入門講座

建築鉄骨の施工*

夏 目 光 尋**

Fabrication of Steel Frames*

by Mitsuhiro Natsume**

キーワード：建築鉄骨，ダイヤフラム，エレクトロスラグ溶接，ボックス柱，十字柱

1. はじめに

建築鉄骨の入門講座の第2回として施工について概要を説明する。

建築工事のうちの鉄骨については，総合建設請負業者からファブリーケータとよばれる加工業者がさらに請け負って製作する。

鉄骨の製作は，鋼材を購入し，切断，孔あけ，組立，溶接などの加工をし，建築現場に納入するまでであるが，契約条件によっては，現場での建方における合番作業（建方の段取り），高力ボルト締付作業，現場溶接作業も含めて鉄骨加工業者が請負う。

2. 工作図の作成

鉄骨は図1に示す順序で加工される。加工に入る前に，最も重要な加工情報としての工作図を作成する。構造設計事務所の設計図書をそのまま用いて加工することは一般にはない。設計図書には，建築のエレベータ，空調などの諸設備やカーテンウォールの取付け部分の詳細は示されていないことが多いので，それぞれの業者が決まってから，そこからの資料を得て工作図に書き込むことになる。

また，製作や建方のうで，支障があるときには，設計者（監理者）と協議して，工作図作成時に変更することもある。たとえば，リブなどが狭いところに多く入っているような場合，溶接できるかどうか十分検討する必要がある。大型の鉄骨では部材の大きさや重量が輸送上

問題がないことも工作図作成のさいチェックしなければならない。

近年，標準的な鉄骨については，作図の自動化が進んでいる。ただ構造設計事務所の設計情報との接続はできていない。

3. 原寸作業

工作図は1/20あるいは1/30の縮尺であるので，原寸大に床に書き（図2），納まりなど細部をチェックするとともに，けがき用の定規や型板に加工情報を写し取る。

図1 鉄骨の製作順序

*原稿受付 平成2年9月3日

**正 員 ㈱横浜橋梁製作所 Member, Yokogawa Bridge Works Ltd.

図 2 原寸場

図 3 NC 定規取り機

図 4 大型製図機による型板の作成

この際溶接の収縮量を予測して記入し、また必要に応じて削りしろも見込んでおく。

これらの原寸作業も CAD システムにより床書きせずに行われるようになり、また定規は定規取り機 (図 3) により、型板は大型の製図機 (図 4) で作成できるようになった。

4. 前 加 工

鉄骨の部材となる個々の鋼板や形鋼を切断し、孔あけする加工を前加工とよんでいる。

図 5 ボックス柱のスキンプレートの開先加工

(1) けがき作業

原寸作業で作成した定規・型板を用いて切断・孔あけ・開先形状などの加工情報を鋼材にけがく。けがきには墨つぼ・墨さしや、けがき針が用いられる。

(2) 切断・開先加工

一般にガス切断が用いられているが、プラズマやレーザー切断も普及しはじめている。ボックス柱のスキンプレートのかど溶接およびエレクトロスラグ溶接の開先加工用の自動開先加工機も開発されている (図 5)。TMCP 鋼のガス切断では残留応力に起因する横曲がり変形が生じることもあり、鉄鋼メーカーの改善が望まれる。

(3) 孔あけ

鉄骨には、高力ボルト用の孔、鉄筋用孔 (SRC 造の場合) があり、また梁のウェブには諸設備のためのダクト用の孔がある。

ダクト用の孔はガス切断であけるが、その他はドリルであける。高力ボルト用の孔についてはピッチに高い精度が要求されるので、孔あけ型 (テンプレート) を鋼板に固定して当てもみしてあけるのがよい。こうすることにより継手の互換性が得られる。

5. 後 加 工

前加工を終えた材料を組立、溶接し必要に応じて削りをするのを後加工という。

(1) 組 立

組立は鉄骨の精度を大きく左右する作業である。それぞれに適した組立治具を用いて、部材の長さ方向のずれ、肌すきなどが生じないようにし、また角度にも注意して組立て、仮付溶接をする。

鉄骨の柱については、幹のみ組立・溶接してから、ブラケットを取りつけるのが、一般的である。

鉄骨鉄筋コンクリート造 (SRC 造) の場合、柱貫通タイプと梁貫通タイプがあるが、いずれにも幹、梁の部分

をそれぞれ組立・溶接してから総組立するのが普通である。図6は柱貫通タイプの総組立の状況である。

(2) 溶 接

ボックス柱の中には梁フランジの取付く位置にダイアフラムが必要である。このダイアフラムとスキンプレートとはエレクトロスラグ溶接が適用されている^{1,2)}。

このダイアフラムとの4面の溶接のうち2面はCO₂アーク溶接、あとの2面にエレクトロスラグ溶接を用いる場合がある。前者の場合、まずスキンプレート3枚でコの字形にして、平行する2面をCO₂アーク溶接で溶接し、つぎにスキンプレート1枚を加えてボックスにして、残り2面をエレクトロスラグ溶接で接合する。

4面ともエレクトロスラグ溶接で施工する方法(図7)も普及しはじめている。この場合、図の右上のようにダイアフラムの4隅に突起を設けておく。4面のうち2面を先行溶接し、さらにかど溶接をしてから、ドリルでスキンプレート、先行の溶接金属、それにこの突起を貫通させて、後行溶接をする。突起は先行溶接の漏れ止めのためである。

エレクトロスラグ溶接は消耗ノズル式が多く用いられているが、非消耗ノズルのものもかなり普及している³⁾。図8に、これらの溶接、孔あけなどライン化した装置を示す。

ボックス柱のかど継手は、多電極のサブマージアーク溶接で施工する。仕口部分のかど継手は完全溶け込みになっていることが多いが、3電極ならば板厚60mmまで1パスで施工できる。仕口部と一般部(部分溶け込み)を連続して溶接するが、その変化点での溶接条件変更は多電極のためかなり忙しい。これをスムーズに行える装置も開発されている。

板厚が60mmを越えるときには、完全溶け込み部分はCO₂アーク溶接で下盛りをしておく。

近年、かど継手の仕口部も部分溶け込みでよいとする

図6 SRC造鉄骨の総組立

研究⁴⁾もあり実施例も多くなってきている⁵⁾。

柱・梁の仕口部には、工場でブラケットを取付けて、現場ではブラケットの先端と梁を接合する方法と、現場

図7 ボックス柱の4面エレクトロスラグ溶接方法

図8 ボックス柱の溶接ライン(エレクトロスラグ溶接、かど溶接、孔あけ、溶接始末端除去)

図9 スタッド溶接

で柱に梁を直接接合する方法がある。

工場製作、輸送の上からは後者の方が望ましいが、前者の場合も少なくない。工場でのブラケットの溶接は横向きで CO_2 アーク溶接で行う。この部分に適用するロボットも開発されている。

高層ビルの地下部分の鉄骨はコンクリートと合成させるためにスタッド溶接でずれ止めをつける (図 9)。

梁については、ビルトアップで作る場合と、ロール H 形鋼に加工する場合とがある。後者については、これまでの内法一定のものでは使いにくかったが、1989 年に開発された外法一定のものが、普及しはじめている。

梁をビルトアップで作る場合は、組立前に高力ボルト用の孔やダクト用の孔をあけておくが、専門メカで半製品として生産されているビルトアップの梁やロール H 形鋼の場合は、あとでファブリケータがこれらの加工をする。

(3) 削 り

柱は溶接、ひずみ直しのあと、上下端を削る。溶接の収縮量が予測と多少違ってても、この削りで正確な寸法にすることができる。

6. 検 査

(1) 非破壊試験

鉄骨の溶接は超音波探傷試験により検査される。試験方法は建築学会の基準⁹⁾によっている。

(2) 寸法検査

製作を終えた鉄骨は建築学会の「鉄骨精度検査基準」⁷⁾にもとづいて寸法、ねじれ、曲がり、などを検査する。

7. 輸 送

製作を終えた鉄骨は、トラックで建築現場に運ばれる。小規模の鉄骨では問題がないが、ブラケットなどの突出物があるときや、重量が大きいときには、輸送上の制限を越えないように注意しなければならない。これらは製作前の工作図作成の段階で十分検討しておかなければならない。

8. 現 場 接 合

(1) 柱の接合

鉄骨の現場での接合は高力ボルトと溶接がともに用いられている。図 10 はボックス柱の現場溶接継手を示したものである。エレクションピースでボルトを用いて仮固定し、エレクションピースのついていない 2 面を溶接したのち、エレクションピースをガス切断で除去してあとの 2 面を溶接する。一般に CO_2 アーク溶接で施工される

図 10 ボックス柱の現場溶接継手

図 11 ボックス柱の現場溶接状況

(図 11)。

SRC 造の十字柱の場合、図 12 のように高力ボルトと溶接を使い分けている。一般に柱の十字形ウェブの継手は狭くて高力ボルト (トルシア型) の締め付けができないことが多く同図 (a) のように溶接が用いられ、フランジは高力ボルト接合となっている。このウェブの溶接は、下の柱の上端に細幅の鋼板を工場ですみ肉溶接し、かつ削り仕上げをしておき、これに上の柱の下端 (削り端) を密着させ、すみ肉溶接をする。力は面タッチで伝えられるので、この部分は密着が大切である。

ウェブに高力ボルトが使えるときは同図 (b) のような継手になる。トルシア型でなく JIS 系の高力ボルトにして手締めで施工することにして同図 (b) のようにすることもある。フランジについては板が厚く、高力ボルトにすると、その孔径分を引いた純断面が減少しすぎるときは、同図 (c), (d) のようにフランジを溶接にする。同図 (d)

図 12 SRC 造柱の現場継手の形式

図 13 柱と梁の現場継手の形式

のようにすべて溶接にする場合には建方時の仮固定のためのエクシヨピースが必要になる。

(2) 梁の接合

柱に梁を接合する方法は、図 13 のような 3 種類がある。同図 (a) は柱に直接接合するタイプでウェブは高力ボルト、フランジは溶接である(図 14)。製作の立場から

図 14 柱と梁フランジの現場溶接状況

みて、これはもっとも望ましい形式である。

同図 (b) はブラケットと梁を接合するタイプで、フランジにも高力ボルトが用いられる。同図 (c) も同様に短スパンの場合に用いられている。

また、小規模の鉄骨では、柱・梁のフランジに引張ボルト接合も採用されている⁸⁾。

9. あとがき

近年、好景気が続き、建築面積も年々伸びている。なかでも、S 造(純鉄骨造)、SRC 造の鉄骨建築の伸びがいちぢるしい。1990 年の鉄骨生産量は 1400 万トンに達するといわれているが、10 年前が 600 万トン台であったので、いかに多くなったかがわかる。

これらの大部分は低層建築であるが、高さ 60m を越える超高層ビルも多く、1 棟 2~3 万トンのものも珍しくな

くなっている。このような大型鉄骨には100mm程度の極厚板も用いられる。鋼材は490N/mm²の強度のものが多く用いられるが、この強度レベルで溶接施工性を改善したTMCP鋼も採用されるようになった。また570N/mm²鋼も適用される例もある。

また、降伏比、降伏後の硬化勾配などを制御して、建築構造用としての塑性変形能力を発揮させる、いわゆる高性能鋼が現在、建設省総合技術開発プロジェクトの一環として研究されている⁹⁾。

参 考 文 献

- 1) 寺内・林・田中：ボックス形柱のダイヤフラムの溶接について、横河橋梁技報，No. 2 (1972)，pp97～103。
- 2) 明石・夏目：鉄骨における最近の溶接自動化の傾向，溶接技術，1973-3，pp41～46。
- 3) 玉井・芝田・深沢：非消耗ノズル式エレクトロスラグ溶接鉄骨ボックス柱ダイヤフラム溶接への適用，横河橋梁技報，No14 (1984)，pp41～50。
- 4) 森田ほか：箱形断面柱のかど溶接を部分溶込み溶接とした柱はり接合部の力学的挙動に関する研究，日本建築学会構造系論文報告集，No397，1989，pp48～59。
- 5) 森田：最近の建築鉄骨の製作技術について，平成元年度溶接シンポジウム（学術会議溶接研究連絡委員会主催），1990-2-7，pp51～60。
- 6) 日本建築学会：鋼構造建築溶接部の超音波探傷検査基準・同解説，1989，pp15～17。
- 7) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説，JASS 6，鉄骨工事，付則6，1982，pp53～67。
- 8) 中村：施工，建築技術，1987-10，pp131～145。
- 9) 加藤：建築分野の新たな展開，溶接学会誌，59-1 (1990)，pp53～56。

書 評

書 名：金属とセラミックスの接合

編 者：岩本信也，宗宮重行

出版社：内田老鶴社

価 格：12,360 円

金属とセラミックスの接合はセラミックスの脆性をカバーし、この素材の適用範囲を拡大するための重要な要素技術であるとの認識から、セラミックスに注目が集まって以来、金属とセラミックスの接合に関する研究が精力的に行われた結果、現在ではこの分野での日本の研究は世界でもトップレベルにあるといっても過言ではない。

本書はわが国におけるセラミックスと金属の接合に携わる第一線の研究者によって書かれたセラミックスと金属の接合に関する研究成果の最新情報を編集したものである。内容はセラミックスと金属の接合に関する概論に始まり、ろう付け、固相接合、メタライズ法、セラミックスコーティング及び摩擦圧接など各種接合に関連した基礎現象、接合界面構造、接合機構並びに接合継手性能など広範な領域にわたって書かれている。本書は形式的には論文集の形をとっており、各論文ともそれぞれの著者のオリジナルデータが多数引用されていることが特徴である。同時に内容的には各論文とも他の研究者の研究結果も含めて解説的に書かれており、現在の研究全般の状況が把握できるように配慮されている。また、各テーマは個々に完結的に書かれているため読者は必要箇所を読むことにより必要な情報を迅速に得ることができる点も本書の特徴の一つといえよう。本書を通読することにより、わが国のセラミックス—金属の接合に関する研究の現状を概観することができることから、これからこの分野に携わろうとする人はいうに及ばず現在既にこれに係わっている研究者、技術者にも座佑におかれる書としてお勧めする。

(西本和俊)