

# 持続荷重下における鋼部材接着接合部の力学的挙動に関する実験

宇都宮大学 学生員 宮崎俊夫, 正会員 中島章典, 鈴木康夫, 学生員 日野秀幸

## 1. はじめに

鋼部材の接着接合は、他の接合方法と比較し、工程の簡素化が可能である、異種材料が接合できる、接着面で伝達する応力を広範囲に分散することができる等の長所を有している。一方で、接着性状が被着材の表面状態に依存し接着強度にばらつきがある等の欠点があるため、土木分野での鋼部材の接合にはボルト接合や溶接が用いられるのが一般的であり、接着接合の適用例は少ない。さらに、接着接合の実用的使用を考慮した場合、耐久性やクリープ特性など接着層に持続的な荷重が作用したときの挙動など未解明な点も多い。

本実験では、JIS 規格より大きな接着面積を有する鋼部材試験体を接着接合し、一面せん断試験体と山形鋼と平鋼を接合した試験体に持続荷重を与え、負荷応力と時間変化による接着層の力学的挙動を計測し検討する。

## 2. 実験概要

本実験では、材質 SS400 の鋼材同士を接着接合した試験体を用いて持続荷重試験を行った。

接着面の表面処理は、ワイヤブラシを用い鋼材表面の黒皮を除去したあと、接着剤の付着を良くするため粒度 40 の研磨布で粗面化し、アセトンで脱脂した。接着剤は 2 液性接着剤であるアクリル系接着剤、エポキシ系接着剤の 2 種類を用いた。アクリル系接着剤は専用のアプリケーションナーを用い、重量比で接着剤と硬化剤の割合が 100 : 100 になるように混合し接着を行い、エポキシ系接着剤は、重量比で 100 : 80 となるように混合し接着を行った。接着作業及び接着後の試験体の養生は気温 20 の恒温室で行い、接着後は接着面が動かない程度に固定した。養生期間はアクリル系接着剤で 1 日、エポキシ系接着剤で 5 日となるようにした。また、マイクロメーターを用いて接着層厚を計測した。試験は室温下で行った。

一面せん断試験では、平鋼同士を接着接合した試験体を用いた。平鋼の寸法は、幅 50mm、長さ 220mm、板厚 12mm であり、接着面はラップ長 50mm、幅 50mm とした。載荷方法は、図-1 に示すように、試験体載荷用のフレームを作成し、試験体は左右に可動な接続ピンで取り付け、ボルト締めにより試験体の接着接合部に引張せん断力を持続的に載荷した。計測項目は、荷重、接着接合部の鋼材のひずみ、相対ずれ変位であり、図-2 に示すように接着接合部の両面において、それぞれひずみゲージ及びクリップ型変位計で測定した。

曲げ・せん断試験では、山形鋼と平鋼を接着接合した試験体を用いた。山形鋼の寸法は、脚長 150mm、板厚 12mm、幅 100mm、平鋼の寸法は、長さ 125mm、幅

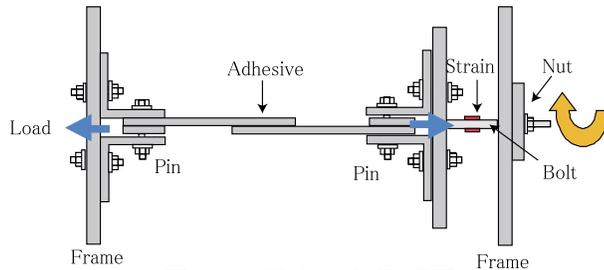


図-1 一面せん断試験概要

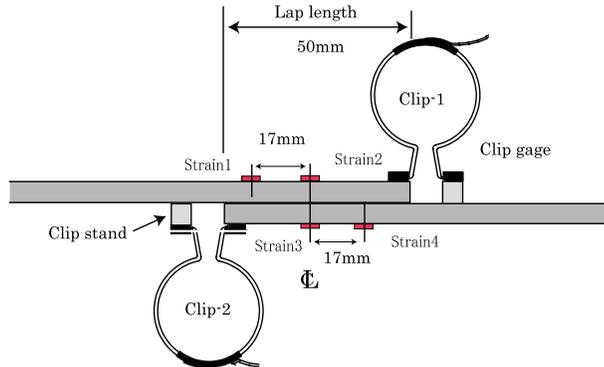


図-2 一面せん断試験接着接合部

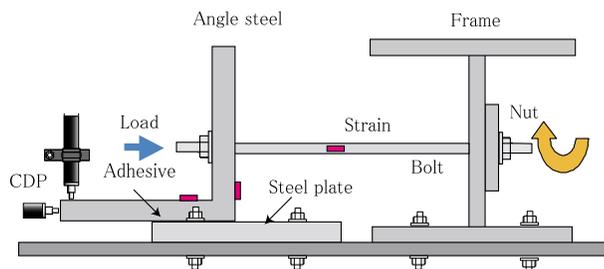


図-3 曲げ・せん断試験概要

250mm、板厚 12mm であり、接着面は、幅 100mm、長さ 40mm、載荷位置は 50mm とした。載荷方法は図-3 に示すように、試験体載荷用のフレームを用いて反力を取りボルト締めにより軸力を与え、試験体の接着接合部に曲げ・せん断力を持続的に載荷した。計測項目は、図に示すように試験体の接着接合部における接着面のひずみと山形鋼端部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高感度変位計で測定した。

なお、一面せん断試験及び曲げ・せん断試験ともに、持続荷重の大きさは静的載荷試験の結果に基づき決定し、複数の荷重レベルに対して実験を行った。試験体数は各荷重レベルにつき 3 体ずつとした。荷重はひずみゲージをボルトに貼り付け、ボルト締めした時のひずみ値から算定した。温度変化の影響により鋼材のひずみは変化するため、補正用の無応力の鋼材のひずみを計測し、接着接合部等の温度変化によるひずみの補正を行った。

Key Words: 鋼部材 接着接合 持続荷重 接着剤 実験

〒 321-8585 宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部建設学科 Tel.028-689-6208 Fax.028-689-6208

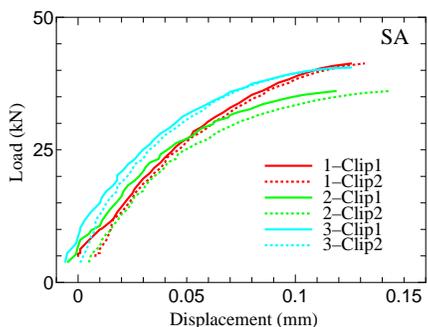


図-4 荷重 - 変位関係 (SA 静的荷重)

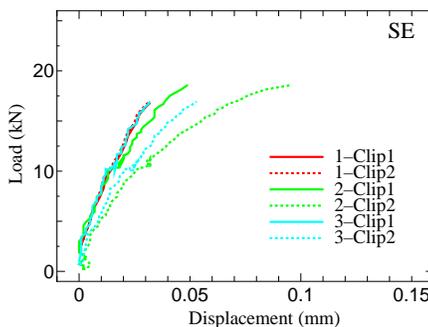


図-5 荷重 - 変位関係 (SE 静的荷重)

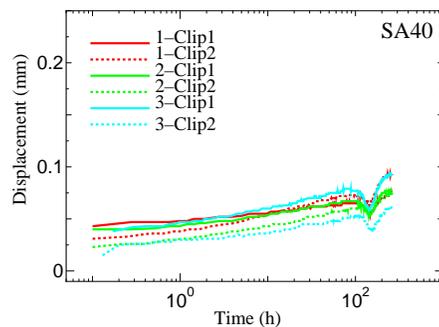


図-6 変位 - 時間関係 (SA40)

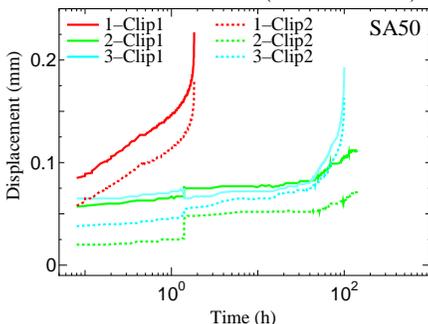


図-7 変位 - 時間関係 (SA50)

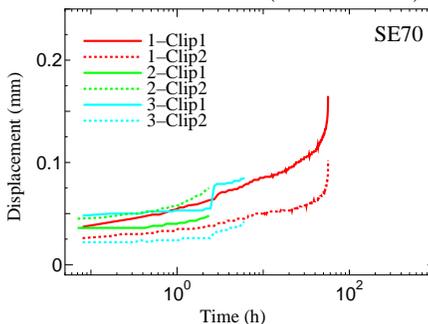


図-8 変位 - 時間関係 (SE70)

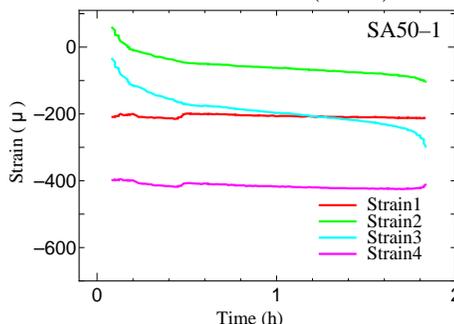


図-9 ひずみ - 時間関係 (SA50-1)

表-1 一面せん断試験載荷荷重

使用接着剤	試験体名	荷重レベル (%)	載荷荷重 (kN)
アクリル	SA50	50	20
	SA40	40	16
エポキシ	SE70	70	13
	SE50	50	9

3. 実験結果および考察

(1) 静的載荷試験

持続荷重試験での荷重レベルを設定するために同様の接着面積を有する静的載荷試験を行った。一面せん断試験体の載荷は、アムスラー型万能試験機を用いて行い、接着接合部に引張せん断力を作用させた。試験結果から得られた荷重と接着接合部の相対ずれ変位の関係を図-4、図-5に示す。アクリル系 (SA)、エポキシ系 (SE) とともに3体ずつ載荷を行い、平均破壊荷重は、SAで39.29kN、SEで18.08kN、破壊時の接着接合部の平均相対ずれ変位はSAで0.131mm、SEで0.049mmであった。アクリル系は、エポキシ系と比較して強度が高く、破壊形態も延性的である傾向が見られた。破壊面の形状から、アクリル系で凝集破壊、エポキシ系で界面破壊または混合破壊であることが確認された。持続荷重試験では、静的破壊強度を基準とし、荷重レベルは表-1に示すように、載荷荷重 / 破壊荷重 × 100 (%) と表記する。

(2) 持続荷重試験

一面せん断試験の接着接合部の相対ずれ変位と時間の関係の例を図-6 ~ 図-8に示す。相対ずれ変位は、SAは静的載荷試験での接着接合部の破壊時の変位に近づくとも変位が急激に増加し破壊へと至った。破壊面の形状から、静的載荷試験時と同様に、SAで凝集破壊、SEで界面破壊または混合破壊であることが確認された。荷重レベルと破壊時間の関係を比較すると、SAでは、荷

重レベル50%でSA50-1は載荷後2時間程度で破壊に至り、SA50-3が載荷後100時間程度で破壊した結果と比較してもSA50-1は早い時間に破壊へ至った。荷重レベル40%では、相対ずれ変位の増加は見られたが、試験期間中(10日間)に破壊までには至らなかった。一方、SEでは、荷重レベル50%では、試験期間中に破壊までは至らず、載荷後100時間以降は変位増加も認められなかった。荷重レベル70%では載荷後10時間以内に2体の試験体が破壊まで至り、残りの1体も載荷後60時間で破壊に至った。変位の挙動は、破壊直前で変位増加がSE70-1では見られたが他の2体では見られなかった。図-9に、接着接合部のひずみと時間の関係の例としてSA50-1について示す。図からわかるように、載荷直後から接着層中央部のひずみ2、3についても圧縮領域に進展している。接着接合部に曲げの影響が作用し被着材が変形したことが早い時間での破壊に至った要因として考えられる。

4. まとめ

本研究では、鋼部材同士を接着接合し、持続荷重下で一面せん断試験、曲げ・せん断試験を行った。

一面せん断試験では、破壊荷重はアクリル系接着剤がエポキシ系接着剤と比較して2倍程度の強度であるにもかかわらず、荷重レベルで比較すると、エポキシ系接着剤の方が高い荷重レベルに耐え得る結果となった。また、持続荷重下ではアクリル系は破壊の直前で接着接合部の相対ずれ変位が急激に増加し破壊した。今後の課題は、長期間での持続荷重下における接着接合部の力学的挙動の計測及び検討である。曲げ・せん断試験の結果については発表当日に報告する。

参考文献

1) 宮入裕夫, 福田秀昭: 接着接合部のクリープ特性と寿命の推定, 日本接着協会誌, Vol.18, No.7, pp.295-301, 1982.