

(117) プリキのハンダ付け剝離強度に  
およぼす試験上の諸因子

東洋鋼鋳

○有賀 慶司・野村義一郎

Some Experimental Factors Affecting  
the Tearing Strength of Soldered Joints  
in Tinplate.

Keiji ARIGA and Giichiro NOMURA.

1. 緒 言

ハンダ付け接着強度測定には接手の作り方により色々な方法がある。本実験はプリキをハンダ付けして、Chadwick-type の接手をつくり、引張り試験機にて剝離し、剝離に要する荷重の平均から、ハンダ付け接着強度 (Soldered Joint Strength=SJS) を求めた。そしてハンダ付け強度測定上の諸因子、すなわちハンダ付け浴温度、ハンダ厚み、引張り温度、ハンダ付け後の経時性など 12 の因子について調べたので結果を報告する。

2. 実験方法

2.1 試料

電気メッキ・プリキ #100 とホット・ディップ・プリキ板で、特にことわらない限り電気メッキ・プリキ板を用いた。試片はメッキ方向に対して直角に 1 inch, 平行に 4inch の大きさに切り出した長方形のものである。

2.2 標準試験法

標準試験法を Table 1 に示す。標準法でのプリキのハンダ付けの手順について以下に述べる。試片 2 枚を重ね、間に直径約 1mm の針金を入れ、上をクリップではさみ、60°C, 3mm 深さのパーム油につける。ここにパーム油はフラックスの役目をする。このパーム油のついた試片をハンダ浴に浸漬し、20sec 間そのまま保ち、ただちに針金を抜いて両試片をピンセットで両側から押え、25sec 間保つたのち水中で急冷する。つぎにハンダ付けした試片の両端のハンダの盛った箇所をヤスリで取り除きただちに (2mm 以内) 引張り試験する。強度値は引張りの Steady load F をもつてし、F kg/in. のように示す。くり返し試験数  $n=5\sim 10$  として、平均値を求めた。引張温度は 18°C で行なつた。

3. 実験結果

3.1 ハンダ付け浴温度の影響

ハンダ付けをする際変動があると思われる浴温度について 60% Pb+40% Sn, 70% Pb+30% Sn ハンダを用いて試験した結果、温度上昇により強度は低下した。低下の程度は電気メッキ・プリキ板の方がホット・ディップ・プリキ板より著しく、60°C の温度差で約 2~5.5 kg/in. の強度差がみとめられた。

Table 1. Standard method of testing.

Specimen size	1 in. wide×4 in. long
Flux	Palm oil
Solder	70%Pb+30%Sn
Soldering temperature	227°C
Dipping depth	29mm
Dipping time	45sec
Tensile tester	Tensile machine
Speed of testing	15*5 cm/min

3.2 ハンダ層の厚みの影響

ラップ・ジョイントの場合ハンダの厚みにより剪断力が変わり、ある厚みで強度が最大になることが報告されている<sup>1)2)</sup>。そこで浴温を 277°C と 300°C で、その他は Table 1 にしたがってハンダ付けした場合のハンダ層の厚みを求めた。方法は硝酸にてハンダを溶かし、硫酸塩にして定量した。その結果、両浴温条件ともに約 0.05 mm であつた。次に 0.02mm, 0.07mm, 0.12mm, 0.24mm, 0.36mm Al のスペーサーを 2 試片の間にはさんでハンダ付けし、ハンダ付け強度を求めた。結果を Fig. 1 に示す。これより 0.12mm 付近にハンダ付け強度のピークがあることが判つた。これにより標準試験法はハンダ厚み約 0.05mm 付近で、厚みによる強度変動は 1 kg/in. 以下とみなされる。ハンダを変え 98% Pb+2% Sn で試験したところハンダ層の厚みが増すと強度が高くなる傾向にあつた。

3.3 ハンダ組成の影響

J. MCKEOWN はラップ・ジョイントの場合、ハンダ中

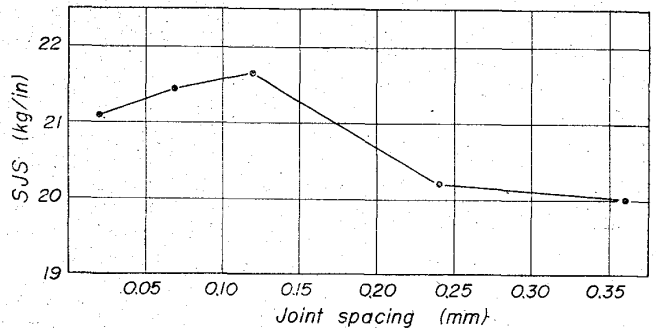


Fig. 1. SJS for different joint spacings.

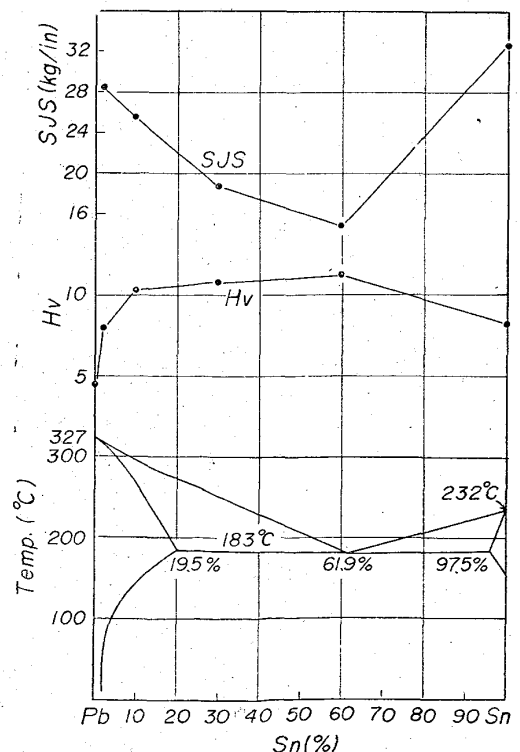


Fig. 2. SJS and Hv of tin-lead solder.

の Sn 量が 30% 位まで範囲では、Sn 量が増すとハンダ付け強度が高くなる」と述べている<sup>3)</sup>。そこでハンダ組成 98% Pb+2% Sn, 90% Pb+10% Sn, 70% Pb+30% Sn, 40% Pb+60% Sn, 100% Sn, の 5 種類について試験した。ハンダ沿温度はいずれも液相線上 50°C で行なつた。Fig. 2 に結果をのせる。共晶点 (61.9% Sn) 付近で一番弱く、98% Pb+2% Sn, 100% Sn は 28~32 kg/in. と非常に高い値を示した。またこれをハンダ自身の硬度と比較すると、硬度の低いハンダはハンダ付け強度が高い傾向にあつた。

3.4 引張り温度の影響

従来長期にわたる統計からみて冬期にハンダ付け強度が高く、夏期に低い傾向があるので、引張り試験時の温度、すなわち室温の影響を調べた。結果を Fig. 3 に示す。引張り温度が高くなるとハンダ付け強度は明らかに低くなり、平均して  $-0.15 \text{ kg/in.}/^\circ\text{C}$  であつた。温度は室温以外は試料面に接したアルコール温度計の読みである。

3.5 その他

Pb-Sn 状態図 (Fig. 2) から固体鉛は高温で高々 19.5% の Sn を、常温で 2% の Sn を固溶する。したがつて 2% 以上の Sn を含むハンダを高温から急冷すると時効するはずであり、ハンダ付け強度も変化すると考えられるので、98% Pb+2% Sn, 90% Pb+10% Sn, 70% Pb+30% Sn, 40% Pb+60% Sn, 100% Sn の 5 種類のハンダ組成についてハンダ付け後室温時効し、ハンダ付け強度を測定した。Fig. 4 に結果を示した。室温で過飽和固溶体をつくると考えられるハンダに時効性著しきことがよくわかる。また試片の巾と強度の間には直

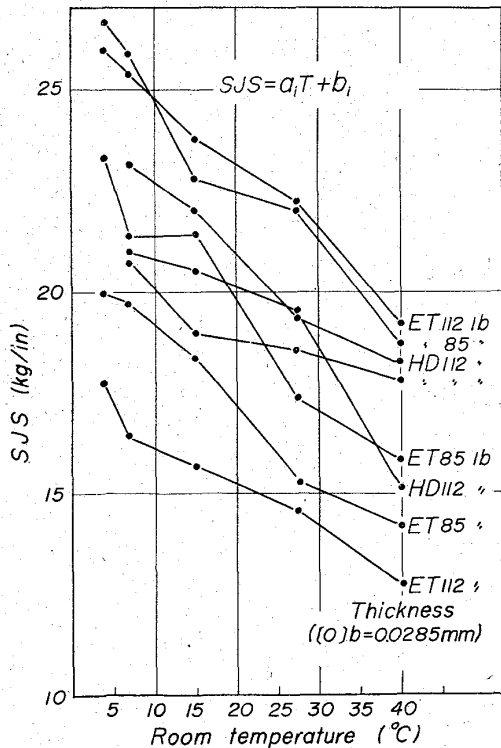


Fig. 3. Effect of room temperature on SJS. (Aged two month at room temperature)

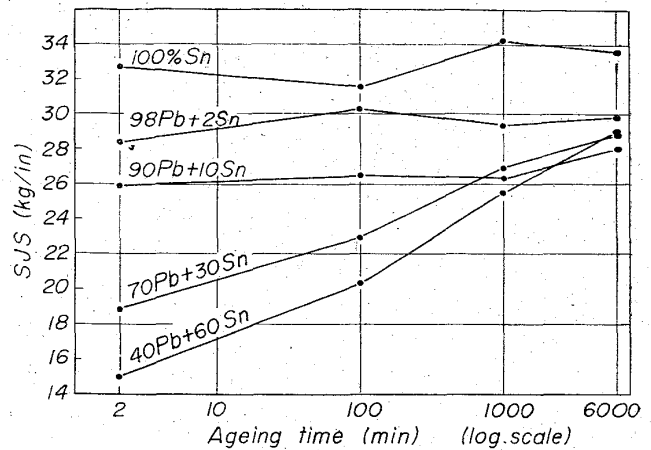


Fig. 4. Effect of Ageing.

線関係があり、 $0.9 \sim 1 \text{ kg/mm}$  の増加を示した。他にフラックス、試片の厚み、引張速さについても調べた。

4. 結 言

ブリキのハンダ付け剥離強度におよぼす試験上の諸因子について調べた結果つぎのような事項がわかつた。

- (1) ハンダ付け強度はハンダ付け温度が高くなると低下する。電気メッキ・ブリキの方がホット・ディップ・ブリキより低下が大きい。
- (2) ハンダ厚み  $0.12 \text{ mm}$  付近でハンダ付け強度は最大を示した。
- (3) 98% Pb+2% Sn, 100% Sn ハンダはハンダ付け強度が高く、70% Pb+30% Sn, 40% Pb+60% Sn ハンダは低い。またハンダの硬度と逆相関の傾向がある。
- (4) 引張り試験温度が高くなると強度は低下する。平均して  $0.15 \text{ kg/in.}/^\circ\text{C}$  低下する。
- (5) その他、室温で過飽和固溶体をつくる 70% Pb+30% Sn, 40% Pb+60% Sn ハンダはハンダ付け後の時効性著しく、6000min 室温時効で約  $10 \text{ kg/in.}$ ,  $14 \text{ kg/in.}$  ハンダ付け強度が高くなつた。試片の巾とハンダ付け強度の間には直線関係があり、 $0.9 \sim 1 \text{ kg/mm}$  の増加を示した。また引張速さが増すとわずかではあるが、ハンダ付け強度が高くてた。

文 献

- 1) 和田: 電子機器のハンダ付け, (1960), p. 42, 日刊工業
- 2) 吉田: 溶接界, 13 (1961) 9, p. 553
- 3) J. MCKEOWN: Properties of soft solders and soldered joints, (1948), p. 60