

接着剤を用いた鋼板継手の異なる温度条件下における引張せん断接着試験

東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター 正会員 ○丸山 哲郎

東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター 正会員 醍醐 宏治

電気化学工業株式会社 正会員 藤間 誠司

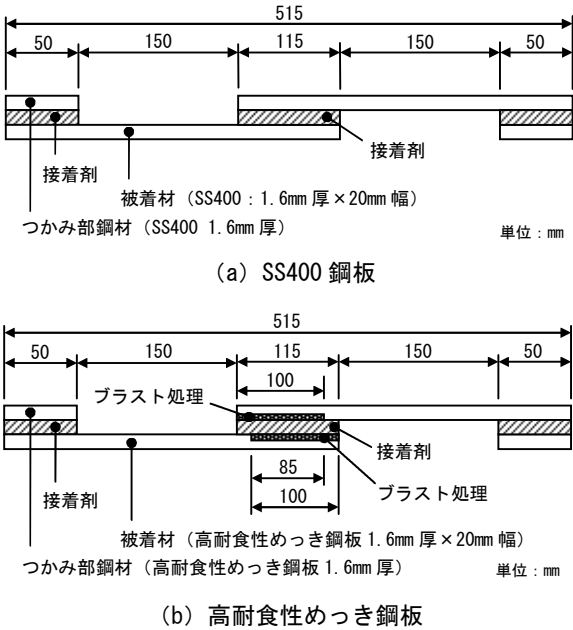
電気化学工業株式会社 友澤 明央

1. 目的

樹脂系接着剤の引張せん断接着強さは、温度依存性があり、高温下などでは引張せん断接着強さが低下することが確認されている。今回、鋼板の継手に樹脂系接着剤を用いた鋼板継手について、接着部の温度と継手の引張せん断接着強さおよび継手が破壊するまでの伸びとの関係を確認することを目的に、試験片を用いて引張せん断接着試験を実施したので、その結果を報告する。

2. 試験概要

本試験で用いた試験片の概要図を図-1に示す。試験片の鋼材には厚さ1.6mmのSS400鋼板(JIS G 3101)および溶融亜鉛-アルミニウム-マグネシウム合金めっき鋼板(JIS G 3323, 以下、高耐食性めっき鋼板)の2種類の薄鋼板を用いた。試験片の接着には表-1に示す物理的性質を有するアクリル樹脂系接着剤を用いた。なお、SS400鋼板については、接着面において鋼板表面の酸化被膜(黒皮)をブラスト処理にて除去して接着し、高耐食性めっき鋼板については、接着面においてめっき表面の光沢がなくなる程度のブラスト処理(スウィープブラスト(ISO(SUS) Sa1))¹⁾を施して接着した。定着長(L)は、SS400鋼板が115mm、高耐食性めっき鋼板が被着材が重なり合う115mmのうち、ブラスト処理面どうしが重なり合う長さの85mmとした。試験のパラメータは、被着材と接着部の温度とした。表-2にパラメータの一覧を示す。試験時の接着部の温度管理は熱電体にて計測して行った。



3. 試験の結果

図-2に高耐食性めっき鋼板の試験時の荷重-変位曲線の例を示し、図-3に接着部温度と引張せん断接着強さの関係、図-4に接着部温度と伸び率の関係を示す。ここで、伸び率とは最大引張荷重時の試験片の伸び量を試験片の定着長を含まない長さで除した値である。

(1) 試験状況および破壊性状

今回の試験では、全ての試験片において被着材の鋼材部分での破断はなく、継手部での破壊であった。接着部が破壊に至るまでの性状は、試験片が伸びるにつれて貼り重ねた2枚の鋼板の軸線が一直線上になるように変形し、鋼板が降伏した後に接着部端部のいずれか一方から接着剤が切れ始め、2枚の鋼板が徐々に剥がれて破壊に至った。継手部の破壊形態は、一般に鋼

表-1 接着剤の物理的性質

硬化前の粘度 (mPa・s)	20,000
引張せん断接着強さ (N/mm ²)	25.9
衝撃接着強さ (kJ/m ²)	17.1
硬化物硬度 (HDD)	58

表-2 試験パラメータ

パラメータ	内 容	水準数
被着材 (定着長)	SS400 鋼板(115mm) 高耐食性めっき鋼板(85mm)	2
接着部温度 (°C)	5, 20, 40, 60, 80	5

キーワード 樹脂系接着剤, 温度依存, 鋼板継手, 引張せん断接着強さ, 伸び率, 凝集破壊

連絡先 〒160-0004 東京都渋谷区代々木 2-2-2 東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター 03-5334-1288

板と接着剤の界面が破壊する界面破壊と接着剤の内部で破壊する凝集破壊とに区分されるが、今回の試験条件の範囲では全て凝集破壊であった。

(2) 引張荷重と変位の関係

図-2 は高耐食性めっき鋼板の荷重－変位曲線である。接着部の温度が高くなるにつれて、最大引張荷重および最大引張荷重時の変位が減少する結果となった。また、接着部の破壊は、今回行った試験条件の範囲では全て被着材の鋼材が降伏した後に破壊しているのがわかる。継手部の破壊が被着材の降伏後であることおよび破壊形態が凝集破壊であることから、今回実施した試験条件の範囲では、接着剤内部の強度 (P_1)、鋼材と接着剤との界面での接着強度 (P_2)、被着材の降伏強度 (P_{sy}) の関係は、 $P_2 > P_1 > P_{sy}$ となった。

(3) 接着部温度と引張せん断接着強さ

引張せん断接着強さ（最大引張荷重を定着面積で除した値）は、図-3 より接着部の温度が高くなるにつれて若干低下する結果となった。接着部の温度が 20℃の時の引張せん断接着強さを基準とすると、80℃の時の引張せん断接着強さは、SS400 鋼板で-17.0%、高耐食性めっき鋼板では-24.6%となった。また、定着長に着目すると、試験片の材質が違いため直接的な比較はできないが、定着長が短い方が引張せん断接着強さは若干大きい結果となった。

(4) 接着部温度と試験片の伸び率

伸び率 $\lambda_{\max}$ は、式 (1) により算出した。

$$\lambda_{\max} = \Delta l / l \quad (1)$$

ここに、

Δl : 最大引張荷重が発生した時の試験片の伸び量 (mm)

l : 試験片の定着長を含まない長さ (mm)

伸び率は、図-4 より今回試験を行った試験条件の範囲では、温度が高くなるにつれて伸び率 $\lambda_{\max}$ がほぼ直線的に低下する結果となった。各温度における伸び率は、80℃で 1%程度、60℃で 4%程度、40℃で 6%程度、20℃で 8%程度、5℃で 9%程度以上という結果となった。また、接着部の温度が 20℃の時の伸び率を基準とすると、80℃の時の伸び率は SS400 で-87.4%、高耐食性めっき鋼板で-86.0%となった。

4. まとめ

今回の試験条件の範囲において明らかになったのは下記の通りである。

- ・ 接着部の破壊は全て被着材の降伏後であり、破壊形態は全て凝集破壊となった。
- ・ 接着剤内部の強度 (P_1)、鋼材と接着剤との界面での接着強度 (P_2)、被着材の降伏強度 (P_{sy}) の関係は、 $P_2 > P_1 > P_{sy}$ となった。
- ・ 引張せん断接着強さは、接着部の温度が高くなるにつれて若干低下する傾向を示した。
- ・ 伸び率は接着部の温度が高くなるにつれて直線的に低下するが、接着部の温度が 60℃以下であれば 4%程度以上となる。

参考文献

- 1) (社) 日本橋りょう建設協会：スウィープブラスト処理見本写真，2003.3

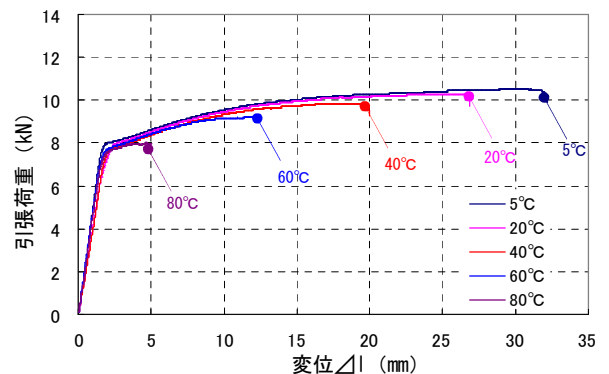


図-2 荷重－変位曲線（高耐食性めっき鋼板）

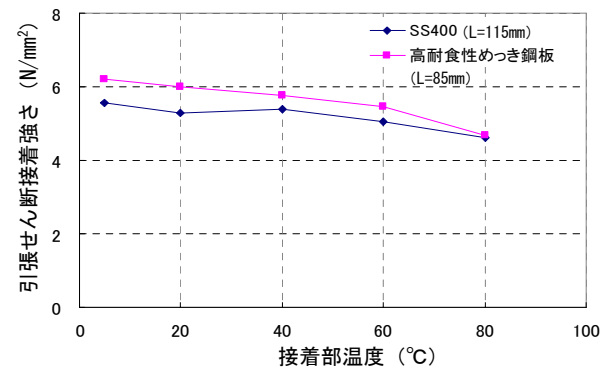


図-3 接着部温度と引張せん断接着強さの関係

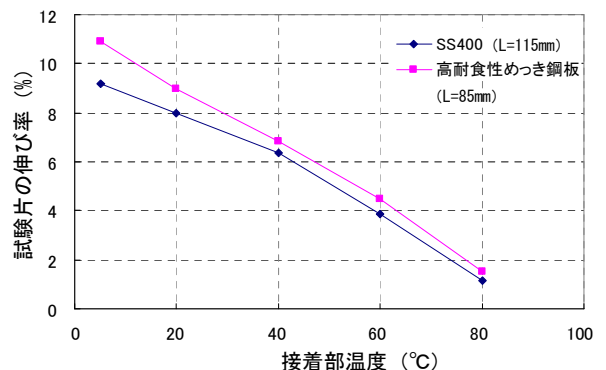


図-4 接着部温度と試験片の伸び率の関係