

関西大学

学生員 ○八重垣諒太

関西大学

正会員 石川 敏之

ショーボンド建設株式会社

正会員 木田 秀人

1. はじめに

鋼橋の腐食損傷やき裂損傷が数多く報告されている。一般に、鋼部材の損傷には、高力ボルト摩擦接合による当て板補修が用いられる。高力ボルト摩擦接合による当て板補修は、補修部と補修部材の接合面にすべり係数を確保する必要がある。しかし、鋼部材の損傷が著しい場合や、損傷部材が狭隘な空間にある場合、補修部の素地調整が十分にできず、すべり係数の確保が難しい場合が考えられる。一方、すべり係数を必要としない当て板補修法として、ボルトの支圧力により荷重を伝達する打込み式高力ボルトがあるが、施工誤差の許容値が小さいことや、施工の際の騒音などの課題がある。

そこで、本研究では、すべり係数が十分でない場合を想定して、高力ボルト摩擦接合のボルト孔に樹脂を充填する工法²⁾に着目し、腐食を模擬した断面欠損鋼板の高力ボルト摩擦接合のボルト孔に樹脂を充填して、充填した樹脂の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、主板 $t_s=19\text{mm}$ ($\sigma_Y=448\text{N/mm}^2$)、当て板 $t_p=12\text{mm}$ ($\sigma_Y=440\text{N/mm}^2$) の高力ボルト摩擦接合をした試験体を用意した。試験体にはトルシア形高力ボルト S10T(M20)を用いて、鋼板の接合面にはすべり係数が低くなるように、グライダー処理を行った。試験体の中央には欠損長さ $l_d=10, 80\text{mm}$ 、欠損深さ片面 6mm (両面 12mm) の矩形の断面欠損を設けた。試験体の種類を表-1 に示す。ボルト孔への樹脂の充填は、ボルト軸力導入直後に、座金に設けた溝からシリンジを用いて

行った。

樹脂の充填後、試験体を室温で 24 時間以上養生して、その後、 35°C の乾燥炉で 12 時間以上養生した。さらに室温で 1 週間以上養生した後に、1 軸引張試験を行った。

1 軸引張試験では、図-1 に示すように、主板と当て板の相対変位と主板中央側面のひずみを計測した。

3. 試験結果

1) 荷重と主板と当て板の相対変位

図-2 に樹脂を充填していない場合と樹脂を充填した場合の載荷荷重 P と主板と当て板の相対変位 δ の関係を示す。図には、主板純断面に対する降伏荷重 $P_1(=575\text{kN})$ を波線で示している。

図から、荷重が小さい範囲では、樹脂の充填の有無による荷重と相対変位の関係に差は見られないことがわかる。しかし、荷重が 400kN 付近から、樹脂を充填した場合、樹脂を充填していない場合に比べて、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。また、樹脂を充填していない試験体 $l_d=10, 80$ は、降伏荷重に達するまでに小さなすべりが生じているが、樹脂を充填した場合、それが抑制されている。さらに、樹脂を充填していない試験体 $l_d=10\text{mm}$ は荷重 760kN 付近で、急激に荷重が小さくなり変位が増大している。これは、図-3 に示すように断面欠損を模擬した試験体主板中央が破断したためである。一方、樹脂を充填した試験体 $l_d=10\text{mm}$ は、ボルト 1 列目の主板付近でネッキングが生じ、断面欠損部は破断しなかった。つまり、ボルト孔に充填した

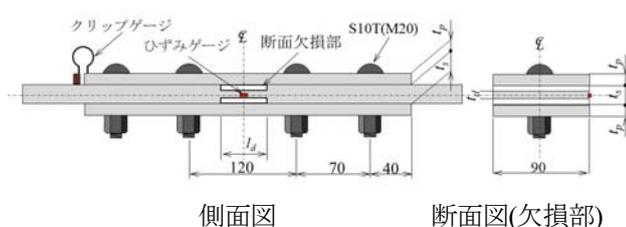


図-1 断面欠損試験体サイズ(単位:mm)

表-1 試験体種類

試験体 ケース	残存板厚 $t_d(\text{mm})$	欠損長さ $l_d(\text{mm})$	樹脂充填 の有無
case1	7	10	充填なし
case2	7	80	充填なし
case3	7	10	充填あり
case4	7	80	充填あり

樹脂の影響によって、主板から当て板に荷重が伝達されていると考えられる。また、他の試験体 $l_d=80\text{mm}$ はボルト孔への樹脂の充填の有無に関わらず、ボルト1列目付近の主板にネッキングあるいは破断が生じた。

2) 荷重とひずみの関係

図-4 に樹脂を充填していない場合と樹脂を充填した場合の載荷荷重 P と試験体主板中央の側面のひずみ ε の値を示す。図には、主板純断面降伏荷重 $P_Y(=575\text{kN})$ と主板の降伏ひずみ $\varepsilon_Y(=2,240\mu)$ を示している。図から、樹脂の充填に関わらず、欠損長さが短い $l_d=10\text{mm}$ は $l_d=80$ に比べて、主板のひずみの値が大きくなっており、当て板への荷重伝達が十分でないことがわかる。また、樹脂を充填していない場合、欠損長さに関わらず、全強の75% ($P=469\text{kN}$) に達する前に、降伏ひずみに達しているが、樹脂を充填した場合、 $l_d=80\text{mm}$ は、降伏ひずみに達していないことから、ボルト孔に充填した樹脂の支圧効果により主板のひずみが小さくなっていることがわかる。さらに図から、樹脂を充填していない試験体 $l_d=10$ が最もひずみが大きくなっており、欠損部で破断したが、樹脂を充填した試験体 $l_d=10$ は、樹脂の支圧効果によってひずみが小さくなり、断面欠損部が破断しなかったことがわかる。

4. まとめ

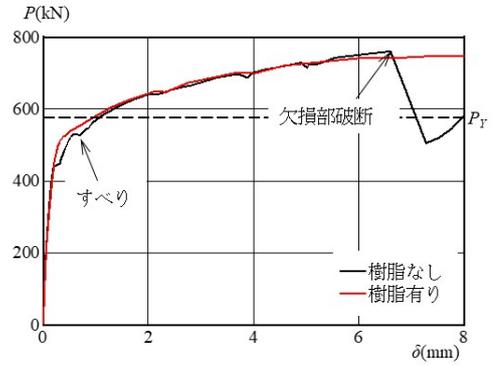
矩形の断面欠損を有する主板に高力ボルト摩擦接合による当て板補修を行った場合、荷重が大きくなるにしたがって荷重とひずみの関係が非線形になり、欠損長さが短い場合、欠損部から破断することがわかった。また、ボルト孔に樹脂を充填した場合、樹脂の支圧効果によって、主板と当て板の相対変位が小さくなり、荷重が主板から当て板に伝達されることが明らかになった。

5. 謝辞

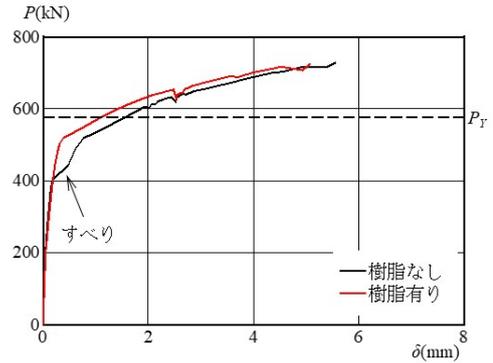
本研究は科学研究費助成事業(16K06479)の助成を受けて実施した。

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.
- 2) 川合幸三，寺尾圭史：樹脂を注入した高力ボルト継手の支圧挙動に関する実験的研究，土木学会大57回年次学術講演会概要集，I-124，pp.253-254，2002.



(a) 欠損長さ $l_d=10$



(b) 欠損長さ $l_d=80$

図-2 載荷荷重と相対変位の関係

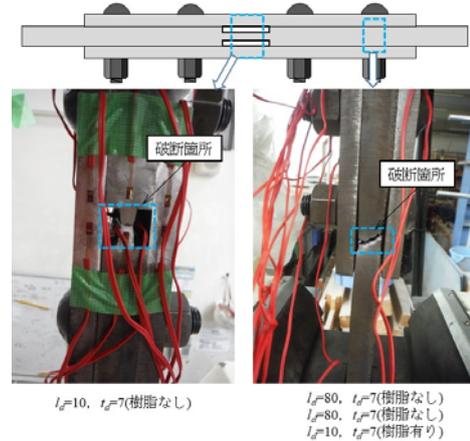


図-3 試験体の破断箇所

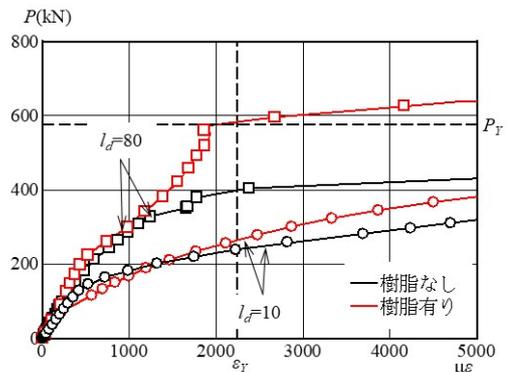


図-4 荷重とひずみの関係