

第 1 章

鉄鋼の基礎知識

本章では、モノづくりの原点になっている鉄鋼材料の概要や生産状況、各産業領域の使用状況について述べ、機械構造用鋼・工具鋼における各論の予備知識として、金属材料の基本特性、金属の成り立ち、鉄鋼材料の製造方法、諸特性、金属組織の名称、JIS で制定されている材料記号など、金属材料の全体の概要を述べる。この知識により構造用鋼や工具鋼の理解度をより高めることができる。

1.1

鉄鋼材料とモノづくり

金属材料は誰もが身近に接している多くの製品、部品に使用され現代生活にはなくてはならない素材であり、産業や社会の発展・進歩に大きく貢献している。有史以来今日まで金属材料は常に新たな材料開発や改善・改良が繰返され、自動車、家電製品、宇宙産業、航空機、原子力、電気・電子部品、民生用などの基盤材料として使用され産業基盤を支えてきている。

金属工学（冶金学）は、金属の反応、金属物性、化学特性、材料特性（機械的・物理的特性・電気的特性など）の現象解明に基づき一般社会や産業に貢献できる実用性の高い材料を提供するための基礎現象の解明と産業製品への適用のための技術開発などを行う学問領域といえる。また、金属材料を使用して構造物製作および成形加工などの基礎技術を構築するために関わる科学技術や応用技術領域でもある。

よって、これらの学問領域なくして今日の社会生活は成り立たないほど重要な分野であり、18世紀の産業革命から戦前戦後を通して現代まで発展してきている。

鉄を主体とした鉄鋼材料（合金）の中でも炭素鋼、構造用鋼、特殊用途用合金鋼・工具鋼などは建築、産業機械、機械部品、船舶、ロボット、コンピュータ部品、携帯部品、民生品、家庭用品など、ありとあらゆる産業領域に利用され、国民総生産（GDP）の約1/5程度が金属、並びに金属製品で占められており、全ての産業発展に非常に重要な素材になっている。

これらの産業基盤を支えている技術領域が素形材技術である。素形材とは、金属材料を含む基盤技術の底辺を支えている製造品や素材に熱や力が加えられ形が与えられた部品や部材をいう。素形には金属、木材、石材、窯材、ゴム、ガラス、プラスチック、ファインセラミックス、複合材料も含まれる。これらの素材を素形材に変えるためには、各々の型を用い各種の加工方法（鋳造、鍛造、プレス、射出成形、ダイカスト、粉末冶金など）を利用するが、

できた素形材はそのままか、機械加工により精密に仕上げられ工業部品や製品になる。最近のハイテクな素形材の生産には自動化のほか、コンピュータ支援やロボットによる加工、3D積層技術などが進歩・発展し、我が国の素形材産業は、その品質・性能・精度の高さはもとより、生産量・生産金額でも世界のトップクラスになっている¹⁾。

素形材はその用途によって、強さ、硬さ、延性、耐摩耗、耐腐食、耐熱、振動吸収、快削性など各種の特性が要求され、その部品への要求項目やニーズに応じた素形材の特性や加工法が選ばれる。

素形材産業分野には、鋳造品（鋳鉄鋳物、鋳鉄管、可鍛鋳鉄、鋳鋼品、銅合金、アルミニウム、ダイカスト、精密鋳造品）、鍛造品（鍛鋼品、鍛工品）、金属プレス、粉末冶金がある。

また、素形材関連産業分野としては、

- ① 金型
- ② 金属熱処理加工
- ③ 鋳造装置
- ④ 鍛圧機械 - ロール
- ⑤ 管継手
- ⑥ バルブおよびコック
- ⑦ 作業用工具

の産業分野に分類されている。

なお、金型産業には8分野が規定され、プレス用金型、鍛造用金型、鋳造用金型、ダイカスト用金型、プラスチック用金型、ガラス用金型、ゴム用金型、粉末冶金用金型がある。

各産業領域に使用されている構造材料や金型材料は製品の加工・製造において高精度・高品質化の達成に重要な位置付けや役割を担っている。また、同時に金属材料の有効な機能性の発現を補完する技術として熱処理や表面処理なども同時に重要な基盤技術である。

図 1.1 は素形材産業および社会生活に関して金属材料を含む素材や加工・成形技術の関わりを示す。この領域は社会、文化、産業のあらゆる場面および日常に目にする製品のほとんどは素形材から作られているといっても過言でない²⁾。



図 1.1 素形材産業の位置づけ

1.2

鉄鋼産業の動向

鉄鋼材料の世界および国内の生産量の状況を表 1.1 および表 1.2 に示す。構造用鋼と工具鋼の生産量は各年度で比較すると近年では大きな変化が認められない。

なお、全世界における粗鋼生産量は 16 億 6,300 万トン（2015 年）程度であることから、日本の生産量（1 億 501 万トン程度）は世界の 10 % 程度を生産していることになる。粗鋼（Blister steel）とは、製鋼炉で生産された鋼の総称をいう。粗鋼には圧延用鋼塊、鍛造用鋼塊、鋳鋼が含まれ、鉄鋼生産量の目安に使用される。

日本以外の国々を比較すると、中国、EU 諸国、アメリカなどの生産量が

表 1.1 世界主要国における粗鋼生産量の推移

年	EU 27 各国														トルコ											
	世界合計	日本	中国	韓国	台湾	インド	イラン	サウジアラビア	オーストラリア	ヘルギ	チェコ	フィンランド	フランス	ドイツ		ハンガリー	イタリア	ルクセンブルク	オランダ	ポーランド	ルーマニア	スロバキア	スペイン	スウェーデン	英国	
2012	1,612,150	107,232	724,450	69,073	20,664	77,264	14,463	5,203	166,580	7,421	7,301	5,072	3,759	15,609	42,661	1,542	27,252	2,208	6,679	8,358	3,292	4,403	13,639	4,326	9,579	35,885
2013	1,698,472	110,595	815,410	66,061	22,292	81,299	15,422	5,471	166,311	7,953	7,093	5,171	3,517	15,685	42,645	883	24,080	2,090	6,713	7,950	2,985	4,511	14,252	4,404	11,858	34,654
2014	1,723,103	110,666	823,004	71,543	23,121	87,291	16,331	6,291	169,301	7,876	7,331	5,360	3,807	16,143	42,943	1,152	23,714	2,193	6,964	8,558	3,158	4,705	14,249	4,539	12,120	34,035
2015	1,662,689	105,134	803,825	69,670	21,392	89,368	16,146	5,229	166,120	7,687	7,257	5,262	3,988	14,984	42,676	1,675	22,018	2,127	6,995	9,198	3,352	4,562	14,845	4,374	10,907	31,517

年	CIS			米国		カナダ	メキシコ	ペルー	ブラジル	アルゼンチン	エジプト	南アフリカ	オーストラリア
	ロシア	ウクライナ	カザフスタン	(NT)	(MT)								
計	110,956	70,426	32,975	3,676	97,769	88,695	13,507	18,073	2,359	34,524	4,995	6,627	4,893
2012	110,956	70,426	32,975	3,676	97,769	88,695	13,507	18,073	2,359	34,524	4,995	6,627	4,893
2013	108,083	68,856	32,771	3,275	95,766	86,878	12,349	18,208	2,139	34,163	5,186	6,754	4,688
2014	105,899	71,461	27,170	3,681	97,195	88,174	12,730	18,995	1,485	33,912	5,488	6,485	4,607
2015	101,372	70,898	22,968	3,910	86,912	79,845	12,473	18,228	1,345	33,256	5,028	6,398	4,925

出所：日本：経済産業省、中国：国家統計局、台湾：台湾区鋼鐵工業同業公会、米国：AISI、その他の国および世界合計（単位：1,000 t、2005年1月分より世界61か国計）はIISIによる。国により統計に不明確さが存在する。

表 1.2 鉄鋼生産統計

年	銑鉄		粗鋼										熱間圧延鋼材		最終鋼材							
	計	製鋼用鉄 鋳物用銑	フェロ アロイ	炉別内訳				鋼種別内訳						計	普通鋼	特殊鋼	計	普通鋼	特殊鋼			
				転炉鋼		電炉鋼 (鋳鋼鑄込を含む)		普通鋼	圧延用 特殊鋼	圧延用 鋼塊	圧延用 鋼塊											
				計	普通鋼	特殊鋼	計					普通鋼	特殊鋼									
2012	81,405	81,152	254	908	107,232	105,402	82,307	65,429	16,878	24,925	17,812	7,113	83,241	82,991	23,992	23,302	94,807	74,911	19,896	92,006	73,238	18,768
2013	83,849	83,567	282	938	110,595	108,932	85,680	68,226	17,454	24,915	17,875	7,039	86,102	85,879	24,493	23,805	96,965	77,006	19,960	94,189	75,478	18,710
2014	83,872	83,555	318	923	110,666	-	84,987	67,711	17,276	25,679	17,692	7,987	85,403	-	25,263	-	97,882	76,968	20,914	95,319	75,553	19,766
2015	81,011	80,719	292	937	105,134	-	81,081	65,067	16,014	24,053	16,616	7,437	81,683	-	23,451	-	93,020	74,133	18,887	90,424	72,739	17,685

(注) 2014年1月分から連続鑄造によるものは調査なし。粗鋼炉別内訳、鋼種別内訳、熱間圧延鋼材、最終鋼材ともに普通鋼と特殊鋼について比較すると、普通鋼は79.0%～82.0%で生産比率が高い。

(単位：1,000t、2016年5月、経済産業省引用)