

第 I 部門

高力ボルト摩擦接合へのボルト孔樹脂充填による支圧効果

関西大学 学生員 ○八重垣諒太

関西大学 正会員 石川 敏之

1. はじめに

鋼橋において、腐食損傷や疲労損傷が生じている事が報告されている。損傷部を補修する際、一般に高力ボルト摩擦接合による当て板補修が用いられる。この工法では、すべり係数を確保する必要がある。しかし、補修部の損傷が著しい場合、表面処理を行っても接合面に不陸が残ることがあり¹⁾、すべり係数の確保が十分にできないことが考えられる。そこで、本研究では、すべり係数が十分でない高力ボルト摩擦接合を対象として、一軸引張試験によりボルト孔に樹脂を充填することによる支圧効果を明らかにする。

2. 試験概要

本研究では図-1 に示すように、試験体として腐食損傷の当て板補修を想定した連続板タイプ(ただし、腐食損傷は模擬していない)と、き裂損傷の当て板補修を想定した切断タイプの2種類を用意した。試験体では鋼板表面にグライNDER処理を施すことによりすべり係数を小さくした。試験体の主板は厚さ 19mm, 当て板は厚さ 12mm の鋼種 SM490Y を用いて、高力ボルトは M20(S10T)を利用した。ボルト孔に樹脂を充填するために、図-2 に示すように、座金に幅 4mm 深さ 2.5mm の溝を2つ(注入孔と通気口)設けた。

樹脂の充填は、ボルト軸力導入直後に行った。樹脂の充填後、室温で 24 時間以上養生し、その後 35℃の乾燥炉で 12 時間養生した。さらに室温で 1 週間以上経てから引張試験を行った。

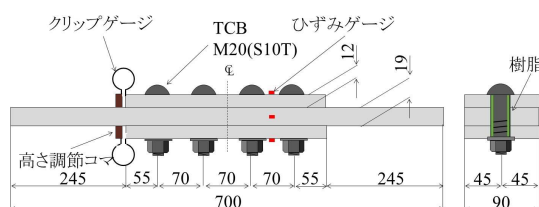
引張試験では、図-1 に示すように、試験体端部で主板と当て板の相対変位を測定し、高力ボルト間で主板と当て板のひずみを計測した。

3 試験結果

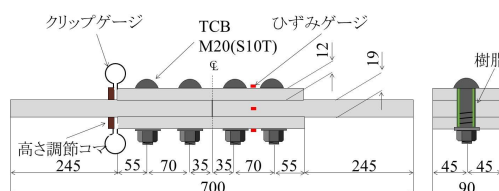
(1) 連続板タイプ

載荷荷重 P と主板と当て板の相対変位 δ の関係を図-3 に示す。図には主板純断面に対する降伏荷重 P_Y ($=472\text{kN}$) も示している。図-3 から、樹脂の充填を行った試験体は降伏荷重に達した際の相対変位が 0.2mm 程度に対し、充填をしていない試験体は 0.3mm 程度であったので、樹脂の支圧効果によって相対変位が小さくなることがわかる。

載荷荷重 P とひずみ ε の関係を図-4 に示す。図には主板と当て板が完全に合成されていると仮定した荷重とひずみの関係($P-\varepsilon$)も示している。図-4 から、試験体の合成は完全合成の $P-\varepsilon$ の関係と差が生じている。図-4(a)から樹脂の充填の有無に関わらず、主板の荷重とひずみの関係に差が生じていないことがわかる。図-4(b)から当て板の荷重とひずみの関係は、樹脂の充填を行った場合、荷重が 180kN 付近から充填をしていない場合と比べて傾きが大きくなる。これは、充填した樹脂の支圧効果により当て板に圧縮力が付加されたためである。



(a) 連続板タイプ



(b) 切断タイプ

図-1 試験体寸法

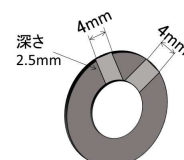


図-2 座金加工

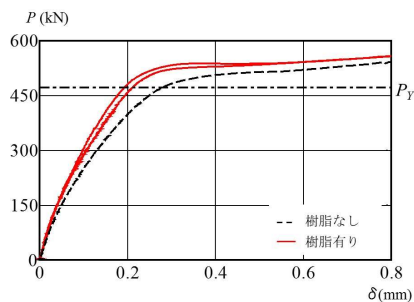
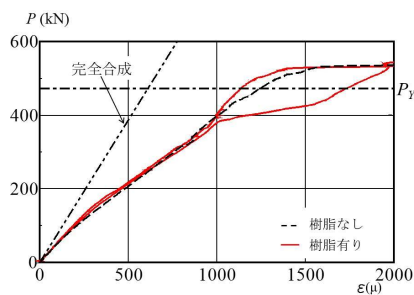
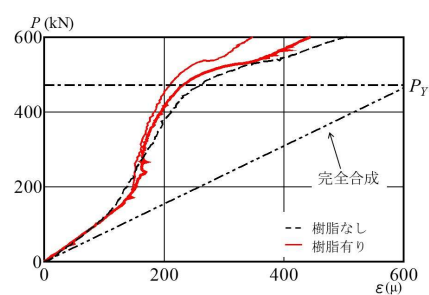


図-3 荷重と相対変位の関係
(連続板タイプ)



(a) 主板



(b) 当て板

図-4 荷重とひずみの関係(連続板タイプ)

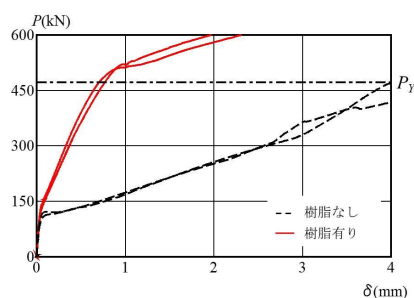
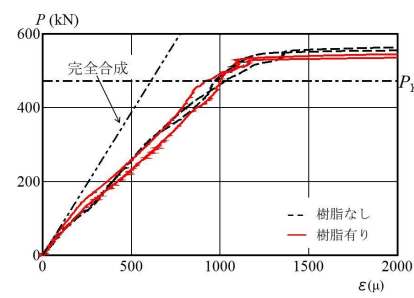
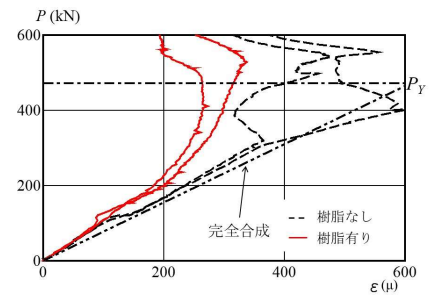


図-5 荷重と相対変位の関係
(切断タイプ)



(a) 主板



(b) 当て板

図-6 荷重とひずみの関係(切断タイプ)

(2) 切断タイプ

載荷荷重 P と主板と当て板の相対変位 δ の関係を図-5 に示す。本試験では、試験体端部の主板と当て板の相対変位と試験体の主板中央の開孔変位が同様の挙動であったため、主板と当て板の相対変位のみ記している。図-5 から、ボルト孔に樹脂の充填を行った場合、充填を行っていない場合よりも樹脂の支圧効果により相対変位が大幅に小さくなっていることがわかる。

載荷荷重 P とひずみ ε の関係を図-6 に示す。図-6 から、試験体の合成は完全合成の P - ε の関係と差があることがわかる。図-6(a)から樹脂の充填の有無に関わらず、主板の荷重とひずみの関係に差が生じていないことがわかる。図-6(b)から当て板の荷重とひずみの関係は、樹脂の充填を行った場合、連続板タイプの図-5(b)と同様に樹脂の支圧効果により圧縮力が付加したため、樹脂を充填していない場合より傾きが大きくなった。

5. まとめ

本研究では、高力ボルト摩擦接合のボルト孔に樹脂を充填することによる樹脂の支圧効果を明らかにするため一軸引張試験を行った。主な結論を以下に示す。

連続板タイプ・切断タイプの高力ボルト摩擦接合のボルト孔に樹脂を充填した場合、支圧効果により充填をしていない場合に比べて主板と当て板の相対変位を小さくできる。また、樹脂を充填したことによる支圧効果によって当て板に圧縮力が付加されることがわかった。

謝辞

本研究は科学研究費助成事業(16K06479)の助成を受けて実施した。本研究で用いた樹脂はショーボンド建設(株)の木田秀人氏に提供頂いた。ここに記して、謝意を示す。

参考文献

- 1) 土木学会鋼構造委員会 腐食した鋼構造物の長寿命化のための性能回復技術検討小委員会：腐食した鋼構造物の性能回復事例と性能回復設計法，鋼構造シリーズ 23，土木学会，2014