

新版鉄鋼技術講座

第5卷

鋼鑄物・鑄鉄鑄物

日本鉄鋼協会編

新版鉄鋼技術講座

第5卷

鋼鑄物・鑄鉄鑄物

日本鉄鋼協会編

地人書館

日本鉄鋼協会編

新版鉄鋼技術講座

- 第1巻 製鉄製鋼法
- 第2巻 鋼材製造法
- 第3巻 鋼材の性質と試験
- 第4巻 鋼材加工法
- 第5巻 鋼鑄物・鑄鉄鑄物

第5巻 鋼鑄物・鑄鉄鑄物

昭和54年5月30日 初版第1刷発行

申合せにより検印省略

編集者 社団法人 日本鉄鋼協会

発行者 株式会社 地人書館

代表者 中田 威夫

発行所

株式会社 **地人書館**

〒112 東京都文京区後楽1-1-10

TEL 03 (815) 4422

振替口座 東京6-1532

(印刷：秀峰美術社，製本：イマキ製本所)

序

日本鉄鋼協会は、昭和34年に、鋼材の使用者を対象に適切な材料の選択と合理的な使用法の解説を目的として、鉄鋼技術講座全5巻を刊行いたし、現在に至っております。本書が刊行された当時のわが国の鉄鋼業の粗鋼生産量は1,663万トン余りで、ようやくフランスの水準になったばかりでしたが、昭和38年には3,400万トンに達し、イギリス、西ドイツを抜き世界第3位に躍進した時代でありました。その後については、ご承知のとおり驚異的な発展をとげ、今日では粗鋼生産量も1億トンを超え、世界の指導的な鉄鋼の生産国となっております。

このような鉄鋼業の発展の途についた時期に、本書が刊行されたことは、鉄鋼業の関係者にはいうまでもなく、関連産業の方々にとっても貴重な参考書として大いに寄与したことと考えております。

ただ、先に述べましたように、その後の鉄鋼技術の発展は目覚ましく、当時の講座の内容はすでに古いものとなり、関係者より内容改訂の強い要望もでてまいりました。このため、各位のご要望に応え、現在、第一線で活躍されている技術者、研究者に新たに執筆を依頼し、内容を改め、ここに新版鉄鋼技術講座として全5巻を刊行するに至りました。

わが国の鉄鋼業には、まだまだ幾多の難題が横たわっており、この解決のためには今後の鉄鋼の生産や鉄鋼材料を使用される方々の協力と努力を持たなければなりません。本書の発刊は、この点でも今後の鉄鋼技術の発展と、鉄鋼に対する新しい認識を広める上で大いに役立つものと確信しております。

本書が鉄鋼業にたずさわる技術者のみならず、鋼材の使用者や専門学校などの教科材料として、貴重な参考書として、広く活用していただき、ひいてはわが国の諸産業の発展を図る一翼となることができれば幸いです。

最後に本講座の刊行にあたり、編集委員長を引受けられた松下東京大学教授をはじめ、編集委員ならびに執筆者の各位のご協力に深く感謝いたすものであります。

序

本書は、昭和30年代半ばに刊行された「鉄鋼技術講座」全5巻の新版として、昭和50年代の要請に即応できるよう新たに編集刊行されたものである。この間、鉄鋼に関する科学技術のすばらしい進展は申すまでもないが、同時にわが国の鉄鋼業が世界の社会経済に果たした役割、さらには昭和60年代に向けて果すべき責務について視点を向けねばなるまい。

本書の生い立ちは、当時の日本鉄鋼協会会長塩沢正一先生、伊藤正夫鉄鋼技術講座編集委員長以下関係各位の御努力によるものであり、われわれの大先輩は鉄鋼材料に関する「実地の参考書」の模範を示された。昨年来関係方面の強い要望により稿を改めることとなったが、刊行の趣旨としては全く変わっていない。すなわち、鋼材のユーザーを対象に、適切な材料選択と合理的な使用法を解説することが主目的であり、今日の省資源、省エネルギーの社会要請に応じ、産業関係者に鉄鋼に対する認識を深めるよう努めるとともに、高等工業専門学校あるいは大学のテキストとしても利用できるように配慮されている。

内容構成は、第1～4巻までは旧版の表題と変えていないが、第5巻は鋼铸件・铸铁铸件として現状にふさわしいものとした。第1巻においては、鉄鋼生産体制の全般が把握できることに力点を置き、製鉄の進歩、直接製鉄、平炉から転炉への変遷、連続铸造、鋼の特殊処理などを述べている。第2巻は、鉄鋼が製品化されるプロセスのうち圧延と表面加工、第3巻は、鉄鋼の性質に関する系統的概念、第4巻はこれらと関連する鋼材の二次加工を中心に解説しており、いずれも高度な理論は避け、理解しやすい内容であることを旨とした。

幸いにして、各専門委員会の主査、編集委員諸氏の絶大なご協力が得られ、さらに第一線の執筆者各位のご努力で刊行企画が順調に進んで発刊にいたったことは、協会の編集担当者、地人書館の関係者ともども喜びにたえない。

新版鉄鋼技術講座編集委員長 松下幸雄

新版鉄鋼技術講座編集委員会

編集委員長

東京大学工学部教授 松下 幸雄

編集委員

東洋鋼板株式会社常務取締役 安藤 卓雄

早稲田大学工学部教授 草川 隆次 (鋳鋼・鋳鉄専門委主査)

東京大学工学部教授 相馬 胤和 (製鉄専門委主査)

東京工業大学工学部教授 中村 正久 (加工・材料専門委主査)

新日本製鉄株式会社 古垣 一成 (製鋼専門委主査)

金属材料技術研究所 渡辺 敏

製鉄専門委員会

日本鋼管株式会社 鎗木 俊郎 新日本製鉄株式会社 近藤 真一

住友金属工業株式会社 佐藤 利雄 川崎製鉄株式会社 春 富夫

製鋼専門委員会

大同製鋼株式会社 品川 丞 株式会社日本製鋼所 深町喜三郎

日本鋼管株式会社 若林 専三

加工材料・専門委員会

新日本製鉄株式会社 赤松 泰輔 金属材料技術研究所 荒木 透

東洋鋼板株式会社 安藤 卓雄 日本鋼管株式会社 大西 英明

住友金属工業株式会社 川野 和男 石川島播磨重工業株式会社 雑賀 喜規

株式会社日本製鋼所 阪部喜代三 川崎製鉄株式会社 藤元 克己

新日本製鉄株式会社 細井 祐三 株式会社神戸製鋼所 三木 修

金属材料技術研究所 渡辺 敏

鋳鋼・鋳鉄専門委員会

横浜国立大学工学部教授 沖 進 株式会社日本製鋼所 阪部喜代三

前新日本製鉄株式会社
ダイヤ工業株式会社 鳥取友次郎

新版鉄鋼技術講座

第5巻 鋼鑄物・鑄鉄鑄物 目次

第Ⅰ編 鑄物総説

日本車輛製造(株) 小 幡 鍊

1. 概 説

1.1 歴 史 (1)	1.2.2 鑄鉄の分類	5
1.2 分 類 (4)	1.3 鑄物の特質とその選択 (6)	
1.2.1 鑄鋼の分類	4	

2. 鑄物製造法

2.1 製造工程 (7)		2.5.1 鑄鉄溶解	17
2.2 鑄造方案 (9)		2.5.2 鑄鋼溶解	18
2.2.1 湯 口 系	9	2.6 鑄 込 み (19)	
2.2.2 押 湯	10	2.7 鑄仕上げ (20)	
2.2.3 冷 し 金	12	2.7.1 砂落とし	20
2.3 模 型 (12)		2.7.2 せきおよび押湯の除去	21
2.3.1 模型の種類	13	2.7.3 仕上げと補修溶接	22
2.3.2 模型と鑄物との形状寸法関係	14	2.8 熱 処 理 (22)	
2.4 造 型 (15)		2.8.1 鑄鋼の熱処理	23
2.4.1 普通鑄型とその造型法	15	2.8.2 鑄鉄の熱処理	23
2.4.2 特殊鑄型	16	2.8.3 可鍛鑄鉄の熱処理	24
2.5 溶 解 (17)			

第Ⅱ編 鋼 鑄 物

(株)日本製鋼所 阪 部 喜 代 三

1. 概 説

2. 鋼鑄物の製造法

2 目 次

2.1 凝固特性 (26)	2.4.3 鋳型に必要な性質と鋳型の種類	44	
2.1.1 溶鋼の流動性	27	2.4.4 鋳型の製作	47
2.1.2 凝固組織と収縮量, 引け巣	27	2.5 溶解, 精錬 (49)	
2.1.3 凝固組織と割れ	29	2.5.1 塩基性電弧炉による鋳鋼の溶解	50
2.1.4 凝固組織と偏析	30	2.5.2 高周波誘導炉による鋳鋼の溶解	51
2.1.5 凝固と変形, 残留応力	31	2.6 鋳込み (52)	
2.2 鋼鋳物の寸法精度 (31)	2.6.1 鋳込み温度	52	
2.3 鋳造方案 (33)	2.6.2 鋳込み速度および鋳込み時間	52	
2.3.1 湯口方案	33	2.7 鋳仕上げ (53)	
2.3.2 押湯	35	2.7.1 砂落としと砂の再生	53
2.3.3 冷し金	37	2.7.2 押湯, 湯道および余肉の除去	55
2.3.4 パディング	38	2.7.3 溶接補修	55
2.4 造型 (39)	2.8 熱処理 (58)		
2.4.1 模型および模型用材料	39	2.8.1 鋳放しの組織—ミクロ組織	58
2.4.2 鋳型材料	41	2.8.2 熱処理法	59

3. 鋼鋳物の試験, 検査

3.1 材料試験 (63)	3.4 放射線透過試験 (65)
3.2 寸法, 外観検査 (63)	3.5 超音波探傷試験 (66)
3.3 浸透探傷, 磁粉探傷試験 (64)	

4. 鋼鋳物の鋳造欠陥とその防止法

4.1 鋳造欠陥の分類 (67)	4.2.5 すくわれ, 洗われ	72
4.2 鋳造欠陥の性状と発生防止法 (68)	4.2.6 焼 付 き	73
4.2.1 高温割れ 68	4.2.7 ベイニング	75
4.2.2 低温割れ 70	4.2.8 湯境い, 湯廻り不良	75
4.2.3 ガス欠陥 70	4.2.9 引 け 巣	75
4.2.4 砂かみ, ノロかみ 71	4.2.10 ミクロ・キャビティ	75

5. 炭素鋼および低合金鋼鋳鋼品の性質

5.1 機械的性質 (76)	5.1.4 曲 げ	80
5.1.1 質量効果 76	5.1.5 衝撃強さ	81
5.1.2 引張強さ, 降伏点, 伸び, 絞り 77	5.1.6 疲れ強さ	83
5.1.3 硬 さ 79	5.1.7 低温性質および高温性質	84

5.1.8 クリープ強さ	85	5.2.2 耐摩耗性	88
5.2 工業的性質 (88)		5.2.3 耐食性	90
5.2.1 溶接性	88		

6. 高合金鋼鑄鋼品の製造および性質

6.1 ステンレス鋼鑄鋼品 (90)		6.2.2 耐熱鋼鑄鋼の性質	96
6.1.1 ステンレス鋼鑄鋼品の製造法	91	6.3 耐摩耗鋼 (100)	
6.1.2 ステンレス鋼鑄鋼品の性質	92	6.3.1 高マンガン鋼鑄鋼品の製造法	100
6.2 耐熱鋼鑄鋼品 (95)		6.3.2 高マンガン鋼鑄鋼品の性質および用途	101
6.2.1 耐熱鋼鑄鋼品の製造	95		

第Ⅲ編 普通鑄鉄鑄物

1. 概 説

早稲田大学鑄物研究所 草 川 隆 次

2. 普通鑄鉄鑄物の製造法

綜合鑄物センター 阿 部 喜 佐 男

2.1 鑄造方案 (106)		2.3.7 炉前試験	140
2.1.1 鑄造方案の概要	106	2.4 溶湯処理 (144)	
2.1.2 湯口系の種類	107	2.4.1 接 種	144
2.1.3 湯口系の方案	108	2.4.2 脱 硫	147
2.2 鑄物砂と造型 (110)		2.4.3 合金添加	148
2.2.1 鑄物砂の構成	110	2.5 鑄込み (149)	
2.2.2 鑄型の種類と特徴	112	2.6 鑄仕上げ (151)	
2.2.3 造 型 法	117	2.6.1 型どらし	151
2.3 溶 解 (119)		2.6.2 湯口, 押湯切断	152
2.3.1 基礎事項	119	2.6.3 補 修	153
2.3.2 溶解原料	120	2.7 熱 処 理 (154)	
2.3.3 キュボラ	123	2.7.1 熱なまし	154
2.3.4 低周波誘導電気炉	133	2.7.2 焼入れ, 焼もどし, 焼なまし	156
2.3.5 アーク電気炉	136	2.7.3 そ の 他	157
2.3.6 その他の炉	137		

4 目 次

3. 普通鑄鉄鑄物の性質と用途

新日本製鉄(株) 鳥 取 友 治 郎

新日本製鉄(株) 瀬 谷 修, 佐藤兼弘

3.1 組 織 (159)	3.3 工業的性質 (203)
3.1.1 Fe-C, Fe-C-Si 系平衡状態図 159	3.3.1 耐摩耗性 203
3.1.2 組 織 図 165	3.3.2 耐 食 性 203
3.1.3 凝固組織 169	3.3.3 耐 熱 性 205
3.1.4 破面組織 177	3.3.4 切 削 性 206
3.1.5 諸成分の影響 178	3.3.5 鑄 造 性 207
3.2 機械的性質 (190)	3.3.6 減衰能(振動吸収能) 207
3.2.1 引張強さ 190	3.3.7 チ ル 性 208
3.2.2 硬 さ 192	3.4 物理的性質 (209)
3.2.3 抗 折 力 193	3.4.1 熱伝導性 209
3.2.4 圧縮強さ 194	3.4.2 熱膨張性 210
3.2.5 衝撃強さ 195	3.4.3 電気抵抗 211
3.2.6 ねじり強さ 196	3.4.4 磁 性 212
3.2.7 疲れ強さ 198	3.4.5 比熱・熱容量, 融解潜熱 213
3.2.8 高温性質 199	3.4.6 比 重 214
3.2.9 低温性質 202	3.5 普通鑄鉄の用途 (214)

4. 普通鑄鉄鑄物の鑄造欠陥とその防止法

新日本製鉄(株) 鳥 取 友 治 郎

新日本製鉄(株) 佐 藤 兼 弘

4.1 主な欠陥の種類 (219)	4.2.4 湯廻り不良, 湯境い 225
4.2 欠陥の原因と対策 (219)	4.2.5 熱間亀裂, 割れ 225
4.2.1 ガスによる欠陥 219	4.2.6 キッシュ 226
4.2.2 収縮巣(引け巣) 221	4.2.7 その他の欠陥 226
4.2.3 材質硬化 224	

第Ⅳ編 球状黒鉛鑄鉄鑄物

1. 概 説

早稲田大学鑄物研究所 草 川 隆 次

2. 球状黒鉛鑄鉄鑄物の製造法

新日本製鉄(株) 鳥 取 友 治 郎

新日本製鉄(株) 千 田 昭 夫

2.1 鑄造方案 (230)	2.4 黒鉛球状化处理 (247)
2.1.1 鑄造性 230	2.4.1 基礎事項 247
2.1.2 流動性 230	2.4.2 黒鉛球状化剤 250
2.1.3 表面張力 230	2.4.3 黒鉛球状化处理法 251
2.1.4 湯口系 231	2.4.4 接 種 257
2.1.5 鑄込み速度 231	2.5 鑄仕上げと補修 (257)
2.1.6 模型の伸び尺 232	2.5.1 湯口, 押湯などの除去 257
2.2 造 型 (232)	2.5.2 溶 接 258
2.3 溶 解 (233)	2.6 熱 処 理 (259)
2.3.1 基礎事項 233	2.6.1 軟化焼なまし 259
2.3.2 原料地金 233	2.6.2 焼入れ焼もどし 260
2.3.3 キュボラによる溶解 239	2.6.3 応力除去焼なまし 261
2.3.4 電気炉による溶解 241	2.6.4 焼ならし 262
2.3.5 脱硫処理 244	2.6.5 その他の特殊熱処理 262

3. 球状黒鉛鑄鉄の性質

早稲田大学鑄物研究所 草 川 隆 次

3.1 組 織 (263)	3.2.1 熱 分 析 271
3.1.1 顕微鏡組織の分類 264	3.2.2 共晶凝固の進行状態 271
3.1.2 黒鉛球状化率 267	3.2.3 凝固時の膨張収縮 272
3.1.3 球状黒鉛の結晶構造 268	3.3 黒鉛球状化機構 (273)
3.1.4 破面組織 268	3.3.1 黒鉛球状化元素の溶湯への溶解 273
3.1.5 組織に及ぼす化学成分の影響 269	3.3.2 添加元素と溶湯中に存在する
3.2 凝 固 (271)	

6 目 次

種々の元素との反応	274	3.5 工業的性質 (279)	
3.3.3 球状黒鉛の生成過程	274	3.5.1 耐摩耗性	279
3.3.4 球状黒鉛の成長過程	275	3.5.2 耐熱性	279
3.4 機械的性質 (275)		3.5.3 耐食性	279
3.4.1 引張強さおよび耐力	276	3.6 物理的性質 (280)	
3.4.2 弾性係数	277	3.6.1 密度	280
3.4.3 伸 び	277	3.6.2 熱伝導性	281
3.4.4 圧縮強さ	277	3.6.3 熱膨張係数	281
3.4.5 硬 さ	277	3.6.4 電気抵抗	282
3.4.6 衝撃強さ	278	3.6.5 磁氣的性質	282
3.4.7 疲れ強さ	278	3.7 用 途 (283)	

4 球状黒鉛鑄鉄の鑄造欠陥とその対策

4.1 引け巣の発生とその対策 (283)	4.3 ビンホールの発生とその対策 (284)
4.2 ドロスの発生とその対策 (284)	4.4 その他の欠陥 (285)

第V編 可 鍛 鑄 鉄

早稲田大学鑄物研究所 堤 信 久

1. 種 類 (286)

1.1 白心可鍛鑄鉄 (287)	1.3 パーライト可鍛鑄鉄 (289)
1.2 黒心可鍛鑄鉄 (288)	1.4 特殊な可鍛鑄鉄 (290)

2. 可鍛鑄鉄の性質 (291)

3. 可鍛鑄鉄の製造法 (293)

3.1 溶 解 (293)	3.4 鑄仕上げ, 清浄, ひずみ直し (307)
3.2 鑄 造 (295)	3.5 溶 接 (308)
3.3 熱 処 理 (298)	

4. 可鍛鑄鉄の用途 (308)

5. 可鍛鑄鉄鑄物の不良 (309)

第Ⅵ編 合金 鑄 鉄

九州大学工学部 松 田 公 扶

1. 概 説 (311)

2. クロム 鑄 鉄 (311)

2.1 低クロム鑄鉄 (312)	2.2.2 オーステナイト質 24~28% Cr 鑄鉄	317
2.2 高クロム鑄鉄 (313)	2.2.3 フェライト質 30~35% Cr 鑄鉄	317
2.2.1 マルテンサイト質 12~20% Cr 鑄鉄		315

3. ニッケル鑄鉄 (318)

3.1 低ニッケル鑄鉄 (319)	3.3 オーステナイト鑄鉄 (322)
3.2 マルテンサイト鑄鉄 (320)	

4. モリブデン鑄鉄 (323)

5. バナジウム鑄鉄 (325)

6. 高珪素鑄鉄 (326)

6.1 高珪素耐熱鑄鉄 (326)	6.2 高珪素耐酸鑄鉄 (327)
-------------------	-------------------

7. その他の合金鑄鉄 (328)

7.1 アルミニウム鑄鉄 (328)	7.3 銅 鑄 鉄 (330)
7.2 ボロン鑄鉄 (329)	

第Ⅶ編 金 型 鑄 造

名古屋工業技術試験所 磯 谷 三 男

1. 概 説 (331)

2. 製 造 法 (332)

2.1 金型および鑄造機 (332)

2.2 鑄造方案 (334)

3. 性 質 (336)

3.1 組 織 (337)

3.2 機械的性質 (340)

4. 用 途 (345)

第Ⅷ編 チ ル ド 鑄 物

日立金属(株) 河 原 英 磨

1. 概 説 (346)

2. 製 造 法 (346)

2.1 原 材 料 (347)

2.3 鑄 型 (348)

2.2 溶 解 炉 (347)

2.4 化学成分 (348)

3. 性 質 (351)

3.1 組 織 (351)

3.2 機械的性質および物理的性質 (352)

4. 用 途 (354)

第Ⅸ編 特 殊 鑄 造 法

1. 遠心力鑄造法

久保田鉄工(株) 本 田 順 太 郎

1.1 遠心力鑄造法の歴史 (355)

1.3.1 遠心力鑄鉄製品について 357

1.2 遠心力鑄造法の概要 (355)

1.3.2 遠心力鑄鋼製品について 359

1.3 遠心力鑄造法の応用例 (357)

2. 連続鑄造法

(株)神戸鑄造所 甲 田 敬 一 郎

2.1 概 説 (361)		2.6.1 硬 さ	367
2.2 連続鑄造装置 (362)		2.6.2 引張強さ	367
2.3 製 造 法 (363)		2.6.3 疲 勞 値	367
2.4 製造範囲 (364)		2.6.4 耐摩耗性	368
2.4.1 材 質	364	2.6.5 機械加工性	368
2.4.2 形状と大きさ	364	2.6.6 そ の 他	370
2.5 組 織 (365)		2.7 用 途 (370)	
2.6 実用的な諸性質 (367)			

第I編 鑄物総説

1. 概 説

1.1. 歴 史

金属を高温に加熱溶解して、これを砂や粘土でつくった鑄型の中へ流し込んだ後、金属が凝固するのを待って鑄型を取り除き、希望する形状の金属製品をつくる金属加工法が鑄造法であり、でき上がったものが鑄物である。

鑄物の出現はきわめて古い。戦国時代 (B. C. 403~B. C. 221) の中国においてすでに鑄鉄製の農具がつくられており、鉄器の出現と普及は当時の社会に大きな影響を与えている。わが国では弥生時代 (B. C. 300~A. D. 300) に青銅器とともに鑄造鉄器が輸入され、また、銅たくのような鑄造品がつくられ、その技術は鉄の鑄造にも引きつがれて、鎌倉、室町時代 (1200~1573) には灯ろうや鉄がまなどの美術工芸品が鑄造されている。ヨーロッパでも1300年~1550年ごろ鑄鉄製の器具が広まりはじめたが、今日のような大規模な鉄

【表 1.1.1】 鑄物の進歩および関連する発明

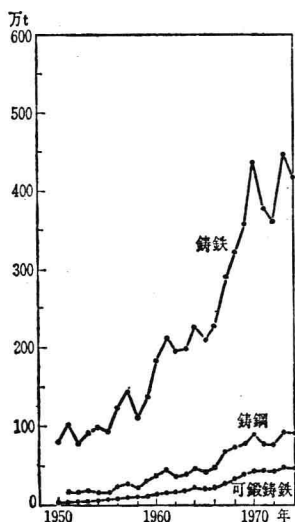
年 代	事 項
1712	Thomas Newcomen (イギリス) : 大気圧機関を発明。
1722	René Réaumur (フランス) : 白心可鍛鑄鉄を発明。
1735	Abraham Darby II (イギリス) : コークス高炉を完成し、鑄造に使用される。
1740	Benjamin Huntsman (イギリス) : るつば法による鑄鋼の製造に成功。
1778	Abraham Darby III (イギリス) : 鑄鉄製のアーチ橋を架設。
1782	James Watt (イギリス) : 蒸気機関の特許を得る。
1794	John Wilkinson (イギリス) : キュボラを発明。
1804	Richard Trevithick (イギリス) : 軌道用蒸気機関車を製作。
1807	Robert Fulton (アメリカ) : 実用汽船を製造。
1811	Friedrich Krupp (ドイツ) : 鑄鋼業を開く。
1825	George Stephenson (イギリス) : 鉄道建設。
1826	Seth Boyden (アメリカ) : 黒心可鍛鑄鉄を発明。
1830	ヨーロッパ最初の公共水道ロンドンで完成 (配水管用鑄鉄管、蒸気ポンプ、浄水装置のシステムが完成)。
1845	Alfred Krupp (ドイツ) : 鑄鋼製カノン砲を製作。
1851	Joseph Paxton (イギリス) : ロンドンに水晶宮建設、多数の鑄鉄製支柱が使われた。
1856	Henry Bessemer (イギリス) : ベッセマー転炉法を発表、溶鋼時代に入る。
1864	William (Wilhelm) Siemens (ドイツ), Pierre Martin (フランス) : 平炉製鋼法の工業化に成功。

1864	Henry Clifton Sorby (イギリス): 各種の鉄および鋼の顕微鏡写真を発表。
1878	Dimitri Tschernoff (ソビエト): 焼入れ、焼もどし機構の解明。
1882	Marcel Deprez (フランス): 最初の長距離送電実施。
1883	Gottlieb Daimler (ドイツ): 高速ガソリン機関を発明。
1893	Rudolf Diesel (ドイツ): ディーゼル機関を発明。
1898	Keep (アメリカ): 鑄鉄のチル化におよぼす珪素の影響を研究。
1900	Paul Héroult (フランス): 製鋼用直接式アーク炉を試作。
1916	A. Diefenthaler, K. Sipp (ドイツ): Lanz-Pearlite 鑄鉄を発明。
1919	石川登喜治 (日本): 菊目組織鑄鉄を発明。
1923	G. F. Meehan, O. Smalley (アメリカ): ミーハナイト鑄鉄を発明。
1948	H. Morrogh (イギリス): 球状黒鉛鑄鉄(セリウム処理法による)を発明。
1948	A. P. Gagnebin (アメリカ): 球状黒鉛鑄鉄(マグネシウム処理法による)を発明。
1952	Robert Durrer (スイス): LD 転炉製鋼法を発明。

の生産と消費の時代の端緒を開いたのは動力革命としての蒸気機関の発明であろう。

蒸気機関は、それまでの水車を動力とする機械から様相を一変させ、高温といっその強度に耐える構造材料を要求するようになり、木材にかわって鉄が主要な材料として登場する。蒸気機関のシリンダーは鑄鉄でつくられ、最初のうちはボイラーまで鑄鉄製であったが、高圧化のためにねばりの少ない鑄鉄から鋼板製へとかわった。

表 1.1.1 にみられるように、蒸気機関の発明によって鉄の需要が増大し、これに対処し



【図 1.1.1】 鑄物生産高の推移

て製鉄にコークスが利用され、炉の送風に、また燃料炭の採掘に当たって、さらに地下水の排出にも蒸気機関が使われ、蒸気動力を軸として産業革命が展開されるにいたり、機械部品に、構造物に鑄鉄鑄物はいっそう広く利用されるようになった。

初期の鑄物は形だけでよければよいという程度のものであったが、一方では強じんな鑄鉄として古くから白心可鍛鑄鉄が試みられ、おくれて、黒心可鍛鑄鉄や鋼鑄物もつくられるようになった。19世紀後半には H. C. Sorby (1826~1908), A. Martens (1850~1914), F. Osmond (1849~1912) らによる鉄の変態や顕微鏡組織の研究が引続いて発表され、その成果は鑄鉄の研究にも応用されるようになり、組織を改善して強じんな鑄鉄を得る試みがなされ、20世紀に入ると Lanz のパーライト鑄鉄、石川の菊目組織の鑄鉄、ミーハナイト鑄鉄、球状黒鉛鑄鉄がつぎつぎに発明された。

このように鑄鉄の強じん化が進んだのは、蒸気機関の