

鋼管の亜鉛鍍金に就て (第3篇)

沸し付け亜鉛鍍金法の二様式によりて施したる ガス管亜鉛鍍金層の比較

荻野安藏*

緒 論

著者は此研究に於て鋼管の沸し付け亜鉛鍍金層の上に及ぼす壓縮空氣吹き掛けの影響如何を究明せんとす。

壓縮空氣(蒸汽も同様)は亜鉛鍍金層の厚さを制限し又調節するため之を利用す即ち鋼管を鍍金して亜鉛バスより取り出したる直後其表面に之を吹き掛けて表面の餘剩亜鉛を硬化するに先ちて充分に吹き除き以て層を一様に薄く調整するものなり。

數年來已に鋼管鍍金業者中には壓縮空氣を此方面に利用するために多孔式並列氣孔を有する吹氣管或は所謂エヤーリングを使用する向きありて作業上相當の効果を收めつゝある者少からず。特に近來コンヂットパイプの製出盛なるに及んで益々之が利用増進の傾向を示すに至れり併し乍ら彼等の多くは單に作業處理上之を利用するに止まり事實上斯かる方法によりて得たる特種鍍金層が鋼管に及ぼす眞の保護的效果の果して如何なるものなるかに就ては餘りに無頓着の點多きを認むる所なり、蓋し彼等に於て其空氣使用

上の眞の目的とする所のものは概ね次の條項にあるものゝ如し即ち

- a. 壓縮空氣吹掛け法によりて管の亜鉛鍍金層を強て一様に薄く調整し以て其使用亜鉛の量を節減するため。
- b. 管の鍍金を使用の目的に従て極めて一様に薄く施さんが爲、但しコンヂットパイプ等に於けるが如し。
- c. 鍍金作業を迅速且平易化し特に之によりて鍍金管の大量製産を目的とすること。

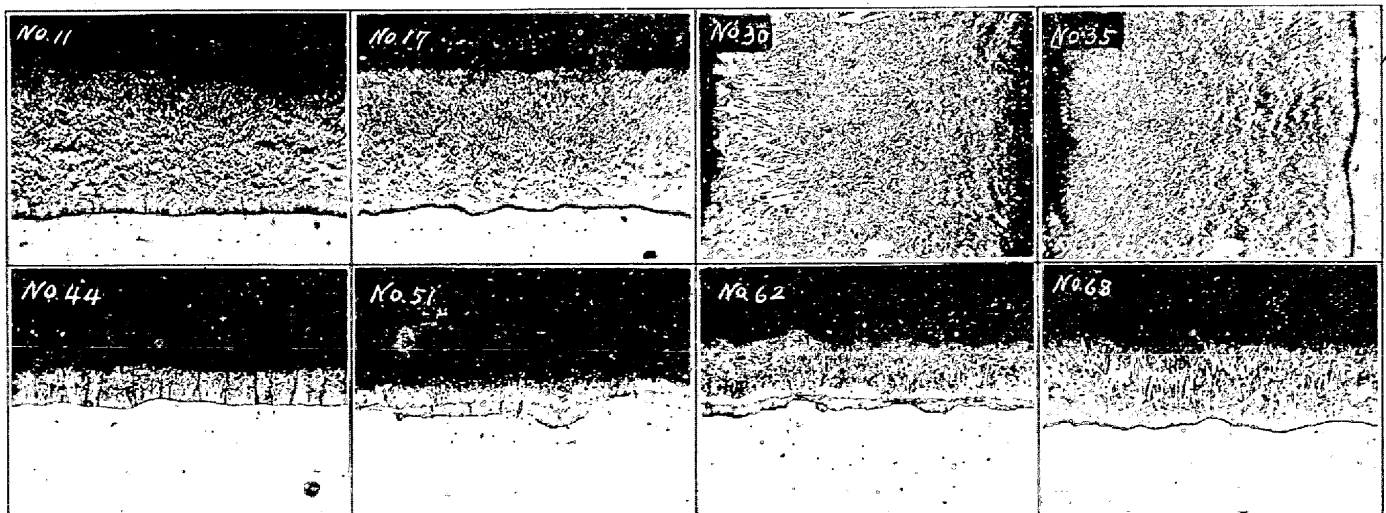
等是れなり。是に於て叙上の特種なる鍍金方法が此種沸し付け鍍金層の上に果して如何なる影響を齎らすものなるかを以下實地に行ふ諸試験に基き夫々彼是亜鉛鍍金層の成績如何を直接比較對照によりて之を考究するものなり。

此觀點に基き余は 3/4" 鍛接管を使用して下に列記せる諸試験を可成多様に行ひ以て上記問題解決のため詳細此の空氣吹掛けによる特種鍍金の長所及短所を充分に考察論斷したり。

主要試験項目

1. 試料管表面の亜鉛鍍金層の重量試験

3/4" 鍛接試料管の A 類に於ける亜鉛鍍金層の顯微鏡寫眞 (×250) (上)



3/4" 鍛接試料管の B 類に於ける亜鉛鍍金層の顯微鏡寫眞 (×250) (下)

* 日本鋼管株式會社

2. 試料管表面の亜鉛鍍金層の硫酸銅試験
3. 鍍金試料管の屈曲試験
4. 鍍金試料管の縦方壓縮試験
5. 試料管表面の亜鉛鍍金層のアルカリ試験
6. 試料管表面の亜鉛鍍金層の海水中に於ける腐蝕試験
7. 試料管表面の亜鉛鍍金層の大氣中に於ける腐蝕試験
8. 試料管表面の亜鉛鍍金層の清水中に於ける腐蝕試験
9. 試料管表面の亜鉛鍍金層の顯微鏡組織試験

一般的條件 鍍金槽の内法寸法, 耗, 7,000×760×深 1,200×厚 32 溶解亜鉛の試験作業中の温度 430~520°C 夜間(作業休止中)其の温度 425~430°C 使用亜鉛の品種, 加奈太産, タダナツク, 使用燃料, 北米加州産の重油 カリフォルニヤ油, 同重油の平均熱量1疋當り, 10,500kcal オイルバーナーの型式並に使用箇數, コロナ低壓式 No. 2 型 5 箇其各箇能力, 毎時 10 米ガロン, 亜鉛槽内溶解亜鉛の平均約重量 42,000kg, 槽内底敷用鉛平均約重量 2,000kg 3/4" 鍛接ガス管の毎日 10 時間に於ける鍍金量約 40t

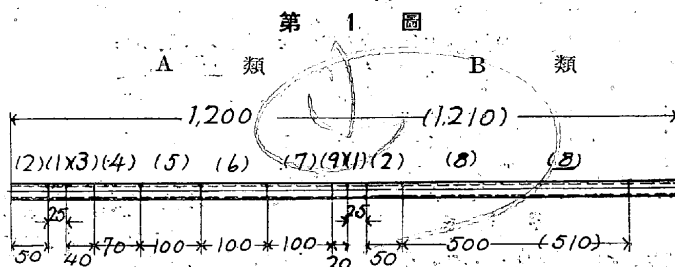
A, B 2 類の諸試験に對する 3/4" ガス管

試料の調製方 A 類に對して各長さ 1,200mm 又 B 類に對して各長さ 1,210mm の 3/4" 試料管を各同一原管

より切り取りて A 及 B を同一硫酸液内に於て同様に酸淨し且同一鍍金槽内に於て同様に亜鉛鍍金を施せり但し A 類と B 類の處理の相異る點は A 類は斯くして普通に沸し付け鍍金を施せるに反し B 類は斯くして管を鍍金槽内より取り出すや否やエアーリング (1" 環狀管の内周等分の位置に六箇の徑 1/16" エアーノツヅルを備ふるもの) より壓縮空氣を通じ B 管をして該リング内を通して鍍金層の表面を吹き浚らへて餘剩亜鉛を充分に吹き撒らし然る後 A 及 B 兩管共水槽に浸し後共に空中に放冷したるものとす。

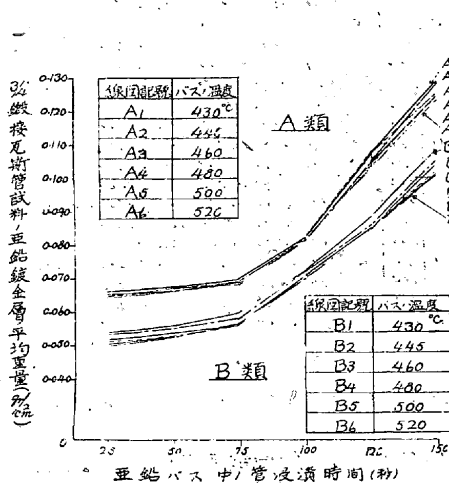
空氣の壓力は其 1" 導管内に於て 3.5kg/cm² に保てり。斯くして A, B の各管より第 1 圖に示す如く亜鉛鍍金層の比較試験に使用する各種の試料管を調製せり。

第 1 圖及附表, 各亜鉛鍍金管より切取るべき各箇 3/4" 試料管の長さを示す。



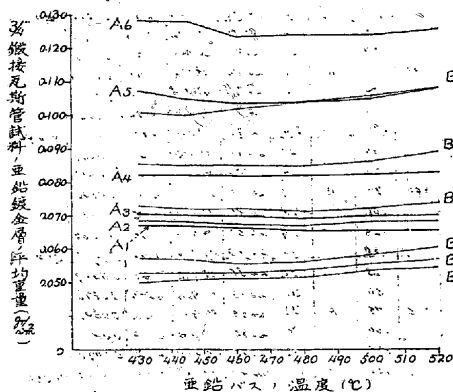
第 2 圖 3/4 鍛接瓦斯管試料, A, B 二類に於ける亜鉛鍍金層平均重量の關係(但し亜鉛バスノ温度同ニナル場合)

A 類一沸し付け鍍金法ニヨリテ普通ニ亜鉛鍍金ヲ施シタル場合ノ曲線同... A1-A6
B 類一同様ニ鍍金ヲシ其取リ出シ直後ニエアーリングヲ通シテ吹拂處理シタル場合ノ曲線同... B1-B6



第 3 圖 3/4 鍛接瓦斯管試料, A, B 二類に於ける亜鉛鍍金層平均重量, 同表(但し亜鉛バス内ニ於ける管ノ浸漬時間同ニナル場合)

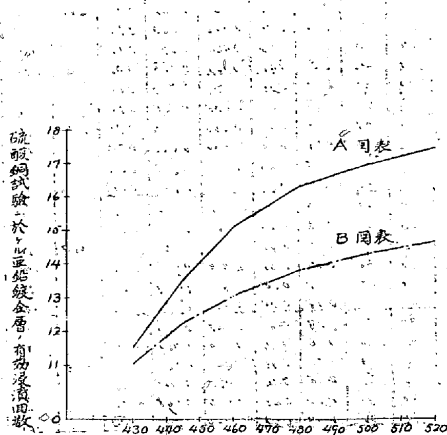
A 類一沸し付け鍍金法ニヨリテ普通ニ亜鉛鍍金ヲ施シタル場合ノ曲線同
B 類一同様ニ鍍金ヲシ其取リ出シ直後ニエアーリングヲ通シテ吹拂處理シタル場合ノ曲線同



亜鉛バス内ノ管ノ浸漬時間(秒)	25	50	75	100	125	150
A 類鍍金層ニ於ける各曲線	A1	A2	A3	A4	A5	A6
B 類	B1	B2	B3	B4	B5	B6

第 4 圖 3/4 鍛接瓦斯管, A, B 二類に於ける亜鉛鍍金層ノ硫酸銅一分間浸漬試験ニ於ける平均有効浸漬回数ノ關係

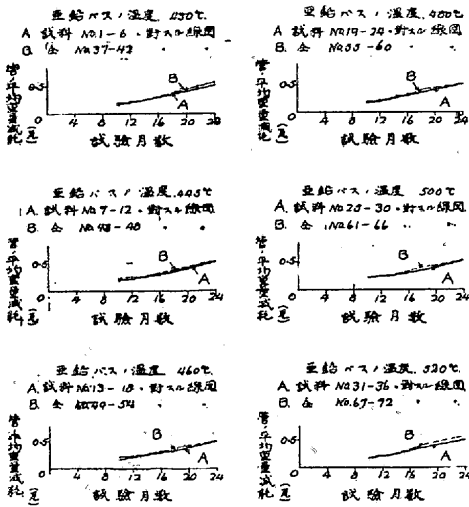
A 類一沸し付け鍍金法ニヨリテ普通ニ亜鉛鍍金ヲ施シタル 3/4 管
B 類一同様ニ鍍金ヲシ其取リ出シ直後ニエアーリングヲ通シテ吹拂處理シタル 3/4 管
A 類 B 類ノ試料管中相對各ニ箇ニ於て同一原管ヨリ採取シタル試料



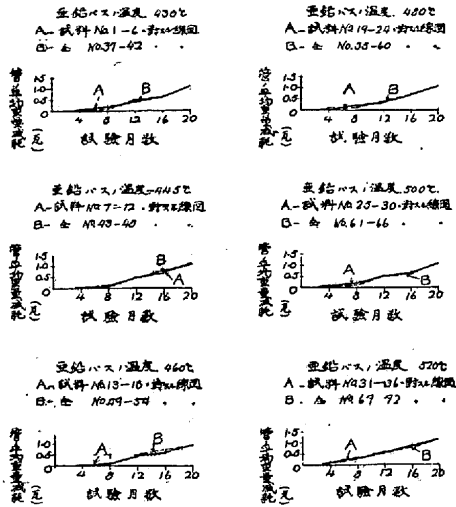
57 x 30 = 171

56x25=14

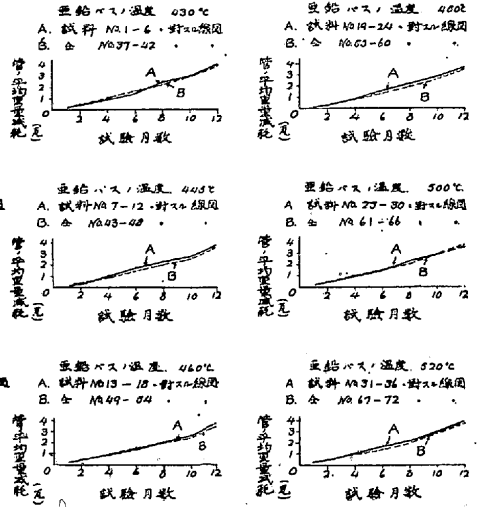
第7圖 清水中腐蝕試験、場合A、B二類、亜鉛鍍金試料、平均重量減耗、比較図表、但し、同様の試料は、線図A、Bに分類、浸漬層、試料、同表、示す、線図B、B類、



第6圖 大氣中腐蝕試験、場合A、B二類、亜鉛鍍金試料、平均重量減耗、比較図表、線図A、Bに分類、浸漬層、試料、同表、示す、線図B、B類、



第5圖 海水中腐蝕試験、場合A、B二類、亜鉛鍍金試料、平均重量減耗、比較図表、線図A、Bに分類、浸漬層、試料、同表、示す、線図B、B類、



- 試料番號 試料管の長さmm (1) 25x2 鹽化アンチモン試験鍍金層の重量測定用 (2) 50x2 亜鉛鍍金層の硫酸銅試験用 (3) 40 同上 アルカリ試験用 (4) 70 管の縦方壓縮試験用 (5) 100 亜鉛鍍金層の海水中に於ける腐蝕試験用 (6) 100 同上 大氣中に於ける腐蝕試験用 (7) 100 同上 淡水中に於ける腐蝕試験用 (8) 500 管の屈曲試験用(A類) (8) 510 管の屈曲試験用(B類) (9) 20 亜鉛鍍金層の顯微鏡組織試験用

第1表

Table with columns for material type (A/B), chemical composition (C, Mn, S, P, Cu), and average weight loss in seawater at different temperatures.

處理を適用したる 3/4" 管

第1表 A、B2類に於ける3/4"鍍金試料管の明細並に亜鉛バス温度及浸漬時間等の關係、試料 No.1~36 はA類、又No.37~72 はB類に屬す。

3/4" の A、B2類に於ける亜鉛鍍金層の重量試験

第2表 前記 3/4" 試料管の A、B 二類に於ける亜鉛鍍金層の重量 (鹽化アンチモン試験法による)。

Table with columns for material type, diameter, length, weight, and average weight loss in seawater at different temperatures.

Table with columns for material type, diameter, length, weight, and average weight loss in seawater at different temperatures.

備考 試料管は3/4"鍍接ガス管にして厚さ平均 2.8mm 其各箇の長さは表示の如し。

備考 各試料管の A、B 2 類別は次の如し。 A—沸し付け法によりて普通に亜鉛鍍金を施したる 3/4" 管 B—同様に鍍金し其浸漬取出し直後にエアーリングによりて吹拂

結論

(1) B類の試料管表面の亜鉛鍍金層の平均重量は總て其

の相當する A 類のものよりも餘程輕し。

(2) B 類の試料管の鍍金層は一般に A 類のものに比して餘程薄く一樣にして且均齊なり故に前者は其管の受くる衝擊屈曲其他過度の變形加工に對しては極めて優秀なり蓋し是は後に述べんとする。3/4" 鍍金管の屈曲試験並に縦方壓縮試験の結果によりて明かなるべし。

(3) 此理由によりて B 類に屬する亜鉛鍍金層は特にコンヂットパイプ等に最も好く適す。

(4) A 類と B 類との鍍金層の重量の差異は或程度 B 類の層を吹拂處理を行ふ際の條件即ち空氣壓力、エアーノズル適用の時間及其調節の程度等によりて同一ならず。

(5) 亜鉛バスの溫度 490°C 以上なる場合には溫度を高むるに従て鍍金層は益々厚くなる猶 500°C 以上に上るときは鍍金反應は非常に加速せられる。

(6) 一般に通常溫度に於ては浸漬時間約 75 秒以内に於ては鍍金層の重量には左程著しき影響なきも約 490°C 以上の高溫度に上るに従て其浸漬時間の影響は益々大なり。

第 2 圖 3/4" ガス管試料の A, B 兩類に於ける亜鉛鍍金層の重量の圖表を示す(但し亜鉛バスの溫度同一なる場合)

第 3 圖 3/4" ガス管試料の A, B 兩類に於ける亜鉛鍍金層の平均重量の圖表を示す(但し亜鉛バス内に於ける管の浸漬時間同一なる場合)。

(7) 第 2 圖と第 3 圖々表を對照するとき A, B の兩類に於ける亜鉛鍍金層の平均重量の間には何と著しき相違の存するか並に之れが以下に述ぶる所の諸試験の結果に如何なる影響を及ぼすかは特に驚異に値す。

第 3 表 A, B 2 類に於ける 3/4" 試料管の亜鉛鍍金層の硫酸銅試験に於ける有効浸漬回数の比較を示す。

亜鉛バス 溫度 °C	浸漬時間 分	A 類		B 類	
		試料 No.	重量 (g)	試料 No.	重量 (g)
430	25	1	10	37	10
	30	2	11	38	10
	35	3	11	39	11
	100	4	12	50	11
	125	5	12	41	12
445	25	6	13	42	13
	30	7	12	43	10
	35	8	13	44	11
	75	9	13	45	12
	100	10	14	46	13
460	125	11	14	47	13
	150	12	15	48	14
	25	13	12	49	11
	30	14	14	50	12
	35	15	14	51	12
475	100	16	15	52	13
	125	17	17	53	14
	150	18	16	54	14
	25	19	10	55	11
	30	20	15	56	13
490	35	21	15	57	14
	75	22	17	58	14
	100	23	18	59	15
	125	24	18	60	15
	150	25	20	61	16
500	25	26	19	62	15
	30	27	18	63	14
	35	28	17	64	15
	100	29	19	65	16
	125	30	21	66	16
520	25	31	16	67	12
	30	32	15	68	14
	35	33	16	69	14
	100	34	18	70	15
	125	35	20	71	16
	150	36	22	72	17

備考 此の試験は亜鉛鍍金層の硫酸銅溶液に對する一分間浸漬試験即ちリーステッドによるものなり。其際の室内溫度・19~20°C 試料管は 3/4" 鍍接管にして其各箇の長さ 50mm とす。硫酸銅溶液の比重は 20°C に於て約 1.19。試験中同溶液の溫度は凡そ 20~21°C に保てり。

A, B 2 類に於ける 3/4" 鍍接ガス管の亜鉛鍍金層の硫酸銅試験 A 類一沸し付け鍍金法によりて普通に鍍金したる試料管

B 類一同様に鍍金し其取出し直後にエアーリング内を通して吹拂處理をなしたる試料管(第 3 表参照)

結論 上表に従へば硫酸銅試験に關して次の如き結論を得。

(1) 此等試験の範圍内に於ては亜鉛バス内の浸漬時間を長くすればする程鍍金層は厚くなる。而して層の硫酸銅溶液に對する抵抗力は殆ど鍍金層の厚さに比例す。

(2) 亜鉛バスの溫度が同一なる場合に A 類試料管の鍍金層は一般に B 類の之れに相當する試料管のものよりは同試験溶液に對して抵抗力大なり。而して是れも A 類の鍍金層が B 類のものよりも著しく厚き點に歸すべし。即ち前記 A, B 2 類のガス管鍍金層の重量試験の章並に同第 2 表より明かなりとす。第 4 圖は A, B 2 類に於ける 3/4" 試料管の鍍金層の硫酸銅試験に於ける平均有效浸漬回数の圖表とす。

(3) 本圖表に就て見るに A, B 2 類の管の鍍金層の同試験溶液に對する抵抗力の差異は寧ろ普通 445~480°C なる中庸溫度に於て著大なるも其より高溫度並に低溫度の場合には左迄著しからざるを知る。

(4) 亜鉛バス内に於ける最も適當なる浸漬時間を決定する爲には次の觀點に重きを置くことを要す。即ち若し浸漬時間が長きに過るときは其の鍍金層の合金層は發達の度を過ぎて層は從て厚く且寧ろ脆弱に傾き爲めに鍍金管に衝擊を與へ或は屈曲其他過度の變形加工をなすに堪えざるに至るべし是等は後に述ぶる所の鍍金管の屈曲試験並に縦方壓縮試験の結果によりて明かなる所なり。此場合に於て亜鉛バスの溫度 470~490°C に對しては其浸漬時間は一般に 50~75 秒を最も適當とす。

A, B 2 類に於ける 3/4" 亜鉛鍍金鍍接ガス管の屈曲試験 A 類一沸し付け鍍金法によりて普通に鍍金したる試料管

B 類一同様に鍍金をなし其取出し直後にエアーリング内を通して吹拂處理をなしたる試料管

結論

(1) 此等試験の結果に従へば特に鍍金管を強度の屈曲の目的に使用する場合には凡そ亜鉛バスの溫度 450~475°C に於て鍍金するを要す、其れ以外の高溫度も低溫度も共に之を避くべきなり。

(2) 管の化學的性質及其表面狀態が其屈曲試験に對して

大なる影響を有す。管材にして珪素を含むもの或は凡そ炭素含有 0.15% を超ゆるものは鍛接作業満足に行はれ難く従て之を亜鉛鍍金するときは往々にして其屈曲試験に對して不良結果を招くことあり。

第4表 A,B 二類に於ける 3/4" 亜鉛鍍金鍛接ガスの屈曲試験の結果を示す

Table with columns for temperature (温度), thickness (厚さ), and test results (試験結果) for various pipe types and temperatures.

備考 試料管—3/4" 鍛接管にして厚さ平均 28mm. 其長さ A 類は 500mm 又 B 類は 510mm とす。内方屈曲半径 82mm. 屈曲角度 180°C. 但し電動式パイプ曲げ機械による試験の際には總て管の接合はせ目を屈曲軸面と 45° の位置に配置せり。

(3) 表面にドロスを有する鍍金層は甚だ脆弱にして管の屈曲試験の際甚しく罅裂を生じて不良なる結果を齎らすを常とす。

(4) 酸淨不充分なる素管又は酸淨過度なる管は満足なる亜鉛鍍金を望み難し此等の鍍金層は甚だ厚きものあり。或は屢々不鍍金のもありて均齊さと平滑度を缺ぐを以て管の屈曲試験に對して不良なり。

(5) 一般に鍍金層は薄く平滑にして且弾性に富む程管の屈曲の目的に對して良好なりとす。

A, B 二類の試料管に於ける同上試験の結果比較次の如し。

(6) B 類の試料管の鍍金層は A 類のものに比して遙に薄く且均齊なり (第2表参照)

(7) 若し單に管の屈曲試験の結果のみに就て見るならば B 類の管の鍍金層は A 類のものより優秀なること明かなり。上表より見るも前者に屬する試料管は凡そ 500°C のバス温度までは悉く無罅裂の好成績を示したるに反して後者の試料管は僅かに 450~475°C の範圍内に於てのみ良好にして其他は不成績なり。

(8) 然るに鍍金層の硫酸銅試験其他の結果より見るときは A 類試料管の鍍金層が却て B 類管のものより優秀なり加之前者は後者より奇麗なる金屬光澤及外觀を有せり。

此等の結果より考察して下記の結論を得たり：—

B 類に屬する管の亜鉛鍍金層は寧ろ特に甚しき屈曲並に變形加工の目的に使用するコンヂットパイプ等に對して最も有效なり。然るに A 類に屬するものはコンヂットパイプの類を除き其他の總て一般使用の鍍金管に對して前者より優秀且其れ以上に好適なり。

A, B 2 類に於ける 3/4" 亜鉛鍍金鍛接ガス管の縦方壓縮試験 A 類—沸し付け鍍金法によりて普通に鍍金を施したる 3/4" 試料管。

B 類—同様に鍍金をなし其取出し直後にエアーリング内を通して吹拂處理をなしたる 3/4" 試料管。

第5表 A,B 二類に於ける 3/4" 亜鉛鍍金鍛接ガス管の縦方壓縮試験の結果を示す

Table with columns for temperature (温度), thickness (厚さ), and test results (試験結果) for various pipe types and temperatures.

備考 亜鉛バス内に使用の亜鉛品種タダナツク。試料管—3/4" 亜鉛鍍金鍛接管にして厚さ平均 28mm 其試験前の原長各々 70mm なり。

此等試料管を 70mm 水壓試験機によりて表示の如く夫々縦方壓縮試験を行ひ各々 50mm 迄乃至 30mm に迄壓縮して各鍍金層の罅裂の有無成績を檢定したり。

結論 試料管の縦方壓縮試験に就て其要件を述べれば下の如し但し此等は前記の管の屈曲試験に關するものと大同小異なり。

(1) 此場合に於て管は必ずバス温度 440~460°C に於て鍍金するを要す 470°C 以上の温度は注意して之を避くべし。

(2) 亜鉛バス内の浸漬時間は成るべく短く即ち 30~50 秒を最も適當とす。

(3) 亜鉛鍍金層は一般に合理的に薄くして充分平滑なるを要す猶且層は極めて弾性及膠着性に富み以て其管を變形加工等なす場合に之れが管面より剝離するが如き恐れなきを要す。

(4) バス内の亜鉛は充分純度高く且ドロスを要す又バスの温度は其全面に互りて均一なるを要す。

A. B 兩類の鍍金層の本試験に對する其結果比較:—

(5) B 類試料管の亜鉛鍍金層は A 類試料管のものより遙に薄く且均齊なることは第2表によりて明かなり。

(6) 此等試験の結果に従へば B 類の鍍金層は A 類のものより遙に優秀なり、即ち前者はバス温度凡そ 500°C 迄の範囲内に於ては其悉くが罅裂を生ずることなし。然るに A 類に於ては單にバス温度 440~460°C に於てのみ罅を生ぜず良好なりしによる。

(7) 之に反して鍍金層の硫酸銅試験其他に對しては A 類の鍍金層の方が一般に B 類のものより遙に優良なり猶且 A 類の方は他よりも奇麗なる金屬光澤及良好なる外觀品位を有す。

(8) 以上試験の結果より觀て結局 B 類の鍍金層は寧ろ

A, B 2 類に於ける 3/4" 鍍接試料管の亜鉛鍍金層のアルカリ試験

此試験は現行の日本水道協會の規定にかゝ

第6表 前記 3/4" 試料管の A 類亜鉛鍍金層の海水中に於ける腐蝕試験の結果を示す。

Table with columns for test tube No., temperature, immersion time, weight change, and corrosion rate. Includes handwritten calculations at the bottom: 40x27=108.

※第2表参照

月数総平均...399

コンチツトパイプなる特種目的の管に適當にして廣く電線電纜の架設又は埋設用管等に使用せらる。

る亜鉛鍍鋼管規格に準據せるものとす。

使用亜鉛の品種、クマナツク、試料管は 3/4" 亜鉛鍍金管にして長さ及幅谷々約 40mm とす。A 類には No. 1 乃至 No. 36 の 36 箇、B 類には No. 37 乃至 No. 72 の 36 箇、アルカリ溶液は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。

試験に先ち各試料管の鍍金面をベンヂンに浸したる綿布を以て充分に拭ひたる後之を 75~80°C に保持せるアルカリ溶液中に浸すこと 60 分にして猶鍍金層の殘存することを要す。此試験に於て上記試料管 No. 1~72 は悉く合格したり。

結論 此試験に對しては亜鉛鍍金層は一様に厚く平滑にして且組織の緻密なるものを最も適當とす之に反し其質粗にして氣孔ある如きは最も不適當なりとす。

使用亜鉛は新製品にして純度高きものを選び且亜鉛バス

第7表 前記 3/4" 試料管の B 類亜鉛鍍金層の海水中に於ける腐蝕試験の結果を示す。

Table with columns for test tube No., temperature, immersion time, weight change, and corrosion rate. Includes handwritten calculations at the bottom: 40x27=108.

※第2表参照

月数総平均...344

Handwritten calculations: 40x27=108, 108

の温度は各部共均一なるを肝要とす。而して再製亞鉛は最も不適當にして特に使用上不經濟なりとす。

鍍金層にドross又は酸化亞鉛末の固着せるものは此試験に對しては不適當なりとす。而て酸化亞鉛の生成量を少くし且之が鍍金面への付着を防止するには亞鉛バスの表面を鹽化アムモニヤフラックスの層を以て被覆するを肝要とす

A, B 2 類に於ける 3/4" 鍛接試験管の亞鉛鍍金層の海水中に於ける腐蝕試験 A 類—普通に沸し付け法によりて亞鉛鍍金を施したる 3/4" 試験管

B 類—同様に亞鉛鍍金を施しバスより取り出し直後エ第5圖は 3/4" 試験管の A, B 二類の鍍金層の海水腐蝕試験に於ける平均の重量減耗の比較圖表を示す。

備考 試験管は 3/4" 鍛接管にして厚さ平均 2.8mm 長さ 100mm A 類に屬する試験管—No.1~36. B 類に屬する試験管—No. 37~No.72. 是等試験管は豫め各箇の重量を秤り亞鉛引鐵線に繋ぎて例の川崎海岸に於て平均水面下凡そ1米の深度に浸漬せり爾後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の重量を秤る而して同様に之を續行すること 12 ヶ月に及べり

第8表 3/4" 試験管のA類亞鉛鍍金層の大氣中に於ける腐蝕試験の結果を示す。

Table with columns: 試験管 No, 温度, 浸漬時間, 試料原重量, 各期同空中曝露試験後之於ケル試料管重量, 亞鉛層/重量減少, 平均重量, 亞鉛層/平均重量, 亞鉛層/深測命數. Includes handwritten calculation 42 x 29 = 1134 at the bottom.

ヤーリング内を通して吹拂處理をなしたる試料管

結論 此試験に於ては鍍金層は海水中の鹽素によりて特に強烈に腐蝕せられ猶且試験管の兩端切斷面の鐵も徐々に犯され従て多少其試験に影響を及ぼすこと明かなり。鍍金層の金屬性、光澤は殆ど最初の1ヶ月にして變色し漸次黒褐色を呈す。

鍍金の最外部の純亞鉛層は比較的耐蝕性に於て其内部合鍍層に優れることは前記圖表によりて明かなり。而して鍍金層の耐蝕力是一般に層の化學成分厚さ及其表面の平滑度等の狀相に影響せらるゝを知る。茲に A, B 二類の鍍金層を比較するに A 類の層は B 類のものに比して餘程厚く猶此試験の範圍内に於ては兩類の層の試験による平均の重量減耗率は甚區々なれども要するに兩者の差は左程大ならず。此等の理由によりて A 類の層は其の厚き丈け B 類のものより持久性に富めること明かなり。即兩者の豫測命數は概略 39.9 ヶ月對 34.4 ヶ月に當り A 層は B 層より遙に良好なる結果に歸せり。

A, B 2 類に於ける 3/4" 鍛接試験管の亞鉛鍍金層の大氣中に於ける腐蝕試験

第9表. 前記 3/4" 試験管, B類亞鉛鍍金層, 大氣中に於ける腐蝕試験の結果を示す

Table with columns: 試験管 No, 温度, 浸漬時間, 試料原重量, 各期同空中曝露試験後之於ケル試料管重量, 亞鉛層/重量減少, 平均重量, 亞鉛層/平均重量, 亞鉛層/深測命數. Includes handwritten calculation 42 x 29 = 1134 at the bottom.

Handwritten calculations: 42 x 29 = 1134 and 11.34

A、B二類=於て3/4" 鍛接試料管、亜鉛鍍金層、清水中=於て腐蝕試験
第10表、前記3/4"試料管、A類亜鉛鍍金層、清水中=於て腐蝕試験、結果ヲ示ス

Table with columns: 試料管 No., 亜鉛液濃度, 浸漬時間, 試料管径, 各期間水中浸漬試験, 亜鉛層重量減少, 平均豫測寿命. Includes handwritten calculations like '40x27=1080' and '41.5'.

第11表、前記3/4"試料管、B類亜鉛鍍金層、清水中=於て腐蝕試験、結果ヲ示ス

Table with columns: 試料管 No., 亜鉛液濃度, 浸漬時間, 試料管径, 各期間水中浸漬試験, 亜鉛層重量減少, 平均豫測寿命. Includes handwritten calculations like '11.34'.

第8表及第9表は各々A類及B類亜鉛鍍金層の此種腐蝕試験の結果を示す。第6圖は是等兩類の鍍金層の大氣中腐蝕試験に於ける平均の重量減耗の比較圖表を示す。

備考 試料管は3/4" 鍛接管にして厚さ平均2.8mm 長さ100mm A類に屬する試料管—No.1~36。B類に屬する試料管—No.37~72。是等試料管は豫め各箇の重量を秤り亜鉛引鐵線に繋ぎて當工場事務所の屋上に雨曝しとなし爾後毎月一回之を取り卸し清水中にて能く洗ひ乾かしたる後各箇の重量を秤り、斯くして之を續行する事20ヶ月に及ぶ此曝露試験に於て鍍金層は漸次酸化し殊に雨後に於ては表面は白錆に覆はれ凡そ5、6ヶ月にして其表面の金屬性光澤は漸次消失し部分的に不規則に灰褐色に變ず。併し其腐蝕に因る重量の減少は極めて微々たり。

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耐蝕性に於て勝れり。即ち試料管の暴露後5、6ヶ月間は其重量の減少は極めて微々たるも爾後漸く其の増大するを見る。

一般に此試験に於ては鍍金層の腐蝕に因る平均の重量減少量はA、B兩類に於て微々にして殆ど大差なし之を以てA類の層はB類のものより其層の厚き丈け夫れだけ腐蝕

※第2表参照 年數線平均...11.9

に對して耐久性に富むものなり。即ち上表によりて其兩者の平均豫測命數は大約240.9ヶ月對207.2ヶ月に當る。依て此場合に於てはA類の鍍金層はB類のものより遙に優秀なりとの結論を得たり。

第10表及第11表は各A類及B類試料管の亜鉛鍍金層の清水中に於ける腐蝕試験の結果を示す。第7圖は此等の結果によるA、B兩類鍍金層の平均の重量減耗の比較圖表を示す。

A類—沸し付け鍍金法によりて普通に亜鉛鍍金を施したる3/4" 試料管 B類—同様に鍍金をなし其取り出し直後にエヤーリング内を通して吹拂處理をなしたる3/4" 試料管

備考 試験用清水は川崎市水道水とす。試料管は3/4" 鍛接管にして厚さ平均2.8mm 長さ100mm 此等試料管の始め各箇の重量を秤り各二箇宛一本の亜鉛引鐵線に繋ぎて内法1,000x600x深900mmの木製水槽中に同時に相互接觸せぬ様に注意し凡そ槽の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又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調節せり、斯

くして爾後1ヶ月毎に各試料管の重量を秤定し此試験を続行すること24ヶ月に及べり。

此の水に浸漬試験に於て鍍金層の漸次光輝を減じつゝ表面は次第に白錆を以て覆はるゝに至る。而して試験開始後凡そ4, 5ヶ月にして鍍金層はA類, B類共に殆ど同様に艶無しに變はり。然る後漸次部分的に黒褐色を呈するに至る。

結論 此試験の範圍に於ては鍍金層はA類, B類共に絶えず。且極めて徐々に殆ど同一程度に變化す一般に鍍金層の清水中に於ける腐蝕は層の表面の粗密状態、其化學成分並に水中に含有せらるゝ腐蝕性不純物(Cl, CO₂, 炭酸鹽等)の量及性質等に左右せらる。此試験に於ける川崎市水道水中の不純物の平均量は下表の如し。

Cl CO₂ 炭酸鹽 摘要

6.2 3.5 — 1,000ccの水中に含まるゝ量をmgにて示す

B類の鍍金層面は一般にA類のものより粗質なるを以て此種腐蝕試験に對して特に其初期に於てA類のものより不利なり。然るにA類の層の最外部に於ては平滑なる純亜鉛層は充分に發達して其腐蝕に抵抗する性能を充分に發揮せり。

第7圖の圖表によればB類鍍金層の此試験に於ける平均の重量減耗量はA類のものに比して稍々大なるを知る猶且A類の鍍金層はB類のものより遙に厚きことは前記第2表に示す所によりて明かなり。此等の理由よりしてA類の鍍金層の平均豫測命數はB類のものに比して遙に長し即ち大略51.5ヶ年對41.9ヶ年なり。

即ち此場合に於てはA類鍍金層はB類のものより遙に持久性に富み從て優良なりとす。

猶第10表と第11表より考ふるときは此場合に於ては亜鉛バスの温度を460~480°Cとし之に對して浸漬時間を75秒以上に保つときは最も適當なる鍍金層を得べきものと信ず。

A, B 2類に於ける 3/4" 鍛接試料管の亜鉛鍍金層の顯微鏡組織試験

A類—沸し付け鍍金法によりて普通に亜鉛鍍金を施したる3/4"試料管 B類—同様に鍍金をなし其取り出し直後にエアーリング内を通して吹拂處理をなしたる3/4"試料管

表示の如く此等8箇の試料は夫々A, B 2類の鍍金試料管中より代表的の少數を選取したるものとす。

結論 一般の場合に於ける亜鉛鍍金層の顯微鏡組織に就ては前編に於て已に詳述したり今茲には單にA, B 2類の鍍金層に就て之を比較考究すべし。已に前にも述べたる如くB類に屬する鍍金層に於ては其加工處理上、層の最外

第12表はA, B 2類に於ける3/4"試料管の番號並に其鍍金の詳細を示す。

類別	No.	炭素含有量 %	亜鉛バス				* 鍍金層平均重量 g/cm ²
			温度 °C	浸漬時間 秒	部分的成分 %		
					Fe	Pb	
A	11	0.08	445	125	0.048	0.96	0.1040
	17	0.11	460	125	0.046	0.94	0.1028
	30	0.08	500	150	0.051	1.02	0.1237
	35	0.12	520	125	0.063	1.04	0.1072
B	44	0.08	445	50	0.052	0.95	0.0523
	51	0.07	460	75	0.048	0.96	0.0551
	62	0.08	500	50	0.060	1.01	0.0548
	68	0.10	520	50	0.056	1.06	0.0560

* 第2表参照 備考

部純亜鉛の大部分は壓縮空氣のために機械的に吹去せられ從て其局部に於て合金層の FeZn₇ 及 FeZn₉ の結晶等が部分的に外面に露出して粗面を形成するが故に其表面はA類のものに比して著しく平滑度を缺げり蓋し後者は亜鉛バス浸漬後何等の加工を施さざるを以て其最外面に純亜鉛層が自由に發達し以て緻密なる平面を形成するによるものなり。此の種鍍金層の最外部純亜鉛層は所謂沸し付け亜鉛鍍金の最も重要なる層なることを注意するを要す。而して之に比すれば亜鉛と鐵との合金なる内部層の重要性は餘程之に劣る所あり。而して一般に此種亜鉛鍍金層が大氣淡水及海水中に於て頗る耐蝕性を發揮する所以のものは殆ど此の純亜鉛の最外層の完全なる存在に因るものと云ふべし猶B類鍍金層の平均重量は上記の理由によりてA類のものより遙に輕きことは第2表によりて明かなり。

以上述べたる所と並に諸試験の結果に徴するときは一一般にB類の鍍金層はA類のものに比し遙に劣るものなることを確認することを得べし。但し茲に除外例として即ちコンヂツトパイプ等の場合に於けるが如く亜鉛鍍金管を甚だしく曲げ其他變形加工の目的に使用するものに對しては必ずしも然らざることを茲に附言する必要ありとす。

以下第12表に擧げたる鍍金層の顯微鏡寫眞を示す。

3/4" 鍛接ガス管の A, B 2類の亜鉛鍍金層に於ける諸試験に對する總論。 A類—沸し付け鍍金法によりて普通に亜鉛鍍金を施したる3/4"管 B類—同様に鍍金をなし其を取り出し直後にエアーリング内を通して吹拂處理をなしたる3/4"管

此等諸試験は3/4"鍛接ガス管に就て其各場合の夫々條件の下に之を行ひたり此等諸試験の結果より得たる總括概念に基きて下記結論に到達せり。即ちA類とB類との亞

鉛鍍金層は根本的に相異り其使用目的に於て決して兩立を許さざるものなり。此故に夫々の使用に對して最も適當なる鍍金層を得んと欲すれば各其場合に應じて A、B 二類の内必ず其一方を選ぶこと最も肝要なり。

今此等二類の亜鉛鍍金層に就て各其長所並に優秀點を比較對照すれば次の如し。

I. A 類に於ける亜鉛鍍金層の長所

A 類の鍍金層は B 類のものより餘程厚く從て重し此種亜鉛鍍金管の普通の使用向に對しては層の平均重量は $0.06 \sim 0.08 \text{ gr/cm}^2$ にて充分なるべし一般に A 類の層は鍍金の自然の發達其儘の状態なるを以て比較的平滑にして充分の發達を遂げ B 類のものより餘程金屬性光澤に富めり。

A 類の鍍金は亜鉛バスの溫度 $460 \sim 480^\circ\text{C}$ に於て浸漬 $60 \sim 75$ 秒(特に必要なる場合には猶長く)にて行ふときは其最外部の純亜鉛層は自由なる自然状態のもとに充分なる發達を遂げ、而して此純亜鉛層こそは此種亜鉛鍍金に於て最も重要なる層にして主として是れの完全なる存在に因りて一般に此種鍍金層が例の諸試験に於ける硫酸銅溶液アルカリ溶液、海水其他腐蝕性ガス等に對し頗る有效的に其耐蝕性能を發揮する所以なることは已に前述せる所なり。

猶且鍍金層の命數即ち保ちの點に至りては層の厚さ均等なる限り A 類のそれは B 類のものに遙に優れることは事實諸試験の結果に徴して明かなる所なり。

II. B 類に於ける亜鉛鍍金層の長所

一般に亜鉛鍍金管を曲げ又は之を甚しく變形加工して使用する場合には薄く均一にして平滑且彈性ある鍍金層を最も好適とす。B 類の鍍金層は A 類のものより常に薄くして且均一なり此點に於ては A 類のものに優ることは前に鍍金管の屈曲試験並に縦方壓縮試験の場合に詳述せる所の如し。B 類に於ける鍍金管は叙上の性質上コンヂットパイ

プ等に最も能く適し。之に反して A 類のものは鍍金層が厚きに過ぐるため管の加工に際し之れが剝脱する恐れあるを以て其等の使用向きに對しては前者に劣るものありとす。

因にコンヂットパイプの亜鉛鍍金に就て注意すべき種々要件を擧れば下の如し。

(1) 亜鉛は純度高き新精製品を使用し、バス内の溫度を常に均一に保つことを要す。

(2) 鍍金層の表面にドロソや酸化亜鉛末の固着せる層は脆弱なるを以て使用に適せず剝脱の恐れあり。

(3) 素管は總て鍍金に先ち其表面内外共完全に酸淨し次に清水洗滌をなしてスケール其他不潔物を除去するを要す而して酸淨程度の過度又は不足なるものは何れも鍍金の附着状態に直接影響するを以て共に之を避くること肝要なり

(4) 素管は總て鍍金前豫め能く之を燒鈍して其の歪力を充分に除去するを要す。

(5) 鍍金は亜鉛バスの溫度を成るべく低く保ち凡そ $450 \sim 470^\circ\text{C}$ に於て $40 \sim 50$ 秒間浸漬して行ふを最も適當とす。

(6) 前にも述べたる如く此場合鍍金層は特に薄く均齊平滑にして且彈性に富むこと肝要なり。而して上記 B 類に於ける鍍金層の如きも一般に薄く且均齊なりと雖も其表面は必ずしも平滑ならず。依て其際亜鉛バス内に凡そ $0.010 \sim 0.015\%$ のアルミニウムを添加するときは其平滑度並に素質も大に改善せらるべし。斯の方法にして其調度宜しきを得るときは現今世に廣く用ひらるゝコンヂットパイプ就中其の乾式亜鉛鍍金法により施工せらるゝ所謂セラダクトより優秀なる製品を作り得ることは確かなるべし。

(7) 此の場合に於ける亜鉛鍍金層の平均重量は通常 0.05 gr/cm^2 以下なるを適當とす。