

講 義

鑄 物 概 論** (I)

石川 登喜治*

緒 言 鑄物の研究が盛んになつたので種々のことが判明し製品の向上したことも尠なくないが猶一般に鑄物の缺陷が除去されずに困つて居る次第である。之は鑄物に關する學術的の根本原理が究明されていない點も多く、作業中には物理、化學的の變化が千差萬別で到底其の全般を解決することは出来ないとしても尙一應鑄物に關し大局的に見直し如何なる點が最も大切で研究を要するか、又如何なることに注意せねばならぬかと考へさせられるので舊聞舊式ではあるが私の知つて居ること又考へて居ることを申上て御参考に供したい。

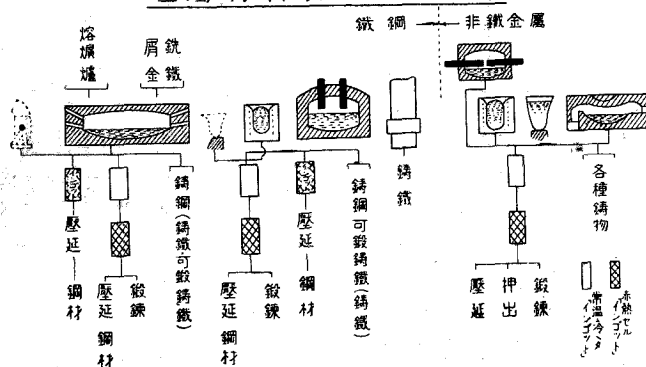
鑄物とは何ぞや。 工業用材料の製造工程を見るに第 1 圖の通りで如何なるものも先づ原料を熔解し一旦鑄型に

選り熔解し鑄型に注入すると云ふ迄のことと誠に簡單なることであるが此の作業中には化學的物理的の變化が随時に起るので單に機械的の工作法とは較べ物にならぬ程六ヶ敷く又科學の利用をなし得る點も多く苦しいながら興味ある仕事である。鑄物の儘使用するものは製造の仕事が簡單であるだけに上手に出来れば此れ位形を造るに容易で經濟的なものはない若し鑄物が強く安く早く出来るならば金屬の加工法は殆んど鑄物を造ると云ふことになると考へられる程理想的のものである。

第 1 圖に於て注意を引くのは「インゴツト」を鑄造した儘直ちに壓延加工をなして鋼材を造るものと、一旦冷却したインゴツトの外面其他の疵を取り更に加熱して鍛錬又は壓延をすることである。前者は主に普通炭素鋼材で製鐵所に於て製造されるもので本邦鋼材生産高 400 萬噸中 380 萬噸は之れである。後者は主に特種鋼か鍛鋼であるが其の數量は僅か 10 數萬噸に足らざるも之れは機械の重要な部分品である。何故に鑄込後の赤熱の儘に壓延が出来ぬかと申せば鑄物の出来が悪いので冷却後表面の疵を取らねば壓延鍛錬が出来ぬ。其の爲に多大の費用と時間を要し従つて價格が高くなる。茲にも鑄物の重要性が認められるのである。

鑄物原料。 昭和 11 年度の銑鐵生産額は 2,120,000 噸、輸入が 970,000 噸、合計 3,090,000 噸の需要の内鑄物に使用されたのは約 700,000 噸である。之は鑄物用銑鐵として専門的に製造されたものもあるが多くは鋼用の内より選出する有様である。鑄物業者の要求も大部分は材質的に餘り關心なく安價と數量にのみ考へられて居る。只高級品製造者が適當なる材料を得んと苦心して居る有様である。700,000 噸を使用する鑄物業者が合理的の仕様

金屬材料製造工程一覽



第 1 圖

注入して所要の形狀のものを作る。即ち鑄物を作ることである。此等の鑄物は壓延又は鍛錬して色々の形狀にされるものと、鑄造した儘の形にて使用されるものとの二種ある。通常前者は鑄塊(インゴツト)と云ひ後者は一般に鑄物と申して居る故に鑄物を作ると云ふことは原料を

* 早稻田大學鑄物研究所長、海軍造機中將。
 ** 昭和十二年度東北帝國大學金屬材料研究所夏期講習會講義。

書を出せば適當なる鉄鐵が價格を上げずに製出されるのではないかと考へられる。鑄物業者が材質的にも數量的にも鉄鐵に関する關心を高めて適材を得ると云ふことが鑄物向上に大いに効果あることである。

非鐵原料 鋼は從來國産であつたが今日にては相當不足を來し昭和 10 年度に於ては内地生産と輸入とは殆んど同量の 70,000 噸となつた。亞鉛は生産額 34,000 匁に對し輸入は 45,000 匁、錫は生産 2,000 匁に對し輸入 4400 匁、アルミニウムは需要の半分位は生産出来る様になつた。マグネシウムは數量は少ないが先づ國産にて間に合つて有様である。尤もアルミニウムは年々増産しつつあるので數年たゞずして全部國産にて需要を満すのみならず多少は輸出し得る見込みである。

斯くの如く原料は何れも輸入に俟たねばならぬ。故に原料の節約即ち廢品を造らずに強度高き重量が少なくて済む優良なる鑄物を造ると云ふことが本邦にては何よりの大切なことである。水道用鐵管の材質を改良した爲に價格を餘り高くせず 2 割 5 分即ち 100,000 匁の年産の内 25,000 匁を節約したと云ふが如きは全く鑄物業者が技術を以て原料を節約したる好例である。

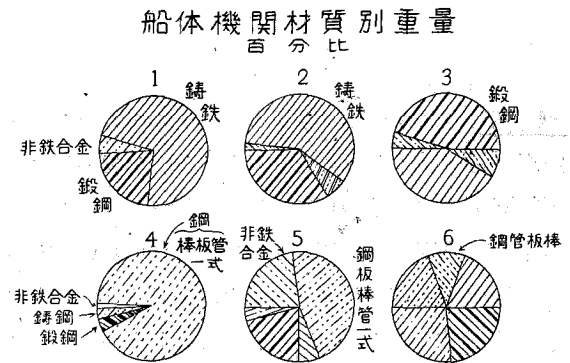
鑄物生産高 昭和 10 年度の生産高は下の通りである

鑄 鐵	
鑄鐵管	1,500 萬圓
放熱管	400 萬圓
機械部分品	5,200 萬圓
鍋 釜	1,550 萬圓
其 他	3,000 萬圓
合 計	11,650 萬圓
非鐵合金	3,000 萬圓
鑄 鋼	3,500 萬圓
可鍛鑄鐵	1,000 萬圓
合 計	7,500 萬圓
總 計	19,150 萬圓

昭和 11 年度は約 2 割以上の増産となり總計 24,200 萬圓となつて居る殊に鑄鋼は著しく増加し 150,000 匁、7,500 萬圓を示して居る。以上掲げたる内には軍部官廳其他造船所の如く自家用として製造されたものを含まざる故此等のものを合すれば猶相當の多額になることゝ

考へられる。斯くの如く鑄物は我生産工業の内にも重要な役目を有すると同時に生産額より見ても經濟的に少からぬ影響を持つものであることを充分承知せねばならぬ。

船舶用鑄物材質別重量 船舶及び其の機關の鑄物を材質別に重量を示せば第 2 圖及び第 1 表の通り、商船



第 2 圖

第 1 表

番 號	名 稱	材 質	鑄鐵	鑄鋼	鍛鑄	非鐵合金	タルビン翼材	鋼管型一式
1	商船用 6000H° ピストン機關		70.75	23	4.25			
2	同 上 タルビン機關		58	33.75	1.25		5	
3	同 上 デーゼル機關		41.1	54.6	4.5			
4	軍艦 船體一式			3.5	41.5			91
5	同上タルビン機關 罐、諸管一式		8	5	20	22		45
6	同 上 (補機關共一式) デーゼル機關		19	27	23	19.5		11.5

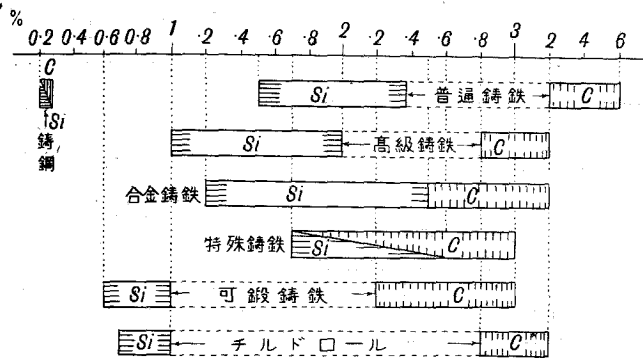
用機關は鑄鐵が多く軍艦は非鐵合金と鑄鋼が多い。即ち軍艦の機關は強靱なる材質を要求して居ることが解る。

鑄鐵鑄物の要素 鑄鐵鑄物と鋼鑄物との成分上の最も大なる差は珪素と炭素量が格段に異なることである。此等鑄物は炭素と珪素の關係が最も大事なる要素である。これが凡ての性質の基となるものであるから此の關係を常に注意せねばならぬ此等に注意をせず諸性質改善の爲に他の元素にのみ捕はれるは其の本末を忘れたるものである。其等關係は第 2 表第 3 圖の通りである。

第 2 表 鐵鋼鑄物炭素及珪素量

名 稱	化 學 成 分 %	
	炭 素	珪 素
鑄 鋼	0.2—0.3	0.2—0.3
普 通 鑄 鐵	3.2—3.6	1.5—2.4
高 級 鑄 鐵	2.8—3.2	1.0—2.0
合 金 鑄 鐵	2.4—3.2	1.2—2.5
特 殊 鑄 鐵	1.7—3.0	1.7—2.5
可 鍛 鑄 鐵	2.2—3.0	0.6—1.0
チルドロール	2.8—3.0	0.7—1.0

鐵鋼鑄物炭素珪素量圖表



第 3 圖

鑄鐵の重要な點を列擧すれば次の通りである。

- (1) 廉 價 (2) 鑄造容易 (3) 確實性に富む (4) 摩擦に耐ゆる事 (5) 溫度に對し歪が少ない事 (6) 仕上加工容易 (7) 相當の強度を有し耐壓力大なる事
- 之等の特長を發揮することが出來ざれば鑄鐵の眞價を失ふものである。就中鑄造容易で確實性に富むものを選びねばならぬ。

鑄鐵の種類 鉄鐵及び鑄鐵の種類を挙げれば第3表の通りである此等は從來鑄造容易で確實性に富むと云はれて居る標準である。更に細別すれば第4, 5, 6表の通りである。

第 3 表 銑鐵と鑄鐵

名 稱	炭 素	珪 素	滿 俺	磷	硫 黄	抗張力 kg/mm ²	伸 %
白 銑 鐵	3.5%以上	0.2%以下	0.3 %	0.2%以下	0.04以下		
鼠 銑 鐵	2.8—4.0	1.0—3.5	0.3—1.5	0.1—1.5	0.1 以下		
普 通 鑄 鐵	3.0—3.5	1.5—2.5	0.2—0.8	0.4—0.8	0.1 以下	14—25以上	0
高 級 鑄 鐵	2.8—3.2	1.0—1.8	0.5—0.8	0.2 以下	0.08以下	24—35	0
可 鍛 鑄 鐵	2.2—3.0	0.6—1.0	0.25	0.2 以下	0.08以下	28—38	5—15
合 金 鑄 鐵*	1.7—3.2	1.2—2.5	0.5—1.2	0.2 以下	0.08以下	30—70	0—3

備考 普通鑄鐵は一般品に、高級鑄鐵は高級機械構成材料として使用せらる此の兩者が鑄鐵品の大部分を占む

* 合金鑄鐵には Ni, Cr, Mo, Cu の如きものが 5 % 以下配合されたるものが多い。

以上は今日迄の鑄鐵であるが之れを充分研究して確實なる鑄物を造れば先づ相當の用途に適するが近來は更に強度殊に高溫度に於ける性質に變化なきものが要求される爲に高級合金鑄鐵が案出された。其れを申述べる前に今迄の高級鑄鐵に對して主唱者の方法を一通り申上る。

高級鑄鐵 キュプラ操業の高級鑄鐵に關して論じてる人々の成分を列擧して見れば第7表の通りで其の所説は次の通りである。

(1) ランツ法(Lanz)は地金配合に多量の鋼板屑を用ひ低炭素低珪素鑄鐵とする。而して全炭素と珪素との和が3.8%~4.2%とし珪素を鑄物の肉厚に依り調節する又鑄型を豫熱して白銑化を防ぐ其の溫度は鑄物の肉厚に依り上下する。

(2) エムメル法(Emmel)は地金配合に多量の鋼板屑を用ひ低炭素、高珪素、滿俺鑄鐵とすること、全炭素と珪素の和5%、滿俺1%を標準とし鑄型は豫熱せぬ。

(3) デスセン法(Deschen)はキュプラ前爐に加熱と動搖装置を備へ熔湯の過熱と動搖に依り黒鉛の形狀及び分布を改善し脱瓦斯作用を行ふ。

(4) コルサリ法(Corsalli)は鋼板屑、削屑、古鑄鐵屑をキュプラで鑄流し比較的低炭素の鑄鐵を造る。此の鑄流鐵と適當量の鐵合金を配合してキュプラにて再熔解する。鐵合金とコークス、石灰石を煉塊として用ひ鐵の酸化損失を少なくし炭素吸収量を減ずる。

(5) ミーハン法(Meehan)は地金配合に多量の鋼板屑60%位を用ひ低炭素となし熔湯を取鍋に採りカルシウム、シリサイドを加へ黒鉛の形狀分布を改善し脱硫作用を行はしむる。

以上述べた様にキュプラ熔解にて多量の鋼板屑を用ひ成るべく高溫度熔解操業法に依り低炭素、黒鉛形狀の改善に努めてるものが多い。

過熱熔解鑄鐵に關し Piwawasky 氏の説に依れば鑄鐵は過熱に依り熔湯中に含有する瓦斯及び不純夾

第 4 表 各種鑄鐵標準成分

用 途		T.C.	Si	Mn	P	S	備 考
普通品	薄物 t<20 mm	3.5 以下	2.0—2.4	0.5—0.7	0.4—0.8	< 0.08	鑄造性良好 抗張力 14—20kg 位 厚物は組織均一ならず
	厚物 t>20 mm	„	1.4—1.8	0.5—0.8	0.4—0.8	< 0.08	
	t=15~60	3.0—3.3	1.5—2.4	0.2—0.3	0.5—0.6	< 0.08	抗張力 16—24kg 位 組織緻密
低炭素鑄鐵	臺板類	3.0—3.2	1.5—1.8	0.6—0.8	0.1—0.2	< 0.08	組織均一強靱
	蒸気筒類水壓物	3.0—3.2	1.5—1.7	0.5—0.7	< 0.15	< 0.08	
	内火機械及薄物發動筒類	2.8—3.0	1.2—1.5	0.8—1.0	< 0.15	< 0.06	
	同人籠ピストン類及 t<15 mm	2.8—3.0	0.8—1.3	0.8—1.3	< 0.15	< 0.06	
	特殊気筒類	2.8 以下	2.0 以上	1.0—1.2	< 0.3	< 0.08	

第 5 表 バツキングリング成分

用 途		T.C.	Si	Mn	P	S	備 考
小型用	3.0—3.2	1.4—1.7	0.5—0.7	0.5—1.0	0.05 以下	乾燥型急冷	
大型用	3.0	1.0—1.2	0.1—0.9	0.15 以下	0.05 以下	同 徐冷	
厚さ 10—40 耗用	3.0—3.2	1.2—1.5	0.7—0.8	0.6—0.8	0.07—0.08	—	
徑 5 吋以下 (米國)	3.5	2.85	0.6—0.7	0.5	0.08 以下	生型一本取	
徑 5 吋以上 (米國)	3.65	2.0	0.6—0.7	0.5	0.08 以下	同上	
ディーゼル機関用	2.9—3.1	1.0	0.6—0.7	0.15 以下	0.08 以下	同上	

第 6 表 デーゼル機関入籠 (Liner) 試験成績表

強 度 試 験				分 析 試 験				
抗張力 kg/mm ²	抗析力 kg	撓 量 mm	硬度 B.H	Total.C.	Si	Mn	P	S
32	1700	3.8	217	3.10	1.17	0.92	0.112	0.061
26	1780	4.4	208	3.08	1.21	0.84	0.125	0.052
24.8	1600	4.0	207	3.11	1.169	0.80	0.200	0.07
27.8	1610	3.8	217	3.16	1.23	1.16	0.125	0.052
27	1600	4.2	205	3.11	1.15	0.87	0.11	0.056
26.5	1700	4.5	217	3.17	1.07	0.937	0.088	0.052
31	1700	4.6	215	3.08	1.00	0.84	0.093	0.063
30	1710	4.7	216	3.00	1.01	1.16	0.037	0.009
31.4	1800	5.5	206	3.10	1.20	0.998	0.114	0.070
33.4	1940	4.8	229	3.23	1.197	0.74	0.065	0.052

雜物を排除する。又化合炭素の量を増しマトリックス地は凡てパーライト地に變じ黒鉛組織が破壊され冷却に際し細微なる黒鉛の均等なる分布により機械的性質を改善すると云ふ。然しゼー・ショウ氏は高温度必ずしも強度大ならず只成分の變化する影響の方が大である。温度の詳細なる影響に就ては猶不明であると云つて居る。私も過熱必ずしも強度のよい性質を與へるとは思はぬ。過熱高温度熔解には色々の點に於てよい事もあるが餘り過熱すれば強度は却つて悪い影響を有し成分の變化の方が恐

しきことは度々體験した事である。故に材質に依り其の温度には最高の限度があると思はれる。普通炭素 3%, 珪素 1.5% 程度のものなれば 1,450°位が適當ではないかと思ふ。

電氣爐鑄鐵。鋼板屑又は削屑よりコークス又は木炭にて加炭して造つた電氣爐鑄鐵は色々疑問の點がある様に云はれて居るが、瓦斯の排除其他精鍊法さへ注意

すれば、充分よい高級鑄鐵が出来る。即ち 30kg/mm² 以上の強度を有する鑄鐵を造ることは容易である。又成分の調節は誠に容易である。只電力及び設備費が高く容量が小さく不便である點は到底キュブラ熔解には及ばない。故によい銑鐵が入手出来ない爲に鋼屑より最も都合のよい成分の電氣爐銑鐵を造り之れをキュブラに使用してよい成績を擧げて居られる處も尠くない。

合金鑄鐵 デーゼル・エンジンの進

歩に従ひ高温度に使用し酸化せず強度を減少しないものが要求され色々の合金鑄鐵が出現した。其の主なるものを擧ぐれば第 8 表の通りである。其の内でも最も變つて居るのは鋼と鑄鐵との中間の成分を有するフォード自動車のクランク・シャフトに使用されて居る特種鑄鐵である。之れは炭素、珪素低く銅、クロムを含む合金鑄鐵で、熱處理したるものは抗張力 76 kg/mm² で多少伸度を有する。強靱で特殊鋼のものより磨耗が少なく強度も其の用途に充分であり仕上代を少くし製造費も大いに節約し得ると

第 7 表 高級鑄鐵例

文 献	方 式	化 學 成 分					材 試	
		T.C.	Si	Mn	P	S	抗張力	硬度 B.H.N
F 8-1928	Lanz 法	3.00 3.08	1.00 1.12	0.70 0.80	0.4 0.28	0.10 0.195	28.56 32.10	176
F.T.9-1929	Emmel 法	2.85 2.64 2.70 2.32	1.94 2.14 2.22 2.82	0.78 1.37 1.35 1.04	0.20 0.25 0.20 0.25	0.114 0.160 0.130 0.060	32.97 36.75 41.59 32.80	
F.T. 9-1928 F. 8-1928	Deschen 法	3.20 ~3.60	1.60 ~2.60				29.00 ~36.00	180 ~240
Epwasky	Corsalle 法	2.70 2.90 2.98	2.20 1.53 1.62	1.34 0.83 0.86	0.26 0.29 0.29	0.110 0.134 0.138	36.47 37.90 34.20	
F.T. 1930	Meehan 法	2.80 2.81	1.20 1.65	0.60 0.80	0.18 0.185	0.100 0.115	35.35 31.80	247 225
鐵と鋼9年7號 谷 山	キ熔 ユ板 100 % ア鋼板 70 % ラ解 鑄鐵 30 %	2.97 2.81 3.27	2.04 1.97 1.07	1.22 1.13 0.86	0.085 0.155 0.175	0.102 0.068 0.101	36.90 26.10 24.70	255 255 235
平 岡 正 哉	Sulzen Diesel Engine	3.05 3.29	0.68 0.92	1.25 1.88	0.070 0.117	0.040 0.049	40.31 31.32	223 217

云ふことである。將來は斯の如く鑄造性を餘り害せず鑄鋼よりも鑄造容易なる強靱なる合金鑄鐵が發達し來るものと思はれる。要は鑄造性容易なるものを選ぶことが肝要である。

鑄鐵の確實性 鑄鐵は鑄造收縮率が少なく鑄造性に富むと云ふことが最大特長である故に之れはなるべく阻害せずに疵のない良い鑄物が出來る様な材質を選ぶべきであるが其の選定の内で最も注意すべきは均等性である。肉の厚薄に依つて著しく變化のない様なものがよい。之を確める爲に第9表の如き六種の成分のものにつき第4圖の如き試験材を徑19, 40, 75 mm の三種宛製造し其の中央より抗張力標準試験片徑14mm

第 8 表 合金鑄鐵

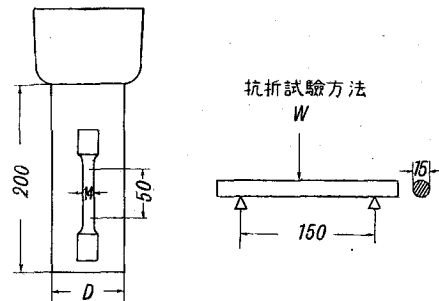
品 種	化 學 成 分								強 度			Author
	T.C.	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	抗張力	伸	硬度	
Ni 合 金	2.78	2.15	0.76	0.15	0.06	0.8			34.00			H. Maken
"	2.61	1.98				0.89			41.27		241	"
Ni-Mo "	2.78	1.91				2.46		0.55	42.19		286	"
Ni "	2.98	1.66	1.17	0.16	0.07	1.02			35.02		277	E. Greehan
Ni-Cr "	3.16	1.28	1.15			0.91	0.53		34.5		218	瀬 戸
Ni-Cr "	2.77	1.79	1.21			1.52	0.37		38.2		248	"
Ni-Cr-Mo "	2.95	1.99	0.58	0.115	0.047	1.49	0.08	0.7	39.0		262	P. Phillips
"	2.81	2.57	0.51	0.155	0.047	1.91	0.18	0.9	46.41		297	"
"	2.49	2.35	0.87	0.112	0.062	1.56	0.28	1.0	44.8		251	"
Ford Crank Shaft	1.35 ~1.6	0.85 ~1.1	0.6 ~0.85	>0.10	0.06		0.4 ~0.5	Cu 1.5~2	76 ~75.4	3.0 ~20	269	Metal & alloys.

及び抗折力試験片徑15 mm のものを造り其の強度を試験したる結果は第10表の通りである。其の結果に依れば A, B, C, D の全炭素量が3.2 以下のものは75 mm の大徑に於ても相當の強度を有するも、全炭素の多い E, F は大徑に於

第 9 表 鑄鐵分析表

種 類	全炭素	黒炭鉛素	化炭合素	珪素	滿 俺	磷	硫 黄
A	2.98	2.34	0.64	1.62	0.50	0.24	0.06
B	3.05	2.18	0.86	1.23	1.03	0.08	0.05
C	3.07	2.34	0.73	1.60	0.74	0.64	0.05
D	3.15	2.81	0.34	2.47	0.53	1.62	0.05
E	3.43	2.69	0.72	1.68	0.70	0.18	0.05
F	3.77	3.46	0.31	2.27	0.74	0.18	0.04

試 験 材



第 4 圖

第 10 表

種類	試験材直徑 D	抗張力 kg/mm ²	硬 度 B.H.	抗折荷重 Wkg	撓 量 mm	衝撃値 120D
A	19	30.5	256	537	1.7	0.6
A	40	29.2	219	480	2.3	1.0
A	75	22.5	182	418	2.7	1.2
B	19	36.7	293	609	1.8	0.7
B	40	30.4	217	556	2.6	0.8
B	75	24.3	204	419	2.3	1.0
C	19	31.1	256	497	2.1	0.5
C	40	25.7	217	432	1.8	0.5
C	75	21.8	172	390	2.2	0.7
D	19	17.6	217	349	1.4	0.3
D	40	16.0	178	278	1.5	0.4
D	75	15.3	167	262	1.8	0.5
E	19	28.8	185	516	2.5	0.7
E	40	20.4	182	361	2.5	0.9
E	75	14.5	140	285	2.5	0.9
F	19	18.6	183	353	2.8	0.7
F	40	13.5	133	262	2.8	0.9
F	75	8.5	97	177	1.9	0.7

て強度が著しく低い、又珪素の少ない程徑の大小に於て強度の差が多いことが分る。故に均等組織を得んと欲せば全炭素と珪素との關係に對し深甚の考慮を拂ふことを忘れてはならぬ。又珪素と磷が多いものは薄物にては相當の強度あるも衝撃に弱いことが判る。

要するに鑄鐵の缺點は肉の厚薄

に依つて強度が異なると云ふこと

である故に肉厚不同の鑄物に於ては如何なる配合が適當であるかは充分研究することが最も肝要である。其れを確めるには K 型組織試験片を製造すれば大體は分るのである故に配合決定には此の試験をなす必要がある。

キューブラ操業 鑄鐵の熔解には經濟的又は實用向から考へても

現在にては不相變「キューブラ」が最も適當である。故に「キューブラ」の

構造は自分の仕事に適するものを選ばねばならぬ。今其の標準型に

就て述べて見れば次の通りである。此等の詳細に關する大體の寸

法は第 11 表の實例にて示す通りである。

第 5 圖、(A) は英國型で前爐を

有するもので、品質良好なるものを同時に多量を要する仕事に最も適するものである。此型は羽口は 2 段又は 3 段にして最下段は爐底より約 500 mm 位と云ふ極く近くにあり、熔鐵を溫度を擧げる必要以上に永く爐内に止めず前爐に送り出す、其の爲に硫黃其他不純分の吸収が少なく良質の熔鐵が得られる。

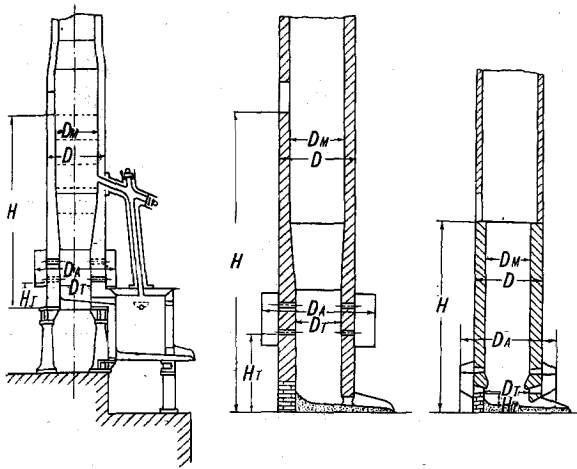
第 6 圖、(B) は英國型の前爐のないものであるが、之は羽口が高く相當量をキューブラ内に溜めることも出來又度々出湯し得ると云ふ便利のものであるが出湯毎に燃焼コーキスの位置が變り従つて熔解帯が常に異動し、熔金が硫黃其他不純物を吸収することが非常に多い。然し少量を度々出す熔解には便利である爲に小工場にては多く使用されて居る。

第 7 圖、(C) は亞米利加型にて前爐がなく爐内の直徑が割合に大きく羽口面積も大で羽口と爐底の間が約 400 mm 位にて熔金を度々出すか又は斷へず出湯して居ると云ふ有様に使用されるものである。即ち一個の鑄込重量が小で澤山のものを製造するに最も適するものである。然し一度何十噸と云ふ熔金を要する作業には (A) 型

第 11 表 キューブラの實例

1 時間の熔解能力 (噸)	型 式	外徑 D (in)	内徑 D _M (in)	羽口面の直徑 D _T (in)	風袋の直徑 D _A (in)	爐底より下羽口までの高さ H _T (in)	爐底より装入までの高さ H (ft)	羽口面の斷面積 羽口總面積	羽口の列 數	備 考
2	Thwaités Rapid	30	24	16	40	20	15	6	2	前爐有
3	"	36	26	18	48	20	15	6	2	
4~5	"	48	35	22	68	20	16	8.5	3	
5~6	"	54	41	28	74	21	16	1.0	3	
8~10	English	72	54	39	96	34	17	7.5	2	
5	"	54	41	28	74	22	17	5.7	1	
5	German	60	39	27.5	80	18	15	6.2	2	前爐無
8	"	66	45	34	88	20	16	6.2	2	
3	Thwaités Rapid	36	28	19	48	38	15	6.5	2	
6	English	54	42	34	78	48	17	11	3	前爐無
5	"	54	36	×24	74	58	15	7	2	
2~3	American	41	27	27	57	14	13	5	2	
3~5	"	46	32	32	62	14	13	5	2	前爐無
6~7	"	56	42	42	81	16	14	5	2	
9~10	"	66	48	48	91	16	14	5	2	
10~12	"	72	54	54	97	18	16	5	2	
12~14	"	78	60	60	105	18	16	5	2	

- (1) Whiting Cupola の Catalog には爐底砂附け上げより下羽口までは凡て 10 inch 下羽口より装入口迄の高さは凡て 10 ft となつてゐる。
- (2) × 前爐無、外徑 54 inch 5 噸キューブラの羽口面の直徑は 24 inch となるも下羽口面以下の直徑は 35 inch である。



(A) 第5圖 英國型 (Thwait's Rapid)
 (B) 第6圖 英國型
 (C) 第7圖 米國型 (WhitingType)

の方が便利である。

「キューブラ」の高さ、羽口より装入口迄の高さは高い方が宜敷い。其の程度は、適當なる装填量にて5~7回位装入し得る高さで、全装入後、送風がコークスを燃焼し充分なる熱量を擧げることが出来て装入口に於て瓦斯が燃焼しない丈の高さであることが必要である。大體の寸法はキューブラの内徑の2倍に1mを加へた位が適當の様である。

送風量及び壓力は熔解する材料及びキューブラの寸法に依つて異なるが大體其の壓力に依つて判斷し第12表位が適當である。

其他に近來は英國等にてバランスド・キューブラと申すものが使用される、其れは多數の小徑羽口を數段に設け熔解の狀況に依つて其等各所の羽口を開閉して最も經濟的熔解を行はんとする設計である。此の數段の羽口を使用すれば熔解帶幅が廣くなる爲に熔金が其處を通る間に吸炭が多くなるから、薄鐵板の如きものを熔解するには適當なる可きも炭素多き銑鐵熔解には加炭及び硫黃等の吸収が多い故此種キューブラを使用するには「コークス」の性質と材料の形狀品質等に深甚の注意をなし其等と操業法とが合理的に合致することが何より肝要である。キューブラは只熔解する丈の任務でなく良質の熔鐵を得ると云ふことが目的であることを忘れてはならぬ。

電氣爐精鍊 電氣爐を以て鑄鐵を熔解する利點は削屑の如き古金を多く用ひて溫度及び成分の調節が自由である故に任意の材料を製造し得ると云つてもよいが只設備費が高く電力高價なる場合には不利益であるが可鍛鑄鐵、特種低炭素鑄鐵、合金鑄鐵の場合には成分其他確實にして便利である爲に多く使用される。又熔解時に於て電力を多く要する爲に熔解はキューブラにて行ひ熔鐵を電氣爐に入れて精製のみを行ふ所謂二重操業をなせるものもある。之に依りキューブラ熔鐵を過熱し炭素硫黃を低下して著しく強度を高めたる實例は多い。即ち強度、成分等が特種のもは電氣爐を使用する方が便利である。

第12表 キューブラ用送風機力量

キューブラ能力 T/Hr	1~2	3	5	7	10	14
空氣壓力 OZS/In ²	8~10	8~10	10~12	10~14	12~16	14~16
所用空氣量 Cub. ft/min	800~1000	1500~2000	2000~3000	3200~4500	4600~5600	6000~7700
送風機力量	空氣量 Cub.ft/min	1300	2400	3500	6500	8500
	B. H. P.	7.5	15	25	32	45
	吐出管口徑(吋)	8	10	12	14	17