

ーションに配慮しているかが良く判る連載である。

透き通るような秋晴れの日、黄葉の始りを見ようと青葉城の方に散歩に出かけた。途中、矢音に惹かれて小道を入ると、東北大の弓道場があった。その脇の、宮城野萩のトンネルを抜けると、樟の大樹に沿って阿部次郎の“三太郎の小径”と呼ばれる散策路が二の丸櫓に続いていた。多感な青春時代にタイムスリップしたような懐しさを覚える。

櫓の周辺には、十月というのにかきつばたが名残りの花をつけ、くさぎも実を残している。見上げると鳶が二、三羽、驚く程低く、悠然と舞っている。このあたりに巣を営んでいるらしい。大手門には五行松の見事な古木が並び、櫓の白壁に映えている。眼下には遙かに仙台の市街が秋の陽を浴びて、冴え冴えと拡がっている。静かな日曜の午後である。

(平成5年10月14日受付)

鉄鉱石ペレットの思い出

国井和扶／(株)インダストリアル・サービス・インターナショナル

まえがき

神戸製鋼で鉄鉱石ペレット（以下単にペレットと記す）導入の検討が始まったのは、今から30年余り前の1961年のことと記憶する。当時鉱山機械の技術提携先であった米国 Allis-Chalmers 社（現 Allis Mineral Systems 社）から、同社が開発したグレート・キルン式ペレット製造設備が北米の鉄鉱山で稼動し、ペレットは高炉に供給されているが高炉の操業成績の向上に顕著な効果が認められていることが伝えられるとともに、北米におけるペレットの急速な発展の様子が紹介された。

これを契機にペレットの研究が始まったが、その背景には次のような事情があったと思う。当時灘浜 1 高炉は鉱石の整粒強化が奏功し非常に好調であったが、後発の高炉メーカーとして将来とも他社に伍して行くには、他に先駆けて新技術を適用し更なる高炉操業成績の向上が求められ、そしてペレットがその対象として取り上げられたと思う。またペレット製造設備の製作販売に進出することも計画されていた。

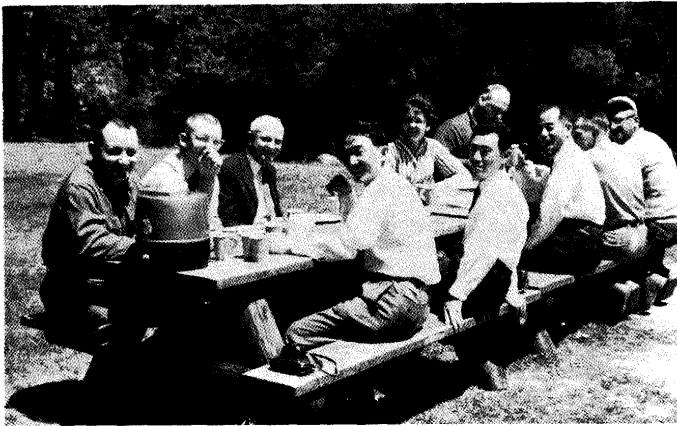
しかしペレットは元来鉱山における選鉱工程から得られる微粉の精鉱の塊成法として発展してきており、専ら鉱山の一部分として運営されており、我々が意図したように製鉄所でペレットを製造している例は皆無に等しかった。そしてペレットの原料も鉱山におけるように均質な微粉精鉱ではなく多種類の輸入鉱石が対象となり、このような条件で果たして優良ペレットが得られるのかという疑念や危惧があったが、1966年に最初のペレット工場が灘浜において稼動した。更に加古川製鉄所にはペレット工場が 2 基建設されるに至った。これらのペレット工場で製造されたペレ

ットは、すべて高炉の主原料として使用されてきた。このようにして灘浜、加古川製鉄所は鉱石事前処理設備として焼結、ペレットの両法を備えることになり、この結果焼結法には不適な微粉鉱石の受入れが可能になるなど、鉱石ソースを拡大することができた。

しかしこの間の発展は決して平坦な道のりではなく、輸入鉱石に適した独自の予備処理方法の確立、自溶性ペレットの実用化を始め大型高炉における使用に対応したドロマイト・ペレットの開発や装入分布制御法の確立などの技術開発がこれを支えた。筆者はペレットの検討が始まった時期に中央研究所（現鉄鋼技術研究所）で製鉄研究に携わっていたが、幸運にも当初からペレットの研究に参加することができ幾多の貴重な経験をすることができた。この機会に初期の頃の印象深い事柄について二、三紹介したい。

米国ペレット調査

ペレットの研究が始まって 1 年も経たない 1962 年の初夏に、当時ペレットの先進国であった米国におけるペレット事情を調査することになり、灘浜工場の原料課長であられた小南さん（元副社長）、設計の竹田さんと筆者が米国に出張した。6 月 14 日に羽田を立ち、Honolulu, San Francisco, Chicago を経て最初の訪問地である Milwaukee に到着したのは同日の午後 8 時頃であった。翌日は確か金曜日であったが Allis-Chalmers 社を訪問し一週間に亘る同社におけるスケジュールの打合を済ませ、午後には郊外の Oak Creek にあったパイロット・プラントを見学した。同社訪問の目的はグレート・キルン式ペレット製造法導入の可否を決めるための調査という大変重要なものであった。不馴れというよ



Lunch scene at Republic Mine, June 1962

り殆んど理解できない英会話に悩みながらも先方の熱心な応対に助けられ、確認は筆談にて行なうなどして何とか目的を果たすことができた。この間にグレート・キルン式のペレット工場の見学とそのペレットを使用している高炉の見学をすることが出来たのでそのあらましを紹介したい。

このペレット工場はMarquette Iron Mining社のRepublic鉱山(Michigan州Ishpeming)にあり、1961年に稼動したグレート・キルン式であった。Millwaukeeから工場まで直線距離にして400キロもあり、どうして行くのかと考えていたら、社有機で行くから明朝8時に飛行場に来るようにと連絡された時、当時の日本では想像もできない米国の会社のスケールの大きさに驚嘆したものであった。さてこのペレット工場はAllis-Chalmers社が建設した2号機で、同社のエンジニアが常駐しアフターサービスに当たっていた。ペレット原料は赤鉄精鉱で、当時としては数少ない赤鉄鉱からペレットを製造する工場であったが、生産は順調に行なわれていた。しかしキルンを覗いたところ内壁に多数の付着物が認められた。その理由を聞いたが要領を得なかった。後で分ったが少し前まで自溶性ペレットの試験生産が行なわれており、この付着物は恐らくこのときに生成したものだだろうと我々は推定した。いずれにせよ自溶性ペレットの生産が行なわれていたとは露知らず見学を済ましたことになる。この事実が判明したときは、何とも残念な心境になったが自溶性ペレットには縁があったことになる。写真はこのペレット工場の傍の森の中での昼食風景で、食事の用意は駐在員の奥さんがしてくれた。丁度最もよい季節に当たるとかで実に気持のよい一時であった。

次にFord社の高炉(Dearborn工場・現Rouge Steel社)を見学した。ここには高炉が2基あり、夫々Henry Ford I世、II世と名付けられていたが、グレート・キルン式ペレット工場で作られたペレットが使用されていた。しかしペレットの使用割合は未だ低く、塊鉱の方が多くペレットへの移行が始まった頃であったと思う。塊鉱は有名なMesabi地方に産する富鉄で見学時に解で製鉄所に運び込まれていた。

整粒設備がなく赤ん坊の頭位の大塊から粉までが混った鉱石が盛んに高炉に装入されている状況を目の当たりにして、こんなところに粒度の揃ったペレットを使用すれば高炉の操業成績が良くなるのは至極当然のことで、米国においてペレットが高い評価を得ている訳がよく理解できた。また同時に鉱石の整粒が行き届いている我が国の場合には、その評価はそのまま当てはまらぬと感じた。

なお高炉についてはもう一社見学したが、共通して設備の老朽化が目立ち近代化投資が充分でない印象を受けた。今日の衰退の兆が現われていたように思う。

一方ペレットの方は設備の新設、増設が活発に進められ創生期を脱して飛躍期を迎えていた。ペレット製造方式も初めて実用化されたシャフト炉の出現から数年を経ずして水平グレート式、移動グレート式およびグレート・キルン式が相次いで実用化されていた。これはペレットが将来性に富む分野であることを示すものであったと同時に、当時の米国機械工業の技術水準の高さを現すものであった。しかしペレットの品質に関しては、山元における貯鉱や輸送に耐え得る強度があればよいとの認識が一般的で、我々の重大関心事であった還元性状については殆んど関心が払われていなかった。

パイロット・プラントの建設

その後ペレット導入の検討が進み、灘浜三期計画にペレット設備が建設されることになり、1963年にAllis-Chalmers社からグレート・キルン式ペレット製造設備の技術導入が決まった。そして灘浜工場にパイロット・プラントを設置して更に研究が進められた。焼成設備はAllis-Chalmers社と同じ20トン/日規模のものを導入したが、原料鉄鉱石の種類が全く異なるので、原料予備処理系統として粉碎設備、粉碎物の脱水設備など独自の試験装置が設置された。これらの設備の設計、製作は機械部門が担当し、操業は灘浜工場の手で行なわれ、研究所はペレットの品質改善の研究を行なったが、夫々が有機的に協力して技術開発が進められたのは当然であったが、特筆すべきものとして鉱石の乾式粉碎の導入について触れたい。

鉱石の予備処理は当初米国の例に倣って湿式粉碎—真空フィルターによる脱水という操作が試みられたが、脱水がうまく行かず、これではペレット製造の第一歩である生ペレットができないことになり、試験開始早々重大な問題に直面した。当時は湿式以外の粉碎は考えられなかったのがこの方式に固執して試験を繰り返したが、満足する結果が得られず湿式粉碎を諦めざるを得なかった。そして灘浜のアイデアで乾式粉碎—水分添加方式を採用し、漸やく生ペレットの造粒に適した原料が得られ造粒に成功した。そしてこの方式の採用が決まったのは三期計画開始直前であっ

た。こうして輸入鉱石を原料とするペレット製造の道が拓かれた。このパイロット・プラントの建設は当時としてはかなり思い切った投資であったと思うが、若しこのような試験を行なうことなく米国式の湿式粉碎を採用していたら、ペレット工場の稼動時に大混乱を招いていたことであろう。パイロット・プラント建設を決断された当時の幹部の方の英断には今でも頭の下がる思いがする。余談になるが灘浜ペレット工場が稼動した直後の1966年9月末の頃に、オランダのHoogovens製鉄所からペレット調査チームがペレット工場を見学したことがあった。同製鉄所においても輸入鉱石を原料とするペレット工場の建設計画があり、その関係で世界各地のペレット工場の調査を行っており、最後に灘浜を訪れたとのことであった。彼等も流石に原料予備処理の重要に気付いており、今まで見学した灘浜の方式がもっともよいと大変褒められたことを憶えている。それから数年も経たぬうちにHoogovensのペレット工場が稼動し、今も健在と聞いているが、彼等が最初の見学者であったことでもあって懐しい思い出の一つである。

自溶性ペレットの実用化

ペレットの推進者であり指導者であられた杉澤さん（故人、元社長）は、ペレットも焼結鉱のように自溶性にすべきであると確信されておられ、早くから研究を指示されていた。自溶性ペレットの研究は米国において実験室的研究、パイロット・プラントによる試験が行なわれ、遂には実プラントによる試験生産や高炉における使用テストまで実施されたが実用化には至らなかった。その理由には経済性の問題も含めて色々あったが、ペレットの還元性状の検討が必ずしも充分でなかったと考えられた。そこでこの点を徹底的に究明するために、新たに荷重還元試験装置を考案するなどして研究を行ない、自溶性化によって還元性状が改善されることを明らかにすることができたのは、ペレット工場稼動の半年ばかり前の1966年の春のことであった。この結果を早速杉澤さんに報告した。この時杉澤さんは灘浜工場長と建設本部長という要職を兼務され多忙を極めておられたが、長時間を割かれ研究結果を熱心に聞かれ、その場でペレットは自溶性で行くと決定を下された。同席の生産現場関係者の間によぎった不安を察せられてか、研究がここまで調べて呉れた石橋を叩いて渡らぬ法はない、と静かに言われ自溶性ペレットの採用が決まった。研究を信頼されての決断でこの時は研究にいてよかったと心からそう思い、研究

屋冥利に尽きる喜びを味わうと同時に責任の重さをひしひしと感じた瞬間であった。

さて灘浜ペレット工場は酸性ペレットでスタートし、逐次塩基度を上げ年末には所定の塩基度に到達し、それ以降自溶性ペレットの生産を続けた。

むすび

高炉メーカーとして後発であったことによる不利を克服しようとして他社にないペレット設備の導入に踏み切った事情は冒頭に述べた。ペレットは当時既に米国において実用化されていたもののペレットの原料となる鉄鉱石の種類が全く異なることから、新たに独自の原料予備方式の確立が必要であった。またペレットの品質に対する要求も米国に比べて厳しかったために、その対策として自溶性ペレットの開発などが求められたが、いずれも前例のない分野であり、その遂行には大変な苦労を伴ったがチャレンジングな仕事でありやり甲斐があった。

こうして独自のペレット技術が確立され鉱石の塊成法として在来の焼結法に加えて新たにペレット法が稼動するに至り、微粉鉱石の処理が可能となるなど焼結法のみ依存する他社の場合に比して受入れのできる鉱石の種類が増え、その結果鉱石の調達ソースの拡大が計られた。そしてこのような利点は現実には鉄鉱石の調達面に反映され、有利な購入が実現した。なかでも微粉であるが故に放置されていた鉄分の高い銅鉱山の尾鉱や、低品位鉱として利用されることのなかった鉄鉱山の表土も前記の高鉄分の銅尾鉱との混合により、ペレット工場に受入れられ未利用鉄資源の活用が実現した。このようにペレットの導入によって独自の鉱石調達策が立てられ、所期の目的が達成されたと思っている。

一時3基あったペレット工場はいろいろの事情で現在加古川製鉄所において1基が稼動しているに過ぎないが、微粉化傾向を強める鉱石の塊成法として重視され、大型高炉における使用に耐える高品質のペレットが生産されていると聞き心強く感じている。

ペレットの研究が始まってから30年余りが経過したが、その重要性はいささかも変わっていないように思われる。ペレットの研究に従事した一人として喜びに耐えない。

最後に発表の機会を与えられた本協会に感謝する次第である。

（平成5年8月11日受付）