

異なる応力作用下における 鋼部材接着接合の力学性状に関する研究

宇都宮大学 学生員 ○ 日野秀幸 正会員 中島章典, 鈴木康夫
大本組 齋藤誠 八戸市役所 西健治 元宇都宮大学研究生 小高暁

1. はじめに

接着接合における引張せん断強さに関しては JIS K 6850 に規定されている接着試験方法による破壊強度で判断しているが、その接着面は建設の分野から見ると微小な面積である。また、接着接合部での破壊様式は様々で一般に複雑な応力状態となっているため、接着設計において接着部の破壊に対する考え方を、一般の材料の破壊に比べてより難しいものになっている。既往の研究^{1),2)}では、鋼部材接着接合部の強度に及ぼす諸因子を実験により確認している。

本研究では、鋼構造物における鋼部材接着接合の適用のために、被着材は鋼部材同士とし、JIS の規定よりも大きな接着面積を有する試験体を作成し、引張試験、引張せん断試験、曲げ・せん断試験を行った。これらの試験から各応力状態における接着剤の強度に関するデータを収集し、考察を行った。

2. 実験概要

本実験で用いた鋼材は SS400、接着剤はエポキシ系接着剤、アクリル系接着剤であり、接着作業及び養生は 20℃ の恒温下、载荷は室温下で行った。各試験体図を図-1 に示す。

(1) 引張試験

鋼材同士を突き合わせ接着接合した試験体を用いて引張試験を行った。用いた鋼材長さは 700mm である。接着面はフライス盤を用いて直角を確保した後、粒度 40 の研磨布で粗面化し、アセトンで脱脂した。本試験におけるパラメータは試験体断面 (16×32mm, 19×38mm, 25×50mm, 16×50mm) 及び接着剤である。アムスラー型万能試験機を用いて荷重を载荷した。計測項目は、鋼材のひずみ及び接着接合部の伸びであり、それぞれひずみゲージ及び高感度変位計 (以下 CDP) で測定した。

(2) 引張せん断試験

シングルラップシアー試験体及びダブルラップシアー試験体を用いて、引張荷重による 1 面せん断試験、2 面せん断試験を行った。母材、添接材に使用した鋼材の厚さはそれぞれ 12mm, 6mm である。接着面はワイヤブラシを取り付けたディスクグラインダで鋼材表面の塗膜等を除去した後、研磨布 (粒度 40) を用いて粗面化し、アセトンで脱脂した。接着剤を被着材の両面に塗布し、接着後に万力を用いて接着面が動かない程度に固定した。本試験におけるパラメータは、接着面 (シングルラップ、ダブルラップ)、ラップ長 (50mm, 75mm, 100mm, 150mm)、ラップ幅 (50mm, 100mm) 及び接

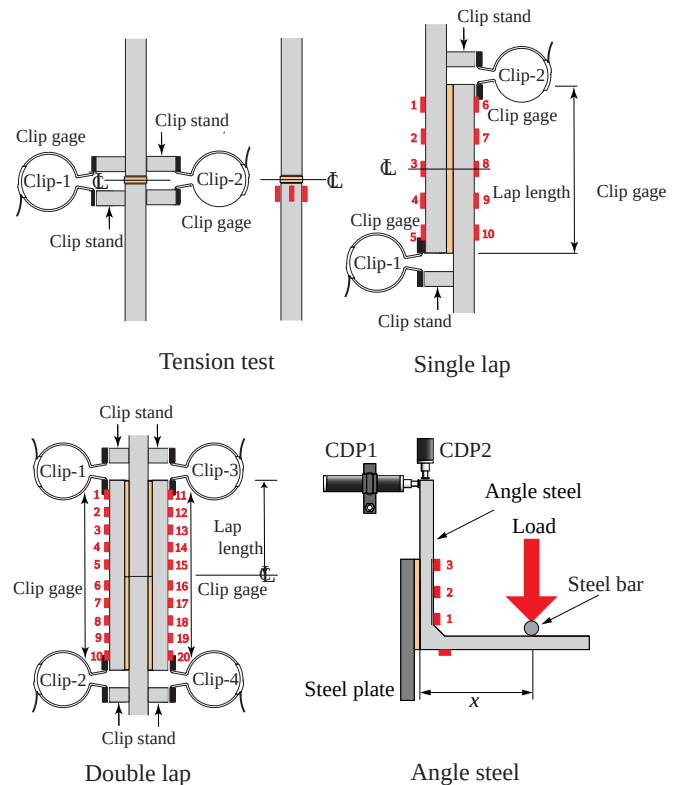


図-1 試験体図

着剤である。アムスラー型万能試験機を用いて荷重を载荷した。計測項目は、シングルラップシアー試験体の母材表面、ダブルラップシアー試験体の添接材表面のひずみ、母材・添接材間の軸方向相対ずれ変位とし、それぞれひずみゲージ及び CDP で測定した。また、マイクロメーターを用いて接着層の厚さを計測した。

(3) 曲げ・せん断試験

山形鋼と平鋼を接着接合した部材を用いて、曲げ・せん断試験を行った。山形鋼に鉛直方向の荷重を作用させることで、接着接合部に曲げとせん断を作用させる。用いた鋼材の厚さは共に 12mm、山形鋼は脚長 150mm、平鋼は幅 300mm、高さ 125mm である。接着面の表面処理は引張せん断試験と同様の方法で行った。本試験におけるパラメータは、接着長さ (40mm, 60mm, 80mm)、接着幅 (100mm, 150mm)、载荷位置及び接着剤である。载荷位置は 3 種類とすることで試験体に作用する曲げの大きさを変化させる。フレーム式载荷式試験機を用い、载荷点に丸鋼を載せ、線荷重を载荷した。計測項目は、山形鋼接着部における鉛直方向のひずみ、山形鋼上端における水平方向及び鉛直方向の変位とし、それぞれひずみゲージ及び CDP で測定した。

Key Words: 接着剤, 鋼部材, 引張試験, 引張せん断試験, 曲げ・せん断試験

〒 321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学大学院工学研究科情報制御システム科学専攻 Tel.028-689-6208 Fax.028-689-6208

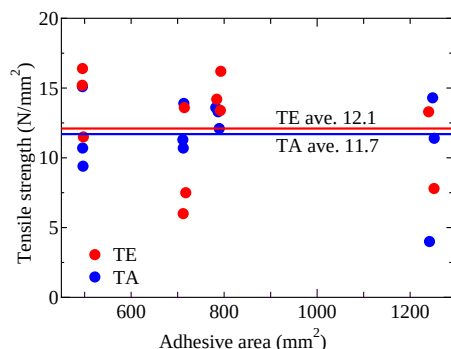


図-2 引張強度－接着面積関係

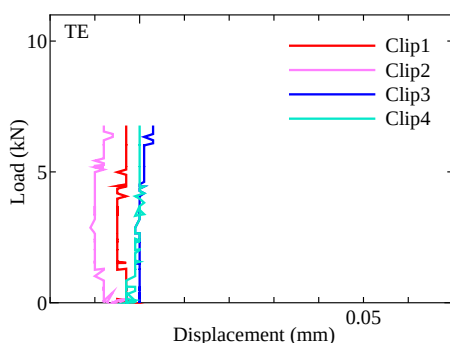


図-3 荷重－伸び関係

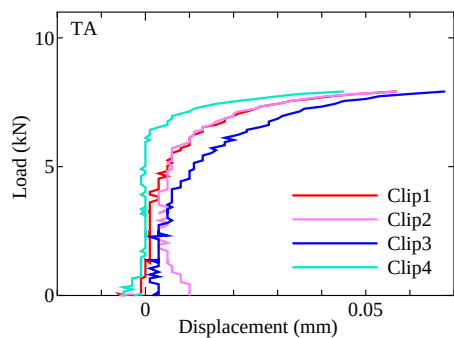


図-4 荷重－伸び関係

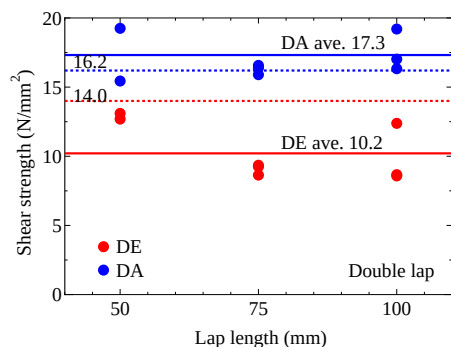


図-5 セン断強度－ラップ長関係

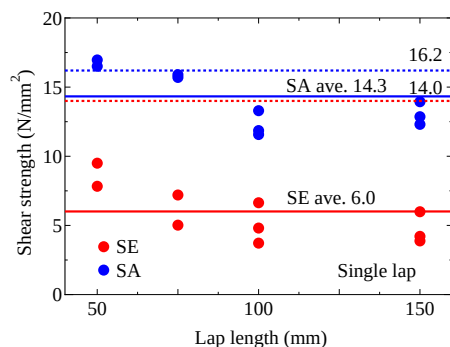


図-6 セン断強度－ラップ長関係

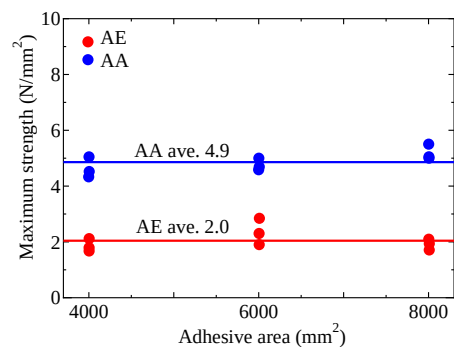


図-7 破壊強度－接着面積関係 (x=50)

3. 実験結果および考察

(1) 引張試験

図-2に引張試験で得られた引張強度と接着面積の関係を示す。ここで、引張試験の最大荷重を接着面積で除したものを引張強度とした。平均引張強度はエポキシ系接着剤(TE)で 12.1N/mm^2 、アクリル系接着剤(TA)で 11.7N/mm^2 であり、両接着剤の引張強度は同程度であった。図-3、図-4にそれぞれTE、TAの荷重－伸び関係の例を示す。ここで、データが階段状に変化しているのは、本研究で使用したクリップ型変位計の感度が 0.0017mm であることによる。TEでは破壊に至るまでの伸びの増加は小さく脆性的な挙動であるのに対し、TAでは最大荷重の6割程度の荷重段階から伸び量の曲線的な増加が見られる。TAの破壊に至るまでの挙動はTEのそれに比べ延性的であると言える。

(2) 引張せん断試験

図-5に2面せん断試験(ラップ幅50mm)で得られたせん断強度とラップ長の関係を示す。引張せん断試験の最大荷重を接着面積で除したものをせん断強度とした。平均せん断強度はエポキシ系接着剤(DE)で 17.3N/mm^2 、アクリル系接着剤(DA)で 10.2N/mm^2 であった。なお、図中の点線は、接着剤メーカーが提示するせん断強度であり、エポキシ系接着剤が養生温度 20°C の下で $14.0\sim 17.0\text{N/mm}^2$ 、アクリル系接着剤が室温養生の下で 16.2N/mm^2 である。

図-6に1面せん断試験(ラップ幅50mm)で得られたせん断強度と接着面積の関係を示す。平均せん断強度はエポキシ系接着剤(SE)で 14.3N/mm^2 、アクリル系接着剤(SA)で 6.0N/mm^2 であった。1面せん断試験結果と2面せん断試験結果を比較すると、1面せん断試験のせん断強度の方が低い値を示した。その理由は、1面

せん断試験では接着層端部に曲げが生じ、純粋なせん断のみならず接着面垂直方向の引張剥離が作用し、破壊が生じたためと考えられる。

(3) 曲げ・せん断試験

図-7に曲げ・せん断試験(接着幅100mm)で得られた破壊強度と接着面積の関係を示す。ここで、曲げ・せん断試験の最大荷重を接着面積で除したものを破壊強度とした。平均破壊強度はエポキシ系接着剤(AE)で 2.0N/mm^2 、アクリル系接着剤(AA)で 4.9N/mm^2 であった。強度に差が生じた理由は、接着剤の弾性係数の違いが接着部の応力分布に及ぼす影響、及びAAの方がAEよりも延性的な破壊を示すことによると考えられる。

4. まとめ

本研究では、引張試験、引張せん断試験、曲げ・せん断試験を行うことで、様々な応力下における鋼部材接着接合に対するデータを得た。その結果、引張試験ではエポキシ系接着剤、アクリル系接着剤で同程度の強度を得た。これに対して、引張せん断試験、曲げ・せん断試験ではアクリル系接着剤がエポキシ系接着剤の約2倍程度の強度を得た。その理由は、接着剤の弾性係数や延性の差による、応力分布の違いが影響したと考えられる。今後、接着剤の強度、耐久性等の性能、再現性を実験により評価していくと共に、解析を用いた破壊性状、力学的挙動に関する検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 有原隆雄, 田中一實: 接着剤の鋼構造物への適用に関する実験的研究, 横河橋梁技法, No.10, 1980.11.
- 2) 射越潤一, 浅岡敏明, 寺尾圭史: 接着接合の鋼構造物への適用, 横河ブリッジ技法, No.22, 1993.1.