

JSSC\_MF 委 構造 WG  
Gr.3 超々高力ボルト班 活動計画（案）

2022/04/18

中平和人記

Gr.3 超々高力ボルト班 メンバー：中平和人（竹中工務店） 加登美喜子（日建設計） 石田陵（大林組） < 3/22 キックオフ 3/30 日鉄 4/6 神鋼 4/7 JFE >

目的：F20T 超々高力ボルトによる継手接合部の可能性を探る

これまで、実験・研究レベルで F20T 超々高力ボルトが開発され、試作品による性能確認試験が行われてきている（調質鋼・フェールセーフ鋼）。ただし現段階ではまだ開発途上であって、とくにフェールセーフ鋼に関しては、

- ・呼び径 M12 は製作できるものの、M16・M20・M22 などの実用域の呼び径での製作が実現していない
- ・六角頭の加工が難しい

等の問題が残されている。

F20T の M20・M22 が実現すれば、継手のボルト本数およびスプライス PL を F10T のおよそ 1/2 に減じることが期待でき、これまで非現実的であると考えられていた高強度鋼や厚板を用いた部材のメカニカルファスニングに、新たな展望を拓く可能性がある。

接合要素 WG では、ファスナーの開発に主眼をおいて、F20T が実現した際にどのような継手の実現できるかというスタディについてはしてこなかったとのことであるので、構造 WG\_Gr.3 においてそれを検討することを試みる。

大筋の検討方針を以下に掲げる。

- ・H 形鋼の梁継手を対象とする
- ・摩擦接合を対象とする

検討パラメータ（案）を下表に示す。

検討パラメータ（案）

項目	高力ボルトの強度区分	ボルト径 (mm)	鋼材強度 (N/mm <sup>2</sup> 級)	板厚 $t_f$ (mm)	H 形鋼の梁せい (mm)	スパン、終局時挙動
パラメータ	F10T	12	400 [235]	28	600	長期支配的 短期支配的
	F12T (12G)	16	490 [325]	30	700	
		20	520 [355]	32	800	
	F14T	22	550 [385]	36	900	
	F16T	24	590 [440]	40	1000	
	F18T	27	780 [630]	45	1200	
	F20T		1000 [ ? ]	50		
			[ ] 内は F 値	60		
備考	傾向を比較検討するため、2T ごとに区切り、できるだけなだらかな連続性を持たせる。		400 および 490 については、SN 材のみを対象とする			

## 検討事項

### ・継手の接合部係数 $\alpha$

日本建築学会「鋼構造接合部設計指針」では、接合部係数  $\alpha$  が以下のように定められている。

## 3.1 高力ボルト摩擦接合による H 形断面梁継手の設計

### 3.1.1 基本事項

- (1) 梁継手は梁の応力を伝達できる耐力を保有するように設計する。
- (2) 梁継手は骨組が終局限界状態に達するまで破断してはならない。
- (3) 終局限界状態において、梁継手に作用する設計用曲げモーメント  $M_j$  は (3.1) 式による。

$$M_j = \alpha \cdot M_p \quad (3.1)$$

記号

$M_p$  : 梁の全塑性モーメント ( $= Z_p \cdot F_y$ )

$Z_p$  : 梁全断面の塑性断面係数

$\alpha$  : 継手の接合部係数。個別の検討を行わない場合は表 3.1 による。

表 3.1 継手の接合部係数

鋼 種	継手の最大耐力を決める破壊形式	
	母材, 添板の破断	高力ボルトの破断
SS400	1.25	1.35
SM490	1.20	1.30
SN400	1.15	1.25
SN490	1.10	1.20

SS400 および SM490 は、検討対象としない。

520 N/mm<sup>2</sup> 級 (F=355)、550 N/mm<sup>2</sup> 級 (F=385)、590 N/mm<sup>2</sup> 級 (F=440)、780 N/mm<sup>2</sup> 級 (F=630) に関する接合部係数  $\alpha$  が定められていないので、設計者が設定する必要がある。

550 N/mm<sup>2</sup> 級 (F=385) については、日本製鉄と JFE スチールが定めているが、それぞれ値が異なっている。

<日鉄、神鋼、JFE 各社に各種高強度鋼の接合部係数に関するヒアリングを実施予定>

<日鉄ボルテンヒアリング結果>

日本製鉄の BT-HT385 は、認定時の条件に基づき 1.2 (1.1 まで緩和) で検討しており、SA440 であれば、1.15 (緩和無し) で検討している。385 の場合、メーカーによって値が異なるので要注意。

60 キロ鋼でも、メーカーによって TS、YP、降伏比は異なる。

80 キロ鋼でも、KBSA630、HSA700A、HSA700B 等、規格によって TS、YP、降伏比は異なっているので、 $\alpha$  の値は個別に定める必要がある。

高強度鋼は、製鋼方法が一律ではなく、調質鋼と非調質鋼がある。近年では TMCP 鋼が主流となっていると思われる。

・すべり係数  $\mu$  の設定

0.45 とするのが妥当であるが、赤サビ面であれば必ず 0.7 程度は確保できるので、それを前提とした検討も有意義である可能性がある。アルミ溶射摩擦面にまでは、踏み込まない。

大まかなフロー

手順 1：H 形鋼の継手設計に先立ち、まず平板の二面せん断継手を設計し、傾向をつかむ

↓

手順 2：H 形鋼の継手表を作成する。全パラメータ網羅は物理的にできそうにないが、どの部分を比較検討すれば得るものが大きいかを探りながら考える。

ウェブのモーメント伝達係数  $\psi$  は 0.4 のままでよいか？

日本建築学会接合部設計指針に準拠するか、SCSS-H97 に準拠するか。

↓

手順 3：スプライス PL の形状寸法に関するスタディを行う。

・手で容易に持てない、現場で作業員が運搬できない（ウェブのスプライス PL は丁番方式でよいがフランジは難儀する）

・柱ブラケットの出寸法に納まりきらない

このような、限界に納まりきらなくなるのはどういう接合領域かを明らかにする

↓

手順 4：コストバランス・施工バランスから、コストバランスの良い領域・施工上メリットのある領域・現実的な領域・非現実的な領域を区分する

↓

手順 5：総合的に考察する

どの径のどの強度の超々高力ボルトをどういう鋼材強度のどういう板厚で適用すると、もっとも効果的なのか？また逆に、この組合せは非効率かつ意味が希薄で、とても実用に耐えないという、負の組合せについてもあぶり出すことができる。

その他

F14T の H 形鋼継手表

参考資料として、日鉄ボルテンが提供している F14T の H 形鋼継手表がある。これは、鋼材 SN400 および SN490 を対象としており、CDR 媒体で頒布されている。日鉄ボルテンの F14T の H 形鋼継手表は、SCSS-H97（鉄骨構造標準接合部 H 形鋼編）に準拠している。SCSS-H97 と、日本建築学会「鋼構造接合部設計指針」の差異については未確認。

土木分野の考察（岩手大学 杉本悠真先生に参画してもらう？）

建築と違う、土木分野における超々高力ボルトの有効活用について考察する。指針は橋梁と鉄道で異なるが、ひとまず対象を橋梁とし、道路橋示方書にて検討する。土木では、H 断面でも箱桁でも、継手においてとにかくボルト本数が非常に多いので、それが半減することは（建築分野よりも）多大な意味とインパクトを有するはずである。

ただし、現状では、F14T であっても屋外使用ができないという制約がある。F10T であれば耐候性 HTB があるのだが、その強度領域が拡張できないものか。