

# ホ モ ー ゲ ン の 研 究

小 林 年 夫\*

## The Fundamental Study on the Homogen Treatment

By Teshio Kobayashi  
Kasado Works, Hitachi, Ltd.

### Abstract

The writer conducted a series of fundamental studies on the "Homogen" treatment which has long been in use for the plating of iron vessels for chemical use to protect them from corrosion and the following are the results obtained.

- (1) Better results are obtainable by the intermediate plating which employs some medium metals such as solder, tin and zinc.
- (2) As the chemical for the solution to be used in the process,  $ZnCl_2$  fits well the purpose when medium metals such as solder and tin plate are used, but when the treatment is to be done on the galvanized surface or directly on the bare steel surface,  $SnCl_2$  and  $NH_4Cl$  should be added for the better results.
- (3) Before plating the medium metal, the steel surface should be washed perfectly with acid.
- (4) For a good soldering or tin plating achievement, the preheating at the temperature of about 234-250°C should be applied.
- (5) The preheating is obviously effective for the good result of direct plating, and the most appropriate temperature range is same as the above.
- (6) The increase of impurities in the lead due to plating has rather little influence, while the defects such as pinholes are considered more vital to the corrosion resistance of the Homogen-treated steels.

### 〔I〕 緒 言

鋼板製化学容器の耐蝕性を保たしめる目的でしばしば鉛の内張を行うことがある。これは鉛板を内張熔接する場合もあるが、ガス火焰により鉛熔接棒を直接鋼板へ熔着して鉛被する一般にホモーゲンと称せられている方法もある。本研究で取扱わんとしているものは後者の方法であつて、鉛板内張に比較して振動荷重によく耐え又耐蝕性の上からも賞用されているものである。

ホモーゲンは古くから行われていた作業であるが、その鋼板との接着機構、接着強さを左右する因子及び具体的作業方法などに関して説明されている文献はあまり見当らない。熔接の一分野を占めながら比較的研究未開拓なこの問題に就いて、今回機会を得て二、三の実験を試

\* 日立製作所笠戸工場

みる事が出来たのでその結果を紹介し、硫酸溶液などに対し他の追従を許さない優れた耐蝕性を有する鉛の利用に就いて参考資料を供せんとする次第である。

### 〔II〕 研究計画の概要

#### (1) ホモーゲンによる鋼板と鉛の接着機構に対する考察

ホモーゲンは鋼板製容器の腐蝕性溶液と接する内面全体に適当な厚さ（普通は2~3mm）だけ、ガス熔接用吹管その他適当な加熱装置を用いて熔融した鉛を接着する方法であるから、鑢材に鉛を用いること、熔融鑢層の厚さが大で著しく広範な鋼板上に接着する等の特異性はあるが、接着の機構そのものは普通の鑢接と同一であると考えられる。

第1表 鉛の化学組成

Table 1. Chemical Composition of Lead

種別	成分 (%)								
	Pb	Cu	SbSn	Zn	Bi	As	Ag	Fe	Cd
Pb	99.95	0.015	0.0042	0.0024	0.0045	0.0022	0.004	0.004	Tr

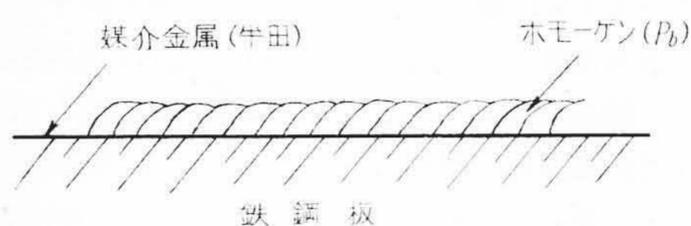
鑲接の機構に関しては諸種の説がなされているが、岡田博士<sup>(1)</sup>は「鑲を接合せんとする金属の間隙に鑄流し、化学的結合と物理的粘着力とによりて接合せしむる方法を鑲接と言う」と定義せられ、大西博士<sup>(2)</sup>はこの物理的粘着力を地金と鑲との「なじみ」として説明されている。実際作業にあつてはこの考え方が最も適切であると考えられるが、この場合考慮しなければならぬ問題として次の如き点があげられる。

- (1) 被鑲接材表面の清浄
- (2) 溶剤の種類
- (3) 鑲材の液状化の促進
- (4) 鑲材の種類

本研究の場合鑲材は鉛に限定されている。而して鉛はそれ自身の有している性質から鉄とは極めてなじみ難いものであるから、完全な接着を得ようとするにはなじみを促進するあらゆる手段が講ぜられなければならない。即ち(1)(2)は相関連してなじみを害する酸化被膜を除去する強力なものを必要とし、(3)項に関しては鋼板の予熱を行つて鉛の凝固速度を遅らせるなどの手段がとられねばならない。

しかしホモーゲンの場合広範な鋼材表面を清浄にして異質金属同志の強力な接着を得るためには、単に酸洗等のみでその目的が達せられるとは考えられない。この解決策として従来如何なる方法が具体的にとられてきたかは明らかでないが、容器内面に薄く半田或いは錫引きを行い、しかる後ホモーゲンすることは文献にも言及されている<sup>(1)</sup>。この場合鉛のなじみ促進のため母板を適当な温度に予熱する方法を併用することは更に良好な結果をもたらすものと考えられる。

いま第1図の如く鋼板に予め半田引きを行つてホモーゲンする場合を一つの例として考えてみる。鉄と半田鑲との接着は容易に比較的強固になし得ることは知られている。勿論この場合でも鋼板表面の清浄は必要である



第1図 ホモーゲン説明図

Fig. 1. Explanative Sketch of "Homogen"

が、酸洗を完全に行い予熱温度に注意すれば良好な半田引きが可能なるものと考えられる。次に半田と鉛とは比較的なじみ易く又中間合金も容易に生成すると考えられるけれども、熔融状態に於て表面張力大きくしかも半熔融状態の存在しない純鉛は、なじみ伸展性が小さいからやはり鋼板の予熱は重要な問題となる。しかしこのように考慮を要する問題は存在するが、媒介金属を介してのホモーゲンがそうでない場合に比較して遙かに容易な作業となることが推察される。

以上実験に先立つてホモーゲンによる鋼板と鉛の接着機構に就いて二、三考察を下したが、この結果から今後実験によつて解明すべき問題がほゞ明らかになつたものと考えられる。

### (2) 実験項目

前項に述べた考察結果から今後の実験によつて解明すべき諸点を次の如く定めた。

1. 溶剤の選択
2. 鋼板の表面処理並びに媒介金属の影響
3. ホモーゲン作業方法特に鋼板予熱温度に関する実験
4. 接着強さ判定に関する各種実験
5. 耐蝕性

以上の他にホモーゲンに用いる鉛の組成も影響するところ大きいと考えられるが、現在入手し得る第1表の如き純度のものを用いることとした。

### 〔III〕 溶剤と媒介金属

#### (1) 溶剤

一般に鉛等の卑金属は空気中で薄い酸化物に覆われており、鑲接温度では更にその酸化が促進される。この酸化物を溶解除去して純金属同志の接触を保たしめるために溶剤が使用される。これに就いては比較的文献も多いので二、三の予備実験の結果次の如き組成割合のもの2種を選んで実験を試みることにした。

溶剤 A	(ZnCl <sub>2</sub> )	30.0%	水溶液
溶剤 B	(ZnCl <sub>2</sub> )	20.0	重量 (%)
	(SnCl <sub>2</sub> )	6.5	
	(NH <sub>4</sub> Cl)	3.5	
	(H <sub>2</sub> O)	70.0	

溶剤Aは一般に鑢接では良く用いられているものであり溶剤Bはホモーゲンの場合を特に考慮に入れて酸化物の溶解能大なるNH<sub>4</sub>Cl及び強力な還元性溶剤たるSnCl<sub>2</sub>を添加したものである。これら2種の溶剤それぞれの性能比較に就いて次章の各種実験結果に於て述べる。

(2) 媒介金属

先に述べた如く媒介金属を用いた場合のホモーゲンは比較的容易に行われると考えられるが、良好な媒介金属を形成せしむるために影響する諸因子を究明することは重要なことである。又媒介金属として半田以外のものも考慮する必要がある。こゝでそれらの点に就いて述べる。

(A) 半 田

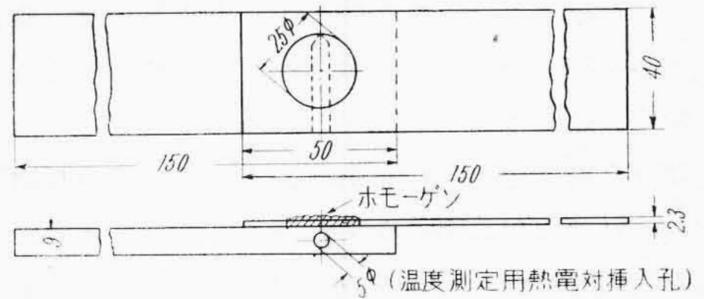
使用した半田は Pb=59.5%, Sn=37.5% 組成のものである。半田引きの方法は鋼板を適当な温度に加熱した後溶剤を塗布し、その後ガスバーナーにて半田を滴下してブラッシで全面に伸ばしてゆく方法をとつた。実験は100×100×9t 軟鋼板を試験片とし、表面処理は酸洗したものと、サンドブラストしたものと2種に就いて行つた。先づ鋼板を予熱炉に入れて50~350°Cの各所定温度に予熱し、溶剤はA即ち ZnCl 30% 水溶液を使用した。

この結果によると予熱温度 150°C 以下では半田引き不可能で、ガスバーナーで熔融された半田は直ちに凝固してしまふ。200°C では大体一様に鋼板面を覆うが表面は光沢なく半田層が 0.05~0.1 mm 程度で厚く、230~250°C に於て最も外観良好なる半田引きが可能となる。このときの厚さを重量測定法で求めた結果は 0.02 mm であつた。300°C 以上では再び同一半田量に対しての伸展性が劣つてくるようである。

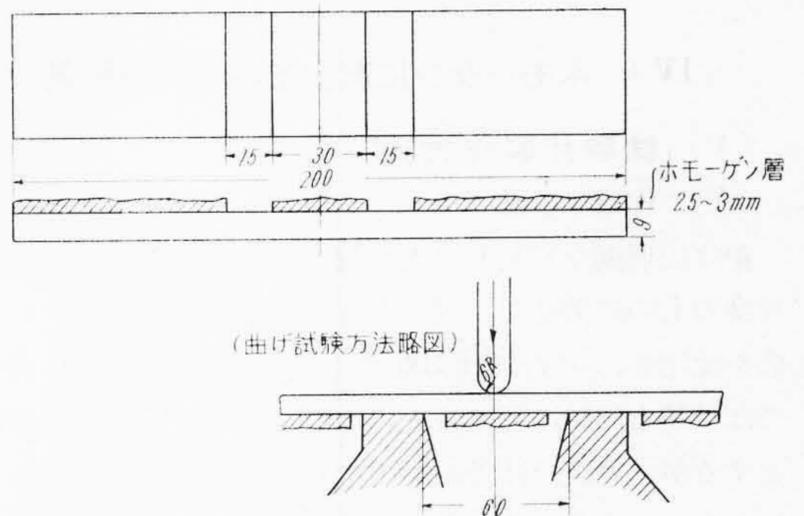
以上のことから鋼板予熱温度200°C以下では半田が長時間熔融状態を保ち得ないためになじみが不良となり、300°C 以上の高温では ZnCl<sub>2</sub> が熔融点近く加熱されるため鋼板表面に初期に溶解された酸化被膜と共に焼付き状態になり、やはりなじみを阻害するものと考えられる。これらの結果から 230~250°C の極めて小範囲の温度に於て最も良好な半田引きをなし得ることが知られた。実験では第2図のようにして、熱電対を用いて予熱温度を測定したが、実際の作業に於てはこの温度で ZnCl<sub>2</sub> が色、粘度共に飴状となるから熟練すればこれによつて判定できる。

しかしながらこれらの結果も鋼板表面の清浄度に極めて影響され、サンドブラストのみでは尙微小な酸化被膜が残り、どのような温度に於てもこの部分に半田を接着せしめることは困難であつた。従つてかゝる欠陥を残したままホモーゲンを行えば当然これにも大なる欠陥を生ずると考えられる。

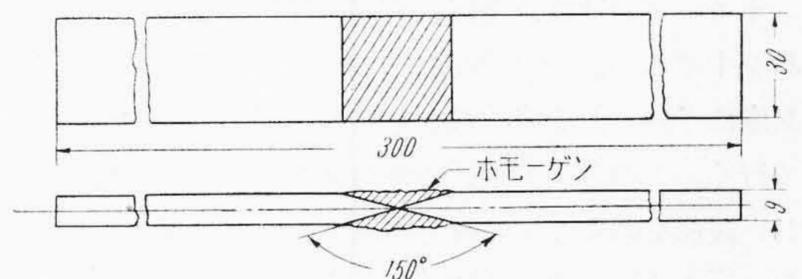
[A] 栓熔接型試験片



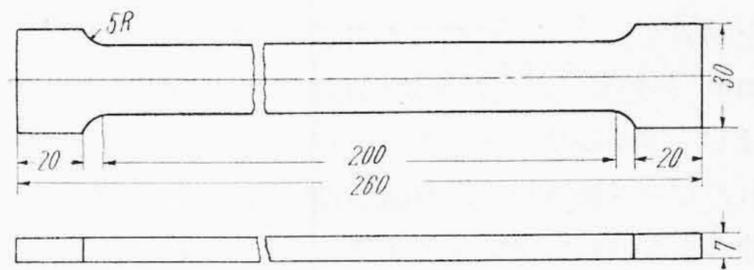
[B] 曲げ試験片



[C] 衝合せ引張試験片



[D] 半田並鉛錫込引張試験片



第2図 各種試験片の形状

Fig. 2. Size of Test Pieces

以上の結果を総合すると、半田引きの場合最もその良否に影響するものは鋼板表面処理と予熱温度であるが、表面処理は酸洗を完全にして微少な銹でも残らぬよう除去し、予熱温度を 230~250°C とすれば良好な結果を得ることが出来る。

(B) 錫並びに亜鉛

媒介金属として半田以外に高価ではあるが錫引きもしばしば用いられる。尙これらの他にホモーゲン作業、接着強さ、耐蝕性の上に悪影響を及ぼさないものとするれば、大なる寸法の鋼板でも電気鍍金の可能な亜鉛を用いれば極めて有利である。本研究ではこの両者に就いても検討を加えることとした。

錫引きに関する実験結果は先に述べた半田と全く同じであつて、唯鋼板とのなじみ性がやゝ大であつた。亜鉛は電気鍍金を行つたが、これは鋼板を十分酸洗して行い良好な結果を得た。

以上媒介金属として三種をあげ、その鋼板との接着に注意しなければならぬ諸点を実験結果によつて述べた。これらの三種はそれぞれホモーゲン接着力に差異をもたらすがそれに就いては次章で述べる。

#### 〔IV〕 ホモーゲンに関する各種実験結果

##### (1) 試験片製作方法

###### (A) 作業方法

鉛は山形鋼を利用して太さ拇指大長さ約300~400mm程度のもに鑄造して用いた。火焰は酸素—アセチレン焰を使用し、吹管は #100 とした。実際の作業に当つては予熱も同時に行うことになるため大なる吹管を必要とするが、実験では予め炉中に於て所定温度に予熱しておくため、作業中の温度上昇をできるだけ防止する意味でこのように小さなものを使用した。

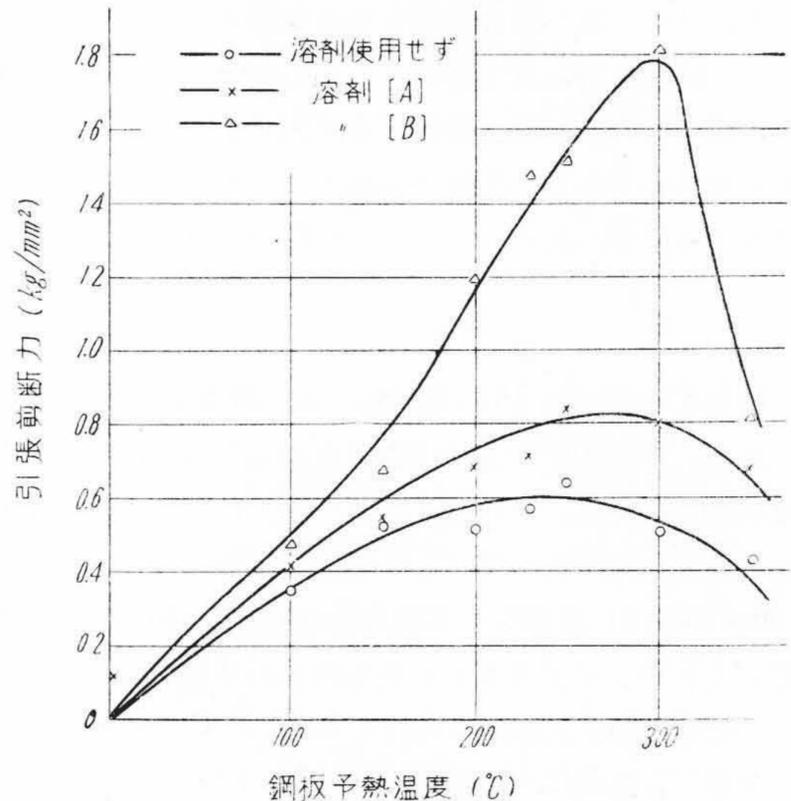
ホモーゲンは媒介金属、溶剤の種類によつて作業に難易を生ずるが、一般的な作業方法としては鋼板を適当な温度に予熱したる後溶剤を塗布し、鉛棒を火焰で熔融して行く。このとき溶剤、予熱温度が適当であれば鉛は美しい波形を画きながら媒介金属面になじみ進んでゆく。鉛の厚さは目的により加減できるが一層の厚さは 3mm 程度が限界であつて、それ以上厚くしたいときは冷却後上層盛を行う方が良結果を得る。ビードの幅は 15~20 mm が最も良好な結果が得られる。ビードの継目或いはビードを隣接して接着して行く場合には、先に接着されたビード趾端附近に熔融溶剤が固着しているので十分除去しなければ欠陥を発生する危険がある。

###### (B) 試験片の説明

前項の如きホモーゲン作業に対する一応の検討を行つた後、接着強さに影響する諸因子との関係を明らかにするため、各種の試験片を製作した。それらの形状を示すと第2図の如くである。(A)は栓溶接型試験片で引張剪断力によつて接着強度を比較するものであり、媒介金属は栓の底並びに側面に予め接着しておいた。(B)は200×200×9t 軟鋼板を全面 2.5~3.0 mm の厚さにホモーゲンしたものより採取した。このような形状にすれば接着不完全なものはその端部が或る曲角度に達した場合剝離する。(C)も(A)(B)と同様開先面に媒介金属を接着したる後ホモーゲン接着強度に対して詳細な検討を加えるために採用した試験片である。(D)はいわゆる鑄込試験片であり、鉄型を 100°C に予熱して鑄造した。

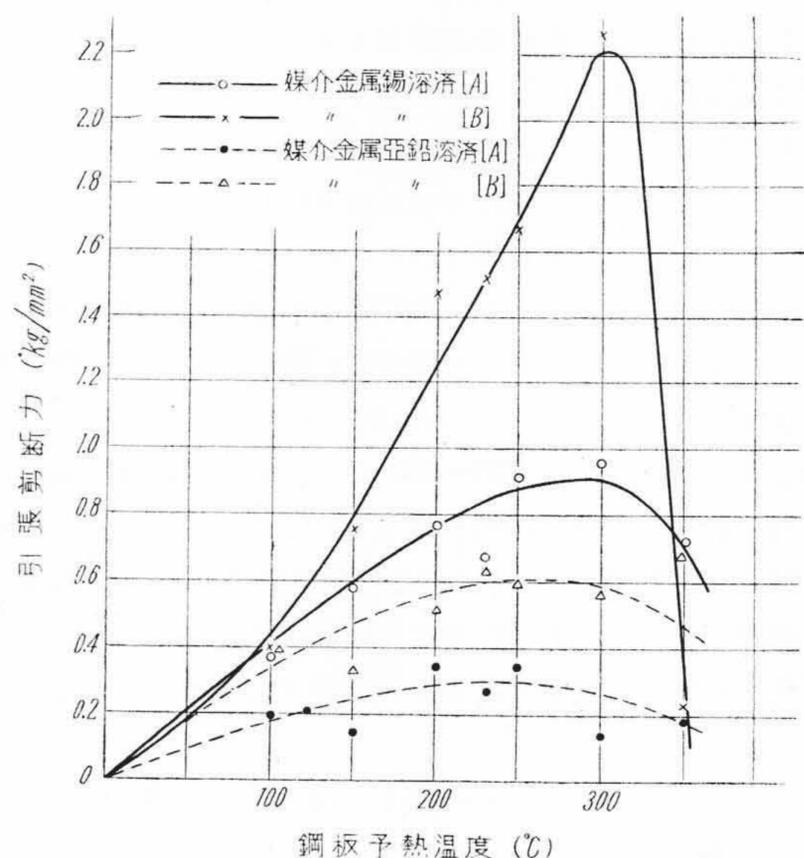
#### (2) ホモーゲンの引張剪断力に及ぼす予熱温度の影響

第2図に示した試験片(A)に就いて予熱温度を変化してホモーゲンを行い引張剪断力を測定した。試験片は各予熱温度毎に2本づゝとしたがその平均値をもつて実験結果を示すと第3図及び第4図の如くである。



第3図 鋼板予熱温度と引張剪断力との関係 (媒介金属: 半田の場合)

Fig. 3. Relation between Preheating Temperature of Steel Plate and Tension-Shear Strength (Medium Metal: Solder)



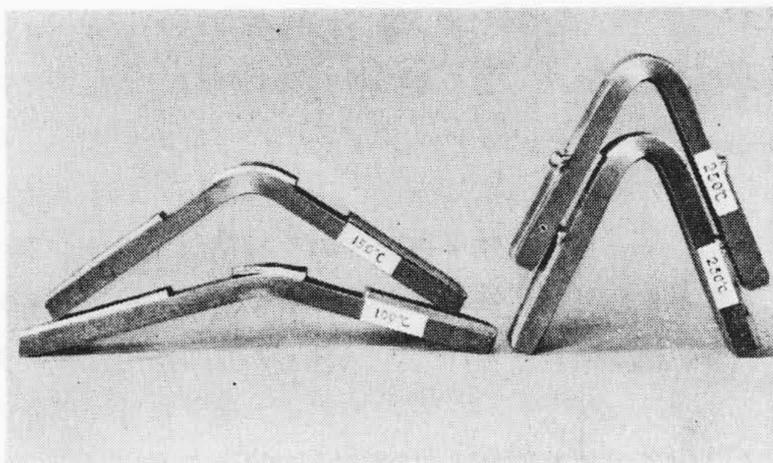
第4図 鋼板予熱温度と引張剪断力との関係 (媒介金属: 錫、亜鉛の場合)

Fig. 4. Relation between Preheating Temperature of Steel Plate and Tension-Shear Strength (Medium Metals: Tin, Zinc)

第 2 表 曲 げ 試 験 結 果

Table 2. Results of Bending Test

予熱温度	曲げ角度	備 考	予熱温度	曲げ角度	備 考
常 温	15°	鉛被層全面剥離す	230°C	130°良	曲げ結果良好
	25°	鉛被層全面剥離す		130°良	曲げ結果良好
	25°	鉛被層全面剥離す		130°良	曲げ結果良好
	25°	鉛被層全面剥離す		130°良	曲げ結果良好
100°C	30°	鉛被層全面剥離す	250°C	130°良	曲げ結果良好
	15°	鉛被層全面剥離す		130°良	曲げ結果良好
	※	機械加工時剥離す		130°良	曲げ結果良好
	※	機械加工時剥離す		130°良	曲げ結果良好
150°C	70°	微少剥離す	300°C	130°良	曲げ結果良好
	130°良	引張側ピンホール生ず		130°良	曲げ結果良好
	130°良	引張側ピンホール生ず		130°良	曲げ結果良好
	130°良	引張側ピンホール生ず		130°良	曲げ結果良好
200°C	130°良	良 好	350°C	130°良	曲げ結果良好
	130°良	良 好		130°良	曲げ結果良好
	130°良	引張側ピンホール生ず		130°良	曲げ結果良好
	130°良	引張側ピンホール生ず		130°良	曲げ結果良好



第 5 図 曲 げ 試 験 片  
Fig. 5. Bending Test Pieces

この結果によると溶剤或いは媒介金属が異なる場合でも殆ど同一傾向を示し引張剪断力は予熱温度によつて大きく左右されることが知られる。溶剤Aの場合230~250°C、Bの場合 300°C 附近が最も良好な結果を示している。溶剤Aに就いては先の半田引き良好なる温度と一致しており溶剤Bでは若干高温度の予熱が必要であるということになりホモージェン予熱温度は溶剤の性質によつてほゞ

定まつてくるものゝ如く考えられる。尚引張剪断力の高いものゝ破断状況は、接着面は剥離せず鉛層のみが引き削られる状態を呈する。

第 2 表は半田引き、溶剤Aに於ける(B)型試験片による結果を示し、第 5 図はその試験片の外観写真を示している。この試験方法では上述の場合ほど明らかな影響は認め難い。しかし特異な点としては予熱温度が低い場合には曲げ試験後その引張側に試験前には見出されなかつたピンホールが現われていることであり、このような点からも予熱温度の重要性がうかゞわれる。

(3) 接着強さに及ぼす媒介金属、溶剤の影響

前項第 3 図及び第 4 図に於ても媒介金属、溶剤の影響は引張剪断力の上に明瞭に現われ、媒介金属では錫、半田、亜鉛の順になり、溶剤ではBが著しく優れている結果となつている。こゝでは更に再確認の意味から実際の場合に近い曲げ試験片を用いて各種条件のホモージェン接着強さを比較した。この場合の予熱温度はいづれも 230~250°C 一定とした。

第 3 表 曲 げ 試 験 に よ る 接 着 強 さ の 比 較  
Table 3. Comparison of Adhesive Force by Bending Test Strength

媒介金属	溶剤	(A)			(B)		
		試 片 数	剥離せる数	良好なるもの	試 片 数	剥離せる数	良好なるもの
媒介金属なし		6	6	0	12	1	11
半 田		5	0	5	10	0	10
錫		5	0	5	10	0	10
亜 鉛		5	5	0	11	7	4

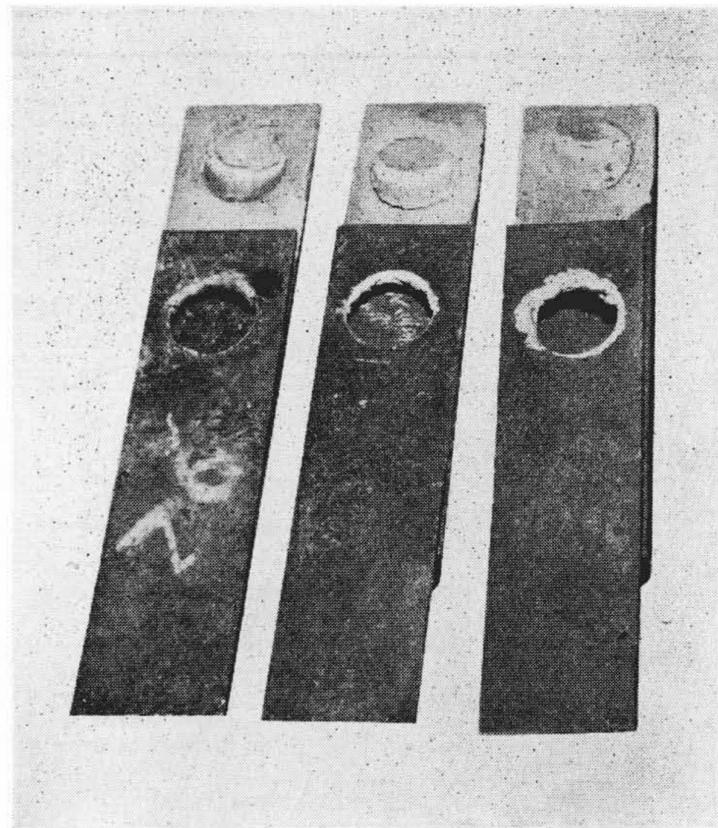
実験の結果はこのように最適な予熱温度のもとに於ては、いずれも良好な接着を示し、曲げ金具の角度限界 130° まで大なる剝離を生じないが、試験片を詳細に検し、微少でも剝離しているものを区別して比較してみると第 3 表 (前頁参照) の如くである。同表には媒介金属を用いないものも比較してある。これは酸洗後の鋼板を丁寧にワイヤブラッシ或いはサンドペーパーで研磨した後ホモージェンを行つたものである。

以上の結果によると媒介金属及び溶剤と接着強さとの関係は栓溶接型試験片による場合と同様の傾向を示し、媒介金属では錫、半田が最も安定しており、溶剤では SnCl<sub>2</sub>、NH<sub>4</sub>Cl 等の強力な溶解、還元能を持つものを含む B が優れている。更にこの溶剤は ZnCl<sub>2</sub> 単独の場合よりも高温に於ても使用可能であるから、火焰が直接接触することの多い点を考慮に入れればより安全性を与えるものであると考えられる。

又媒介金属を用いないでもホモージェン可能であることはこの実験結果から明らかになつたが、表面処理に多大の手数を要すると共に作業にも極めて熟練を要し、実際製品への採用は好ましくないと考えられる。

(4) ホモージェンの接着強さに関する検討

上述の如く種々の条件のもとに於ける接着強さを栓溶接型試験片による引張剪断力、並びに曲げ角度によつて比較したが定量的な概念をとらえ難いうらみがある。而して接着強さを論ずる場合には実用上からも剪断力をもつてすることが妥当のように考えられる。栓溶接型試験片では予熱温度低く良好な接着をしていない場合はほぼ剪断によつて破断するが、予熱温度 200°C 以上になると第 6 図の如き複雑な破断状態を示す。第 3 図及び第 4 図の結果はこのような場合もすべて含めているから、比較実験値としては十分その目的を達しているが接着強さを論ずるには不適當である。



第 6 図 栓溶接型試験片の破断部  
Fig. 6. Fractures of Plug Weld Type Test Pieces

かゝる点を究明するため第 2 図(C)試験片を用いて実験を行つた。ホモージェン施行のための予熱温度は前項の場合と同様である。この引張試験に於て開先斜面からホモージェン層が剝離破断すれば、この面に働く剪断応力は容易に求められる。第 4 表はその実験結果を示す。No. 1 は媒介金属を用いないで開先部に半田を肉盛したものであり、他はそれぞれ所定の媒介金属を接着した後開先部にホモージェンを行つたものである。破断状態で剪断とあるは開先斜面が剝離したもの、引張とあるは接着面に何等異常なく試験片の中央ホモージェン層より破断せるものを示す。従つてこの場合の剪断応力とは引張破断したときの接着面の応力ということになり、真の接着力はこれよりも高い筈である。

第 4 表 ホモージェンの接着力

Table 4. Adhesive Strength of "Homogen"

No.	媒介金属	溶 剤 測 定	(A)		(B)	
			剪 断 応 力 (kg/mm <sup>2</sup> )	破 断 状 態	剪 断 応 力 (kg/mm <sup>2</sup> )	破 断 状 態
1	半 田 肉 盛		1.26	剪 断	1.45	剪 断
			1.38	剪 断	1.47	剪 断
2	半 田		0.82	引 張	0.94	引 張
			0.89	引 張	0.91	引 張
3	錫		0.76	引 張	0.97	引 張
			0.95	引 張	0.82	引 張
4	亜 鉛		0.88	剪 断	0.88	剪 断
			0.76	剪 断	0.90	剪 断

いまこの剪断応力を接着力とすると、溶剤Aの場合鋼板と半田層とは No. 1 試験片の結果から 1.2 kg/mm<sup>2</sup> の剪断力に耐え、半田とホモーゲン層及び鋼板と錫、錫とホモーゲン層は 0.8 kg/mm<sup>2</sup> 以上の応力に耐える接着力を有するということが出来る。又媒介金属を亜鉛とした場合のホモーゲン接着力は錫、半田の場合よりも小さい値となる。これらの結果は第3図及び第4図とその傾向を同じくしており、接着力に対して比較的明確な説明を下し得たものと考えられる。

剪断破面の状況を栓熔接型試験片、曲げ試験片両方の場合に就いて検討してみると、媒介金属に半田、錫を使用したものは、媒介金属とホモーゲンの境界とは完全に中間合金を生成して一体となり、僅かに鉛層に入った部分から破断しており、亜鉛の場合は全く両者の境界から破断し比較的明瞭な亜鉛鍍金面の現われているのを見ることが出来る。従つて亜鉛鍍金面は半田、錫に比べて鉛とのなじみはやゝ劣るのでないかと考えられる。

参考迄に試験片(D)による半田、鉛の引張試験結果を示すと第5表の如くであつて、第4表に於て、半田、錫を媒介金属としたホモーゲン試験片が界面での剪断破壊を起さずに鉛層での引張破断を行つている理由はこの半田と鉛との抗張力の差によるものと考えられる。

(5) ホモーゲン作業の難易に関する検討

上述の実験結果に於ても各種条件のもとに於けるホモーゲン作業の難易に就いて箇々に言及してきたが、実際作業に当つては接着強さの良否と共に作業性或いは使用材料の経費の問題も欠くことの出来ぬ事項である。これ

第5表 鋳込試験片による引張試験結果  
Table 5. Results of Tension Test for Casting Test Pieces

素 材	抗張力(kg/mm <sup>2</sup> )	伸 (%)
鉛	0.93	11.4
	0.87	28.5
半 田	4.20	16.5
	3.40	17.5

第6表 ホモーゲンの化学組成

試 料	Pb	Zn	Cu	Sb, Sn	Fe	Bi
1	99.925	0.0253	0.0110	0.0050	0.0190	0.0045
2	99.944	0.0095	0.0120	0.0050	0.0140	0.0045
3	99.944	0.0104	0.0118	0.0055	0.0140	0.0045
4	99.949	0.0100	0.0120	0.0050	0.0140	0.0052
5	99.945	0.0080	0.0110	0.0050	0.0140	0.0052
6	99.706	0.0249	0.0120	0.0062	0.0425	0.0045
7	99.128	0.0408	0.0110	0.0082	0.8053	0.0045

に就いて総括的な検討を加えてみたい。

錫、半田を媒介金属とした場合の作業性は著しく良好にして鉛のなじみは容易である。従つて溶剤も安価なAで足り、その使用量も少くてすむ。亜鉛を用いたものゝ作業性はこれにくらべると劣りなじみを促進させるための予熱温度、溶剤の塗布にも細心の注意を必要とする。又媒介金属を使用しなくてもホモーゲン可能であるが、鋼板表面の清浄作業に多大の手数と熟練を要する。

一方媒介金属の接着に関しては亜鉛は大なる鋼板でも簡単に電気鍍金をなし得て最も安価になし得るが、錫、半田引き等は予熱その他に多大の工費を要する。このような点を考えて見るとそれぞれ一長一短あり、何れを可とすべきか困難であるが実際の作業に当つては亜鉛の場合の接着強さに於ける若干の欠点を考慮に入れながら、容器各部の形状を検討し、いづれを用いるか取捨選択してゆくべきであると考えられる。

[V] 腐蝕試験結果

鉛の硫酸中に於ける耐蝕性は Sn, Zn, Cu 等不純物の量によつて左右される。従つてホモーゲンの耐蝕性に対して最も影響するものに二つの場合があると考えられる。第一には媒介金属が鉛層へ浸透することによつてこれらの不純物が増加するのではないかと考えられる点であり、第二には全くホモーゲン作業の不備にもとづくピンホール、溶滓の介在した場合である。

後者は鉛自体が腐蝕されるのではなく、欠陥部よりの溶液の浸透により鋼板が直接侵されるものでホモーゲン容器としては致命的なものである。これに対する実験として先に曲げ試験片を採取した 200×200×9t 鋼板のホモーゲンしたものゝ周囲にパラフィンにて隔壁を設け、62.5% 硫酸溶液をその中に満し7日間浸漬試験を行つてピンホールの現出を求めたが、いづれの試験片に於ても欠陥は見出されなかつた。

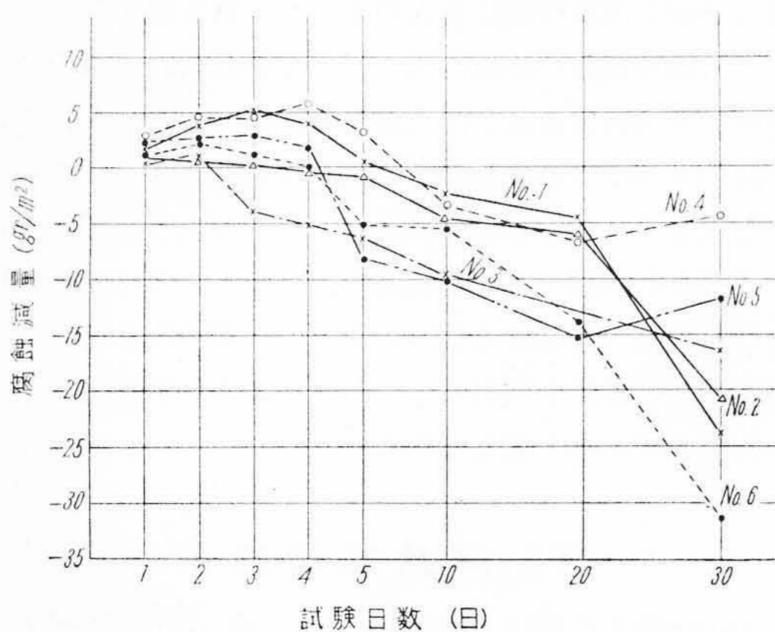
第6表は媒介金属に半田を用いて約 2.5 mm ホモーゲンした鉛層の上部より、0.3~0.35 mm づゝ段階的に試料を採取して分析試験を行つた結果である。試料番号は

Table 6. Chemical Composition of "Homogen"

第6表 腐蝕試験片の化学組成

Table 7. Chemical Composition of Corrosion Test Pieces

試料	1	2	3	4	5	6
成分 (%)						
Pb	99.9480	99.923	99.996	99.783	99.651	99.375
Sn, Sb	0.0059	0.024	0.160	0.170	0.295	0.565



第7図 腐蝕試験結果

Fig. 7. Results of Corrosion Test

表面層からの順序につけてある。No. 6~7に於てFe量の増加しているのは鋼板が僅かに切削されたものである。この結果によると鋼板附近に於てもSnの増加は極めて少量である。従つて耐蝕性に対しては殆ど影響ないものと考えられるが、更に検討を加えるために第7表に示す如き予めSn含有量変化した6種の鋳込試験片を準備し、これより40×20×6t短冊型腐蝕試験片を作製して実験を行つた。腐蝕試験は62.5% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 30°C溶液中に30日間浸漬して減量を測定した。結果は第7図に示す如くである。

この結果によると鉛はH<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>と反応してPbSO<sub>4</sub>となり鉛表面に被膜となつて重量の増加が起る。それと同時に不純物として存在するSn, Cu等は溶解され減量の原因となる。この二つの事柄は不純物の含有量と相対的な結果を示す因子である。しかるに鉛の表面はPbSO<sub>4</sub>の粉状物質が附着しており重量測定の際僅かながら表面から落ちて行き腐蝕試験の傾向を誤らしめる場合がある。従つて試料のそれぞれの場合に就いて厳密な比較結論を出すことは困難であるが、No. 1~2が他に比して少々優れた耐蝕性を示している傾向は一応見出されるようである。この結果から第6表の鋼板に近接した部分のSn含有量がホモージェン表面まで現われる如き状態になつたとしても、鉛自身の耐蝕性はあまり問題にならぬものと考えられる。媒介金属に錫、亜鉛を用いた場合の実験は省

略したが上述の結果から特に難点はないものと考えられる。従つてホモージェンの耐蝕性に関しては媒介金属の影響よりもむしろ作業上の不備にもとづくピンホール等の欠陥発生を重要視すべきである。

## 〔VI〕 結 言

以上の実験並びに考察の結果ホモージェンに関して明らかにした点を総括すると次の如くである。

1. ホモージェンの接着機構は鑲接の場合と同様に考えることが可能であつて、鋼板へのなじみを促進するためには媒介金属としての半田、錫、亜鉛等を用いれば比較的容易に目的を達することが出来る。
2. 溶剤は媒介金属に半田、錫を用いる場合はZnCl<sub>2</sub>で十分であるが、亜鉛又は媒介金属を用いないでホモージェンするには更にSnCl<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>Clの添加を行う必要がある。
3. 媒介金属を接着するためには鋼板の表面を十分に酸洗しなくてはならない。
4. 半田並びに錫を媒介金属として鋼板に接着せしむるには鋼板を230~250°Cに予熱すると良好な結果が得られる。
5. ホモージェンの接着強度に関して一般的に最も影響するのは予熱温度であつて230~250°Cが最適であり、SnCl<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>Clを添加した溶剤を用いた場合は300°C附近となる。媒介金属では錫、半田を用いたものが接着強度優れ、亜鉛はやゝ劣る。しかしづれの場合もSnCl<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>Clを添加した溶剤を用いることは接着強度を増加する。
6. ホモージェンの硫酸中に於ける耐蝕性は、媒介金属の浸透による鉛中不純物増加の影響は無視してよく、むしろピンホール等の欠陥発生を重要視すべきものと考えられる。

終りに臨み本研究実施に当つて日立製作所笠戸工場第一設計課島井主任、製罐課浜田主任、研究課城主任以下多数の方々に多大の御援助を受けたことを記して厚く感謝の意を表する次第である。

## 参 考 文 献

- (1) 岡田： 熔接工学 7 (昭-19)
- (2) 大西： 鑲接と鑲材 (昭-24)
- (3) 大西： 非鉄金属及び合金の熔接 (昭-24)