鉄骨柱建入れ直し治具の開発

DEVELOPMENT OF PLUMBING DEVICE
FOR STRUCTURAL STEEL COLUMN
ERECTION

南 達成 —*1 伊澤清治 —*2
西野和弥 —*3 佐藤 武 —*3

Tatsusei MINAMI —*1 Kiyoji IZAWA —*2
Kazuya NISHINO —*3 Takeshi SATO —*3

キーワード:

鉄骨建方, 建入れ直し, 高力ボルト摩擦接合, すべり係数, 表面粗さ, 繰返し使用

Keywords:

Structural steel erection, Plumbing device, High strength bolted friction joints, Slip coefficient, Surface roughness, Repeated use

To curtail a term of work in erection of a steel frame and reduce its erection cost, we have developed a fastening device having a simple mechanism that can be used in erecting steel columns. In construction of the erection with this device, steel columns can be erected vertically in the beginning, and thus steel beams can be easily put into connection at predetermined positions. The developed device makes use of high strength bolted friction joints with oversize holes. The following report is describing, (1) Construction and feature of this device, (2) Repeated use, and (3) Safety using this device.

1. はじめに

鉄骨工事の工事現場施工の中でも建方は骨組を形成することから重要な工程であり、

- (1) 本接合まで骨組として要求されている精度を確保する。
- (2) 現場接合部の部材集結精度を確保する。
- (3) 本接合が完結するまで外力に対して大変形や倒壊を防止する。
- (4) 高所作業に伴う最も危険な作業になるので安全管理を徹底し、墜落・飛来・落下を防止する。
- (5) 定められた工期・コストを厳守する。

といった目的を果たさなければならない¹⁾とされている。

従来の鉄骨建方工事では、1節分の鉄骨柱に梁を仮ボルトで組み付け、ワイヤ・レバーブロックなどの仮設資材を用いた建入れ直しの後、高力ボルトを本締めする工法が用いられている。このような建方順序では仮設資材の使用が非常に多くなり、建方工期やコスト面で不利とされている。

近年、鉄骨柱を単独で吊込み、すぐに建入れ直して柱を固定し、その後、大梁や小梁を吊込む柱先行の建方工法も用いられている。この工法は従来の建方工法に比べて仮設資材の使用が少なく、建方工期やコスト面で有利である²⁾といわれている。

この柱先行の建方工法においては、柱は大梁を吊込み本接合するまでは片持ち梁状態となることから、柱継手部は従来工法にもまして外力に対して十分に安全であることが要求される。さらに、作業員が簡単に短時間で建入れ直しができることも必要である。

そこで我々は、2つの機能(鉄骨柱建入れ直し機能、構造安全性)を併せ持つ高力ボルト摩擦接合を利用した鉄骨柱建入れ直し治具(以下、本治具と称する)を新たに開発した。

本治具での施工手順は、図-1に示すように柱吊込み→高力ボルト一次締め→建入れ直し→高力ボルト本締め→梁吊込み→柱梁接合→建方完了である。

図-1 本治具を用いた施工手順

*1 (株)マツモト 代表取締役社長
(〒532-0011, 大阪市淀川区西中島7-1-29)
*2 (株)松村組技術研究所 構造第一研究課長・博士(工学)
*3 (株)松村組技術研究所 修士(工学)

*1 President, Matsumoto Co.

*2 Manager, Technical Research Institute, MATSUMURA-GUMI Co., Dr. Eng.

*3 Technical Research Institute, MATSUMURA-GUMI Co., M. Eng.

以下に、鉄骨柱建入れ直し治具の基本性能と構造、本治具の構造安全性を確認するための試験、および本治具を用いた鉄骨柱建入れ直しの施工について報告する。

2. 建入れ直し治具の構成と特徴

本治具に要求される基本性能は、下記の2つである。

- ① 施工現場において比較的短時間に鉄骨柱の建入れ直しを可能とする機能を有すること
- ② 鉄骨柱が片持ち状態で、外力(建方施工時の衝撃荷重、風荷重、地震荷重)から安全性を確保できること

本治具は、大中小の3つのくさび・トルシア形高力ボルト・治具鋼板より構成されている。くさび大を打込むことにより上部エレクションピースを介して上部柱を持ち上げて柱の建入れ直しを行う。機構上くさび大は、打込みしかできないため、柱の建ち精度の微調整は、くさび大に直交して設けているくさび小を打込むことにより行うことが可能となる(図-2)。

外力から上部鉄骨材(柱、梁材他)を安全に保持する機構として高力ボルト2面摩擦接合を用いている。本治具で使用する高力ボルトM20のボルト孔径は、一般に呼び径+2mm以内とすることが定められている。本治具を用いて鉄骨柱建入れ直しを行う場合、高力ボルトを挿入し一次締めした後、くさびを打込むことから、ボルト孔径に余裕のある方が施工性も良くなる。そのため、本治具では図-2に示すようにエレクションピースのボルト孔径を通常より過大な26φ(呼び径+6mm、以下、過大孔と略す)としている。このような過大孔を設けた場合の高力ボルト摩擦接合のすべり耐力は、標準値に比較し若干低下することが報告^{3)~6)}されている。その影響を確認した試験については次章で述べる。本治具に用いる高力ボルトは、施工現場において容易にボルト導入張力を管理することが可能なトルシア形高力ボルトとした。

また、本治具では摩擦接合面のすべり係数を確保するために、治具鋼板の摩擦接合面をショットブラスト処理(以下、SB処理)した後、表面に発錆剤を塗布し赤錆を発生させている。さらに鉄骨柱に溶接接合するエレクションピースの表面も、より確実なすべり係数の確保を目的としてSB処理を施している。目違い調整用のフィラーにもすべり係数の確保のため両面共にSB処理した後、発錆剤を塗布し赤錆を発生させている。本治具の仕様を表-1に示す。

図-2 本治具の概略図(mm)

表-1 本治具の仕様

部 材	仕 様	機能/その他
治具鋼板	摩擦面のみ SB処理後 発錆剤塗布 16mm厚* 4-22φ	すべり耐力の確保 (本治具1セット10kg)
高力ボルト	トルシア形 F10T 4-M20	一定した張力の導入が可能
鋼くさび大	SB処理	建入れ直し用
鋼くさび小	SB処理	微調整用
鋼くさび中	SB処理	せり上げ用
フィラー	SB処理	目違い調整用
エレクションピース	SB処理 溶接接合 2-26φ	過大孔(上げしろを確保)

*板厚については4.2.3参照

3. すべり耐力試験

本治具では、鉄骨柱を建入れ直して高力ボルトを本締めした後は、過大孔を有する高力ボルト摩擦接合により上部柱を支えている。

吊込み時に梁等を誤って柱に衝突させた場合や強風時・地震時に接合部に作用する応力が高力ボルト摩擦接合のすべり耐力を上回ると、柱の建ち精度が狂ったり、崩壊したりと建入れ直し治具の基本性能から外れることから、摩擦接合部のすべり耐力の確保が重要となる。

すべり耐力を確保するためには、すべり係数が0.45以上確保できる摩擦面の処理を必要とし、SB処理の場合は表面粗さ50μm Ry以上を必要とすること⁷⁾が示されている。

我々は、すべり係数と表面粗さの関係、本治具の使用限界を管理するための指標を得る目的で、3つのすべり耐力試験を行った。

確認試験Ⅰ：過大孔、フィラーがすべり耐力にどの程度影響するかを確認する試験

確認試験Ⅱ：本治具の再使用によるすべり耐力を確認する試験(なお、再使用とは本治具を使用後、再発錆のみ行い、再度SB処理は行わない状態で使用することと定義する)

確認試験Ⅲ：現場での建入れ直し手順を考慮し、転用後のすべり耐力を確認するための試験(なお、転用とは本治具を使用後そのままの状態で使用することと定義する)

試験片は図-3に示すようにすべり耐力試験を弾性範囲内で行うため、標準試験片⁸⁾より断面寸法を大きくして製作した。側板の錆発生は発錆剤の塗布により行い、錆落としはワイヤブラシで行い、表面がやや光る程度とした。

図-3 試験片概略図(mm)

すべり耐力試験に際し、側板・母材・フィラーについて図-4に示すボルト孔付近の表面粗さの測定を、算術平均粗さRa・最大高さRy・十点平均粗さRzの3項目について行った。鋼板の材料試験結果を表-2に示す。

図-4 表面粗さ測定位置(×印)

3.1 確認試験 I

確認試験 I は過大孔やフィラーがすべり耐力にどの程度影響を与えるかを確認するための試験である。試験は、エクシオンピースに相当する母材に本治具と同径の過大孔(26φ)を設けたB、これに目違い調整用のフィラーを挟込んだC、母材に標準孔(22φ)を設けたAの3シリーズとする。側板には表-3に示した処理を施し1回目表面粗さ(Ra, Ry, Rz)=(10.42, 74.5, 62.5)μm、1~3回の繰り返し試験を行った。なお、母材は常に新しいもの(表面粗さ(Ra, Ry, Rz)=(7.80, 57.3, 46.8)μm)を用いた。

参考として4~5回の繰り返しも行なった。ただし、一部の試験で使用済みの母材(表面粗さ(Ra, Ry, Rz)=(6.31, 50.7, 40.7)μm)を用いた。

トルシア形高力ボルトの締付けは、所定の二度締め(一次締め→マーキング→本締め)を専用の電動締付け機を用いて行った。締付け導入張力は、外側2本のトルシア形高力ボルト軸部に貼付した2枚のひずみゲージにより計測した。表-4にシリーズ別のボルト導入張力と変動係数を示す。導入張力はシリーズによる大きな差は見られず、ほぼ一定の張力で締付けられており、標準ボルト張力178.5kN(18.2tf)に対するばらつきも小さいとみなせる。

すべり耐力試験の結果一覧を表-5に示す。すべり荷重は、明瞭な音を伴ってすべりを発生したと考えられる時点あるいはすべり荷重-変形関係において明らかにすべりが発生した時点のいずれかの荷重である。1体の試験で2ヶ所の摩擦接合部分があるため、1つの試験から2つのすべり荷重が得られる(図-5)。ただし、2ヶ所目のすべり荷重は、2つ得られたすべり荷重のうち大きい方を採用した。表中のすべり荷重は同条件の試験の平均計測値である。

図-5 すべり耐力試験 荷重-変形関係(確認試験 I)

表-2 鋼板の材料試験結果

板厚 t mm	使用部位	降伏強度 σ_y MPa	引張強度 σ_t MPa	ヤング 係数 E $\times 10^5$ MPa	伸び %
22	母材 (エクシオンピース)	525	567	2.08	26.4
		522	564	2.06	26.8
		516	558	2.05	27.2
19	側板 (治具鋼板)	496	538	2.02	28.0
		496	534	2.01	27.0
		492	532	2.00	27.2

表-3 側板処理の流れ

SB処理	→	錆発生	→	耐力試験①	→
錆落とし	→	錆発生	→	耐力試験②	→
錆落とし	→	錆発生	→	耐力試験③	→
錆落とし	→	錆発生	→	耐力試験④	→
錆落とし	→	錆発生	→	耐力試験⑤	

表-4 導入張力

シリーズ	平均導入張力 kN	変動係数
A(標準孔)	181.8	0.07
B(過大孔)	185.9	0.03
C(過大孔+フィラー)	183.7	0.05

表-5 試験一覧(確認試験 I)

試験名	母 材 〈エクシジョンピース〉		側 板 〈治具鋼板〉	試験数	平均 すべり荷重 (k N)	平均 ボルト張力 (k N)	
A1	標準孔 2 2 φ	S B	新	SB+発錆①	3	315.6	195.3
A2				発錆②	2	261.0	168.6
A3				発錆③	2	236.7	176.1
A4			再	発錆④	2	362.4	183.2
A5			再	発錆⑤	2	405.2	179.3
B1	過大孔 2 6 φ	S B	新	SB+発錆①	3	297.8	189.6
B2				発錆②	2	276.6	181.3
B3				発錆③	2	242.9	183.6
B4				発錆④	2	235.5	185.8
B5				再	発錆⑤	1	255.9
B5'			1		389.0	181.6	
C1	過大孔 2 6 φ + フィラー	S B	新	SB+発錆①	3	279.9	181.7
C2				発錆②	2	273.1	180.0
C3				発錆③	2	251.9	190.8
C4				発錆④	2	239.6	183.6
C5			再	発錆⑤	1	241.3	183.0
C5'	1	336.0		184.1			

1~3回の繰り返しまでのすべり荷重は、標準孔のAシリーズに対して、過大孔のBシリーズが平均2.0%、フィラー挟込みのCシリーズが平均2.9%低下することを確認した。1~3回の母材の表面粗さ(57.3μm Ry)に比べ、再使用した母材の表面粗さ(50.7μm Ry)は若干小さい値を示したにもかかわらず、側板を4回あるいは5回使用した場合の方が高いすべり荷重を示した。1~3回のすべり荷重は全体的に、A4, A5, B5', C5'のように母材を再使用した試験に比べ低いすべり荷重を示している。これは、図-3に示したように母材にショットブラスト処理を施した部分が摩擦面のみであったため、その他の部分に付着していた油分が摩擦面にも付着したためと考える。

各試験で得られたすべり係数 μ と側板表面粗さの関係を図-6に示す。摩擦接合において確保すべきとされるすべり係数0.45を得るには、母材再使用の試験程度のすべり係数が必要である。

図-6 すべり係数と側板表面粗さの関係<確認試験Ⅰ>

3.2 確認試験Ⅱ

確認試験Ⅰで生じた油の付着などの影響を除去するため、母材試験片を全面S B処理し、改めてすべり耐力試験(確認試験Ⅱ)を行った。この試験で、すべり係数0.45以上を確保することができれば、本治具の再使用が可能となる。さらに、側板(治具鋼板)表面粗さを測定することですべり係数を管理することも確認する。確認試験Ⅱは、母材<表面粗さ(Ra, Ry, Rz)=(8.90, 61.9, 51.5)>の全面にS B処理した以外は、確認試験ⅠのBシリーズと同じ条件下の試験であり、その流れは表-3に示した通りである。

試験結果を図-7に示す。確認試験Ⅰでのすべり係数の低下の原因と考えられる油の付着などを改善したこの試験では、すべり係数 μ は良好な結果となった。本治具の再使用は可能で、再度S B処理せずに最大5回まですべり耐力は十分であることを確認した。

側板の表面粗さRyの平均値を図-8に示す。側板は確認試験Ⅰで使用したものに再S B処理を施し錆発生させたもの<1回目表面粗さ(Ra, Ry, Rz)=(10.15, 71.4, 58.9)>である。確認試験Ⅱでは、再使用の回数が増える度に表面粗さRyの測定値は小さくなっており、Ra, Rzについても同じ傾向であった。最大高さRyでは、5回目試験終了後の発錆において表面粗さが50 μ mRyを若干下回る結果となり、一般的に言われている50 μ mRy以上を満足するのは5回目までである。

図-7 すべり係数と側板表面粗さの関係<確認試験Ⅱ>

図-8 側板表面粗さ<確認試験Ⅱ>

3.3 確認試験Ⅲ

本治具を用いて鉄骨柱建入れ直しを行う手順は次の通りである。

- ①本治具を柱エレクション部に設置した後、高力ボルトの一次締めを行い、建入れ直し用のくさびが打込める状態とする。
- ②くさびを打込み、建入れ直しを行う。
- ③高力ボルトの本締めを行い、建入れ直しを完了する。
- ④柱を本接合後、エレクションピースを切り離し、本治具を次節の建方に転用する。

同一の工期中は、①→②→③→④→①の順で、治具鋼板に再び発錆処理を施さずに転用する。建入れ直し作業②では、治具鋼板とエレクションピースは一次締めの状態ですべるることとなる。また、柱を本接合するまでの本締め状態③では、通常はすべりを発生しないと考えられる。すべりを発生することは建ち精度が狂うことを意味し、再び建入れ直しをする必要があるためである。

確認試験Ⅲは、高力ボルトを一次締めした状態でのすべりが、すべり係数に及ぼす影響を確認するための試験である。

試験は、上下いずれか一方のすべり耐力を確認後、0.5mmのすべりを確認して除荷した。試験後、実際の柱建入れ直しと同様に高力ボルトの本締めを行い、1サイクルを終了する。その後、数週間室内で放置した後、一度解体し、再度一次締めした後、次のすべり耐力試験を行う。これを3回繰り返した後、本締めしてすべり耐力試験を行い、確認試験Ⅰ、Ⅱと比較した。表-6に確認試験Ⅲの流れを示す。

表-6 確認試験Ⅲの流れ

S B処理	→	錆発生	→	一次締め	→	耐力試験①	→	本締め	→
(放置)	→	解体	→	一次締め	→	耐力試験②	→	本締め	→
(放置)	→	解体	→	一次締め	→	耐力試験③	→	本締め	→
						→	耐力試験		

一次締め後に試験を行ったこのシリーズ(一次締め→試験→本締め→放置)では、明瞭な音を伴った急激なすべりは生じず、なだらかな勾配を示した。

試験結果を図-9に示す。すべり係数算出時の各試験における高力ボルトへの導入張力は、確認試験ⅠのBシリーズにおいて計測した一次締め時の導入張力が本締め時の導入張力の33.2%であったため、標準ボルト張力の3分の1<59.5kN(6.07tf)=178.5kN/3>とした。1回目の2試験のすべり係数が極端に低い結果となったが、その他は良好な結果を示した。3回目の試験直後に本締めし、すべり耐力試験した試験の平均すべり係数は0.56(変動係数0.015)であった。このことから現場内での本治具の転用は、3回まではすべり係数0.45を保持できることを確認した。

図-9 すべり係数と側板表面粗さの関係<確認試験Ⅲ>

4. 施工

4.1 室内施工確認試験

実際の施工における本治具の建方施工手順と構造安全性能を確認するために実大柱を用いて室内試験を行った。実施工を想定し鋼管内部にコンクリートを充填したCFT柱(□-550×550×16)を用いることにより重量を増し、エレクションピース位置より上部の重量をおよそ8.0tとした。エレクションピースは柱断面中央に設ける場合(標準コラム柱、図-11(a)参照)と鋼板耐震壁を想定して偏心位置に設ける場合(図-11(b)参照)の2ケースを考慮して、4面2ヶ所計8セット設けた。建ち精度は柱最上部に取り付けた自動鉛直器によって確認した。

標準コラム柱の場合、1節あたりの建入れ直しの所要平均時間は、表-7に示す通りであった。なお、偏心位置に取り付けた場合も同様の時間で建入れ直しが可能なことを確認している。本治具は、1セット10kgと軽量であるため扱い易く、機構も簡易であるため習熟度が高くなれば、1日あたり80ピース程度の施工が可能であると考えられる。

表-7 室内施工試験での施工時間

作業内容	平均時間(分)	備考
1. 地上セット	0.5	柱建起し後に本治具を地上で仮固定
2. 揚重・吊込み	—	所定位置へ吊込み
3. ボルト挿入・仮締め	4.0	ボルト4本×4面、手締め
4. 一次締め・建入れ直し	5.0	くさび打込みによる建入れ直し
5. 本締め	4.0	ピンテール破断

4.2 施工時の構造安全性

建方時、本治具に作用する柱自重(梁ブラケット自重を含む)による圧縮力と強風や地震による水平力が作用した場合について簡易な構造安全性の検討を行った。検討は本治具による建入れ直し完了後から大梁の現場接合までの間、本治具4個のみで片持ち状態で自立している短時間を対象に、外力として地震力と風荷重がそれぞれ作用した場合について行った。

共通の仮定事項は以下の通りである(図-10)。なお、高力ボルト1本あたりに作用するせん断力は小さいことから、以下の検討ではこれを省略している。

- ①本治具はコラム柱各面に1セット、計4セット
- ②柱1節(内柱)は12m(4m×3フロア)
- ③柱梁の接合形式ブラケット(柱心より片側1m4方向)、平面偏心なし
- ④水平力の作用位置は本治具より上方7m
- ⑤本治具に作用する軸力P

$$P = M/L + w/4$$

M: 水平力によるモーメント

L: 本治具の芯間距離

(=柱径+0.155m)

w: 柱自重(梁ブラケット重量を含む)

図-10 算定の仮定

算出した本治具に作用する軸力Pが、本治具の短期許容すべり耐力 P_0 以下であれば安全側と判断できる。

$$P_0 = (1 - \alpha) \cdot m \cdot \mu \cdot N / n = 207 \text{ kN}$$

α : 過大孔やフィラーによる低減率(=0.03)

m: 摩擦面の数(本治具の場合、2)

μ : 必要すべり係数(=0.45)

N: ボルト初期導入張力の和(=標準ボルト張力178.5kN×2)

n: 安全率(本治具の場合、1.5)

4.2.1 地震力の検討

地震力が作用した場合について、本治具1セットの負担する軸力 $P (=M/L + w/4)$ の計算例を表-8に示す。基準震度kが0.1, 0.15, 0.2の3ケースについて計算した。 P/P_0 は仮定した条件中で最も厳しい場合で0.87(=181/207)となった。

表-8 地震力が作用した場合

柱1節 4m×3フロア	ブラケット 4方向 各1m	重量 w ton	L m	k=0.10		k=0.15		k=0.20	
				M kN・m	P kN	M kN・m	P kN	M kN・m	P kN
□-400×400	H-700×250	5.2	0.56	36	77	54	109	72	142
□-500×500	H-750×250	7.2	0.66	49	93	74	130	99	168
□-650×650	H-800×300	8.9	0.81	61	97	91	135	122	173
□-800×800	H-900×300	10.7	0.96	74	103	110	142	147	181

L: 本治具の芯間距離(柱径+0.155m)

4.2.2 風荷重の検討

同様に風荷重が作用した場合について、本治具が負担する軸力 $P (=M/L + w/4)$ の計算例を表-9に示す。重量wと芯間距離Lは表-8に同じである。計算の結果、風荷重を受けた場合に本治具に作用する軸力Pは、 P_0 の2割程度と小さい。

表-9 風荷重が作用した場合

柱1節 4m×3フロア	ブラケット 4方向 各1m	見付面積 合計A m ²	高さ h m	速度圧 q N/mm ²	風荷重 W kN	M kN・m	P kN
□-400×400	H-700×250	8.2	49.0	76.3	1.27	8.9	28.8
□-500×500	H-750×250	9.4	37.0	71.1	1.36	9.5	32.1
□-650×650	H-800×300	11.0	25.0	64.5	1.45	10.2	34.4
□-800×800	H-900×300	12.8	13.0	54.8	1.43	10.0	36.8

速度圧 $q = V^2 h^{0.25} / 34 \times 9.8 \times 10^{-2} < \text{単位: N/mm}^2 >^9)$

最大風速 $V = 10 \text{ m/s}^{10)}$

風荷重 $W = C \cdot q \cdot A$

風力係数 $C = 2.04$ (風上柱による低減考慮なし)

4.2.3 治具鋼板のボルト間座屈耐力の検討

本治具は、図-2に示したようにくさびを設置するために、鉄骨柱に取り付く上下のエレクションピースの間隔を広く取っている。そのためトルシア形高力ボルト間隔も広くなることから、治具鋼板(板厚16mm)の座屈について検討する。ボルト間の座屈荷重は治具鋼板1枚当たり206kNとなる。本治具が0.45のすべり係数で摩擦接合している場合、1セット当たりのすべり耐力(312kN)が座屈荷重412kNよりも小さいため、16mmの治具鋼板の座屈よりも摩擦接合面でのすべりが先行して生じることとなる。

4.3 施工適用範囲

本治具では、図-11に示す鉄骨造、SRC造に適用できると考えている。鉄骨造の場合、耐震壁付きの柱では、(b)のように柱中心線より左側の偏心位置に取り付ける。また重量が大きい場合には、(c)のように本治具の取り付け数を増して対処する。SRC造の場合、(d)～(f)の位置に取り付ける。隅柱でL字型柱となる場合は、(e)の取り付け方にならう。

4.4 施工事例

図-11 本治具の適用

敷地が狭く、鉄骨の搬入も困難な現場において、在来工法で1日あたり25～30ピースの施工として建方計画された工事において、本治具を用いて建方を行った。建方工事は、4×3スパンの純鉄骨造(コラム柱)で1節あたり柱20本、大梁90本、小梁133本の合計243ピースである。

本治具を用いた結果、5日間で建方工事を完了した。施工工数は48.6ピース(=243ピース/5日)であり、計画に対して1.6～2倍の取り付けピース数となった。本治具を実際に用いた施工事例を写真-1に示す。

写真-1 施工事例(標準コラム柱)

5. おわりに

高力ボルト摩擦接合を利用した鉄骨柱建入れ直し治具の開発を行った。各種試験の結果、鉄骨柱建入れ直し治具について以下のことを確認した。

- ①高力ボルト摩擦接合のすべり係数は過大孔およびフィラー挟込により若干低下する。

- ②本治具の再使用は最大5回であり、5回を越える毎にショットブラスト処理する必要がある。
- ③本治具の現場内での転用は3回まで可能である。
- ④表面粗さの測定値が規準の値以上の場合にすべり係数0.45を確保できる。
- ⑤風荷重については毎秒10m以内、地震力については基準震度0.2まで構造的に安全である。
- ⑥室内施工試験では、柱1節につき約13分で建入れ直しを完了した。
- ⑦本治具を用いた場合、在来工法による計画に比較して、1.6～2倍のピース数を取り付けることが可能であることを、実施工より確認した。

参考文献

- 1) 日本建築学会：鉄骨工事技術指針・工事現場施工編，4章7節，pp.228～262，1996
- 2) 永滝周一 ほか4名：カラムビルドシステム(積層型鉄骨建方工法)の開発と適用，施工，pp.27～36，1998.10
- 3) 田中敦夫・脇山広三：過大孔・スロット孔を有する高力ボルト摩擦接合部の力学性状，(その1 実験計画)，日本建築学会大会学術講演梗概集，構造Ⅲ，pp.499～500，1996.9
- 4) 平林一弘 ほか3名：過大孔・スロット孔を有する高力ボルト摩擦接合部の力学性状，(その2 トルシア型高力ボルト接合)，日本建築学会大会学術講演梗概集，構造Ⅲ，pp.501～502，1996.9
- 5) 平井敬二・辻岡静雄：過大孔・スロット孔を有する高力ボルト摩擦接合部の力学性状，(その3 高力六角ボルト摩擦接合)，日本建築学会大会学術講演梗概集，構造Ⅲ，pp.503～504，1996.9
- 6) 越田和憲：高力ボルト摩擦面の表面処理効果，鉄構技術，pp.50～55，1995.1
- 7) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説JASS6鉄骨工事，1991
- 8) 日本建築学会：鉄骨工事技術指針・工事現場施工編，5章1～5節，pp.156～199，1992
- 9) 日本建築学会：鉄骨工事技術指針・工事現場施工編，付11.各種設計用速度圧の比較，pp.503～504，1996
- 10) 日本建築学会：鉄骨工事技術指針・工事現場施工編，2章6節，pp.30～59，1996
- 11) 南 達成 ほか3名：鉄骨建方柱建入れ直し治具の開発(その1 研究の概要)，日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)，2000.9
- 12) 西野和弥 ほか3名：鉄骨建方柱建入れ直し治具の開発(その2 高力ボルト摩擦接合すべり耐力試験)，日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)，2000.9
- 13) 伊澤清治 ほか3名：鉄骨建方柱建入れ直し治具の開発(その3 治具による施工と構造安全性)，日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)，2000.9

謝辞

鉄骨柱建入れ直し治具の開発および試験計画にあたり、福井工業大学 辻岡静雄教授にご指導戴きました。また、開発および確認試験等の実施には、(株)松本工務店 植松哲也氏、倉内正樹氏の多大なる協力を得ました。ここに、厚く御礼申し上げます。

注 本報告は、日本建築学会大会学術講演梗概集(東北)に投稿した参考文献11)～13)を加筆・修正したものである。

[2000年4月19日原稿受理 2000年7月26日採用決定]