

2022 年度 メカニカルファスニング技術小委員会 構造 WG 第 8 回 議事録（案）

【日時と場所】

日時：	2022 年 9 月 13 日 10:00～12:00
場所：	Microsoft Teams でのオンライン会議

【委員会役職】

五十音順で敬称および法人名は省略。[]内は所属を示し、下線は当日欠席者を示す。※印は議事録記録者を示す

(主査)	伊山潤	[東京大学]		
(委員)	荒木景太	[アイ・テック]	井口智晴	[積水ハウス]
	石田陵	[大林組]	<u>加藤慎士</u>	[鹿島建設]
	加登美喜子	[日建設計]	聲高裕治	[京都大学]
	杉本悠真	[岩手大学]	田中初太郎	[清水建設]
	中平和人	[竹中工務店]	西拓馬	[大和ハウス工業]
	安井信行	[日本建築総合試験所]	※山形秀之	[パナソニックホームズ]
	山本篤志	[旭化成ホームズ]		

【配布資料】

- ・ 資料 00_220912 第 7 回 MF 構造 WG 議事案
- ・ 資料 01_MF 構造 WG_2022 年 7 月 12 日議事録（最終版）
- ・ 資料 02_JSSC_MF 委 Gr3 報告 20220913<超高力ボルトの諸元（形状寸法および機械的性質）>
- ・ 資料 03_01_220913_GR2 検討シートまとめ
- ・ 資料 03_02_220913_住団連・建築規制合理化要望提案書（抜粋）
- ・ 資料 04_220829 性能評価 TG 議事メモ

【議事要旨】

委員会は以下の進行に沿って議論がなされた。

1. 前回議事録の確認（安井委員）
2. GR3（新素材）からの報告（中平委員）
3. GR2（適用拡大）からの報告（田中委員、GR2 各委員）
4. GR1（性能評価）からの報告（伊山主査）

1. 前回議事録の確認

（安井委員）前回（2022 年 7 月 12 日）の議事録の確認を行った。

2. GR3（新素材）からの報告

（中平委員）超高力ボルト、超々高力ボルトの形状寸法（基準山形）、機械的性質について、情報収集した内容を説明し、各種強度を計算した表（Excel）を接合部の設計資料とする旨の方向性が示された。

（石田委員）試設計については、次回 WG で紹介する。

◆形状寸法（基準山形）

- ・ HTB に比較して、SHTB は、最大応力集中係数や最大相当塑性ひずみ量が小さい。
- ・ SHTB は、応力集中を減らすために谷部の形状（谷底径）が緩やかになっている。
- ・ SHTB は、くびれた部分（d2）が無いもの（ストレート）がある。
- ・ せん断耐力は、くびれた部分（d2）で算定すべきであると考え。（日鉄ボルテン社の回答待ち）
- ・ 超々高力ボルト（FS ボルト）は、「軸部径最適化、ねじ部形状の改善」という資料があったが、JIS メートル並目ねじと同じ形状であった。これは、材料が遅れ破壊しないので、形状的な配慮は不要であるという理由であった。（木村先生へのヒアリングによる）
- ・ FS 鋼（フェールセーフ鋼）は、異方性が著しい。割れが軸方向直交方向には生じない。
- ・ FS 鋼の破断面は、繊維状に破断している。

◆機械的性質

- ・ FS 鋼ボルトの引張試験結果（引張り強さ N/mm^2 ）について、16T は 1600 以上、18T は 1800 に対して 1781 のものもあった。20T は、1960 程度であった。
- ・ FS 鋼ボルトのせん断強さは、せん断面がボルト軸部にある場合は $0.6\sigma_u$ 程度、ねじ部にある場合は $0.5\sigma_u$ 程度となっている。試設計に向けては、FS 鋼ボルトのせん断強さについても、 $0.6\sigma_u$ と設定する。
- ・ FS 鋼ボルトの引張とせん断が同時に作用している場合は、引張力に応じてせん断耐力を低減しなくて良いのか疑問。
- ・ 鋼構造接合資料集成より、せん断面がねじ部に掛からない場合は、初張力がボルトせん断強さに及ぼす影響は小さいとされている。
- ・ FS 鋼ボルトのすべり試験で示される回転量と導入張力の関係は、16T、18T は 60～90 度でいいが、20T となると、60～90 度では足りないケースが見られる。回転量を 100 度位まで増やせば良いように思うが、一次締め量を増やすか、二次締め量を増やすについては、検討が必要。トルシアがないので、実務的にはナット回転法を使うことになると思われる。
- ・ 赤さびの発生方法の違い（Group1：発せい剤 2 回、Group2：ショットブラスト、Group3：発せい剤 1 回）によるすべり係数と接触圧の関係は、Group1 が 0.65～0.80、Group2、Group3 は、0.45 以上確保できている。

試験体数が少ない点については、すべり係数評価試験法で規定する変動係数が 0.08 未満であり、少ない試験体数でのばらつきを考慮してもすべり係数は、0.60 以上を確保できている。

- ・ 強度を 8T から 20T まで、ボルト径を M16 から M24 までについて、各種強度を計算した表（Excel）を作成し、当該表を接合部の設計資料としたい。

(聲高委員)

- ・ボルトの初期導入張力がせん断耐力に与える影響について、ミーゼズの降伏条件に従う楕円式はあるが、ボルトは同じ張力で引っ張り続けられているわけではなくて、初期に締め付けた変位を保持するように締めているので、先端で塑性化し始めるとボルト張力が抜けていって、最大耐力に及ぼす張力の影響がなくなっている（弾性で伸びている分がせん断で塑性変形することで弾性伸びがキャンセルされていく）と理解しているがどうか。

⇒ 鋼構造接合資料集成では、せん断面がねじ部にある場合は、初張力がボルトのせん断強さに若干影響すると書かれている。（中平委員）

- ・発せい剤を塗布するとすべり係数は、0.70、0.80 とかなり高くとれるが、これは FS 鋼に限ったことではないため、現状を変更して、FS 鋼のみ 0.45 を 0.60 等とする、というのは難しいのではないかな。

⇒ 実際の設計で 0.60 を使用するというよりも、試設計で 0.60 の場合も試してみたい。（中平委員）

- ・接触圧が高いと、表面が塑性化するので、すべり係数は低下するのではないかな。

⇒ 接触圧が高くなるとすべりに対しては不利になるが、この領域では（この程度の接触圧では）、顕著に不利にならない。（中平委員）

(杉本委員)

- ・ねじ形状は、JIS ねじか？論文では、改良したねじで、と書いてあるが、どうか。

⇒ JIS ねじとの回答があった。（中平委員）

(伊山主査)

- ・すべり係数は、0.45 と 0.60 の両方で試設計を行うということで良いかな。

⇒ 良い。（中平委員）

(中平委員)

- ・前回の WG で導入張力に関する議論（※）があったが、導入張力はナット回転量で測り、100 度を締めてやればと思うが、どう思うかな。

⇒ 試験体数が必要なので、板厚が厚くなった場合に大丈夫か等、慎重に検討したほうが良い。リラクセーションについては、どうか。（聲高委員）

⇒ リラクセーションについても実験されており、問題ないと結論づけられている。（中平委員）

※：導入張力によってすべり耐力が決まるので、16T 以上で導入張力をどのように設定するか根拠が必要である。本当に張力を導入できるのか、安定しているのか、すべり耐力を確保できるかを確認する必要がある。

(前回の WG 議事録より)

3. GR2（適用拡大）からの報告

（田中委員）活動内容は、「検討パート」「情報収集パート」の2つで考えている。検討パートは、拡大孔・スロット孔の活用について、具体的な検討を行い、設計方針、すべり耐力の評価、すべった場合の建物に対する有害な変形の定義を検討シートにまとめる。情報収集パートは、拡大孔・スロット孔に限らず、効率的な接合要素に関する情報収集を行う。今回のWGは、各委員より、検討パートの内容を説明した。

（山本委員）住団連より国交省に向けて提出した拡大孔・スロット孔に関する要望書について説明した。

◆検討パート（拡大孔・スロット孔の活用に関する検討シート作成）

- ・空間構造のリフトアップのジョイント部や長大鉄骨造の建方精度調整スパンの梁端部におけるスロット孔と拡大孔の活用事例として、建方誤差や組立誤差の調整に活用できることを示した。設計方針は、接合部がすべらないこととして、接合部強度は、鋼構造接合部設計指針のすべり耐力の低減率を用いた。（田中委員）
- ・ボルト本数の多い柱継手高力ボルト仕様で製作精度誤差の調整に活用できることを示した。施工性の改善とコストアップをどのように折り合いをつけるかが課題。すべり耐力を低減して接合部がすべらない設計方針とする場合は、有害な変形は生じない設計フローとしている。（井口委員）
- ・鉄骨二次部材とRC躯体の取り合い部で外装材等の仕上げ材の施工誤差の調整に活用できることを示した。すべり耐力の低減により接合部がすべらない設計として有害な変形は生じないとしている。（加藤委員、代：田中委員）
- ・鉛直ブレースの接合部で施工時に床たわみによる穴位置のズレ調整に活用できることを示した。接合部のすべりを許容して設計する場合は、支圧移行により荷重変形履歴に影響してしまうので、十分なすべり量を確保して支圧移行が生じない接合部設計にすべきと考える。（西委員）
- ・ワンサイドボルトを用いずに、スリットで角形鋼管柱を接合する事例を示した。設計方針は、接合部がすべらないこととした。FEM解析結果より、スリットのすべり係数は、標準孔の92.7%であったが、せん断方向のすべり耐力は、よく分からない。鋼構造接合部設計指針の設計例と同条件で設計した事例を示した。また、西委員と同様に、鉛直ブレースの接合部で施工性改善に活用できる事例を示した。（安井委員）
- ・アンカーボルトと鉄骨梁の接合で拡大孔を活用できる事例を示した。（山形委員）
- ・間柱型ダンパーの接合部におけるスロット孔の活用事例として、施工時の梁の変形や部材製造誤差を調整できることを示した。接合部がすべらない設計として有害な変形は生じないとしている。（山本委員）

◆住団連からの要望提案書について（山本委員）

- ・拡大孔・スロット孔を使用した場合に高力ボルトの耐力を低減して構造検討が行える方法を創設して欲しい旨の要望書を住団連（（一社）住宅生産団体連合会）より国土交通省へ提出し、2022年9月1日に受理された。
- ・中層規模の建築物の設計や建築確認の工期、費用が大臣認定による方法と比較して削減でき、施工誤差の調整による施工性の改善と併せて活用できる。
- ・高力ボルトの耐力の低減方法は、ヨーロッパ（ECCS）規格やアメリカ（AISC）規格の数値を提案した。
- ・使用箇所は、すべりを生じさせない設計とした箇所に限定した。

(伊山主査)

・今後の方向性は、どのようなものか。すべりが生じる設計とした箇所でも使用可能とするか。中ボルトについては、対象とするか。

⇒ FS ボルト等の接合要素と組み合わせながら、さらに良い活用事例が無いか、アイデア出しを行いたい。拡大孔・スロット孔の使用については、評価のみならず、大臣認定も必要なために使用できていないのが実情である。すべりが生じる設計とした箇所での使用については、すべり耐力が安定するかどうかは課題と考える。中ボルトは、今回の検討の対象外と考える。(田中委員)

⇒ 中ボルトは、プラス1ミリ (+1mm) という規定があるが、ルート3以上の構造計算で有害な変形が生じないことを個別に確認できれば、当該規定は適用除外となっている。(山本委員)

4. GR1 (性能評価) からの報告

(伊山主査) これまでの課題を整理した。前回までの検討では、スプリットティの設計例や方杖の標準仕様設計の検討を示した。スプリットティの設計例では、梁断面、柱断面を想定して利用範囲を検討し、ユーロコードを用いて回転剛性の計算を行い、層間変形角の逆数の形で示した。1層1スパンのモデルで比較検討してきたが、十字形部分骨組による一般化したモデルで剛性の変化を検討していく。

(荒木委員) 次回以降、断面、階高、スパンについて、どのような組合せで検討するかを提案する予定。

次回：11/28(月) 13:00~15:00

以上