

# 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 ○八重垣 諒太  
関西大学 石川 敏之

## 1. はじめに

鋼橋の耐久性を低下させる要因の一つとして腐食損傷がある。一般に、断面欠損を伴うような著しい腐食損傷は、高力ボルト摩擦接合による当て板補修が行われる。高力ボルト摩擦接合による当て板補修を行う際は、十分なすべり係数を確保する必要がある。しかし、実橋の接合面では不陸が生じている場合や、現場でのブラスト処理が困難なことから、十分なすべり係数を確保することが難しい場合がある。そのような場合、当て板補修の範囲を広くするなど対策がとられるが、補修範囲が広がることによりボルト本数が増え、補修の際に断面欠損が多くなるなどの懸念がある。一方、接合面のすべり係数の確保を必要としない当て板補修の方法として、打込み式高力ボルト支圧接合がある。この工法は、すべり係数の確保を必要としないが、施工が難しいなどの課題がある。

そこで本研究では、高力ボルト摩擦接合のボルト孔に樹脂を充填して支圧効果を期待する工法に着目し、すべり係数が低い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荷重伝達への支圧効果を明らかにする。

## 2. 試験体

本研究では、図-1に示すように主板の両面に当て板を接合した連続板タイプの試験体を用意した。試験体は、すべり係数が低い状態を模擬するために、鋼板表面にグラインダー処理をしている。試験体には鋼種 SM490Y( $\sigma_y$

=379N/mm<sup>2</sup>)を、高力ボルトにはトルシア型高力ボルト S10T(M20)を用いている。高力ボルトを締め付けた直後に、図-1に示すように座金に設けた幅4mm、深さ2.5mmの2つの溝(注入孔と通気口)からシリンジを用いて樹脂を充填した。

樹脂の充填後、試験体を室温で24時間以上養生した後、乾燥炉を用いて35度の一定温度で12時間養生し、さらにその後、室温で1週間以上養生した。

試験は、万能試験機を用いて単調引張載荷とし、図-1に示す位置で、主板と当て板の端の相対変位と、主板のひずみを、それぞれクリップゲージとひずみゲージにより計測した。

## 3. 引張試験結果

引張試験で得られた載荷荷重  $P$  と主板と当て板の端の相対変位( $\delta$ )の関係を図-2に示す。図には主板純断面に対する降伏荷重  $P_Y$ (=486kN)も示している。図からわかるように、載荷荷重が小さい範囲から、主板と当て板の端の相対変位  $\delta$  が、樹脂を充填することにより抑制されている。また、載荷荷重  $P$  が  $P_Y$ に達した際の  $\delta$  は、樹脂を充填していない試験体では0.3mmであるが、樹脂を充填することにより0.2mm程度まで抑制出来ていることがわかる。

次に、ボルト B1 および B2(図-1参照)によって主板から当て板に伝達された軸力を評価する。主板と当て板が完全に合成されていると仮定した場合の当て板が担う軸力に

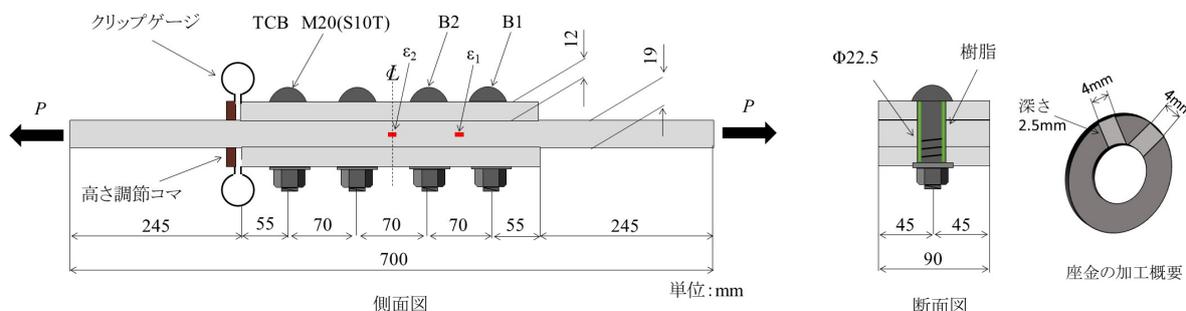


図-1 試験体寸法

対して、ボルト B1 および B2 によって主板から当て板に伝達された軸力の比をそれぞれ  $\eta_1$ ,  $\eta_2$  として、次式を用いて算出する。

$$\eta_i = \frac{A_s E (\varepsilon_{i-1} - \varepsilon_i)}{P(1 - A_s/A_v)} \quad (1)$$

$\varepsilon_i$  : 実験により測定したひずみ( $i=1, 2$ ),  $\varepsilon_0$  : 無補強部のひずみ( $\varepsilon_0 = P/(EA_s)$ ),  $E$  : ヤング係数( $E=200\text{Gp}$ ),  $P$  : 載荷荷重,  $A_v$  : 主板と当て板の合成断面積,  $A_s$  : 主板の断面積

図-3 に載荷荷重  $P$  と  $\eta_1$ ,  $\eta_2$  の関係を示す。図には、 $P$  と  $\eta (= \eta_1 + \eta_2)$  の関係も示している。主板と当て板が完全に合成されている場合、 $\eta$  の値は 1 になる。しかし、図-3 では、載荷初期の  $\eta$  の値が 0.8~0.9 程度であった。これは、主板の側面のひずみは、断面の平均ひずみよりも高くなるためであり、完全合成に達していないわけではない。

図-3(a) から、樹脂の充填がない場合、載荷初期では、 $\eta_1$  が  $\eta_2$  よりも高いため、ボルト B1 が B2 よりも軸力を伝達していることがわかる。ボルト B1 と B2 によって伝達された軸力の比  $\eta_1$  と  $\eta_2$  は、載荷荷重  $P$  が 200kN 程度に達するとほぼ同じ値となった。また載荷荷重  $P$  が大きくなると  $\eta$  の値が小さくなるため、すべり係数が低い試験体では、主板から当て板へ軸力が十分に伝達されなくなることがわかる。

図-3(b), (c) から、ボルト孔に樹脂を充填した場合も同様に、載荷初期では、 $\eta_1$  が  $\eta_2$  よりも高くなっており、荷重の増加と共に、両者の差が小さくなっている。一方、試験体によりばらつきはあるものの、ボルト孔に樹脂を充填することにより、樹脂がない場合と比べて、載荷荷重に関わらず  $\eta$  の値が常に大きくなっていることがわかる。したがって、すべり係数が低い場合、ボルト孔に樹脂を充填することにより、樹脂がない場合と比べて、樹脂の支圧効果によって主板の軸力をより当て板に伝達できると考える。

#### 4. まとめ

すべり係数が低い状態に対する高力ボルト摩擦接合による当て板補修に対して、ボルト孔に樹脂を充填することでその支圧効果により、樹脂がない場合と比べて、主板と当て板の相対変位が小さくなり、主板から当て板へより軸力が伝達されることが明らかになった。

#### 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。

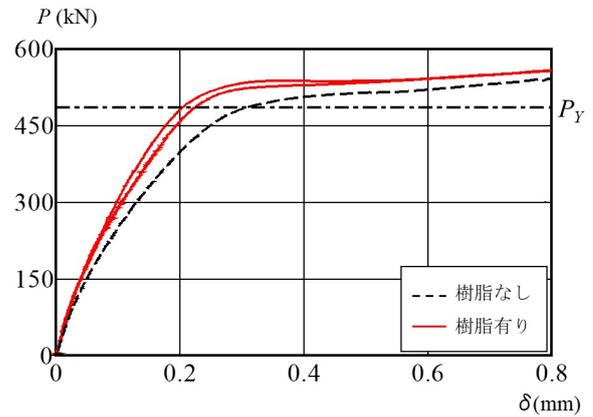
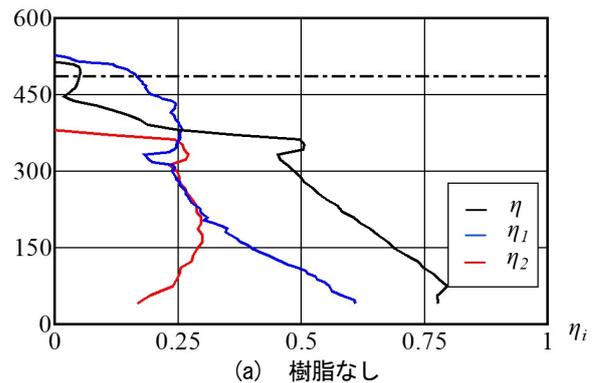
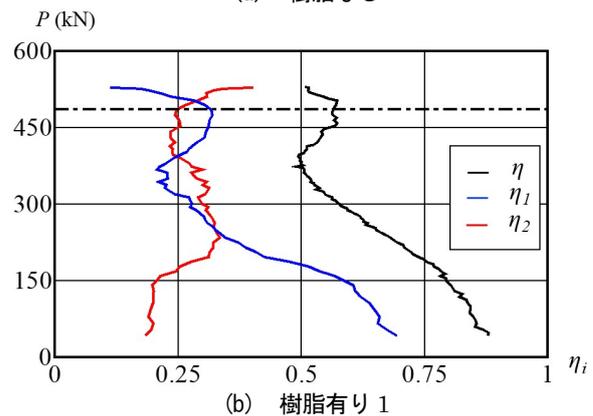


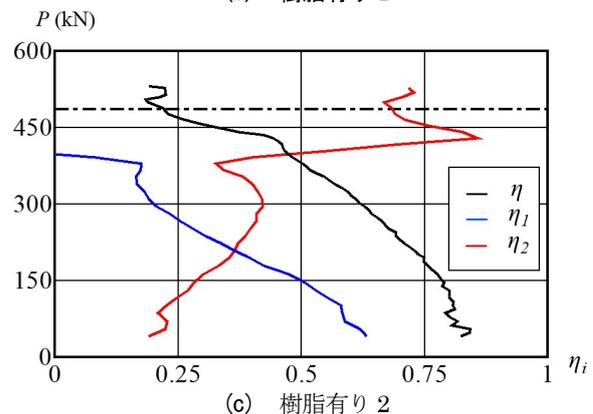
図-2 載荷荷重と主板と当て板端の相対変位の関係  
 $P$  (kN)



(a) 樹脂なし



(b) 樹脂有り 1



(c) 樹脂有り 2

図-3 載荷荷重と各ボルトによる軸力の伝達比

#### 参考文献

- 1)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, 土木学会第57回年次学術講演会概要集, I-124, pp.253-254, 2002.