金属熔射膜の密着度におよぼす前処理面の粗さと前処理後の大気中放置の影響

真 野 育 三*

Ikuizo Mano: The Effects of Surface Preparation for Metal-Spraying on the Adherence of Sprayed Coatings to the Base. In order to clarify the effects of surface roughness of grit-blasted base metal and time of exposure to air after blasting on the adherence of sprayed zinc coatings to the base metal, the bent angle of steel sheet specimens which have two notches was measured by a bending tester as specified in JIS. The following results were obtained: (1) There is a linear relation between the adherence of sprayed coatings and surface roughness of base metals. The coarsely blasted surface has higher strength of adhesion than the finely blasted surface. (2) The adherence-exposure time curve is approximately represented by a parabolic curve, therefore, the strength of adhesion decreases rapidly at the initial period of exposure. It is desirable to apply spray coatings within 150 minutes after blasting in order to ensure good adhesion. (3) When fine blasting is applied, the influence of exposure time is not remarkable, but when coarse blasting is applied, the influence is evident.

(Received February 2, 1959)

I. 緒 言

金属熔射膜と素地金属との間の密着度は、主として素地金属表面の粗面化によって作られた凹凸部分による機械的結合に依存すると考えられている⁽¹⁾。従つて粗面化の方法として一般に sandblasting や gritblasting が採用されているが、これらの吹付加工を施した素地表面は耐蝕性が悪く⁽²⁾、吹付施行後大気中に長く放置すると熔射膜の密着度を劣化させる。それ故酸化と汚染を避けるため吹付後数時間以内に熔射を行うことが望ましいが⁽³⁾、工場における実際作業では工程間の停滞が必ず附随し、吹付後の素地表面が大気中に曝されることが多い。著者は作業標準確立のため、素地金属の表面アラサと吹付後の放置時間が熔射膜の密着度におよぼす影響を明らかにする目的で、鋼板に対する亜鉛熔射膜の密着度におよぼす上記 2 因子の影響を曲げ試験法によつて実験したのでその結果を報告する。

II. 試料の調製および実験方法

* 愛知時計電機株式会社技術部

(1) 金属表面技術便覧：(1955)，p.282.

(2) 大越，木下，水野：科研報告，28 (1949)，No.4

(3) R.M.Burns and A.E.Schuh: *Protective Coatings for Metals*, (1939), p.50.

1. 試料の調製

JIS†に従い厚さ 1 mm の冷間圧延薄鋼板を Fig.1 の如き形状に加工して各実験に使用した。

Fig.1 Specimens for Metal-Spraying.

2. 実験方法

吹付による飛散を防ぐため吹付用ホルダー上に試験片を固定し、nozzle 内径 8 mmφ、空気圧 4 kg/cm²、grit 径 1 mmφ、吹付距離 600 mm、吹付角 90°の吹付条件において、細、中、粗の表面アラサを得るため吹付時間を 5 min、10 min、15 min の三通りに変えた。かくの如くして得た素地表面を触針法で測定した結果は、Fig.2 に示したように JIS* の表示でそれぞれ 19.6 μ、41.6 μ、81.0 μ であった。

† JIS H 0403(1955) メタリコン試験方法(亜鉛)

* JIS B 0601(1955).

これらの試験片を室内にそれぞれ 1 hr, 3 hr, 7 hr および 21 hr 放置後⁽⁴⁾, 国産ガス溶線式熔射器を用い還元

Fig.2 The roughness change of gritblasted base metals due to vary the blasting time.

で熔 99.995% の純亜鉛線を熔射した。熔射条件は全実験を通じて熔射距離 150 mm, 空気圧 5 kg/cm², 熔射角 90°, 2 回熔射とした。この条件で得られた熔射膜の厚さは、電

Fig.3 Schematic diagram of bending test for the adherence of sprayed Zinc coatings.

磁膜厚計で測定して $100 \pm 7 \mu$ であつた。熔射膜の密着度の測定は、JIS[†] に準拠して製作した曲げ試験機を使用し、Fig.

3に示すように切込部を屈曲し、外面の屈曲部の熔射

膜が剥離し始める時の屈曲角 θ を中央エッジ C の移動距離から計算により求めた。

III. 実験結果および考察

1. 実験結果

曲げ試験により得た密着度 θ を Table 1 に示した。また Table 1 から求めた分散分析表を Table 2 に示した。

Table 1 Results of bending tests (θ°).

T	R	$R_1 = 19.6 \mu$	$R_2 = 41.6 \mu$	$R_3 = 81.0 \mu$
$T_1 = 1 \text{ hr}$		25	40	68
		27	37	70
$T_2 = 3 \text{ hr}$		21	40	66
		22	35	65
$T_3 = 7 \text{ hr}$		20	40	60
		21	37	63
$T_4 = 21 \text{ hr}$		31	37	52
		25	35	53

R: Surface roughness of base metals.

T: Exposed time to air after blasting.

分散分析結果から素地の表面アラサと吹付後の放置時間が亜鉛熔射膜の密着度に著しい影響を与えること、および両

因子の交互作用が有意であることが判明したので、以下各要因について考察する。

2. 素地の表面アラサと密着度の関係

表面アラサと密着度の関係は Fig.4 に示した如く、明ら

Table 2 Analysis of variance table based on Table 1.

Source of variation	Sum of squares	Degree of freedom	Mean squares
R: Surface roughness of base metal	5,971.8	2	2,985.9**
T: Exposed time to air after blasting	105.8	3	35.3**
R $\times$ T: Interaction of both factors	282.9	6	47.15**
E: Error of experiments	52.0	12	4.33
Total	6,412.5	23	

* Highly significant.

かに 1 次的関係があり、表面が粗いほど密着度は高くなる。

実験の範囲内では $Y = 11.9 + 0.61 X$ で近似出来る。ここで Y は密着度 (θ°), X は表面アラサ (μ) である。

Fig.4 Relation between surface roughness of base metal and adherence of sprayed zinc coatings.

近似的 F 検定に

よれば、表面アラサの三水準 R_1 , R_2 , R_3 は相互に有意な差 (1%) を示した。それ故前

処理としての吹付加工にあつて、素地の表面アラサ

に関与する各種の

条件、例えば空気圧、吹付粒子の材質と形状、吹付時間、吹付距離、角度などを十分検討する必要がある。

3. 放置時間と密着度の関係

Fig.5 Relation between exposed time to air after blasting and adherence of sprayed zinc coatings.

吹付後の放置時間と密着度との関係は

Fig.5 に示した如く略々拋物線で表わすことが出来る。これは放

置による密着度の低下が、素地表面の酸化物

層生成に起因することを示すものである。従

つて密着度の低下は放置の初期に著しく、そ

れ以後時間の経過と共にゆるやかになる。放

置時間 T_1, T_2, T_3, T_4 の 4 水準について近似

的 F 検定を行つた結果、 T_1 は T_2 との間に 5% 有意差を、 T_3 および T_4 との間に 1% 有意差を有する。 T_2 と T_3 の間には有意差が存在しないが、 T_2 と T_4 との間およ

(4) 放置期間中(1958 年 9 月中旬) 天候は快晴であつた。
† 前出

び T_3 と T_4 との間には 5% 有意差がある。以上のことから T_1 を標準として考えると、1~3hr の間で有意 (5%) な低下が起り、3~7hr の間で高度に有意 (1%) な低下が起ることが推定される。Table 1 の data を補間してこの有意な低下の起る時期を推定するとそれぞれ $2\frac{1}{2}$ hr (5%), $4\frac{1}{2}$ hr (1%) が得られる。

4. 表面アラサと放置時間の交互作用

放置による密着度の低下は表面アラサの粗いものに著しく細かいものは微弱である。これは粗いものの方が空気との接触面積が大きくかつ吹付時に peening effect を多く受けているため、酸化されやすいことによるものと考えられる。従つて粗い吹付加工を施した場合にはとくに放置時間を短縮する必要がある。

IV. 総 括

鋼板上に施した亜鉛熔射膜の密着度におよぼす素地表面のアラサと、素地を吹付後空气中に放置する時間との影響

を曲げ試験法により実験し次の結果を得た。

(1) 密着度と素地の表面アラサとの間に 1 次的関係があり、表面アラサの粗いほど密着度が高い。

(2) 素地金属を吹付加工後空气中に放置すると、時間の経過と共に密着度は抛物線的に低下する。1 hr 放置のものと比較すると $2\frac{1}{2}$ hr で 5% 有意差が認められる。それ故とくに密着度が要求される場合には吹付直後に熔射を行うことが望ましく、その他の場合でも $2\frac{1}{2}$ hr 以上放置することは好ましくない。

(3) 放置による密着度の低下は、表面アラサの粗い場合に著しく、細かい場合には微弱である。

(4) 以上のことから熔射膜の密着度に関する実験には、素地金属の表面状態と前処理後の放置時間を明確にすることが必要である。

終りに臨み、本実験に熱心に従事された工学士佐藤 崇君に深く感謝の意を表します。