

<研究速報>

(受理:平成17年2月18日)

ステンレス鋼重ね合せ接着継手の 湿潤・応力負荷条件下の耐久性

鈴木 靖昭*・石塚 孝志**・水谷 裕二***

要 旨

1液性及び2液性エポキシ系接着剤について、ステンレス鋼重ね合せ継手の湿潤・加温・引張せん断応力条件下の耐久性を調べた。1液性接着剤の場合、高負荷応力において耐久性が優れている接着剤はそれが劣る接着剤に比べ、応力-寿命線図の勾配の絶対値が大きく、低負荷応力では逆に耐久性が劣っていた。2液性接着剤の耐久性は、高負荷応力では1液性接着剤より劣ったが、低負荷応力では1液性接着剤と同等以上の値を示した。

1. 緒 言

車両の高速化が進み、車体の軽量化の必要性から、最近塗装及び腐食代が不要なステンレス鋼を用いた車両が増加している。現在ステンレス鋼製車両はほとんどスポット溶接により製作されているが、その一部または全部を接着接合に置き替えれば、熱変形の減少、工数低減、及び疲労強度の増加などの利点が生じると考えられる。

そこで車両構体製作への接着接合の適用を目標に、引張りせん断強度、はく離強度、疲労強度などの測定を行い、性能の優れた数種類のエポキシ樹脂系接着剤を選定した。

車両は耐用年数が10年以上と長く、長期間にわたり風雨にさらされるため、接着継手の実用化において最も重要となるのは環境耐久性である。すなわち、車両走行による繰返し荷重下で、温度及び湿度(太陽光、雨)による経時的変化が少ないことが要求される。

そこで本報告においては、引張りせん断荷重が加えられた接着継手の加温及び高湿度条件下における耐久性試験を行った。湿潤・応力負荷条件下での接着継手の耐久性

については、Pociusら(3M社)^{1)~3)}、原賀⁴⁾の研究などがある。Pociusらはアルミ合金に関し、航空機構造用の各種フィルム接着剤(177℃及び120℃硬化型)、ペースト接着剤(120℃硬化型)、2液性接着剤(室温硬化型)について加温・湿潤・応力負荷条件下で耐久性試験を長期にわたり行っている。そこで、それらの結果との比較が可能ないように、本報告の試験片寸法、温度、湿度、及び負荷応力をPociusらの値にほぼ一致させた。

2. 耐久性試験方法

2.1 接着剤

使用した接着剤はTable 1の1液性エポキシ系(A~E)及び2液性エポキシ系(F及びG、硬化剤はポリアミン)の計7種類である。Table 1には硬化条件も併せて示す。

Table 1 接着剤及び硬化条件

記号	分類	硬化条件
A	1液性	120℃/1h
B	"	"
C	"	"
D	"	"
E	"	"
F	2液性	60℃/3h
G	"	"

* 日本車輛製造(株)開発本部

愛知県豊川市穂ノ原二丁目1-21 〒442-0061

** 日本車輛製造(株)鉄道車両本部 技術総括部

愛知県豊川市穂ノ原二丁目20番地 〒442-8502

*** 日本車輛製造(株)鉄道車両本部 営業総括部

名古屋市熱田区三本松町1番1号 〒456-8691

(原稿受付日:平成17年1月11日)

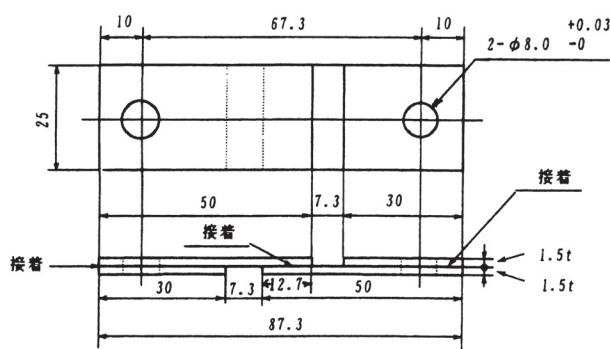


Fig.1 耐久性試験片

2.2 試験片

耐久性試験片の形状及び寸法を Fig. 1 に示す。被着材材質は SUS304 (表面 2B 仕上げ)、板厚は 1.5mm である。被着材は MEK を用いて超音波洗浄を行った後、直ちに接着した。接着剤 D に関してはプライマーを塗布後接着した試験片も製作した。接着剤の硬化条件を Table 1 に併記する。

2.3 試験方法

同一条件について各 5 本の試験片をボルトと継目板により連結し、Fig. 2 のような耐久性試験装置を用いてバネにより荷重を加え、恒温恒湿槽中に保持して破断までの時間を測定した。試験条件を Table 2 に示す。

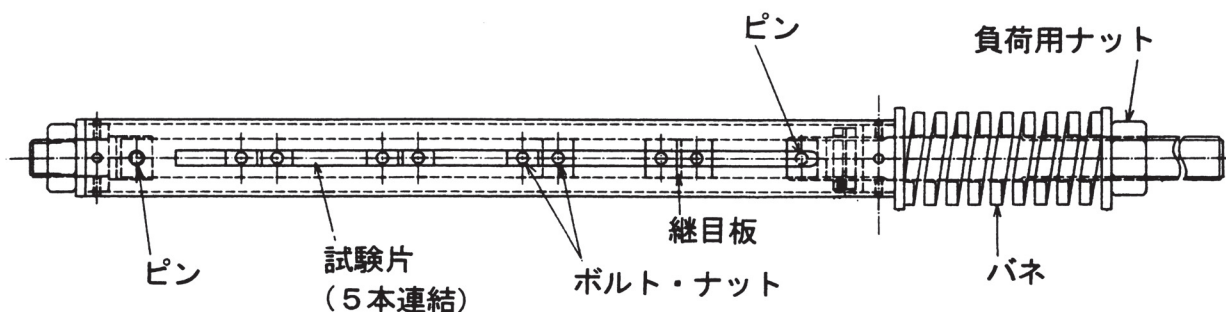


Fig. 2 耐久性試験装置

Table 2 耐久性試験条件

温度	湿度	負荷応力
38℃	98% RH	1.38 MPa (200 PSI)
		2.75 " (400 ")
		5.51 " (800 ")
60℃	98% RH	4.13 MPa (600 PSI)
		6.20 " (900 ")

3. 耐久性試験結果及びまとめ

Fig. 3 には耐久性試験の結果を、Fig. 4 には 38℃ の試験結果の近似直線をまとめてそれぞれ示す。試験温度

が 38℃ の場合の結果をまとめればおよそ次のようになる。

(1) 1 液性接着剤 A, B, 及び C は、負荷した 3 段階の応力内の最大応力 5.51 MPa においては耐久性 (保持時間) が他の接着剤に比して大きいですが、中間応力 2.75 MPa 及び最小応力 1.38 MPa においては逆に 1 液性接着剤 D の方が耐久性が優れている。

(2) 接着剤 D において、プライマー使用の有無による耐久性の差はほとんど認められない。

(3) 2 液性接着剤 F 及び G は、負荷応力が 5.51 MPa においては 1 液性接着剤 A, B, C 及び D より耐久性が劣るが、中間応力 2.75 MPa では A, B, C 以上の耐久性、負荷応力 1.38 MPa では D を超える耐久性を示している。

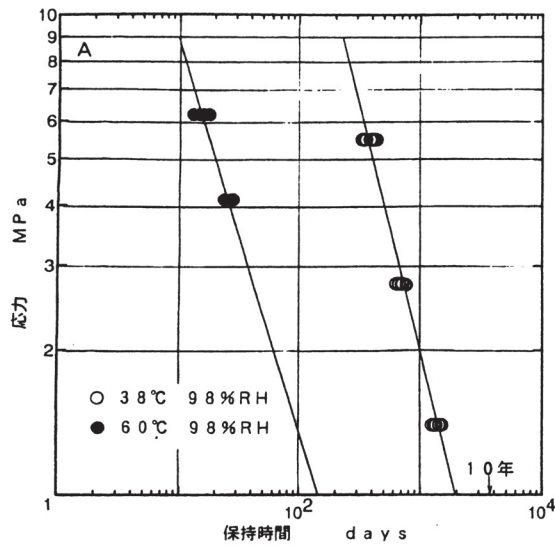
(4) (1) 及び (3) の結果から、負荷される応力及び作業性を考慮して、目的により適した接着剤を選定することが必要と考えられる。

(5) 60℃ における耐久性試験をさらに進め、38℃ の試験結果とともに、Arrhenius 式を基に導き出された Tobolsky-Eyring 式 (負荷応力と寿命との関係)^{5,6)} を適用し、室温における負荷応力ごとの継手の寿命を求める予定である。

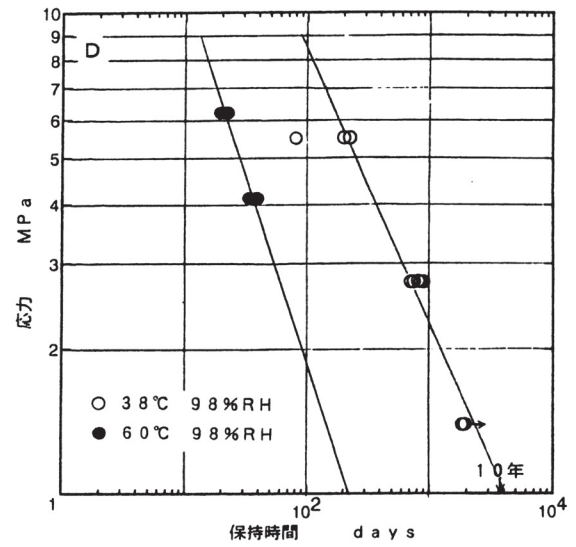
(1996 年 6 月 13 日第 34 回日本接着学会年次大会及び 2000 年 6 月 23 日第 38 回日本接着学会年次大会にて発表)

文 献

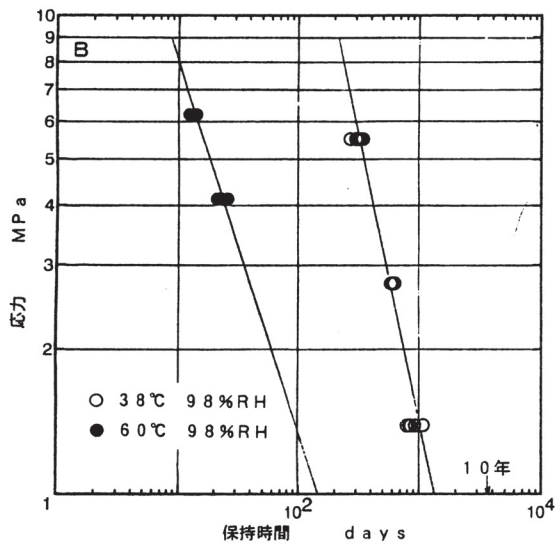
- 1) A.V.Pocius, D.A.Wangsness, C.J.Almer, A.G.McKown, Adhesive Chemistry - Developments & Trends (Editor: L. H. Lee), Plenum Press (New York) (1984).
- 2) 上坊武夫, 高性能構造用接着材料の開発に関する調査研究報告書, (財)大阪科学技術センター, p. 438 (1985).
- 3) 杉井新治, 大坪 悟, 日本接着学会誌, 27, 184 (1991).
- 4) 原賀康介, 接着応用技術 (宮入裕夫編), 日経技術図書, p. 515 (1991).
- 5) A.Tobolsky, H.Eyring, J.Chem. Physics, 11, 125 (1943).
- 6) 三刀基郷, 金属接着セミナー講演要旨集, 日本接着学会, p. 62 (1999).



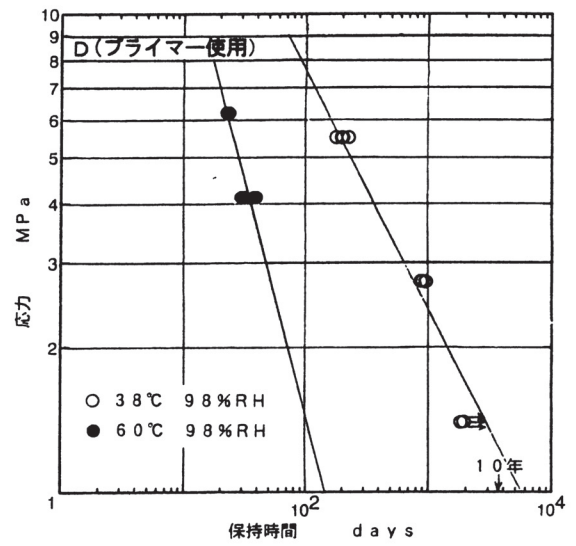
(1) 接着剤 A



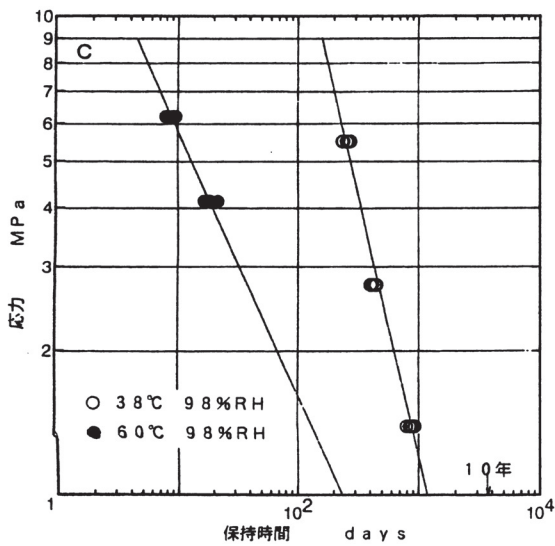
(4) 接着剤 D



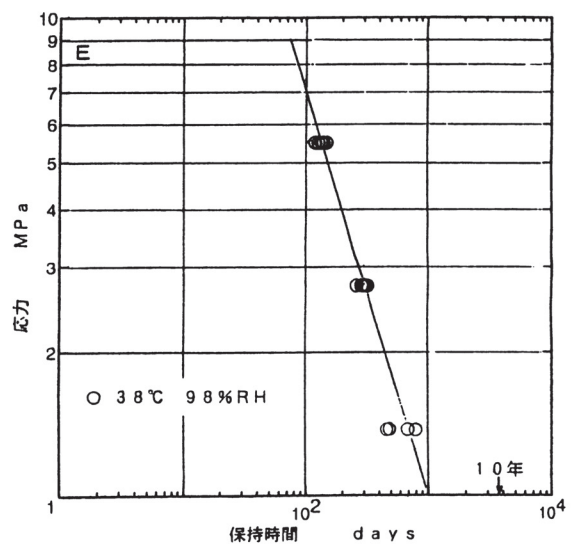
(2) 接着剤 B



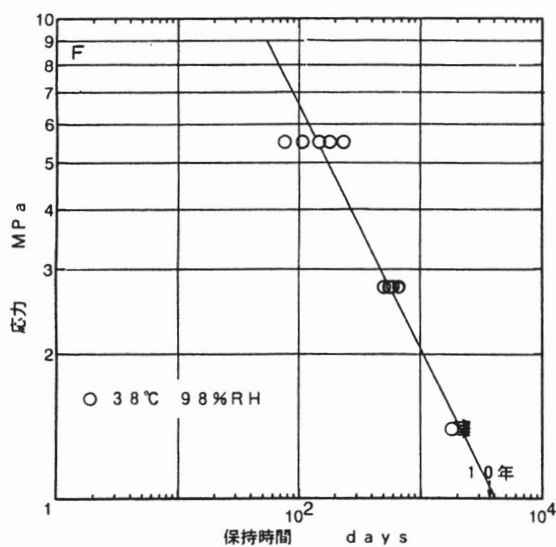
(5) 接着剤 D (プライマー使用)



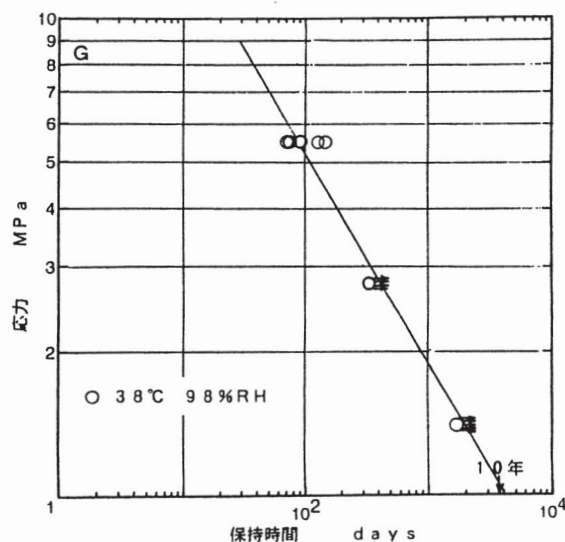
(3) 接着剤 C



(6) 接着剤 E



(7) 接着剤 F



(8) 接着剤 G

Fig. 3 負荷応力と破断までの保持時間との関係

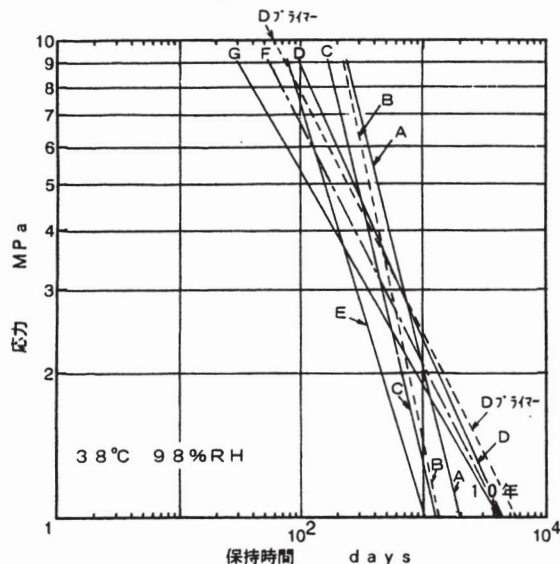


Fig. 4 38°Cにおける負荷応力と破断までの保持時間の近似直線

< Technical Report >

Dulabilities of Stressed Adhesive Lap Joints of Stainless Steel Plates under the High Humidity Conditions

Yasuaki SUZUKI*, Takashi ISHIZUKA** and Yuji MIZUTANI***

* R & D Division, Nippon Sharyo, Ltd.

1-21, 2-Chome, Honohara, Toyokawa, Aichi-Pref., 442-0061 JAPAN

** Design & Engineering Department, Rolling Stock Division, Nippon Sharyo, Ltd.

2, 2-Chome, Honohara, Toyokawa, Aichi-Pref., 442-8502 JAPAN

*** Sales Department, Rolling Stock Division, Nippon Sharyo, Ltd.

1-1, Sanbonmatsu-Cho, Atsuta-ku, Nagoya, 456-8691 JAPAN

(Accepted for publication : February 18, 2005)

Abstract

The lifetimes of stressed lap joints of stainless steel plates (1.5mm thickness) bonded by one-liquid type and two-liquid type epoxy adhesives were measured under the conditions of 98% RH, 38°C and 60°C. In the case of one-liquid type adhesives, the gradient of stress-life time curve increasing with decreasing life time of 5.5 MPa which is high stress range. The other side, life time of two-liquid type adhesives is shorter than that of one-liquid ones in the high stress range, but in the low stress range life time of former ones is larger than that of latter ones.

(Received : January 11, 2005)