

実験による新型高力ワンサイドボルトの検討
(その2 ボルトセット耐力の確認)

正会員 ○堂庭共凱*1 同 岸本武*1 同 武田淳*1
同 中島一浩*2 同 桑原進*3

高力ワンサイドボルト ボルトセット せん断耐力
引張耐力 破壊性状 単調載荷

1. 序

新型高力ワンサイドボルト（以下、新型ボルト）では構成する部品が高力ボルトとは異なるため、せん断荷重や引張荷重における破断性状が異なることが予想されるため、各種の強度試験を実施する。バルブスリーブは、本報その1で最適としたS17Pを用いる。ボルトセットは板厚44mm～49mmが締結可能なものを使用する。コアピンの寸法を図1に示す。コアピン単体の引張耐力は171kNである。各条件で3体ずつ載荷を行う。載荷はアムスラー型万能試験機を用いて行い、一方向単調載荷とする。

2. せん断試験

ボルトセットのせん断試験の装置全体図と変位測定位置を図2に、治具を図3に示す。アムスラー型万能試験機によって、ボルトセットで締め付けた治具の上部を鉛直下方向に載荷することで、ボルト接合部にせん断力を作用させる。せん断試験に関してはバルブスリーブの変形状態の影響がないため最小板厚条件（44mm）のみ行う。写真1,2に載荷後の試験体を示す。

ボルトセット全体のせん断耐力は、コアピンとバルブスリーブの単純累加せん断耐力として計算する。表1に、コアピンとバルブスリーブの有効断面積、引張強度の素材試験の結果である実測値、それに基づき算定した部品別せん断耐力、累加せん断耐力の計算値を示す。図4に荷重-変位関係を示す。荷重100kN時と150kN時の傾きから変位の補正を行っている。図中には・でせん断耐力を、一点鎖線で計算耐力を示す。バルブスリーブとコアピンのクリアランスの誤差による影響が見られたが概ね同様の挙動を示す。どの試験体も計算値より大きな値になっており、コアピンとバルブスリーブの累加せん断耐力によりボルトセットのせん断耐力を計算可能だと言える。

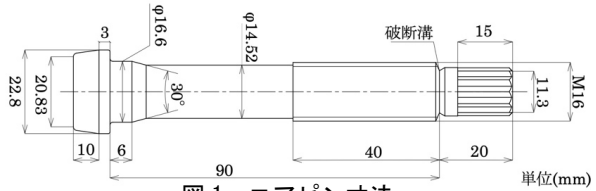


図1 コアピン寸法

表1 耐力計算値

部品	有効断面積 [mm ²]	引張強さ [N/mm ²]	部品別せん断耐力 [kN]	累加せん断耐力 [kN]
コアピン	165.6	1089.2	104.1	163.6
スリーブ	197.0	523.0	59.5	

3. 引張試験

ボルトセットの引張試験では、バルブスリーブの変形状態による影響を確認するため最小（44mm）と最大（49mm）の板厚条件で実験する。図5に装置の全体図と変位測定位置、図6に治具を示す。まず、最初に2枚の板をボルトセットで締め付ける。その後、上板が治具に支持されるように試験体を設置する。載荷の際には、アムスラー型万能試験機に設置した治具によって、下板が鉛直下方向に加力させることで、上板・下板間に引張力が作用するような仕組みとなっている。上記の載荷方法の実現のために、上板、下板を寸法の同じ正方形の板として、45°ずらしてボルトの締結を行う。写真3,4に載荷後の試験体を示す。

図7に荷重-変位関係を示す。荷重25kN時と75kN時の傾きから変位の補正を行っている。図中には・で引張耐力を、一点鎖線でコアピン単体の引張耐力を示す。板厚条件による耐力の変化は見られず、コアピン単体での実測値と概ね耐力が一致していることが確認できる。どの試験体もコアピンのおねじ部で破断したため適切な破壊性状が確認できる。

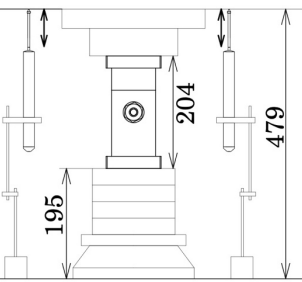


図2 せん断試験装置全体図

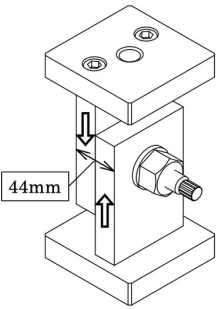


図3 せん断試験
載荷仕組み



写真1 載荷後せん断試験体



写真2 載荷後せん断試験体

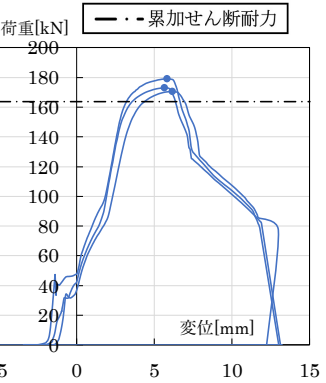


図4 荷重-変位関係（せん断試験）

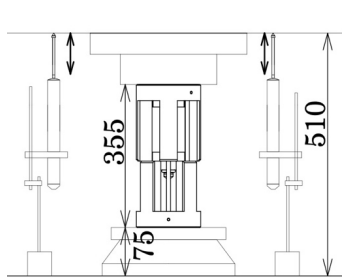


図5 引張試験装置全体図

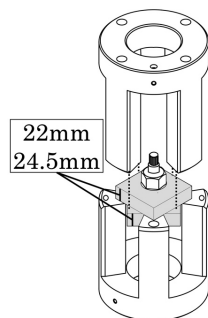


図6 引張試験载荷仕組み

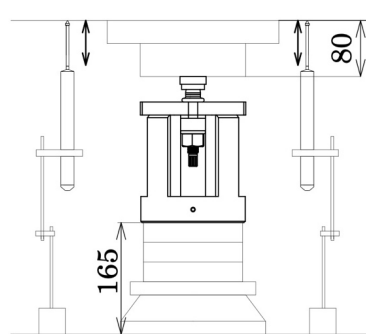


図8 ボルト頭の強度試験装置全体図

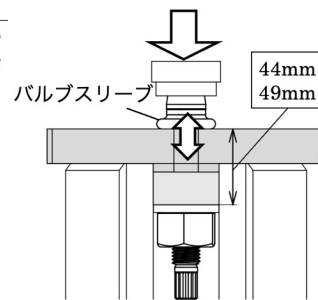


図9 ボルト頭の強度試験载荷仕組み



写真3 载荷後
引張試験体



写真4 载荷後
引張試験体



写真5 载荷後
ボルト頭の強度試験体



写真6 载荷後
ボルト頭の強度試験体

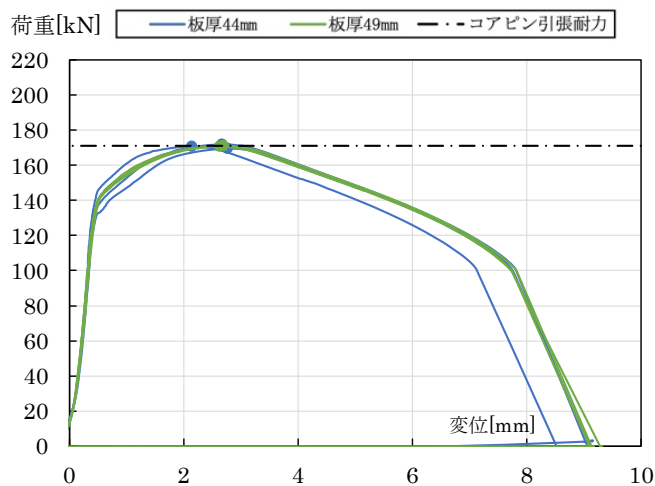


図7 荷重-変位関係（引張試験）

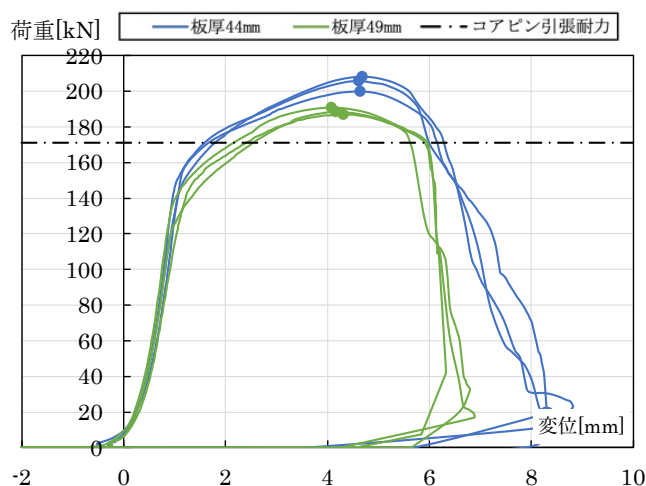


図10 荷重-変位関係（ボルト頭の強度試験）

4. ボルト頭の強度試験

引張試験ではバルブスリーブによるボルト頭が頭とびをしないことが確認できる。しかし、新型ボルトの締結構造体としての安全性を担保するため、引張荷重の最小値だけではなく、ボルトセットの変形性能も確認しておく必要がある。そのため強制的にバルブスリーブ破壊をする装置を用いバルブスリーブの耐力を確認する。図8に装置の全体図と変位測定位置、図9に治具を示す。写真5,6に载荷後の試験体を示す。

図10に荷重-変位関係を示す。荷重50kN時と100kN時の傾きから変位の補正を行っている。図中には・で最大荷重を、一点鎖線でコアピン単体の引張耐力を示す。薄板条件の際に耐力が大きくなることが確認できる。板厚条件に関わらずバルブスリーブの強度がコアピンの引張耐力より大きいことが確認できる。よって多少のばらつきが生じてコアピンで破断することが確認できる。

5. 結

以下に本報その2で得られた結論を示す。

- 1) ボルトセットのせん断荷重はコアピンとバルブスリーブの単純累加せん断力で計算した値より、10kN程度大きくなっており、単純累加せん断力で計算可能である。
- 2) ボルトセットの引張荷重はコアピンで決まり、高力ボルト M16F10T 相当の引張荷重を確保している。
- 3) コアピンの引張荷重に対して、バルブスリーブによるボルト頭の強度が 20kN 以上大きくなっており、ボルト頭が頭とびしないことを十分保証できている。

謝辞

本研究の実施にあたり、同研究室の篠原健人氏と神鋼ボルトの関係各位には多大なるご協力をいただきました。ここに深謝の意を表します。

*1 大阪大学大学院 大学院生

*2 株式会社ロブテックス

*3 大阪大学大学院 教授・博士（工学）

*1 Graduate Student, Osaka Univ.

*2 Lobtex Co., Ltd.

*3 Prof., Osaka Univ., Dr. Eng.