

目 次

60周年記念特集号「鉄鋼技術の進歩」刊行に際して……………	i
60周年記念特集号「鉄鋼技術の進歩」の編集について……………	iii
「鉄鋼技術の進歩」執筆者芳名……………	v
1. 製 銑 ……………	443
1・1 製銑技術および理論の進歩 ……………	443
1・1・1 製銑技術の進歩と展望 ……………	443
(1) 概 説……………	443
(2) 製銑技術の進歩……………	445
(3) 高炉設備……………	448
(4) 公害防止技術……………	448
(5) 将来の展望……………	448
(6) 電気製銑……………	449
1・1・2 製銑理論および研究の発展 ……………	449
(1) 過去10年間ににおける研究のすう勢……………	449
(2) 炉内調査によってえられた知見と新しい課 題……………	450
(3) 展 望……………	453
1・2 原 燃 料 ……………	453
1・2・1 原燃料事情の推移と展望 ……………	453
(1) 鉄鉱石資源について……………	453
(2) 原料炭資源について……………	455
(3) 流体燃料資源について……………	458
1・2・2 焼 結 ……………	458
(1) 概 説……………	458
(2) 操業技術……………	459
(3) 設 備……………	462
1・2・3 ペレット ……………	463
(1) 概 論……………	463
(2) 設備および操業……………	464
1・2・4 高炉用コークス ……………	467
(1) 概 論……………	467
(2) 設 備……………	468
(3) 操 業……………	471
(4) おわりに……………	472
1・3 高炉操業技術 ……………	472
1・3・1 操業技術 ……………	472
(1) 高圧操業および超高圧操業……………	473
(2) 装入物分布の改善……………	475
(3) 複合送風および高温送風……………	476
(4) 処理鉱の配合比の増加……………	478

(5) 稼働率の同上	479
(6) 操業管理およびその他の技術	479
1・3・2 計測および計算機制御	480
(1) 計測と制御	480
(2) 計算機制御	485
1・4 高炉設備	487
1・4・1 概 説	487
1・4・2 高炉本体および関連設備	487
(1) 高炉プロフィール	487
(2) 炉体支持構造	487
(3) 炉体ライニング	487
(4) 炉体冷却	489
(5) 炉頂装入設備	489
(6) 高圧操業設備	490
(7) ガス清浄設備	491
1・4・3 送風設備および熱風炉	491
(1) 送風設備	491
(2) 熱風炉設備	491
1・4・4 炉前設備	493
1・4・5 総 括	494
1・5 高炉によらない製鉄法	494
1・5・1 直接製鉄	494
(1) 緒 言	494
(2) 日立金属工業のウィーベルグ法	495
(3) グレートキルンによる製鉄所粉じんの処理	496
(4) 国内における還元海綿鉄製造	496
1・5・2 原子力製鉄	497
(1) 研究経過	497
(2) 原子力部会での研究成果	499
(3) 大型プロジェクトによる研究	500
1・6 フェロアロイの製造技術	500
1・6・1 概 説	500
(1) 生産推移	500
(2) 電気炉設備能力推移	501
(3) 電力原単位の推移	502
(4) 公害防止対策の状況	502
(5) 原料資源問題	502
(6) その他	502
1・6・2 各 論	502
(1) マンガン系フェロアロイ	502
(2) シリコン系フェロアロイ	502
(3) クロム系フェロアロイ	503
(4) 特殊フェロアロイ	503
1・6・3 今後の課題	503

2. 製 鋼	505
2・1 製鋼技術および理論の進歩と展望	505
2・1・1 製鋼技術の進歩	505
(1) はじめに	505
(2) 製鋼炉における技術の進歩	506
(3) 真空脱ガス技術の進歩	507
(4) 造塊技術の進歩	507
(5) 連続鑄造法の進歩	508
(6) むすび	509
2・1・2 製鋼理論の発展	509
(1) 溶鉄および熔融スラグの構造と性質	510
(2) ガス-スラグ-メタル系の平衡関係	511
(3) ガス-スラグ-メタル系の動的過程	512
(4) 耐火物の関与するガス-スラグ-メタル系反 応	513
2・1・3 将来の展望	513
(1) はじめに	513
(2) 連続製鋼法	514
(3) 還元鉄の利用技術	514
(4) 転炉技術	515
(5) 取鍋処理技術	515
(6) 連続鑄造技術	516
(7) 特殊溶解法	516
(8) 結 び	517
2・2 製 鋼 法	517
2・2・1 製鋼法の推移	517
2・2・2 純酸素上吹転炉法	520
(1) 発展の概要	520
(2) 製鋼反応	522
(3) 設備と操業	524
(4) 材質の高級化	528
2・2・3 アーク炉法	529
(1) 緒 言	529
(2) 設 備	530
(3) 操 業	533
(4) 直面する課題と将来	536
2・3 連続鑄造法	537
2・3・1 連続鑄造法の位置	537
(1) 最近における鋼の連続鑄造の発展	537
(2) 連続鑄造の特徴	538
(3) 設 備	540
(4) 鑄造技術	541
(5) 結 言	543

2・3・2	操業と品質	544
(1)	凝 固	544
(2)	注 入	548
(3)	生産性	552
(4)	铸件品質	553
2・4	炉外精錬法	558
2・4・1	溶銑の予備処理法	558
(1)	溶銑の炉外脱硫法	558
(2)	その他の溶銑の予備処理法	561
2・4・2	取鍋精錬法	561
(1)	アーク加熱取鍋精錬法	561
(2)	真空脱炭法	566
2・5	製鋼技術上のトピックス	572
2・5・1	電気炉における還元鉄の利用	572
2・5・2	連続製鋼法	573
(1)	現在の連続製鋼法	573
(2)	連続製鋼法の実用化とその将来	575
2・5・3	新底吹転炉法	575
(1)	概 況	575
(2)	新底吹転炉法	576
(3)	上吹転炉法との比較	576
(4)	今後の展望	576
2・5・4	エレクトロスラグ再溶解技術	577
(1)	エレクトロスラグ再溶解技術発展の歴史	577
(2)	ESRの設備と原理	577
(3)	ESRの特徴	579
(4)	ESRの将来	580
2・5・5	プラズマ製鋼法	580
(1)	発達の経緯	580
(2)	真空誘導炉溶解(VIM)の分野への進出	580
(3)	再溶解(Remelting)の分野への進出	581
(4)	プラズマ溶解法の今後の課題	581
2・5・6	ステンレス鋼の精錬法	581
(1)	概 況	581
(2)	理論的背景	581
(3)	最近の精錬設備	582
(4)	各法の得失と問題点	582
2・5・7	加圧鑄造法	583
(1)	概 要	583
(2)	設 備	583
(3)	加圧鑄造スラブの品質	583
2・5・8	取鍋技術	583
(1)	取鍋耐火物	584
(2)	取鍋築造および中間補修	584

(3) スライディング・ノズル	585
3. 鋳物	586
3・1 鋳物技術と理論の展望	586
3・1・1 緒言	586
3・1・2 生産量	586
3・1・3 鋳造の基礎理論	586
3・1・4 鋳造金属材料	586
3・1・5 鋳造工場の設備と生産性	587
3・1・6 鋳物砂および造型法	587
3・1・7 溶解法	587
3・1・8 公害および環境衛生	587
3・1・9 特殊鋳造法	587
3・2 鋳造基礎理論	587
3・2・1 金属融体の性状	588
3・2・2 凝固現象と凝固組織	588
3・2・3 鋳型内の凝固とその鋳造組織	588
3・3 鋳物砂および造型法	588
3・3・1 概説	588
3・3・2 生型	589
(1) 生型造型法	589
(2) 生砂型の試験法	589
3・3・3 無機粘結剤による鋳型	590
3・3・4 有機粘結剤による鋳型	590
3・3・5 減圧造型法	590
3・3・6 鋳型用ケイ砂 JIS の改正	590
3・3・7 鋳物砂の研究	591
3・3・8 鋳物砂の再生	591
3・4 鋳造工程の自動化	591
3・4・1 造型の自動化	591
(1) 自動造型機の発達	591
(2) パターン自動交換	591
(3) レイアウト	592
3・4・2 注湯の自動化	592
(1) 定量注湯方式	592
(2) 湯量検知方式	592
3・4・3 型ばらし・鋳仕上げの自動化	592
3・4・4 後処理の自動化	592
3・4・5 砂処理の自動化	593
(1) 砂処理プラント	593
(2) 砂の性質コントロール	593
(3) 砂の移送	593
3・5 公害対策	593
3・5・1 公害規制とその対策最近の経緯	593

3・5・2	公害とその対策	594
(1)	溶解炉の排出ばいじん, 有害ガス	594
(2)	排水とその処理	595
(3)	騒音について	595
3・5・3	作業環境の管理	596
3・5・4	むすび	596
3・6	鋳鋼の技術	596
3・6・1	大型鋳鋼の技術	596
(1)	概説	596
(2)	鋳造の技術	597
(3)	材質	598
(4)	鋳仕上げ	599
3・6・2	中・小型鋳鋼の技術	599
(1)	概説	599
(2)	鋳造の技術	599
(3)	材質	600
(4)	鋳仕上げ	601
3・7	鋳鉄の技術	601
3・7・1	概説	601
3・7・2	キュポラ溶解	602
3・7・3	低周波炉溶解	602
3・7・4	強靱鋳鉄・可鍛鋳鉄	603
(1)	強靱鋳鉄	603
(2)	可鍛鋳鉄	603
3・7・5	球状黒鉛鋳鉄	604
3・8	特殊鋳造法	605
3・8・1	精密鋳造法	605
3・8・2	遠心鋳造法	605
3・8・3	連続鋳造法	605
4.	加工	606
4・1	鉄鋼加工技術の展望	606
4・1・1	加工理論における共同研究	606
4・1・2	素材の加工適性の向上	606
4・1・3	大型化と高速化	606
4・1・4	自動化と連続化および計算機制御	606
4・1・5	加工中の材質改善	607
4・1・6	省力化と環境改善	607
4・1・7	将来の展望	607
4・2	加工理論の進歩	607
4・2・1	圧延理論	607
(1)	まえがき	607
(2)	圧延理論の発展	607
(3)	変形抵抗の研究	609

(4)	圧延理論の実際との対応およびその応用	609
(5)	孔形圧延理論の研究	611
(6)	圧延理論研究の今後の課題	612
4・2・2	薄鋼板の成形性理論	612
(1)	成形性概念の拡大	612
(2)	r 値による塑性異方性の表現	612
(3)	深絞り性	613
(4)	張出し性	613
(5)	伸びフランジ性	614
(6)	曲げ性	614
(7)	形状凍結性(形状性)	615
(8)	耐しわ性	615
(9)	成形性の材料学	615
(10)	成形難易評価	615
(11)	むすび(成形性理論のすうせい)	616
4・3	鋼板製造技術の進歩	616
4・3・1	分塊圧延・厚板圧延	616
(1)	分塊	616
(2)	厚板	618
4・3・2	薄板	619
(1)	熱間圧延	619
(2)	冷間圧延	622
4・4	条鋼製造技術の進歩	629
4・4・1	形鋼	629
(1)	概要	629
(2)	ユニバーサル圧延法の発達	629
(3)	精整作業の発達	633
(4)	形鋼工場における自動化の趨勢	634
(5)	まとめ	634
4・4・2	棒鋼線材	634
(1)	成品の品質特性の改善	634
(2)	生産性の向上	635
(3)	新技術と新設備	635
4・5	鋼管製造技術の進歩	638
4・5・1	継目無鋼管	638
(1)	熱間圧延法の進歩	639
(2)	冷間加工法の発展	642
(3)	精整工程の合理化と品質保証体制	644
(4)	展望	644
4・5・2	溶接鋼管	645
(1)	電気抵抗溶接鋼管, 鍛接鋼管	645
(2)	サブマージーク溶接鋼管	648
4・6	鍛造技術の進歩	652
4・6・1	自由鍛造	652

(1) 生産および設備の動向	652
(2) 鍛圧機の動向	652
(3) 鍛造技術の動向	653
(4) 学界活動の動向	654
4・6・2 型鍛造	654
(1) 熱間鍛造	654
(2) 冷間鍛造	655
(3) 特殊鍛造	656
(4) 周辺技術の進歩	656
4・7 管理技術の進歩	656
4・7・1 生産管理システム	657
4・7・2 計算制御システム	658
4・7・3 計算, 制御	660
4・8 二次加工技術の進歩	663
4・8・1 鋼板加工技術	663
(1) 厚板の加工	663
(2) 薄板の加工	666
4・8・2 線材の加工	668
(1) 伸線前処理	668
(2) 伸線	668
(3) 熱処理	668
(4) 表面被覆	669
(5) 冷間圧造	669
(6) その他	669
4・8・3 鋼管の加工	670
(1) スエージ加工	670
(2) アプセット加工	670
(3) 溶接継手の加工	670
(4) 曲げ加工	670
(5) フィンチューブ	671
(6) 二重管	671
(7) 表面処理鋼管	672
(8) クロスライフル管	672
(9) その他	672
4・9 溶接技術の進歩	672
4・9・1 溶接技術の位置づけ	672
4・9・2 溶接法および旋工法の進歩	672
(1) 融接法	673
(2) 圧接法およびろう付法	675
4・9・3 溶接技術の課題	676
4・10 粉末冶金技術の進歩	677
4・10・1 粉末製造法	677
(1) 還元法	677
(2) 電解法	678

(3) アトマイズ法	678
(4) 合金鋼粉の製造	678
4・10・2 加工法	678
(1) 成形および焼結法	678
(2) 焼結成品の用途拡大	679
5. 性 質	681
5・1 鉄鋼材料に関する理論と技術の展望	681
5・1・1 鉄鋼材料の生産	681
(1) 品種別生産量と推移	681
(2) 今後の展望	682
5・1・2 鉄鋼材料の発展	682
(1) 概 況	682
(2) 製造技術の進歩	683
(3) 鉄鋼材料の特性への要求	683
(4) 今後の展望	684
5・1・3 鉄鋼材料の基礎的研究	684
(1) 鉄鋼の強度と靱性	684
(2) 高温における強度と延性	690
(3) 鉄鋼の腐食	692
(4) 高温における酸化と腐食	696
5・1・4 今後の鉄鋼材料の進歩	698
(1) 高張力鋼・強靱鋼	698
(2) 高温用鋼	699
(3) 耐食鋼・ステンレス鋼	700
(4) 表面処理鋼板	700
5・2 鉄鋼材料	700
5・2・1 構造用高張力鋼	700
(1) 概 況	700
(2) 非調質高張力鋼	700
(3) 調質高張力鋼	701
(4) 耐候性鋼	704
(5) 耐海水鋼	705
(6) 低温用鋼	705
(7) 重油直接脱硫用鋼	707
5・2・2 機械構造用鋼	708
(1) 概 況	708
(2) 規格の改訂と拡充	710
(3) 熱処理技術の進歩と材料の動向	710
(4) はだ焼鋼	711
(5) 冷間鍛造法の進歩	711
(6) 高力ボルト	712
(7) 品質管理技術の進歩	712
5・2・3 超強力鋼	712

	(1) 概 況	712
	(2) 低合金系超強力鋼	713
	(3) 中合金系超強力鋼	713
	(4) 高合金鋼	713
5・2・4	快 削 鋼	714
	(1) 概 況	714
	(2) 快削特殊鋼	715
	(3) 超快削鋼	716
5・2・5	ステンレス鋼とステンレス合金	717
	(1) 概 況	717
	(2) フェライトステンレス鋼	717
	(3) オーステナイトステンレス鋼	718
	(4) 高力ステンレス鋼	719
	(5) 2相ステンレス鋼	719
5・2・6	耐熱鋼および耐熱合金	720
	(1) 概 況	720
	(2) ボイラー用耐熱鋼	722
	(3) タービン用耐熱鋼および耐熱合金	723
	(4) ジェットエンジン用耐熱合金	724
	(5) 排気弁用および排気ガス浄化装置用の耐熱 鋼	725
	(6) 化学工業における耐熱鋼および耐熱合金	727
5・2・7	軸受鋼	727
	(1) 概 況	727
	(2) 高炭素クロム軸受鋼および浸炭軸受鋼	729
	(3) 耐食および耐熱軸受鋼	729
	(4) 軸受鋼の国際標準化その他	731
5・2・8	ばね 鋼	731
	(1) 概 況	731
	(2) 熱間成形ばね用鋼	731
	(3) ばね用鋼線	732
	(4) ばね用鋼帯	732
	(5) 耐熱ばね材料	733
5・2・9	工具鋼および超硬合金	733
	(1) 概 況	733
	(2) 高速度工具鋼	734
	(3) 合金工具鋼	734
	(4) ESR 工具鋼	736
	(5) 焼結合金	736
	(6) 超硬合金	737
5・2・10	電気用材料	737
	(1) 軟磁性材料(珪素鋼板)	737
	(2) 永久磁石材料	739
	(3) その他の電磁気材料	741

5・2・11	表面処理鋼板	741
(1)	概 況	741
(2)	ぶりき	742
(3)	ティンフリースチール	743
(4)	亜鉛めっき鋼板	743
(5)	アルミめっき鋼板	744
(6)	着色亜鉛鉄板およびプラスチック被覆鋼板	744
5・2・12	原子炉用鋼	745
(1)	原子力開発利用の動向	745
(2)	軽水炉用材料	746
(3)	高速増殖炉用材料	748
(4)	高温ガス炉用材料	749
(5)	核融合炉用材料	749
(6)	燃料被覆材	750
5・2・13	焼結合金	750
(1)	焼結合金の分類	750
(2)	鉄系焼結製品の生産推移	751
(3)	鉄系焼結部品の技術的進歩	751
(4)	今後の課題	753
5・3	処理法および測定法	753
5・3・1	熱処理技術	753
(1)	概 況	753
(2)	熱処理設備	754
(3)	表面硬化	755
(4)	加工熱処理	757
5・3・2	表面処理技術	759
(1)	概 況	759
(2)	拡散浸透法	759
(3)	金属溶射法	760
(4)	ほうろう鉄板	761
(5)	合せ板	762
5・3・3	鉄鋼分析法	762
(1)	発光分光分析	763
(2)	蛍光X線分析	763
(3)	化学分析	763
(4)	状態分析および表面分析	764
(5)	ガス分析その他	764
5・3・4	試験検査法	765
(1)	概 況	765
(2)	物理試験法	765
(3)	機械試験法	767
(4)	非破壊試験法	770