

接着材を併用した高力ボルト接合の耐久性試験

建設省 正員 山根 裕市 広島工業大学 正員 皆田 理
三菱重工工事 正員 勝野 壽男 菱明技研(株) 正員 梶本 勝也

1. はじめに

近年、鋼構造物への樹脂系接着材料の活用が注目されている。樹脂接着材の材質自体は鋼に比べて強度や剛性こそ低い、重ね継手の引張せん断強度は、接着面積さえ十分であれば溶接やボルト接合に劣らない。しかし、接合強度に対する管理方法や経年変化などの不明確な点も多い。土木構造物の供用下における接着接合の安全性・信頼性を確保する観点から、今後、施工方法、品質管理法の確立、多様な腐食環境下での静的強度や疲労強度などについて広範なる調査研究が望まれている。本研究は腐食環境下におかれた接着接合、及び接着材を併用した高力ボルト接合の耐久性を確認する目的で実施した一連の試験結果の報告である。

2. 試験体

図-1、2、及び 3 に本研究で用いた試験体の形状・寸法を示す。図-1、及び 2 の試験体は塩水噴霧(42℃一定)と乾燥(60℃一定)とを 22 時間毎に繰返し、それを 3 ヶ月間継続して作成した。図-1 は接着接合のせん断強度を求めるために規定された JIS タイプ試験体である。図-2 は、接着接合の剥離強度はせん断強度に比して相当低い。従って、面外変形を伴うような鋼部材への接着接合の適用はボルトとの併用が有効と考えられるのでそのことを考慮して準備した。図-3 は鋼構造物への接着材の適用を考慮して提案された JSSC タイプ試験体である。ここでは、図-2 の供試体と共に腐食した鋼構造部材の当て板補強対策への接着材の適用を考慮し、鋼板の表面形状が接着せん断強度に及ぼす影響を確認する目的で、母材接触面側添接板にはショットブラストのままのものに加えて、2 種類の異なる腐食状態の鋼板を用いて作製した。表-1 に本試験で用いた接着材の物理的性質を示す。また、3 ヶ月間の腐食促進試験で生じた腐食量は図-1、2 の継母材で平均 0.8mm であった。

3. 試験結果及び考察

図-4 に JIS タイプの供試体の静的試験結果を示す。尚、腐食促進期間 3 ヶ月の試験体に関しては、試験機取付時に破断したため、計測不能であった。腐食無し、腐食促進期間 1 ヶ月、2 ヶ月、及び塗装を施した腐食促進期間 3 ヶ月の試験体の平均引張せん断強度はそれぞれ、1607N/cm²、1421N/cm²、1166N/cm²、1078N/cm²となり、暴露期間が長くなるとせん断強度は低下の傾向を示す。しかしながら本接着材の物理的性質である引張せん断強度 980N/cm²に対してなお高い強度を有する。接着面への錆の浸透状況は、促進 1 ヶ月の試験体では接合部端部で 0.45mm～1.16mm 程度と若干の錆の浸透が見られたが、鋼板接着面への錆の浸透は見られなかった。腐食促進 2 ヶ月の試験体では、接合部端部で接触面内部に 1.36mm

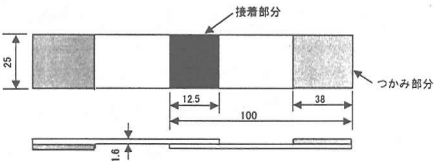


図-1 試験体形状、及び寸法 (JIS タイプ)

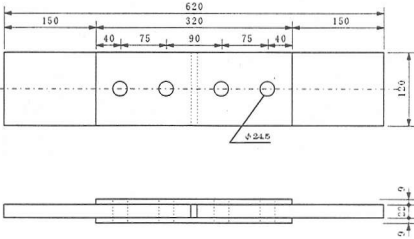


図-2 試験体形状、及び寸法 (ボルト併用継手タイプ)

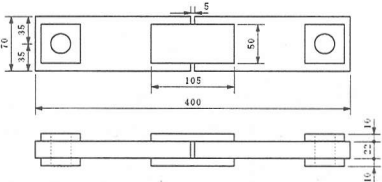


図-3 試験体形状、及び寸法 (JSSC タイプ)

表-1 接着材の物理的性質

試験項目	接着材	試験方法
比重 (20℃、硬化物)	1.15	JIS K 7127
引張強さ (N/cm ²)	2940	JIS K 7113
圧縮強さ (N/cm ²)	6860	JIS K 7208
曲げ強さ (N/cm ²)	3920	JIS K 7203
引張せん断強さ (N/cm ²)	980	JIS K 6850
硬さ (HDD)	75	JIS K 7215
圧縮弾性係数 (N/cm ²)	147000	JIS K 7208

～2.15mm 程度の錆の浸透が見られた。この結果からせん断強度の低下は接触面内への錆の進展に起因するものと考えられる。

図-5 は JSSC タイプ試験体の試験結果を示す。また、図-6 に表面粗さ測定によって得られた添接板の表面形状を示す。添接板の表面状態 S 1、S 2、S 3 に対してそれぞれ引張せん断強度は $2332\text{N}/\text{cm}^2$ 、 $1147\text{N}/\text{cm}^2$ 、 $902\text{N}/\text{cm}^2$ となった。試験体接着面のせん断破壊状況は S 1、及び S 2 の接着面では接着材自体の強度がクリチカルな凝集破壊が起こっており、また S 3 の接着面では接着材と被着材の境界で破壊を生ずる界面破壊が起こっていた。このことから鋼板表面の凹凸が激しい場合、その下地処理が要求される。

図-7、及び図-8 に高力ボルト・接着材併用タイプの試験体の試験結果を示す。図-7 より、接着材を併用した高力ボルト継手の腐食無し、腐食促進期間 1、2、及び 3 ヶ月でのすべり係数は、0.72～0.78 となり腐食促進期間に対してすべり荷重は大きな影響を受けないことがわかる。また接着面も、凝集破壊を起こしており、本試験の範囲において腐食環境に対する継手の耐久性は十分に確保し得る。図-8 は添接板の腐食状態とすべり係数の関係を示したものである。これより腐食面 S 1、及び S 2 の試験体では、すべり係数は 0.7～0.75 を確保し、摩擦接合としては十分な耐荷力を有している。また、接着面も凝集破壊の様相を呈している。一方、腐食面 S 3 を有する試験体では、すべり係数が 0.45～0.52 程度となり、また接着面も、界面破壊の状態となる。

4. まとめ

本研究は、腐食環境下における接着接合の耐久性能を確認するために、JIS タイプ、JSSC タイプの基礎試験体、及び高力ボルト併用タイプの試験体を用いて静的引張試験を行った。

以下に本研究の範囲で得られた結論をまとめる。

- 1) 接着接合の引張せん断強度は腐食環境の影響を受けて低下する。
- 2) 接着接合の強度は接着面の鋼板表面粗さの増大に伴って低下する。表面粗さが大きくなると接着面の破壊状態が凝集破壊から界面破壊に移行する。
- 3) 高力ボルト併用接着継手において、腐食進行に伴う、すべり係数の低下は認められなかった。
- 4) 高力ボルト併用接着継手において、腐食による鋼板表面の多少の凹凸は接着面積を大きくし、継手強度を向上させるが、過度の腐食は界面破壊を起こし、継手強度を低下させる。

最後に本試験は 3 ヶ月の腐食促進試験による結果であり、今後はさらに長期間の腐食促進試験におけるデータの蓄積が必要であると考えられる。

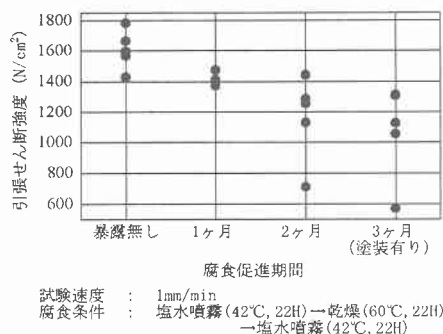


図-4 腐食促進期間と引張せん断強度 (JIS タイプ)

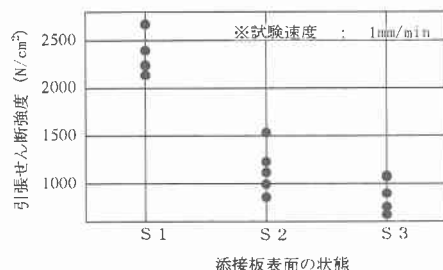


図-5 鋼板の表面の状態と引張せん断強度 (JSSC タイプ)

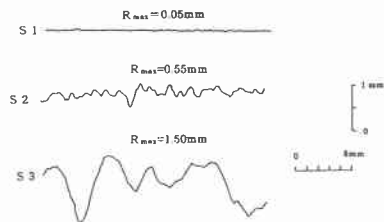


図-6 添接板表面形状

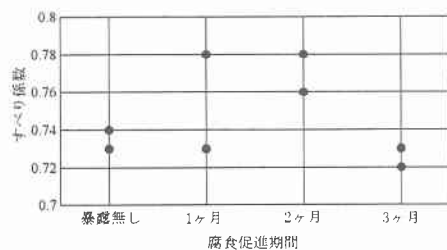


図-7 腐食促進期間とすべり係数 (ボルト併用継手タイプ)

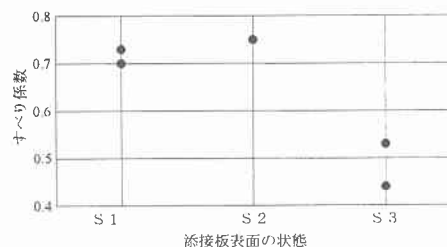


図-8 鋼板表面状態とすべり係数 (ボルト併用継手タイプ)