

Table 1. Chemical composition of specimens.

%	C	Si	Mn	P	S	Mg
Nodular graphite cast iron	3.36	3.03	0.60	0.027	0.008	0.014
Flake graphite cast iron	3.01	3.03	0.60	0.027	0.012	—

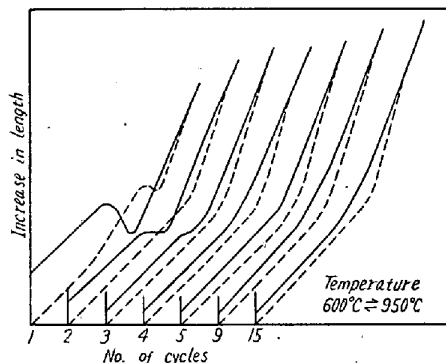


Fig. 3. Dilatometer curve of a nodular graphite cast iron.

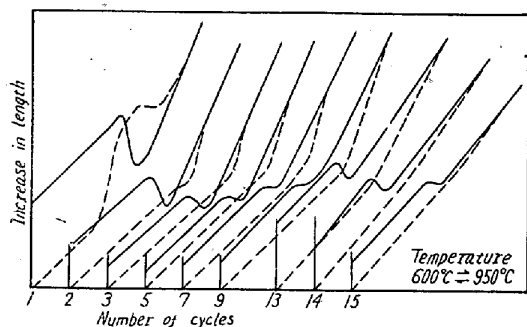


Fig. 4. Dilatometer curves of a flake graphite cast iron.

うだけ matrix 中で析出膨脹したと考えなければならない。この温度範囲では、黒鉛から matrix への炭素移動による porosity の発生は問題にならない。

III. 実際の鑄鉄の熱膨脹曲線

不可逆的变化のあらわれる鑄鉄の熱膨脹曲線の形状と変化に関する理解は、生長機構についての考え方によって異なっている。これまでの研究では酸化、黒鉛化あるいは亀裂の発生などによって説明しているが、それだけでは説明し得ない現象がある。その典型的な一例が球状黒鉛鑄鉄の熱膨脹曲線である。

Fig. 3, Fig. 4 は球状黒鉛鑄鉄と、これを再溶解した片状黒鉛鑄鉄の熱膨脹曲線である。Table 1 に示す化学成分の鑄鉄を本多式熱膨脹測定装置により真空中で加熱した結果である。空気中の加熱においてもほぼ同じ変化が生じた。

変態域における収縮、膨脹の消失が、亀裂の発生あるいは酸化、脱炭による変質が原因であるとすれば、これらの現象に対して恐らく抵抗が大である球状黒鉛鑄鉄の

挙動は例外でなければならない。前述の考え方にしたがえば、球状黒鉛鑄鉄は直接変態によるフェライト化の傾向が強く、見掛けの体積変化が行なわれることになり、矛盾なくこれを理解することができる。

また、球状黒鉛鑄鉄は変態以上の温度で大なる熱膨脹率を示すが、これもまた見掛けの体積変化にしたがうことを意味するものである。（他の実例については省略する。）

IV. 結 言

鑄鉄の熱膨脹曲線には鋼と異なつたいろいろの変化があらわれる。それは不可逆膨脹との関連から考察されているが、必ずしも満足すべき説明は与えられていない。黒鉛と matrix との間の炭素移動による porosity の発生を考えた結果は、体積変化にあらわれる鑄鉄特有の傾向に一致した。これは、実験から導いた黒鉛の溶解再析出にともなう不可逆現象が生長であるという概念を支持するものである。

(121) 鑄鉄薄板の特性

(鑄鉄の直接圧延法の研究—II)

早稲田大学鑄物研究所

工博 塩沢正一・草川隆次・工博○松浦佑次
Special Properties of Direct Rolling
Plate of Cast Iron.

(Direct rolling of cast Iron—II)

Dr. Shoichi Shiozawa, Takaji Kusakawa
and Dr. Yuji Matsuura.

I. 結 言

鑄鉄などの普通では塑性加工が難かしいと考えられる材料の直接圧延による薄板製作上の問題点は

- (1) 溶金の湯堰と注湯温度および直圧ロールの冷却能
- (2) ロール間隙における凝固と圧延作用
- (3) 直圧後の素板の熱処理
- (4) 素板の熱延および冷延
- (5) 直圧材薄板の各種特性

などについての解析とこれらに基づく直圧作業条件の決定にある。当研究所で試作ならびに改造した直接圧延機

Table 1. Melting furnaces and pig iron

Melting furnaces	Pig iron	Addition	Chemical composition	
			C %	Si %
Cupola	Kamaishi pig iron 50% + Steel scrap 50%	—	3.09~3.12	1.8~2.1
Girod furnace	Kamaishi ductile pig iron	Ca-Si addition 3%	3.5~3.6	2.5~2.6
Héroult furnace	Kamaishi ductile pig iron 80% + Return scrap 20%	Ca-Si addition 1~4% Fe-Si alloy 0.5~4.8%	3.4~3.5 3.1~3.5	2.6~2.7 2.6~4.5

(DRM-3 型) の圧延特性に適合する作業条件に関する結果はすでに発表りしたごとくである。

今回の研究の目的はカルシウム球状黒鉛鑄鉄および高珪素カルシウム球状黒鉛鑄鉄の直接圧延作業条件と直圧材素板の熱処理ならびにこれら直圧材薄板の各種の特性を検討するにある。

II. 実験装置

1. 溶解

原料鉄の溶解には 10kg Girod 炉, 800kg キュポラおよび 1t Héroult 炉を用いて溶解し, カーバイト粉を窒素ガスにて熔湯に噴射し, 脱酸, 脱硫後, カルシウム・シリサイト添加剤を加えて球状化黒鉛鑄鉄の溶金を得たものである。

2. 原料鉄

使用した鉄鉄は Table 1 に示すもので溶解炉により若干異なるがほぼ同一のものである。溶剤として石灰石, 螢石を使用した。

3. 直接圧延機 (DRM-3 型)

改造した直接圧延機のロールは中空硬鋼鍛造管素材より溶接加工で構成したもので, 噴射水冷式のものである。

ロール直径 200 mm, ロール巾 200 mm, ロール表面に熱電対温度計を埋設し, スリップ・リングを経て起電力を引出し, 直流増巾器で増巾後ペン書きオシロに記録できる。

ロールの駆動は従来のものより強化して 5 馬力無段変速電動機を取付け, 10~120 r.p.m. の範囲に調節可

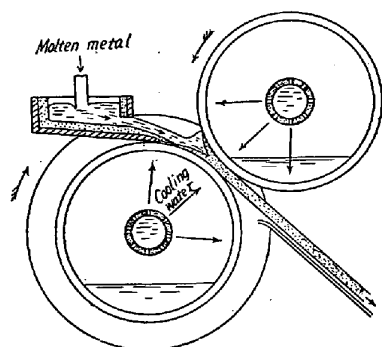


Fig. 1. Scheme of direct rolling.

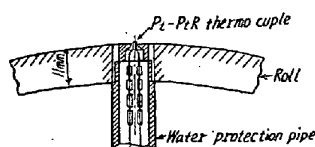


Fig. 2. Temperature-measuring device on the roll surface.

能である。

4. 板圧延機

直接圧延後の素板は黒鉛化焼なまし処理後熱延および冷延するが, ロール径 150 mm, ロール回転数 36.6 r.p.m. の 5 馬力圧延機を用いた。

III. 実験結果

1. 直接圧延の作業条件

- (1) 鑄込温度 1200°C
- (2) ロール回転数 20 r.p.m.
- (3) ロール間隙厚 0.8 mm
- (4) 冷却水量 10 l / mn 16°C
- (5) ロール塗型材 水懸濁性コロイダル・グラファイト

鑄込温度は 1220°C 以上では冷却凝固不能で, 低温側への偏差は差支えない。ロール回転数は 20 r.p.m. が最適で最低 15 最高 30 で不良傾向が顕著となる, 冷却水量は 5 l / mn に減ると不可である。

注湯口より溶金の流れは定常に浅く広く静かに流れることもまた必要で, この条件が満たされない場合は圧延は中断される。

2. フェライト化焼なまし

直接圧延によつて得た直圧素板は白鉄組織のため焼なまし箱に装填して 930°C 2 時間保持 720°C まで徐冷, あとは炉冷してフェライト化処理を行なう。

3. 熱延および冷延

熱延温度 900°C, 1 パス圧下率 5% を基準とし, 素板厚さ平均 1.1 mm より 0.5 mm 厚さまで圧下する。

冷延にて 1 パス圧下率 4% を基準とし, 素板より 0.6 mm 厚さまで圧下する。

4. 圧延後の機械的性質

熱延後炉冷した板および空冷した板, ならびに冷延した板の機械的性質を Table 2, 3 に示す。

この結果, 熱処理方法によつて高い引張強さと若干の伸びを有する良質の板材が得られる。エリクセン値もある程度有し, 絞り性の可能性も存在する。

5. 磁気的特性

高珪素カルシウム球状黒鉛鑄鉄薄板の磁気的特性を調

Table 2. Mechanical properties of direct rolling plates.

(Grade of plates A: very good, C: bad, B: good, D: very bad)

Exp. No.	Melting furnace	Pouring temp. °C	Grade of plates	Thick-ness on direct rolling mm	Thick-ness on hot rolling mm	Reduction %	Hot rolling at 900°C (Slow cooled)				Chemical composition		Remarks
							Tensile strength kg/mm ²	Elongation %	Erick-son mm	No. of folding	C %	Si %	
1~4	Cupola	1200	C or D	0.9~1.1									
5~11	Girod furnace	1190	C or D	0.8~1.0									
12~19	Hérout furnace	1220	C or D	0.8~1.0									
20	"	1220	B	0.85~0.89	0.59	29~33	41.0	4.6					Non solidification
21	"	1230	D										
22	"	1220	A										
23	"	1220	A	0.96~1.00	0.60	42~46	41.2	7.6					
24	"	1205	A	0.87~0.93	0.53	43~49	42.6	12.6	4.9	8	3.48	2.79	
25	"	1220	A										Non solidification
26	"	1210	A										
27	"	1240	D										
28	"	1170	D										
29	"	1210	A	0.88~0.99	0.54	40~43	42.4	9.4	4.3	10	3.72	2.26	
30	"	1215	A	1.13	0.59	48	47.1	7.4	4.5	10	3.66	2.35	Ca-Si alloy
31	"	1205	A	1.24~1.27	0.58	50~54	42.6	9.4	4.2	12	3.59	2.49	Fe-Si "
32	"	1200	A	1.01	0.55	46	37.5	1.4	3.1	2	3.54	2.58	Ca-Si "
33	"	1180	A	1.37	0.59	57	45.3	1.0	2.9	4	3.10	4.02	Ca-Si "
34	"	1200	A	1.28~1.30	0.56~0.6	45~54	56.8	0	1.5	1	3.03	4.49	Fe-Si "
35	"	1205	A	0.85~0.95	0.56	34	42.9	2.6	3.0	10	3.42	3.85	Ca-Si "

Table 3. Mechanical properties.

Exp. No.	Reduction %	Hot rolling (Air cooled)		Cold rolling	
		Tensile strength kg/mm ²	Elongation %	Tensile strength kg/mm ²	Elongation %
20	29~33	68.1	4.2	66.2	2
23	42~46	69.8	3.8	73.9	0.5
24	43~49	47.4	0	75.0	0.2
29	40~43			69.8	0.2
30	47~55	85.2	0	50.3	0
31	50~54	90.0	0	72.4	0.4
32	44~45	72.3	0	46.5	0
33	57	56.5	0	56.1	0
34	44~51	50.9	0		
35	34	51.2	0	76.3	0

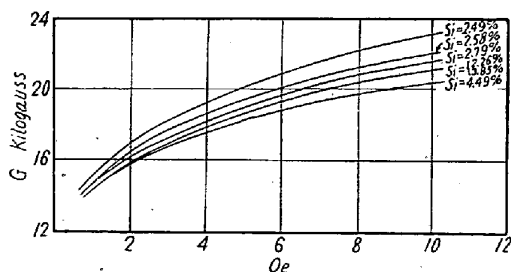


Fig. 3. B-H curves direct-rolled cast iron thin plates.

し、パリスチック法により、磁束密度を求めた結果を Fig. 3 に示す。Si=2.49% 材の最大磁束密度 $B=23300$ gauss で珪素鋼板の 25000 gauss より若干劣るが、熱延および熱処理方法により改善される見透しである。

IV. 結 言

カルシウム球状黒鉛鑄鉄を直接圧延により 1 mm 厚程度の直圧材素板を製作し、フェライト化熱処理後熱延および冷延を与えて 0.5 mm 厚の薄板を得る過程についての作業条件が判り、その薄板の機械的性質が優れたものであることを明らかにした。また磁気的特性についても試験片採取ならびに形状の点で比較することは欠点があると思うがその特性に期待がもてることが明らかである。

文 献

- 1) 鉄と鋼, 45, (1959), 3, p.275
- 2) 塑性と加工, 第1巻, 第2号, (1960), p. 99 ~106 頁

べるため、Si=2.26~4.49% の薄板 (直圧材をフェライト化熱処理後熱延し、さらに2次焼なましを行なった 0.5 mm 厚薄板)より 20 mm 巾 300 mm の試片を切出