

# 鉄鋼技術の進歩

## 目 次

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 「鉄鋼技術の進歩」刊行に際して             | 303 |
| 「鉄鋼技術の進歩」の編集について            | 304 |
| 1. 製 鉄                      | 307 |
| 1.1 製鉄理論と技術の展望              | 307 |
| 1.1.1 製鉄理論および研究の発展          | 307 |
| 1.1.2 製鉄技術の展望               | 307 |
| 1.2 原料処理法                   | 310 |
| 1.2.1 製鉄原料事情の推移と展望          | 310 |
| (1) 日本における原料事情の推移とその経済性への対策 | 310 |
| (2) 原料問題についての今後の展望          | 314 |
| (3) 結 言                     | 315 |
| 1.2.2 整粒および均鉱               | 316 |
| (1) 整粒の意義と効果                | 316 |
| (2) 整粒設備の変遷                 | 317 |
| (3) ベッディング方法と均鉱効果           | 319 |
| 1.2.3 粉鉱処理法                 | 320 |
| (1) 粉鉱処理に関する問題点             | 320 |
| (2) 焼結原料の予備処理               | 321 |
| (3) 焼結設備の進歩                 | 321 |
| (4) ペレットについて                | 323 |
| 1.3 高炉用コークスの製造              | 324 |
| 1.3.1 高炉用コークスに関する試験および研究    | 324 |
| 1.3.2 設 備                   | 326 |
| 1.3.3 操 業                   | 329 |
| 1.4 高炉設備                    | 332 |
| 1.4.1 配 置                   | 333 |
| 1.4.2 高炉容量                  | 334 |
| 1.4.3 炉 型 式                 | 334 |
| 1.4.4 炉体各部構造                | 337 |
| 1.4.5 炉頂構造                  | 339 |
| 1.4.6 捲揚げおよび装入設備            | 339 |

|        |                        |     |
|--------|------------------------|-----|
| 1.4.7  | 炉前付属設備                 | 340 |
| 1.4.8  | 高圧操業設備                 | 342 |
| 1.4.9  | 熱風炉設備                  | 343 |
| 1.4.10 | ガス清浄設備                 | 346 |
| 1.4.11 | 送風設備                   | 347 |
| 1.5    | 高炉操業技術                 | 349 |
| 1.5.1  | 高温送風                   | 349 |
| 1.5.2  | 複合送風                   | 351 |
| 1.5.3  | 高圧操業                   | 358 |
| 1.5.4  | 計算機制御                  | 360 |
| 1.6    | 電気製鉄法                  | 362 |
| 1.6.1  | 緒言                     | 362 |
| 1.6.2  | 鉍滓成分の範囲について            | 362 |
| 1.6.3  | 電気炉容量の拡大とガスの利用         | 363 |
| 1.6.4  | 砂鉄の予備処理効果について          | 364 |
| 1.6.5  | 結言                     | 366 |
| 1.7    | 特殊製鉄法                  | 366 |
| 1.7.1  | 直接製鉄法の研究, 開発の誘因        | 366 |
| 1.7.2  | わが国における戦後の直接製鉄法の研究開発   | 366 |
| 1.7.3  | わが国で現在工業的に実施中の主要な直接製鉄法 | 367 |
| 1.8    | フェロアロイ製造技術             | 369 |
| 1.8.1  | 従来の発展経緯                | 369 |
| 1.8.2  | 現在の問題点およびその解決の方向       | 371 |
| 2.     | 製鋼                     | 373 |
| 2.1    | 製鋼理論と技術の展望             | 373 |
| 2.2    | 溶銑予備処理法                | 373 |
| 2.2.1  | 溶銑予備処理法の実施例とその効果       | 373 |
| 2.2.2  | シェーキング・レードル法           | 376 |
| 2.2.3  | 将来の展望                  | 378 |
| 2.3    | 純酸素転炉法                 | 379 |
| 2.3.1  | 純酸素上吹転炉法の歴史とその概要       | 379 |
| 2.3.2  | 最近の LD 法製鋼技術の展望        | 380 |
| 2.3.3  | カルド法                   | 406 |
| 2.3.4  | 将来の展望                  | 408 |
| 2.4    | 真空処理法                  | 409 |
| 2.4.1  | 真空溶解法                  | 409 |
| 2.4.2  | 造塊法の改善と真空処理技術の導入       | 413 |

|       |                          |     |
|-------|--------------------------|-----|
| 2・4・3 | 真空脱ガス法の現況と真空処理鋼の品質 ..... | 414 |
| 2・4・4 | 将来の展望 .....              | 424 |
| 2・5   | 連続鑄造法 .....              | 427 |
| 2・5・1 | 連続鑄造法発展の経過 .....         | 427 |
| 2・5・2 | 連続鑄造の現況 .....            | 427 |
| 2・5・3 | 連続鑄造法の将来 .....           | 435 |
| 3.    | 鑄物 .....                 | 437 |
| 3・1   | 鑄物に関する理論と技術の展望 .....     | 437 |
| 3・1・1 | 緒言 .....                 | 437 |
| 3・1・2 | 鑄造基礎理論 .....             | 437 |
| 3・1・3 | 鑄造金属材料 .....             | 437 |
| 3・1・4 | 溶解法 .....                | 437 |
| 3・1・5 | 鑄型および造型法 .....           | 438 |
| 3・1・6 | 鑄物の検査法 .....             | 438 |
| 3・2   | 鑄鋼技術 .....               | 438 |
| 3・2・1 | 鑄鋼界の概況 .....             | 438 |
| 3・2・2 | 鑄鋼の溶解技術 .....            | 439 |
| 3・2・3 | 鑄鋼の鑄造技術 .....            | 440 |
| 3・2・4 | 鑄鋼の検査 .....              | 441 |
| 3・2・5 | 最近の鑄鋼材質の種類 .....         | 442 |
| 3・3   | 鑄鉄溶解技術 .....             | 443 |
| 3・3・1 | 概説 .....                 | 443 |
| 3・3・2 | キューボラ構造の改善 .....         | 443 |
| 3・3・3 | キューボラ操業法の進歩 .....        | 444 |
| 3・3・4 | 低周波誘導炉 .....             | 445 |
| 3・4   | 強靱鑄鉄の技術 .....            | 446 |
| 3・4・1 | 発展の過程 .....              | 446 |
| 3・4・2 | 接種鑄鉄 .....               | 447 |
| 3・4・3 | 球状黒鉛鑄鉄 .....             | 447 |
| 3・4・4 | 石灰窒素処理鑄鉄 .....           | 448 |
| 3・4・5 | 共晶黒鉛鑄鉄 .....             | 449 |
| 3・4・6 | 還元スラグ処理による強靱鑄鉄 .....     | 449 |
| 3・4・7 | その他の強靱鑄鉄 .....           | 449 |
| 3・4・8 | 結言 .....                 | 449 |
| 3・5   | 造型法 .....                | 450 |
| 3・5・1 | 物理的な結合力によるもの .....       | 450 |
| 3・5・2 | 化学的な反応により結合力を得るもの .....  | 451 |

|       |                                       |     |
|-------|---------------------------------------|-----|
| 3.5.3 | そ の 他 .....                           | 453 |
| 3.6   | 遠心鑄造法 .....                           | 453 |
| 3.6.1 | 鑄 鋼 .....                             | 454 |
| 3.6.2 | 鑄 鉄 .....                             | 454 |
| 3.6.3 | 球状黒鉛鑄鉄 .....                          | 455 |
| 3.6.4 | 造型その他 .....                           | 455 |
| 4.    | 加 工 .....                             | 456 |
| 4.1   | 鉄鋼加工理論と技術の展望 .....                    | 456 |
| 4.2   | ストリップ・ミル .....                        | 456 |
| 4.2.1 | ホットストリップ・ミル .....                     | 456 |
| (1)   | 緒 言 .....                             | 456 |
| (2)   | 技術進歩の趨勢 .....                         | 457 |
| (3)   | 設備別の特徴 .....                          | 459 |
| 4.2.2 | コールドストリップ・ミル .....                    | 462 |
| (1)   | 緒 言 .....                             | 462 |
| (2)   | 圧延の高速化と成品の極薄化 .....                   | 463 |
| (3)   | 圧延潤滑油 (Rolling Lubrication Oil) ..... | 467 |
| (4)   | 板厚自動制御 (Automatic Gauge Control) ...  | 469 |
| (5)   | ストリップ形状制御 (Strip Shape Control) ...   | 470 |
| (6)   | 計算機制御 (Computer Control) .....        | 473 |
| (7)   | 結 言 .....                             | 474 |
| 4.3   | 線材圧延機 .....                           | 475 |
| 4.3.1 | 緒 言 .....                             | 475 |
| 4.3.2 | 圧延速度の高速化 .....                        | 475 |
| 4.3.3 | 稼働率の向上 .....                          | 476 |
| 4.3.4 | 特殊鋼主体の圧延機の増加 .....                    | 477 |
| 4.3.5 | 付帯設備の発展による製品品質の向上 .....               | 477 |
| 4.3.6 | 結 言 .....                             | 478 |
| 4.4   | 鋼管製造技術 .....                          | 478 |
| 4.4.1 | 継目無鋼管 .....                           | 478 |
| (1)   | 概 説 .....                             | 478 |
| (2)   | 継目無鋼管と溶接鋼管の比較 .....                   | 479 |
| (3)   | 原価低減 .....                            | 480 |
| (4)   | 品質および欠陥への対策 .....                     | 481 |
| (5)   | 高級鋼管製造への努力 .....                      | 482 |
| (6)   | 製管機械 .....                            | 483 |
| 4.4.2 | 溶接鋼管 .....                            | 483 |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| (1) 溶接鋼管の生産量の増大                    | 483 |
| (2) 製管寸法の拡大                        | 484 |
| (3) 溶接鋼管製造法の進歩の概要                  | 485 |
| (4) 帯鋼の前処理およびエントリ (Entry)<br>設備の進歩 | 485 |
| (5) 成形設備の進歩                        | 486 |
| (6) 低周波ウェルダの進歩                     | 487 |
| (7) 高周波ウェルダの発達                     | 488 |
| (8) 溶接後の焼鈍設備の開発                    | 488 |
| (9) 走行切断機の進歩                       | 488 |
| (10) 非破壊検査方法の進歩                    | 488 |
| 4.5 熱間押出し法                         | 489 |
| 4.5.1 概 説                          | 489 |
| 4.5.2 押出し鋼材                        | 489 |
| 4.5.3 鋼押出しの量産化                     | 489 |
| 4.5.4 ビレット素材                       | 489 |
| 4.5.5 加熱法                          | 490 |
| 4.5.6 潤 滑                          | 490 |
| 4.5.7 押出し製品の精度と歩留                  | 490 |
| 4.6 型打鍛造法                          | 491 |
| 4.6.1 緒 言                          | 491 |
| 4.6.2 部品形状と合理的な鍛造機を選定              | 491 |
| 4.6.3 型設計の手順                       | 491 |
| 4.6.4 鍛造作業                         | 492 |
| 4.6.5 型 製 作                        | 493 |
| 4.6.6 結 言                          | 493 |
| 4.7 建材製造技術                         | 493 |
| 4.7.1 緒 言                          | 493 |
| 4.7.2 H形鋼                          | 495 |
| 4.7.3 シートパイル                       | 495 |
| 4.7.4 異形丸鋼                         | 495 |
| 4.7.5 軽量型鋼                         | 496 |
| 4.7.6 そ の 他                        | 496 |
| 4.7.7 結 言                          | 496 |
| 4.8 多段式圧延機                         | 497 |
| 4.8.1 作業ロールの直径とその数                 | 497 |
| 4.8.2 ローソン型多段圧延機                   | 498 |
| 4.8.3 センジミア型多段圧延機                  | 499 |

|        |                                   |     |
|--------|-----------------------------------|-----|
| 4・8・4  | その他の多段式圧延機                        | 500 |
| 4・8・5  | プラネタリー圧延機                         | 501 |
| 4・9    | 薄鋼板の性能                            | 504 |
| 4・9・1  | 鉄鋼薄板のプレス成形技術                      | 504 |
|        | (1) 成形技術の力学的基礎                    | 504 |
|        | (2) 成形技術と薄板の成形特性                  | 506 |
|        | (3) 成形技術の型工学                      | 507 |
| 4・9・2  | 冷延鋼板におけるプレス成形性の進歩                 | 507 |
|        | (1) 緒言                            | 507 |
|        | (2) 鋼板の塑性加工性に関する基礎研究              | 508 |
|        | (3) 製造設備, 技術の発達                   | 511 |
|        | (4) 結言                            | 514 |
| 4・10   | 表面処理鋼板                            | 514 |
| 4・10・1 | 緒言                                | 514 |
| 4・10・2 | ブリキ                               | 515 |
| 4・10・3 | 亜鉛メッキ鋼板                           | 516 |
| 4・10・4 | クロム酸処理鋼板およびクロムメッキ鋼板               | 516 |
| 4・10・5 | プラスチック皮覆鋼板                        | 517 |
| 4・10・6 | その他                               | 518 |
| 5.     | 性質                                | 520 |
| 5・1    | 鉄鋼材料に関する理論と技術の展望                  | 520 |
| 5・1・1  | 概要                                | 520 |
| 5・1・2  | 工業材料としての鉄鋼材料の発達                   | 520 |
| 5・1・3  | 鉄鋼材料の基礎的研究について                    | 521 |
| 5・1・4  | 他の工業材料との関連                        | 522 |
| 5・1・5  | 今後の鉄鋼材料の進路                        | 523 |
| 5・2    | 材料                                | 523 |
| 5・2・1  | 高張力鋼                              | 523 |
|        | (1) 溶接性高張力構造用鋼の出現                 | 523 |
|        | (2) 高降伏点鋼の発展と溶接技術                 | 524 |
|        | (3) 低温用鋼の開発と脆性破壊の研究               | 525 |
|        | (4) 特殊用途用高張力鋼                     | 525 |
| 5・2・2  | 耐熱鋼とステンレス鋼                        | 526 |
|        | (1) 耐熱鋼の製造技術の発展                   | 526 |
|        | (2) フェライト系耐熱鋼                     | 527 |
|        | (3) Cr-Ni-Fe および Cr-Ni-Co-Fe 耐熱合金 | 527 |
|        | (4) Ni 基耐熱合金                      | 528 |

|       |                                |     |
|-------|--------------------------------|-----|
| (5)   | Co 基耐熱合金 .....                 | 529 |
| (6)   | クリープに関する研究 .....               | 529 |
| (7)   | ステンレス鋼の製鋼技術の発展 .....           | 529 |
| (8)   | ステンレス鋼加工法の進歩 .....             | 529 |
| (9)   | ステンレス鋼の性質とその改良 .....           | 530 |
| 5・2・3 | 原子炉用鋼 .....                    | 533 |
| (1)   | 原子力工業の発展 .....                 | 533 |
| (2)   | 原子力工業における鉄鋼材料の役割 .....         | 534 |
| (3)   | 鉄鋼の原子核的性質および炉内での腐食 .....       | 534 |
| (4)   | 燃料体および制御材における鉄鋼材料の<br>用途 ..... | 536 |
| (5)   | 原子炉用圧力容器 .....                 | 536 |
| (6)   | 日本における鋼材の照射試験計画 .....          | 537 |
| (7)   | わが国における材料試験炉の建設 .....          | 538 |
| (8)   | わが国の発電炉の建設について .....           | 538 |
| (9)   | その他の原子炉用鋼材の問題点 .....           | 538 |
| 5・2・4 | 電磁材料 .....                     | 541 |
| (1)   | 永久磁石材料 .....                   | 541 |
| (2)   | 電気鉄板（珪素鋼板その他） .....            | 543 |
| (3)   | その他の磁性合金 .....                 | 544 |
| 5・2・5 | 快削鋼 .....                      | 545 |
| (1)   | 快削鋼の誕生と発展 .....                | 545 |
| (2)   | 快削性介在物の冶金学的基礎 .....            | 545 |
| (3)   | 主要快削鋼の性質と用途 .....              | 547 |
| (4)   | 将来の発展への展望 .....                | 548 |
| 5・2・6 | 構造用鋼 .....                     | 548 |
| 5・2・7 | 工具材料 .....                     | 552 |
| (1)   | 冷間加工用工具鋼 .....                 | 552 |
| (2)   | 熱間加工用工具鋼 .....                 | 553 |
| (3)   | 高速度鋼 .....                     | 554 |
| (4)   | 真空溶解工具鋼 .....                  | 554 |
| (5)   | 焼結合金 .....                     | 555 |
| 5・2・8 | バネ鋼 .....                      | 556 |
| (1)   | 大形バネ用鋼の開発 .....                | 556 |
| (2)   | バネ寿命の延長 .....                  | 557 |
| (3)   | 熱処理鋼線の製造 .....                 | 558 |
| (4)   | ステンレス耐熱系バネ材料の開発 .....          | 559 |
| 5・2・9 | 軸受鋼 .....                      | 560 |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| (1) 概    説                         | 560 |
| (2) 軸  受  鋼                        | 560 |
| (3) 肌焼軸受鋼                          | 563 |
| (4) ステンレス軸受鋼                       | 563 |
| (5) 高温用軸受材料                        | 563 |
| 5・2・10 粉末冶金                        | 564 |
| 5・3 処理法および測定法                      | 567 |
| 5・3・1 加工・熱処理技術                     | 567 |
| (1) オースフォーミング                      | 567 |
| (2) マルテンサイト変態中での加工および<br>その他の加工熱処理 | 571 |
| (3) サブゼロ処理                         | 571 |
| (4) 結    言                         | 572 |
| 5・3・2 試験検査法                        | 573 |
| (1) 鉄鋼分析法                          | 573 |
| (2) 物理試験法                          | 574 |
| (3) 材料品位判定法                        | 576 |