

中華人民共和國工場

(石家莊鋼鐵廠)

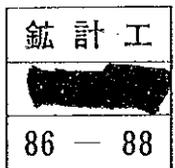
近代化計画

調査報告書

(要約)

1986年8月

国際協力事業団



国際協力事業団	
受入 月日 86.9.05	105
登録No. 15367	66.4
	MPI

1. 調査の概要

1.1 調査の目的

調査は中華人民共和国石家庄市石家荘鋼鉄廠の製鉄工場、製鋼工場および圧延工場などを対象に、その現状を調査し、その結果を基に鋼鉄廠の近代化計画を立案することを目的としたものである。

調査団は日本鉄鋼連盟の傘下にある神戸製鋼所からの4名の専門家によって1986年1月13日から同年1月31日の間に行なわれた。

調査団は鋼鉄廠の工場診断を実施し、その結果に基づき既存工場設備の活用を基本とした製造技術と生産管理技術に関する現実的、かつ、実現性の高い近代化計画案を立案・提出することを目的とした。

1.2 調査対象範囲と内容

事前調査で合意された実施細則に基づき、調査団各専門家による鋼鉄廠の現地調査を行ない、調査結果を勘案して工場改善ならびに近代化計画を立案する、というものであった。

1.2.1 現地調査

石家荘鋼鉄廠の製鉄設備、製鋼設備、圧延設備他を対象とし、生産工程としては原材料管理から圧延製品(As Rolled)の出荷検査までとした。

1.2.2 国内解析

現地調査の結果に基づき石家荘鋼鉄廠の現状レベルを日本の現状と対比することにより、差異を明確に把握し、その原因を解析した。

更に、近代化調査内容を組み入れ、段階的近代化計画を立案した。

ただし、設備計画はベーシックプランである。

JICA LIBRARY



1034113L9J

2. 石家莊鋼鉄廠の概要

2.1 工場・沿革

石家莊鋼鉄廠は1958年4月に河北省石家莊市に設立されて以来28年を経ている。粗鋼年産13万トン（1985年）の高炉、製鋼、圧延設備をもつ鉄鋼一貫製鉄所であり、中型企業に分類されている。

石家莊鋼鉄廠は華北の鉄道交通の要衝で、河北省の工業の1中心地である石家莊市の東郊にあり、河北省産の鉄鉱石、石炭をベースに立地した工場である。周辺は工場地帯となっており、北側にはコークス工場（別会社）があり、ここからコークスおよびコークス炉ガスが供給されている。

近代化に関しては既に生産能力を粗鋼ベースで年産35万トンに拡大する計画が作られており、高炉（300 m^2 ）、電気炉（3.0トン）の建設も完了しており、今後最新技術を取り入れた効率のよい設備を建設して生産鋼種の拡大と生産能力増強を行なうことを目標としている。

2.2 工場概要

- 敷地面積：692,653 m^2
- 建屋面積：116,127 m^2
- 資産 固定資産：1984年；4,471万元、1985年；5,294万元
流動資産：1984年；1,926万元、1985年；3,194万元
- 総売上高：1984年；6,317万元、1985年；6,600万元
- 生産品目：棒鋼（丸鋼、異形棒鋼）
- 生産量：各工程毎の生産状況を表2.2-1に示す。
- 所在地：河北省石家莊市45773

• 主要設備概要

		生産能力 (万トン/年)	建設年度
焼結機	24 m ² × 1基	24	1981年
高炉	150 m ³ × 1基	10	1969年
	300 m ³ × 1基	20	1986年
転炉(空気横吹)	6 T × 2基	10	1958年
電気炉	5 T × 1基	2	1958年
	30 T × 1基	6	1985年
中形圧延工場	ロール径 530 mm φ × 3台	12	1971年
小形圧延工場	ロール径 400 mm φ × 1台 / 250 mm φ × 5台	9	1965年

表 2.2-1 1985年生産状況総括表

(単位：トン/年)

1. 製 鉄					
製鋼用鉄		81,804		すべて鋳鉄による型鉄	
鋳物用鉄		21,340			
合 計		103,144			
2. 製鋼：鋼塊					
転 炉		102,064			
電 気 炉		29,911			
合 計		131,975			
3. 圧延製品					
製品寸法 (mm)		機械構造用炭素鋼	一般構造用炭素鋼	鉄筋コンクリート用鋼	合 計
小 形 棒 鋼	12		5,715		5,715
	14	445	14,880		15,325
	16	50	16,084		16,134
	18	215	10,905		11,120
	20	268	4,335		4,603
	22		821		821
	25	1,781	6,835		8,616
	28	3,835	2,645		6,480
小 形 異 形 棒 鋼	12			3,617	3,617
	14			7,184	7,184
	16			6,491	6,491
	18			4,706	4,706
	20			3,430	3,430
	22			1,510	1,510
	25			6,006	6,006
	28			871	871
小形圧延合計		6,594	62,220	33,815	102,629
中形棒鋼	50	1,796	939		2,735
	55	2,125	1,014		3,139
中形圧延合計		3,921	1,953		5,874
総 合 計		10,515	64,173	33,815	108,503

3. 近代化についての技術的提案

3.1 生産計画

鋼鉄廠と調査団との協議の結果、表3.1-1および表3.1-2に示す、1991年までの生産計画が立案された。

この生産計画は近代化の検討を行なうための基礎数値である。

1991年の生産量を1985年の実績と対比した場合の主な相違点は次の通りである。

(1) 総生産量(製品ベース)

1985年の108,503トン/年に対し1991年は300,000トン/年と2.8倍の増加となっている。

(2) 製造品種

高級鋼と普通鋼の比率は1985年の10:90に対し、1991年は15:85としており高級鋼が若干の増加となっている。

1991年には機械構造用低合金鋼等の製造を計画しており、鋼種拡大の計画となっている。

また、1992年以降の将来計画として軸受鋼等の高級鋼の溶製を計画している。

(3) 製品サイズ構成

1991年の製品サイズ別生産計画を表3.1-3に示す。

表 3.1-1 今後の生産計画量

(単位：万トン/年)

		1986年	1987年	1988年	1989年	1990年	1991年
焼	結	22(8)	22(22)	22(34)	60	60	60
銑	鉄	15	22	28	30	30	30
粗 鋼	電気炉	4	8	8	8	8	8
	転炉	10	12	13	16	22	27
	計	14	20	21	24	30	35
製 品	中形圧延	1	1	2	2	3	0
	小形圧延	10	12	13	13	22	0
	新棒鋼圧延	—	—	—	—		30
	計	11	13	15	15	25	30

()内は土焼法で生産する焼結鉄の量

表 3.1-2 将来の製造鋼種構成(粗鋼ベース)

(単位：万トン/年)

	一般構造用 炭素鋼	鉄筋コンク リート用鋼	機械構造用 低合金鋼	機械構造用 炭素鋼	快削鋼 鋸 螺 鋼	合 計
転 炉 鋼	16.2	9.45	—	—	1.35	27
電 気 炉 鋼	—	4	0.8	3.2	—	8
合 計	16.2	13.45	0.8	3.2	1.35	35

表 3.1-3 1991年の製品サイズ別生産計画量

(単位：トン/年)

鋼種 製品 寸法	高		級		鋼		普通		通		鋼		合 計
	丸		棒		鋼		鋼		鋼		鋼		
	機械構造用炭素鋼	機械構造用合金鋼	快 冷 鋼	削 鋼	鋼	鋼	一般構造用炭素鋼	鉄筋コンクリート用鋼	異形棒鋼	鋼	鋼	鋼	
10mm	—	—	—	—	—	—	5,000	1,7	1,000	5.3	15,000	—	5.0
12	—	—	—	—	—	—	15,000	5.0	15,000	5.0	50,000	—	10.0
14	—	—	—	—	—	—	36,000	12.0	20,000	6.7	56,000	—	18.7
16	3,000	—	—	—	—	—	37,000	12.3	24,000	8.0	64,000	—	21.3
18	3,000	—	—	—	—	—	37,000	12.3	20,000	6.7	60,000	—	20.0
20	3,000	1,000	0.33	500	0.2	—	3,500	1.2	5,000	1.7	13,000	—	4.3
22	3,000	1,000	0.33	500	0.2	—	2,500	0.8	5,000	1.7	12,000	—	4.0
25	3,000	1,000	0.33	1,000	0.33	—	2,000	0.7	4,000	1.3	11,000	—	3.7
28	3,000	1,000	0.33	1,000	0.33	—	1,000	0.3	3,000	1.0	9,000	—	3.0
32	3,000	1,500	0.5	1,500	0.5	—	—	—	3,000	1.0	9,000	—	3.0
36	2,000	1,500	0.5	2,000	0.7	—	—	—	3,500	1.2	9,000	—	3.0
40	1,500	—	—	2,000	0.7	—	—	—	2,500	0.8	6,000	—	2.0
45	1,500	—	—	1,500	0.5	—	—	—	—	—	5,000	—	1.0
50	1,500	—	—	1,500	0.5	—	—	—	—	—	3,000	—	1.0
全計	27,500	7,000	2.3%	11,500	3.9%	—	139,000	46.3%	115,000	58.3%	500,000	—	100.0%

3.2 製造工程の検討

近代化実施のための製造工程検討について以下に記す。

3.2.1 基本的考え方

- (1) 既存設備および現在建設中の設備はできるだけ活用して、粗鋼生産35万トン／年を達成できるように設備増強を行ない製造一貫体制を確立する。
- (2) 省エネルギーをはかるため、現状の転炉への冷鉄装入（キュボラで溶解して装入）を溶銑装入へ変更する。
- (3) 歩留、品質、エネルギー消費等の改善をはかるため現状の小鋼塊を連鋳鋼片に置換える。
- (4) 連鋳鋼片の断面寸法によって、品質上製造可能な高級棒鋼の品種、用途と最大断面寸法がきまって来るが、できるだけ良い品質の製品をつくり、製造可能範囲を拡げるために、取鍋精錬設備を設置し、また連鋳機には最新の技術を導入する。
- (5) 現在、二工場がある圧延（分塊も含む）工程は、一つの新棒鋼圧延工場に生産を集約する。
生産性、歩留、品質、省エネルギー等の面で改善をはかるため新しい技術を取り入れたすぐれた圧延設備を設置する。
- (6) 連鋳鋼片の新棒鋼圧延工場加熱炉への装入は、条件がそろえば（鋼片手入が不要で、圧延のタイミング上、支障のない品種の場合）ホットチャージングを行なって省エネルギーをはかる。

3.2.2 工程流れ図

調査団が推奨する近代化実現時（1991年の生産計画）の工程流れ図を図3.2.2-1に示す。

(単位：千トン/年)

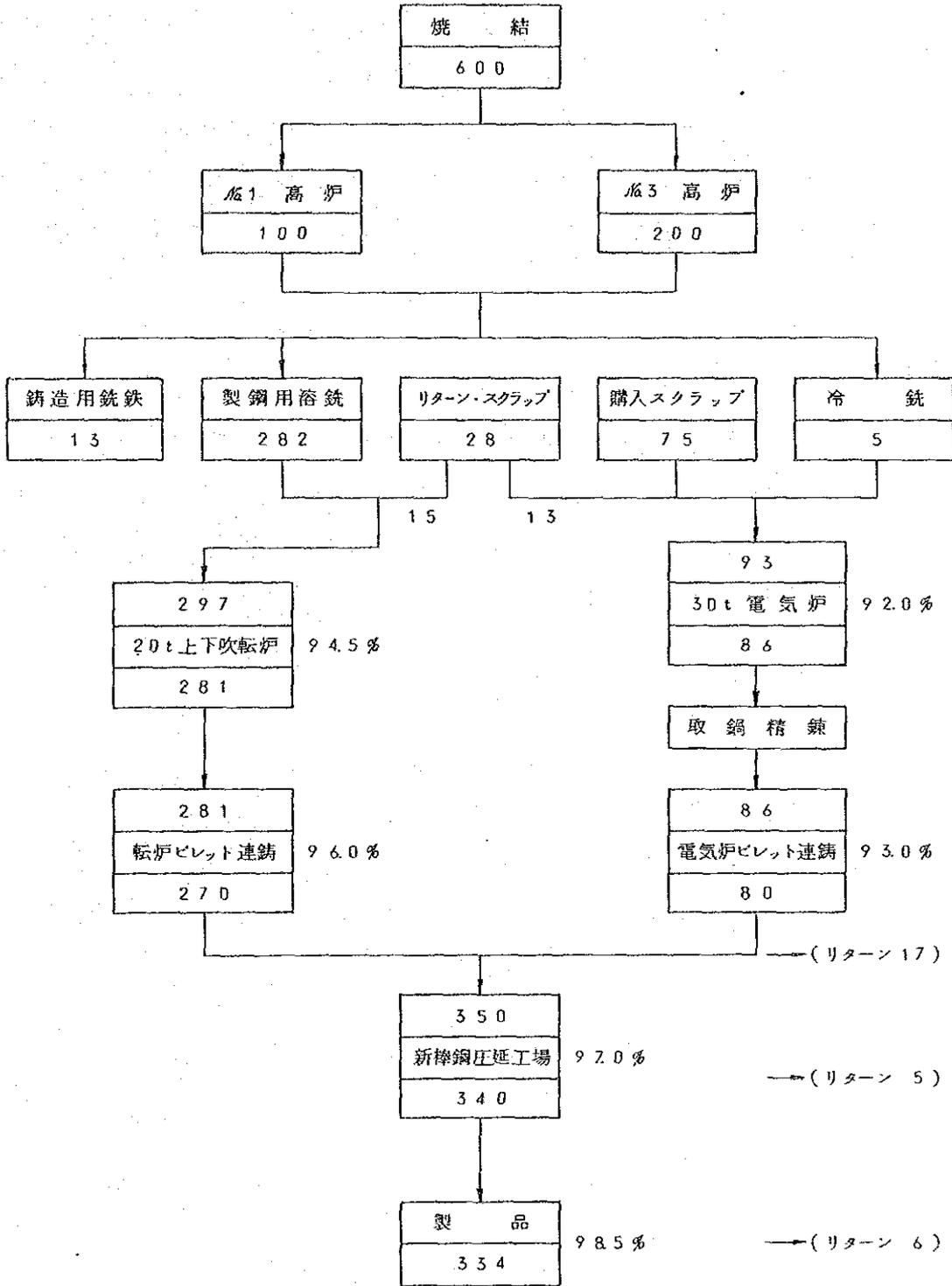


図 3.2.2-1 工程流れ図

3.3 製鉄工場の近代化についての提案

製鉄工場では粗鋼35万トン/年体制を目標にした近代化のために、既に第三高炉（内容積：300 m^3 ）を1986年7月火入れ予定で建設中であり、新焼結工場（有効グレート面積：50 m^2 ）は基本設計（初歩設計）を完了している（1986年6月現在）。従って主要設備はほぼ実行段階にはいっており、ここでは設備、操業の両面から現状の問題点に対して改善方策を検討するとともに、残された設備課題である焼結原料ヤードの計画と新焼結工場、第三高炉設備に対する若干の改善点を提案した。

3.3.1 焼結工場の近代化

(1) 焼結原料ヤードの機械化

焼結原料ヤードにおける鉄鉱石等のハンドリングは人力で行なわれており、切出し原料の配合比に変動が多く、そのため焼結鉄品質、歩留、エネルギー原単位が悪化し、ひいては高炉操業成績に大きく影響している。この対策として石家庄鋼鉄廠では近代化案でヤードブレンディングを計画されているが、精鉄粉5銘柄、富鉄粉1銘柄とハンドリングする銘柄数が少なく、また設備コスト等も考慮してもビン・ブレンディング方式の採用が望ましい。

以下にビン・ブレンディング方式でのヤード計画を示す。

1) 新ヤード設備概要

貨車からの鉄鉄石の受入は連続アンローダーで行ない、直接ベルト・コンベアに受けスタックリクレーマー（2基のうち1基使用）を経て銘柄別にヤードに積付ける。焼結工場への払出しもスタックリクレーマーで行ない、直接、原料槽に投入する。雑鉄源の受入れはトラックでヤードに積付け、払出しはホッパーを経て鉄鉄石同様にベルトコンベアで直接、原料槽に投入する。

2) 新ヤード設備主要諸元

- ・連続式アンローダー : 500t/h 1基 バケットエレベーター式
- ・スタックリクレーマー : 500/500t/h 2基 ブーム長さ32m
- ・ベルトコンベア : 幅750mm 全長1,440m

(2) 焼結原料の擬似粒子化の促進

石家庄鋼鉄廠の焼結工場では精鉄粉を多配合し、微粉原料という難しい条件下で、生石灰の添加、2次ドラムミキサーでの水蒸気添加等焼結原料の擬似粒

子化を行なっているが、更に擬似粒子化を促進し、生産性の向上と各種原単位
の低減をはかることが望まれる。

ここでは焼結原料の擬似粒子化技術の内容とその開発例について紹介した。

石家荘鋼鉄廠では鉄石銘柄特性の把握、核原料添加等の原料粒度調整ならびに
活性度の高い生石灰の添加等が重要となる。

(3) 燃料原単位低減対策

ここでは石家荘鋼鉄廠の事情を踏えて、下記項目について具体例を紹介した。

- 原燃料賦存状態の改善対策
- ベッド上部脆弱層の減少対策
- パレット幅方向のバラッキ低減対策
- 鉄鉄石溶融特性の活用効果
- 配合原料微粉部（ -125μ ）成分調整効果
- 熱レベル、ヒートパターン制御

(4) 点火炉燃料原単位の低減対策

ここでは日本K社K製鉄所で実施した炉内圧力管理を中心とした原単位低
減対策を紹介し、合せて点火炉バーナーの考え方も示した。

(5) 工程管理、品質管理の強化

石家荘鋼鉄廠の焼結工場での日常の工程管理、品質管理は成品の化学分析が
主で、その外はほとんど実施されておらず、その強化が望まれる。日本K社K
製鉄所での原材料管理、成品管理、センサーによる工程管理について紹介した。

(6) 既設設備の改善課題

事故停止率の主要因を中心に下記の項目について改善策を提案した。

- 焼結原料切出精度の向上
- 2次ドラムミキサーの振動対策
- 成品熱間篩の廃止
- 排風機インペラーの磨耗対策

(7) 新焼結工場設備に対するコメント

現地調査時（1986年1月）には1988年11月完成を目標に基本設計（初
歩設計）を完了していたが、操業面からみた改善課題を提示した。

3.3.2 高炉工場の近代化

(1) 合理的な焼成鉄の組合せ

石家荘鋼鉄廠にて使用されている鉄鉄石は、精鉄粉 (T.Fe : 5.9 ~ 6.6 %
粒度 - 200 mesh : 8 ~ 16 %) が主である。これを使用して焼成鉄を製造する
場合、自溶性焼結鉄とペレットのいずれが良いか、検討を行なった。

A. 現状の鉄石を使用する場合

前提条件

- i SiO₂ ≒ 9.5 % の鉄鉄石を使用。
- ii 現有の焼結工場 (2.4 m²) を利用する。

焼結鉄品質を改善するため、CaO/SiO₂比を現状 1.01 から 1.5 以上に
必要があろう。

以上の背景下で、石家荘鋼鉄廠より提案のあった表 3.3.2-1 の 3 ケース
について考える。下記の検討結果よりケース 1 の 100% 焼結鉄配合が最も良
く、次にケース 2 の 75% 焼結鉄配合が良いと考えられる。

- (i) SiO₂ ≒ 9.5 % の酸性ペレットは、被還元性、高温軟化性が劣るため、高炉
への多量使用は困難である。
- (ii) SiO₂ ≒ 9.5 % の鉄石を使用して自溶性ペレットを製造しても、脈石量
が非常に多くなり、高温の被還元性はむしろ悪化する。
- (iii) 焼結鉄は多孔質塊成体であるため、高炉内の通気が確保され、脈石量が
多いことによる還元性状の悪化が軽減される。

B. 鉄石の鉄品位を高くする場合

現状の 9.5 % SiO₂ の鉄石を焼結鉄に使用する場合、塩基度を 1.5 に上げ
ることにより高温還元性状はかなり改善されるが、(CaO + SiO₂) 量が
2.3 % 近くにもなり、スラグ量が多いため、日本の一般的な焼結鉄と比較す
れば必ずしも良好な性状とはいえない。この問題を解決するには本質的に
は鉄石の鉄品位を選鉄段階で高めることが必要であるが、鉄石の粒度が更に
微粉化するため、いよいよ焼結原料としての使用が困難になる。従って、鉄
品位を高めた鉄石はペレット用として使用するのが望ましいが、ペレットの
場合は細気孔のため、焼結鉄の場合以上にスラグ量の増加が悪影響を及ぼす。
そのため選鉄後の鉄石の SiO₂ を 3.5 % 以下とし、CaO/SiO₂ および、

MgO/SiO₂を調整したドロマイトペレットまたは、オリビンペレットが望ましい。

(2) 高炉燃料比の低減対策

高炉燃料比低減の考え方を図 3.3.2-1 に示す。低燃料比は炉況の安定が維持されている操業下において、装入原料の改質等による還元効率の向上と、炉体熱損失の低減等による有効熱の増加によって達成される。操業の安定は燃料比低減に限らず、生産量の増加、浴銑品質の向上をも含めた高炉成績を上げるための基礎となる。

ここでは、いくつかの具体的手段について紹介した。

(3) 既設設備の改善課題

高炉事故休風、減風の主要因に対する対策を中心に下記の項目について改善策を提案した。

- 熱風弁冷却水の軟水化（または純水化）
- 熱風炉の燃焼制御および送風温度制御
- 熱風炉の省エネルギー
- ブローパイプ、羽口の断熱
- 羽口取替方法

(4) 第三高炉設備に対するコメント

- 乾式集塵機における高炉ガス温度低下対策
- ヨーク（yoke）による大ベル吊下げ方式の問題点とその対応策

表 3.3.2-1 焼成鉍組合せの評価

ケース	原料配合条件	必要な製造設備	評価	良い点	悪い点
(注) I	自溶性焼結鉍 1.0% $\left[\begin{array}{l} \text{CaO/SiO}_2 : 1.5 \\ \text{SiO}_2 : 8.8\% \end{array} \right]$	50 m ³ 焼結工場の新設	1	<ul style="list-style-type: none"> 酸性ペレットより通気が良好 	<ul style="list-style-type: none"> 原料鉍石の粒度が細かいため、生産性が悪い。 (CaO+SiO₂) 量が約2.2%となり、日本の一般的焼結鉍と比較して高温還元性状が劣る。
II	自溶性焼結鉍 7.5% 酸性ペレット 2.5% $(\text{SiO}_2 : 9.5\%)$	27 m ³ 焼結工場とペレット工場(11万t/年)の新設	2	<ul style="list-style-type: none"> ペレット性状の悪影響が少ない、ペレット配合率である。 	<ul style="list-style-type: none"> 2種類のプラント新設が必要。
III	自溶性焼結鉍 2.5% 酸性ペレット 7.5%	ペレット工場(35万t/年)の新設	3		<ul style="list-style-type: none"> 軟化溶解性と高温還元性に劣るペレットの影響が大きくなり、ワークス比の高い操業になる。
改善案	自溶性焼結鉍 2.5%以下 自溶性ペレット 7.5%以上 $\left[\begin{array}{l} \text{CaO/SiO}_2 \approx 1.5 \\ \text{SiO}_2 \approx 3.5\% \\ \text{MgO} = 2.0\% \end{array} \right]$	ペレット工場(35~40万t/年)の新設	◎	<ul style="list-style-type: none"> 鉍石輸送費が低減。 高炉スラグ量低減によるワークス比の低減。 良品質ペレットの使用により、高炉生産性が向上する。 	<ul style="list-style-type: none"> 還元設備の増強が必要。 鉍石の収率が低下する。

(注) ケースI~IIIは石冢庄鋼鉄廠案

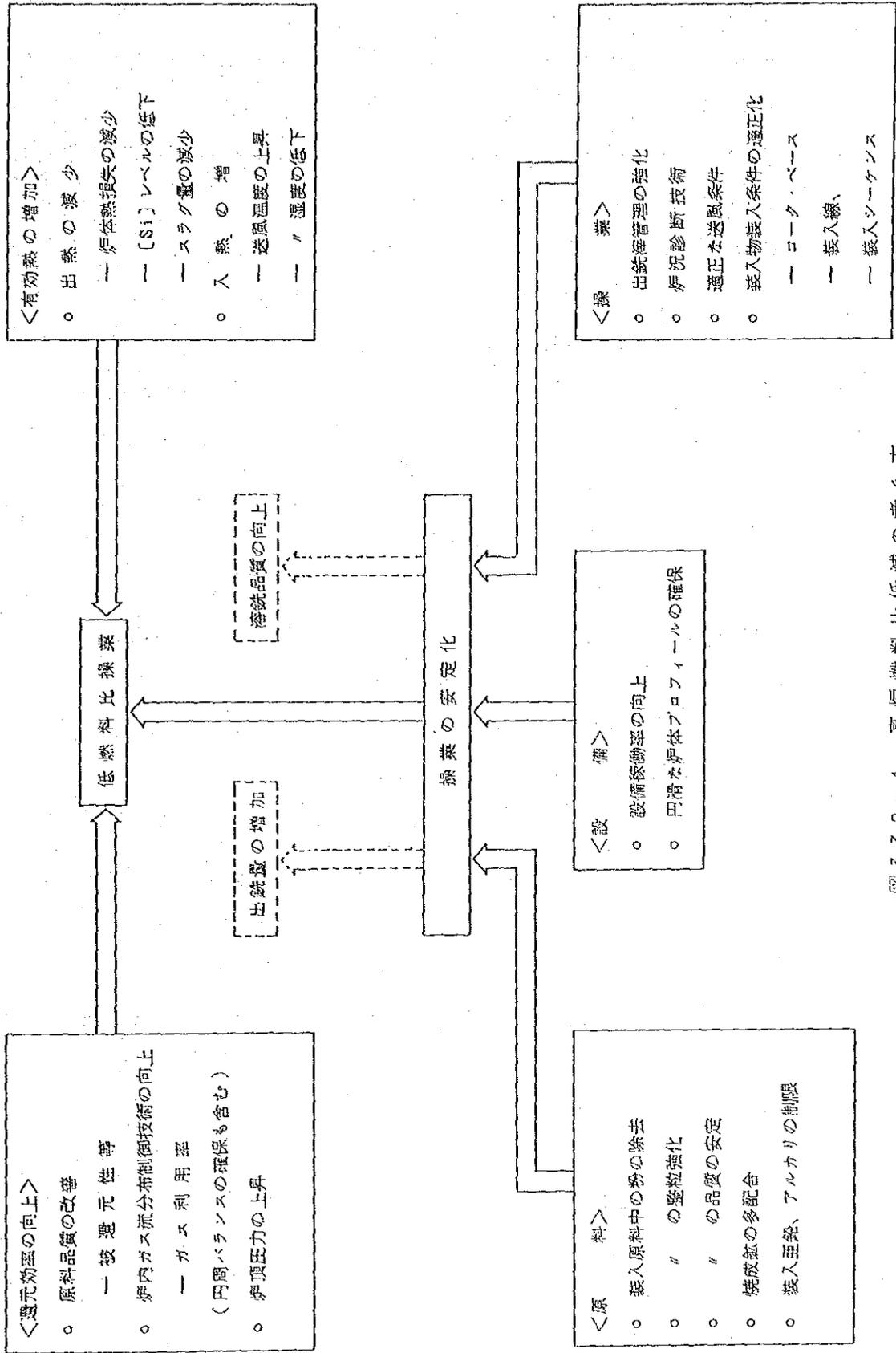


図 3.3.2-1 高炉燃料比低減の考え方

3.4 製鋼工場の近代化についての提案

石家荘鋼鉄廠では近代化による第7次5ヶ年計画の生産量達成とコスト低減のために、製鋼設備に関し、次のような技術改造を計画している。

- ① 現有の6トン空気横吹転炉を、集塵装置を備えた6トン純酸素上吹転炉に改造する。(改造1986年9月)
- ② 銑鉄生産能力30万トン/年に対応するため20トン上下吹転炉2基、600トン混銑炉1基、ピレット連鑄機1基を有する新転炉工場を建設する。
- ③ 20トン上下吹転炉に必要な3,200Nm³/h程度の酸素製造設備を設置する。
- ④ 電気炉工場にピレット連鑄機を設置し、コスト低減と品質向上を図る。
- ⑤ 5,400m²のスクラップヤードにスクラップ処理設備を建設し、600トン油圧プレスおよび1,000トン油圧シャーを設置する。
- ⑥ 電気炉工場にスラグ処理設備を設置する。

これらの計画をもとに、近代化のための基本的検討、操業改善に対する提案および日本の製鋼技術についての紹介を行なった。

3.4.1 新転炉工場の建設

(1) 新転炉工場の概要と主要設備諸元

1) 新転炉工場の概要

- ① 新転炉工場は現転炉工場の東側とし、敷地は東西210m南北90mとする。
- ② 上下吹転炉2基、600トン混銑炉1基、ピレット連鑄機1基を配備し、年間27万トンの粗鋼を生産する。
- ③ 連鑄ピレットは新転炉工場の東側に建設する新棒鋼圧延工場の加熱炉にホットチャージング(Hot charging)ができるようにする。
- ④ 将来、取鍋精錬設備が設置できるレイアウトとする。

2) 主要設備諸元

- 混 銑 炉
 - 容 量 600トン
 - 基 数 1
- 転 炉
 - 容 量 20トン/ヒート

基 数	2 (½基稼動)
吹 鍊 形 式	上下吹き
排ガス処理	OG (Oxygen Converter Gas Recovery) 方式
• 溶鋼処理設備	
方 式	不活性ガス上吹きバブリング
• 連 鋳 設 備	
基 数	1
ストランド数	3
型 式	湾 曲 型
鋳片寸法	150mm×150mm×6m および 120mm×120mm×6m
曲率半径	8 m

3) 設備配置図

本文、第3章図 4.1.1-16 を参照のこと。

(2) 新転炉工場における留意すべき事項

1) 溶銑設備の選択

石家庄鋼鉄廠では1986年9月の6トン転炉改造に合わせて35トン溶銑鋼および65トン混銑車の稼動を計画している。新転炉工場建設にあたっては、混銑炉を含め、これら溶銑設備の使い方を検討する必要がある。

2) 転炉上下吹き方式の選定

日本の各種方式について紹介したが、転炉寿命の確保、設備保全の容易さの面から、酸素上吹き、不活性ガス下吹き方式を推奨する。

3) 高級鋼製造のための設備的配慮

将来、転炉工場でも高級鋼を製造することを考慮し、取鍋精錬設備の設置スペースの確保、連鋳機の曲率半径などに配慮をしているが、さらに電磁攪拌装置および無酸化鋳造設備などを追加できる構造にしておくことが望ましい。

3.4.2 電気炉工場の近代化

(1) 電気炉の操業技術

電気炉の操業技術に関し、以下の項目について日本の技術紹介と助言を行な

った。

- ① 酸素吹精の効率的な方法について
- ② 炭素吹込み装置の使用による溶解促進
- ③ 複滓法から単滓法への溶製方法の変更
- ④ 助燃バーナーの設置
- ⑤ 炉壁への水冷パネルの設置
- ⑥ フリッカーの発生とその抑制対策
- ⑦ その他の操業技術

(2) 電気炉工場近代化の概要と主要設備諸元

1) 近代化の概要

- ① 既設建屋内に取鍋精錬設備とピレット連鋳機各1基を設置し、年間8万トンの粗鋼を生産する。
- ② 高級鋼の生産は当面取鍋精錬設備のある電気炉工場へ集約する。

2) 主要設備諸元(追加設備)

・取鍋精錬設備

方 式 LF-V (Ladle Furnace-Vacuum) 法

基 数 1

・連 鋳 設 備

基 数 1

ストランド数 2

型 式 湾 曲 型

鋳片寸法 150mm×150mm×6m および

120mm×120mm×6m

曲率半径 8 m

3) 設備配置図

本文、第3章図4.1.2-16を参照のこと。

(3) 電気炉工場近代化に対し留意すべき事項

1) 取鍋精錬設備の設置時期

既設建屋内に取鍋精錬設備とピレット連鋳設備を設置することが建設コストおよび稼働後の配置面から有利と考えられる。

そのため、連鋳設備を先行して設置し、連鋳設備による生産が軌道に乗って造塊設備が不要になった時点で、溶鋼処理設備を設置することが望ましい。

2) 5トン電気炉の取扱い

電気炉の生産性向上により、30トン電気炉の生産能力は大幅に向上するものと考えられる。スクラップの供給制約下においては、5トン電気炉を休止し、30トン電気炉に生産を集約することが製造コスト低減、生産効率の向上となる。

さらに、5トン電気炉と30トン電気炉から出鋼された溶鋼を同一連鋳機で鋳造することは取鍋台車などの工夫により可能となるが、取鍋精錬設備の共用、出鋼のタイミング調整なども難かしくなることから、30トン電気炉への生産集約を行なうことを提案する。

3.4.3 製鋼に関連するその他の提案と技術の紹介

- ① スクラップ処理に関し、鋼鉄廠が計画している設備について検討するとともに日本で採用されている設備・装置の一例を紹介した。
- ② 転炉、電気炉、溶鋼鍋に用いる耐火物について寿命延長のための提案を行なうとともに日本で実施されている技術を紹介した。
また将来設置を計画している取鍋精錬用耐火物に関しても言及した。
- ③ スラグ処理に関し、転炉スラグと電気炉スラグの集約処理について提案するとともに、日本で採用されている設備・技術を紹介した。
- ④ 溶鋼成分分析について成分管理の重要性を述べるとともに、日本で一般的に用いられている迅速分析機器を紹介した。
- ⑤ 酸素製造設備の規模および稼動方法について検討した。
- ⑥ 溶銑脱硫技術について、日本で採用されている代表的な技術を紹介するとともに、脱硫設備導入に対する提案を行なった。

3.5 圧延工場の近代化についての提案

3.5.1 中形圧延工場、小形圧延工場の改善事項と対策

(1) コブル (Cobble) の発生原因の解析

コブルの減少を計るため、コブルの発生ごとに製品寸法、鋼種、発生場所、発生原因を記録し、設備改善、作業改善を行なうことを勧めたい。

(2) ロール冷却方法の改善

ロール冷却方法はロール原単位や製品表面品質に影響を与える。両工場のロール冷却方法について、現状のロール出側からの孔型への注水方法に加えて上ロールは上方から、下ロールは下方からシャワー式の注水を行なうのが好ましい。

(3) ロール原単位の低減

とくに中形圧延工場のロール原単位が $1,995\text{kg/t}$ と高く、その一因としてロールの折損がある。

ロール折損の原因を把握し、作業方法の改善を計るとともに、ロール材質の検討を勧めたい。

(4) ローラーガイド (Roller guide) の使用

圧延機入口側は現在フリクション (Friction) 式が使用されているが、製品の表面品質や寸法精度の良いものを圧延するためにローラーガイドを使用することを勧める。

(5) 加熱炉の省エネルギー対策

中形圧延工場の燃料原単位は高く、この原因は炉内への侵入空気によるものが大きく影響している。このため、炉体の開口部は特定のものを除き、密閉することと炉内圧力の設定方法を再検討することを勧める。

また、加熱炉の自動燃焼制御システムと日本における省エネルギー事例を紹介した。

(6) 圧延工場の稼働状況

既設設備を有効に使用して生産量を増大させるためにはロール運転時間を増やすことが必要である。工場休止の内訳を見るとガス、電力、材料待ちによる工程的休止が $10\sim 11\%$ あり、鋼鉄廠以外の外部要因によるものが大きい比率を占めていると思われるが、エネルギーバランスの改善のための対策を講じるこ

とを望みたい。

3.5.2 新棒鋼圧延工場の建設

鋼鉄廠の近代化計画の一つに新棒鋼圧延工場の建設がある。この圧延工場が稼動にともない既設の中形圧延工場、小形圧延工場は休止する計画である。

新棒鋼圧延工場について以下に述べる。

(1) 新棒鋼圧延工場の基本計画と概要

1) 基本計画

- ・ 年間生産量(製品ベース) 30万トン
- ・ 製品寸法 丸棒鋼 10~50mmφ
異形棒鋼 10~40mmφ
- ・ 製造品種 機械構造用炭素鋼/低合金鋼
快削鋼、冷間鍛造用鋼
鉄筋コンクリート用異形棒鋼
- ・ 使用鋼片 連鑄鋼片
 - 14~50mmφ用 150mm×150mm×6m 1,032kg
 - 10~12mmφ用 120mm×120mm×6m 655kg

2) 新棒鋼圧延工場の概要

- ・ 新棒鋼圧延工場は1)項に示した高級鋼の圧延も行なう。
- ・ 最新の圧延設備を採用し、圧延機はタンデム(Tandem)配列で粗列より仕上列まですべて水平-垂直圧延機で構成される。このため無捻転圧延が可能で、操業は捻転圧延よりやりやすくコブル(Cobble)も少なくなる。
- ・ 高級鋼生産のための材料、製品の検査および手入設備を備えた圧延工場とする。
- ・ 鋼片手入の不要な鉄筋コンクリート用異形棒鋼等普通鋼のためホットチャージング(Hot Charging)を実施できる工場配置とする。

3) 圧延設備主要諸元

- ・ 圧延機形式 連続式、水平圧延機と垂直圧延機の交互配列
φ4スタンドとφ5スタンド間は圧延材はフリーとする。

• ストランド数 (Strand)	1	パスライン (Passline) 固定
• 最大圧延速度	16 m/sec (16mmφ圧延時)	12 m/sec (10mmφ圧延時)
• 加熱炉 形式	ウォーキングビーム (Walking beam) 式	
加熱能力	70トン/時 (瞬間最大80トン/時)	
燃料	コークス炉ガスまたは石炭ガス	
• 圧延機 台数	22台 (粗列8台、中間列6台、仕上列8台)	
• 冷却、精整設備 冷却床	ウォーキングレイク (Walking rake) 式	
冷間剪断機	ダウンカット (Down Cut) 式	

4) 設備配置図

本文、第3章図5.1.4-2を参照のこと。

(2) 新棒鋼圧延工場のために留意すべき事項

新棒鋼圧延工場の建設および操業にあたって留意すべき事項を以下に述べる。

1) 加熱炉用燃料の選択

使用燃料は取扱いの便利な重油またはガスが好ましいが、鋼鉄廠では諸般の事情により現在、微粉炭とコークス炉ガスが使用されている。

新棒鋼圧延工場に使用される加熱炉用燃料としてはコークスガス炉ガスまたは設置を検討している石炭ガス発生炉による石炭ガスのいずれかとし、かつガスの発熱量は熱効率の向上のためにも高カロリーのものが好ましい。

微粉炭の使用は燃焼後の灰処理のため加熱炉を降熱/昇熱を繰返さねばならず、燃料の損失や耐火物の寿命低下を招くことになる。

2) 水処理設備の新設

新棒鋼圧延工場に必要とされる循環水は直接冷却水 (ロール孔型の冷却等) は約1,000t/h、間接冷却水 (加熱炉スキッドパイプの冷却) は約850t/hと考えられ、新しい水処理設備が必要である。圧延工場における一般的な冷却水循環システムについて紹介した。

3) 高級鋼製造のための鋼片検査、手入設備と製品検査、手入設備の導入

機械構造用低合金等の高級鋼の品質を保証するために検査および手入設備が必要であり、導入にあたっては加工方法や用途によって異なる要求品質にもとづいて行なうことが重要である。

4) 製品の工程を考慮した設備配置

圧延後の製品は鉄筋コンクリート用異形棒鋼のように即刻出荷されるものと、検査や手入を必要とするものがあり、物の流れを考えて検査、手入設備を配置すること。

5) 作業員の技能向上

新棒鋼圧延工場は新しい技術を取り入れた工場であり、中形圧延工場、小形圧延工場では経験できない技能が要求される。このため類似の圧延工場職種別に訓練し、圧延および機械、電気の保全技術の向上を計ることが重要である。

3.6 エネルギー管理

3.6.1 近代化後の燃料ガスバランス

粗鋼35万トン/年体制へ移行後もコークス炉ガスの購入量は現状(1,700 Nm³/h)のまま増加はできない状態である。従って石家荘鋼鉄廠では不足燃料を補充するため新棒鋼圧延工場のための石炭ガス発生炉の建設を中心とした計画を有している。

以下に近代化後の燃料ガスバランスに関して表3.6.1-1に示すケースについて検討した。

(1) 不足分を石炭ガス発生炉で補う場合 (A案)

検討結果を表3.6.1-2(1/2)に示す。低発熱量燃料ガスでの実績がないので粗鋼35万トン/年体制への移行に当っては当初、ケース1で開始し、徐々に実績を踏えながら加熱炉以外の燃料ガスを低発熱量化(ケース2、3へ移行)し、購入コークス炉ガスを減らす方向で設備計画を進めるよう提案する。従って配管ルート、バーナー仕様等はこれらを考慮した設計が望まれる。また加熱炉を含めて低発熱量ガスを利用する場合、熱効率が低下するので、排熱回収による燃焼用空気(できれば燃焼ガスも)の予熱が肝要となる。

(2) 石炭ガス発生炉を設置せず、不足分はコークス炉ガスを追加購入して補う場合 (B案)

将来建設予定の大型コークス炉では石炭ガス(コークス工場では石灰ガス発生炉を5基建設予定であり、既に2基完成している。ガスカロリー:1,200~1,250 Kcal/Nm³)をコークス炉ガスと混合して3,500 Kcal/Nm³以上の混合ガスにして乾溜に利用する計画である。

ここでは石家荘鋼鉄廠で余剰な高炉ガスをコークス工場で石炭ガスの代りに混合して利用する場合のガスバランスを検討した。

検討結果を表3.6.1-2(2/2)に示す。ケース1ではコークス炉工場へ供給可能な高炉ガス量が前述のコークス炉での高炉ガス使用可能量を上まわり、高炉ガス放散率は3.5%になる。また既契約のコークス炉ガス量(1,700 Nm³/h)に対して追加コークス炉ガス量として1,170 Nm³/hが必要となる。その内コークス炉に供給された高炉ガス量と等価なコークスガ

ス量は $390 \text{ Nm}^3/\text{h}$ である。

(3) 両案の比較

石炭ガス発生炉を新設する(A)案は、圧送設備(ガスタンク、ブローア、パイプライン)のみでよい(B)案に比較して建設コストが著しく大きい。また石炭ガス発生炉は使用する石炭の性状に制限があり、また排水処理(タール、安水)、廃棄物処理(灰分)に多大なコストを必要とする。従って石家荘近代化においては(B)案が好ましい。この場合においても、できるだけ高炉ガスを鋼鉄廠内で消費する方向で計画を進める必要がある。

表 3.6.1-1 ケース別使用燃料発熱量

(単位: kcal/Nm^3)

	焼結点火炉	耐火物乾燥用	石灰焙焼炉	新棒鋼圧延工場 加熱炉	ボイラー
ケース1	2,000	2,000	2,000	2,500	高炉ガス専焼
ケース2	1,200	1,200	1,200	2,500	同上
ケース3	高炉ガス専焼	高炉ガス専焼	1,200	2,500	同上

3.6.2 高炉ガスの有効利用

近代化後も石家荘鋼鉄廠では低発熱量ガスである高炉ガスが余剰である。そこで高炉ガスの有効利用について検討した。

- (1) コークス炉への高炉ガスの利用
- (2) 焼結点火炉への高炉ガスの利用
- (3) 石炭焙焼炉への高炉ガスの利用

表 3.6.1-2 ケース別燃料ガスバランス(1/2)
 — 石炭バス発生炉を建設する場合 —

	年間使用量 ($\times 10^6$ kcal/年)	ケース 1					ケース 2					ケース 3				
		発熱量 (kcal/Nm ³)	年間使用量 ($\times 10^3$ Nm ³ /年)	内訳 ($\times 10^3$ Nm ³ /年)			発熱量 (kcal/Nm ³)	年間使用量 ($\times 10^3$ Nm ³ /年)	内訳 ($\times 10^3$ Nm ³ /年)			発熱量 (kcal/Nm ³)	年間使用量 ($\times 10^3$ Nm ³ /年)	内訳 ($\times 10^3$ Nm ³ /年)		
				コークス炉ガス	高炉ガス	転炉ガス/ 石炭ガス			コークス炉ガス	高炉ガス	転炉ガス/ 石炭ガス			コークス炉ガス	高炉ガス	転炉ガス/ 石炭ガス
焼結(点火炉)	19,000	2,000	9,500	2,980	5,520	18,900	1,200	15,830	-	31,830	13,840	852	22,300		22,300	
転炉(耐火物乾燥)	6,800	2,000	3,400				1,200	5,670				852	7,980		7,980	
電気炉(同上)	5,000	2,000	2,500				1,200	4,170				852	5,870		5,870	
石灰焙焼炉	24,000	2,000	12,000				1,200	20,000				1,200	20,000		13,940	転炉ガス 6,060
新棒鋼圧延工場(加熱炉)	110,200	2,500	44,100	11,910	11,770	20,420	2,500	44,100	14,890	13,180	転炉ガス 5,060	2,500	44,100	14,890	10,820	転炉ガス 12,840
											石炭ガス 10,970					石炭ガス 5,550
ボイラー	160,900	852	188,850				852	188,850		188,850		852			188,850	
合計				14,890	206,140	転炉ガス 18,900			14,890	233,860	転炉ガス 18,900			14,890	249,760	転炉ガス 18,900
						石炭ガス (注) 20,420	石炭ガス 10,970	石炭ガス 5,550								
備考		高炉ガス放散率 $= \{ (251,600 - 206,140) / 533,500 \} \times 100 = 8.5\%$ 高炉ガス発生量: $533,500 \times 10^3$ Nm ³ /年 " 熱風炉使用量: $281,900 \times 10^3$ " " " 供給余力: $251,600 \times 10^3$ " "					高炉ガス放散率: 3.3%					高炉ガス放散率: 0.3%				

(注) 石炭ガスの発熱量は 2,500 kcal/Nm³とする。

表 3.6.1-2 ケース別燃料ガスバランス (2/2)
 — コークス炉ガスを追加購入する場合 —

	年間使用量 ($\times 10^8$ kcal/年)	ケース 1					ケース 2					ケース 3				
		発熱量 (kcal/Nm ³)	年間使用量 ($\times 10^3$ Nm ³ /年)	内訳 ($\times 10^3$ Nm ³ /年)			発熱量 (kcal/Nm ³)	年間使用量 ($\times 10^3$ Nm ³ /年)	内訳 ($\times 10^3$ Nm ³ /年)			発熱量 (kcal/Nm ³)	年間使用量 ($\times 10^3$ Nm ³ /年)	内訳 ($\times 10^3$ Nm ³ /年)		
				コークス炉ガス	高炉ガス	転炉ガス			コークス炉ガス	高炉ガス	転炉ガス			コークス炉ガス	高炉ガス	転炉ガス
焼結(点火炉)	19,000	2,000	9,500	2,980	5,520	18,900	1,200	15,830	-	31,830	13,840	852	22,300		22,300	
転炉(耐火物乾燥)	6,800	2,000	3,400				1,200	5,670				852	7,980		7,980	
電気炉(同上)	5,000	2,000	2,500				1,200	4,170				852	5,870		5,870	
石灰焙焼炉	24,000	2,000	12,000				1,200	20,000				1,200	20,000		13,940	6,060
新棒鋼圧延工場(加熱炉)	110,200	2,500	44,100	22,180	21,920		2,500	44,100	1,550		5,060	2,500	44,100	3,940		3,840
									18,860	18,630			13,740	13,580		
ボイラー	160,900	852	188,850				852			188,850		852			188,850	
合計				25,160	216,290	18,900			20,410	233,860				17,680	252,520	18,900
				(2,870Nm ³ /h)					(2,330Nm ³ /h)					(2,020Nm ³ /h)		
備考			余剰高炉ガス量 $= (25,160 - 216,290) \times 10^3 = 35,310 \times 10^3$ Nm ³ /年 コークス炉への供給高炉ガス量: $16,590 \times 10^3$ Nm ³ /年 高炉ガス放散率 $= \{ (35,310 - 16,590) / 53,350 \} \times 100 = 3.5\%$ 追加コークス炉ガス: (注) $(25,160 - 14,890) \times 10^3 = 10,270 \times 10^3$ Nm ³ /年 $\div 1,170$ Nm ³ /h (その内等価コークス炉ガス量 $= 11,6590 \times 850 / 4,130) \times 10^3 = 3,420 \times 10^3$ Nm ³ /年 $\div 390$ Nm ³ /h			余剰高炉ガス量: $12,290 \times 10^3$ Nm ³ /年 コークス炉への供給高炉ガス量: 同上 高炉ガス放散率: 0 追加コークス炉ガス量: $5,520$ Nm ³ /年 $= 630$ Nm ³ /h (その内 等価コークス炉ガス量: $2,540$ " $\div 290$ ")			余剰高炉ガス量: $\blacktriangle 920 \times 10^3$ Nm ³ /年 (不足) コークス炉への供給高炉ガス量: 0 高炉ガス放散率: 0 追加コークス炉ガス量: $2,980 \times 10^3$ Nm ³ /h (その内 等価コークス炉ガス量: $\blacktriangle 190 \times 10^3$ Nm ³ /年 $\div 20$ Nm ³ /h (不足))							

(注) $1,700$ Nm³/h $\times 24 \times 365 = 14,890 \times 10^3$ Nm³/年

4. 近代化のための実施計画と所要費用

4.1 近代化実施計画

各工程毎の改善項目について、年次毎の生産計画を考慮し、3段階に分けた近代化実施計画を表4.1-1に示す。

表 4.1 - 1 近代化実施計画

	第 1 段階 1986年	第 2 段階 1987年～1988年	第 3 段階 1989年～1990年
原料・製鉄	<ul style="list-style-type: none"> ○ 63 高炉稼働 ○ 溶銑鍋大型化 (35 t) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 焼結設備増強 (50 m²) ● 焼結原料ヤード増強 ○ 銑鉄機増強 	
製 鋼	<ul style="list-style-type: none"> ○ 6 t 上吹転炉設置 ○ 65 t 混銑車導入 ○ 電気炉スクラップ予熱装置設置 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 溶銑脱硫設備設置 ● スラグ処理設備設置 ● スクラップ処理設備設置 ○ ドロマイト工場一部移設 	<ul style="list-style-type: none"> ● 新転炉工場建設 <ul style="list-style-type: none"> ・ 20 t 上下吹転炉 ・ 600 t 混銑炉 ・ 上吹バブリング設備 ○ ビレット連銑機 ● 電気炉工場用ビレット連銑機設置 ● 電気炉工場用溶鋼精錬設備設置 ○ Fe-Si 工場増強
圧 延	<ul style="list-style-type: none"> ○ 小形圧延工場加熱炉増強 	<ul style="list-style-type: none"> ○ 中形圧延工場加熱炉増強 	<ul style="list-style-type: none"> ● 新棒鋼圧延工場建設
共 通	<ul style="list-style-type: none"> ○ 酸素発生装置増強 (1,500 Nm³/h) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 酸素発生装置増強 (1,500 Nm³/h × 2 基) ○ ガスホルダー設備 ○ 受電設備増強 (40 MVA × 2 台) 	<ul style="list-style-type: none"> ● 石炭ガス発生炉 (注-2)

(注-1) ●印は本調査団が見積した案件を示す。

(注-2) 石炭ガス発生炉はコークス炉ガスの供給が不十分な場合に設置する。

4.2 近代化に要する費用

近代化のための改善提案（調査団が検討の案件）に基づく設備の改善に要する費用は概略215億円と算定される。

設備費用の概略の内訳を表4.2-1に示す。

なお設備費用の算定にあたり見積の条件および範囲は、次のとおりとした。

(1) 設備費用は日本国内市場価格を基にして、FOB、JAPANで算定した。

(2) 見積範囲から除外した主な項目は以下のとおりである。

- 1) 建屋および建屋基礎、機械基礎
- 2) 建屋照明、空調、工場内情報連絡設備
- 3) 予備品
- 4) 工場外連絡配管（水、空気など）
- 5) 防消火設備

表 4.2-1 設 備 費 用

(単位：百万円)

項 目	費 用	備 考
1. 焼結原料ヤード増強	980	
<ul style="list-style-type: none"> • 連続式アンローダー • 受入ベルトコンベアー • スタックリクレーマー • 払出ベルトコンベアー • 副原料払出コンベアー 		
2. 新転炉工場	6,260	
<ul style="list-style-type: none"> • 600トン混鉄炉 • 20トン上下吹転炉 • O.G 設備 • 乾式集塵機 • 受鋼設備 • 連鑄設備 		連鑄設備： 120×120mm/150×150mm ×3ストランド
3. 電気炉工場	2,231	
<ul style="list-style-type: none"> • 溶鋼処理設備 • 連鑄設備 • スクラップ処理設備 		5 MVA トランスは流用する。 連鑄設備： 120×120mm/150×150mm ×2ストランド
4. 新棒鋼圧延工場	9,586	
<ul style="list-style-type: none"> • 70t/h 加熱炉 • 圧延設備 • 電気・計装設備 他 		
5. 水処理設備	1,064	新製鋼・圧延地区用
6. 圧縮空気設備	97	新製鋼・圧延地区用
7. 酸素製造設備	998	1,500Nm ³ /h × 2 基
8. スラグ処理設備	295	
(9. 石炭ガス発生炉)	(3,000)	コークス炉ガス不足の場合 に設置する。
合 計	21,511 (24,511)	() は石炭ガス発生炉を 設置の場合を示す。

以上のとおり、普通鋼の棒鋼に限らず高級鋼の棒鋼も製造するために、一連の設備を検討し、その建設費を算定してみたが、粗鋼生産量の増加21万トン/年（14万トン/年→35万トン/年）の割には設備投資額が過大になりそう（土建工事、据付工事等の現地工事に要する費用が不明なので、必要な全体の総建設費は確定できないが）なので、この計画がfeasible（実行可能）で妥当なものであるかどうか今後さらに検討する必要がある。

したがって

- ① 国家的見地から、ある程度、採算性を度外視してでも、石家庄鋼鉄廠で高級鋼の棒鋼を製造する必要性と利点があるか否か？
- ② 中国全体の高級鋼の棒鋼の需要をまかなうため、石家庄鋼鉄廠以外の鋼鉄廠において、できれば、ブルーム連鋳片あるいは大きな鋼塊より、高級鋼の棒鋼を一括集約して製造する計画の実現性はないか？
- ③ 高級鋼の棒鋼は、ブルーム連鋳片あるいは、大きな鋼塊よりつくられたものを当分の間、輸入できないか？

についても検討してみる必要があると思う。

石家庄鋼鉄廠では普通鋼の棒鋼のみを生産することにした場合の設備建設費も算定してみたが、約48億円削減され約167億円である。（本文第4章表2-2を参照）

なお技術指導、訓練等に関する費用は約20億円と算定される。

4.3 実施効果

以上に述べた改善を実施することにより、得られるであろう効果の概略を列挙すると以下の通りである。

- (i) 生産量の増大がはかれる。
(粗鋼35万トン/年の確立。製品ベースで3倍の生産量増大。)
- (ii) 高品質の製品が製造可能となる。
(機械構造用炭素鋼、機械構造用低合金鋼、など)
- (iii) 歩留が大幅に向上する。
(焼結鉄、溶鋼、鋼片、圧延製品)
- (iv) 原単位が大幅に改善される。
 - ・ 焼 結 (ブリーズ、無煙炭、点火炉の燃料、電力)
 - ・ 高 炉 (コークス比)
 - ・ 製 鋼 (生石灰、耐火物、キューボラ用燃料)
 - ・ 圧 延 (燃 料)
- (v) 高級棒鋼の製造に対しては、取鍋精錬設備、連鑄機の電磁攪拌装置、水平-垂直ロール配置の圧延機などを設置することにより、品質の向上・安定化がはかれ、品質保証体制を確立することができる。
- (vi) 自動化、省力化がはかれる。
(焼結原料ヤード、圧延工場)
- (vii) 輸送の合理化がはかれる。
(焼結原料ヤード、キューボラの廃止、製鋼・圧延地区)
- (viii) 環境保全が充実される。
〔大気(SO_x)、水質、粉塵〕
- (ix) 設備不良休止時間の削減がはかれる。
- (x) スラグ処理の合理化と有効活用がはかれる。

5. 結論と勧告

5.1 工場の現状調査に基づく改善策ならびに近代化の方向

本報告書には、工場近代化計画として、生産量増大と生産品種拡大のための設備増強および既存設備における製造技術、生産管理技術の改善をはじめとして、品質、省エネルギー、設備保全、環境管理などに関する多岐にわたる改善策を盛り込んでいる。

各工程における設備改善項目について、3段階に分けた実施計画を第4項に示したが、実施に当って、特に高級鋼の棒鋼の製造に関しては、中国全体の国家的見地から判断し、経済性を考慮して、実行計画を策定されるよう念願する。

5.2 近代化のための留意点

近代化に当っては、新しい設備の建設にとどまらず、必要な技術ノウハウ(know-how)の蓄積、すぐれた品質の製品を効率よくつくるための品質管理活動さらには人材育成のための教育訓練などの充実化も望みたい。

(参考)

表 高級鋼製造工程の比較検討

		A 案	B 案	C 案	D 案
製 造 工 程		<p>ビレット連鋳機と新棒鋼圧延工場 で高級鋼と一般鋼を製造</p>	<p>ブルーム連鋳機と新分塊工場 で高級鋼および一般鋼用ビレットを 製造し、新棒鋼圧延工場 で圧延</p>	<p>現有の造塊設備と中形圧延設備を 活用し、高級鋼および一般鋼を製 造</p>	<p>高級鋼に対しては要求品質が確保できる程 度の大型鋼塊を製造し、新分塊工場および 新棒鋼圧延工場 で圧延。一般鋼はビレット 連鋳機と新棒鋼圧延工場 で製造</p>
		<ul style="list-style-type: none"> ○一般鋼から高級鋼まで、簡略化された工程で製造できる。 ○高級鋼の品質限界を見極めながら製品拡大を図る必要がある。 ○エネルギー、歩留の面から製造コスト低減が可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> ○品質の優れた製品を製造することができ。 ○新分塊工場が必要となり、建設コストが高くなる。 ○一般鋼もブルーム連鋳機で製造するため、コスト高となる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○現有設備が活用でき、建設コストが安い。 ○鋼塊サイズは最大250mm x 250mm程度が限界で品質確保が難しい。 ○製造コストはB案より有利と考えられる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ある程度の品質は確保できるが品質の安定性に欠ける。 ○造塊設備の増強と新分塊工場建設が必要で建設コストが高くなる。 ○エネルギー、歩留の面から製造コスト高となる。
評 価	建設コスト	○	△	◎	×
	品 質	○	◎	×	○
	製造コスト	◎	△	○	×
総 合 評 価		1	2	3	4

(注) ◎ ○ △ ×
良 不良

