the testings he treated, as he thought that 3/4" welded pipes are most widely galvanized in these days for gas and water line services etc., and therefore it would be most worth to choose them for his experiments.

From this point of view, the writer had as many testings and experiments as possible on the zinc-coatings of 3/4" butt-welded gas pipes with respect to the following subjects:—

1. The copper-sulphate solution tests of the zinc-coatings.
2. " Antimony-chloride tests for detecting the weight of zinc-coatings on the pipe surfaces.
3. " Axial compression tests of the coated pipes.
4. " Bending tests " " "
5. " Alkali tests of the zinc-coatings.
6. " Sea-water corrosion tests " " "
7. " Clean water " " "
8. " Atmospheric-Exposure " " "
9. " Earth-Exposure " " "
10. " Microstructure tests " " "
11. " Hardness tests of 3/4" butt-welded gas pipes:— original black pipes, pickled black pipes and the zinc-coated pipes.
12. " Tension and Elongation tests of 3/4" gas pipes:— original black pipes, pickled black pipes and the zinc-coated pipes.

Appendix: Miscellaneous Notes on the hot-dip galvanizing process of welded gas pipes are fully given.

## 緒 論

著者は此研究に於て鋼管の沸し付け亜鉛鍍金法の原理を詳細に究明し猶此の研究に基きて鋼管に對する最も完全なる鍍金加工に實地利用するを以て其の目的とす。此の觀點よりして鋼管鍍金の有らゆる方面に亘り可及的廣く且つ多くの實驗を行ひ以て此の種鍍金の原理と實地の諸問題とを對照し併せて之を解決せんとするものなり。

此の實驗中著者は充分大なる鍍金槽 (7,000 × 760 × 1,200mm) を使用し是れによりて得たる試験の結果と又同一槽により實地毎日作業によりて得たる結果と照合し表裏相平行的に之が研究の進行に資せんことを期したり。

又此の實驗に於ては試料として公稱 3/4" の鍛接ガス管を使用したり。蓋し今日に於ては 3/4" 鋼管はガス水道其他一般用鍍金管として最も多く世に使用せられつゝある點より見て之を採用することが最も有意義なりと認めたるを以てなり。素より實作業に際し鍛接管にありては引抜管に於けるより製造加工上遙に多く種々の難題及事故を引き起すを常とするを以て専ら研究の重點を之に向けたる次第なり。

猶 3/4" 以外の鋼管に就ては是によりて得たる研究の結果に基き其れ以上或る程度の更正を加ふる必要あるは勿論のこと乍ら大抵 3/4" 管に於ける試験の結果に基きて同種諸問題を考察するに與りて力あるべきを信ず。著者は此の觀點に基きて下記の主要項目につき 3/4" 鍛接管の亜鉛鍍

\* 日本鋼管株式会社

5

金に就て可成的多くの諸試験を行ひたるものなり。

一般的條件

主要試験項目

1. 試料管表面の亜鉛鍍金層の重量試験
2. " " " " 硫酸銅試験
3. 鍍金試料管の屈曲試験
4. " " 縦方壓縮試験
5. " " 抗張力及伸長率試験
6. " " 硬度試験
7. 試料管の亜鉛鍍金層のアルカリ試験
8. " " " 大氣中に於ける腐蝕試験
9. " " " 海水中に於ける腐蝕試験
10. " " " 淡水中に於ける腐蝕試験
11. " " " 地中に於ける腐蝕試験
12. " " " 顯微鏡組織試験
13. 其他ガス管亜鉛鍍金に関する雜錄

鍍金槽の内法寸法及厚さ, 7,000長×760幅×深 1,200  
×厚 32 (mm)  
熔解亜鉛の試験の際の温度 °C 430~550  
夜間(作業休止中)の其温度 °C 425~430  
使用亜鉛の品種, 加奈太産 タマナツク  
使用燃料, 北米産重油 カリフォルニヤ油  
同重油の平均熱量, 1kg 當り 10,500kcal  
使用重油バーナー型式及個數, No. 2 型 コロナ低壓  
式 5 個, 其各個能力, 毎時 10 米ガロン  
亜鉛槽内熔解亜鉛の平均重量, 42,000 kg  
底敷用鉛平均約重量, 2,000 kg  
毎日の作業時間, 10~12 時間

第 1 表 試料管及亜鉛バスの化學的成分温度及浸漬時間

3/4" 試料管 成分 %						亜鉛バス			3/4" 試料管 成分 %						亜鉛バス					
No.	C	Mn	S	P	Cu	温度 °C	浸漬 sec.	部分的成分		No.	C	Mn	S	P	Cu	温度 °C	浸漬 sec.	部分的成分		
								Fe	Pb									Fe	Pb	
1	0.09	0.31	0.021	0.013	0.12	430	25	0.027	0.94	37	0.09	0.29	0.018	0.016	0.06	490	25	0.053	0.98	
2	"	"	"	"	"		50	"	"	38	"	"	"	"	"		50	"	"	"
3	0.10	0.31	0.026	0.014	0.11		75	"	"	39	0.12	0.36	0.029	0.023	0.11		75	"	"	"
4	0.07	0.41	0.051	0.048	0.02		100	"	"	40	0.10	0.29	0.017	0.017	0.13		100	"	"	"
5	0.08	0.56	0.038	0.048	0.01		125	"	"	41	0.11	0.37	0.040	0.026	0.11		125	"	"	"
6	"	"	"	"	"		150	"	"	42	"	"	"	"	"		150	"	"	"
7	0.11	0.34	0.018	0.023	0.10	440	25	0.030	0.96	43	0.07	0.33	0.056	0.040	0.03	500	25	0.052	1.06	
8	"	"	"	"	"		50	"	"	44	"	"	"	"	"		50	"	"	"
9	0.08	0.44	0.052	0.074	0.01		75	"	"	45	0.07	0.38	0.028	0.056	0.02		75	"	"	"
10	0.12	0.35	0.025	0.022	0.11		100	"	"	46	0.03	0.36	0.028	0.030	0.16		100	"	"	"
11	0.07	0.45	0.051	0.073	0.01		125	"	"	47	0.14	0.43	0.028	0.026	0.13		125	"	"	"
12	"	"	"	"	"		150	"	"	48	"	"	"	"	"		150	"	"	"
13	0.07	0.45	0.045	0.051	0.03	450	25	0.032	0.95	49	0.09	0.36	0.022	0.022	0.12	512	25	0.060	1.05	
14	"	"	"	"	"		50	"	"	50	"	"	"	"	"		50	"	"	"
15	0.08	0.54	0.068	0.077	0.03		75	"	"	51	0.07	0.47	0.042	0.046	0.02		75	"	"	"
16	0.07	0.45	0.049	0.049	0.03		100	"	"	52	0.09	0.35	0.021	0.020	0.12		100	"	"	"
17	0.08	0.53	0.068	0.076	0.03		125	"	"	53	0.08	0.49	0.043	0.043	0.02		125	"	"	"
18	"	"	"	"	"		150	"	"	54	"	"	"	"	"		150	"	"	"
19	0.07	0.42	0.050	0.065	0.02	460	25	0.042	0.96	55	0.09	0.36	0.036	0.022	0.07	525	25	0.065	1.05	
20	"	"	"	"	"		50	"	"	56	"	"	"	"	"		50	"	"	"
21	0.07	0.50	0.026	0.031	tr		75	"	"	57	0.09	0.41	0.042	0.036	0.18		75	"	"	"
22	0.07	0.43	0.045	0.053	0.02		100	"	"	58	0.11	0.39	0.036	0.027	0.12		100	"	"	"
23	0.08	0.53	0.026	0.031	0.01		125	"	"	59	0.09	0.40	0.042	0.038	0.18		125	"	"	"
24	"	"	"	"	"		150	"	"	60	"	"	"	"	"		150	"	"	"
25	0.07	0.47	0.050	0.013	0.02	470	25	0.040	0.95	61	0.07	0.55	0.029	0.039	0.02	550	25	0.062	1.09	
26	"	"	"	"	"		50	"	"	62	"	"	"	"	"		50	"	"	"
27	0.08	0.46	0.044	0.063	0.03		75	"	"	63	0.08	0.44	0.044	0.041	0.02		75	"	"	"
28	0.07	0.48	0.029	0.032	0.02		100	"	"	64	0.07	0.54	0.031	0.042	0.02		100	"	"	"
29	0.08	0.51	0.056	0.066	0.03		125	"	"	65	0.08	0.46	0.044	0.049	0.02		125	"	"	"
30	"	"	"	"	"		150	"	"	66	"	"	"	"	"		150	"	"	"
31	0.08	0.28	0.024	0.022	0.11	480	25	0.054	1.02											
32	"	"	"	"	"		50	"	"											
33	0.15	0.45	0.028	0.026	0.12		75	"	"											
34	0.08	0.27	0.024	0.020	0.12		100	"	"											
35	0.10	0.30	0.026	0.016	0.11		125	"	"											
36	"	"	"	"	"		150	"	"											

備考 試料管の Si 含有量...tr.

亜鉛バス中には約 0.0001~0.0002% Cd, 0.0010~0.0025% Cu を含む。

毎日のガス管鍍金量, 40~50t

ガス管寸法, 口径 1/2"~6"

毎日の作業開始時刻, 午前 7 時とす

此の亜鉛槽を利用して以下記述せる亜鉛鍍金の試料管を準備する爲特に午前 5~7 時迄を是れに専用したり。

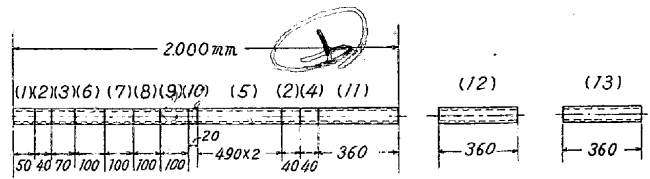
各種の試験に要する 3/4" 銲接ガス管試料の調製方:

3/4" 銲接管中其形格寸法及表面状態の良好なるもの 66 本を選び各々長さ 2,720mm に切り揃へ之を使用原管と定めたり。其平均の厚さ各 2.8mm とす。

此の原管の各個より最初に試料管 (13)-長さ 360mm (黒管) を切り取り, 斯くして残り長さの 66 本を 6% 濃度の硫酸溶液中にて同時に酸淨したる後更に其各個より試料管 (12)-長さ 360mm (酸淨黒管) を切り取る。斯くして残りたる長さ 2m の原管 66 本は總て第 1 表に示せる通り亜鉛バスの温度及浸漬時間の各々異なる條件に従て各別々に鍍金を施し且第 1 圖に示せる如く其各々より夫々所要の鍍金試料管 (1)~(11) を切り取りたり。

第 1 圖. 各種の試験に要する 3/4" 試料管の長さを示すものにして上記の各原管より各此順位に切り取りたり。

第 1 圖



試料 No.	長さ mm	試料管用途別
(1)	50	鍍金層の硫酸銅溶液試験用
(2)	* 40×2	鹽化アンチモン試験... 鍍金層の重量測定用
(3)	70	管の縦方壓縮試験用
(4)	40	鍍金層のアルカリ試験用
(5)	* 90×2	管の屈曲試験用
(6)	100	鍍金層の海水中に於ける腐蝕試験用
(7)	100	" 淡水中 " "
(8)	100	" 大氣中 " "
(9)	100	" 地中 " "
(10)	20	" 顯微鏡試験用
(11)	360	管體の硬度, 抗張力並に伸長度試験用
(12)	360	酸淨黒管の " " " "
(13)	360	黒原管の " " " "

\* 試験の結果平均値を得る爲め同種試料 2 個作り。

前記 3/4" 鍍金試料管表面の亜鉛層の重量試験: (第 2 表及第 2 圖)

第 2 表 3/4" 銲接管面の亜鉛層の平均重量を表す (鹽化アンチモン試験法による)

試料 No.	亜鉛バス		亜鉛層の平均重量 gr/cm <sup>2</sup>	試料 No.	亜鉛バス		亜鉛層の平均重量 gr/cm <sup>2</sup>	試料 No.	亜鉛バス		亜鉛層の平均重量 gr/cm <sup>2</sup>	試料 No.	亜鉛バス		亜鉛層の平均重量 gr/cm <sup>2</sup>
	温度 °C	浸漬 sec.			温度 °C	浸漬 sec.			温度 °C	浸漬 sec.			温度 °C	浸漬 sec.	
1		25	0.0676	19		25	0.0648	37		25	0.0645	55		25	0.0642
2		50	0.0677	20		50	0.0663	38		50	0.0656	56		50	0.0668
3	430	75	0.0701	21	460	75	0.0688	39	490	75	0.0687	57		75	0.0692
4		100	0.0809	22		100	0.0806	40		100	0.0799	58	525	100	0.0811
5		125	0.1075	23		125	0.1039	41		125	0.1036	59		125	0.1066
6		150	0.1283	24		150	0.1224	42		150	0.1216	60		150	0.1259
7		25	0.0661	25		25	0.0651	43		25	0.0648	61		25	0.0669
8		50	0.0682	26		50	0.0664	44		50	0.0653	62		50	0.0688
9	440	75	0.0710	27	470	75	0.0686	45	500	75	0.0678	63	550	75	0.0722
10		100	0.0816	28		100	0.0811	46		100	0.0802	64		100	0.0869
11		125	0.1060	29		125	0.1045	47		125	0.1044	65		125	0.1123
12		150	0.1271	30		150	0.1219	48		150	0.1233	66		150	0.1367
13		25	0.0651	31		25	0.0666	49		25	0.0622				
14		50	0.0674	32		50	0.0654	50		50	0.0669				
15	450	70	0.0696	33	480	75	0.0685	51	512	75	0.0689				
16		100	0.0818	34		100	0.0809	52		100	0.0801				
17		125	0.1044	35		125	0.1029	53		125	0.1054				
18		150	0.1240	36		150	0.1212	54		150	0.1241				

備考 試料管は 3/4" 銲接ガス管にして厚さ平均 2.8mm

各管の長さ 40mm とす

各試料管各々 2 箇宛を使用し其の結果の平均値を採定せり

第 2 圖は上表に於て等亜鉛槽温度に配順したる鍍金層の平均重量の圖表とす

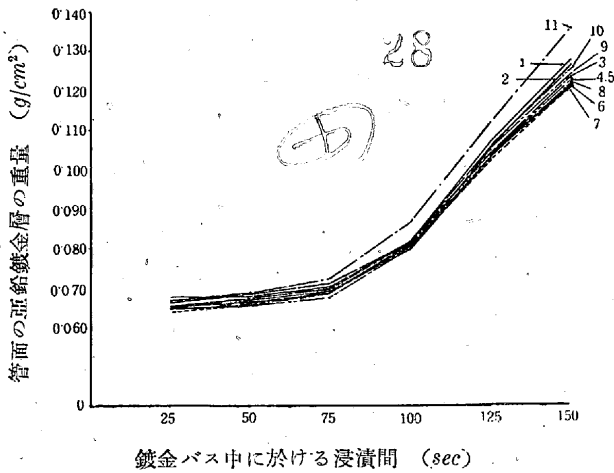
第 3 圖は之を等浸漬時間に配順したる圖表とす

第3表 其硫酸銅試験の結果に於ける有効浸漬回数を示す

試料 No.	亜鉛バス		硫酸銅試験 有効浸漬回数		試料 No.	亜鉛バス		硫酸銅試験 有効浸漬回数		試料 No.	亜鉛バス		硫酸銅試験 有効浸漬回数			
	温度 °C	浸漬 sec.	各箇	平均		温度 °C	浸漬 sec.	各箇	平均		温度 °C	浸漬 sec.	各箇	平均		
1	430	25	11	11.7	19	25	13	15.0	37	25	13	525	14	17.7		
2		50	10		20	50	14		38	50	15		56		50	15
3		75	12		21	75	14		39	75	16		57		75	17
4		100	12		22	100	15		40	100	17		58		100	18
5		125	12		23	125	17		41	125	19		59		125	20
6		150	13		24	150	17		42	150	20		60		150	23
7	440	25	11	12.8	25	25	13	15.8	43	25	13	550	14	18.0		
8		50	12		26	50	14		44	50	15		61		25	14
9		75	12		27	75	15		45	75	16		62		50	15
10		100	13		28	100	16		46	100	18		63		75	17
11		125	14		29	125	18		47	125	19		64		100	19
12		150	15		30	150	19		48	150	21		65		125	21
13	450	25	12	14.0	31	25	13	16.3	49	25	14	512	14	17.3		
14		50	13		32	50	15		50	50	14		50		50	14
15		75	14		33	75	16		51	75	16		51		75	16
16		100	14		34	100	16		52	100	18		52		100	18
17		125	15		35	125	18		53	125	20		53		125	20
18		150	16		36	150	20		54	150	22		54		150	22

備考 硫酸銅液中に於ける1分間浸漬試験による 3/4" 試料管は厚さ平均 2.8mm 長さ 50mm 室内温度は 19~20°C  
 硫酸銅溶液の比重は 20°C に於て 1.19 とす 試験中同溶液の温度は凡そ 20~21°C に保てり 使用亜鉛はタマナツク

第2圖 種々相異なる亜鉛バスの温度並に浸漬時間のもとに鍍金したる 3/4" 鍍接管の表面積 cm<sup>2</sup> 當りの鍍金層の重量の圖表を示す 等バス温度に對する曲線圖



曲線 No.	亜鉛バスの温度	曲線 No.	亜鉛バスの温度
1	430°C の曲線	7	490°C の曲線
2	440 "	8	500 "
3	450 "	9	512 "
4	460 "	10	525 "
5	470 "	11	550 "
6	480 "		

第4圖は前記試験に於ける鍍金層の平均有効浸漬回数の圖表とす

結論

(1) 此試験に於て管の單位表面積に對する附着亜鉛の平均重量はバスの温度が 490°C 以下ならば其上下によりては左程の變化はなく寧ろ其浸漬時間の長短によりて生ず

る變化の方が餘程大なるを知る。

(2) 此平均重量は又高温度にありては 100 秒以上の長き浸漬によりては著しく變化を受くること明かなり。併し 75 秒以下の短時間に於ては左程影響なし。

(3) 又此平均重量は 450°C 以下に於ては 460~480°C なる中庸温度の場合に於けるよりも幾分大なり。

(4) 此平均重量はバスの温度が猶上昇して 500°C 以上にもなれば其浸漬時間に應じて加速度的に増大す。

(5) 總合的の意味からバスの温度は凡そ 460~470°C の時を最も好條件と見ることを得べし。

前記 3/4" 鍍金試料管の亜鉛層の硫酸銅液試験：(第3表)

結論

此試験に於て總體的の結果はバスの温度の 470~490°C の場合に甚だ良好なり。一般に鍍金層の硫酸銅溶液に對する抵抗力は普通の場合に於て概ね層の厚さに正比例なるべし。

以下本試験に對する主なる必要諸條件に就て述ぶべし。

(1) 亜鉛鍍金層は合理的に厚く、均齊にして極て平滑なるべし。

(2) 層は膠着性に富み且つ強靱性を有することを要す

(3) 層中にドロスあるものは不可なり。何となればドロスは層を粗惡にし且つ脆弱ならしめ其硫酸銅溶液に對する抵抗力を著しく低減せしむるを以てなり。

(4) 管は鍍金を施すに先ち充分に酸淨してスケール

其他の有害物を除去することを要す。

(5) 管は鍍金の直前に 250°C 以上で充分に豫熱し酸淨作業によりて管材内に保留せる水素ガスを充分に大氣中に放出せしむるを要す。

(6) 試験の結果に従へば鍍金層は 470~490°C のバスの温度に於て 125~150 秒間浸漬したるものを最も好適なりとす。

(7) 鍍金槽は充分に大容積のものを用ひて以て亞鉛温度の上下を必然的に避くることを要す。

(8) 鍍金槽は重油、發生爐ガス或は電熱設備によりて全部分に亘り充分均齊に加熱するを要す。

(9) バス内に熔解する亞鉛は可及的純粹なるものを用ふるを要す。特に鐵分を含むものは之を避くべし。

(10) 亞鉛のドロスを日々作業終了後に充分注意して取り除くを要す。是れが溜るに従てバスの熱の傳導状態は悪しくなり之が原因して槽の過熱や破損を引き起すに至るべし。

(11) バスの表面に生ずる酸化亞鉛末も充分に之を除去して製品の鍍金表面の汚損を防ぐことに注意すべし。

(12) 但し此亞鉛末は作業上必要の時以外は之を攪拌又は除去することを避くること肝要なり。作業時以外は鹽化亞鉛フラックスを以て亞鉛の全表面を覆ひ以て其酸化作用

を防ぐことに留意するを肝要とす。

結 論

一般に此試験に於ては鍍金層は薄く均齊平滑にして弾性に富めば富む程愈々其結果良好なり。特に鍍金管をコンヂットパイプと同様の目的に使用する場合には上記の條件は最も重要なりとす。

屈曲試験に對する主なる要件を挙げれば次の如し。

(1) 鍍金層は合理的薄く均齊にして且つ表面平滑なるを要す。

(2) 是れが膠着力強く且つ強靱性に富むことを要す。

(3) 是れにドロスや酸化亞鉛末の附着せず極て滑かなるを要す。

(4) 管は豫め能く焼鈍して其歪張を充分に除去するを要す。

(5) 管は豫め充分に酸淨し水洗してスケール其他の有害物を除去すべし。酸淨不充分なるものも過度なるものも何れも鍍金は不良なり。

(6) 管は鍍金に先ち 250°C 以上で充分に豫熱し酸液の作用より來れる管材内の保留水素ガスを充分に大氣中に放出すべし。

(7) バスの温度は一様に可成低きを要す先づ 460~475°C を適當とす。

前記 3/4" 鍍金試料管の屈曲試験：(第 4 表)

第 4 表 此種 3/4" 試料管の屈曲試験の結果を示す

試料 No.	亜鉛バス		試料の屈曲試験による亜鉛層の記 事	試料 No.	亜鉛バス		試料の屈曲試験による亜鉛層の記 事	試料 No.	亜鉛バス		試料の屈曲試験による亜鉛層の記 事	試料 No.	亜鉛バス		試料の屈曲試験による亜鉛層の記 事
	温度 °C	浸漬 sec.			温度 °C	浸漬 sec.			温度 °C	浸漬 sec.			温度 °C	浸漬 sec.	
1	430	25	外方極僅の罅あり	19	460	25	罅 無 し	37	490	25	罅 無 し	55	525	25	部分的に剥脱す
2		50		20		50		38		50		56		50	
3		75		21		75		39		75		57		75	
4		100		22		100		40		100		58		100	
5		125		23		125		41		125		59		125	
6		150		24		150		42		150		60		150	
7	440	25	外方極僅の罅あり	25	470	25	罅 無 し	43	500	25	外方に僅の罅あり	61	550	25	剥 脱 甚 し
8		50		26		50		44		50		62		50	
9		75		27		75		45		75		63		75	
10		100		28		100		46		100		64		100	
11		125		29		125		47		125		65		125	
12		150		30		150		48		150		66		150	
13	450	25	罅 無 し	31	480	25	罅 無 し	49	512	25	外方に大罅あり				
14		50		32		50		50		50					
15		75		33		75		51		75					
16		100		34		100		52		100		部分的に剥脱す			
17		125		35		125		53		125					
18		150		36		150		54		150					

備 考 試料管は 3/4" 鍛接管、厚さ平均 2.8mm、長さ 490mm。 屈曲の内方半徑 82mm。

屈曲角度 18°...電動式パイプ曲げ機による。

試験に際して管の接合せ目を屈曲軸面と 45° の位置に配置せり。

前記 3/4" 鍍金試料管の縦方壓縮試験: (第5表)

第5表 3/4" 鍍金試料管の此種試験の結果を示す

試料 No.	亜鉛バス		壓縮後管長 mm	3/4" 試料管の試験による亜鉛層の記事		試料 No.	亜鉛バス		壓縮後管長 mm	3/4" 試料管の試験による亜鉛層の記事		試料 No.	亜鉛バス		壓縮後管長 mm	3/4" 試料管の試験による亜鉛層の記事		
	温度 °C	浸漬 sec.					温度 °C	浸漬 sec.					温度 °C	浸漬 sec.				
1	430	25	30	端部に僅少の罅あり	無	25	470	25	40	罅	無	49	512	25	50	端部に僅か罅と剥脱あり	大罅あり一部剥脱す	
2		50	30			50		50	50			50						
3		75	30			75		75	75			75						
4		100	30			100		100	100			100						
5		125	30			125		125	125			125						
6		150	30			150		150	150			150						
7	440	25	30	罅	無	31	480	25	40	罅	無	55	525	25	50	大罅あり一部剥脱す	罅	
8		50	30			50		50	50			50						
9		75	30			75		75	75			75						
10		100	30			100		100	100			100						
11		125	30			125		125	125			125						
12		150	30			150		150	150			150						
13	450	25	30	罅	無	37	490	25	40	罅	無	61	550	25	50	大罅あり一部剥脱す	罅	
14		50	30			50		50	50			50						
15		75	30			75		75	75			75						
16		100	30			100		100	100			100						
17		125	30			125		125	125			125						
18		150	30			150		150	150			150						
19	460	25	30	罅	無	43	530	25	40	端部に僅か罅と剥脱あり	罅							
20		50	30			50		50	50									50
21		75	30			75		75	75									75
22		100	30			100		100	100									100
23		125	30			125		125	125									125
24		150	30			150		150	150									150

備考 試料管は 3/4" 鍛接管にして試験前長さ 70mm, 厚さ平均 2.8mm なり。70t.

水圧試験機にかけて之を縦方に壓縮して各々 30, 40, 50mm に短縮したり。

(8) バス内の浸漬時間は 50~75 秒を最適とす。

(9) 使用亜鉛は可及的純なるものを選ぶべく成分中鐵分を含むものは之を避くべし。又再製亜鉛は甚不利なりとす。

(10) 鍍金槽は大形のものを用ひ以て亜鉛温度の變化を避け従て極めて均齊にして良好なる鍍金層を得る様努むべし。

(11) 鍍金槽は重油或は電熱設備によりて其全部分に亘り充分均齊に加熱するを要す。又槽の過熱は不時の障害及大損失を招來する原因となるを以て注意を怠らぬこと肝要なり。

結 論

此試験に於ては一般に鍍金層は薄く均齊にして且つ平滑にして強靱性に富む程愈々效果的なること並に管をコンヂットパイプの目的に使用する場合特に之が重要性を示すことは已に屈曲試験の項に於て前述せる所に同じ。但し此試験に對しては特に管自體の強靱性及鍛接技工と表面状態等の影響大なるは勿論、其鍍金層も特に強靱を第一要件とするものなれば鍍金槽の容量を特に増大し、以て其熔融亜鉛の温度を全面的に均齊に保つこと最も肝要なり。

又表中明かなる如く亜鉛バスの温度は特に低く保ち 440~460°C を最適とし又浸漬時間も比較的短く即ち 25~75 秒を好適とす。猶其他の要件としては前項管の屈曲試験に就て擧げたる所と同様なるを以て茲に之を略す。

結 論

此種試験の結果によりて次の結論を得たり。

(1) 此の試験範圍に於ては黒管は之れを硫酸溶液によりて酸淨するときは其抗張力は少しく増大し同時に其伸長率は稍多く減少を伴ふ。

(2) 併し乍ら次に此の酸淨したる管を亜鉛鍍金するときは其抗張力及び伸長率は共に餘程恢復し即ち前者は幾分減少し同時に後者は幾分増大するを知る。

(3) 而して叙上の二つの場合に於ては共に此等兩者の増減變化は寧ろ僅少にして而かも可成り不規則に行はれたるは此等管材が低炭素質なるが故に此等處理によりて受くる所の化學變化の影響が著しからざるに基因するものなり但し其炭素含有量は概ね 0.07~0.11% なり。

(4) 第5圖及び第6圖は上表中に示せる試料各6箇宛の各組に付て得たる抗張力並に伸長率の平均値に基きて現はしたる圖表にして前記3種別試料管に對する其等變

前記 3/4" 試料管の抗張力及伸長試験：(第 6 表)

第 6 表 3/4" 試料管 3 種につき抗張力及び伸長度比較表

(1) 黒原管。(2) 酸淨を終へたる黒管。(3) 亜鉛鍍金管。使用機械は 100 吨オルゼン試験機なり。

試料 No	1. 黒原管				2. 酸淨したる黒管				3. 亜鉛鍍金管				浸漬 時間 秒	バス 温度 °C
	抗張力 kg/mm <sup>2</sup>		伸長度 %		抗張力 kg/mm <sup>2</sup>		伸長度 %		抗張力 kg/mm <sup>2</sup>		伸長度 %			
	各筒	平均	各筒	平均	各筒	平均	各筒	平均	各筒	平均	各筒	平均		
1	37.00		42.0		38.20		44.0		38.70		34.0		25	430
2	36.10		43.0		37.90		39.0		38.30		36.0		50	
3	37.70		46.0		37.80		41.0		37.30		46.0		75	
4	40.80		42.0		41.70		38.0		37.50		38.0		100	
5	40.6		40.0		40.90		32.0		38.80		42.0		125	
6	41.00	38.87	4.0	42.0	41.00	39.58	34.0	38.0	38.60	38.20	44.0	40.0	150	
7	38.20		46.0		37.50		40.0		36.20		40.0		25	440
8	36.70		42.0		38.80		40.0		37.80		40.0		50	
9	36.50		44.0		37.60		43.0		36.30		42.0		75	
10	39.20		40.0		40.50		40.0		38.20		42.0		100	
11	40.20		42.0		40.60		44.0		39.80		42.0		125	
12	40.00	38.47	42.0	42.7	39.70	39.12	42.0	41.5	38.00	37.72	44.0	41.7	150	
13	40.50		42.0		42.00		34.0		40.50		44.0		25	450
14	41.30		38.0		41.90		32.0		40.30		36.0		50	
15	42.10		42.0		40.90		34.0		40.80		38.0		75	
16	39.30		44.0		38.70		40.0		39.80		35.0		100	
17	38.70		44.0		38.20		44.0		38.70		37.0		125	
18	39.00	40.15	4.0	41.7	37.60	36.88	46.0	38.3	38.30	39.73	36.0	37.7	150	
19	38.80		38.0		38.70		40.0		44.00		39.0		25	460
20	40.00		40.0		40.60		49.0		42.70		40.0		50	
21	40.90		44.0		34.70		46.0		40.30		44.0		75	
22	39.00		44.0		40.40		36.0		35.60		38.0		100	
23	37.10		46.0		40.00		34.0		34.30		34.0		125	
24	39.00	59.13	44.0	42.7	41.30	39.28	30.0	39.2	36.60	38.92	38.0	38.8	150	
25	36.90		46.0		37.70		44.0		37.80		42.0		25	470
26	36.95		44.0		37.20		48.0		36.70		46.0		50	
27	37.10		46.0		36.60		48.0		37.60		44.0		75	
28	39.60		48.0		39.40		50.0		38.20		38.0		100	
29	37.90		48.0		38.80		42.0		37.50		46.0		125	
30	39.40	37.98	44.0	46.0	39.00	38.12	44.0	46.0	37.70	37.58	41.0	43.7	150	
31	40.40		40.0		40.40		36.0		36.50		46.0		25	480
32	39.80		42.0		40.00		34.0		39.80		28.0		50	
33	39.80		38.0		41.30		30.0		39.20		36.0		75	
34	38.00		40.0		38.70		38.0		36.80		40.0		100	
35	38.10		44.0		39.00		46.0		36.10		44.0		125	
36	37.50	38.93	50.0	42.3	39.60	39.83	38.0	37.0	34.90	37.22	46.0	40.0	150	
37	37.80		42.0		39.30		28.0		36.90		42.0		25	490
38	37.80		44.0		40.30		36.0		38.30		40.0		50	
39	40.30		44.0		40.50		36.0		38.30		40.0		75	
40	35.20		48.0		38.00		48.0		37.00		46.0		100	
41	35.20		47.0		37.40		40.0		36.70		46.0		125	
42	36.30	37.10	46.0	45.2	39.30	39.13	42.0	38.3	35.70	37.15	46.0	43.3	150	
43	41.40		38.0		42.40		36.0		41.70		36.0		25	500
44	41.75		44.0		42.00		40.0		41.00		36.0		50	
45	42.00		44.0		42.30		44.0		41.40		36.0		75	
46	40.30		36.0		41.60		36.0		37.50		38.0		100	
47	40.00		36.0		40.30		36.0		37.65		44.0		125	
48	42.00	41.24	36.0	39.0	40.30	41.57	37.0	38.2	36.70	39.33	46.0	39.3	150	
49	39.00		42.0		39.80		40.0		37.60		36.0		25	512
50	39.10		42.0		39.20		46.0		39.20		42.0		50	
51	38.90		42.0		39.80		38.0		43.90		42.0		75	
52	38.80		48.0		39.50		48.0		38.50		42.0		100	
53	38.20		40.0		39.70		44.0		38.70		40.0		125	
54	38.80	38.80	48.0	43.7	39.60	39.60	39.0	42.5	38.50	39.40	40.0	40.3	150	
55	39.60		42.0		40.10		33.0		40.30		36.0		25	525
56	39.60		40.0		39.30		37.0		39.50		44.0		50	
57	39.20		44.0		40.20		34.0		39.50		42.0		75	
58	39.50		46.0		40.30		42.0		40.50		40.0		100	
59	40.30		46.0		39.90		46.0		39.30		44.0		125	
60	40.70	39.82	42.0	43.3	40.10	39.98	34.0	38.5	39.10	39.70	36.0	40.3	150	
61	39.20		40.0		40.60		38.0		39.40		40.0		25	550
62	40.60		42.0		42.00		38.0		40.90		41.0		50	
63	38.80		42.0		39.60		39.0		40.10		38.0		75	
64	40.20		41.0		40.00		40.0		40.30		40.0		100	
65	39.00		44.0		40.40		41.0		39.00		42.0		125	
66	40.90	39.78	44.0	42.2	41.00	40.72	39.0	39.2	40.90	40.08	43.0	40.7	150	
平均		39.12		42.8		39.71		39.7		38.64		40.5		

備考 試料管—3/4" 鍛接管にして厚き平均 2.8mm, 長さ 360mm とす。3 種別に属する各同一番號の 3 筒の試料管は元々 1 筒の原管から切り取りたるものなり。鍍金バスに使用せる亜鉛の品種—タミナツク。

化の關係を是れによりて明かに知ることを得べし。

(5) 是によりて見るに鍍金管の抗張力並に伸長率は主として管の前程事情即ち管の鍛接技工、酸淨の状態其他化學的成分等に影響せらるゝこと多く而かも鍍金バスの溫度並に浸漬時間の長短等によりては其受くる影響の寧ろ甚だ少きを知る。

(6) 前記の兩圖表によりて見るに鍍金管の抗張力及び伸長率の變化をして極めて規則的且つ順調ならしめんと欲せば鍍金バスの溫度を 468~480°C に保ち略 75 秒間浸漬するを以て最も適當なりとす。

(7) 管體に起る酸の脆化作用(アシッドブリットネス)を脱退せしめて其伸長率を充分に恢復せしめんがためには已に前にも述べたる如く鍍金操作に先ち管體を高溫度に於

て充分に豫熱して其中に保留せる水素ガスを充分に大氣中に放出せしむること肝要なり。試験の結果によれば其豫熱溫度を高くする程水素ガスの發散速度は著しく増大するものなるを以て成るべく高溫度に之を處理して急速に水素の放出を完了せしむるを肝要とす。

結 論

第7表によれば試料管の硬度は各管によりて異り即ち管の化學的成分、鍛接處理並に酸淨處理等に主として基因するものにして鍍金槽の溫度及其の管の浸漬時間によりて受くる影響は左程大なるものにあらず。一般に前記3種中、黒原管は最軟にして酸淨後の黒管は最硬、而して鍍金管は其中間に位す。此の場合管は酸淨作用によりて硬化さるゝこと明かなるも管材の成分特に炭素含有量少きが爲め其硬化

前記 3/4" 試料管の硬度試験：(第7表)

第7表 3/4" 管の下記3種別につき比較試験の關係を示す

1. 黒原管, 2. 酸淨に終へたる黒管, 3. 亜鉛鍍金管。

試料 No	1. 黒原管		2. 酸淨したる黒管		3. 亜鉛鍍金管				試料 No	1. 黒原管		2. 酸淨したる黒管		3. 亜鉛鍍金管						
	シヨアー硬度		シヨアー硬度		シヨアー硬度		浸漬 秒	バス 温度 °C		シヨアー硬度		シヨアー硬度		シヨアー硬度		浸漬 秒	バス 温度 °C			
	各箇	平均	各箇	平均	各箇	平均				各箇	平均	各箇	平均	各箇	平均					
1	24.0		25.5		24.5		25		37	25.0		26.0		25.0		25				
2	24.5		25.5		24.5		50		38	24.0		25.0		24.5		50				
3	24.0		25.5		24.0		75		39	23.0		25.5		24.0		75				
4	23.5		25.0		24.5		100		40	24.0		26.5		25.5		100				
5	22.0		24.0		23.0		125		41	24.5		26.0		25.0		125				
6	23.0	23.5	24.5	25.0	23.5	24.0	150	430	42	24.5	24.2	26.0	25.8	25.5	24.9	150				
7	23.0		25.0		23.0		25		43	24.0		25.5		25.0		25				
8	24.5		25.0		25.0		50		44	24.0		26.0		24.5		50				
9	24.5		25.5		25.0		75		45	24.5		26.0		25.0		75				
10	22.0		24.5		23.0		100		46	24.0		25.5		24.5		100				
11	24.5		26.0		20.0		125		47	24.0		25.5		24.5		125				
12	23.0	23.6	25.5	25.3	24.0	24.2	150	440	48	23.0	23.9	25.0	25.6	23.5	24.5	150	509			
13	24.0		26.0		25.5		25		49	24.5		26.5		26.0		25				
14	24.0		26.0		24.5		50		50	24.0		26.0		24.5		50				
15	23.5		25.0		25.0		75		51	24.5		26.0		25.5		75				
16	24.0		25.0		24.0		100		52	24.0		26.5		24.5		100				
17	24.5		26.0		24.5		125		53	25.0		26.5		26.0		125				
18	23.5	23.9	25.5	25.6	24.5	24.7	150	450	54	24.0	24.3	26.0	26.3	24.5	25.2	150	512			
19	24.0		26.0		25.0		25		55	24.0		26.0		25.0		25				
20	24.0		25.5		25.0		50		56	25.0		26.0		25.5		50				
21	25.0		27.0		26.0		75		57	24.5		25.5		25.0		75				
22	24.0		25.5		24.0		100		58	24.5		26.5		25.0		100				
23	23.5		24.0		23.5		125		59	25.0		27.0		25.0		125				
24	23.0	23.9	24.0	25.3	24.0	24.6	150	460	60	24.0	24.5	27.0	26.3	24.5	25.0	150	525			
25	23.5		25.0		25.0		25		61	24.0		26.0		25.0		25				
26	24.0		24.5		24.0		50		62	24.0		25.5		24.5		50				
27	24.0		25.5		25.0		75		63	23.5		25.5		24.0		75				
28	24.5		25.5		25.0		100		64	24.5		26.5		25.0		100				
29	24.5		25.5		24.5		125		65	25.0		27.0		25.5		125				
30	25.0	24.3	26.0	25.3	25.5	24.8	150	470	66	24.0	24.3	26.0	26.1	25.0	24.8	150	550			
31	23.5		24.0		23.5		25		平均								24.0	25.6	24.6	
32	24.0		25.0		24.5		50													
33	23.0		25.0		24.0		75													
34	25.0		25.5		25.0		100													
35	24.0		25.5		25.0		125													
36	24.0	23.9	25.5	25.1	24.5	24.4	150	480												

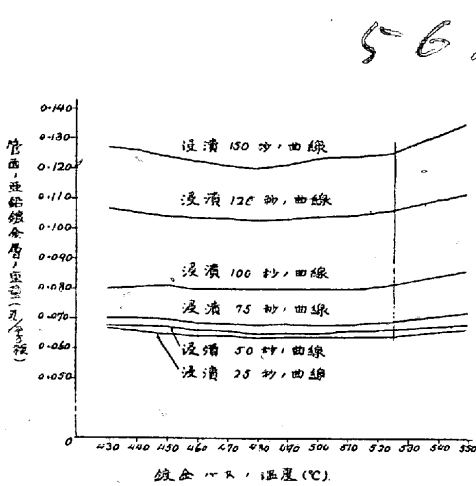
備考 試料管—3/4" 鍛接管, 原管の厚さ平均 2.8 mm, 其長さは各種共 360 mm とす。

各試料管の兩端各 50 mm の點に於て測れる硬度の平均値を以て其管のシヨアー硬度として表示せり。



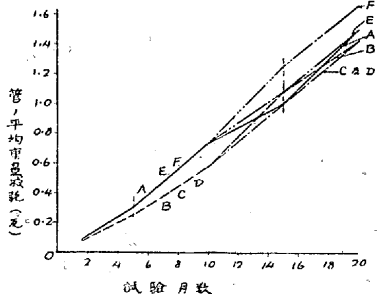
第3圖 程、相異レハ亜鉛バス温度並、浸漬時間、(1) 鍍金セラル3/4鐵接管、表面積一平方密、(2) 鍍金層、重量、同表

等浸漬時間 對スル曲線圖

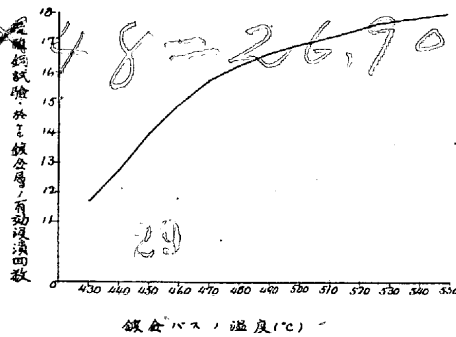


第12圖 程々相異レハ亜鉛バス温度並、浸漬時間、(1) 鍍金セラル3/4鐵接管、亜鉛鍍金層、(2) 中層蝕試験、於ケル平均、重量減少、同表

曲線號碼	平均試験温度	曲線號碼	平均試験温度
A	No.1-6, 430°C	D	No.42-48, 600°C
B	19-24, 440	E	43-60, 525
C	31-36, 480	F	61-66, 530

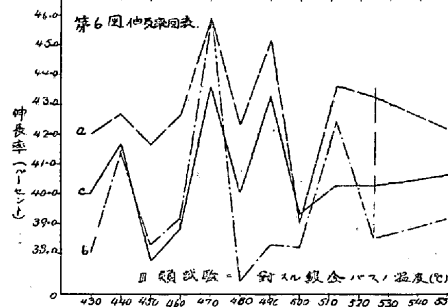


第4圖 程々相異レハ亜鉛バス温度並、浸漬時間、(1) 鍍金セラル3/4鐵接管、鍍金層硫酸鋼(一分回流)試験、於ケル平均有効浸漬回数、同表



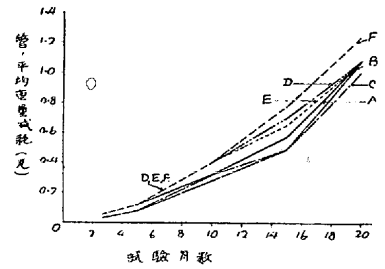
第5圖 3/4鐵接管試料3類、抗張力對照同表 第6圖 同種伸張率、對照同表

試験類別	抗張力同表 (第5圖)	伸張率同表 (第6圖)	摘要
I類 黒管試験	曲線A	曲線a	1, 2目類、同、同
II類 酸淨後黒管	B	d	同一番號、試料各3、(E-同一番號の採取)
III類 鍍金試料管	C	e	



第8圖 程、相異レハ亜鉛バス温度並、浸漬時間、(1) 鍍金セラル3/4鐵接管、亜鉛鍍金層、(2) 大層中層蝕試験、於ケル平均、重量減少、同表

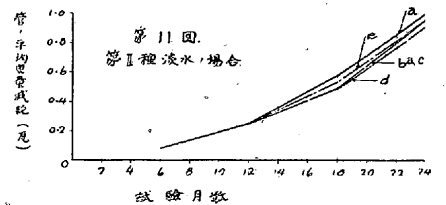
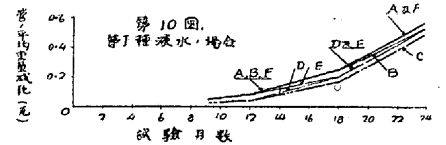
曲線號碼	平均試験温度	曲線號碼	平均試験温度
A	No.1-6, 430	D	No.43-48, 500
B	19-24, 440	E	43-60, 525
C	31-36, 480	F	61-66, 530



第10圖 程々相異レハ亜鉛バス温度並、浸漬時間、(1) 鍍金セラル3/4鐵接管、亜鉛鍍金層、(2) 種淡水、腐蝕試験、於ケル平均、重量減少、同表

第11圖 同種淡水II種水中、腐蝕試験、於ケル場合、具減重量、同表 淡水種類 第I種 川崎市市水、第II種 工場使用水

曲線號碼	平均試験温度	曲線號碼	平均試験温度
A	No.1-6, 430	a	No.7-12, 440
B	19-24, 440	b	13-18, 450
C	31-36, 480	c	25-30, 470
D	43-48, 500	d	37-42, 490
E	49-54, 525	e	44-48, 512
F	61-66, 530		



程度は寧ろ僅少なり(炭素含量は0.07~0.11%), 而も管は普通状態にありては豫熱と並に鍍金處理によりて幾分か焼鈍軟化せらるゝを知る。

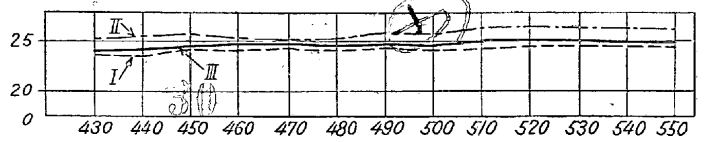
管質の酸淨作用による硬化を防ぐ方策としては之に使用する酸液の濃度を其場合毎に最も適切に調節して可成的急速に酸淨操作を完了するを肝要とす。例へば5~7%の硫酸液を65°Cに加熱して使用すれば最短時間に於て最も有効に之を作用せしめ得べし。然るに若し冷液を使用する時は遙に長時間を要するを以て不可なりとす。酸淨操作に際しては特に周到なる注意を以て酸淨過度を避くるを要す。否れば管面は爲に腐蝕され硬化せられて從て優良なる鍍金製品を望み難し。

第7圖は第7表に基ける硬度の圖表を示す。

前記3種試料管の夫れ々々平均硬度の圖線I, II及IIIを對照するに其間に於て差したる變化なく殆ど平行線に近

シヨアー硬度

- I 3/4" 黒原管の平均硬度の圖表
- II 3/4" 酸淨後黒管の平均硬度の圖表
- III 3/4" 鍍金試料管の " 圖表



III 類試験に對する鍍金バスの温度 (°C)

し。

前記 3/4" 鍍金試料管のアルカリ試験: 此の試験は現行の日本水道協會の規定による亜鉛鍍鋼管規格に準據して之を行ひたり。

試料管—3/4" 亜鉛鍍金鍍接管 No.1~66 計 66 箇。

長さ約 40mm, 幅約 40mm。

アルカリ溶液—日本藥局方の苛性曹達 20gr に對して水 100cc. の割合にて調合し溶解したるものとす。

各試料管の鍍金面をベンジンに浸したる綿布を以て充分に拭いたる後之を75~80°Cに保持せるアルカリ溶液中に浸すこと60分間にして猶鍍金層の残存することを要す此試験に於て上記試料管 No. 1~66 は悉く合格したり。

つ其組織の最も緻密なるを最も好適とす鍍金層にドロス及び酸化亜鉛末の固着せるもの又は粗質にして氣孔ある如きものは最も不適當なり。

使用亜鉛は新製品にして純度高きものを選ぶを要す。特に再製亜鉛は鐵の含有量多く且つ一般に純度低きを以て最も不適當なりとす。

結 論

此試験に對しては亜鉛鍍金層は平滑にして一樣に厚く且

前記 3/4" 鍍金試料管の亜鉛層の大氣中に於ける腐蝕試験：(第 8 表)

第 8 表 3/4" 試料管の此種試験の結果を示す

試料 No.	亜鉛バス		試料管の原重量 gr	各期間空中曝露試験後に於ける試料管の重量の變化狀態 (gr)					亜鉛層の重量の減少 (1ヶ月當り)		鍍金層平均重量 gr/cm <sup>2</sup>	亜鉛層の豫測數 (月)	
	溫度 °C	浸漬 秒		1 月	5 月	10 月	15 月	20 月	gr	gr/cm <sup>2</sup>		各 箇	平均
1	430	25	160.5	重量の	160.25	160	160	159.5	0.050	0.00033	0.0676	204.8	242.5
2		50	163		163	162.5	162.5	162	"	"	0.0677	205.2	
3		75	168		167.75	167.5	167.5	167	"	"	0.0701	212.4	
4		100	177		177	177	176.5	176	"	"	0.0809	245.2	
5		125	187		186.75	186.5	186.5	186	"	"	0.1075	325.7	
6		150	191		191	191	190	189.5	0.075	0.00049	0.1283	261.8	
19	460	25	169	變化極微	168.75	168.5	168.5	167.5	"	"	0.0648	132.2	245.3
20		50	175		175	174.5	174	0.050	0.00033	0.0663	200.9		
21		75	179		179	178.5	178	"	"	0.0688	203.5		
22		100	183		182.75	182.5	182	"	"	0.0806	244.2		
23		125	185.5		185.5	185	184.5	"	"	0.1039	314.8		
24		150	190		190	189.75	189.5	189	"	"	0.1224	370.9	
31	480	25	167	小なり	167	166.5	166.5	166	"	"	0.0636	192.7	253.8
32		50	170		169.75	169.5	169.5	169	"	"	0.0654	198.2	
33		75	172		172	171.5	171	"	"	0.0685	207.6		
34		100	174		173.5	173.5	173	"	"	0.0809	245.2		
35		125	181		181	180.5	180	"	"	0.1029	311.8		
36		150	191		190.75	190.5	190.5	190	"	"	0.1212	367.3	
43	500	25	169	重量の	169	169	168.25	167.5	0.075	0.00049	0.0648	132.2	244.8
44		50	174		173.75	173.5	173.5	173	0.050	0.00033	0.0653	197.9	
45		75	184		184	183.5	183.5	183	"	"	0.0678	205.5	
46		100	185		184.75	184.5	184.25	184	"	"	0.0802	243.0	
47		125	190		190	189.5	189.25	189	"	"	0.1044	316.4	
48		150	193		193	192.5	192	192	"	"	0.1233	373.6	
55	525	25	165	變化極微	165	165	164.5	164	"	"	0.0642	194.5	248.5
56		50	165		164.75	164.5	164	163.5	0.075	0.00049	0.0668	136.3	
57		75	169		168.75	168.5	168.5	168	0.050	0.00033	0.0692	209.7	
58		100	170.5		170.5	170	169.5	169.5	"	"	0.0811	245.8	
59		125	180		179.75	179.5	179.5	179	"	"	0.1066	323.0	
60		150	193		193	192.5	192	192	"	"	0.1259	381.5	
61	550	25	164	小なり	163.75	163.5	163	162.5	0.075	0.00049	0.0669	136.5	230.8
62		50	166		166	165.5	165	0.050	0.00033	0.0688	208.5		
63		75	169		169	168.5	168.5	168	"	"	0.0722	218.8	
64		100	172		171.75	171.5	171	170.5	0.075	0.00049	0.0869	177.3	
65		125	183		183	182.5	182	181.5	"	"	0.1123	229.2	
66		150	191		190.75	190.5	190.25	190	0.050	0.00033	0.1367	414.2	
總 平 均											144.8		

※ 第 2 表 參 照

備 考 試料管は 3/4" 鍍接管にして厚さ平均 2.8mm, 長さ 100mm. 是等試料管は試験に先ちて各其重量を測定し而る後我が鍍金工場事務所の屋上に亜鉛引き鐵線に繋ぎて雨曝しとなし毎月 1 回之を取卸し清水にて洗ひ能く乾かしたる後更に各々其重量を秤れり. 之を繰返へすこと 20 ヶ月に及びり.

此地は南方に東京灣を控へ 1 年中凡そ相半位に南北の風あり.

此の曝露試験に於て亜鉛鍍金層は漸次酸化し殊に雨後に於ては白錆に覆はれ凡そ 5, 6 ヶ月後に至れば其の表面の金屬性光澤は漸次消失し, 部分的に灰褐色に變ず, 併し其腐蝕によりて起る重量の減少は極めて微々たり.

第 8 圖は此の試験に於ける試料管の重量の減少を第 8 表に從て線圖したるものなり.

前記 3/4" 鍍金試料管の亜鉛層の海水中に於ける腐蝕試験: (第 9 表)

第 9 表 3/4" 試料管の此種試験の結果を示す

試料 No.	亜鉛バス		試料管の原重量 gr	各期間海水浸漬試験後に於ける試験管の重量の變化状態					亜鉛層の重量の減少 (1ヶ月當り)		※鍍金層平均重量 gr/cm <sup>2</sup>	亜鉛層の浸蝕命數 (月數)	
	溫度 °C	浸漬秒		1 月	5 月	10 月	15 月	20 月	gr	gr/cm <sup>2</sup>		各 箇	平均
1	430	25	160	160	159	157	155	153	0.350	0.0023	0.0676	29.4	38.3
2		50	163.5	163	162	160.5	159	157	0.325	0.0021	0.0677	32.2	
3		75	168	168	166.5	165	163.5	162	0.300	0.0020	0.0701	35.1	
4		100	177.5	177.5	176	174.5	172.5	171	0.325	0.0021	0.0819	38.5	
5		125	188	188	186.5	185	183	180.5	0.375	0.0025	0.1075	43.0	
6		150	191	191	189	188	185.5	183.5	"	"	0.1283	51.3	
7	440	25	164	163.5	162	160.5	159	157	0.350	0.0023	0.0651	28.7	38.5
8		50	166	165.5	164	162.5	161	159.5	0.325	0.0021	0.0682	32.5	
9		75	170.5	170.5	169.5	168	166.5	164.5	0.300	0.0020	0.0710	35.5	
10		100	171	171	169.5	168.5	167	165	"	"	0.0816	40.8	
11		125	181.5	181.5	180	178.5	176.5	174	0.375	0.0025	0.1060	42.4	
12		150	191	191	190	188	186	183.5	"	"	0.1271	50.8	
13	450	25	162	161.5	160	158.5	157	155	0.350	0.0023	0.0651	28.3	38.5
14		50	166	166	164.5	163	161	159.5	0.300	0.0021	0.0674	32.1	
15		75	173	173	171.5	170.5	169	167	0.300	0.0020	0.0696	34.8	
16		100	175	175	173.5	172	170.5	169	"	"	0.0818	40.9	
17		125	182.5	182.5	181	179	177.5	175.5	0.350	0.0023	0.1044	45.4	
18		150	180.5	180.5	189	187.5	185	183	0.375	0.0025	0.1240	49.6	
19	460	25	169.5	169.5	168	166.5	165	163	0.350	0.0023	0.0648	28.2	39.5
20		50	175	175	173.5	171.5	170.5	169	0.300	0.0020	0.0663	33.2	
21		75	180	180	178.5	177	175.5	174	"	"	0.0688	34.4	
22		100	182.5	182.5	181	179	177.5	176	0.325	0.0021	0.0806	38.4	
23		125	185	185	184	182.5	180.5	178.5	"	"	0.1039	49.5	
24		150	190	190	188.5	187	185	183	0.350	0.0023	0.1224	53.2	
25	470	25	168	168	166.5	165	163	161	"	"	0.0651	28.3	40.7
26		50	173.5	173.5	172	170	169	167.5	0.300	0.0020	0.0664	33.4	
27		75	175	175	174	172	170.5	169	"	"	0.0686	34.3	
28		100	176	176	175	173.5	171.5	170	"	"	0.0811	40.6	
29		125	182.5	182.5	181	179	177.5	176	0.325	0.0021	0.1045	49.8	
30		150	190	190	189	187.5	185.5	183.5	"	"	0.1219	58.0	
31	480	25	168	168	166.5	165	163.5	161	0.350	0.0023	0.0636	27.7	41.5
32		50	170.5	170.5	169	167.5	166	164.5	0.300	0.0020	0.0654	32.7	
33		75	172	172	170.5	169	167.5	166	"	"	0.0685	34.3	
34		100	174	174	172.5	171	169.5	168.5	0.275	0.0018	0.0809	44.9	
35		125	181	181	179.5	178	176.5	175	0.300	0.0020	0.1029	51.5	
36		150	192	192	191	189	187.5	185.5	0.325	0.0021	0.1212	57.7	
37	490	25	168	168	166.5	165	163.5	161	0.350	0.0023	0.0645	28.0	41.6
38		50	172.5	172.5	171	169.5	168	166.5	0.300	0.0020	0.0656	32.8	
39		75	175	175	174	172	170.5	169	"	"	0.0687	34.4	
40		100	181	181	179.5	178	177	175.5	0.275	0.0018	0.0799	44.4	
41		125	186	186	185	183	181.5	180	0.300	0.0020	0.1036	51.8	
42		150	191.5	191.5	189.5	188.5	186.5	185	0.325	0.0021	0.1216	57.9	
43	500	25	169	169	167.5	166.5	164.5	162	0.350	0.0023	0.0648	28.2	40.5
44		50	174.5	174	173.5	172	170.5	168.5	0.300	0.0020	0.0653	32.7	
45		75	184	184	182.5	181	179.5	178	"	"	0.0678	33.9	
46		100	185	185	184	182.5	181	179.5	0.275	0.0018	0.0802	44.6	
47		125	190.5	190.5	189.5	187	185.5	184	0.325	0.0021	0.1044	49.7	
48		150	193	193	192	190.5	188.5	186	0.350	0.0023	0.1233	53.6	
49	512	25	167	167	164.5	162.5	160	"	"	0.0642	27.9	39.5	
50		50	170.5	170.5	169	167	165.5	164	0.325	0.0021	0.0669		31.9
51		75	173.5	173.5	172.5	171	169	167	"	"	0.0689		32.8
52		100	178	178	176.5	175	173.5	172	0.300	0.0020	0.0801		40.1
53		125	184	184	182.5	181	179.5	177.5	0.325	0.0021	0.1054		50.2
54		150	192.5	192.5	191.5	189.5	187.5	185.5	0.350	0.0023	0.1241		54.0
55	525	25	166	166	164	162.5	161	159	"	"	0.0642	27.9	39.0
56		50	165	165	164	162	160.5	158.5	0.325	0.0021	0.0668	31.8	
57		75	168.5	168.5	167.5	166	164.5	162.5	0.300	0.0020	0.0692	34.6	
58		100	170	170	169	167.5	165.5	163.5	0.325	0.0021	0.0811	38.6	
59		125	180.5	180.5	179.5	178	176	173.5	0.350	0.0023	0.1066	46.3	
60		150	194	194	193	192	190	187	"	"	0.1259	54.7	
61	550	25	164	163.5	162.5	161	159	158.5	0.375	0.0025	0.0669	26.8	39.7
62		50	166.5	166.5	165.5	163.5	161.5	159.5	0.350	0.0023	0.0688	29.9	
63		75	168.5	168.5	167	165.5	163.5	162	0.325	0.0021	0.0722	34.4	
64		100	172	172	171	169	167	165	0.350	0.0023	0.0869	37.8	
65		125	183.5	183.5	182	180.5	178.5	176.5	"	"	0.1123	48.8	
66		150	190	190	188.5	187	185	182.5	0.375	0.0025	0.1367	54.9	

※ 第 2 表 参照

總平均 39.7

備考 試料管は 3/4" 鍍金管にして平均 2.8mm 厚、長さ 100mm とす。是等試料管は豫め各箇重量を秤り亜鉛引き鐵線に繋ぎて例の川崎海岸に於て平均海面下凡そ 1m の位置に浸漬せり。爾後 1ヶ月毎に之を取り出し流水にて能く洗ひ乾かしたる後各箇重量を秤る。之を續くること 20ヶ月に及べり。

結 論

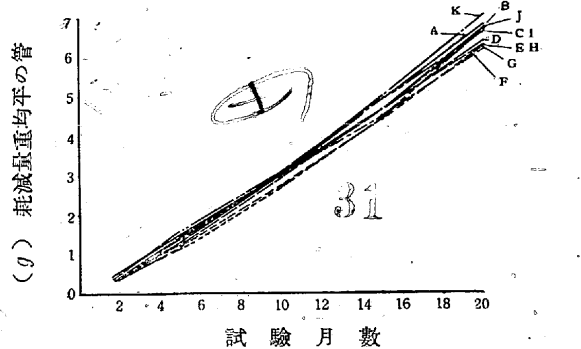
鍍金層の最外部にある純亜鉛層は内部層よりは稍々大氣の腐蝕に對して抵抗力大なり。即ち曝露後 5, 6 ヶ月間は其重量減耗は極めて微々たるも爾後絶へず減耗量の漸次増大するを見る。

一般に曝露試験に對しては同質の鍍金ならば層の厚き程保存命數長し、從て此場合に於ては鍍金槽の温度を 470~480°C とし 100 秒以上の浸漬時間を適當とす。大氣中の曝露試験に於ては鍍金層の腐蝕に因る重量の平均減耗量は海水腐蝕に因るものよりは遙に少量なるを以て從て鍍金管は海中よりは大氣中に使用すれば遙に有利なり。

第 9 圖は前記 3/4" 試料管の此試験に於ける平均重量の減耗を示せる線圖なり。

前記 3/4" 鍍金試料管の亜鉛層の淡水中に於ける腐蝕試験: (第 10 表 第 9 圖)

第 9 圖 種々相異なる亜鉛バス温度並に浸漬時間のもとに鍍金したる 3/4" 鍍接管の亜鉛鍍金層の海水中腐蝕試験に於ける平均の減耗重量の圖表



曲線符號	平均せる試料組	バス温度 °C	曲線符號	平均せる試料組	バス温度 °C
A	No. 1~6	430	G	No. 37~42	490
B	" 7~12	440	H	" 43~48	500
C	" 13~18	450	I	" 49~54	512
D	" 19~24	460	J	" 55~60	525
E	" 25~30	470	K	" 61~66	550
F	" 31~36	480			

第 10 表 3/4" 試料管の水質第 I 種淡水中に於ける此種試験の結果を示す

試料 No.	亜鉛バス		試原料重量管の量 gr	淡水に浸漬中に於ける鍍金試料管の重量の變化					亜鉛層の重量の減少 (一ヶ月當り)			※ 鍍金層平均重量 gr/cm <sup>2</sup>	亜鉛層の豫測命數 (月數)	
	温度 °C	浸漬秒		水中に浸漬後の重量 gr				全減量 gr	gr	gr/cm <sup>2</sup>	gr/cm <sup>2</sup>		各 箇	平均
				6 月	12 月	18 月	24 月							
1-6	430	25	160.5	160.5	160.25	160	0.50	0.250	0.0016	0.0676	42.3	49.3		
2		50	163	162.5	162.25	0.75	0.375	0.0025	0.0677	27.1				
3		75	168	167.75	167.5	167.25	"	"	"	0.0701	28.0			
4		100	177	177	177	176.5	0.50	0.250	0.0016	0.0809	50.6			
5		125	186	185.75	185.75	185.5	"	"	"	0.1075	67.2			
6		150	190	190	190	189.5	"	"	"	0.1283	80.2			
19-24	460	25	169.5	169.25	169.25	169	"	"	"	0.0648	40.5	48.9		
20		50	176	175.75	175.5	"	"	"	0.0663	41.4				
21		75	179	179	179	178.5	"	"	"	0.0688	43.0			
22		100	182.5	182.5	182.25	182	"	"	"	0.0806	50.4			
23		125	185	184.75	184.5	184.25	0.75	0.375	0.0025	0.1039	41.6			
24		150	190	189.75	189.75	189.5	0.50	0.250	0.0016	0.1224	76.5			
31-36	480	25	168	167.75	167.5	167.5	"	"	"	0.0636	39.8	52.4		
32		50	170	170	169.5	"	"	"	0.0654	40.9				
33		70	172	171.75	171.75	171.5	"	"	"	0.0685	42.8			
34		100	175	175	174.75	174.5	"	"	"	0.0809	50.6			
35		125	181	181	181	180.5	"	"	"	0.1029	64.3			
36		150	191	191	190.75	190.5	"	"	"	0.1212	75.8			
43-48	500	25	169	169	168.75	168.5	0.50	0.250	0.0016	0.0648	40.5	50.3		
44		50	174	173.75	173.25	0.75	0.375	0.0025	0.0653	26.1				
45		75	184	183.75	183.5	0.50	0.250	0.0016	0.0678	42.4				
46		100	185	184.75	184.75	184.5	"	"	"	0.0802	50.1			
47		125	189	189	189	188.5	"	"	"	0.1044	65.3			
48		150	192.5	192.5	192.25	192	"	"	"	0.1233	77.1			
55-60	525	25	165	165	164.75	164.5	"	"	"	0.0642	40.1	50.5		
56		50	166	165.75	165.5	"	"	"	0.0668	41.8				
57		75	169	169	169	168.5	"	"	"	0.0692	43.3			
58		100	171	170.75	170.75	170.25	0.75	0.375	0.0025	0.0811	32.4			
59		125	180	180	179.75	179.5	0.55	0.250	0.0016	0.1066	66.6			
60		150	193	192.75	192.75	192.5	"	"	"	0.1259	78.7			
61-66	550	25	164.5	164.5	164.25	164	"	"	"	0.0669	41.3	49.8		
62		50	166	165.75	165.75	165.25	0.75	0.375	0.0025	0.0688	27.5			
63		75	166	169	168.75	168.5	0.50	0.250	0.0016	0.0722	45.1			
64		100	172	171.75	171.75	171.5	"	"	"	0.0869	54.3			
65		125	183	183	182.75	182.25	0.75	0.375	0.0025	0.1123	44.9			
66		150	191	191	190.75	190.5	0.50	0.250	0.0016	0.1367	85.4			
總 平 均											50.2			

※ 第 2 表 參照

第 11 表 3/4" 試料管の水質第 II 種淡水中に於ける此種試験の結果を示す

試料 No.	亜鉛バス		試料管の原重量 gr	淡水に浸漬中に於ける鍍金試料管の重量の變化					亜鉛層の重量の減少 (1ヶ月當り)		※ 鍍金層平均重量 gr/cm <sup>2</sup>	亜鉛層の豫測命數 (月數)	
	溫度 °C	浸漬 秒		水中浸漬後の重量 gr				全減量 gr	rg	gr/cm <sup>2</sup>		各 箇	平均
				6 月	12 月	18 月	24 月						
7	440	25	163	163	162.5	162	1.00	0.500	0.0033	0.0661	20.0	26.6	
8		50	166	165.75	165.5	165	"	"	"	0.0682	20.7		
9		75	170	170	169.5	169	"	"	"	0.0710	23.3		
10		100	170.5	170.5	170.5	170	"	"	"	0.0816	24.7		
11		125	181	181	181	180.5	"	"	"	0.1060	32.1		
12		150	191	190.75	190.5	190.5	190	"	"	0.1271	38.5		
13	450	25	162	161.75	161.5	161.5	161	"	"	0.0651	19.7	27.2	
14		50	165	165	164.5	164	"	"	"	0.0674	20.4		
15		75	172	171.75	171.5	171	"	"	"	0.0696	21.1		
16		100	175	175	174.5	174.5	174.25	0.75	0.375	0.0025	0.0818		32.7
17		125	183	183	183	182.5	183	1.00	0.500	0.0033	0.1044		31.6
18		150	191	191	191	190.5	190	"	"	"	0.1240		37.6
25	470	25	168	167.75	167.5	167.5	167	"	"	0.0651	19.7	27.3	
26		50	173	173	172.5	172	"	"	"	0.0664	20.1		
27		75	174	173.5	173.5	173	"	"	"	0.0686	20.8		
28		100	177	177	176.5	176	"	"	"	0.0811	24.6		
29		125	182.5	182.25	182	182	181.75	0.75	0.375	0.0025	0.1045		41.8
30		150	191	191	191	190.5	190	1.00	0.500	0.0033	0.1219		36.9
37	490	25	168	168	168	167.5	167	1.00	0.500	0.0033	0.0645	19.5	28.7
38		50	172	171.75	171.5	171.5	171	"	"	"	0.0656	19.9	
39		75	176	176	175.5	175	"	"	"	0.0687	20.8		
40		100	181.5	181.25	181	181	180.75	0.75	0.375	0.0025	0.0799	32.0	
41		125	185	185	185	184.5	184	1.00	0.500	0.0033	0.1036	31.4	
42		150	192	192	191.5	191.5	191.25	0.75	0.375	0.0025	0.1216	48.6	
49	512	25	169	169	168.5	168.5	168	1.00	0.500	0.0033	0.0642	19.5	27.5
50		50	174.5	174.25	174	174	173.5	"	"	"	0.0669	20.3	
51		75	183	183	183	182.5	182.5	"	"	"	0.0689	20.9	
52		100	185	185	185	184.5	184	"	"	"	0.0801	24.3	
53		125	190	189.75	189.5	189.25	189.25	0.75	0.375	0.0025	0.1054	42.2	
54		150	192	192	192	191.5	191	1.00	0.500	0.0033	0.1241	37.6	
總 平 均												27.5	

備考 ※ 第 2 表 参照 第 I 種 淡水 — 川崎市の水道水 第 II 種 淡水 — 本社工場用淡水。第 12 表は此等淡水中に含まるゝ有害不純物の平均量を示す。

結 論

此の試験に於て鍍金層の金屬性光澤は當初の 1 ヶ月にして變色し次第に黒褐色を呈す。海水腐蝕は初めは徐々に行はるゝも漸次其進行の度を増すに至る。

鍍金の最外部の純亜鉛層は比較的耐蝕性を有すれども其内部合金層は多少之より劣れること明かなり。是を以て試験開始後 5, 6 ヶ月を経るに及んで試料の重量減耗は益々速進するに至る。鍍金層の耐蝕力は層の化學成分、表面狀態並に鍍金の狀相等に影響せらるゝものにして試験の結果一般に層厚く且つ平滑なるもの程其抵抗力大なるを知る。特に此場合に於ては亜鉛層はバス溫度 470~480°C, 其浸漬時間 100 秒以上の場合を最も好適とす。

亜鉛層は此場合には海水中の鹽素によりて最も激烈に腐蝕せらるゝものにして上表に於て層の豫測保存命數は平均 39 ヶ月餘の短期に止まり、大氣中及び淡水中に於ける場合に比して遙に其抵抗力の低位なるを知る。

第 10 圖 は 3/4" 試料管の第 I 種淡水中に於ける試験による平均重量減耗を示せる線圖又第 11 圖に同様其第 II 種淡水中に於ける試験の場合を示せり。

第 12 表

淡水別	含有物	鹽素	酸化炭素	炭酸鹽	備 考
I 種 淡 水		6.2	3.5	—	1,000cc の水中に含まるゝ量を mgr に示す
II 種 淡 水		187.2	19.8	116.2	

試料管は 3/4" 鍛接管にして厚さ平均 2.8mm, 長さ 100 mm. 是等試料管は試験の始め各箇の重量を秤り各 2 箇宛亜鉛引き鐵線に繋ぎて内法 1,000×600×900mm の木製水槽中に總べて相互接觸せぬ様に注意し凡そ深さの中央部に下垂せり。槽には上端より絶えず水を少しづつ注入し同時に底部の小孔より絶えず排水して常に槽を満水に保つ様之を加減したり。斯くして爾後 1 ヶ月毎に各試料管の重量試験を繰返へすこと 24 ヶ月に及べり。

此の水中浸漬試験に於て鍍金層は次第に光澤を減じつゝ

表面は漸次白錆を以て覆はるゝに至る。白錆は主として亜鉛の炭酸化合物、水酸化合物及酸化合物等の混合物なり。此試験を續行するに當り鍍金層は第 II 種淡水中に於ては凡そ 2, 3 ヶ月にして金屬性光澤を失ひてつや無しとなり次に漸次部分的に黒褐色に變ずる第 I 種淡水中に於ては頗る好成績を示し従て凡そ 4, 5 ヶ月にして前者と同様の變化を見るに至る。

結 論

此試験の範圍に於ては鍍金層の受くる變化の程度は第 1 種と第 2 種の淡水の場合に於て甚しき差異あり。腐蝕に對する鍍金層の抵抗力は一方には其水中に含まるゝ腐蝕性不純物の分量と性質とにより又他方には鍍金層の粗密良否状態並に其化學的成分等によりて左右せらるゝものなり。而して上記 2 種類の淡水試験に於ては特に水中に含有せ

らるゝ鹽素、酸化炭素及炭酸鹽等不純物の甚大なる相違が兩者試験の間に斯くも異常なる反應の相違を招來する主要要素となりたるは明かなり。即ち兩試験の結果より見るに第 2 種試験に於ける鍍金層の平均の重量減耗量は凡そ第 1 種試験のものゝ 2 倍に當り従て層の豫測命數に於ては後者の場合の平均 50.2 年に對し前者の場合は僅に 27.5 年に減殺されたるを知る。

一般に上表より考察すれば第 1 種試験に於ては鍍金層はバス温度 480~500°C にして浸漬時間 100 秒以上を良好とし又第 2 種試験に於てはバス温度 490~512°C, 浸漬 100 秒以上の場合を最も好適なりとす。要するに此種腐蝕試験に對しては一般に層厚く且つ平滑なる鍍金層は薄くて粗質なるものより遙に有效なるべし。

前記 3/4" 鍍金試料管の亜鉛層の地中に於ける腐蝕試験:(第 13 表第 12 圖)

第 13 表 3/4" 試料管の此種試験の結果を示す

試料 No.	亜鉛バス		試料管の原重量 gr	地下に埋置中に於ける鍍金試料管の重量の變化					亜鉛層の重量の減少 (1ヶ月當り)		※ 鍍金層平均重量 gr/cm <sup>2</sup>	亜鉛層の豫測命數 (月數)	
	温度 °C	浸漬 秒		地下に埋置後の重量 gr					gr	gr/cm <sup>2</sup>		各 筒	平均
				2 月	5 月	1 0 月	1 5 月	2 0 月					
1	430	25	160	重量の	159.5	159	159	158.5	0.075	0.00049	0.0676	138.0	177.6
2		50	163		162.5	162.5	162	161.5	"	"	0.0677	138.2	
3		75	167.5		167.5	167	166.5	166	"	"	0.0701	143.1	
4		100	177		176.5	176	175.5	175	"	"	0.0809	165.1	
5		125	187		186.5	186	185.5	185	"	"	0.1075	219.4	
6		150	190.5		190.5	189.5	189.5	189	"	"	0.1283	261.8	
19	460	25	169	變化極微	168.5	168.5	167.5	167.5	"	"	0.0648	132.2	183.7
20		50	176		176	175.5	175	174.5	"	"	0.0663	135.3	
21		75	179		179	178.5	178	178	0.050	0.00033	0.0688	208.5	
22		100	183		182.5	182	181.5	181.5	0.075	0.00049	0.0806	164.5	
23		125	185.5		185.5	185	184.5	184	"	"	0.1039	212.0	
24		150	190		189.5	189.5	189	188.5	"	"	0.1224	249.8	
31	480	25	168	小なり	168	167.5	167	166.5	"	"	0.0636	129.8	184.3
32		50	170		169.5	169.5	169	168.5	"	"	0.0654	133.5	
33		75	172		171.5	171.5	171	170.5	"	"	0.0685	139.8	
34		100	175		175	174.5	174	174	0.050	0.00033	0.0809	245.2	
35		125	181		180.5	180	180	179.5	0.075	0.00049	0.1029	210.0	
36		150	190.5		190.5	190	189.5	189	"	"	0.1212	247.3	
43	500	25	169	重量の	168.5	168.5	168	167.5	0.075	0.00049	0.0648	132.2	182.8
44		50	174		174	173.5	173	173	0.050	0.00033	0.0653	197.9	
45		75	183.5		183.5	183	182.5	182	0.075	0.00049	0.0678	138.4	
46		100	185		184.5	184.5	184	183.5	"	"	0.0802	163.7	
47		125	189		188.5	188	188	187.5	"	"	0.1044	213.1	
48		150	192.5		192.5	192	191.5	191	"	"	0.1233	251.6	
55	525	25	165	變化極微	164.5	164.5	164	163.5	"	"	0.0642	131.0	174.8
56		50	166		166	165.5	165	164.5	"	"	0.0668	136.3	
57		75	169		168.5	168	168	167.5	"	"	0.0692	141.2	
58		100	171.5		171.5	171	170.5	170	"	"	0.0811	65.5	
59		125	180		179.5	179	178.5	178.5	"	"	0.1056	217.6	
60		150	193		192.5	192.5	192	191.5	"	"	0.1259	256.9	
61	550	25	164.5	小なり	164.5	164	163	162.5	0.100	0.00066	0.0669	101.4	169.3
62		50	166.5		166.5	166	165.5	165	0.075	0.00049	0.0688	140.4	
63		75	169		168.5	168	167.5	167.5	"	"	0.0722	147.3	
64		100	173		172.5	172.5	172	171.5	"	"	0.0869	177.3	
65		125	182		181.5	181	180.5	180	0.100	0.00066	0.1123	170.1	
66		150	191		190.5	190.5	190	189.5	0.075	0.00049	0.1367	279.0	
總 平 均											178.8		

※ 第 2 表 參 照

第 12 圖 3/4" 試料管の此試験に於ける平均の重量減耗を圖表せるものとす。

第 14 表 供試土壤の可溶成分を表示す

物質	重量 (gr)	備考
CO <sub>2</sub>	48.24	土壤 1m <sup>3</sup> 中に含有せらるゝ量を示す
Cl	14.06	
SO <sub>3</sub>	43.36	
N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	13.14	
有機物	823.96	
過マンガン酸加里の使用重量		

備考 土壤の性質——普通小粒の砂がかりたる川崎海岸の埋立土壤にして腐蝕試験に影響あるべき溶解性の成分は次表に示す所の如し。

試料管は 3/4" 鍛接管にして厚さ平均 2.8mm、長さ 100 mm。是等試料管は豫め各箇の重量を秤り地下 600mm 深さに於て水平のレベルに並列して埋込みたり、其位置は當鍍金工場事務所の庭先きなり、爾後 1 ヶ月毎に之を掘り出し清水中にブラッシュにて洗淨し能く乾かして各箇の重量を秤り之の如く繰り返へすこと 20 ヶ月に及べり。

此試験に於ては鍍金層は恰も空中曝露試験の場合に於けると同様に凡そ 2, 3 ヶ月にして表面は白錆を以て覆はれ其金屬性光澤も漸次消失するに至り且つ白錆は次第に白斑點として現はれ漸次甚だ不規則に擴大し遂に黒褐色に變ずるを見る。

結 論

此試験範圍に於ては鍍金層の受くる腐蝕作用は緩慢にして而かも間斷なく續行す。層の金屬性光澤も 4, 5 ヶ月にして全く消失するに至る。

鍍金層の腐蝕の程度は種々なる要素に左右せらるゝものなり即ち管の表面加工状態、鍍金層の平滑度並に其化學成分及特に其の土壤の成分は其の主要々素なりとす。但し一般に層が厚ければ厚き程腐蝕に對して持久性を有すること明かなり。此の故に試験の結果に徴するときは此場合特に鍍金槽の温度は 460~480°C とし且浸漬時間を 100 秒以上に長くし以て層の厚さを充分に増大せしむるを要す。

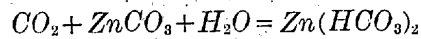
要するに此試験の場合にありては鍍金層の腐蝕による平均の重量減耗は前章に述べたる所の大氣曝露試験及淡水腐蝕試験の場合よりは頗る大にして従て層の保持豫測命數は遙に短く僅に平均 15 ヶ年なることは表示の如し。

地中に埋置したる試料管の腐蝕の進行状態を検するに當初鍍金層の新にして表面の平滑なる間は夫に附着せる微粒の土砂は水洗する毎に容易に離脱し得れども漸次腐蝕の度進むに従ひて層は粗面を呈し其のザラザラ面に微粒土砂が

濕状態に於てまくれ付くに至れば遂に水洗によりても之を除去し得ざるに至り粗面は加速的に腐蝕せらるべし。

ガス管或は水道管として亞鉛鍍鋼管を地中に埋設するに當りては特に局部的土壤の性質と併せて地理的情況を充分に調査すること肝要なり。若し酸類及鹽化物に富める土壤なるときは鍍金層は殊に地中の濕潤状態に於ては極めて速かに腐蝕せらるべし。

一般に亞鉛鍍金層は空氣中に於て水分と接觸するときは其反應は次の如し。之が間斷なく進み ZnCO<sub>3</sub> を生成するを以て層面は白錆となり漸進的に腐蝕せらる。



又鍍金層は炭滓及セメントコンクリート等を含む石灰質土中に於ては常に腐蝕度著しく速かなり。反之有機物の含量少き粘土中に於ては其の速かならざるを認むべし。要するに鍍金管の埋設に當りては出來得る限り此等不利なる局部的條件を避け最も乾燥地を選ぶことを必要とすれども若し事情已むを得ざる場合にありては單に鍍金管を使用する代りに特にアスファルト外被層を施したる鍍金管を使用すれば最も安全なるべし。

前記 3/4" 試料管の亞鉛鍍金層の顯微鏡組織試験：  
(第 15 表顯微寫眞)

第 15 表 前記 3/4" 試料管の亞鉛鍍金層中一部代表的のもの顯微鏡組織を示す

試料 No.	C 含量 %	亞鉛鍍金バス				試料 No.	C 含量 %	亞鉛鍍金バス			
		温度 °C	浸漬 秒	主要成分 (%)				温度 °C	浸漬 秒	主要成分 (%)	
				Fe	Pb					Fe	Pb
1	0.09		25	0.027	0.94	37	0.09	25	0.053	0.98	
3	0.10	430	75	"	"	39	0.12	490	"	"	
6	0.08		150	"	"	42	0.11	150	"	"	
7	0.11		25	0.030	0.96	43	0.07	25	0.052	1.06	
9	0.08	440	75	"	"	45	0.07	500	"	"	
12	0.07		150	"	"	48	0.14	150	"	"	
13	0.07		25	0.032	0.95	49	0.09	25	0.060	1.05	
15	0.08	450	75	"	"	51	0.07	512	"	"	
18	0.08		150	"	"	54	0.08	150	"	"	
19	0.07		25	0.042	0.96	55	0.09	25	0.065	1.05	
21	0.07	460	75	"	"	57	0.09	525	"	"	
24	0.08		50	"	"	60	0.09	150	"	"	
25	0.07		25	0.040	0.95	61	0.07	25	0.062	1.09	
27	0.08	470	75	"	"	63	0.08	550	"	"	
30	0.08		150	"	"	66	0.08	150	"	"	
31	0.08		25	0.054	1.02						
33	0.15	480	75	"	"						
36	0.10		150	"	"						

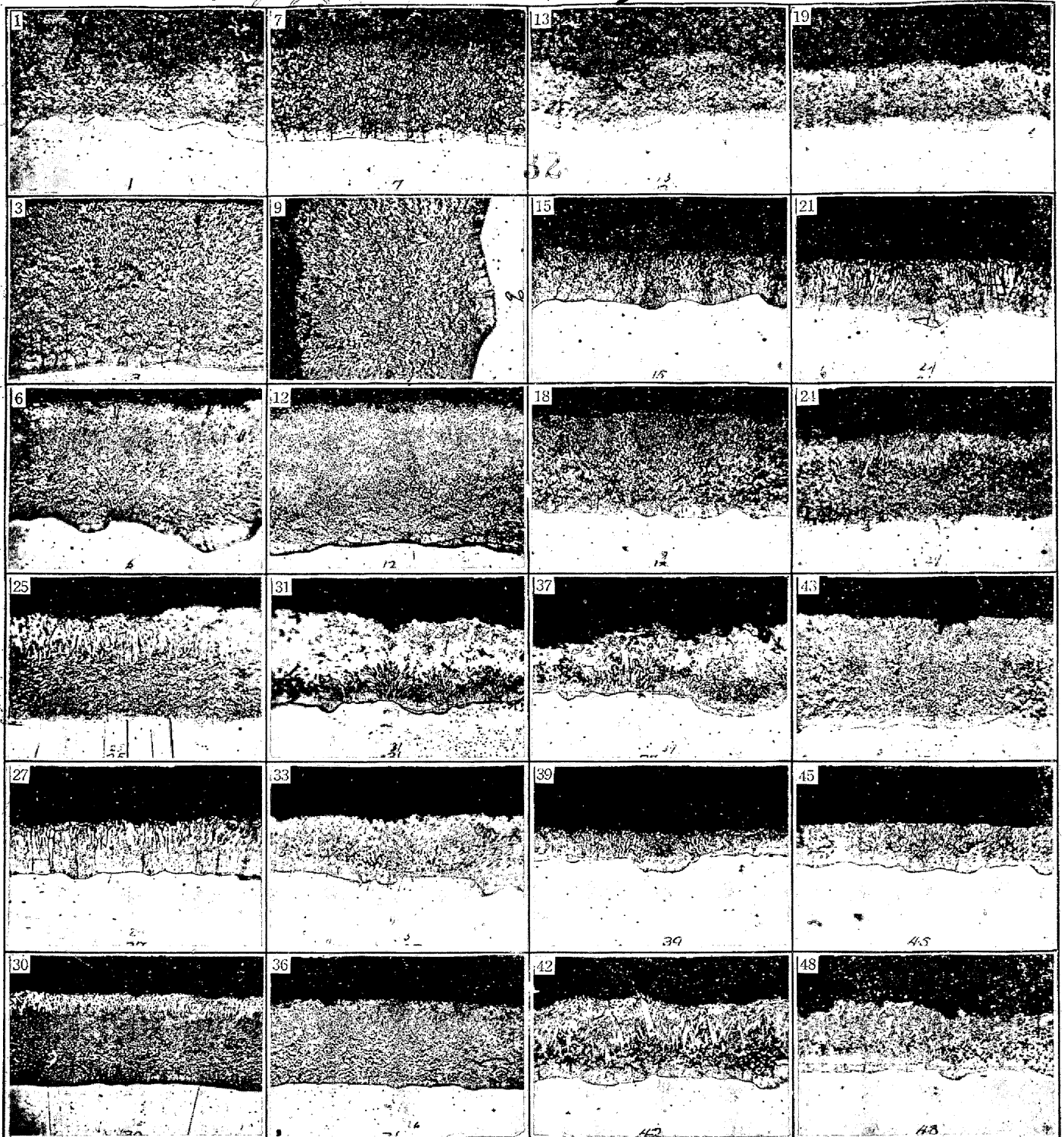
備考 本表中各項に示せる數値は前記夫々の試験に於けるデータ及結果を抄録したるものとす。

結 論

上表に示す如く此の試験に於て鍍金バスの鐵の含有量は夫れ夫れ時によりて異り大約0.030~0.065%の範圍内にあり且又鍍金の溫度及浸漬時間も各相異なる等種々なる條件のもとに其合金層の  $FeZn_3$  及  $FeZn_7$  の結晶組織の狀相も自から相異れり。一般に合金層の結晶の發達狀態は如上の化學的性質、管體の表面狀態並に鍍金の状態によるも

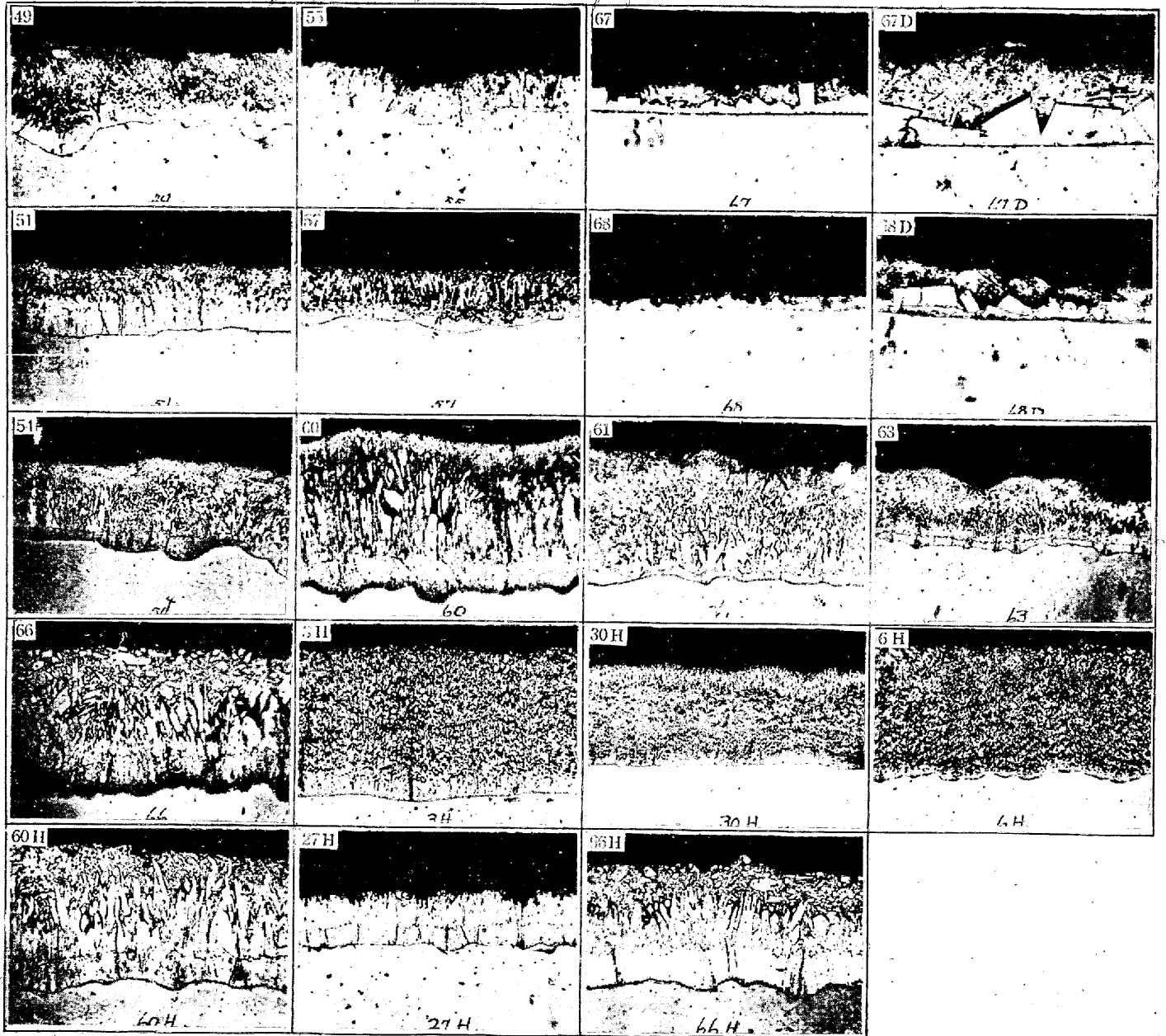
のにして溫度  $500^{\circ}C$  以上、浸漬 150 秒の如く長きに及ぶ場合は其結晶の發達は甚だ著しきを見る。然るに斯くの如き場合にありては素管面と  $FeZn_3$  合金層との滲透部分は極度に厚く發達するを以て若し鍍金層が外力によりて屈曲又は衝擊等を受けたるときは是が管體よりの剝脱の原因をなす恐れあり。又斯くの如くにして合金層が極度に發達せる場合往々にして鍍金の最も重要なる外被純亜鉛層は

57x3/8管の亜鉛鍍金層の顯微鏡寫眞





57 x 51 = 29.10



寫眞倍率 250 No. 1. 6. 7. 9. 12. 13. 15. 18. 19. 21. 24. 25. 27. 31. 33. 37. 39. 42. 43. 45. 48. 49.  
 51. 54. 55. 57. 60. 61. 63. 67. 68. 3H. 27H. 60H. 66H.  
 寫眞倍率 100 No. 30. 36. 30H.  
 寫眞倍率 500 No. 67D. 69D.  
 「注意」 本印刷は以上の寸法を  $\frac{3}{8}$  に縮寫せるものなり。

變じて全體的に合金状態を呈するにより之が爲鍍金層の眞價を全然滅失するものなり。此觀點よりして一般に亞鉛槽の温度 460~480°C, 浸漬時間 50~75 秒の場合に於て其の合金組織は最も好適なるべし。

前表 No. 1 より No. 66 に至る 33 種の顯微鏡寫眞によりて各相異なる條件に於ける各種合金組織の状態を比較對照するの資となすに足るべし。

以下諸種の機械的並に物理的處理のもとに於ける其合金組織の状態を比較考察せんとす。

顯微鏡寫眞 No. 67 (×250) は温度 550°C, 浸漬 150

秒にて鍍金し取り出し直後に於て壓縮空氣ノズルにより之を充分に吹き拂ひたるもの。但し空氣は本管内の壓力 4.5kg/cm<sup>2</sup> とす。No. 67. D は同一層、但し倍率 500 とす。No. 68. (×250) は温度 550°C, 浸漬 25 秒にて鍍金をなし取り出し直後其表面を綿布にて拭ひ去り猶前者と同様壓縮空氣を以て充分に吹き拂ひたるものなり。No. 68 D は同一試料、但し倍率 500 とす。

又 No. 3. H~No. 66. H は鍍金合金層に對する燒鈍處理の影響を示せり。此場合は加熱時間を増すに従て其影響益々著しきを知る。茲に No. 3. H (×250) は No. 3 と

同一試料にして之を 350°C に於て 1 時間加熱したるものとす。其他も之に準ず。而て此等を一括下表に示す。

顯微鏡試料 No.	原本試料 No.	顯微鏡寫眞 倍率	試料の加熱處理	
			溫度(°C)	時間
3. H	3	250	350	1
6. H	6	"	250	1
27. H	27	"	350	3
30. H	30	100	250	3
60. H	60	250	250	5
66. H	66	"	350	5

上記 No. 67 及 No. 68 の合金組織より明かなる如く是等は鍍金層の最も重要な外被純亜鉛層の大部分を機械的に除去して殆ど合金層のみ外面に曝露せるを以て已に前にも述べたる如く是等は殆ど鍍金の眞價を失へるものと言ふべし。換言すれば總べて好条件のもとに施されたる完全なる鍍金層は必ず外被に純亜鉛層を構成し此獨特の層こそは此の種鍍金に缺くべからざる最高要素なりとす。

序にアルミニウムを混和せる亜鉛鍍金層の顯微鏡組織に就ては別に其關係の章に於て詳述する所あるべし。

### ガス管亜鉛鍍金に関する雜録：

1. 鍍金槽に就ての注意事項。
2. 鍍金槽の使用命數の數例に就て。
3. 休業時に於ける亜鉛バス内の鐵分變化の例。
4. 操業時に於ける亜鉛バス内の鐵及鉛分の變動と溫度との關係。
5. 亜鉛バスの溫度と亜鉛副産物の生成量の關係。
6. 亜鉛ドロスの顯微鏡組織。
7. ガス管の亜鉛鍍金層の金屬亜鉛光澤を得る方法並に之を持続する方法に就て。

以下是等諸項目に就て逐次詳述すべし。

1. 鍍金槽に就ての注意事項 鍍金槽の命數は主として其材質の適否に負ふ所大なれども之が使用上に於ける處理注意の如何等に左右せらるゝ所も亦甚だ大なりとす。今茲には鋼板製の槽につきて述べんとす。槽新製の際内面の疵及原鋼塊の疵は最も注意して之を避くべし。鋼塊の成分中特に炭素の量低きを要す。純鐵は最も耐久力あることは已に實驗によりて證せられたる所なり。稀に小形の槽にしてアニムコを以て作りたるものは其成績甚だ良好なるに見ても明かなるべし。

一般に特種の軟鋼板製の場合には可成其の均齊等質にして不純物少きものを用ひ特に炭素の含有量約 0.08% 以下

なるを要す。

新製の槽を始めて爐内に据置したるときは急に加熱することなく極めて徐々に且つ均等に之を豫熱し然る後に亜鉛を装入して更に徐々に熱度を上げて緩かに熔解するを要す即ち装入より熔解して鍍金所要の溫度に準備する迄には 25 時間乃至 30 時間を費すことを普通とす。新に装入を始むる場合には若し出來得るならば他の槽内に已に熔解せる亜鉛を適量汲み入れて其次に新亜鉛を添加すれば最も好都合なり。

亜鉛バスの溫度を均等に保ち常に之が調整に資するためレコーディングパイロメーターを備ふるを要す。

亜鉛バスは已むを得ぬ時の外は夜中と雖も之を冷却硬化せしめぬことを要す。蓋し斯く硬化せしむる毎に槽の破損を重ね其命數は半減せらるべし。

亜鉛槽は其一部分たりとも火焰に直接觸るゝことを避くべし斯かる部分に於ては火焰は必ず耐火煉瓦によりて受くべし。

亜鉛槽は絶対に過熱すべからず常に注意して之を鍍金作業に對し必要程度に可成低く保つを要す槽の過熱は直に亜鉛の過熱を伴ひ以て槽の命數を縮め且つ製品鍍金層の燒損を引き起す所以なるを以てなり。是れが對策として槽の底部に約 5" 位の深さに鉛を入れ置くときは亜鉛と槽との接觸より起る亜鉛内の熱分配の拘塞と併せて其過熱を防ぐに役立つ所大なり。

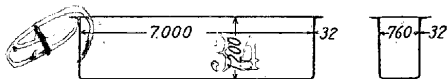
ドロスは此の底敷用鉛層の上に滯溜するを以て鍍金作業の終了後に充分に之を掬ひ出すべし。若し之れが推積するときは亜鉛内の熱傳道を阻害するを以て燃料の不經濟消費は勿論、亜鉛バス及槽の過熱障害を引き起すこと往々之れあるなり。而して斯くの如く過熱せる場合には槽の内面には決して觸れぬ様注意すべし。槽の過熱を繰り返すときは漸次其の材質を害し其の局部に於て罅裂を生じ遂に亜鉛の漏出を見るに至るべし。斯かる不注意のために新槽も僅に 1 週間にして全く破損し使用に耐へざるに至ること屢々あり。

生子亜鉛は必ず爐傍に置きて豫熱して後之を靜に槽内に装入し槽面に衝撃を與へぬ様特に注意を要す。亜鉛槽は充分の注意を以て巧に使用するときには罅裂其他の障害を受ることなく只内面よりする亜鉛の侵蝕にも耐えて其厚さ僅に 4, 5 分に減する迄能く使用し得ることあり。

作業休止の際はバスには必ず専用のガバーを覆ひて亜鉛の酸化を防ぎ且つ熱の逃散を防ぐべし。

2. 鍍金槽の使用命數の數例に就て 第 16 表は一工場に於ける鍍金槽の成分と其命數の關係を示す。表示十槽の内 No. 3 及 No. 6 は不幸にして板面に罅裂を生じたため使用短時日にして廢却せるもの猶他の八槽は稍長期間使用し遂に亞鉛に犯されて破損せり。

第 13 圖 鍍金槽断面圖



第 16 表

No.	使用日數	鍍金槽に使用の鋼板の化學成分 (%)						備考
		C	Mn	S	P	Cu	S	
1	140	0.08	0.17	0.025	0.010	0.25	tr	} 胴板罅裂を生ず
2	128	0.08	0.16	0.020	0.009	0.29	〃	
3	48	0.13	0.25	0.056	0.025	0.32	〃	
4	180	0.08	0.17	0.028	0.008	0.23	〃	
5	132	0.09	0.34	0.035	0.020	0.22	〃	
6	68	0.12	0.28	0.031	0.040	0.30	〃	
7	165	0.08	0.24	0.010	0.020	0.25	〃	
8	216	0.07	0.28	0.016	0.008	0.24	〃	
9	220	0.08	0.30	0.014	0.008	0.25	〃	
10	94	0.11	0.38	0.049	0.019	0.12	〃	
平均	139.1	0.092	0.257	0.0284	0.0167	0.247	tr	

備考 此等槽は各々最後に至りて其經濟的損得を考慮したる結果其後の大修繕を斷念して之を廢却せり。鍍金槽の内法寸法(mm) 7,000×760×深さ 1,200×厚さ 32。  
 使用亞鉛の品種、加奈太産 タマナツク。  
 熔解亞鉛の作業中の溫度 (°C) 470~485。  
 夜間(作業休止中)の其溫度 (°C) 425~430。  
 使用燃料、北米産重油、カリフォルニヤ油。  
 同重油の平均熱量 (kcal/kg) 10,500。  
 オイルバーナー型及個數、コロナ低壓式 2 號型、5 個。  
 其の各個能力(米ガロン/時) 10。  
 1 日の作業時數 10~12。  
 1 日當りガス管の鍍金噸數 40~60 噸。  
 亞鉛槽内熔解亞鉛の平均重量 (kg) 42,000。  
 同上底敷用鉛の平均約重量 (kg) 2,000。

3. 休業時に於ける亞鉛バス内の鐵分變化の例:

第 17 表 休業日に於けるバス内の鐵分の増加の例を示す

試驗日付	亞鉛バスの溫度 晝夜 °C	亞鉛バス内の鐵含有量 (%)		
		端部より 600mm の點 (左側)	他端部より 600 mm の點 (右側)	左右兩部の均
1	425	0.0161	0.0104	0.01325
2	〃	0.0217	0.0198	0.02075
3	〃	0.0425	0.0340	0.03825
4	〃	0.0548	0.0425	0.04865
5	〃	0.0664	0.0502	0.05830

備考 上表に示せる休業引續き 5 日間毎日正午を期して試料を採りて分析したり。

亞鉛バスは其の試験の前日より引續きドロスを汲み出さず。亞鉛槽の兩端に近き左右の兩點に於ける鐵分の差は試験開始前に於けるドロス存在の相異及び休業日の爐焚き具合の差異等より起りたるものかと思はる。

上表によれば鐵分が熔解によりて増加したる量は左右兩端部に於て夫々 0.0503 及 0.0398% にして是れだけは休業 5 日間に亞鉛槽自體が次第に亞鉛中に熔解したるものなり。而して熔解量はバスの溫度が高き程益々増大し溫度 510°C に於て一つのクリチカルポイントに達すべし。之をイムホフ氏に従て次の表に示す。

第 18 表 W.G. イムホフ氏發表——バスの溫度、鐵含有量及熔解力の關係を示す  
 アイオンエージ。p. 1154, 4/17, 1930 號参照。

亞鉛バスの溫度 °F	鐵含有量 %	熔解力 800°F の時を 1 とす	備考
800	0.0381	1.0	クリチカル溫度
850	0.0614	0.9	
900	0.1104	1.6	
※ 950	1.0050	14.7	
1,000	0.7132	10.4	
1,100	0.6618	9.7	
1,300	1.6738	24.5	
1,500	1.6590	24.3	

此の表によるときは高溫度に於て鍍金を行ふことは鐵と亞鉛との合金作用上亞鉛槽に取り甚だ不利なり即ち槽の破壊率は 950°F (510°C) に於ては 850°F の時の約 16 倍に當る譯にして此の危険界溫度に於ける危険率の激増度に至りては實に驚嘆の外なきものと云ふべし。而かも 950°F なる溫度は現場作業能率等の關係上全く一時的慾望により或は全く無知識の原因又は不注意等のために屢々誤解され易き愈危険界の溫度なるが故に斯かる過熱より來る危険を招來せざる様不斷の注意と訓練とを必要とするものなり。

普通バスの溫度を 850~900°F に於て成るべく低温に保つことによりて亞鉛鍍金事業に於ける最も高價なる亞鉛原料の節約と鍍金槽の命數保全並に製品の鍍金本質の向上の三問題を解決し得て正に一石三鳥の効果ありと云ふべし猶 1,000°F 以上に於ては槽及諸工具の破損等甚しく實際作業上全く不適當なりとす。

第 19 表は操業日に於ける亞鉛バスの溫度と鐵及鉛分の變化との關係の例を表示す。

第 19 表に於て亞鉛バス中の鉛の含有量の變化の状態を見るに鍍金作業中には朝より夕刻に至るに従ひ其量漸次増加し即ち平均量に於て 0.969% から 1.073% に増加せるを知る。而して作業日には日々略同様の状態を繰返へしつゝあること明かなり。これ蓋し日々装入せらるゝ新亞鉛地金中より入り來る鉛の外に亞鉛槽の底敷用鉛の存在せるを以て之の一部は熱度に應じて其飽和點に達する迄は漸増的に亞鉛中に融け込む作用によるものなり。而して夜間バスの溫度の低下するに従ひ其飽和状態は破れて鉛は分離沈下するにより翌朝に至ればバス内の鉛分は再び減少す。

鍍金爐の設計に當りては常に亞鉛槽の外周部を通じて亞鉛を一様に加熱し得る様火爐及煙道を配置すること肝要なり。若し槽の底面より加熱するが如き構造型式のものにありては常に槽を過熱し且つ徒に其の底敷用鉛を過熱する結果バス中の鉛の含有量は過度に増大するを以て鍍金層の

4. 操業時に於ける亜鉛バス内の鐵及鉛分の變動と温度との關係:

第19表 操業日に於ける亜鉛バスの温度と鐵及鉛分の變動關係の例

試料採取時刻	亜鉛バス		試 験 日 次										Fe Pb 平均 (%)
	温度 °C	成分 %	1	2	3	4	5	※6	7	8	9	10	
午前 7時	480	Fe	0.032	0.026	0.026	0.026	0.018	0.014	0.016	0.021	0.018	0.018	0.0215
		Pb	1.010	0.980	0.970	1.000	0.950	0.990	0.890	0.940	0.980	0.980	0.9690
" 9	480	Fe	0.042	0.046	0.029	0.045	0.037	0.014	0.027	0.035	0.040	0.030	0.0345
		Pb	1.050	1.030	1.000	1.090	0.960	1.020	0.940	0.980	1.020	0.980	1.0070
" 11	481	Fe	0.042	0.046	0.034	0.045	0.037	0.016	0.032	0.042	0.040	0.030	0.0364
		Pb	1.060	1.040	1.030	1.070	0.980	1.040	0.950	1.020	1.000	1.000	1.0190
午後 1	480	Fe	0.046	0.053	0.047	0.053	0.042	0.016	0.043	0.043	0.051	0.030	0.0424
		Pb	1.040	1.060	0.980	1.110	0.970	1.040	0.970	1.030	1.050	1.030	1.0280
" 3	480	Fe	0.054	0.059	0.054	0.062	0.053	0.018	0.056	0.059	0.070	0.059	0.0544
		Pb	1.020	1.100	1.070	1.120	0.980	1.020	0.960	0.990	1.080	1.080	1.0420
" 5	481	Fe	1.066	0.09	0.061	0.064	0.053	0.021	0.069	0.061	0.075	0.075	0.0604
		Pb	1.090	1.110	1.090	1.150	1.000	1.040	0.970	1.020	1.110	1.150	1.0730
平 均		Fe	0.047	0.048	0.042	0.049	0.040	0.017	0.041	0.044	0.049	0.040	—
		Pb	1.050	1.050	1.020	1.090	0.970	1.030	0.950	1.000	1.040	1.040	—
管 鍍 金 廻 數			40.7	43.7	34.0	45.2	32.2	—	30.0	37.6	46.0	41.7	平均 39.01

※ 當日休業日

備 考 試験に使用したる亜鉛はタマナックとす其成分は次の如し。

第20表 亜鉛タマナックの平均化學成分(%)を示す

Zn	Pb	Fe	Cu	Cd	Al	Sn	Sb
99.98	0.012	0.007	0.001	tr	tr	tr	tr

上に悪結果を來すべきにより大に注意せざる可からず。

又鍍金バス中の鐵分も作業中絶えず増加し上表中平均量0.0215%から0.0604%に増大せり。而して此鐵分の源は一つは鍍金を行ふ素材、他は亜鉛槽自體にして何れも亜

5. 亜鉛バスの温度と亜鉛副産物の生成量との關係:

第21表 亜鉛バスの温度と亜鉛副産物との關係(試験第1類)

試験日付	亜鉛バス平均温度		作業時數	管鍍金日産重量 kg	亜鉛装入重量 kg	亜鉛副産物取出量		
	晝間 °C	夜間 °C				ドロス kg	酸化亜鉛 kg	合計 kg
1	455		12	68,585	4,508	528	318	—
2	455	425	"	65,645	4,455	573	320	—
3	457	"	"	66,055	4,336	425	325	—
4	456	乃	"	72,370	4,735	452	365	—
5	456	"	"	76,535	4,730	640	372	—
6	455		"	69,860	4,488	488	285	—
7	455	至	"	70,975	4,565	596	335	—
8	456	"	"	67,460	4,226	422	399	—
9	456	430	"	66,420	4,022	639	295	—
10	456	"	"	67,455	4,360	615	338	—
合計	—	—	120	691,360	44,425	5,378	3,352	8,730
管鍍金量1,000kg當りの平均重量(kg)				64.257	7.779	4.848	12.627	

第22表 亜鉛バスの温度と亜鉛副産物との關係(試験第2類)

試験日付	亜鉛バス平均温度		作業時數	管鍍金日産重量 kg	亜鉛装入重量 kg	亜鉛副産物取出量		
	晝間 °C	夜間 °C				ドロス kg	酸化亜鉛 kg	計量 kg
11	479		12	75,420	4,015	678	833	—
12	480	425	"	75,320	4,785	655	822	—
13	478	"	"	66,088	4,830	581	702	—
14	477	乃	"	70,672	4,875	571	702	—
15	478	"	"	77,050	5,005	605	734	—
16	478		"	66,330	4,987	715	720	—
17	480	至	"	75,415	5,168	706	806	—
18	478	"	"	72,000	5,000	836	686	—
19	478	430	"	69,380	5,272	839	806	—
20	478	"	"	55,675	4,383	784	671	—
合計	—	—	120	701,350	48,370	6,970	7,482	14,452
管鍍金量1,000kg當りの平均重量(kg)				68.967	9.938	10.668	20.606	

備 考

鍍金槽の内法寸法 (mm) 7,000×760×深さ 1,200.  
 使用亜鉛の品種——タマナック。  
 亜鉛バスの作業中の平均温度(°C) 455.7, 478.4, 510.5 の3種  
 夜間(作業休止中)の" (°C) 425~430。  
 使用燃料、北米加州産重油、カリフォルニヤ油。  
 同重油の平均熱量 (kcal/kg) 10,500。  
 オイルバーナー型式及個數、コロナ低壓型 2 號型、5 箇。  
 其の各箇の能力 (米ガロン/時) 10。  
 1 日 12 時間當りガス管の鍍金廻數 55.6~78.5。  
 亜鉛槽内溶解亜鉛の平均重量 (kg) 42,000。  
 同上底敷用鉛の平均約重量 (kg) 2,000。

鉛中に絶えず溶解し其温度高ければ其作用益々速進す。而かも鐵の一部はバス内に於て亜鉛と合金し此の作用もバスの温度高ければ従て益々速進して即ちドロスを生成す。

ドロス及酸化亜鉛末の生成を極力少くして亜鉛地金の消費を節約することは業者の經濟的立場上最も重大使命なりとす。叙上の理由により亜鉛バスの温度は常に作業に必要な最低限度に保つべきことは已に前述したる所の如し。

第 23 表 亜鉛バスの温度と亜鉛副産物との關係(試驗第 3 類)

試験日付	亜鉛バス平均温度		作業時數	管鍍金日産量 kg	亜鉛装入重量 kg	亜鉛副産物取出量		
	晝間 °C	夜間 °C				ドロス kg	酸化亜鉛 kg	合計 kg
21	512		12	69,763	6,290	1,350	1,390	—
22	510	425	"	71,049	6,590	1,410	1,680	—
23	510		"	67,984	4,540	1,215	1,405	—
24	511	乃	"	67,472	5,995	1,440	1,620	—
25	510		"	78,528	5,558	1,455	1,845	—
26	511		"	67,371	6,030	1,205	1,320	—
27	510	至	"	70,732	6,515	1,360	1,680	—
28	511		"	72,479	6,275	1,325	1,645	—
29	510	430	"	72,550	6,540	1,305	1,690	—
30	510		"	66,593	6,055	1,320	1,580	—
合計	—	—	120	704,521	60,590	13,385	15,855	29,240
管鍍金量 1,000kg 當りの平均重量(kg)					86'002	18'999	22'505	41'504

猶此等 3 表を概括して次の表を得。之によれば上記 3 類試験に於ける亜鉛の装入量及副産物の量をより簡明に對照し得べし。

第 24 表 バス温度、亜鉛の装入量及副産物の量等の對照表

試験類別	亜鉛バスの平均温度(晝間) °C	鍍金の平均日産重量 kg	亜鉛装入量(管鍍金 1,000kg 當)		亜鉛の副産物取出量(管鍍金 1,000kg 當)	
			kg	比率	kg	比率
1	455.7	69.136	64.257	1.00	12.627	1.00
2	478.4	70.135	68.967	1.07	20.606	1.63
3	510.5	70.452	86.002	1.34	41.504	3.29

第 25 表 前記三類試験の際生成したるドロス及酸化亜鉛末の化學成分の對照を示す

試験類別	亜鉛副産物の化學成分										
	亜鉛ドロス (%)					酸化亜鉛 (%)					
	Zn	Pb	Fe	Cu	Al	Cd	Zn	Pb	Fe	Cu	Cd
1	94.892	2.14	2.95	0.017	0.001	tr	89.29	0.90	0.25	0.032	tr
2	92.970	2.99	4.02	0.020	tr	tr	84.05	2.02	0.57	0.032	tr
3	90.305	4.08	5.59	0.024	0.001	tr	79.37	2.76	1.54	0.030	tr

第 21, 22, 23 及 24 の諸表に於けるドロス及酸化亜鉛の量は現場に於て特に嚴重に行へる場合の實地汲み出し量を示すものにして實際の生成量にはあらず素とより理論上の全生成量は之れより餘程大量なりと知るべし。

此試験に於ては鹽化アムモニヤフラックスは全然之を使用せず。若しバス内亜鉛の表面上に之を使用するときは亜鉛の表面酸化作用は防止せらるゝが故に従て酸化亜鉛の生成量は減少すべし。

茲に注意すべきは亜鉛鍍金業に於て生産費の高低は主として亜鉛消費の節約如何に係るものにしてドロス及酸化亜鉛生成量の多少は又亜鉛消費量に於ける直接の最大要素を成すものなれば業者は常に之を考慮し須らくバスの温度、亜鉛品種の選擇と其の適切配合法其他鍍金操作上の有らゆる經濟的思慮を盡して以て亜鉛消費節約の大目的に邁進すること最も肝要なり。

結 論

下記の諸項目は亜鉛副産物の生成量を少くし之によりて亜鉛の消費節約に努むる上に於て必要なる要綱を示す。

1) 鍍金槽の大きさは鍍金の生産所要量に應じて充分大なる容量のものを選定すべし。而して其大きさに適當するだけの分量を鍍金するに當りては常に一定の速度を嚴守し且つ出來得る限り亜鉛バスの表面の攪亂を避くるを要す。若し槽の大きさに對し相應以上の量を而かも早急に鍍金するときは熱の供給之れに伴はざるためバス温度の上下變動甚だしく且つバス表面の動亂激しきによりドロス及酸化亜鉛の生成を速進せしむるのみならず、鍍金の附着量迄も徒に著増するを以て従て亜鉛の消費量は驚くべく増大するを常とす。

2) 亜鉛バスの温度は常に作業に必要な最低限度に保つことを要す若し徒に其温度を上げ若くば或る原因により

6. 亜鉛ドロスの顯微鏡組織試験：

第 26 表 諸種の場合の亜鉛ドロスの化學成分と顯微鏡組織の數例を示す

試料 No.	亜鉛ドロスの分析表(%)						備考
	Zn	Fe	Pb	Al	Cu	Sn	
1	94.8367	2.8918	2.2080	0.0152	0.0483	tr	Al を添加す
2	94.0444	5.0412	0.7245	0.1454	0.0445	tr	" "
3	94.7674	5.0437	0.1408	0.0005	0.0476	tr	" "
4	94.6881	4.1551	1.1040	0.0083	0.0445	tr	" "
5	93.9200	4.6500	1.1300	0.2600	0.0400	tr	" "
6	94.0350	3.4400	2.0800	0.3000	0.0450	tr	" "

備考 此等試験中に於ける亜鉛バスの温度は 470~480°C なり。亜鉛ドロスの化學成分はバスの成分によりて相異なるのみならずバス内各部分により著しく不同なり従て其組織及形態も亦夫れ々々著しく相違せるを知り得べし。

第 27 表 亜鉛バスの化學的成分を示す但し

第 26 表の試験に於ける試料は此等バス中より採取せり

試料 No.	上記亜鉛バスの化学的成份(%)					
	Fe	Pb	Al	Sn	Cu	Zn
1	0.2059	1.5212	0.0003	0.0304	0.0373	98.2049
2	0.5733	1.4576	tr	0.0096	0.0381	97.9214
3	0.1060	1.2506	0.0003	0.0153	0.0381	98.5897
4	0.2191	1.8362	0.0009	0.0147	0.0487	97.8804
5	0.2200	1.7000	0.0700	—	0.0200	97.9900
6	0.2200	1.7000	0.0700	—	0.0200	97.9900

て之を過熱することあるときは之がため亜鉛副産物の生成量が極度に激増することあるは已に前述せる所なり。

3) 本試験に於ける諸条件のものにありては 3/4" 乃至 2" 管の鍍金にはバスの温度 460~470°C にして浸漬 40~50 秒を適度とす。

4) 亜鉛は純度高き新製品を選ぶを要す。再製品或は鐵含有量の高きものは總て使用中に副産物の生成を促進せしむるものなるを以て使用上甚だ不經濟なり。

5) 亜鉛は各種類につき其質の長所、短所を充分に調査し常に二、三種を以て巧に軟硬を調整し配合することによりて作業上適切有效に且つ最も經濟的に使用し得べし。

7. ガス管に施す亜鉛鍍金層の金屬光澤を得る法並に之を持続する方法に就て：

亜鉛鍍金層は鍍金の方法及種々之が附帶的處理の如何によりて其の光澤に著しき差異を生ず。而して優秀なる金屬光澤を得んが爲めには常に下記の諸點につきて深甚の注意を拂ふことを肝要とす。

1) 酸淨ピッキングの機械作業化 之によりて素管面のスケール及錆を完全に除去し。然る後更に之を清水にて洗滌して此等有害物を充分に流下せしむるを要す。此の操作に對しては特に酸液中にて使用せらるゝ攪拌式酸淨装置を推奨する必要あり蓋し酸淨處理宜しきを得たる素管に對しては鍍金層は必ずや優秀なることを得べきを以て此の装置によりて完全に而かも極力短時間に此操作を行ふこと肝要なり。

2) 鍍金バスの温度選定と其調整上の注意 管の寸法其他各種の事情に應じて夫れに對する最も適當なる温度を選定し之に基きて不斷の努力を以てバス内各部分共温度の不同なき様爐の焚き具合の調整に注意すべきことは前にも已に述べたる所なり。一般にバスの温度は 460~480°C の範圍を適度とし且つ作業に對して必要なる最低温度に保つ様心掛くるを要す是れ蓋し鍍金層の優秀性と併せて其光澤

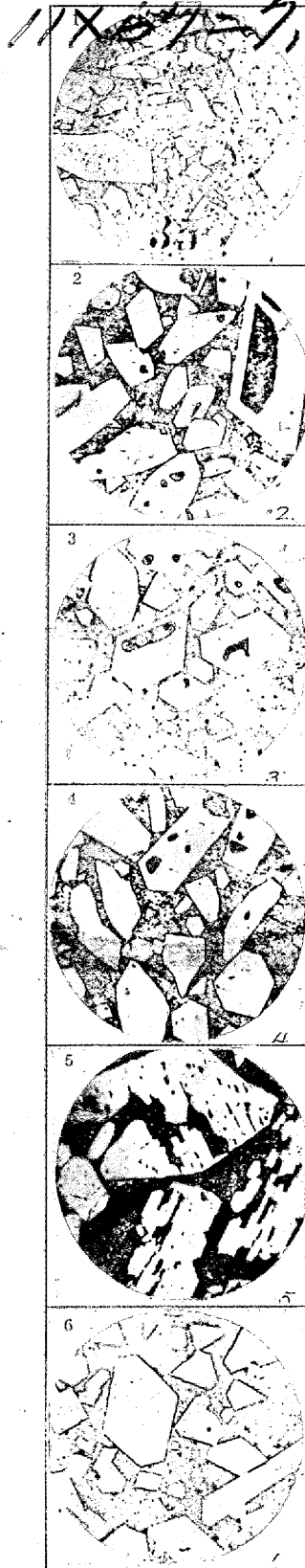
の改善に資する所以なり。

3) 亜鉛槽の容量選定法 槽の大きさは其作業鈍數の多少に基きて決定すべきものにして無論充分之を大にし特にバ

亜鉛ドロスの顯微鏡寫眞

(No. 1~6)

(×100 を 1/2 に縮寫す)



ス中の温度を全面的に均一ならしむるを以て主眼とす。是れ即ち鍍金の本質並に光澤を能くする所以なり。

4) サルアンモニアフラックスの使用 亜鉛バスの表面に此種のフラックスを湛ゆることによりて表面は常に清淨に保たるゝを以て斯くして施したる鍍金層は極めて平滑にして且つ鮮明なる金屬光澤を呈す。

5) 清水冷却と其程度 管を鍍金槽より取り出し早急に冷却水槽中に放冷することを要す。

若し此間に操作上徒に時間の遅延するが如きことあらば層面は忽ち酸化變色して其の光澤を失ふに至るべし。又水槽より管を取出したる際冷却不充分にして管體の餘熱高きに過るときは層面は忽ち白らけ且つ部分的に灰色班點狀を呈して全く其光澤を失ふ恐れあるを以て其冷却程度につきては常に注意を要す。

6) 冷却水の質及其分量 冷却水の温度は常に 50°C を超えぬ様充分多量に給入するを要す若し水温高きに過るときは層面は艶消しとなる恐れあり。且つ又之に要する水は清淨にして鹽素、アルカリ及炭酸鹽類等の不純物を含まざる濾過水を選用すべし。

7) 鍍金後の層面乾燥 管は鍍金後直ちに能く水分を滴らして仕上室内に容れ熱風を室内に送りて速に管面を乾燥するを要

す若し長く水分に曝らさるゝときは忽ち層面に白錆を生じて爲めに其光澤を失ふべし。

8) ドロス及酸化亜鉛末の附着防止 亞鉛バスは極力靜穩に保ち其必要なき限り、之を攪拌せざる様注意すべし若し妄りに攪拌すればする程徒に酸化亜鉛の増生を見且つ又ドロソも表面に浮出して鍍金の表面に附着し之がため鍍金層は平滑を缺ぎ且つ光澤を失ふべし夫れ故必要に應じ努めて是等を除去するを要す。

9) 管材の膚を荒らさぬ爲適當なるインヒビターの使用方 酸淨作業に於て從來屢々用ひらるゝインヒビター中ピケレットは夙に廣く知られ且つ最も推奨に値する一つなり此ものは夫々場合に應じて異れども凡そ0.05~0.15%位を酸液中に注加使用す。但し其所要量の決定につきては之を使用中酸槽内に水素ガスの泡の放出が防止さるゝ程度を以て適量なりとし此限度を超えて使用すれば甚だ不經濟なりとす。而して之を適度に使用するときには酸淨作用は多少緩慢の傾向あるも決して管材を損傷する恐れなきを以て酸淨後の管面極めて平滑なること従て之に施したる鍍金は極めて平滑にして且又其光澤も大に改善せらるゝ所に其効果の極めて優秀なるを認め得べし。

10) 外氣及ガス等の防止 潮風、塵風及雨や湿度高き空氣などは總て仕上室内に通ずることを避くるを要す凡て鍍金後層の猶新しき間に於ては其光澤に對する是等の影響は特に甚しきものあり又工場内にて取扱はるゝ硫酸鹽酸等の

ガス就中鹽化アンモニヤガスは特に其光澤を害し且つ層を腐蝕するを以て鍍金管は常に此等から遠ざけ努めて其接近を避くべし。

11) 白錆の發生防止法 鍍金表面に生ずる白錆は雨露中に於ては勿論湿度高き空氣中に於ても加速的に發生するものなれば層の光澤を持続せしむる爲めには鍍金後直ちに管面に油脂を塗付して之を防止するを要す。濕潤なる地方に於ては特に之を必要とす。

12) 鍍金層面の防蝕 鍍金層の防蝕の目的を以て鍍金後に使用する冷却水槽中にクロム酸加里又はクロム酸ナトリウムを溶解して其中に管を浸し冷却することは操作上簡便にして頗る有效なり。

鍍金層を保護する半長期性の塗料としては普通脂、パラフィン、椰子油或は透明なる配合油又はワニス等を溶かして之に鍍金管を浸し或は管面に是等を噴霧し塗付する等の方法によりて完全に塗料を施して層面の白錆及塵埃等を防ぎ猶且つ漸進的の酸化並に腐蝕作用を防止するを常とす。而して此等の防蝕措置は總て濕潤地方に於て又特に雨季に於て最必要なりとす。

13) 管の長期貯藏法 鍍金管を長期間貯藏するには倉庫内に於て之を塵、潮風及腐蝕性ガス等に曝露することなく、而かも通氣良好にして空氣最も能く乾燥せる場所を選定するを以て第一要件とす。