

7 鉄 (Fe)

7. 鉄 (Fe)

7. 1 マテリアルフロー分析

鉄鋼製品は、鉄鉱石とコークスを原料に溶鉱炉と転炉を用いる転炉法と、原料として鉄スクラップを電気炉で精錬する電気炉法のプロセスで製造される。ただし、冷間圧延なしの熱間圧延で製品となる場合もある。粗鋼生産量は、1995年の1億164万tに始まり、1998年の谷(9,355万t)を経てその後回復基調となり、2000年から6年連続で1億tの大台に乗り、2005年では前年度を若干下回るが1億1,247万tとなった。過去最高が1973年の1億1,932万tであり、依然好調に推移しているとみる。2006年も若干の調整はあるもののほぼ同じ傾向を見せると予測される。製鋼法は転炉法が74.3%で、電気炉法が25.7%であった。

最近5年間の粗鋼生産の推移を見てみると世界全体では2001年の8.5億/年から2005年には11.3億t/年と増大している。なかでも中国の成長によるところが大きく2001年から2005年の間に1億9,846万t増と突出した伸びを示した。

急成長が見込まれている所謂BRICsはブラジルが3,163万t(2001年比13.5%増)、インドは3,803万t(同39.5%増)である。表1に5年間の粗鋼生産量を示す。中国の伸びによるところ大であるが同地域のシェアは2001年の32.2%が2005年には42.9%と激増している。

表1 世界の粗鋼生産量(千t)

| | 2001年 | 2002年 | 2003年 | 2004年 | 2005年 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 日本 | 102,866 | 107,745 | 110,511 | 112,717 | 112,471 |
| EU | 158,497 | 158,686 | 160,479 | 168,338 | 164,097 |
| CIS | 99,619 | 101,089 | 106,220 | 113,112 | 112,876 |
| 中国 | 150,906 | 182,249 | 222,413 | 280,486 | 349,362 |
| アメリカ | 90,104 | 91,587 | 93,677 | 99,681 | 93,899 |
| 韓国 | 43,852 | 45,390 | 46,310 | 47,521 | 47,670 |
| その他 | 248,346 | 262,429 | 229,516 | 244,623 | 248,990 |
| 合計 | 850,338 | 903,785 | 969,126 | 1,066,478 | 1,129,365 |
| (内 BRICs) | (263,884) | (300,444) | (346,789) | (411,604) | (485,222) |

出典：2006年IISI発表資料

出典：日本鉄鋼連盟統計

表2は、最終製品である普通熱延鋼材と特殊鋼熱延鋼材の推移である。普通熱延鋼材にはH形大形形鋼、中小形形鋼、小形棒鋼、一般線材、中厚板、広幅帯鋼がある。特殊鋼熱延鋼材には構造用鋼、ステンレス鋼、バネ、軸受鋼がある。

表 2 銑鉄、粗鋼生産および主要鋼材生産実績推移（千 t）

| | 2001 年 | 2002 年 | 2003 年 | 2004 年 | 2005 年 | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
| 粗鋼生産量 | 102,866 | 107,746 | 110,511 | 112,717 | 112,471 | |
| 炉別 | 転炉鋼 | 74,442 | 78,533 | 81,355 | 82,956 | 83,627 |
| | 電気炉鋼 | 28,424 | 29,212 | 29,156 | 29,761 | 28,844 |
| 鋼別 | 普通鋼 | 83,956 | 87,347 | 88,328 | 89,134 | 87,936 |
| | 特殊鋼 | 18,910 | 20,398 | 22,1823 | 23,583 | 24,535 |
| 高炉銑鉄生産量 | 78,836 | 80,513 | 81,486 | 82,390 | 82,437 | |
| 普通鋼熱延鋼材 | 78,927 | 80,838 | 81,769 | 83,354 | 80,828 | |
| 主要鋼種 | H形・大型形鋼 | 6,206 | 5,876 | 5,613 | 6,033 | 5,267 |
| | 中小形形鋼 | 1,558 | 1,576 | 1,501 | 1,527 | 1,400 |
| | 小形棒鋼 | 12,056 | 12,430 | 11,644 | 11,442 | 11,121 |
| | 一般線材 | 2,401 | 2,056 | 1,883 | 1,808 | 1,815 |
| | 中厚板 | 9,320 | 9,066 | 10,154 | 11,326 | 12,153 |
| | 広幅帯鋼 | 41,715 | 44,152 | 45,469 | 45,612 | 44,008 |
| 特殊鋼熱延鋼材 | 15,835 | 17,451 | 18,735 | 19,843 | 20,360 | |
| | 構造用鋼 | 6,087 | 6,688 | 7,329 | 7,863 | 8,559 |
| | ステンレス鋼 | 3,147 | 3,098 | 3,330 | 3,435 | 3,259 |
| | バネ、軸受鋼 | 1,008 | 1,099 | 1,099 | 1,276 | 1,394 |

出典：経済産業省 経済産業局 調査統計部「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計月報」

（1）転炉法

原料 → 溶鋳炉 → 転炉 → 連続鋳造 → 熱間圧延 → 冷間圧延 → 製品

原料は鉄鉱石、石灰石、コークスで、溶鋳炉での反応によって、銑鉄（Fe-4% C）が製造され、銑鉄の一部が鋳物用の銑鉄として鋳物業界で使用される。大部分の銑鉄は転炉で酸素吹きにより脱炭されて溶鋼となる。溶鋼を連続鋳造で半製品に固めて、その後に圧延工程によって板材、棒材、線材等が製造される。連続鋳造や圧延によって発生した工程内のスクラップは転炉で再使用されるが、スクラップで使用される量は転炉法で製造される全体の量の2%程度の約160万tと思える。わずかに市中屑を使う場合もあるようである。

（2）電気炉法

スクラップ → 電気炉 → 連続鋳造 → 熱間圧延 → 冷間圧延 → 製品

原料は100%市中屑である。2005年には2,884万tが電気炉で使用された。製品としては、小型棒鋼や軟鋼の線材が多く、高級な広幅帯鋼、バネや軸受鋼は製造していない。

市中屑としては自動車（年間400万台の排出量がある）、建築・土木用材料、造船や産業機械部品等、多数のものがある。市中屑は輸出入もあり、韓国を始め旺盛な需要を背景に輸出は758万tで輸入は18万tである。

また市中屑の約430万tは、鋳鉄管（水道管等）や鋳物（鋳鉄、鋳鋼）製造に

使用される。

中間生産物に係る我が国及び世界の主要生産者並びに生産品目は次のとおりである。

表3 中間生産物に関する主要生産者及び生産品目

| 主要生産者 | 国 | 生産品目 |
|--|--------|------|
| 新日本製鉄 | 日本 | 鋼、圧延 |
| JFE スチール | 日本 | 鋼、圧延 |
| 住友金属 | 日本 | 鋼、圧延 |
| 神戸製鋼所 | 日本 | 鋼、圧延 |
| Acindar Industria Argentina de Aceros S.A. | アルゼンチン | 鋼 |
| Siderar S.A.I.C. | アルゼンチン | 鋼 |
| Corus Group plc | イギリス | 鋼 |
| Riva Acciaio S.p.A. (Riva Group) | イタリア | 鋼 |
| PT Krakatau Steel | インドネシア | 鋼 |
| Ispat-Karmet Steelworks | カザフスタン | 鋼 |
| Iron Ore Company of Canada | カナダ | 鋼 |
| Québec Cartier Mining Co. | カナダ | 鋼 |
| Hyundai INI Steel Co. | 韓国 | 鋼 |
| Pohang Iron and Steel Co. Ltd. | 韓国 | 鋼 |
| Sidenor Steel Products Manufacturing S.A. | ギリシャ | 鋼 |
| Svenskt Stal AB | スウェーデン | 鋼 |
| Aceralia Corporación Siderúrgica | スペイン | 鋼 |
| Sahaviriya Group Corp. Ltd. | タイ | 鋼 |
| Baoshan Iron and Steel Corp. | 中国 | 鋼 |
| Shagang Group Co. Ltd. | 中国 | 鋼 |
| Wuhan Iron and Steel Co. | 中国 | 鋼 |
| Gerdau AZA S.A. of Brazil | チリ | 鋼 |
| Hüttenwerke Krupp Mannesmann GmbH | ドイツ | 鋼 |
| Salzgitter AG | ドイツ | 鋼 |
| ThyssenKrupp Stahl AG | ドイツ | 鋼 |
| Arctic Bulk Minerals A/S | ノルウェー | 鋼 |
| Rautaruukki Oy | フィンランド | 鋼 |
| Companhia Siderúrgica Belgo-Mineira | ブラジル | 鋼 |
| Companhia Siderúrgica de Tubarão | ブラジル | 鋼 |
| Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) | ブラジル | 鋼 |
| Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais, S.A. | ブラジル | 鋼 |

| | | |
|---|-------|---|
| Sollac Atlantique S.A. (Acelor Group) | フランス | 鋼 |
| Mittal Steel USA | 米国 | 鋼 |
| National Steel | 米国 | 鋼 |
| U.S.Steel | 米国 | 鋼 |
| USX | 米国 | 鋼 |
| Complejo Siderúrgico de Guayana C.A. | ベネズエラ | 鋼 |
| Siderúrgica del Orinoco C.A. | ベネズエラ | 鋼 |
| Sider Corp. S.A. | ペルー | 鋼 |
| Nova Hut s.p. (Ostrava) | ポーランド | 鋼 |
| Trinecke Zelezarny | ポーランド | 鋼 |
| Perwaja Steel Sdn. Bhd. | マレーシア | 鋼 |
| Southern Steel Bhd. | マレーシア | 鋼 |
| Iscor Ltd. | 南アフリカ | 鋼 |
| Hylsamex, S.A. de C.V. | メキシコ | 鋼 |
| ISPAT Mexicana, S.A. de C.V. | メキシコ | 鋼 |
| Siderúrgica Lázaro Cárdenas-Las Truchas, S.A. | メキシコ | 鋼 |
| Lipetsk | ロシア | 鋼 |
| Lys'va | ロシア | 鋼 |
| Mechel (Chelyabinsk) | ロシア | 鋼 |
| Nizhniy Sergi | ロシア | 鋼 |
| Nizhniy Tagil | ロシア | 鋼 |
| Sibelektrostal | ロシア | 鋼 |
| Zlatoust | ロシア | 鋼 |

(出典: USGS「Minerals Information, Statistics and Information by Country」、国内各社ウェブサイト)

7. 2 リサイクルの現状と評価

地球環境負荷の低減、省資源・省エネルギーの観点から、材料のリサイクルの徹底が強く叫ばれている。特に、鉄鋼材料については、国内の鉄蓄積量は 12 億 t を超え、それに伴ってスクラップの発生量は年間 5,000 万 t を超えるレベルに達している。さらに 2010 年にはスクラップの発生量は、6,000 万 t を超えると推定されている。従ってこれらスクラップの発生量・蓄積量の増大に対応し、今後ともスクラップを多量にリサイクルしてゆくために、環境に調和した溶解技術とトランプエレメントへの対策技術の進展が求められている。

スクラップをリサイクルしてゆく上での大きな課題として、精錬では除去されにくいトランプエレメントの対策が挙げられる。特に銅は鋼製品の品質に悪影響を及ぼすことから、銅を含有するスクラップのリサイクルを阻害することになる。

例えば鉄スクラップのなかにある銅は、自動車のモーターやハーネスに多く使

用されているが、精錬しても除去しにくく、循環性元素である。銅が鉄鋼材料の中に混入すると、熱間加工性の阻害や溶接部高温割れの原因となる。悪影響の生じない濃度はおおむね 0.3%以下である。今後はモーター類等比較的銅が多く含まれたスクラップが増加すると見られ、薄めるために使用する良質スクラップが大量に必要なことになる。

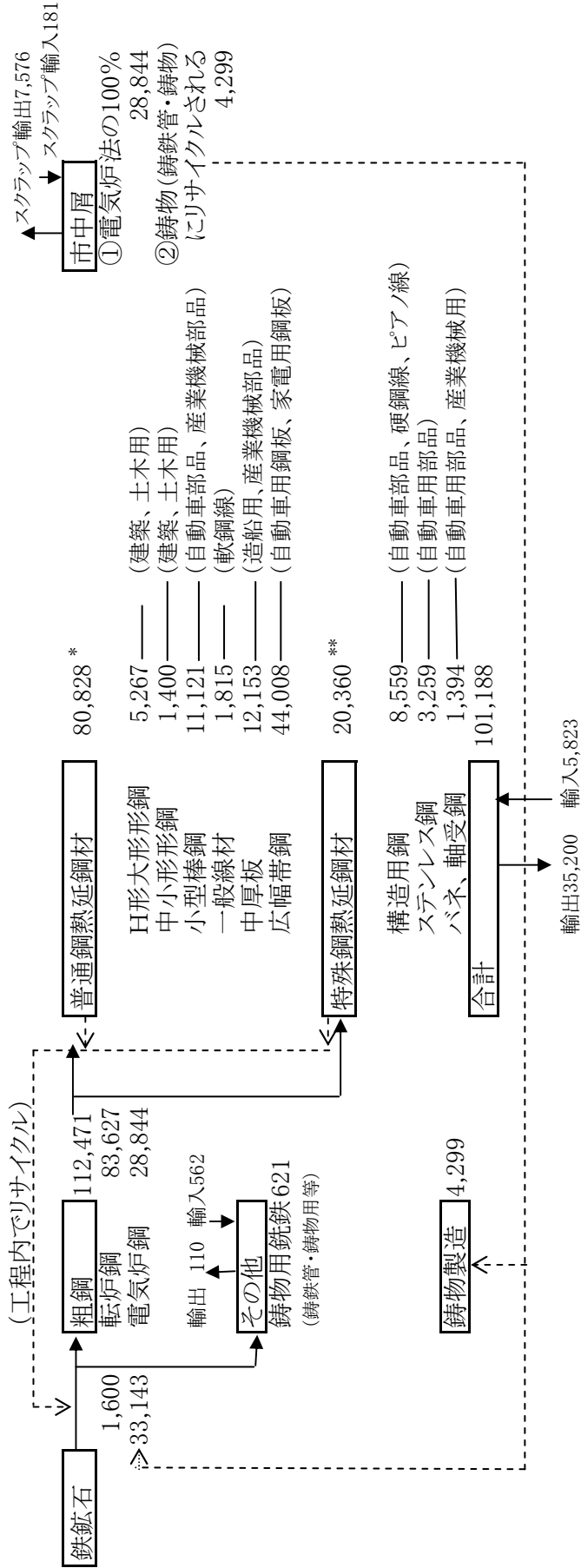
今後は、トランプエレメントの無害化技術と事前分別・除去や製網圧延技術等との組み合わせにより、スクラップのリサイクル拡大が行われていくと思われる。

鉄鋼のリサイクルは、2005年と2004年で特に変化はない。鉄鋼の使用済み鋼材は、電気炉法で再利用されるし、転炉法でも、工程内で発生した鋼材が再利用されている。さらには鋳鉄や鋳鋼も、使用済み鋼材が使用され、リサイクル率は90%程度と思われる。

鉄 (Fe)

2005年ベース 単位:千トン

<原料> <中間製品> <最終製品> <主要応用製品> <リサイクル>



鉱石埋蔵量 (Reserve) 79,000百万トン (USGS:MCS 2006)

出典: 経済産業省:「鉄鋼・非鉄金属・金属製品統計月報」
日本鉄鋼協会統計資料「鉄鋼需給の動き」
鉄源協会HP「鉄源需給最新情報」

* 普通鋼用粗鋼としては87,936千t
** 特殊鋼用粗鋼としては24,535千t

鉄 (Fe)

リサイクルの現状

| 主な応用製品 | 利用形態 | 使用済みの存在形態 | | リサイクル形態 | | リサイクルの現状 評価 (A~G) (注) | 備考 (注) |
|---|--------------------------------------|------------|---|----------|-------------------|-----------------------------|--|
| | | 形態 | 量 (注) (t) | リサイクルの実態 | リサイクルの サイクル(注) | | |
| 普通鋼熱延鋼材 H形大形形鋼 中小形形鋼 小型棒鋼 一般線材 中厚板 広幅帯鋼 | ・電気炉に鋼材として再使用 ・転炉法には工程内リサイクル材が再使用 | 使用済み 鋼材 | ・電気炉に鋼材として2972万t が使用される ・転炉に160万t が使用される | リサイクル業者 | (5~20年) | 90%以上 | リサイクル材が電気炉に 使用される。 電気炉は100%リサイク ル材が使用される。 工程内で発生したリサイ クル材は転炉で使用さ れる。 |
| 特殊鋼熱延鋼材 構造用鋼 ステンレス鋼 バネ、軸受鋼 | | " | | リサイクル業者 | (5~20年) | 90%以上 | |

注 量の単位:

() は使用量純分 t
その他は発生量純分 t

サイクル:

() 内は推定耐用年数
その他は実リサイクル年数

現状評価

- A. 応用製品が消耗品である
- B. 添加物として使用されている
- C. リサイクルの流通システムがない
- D. 効果的なリサイクル技術がない
- E. 経済性がない
- F. 需要開発が十分にされていない
- G. その他

リサイクルのボトルネック
と、解決の難易度
毒性、保管の危険性の有無等