

3. 鑄 物

3.1 鑄物技術と理論の展望

3.1.1 緒 言

最近約10年間に於ける鑄物技術ならびに学問の分野における発展は著しいもので、今日は鉄鋼技術と同様、世界の指導的立場になつてしまつた。しかしこの技術は先進国よりの導入型が多く、これによつて著しい生産性向上と共に、品質の向上が行われた。最近の数年間は後進国への技術指導、また新技術の開発も行われ、諸外国に技術輸出もできる程度に発展している。

鑄物技術は最近学際的という表現が用いられるようになったもので、非常に広範囲な学問、技術が必要とする分野である。

ここに、生産量、鑄造の基礎理論、鑄物砂および造形法、鑄造工場の自動化、公害対策、鑄鋼ならびに鑄鉄の技術、特殊鑄造法について述べる。

3.1.2 生産量

鉄鑄物として銑鉄鑄物、球状黒鉛鑄鉄鑄物、可鍛鑄鉄鑄物、鑄鋼の昭和37年より昭和48年までの各年の生産量を表3.1.1に示している。また鑄鉄の鑄物の内で鑄鉄管の生産量は鉄鋼統計に入れられている。表3.1.2はそれを示している。

鉄鑄物の統計を見れば何れの材質の鑄物にしてもこの10年間に2～3倍程度に生産量の増加が見られる。一方鑄鉄管の生産量は普通鑄鉄管は直管においては著しく減少し、強靱鑄鉄管(この場合は球状黒鉛鑄鉄管を示す)は7倍程度に著しく増加している。ただ異形管におい

表 3.1.1 鉄鑄物の生産量

(通産省大臣官房調査統計部機械統計月報 昭37～昭49)

材質 年別	銑鉄鑄物 (t)	球 状 黒 鉛 鑄 鉄 (t)	可鍛鑄鉄 (t)	鑄 鋼 (t)
昭和37	2,188,915	247,098	161,660	379,183
38	2,235,994	264,508	173,437	392,968
39	2,567,400	313,270	202,055	451,952
40	2,369,297	295,112	200,895	423,578
41	2,605,819	310,120	234,049	480,055
42	3,355,578	438,400	283,137	663,317
43	3,752,320	530,371	322,269	738,424
44	4,192,254	600,005	380,221	781,459
45	4,671,820	336,115	426,440	896,771
46	4,106,339	334,939	427,264	771,263
47	3,969,466	374,394	439,630	769,314
48	4,460,512	495,630	486,500	904,703

表 3.1.2 鑄鉄管の生産量

(通産省大臣官房調査統計部鉄鋼統計月報 昭37～昭49)

	直 管 (t)		異 形 管 (t)	
	普通鑄鉄	強じん鑄鉄	普通鑄鉄	強じん鑄鉄
昭和37	156,958	109,715	20,596	9,738
38	126,996	147,789	16,218	10,185
39	137,707	214,798	15,627	16,798
40	193,535	260,060	15,307	23,459
41	144,685	267,118	13,348	20,670
42	157,267	277,677	17,772	20,468
43	152,550	371,060	19,367	23,812
44	109,034	420,575	19,919	23,873
45	29,935	502,408	17,795	26,543
46	10,709	555,326	21,757	28,500
47	9,360	633,492	19,096	31,385
48	12,654	738,240	18,410	39,332

ては普通鑄鉄管にここ10年間は余り変化しないが、球状黒鉛鑄鉄管は4倍程度に増加している。

ここに球状黒鉛鑄鉄は鑄鉄管がその生産量の70%程度を占めているので、この2つを合計した生産量を見るべきである。今昭和48年の球状黒鉛鑄鉄の全生産量は127万t以上にもなり、世界ではアメリカに次いで生産を挙げている。

銑鉄鑄物と鑄鋼の昭和48年の全生産量の合計は715万t以上にもなり、生産量より見れば世界の有数の生産国になつていることは明らかである。この近年10年間の生産量の発展は全く驚くべきものである。

3.1.3 鑄造の基礎理論

鑄造の基礎理論としてはその主体性をなすものは金属および合金の凝固理論である。これを進めるに当つて金属融体の性状を知る必要があり、これらの研究すなわち、表面張力、粘性、拡散など物性値を求める研究が行われ、漸次液体金属の構造等についても検討を加えられつつある。凝固現象については核生成の理論より結晶成長の理論などが明らかにされ、これらを基礎として凝固組織の問題も明らかにされつつある現状である。これらの凝固理論はさらに熱伝導の分野よりも検討され、鑄造方案の設計にもこの理論が適用され始めている。特に電子計算機の発展普及も相俟つて、今後ますます理論とその実用化への応用も期待出来る。

3.1.4 鑄造金属材料

最近10年間に於ける鑄造分野での金属材料、すなわち鑄鉄および鑄鋼の分野においても新しいものは見られな

い。

鋳鉄の分野としては球状黒鉛鋳鉄の材質が安定した状態で供給されるようになり、品質の向上が要求され、したがって規格が品質の向上した値で決められている。特に伸びについては従来最大12%以上のものが新しい規格では15%以上に決められている。また可鍛鋳鉄においても規格は全面的に改訂されている。何れにしても全ての材質がその生産量を増加し、鋳鋼、球状黒鉛鋳鉄、可鍛鋳鉄の間の競合関係が激しくなり、ここでその用途分野も一応落ち着いた感がする。

また普通鋳鉄、球状黒鉛鋳鉄共に丸材、角材等が連続鋳造で生産され、鋳物としての材料より、一次素材としての分野の材料への生産も漸次増加していることが見受けられる。

3.1.5 鋳造工場の設備と生産性

鋳造工場の鋳造工程の自動化は著しく進歩し、それによつて生産性は向上している。

鋳造工程の大半は造型工程であるが、これは造型技術すなわち砂処理、バインダーなどの研究の発展によつてその自動化が充分行われ、生産性も向上している。もちろん工場のレイアウトも合理的に行われ、注湯作業も自動化されているところが多く見られている。最終工程のバリ取り、鋳仕上げ工程も一部自動化されているところが見られる。

以上のような工場は主として多量生産方式の工場であるが、大物鋳物工場その他一般には部分的な自動化は多く行われているが、全工程をシステム化するところまでには至っていない。

3.1.6 鋳物砂および造型法

鋳造技術の内で最近10年間に発展の著しいところは鋳物砂とそれによる造型法であろう。高圧造型法、シェレモールド法、CO₂法、また各種の無機粘結剤、有機粘結剤を用いた自硬性鋳型、流動性のよい発泡性鋳型など非常に多くの造型法が開発され生産性が著しく向上した。また最近造型時鋳物砂に粘結剤を用いずに行う減圧造型法がわが国で開発され、世界的に注目をあびている。

3.1.7 溶解法

鋳鋼の溶解は一般には従来と変らずエルー式電気炉が用いられているが、一部大型鋳鋼にはLD転炉の溶鋼が用いられることもある。

鋳鉄の溶解は主体はキューボラ溶解であるが、最近では環境公害の関係から低周波炉溶解に移りつつあつたが、石油ショックの影響で再度キューボラ溶解に移る傾向も見られている。何れにしても経済状態の影響によつて変わり易い。

キューボラはそのばい塵公害を伴うので集塵機の設置の必要性があるが、一方これを液体燃料で操業し、公害の少ないキューボラを開発した研究も行われているが、実用化は余り行われていない。

一方、低周波炉溶解は管理が容易であるが、材質面に問題があつたが接種技術の発達と共にこれも解消され、

現在は非常に多く用いられているのが現状であろう。

3.1.8 公害および環境衛生

鋳物工場にはばい塵、有毒ガス、水質汚濁、騒音振動という公害の全てが関係しているので、世界的に問題になっている。わが国は特に公害に対しては厳しく、特に鋳物工場は全国的に存在する関係から、各機関をあげて検討されている。また工場内の作業環境の悪化に対する対策も検討されている。これは1967年8月に公害対策基本法が制定されてのち各工場は工場設置の問題、特に地域住民との関連の問題、また労務作業員の獲得の問題等にも関連あり、真剣に取り組まれている。最近ではクリーンファンドリーという言葉も生れ、公害を出さない、環境のよい鋳物工場の建設が叫ばれている。

3.1.9 特殊鋳造法

特殊鋳造法として遠心鋳造法、精密鋳造法、金型鋳造法等が挙げられる。

遠心鋳造法では鋳鉄管、シリンダーライナーが製造されているが、技術的には余り問題なく、これも砂型から金型に変わり、鋳造機の発達と共に生産性の向上が見られるようになった。

精密鋳造法は最近その生産量が増加しつつあるが、これの主製品は高合金金属のタービンブレードである。すなわち航空宇宙機械部品で他に一般産業機械に用いられている。前者は高価な高級品であるが後者は比較的安易な品物の多量生産でマシン部品等に多く用いられている。一般にはろうを用いるセラミックシエルモールド法が多く用いられている。

鉄鋳物への金型鋳造は主として鋳鉄鋳物に用いられており、相当実用化され始めた。また球状黒鉛鋳鉄は考え方によれば金型鋳造に適した材料とも考えられ、研究も行われていると共に、実用化も計られている現状である。

3.2 鋳造基礎理論

鋳物は溶解した金属融体を鋳型に鋳込み、その中で凝固させてえられるもので、現象的には凝固過程に基礎をおく。したがって金属融体の性状と凝固過程の適不適が成品である鋳物のでき栄えないし諸性能に直接関係があり、鋳造時発生すべき欠陥の防止は鋳造技術上重要な課題である。この課題を解決するに当つては、金属融体の性状と凝固過程に関するものが多く、とくに凝固に関する基礎的知識は鋳造技術の基盤をなすと考えてよい。

金属の凝固は高温で進行し、しかも、不透明であるため、凝固現象を直接観察することは非常に困難をともし、また実際には凝固はかなり短時間のうちに終了するので、非平衡過程をたどることとなり、とくに合金では独特の組織を形成する。この際、溶解条件、鋳込条件、鋳型条件、不純物または合金組成などの多くの要因が関連性を有し、これらの因果関係は複雑で、実際的な問題となると未詳の部分がかなり多く残されている。最近になつて各種鋳造組織の生成機構、組織構造などについて凝固論的研究が盛んに行われるようになり、かなり多く