

特別講演

UDC 669.1

鉄鋼技術の進歩発展と製鉄所の近代化*

平 田 龍 馬**

Progress of Iron and Steelmaking Technology and Modernization
of Integrated Works in Japan

Ryuma HIRATA

1. 緒 言

このたびは、製鉄業に従事する者にとり最高の榮譽である渡辺義介賞受賞の榮に浴し、身に余る光榮と心から関係者の皆様の御厚意に対し御礼申し上げる次第である。しかしながら、製鉄業発展に貢献するというような大きなことは、個人の規模ではなかなかできないものであり、このたびの受賞は、長い期間において御指導と御協力を受けた数多くの優れた人々の功績の積み重ねが、今日このような評価をされることになったものであり、誠に慶びに堪えない次第である。

標題は、「鉄鋼技術の進歩発展と製鉄所の近代化」であるが、内容は主として私が現役時代に経験した事を軸にしており、その意味ではある程度限られた分野に留まっている。

当時を振り返ってみると、現在では当り前の技術がその当時の状況下では相当の問題を含み、非常に危惧と責任を感じたことが数々思い出される。

私のそれらの経験が、少しでも役に立てば幸いと思い、あえて披露させていただく次第である。

2. 鉄鋼業発展の足どり

2.1 はじめに

まず、我が国鉄鋼業発展の足どりを振り返ってみると、それは大きくは昭和20年代、30年代、40年代と10年ごとに、3段階に分けて論ずることができる。

即ち、20年代は戦後の荒廃から脱却して国全体が一刻も早く、戦前のベースまで復旧する努力をしていた時期で、鉄鋼業もその例外ではなかった。しかしこの20年代の後半には次第に海外の新技术、あるいは技術レベルに眼を向けはじめ、その優れた技術を導入する必要性を感じはじめ、ホット及びコールドストリップ、製鋼の一部には既に新しい技術を取入れてきた。

2.2 30年代の飛躍への蓄積

30年代に入ると、新技术の導入が急速に具体化し、各社とも、相当のエネルギーをそれに注ぎ込んで行つたのである。典型的なものにストリップミル、厚板ミル、上吹転炉並びに各種操業ノウハウ的なものがあげられるが、世界にさきがけてこれを実用化したことは日本の鉄鋼業の発展に多大な貢献をもたらした。

30年代を特色づける1つの大きな要素は、工業ベースで大量生産が可能となつた純酸素の活用である。既ち高炉、転炉ではこの利用により、安定した生産と飛躍的な量的拡大が実現され、高生産性の基盤ができたのである。特に純酸素上吹転炉の普及は目覚ましく、新設工場の設置はもちろんのこと、当時主流を占めていた平炉建屋内でのリプレースも積極的行なわれ、日本で最初に稼動した昭和32年から8年後の40年には、粗鋼に占める転炉鋼の割合は50%にも達した。このほか、コンピュータの導入や各工程での新技术がそれぞれの分野で取り入れられ、品質や生産の改良へとつながつた。

つまり30年代は、世界の新技术の導入とその消化が見事に達せられ、きたるべき飛躍への蓄積が着実になされていつたのである。ここにおいて日本の製鋼業は、世界のトップレベルのアメリカに追いついたと云う自信を得るに到つた。この成果は、技術指導層の積極策に呼応して、優秀な技術者層と水準の高い現場作業者の力がフルに発揮されたたまものであつたと云うことができる。

2.3 40年代の黄金期

これが40年代に入ると、需要の伸びと製鉄技術のポテンシャルの高さから、新立地の製鉄所建設の意欲が更に拡大され、盛んにその誕生をみた。

ここで30年代における新立地の建設と異なる点は、その規模において年産1000万t以上を指向した事であり、これはそれまでは個々に磨きあげられた技術を更にスケールアップして、しかも全体的に調和させることに

* 昭和50年4月4日第89回講演大会における渡辺義介賞受賞記念特別講演
昭和50年5月8日受付 (Received May 8, 1975)

** 新日本製鉄(株) 常任顧問

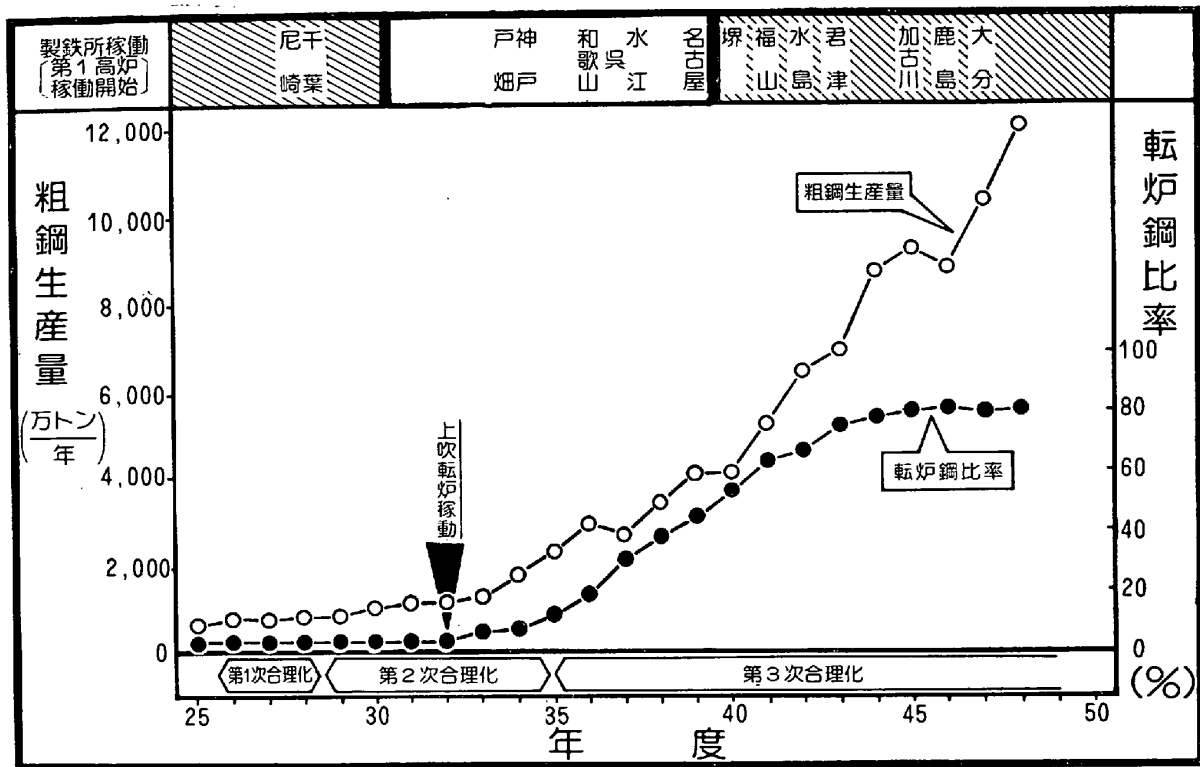


図 1 粗鋼生産量の推移と新製鉄所の稼働時間

より一層効率のよい新鋭製鉄所を目指したからである(図1)。これに伴って粗鋼生産も急速にのび黄金期を迎えるのである。この間に人件費、原燃料費の高騰などのコストプッシュの波が次々と押し寄せたが、より高い生産性をベースに需要の増大に支えられ、コストアップを比較的、効果的に克服してきたのである。

これは製鋼業が基幹産業として国家に貢献したもののうち、大きな成果であるといえる。

この時期に日本の製鋼業はアメリカをはじめとする先進諸国を追いこしたという自負が定着した。

この40年代では在来の技術のスケールアップとともに、技術の国産化も盛んになった。

即ち、欧米先進国で既に開発され、それらから設計、製作を受けついだ国内のメーカーに頼らず、主として国内の機械メーカーと鉄鋼各社がタイアップして、今までの国内技術を基にして工業化に成功することができるようになったのである。

数多くある国産技術の中で私が身近に経験したものでは、分塊圧延機や連続鋳造機などがある。

規模においてはまだ外来技術の水準に至らないものもあるが、国内の技術だけで工業化できると云う実証をなした点で、次の時代への新しい芽生えとして評価できると思う。これらが一体となつて、日本の技術が海外へ輸出されるケースもしだいに増えてきた。

2.4 50年代の課題

このようにして長足の進歩を遂げた鉄鋼業は、今年か

ら50年代に入つた訳であるが、昨年来のエネルギー危機をその発端として、今までの飛躍的發展の前に、幾つかの大きな課題が提起されている。日本の鉄鋼業が、過去20年間にわたりそれぞれの時代に即応して切り開いてきたような有効な方策に匹敵するものは、50年代に対しては、まだ見いだされていない。

新しい製鉄技術の開発と実用化、技術ノウハウの海外輸出、技術の粋を結集して徹底的に合理化した新製鉄所による既存ミルのリプレースなどが考えられるが、決定的な方向づけはまだである。

私はここに鉄鋼業界の英知を集めてその指針を出すことが急務であると感じると共に、実行にあたっては思いきつた技術の挑戦が必要であると思う次第である。

3. 新鋭製鉄所への集約

3.1 はじめに

今までのべた製鉄技術の発展を背景にして、新製鉄所の建設へとまとめあげたのが大分製鉄所である。これからお話しするのは、その建設に係わる諸事項、諸問題の決定、解決についての経緯である。

大分製鉄所建設の決定は、大分県の産業誘致政策の一環として、昭和36年に、当時の富士製鉄との間にとりきめられ、工場敷地の埋立工事がすすめられたが、色々な事情により工場の建設は昭和44年から行なわれた。この遅れは、技術的立場から見ると、この間に急速に発展した新技術を十分に活用でき、更に、将来を見通した

技術の先取りができやすい状況にあつた、という点では幸な結果をもたらすことになったのである。

3.2 当時の技術的要請条件

まず新製鉄所建設という具体的プロジェクトの遂行に当つて、どのような認識に立脚して進めるべきかの骨組みを決める必要がある。それらは、およそ次の4点にまとめられた。

第1に製鉄所の規模であるが、最終的には年間生産量粗鋼換算で1000万t以上という目途をたてた。これはスケールメリットを活かすうえで、当時おおかたのコンセンサスであつたので、大した議論はよばなかつた。

第2に収益性の基本条件ともいふべきコストの配慮から、今後つきまとうコストプッシュに強い製鉄所作りを目指した事である。その中で労務費については大幅な省力化による要員の合理化、次に「製鉄業は輸送業である」といわれる実態を踏まえた輸送の合理化を基本計画に盛り込むこと、更に省資源に関連して、原燃料、資材の有効利用ができる一貫歩留の高いプロセスの設計などを中心に考える事がその骨子であつた。

これを効率よく実現するためには、従来からの技術延長ではなく、思いきつた脱皮が必要であり、新技術の積極的採用に踏切る必要がある。

第3に環境対策への積極的取り組みである。昭和36年の進出協定に盛り込まれた条件を再度見直して、地域社会との共存共栄の立場から、今後必要になるであろう環境条件については、前向きに取り入れることを前提に協定をし直した。

これにより、効果を最大限に発揮させるための諸調査と、設備設計への反映がなされる姿勢が確認されたのである。

第4には、ますます多岐多様化する現代の情勢に優れ

た効率、管理水準で対処できる、全製鉄所内を包含するトータル情報システムの必要性である。部分的なコンピュータ化では、もはや効率化の効果は十分達成されない段階であつた。

3.3 建設の基本理念

3.3.1 当時の技術力の評価

今まで述べた認識に基づいて、脱皮技術の積極的採用により当時の要請項目を実現し、操業開始後も長期にわたつて最新鋭を維持する事を、技術の基本的な考え方とするに到つた訳である。次にその技術的な検討について述べる。

大まかな生産目標に従つた設備の規模として、1高炉段階で高炉日産10000t、転炉炉容300t、スラブ生産量月産30万t及びホット当面27万tが生産フローとしてできた。これを達成するためには高炉々内容積4000m³以上が必要となるが、当時稼働中の最大のものは3000m³級であつた。従来高炉大型化のステップは、その時点での稼働最大内容積の500m³増がそのテンポである。したがつて今回の1000m³ステップアップはそれなりの技術的困難性をもつていた。

大型高炉を高効率で、しかも安定して稼働させる技術的見通しについては設備面、操業面で検討した結果、ステープクーリングによる炉体冷却方式、2.5気圧の超高压操業、更に諸計測を重点的にとりいれ、それをコンピュータシステムで効果的に操業を反映しコントロールすることなどにより、その可能性の目途を得た。

次には輸送の合理化であるが、これは基本レイアウトを決めるうえで、最大のポイントであつた。

輸送の重複、横持ちを極力避け単純化するため、物流のオンライン処理の思想を最大限に取り入れることとしたが、これは反面、物流のバックファーの欠除につなが

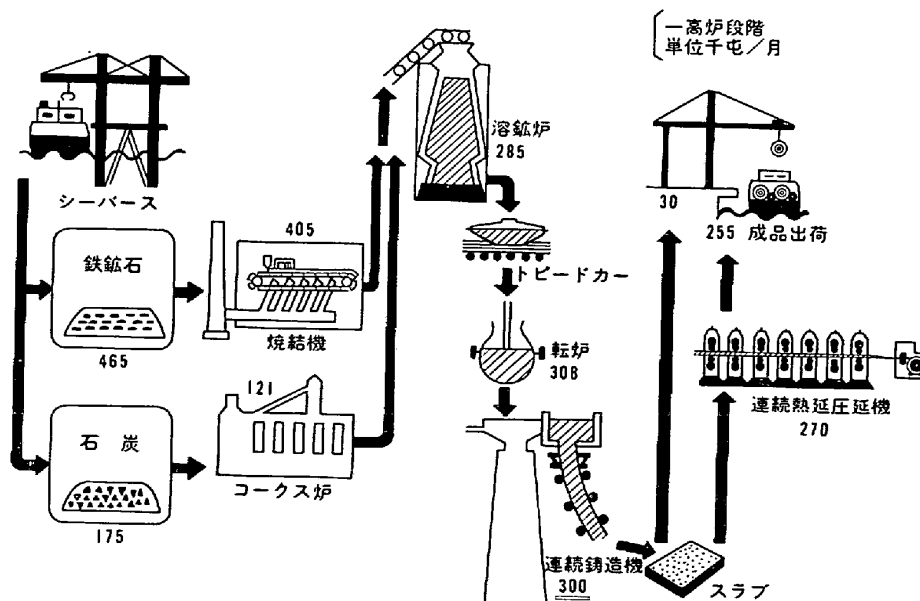


図2 大分製鉄所の生産フローとバランス

り、諸条件のバラツキに対して吸収能力の低下に連るので、この相反する条件をうまく両立させるための検討があらゆる角度から行なわれ、その結果、輸送の連続化とコンピュータコントロール、更にロットをできるだけ大きくして個数を減らすことをベースに、次のような構想を作りあげた。

即ち、原燃料の大型船による受入れを可能にするシーバース、溶銑輸送の大型化のための 600t トーピードカー、物流を単純化するためのコンベア網とそのコントロールシステム、連鑄化による分塊プロセスの省略とスラブの流れの単純化、鉄道網の最小化、バッファー機能を有するヤードの適正配置とその管理の自動化などがその

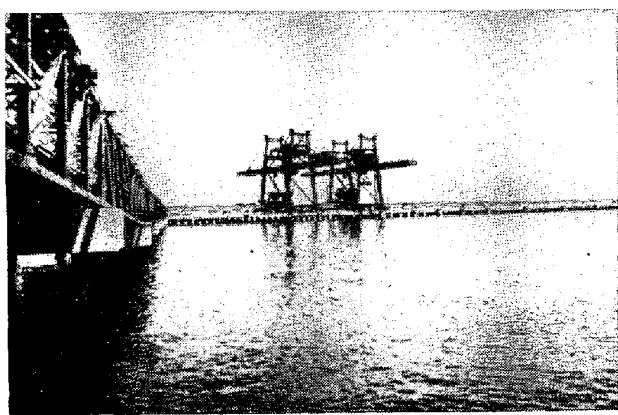


図3 シーバース風景

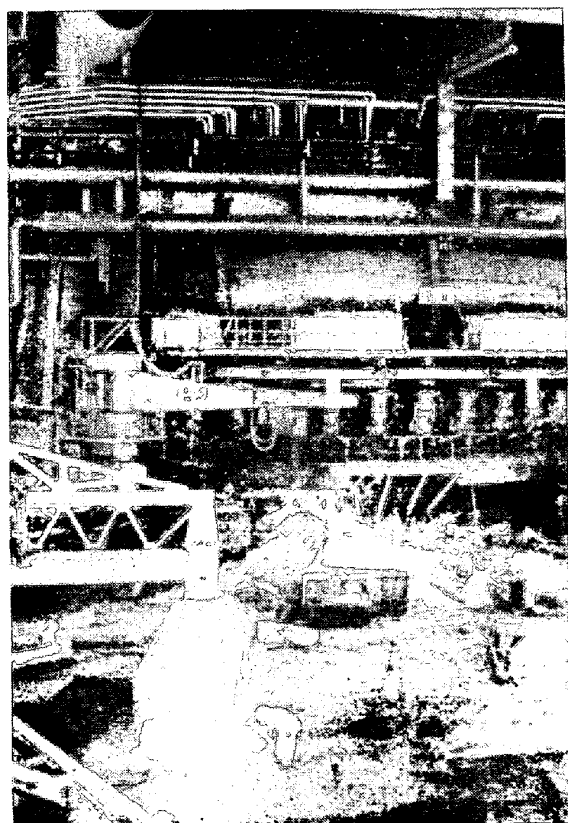


図4 高炉出銑風景

主なものである。

このうち、技術的に未知の分野の中でも特に重要であったのは、シーバースの建設と全連鑄方式の採用であるが、その判断の過程については後でやや詳しく触れてみたい。

次の製造工程を有機的につなぐ神経系統ともいうべきトータルコンピュータシステムによる情報伝達及び制御方式の設計であるが、従来一般に部分的活用の色彩が強く、その活用にも限度があつた。これを高めて高次のトータルシステムにする構想はかなり前から論議的であつたが、システム全体が高度の信頼性をもち、しかも新製鉄所発足時からベースとして組込まれないとなかなか実現が難かしく、採用に踏み切れないのが実情であつた。しかしながら、今後の動向からみると是が非でもこの機会に実用化しておかないと、将来に悔を残すものと判断し、全社のシステム設計関係者の総力をここに結集することにしたのである。

3.3.2 新製鉄所の五本の柱

今まで述べた諸要請及び技術的検討や評価を総合的にまとめ、今後具体的に設計するにあたり、新製鉄所の基本の五つの柱を定めた。

第1に、製鉄原料のほとんどが海外依存である我が国の立場を考え、輸送費の低減を目指した大型船の原料受入を可能にするシーバースの採用(図3)。

第2に、高炉、転炉、連鑄、連熱などの主要設備と電力、酸素などの附帯設備を合わせて、大型かつ高能率の最新鋭設備の採用(図4)(図5)。

第3に、分塊工程を省略し、歩留、原単位の大幅な向上と輸送の合理化及び省力、省エネルギーを実現する全連鑄方式の採用。

第4に、ますます多岐多様化する現代の情勢に、少人数で優れた効率、管理水準で対応できる高次のトータルコンピュータシステムの採用(図6)。

第5に、地域社会との共存共栄を基本に、環境管理、更には環境創造まで到達すべく、建設当初から積極的な姿勢を決め、それに基づいて環境保全のための設備の設



図5 連鑄操業風景

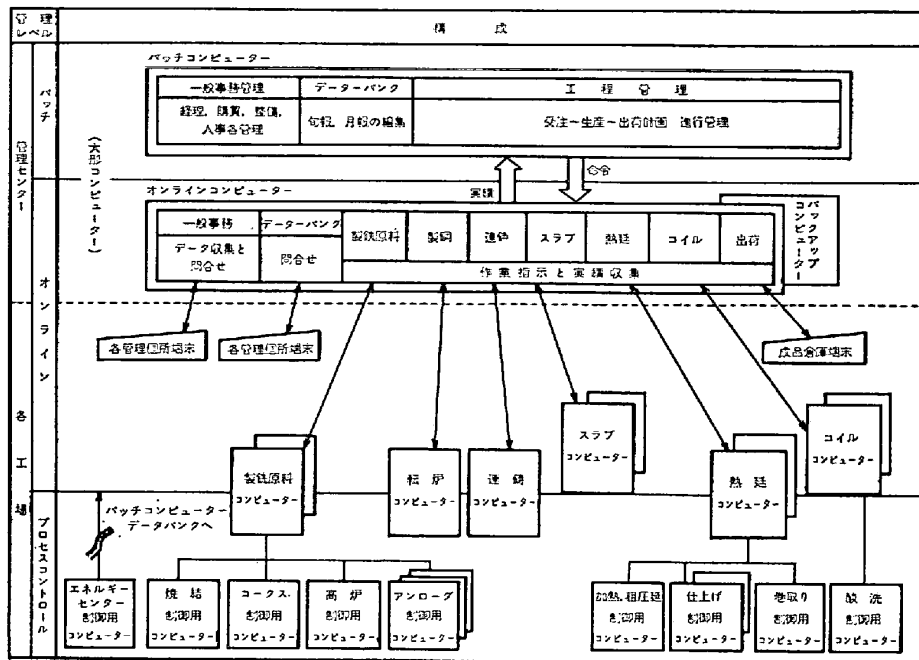


図 6 コンピューターシステムの構成

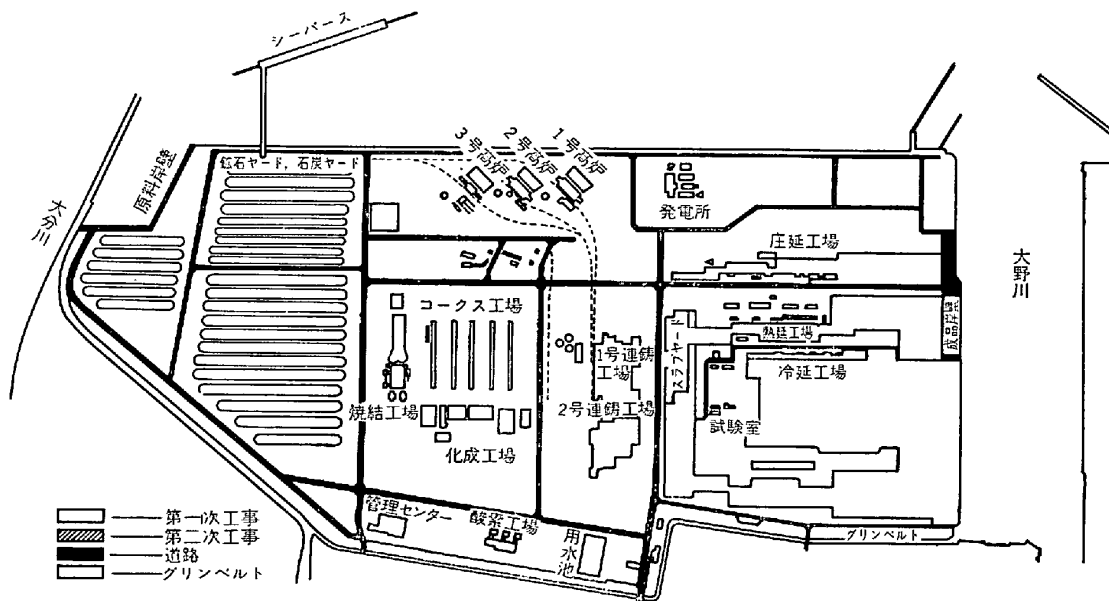


図 7 大分製鉄所のレイアウト

計への反映、グリーンベルトを含む緑化計画の推進などである。これらを十分配慮してレイアウトが決定された。このようにして建設が始められたのであるが、新技術の採用に当って行なわれた技術的検討及び決断の過程については、シーバースと全連铸を例にあげて次にやや具体的に述べてみる。

3.4 技術的決断の過程

3.4.1 シーバースの採用

(1) シーバースに到る経緯

昭和 36 年の当初計画では「年間 400 万 t の製鉄所の

建設」が目標であつたが、実際に建設が始まった昭和 44 年には 1000 万 t 以上を指向することになり、予定された工場敷地では十分ではなく、しかも周囲の事情で拡張の余地が極めて限られていた。そのため全体レイアウトを充分考えなくてはならない事情があつた。

また、輸入原料を大型船で受け入れるため、幸い埋立地沖合 400m の所に浚渫しないで 30m の水深が確保できる別府湾の有利性を活かして、防波堤のない棧橋方式にすることが好ましいと考えた。

このように限られた敷地を有効に生かすこと、及び 25

万t以上の巨大船を受け入れることに結びつけて、シーバース方式に決定した。

(2) シーバースと泊地岸壁方式の比較

従来の原料受入れの港湾設備は防波堤を設けた泊地内に岸壁を作りそこへ接岸する方式で、これに対しシーバースは荷役設備をもつ棧橋を設け、その下に波が抜けられるようになっていたため、防波堤がなくても接岸条件はかなり広げられる。

両方式を簡単に比較すると、操船上の自由度、設置場所の条件、工場敷地の有効化、将来への拡張性、更に30m水深での接岸を目指したときの構造上などの点ではシーバース方式のほうが有利である。しかし、その反面、問題点としては第1に気象条件の影響はやはり泊地方式より受けやすく、バースの稼動時間が十分とれるが、第2には海上にこのような構造物を作つて、長期にわたつて十分信頼性がもてるかということであつた。

次に、気象条件の影響の検討であるが、風については風速10m以上の月別頻度とその風向により、年間を通じて北西の風が多く、冬期にはその風が強くなること、また過去51年間の統計でこの地方へきた台風103回についてみると、その影響は年平均2回であること、更には例年2月を中心に台湾坊主と云われる東支那海低気圧がある、などが判つた。この場合は泊地方式でも同様で

あるが、襲来1回につき2～4日はシーバースが使用できなくなる。

次に波浪は風の強い北西からの吹送距離は、別府湾によりせいぜい10～15kmと短かく自然地形が都合よくできている。これら風波の調査から最悪の月でも90%の稼動ができ、泊地方式に決して劣らないと判明した。

(3) シーバースの設計

水深30mの深い海に、しかも地層の関係から支持層が深いところに、80～90mもの長い鋼管杭でバースを構成し、更に巨大なアンローダーを支えるのであるからその安全性については色々の角度から検討をすすめた。

第1の問題は耐震設計であるが、従来採用されている静的震度法ではなく、当時研究されつつあつた「応答を考慮した修正震度法」により検討をすすめた。過去に発生した大分附近の地震の実績を調査したり、また振動の固有周期、減衰特性などデータの無いものは現存する類似構造物で強制振動実験をおこない測定した。80～90mの杭の上に巨大なアンローダーが乗る特異なトップヘビーの構造のため、一般的な構造計算のほかに、1/100のアクリル樹脂模型を使つた振動実験もおこない、確実を期した(図8)(図9)(図10)。

第2には長い鋼管杭の設計についてである。杭の配置は経済性、施工性を考えて決めたが、1本の杭にかかる

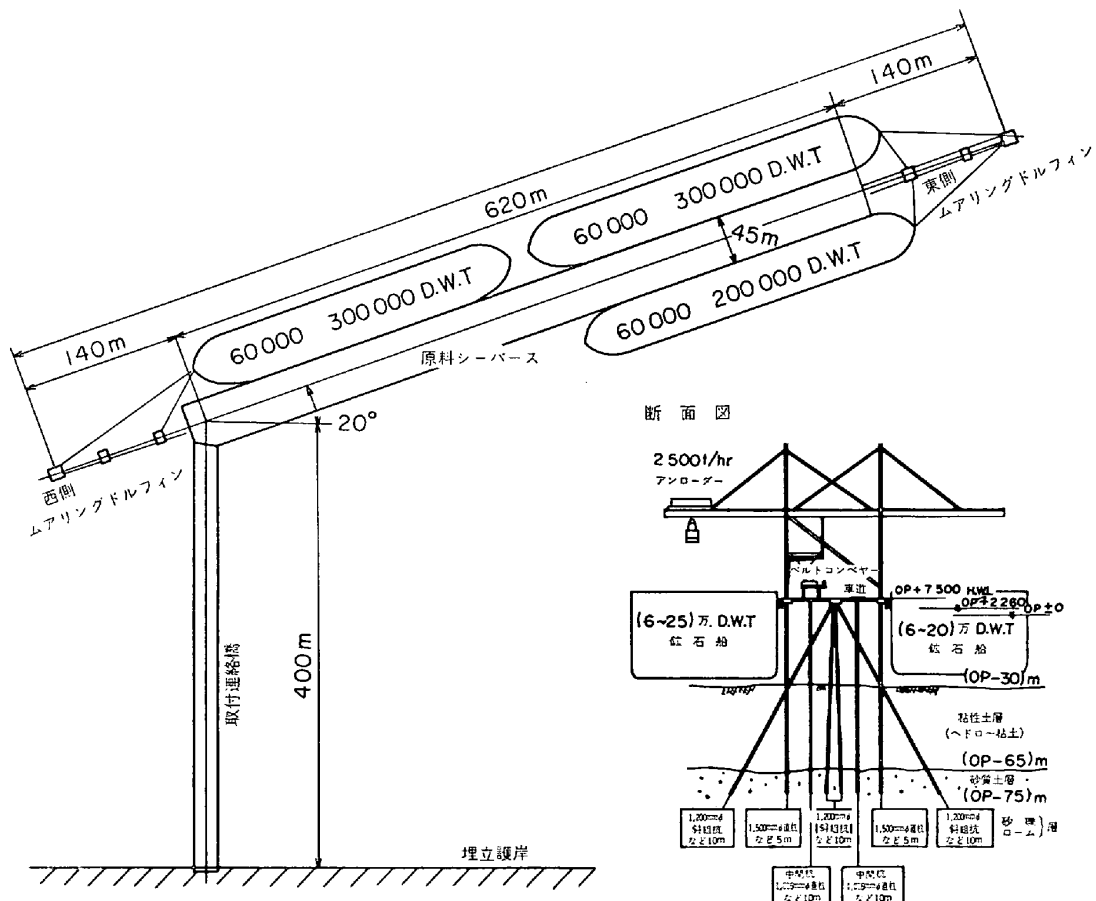


図8 主原料バース全体図および構造図

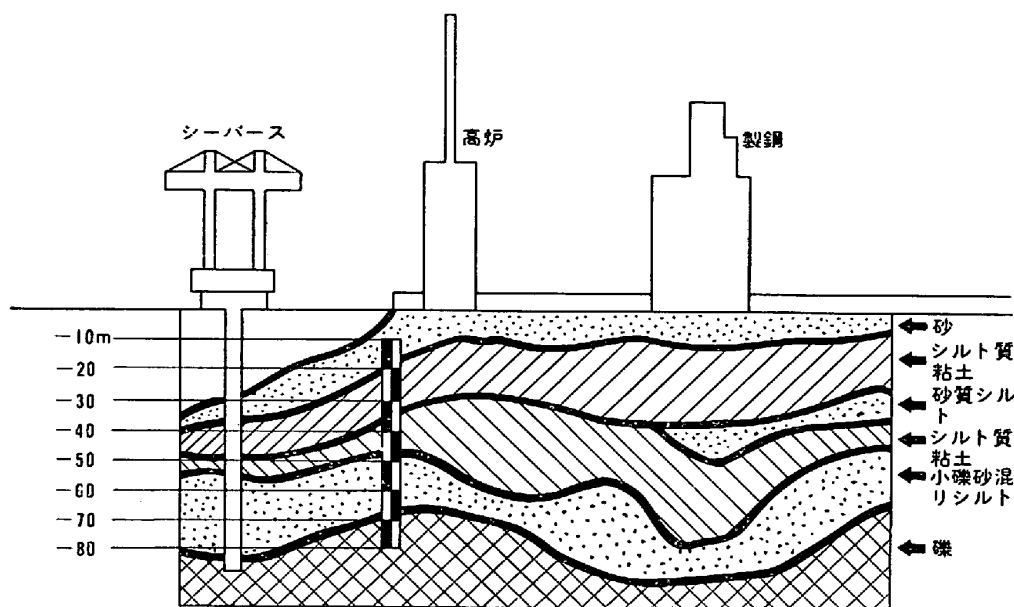


図 9 土 質 図

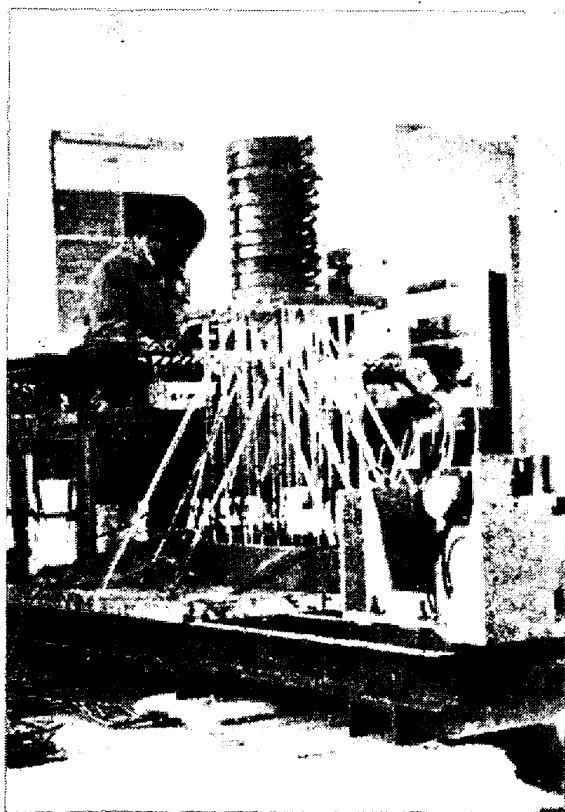


図 10 シーバース模型の振動試験

力は 300~500 t にも達することが判った。当時はこのような大荷重を支える杭の実施例がなく、杭の施工性とともに支持力の限界が論議された。計算上では、世界最大級の打込みハンマーを用いても、打込力が長い鋼管杭の先端までとどくかどうか、従つて期待される支持力が

得られないかもしれない心配があつた。このような問題に対しては、実際と同一条件で打込み試験を実施して施工性を確かめる一方、本体構造物の一部を用いて 1200 t の載荷試験、900 t の引抜試験をおこない確認をした。海上で行なつたこの種の試験は他に類を見ない大規模なものであつた。

第3には長尺杭の溶接々合部の健全性の確認である。工場では約 15m 程度が製造可能な最大長さであり、80~90m の杭にするには 6~7 箇所以上の溶接々合が必要であるが、杭の機能上溶接部の強度は勿論のこと、芯の通りが重要であるため作業性のよい陸上ヤードで長尺接合した。長さ 90m を越える斜杭は施工機械の能力限界のため建設現場での溶接を 1 箇所設けたが、海上斜杭溶接としては類を見ない半自動溶接を採用し、全数 X 線検査を実施し、施工の能率化、品質の確保に努めた。

第4には構造解析の問題である。シーバースを、杭自身弾性変形する構造部材とみなした立体構造物として解析せねばならず、大型電算機を用いて、幅 45m、長さ 95m、杭本数約 100 本の 1 ブロック全体を一つの構造体とし、あらゆる荷重条件に対して各部々材の設計プログラムを開発した。

第5は鋼管杭の防蝕の問題である。種々研究した結果、腐蝕代として 2mm 加えた板厚を使用し、防蝕法としては海水中部分に対しては流電陽極方式とし、すべての杭にアルミニウム合金を取付けた。空中部及びスプラッシュゾーンには特殊処理をした塗装をほどこした。

以上のような基本設計条件の検討により、最大直径 1500 mm、最長 92m の鋼管杭約 740 本を使用し、鋼材総使用量約 37000 t で、年産 1000 万 t 規模の製鉄所の原料受入設備は完成したのである。

3.4.2 全連鑄方式の決断

(1) 全連鑄の将来技術としての認識

将来技術の進歩の夢として全連鑄方式を考えてみると色々な可能性、期待というものが生まれてきた。即ち、造塊—均熱—分塊工程を連鑄により1プロセスとする事によつて、近代製鉄所が今まで常に追求してきた目標に大きく近づく事が可能であると判断された。

これらをまとめてみると、次の通りである。

- 1 合理的なレイアウトの実現——敷地の有効化（大分の基本要件）
——物流の単純化
- 2 プロセスの単純化による省力化——400万t/年で100名以上の減
- 3 品質の向上——表面品質、均質性
- 4 省エネルギーの推進——製鋼工程での30%減
- 5 省資源の推進——一貫歩留5~10%向上
- 6 クリーンな作業環境——自動化

第1項目の合理的なレイアウトの実現であるが、特に大分製鉄所として痛切に感じていた敷地の有効利用がなされると同時に、物流の単純化ができ、輸送の合理化、コンピュータコントロールのやりやすい条件が得られることである。

第3項目の品質の向上は、造塊のようにスプラッシュ、鑄型条件などに大きく左右される作業に比し極めてよい条件であるため、表面品質は大幅な改良が期待できるし、内質も均質性ではリムド、セミキルドよりもはるかに優れている。

第4項目の省エネルギーの推進では、分塊法の均熱炉の省略と、装入鉄対精整スラブで表わされる製鋼一貫歩留の大幅な向上により、製鋼工程で消費されるエネルギーの約30%が節減される。

第6項目の、作業者に対してのクリーンな作業環境の設定についてであるが、造塊作業の環境は従来から問題でありながら実際に適用できる改善策は非常に少ないのが実情であつたが、連鑄方式では発塵、発熱などの作業環境を劣化させる要素が少なく、また機械化、自動化により極度に労働の負荷を軽減できる可能性をもっているのである。

(2) 決断を迫られた諸問題

しかしながら、これまで述べた数々の利点について、今まで実現を見なかつたのには、それなりの困難な背景があつたからである。即ち、大分計画が具体化した昭和44年頃の情勢として、連鑄はようやくその緒についたばかりであり、社内でも国産ブルーム、スラブ兼用機が1基稼動していたのみで、そのほかに2箇所の製鉄所に広幅機が建設中という状況であつて、全国的に見ても連鑄処理量は粗鋼生産の約5%を占めるに過ぎず、黎明期であつたといえる。アメリカにおいても、昭和44年(1969年)に稼動した、新立地のベツレヘム社バーンズハーバーは、造塊—分塊方式を採用していたのである。連鑄方

式が将来、造塊—分塊方式によつて替わるという傾向については、大多数の意見が合致していたところであるが、実際には次に述べる種々の難問の解決が必要であり、特に分塊ミルを全く省略し、全連鑄方式にすべてを依存できるかという判断については、否定的意見も多数あつた。

これら全連鑄方式を採用するにあたり、決断を迫られた諸問題をまとめると次のごとくである。

第1には生産性であるが、大型高炉と転炉の高生産性に適合する生産設備としての見通しである。当時世界的にみても、2ストランド型広幅スラブ連鑄機の能力は、100t/hr、月産5~6万t程度が最良の成績であり、300t転炉の600t/hrに対応するには、技術的にかなりのへだたりがあつた。また分塊ミルの550t/hr程度の能率や稼動率に対しても大きなへだたりがあつた。

第2には、生産工程、サイズ、ロット、鋼種など通常の生産体系に対して制約条件が多すぎると予想され、将来年産1000万t以上の一貫製鉄所としてなりたつかどうかの見通しに自信がもてなかつた。

第3には、成品としてフラットプロダクトを指向するため、従来のリムド鋼相当の品質、製造技術、及び経済性の面で解決すべき点が非常に多かつたことである。当時の考え方としては、アルミキルドによる代替えと云う、西独マンネスマンを中心とする考え方、ソ連のリムド連鑄、USスティールのリバンド鋼の鑄造の3つがあつたが、どれも安心して採用できると云う認識はなかつた。

第4には、立上り時の問題である。日産1万tの大型高炉の火入れ後の生産の伸びは極めて急速であり、1カ月目でも3000~4000t/日のペースが抑え得る限界とされ、連鑄の立上りがこれに追従する事が必要となる。しかし設備の初期故障、操業要員の訓練、技能不足、高炉—転炉—連鑄工程の同時スタートによる操業バラツキの吸収の難かしさ等の実操業上の不安が極めて大きかつた。

第5には温度、耐火物などのトラブルのため、鑄造困難な事態が発生した場合の溶鋼の処理についてである。300tと容量が大きいため対策をとつても技術的にむずかしく、また処理能力に限られるため連続して発生すると処理しきれず、直ちに全工場の停止につながることである。

第6には全連鑄に適したスラブハンドリングシステムの設計である。これは全く未経験の分野で、大量の物量輸送の他にスラブ表面品質、内部品質を検査、手入れして品質を保証すること、転炉の出鋼ロットを圧延ロットに変換する機能の持たせかたなどの問題があつた。

(3) 問題点の解消と決断

今までに述べてきた全連鑄方式の問題点を解決し「技術の夢」を実現すべく、短期間に最大の努力を払うため、全社の技術を挙げ、各々の問題に取り組んだ訳であるが、

最終結論に達するまでは設備計画としては、分塊ミルとの併設の検討もあわせて推進させることとした。

以上の諸問題の対策として考えをまとめると、

第1の生産性の不安に対しては、高速鑄造、多連々鑄、準備保守時間の短縮の3項目を主軸に検討を加え、必要な技術を設備面に十分に反映させるようにした。この結果1基当月産10万t以上の生産は実現可能と判断し、高炉2基での月産目標65万tに対して、連鑄機5～6基で処理でき、設備的にも分塊法に十分対抗できると考えた。

第2の工程制約上の件では、当時の全社ミル配分を数次にわたって詳細に検討し、未解決技術分野の開発も含めて大きな支障はないと結論した。これは分塊ミルを柱とした既存製鉄所が複数箇所存在していたこと、ミル配分、生産工程管理をシステム化することによるバックアップがあつた事などが決定の大きな力となつた。

第3の鋼種制約の最大の問題は、リムド鋼に匹敵する連鑄スラブの製造であつたが、ソ連、アメリカ、ヨーロッパの実情調査を数回にわたって行ない、製造状況と需要家の反応を詳細に検討した。更にこれらの調査に基づき、実機による試験鑄造と需要家の試産を繰り返した結果、USスティールの開発したリバンド鋼を主軸に、AIキルドの連鑄でこれを補うことにより対応できると判断した。

第4の問題である高炉の急速立上りに対する対策として、高炉側に粒銑機を設けると共に、製鋼側に造塊注入線1線と最少限のモールドヤードを設置し、連鑄立上げ完了後転用することとした。なお次工程の連熱工場は半年前に試圧延を開始し、製鋼の鋼片処理設備も冷鑄片による操業訓練を繰り返し、高炉—転炉—連鑄のスタートに備えた。

第5の非常時の溶鋼処理については、転炉に返送、再出鋼して鑄造処理をする事を主体に、設備と操業法の開発を行なう一方、当面は上記注入線で対処することにした。

第6のスラブハンドリングであるが全面的にセンサー、コンピューターを使用して、スラブ処理の無人化、オンライントラッキング方式を開発するとともに、設備的にもテーブルローラーやスキッドなどを組み合わせて、オンラインによる画期的な処理方式の採用を決定した。

以上、蓄積した技術と実鑄造試験などによる徹底した技術の見極めにより全連鑄方式に踏切つた訳である。計画を始めてから約半年後に新しい製鉄所建設の決心を固めたのであるが、更にこのあと操業開始までの時間を、その「つめ」にあて遺漏のないよう準備をすすめた。

4. 稼 動 の 実 績

4.1 シーバース

まずシーバースであるが、操業開始した4ヵ月後には

28万tの鉱石船を受入れ、2台の2500t/hrのアンローダーにより荷役されたが10万tの鉱石は1昼夜で荷揚げされる実績をあげている。更に心配された気象条件による非稼動時間も最大の月で10%以下と少なく、事前調査の妥当性をうかがうことができる。

4.2 全連鑄操業の実現

次に連鑄の操業であるが、昭和47年4月末に操業開始以来、立上り約半年間の苦労はあつたが、年産400万tの製鉄所に全連鑄方式を導入するという画期的な試みに極めて満足できる状態で目標に近づくことができ、初鑄造から約1カ年で造塊処理は事実上ゼロとなり、名実ともに全連鑄の操業ができたのである(図11)。

既に歩留で5～10%の向上、省エネルギーでも所期の実績をあげており、省力化についても全遠隔自動鑄込み技術の開発にほぼ成功した。したがって作業環境も格段の改善がなされた。なお品質についてもブリキ、深絞り用冷延鋼板、高級ラインパイプ及び厚板材など所期以上の水準に早期に到達し、順調に市場へ送り出されている。生産技術的には1基で月産17万6千t、あるいは3基で月産33万tの実績を作り、更に将来へ向つて技術の向上を図っている。

4.3 トータルコンピュータシステムの実績

操業開始と同時に、全所作業をトータルコンピュータ

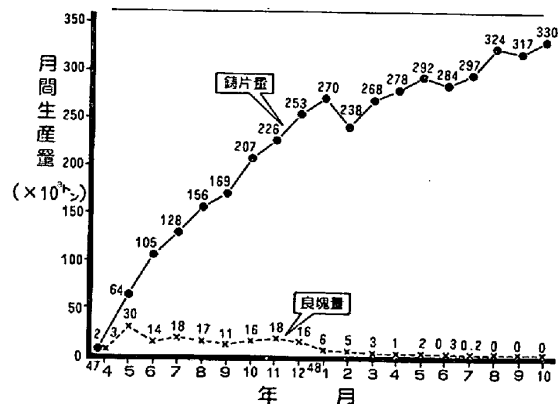


図 11 操業開始以後の月別生産量推移

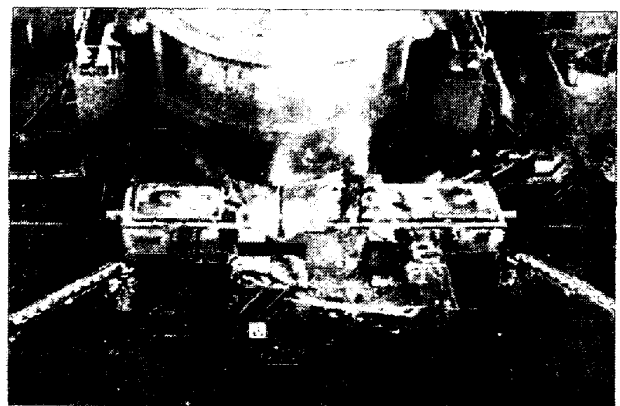


図 12 連鑄ノンマンコントロール風景

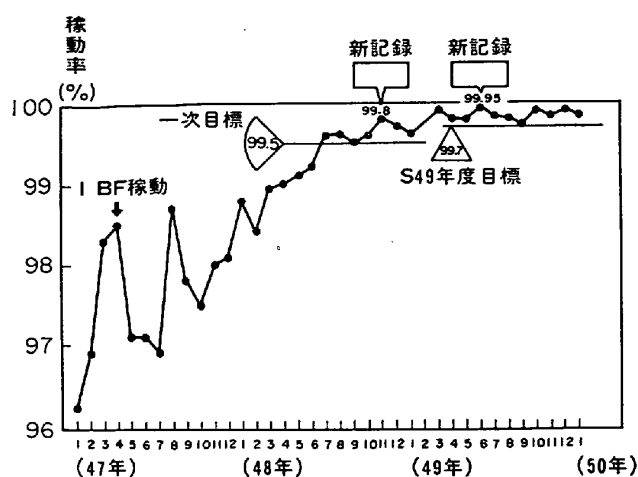


図 13 大分総合オンラインシステム稼働推移

システムのベースで始めたが、最も重視されていたシステムの信頼性の実績として、製鉄所全体を支配するオンライン・リアルタイムコンピュータの稼働率をみると、操業当初の 97% から 1 年経過して 99% を越え、1 次目標の 99.5% を安定して達成したのち、2 年後には 2 次目標の 99.7% のレベルに達した(図 13)。

コンピュータがダウンした時は、迅速に対応できるバックアップ体制が円滑に作動し操業停止になるようなことはなかったが、作業はすべて手動となり能率も 60~70% に低下するので、それなりにシステム信頼性向上の努力が強力に推進される結果となった。かくして、情報の正確な伝達による諸管理の高精度維持、設備及び操業の円滑な稼働ならびに省力化による 2 高炉段階まで含めた約 1000 名合理化の第 1 段階が達成されたのである。

5. 結 言

以上、永年つちかわれた技術の蓄積と、需要の要請に

こたえ、新製鉄所建設の機会にめぐまれたプロジェクトの 1 つとして、大分製鉄所の誕生の経緯について述べた。このプロジェクトは「新技術への挑戦」とも云うべき大胆な試みを行なったのであるが、それはつぎの 4 つのポイントからなりたっている。

第 1 に、将来技術の向うべき方向の設定

第 2 に、それを具体化できるかどうかの技術的可能性の見通しと決断

第 3 に、それを実現するための設備技術上の解決

第 4 に、操業技術、技能の発揮

である。

この 4 つの要素の中でも、第 2 の、具体化できるかどうかの見通しと決断は、それを司る人により大幅に左右されるものであり、今回のように未解決の分野を多く含んだ、トータル技術の採用が数多くある場合には、ややもすると安全サイドへ傾きやすいが、その時点で可能な限りのデータを集め実験、調査を行なうことにより見通しをつけ、決断したことは 1 つの成功であつたと思える。

現在、大分製鉄所は 2 高炉段階の建設をすすめているが、同製鉄所は、現時点ではまだ企画されたすべての目標が十分達成されていると云えない。今後より一層の向上が望まれるゆえんである。

最後に、昭和 30 年代、40 年代とそれぞれの時期に順調に実力をつけながら発展してきた日本の鉄鋼業は、50 年代に到り、いまだかつて直面したことのない困難な問題を持つ局面を迎えた。これをどのように乗り切るかは日本の鉄鋼業界の一大問題であり、現在指導的な立場にある各層の力に負うところが多大で、その活躍を期待する次第である。