

報 告

UDC 669.001

金属研究の長期計画について

日本学術会議金属研究連絡委員会から昭和45年12月に見直しの依頼があつた金属研究の長期計画について、本会においては研究委員会が中心となつて再検討した。再検討にあつては以下の緒言に述べるとおり鉄鋼を中心としてその関連分野を含めて審議し、一応の結論をえたものであるがその内容については今後検討しなければならぬ項目もあり、じゆうぶん満足なものではない。しかしながら研究課題と研究体制とについて概説してあり、会員各位の御参考に供するとともに不備の点、脱落項目など会員各位から積極的に御叱正御意見をお聞かせいただければ幸いである。

1. 緒 言

昭和40年3月、日本学術会議金属関係連絡懇談会から金属研究の将来の推進方策について意見を求められたので「金属研究の将来計画について」と題する回答を提出したが、昭和45年12月に金属研究連絡委員会委員長から「金属研究の長期計画」について見直しの依頼があつた。

前回答中の時期からすでに6年以上を経過しており、本会としても見直しの必要を認め、金属研究の長期計画を検討することとした。見直しにあつてまず長期の解釈であるが、学問および技術の急速な進展を考慮するととりあえず今後10年以内程度に重点をおき、さらに長期的見通しも配慮するという基本的見地に立ち、また本会の性質上鉄鋼を中心とし、その関連分野を含めて審議することとした。

わが国の鉄鋼業は1960年代に急激な発展をとげ粗鋼生産高は1970年度は9300t万に達したが、以降は伸び悩みの状態にあり、昨年度から生産調整を余儀なくされ、需要面においても原料面においても種々の重要問題をかかえている。

このような現状を認識して、将来計画を審議検討した結果を研究課題と研究体制とに大別して以下に記述する。

2. 鉄鋼に関する研究課題

鉄鋼に関しては、原料、製鉄、製鋼から圧延、成品およびその利用と、その周辺技術に至るまで広い分野にわたるが、今後推進しなければならない研究課題について概要を述べる。

2.1 製鉄原料および技術に関する研究課題

製鉄用原料処理、高炉の大型化、高圧操業などの研究も急務であるが、製鉄用コークスの使用量軽減に関連する課題が当面最も要望される。

2.1.1 非粘結炭による製鉄用コークス製造法の開発
製鉄用コークスの製造に使用される原料炭、特にコークス強度の維持に必要な強粘結炭は安価な入手は困難になり、コークス価格は、年々上昇する傾向にある。したがつて、非粘結炭を使用する製鉄用コークスの製造技術が開発されれば、その効果は非常に大きい。

2.1.2 高炉への燃料の吹込みと脱硫技術の開発
高炉への燃料の吹込みは還元剤および熱源としてのコークスの役割を代替するもので、コークス価格が非常に高い現状から強力に研究推進が望まれる。一方、わが国における燃料吹込みはそのほとんどが重油吹込みであり、鉄鋼業における重油の消費割合でみても高炉用が約30%を占め、なお増加の傾向にある。しかも環境改善の観点から望ましい低硫黄重油はその安定供給が困難な情勢にあるので、高炉用として高硫黄重油を使用する場合の脱硫技術の開発が必要である。

2.2 新製鉄法の開発に関する研究課題

製鉄用強粘結炭の価格上昇が予想される現状と既存のエネルギー源の将来から考え、直接製鉄法などによる還元鉄の製造法の開発と原子力エネルギーを利用した製鉄法の開発推進が望まれる。

2.2.1 還元鉄の製造・利用技術の開発

製鉄用強粘結炭の価格上昇の情勢に対処するため還元剤、燃料を変更して還元鉄を安価に直接製造する技術(直接製鉄法)と大容量高圧操業の電気炉などで、これを溶解精錬するプロセスの開発が要望される。このプロセスが開発されれば、将来高炉一転炉プロセスにかわりうるものとして、その意義は非常に大きい。

2.2.2 原子力エネルギー利用の製鉄法の開発

既存のエネルギー源が将来高価となり原子力エネルギーの開発が予想されることから原子力熱エネルギーをプロセスヒートおよび還元ガスの製造に利用して還元鉄を安価に製造し原子力利用の電力を電気炉に用いるプロセスが考えられる。鉄鋼協会の共同研究会においても本研

究を推進中である。

2.3 製鋼技術に関する研究課題

連続製鋼，溶鋼の凝固，非金属介在物の制御などに関する基礎的あるいは開発的研究が要望される。

2.3.1 連続製鋼技術の開発

製鉄工程は製鉄，製鋼，造塊，圧延の各工程に大別することができる。製鉄工程については，高炉自体が本質的に連続操業であり，造塊圧延工程は連続鑄造技術の発達により次第に連続化しつつある。しかしながら製鋼工程では転炉，平炉などすべてバッチ式の操業であり，これを連続化しうれば，製鉄から圧延工程まで連続化させることが可能となり，能率，総合歩留の向上，品質の安定，工程の統合などの画期的な効果をもたらす。現在，各国で溶鉄を連続的に供給して精錬する方式を研究中であるが，いまだ工業化に成功していない。わが国においては日本鉄鋼協会と金属材料技術研究所とが中心となつて連続製鋼技術の共同研究を進めているが，一層の発展が望まれる。

2.3.2 溶鋼の凝固に関する研究

溶鋼の凝固現象については，鑄造組織，凝固速度，偏析，凝固中の湯動きなど，従来から研究が活発に行なわれ，一応の成果はあがっているが，十分とはいえない。例えば連続鑄造法による鑄片の冷却速度が通常の鋼塊に比して著しく大きいことから，鑄造組織，偏析，鑄片の変形や割れなどについての理論的説明が一層要望されている。

2.3.3 非金属介在物に関する研究

鋼中の非金属介在物の制御については従来から研究され，特殊鋼についてはエレクトロスラグ法の発達などの成果は得られているが，量産鋼についてはその研究成果はまだ十分に満足しうるものではないと考えられる。

昭和40年度から，鉄鋼基礎共同研究会（学振19委員会および54委員会，日本金属学会，日本鉄鋼協会にて構成）において，非金属介在物部会が発足され，一応の成果をあげてはいるが非金属介在物を積極的に制御する方法などについて更に研究を推進する必要がある。

2.4 製鉄，製鋼工程におけるその他の研究課題

製鉄，製鋼の技術の発展のためには，化学工学的手法の導入，耐火物の開発などの諸問題が考えられる。

2.4.1 化学工学的手法を用いた研究の発展

製鉄から製鋼工程にわたる種々の反応，機構を解明するとともに，それぞれユニットプロセスにおいて各冶金工程の現象を化学工学的に追求する必要がある。この分野の研究は今後更に発展が望まれる。

2.4.2 耐火物の研究

製鉄，製鋼設備の大型化，高能率化および連続製鋼などの新技術の開発には耐火物の性能向上が不可欠であり，鉄鋼の発展に重要な周辺技術として耐火物の研究が望まれる。

2.5 鋼材の製造に関する研究課題

各産業の発展とともに，鋼材に要求される品質はますます高度となりつつある。これに対応するためには鋼材の製造技術や圧延理論に関する研究がさらに必要である。

2.5.1 特殊鋼製造技術の改良研究

各分野における鋼材に要求される品質が高度となるとともに，特殊鋼の品質の安定，価格の低下などが要望される。特にエレクトロスラグ法による高級特殊鋼の製造分野の拡大，表面処理技術（金属溶射，軟窒化など）による特殊鋼品質の性能向上，粉末冶金法による工具鋼の製造法開発などの研究の推進が望まれる。

2.5.2 三次元圧延理論の解明

圧延理論は二次元の段階で解析が進められ，板材の圧延に適用されてきた。しかし，条鋼圧延に見られる三次元の変形，板材の端部における厚み変動については，いまだ解明されておらず，特に条鋼圧延においては，経験的な知識によるためにその開発に日時を要するのが現状である。今後，三次元問題の基礎理論を充実し，経験的な知識と融合して，形鋼圧延の連続化などによる生産性向上，新製品の開発，鋼材全般における品質，精度の向上をはかるためこの種の研究の強力な推進が期待される。

2.5.3 加工熱処理の研究

建築，造船，海洋構造物などの産業の発展にともない高張力で，溶接性，靱性のすぐれた高級製品を安価に供給することが急務である。そのため，厚板，薄板線材などの鋼材全般にわたり，コントロールドローリング，ペーナイト処理，直接焼き入れを始めとする熱処理と加工とを結合させた加工熱処理，および加工熱処理に及ぼす合金添加の影響に関する研究が要望される。

2.6 鋼材の開発と利用に関する研究課題

各産業における鋼材の品質向上の要望にこたえと共に需要の拡大が予測される建築，造船，海洋構造物，宇宙開発，原子力利用などの分野で使用される鋼材の成形法，工法などの開発を進め産業の発展に対応してゆかなければならない。

2.6.1 低温用鋼の開発

最近，低温地域の使用鋼材や化学装置用の低温用鋼が要求されているが，特に液化天然ガス（LNG）貯蔵用鋼材および寒冷地ラインパイプ用鋼材は強度と同時に所定の低温靱性が要求され，溶接性，延性，疲労強度，耐食性も必要であり，その開発，改良の研究が必須のものとなつてきた。

2.6.2 建材および工法の開発

将来の建築の方向として，新工法，新建材が普及していくこと，特にプレハブ化，ユニット化が進むことが予想される。これは工法の簡易化，安価な住宅の提供を目的としたものであり，薄板，形鋼の表面処理，合成樹脂断熱剤との併用や複合材料とその加工法の開発が進めば

居住性が改良され、量産化されるものと期待される。

建築工法の研究と共に、鋼材の住宅への利用について開発の強力な推進が望まれる。

2.6.3 海洋開発、宇宙開発、原子力産業への鋼材利用の推進

耐食、耐疲労および耐熱性などの研究により、海洋構造物、宇宙開発、原子力利用の分野における鋼材を開発するとともに、この分野の技術開発を推進してその発展をはからねばならない。

2.7 省力化・自動化に関する研究課題

製鉄の各工程の生産性の向上、自動化、省力化を一段と進めるために、分析検査などの部門でも新しい技術を開発しなければならない。

2.7.1 システム工学の導入

鉄鋼業においては、受注から出荷に至る工程の管理にすでに電子計算機が導入され、工程管理、生産管理に威力を発揮している。しかしながら生産工程にあつては、プロセスコンピューターの設置などにより省力化が進められているとはいえ、十分ではない。労働力の確保が困難な情勢にある現在、鉄鋼業の組織、人、電子計算機、検出端や自動化機器のかかわりあいを系統的に分析し、解決をはかるシステム工学的な考え方を導入して、省力化をさらに強力に推進する必要がある。

2.7.2 計測制御技術の開発

電子計算機の導入がさらに進められ、そのため高度な検出端の要求が強くなると考えられる。

(1) 瞬間分析、測温技術の開発

製鉄、製鋼工程の分析の自動化、連続化および迅速化は品質および操業の安定のみならず、反応の計算機制御に最も重要であり、さらに連続製鋼法の成分調整には不可欠のものである。

現在開発中の段階にある固体電解質やレーザー光線などを利用したこれらの分析技術の開発研究が、早急に望まれるところである。また、これに伴い連続測温技術の精度向上も要望される。

(2) 検査の自動化

成品工程などにおける疵検査、寸法検査は十分な自動化が行なわれておらず、また高速検査が困難な現状ではオフラインでさらに人手をかけて検査する状態にある。

したがって鉄鋼の需要家に対するより完全な品質保証と省力化のために、検査機器およびシステムの開発、オンライン化が要望される。

2.8 環境改善技術の開発

近年各種産業の生産規模の拡大に伴ない、環境汚染問題が表面化してきた。したがって今後の新技術の開発とその適用にあつては、広く社会に及ぼす影響を考慮したものでなければならない。鉄鋼業における原料処理、製鉄、製鋼から圧延工程、精整工程にわたる技術開発においても環境汚染の問題に留意し、次の各項目について

検討する必要がある。

- (1) 硫黄酸化物の低減
 - a) 原燃料の脱硫技術の開発
 - b) 排煙脱硫酸技術の開発
- (2) 排水処理技術の確立
 - a) ガス洗淨汚濁水の処理
 - b) 含油廃水の処理
 - c) コークス炉ガス液処理
 - d) 酸性廃液処理
- (3) 粉塵の発生低下
 - a) 原燃料ヤードの発塵防止
 - b) 焼結炉・高炉・転炉などの集塵方法
- (4) 廃棄物処理技術の確立
 - a) 高炉・転炉・スラグの処理を有効利用
 - b) スラッジ (シッタースラッジ、含油汚泥などの処理と有効利用)
 - c) 焼却設備の研究

3. わが国における研究体制

研究を推進する体制として、各種情報の蓄積・流通のシステム完備が必要であり、また各研究機関の機能の完全発揮をはかるための助言を行なう委員会の設立が望ましい。

3.1 金属情報センターの設立

科学技術の分野はますます専門化、細化するとともに一方では科学技術を総合的に利用する方向にも進んでいる。全世界の科学技術情報量についてみると、論文情報だけでも年間約200万件ないし300万件と推定され、10年後には倍増するものと予想されている。したがって各情報の収集、選択、整理を研究者自身で行なう従来の手段は限界となり、関連分野を含めて専門の情報機関が処理し、研究者を補助する体制を確立することが必要となった。

わが国においては日本科学情報センターがもつとも有力な組織といえるが、その取扱い分野は現在のところ理工学のみであり、情報源として収集している逐次刊行物も2500種程度で、また調査サービスの基になる二次情報資料も現在整備中の段階にあるといえる。したがって検索深度の向上、所要時間の短縮などのサービスは欧米諸国に比べいまだ十分でないと考えられ、情報処理技術の研究開発とともに早急に分野ごとの専門情報センターを確立する必要がある。

鉄鋼業としては、文献情報の蓄積整理にとどまらず、鋼材のデータベースや新製鉄所建設のための諸データなどの蓄積を含めた情報システムを完備して技術水準の向上をはかるため「金属情報センター」を早急に設立する必要がある。

さらに、民間企業と学協会の協力により発足している医薬情報センターや化学情報協議会および他の新設の情

報センターとともに全分野を有機的に結合した情報流通システムを組織すればその一環としての「金属情報センター」はわが国の科学技術の進歩に大きく役立つものと期待される。

3.2 鉄鋼総合研究委員会の設置

わが国における研究機関は

- (1) 大学および大学附置研究所
- (2) 国公立研究所・試験所
- (3) 民間会社所属の研究所

に大別される。

わが国の研究体制を調和のとれたものとするためには大学などの公共研究機関では真理の探究、理論の追求を主として研究の対象とし、国公立研究所試験所においては国家的あるいは公的要請に基づく実用的あるいは長期的大型の研究を実施すべきである。一方民間企業に所属する研究所においては、技術開発新製品の開発研究など当然企業に直接関連のある研究が行なわれることになる。

しかも今後学術的にも技術的にも世界の一流レベルを維持するためには、各研究機関における研究活動をより一層活発に、かつ合理的に実施しなければならず、研究規模の拡大、研究装置の大型化、高精度化に伴い多額の経費と人員を必要とすることとなる。

したがって、各種の委託研究や研究補助金などの手段による政府の積極的支援がますます必要不可欠のものとなるので限られた研究費は重点配分方式簿により有効に運用する方法も考えるべきであろう。

また多額の開発資金と多数の研究者、技術者を要する大型プロジェクトは性格として国公立研究所で扱うべきものであるが、既存の組織で、その範囲を超える場合は共同研究体制を設ける必要がある。

以上わが国の各研究機関における研究のあり方について述べたが、これらの研究機関が全国的視野に立ち、それぞれの機能を100パーセント発揮するためには政府、学界、業界(他分野も含める)の協力により広い視野のも

とに将来を考察してわが国の研究機関に助言を行なう、鉄鋼総合研究委員会を設置することが望ましい。

4. 結 言

わが国における鉄鋼研究の長期計画について今後10年以内に重点をおき、その研究課題と研究体制とについて検討した。その結果を要約するとつぎのとおりである。

1) 製鉄製鋼技術について、非粘結炭による製鉄用コークスの製造法、高炉への燃料吹込み、脱硫技術の開発直接製鉄法、原子力エネルギーの利用、連続製鋼とこれに関連して溶鋼の凝固、非金属介在物の制御に関する研究、各種反応の機構の解明、化学工学的手法を応用した研究さらに耐火材料の性能向上に関する研究などが必要である。

2) 鋼材の製造について特殊鋼製造技術の改良、三次元圧延理論、加工熱処理に関する研究が、また鋼材の開発と利用については低温用鋼材、建築材料およびその工法の開発改良、海洋、宇宙開発あるいは原子力産業などへの鋼材利用範囲の拡大に関する研究が必要である。

3) 成品の品質向上および製鉄各工程における生産性の向上、省力化、自動化を積極的に推進するためにはシステム工学的考え方を導入し、各種計測、制御技術をさらに向上開発する必要がある。たとえば瞬間分析、連続測温技術成品検査の自動化の研究などが重要である。

4) 排煙、排水処理、収塵および廃棄物処理など環境改善技術の向上、開発に関する研究も必要である。

5) 鉄鋼の研究を効率よく推進するためには、金属情報センターを設立して情報流通システムを完備し、一方基礎研程、応用研究、あるいは開発研究を組織的に実施しそれぞれの研究機関がその機能を十分に発揮するための研究実施のあり方および研究費の重点配分について述べた。また広い視野のもとにわが国の鉄鋼関係研究機関に適切な助言を行なう。鉄鋼総合研究委員会を設置することが望ましいと考える。