

に増加し 0.3~0.6% になると流動性は逆に低下した。流動性が溶湯中のガスおよび介在物と密接な関係があり、このことから考えて Zr 0.1% 附近ではガス分析には明瞭にあらわれなかつたがガス量の減少を来したものと思われる。Zr 量が多い場合には生成した介在物が多く、溶湯からの離脱が困難なため流動性を阻害したものとおもわれる。

IV. 結 言

以上取鍋溶湯に Zr を 0.6% まで添加し諸実験を行なつた結果を要約すると次のようである。

- (1) 抗張力、抗折力は Zr 添加量が 0.05% で最高値を示し、Zr 無添加の鑄鉄より約 7~10% 高い値を得た。しかしながら Zr 量が 0.3% 以上では抗張力、抗折力いずれも低下した。
- (2) Zr 添加による脱窒効果は若干認められるが、脱酸作用は期待した程の効果は得られなかつたが、Zr 0.05~0.1% 添加によつて黒鉛の微細化、流動性の向上などから考えて脱酸効果も若干あるものと推定される。
- (3) 黒鉛の微細化現象と流動性の向上は Zr 0.05~0.1% 添加で明らかに認められた。

変形の状態は鑄型の重直断面では、長辺側が内側に突出して“つづみ状”を呈し、水平断面では“ひょうたん状”である弊社で3トン級の扁平鑄型に何等の対策を施さないでダクタイル化し、その変形状態を測定した結果を示すと Fig. 1 のごとくである。使用回数31回で型入となつたもので変形量の最大は、底部から700mm 高さの長辺に起こり、その位置で、短径は17mm 小さく長径は逆に3mm 大きく変形している。鋼塊は鑄型の内面形状によく似た“つづみ状”鋼塊となつて、冷却収縮した後においてもなお型拔が出来ない場合が起こる。この程度は鑄型の扁平度、鋼塊の高さ、鋼種や、型拔の時間、鑄型の材質によつても相当変化するが、一般に扁平度が大きい程、型拔時間が長い程、使用頻度の大きな程、材質が強靱である程度形量は大きい。含有炭素量が低くかつ基地のフェリチックな材質は、その応力-歪曲線が、鑄鋼のそれとよく似ているので、変形もいちじるしいことがわかつた。

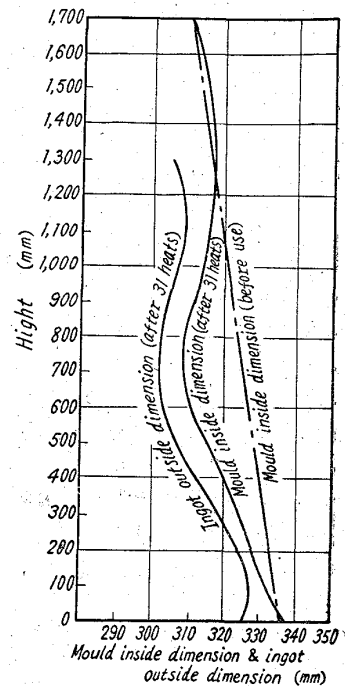


Fig. 1. Deformation of a 3t slab mould of ductile cast iron after 31 heats service.

III. 変形のマカニズム
ダクタイル鑄鉄の変形のマカニズムは、ダクタイルの伸びが普通鑄鉄の伸びの数倍以上もあることや、高温における機械的性質から説明できる。基地のフェリチックなもの程変形量が大きいこと、および変形量の20~50mm に対し、成長量は 0.2~0.3% (1~2mm) 迄であることからの変形のマカニズムを、成長で説明することは

Fig. 2. Tensile strength-temperature diagrams with various materials. The graph plots Tensile strength (kg/mm²) on the y-axis (0 to 60) against Temperature (°C) on the x-axis (0 to 700). Four curves are shown: 'Wild steel' (highest strength), 'Cast steel' (second highest), 'Ductile cast iron for ingot moulds' (third highest), and 'Cast iron for ingot moulds' (lowest strength). The ductile cast iron curve shows a peak around 300°C and then a gradual decline.

Fig. 2. Tensile strength-temperature diagrams with various materials.

669,131,7:621,746,393:620,192,5:539,37

(57) ダクタイル鑄鉄製鑄型の変形

防止法

久保田鉄工

工博 山下 章・尼木 敏雄
常田 修・長崎 克海

Prevention against Deformation of Ingot Moulds of Ductile Cast Iron.

Dr. Akira YAMASHITA, Toshio AMAKI, Osamu TSUNEDA and Katsumi NAGASAKI.

I. 結 言

ダクタイル鑄鉄は、機械的性質においては鑄鋼にも匹敵する強靱性を有し、耐熱性や耐成長性においても普通鑄鉄より相当優れている材質である。故に急熱急冷にもよく耐え、鋼塊用鑄型材質としてもきわめて優れていることが次第に明らかになつてきた。

二本立鑄型や角型、丸型および菊型鑄型においては、従来からの普通鑄鉄製のものより、ダクタイル鑄鉄製の鑄型の方が、鑄型の使用回数が高く、約 1.4~2.2 位の性能を示しつつあることも、次第にみとめられてきている。しかしながら、扁平型鑄型に対して、ダクタイル鑄鉄を実用化した事例は、数が少なく、ほとんどが鑄型の変形によつて使用に耐えなくなつてきている。諸外国でも、現在なお変形のいちじるしいために実用化の遅れている現状である。弊社では、全国鑄型需要の半分以上を占める扁平鑄型のダクタイル化の研究に着手し、実用上差し支えない程度に変形を抑制し得る方法を見出したので以下にその概要をのべる。

II. 変形量の実測例

形状や材質に特別の考慮を払わないで鑄造したダクタイル鑄鉄製鑄型は、低い使用回数で変形し、型抜き不能となるが、これは鑄鋼製鑄型が変形したのと同様である。

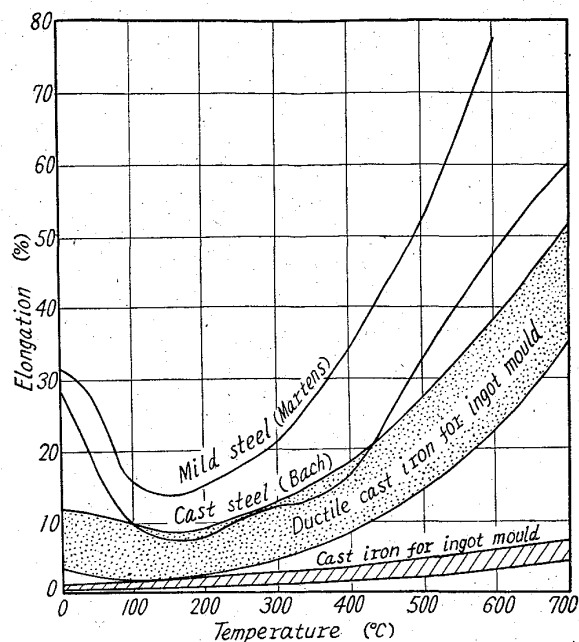


Fig. 3. Elongation-temperature diagrams on various materials.

困難である。

Fig. 2 は、普通鑄鉄とダクタイル鑄鉄および軟鋼の各温度における引張強度の比較を行なったものであり、Fig. 3 は同様に各温度における伸びの比較図である。

Fig. 2 より、ダクタイル鑄鉄の抗張力—温度曲線は軟鋼ときわめてよく似た傾向を示していることがわかる。また普通鑄鉄では、約 500°C 迄強度が低下しないのに、ダクタイル鑄鉄では 300°C 以上になると強度の低下がいちじるしい。扁平鑄型の長辺部は 600°C ~ 900°C の高温にさらされるため、比較的低温の隅、角や短辺の強度に比べて相当強度が弱くなる。一方伸びの方は、高温では低温よりもいちじるしく靱性をますので、変形は強度の低くて靱性の大きな長辺中央に主として集中する。しかも高温における変形は塑性変形であるので鋼塊が引抜かれても復元しない。

IV. 材質的変形防止法

ダクタイル鑄鉄と普通鑄鉄との組織上における最大の相違点は黒鉛が球状か片状かという事である。また軟鋼あるいは鑄鋼との相違点は、初晶の黒鉛の有無といえる。したがってダクタイル鑄鉄の組織を軟鋼あるいは鑄鋼の組織から遠ざけ、普通鑄鉄のそれに近づければ変形量を防止し得る筈である。勿論黒鉛の球状はあくまで保持しながら、その常温から高温にいたる機械的性質を制御す

ればよい。すなわちダクタイル鑄鉄としては比較的高炭素、低珪素、高マンガン系のものをえらび、基地も鑄放しでパーライト地となるようにする。黒鉛の形状も小さな黒鉛を多数均一に分布させ、パーライトも、安定剤を加えて、繰返し使用によつても分解の早くないようにすべきである。しかしながら、これにも限度があり、完全な全パーライト地のものや、セメントタイトの析出しているダクタイル鑄型は、所謂初期割れを起こすので注意すべきである。

V. 形状的変形防止法

鑄型の各部の温度が全く一樣であれば、変形は一樣に起こるために相対的な変形は起こらない。したがって形状は割れの発生しないことに注意しながら、鑄型の各部の温度分布をなるべく一樣ならしめるように設計する。

また、それにも限度があるので一番変形する部分に対しては、変形方向とは逆方向にあらかじめ変形代をつけて置くことである。すなわち、長辺短辺隅角の順に肉厚を薄くするだけでなく、長辺の最高加熱部を頂点として球面の一部を増肉して重点的に扱う。さらに鑄型内面のテーパを二段にするとか曲面を用いるとかして、変形代をつける。長辺に施した球面状の増肉は各部の温度を均一化し、長辺の変形を機械的にも抑制するのできわめて有効である。また内面形状に変形代をつければ変形量は倍増するが、鋼塊の重量の変化量は ±1% ~ 1.5% 前後にとどまるので、実用上は問題ない。

VI. ダクタイル鑄型の寿命延長率

現在までに得られた弊社のダクタイル鑄鉄製扁平鑄型の使用実績を、普通鑄鉄製鑄型と対比して Table 1 に示す。寿命延長率とはダクタイル鑄鉄製鑄型の平均寿命を普通鑄鉄製の平均寿命で除したものである。

また多数とあるのは 20 本以上の実績であり、材質にも形状にも変形防止策を施したものである。

ダクタイル鑄型は普通鑄鉄製鑄型に比して製造価格が 20 ~ 30% 高くなるが、寿命延長率から見れば十分採算の取れることは明らかである。

なお、ダクタイル鑄鉄製鑄型は耐クレーシング性にすぐれているので鋼塊の鑄肌の美しいものが得られるとの好評も得ており、寿命延長率の高いのと相俟つて鋼塊の品質と原価に対して大きく寄与する。

以上ダクタイル鑄鉄製鑄型の変形防止法を述べた。ダクタイル鑄鉄製鑄型の最大の弱点であつた変形を実用上さし支えない程度に防止することは可能となつた。扁平度 2.5 以下鋼塊重量 14t までの扁平鑄型は実験済みであり、リムド、キルド、セミキルド用鋼塊 20t 級まではダクタイル化可能と考えている。今後は、使用先の御

Table 1. Rate of increase in mould life with slab moulds of ductile cast iron.

Mould size	(Wide side length) / (Narrow side length) ratio	Number of test mould	Rate of increase in mould life	Remarks
5 t Slab	1.31	A large number	1.38	Rimmed steel
6 t "	1.56	"	1.71	" Semikilled steel
9 t "	1.10	"	1.93	Killed steel
13 t "	1.29	2	1.75	Rimmed steel
13 t "	2.33	11	2.02	" Semikilled steel
13 t "	1.17	3	1.84	" "
14 t "	1.55	3	1.37	" "

指導を押しつつ、特殊鋼用扁平鑄型の研究を推進する予定である。

669,15/26-196:669,014.6

(58) 高 Cr 鑄鉄の諸性質におよぼす成分の影響

(高 Cr 系合金の研究-I)

三菱造船研究部

宇都 善満・〇渡辺貞四郎

Effects of Alloying Elements on Properties of High-Chromium Iron. (Studies on high-chromium type alloys-I)

Yoshimitsu UTO and Teishirō WATANABE.

I. 緒 言

27~30% Cr 系合金は耐熱酸化性が優れるが、使用される個所によつてはさらに靱性強度を要求される。著者らは 27~30% Cr 系合金の靱性強度の向上を主目的とし耐酸化性、耐硫化性、高温膨脹永久歪などの諸性質におよぼす各種元素の影響を調べたが今回は C, N₂, Mn について検討したものを報告する。

II. 供 試 料

試料は 20 kVA の高周波電気炉で 10 kg 溶解後、30 mm φ × 300mm の試料に溶製し、鑄造のままと高温加熱の使用条件を考へて 1000°C × 5 h A.C. の熱処理を行なつたものを供試料とした。Table 1 にその化学成分を示す。Si 含有量の増加は靱性強度を低下させるため 1.0% Si 系に一定とした。

Cr-series は C の影響を調査する試料で基準成分とした。N₂-series は基準成分に N₂ 0.2% を添加した試料、Mn-series は Mn 4~6% を添加した試料である。

III. 試 験 結 果

1. 鑄造時の機械的性質 (Fig. 1)

Cr-series は C 含有量の増加とともに抗折破断荷重、

Table 1. Chemical composition of specimens.

Series	Chemical composition (%)				
	C	Si	Mn	Cr	N ₂
Cr	0.08	1.22	0.27	26.21	—
	0.38	1.12	0.31	27.77	—
	0.72	1.00	0.57	29.95	—
	1.61	1.10	0.45	28.34	—
	2.22	0.96	0.42	28.65	—
N ₂	0.11	0.94	0.30	27.60	0.28
	0.37	1.23	0.23	27.47	0.23
	0.76	1.07	0.29	27.68	0.25
	1.64	1.42	0.48	26.35	0.22
	2.22	0.96	0.42	28.65	0.30
Mn	0.11	1.31	3.30	25.63	—
	0.26	0.98	4.67	27.07	—
	0.67	0.97	4.45	26.99	—
	1.47	1.00	4.20	25.04	—
	2.10	0.95	4.25	25.38	—

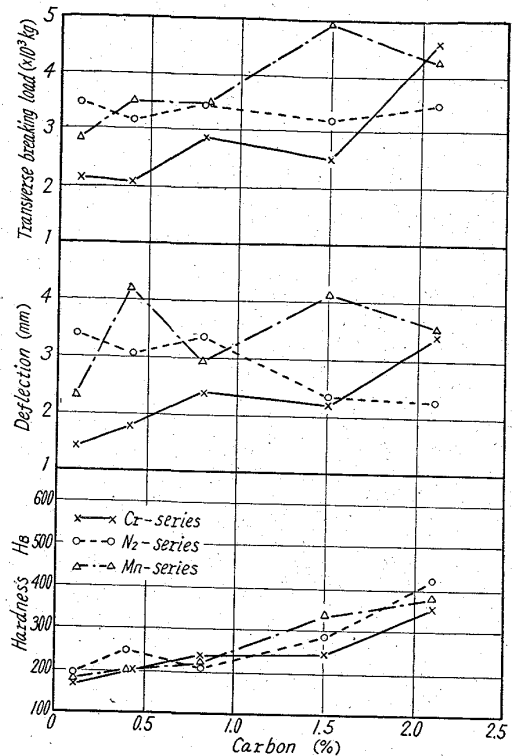


Fig. 1. Mechanical properties of several high-chromium type irons (as cast).

抗折荷重、硬度は増加傾向にある。すなわち、C含有量の低いほど組織的に初晶α相部が多く共晶(折)部の少ないほど強度が低いことになり、さらに溶湯凝固域が広がるために溶製条件(特に型込温度)の影響を受け易く、鑄造時の結晶粒度が粗大化し易いことも強度を低下させる一因となつている一方 2.1% C では初晶γ相系となり共晶(折)部の増加、結晶粒度および組織の微細化のため機械的性質は向上する。

Cr-series に N₂ を添加すると初晶α相系の場合にはオーステナイト生成元素として顕著に作用し見掛上の Cr 含有量の低下を促し、組織的に共晶(折)部の増加ならびに鑄造時結晶粒度の微細化により機械的性質を向上させる。この N₂ 添加の影響は、C含有量の低いほど顕著に現われ高炭素になるほどその効果はみられない。C 1.5% 以上では組織的にいちじるい変化がみられなかつたことによるものと思われる。

Cr-series に Mn を添加すると N₂ の場合と同様に Cr-series の機械的性質を向上させる。すなわち初晶α相系においてその影響はいちじるしいが、初晶γ相系においては Mn 添加による影響が認められない。組織的には Cr-series と変化なく、したがつて Cr-series に対する Mn の作用は N₂ と異なりマトリックスへの固溶により強度を非常に向上させることが判る。

2. 熱処理後の機械的性質 (Fig. 2)

高温に加熱冷却される場合を考へて 1000°C × 5 h A.C. の熱処理後常温にて機械的性質を試験した。

Cr-series には C 含有量の低い場合には α ⇌ γ 変態を起こさないために熱処理を行なつても機械的性質の変化はいちじるしくないが、C含有量が高くなり 1.5% C, 2.1% C になると α ⇌ γ 変態の組織変化により硬化