

# たたら製鉄の発展形態としての銑鉄製錬炉 「角炉」の構造

永田 和宏\*

Construction of "Kakuro" as an Improved Furnace of "Tatara" for Pig Iron Making

Kazuhiro NAGATA

**Synopsis :** The Japanese traditional ironmaking "Tatara" was the unique process using iron sand and charcoal in the world. In 1923, "Tatara" was commercially stopped to operate because of cheaper price of imported pig iron and steel than domestic products. In the middle of Meiji period, Mr. Fuyukiti Obana and Mr. Masateru Kuroda improved the Tatara furnace and constructed "Kakuro" furnace to use waste slag for refining of pig iron and/or iron sand as iron resources. The Tatara furnace was a box type furnace with 1.2 m in height and reconstructed every operation. Three original types of "Kakuro" were developed. The Kakuro furnace in the Ueno works was the same hearth construction with V-type ditch as Tatara furnace and had the high wall of firebricks of about 3 m in height in order to improve the productivity. The 8 tuyers in this furnace were arranged in parallel with the ditch and the higher temperature zone was produced by soft blow. This type of furnace was suitable for using powder iron ore such as iron sand and developed in the Izumo provinces. The Kakuro in the Ochiai works had the square hearth of about 1 m<sup>2</sup> with 3 tuyers and high shaft and chimney of firebricks of about 8 m in height. The "Maruro" in the Kadohira works had the round hearth with 4 tuyers and high shaft of firebricks of about 10 m in height. The latter Kakuro and Maruro used lumps of refining slag as an iron resource with hard blow.

**Key words:** Tatara; pig iron making; Kakuro; Maruro; iron sand; refining slag; charcoal.

## 1. 緒言

幕末を経て明治に入ると、安価な錬鉄や銑鉄が輸入され始め、たたら製鉄法による我国の製鉄業は次第に衰退した。また、たたら製鉄技術は銑鉄（ズク）と鋸（ケラ）の製造方法として江戸後期の19世紀までに完成の域に達しており、技術改良の余地はほとんど無かった。一方、明治政府は西洋式製鉄技術の導入を図ったが安定した商業生産には至らなかった。その理由は、拙速な海外からの最新技術の導入にあり、我国の技術力や資源状況に対応していなかったことにある。そのため、明治の中頃まではたたら製鉄は我国の鉄鋼生産を担い続けた。しかし、一方で銑鉄や錬鉄が大量に輸入されるようになり、さらにダンピング攻勢に遭い国内産はコストで太刀打ちできなかった。輸入鉄は粘りが無く主に建築用材として用いられたので、たたら製鉄で造られた粘りのある鉄は軍需に販路を求めた。当時、海軍造兵廠、横須賀工廠、陸軍大阪砲兵工廠、東京砲兵工廠では坩堝鋼、平炉にて近代的製鋼が実施されていた<sup>1,2)</sup>。

明治の中頃、小花冬吉と黒田正暉が開発した角炉は木炭銑を製造しており、大鍛冶滓あるいは砂鉄を原料としていたという点でたたら製鉄とのつながりを見ることが出来る。さらに角炉が使われ始めた明治末から大正初期には、

八幡に建設されたコークス高炉が操業され本格的な鉄鋼生産体制ができたので、角炉は木炭銑製造炉として存続し続けた<sup>3)</sup>。

角炉の技術が開発された背景を三つの視点から見る事ができる。①従来からわが国の鉄鋼生産を担ってきたたたら製鉄業者の救済、②国産原料として砂鉄や大鍛冶滓を使う国策、③砂鉄銑の優れた特質である。本報告では木炭銑製造法であるたたら製鉄からの発展形態として角炉の技術的な特徴を炉の構造の観点から解析する。

## 2. たたら製鉄から角炉への発展

広島県では官営広島鉄山が明治8年から37年まで経営され、大鍛冶滓を原料とする角炉と丸炉の開発が行われた。小花は明治17年から3年間、落合作業所を拠点に、たたら製鉄法の省力化と「鉄滓吹き」製鉄法の開発研究を行った。一方、黒田正暉は明治18年に広島鉄山に赴任し小花の研究を助け、小花が去った後20年近く角炉と丸炉の開発に打ち込んだ。

奥出雲ではたたら製鉄は、真砂砂鉄と赤目砂鉄を原料に銑生産を行っていた。たたら製鉄の衰退に対し、奥出雲（島根県仁多郡横田町）の鉄師たちは特に軍需に応じてた

たたら炉による銑の増産に努力した。鳥上（横田町）のト蔵家の「原炉」では水力を用いたトロンプ方式送風機を用いてたたら炉を操業し、明治26年に3日押しによる銑生産で従来の1.5倍の増産に成功した。そして31年には2倍の増産を行った。この時、鋳の生産量は変わっていない。増産の成功は砂鉄の種類によるともいわれている<sup>4)</sup>。一方、鳥取県の鉄師近藤喜八郎は小花、黒田の影響を受け、たたら炉の炉高を高くし、レンガで炉壁を築き、熱風を用いた角炉を構築した。明治40年に20日間から2ヶ月の操業で、砂鉄を原料として低リン銑日産5tの生産を成功させている<sup>4)</sup>。

明治32年に設立された雲伯鉄鋼合資会社は和鉄鋼の共同販売会社で、伊部喜作が絲原家と桜井家の協力で電気炉製鋼の開発に成功すると、大正4年、松江と安来にそれぞれ3基と4基の電気炉を設置して操業を開始した。また、その原料銑鉄供給のために絲原は大正6年に福祿寿製銑工場を設立し、角炉を建設した。木原小一郎技師の種子島での経験からの意見に従い、鉄滓吹きでなく砂鉄吹き操業を行い日産3tの出銑に成功した。さらに大正7年、鳥上木炭銑工場（島根県仁多郡横田町大呂）に角炉を、奥津（岡山県苫田郡奥津村）に丸炉を建設した。しかし、この丸炉は経済的な理由により大正9年に休止した。この時期に、雲伯備の隣接山間地には日産3t程度の木炭銑角炉が合計24ヵ所建設された。仁多郡内には6ヵ所あった。いずれも鉄滓ではなく砂鉄を原料とした。このように電気炉製鋼への銑鉄の供給体制が出来上がったところで、大正12年にすべてのたたら炉は商業生産を終えた<sup>4)</sup>。

丸炉はその後、帝国製鉄や山本鉄工所の砂鉄団鉱を用いる木炭高炉に発展した。明治34年に安価な中国の大冶鉄鉱石を用いて官営八幡製鉄所で銑鋼一貫体制の鉄鋼生産が始まると、たたら製鉄はその存在意義が失われたが、角炉は砂鉄銑の優秀さ故に刃物鋼や特殊鋼の原料として需要があり、コークス高炉銑より価格が高いにもかかわらず鳥上木炭銑工場で昭和40年まで生産を続けた。

### 3. 角炉と丸炉の構造

角炉には3つの構造がある。1つは旧来のたたら炉の炉高をかさ上げたものと、さらにその上に煙突を設置した方形の炉である。またこの方形の炉体が円筒になった丸炉がある。ここでは便宜的に順次「たたら型角炉」、「落合角炉」、「丸炉」と呼ぶことにする。以下、装置の寸法をSI単位で表すが、引用した原図は明治以後採用された曲尺で表されている。ここでは1尺を30cmで換算してあるが、1尺は1mの33分の10、1寸は1尺の10分の1、1丈は10尺である。また、1間は6尺である。

#### 3.1 たたら型角炉の構造

築年不詳であるが、門平作業所の角炉は鉄滓吹きで、

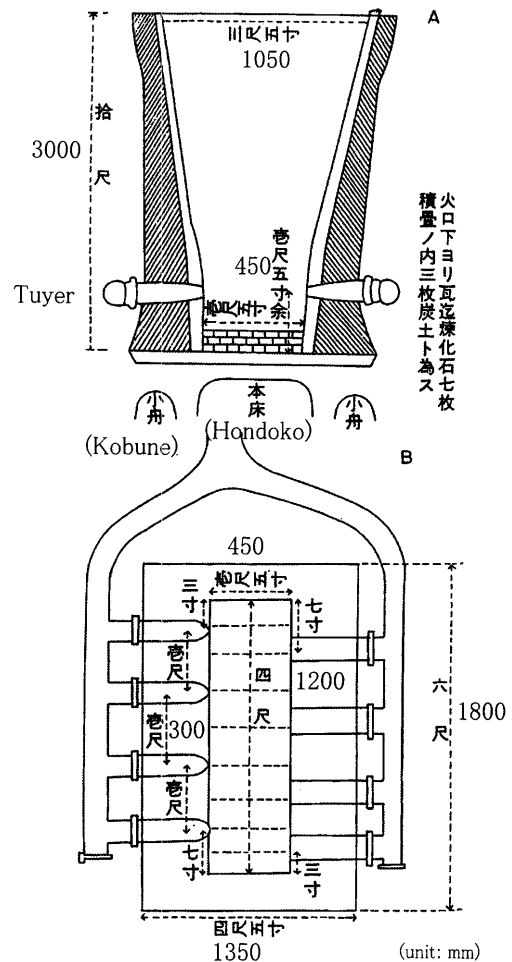


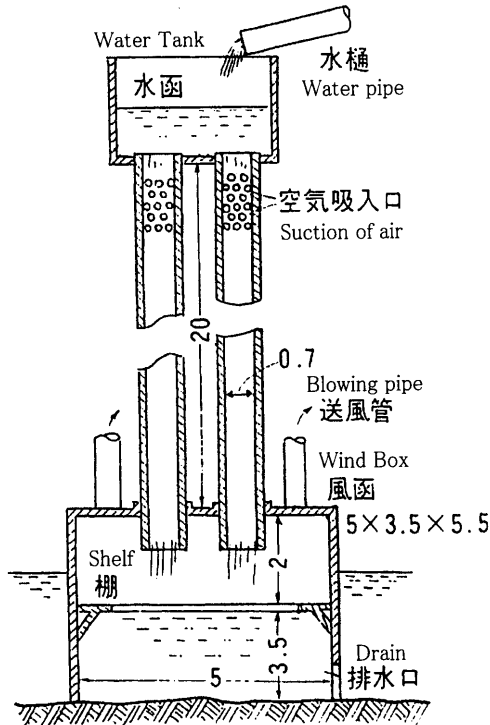
Fig. 1. Construction of Kakuro furnace in the Kadohira Works (門平作業所) (Ref. 5, p. 1001-1002).

Fig. 1<sup>5)</sup>に示すように在来の地下構造の上に旧来のたたら炉の炉高を高く3mにし、内張りに耐火レンガを張り、その外側に粘土を9から24cmの厚さに塗り付けたもので、四隅を鉄板で補強している。炉底は長さ1.2m、幅45cmで、たたら炉の元釜のようにV字に狭まっていない。炉上部は長さ135cmから150cm、幅105cmに広がっている。「水口」(水冷羽口)は炉底から45cmの位置に30cm間隔で片側4本両側計8本並列に設置してある。対向する羽口は互いに12cmずらしてある。トロンプにより冷風を吹きこんでいる。

トロンプは小花が欧州留学の経験から製作した送風機である。Fig. 2<sup>6)</sup>に示すように、上部の桶に導入した水を、垂直に設置した木管中に落下させる。この時、木管上部に開けた穴から空気が吸引され、水と共に空気は下部の桶に溜る。この空気をたたら炉に送風する。この装置は人力に頼っていた天秤鞆の省力化にはなったが、風圧が低く、湿気を含む冷風をたたら炉に送る事になるため炉の温度が十分上がらなかった。その後、黒田はこれを改良し角炉に用いた。

上野作業所の角炉は築年不詳であるが、Fig. 3<sup>6)</sup>に示すように、在来のたたら炉の形態を保っており、炉高、長さ、幅

共に門平作業所の角炉より一回り大きくなっている。炉高は3.3mで、炉頂はやや狭まって幅60cm長さ150cm、炉底から105cmの位置で幅90cmに広がり、炉下部は幅30cm長さ180cmにV字型に狭まり、炉底には深さ36cmの溝状の湯溜りが設けてある。炉の断面は長方形である。炉底から36cm、湯溜り上端の位置で、長手の両壁にそれぞれ

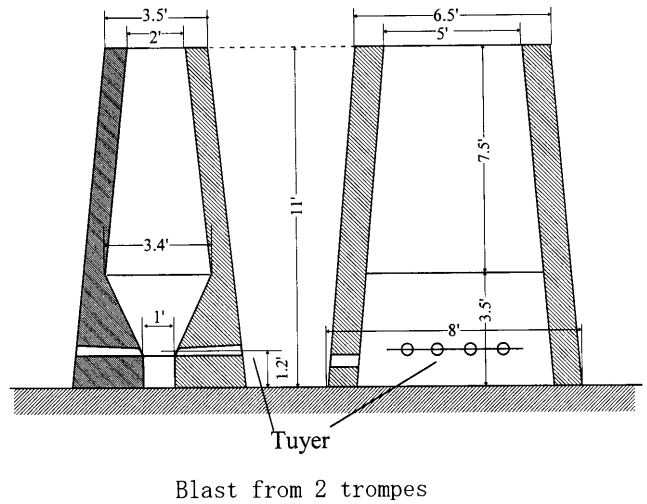


(unit: syaku(尺)=300mm)

Fig. 2. Construction of trompe (Ref. 6, p. 363).

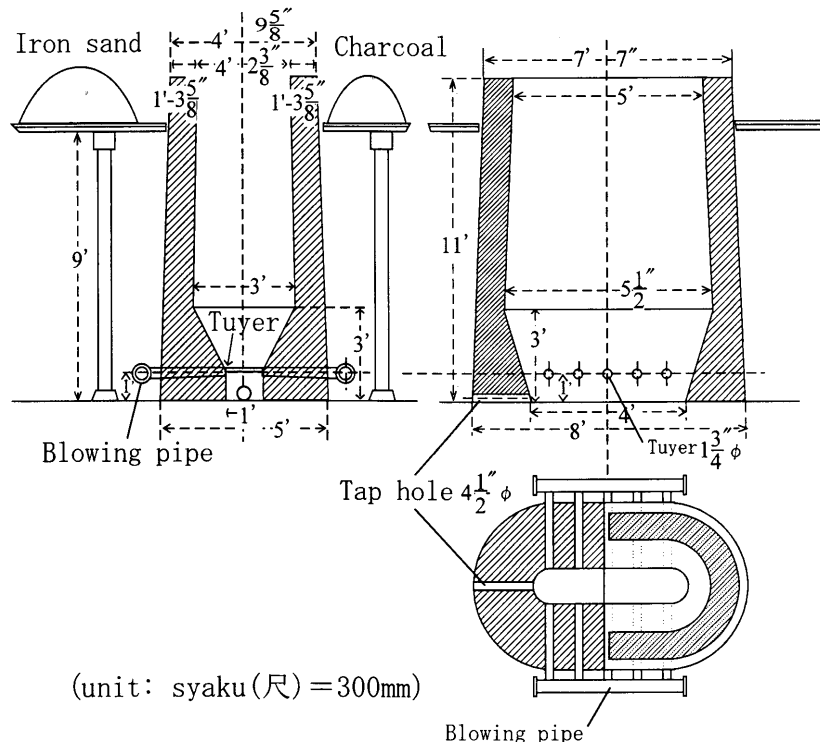
れ内径9cmの羽口が4本づつ計8本並列に設置されている。送風にはトロンブ2台が使われた。鉄滓吹きである。

この形の炉は大正6年に福祿寿製鉄工場で建設され、さらに、仁多郡阿井村桜井三郎右衛門により槇原製鉄所に築造された。これをFig. 4に示す<sup>6)</sup>。いずれも鉄滓吹きではなく砂鉄を原料とした。炉は旧来のたたら炉の地下構造を利用し、その上に炉を築造した。炉の構造は上野作業所のものほとんど同じである。炉壁下部には耐火レンガおよび赤レンガを用い、炉頂部は粘土質の山土で築かれ、内壁



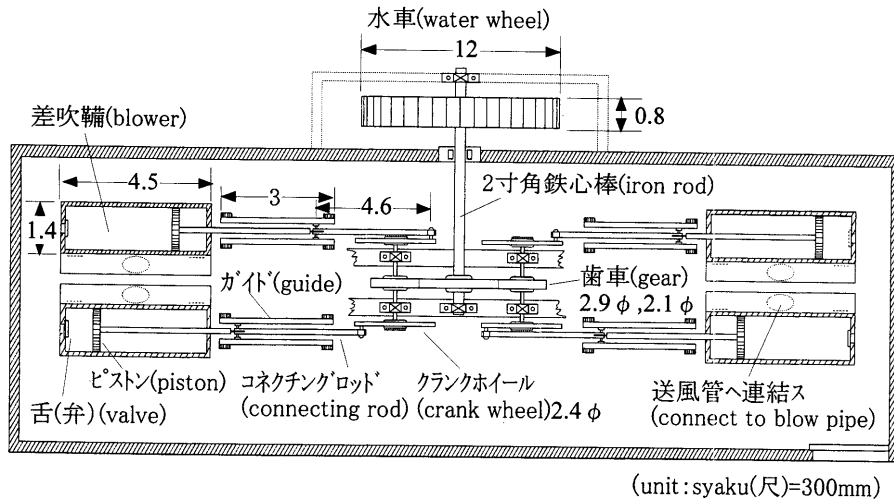
(unit:syaku(尺)=300mm)

Fig. 3. Kakuro furnace of the Ueno works in Hiba-gun, Hiroshima prefecture (広島県比婆郡上野作業所) (Ref. 6, p. 384).



(unit: syaku(尺)=300mm)

Fig. 4. Kakuro Build in 1915 in the Makihara works (槇原製鉄場) (Ref. 6, p. 384).



Capacity:  $0.39\text{m}^3 / \text{stroke} \cdot \text{blower}$

Fig. 5. Four Piston-type blowers driven by a water wheel in the Makihara works (鳥取縣日野郡菅福村菅福鑪) (Ref. 6, p. 364).

は一面に粘土を厚さ6cm位に塗りつけた。炉床から270cmの位置に床が造られており、原料をここから炉頂に投入している。送風には水車鞆(ふいご)を用い、熱風装置で加熱した。大正7年に火入れた鳥上木炭銑工場の角炉はやはり砂鉄吹きで榎原製鉄所のものとほとんど同じである。

水車鞆は木製の箱を用いたピストン型の差吹き鞆型の送風機で、水車の回転運動をカムで往復運動に変換させている。4台の鞆を1台の水車で稼働させて、風を間歇的に炉に送っている。Fig. 5<sup>6)</sup>に示すのは大正7年当時たたら炉にも使われていたものである。昭和10年に榎原製鉄場の角炉に使われたものとほとんど同じ大きさであるが、カム比がFig. 5では約3:2であるが、榎原製鉄場のものは3:1と大きくなっている。水車の直径は3.6mで、鞆の大きさは長さ140cm、巾40cm、高さ75cmで1往復 $0.39\text{m}^3$ 送風できた。

### 3・2 落合角炉の構造

落合作業所は旧来の高殿を原料置き場にし、その下に角炉の建屋が建設され、原料を投入するようになっている<sup>7)</sup>。送風に水車を用いている。角炉の基礎は240cm四方、高さ30cmでレンガを布設した。その中央に120cm四方、厚さ12cmの銑鉄板を据え付けて炉床とした。その上に外法180cm四方、内法90cm四方、全体の高さ7.5mの角炉をレンガで築いた。炉の外側は幅3.9cm、厚さ1.2cmの鉄帯で鉄筋をもって繋ぎ合せ、これに接続させて炉の上に高さ3.75m、内法75cm四方の煙突をレンガで築いた。鉄板を煙突の蓋にした。原料投入口は、炉床から高さ3.75mにあり、高さ90cm幅75cmで上部をアーチ状にした。Fig. 6<sup>5)</sup>に示すように炉下部前面には90cmのアーチ状の口を設け、この中央上下に各12cmの孔を2ヵ所開けて溶銑と溶滓の流出口とした。炉底は「炭土」とレンガを敷き詰めてある。「炭土」は、「ネバ土」を「極ネバ水」で溶いてこれ

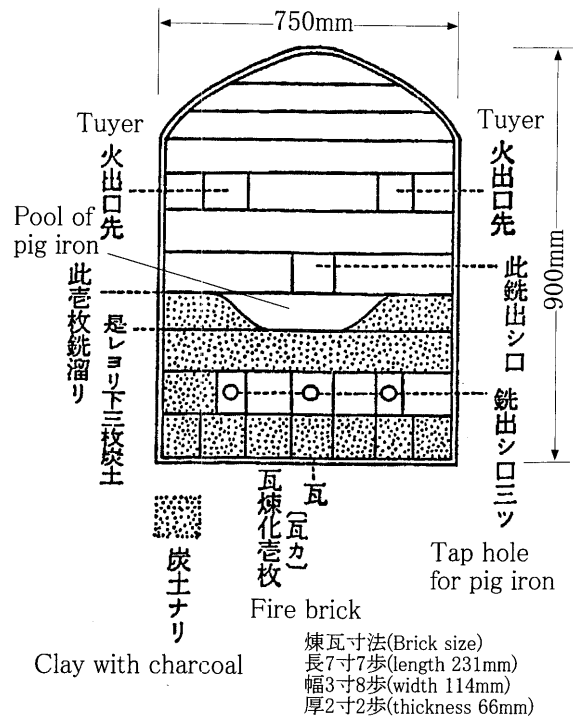


Fig. 6. Construction of lower part of the Ochiai-type Kakuro furnace (落合作業所) (Ref. 5, p. 978).

に粉炭を混ぜ固めたものである<sup>5)</sup>。

炉下部の左右および後部に各1個の計3本の「水火口」を据え付けた。水火口には径4.5cmの竹管を接続して操業中水冷した。炉のそばには温風炉1基を置き、薪を焚いて熱風を作り鉄管を通して火口に送風した。温風炉は長さ195cm、幅150cm、高さ180cmで、レンガで築かれた。上部はアーチ形の構造で、内部に長さ150cm、径18cmの円筒形銑鉄管12本を3列3段に横に渡し、半円形の接続管で接続した。炉の左方に焚口、右方に30cm角、高さ306cmの煙突を設けた。送風機は銑鉄製のピストン(「ブローイングシリンドル」と呼んだ)を水車動力で動かした。落合

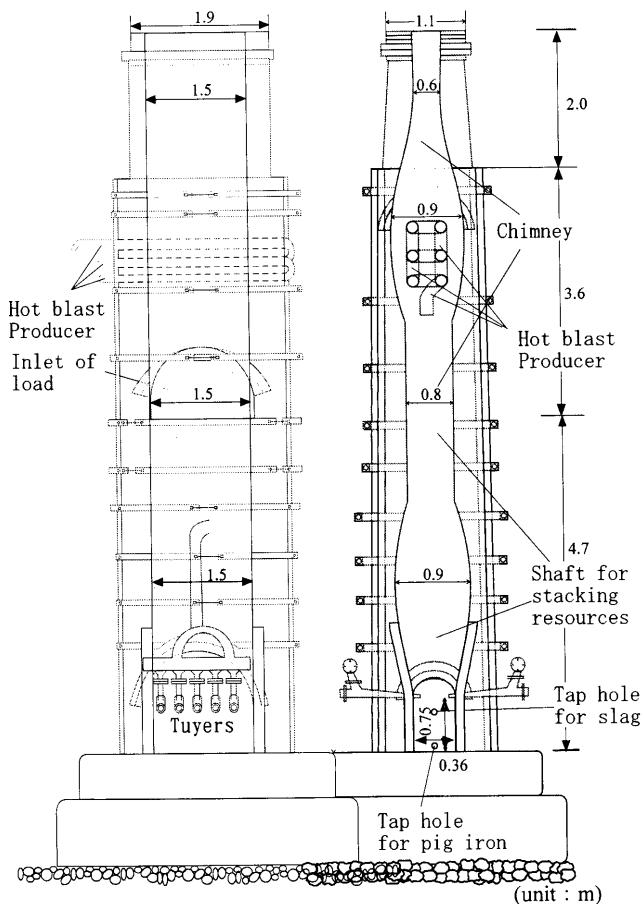


Fig. 7. Makihara Kakuroin in Ai-mura, Nita-gun, Shimane prefecture, 1935-1945 after Mr. Saburoemon Sakurai (仁多郡阿井村櫻井三郎右衛門所有榎原製鐵場) (Ref. 8).

作業所の角炉の設計図や見取り図は残存していないが大橋<sup>1)</sup>が現存する鳥上の角炉から推定した図がある。

Fig. 7に桜井三郎右衛門により昭和10年に設計され翌年、仁多郡阿井村に建設された榎原角炉の設計図を示す。やはり建屋の中に建設された<sup>8)</sup>。この炉は砂鉄を原料としていた。炉高は落合角炉と同じ程度の8.3mであるが、煙突の高さが約半分の2mである。原料投入口は4.7mの高さの床面にある。炉の構造は、断面が長方形で、炉下部はボッシュのように少し広がって90cmになり、その上は少し狭まって80cmに、炉底は幅36cm、長さ150cm、深さ75cmの溝状の湯溜りになっている。湯溜り上端に、長辺に沿ってそれぞれ5本ずつの計10本の水冷羽口が並列に設置してある。羽口にはFig. 5に示す水車動力の4台の差吹き輪で送風している。熱風は原料投入口の上に直列に繋いだ6本の鉄管で加熱している。この炉は昭和11年から20年まで操業していた。

鉄滓を原料としていた落合作業所の角炉と炉底の構造が異なり、たたら炉のように縦長で炉幅が狭くなっているため、弱い送風でも炉の中心まで風を送ることができる。煙突の設置は「落合角炉」を継承しているが、炉下部の形態から比較すると「たたら型角炉」に分類される。また、

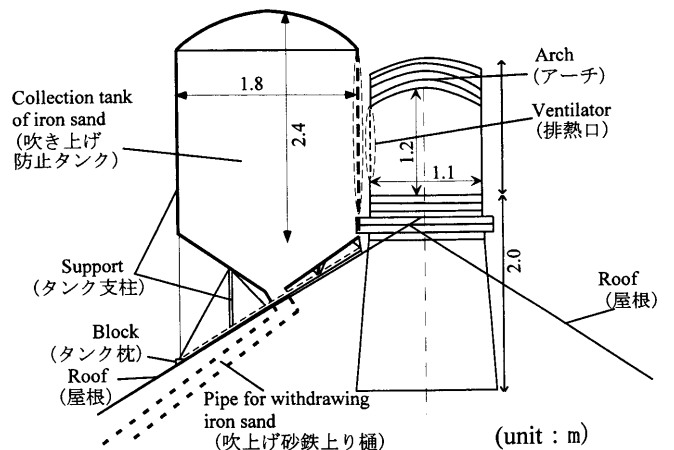


Fig. 8. Collection tank of iron sand flying out of the Makihara furnace, 1935-1945 (榎原製鐵所) (Ref. 8).

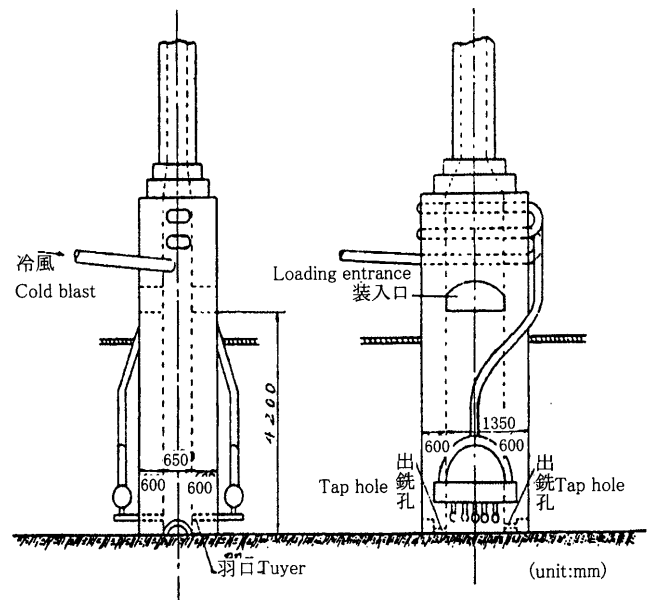


Fig. 9. Kakuro furnace in the Torigami works (鳥上木炭銑工場) (Ref. 9, p. 112).

Fig. 8<sup>8)</sup>に示すように飛散する砂鉄を回収するために煙突に砂鉄回収箱を設けている。

同系の角炉は鳥上木炭銑工場にも建設され保存されており、Fig. 9に示す<sup>9)</sup>。日産3.7tの砂鉄吹きである。原料投入口は炉床から4.2mにあり、炉内部は幅65cm、長さ135cmの長方形でボッシュのような膨らみなど無く、単純な角型の筒である。炉の内容積は3.7m<sup>3</sup>である。羽口は長辺の壁に沿って並列にそれぞれ5本ずつ、計10本設置してある。送風は水車動力の横置木製ピストン送風機を用い送風圧50g/cm<sup>2</sup>、煙突上部で排ガスを予熱し150~200°Cで羽口に送っている。

### 3.3 丸炉の構造

門平作業所に建造された丸炉をFig.10<sup>6)</sup>に示した。炉高6.6mのランプのホヤ型をしており、その上に3.6mの高さの煙突がある。全高10.2mである。煙突で排ガスの余熱利

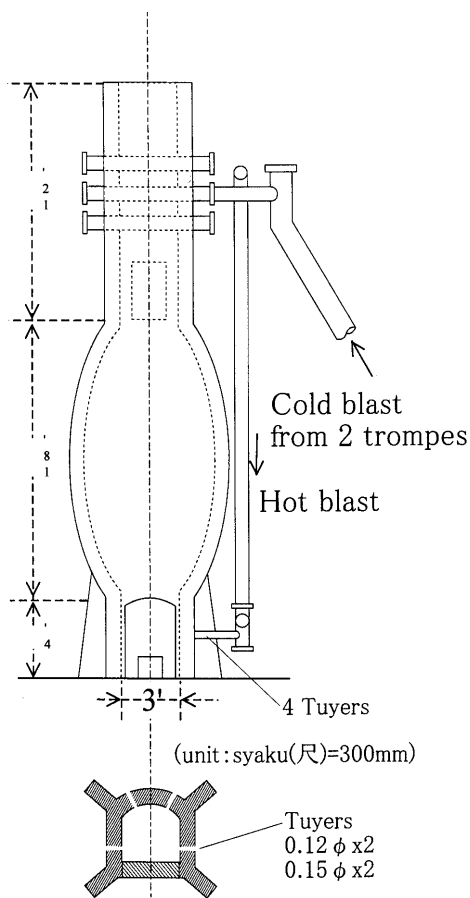


Fig. 10. Maruro in the Kadohira works in Hiba-gun, Hiroshima prefecture. (広島県備後国比婆郡門平工場) (Ref. 6, p. 386).

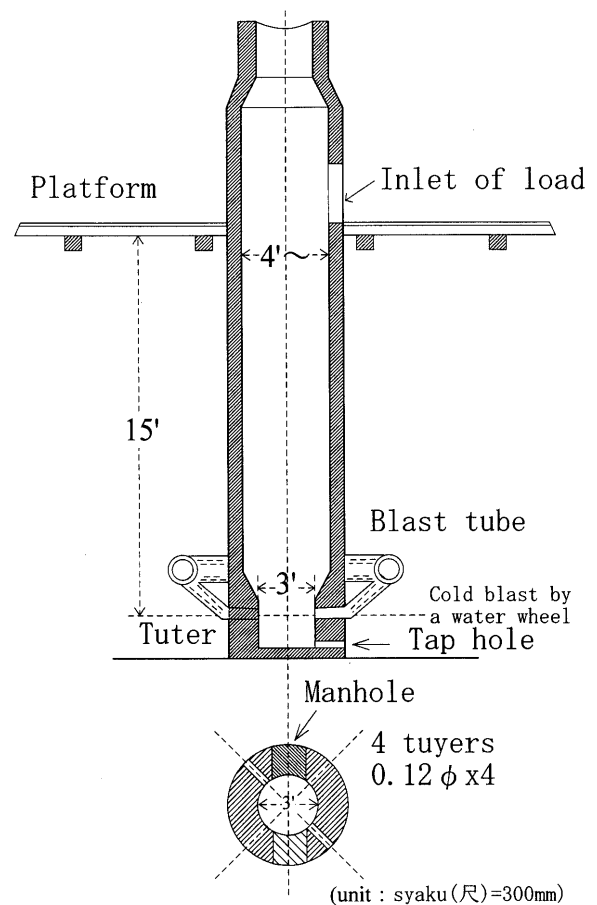


Fig. 11. Maruro furnace in the Jinmu works in Muko, Kanagawa-mura, Hino-gun, Shimane prefecture (島根県日野郡神奈川村武庫神武製銑場) (Ref. 6, p. 387).

用により冷風を加熱し、羽口に送った。炉下部の形は90 cm四方の角型に近く、ここに径3.6 cmの羽口2本と4.5 cmの羽口2本、計4本を備えていた。送風はトロンプ2台を用いた。鉄滓吹きである。

この丸炉の技術は島根県日野郡神奈川村武庫神武製銑場に引き継がれた。Fig.11に示すように、形態は内径1.2 mの円筒型で、炉高は約5.4 m、羽口から原料投入口までが4.5 mである。その上に煙突が造られた。炉下部は径90 cmに絞られ、ここに径3.6 cmの羽口4本が設置された。送風には水車鞆が用いられ熱風装置はなかった<sup>6)</sup>。

## 4. 角炉の形態上の特徴

### 4.1 炉高と炉壁

角炉は旧来のたたら炉の炉高1.2 mを約3~4.7 m程度に高くし、壁土はたたら炉では粘土で構築していたため、3日3晩の1操業ごとに作り直す必要があったが、角炉では耐火レンガで内張りして耐久性を持たせ長期間の連続操業を可能にした。水冷羽口を設置し、水車動力の鞆（差吹鞆4台）で送風し、それを予熱して炉に吹き込んでいた。

### 4.2 炉底構造

炉底の形状には2つの流れがある。門平作業所と上野作業所の角炉の炉底は、旧来のたたら炉と同様長方形で両側の壁に設置した8本の羽口から送風している。上野作業所の角炉は炉底が狭まり溝状の湯溜りがある。この炉下部形状は出雲に建設された砂鉄を原料とする角炉に継承された。

一方、鉄滓吹きとして開発された落合角炉の炉底は正方形で羽口は左右と後ろの壁から各1本ずつ計3本設置されている。丸炉の炉底は方形から円形で対称的に4本の羽口が設置されている。送風装置が水車動力の鞆4台で送風するとすると羽口の本数が多いほど送風圧は弱くなる。すなわち、たたら型角炉では落合角炉や丸炉の半分になる。

砂鉄吹き角炉の炉底が、旧来の長方形でV字型に狭まった形をしていた理由、および鉄滓吹き角炉の炉底が方形から円形になった理由を考察する。黒田は鉄滓吹き操業の中に一部砂鉄を原料として用いる実験を行っている。この場合、砂鉄は団鉱に固めて用いている<sup>5)</sup>。その理由は、たたら炉の炉高を高くすると送風圧がより高くなり、砂鉄を粉のまま投入すると飛散してしまうからである。実際、鳥上の角炉では約10%の砂鉄が飛散したので排ガスから砂鉄

粉を回収していた。鉄滓は1.5cm径程度の大きさの塊になっているのでこの点問題はない。砂鉄吹き角炉では砂鉄粉を直接投入したので送風圧を高くすることはできない。そこで炉底を長方形にして狭め、低い送風圧でも炉中心部に風が行き届くようにして、炉底温度が上がるようにしたと考えられる。一方、丸炉は高炉に発展し、砂鉄は焼結して団鉱として装入された。また、鳥上角炉でも昭和27年からはペレットにして装入された。

### 5. 角炉と丸炉の発展と操業

鳥上木炭銑工場の角炉は大正7年に操業が開始され、ヤスキハガネの原材料の木炭銑を供給した。15分ごとに砂鉄粉を投入し2時間半ごとに出銑した。大正7年から昭和8年までの16年間に木炭銑3,200tを生産し、砂鉄採取高は8,000tであった。昭和9年から20年までの12年間には木炭銑生産高13,100t、砂鉄採取高30,200tであった。昭和27年に砂鉄のペレタイジング設備を導入し団鉱としてからは、送風圧を上げ、生産性を倍増させた。また、川砂鉄、浜砂鉄の採取を開始した。昭和35年に砂鉄採取を磁力選鉱にするなど機械化し、木炭銑年産3,800t、砂鉄採取高年13,000tとなった。しかし、昭和40年、スエーデンのウィーベルグ法が導入されて安来工場の需要が減少し、海綿鉄の生産が本格化したため木炭銑の生産を休止した<sup>10)</sup>。

門平作業所に建設された丸炉は、明治28年、野島国次郎が黒田の指導により比婆郡西城町大屋に建造した日産2tの「溶鉱炉」から始まった。その後、明治34年に日産13tの炉を山県郡屋山廻村大暮に建設し経営に専念し、大正3年に中国製鉄(株)を設立した。島根県日野郡神奈川村武庫神武製鉄場に建設された丸炉をFig.11に示した。第一次大戦の鉄鋼需要と価格の高騰により事業を拡大した

が、大戦後の反動恐慌で木炭銑事業は休止した。しかしロール製造用地金としての木炭銑需要から昭和2年に竹森工場の丸炉(日産15t)で事業を再開し、昭和6年に帝国製鉄(株)を設立した。この丸炉の形態はFig.12に示すように木炭高炉である。その後、加計工場の角炉(日産20t)を復興し(13年)、三成工場に丸炉(日産20t)を建設(15年)した。

昭和2年から6年にかけて行われた竹森工場の8回の操業は、第1回(昭和2年12月26日から翌1月4日までの10日間で130tを生産した。次第に生産量を増し、第6回(昭和5年)は68日間で1,075tを得た。4年間で316日操業し、合計4,774tの銑鉄を生産した。日産平均15.1tである。帝国製鉄(株)の昭和6年9月から昭和19年4月までの19期の生産合計は、竹森工場が3,400日で65,252t(日産19.2t)、加計工場が1,642日で28,927t(17.6t)、三成工場が1,310日で3,546t(2.7t)である。丸炉では鉄鉱石に約20%の砂鉄焼結鉱を混入して操業した。戦後一時、木炭銑製造は中止されたが、丸炉では昭和38年まで操業を続けた<sup>11)</sup>。

### 6. 結言

明治以降、たたら製鉄業者の救済を主な目的として、生産体制の合理化と技術の改良が行われた。しかし、1901年(明治34年)から生産が始まった八幡製鉄の近代製鉄法が国策として推し進められ、明治38年の官営広島鉄山の払い下げにより「たたら製鉄法」は命脈を絶たれた。たたら製鉄衰退の原因は割鉄が洋鉄との価格競争に敗れた事にある。たたら炉による製銑工程の改良は小花と黒田により行われたが、鋼精錬工程の改良は追求されなかった。たたら製鉄の問題点は、低鉄歩留、高木炭比、低稼働率、低労働生産性にあった。小花が発案し黒田が開発した安価な

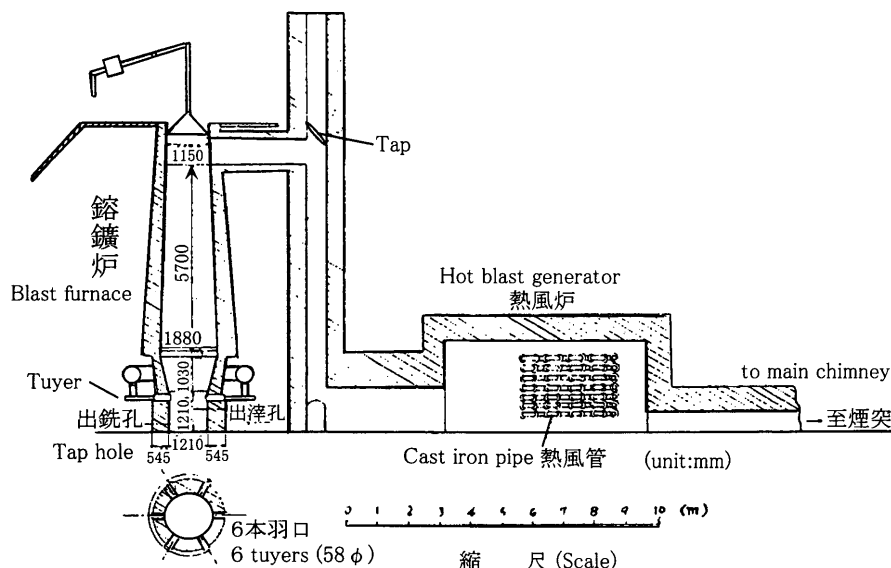


Fig. 12. Charcoal blast furnace in the Takemori works (廣嶋縣比婆郡田森村竹森帝國製鐵株式會社) (Ref. 9, p. 114).

鉄滓を原料とした角炉の技術は、炉の内張りを耐火レンガにして、従来の粘土製のたたら炉の寿命3日3晩を斯く格段に延ばした。また、炉高を高くし、送風の予熱炉を設け、水力を利用して送風した。これらはたたら製鉄の問題点を克服するためであった。角炉は鳥取県と島根県の鉄師に砂鉄を原料とする炉として引き継がれ、昭和40年まで操業された。すなわち角炉は粉鉱石の砂鉄を用いた製鉄炉としては世界で唯一の商用炉である。丸炉の技術は野島により帝国製鉄（株）にやはり砂鉄を原料として受け継がれ昭和38年まで操業された。いずれも原料は鉄滓でなく鉄鉱石や砂鉄になった理由は、鉄滓の資源量の制約にもよるが、砂鉄を原料とした鋼の優秀さが評価されたことによる。一方、丸炉では炉の構造上、焼結鉱や鉄鉱石を用いた。出雲に受け継がれた角炉は砂鉄を原料としたため、炉底を長方形にして羽口を8本とし、低い送風圧でも温度が上がるよう工夫して、砂鉄の飛散を少なくした。一方、広島の帝国製鉄に受け継がれた丸炉は炉底の形状が方形から円形に

なっており対称的に4本の羽口を設置して、送風圧を高くしている。そのため、塊状の鉄滓や鉄鉱石、団鉱にした砂鉄を用いた。前者は、砂鉄粉鉱を製錬する炉へと発展し、後者は木炭高炉になって、いずれも木炭銑を製造した。

## 文 献

- 1) 大橋周治：幕末明治製鉄論，アグネ，東京，(1991)，382-445.
- 2) 明治工業史 鉄鋼編，日本工学会，東京，(1929)，55-83.
- 3) 大橋周治：幕末明治製鉄論，アグネ，東京，(1991)，460-463.
- 4) 高橋一郎：奥出雲，276・7号合併号，(1998)；山陰中央新報，(1996. 1. 13.)，(1998. 6. 11.)
- 5) 東城町史 備後鉄山資料編，東城町史編纂委員会，東城町，(1991)，983-986，1000-1002.
- 6) G.Yamada: *Tetsu-to-Hagané*, 4 (1918), 348.
- 7) 島津邦弘：鉄学の旅，中国新聞社，広島，(1994)，170.
- 8) 杠氏より提供，(2002年2月)。
- 9) S.Yagi: *Seitetsu Kenkyu*, No. 145 (1935), 103-116.
- 10) 横田町誌 第2編横田地域の歴史，横田町誌編纂委員会，横田町，(1968)，538-541.
- 11) 東城町史 備後鉄山資料編，東城町史編纂委員会，東城町，(1991)，1008-1045.