

# 鑄造工学便覧

日本鑄造工学会  
編

丸善株式会社

## 7. 鑄鉄の製造法と材質

(主査 大城桂作・堀江 皓・中江秀雄)

7・1 概 説 .....	(大城桂作) 221	7・6 溶解法 .....	283
7・2 化学成分と顕微鏡組織 .....	(堀江 皓) 223	7・6・1 鑄鉄溶解の基礎 .....	(中江秀雄) 283
7・2・1 鑄鉄の状態図 .....	223	7・6・2 キュポラ溶解操業法 .....	(米田博幸) 284
7・2・2 鑄鉄の組織 .....	229	7・6・3 誘導炉溶解操業法 .....	(炭本治喜) 314
7・2・3 片状黒鉛鑄鉄 .....	232	7・6・4 その他の鑄鉄溶解炉 .....	(米田博幸) 321
7・2・4 球状黒鉛鑄鉄 .....	235	7・7 熱処理法 .....	323
7・2・5 CV 黒鉛鑄鉄 .....	240	7・7・1 黒鉛を含む鑄鉄の熱処理 .....	(吉田敏樹) 323
7・2・6 可鍛鑄鉄 .....	241	7・7・2 可鍛鑄鉄の熱処理 .....	(土井基邦) 330
7・3 物理的性質 .....	(木口昭二・香川明男) 243	7・8 特殊鑄鉄と特殊鑄造法 .....	333
7・3・1 密 度 .....	243	7・8・1 合金鑄鉄鑄物 .....	(大城桂作) 333
7・3・2 熱的性質 .....	243	7・8・2 鑄鉄管 .....	(内田陸雄) 346
7・3・3 電気抵抗 .....	247	7・8・3 鑄鉄連続鑄造棒 .....	(古野好克) 351
7・3・4 磁氣的性質 .....	248	7・9 用 途 .....	(菅野利猛) 357
7・4 化学的性質 .....	(片野幸雄) 250	7・9・1 自動車部品 .....	(永吉英昭) 357
7・4・1 耐食性 .....	250	7・9・2 工作機械 .....	(菅野利猛) 358
7・4・2 淡水及び海水による腐食 .....	251	7・9・3 大物産業機械 .....	(菅野利猛) 358
7・4・3 大気中の腐食 .....	251	7・9・4 大型厚肉球状黒鉛鑄鉄品 .....	(糸藤春喜) 358
7・4・4 土中の腐食 .....	252	7・9・5 破碎・粉碎機と耐摩耗鑄造品 .....	(田村 朗) 360
7・5 機械的性質 .....	254		
7・5・1 総 論 .....	(中江秀雄) 254		
7・5・2 機械的性質の一覧表 .....	(中江秀雄) 262		
7・5・3 各 論 .....	(野口 徹) 262		

## 8. 鋼鑄物の製造法と材質

(主査 中田進一)

8・1 概 説 .....	(中田進一) 365	8・5・1 硬さと引張性質 .....	374
8・1・1 鋼鑄物の種類 .....	365	8・5・2 衝撃性質 .....	376
8・1・2 鑄造欠陥 .....	365	8・5・3 破壊靱性 .....	378
8・2 化学成分と顕微鏡組織 .....	(岩淵義孝) 366	8・5・4 疲れ性質 .....	378
8・2・1 凝固過程と顕微鏡組織 .....	366	8・5・5 クリーブ性質 .....	380
8・2・2 化学成分による組織の変化 .....	367	8・5・6 実体強度 .....	383
8・3 物理的性質 .....	(中田進一) 370	8・6 溶解法 .....	(舟崎光則) 384
8・3・1 密 度 .....	370	8・6・1 概 要 .....	384
8・3・2 弾性係数 .....	370	8・6・2 アーク炉 .....	384
8・3・3 熱膨張係数 .....	370	8・6・3 高周波誘導炉 .....	387
8・3・4 比 熱 .....	371	8・6・4 二次精錬炉 .....	388
8・3・5 熱伝導率 .....	371	8・7 熱処理法 .....	(岩淵義孝) 390
8・3・6 電気抵抗 .....	373	8・7・1 応力除去焼なまし .....	390
8・3・7 磁氣的性質 .....	373	8・7・2 拡散均質化焼なまし .....	390
8・4 化学的性質 .....	(中田進一) 373	8・7・3 完全焼なまし .....	391
8・5 機械的性質 .....	(岩淵義孝) 373	8・7・4 焼ならし .....	392

表 7・67 銑鉄鑄物の用途別分類(平成 3 年 1 月～)

輸送機械用	自動車用	乗用車, トラック, バス, 二輪自動車の内燃機関, 車体, 部品
	その他用	産業用運搬車両, 自転車(リヤカー部品を含む), 鉄道車両, 船舶, 航空機
一般機械用	産業機械器具用	ボイラ及び原動機(鉄道用, 航空機及び自動車以外の陸用内燃機関を含む), 食料品加工用機械, 木材加工機械, バルブ, 製紙, 印刷, 製本, 紙工, 包装機械, 鑄造装置(鑄型, 鑄型定盤を除く), ポンプ, 圧縮機及び送風機, 運搬機械, 動力伝導装置, 破砕機, 摩砕機及び選別機, 化学機械, 冷凍機, 冷凍機応用製品, 自動販売機, 事務用機械マシン, 工業窯炉, その他の産業機械器具(特掲の機種を除く)
	土木建設・鉱山機械用	土木建設, 鉱山機械及びトラクタ
	金属工作・加工機械用	金属工作・金属加工機械(ロールを除く)
	ロール・鑄型・鑄型定盤用	ロール, 鑄型, 鑄型定盤(鑄型定盤については製鉄製鋼用に限る)
	その他用	農業用機械, 漁具, 繊維機械, バルブ・コック, その他の一般機械
電気機械用	回転電気機械, 静止電気機械器具, 民生用電気機械器具, 配線及び電気照明器具, ラジオ, テレビジョン受信機及び音声周波装置, 電子管及び半導体素子, 電子応用装置, 電気計測器, その他の電気機械器具(特掲の機種を除く)	
その他用	日用品(建築金物を含む), 厨房品, 家具類, 消火器具, 消火装置及び燃焼装置, 機械工具, 鉄管継手, 作業工具, 刃物類, 精密測定器, 試験機, 測定工学機械器具, 武器, 美術装飾品, 金棒, その他	

FCD 450 材は, ハウジング, デフケースやナックルステアリングに, また FCD 500 相当材は, トラックの車軸受用シートスプリングやアクスルハウジングなどに用いられている。FCD 700 材はエンジンのクランクシャフト類や車軸駆動部のスリーブヨークに使用されている。

ベイナイト組織を有する FCAD 900 相当材は, 従来クッション吸収板ばね材の受けブラケットの高周波焼入れ鍛造鋼材コンタクトシート製品の代替として, また FCAD 1000 相当材は, ブルドーザなどのキャタピラ受けアイドラなどの高周波焼入れ硬化処理なし製品の使用例もある。

エンジンからの排ガス経路に使用されるエキゾーストマニホールドやタービンハウジング類は排ガスの高

温化に伴い, 耐酸化性や耐熱性の要求が厳しく, 球状黒鉛鑄鉄材としては, 4 mass% Si と 1 mass% Mo レベルを含有する高 Si-Mo 材や Ni や Cr を数 10 mass% 含有するオーステナイト系材が主に使用されている。

### 7・9・2 工作機械

工作機械には, 多くの鑄物が使われている。鋼板を溶接したものやセメントによる工作機械もあるが, 振動吸収能と強度の観点から鑄鉄を用いることが多い。工作機械には摺(しゅう)動部に高周波焼入れをするもの, 張り物をするもの, 直接摺動させるものがある。高周波焼入れをするものは, 焼入れ部の硬度が重要であるため FC 350 以上の材質を用いることが多い。

工作機械では, 摺動部加工面の面品質が重要であるためミーハナイト鑄鉄など高品質の鑄鉄が要求される。図 7・267 に摺動部を鑄物と鋼材で複合化した例を示す。

電気・電子部品を加工する加工機の中には, 汚れを嫌うため鑄肌をめっきをして用いるものもあり, 鑄肌へのめっきのりが問題となっている。また, 加工精度を上げるため低熱膨張鑄鉄を用いることもある。

加工対象の変化, NC 化, 仕上げレス化, 高速・高精度化により, 工作機械における鑄鉄への要求品質は多様化している。表 7・68 に工作機械部品の代表的な標準組成と用途を示す。

### 7・9・3 大物産業機械

大物産業機械には, 印刷機械・発電機械・射出成形機・キャスク・プレス金型・油空気圧機械などがある。射出成形機や油空気圧機械などは, ひげ巣が問題となる。このため, 押湯を施工してひげを防止するが, 無押湯方案を採用することが多くなっている。また, あらかじめパイプを鑄ぐるむことなども行われている。

### 7・9・4 大型厚肉球状黒鉛鑄鉄品

ほぼ同等の機械的性質, 短工期, 低コスト, 軽量などの利点を有することから, 大型厚肉球状黒鉛鑄鉄の用途は, 近年, 鑄鋼の代替材として確実に増加している。さらに, 凝固メカニズムの解明が進展したこと<sup>2)</sup>, 以下に示す周辺技術の向上したことにより, いっそうの拍車がかかっている。

- (1) 凝固シミュレーションによるひげ巣などの欠陥防止及び実体強度の保証
- (2) 大型電気炉による大量溶解

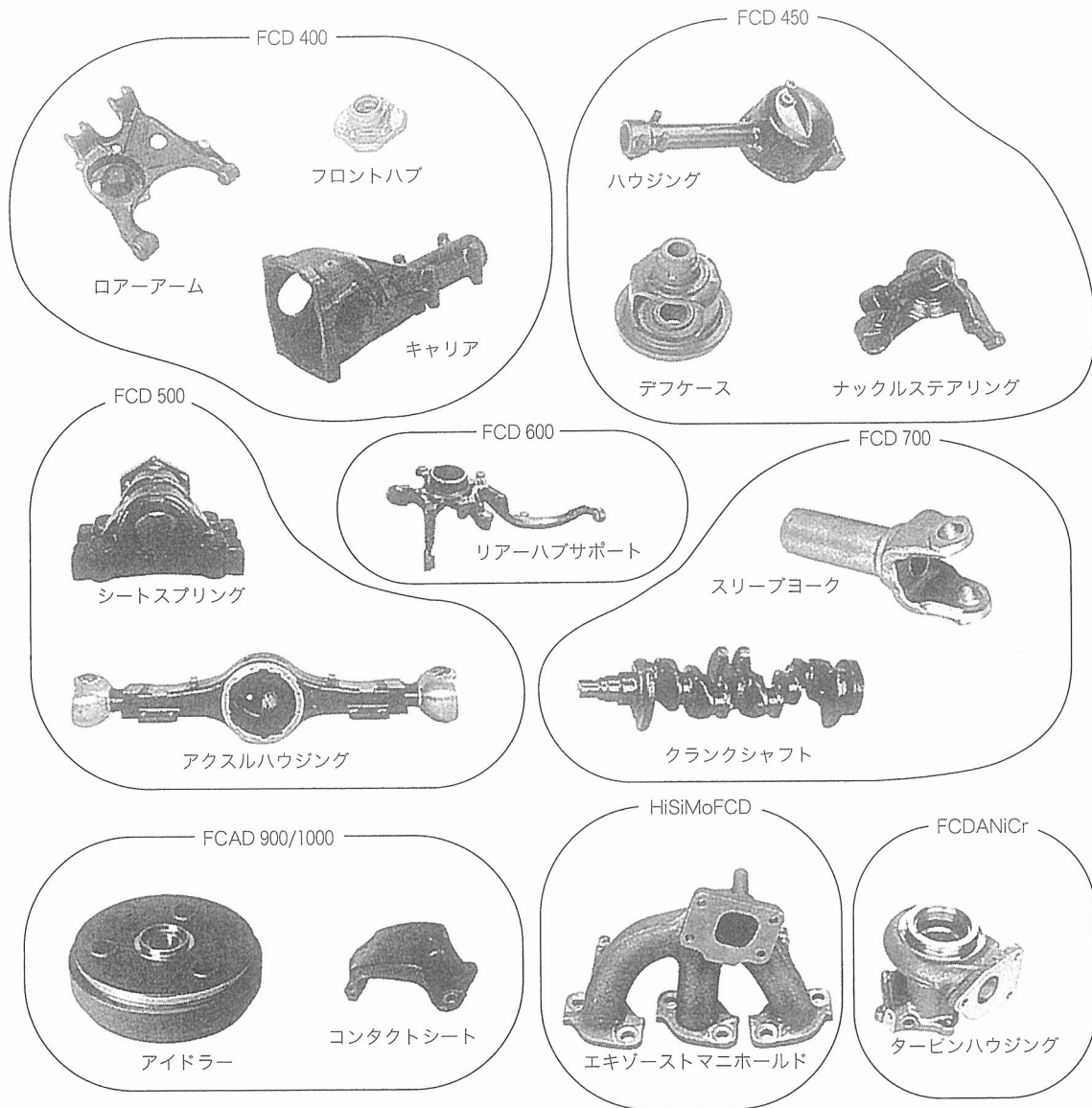


図 7・266 自動車における球状黒鉛鑄鉄製品の使用例

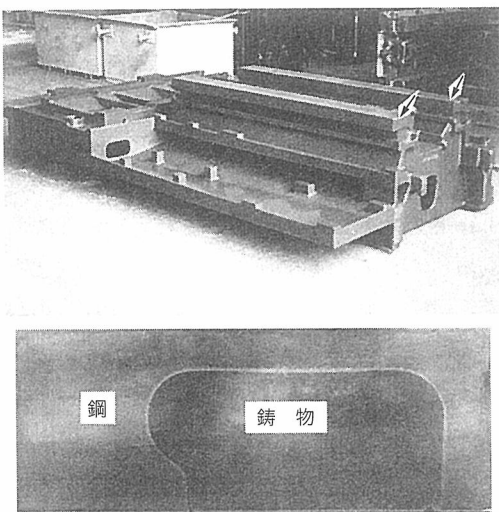


図 7・267 摺動部を複合化した鑄鉄製工作機

- (3) 機器による鋼くず中不純物の迅速分析
- (4) フラン・プロセスなどによる高強度鑄型
- (5) 超音波探傷試験による内部品質評価
- (6) 構造・補修溶接技術

最も用途の拡大が積極的に行われている国は、ドイツである。1980年代には、すでに、大型厚肉品の製造事例並びにエンジニアリングデータ集が製本されている<sup>2-3)</sup>。GIFA 99(国際鑄物見本市、於ドイツ)<sup>4)</sup>においても、展示された大型厚肉鑄造品12品の内、球状黒鉛鑄鉄が10品を占めている。製造実績があり、定着の兆しのある製品事例を表7・69に示す<sup>2,3,5-13)</sup>。

大型厚肉鑄鋼は、球状黒鉛鑄鉄で代替不可能な分野でのみの適用となり、今後、ますます特殊分野への用途に限定されていくものと思われる。これにより、大型厚肉球状黒鉛鑄鉄は、鑄鋼の代替材として今後ますます生産量が増加するものと思われる。

表 7・68 工作機械部品の標準組成例

規格	C %	Si %	Mn %	P %	S %	用途例
FC 200	3.4~3.6	1.7~2.2	0.5~0.8	0.13 以下	0.13 以下	ギアボックス・カバー・フレーム・その他小物 肉薄物 20 mm 以下・硬度 HB 140~220
FC 250	3.2~3.4	1.6~2.0	0.6~0.8	0.13 以下	0.13 以下	小型・中型工作機械・肉厚 20~30 mm・ベッド・テ ーブル・コラム・高周波焼入れなし
FC 300	3.0~3.3	1.5~1.8	0.7~0.9	0.13 以下	0.13 以下	肉厚大物・焼入れなしで摺動あり・摺動部硬さ HB 170~230・焼入れ硬さ HRC 40~48
FC 350	3.0~3.3	1.5~1.8	0.7~1.0	0.13 以下	0.13 以下	肉厚大物品・高周波焼入れあり・焼入れ硬さ HRC 45~58・摺動部硬度 HB 180~235
	Cu 0.4~0.8(その他 Cr 0.2~0.4・Sb 0.01~0.2 など)					

### 7・9・5 破碎・粉砕機と耐摩耗鋳造品

#### a. 破碎・粉砕機

破碎・粉砕機は主に鉱物用として古くから建築骨材の生産に用いられている。一般の産業用としても石炭や石灰などの破碎，粉砕，粒径調整用，ハンドリングを考えた金属スクラップの破碎，都市ごみの破碎・減容化，コンクリートやアスファルトなどからの路盤骨材のリサイクル用などに欠かせない機械となっている<sup>14)</sup>。

これらの機械は対象物を圧縮，せん断，打撃，衝突（反発），かみ込み，切断，摩擦作用を組み合わせて破碎，粉砕する構造であり，破碎，粉砕するための歯に相当する部分が必ず機械構造の中にあり，この部分に多くの耐摩耗用の鋳造品が使用されている<sup>15)</sup>。表 7・70 に耐摩耗用鋳造材料と代表的な部品名を示す<sup>16)</sup>。

#### b. 破碎機と摩耗部品

骨材製造プラントでは多くの破碎機が使用されており，主に圧縮式破碎機と衝撃式破碎機に分けられる。圧縮式破碎機として代表的なものにジョークラッシャとコーンクラッシャがある。これらは動歯と固定歯とで形成された破碎室に投入された原料を圧縮破碎する構造であり，過酷な条件の一次又は二次クラッシャとして使用される。そのため動歯・固定歯が受ける力も大きく，一般に衝撃に対して強い高マンガン鋳鋼が使用されている<sup>17)</sup>。

衝撃式破碎機としてはインペラブレーカなどがあり，骨材製造プラントでは二次又は三次クラッシャとして多く使用されている。図 7・268 にその断面構造を示す。供給口から投入された原料は，高速で回転しているロータに取り付いている打撃板により衝撃力を受け破碎が行われる。さらにロータの接線方向に飛んだ原料は前部衝突板に衝突し第二段の破碎が行われる。次にはね返った原料と打撃板によりはね上げられた原料とが空中において衝突し，第三段の破碎が行わ

れる。これらの作用を繰り返し，所定の粒度となり下部に排出される構造である。

インペラブレーカは機械の内部全体が破碎室を形成しているため，多くの耐摩耗鋳造部品が使用される。図 7・268 に示した打撃板，前部・後部衝突板やロータ周辺のライナ，ケーシングライナなどはすべて耐摩耗用の鋳造品である。部品の重量は数 kg から数百 kg であり，中でも重要な打撃板（図 7・269）には高クロム鋳鉄が多く使用されている。

#### c. 粉砕機と摩耗部品

粉砕機の中でミクロン単位の粉砕をするにはボールミルが，ミリ単位の粉砕をするにはロッドミルが利用される。構造は比較的簡単であり円筒内部にボールやロッド棒を入れ，片側の供給口から原料を投入し，円筒を回転させることによりボールやロッド棒どうしの衝突により内部で原料を粉砕し，供給口とは反対側についている目板を通過して製品を排出する構造である。ここで使用される耐摩耗鋳造部品はシェルライナ，目板，トラニオン裏板及びボールであり，セメント粉砕用のボールミルには高クロム鋳鋼，高クロム鋳鉄が，製砂用のロッドミルには高マンガン鋳鋼が多く利用される。鋳物の重量は 200 kg 程度までのものが多い。

縦型ミルは他の構造の粉砕機に比べ粉砕効率に優れるため，セメント原料を始めとし石炭や鉱物の粉砕用に広く用いられている粉砕機である。図 7・270 にその構造を示す。ローラ又はタイヤと呼ばれる粉砕ローラが 3~4 個機内に配置され下部のテーブルが回転することにより，ローラとテーブルライナとのすきまに原料をかみ込み粉砕する構造である。原料は上部から供給され粉砕された粉は下部から供給されるエアとともに上部に排出される。

ローラとテーブルライナにはニハード鋳鉄や高クロム鋳鉄が多く使用されているが，一部大型の機械や使用条件の過酷な機械では低合金鋳鋼や高マンガン鋳鋼

表 7・69 大型厚肉球状黒鉛鑄鉄の製品事例

用途	材質	品名	概略寸法(mm)	重量(T)	最大肉厚(mm)
産業機械器具	FCD 400	FP用メインスリーブ プラテン類	φ 2 150×H 1 790 例えば,	23.5	360
	FCD 450	IM用 } (ダイプレート) DC用 }	L 3 200×W 3 000×H 1 150	35.8	245
	FCD 450		L 3 650×W 3 300×H 1 300	49.5	1 300
	FCD 450	DC用シリンダプラテン	L 2 600×W 1 800×H 1 950	16.7	290
	FCD 450	EP用エンドプラテン	L 2 700×W 2 200×H 1 150	25.1	270
	FCD 600	型締めシリンダ	L 1 100×W 1 100×H 1 600	2.5	100
	FCD 500	金型ホルダ	L 1 000×W 900×H 330	1.4	190
	FCD 500	プレス用ラム	φ 880×L 3 300	7.0	220
	GGG 40	EPプレスフレーム	L 6 800×W 2 000×H 2 500	250.0	—
	GGG 40	IM用, DC用油圧マニホールド	L 1 350×W 1 020×H 950	10.0	950
	GGG 40	FP用可動プラテン	L 6 800×W 2 000×H 2 500	187.5	—
	GGG 40	粉末プレス用フレーム	L— ×W— ×H—	16.0	—
	GGG 60	油圧多段プレス用テーブル	L 4 000×W 3 000×H 1 000	72.0	—
	GGG 40	キールプレス用スタンド	L 5 100×W 4 700×H 2 800	96.7	—
	GGG 40	キールプレス用ホール	L 2 350×W 1 360×H 2 750	22.2	—
	GGG 40.3	リング鍛造プレス用スタンド	L 3 800×W 300×H 1 1300	165.0	450
	GGG 70	鍛造用エキセントリック	φ 2 020×H 1 500	4.9	—
	GGG 40	スピンドルプレス用スタンド	L 4 780×W 3 000×H 1 320	51.8	—
	GGG 40.3	スタンドプレス用枠	L— ×W— ×H—	6.0	—
	GGG 40	鍛造用アンビル	L 5 500×W 3 150×H 2 300	165.0	—
	GGG 40	鍛造用水圧シリンダ付クロスヘッド	L 6 090×W 1 720×H 2 920	76.0	—
	GGG-Ni 22	コンプレッサ・ハウジング	L— ×W— ×H—	11.2	—
	GGG-NiMn 23 4	コンプレッサ・シリンダ	L— ×W— ×H—	1.7	—
FCD 700	製紙用ロール	φ 1 200×L 2 469	—	40	
土木建設・鉱山機械	GGG-NiCrNb 20 2	ポンプハウジング	φ— ×H—	7.8	—
	GGG-NiCr 20 2	ポンプ用インプラ	φ 1 500×H—	7.1	—
	GGG-NiCr 20 2	ポンプ用インプラ	φ 3 660×H—	25.0	—
	GGG-NiCrNb	海水ポンプ・ケーシング類	φ— ×H—	0.9~6.1	—
	FCD 450	ミル用テーブル	φ 6 500×H 2 500	110.0	450
	GGG 40	ミル用テーブル	φ 6 320×H 2 820	188.0	500
	FCD 500	ミル用ローラボス	φ 980×H 690	1.5	300
	FCD 400	ミル用リングシート	φ 3 220×H 400	5.5	120
	GGG 70	キルン用ガスギヤ	φ 5 080×H—	15.0	—
	FCD 400	橋梁用フィンガ	L 3 300×W 2 000×H 200	6.9	240
		ポンプハウジング	L 3 450×W 1 950×H 2 790	7.7+3.4	—
	GGG 60	キルン用タイヤ	φ 6 800×H—	25.0	—
	GGG 50	クラッシャ部品一式	φ 3 900×H 6 050(4個分)	52.3	—
	GGG 70	キルン用ガスギヤ	φ 7 130×H 800	19.6(半割)	—
		遊星減速機用キャリア	φ— ×H—	11.4	—
	GGG 60	破碎ミル用ヨーク	φ 4 700×H 1 940	46.0	RT要
	GGG 40	破碎ミル用テーブル	φ 4 870×H 1 750	54.0	—
	GGG 50	破碎ミル用トラニオン	φ 3 600×H 1 520	19.3	—
	金属工作・加工機械	GGG 40.3	中ぐり盤用シャフトハウジング	L 4 780×W 2 800×H 1 180	9.2
GGG 60		フライス盤用テーブル	L 6 000×W 5 000×H—	72.7	—
GGG 70		大型工作機械用ベッド	L 5 200×W 800×H 800	9.4	—
GGG 60		大型工作機械用横梁	L 9 000×W 1 730×H 1 100	32.7	—
GGG 60		大型工作機械用テーブル	L 7 590×W 1 900×H 450	33.0	—
GGG 60		フライス盤用入替えテーブル	L 9 500×W 1 700×H 1 100	45.0	—
GGG 60		旋盤用テーブル	φ 6 000×H 1 100	42.5	—
GGG 50		ミルヘッド用1/4セグメント	L— ×W— ×H—	70.0	≒200
GGG-NiMn 13 7		加工機械用ベッド	L— ×W 750×H 675	4.8	—
FCD 400		フェーシング用ワーク定盤	L 4 350×W 800×H 300	6.5	200
ロール, 鑄型, 鑄型定盤	GGG-	溝付きロール	φ 380×L 650	0.7	φ 380
	GGG-	鋼塊用金型及び定盤	L— ×W— ×H—	15.0	—
		鋼塊用金型及び定盤	L— ×W— ×H—	27.7	—
		鋼塊用金型及び定盤	L— ×W— ×H—	30.6	—
	FCD 500	鋼塊用金型	L 740×W 740×H 1 800	2.7	170
	FCD 450	定盤	L 3 350×W 2 530×H 170	4.2	110

電気機械	GGG 40 Mo	GT 用タービンケーシング	R 2 300×L 3 000	18.7	220
	GGG 40	GT 用コンプレッサケーシング	R 1 720×L 2 500	20.2	160
	GGG 40 Mo	GT 用コンプレッサディフューザ	R 1 800×L 1 200	3.7	100
	GGG 40	GT 用インレットケーシング	R 2 400×L 1 700	24.0	175
	GGG 40 Mo	GT 用コンバスタケーシング	R 2 300×L 2 300	15.8	200
	GGG 40-SiMo 3.08	GT 用コンプレッサベーンキャリア	R 1 550×L 1 400	4.3	120
	FCD 400	発電機用ステータ押え板	φ 3 550×H 320	5.0	100
	FCDA-NiMn 13 7	発電機用ステータ押え板	φ 3 150×H 400	7.0	130
	GGG 50	電極リング	φ 4 350×H 2 200	55.1	—
	GGG 42	ST 用ブレードキャリア	φ 3 860×H 2 740	18.4	—
	GGG-Ni 22	発電機用ステータ押え板	φ 2 900×H—	8.2	—
	GGG-NiMn 13 7	リアクタシエル用セグメント	L— ×W— ×H—	10.3/個	—
	GGG 40	リアクタシエル	φ 4 000×H 480	330(6個)	—
	船舶用	FCD 450	V 16 クランクケース	L 7 450×W 3 100×H 2 700	71.0
GGG 40		V 18 シリンダハウジング	L 11 150×W 2 600×H 2 460	87.0	—
その他	GGG-Si 4	スラグポット	22 m <sup>3</sup>	33.5	—
	GGG-	スラグポット	φ 2 500×H 2 950(8 m <sup>3</sup> )	15.0	—
	GGG 40	FRP 製造用ドーム	φ— × H—	12.0	—
	GGG 40	天体アンテナ・ラミネートフォーム製造用金型	φ— × H—	17.1	—
	GGG 40	送風機用ボス	φ 2 010×H 460	3.2	—
	GGG 40	核廃棄物輸送・貯蔵容器	φ 2 500×L 5 000	76.0	—
	GGG 40	製鉄用水冷パネル	L 2 530×W 1 140×H 140	1.5	—
	FCD 400	タンディッシュ・カバー	L 1 500×W 1 300×H 200	1.2	120
	FCD 450	炉口金物	L 3 000×W 810×H 500	2.3	120
	FCD 450	スティーブ・クーラ	L 2 100×W 800×H 270	2.4	240
	FCD 600	オートプレス側板	L 2 040×W 1 070×H 200	1.7	200

表 7・70 耐摩耗用の鑄造材料と代表的な部品名

鑄造材料	使用される機械	部 品 名
高クロム鑄鉄	インペラブレーカ ボールミル 縦形ミル	打撃板, ケーシングライナ, 先端ライナ シェルライナ, ボール, トラニオンライナ, 目板 ローラ(タイヤ), テーブルライナ
高クロム鑄鋼	ボールミル ラピッドドライヤ	シェルライナ 攪拌羽根
高マンガン鑄鋼	ジョークラッシャ コーンクラッシャ インペラブレーカ ロッドミル	動歯, 固定歯, チークプレート コーンケーブ, マントル 衝突板 シェルライナ
低合金鑄鋼	インペラブレーカ ボールミル シュレツダ	打撃板, ケーシングライナ シェルライナ, 目板 ハンマ, ケーシングライナ

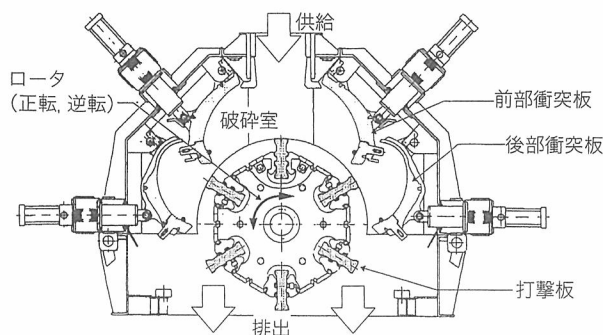


図 7・268 衝撃式破砕機(インペラブレーカ)の構造



図 7・269 打撃板(高クロム鑄鉄)

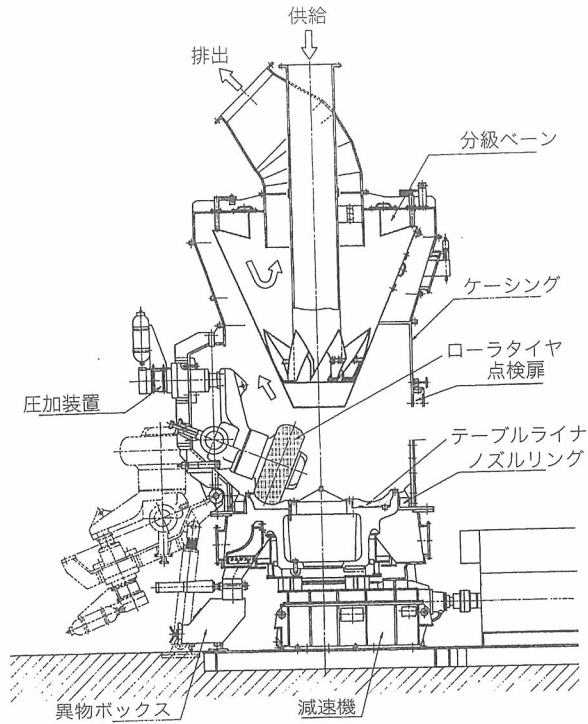


図 7・270 縦型ミルの構造

系の材料が使用されることもある<sup>18)</sup>。これら部品の重量は小さいものでは 100 kg 程度、大きいものは 10 トン以上とかなりの差があるが、1 トン～数トン程度の

ものが多く製造されている。

## 文 献

- 1) 大城桂作, 糸藤春喜: 鑄造工学 69(1997)11, 958-959
- 2) O. Nickel: Konstruieren+giessen 9 (1984) 4
- 3) K. Hachenberg, et al.: Konstruieren+giessen 13 (1988) 1
- 4) 近藤展啓ほか: 鑄造工学 71(1999)9, 652-663
- 5) A. Munnich: Konstruieren+giessen 9 (1984) 1, 4-13
- 6) Sulzer 社カタログ(1989)
- 7) W. Siempelkamp: Konstruieren+giessen 16 (1991) 4, 28-29
- 8) K. Rohrig: Konstruieren+giessen 18 (1993) 3
- 9) D. B. Wolters: Giesserei 86 (1999) 1, 46-53
- 10) H. Itofuji: "Application of the Site Theory on the Quality Control of Heavy Section Spheroidal Graphite Cast Iron", Keith D. Millis World Symposium on Ductile Iron, Hilton Head Is., SC (1993)
- 11) 技術エイトマン「超大型クランクケースの製造管理」66 (1994)7, 542-545
- 12) 日本強靱鑄鉄協会; 「日機連 2 標準化-15」「日機連 3 標準化-10」「日機連 4 標準化-21」(1990-1992)
- 13) その他, 国内メーカー実績
- 14) 尾崎弘憲, 田村朗: 川崎重工技報 100(1988)18
- 15) 田村朗, 尾崎弘憲: 鑄造工学 68(1996)1135
- 16) 大岸秀之, 苧野兵衛, 田村朗, 野見山文博, 森司: 川崎重工技報 121(1994)1
- 17) 鑄鋼の生産技術, 素形材センター(1996)485
- 18) G. Brüssow: Aufbereitungs-Technik 10 (1979) 573



鑄造工学便覧

---

平成14年1月31日発行

2002

編者 社団法人 日本鑄造工学会

発行者 村田 誠 四 郎

発行所 丸善株式会社

出版事業部

〒103-8245 東京都中央区日本橋二丁目3番10号

編集部 電話(03)3272-0512/FAX(03)3272-0527

営業部 電話(03)3272-0521/FAX(03)3272-0693

<http://pub.maruzen.co.jp/>

郵便振替口座 00170-5-5

---

© 社団法人 日本鑄造工学会, 2002

---

組版印刷・中央印刷株式会社/製本・株式会社 松岳社

---

ISBN 4-621-04953-4 C 3057

Printed in Japan

本書の複製権・翻訳権・上映権・譲渡権・公衆送信権(送信可能化権を含む)は丸善(株)が保有します。

**JCLS** <(株)日本著作出版権管理システム委託出版物>

本書の無断複写は著作権法上での例外を除き、禁じられています。複写される場合は、そのつど事前に(株)日本著作出版権管理システム(電話03-3817-5670, FAX03-3815-8199, E-mail: info@jcls.co.jp)の許諾を得てください。