

# 鋼構造創成期における工場建築等の設計と建設

## Design and Construction of Factory Architecture in the Dawn of Domestic Steel Structures

開田 一博\*  
Kazuhiro HIRAKIDA

### 抄 録

1901年に操業を開始した官営八幡製鐵所の工場建築は、ドイツ企業設計によるわが国初の本格的鋼構造建築であった。その後1909年には自前の鋼材を使い、設計から施工まで全て自分達で行った国産第1号の鋼構造工場建築が誕生するが、その設計者は大学卒業間もない機械技術者であった。以後、設計技術の発展に伴って、1916年には国内の外部から建築技術者達が招聘され、彼らにより、多くの工場建築が設計された。しかし工場建築の建設が一段落したのを契機に、彼らは退職し、1930年代になると工場設計は土木技術者の担当となり、1940年頃から再び建築技術者の手に戻り、今日に至っている。ここではその経緯と各時点での工場建築の概要について述べた。

### Abstract

The factory buildings of Yawata Steel Works, which commenced operation in 1901, were the first full-scale steel architecture by German designers. The first domestic steel architecture designed and built by Japanese engineers originated in 1909, when self-produced steel came into use. The designer of this building was a mechanical engineer who was at that time a young graduate from university. By 1916, with the advance of design techniques and technology, architectural engineers from both Japan and overseas were invited to design factory architecture. As factory construction settled in the 1930s, the visiting architectural engineers retired, leaving the civil engineers to work on factory building design. Architectural engineers were once again responsible for architectural design, like it is today, around 1940. This paper describes the history and architectural details of each era.

## 1. はじめに

1901年に操業を開始した官営八幡製鐵所(以下八幡と略す)の建設は国家的大事業であったが、その工場建築は当時としてはわが国において初めての大規模な鋼構造建築であった。

それ以前の建築では、小屋組みに鋳鉄や錬鉄を使ったものが幕末に見られるが、鋼を使ったいわゆる鋼構造建築の出現は、1856年のイギリスにおけるベッセマー転炉法発明による鋼の大量生産開始以降、しばらく待たざるを得なかった。即ち1894年竣工の秀英社の建物がわが国での最初の鋼構造建築とされている<sup>1)</sup>。

しかし、大規模鋼構造建築という点では八幡操業開始時の工場建築が最初であり<sup>2)</sup>、それは即ち、わが国の鋼構造建築が実質的にはここから始まったことを示している。とは言えその工場建築の完成に至るまでには、当時のわが国

の技術状況から、設計、鋼材確保、加工、組立てといったすべてを外国に依存せざるを得なかった。

ここでは現存する修繕工場等を例にとり、当時の建設状況を明確にするとともに、以降、昭和初期までの八幡における鋼構造工場建築等の概要に触れながら、設計、建設の推移を述べ、わが国における鋼構造建築技術の発展過程の一端について言及する。

## 2. 建設組織

建設時の八幡の組織は長官、技監(技師長)の下に、建設担当の工務部があり、部長は技監(大島道太郎)が兼任であった。工務部の下に土木課(大日方晴晞)、建築課(神谷邦淑)、機械課(安永義章)、検査課があり、その中で工場建築については現在と違って、機械課第一据付掛が担当していたことが注目される<sup>3)</sup>。これは工場建築が機械設備の一部として扱われていたことによると考えられる。一方、

\* (公社)福岡県建築士会 副会長 工博 福岡県福岡市博多区博多駅東 3-14-18 〒812-0013

土木課は浚渫、埋め立て、港湾、鉄道線路等を、建築課は事務所、官舎等の各設計、建設を担当していた。

ドイツ人技術者の指導の下、上記のような組織で工場建築の建設が進められたことから、以降、しばらくは、八幡における工場建築の設計と施工は機械技術者の担当であった。

### 3. 八幡操業開始時の工場建築等

#### 3.1 修繕工場

1900年竣工の修繕工場（写真1<sup>4)</sup>～3）は、八幡操業開始時の工場建築の中で唯一、ほぼ完全な形で当初の位置に現存し、以下に述べる旧鍛冶工場、旧本事務所、遠賀川水源地ポンプ室とともに、2015年にユネスコ世界遺産に登録された貴重なものであり、現在も八幡製鉄所の設備として活用されている。

当該工場は主棟とその両サイドに下家を持つ形状で、主棟はスパン15m、軒高11.5m、桁行きは当時50mであったが（図1<sup>5)</sup>～3<sup>5)</sup>）その後、3度にわたって増築され、現在

は140mとなっている。

#### 3.1.1 設計者

設計から鋼材加工、組立てまで一式、ドイツのグーテホフヌクスヒュッテ社（以下G・H・Hと略す）に依頼したとされており、現存する図面サインからも同社の設計であることが確認できる。また、当該工場部材の溝形鋼に、“GUTEHOFFNUNGSHÜTTE NO 30”というロールマークが見られることから、鋼材とともに加工、組立ても同社であったことが頷ける。

#### 3.1.2 構造形式

小屋組みの形状は八幡操業開始時の工場建築すべてが丸屋根のキングポストトラスである。丸屋根のデザイン根拠は不明であるが、当時のG・H・H社史にも丸屋根の工場建築が紹介されており、一つのパターンであったことは想定できる。しかし丸屋根の部材は加工、運搬、建て方の面



写真1 修繕工場（右から2番目）1900年5月撮影写真<sup>4)</sup>  
Repair Shop in May 1900 (second building from right)

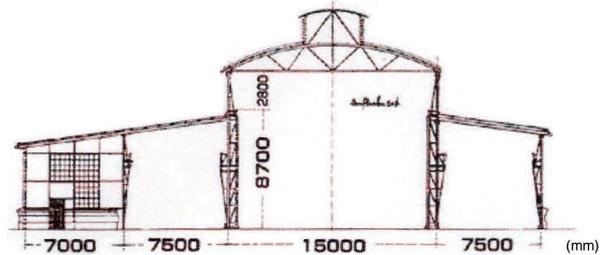


図1 修繕工場断面図<sup>5)</sup>  
Section drawing of Repair Shop



写真2 現在の修繕工場  
Present Repair Shop

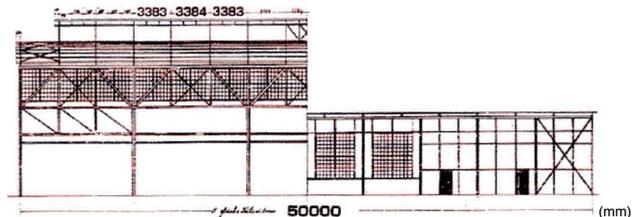


図2 修繕工場側面架構図<sup>5)</sup>  
Framing elevation drawing of Repair Shop



写真3 現在の修繕工場内部  
Interior of Repair Shop

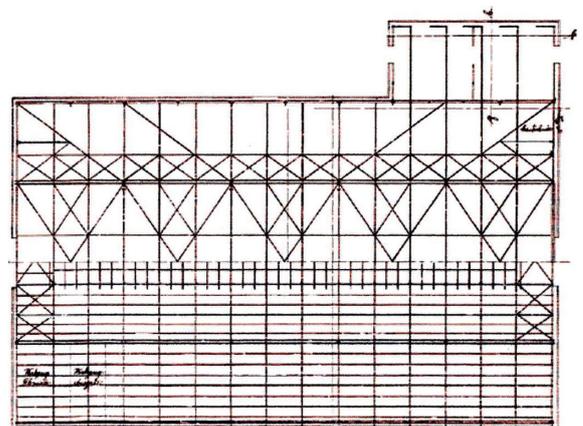


図3 修繕工場小屋伏図<sup>5)</sup>  
Roofing framing plan of Repair Shop

から煩雑であり、その後の八幡製鉄所の工場建築には見られない。

構造計算書が見当たらないので荷重条件等の詳細は不明であるが、合掌尻と柱とはピン接合とし、小屋面には非常に大きな部材（溝形鋼 250×90）の水平ブレースをクロスに配置して、小屋組みの剛性を高めているところが特徴的である（図3<sup>5)</sup>、写真3）。このことから、その構造計算モデルは屋根面を剛体として扱い、柱とはピン接合と設定したことが想定される。

### 3.1.3 仕様

現存する古文書の中の予算書に“煉瓦壁、柱ハ鉄、屋根ハ生子ニシテ坪八拾円ノ見積リナリ”と記述されている通り<sup>6)</sup>、壁は赤煉瓦、屋根は波鉄板である（尚、生子とは波鉄板の事と考えられる）。その他、図面に幅 60mm×高さ 50mm の矩形断面のクレーンレールが記されているのが珍しい。現在では上記屋根材もクレーンレールも既に取り替えられており、当初のものを見ることは出来ない。

### 3.1.4 鋼材

ドイツ鋼材のサイズは設計図面と同様にメートル単位であり（先述のロールマークの中の“NO 30”は 30cm のサイズを示している）、主要部材は溝形鋼、山形鋼、I 形鋼、厚板等である。注目すべきことは、振れ止めのために母屋間を丸鋼で繋ぎ、その丸鋼の先端を止めるために軒先端部に帽子状の形鋼（ハット形鋼と称す）が母屋と平行して使用されていることである（写真4<sup>7)</sup>）。このような事例は操業開始時の G・H・H 設計の工場建築以外では見られない。鋼材の性能については、現地でのサンプル採取による成分分析（表1<sup>8)</sup>）と強度試験結果から引張強度は 362.8～382.5 N/mm<sup>2</sup> と判明し、普通鋼としては一定の品質を保っていたことが確認されている。



写真4 ハット形鋼<sup>7)</sup>  
Hat-section steel

表1 鋼材分析結果（溝形鋼）<sup>8)</sup>  
Compositions of steel (channel section)

(%)							
C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr
0.04	0.01	0.133	0.025	0.025	0.04	0.03	0.01

### 3.1.5 基礎

基礎は独立基礎で、現存する図面から判断して、長さ2間杭と3間杭の松杭を混在させて、1基につき30～70本単位で打設されている。基礎の材料はベースにコンクリートが使用され、その上部は赤煉瓦積みである。その煉瓦部分の中にアンカーボルトが埋め込まれている<sup>7)</sup>。さらに基礎と基礎との間は煉瓦積みによるアーチで連結され、上部煉瓦壁を支える構造となっている（図4<sup>5)</sup>）。これは当時、地盤が低い位置にあったため、あらかじめ地上に基礎を築造して建物建設を行い、その後に盛土を行って新しい地盤を形成したためである。この構造形式は隣接する、同時期にわが国で設計された、後述の赤煉瓦造の旧本事務所の基礎（図5<sup>5)</sup>）と同一である。

また、G・H・H から出されている基礎図面は配置図と概略の独立基礎形状及びアンカーボルトプランのみで、詳細形状及び寸法記入図面やアーチの図面は日本語で書かれ、寸法も尺単位となっている。これらのことから前記旧本事務所の基礎の件とも併せて、基礎の実施設計はわが国で行われたものと推定される。

### 3.2 旧鍛冶工場

1900年竣工で、スパン 15m、軒高 11.5m、桁行きは当時 25mであったが1909年に30m増築され、55mとなり、1917年頃に構内の別の場所に移築され、現在は八幡製鉄所資料

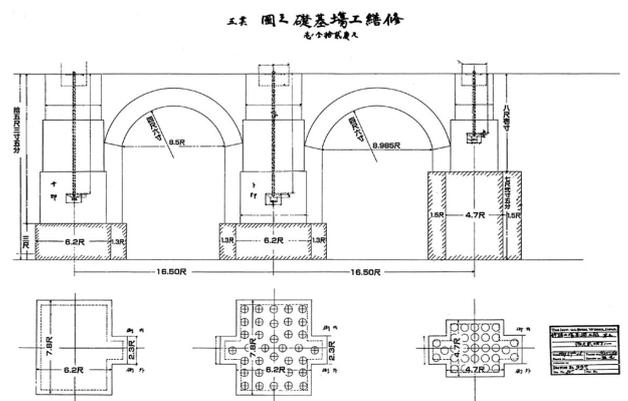


図4 修繕工場基礎図<sup>5)</sup>  
Foundation drawing of Repair Shop

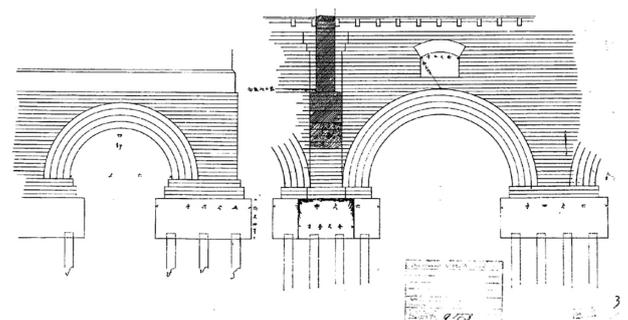


図5 旧本事務所基礎図<sup>5)</sup>  
Foundation drawing of former Main Office

室として活用されている。設計者、構造形式、仕様、鋼材については修繕工場と同様である（図6<sup>5)</sup>、写真5）。尚、現存するG・H・H設計図面のタイトルにはHammerschmiede für das Kaiserliche Stahlwerk Japanとあり、この文面から当時の国家的プロジェクトの香りが感じられる。

### 3.3 旧本事務所

1899年12月竣工とされる、操業開始時の本事務所で、規模は妻側15.57m×桁行き32.7m×軒高10.4m×2階建て、延面積1023m<sup>2</sup>の赤煉瓦組積造の建物である（図7<sup>5)</sup>、8<sup>5)</sup>、写真6）。

#### 3.3.1 設計者

結論としては不明であるが、1897年（明治30年）3月19日付け文書に“今般製鉄所新宮相成候ニ付テハ建築事業上ニ関シ高議ヲ要スル義有之候条左記ノ者へ囑託下命相成候様・・・縦五位工學博士 山口半六 製鐵所建築工事取調ヲ囑託ス”また同年12月付け文書には“實地に就キ測定計劃シ各建造物ノ設計製図ニ従事”という記述が見られる<sup>9)</sup>。このことから明治期の建築家山口半六と何らかの関わりがあったことは考えられる。尤も彼は1900年に死去しており、晩年の仕事であったことになる。

#### 3.3.2 構造形式

赤煉瓦組積造（2枚半イギリス積）で、基礎は赤煉瓦造アーチ+松杭（図5）、小屋組みは木造クイーンポストラスである。

#### 3.3.3 仕様

屋根は日本瓦葺き、天井、内壁は木摺下地漆喰塗り、床は木板貼りである。

#### 3.3.4 建物の特徴

建物は左右対称で、中央にドームを持ち、1階窓は上部は半円形、2階窓は方形と変化をつけ、窓に面する“まぐさ”には白い花崗岩を帯状に配している。内部は漆喰仕上げで

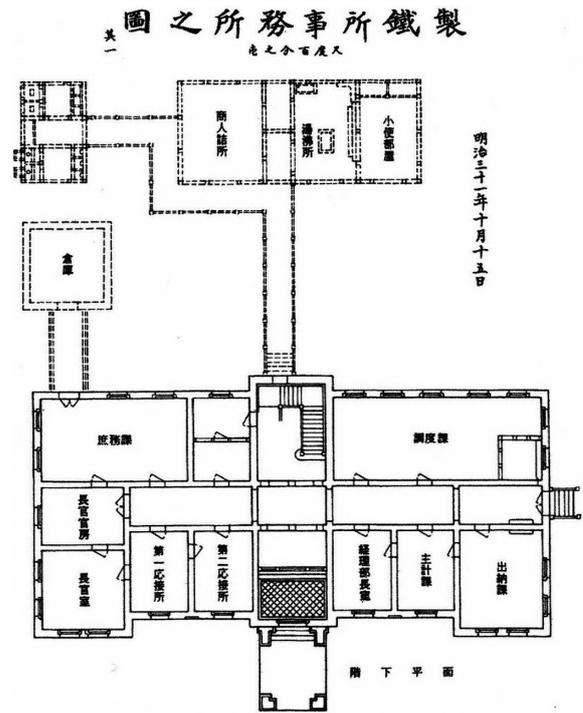


図7 旧本事務所1階平面図<sup>5)</sup>  
First floor plan of First Head Office

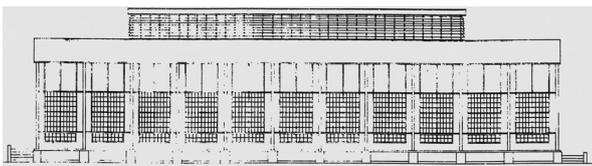


図6 鍛冶工場立面図<sup>5)</sup>  
Elevation drawing of Former Forge Shop



写真5 旧鍛冶工場  
Former Forge Shop

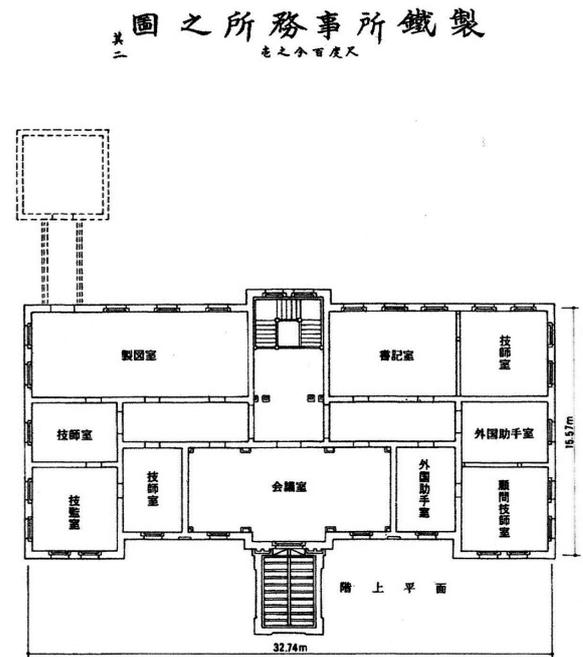


図8 旧本事務所2階平面図<sup>5)</sup>  
Second floor plan of First Head Office



写真6 旧本事務所  
First Head Office

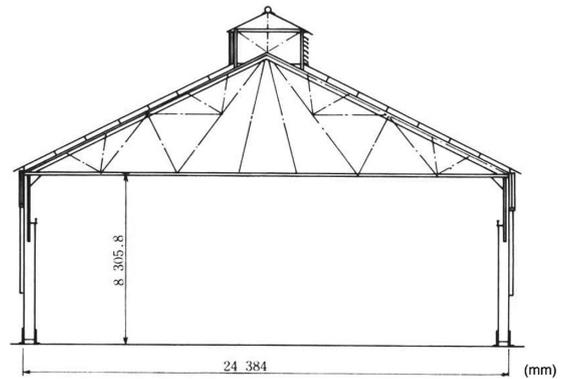


図9 厚板工場<sup>5)</sup>  
Drawing of Plate Mill figure



写真7 旧本事務所天井装飾部  
Ceiling garnish in First Head Office

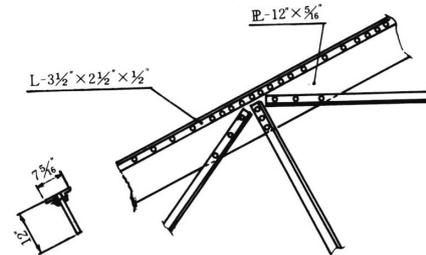


図10 厚板上弦トラス<sup>5)</sup>  
Details of upper chord member for truss in Plate Mill

あるが、2階中央会議室天井には漆喰による装飾が施され、シンプルな中にも一部、華やかさを見せている(写真7)。全体感としては、長官室を備える割には比較的質素で、小ぶりの印象を受ける一方、品格も感じさせる建築である。

#### 4. 1904年～1906年(操業開始後)工場建築

1904年2月にはドイツ人技術者が全て帰国したため、以降の工場建築の施工は日本人だけで行う必要があった。このため工場建設の施工担当部門として、1904年2月に工務部の中に機械技術者を中心とした工作科(小野正作)が第一据付掛から格上げされて設けられ、建設推進体制が強化された。工作科での工場建築の建設に関する業務は、やり方(芯出し)、基礎築造、鉄骨加工、建て方、屋根葺き、腰煉瓦積みなど施工全般に及び、鳶、板金工などの専門職人も組織に取り込んでいたとされている<sup>10)</sup>。

このような中で1904年から1906年までに八幡で建設された工場建築は、アメリカとイギリスの各企業の設計による2例があり、依然として外国企業の設計であった。

##### 4.1 厚板工場

その一つは1905年に操業を開始した厚板工場で、規模はスパン24.4m×桁行き19.5m×軒高8.3m、屋根、壁材は波鉄板仕様の三角屋根形状建物であったが、現存しない(図9<sup>5)</sup>)。

##### 4.1.1 設計

設計はアメリカのモルガン社で、図面には鋼材継ぎ手の位置、納まり等、かなり詳細に記述されている。鋼材はロールマークから、アメリカのカーネギー社の製品であると確認されている。

##### 4.1.2 構造形式

小屋組みはフィンクトラスで、トラス下弦材の中央の部材が長くなるためトラス頂部から2本の斜材を設けて対応している。小屋組み端部にはステイを入れて合掌尻の剛性を上げているところが他の工場建築と違うところである(図9)。また、この建物の特徴は小屋組みの上弦材にある。それは上弦材を2つの山形鋼(2L-3.5in×2.5in×0.5in)と鋼板(厚み5/8in×幅12in)でT形の部材を作り、それに直接、斜材をリベットで接合した、後のT形鋼の前例が見られることである(図10<sup>5)</sup>)。これによって、G・H・H設計例で見られた部材間を接合するための鋼板(ガセットプレート)が不要となり、鋼材重量はやや増加するが、加工手間は省略できる利点があり、鋼材重量よりも人件費を少なくすることにウェイトを置いた設計意図を感じ取ることができる。

##### 4.2 外輪工場

もう一つは1906年に操業を開始した外輪工場があり、規模は1棟がスパン17m、桁行き9.6m、軒高12mの2連棟で、屋根、壁材は波鉄板仕様の、現存する三角屋根形状

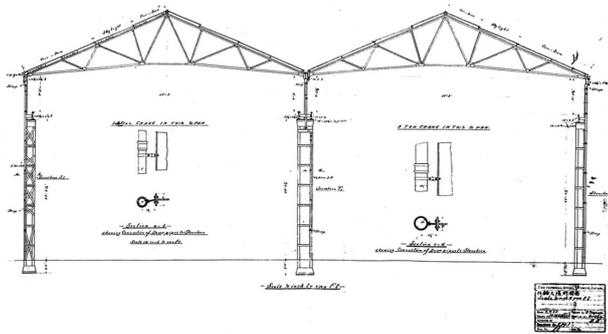


図 11 外輪工場<sup>5)</sup>  
Drawing of Wheel Shop

建物である (図 11<sup>5)</sup>)。

#### 4.2.1 設計

設計はイギリスのジャクソン社で、鋼材メーカーは不明であるが、鋼材にはPII-34といったロールマークがあり34は34cmに対応したセンチメートル単位となっている。この建物の寸法はインチサイズを用いているのに対し、鋼材はセンチメートル単位のものを採用していることから、設計はイギリス企業によるが、鋼材は他国から購入したもののと思われる。

#### 4.2.2 構造形式

小屋組みはフィンクトラスであるが、構造上、特に目に付くことは、小屋トラス面と柱位置が一致していないことである。即ち、上部柱頭間を桁で繋ぎ、その桁上に小屋トラス端部が架かっている。その小屋トラスの下弦材には引張り材としてフラットバーが使用されているが、特に面外の剛性が極端に弱く、建て方時にはトラス頂上部を吊り上げるため、下弦材は圧縮側となって変形を起こし、困難を極めたという話も伝わっている。さらに現在は作業時の振動などに対する剛性不足対応のためか、軒から補強用の大きな丸鋼のステイが設置されている。

この2つの建物の共通点として、建物図面が圧延機などの機械設備一式図面の中の一つとして納入されていることである。これは当時、工場建築がプラント設備の一部として扱われていたことを裏付けている。

### 5. 日本人技術者が手がけた工場建築

#### 5.1 ロール旋削工場

ドイツ人技術者の帰国後、国内の技術者は順次、補充され、工作科にも優秀な人材が集まり始めた。そのような中で、日本人技術者が設計、鋼材調達、加工及び施工全てを最初に手がけた鋼構造建築の工場が1909年に竣工した。それがロール旋削工場である (写真8<sup>11)</sup>)。

建築規模は妻側スパン20m、桁行き10m×11スパン＝110m、軒高12m、クレーン天端9m、屋根、壁仕上材は波鉄板で、延べ2200m<sup>2</sup>の建築であったが、既に解体されて

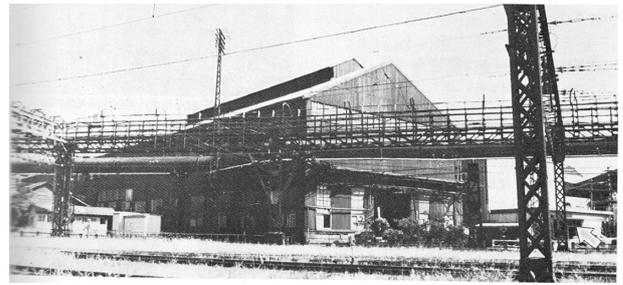


写真 8 ロール旋削工場<sup>11)</sup>  
Roll-Turning Shop

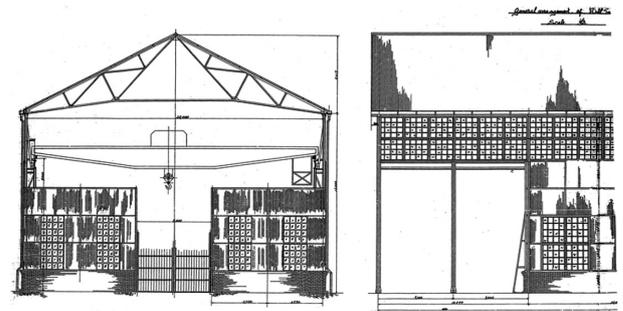


図 12 ロール旋削工場<sup>5)</sup>  
Drawing of Roll-Turning Shop

現存しない (図 12<sup>5)</sup>)。

#### 5.1.1 設計者及びその背景

設計者は景山齊である。彼は1906年京都帝国大学理工科大学機械工学科を卒業し、関西鉄道(株)を経て、1907年に八幡製鐵所工務部工作科の工場主任及び設計主任として勤務した。1908年の製鐵所内工具数が7602人の内、工作科における工具は約1000人であったことから<sup>12)</sup>工場建設体制の充実度を窺うことが出来る。景山齊の回顧録に“所内の技術上司には、多少の危惧もあったらしいが、私も学校で建築構造の講義も聴いたので、それらを参考に強度計算も頗る入念にやって設計を完了し、新築したのである”、“内外の書物や雑誌を求めて勉強した”、“出張の序には京都帝国大学理工科大学を訪ね、教を乞うた”という記述がある<sup>13)</sup>。八幡製鐵所工務部工作科に勤務して僅か2年足らずで、しかも機械技術者が国産第一号の鉄骨構造工場建築の設計を手がけ、完成させたことは、当時の教育レベルも考えあわせて非常に興味深い事実である。

この背景には当時、京都帝国大学理工科大学土木工学科教授であった日比忠彦が、ドイツ、フランス留学後、1905年から建築雑誌に鋼構造の本格的な設計手法を連載していたことも影響していると推測される。

#### 5.1.2 構造形式

構造計算書は残されていないため、荷重条件等は不明であるが、構造モデルは上部柱と合掌尻の接合部をピンと仮定したG・H・H設計による修繕工場建物と同じである。小

屋組みはフィンクトラスで、イギリス、ジャクソン社設計の外輪工場及び日比忠彦により建築雑誌に掲載されたモデルとも類似している(図13<sup>14)</sup>)。柱形状は、クレーンランウェイガーダーを受ける下部柱は、主材に4つの溝形鋼を使用し、斜材を同じ向きに配置する等からG・H・H設計の修繕工場建物と類似している(図14<sup>5)</sup>)。これらの事実から、既存の工場建築及び建築雑誌のモデルを参考にしたのではないかと考えられる。

### 5.1.3 使用鋼材

合掌材には等辺及び不等辺山形鋼、母屋にはZ形鋼、上部柱には溝形鋼と不等辺山形鋼、下部柱には溝形鋼と斜材に等辺山形鋼材、水平材に溝形鋼を使用し、胴縁にはT形鋼、Z形鋼、等辺山形鋼を各採用している。一方、クレーンランウェイガーダーは上下4つの不等辺山形鋼をフランジ材に、鋼板をウェブ材にした組立梁で構成されている。これらの鋼材は当然ながら当時の製品カタログ<sup>15)</sup>に掲載されているものであるが、1909年にもなると、八幡での鋼材生産量及び品種も向上して、部材選択に余裕が生じていた

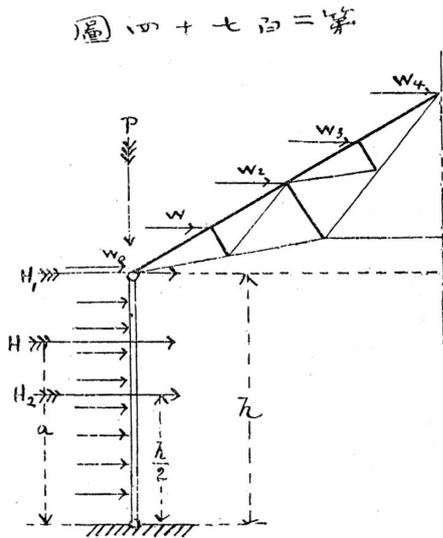


図13 建築雑誌掲載フィンクトラス<sup>14)</sup>  
Drawing of fink-truss in an architectural magazine figure

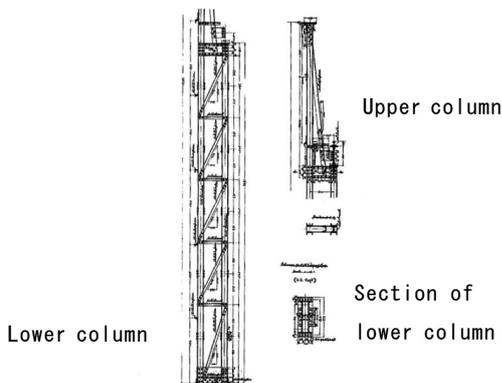


図14 ロール旋削工場柱詳細図<sup>5)</sup>  
Detail of column in Roll-Turning Shop

ことが考えられる。また“強度は軟鋼(リベット材、建築材、橋梁材)で37.8~42.5kg/mm<sup>2</sup>(370.69~416.78N/mm<sup>2</sup>)”と同製品カタログに示されており、少し以前の普通鋼とあまり大差ない鋼材が生産されていたことがわかる。

尚、八幡の鋼材サイズは同製品カタログに“製品ノ形状及寸法ハ英国ノ定規ニ従ヒ吋ト呎トヲ用フルモ重量ハ呎ヲ用フ”という記述があるように、インチサイズであったので、図面寸法はミリメートルであるが、鋼材はインチサイズで記述されている。

### 5.2 遠賀川水源地ポンプ室

前記ロール旋削工場以外に、鋼構造ではないが、同時期に、日本人技術者の設計による工場建築が出現した。それは1909年竣工の遠賀川水源地ポンプ室であり、これも先述した通り、2015年にユネスコ世界遺産に登録された(写真9, 10)。

建築規模は壁面寸法で、妻側2棟分合計スパン22.13m(72.59ft)、桁行き37.87m(124.23ft)、軒高7.35m(24.115ft)、屋根仕上材は波鉄板で、赤煉瓦造(一部鋳滓煉瓦)、小屋組みは鉄骨フィンクトラスの2連棟建築であり、現在も遠賀川水源地ポンプ室として活用されている(図15<sup>5)</sup>)。尚、1棟の妻側スパンは壁内法寸法で8.53m(28ft)、もう1棟は12.19m(40ft)と図面に記されている。



写真9 遠賀川水源地ポンプ室  
Onga River Pumping Station



写真10 ポンプ室内部  
Interior of Pumping Station

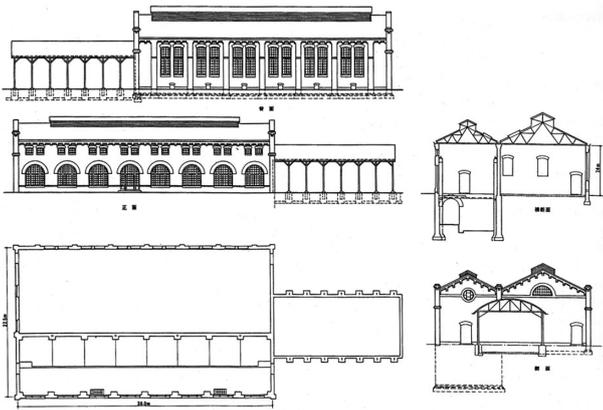


図 15 遠賀川水源地ポンプ室<sup>5)</sup>  
Drawing of Onga River Pumping Station

### 5.2.1 設計者

設計図の Drawn by の欄に舟橋、日付けが SEP.16th.08 とあること、八幡製鐵所資料室所蔵“判任官以下辞令明治41年”に“船橋喜一 本所建築工事ヲ囑託シ・・・明治41年10月31日”とあることから設計者は船橋喜一と考えられる。尚、船橋喜一の経歴は1896年農商務省勤務後、1897年製鐵所雇として操業開始時の八幡建設に関与し、その後、独自でアメリカへ留学。現地での設計に従事したのち、1908年2月に帰国後、1909年に設計事務所開設となっている。ということは彼は帰国後、すぐに当該工場の設計を委託されたことになり、その理由は不明であるが、操業開始時の八幡建設の関わりが影響していることは当然、推測される。

創設当時の八幡における建築関係者は事務所や官舎の設計、建設が主な担当範囲であったことから、彼が旧日本事務所の設計、建設に何らかの形でかかわったことは十分に想定される。ということはこの建物が赤煉瓦造であることから、見方によっては旧日本事務所の延長線上にある建物とも考えられる。

### 5.2.2 構造形式

赤煉瓦組積造（一部鉍滓煉瓦）で、小屋組みは煉瓦壁の上に鉄骨のフィンクトラスが架かっている。

### 5.2.3 建物の特徴

建物外部は赤煉瓦を主体に壁のコーナーや腰、丸窓周りには御影石の代用としたのか、白い鉍滓煉瓦が使用され、内部はアーチなどを用いた教会風で、工場建築の割には高い意匠性が感じられる。また、船橋喜一がアメリカで習得した技術の顕示のためか、図面寸法はインチサイズとなっている。鉄骨による小屋トラスはオーソドックスなフィンクトラスであり、ここにも当時、アメリカで採用されていた技術の一端を窺うことができる（写真10）。

## 6. 1916年～1920年（大正初期）工場建築

わが国の鋼材需要に対応して、1906年から始まる八幡の第2期拡張計画の主要工場は第2製鋼、第3分塊、第2中形、第3小形、第2厚板等各工場であった。ここでの特徴は第2製鋼工場とそれに付随する各工場の設計をG・H・H社に再度依頼していることである。この時期には先述の通り、既に1909年に八幡において自前で設計した工場を竣工させている実績があるが、いまだに外国への依存を継続している理由は、一つに製鋼工場という大規模な工場であり、それに対応するまでの技術レベルとしてはまだ信用されていなかったこと、またもう一つには中心人物である景山齊がこの時期には建設全体を統括する立場にあり、単なる一設計を担当する状況になかったこと、と同時に他に代替の利く適当な人物がいなかったこと等が考えられる。しかし外国への設計依存はこれが最後となっている。

一方、これらの生産工場とは少し性格を異にするが、工作科の組織下にあった堂山製缶工場が1917年に増築され、その設計は景山齊以外の機械技術者の片岡隆が担当していることが注目される。

以下、第2製鋼工場、第2厚板工場を例にとり、設計上の特徴を述べる。

### 6.1 第2製鋼工場

建築規模は妻側中央スパン19.55m、軒高18.646m、クレーン天端約13m、屋根、壁仕上材は波鉄板の大規模な工場であったが、解体されて現存しない（図16<sup>5)</sup>）。

#### 6.1.1 設計

操業開始時と同じG・H・Hの設計であるが、操業開始時の建築である第1製鋼工場（図17<sup>5)</sup>）と比較してみると、屋根が丸形状から直線形状になっていることが判る。

#### 6.1.2 構造形式

構造はキングポストラスを基本として、従来と特に変化は見られない。この工場のディテールはわが国でも昭和30年代初期頃まで教科書として使用されたことのあるドイツ人（プライヒ）著書の専門書に書かれているものと酷似し

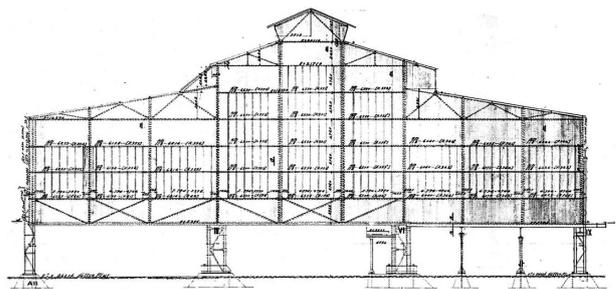


図 16 第2製鋼工場<sup>5)</sup>  
Drawing of No. 2 Steel-Making Plant

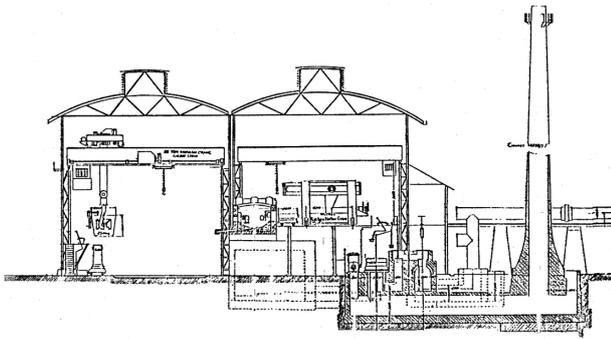


図 17 第1製鋼工場<sup>5)</sup>  
Drawing of No. 1 Steel-Making Plant

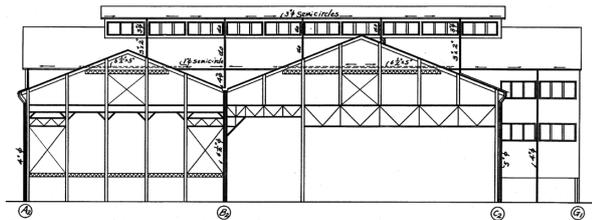


図 18 第2厚板工場<sup>5)</sup>  
Drawing of No. 2 Plate Mill

ている。従来同様、設計寸法はミリメートル単位であり、それとリンクしてドイツのセンチサイズの鋼材が使用されている。八幡の鋼材が採用されなかったのは、自社の鋼材使用を前提としたことや八幡の鋼材がインチサイズであったことも一因かと推測する。この工場竣工時期の1916年になると軒高約20mに見られるように構造体は大形化して、リベットの本数も多くなっている。同時に、リベットの施工精度は向上し、2製鋼工場はまさにリベット構造の芸術品的様相を呈していたが、今は解体されて現存しない。

## 6.2 第2厚板工場

建築規模は妻側スパン17.5m、クレーン天端8.4m、屋根、壁仕上材は波鉄板であった(図18<sup>5)</sup>)。

### 6.2.1 設計

従来はプラント一式購入という立場から外国に設計を依頼するケースが大半であったが、第2厚板工場は1920年に建物設計のみを国内の横河工務所に依頼している。このことから当時の八幡の人材不足状況や国内技術力の向上を窺うことが出来る。尚、この建物の寸法には全てインチサイズが採用されている。

### 6.2.2 構造形式

図面から見ると、合掌から頬杖を下ろし、それを大きなトラス梁で受けるといった特徴のある構造形式を採用している。一方、小屋組み上弦材の丈を大きくとり、ガセットプレートを省略している。これはアメリカのモルガン社設計による1905年操業開始の厚板工場と酷似している(図

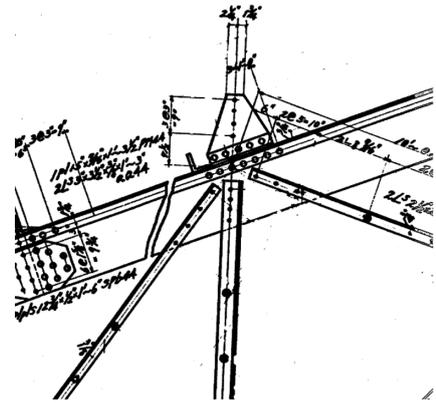


図 19 第2厚板工場上弦材詳細図<sup>4)</sup>  
Details of upper chord member for truss in No. 2 Plate Mill

19<sup>4)</sup>)。以上のことは横河民輔が学んだアメリカの設計技術が横河工務所の技術として伝えられ、この第2厚板工場建築設計に活用されたものと考えられる。

## 7. 1919年～1925年(大正後期)工場建築

1914年からはさらに第3期拡張計画が進められる。建設対象となる工場は第3製鋼工場、4～6分塊工場、2,3大形工場等である。第2期拡張計画と同様にその対象には製鋼工場があり、大形工場などと併せて大規模な工場建設となった。

第2期拡張計画では従来の建設組織をベースに、外国企業の活用などで対応したが、第3期拡張計画では、設計から施工まで全てわが国の技術で対応しようという姿勢が見られた。具体的には臨時建設本部というプロジェクト組織が設けられた<sup>16)</sup>。とはいえ実態は大半が既存組織に属する技術者の兼務であったので、必然的に製鉄所外部からの技術者の補充が求められることとなった。

### 7.1 建築技術者の人材確保

1916年に横河工務所から、通常は技手(判任官)扱いでの採用となるが、いきなり技師(高等官)の資格で武田富吉と濱野三郎、技手(判任官)として村上幾一という3人の建築技術者が雇用された。中でも武田富吉は設計主任に任命され、1919年には鉄骨建物設計主任並びに官舎、付属病院設計主任を任命されている。また辞令の時期は不明であるが建築課長も兼務している。

なぜ横河工務所から人材を求めたかという資料は残されていないが、理由の一つとして八幡の第2期拡張計画時に第2厚板工場の設計を担当した実績があること、もう一つに、当時、国内で有数の優れた技術者集団であったことが考えられる。

### 7.2 機械技術者の人材状況

1907年(明治40年)代から1912年頃(大正初期)の八幡における鋼構造建築設計の第一人者は先述の景山齊であっ

た。その後続く人材としては同じ機械技術者で数名の名前が見られるが、彼らは高炉槽などの鉄骨架構や先述の堂山製缶工場の増築設計を担当している。

### 7.3 建築技術者と機械技術者の設計上の分担

1916年頃は仕事を求めて、各組織が競っており、能力のあるものが担当するといった状況にあった。例えば機械技術者が工場建築を設計する一方、建築技術者の武田富吉が6高炉の槽を設計したりしており、かなり属人性に委ねられ、かつ実力者のいる部門で対応するシステムであった<sup>17)</sup>。

以下、彼らが設計した工場の中から第3製鋼工場、6分塊工場を例に、設計上の特徴を述べる。

### 7.4 第3製鋼工場

八幡において初めての国内設計による製鋼工場建築は1923年竣工の第3製鋼工場である。建築規模は妻側スパン20m、桁行き104m、軒高17.539m、クレーン天端13m、屋根、壁仕上材は波鉄板であった(図20<sup>5)</sup>)。

#### 7.4.1 設計

設計図には設計者村上、承認者武田となっているので、先述の横河工務所からのメンバーによる設計ということがわかる。リベット構造の柱のディテールなども非常に洗練された図面となっており(図21<sup>5)</sup>)、設計レベルが向上していることが理解できる。鋼材は自社製のためインチサイズ

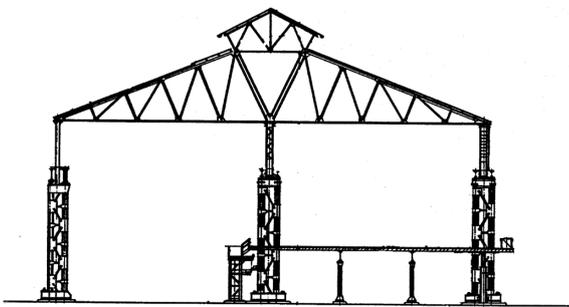


図20 第3製鋼工場<sup>5)</sup>  
Drawing of No. 3 Steel-Making Plant

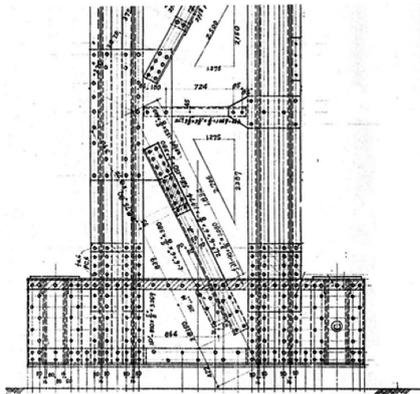


図21 第3製鋼工場柱脚部詳細<sup>5)</sup>  
Detail of column base in No. 3 Steel-Making Plant

表記となっているが、図面寸法はミリメートル単位である。

### 7.4.2 構造形式

小屋組みはトラス構造であるが、その他の特徴としては操業デッキを支えるのに通常は本柱間にサポートの柱を入れるが、その代わりにアーチを用いていることである(図22<sup>5)</sup>)。何か大きな空間を造る必要があったものと考えられる。

### 7.5 6分塊工場

建築規模は妻側スパン26m、桁行き78m、軒高16.5m、クレーン天端13m、屋根、壁仕上材は波鉄板であった。

#### 7.5.1 設計

1920年(大正9年)5月の日付のある図面には設計者“光永一三男”、承認者“武田(富吉)”のサインがある。光永一三男は1919年に東北帝国大学工学専門部土木工学科を卒業しており、武田富吉、村上幾一以外にも設計能力を備えた技術者が存在したことが判る。もともと、大学を卒業したばかりの技術者が建築技術者ではなく、土木技術者であったことから、当時の建築技術者の担当範囲は工場建築以外の事務所建築等であったことが再認識できる。

#### 7.5.2 構造形式

建築はスパン26mと比較的大きいため、小屋組みがニーブレス付き不静定フィンクトラスとなっている(図23<sup>5)</sup>)。

前述した第3製鋼工場を含めて、今まで述べた工場の共通した特徴を以下に記す。

- (1) 小屋組みトラスにフィンクトラスが多い。因みに1905年アメリカ企業設計の厚板工場、1906年イギリス企業設計の外輪工場、そして1909年景山齊の設計したロー

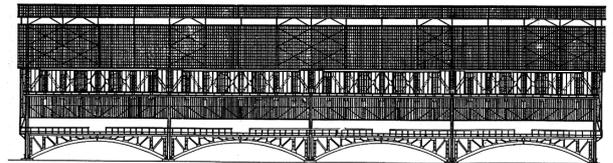


図22 第3製鋼工場アーチ部<sup>5)</sup>  
Arch elevations of No. 3 Steel-Making Plant

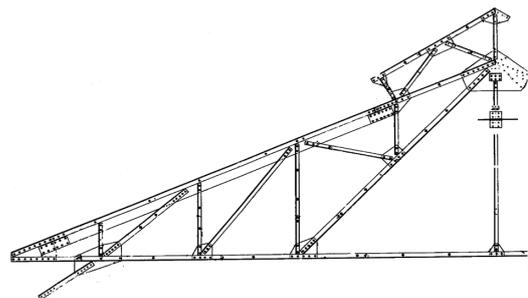


図23 第6分塊工場小屋トラス<sup>5)</sup>  
Roof truss for No. 6 Slabbing Mill

ル旋削工場の小屋組みトラスは、形はそれぞれやや異なるものの、全て静定のフィンクトラスである。フィンクトラスの利点は圧縮材（トラス上弦材）の長さを短くできることにあるとされている<sup>18)</sup>。確かにトラス上弦材（圧縮材）の各部材を短くして、その接点から斜材を出すフィンクトラス形式にすれば圧縮材は短く出来る。必ずしも対称断面とならない山形鋼などを使用することにより発生する偏心や座屈などの防止のために、当時多く採用されたものと思われる。

- (2) 小屋組みトラスなどに不静定構造物が登場している。これは次第に設備も大型化して、建物も静定構造だけでは適応できなくなったためと推測される。同時にトラス応力計算技術も発達して、不静定トラスの解析も可能になっていた事が考えられる。
- (3) 大正期後期になると鋼材は全て八幡製品を使用している。先述したように図面の寸法はミリメートル単位を使用しているが、八幡の製品はインチサイズであるため、部材のみインチサイズ表記となっている。
- (4) 図面から判断して、柱部材などの設計が非常に洗練されてきている。これは鋼材の種類がかなり豊富になってきたことも一因かと考えられる。

## 8. 1933年～1935年（昭和初期）の工場建築

先述の工場は1925年までに全て竣工したが、その完成を待たず武田富吉と村上幾一は1921年には退職及び他省への転属となった。武田富吉と村上幾一が転出したことによって、しばらくは八幡において、鉄骨構造建築の設計能力を持つ建築技術者は不在となった。それを示すこととして“一般的に建築屋は工場建築にあまり興味を示さず、官舎や他の福利厚施設に重点を置いた取組みをしていた”という記述が見られる<sup>19)</sup>。

その後、工場建築の建設は激減するが、1935年には新1製鋼工場及び同時期に精整工場が竣工した。しかし工場建築の設計能力を持った建築技術者が不在であったため、設計は土木技術者が担当した。これは工場建築の設計が建築技術者から土木技術者に移ったことを示している。ここでは上記の新1製鋼工場を中心に述べる。

### 8.1 新1製鋼工場

建築規模は妻側スパン26m、桁行き78m、軒高16.5m、クレーン天端13m、屋根、壁仕上材は波鉄板であった（図24<sup>20)</sup>）。

#### 8.1.1 設計

新1製鋼工場設計の経緯について、設計者の綿貫保一（九州帝国大学工科大学土木工学科1919年卒）は座談会で“東京に昭和製鋼図面が来ていたので、それを借りて参考にした”、“建築屋は木造建築をやっていた”、“土木屋は橋

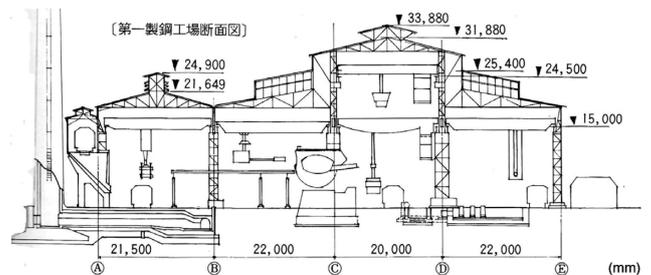


図24 新1製鋼工場<sup>20)</sup>  
Drawing of New No. 1 Steel-Making Plant

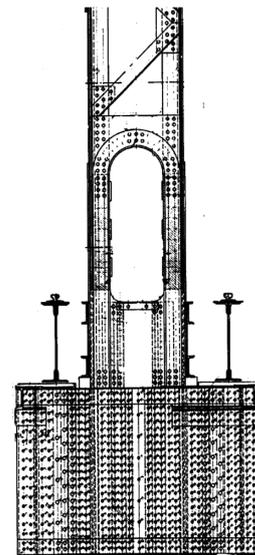


図25 新1製鋼工场上部柱<sup>5)</sup>  
Details of upper column in New No. 1 Steel-Making Plant

梁をやっていたのでその親類みたいということでやった”といったことを述べている<sup>19)</sup>。

新1製鋼工場の1933年（昭和8年）の図面には設計者の欄に“井上泰三”、“井上眞治”等の名前も見られ、彼らは工業高等学校を卒業して、“雇技術員”という資格で採用され、実務に携わった技術者達であり、1933年頃になると実施設計を行う技術者が増えてきたことが判る。

この建築図面には小屋トラスの図式解析による応力図まで記載されており、橋梁設計図に準じている。ディテールは非常に緻密で、大規模な工場のためリベット本数も多く、1933年頃には設計、施工ともリベット構造の完成域レベルに達していたと思われる。

建築の特徴としてはクレーン天端から上の上部柱の中に人が通過できるスペースを作っていることで（図25<sup>5)</sup>）、綿貫保一は“これには非常に苦労した”といった話を残している<sup>19)</sup>。

### 8.2 精整工場

1933年の図面サインからは、新1製鋼工場建築の場合と同様な体制で進められていることがわかる。建築については小屋組みがキングポストトラスの比較的オーソドックスな構造である（図26<sup>5)</sup>）。

## 参照文献

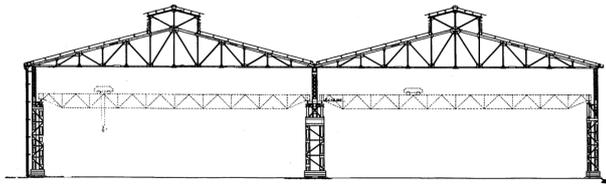


図 26 精整工場<sup>5)</sup>  
Drawing of Finishing Mill

## 9. おわりに

1901年の操業開始から昭和初期における八幡での工場建築の設計の推移は、まずドイツの技術依存から始まり、1909年の自前での工場設計、建設を契機に、徐々に外国の技術依存から脱して、鋼構造を専門とする横河工務所等の国内の民間技術の活用を図りながら、自社設計へと発展していった。

同様にその推移は、それまで八幡における工場建築の設計は、機械技術者によって行われてきたものが、建築設計技術の進展とともに、建築技術者及び土木技術者への移行の過程をも示している。

ここでは昭和初期の1935年頃までの工場建築の設計の経緯について述べたが、以降、官営八幡製鐵所時代から日本製鐵(株)発足を経て、1940年頃(昭和10年代中頃)から工場建築の設計は建築技術者の担当となり、今日に至っている。

尚、この論文の執筆に当たっては、以下の拙稿“日本における鉄骨構造の導入と発展過程に関する研究. 2009”、“官営八幡製鐵所の創立期から昭和初期における工場建築の概要とその設計、建設について. 九州共立大学総合研究所紀要. 2008”、“近代化産業遺産を訪ねて～官営八幡製鐵所の産業遺産施設～. つちき会50年記念小誌. 2015”を参考にした。

- 1) 村松貞次郎：日本建築技術史。(株)地人書館, 1959, p. 170
- 2) 塩原正典：創立期における官営八幡製鐵所鋼構造物について. II 建築構造物. JSSC. 20 (216), 18 (1984)
- 3) 製鐵所総務部編纂：八幡製鐵所25年史. 1925(大正14年)11月, p. 74
- 4) 八幡製鐵所史料室所蔵写真
- 5) 八幡製鐵所図面センター所蔵図面
- 6) 八幡製鐵所史料室所蔵：製鐵事業調査會関係書類(文書課). 1895(明治28年度)
- 7) 開田一博：創立期における官営八幡製鐵所鋼構造物について. JSSC. 20 (216), 21 (1984)
- 8) 開田一博：創立期における官営八幡製鐵所鋼構造物について. JSSC. 20 (216), 25 (1984)
- 9) 八幡製鐵所史料室所蔵：高等官官記辞令原議(長官官房). 1896-1899(自明治29年至同32年)
- 10) 清水泰：“鋼構造物施工の変遷 1896-1950(明治29年～昭和25年)”. プラント事業部歴史資料原稿集No. 5, 新日本製鐵(株)エンジニアリング事業部プラント事業部, 1983年12月, p. 9-11
- 11) 土木誌編纂委員会：八幡製鐵所土木誌. 1976, p. 81
- 12) 景山齊：製鐵むかしがたり. 非売品, 1964, p. 7
- 13) 景山齊：製鐵むかしがたり. 非売品, 1964, p. 20-22
- 14) 建築雑誌. (240), 803 (1906)
- 15) 八幡製鐵所史料室所蔵, 製鐵所編纂：日本帝国 製鐵所製品目録. (株)秀英舎印刷, 1911
- 16) 清水泰：“工作部門の変遷 総合編 1896-1950(明治29年～昭和25年)”. 工作事業部歴史資料原稿集No. 1, 新日本製鐵(株)エンジニアリング事業本部工作事業部, 1982年10月, p. 29
- 17) 清水泰：“工作部門の変遷 総合編 1896-1950(明治29年～昭和25年)”. 工作事業部歴史資料原稿集No. 1, 新日本製鐵(株)エンジニアリング事業本部工作事業部, 1982年10月, p. 5
- 18) 建築用語辞典編集委員会編：建築用語辞典. 技報堂, p. 132
- 19) 八幡製鐵所懇談会 ほか：れい明期における工場建屋調査. JSSC. 13 (136), 4 (1977)
- 20) 土木誌編纂委員会：八幡製鐵所土木誌. 1976, p. 75



開田一博 Kazuhiro HIRAKIDA  
(公社)福岡県建築士会  
副会長 工博  
福岡県福岡市博多区博多駅東3-14-18  
〒812-0013