

無機ジंकリッチペイント面を介した接着接合のせん断強度と接合面圧の関係

大阪市立大学大学院

学生会員

○神野 巧矢

(株)横河ブリッジ

正 会 員

藤本 高志

大阪市立大学大学院

正 会 員

山口 隆司

阪神高速道路(株)

正 会 員

青木 康素

(一財) 阪神高速道路技術センター

正 会 員

赤松 伸祐

ユニシ(株)

正 会 員

堀井 久一

1. 研究背景と目的

腐食した鋼部材の補修方法の 1 つに高力ボルト摩擦接合を用いた当て板補修がある。当て板補修では腐食部に不陸調整のため接着剤を塗布する場合があるが、設計には接着剤のせん断強度を考慮していない場合が多い。一方、接着剤と高力ボルトを用いた接着接合と摩擦接合の併用接合継手のすべり耐力は通常の摩擦接合に比べて高いことが報告¹⁾されている。このような接合面圧を受ける接着接合のせん断強度と摩擦接合の摩擦抵抗力の関係は明らかでない。

本研究では、接合面圧を作用させ、その大きさをパラメータとした接着接合および摩擦接合試験体を用いてすべり試験を実施し、接合面圧を受ける接着接合のせん断強度と摩擦接合の摩擦抵抗力を比較する。

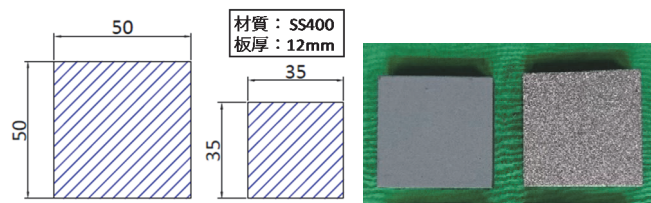
2. 試験体

試験体および試験ケースを図-1、表-1 にそれぞれ示す。試験体の接合面処理は当て板補修を想定し、片面を腐食部のケレンを模擬したブラスト処理(ISO-Sa2 1/2)、もう一方は当て板を模擬した無機ジंकリッチペイント(目標膜厚 75 μ m)の塗布とした。接着接合試験体は無機ジंक面にプライマー(製品名:E205)を塗布し、接合面全体に着色したエポキシ系接着剤(製品名:E258RS)を塗布した。接着剤塗布後は接着剤層の厚さを均一にするためスナッグタイト相当の軸力(=46kN)を導入して約 1 日圧着養生し、さらに解放した状態で計 1 週間程度養生した。

試験ケースは接着接合試験体(Case-A)と摩擦接合試験体(Case-B)に加え、接着剤の塗布面積の影響を確認するため Case-A の接合面積の半分程度とした Case-A_{small}とし、各ケース 3 体用意した。接合面圧の大きさは文献²⁾を参考に、F10T の M22 ボルトの設計軸力相当の接合面圧を 5, 25, 50, 75, 100%の範囲で作用させた。

3. 試験方法

試験機を図-2 に示す。試験機に試験体を 2 体セットして 2 面接合を再現し、水平ジャッキを用いて所定の



(a) 試験片寸法 (単位: mm) (b) 試験片の接合面処理 (左: Case-A, B, 右: Case-A_{small})

図-1 試験体

表-1 試験ケース

Case	接合方法	接着剤とプライマー	接合面積 (mm ²)	相当ボルト軸力(%)
A	接着接合	有り	2500	5, 25, 50, 75, 100
A _{small}			1225	
B	摩擦接合	無し	2500	

* 接着剤(E258RS): 圧縮弾性率 3.1×10^3 N/mm²
引張せん断接着強さ 25 N/mm²

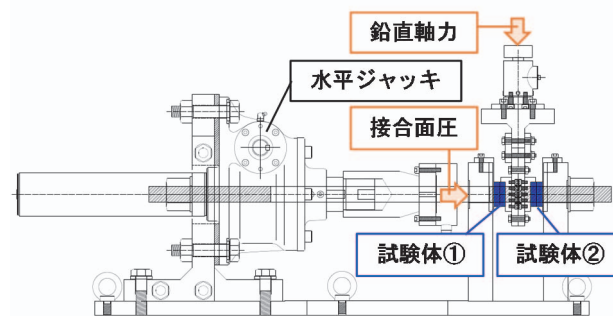


図-2 試験機

接合面圧を作用させる。この状態で万能試験機により鉛直方向に載荷速度 1kN/sec を目標に載荷を行う。

4. 試験結果

すべり試験結果を表-3 に、接合面圧とせん断強度の関係を図-3 に示す。図表のせん断強度は試験中の最大荷重を試験体の接合面積と接合面数(=2)で除して算出した。なお、摩擦接合における摩擦抵抗能力も比較のためせん断強度と称して算出している。Case-A のせん断強度は接合面圧が 0N/mm² のとき、接着剤の引張せん断接着強さと同程度となった。また、Case-A のせん断強度は接合面圧が増加すると線形的に増加し、接合面圧が約 65N/mm² で摩擦接合のせん断強度と同程度となった。Case-A_{small} の接合面圧とせん断強度の関係は、Case-A に

キーワード 無機ジंकリッチペイント, 接着剤, 接合面圧, 併用接合

連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学 橋梁工学研究室 TEL&FAX 06-6605-2765

比べて相関係数が小さいものの、おおむね同じ傾向となった．本実験では図-3 の回帰式から、接合面圧が約 60N/mm² 以下の範囲で接着接合のせん断強度が摩擦抵抗力を上回っていたと考えられる．接着接合のせん断強度を摩擦係数として評価すると、ボルト軸力 100%相当の接合面圧で摩擦係数は 0.75 程度であった．

Case-A、B の試験後の接合面を図-4 に示す．Case-A において A-5、A-25、A-50 では主に無機ジंकリッチペイントと接着剤間の界面破壊が、A-75、A-100 では主に無機ジंकリッチペイントと接着剤の凝集破壊がそれぞれ見られた．また、Case-B では無機ジंकリッチペイントの凝集破壊が見られた．

接着接合において接合面圧により接着剤のせん断接着強さは増加している．そのため接合面圧が高いと、接着剤は界面破壊せずに無機ジंकリッチペイントと共に凝集破壊を生じると考えられる．この凝集破壊が接合面のせん断強度を支配するため、一定以上の接合面圧が作用すると接着接合のせん断強度は摩擦接合同程度となる可能性がある．ゆえに、本実験のような接着接合面では接合面圧が小さい範囲（約 60N/mm² 以下）で接着剤の強度が設計に見込める可能性が考えられる．

5. 結論

本研究で得られた結果を以下に示す．

- (1) 接着接合のせん断強度は、接合面圧が約 5N/mm² から約 65N/mm² にかけて線形的に増加し、おおむね摩擦接合以上であった．
- (2) 接着接合の接合面積 2500mm² と 1225mm² を比較した場合、接合面圧とせん断強度の関係に大きな差は見られなかった．
- (3) 接合面圧が約 65N/mm² の場合、接着接合は接着剤と無機ジंकリッチペイントの凝集破壊が見られ、そのせん断強度は無機ジंकリッチペイントの凝集破壊を生じた摩擦接合同程度であった．

今後は接合面圧が 65N/mm² 以上における接着接合と摩擦接合のせん断強度が凝集破壊により同程度となるか確認する必要がある．

参考文献

- 1) 丹波寛夫, 杉山祐樹, 藤田翔吾, 山口隆司, 藤本高志, 堀井久一：無機ジंकリッチペイント面に接着剤を塗布した高力ボルト併用継手の引張耐力に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.64A, pp.503-515, 2018.3
- 2) 藤本高志, 山口隆司, 堀井久一：接着剤を用いた接合面に作用する面圧がせん断強度に及ぼす影響に関する研究, 第 73 回年次学術講演会講演概要集, I-459, 2018.8

表-3 試験結果のまとめ

Case	相当ボルト軸力(%)	目標接合面圧(N/mm ²)	平均せん断強度(N/mm ²)	平均摩擦係数
A-5	5	3.3	25.8	7.61
A-25	25	16.2	30.7	2.22
A-50	50	32.5	35.7	1.10
A-75	75	48.7	39.1	0.94
A-100	100	64.9	50.1	0.75
A _{small} -5	5	3.3	27.8	6.10
A _{small} -25	25	16.2	32.1	2.08
A _{small} -50	50	32.5	37.4	1.24
A _{small} -75	75	48.7	36.9	0.83
A _{small} -100	100	64.9	47.1	0.85
B-5	5	3.3	3.8	1.56
B-50	50	32.5	28.8	0.97
B-100	100	64.9	48.3	0.76

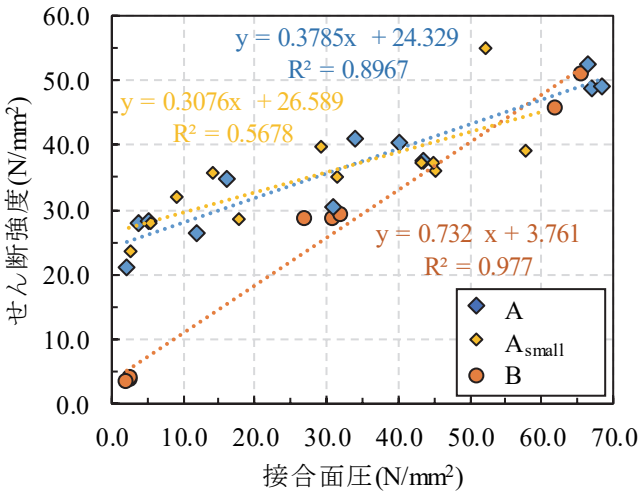


図-3 接合面圧とせん断強度の関係

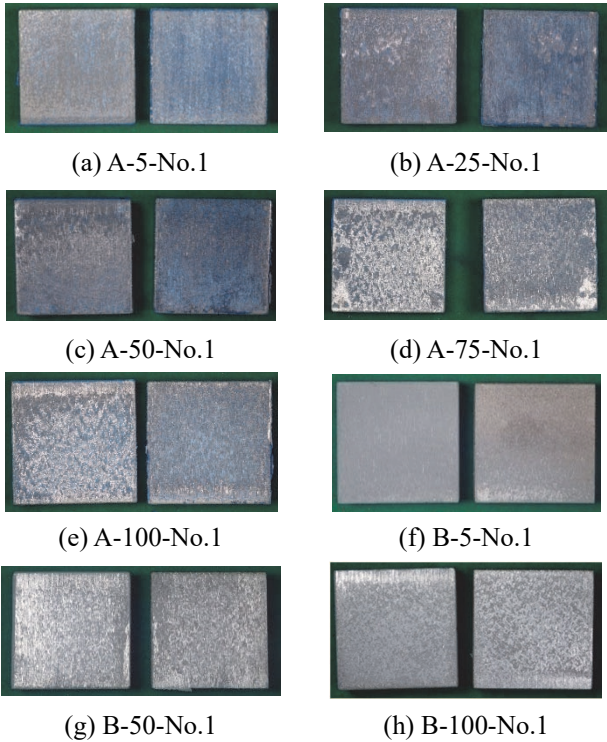


図-4 試験後の接合面(左：塗装面, 右：ブラスト面)
* 接着剤は青色に着色している