

首都高速道路公団 正員 和田克哉

正員 ○井料 勇

1 まえがき

最近供用路線においてF11T高力ボルトの欠損が発見されている。この現象は一般に云われている静荷重のもとで生じ鋼材の引張強さが $120 \sim 130 \times 9/\text{mm}^2$ 以上の高強度鋼に多く発生している遅く破壊である。本試験は、F11T高力ボルトを使用している既設の鋼橋に一部ボルトの遅く破壊を生じていることを背景として、欠損ボルトの接合部耐力におよぼす影響を明らかにするための基礎データを得るために行った。また試験体はボルト欠損の影響が最も大きくあらわれると考えられる3行1列の摩擦接合試験体を用いボルト欠損位置を因子として、局所応力への影響、接合部変形への影響および種々耐力への影響を調査した。

2 試験体および試験方法

試験体は、12mm厚の主板、8mm厚の添接板、F11T、M16高力ボルト3行1列（行：継手応力に対し直前方向、列：継手応力方向からなる2面摩擦接合継手）4試験体である。試験体の形状寸法を図-1に示す。なおボルト孔のクリアランスは1.5mmとし、摩擦接合面はショットブラスト仕上げとした。ショットブラスト条件は平均粒径0.8mmのショットグリッドによる2分間仕上げとし、試験体鋼板はSM50A材を使用した。この4試験体を用い、一定荷重のもとで図-2に示すようにそれぞれ異なる位置のボルトを抜取り

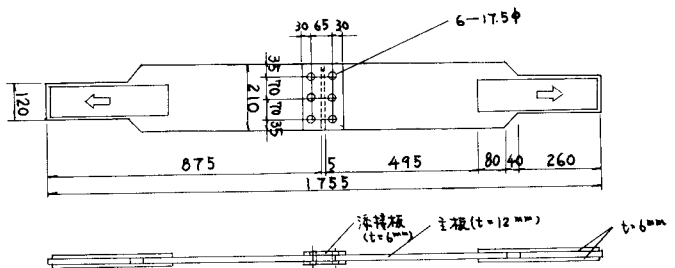


図-1 試験体の形状寸法

試験体名称	S1	S2	S3	S4
抜取りボルト番号	なし	3	3, 2	3, 6
接合部形状	3 1 5 + + + + + + + + +	3 + + + + + + + + +	3 + + + + + + + + +	3 + + + + + + + + +
ボルト位置	4 2 6		2	6

図-2 各試験体の抜取りボルト位置種別

- (1) 各ボルトの軸力変化測定
- (2) 接合部周辺鋼板の応力変化測定
- (3) 進行荷重の測定および形式の観察
- (4) 破壊形式の観察

を行った。なお、接合ボルトにはあらかじめボルト軸部を削り芝刈のひずみゲージを貼付し、軸力が測定できるようにする。ひずみゲージは全てゲージレンジ2mmのものを使用した。

3 試験結果

試験体S1は抜取りボルトが無いので、3行1列ボルト継手の引張荷重単調載荷試験となる。この試験から、ボルト1本当たりの基本耐力特性が得られ、すべり耐力は38tonfであった。この荷重をすべりの生じた面に取り付けた3本のボルトの初期導入軸力測定値の平均である11.91tonfで除すと摩擦係数0.53を得る。それぞれの面は約2mmのすべり変形した後、支圧機構に移行し、支圧変形を進展させながら耐力を増し、最後に各ボルトの緑端部に亀裂を生じ、最大耐力となった。すなわち、典型的な支圧破壊（しりめけ破壊）となった。最大耐力は685tonfでありこれをボルト1本当りに換算すると22.8tonfとなった。

試験体S2はN03ボルトを抜取った試験体である。荷重20tonfで抜取りボルト側摩擦面がすべり変形を生じ

30.4tonfで反対側の摩擦面が変形した。その後両方の摩擦面とも支圧機構に移行するが、荷重45.4tonfで抜取りボルト側に支圧による亀裂が生じて最大耐力となった。亀裂は、抜取りボルト側のNo1、No5のボルト線上に生じていた。また反対側では、No3と対角の位置にあるNo6のボルト線とに大きな支圧変形が観察された。

試験体S3では端部ボルトNo3と反対側摩擦面の中央ボルトNo2を抜取り載荷した。荷重18.35tonfでNo3ボルト側に、荷重19.3tonfでNo2ボルト側にすべり変形を生じた。その後それぞれ支圧機構に移行し荷重が31.9tonfでNo6ボルト線との添接板に亀裂が生じたがその後No1ボルト線に亀裂が生ずるまで耐力を増すことができ、結局最大荷重は37.5tonfとなった。

試験体S4では対角に位置する端部ボルトNo3、No6を抜取り試験した。荷重14.7tonfでNo3ボルト側摩擦面に、荷重15.4tonfでNo6側摩擦面にすべり変形が生じた。その後支圧機構に移行するが支圧変形は中央ボルトであるNo1、No2に集中して生じ荷重28.5tonfで両方に亀裂が生じ最大耐力となった。

4 試験結果の考察

(1) すべり耐力

S1を別にするとすべり耐力はS2、S3、S4の順となった。しかし、試験は特殊な接合形式の試験体を用いて特殊な荷重条件および境界条件のもとで行われたものであるから、この結果から単純に実際の構造物でのボルト欠損位置の差による接合耐力への影響について結論を導くことはできない。

(2) ボルト抜取りによる周辺ボルト軸力におよぼす影響

負荷状態で一部のボルトを抜取ると周辺ボルトの軸力が変化する。この変化を詳しく調べてみると図-3からわかるように端部ボルトであるNo3ボルトを抜取った場合同摩擦面の中央ボルトであるNo1ボルトの軸力が大きく減少し、他のボルトでは軸力変化はほとんど生じていないことが知られる。

1部のボルトを抜取ると、接合部主板および添接板の応力状態は全体的に変化するが、この軸力変化は接合部の応力変化が直接原因となっていないことが知られる。そこで軸力減少の原因が問題となるが、1部ボルトの抜取りによって生じる接合ボルトの負担せん断力の変化で説明できる。これは高力ボルト摩擦接合元素の特性と一致するものであるが、この現象によってボルト1本当りのせん断耐力を減らすものではない。したがって欠損ボルトの耐力低下の検討は欠損後のボルト配列で接合部耐力を検討すればよいことになる。

5 あとがき

本試験の結果、(1) ボルト負担せん断力の増加にともないボルト軸力が減少すること、(2) ボルト欠損によって接合部周辺ボルトの軸力が減少するが、この主因は欠損による残りボルトの負担せん断力の変化であり周辺板部の応力変化は小さいこと、(3) この現象は高力摩擦接合本来の特性と合致するものでボルト1本当りのせん断負担耐力を減らすものではないこと等がわかった。また本試験は3行2列について同様の試験を行い両者の正合性について比較検討する予定である。おわりに試験、解析に際し尽力を賜った住友金属工業(株)大竹章夫氏に感謝の意を表します。

参考文献

田島=郎:高力ボルト摩擦接合概説 技報堂 1966

JSSC 接合小委員会 ボルト強度班 高力ボルトの遅く破壊 JSSC Vol.6 No52, 1970-4

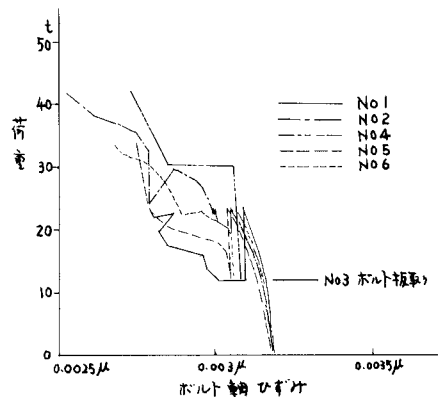


図-3 荷重とボルト軸ひずみの関係 (S2)