

み、ボルト接合する。

工場加工・建方のステップを図-2に示す。工場加工においては、製作工場で柱にショートブラケットを隅肉溶接で取り付け、現場に運搬する。建方においては、まず大梁をウェブスプライスプレートでボルト接合し、次に四つ葉プレートを取り付け、それらをボルト接合することで建方が完了する。

2. 適用プロジェクトの紹介

本工法を適用した2つのプロジェクトを紹介する。ここでは、①「製作効率」②「運搬効率」③「現場施工効率」の3つの観点に着目して、本工法を適用することにより得られる生産性のメリットについて説明する。

(1) エビスタ西宮増築計画

本建物は、長辺方向 120 m、短辺方向 32 m の形状であり、長辺・短辺方向ともにブレースを有するラーメン架構である。本工法を適用した柱梁接合部の箇所を図-3および図-4に示す。なお、本建物では計画段階において全数ノンブラケット溶接接合工法（以

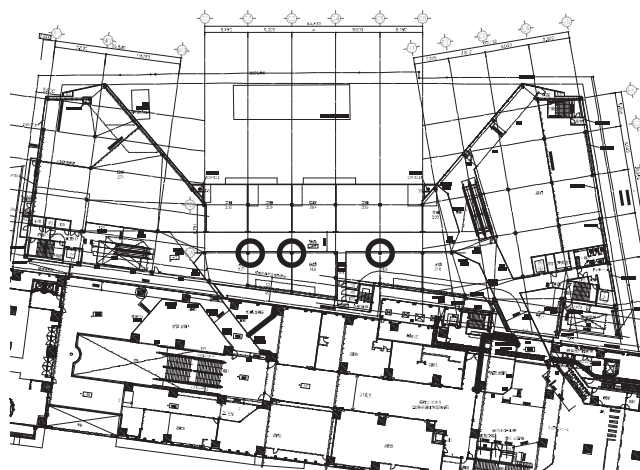


図-3 本工法の適用箇所 (2階床伏図)

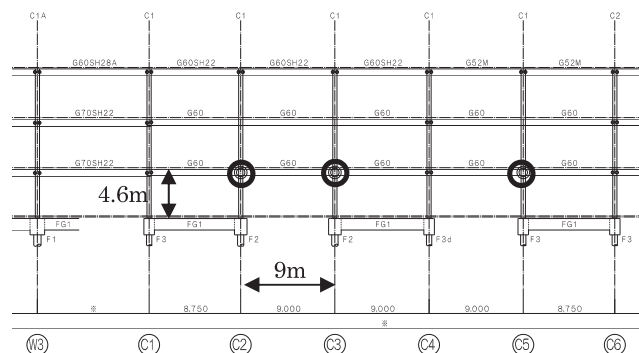


図-4 本工法の適用箇所 (軸組図)



図-5 建物全景 (エビスタ西宮増築計画)

下「ノンブラケット工法」) としており、両者の比較検討を行うことができた。

①製作効率

本プロジェクトではノンブラケット工法に比べて、鋼材加工費を低減させることができ、かつ UT 検査を削減することができた。柱梁接合部 1 か所あたりの比較をした場合、ノンブラケット工法の場合必要な人工が 43.5 人工であるのに対して、本工法は、37.5 人工となり、製作時の溶接工数が約 15% 低減される。

②運搬効率

運搬効率については、一般にダイアフラムからの張出し部の長さによって、トラックに積載可能な鉄骨柱本数が制約されるが、本工法の場合、ショートブラケットのサイズが小さいため、ノンブラケット工法の場合に比べて概ね変わらない。

③現場施工効率

ノンブラケット工法の場合は、梁端の継手を現場溶接とするが、事前に梁を取り付けるために鳶工の作業が必要である。本プロジェクトでは、鳶工の人工と溶接工の人工で柱一台あたり 2.5 人工を要した。一方で、本工法は、現場溶接工人工が不要であり、鳶工の人工だけで施工が可能である。しかし、フランジのボルトジョイントがあるので、ノンブラケット工法に比べて鳶工の人工が多く必要だが、合計では柱一台あたり 2.0 人工と少ない。すなわち、現場施工工数としては、本工法とすることで、約 25% を低減することができる。

なお、本プロジェクトにおいては、柱周りに通常のコラムステージを使用してボルト接合ができた。

(2) 国際くらしの医療館・神戸

本建物は、基本スパンを 9.0 m × 9.0 m とした、長辺方向 36 m、短辺方向 27 m の整形の建物であり、長辺・短辺方向ともにブレースを有するラーメン架構である。代表的な断面は、柱は □-400 × 400 × 16、梁 H-600 × 200 × 11 × 17 である。

図-6, 7 に示すように、2 階～5 階内柱の柱梁接

合部、計 24 か所に四つ葉プレート工法を適用した。なお、本工法を用いない外周柱については、在来ブラケットボルトジョイント工法（以下「在来ブラケット工法」としており、両者の比較検討を行うことができた。

①製作効率

本工法は、在来ブラケット工法と比べて、加工費の低減、UT 検査の削減による省人化およびコスト削減効果が見込まれる。

使用する鋼材量は、在来ブラケット工法に比べてスプライスプレートが大きくなり、9%程度増加した。しかし、製作時の加工工数が在来ブラケット工法と比べて 60%程度低減され、この効果が鋼材比の増加によるデメリットを大きく上回る結果となった。さらに、UT 検査が不要となるため、柱一本あたりのコストとしては、15%のコスト低減効果が確認できた。

鉄骨工場での鉄骨部材製作効率は、生産能力とともにストックヤードの広さにも依存することが多い。在来ブラケット工法による柱部材は、ブラケットが長いために積層させることは困難であるが、本工法によるショートブラケット柱は、積層させてストックさせることができ、ストックヤードを有効に活用することで、鉄骨工場における生産性の向上にも効果があるこ

とが分かった。

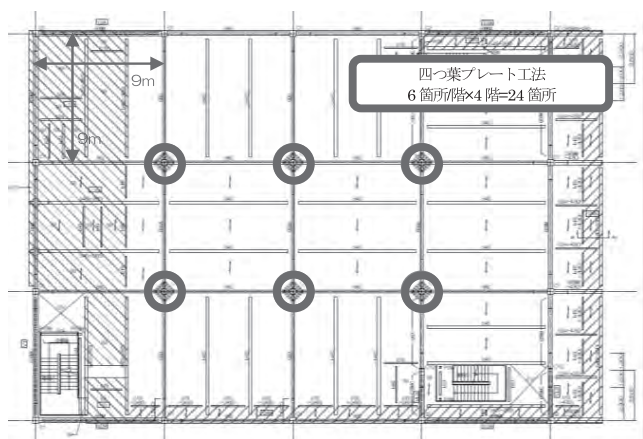
②運搬効率

写真—1、2 に、本工法の柱部材のトラックへの積載状況を示す。運搬効率についても、在来ブラケット工法では 12 回の運搬が必要であるのに対して、本工法では 3 回の運搬のみで中柱の運搬が完了し、建方の工期短縮による生産性向上のみならず、運搬効率向上によるコストの大幅な削減効果が確認できた。

③現場施工効率



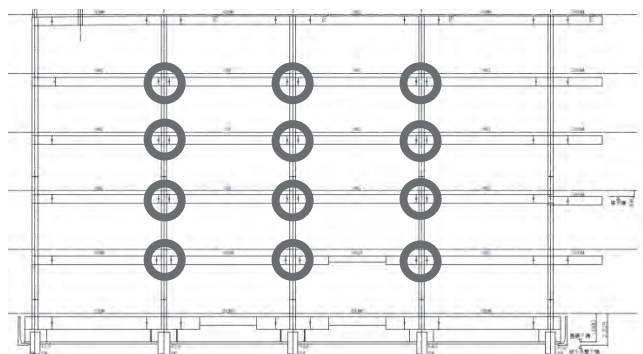
写真—1 在来ブラケット工法 柱部材の積載状況



図—6 本工法の適用箇所（床伏図）



写真—2 本工法 柱部材の積載状況



図—7 本工法の適用箇所（軸組図）

写真—3 に在来ブラケット工法および本工法の鉄骨建方状況を示す。現場施工については、在来ブラケット工法と同等の現場施工工数を達成できており、上述した①「製作効率」②「運搬効率」のメリットのみを享受できるため、在来ブラケット工法に比べると、生産性の向上に十分に効果がある。



写真一3 建方状況
(左：在来ブラケット工法, 右：本工法)



図一8 建物全景 (国際くらしの医療館・神戸)

3. まとめ

本工法を2件のプロジェクトに適用し、以下の知見を得た。

①製作効率

エビスタ西宮増築計画におけるノンブラケット工法との比較では、溶接工数が15%程度低減された。国際くらしの医療館・神戸における在来ブラケット工法との比較では、加工工数が60%程度低減できる結果となった。

②運搬効率

在来ブラケット工法と比較すると、本工法は柱材に取り付けブラケットが短いことにより、大幅な運搬効率の向上を発揮することができる。

③現場施工効率

エビスタ西宮増築計画におけるノンブラケット工法との比較では、現場溶接不要であることにより、工数としては25%程度低減が可能となった。国際くらしの医療館・神戸における在来ブラケット工法との比較では、現場施工効率は概ね同等となった。

4. 改善点と今後の展開

上述にて示した通り、本工法は、製作効率、運搬効率および現場施工効率において、在来工法と比較してメリットが大きいことが分かった。

一方で、今後さらに普及・展開するために解決すべき課題も挙げられる。

本工法は、隣り合うブラケットがスプライスプレートにより接合されるため、取り合う梁成はすべて同一とならなければならない。そのため、適用する建物の荷重条件やスパンによっては、構造計算上必要な断面以上の断面設定を要し、合理的な設計が困難になる場合がある。



写真一4 本工法設置状況
(上：見上げ, 下：見下げ)

また、現状では四面に梁が取り合う内柱への適用に限られており、外周部への適用ができない。

加えて、梁断面が大きいものになる場合、四つ葉プレートも大きくすることが必要となると、施工上のデメリットが生産効率以上に大きくなる可能性もある。

上記のような課題を解決するために、現在さらなる実験的研究を進めており、成果が確認され次第、続報として報告したいと考えている。

5. おわりに

新しい柱梁ボルトジョイント工法である、本工法「四つ葉プレート工法」を2件の実プロジェクトにおいて適用し、主に製作時、運搬時において大きく生産性向上のメリットがあり、現場施工においても在来工法と同等程度の効率となることを確認した。今後、更なる水平展開を図るため、適用範囲の拡大に向けて実験的研究を進めていく予定である。

【建物概要】

建物名称	エビスタ西宮増築計画
建築地	兵庫県西宮市田中町2番1他
設計・施工者	(株)竹中工務店
建築面積	3,465.71 m ²
延床面積	10,247.78 m ²
建物高さ	14.317 m
階数	地上3階、塔屋2階
構造種別	S造
工期	2017年10月～2018年10月(13ヵ月)

【建物概要】

建物名称	国際くらしの医療館・神戸
建築地	兵庫県神戸市中央区港島南町1-3-1
設計・施工者	(株)竹中工務店
建築面積	1,132.30 m ²
延床面積	5,553.93 m ²
建物高さ	26.08 m
階数	地上5階
構造種別	S造
工期	2017年10月～2019年3月(18ヵ月)

《参考文献》

- 1) 「高力ボルト摩擦接合を用いた乾式組立外ダイアフラム柱梁接合部に関する実験的検討（その1～2）」日本建築学会大会学術講演梗概集 pp.737-740,2017
- 2) 「高力ボルト摩擦接合を用いた乾式組立外ダイアフラム柱梁接合部に関する実験的検討（その3～4）」日本建築学会大会学術講演梗概集 pp.1245-1248,2018

【筆者紹介】

熊野 豪人（くまの たけひと）
(株)竹中工務店
大阪本店 設計部 構造部門



奥野 雄一郎（おくの ゆういちろう）
(株)竹中工務店
大阪本店 設計部 構造部門



岩本 卓麻（いわもと たくま）
(株)竹中工務店
大阪本店 設計部 構造部門



内山 元希（うちやま もとき）
(株)竹中工務店
大阪本店 設計部 構造部門

