

実験による新型高力ワンサイドボルトの検討  
(その1 バルブスリーブ単体試験)

正会員

○岸本武\*<sup>1</sup>

同

堂庭共凱\*<sup>1</sup>

同

武田淳\*<sup>1</sup>

同

中島一浩\*<sup>2</sup>

同

桑原進\*<sup>3</sup>

高力ワンサイドボルト  
ボルト張力

トルシア形高力ボルト  
材間圧縮力導入率

材間圧縮力  
形状検討

1. 序

現在の市販品より部品数を減らし、安価で施工性を改善した新型高力ワンサイドボルト（以下、新型ボルトと称す）の構成部品と材間圧縮力導入の仕組みをそれぞれ図1と図2に示す。新型ボルトの呼び径は22mmであり、強度区分はM16 F10T相当である。本研究では、既報<sup>1)</sup>時より材間圧縮力の向上を目指した検討と実験を実施する。さらにボルトセットを使った強度試験を実施する。

2. バルブスリーブ単体試験

バルブスリーブはSTKM13Aを切削して製作する。表1に材料特性を示す。図3に形状、表2にパラメータの値

を示す。図4にバルブスリーブ載荷実験の実験装置全体図を示す。バルブスリーブの上端側から鉛直荷重を加えて塑性変形を発生させ、ボルト頭に相当する部分を形成する。ボルト締結過程の材間圧縮力、ボルト張力に相当する力とバルブスリーブ端部の変位を測定する。載荷は一方向単調載荷とする。施工時の導入張力のばらつきを考慮し、M16の標準ボルト張力117kNよりも大きい130kN付近に至るまで載荷し、その後徐荷する。標準ボルト張力導入時のボルト張力に対する材間圧縮力の割合を材間圧縮力導入率として比較する。図5に測定の仕組みを示す。バルブスリーブから被締結材に相当するグリップカラーに伝わる荷重を材間圧縮力と見なすことがで

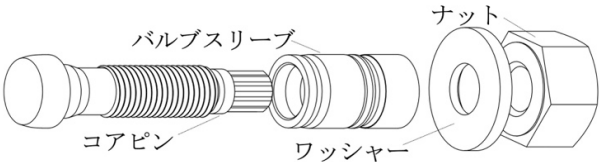


図1 新型高力ワンサイドボルト構成部品

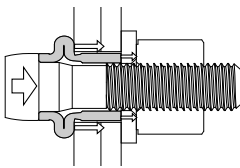


図2 締結の仕組み

表1 STKM13A 材料特性

| 降伏応力<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | 引張強さ<br>[N/mm <sup>2</sup> ] | 降伏比<br>[%] | 破断伸び<br>[%] |
|------------------------------|------------------------------|------------|-------------|
| 491                          | 523                          | 93.88      | 31          |

表2 形状パラメータ寸法(単位表記の無いものはmm, SO〜S13は文献1)より再掲)

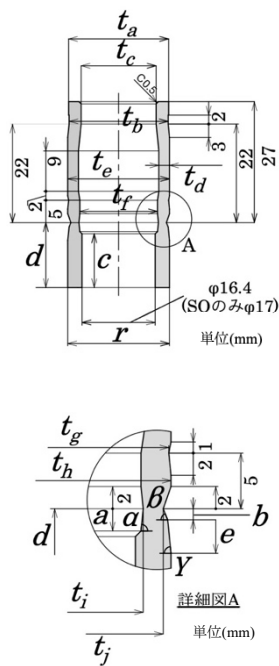


図3 形状パラメータ

| 形状  | a   | b   | c    | d    | e   | r    | $\alpha$<br>(°) | $\beta$<br>(°) | $\gamma$<br>(°) | $t_a$ | $t_b$ | $t_c$ | $t_d$ | $t_e$ | $t_f$ | $t_g$ | $t_h$ | $t_i$ | $t_j$ |
|-----|-----|-----|------|------|-----|------|-----------------|----------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SO  |     |     | 0.0  |      |     |      |                 |                |                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| S1  |     |     |      |      |     | 22.8 | 70.7            | 78.7           |                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| S2  |     |     |      |      |     | 22.4 | 76.0            |                |                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| S4  | 2.0 | 2.0 | 9.5  |      |     | 22.2 | 78.7            | 76.0           |                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| S5  |     |     |      |      |     | 22.8 | 70.7            | 84.3           |                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| S6  |     |     | 10.5 | 14.5 |     | 22.4 | 76.0            | 73.3           |                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| S7  | 3.0 | 1.0 | 11.5 |      |     | 22.6 | 78.7            | 63.4           |                 |       |       | 17    | 2.4   |       | 17    |       |       | 18    |       |
| S8  |     |     |      |      |     |      |                 | 78.7           |                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| S9  |     | 2.0 | 10.5 |      |     |      |                 |                |                 | 23    | 22    |       |       |       |       |       |       |       |       |
| S10 |     | 4.0 |      |      |     |      |                 |                |                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| S12 | 4.0 |     | 13.0 | 15.0 |     |      | 80.1            | 84.3           |                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| S13 |     | 2.0 | 12.5 |      |     |      |                 |                |                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| S14 |     |     |      |      |     |      |                 |                |                 |       |       | 17    | 2.5   | 23    | 17    | 22    | 23    | 18    | 21    |
| S15 |     | 0.0 | 14.5 |      |     |      |                 | 0.0            |                 |       |       |       |       |       |       |       |       | 18    |       |
| S16 |     |     |      |      |     |      |                 | 90.0           |                 |       |       |       |       |       |       |       |       | 18    |       |
| S17 | 2.0 |     |      |      |     | 22.8 | 78.7            |                |                 |       |       |       |       |       |       |       |       | 17    |       |
| S18 | 3.0 |     |      |      |     |      | 80.5            |                |                 |       |       |       |       |       |       |       |       | 17    |       |
| S24 |     |     |      |      |     |      | 78.7            |                |                 |       | 22    |       |       |       |       |       |       |       |       |
| S25 | 2.0 |     |      |      |     |      |                 |                |                 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| S26 |     | 2.0 | 12.5 | 14.5 |     |      | 81.5            | 84.3           |                 |       |       | 17    | 2.4   |       | 17    |       |       |       |       |
| S27 |     |     |      |      | 1.0 |      |                 |                | 90.0            | 22    | 22    |       |       |       |       |       |       | 18    |       |
| S29 | 1.0 |     |      |      | 2.0 |      | 68.2            |                | 90.0            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| S30 |     |     |      |      | 3.0 |      |                 |                | 84.3            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| S32 |     |     |      |      | 2.0 |      | 76.0            |                | 84.3            |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| S33 | 2.0 |     |      |      |     | 22.9 | 78.7            |                |                 | 23    | 22    |       | 2.5   | 23    |       | 23    | 23    |       | 22    |

きる。グリップカラー厚は 14mm, 17mm, 19mm を用い、被締結材厚が変わる際の影響を確認する。グリップカラーの孔径は呼び径より 2mm 大きい 24mm を使用する。試験体はパラメータ毎に 3 体載荷とする。図 6 に形状ごとの標準ボルト張力時における材間圧縮力導入率の平均とばらつきを示す。平均値  $\pm 3 \times$  標準偏差はばらつきのおよそ上下限に相当する。グラフよりグリップカラーが厚くなると材間圧縮力導入率が低下する傾向が確認できる。全グリップカラー厚で他の形状に比べて高い材間圧縮力導入率を示し、ばらつきの小さい S17 が現在の最適形状である。形状 S17 に関しては実際の使用を想定し、メッキ処理を施した S17P を用い、グリップカラー厚 15mm, 16mm, 18mm を加えて実験をする。写真 1 に載荷後の試験体、図 7 に S17P の荷重-変位関係、図 8 に S17P の材間圧縮力導入率を示す。いずれの場合も 80~100kN で塑性変形しボルト頭が形成される。この値はコアピンの耐力 140kN 程度（本報その 2 参照）を大きく下回り、これは確実な頭形成がなされることを意味する。どの形状でも概ね同様の挙動を示す。グリップカラー厚 14~16mm において、標準ボルト張力時に 94% 以上の材間圧縮力導入率が得られ、15mm で最大となる。一方で、グリップカラー厚 17~19mm では、標準ボルト張力時の材間圧縮力導入率は

低下した。全グリップカラー厚で材間圧縮力導入率の下限値を 86% 以上確保できている。

### 3. 結

本報その 1 で得られた結論を以下に示す。本報で検討したバルブスリーブの最適形状において、グリップカラー厚 14~16mm では標準ボルト張力時に 94% 以上の材間圧縮力導入率が得られ、15mm で最大となる。一方、グリップカラー厚 17~19mm では標準ボルト張力時の材間圧縮力導入率は低下し、86% 以上となる。

#### 参考文献

- 1) 武田淳, 篠原健人, 堂庭共凱, 中島一浩, 桑原進: 実験による高力ワンサイドボルト形状の検討 (バルブスリーブ形状が材間圧縮力に及ぼす影響) その 1~2, 日本建築学会大会研究報告集 pp.1303-1306, 2024.7.

#### 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。



写真 1 S17P 載荷後

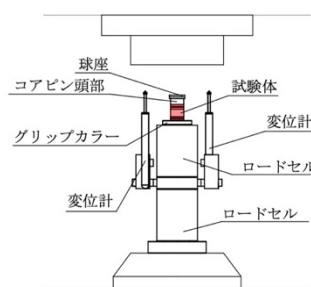


図 4 実験装置全体図

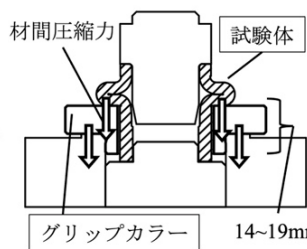


図 5 測定の仕組み

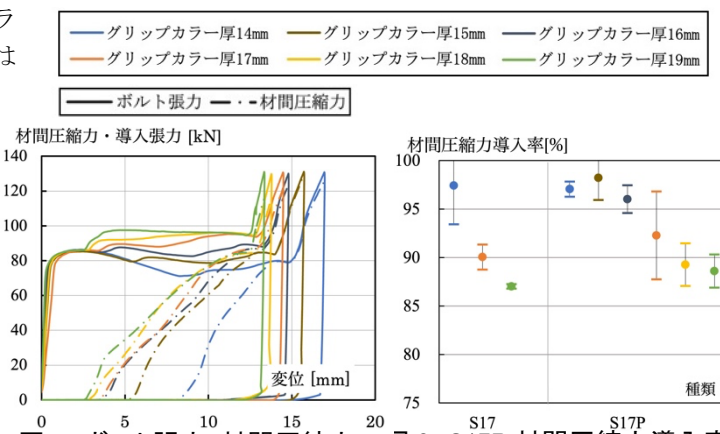


図 7 ボルト張力・材間圧縮力-変位関係 (S17P) 図 8 S17P 材間圧縮力導入率 (標準ボルト張力時)

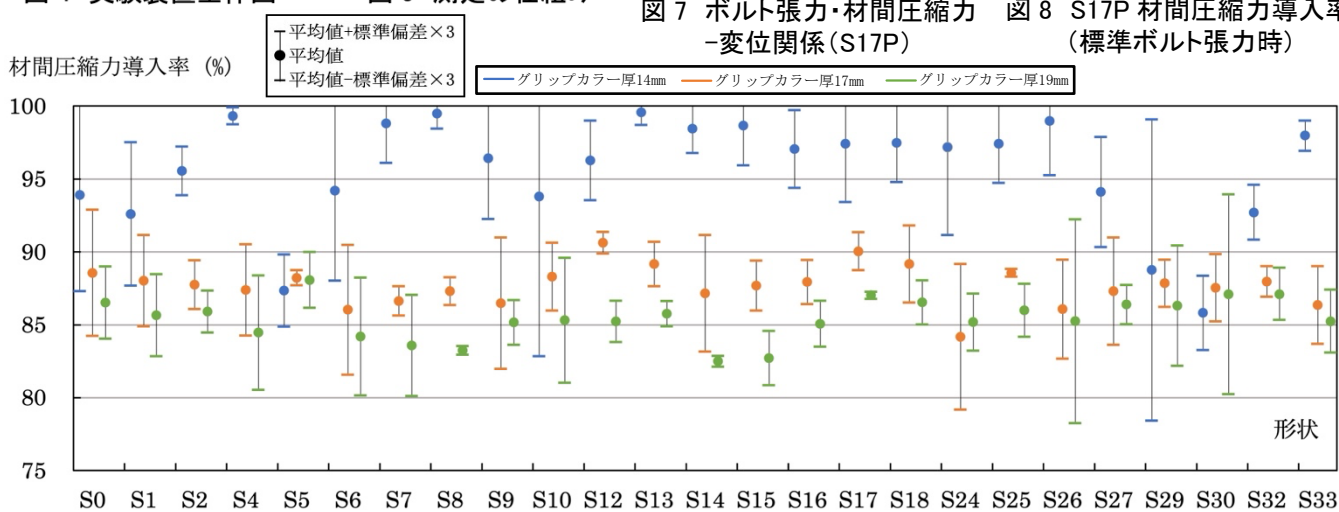


図 6 材間圧縮力導入率 (標準ボルト張力時, SO~S13 は文献 1)より再掲)

\*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.