

# ロストワックス法による精密鑄造部品の精度に関する研究

金属科 吉浦 洋之

## 1. はじめに

我国の基幹産業である鑄造業界も産業界の変革から精密鑄造部品が飛躍的に生産量が增大しつつあり、同時に自動車、自転車、マシン及び一般産業機械分野でロストワックス鑄造品はますます拡大傾向にある。

このロストワックスによる精密鑄造品は、セラミックスを用いた鑄型で強度が高く、従来の鑄造法とは根本的に異なった手法であり、機械加工の困難な形状及び精度の要求される部品等は、この方法によって製作されている。特に難切削材で複雑形状品を集積一体化構造で製造することが可能であるため、機械加工数の節減や多数個部品を一体とした鑄造ができることによりコストダウンが図られている。

そこで、精密鑄造品の寸法精度について肉厚差による面引け及び変形を主体とした階段型、金型及び鑄型の拘束を主体としたコの字型及び溝付き十字型と特殊ツメ型についてそれぞれ試作し、検討したので報告する。

## 2. 適性条件の要因と選定

精密鑄造品は鑄放して寸法精度が2/100~5/100に鑄造できるといわれているが、方案から鑄込みまでの管理が十分でないと満足な数値は期待できない。

その中で設計段階での検討が重要であり、鑄物の形状、方案の検討、ワックスツリーの組立(脱ロー時を考慮)、更には鑄型材の選定及びその温度と湿度の関係等から膨脹、収縮を考慮した金型の設計が重要なポイントとなる。

そのため、膨脹、収縮を考慮した材質には、熱伝導性がよく放熱性のよいアルミ材の金型模型を用い、ワックスにも膨脹、収縮の少ない材質を選定する必要がある。更に、鑄型強度を左右するコロイダルシリカとスタッコ材、ジルコンフラワー等の選定も重要となってくる。この様な材料は恒温、恒湿の部屋でコントロールする必要があり、膨脹、収縮の少ない管理をすることによって高精度な精密鑄造品を製造することが可能となる。図1には適性条件の選定と要因について示す。

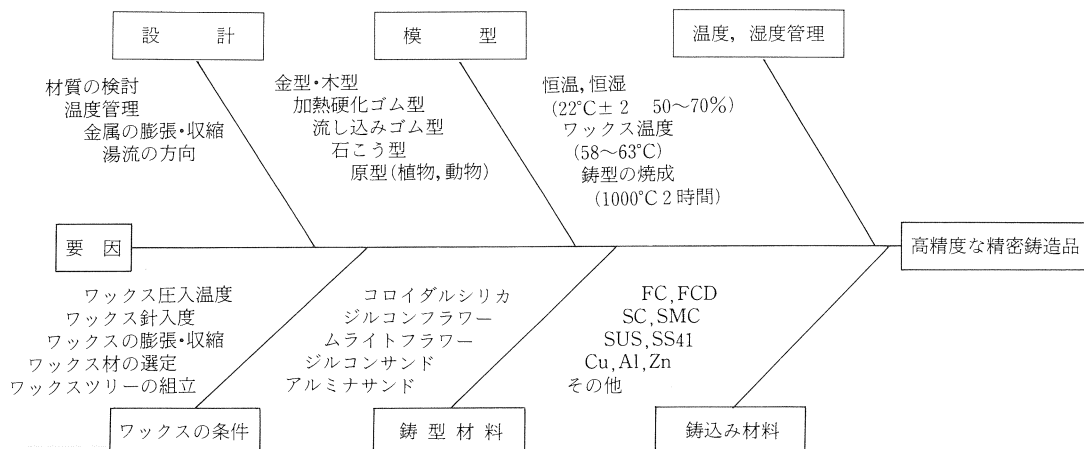


図1 精密鑄造法による適性条件の要因と選定

3. 実験方法

(1) ロストワックス鑄造工程

ロストワックス法は水溶性コロイダルシリカをバインダーとして用いる場合と水に不溶のエチルシリケートをバインダーとして用いる場合の2通りに大きく分類され、取扱易さの面から前者で実験を試みた。

ロストワックス精密鑄造法は、金型を使用して精度の高いワックス模型を製作するため、機械加工による金型の製作が最も重要な要素となる。

金型に圧入されたワックスは、型締圧力、射出圧力、ワックス温度及びワックスの材質によって収縮及びワックス肌の影響は大きく異なる。従ってこれ等の諸条件を満足する設定が必要である。更に、鑄

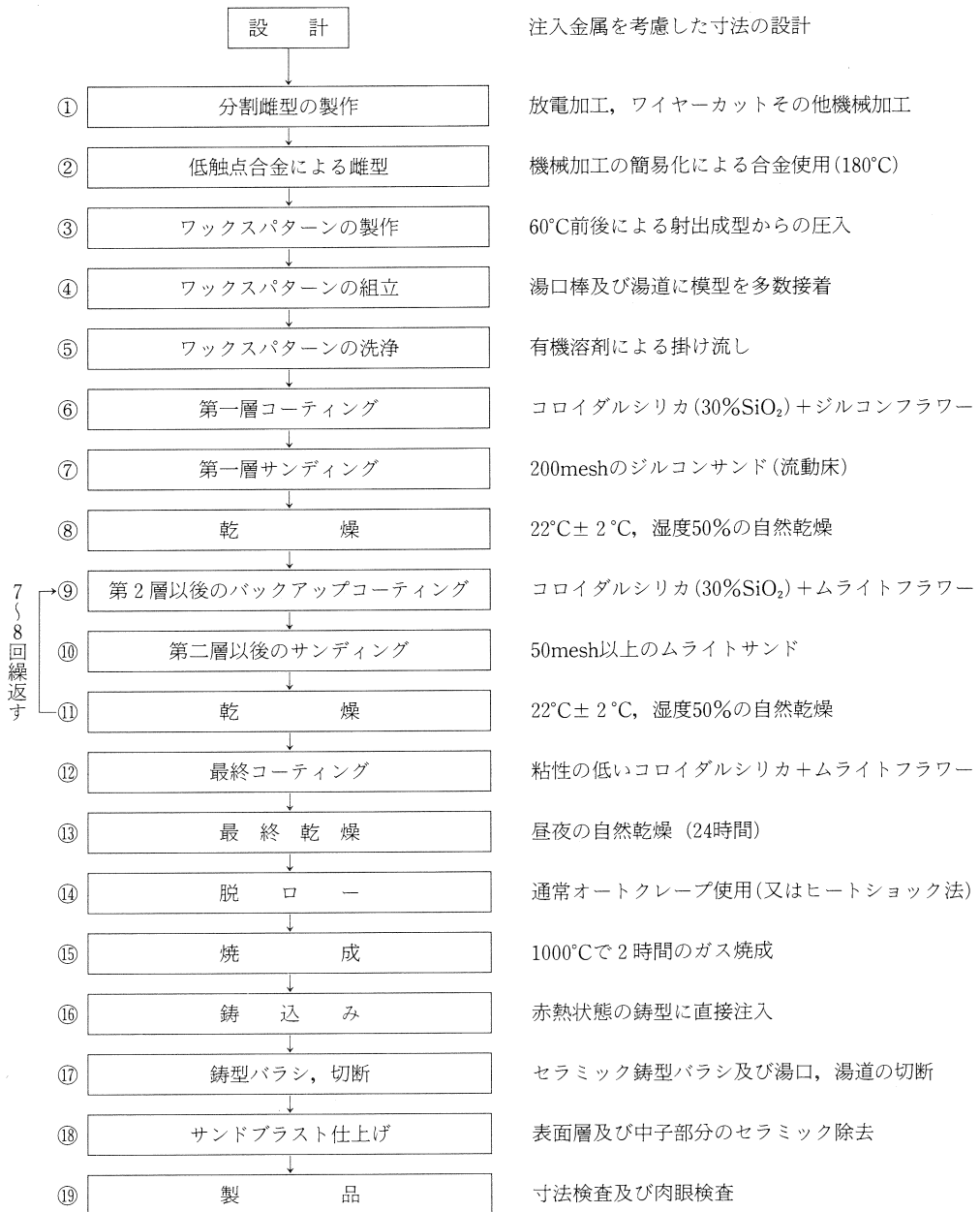


図2 ロストワックス鑄造法のフローチャート及びその用途

型に用いるバインダーの種類、スタッコ材の種類及び粒度等が鋳型の強度に影響を及ぼすため、適正なる成形条件を定めるには、コーティング層の回数、コーティング層の厚さ、乾燥時間及び焼成時間等が必要条件となってくる。

ロストワックス法は一般の砂型鋳造法に比較して工程が複雑であるから精度が高く小物製造に適した方法である。その工程について図2に示す。

(2) 実験用機器の特徴

ロストワックス法による精密鋳造では、ワックス模型をいかに精度よく造るかが最も大きな要因であるため、高性能な射出成形機を必要とし、また同時に金型の精度が最も大きな要因となる。更に模型のコーティングには、ロータリースラリートンクにて模型の表面にコーティングを施し、流動床によって

セラミックス材をサンディングし一定の厚みを得る。サンディングには、細粒、粗粒の二種類を用いた。焼成時に於ける膨脹、収縮を最小にするため、細粒から粗粒へ順次積層する必要があり、サンディングの方法としてはブロワーで粒子が浮上する流動床を用いた。

鋳型の焼成には、昇温速度が速く、酸化性雰囲気であることが条件であるため、プロパンガスを燃料とするガス焼成炉を用い、約30分で1000°Cまで昇温する構造を用いた。溶解炉も1時間以内で高速溶解の出来るサイリスタ式高周波溶解炉を用いた。鋳造後の製品清浄にはサンドブラストを用いて酸化物の除去、セラミックスの除去を行える構造の機器を使用した。機器の性能、特徴については表1に示す。

表1 実験に使用した機器及びその用途

使用機器名	機 能	用 途
ワックス射出成型機 (カートリッジタイプ)	型締圧 5 ton 射出圧力 70kg/cm <sup>2</sup>	雌型金型中へのワックス注入 ワックス注入温度 58~61°C
ロータリースラリートンク (タンク回転機)	500φ×600H 定速回転(30回/分)	ワックス表面にスラリーをコーティング 第一層 ザーンカップ #5 30秒 第二層 ザーンカップ #5 15秒
流動床 コンプレッサー 及び ブロワー	500φ×600H 9 cm <sup>3</sup> /min 通気機構はセラミックス	スラリーコーティングした上からセラミックスを数回振りかけ7~8mmの積層 第一層 150~200meshのジルコンサンド 第二層 30~50meshのムライトサンド
焼成炉 (LPGガス)	600H×500W×600L 0~1000°C/20min	脱ロー及び鋳型焼成(酸性雰囲気) 焼成時間 2時間
高周波溶解炉 (サイリスタ式)	30KW/hの3KH 鉄換算30kgの溶解	鋳鉄, ステンレス, 銅等を溶解 (1バッチ約1時間溶解)
サンドブラスト (定置式)	5 m <sup>3</sup> /min, 250mmAg 噴射ノズル φ6 (エアーノズル φ3)	セラミックス鋳型の除去(主に中子)及び表面の清浄

(3) 供試材の選定

用いられるワックスは収縮率が低く、軟化点の比較的低い材料として、NF-411を主に模型として用い、湯道、湯口等はNS-112の軟化点の低い材料を用いた。模型に使用した精密鋳造用ワックスの物性値について表2に示す。また、ワックスを組立後、コーティングが容易となる様ワックス模型を洗浄するために表3に示す洗材を用いて模型の上から掛け流

しによる方法で洗浄した。

(4) ワックス及び鋳型の成形条件

ワックスの成形には、射出温度、射出圧力、加圧時間等を考慮したワックス成形条件を設定する必要があり、特に冷却時間の適性が模型の収縮に影響を及ぼすため、表4のように7~10秒に設定した。

鋳型の成形には、使用するバインダーとしてSiO<sub>2</sub>含有量が30%のコロイド状を使用し、粒子径も

10～20 $\mu$ mの細かい微粒であることが必要条件である(表5)。このバインダー材にスラリー材として1～2層にはジルコン系を、3層以降にはムライト系を混合して、初層及び積層用のバインダー材とした

(表6)。またスタッコ材に用いられるサンドの粒度分布及び特性値として、ジルコン系では40mesh以上を用い、ムライト系では40mesh以下を用いて鑄型を積層し、一定の厚みとした(表7)。

表2 模型に使用した精密鑄造用ワックスの物性値(メーカー提供)

使用ワックス名 (日本化成)	軟化点 (°C)	針入度 (50g,5秒,25°C)	曲げ強さ (kg/cm <sup>2</sup> )	粘度 (CP)	灰分 (%)	使用目的
NF-411	68.5	2.0	59.5	456.0	0.02	精密模型用
NS-112	67.0	9.3	34.0	109.0	0.01	工芸用模型
NC-586	68.5	3.8	30.1	80.0	0.02	精密模型
NN-100	73.0	5.0	45.0	155.0	0.02	一般用

表3 模型洗淨液の物性値(メーカー提供)

品名	沸点 (°C)	凝固点 (°C)	密度 (g/cc)	引火点 (°C)	備考
K-445 (日本化成)	47	-35	1.565	なし	毒性については米国国定衛生協会の定めた1000ppm以下

表4 ワックス成型条件

条件	射出圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )	型締圧力 (kg/cm <sup>2</sup> )	加圧時間 (秒)	冷却時間 (秒)	射出温度 (°C)	備考
測定値	35	50	10	7～10	59～60	

表5 精密鑄造用バインダー剤の物性値(メーカー提供)

銘柄 (日産化学)	無水珪酸 SiO <sub>2</sub> (%)	酸化ナトリウム Na <sub>2</sub> O(%)	水素イオン (PH)	粒子径 ( $\mu$ m)	粘度 (25°C)	比重 (20°C)	氷結点 (°C)	外観
スノーテックス30	30～31	0.6以下	9.5～10.5	10～20	6cp以下	1.2～1.22	0	透明性乳白色

表6 スラリー材として用いるフラワーの化学成分及び特性値

品名	化学成分(%)					PH	酸消費量 ml/50g	粒度	
	ZrO <sub>2</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	TiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)			mesh	%
ジルコン	66.16	32.58	0.068	0.132	0.30	6.9	3.9	350	96.5
ムライト	CaO, MgO	45.80	1.35	1.85	47.89	6.5	---	350	80.6

表7 スタッコ材に用いられるサンドの粒度分布及び特性値

品名	粒度分布(mesh)												真比重 ( $\rho$ )	lg.loss (%)
	12 以下	14	18	20	30	40	50	70	100	150	200	280 以下		
ジルコン(%)	---	---	---	---	---	1.4	48.2	39.4	10.2	0.8	---	---	4.7	0.25
ムライト(%)	0.5	0.2	64.1	32.3	29.0	0.2	---	---	---	---	---	---	2.5	0.38

ワックスの表面にはスラリーが粘着し易い様、界面活性剤を微量添加した。尚1～2層用の粘性として、ザーンカップ粘度計で30秒前後、3層以降は15秒前後になるよう調整した。調合割合について表8に示す。

更に積層工程中、一層ごとに恒温、恒湿の部屋で自然乾燥することが鑄型強度の面から重要であり、

各層毎に3時間と最終工程では一昼夜以上の乾燥を行った。その乾燥工程について表9に示す。

鑄型の最終工程として、鑄型を1000°Cで3時間以上焼成すると同時に酸化性雰囲気にして、鑄型内部の残ロー部分を完全に焼成し、鑄型面をポーラスにすることが重要な工程である。鑄型焼成方法及び鑄造条件について表10に示す。

表8 スラリーの調合割合及び適性粘度

材 料	使 用 量 (%)		備 考
	第1～第2層コート用スラリー	バックアップコート用スラリー	
スノーテックス30	100	100	添加調合3～4時間 後から使用
界面活性剤 (ピクターウェット)	0.005～0.01	0.005～0.01	
ジルコンフラワー (#350)	330～380	ムライトフラワー(#250) 250～300	
粘 度 (ザーンカップ粘度計No.5)	30～40秒	約15秒	

表9 サンディング方法

積層コート数	スラリーの種類	スタ ッ コ 材	乾燥時間	温度・湿度
1	第1～2層用	ジルコンサンド細目 #70	3時間	22°C～25°C 50～70%
2	バックアップコート用	ムライトサンド荒目 #20 (0.7～1.2mm)	3時間	
3	バックアップコート用	ムライトサンド荒目 #20 (0.7～1.2mm)	3時間	
4	バックアップコート用	ムライドサンド荒目 #20 (0.7～1.2mm)	3時間	
5	バックアップコート用	ムライトサンド荒目 #20 (0.7～1.2mm)	3時間	
6	バックアップコート用	ムライトサンド荒目 #20 (0.7～1.2mm)	3時間	
7	バックアップコート用	ムライトサンド荒目 #20 (0.7～1.2mm)	3時間	
8	バックアップコート用	スタックなしスラリー浸漬のみ	48時間以上	

表10 鑄型焼成方法及び鑄造条件

測定項目	鑄込材質	鑄型温度(°C)	溶解温度(°C)	鑄込温度(°C)	鑄型焼成温度(°C)
測定値	FCD55	900	1550	1480	1000×3時間
	SC45	800	1700	1630	

(5) 試験片形状の選定

試験片形状には、肉厚の変化による収縮を調査する目的の階段型、コの字型による内側の収縮、そのコの字型を小さくして、溝を付け収縮をおさえた溝付き型、更に特殊ツメ型では、ソリ、内側収縮等を調査する目的の実用製品を使用して、金型の内径寸

法、ワックスの外径寸法、FCDの外径寸法、SCの外径寸法をそれぞれ測定できる形状を選定した。測定箇所は長手、厚み、幅等を考慮してA、B、C、D、Eの5カ所をそれぞれ測定箇所と定めた。形状及び測定箇所について図3に示す。

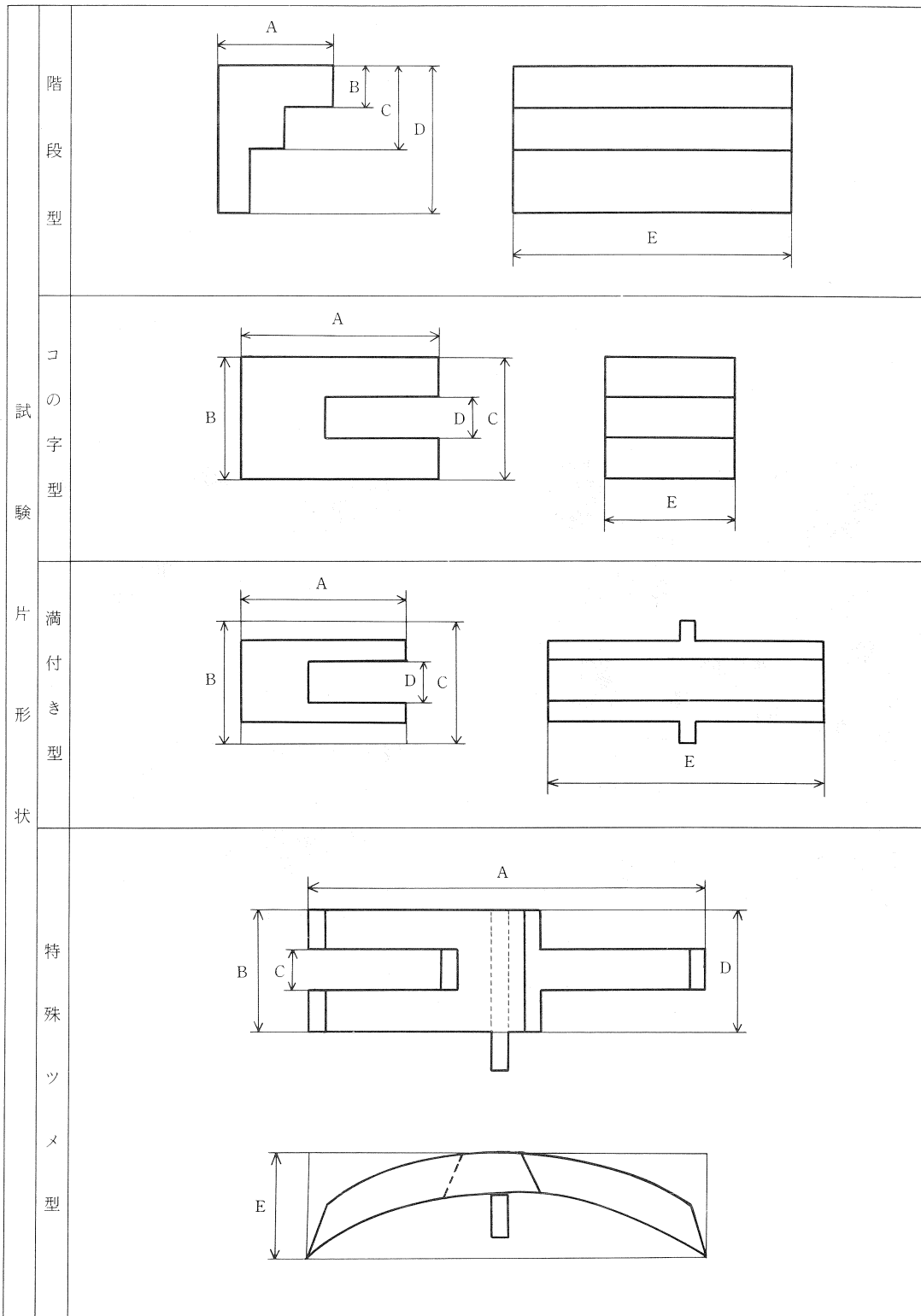


図3 試験片形状 (階段型, コの字型, 満付き型, 特殊ツメ型)

4. 実験結果及び考察

(1) 化学分析及び顕微鏡組織面から

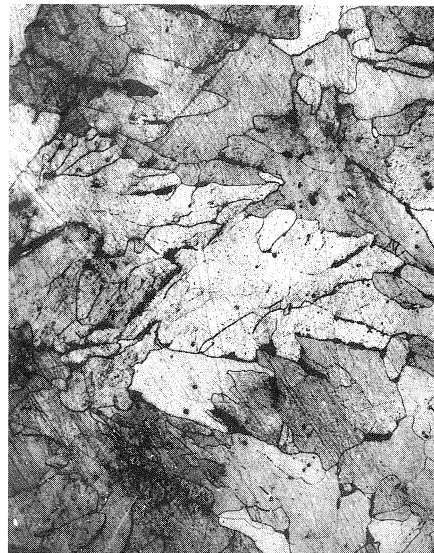
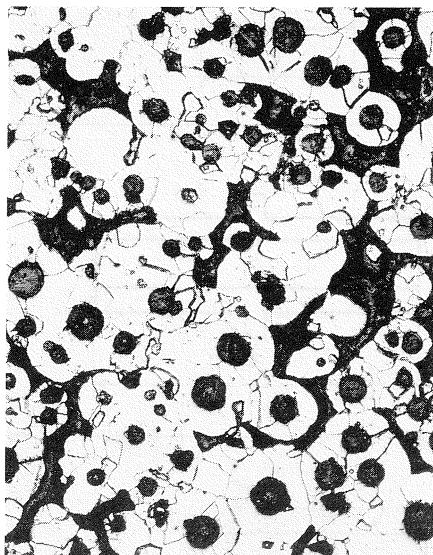
鑄造金属はFCD55とSC45の二種類について溶製し、分析結果を表11に、顕微鏡組織写真を写真1に示した。分析結果及び引張強度から、FCD55相当であり、鑄型注入後も引けの割合少ない鑄造の容易な材質であった。SCは45相当で炭素が極端に少なく、

高温溶解によって脱炭されたものと考えられる。また珪素も少なく流動性の悪さから鑄造には不向きな材料となった。

組織面からはFCDはブルースアイ型の代表的組織であるがSCの鑄鋼では、炭素が少なく溶解温度が高いため、大きな粒界となっており、軟材な組織となっている。

表11 分析結果

成分(%)	C	Si	Mn	P	S	備 考
FCD	3.82	2.77	0.48	0.038	0.019	チル試験片より採取
SC	0.09	0.18	0.69	0.029	0.016	切削にて採取



FCD (腐食3%NHO<sub>3</sub>ナイトール)

SC

写真1 球状黒鉛鑄鉄及び鑄鋼の顕微鏡組織写真

(2) 材質別及び形状別による寸法差

球状黒鉛鑄鉄及び鑄鋼の二種類を選定し、形状の異なった階段型、コの字型、溝付き型及び特殊ツメ型の製品を用い、金型面が基本となるため内径を測定し、ワックス及び鑄物については外径をそれぞれ測定した結果を表12に示す。

材質面からの寸法差及び形状による肉厚との関係では、FCD、SC材を階段型から金型をベースとしてワックス、FCD鑄物、SC鑄鋼の3点より定められた測定箇所から収縮差をみると図4に示すようにいず

れもワックス、鑄物、鑄鋼の順に収縮率が大きくなっている。測定箇所の形状からみると長手方向が最も大きく、小さな寸法で厚みが薄い程金型との差は小さくなっている。

図5に示すコの字型では、長手方向のA測定点が金型寸法に対して収縮が大きく、ワックスの3倍強でFCD、SC共1mm以上の収縮となっている。またB測定点では、ワックスとFCD、SCの割合が極端に大きくFCD、SC共ワックスの10倍以上収縮をしているが、測定上によるバラツキとC測定点が形

表12 材質及び形状別による寸法値

測定条件				測定箇所												
材質	形状	測定値 (mm)		A		B		C		D		E				
				寸法	差	寸法	差	寸法	差	寸法	差	寸法	差			
試験片	球状黒鉛	階段型	a	金型	内径	20.20	---	19.85	---	34.65	---	49.60	---	99.70		
			b	ワックス	外径	19.90	0.30	19.75	0.10	34.50	0.15	49.40	0.20	99.25	0.45	
			c	鋳物	外径	19.80	0.40	19.50	0.35	34.35	0.30	48.95	0.65	98.80	0.90	
		コの字型	a	金型	内径	50.00	---	29.65	---	29.50	---	20.05	---	29.85	---	
			b	ワックス	外径	49.50	0.35	29.60	0.05	28.75	0.75	19.55	0.50	29.70	0.15	
			c	鋳物	外径	49.00	1.00	29.10	0.55	28.55	0.95	19.30	0.75	29.05	0.80	
		溝付き型	a	金型	内径	29.85	---	39.70	---	39.65	---	20.20	---	49.65	---	
			b	ワックス	外径	29.65	0.20	39.62	0.12	39.45	0.20	19.30	0.90	49.50	0.15	
			c	鋳物	外径	29.15	0.70	38.80	0.90	38.90	0.75	19.20	1.00	48.70	0.95	
	特殊ツメ型	a	金型	内径	115.15	---	30.10	---	12.05	---	49.20	---	25.50	---		
		b	ワックス	外径	114.70	0.45	29.95	0.15	11.80	0.25	48.45	0.75	24.70	0.80		
		c	鋳物	外径	114.55	0.60	29.75	0.35	11.60	0.45	48.45	0.75	24.65	0.85		
	形状	鋳	階段型	a	金型	内径	20.20	---	19.85	---	34.65	---	49.60	---	99.70	---
				b	ワックス	外径	19.90	0.30	19.75	0.10	34.50	0.15	49.40	0.20	99.25	0.45
				c	鋳物	外径	19.75	0.45	19.35	0.50	34.30	0.35	48.80	0.80	98.70	1.00
			コの字型	a	金型	内径	50.00	---	29.65	---	29.50	---	20.05	---	29.85	---
				b	ワックス	外径	49.65	0.35	29.60	0.05	28.75	0.75	19.55	0.50	29.70	0.15
				c	鋳物	外径	48.85	1.15	29.00	0.65	28.55	1.05	19.15	0.90	28.90	0.95
			溝付き型	a	金型	内径	29.85	---	39.70	---	39.65	---	20.20	---	49.65	---
				b	ワックス	外径	29.65	0.20	39.62	0.12	39.45	0.20	19.30	0.90	49.60	0.15
				c	鋳物	外径	29.00	0.85	38.80	0.90	38.70	0.95	19.20	1.00	48.65	1.00
		特殊ツメ型	a	金型	内径	115.15	---	30.10	---	12.05	---	49.20	---	25.50	---	
			b	ワックス	外径	114.70	0.45	29.95	0.15	11.80	0.25	48.45	0.75	23.70	0.80	
			c	鋳物	外径	114.30	0.85	29.60	0.90	11.50	0.55	48.20	1.00	24.50	1.00	
鋼		特殊ツメ型	a	金型	内径	115.15	---	30.10	---	12.05	---	49.20	---	25.50	---	
			b	ワックス	外径	114.70	0.45	29.95	0.15	11.80	0.25	48.45	0.75	23.70	0.80	
			c	鋳物	外径	114.30	0.85	29.60	0.90	11.50	0.55	48.20	1.00	24.50	1.00	

状的に収縮しやすい形状による原因と考えられる。特にD測定点は、内側に収縮しやすい形状から3点共収縮が大きくなっている。

図6に示す溝付き型では、測定箇所Dのワックス収縮量が他の箇所の数倍になっている現象として、内側に寄りやすい形状のためと思われるが図5のDと比較して特異な値を示しているのは、形状的要因とデータのバラツキに起因するものと思われる。鋳

物と鋳鋼の収縮量は他の型と比較して0.5mmと非常に少なくなっており、図5全体との比較で平均値が類似しているのは形状の類似からくるものと思われる。

図7の特殊ツメ型では、実際の製品であるため、他の型とは大きく異なり、変形を受けやすい形状となっている。特に測定点Eのわん曲部はワックス、鋳物、鋳鋼ともほとんど差がなく、ワックスの収縮が



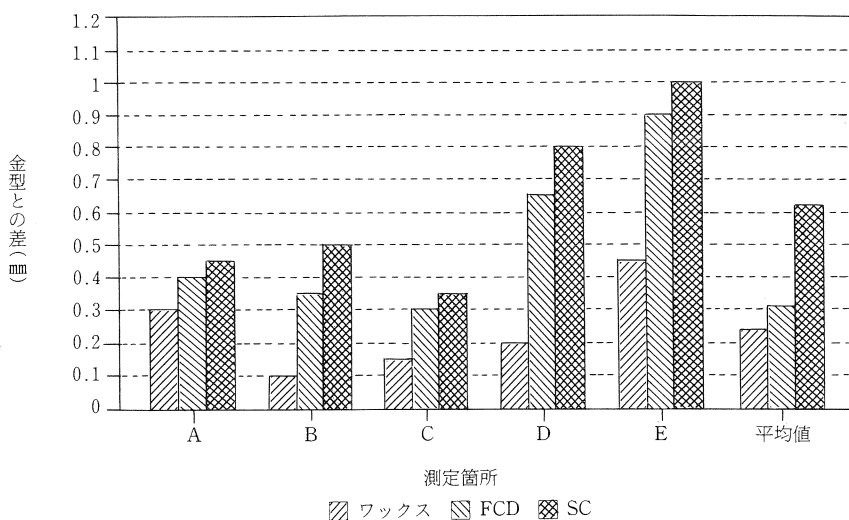


図4 階段型に及ぼす各種材質と収縮との関係

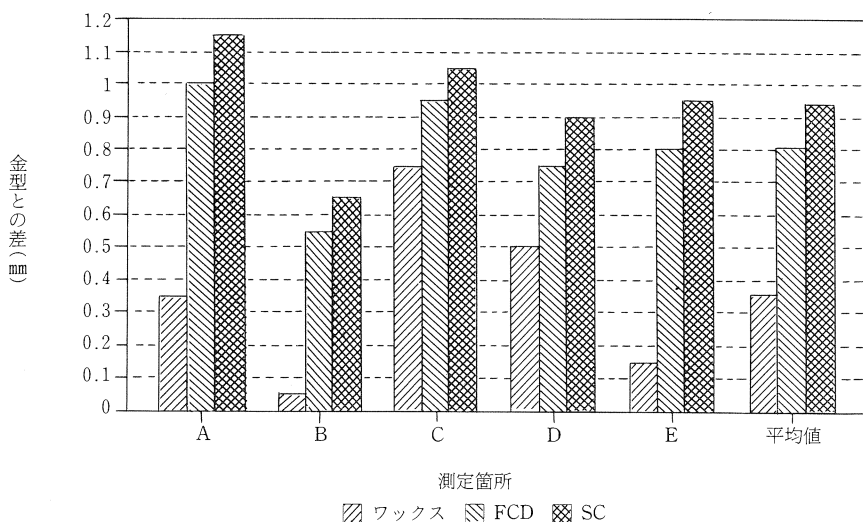


図5 コの字型に及ぼす各種材質と収縮との関係

他の型と比較して0.2mm以上も大きくなっているのは、成型時の冷却温度と材質の選定を再度考慮する必要があるものと考えられる。しかし鋳物では比較的収縮が少ないのは薄物のためである。また測定点Bの鋳鋼のみ特異な値となっているのは、形状的な要因と材質的要因によるものと考えられる。

図8には、ワックスに及ぼす各種形状と収縮との関係について示す。この図から階段型、溝付き型、コの字型、特殊ツメ型の順で収縮が大きくなる傾向にあり、肉厚も100mm以上を除いて50mmまでの間

でバラツキているが大体各形状毎の傾向はでている。

図9には、球状黒鉛鋳鉄に及ぼす各種形状と収縮について示すが、0.3mmから1mmの間で、各形状共バラツキが大きく傾向としてはつかみにくいが、コの字型と溝付き型が最も大きい収縮を示し、特殊ツメ型では比較的（ワックスに比較して）低い傾向にある。

図10には、鋳鋼に及ぼす各種形状と収縮について示すが、ここではコの字型の収縮が大きい傾向にあ

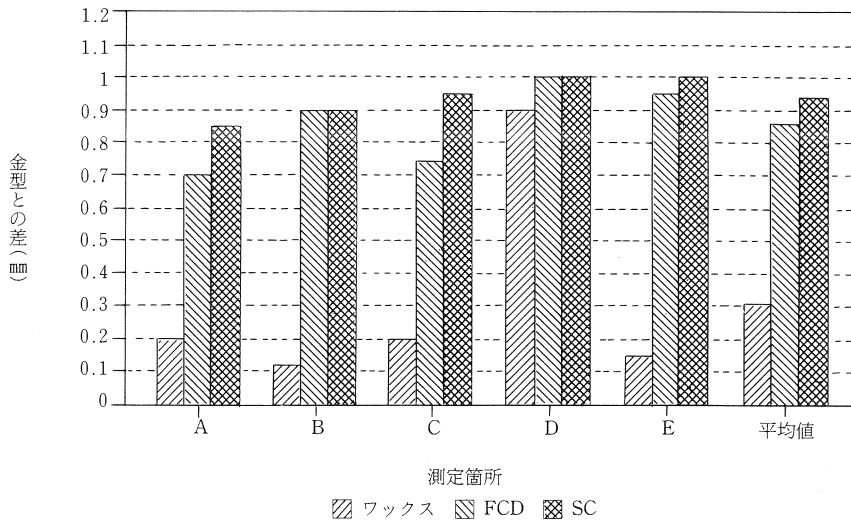


図6 溝付き型に及ぼす各種材質と収縮との関係

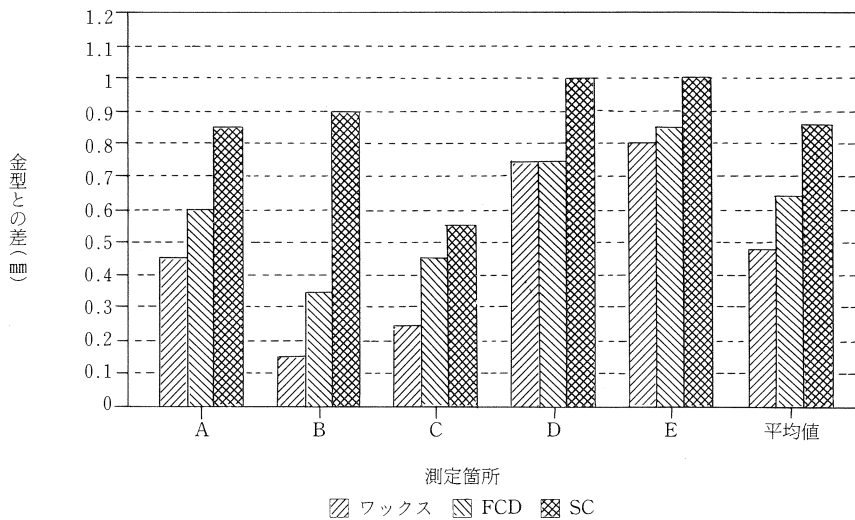


図7 特殊ツメ型に及ぼす各種材質と収縮との関係

り、形状的にはツメ状の板が長いことから内側に寄り易い状態と鋳鋼特有の収縮が大きいためにあげられる。更に、溝付き型、特殊ツメ型、階段型の順で収縮幅が小さくなっている。

図11、図12、図13、図14には、階段型、コの字型、溝付き型、特殊ツメ型の各種型に及ぼす材質の肉厚と収縮について示す。これ等の図からバラツキは大きいものの鋳鋼が最も収縮が大きく、球状黒鉛鋳鉄、ワックスの順となっている。溝付き型のワックスは他の材質とは大きく異なり安定した収縮となっている

るのは、形状的に開こうとする部分の抑制効果が働いているものと考えられる。各種型とも肉厚が大きくなるほど収縮幅が大きくなり右上がりのグラフとなる。

図15は、各材質に及ぼす肉厚寸法と収縮との関係について示す。材質面からみた場合、ワックス収縮の平均は0.2~0.5mm、球状黒鉛鋳鉄で0.5~0.8mm、鋳鋼では0.8~1.0mmの収縮を示しており、いずれも肉厚が大きくなるほど収縮寸法も大きくなる傾向にある。

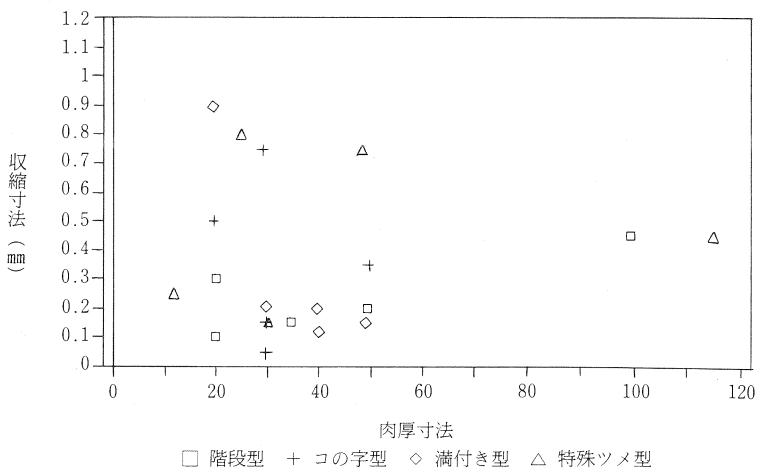


図8 ワックスに及ぼす各種形状と収縮との関係

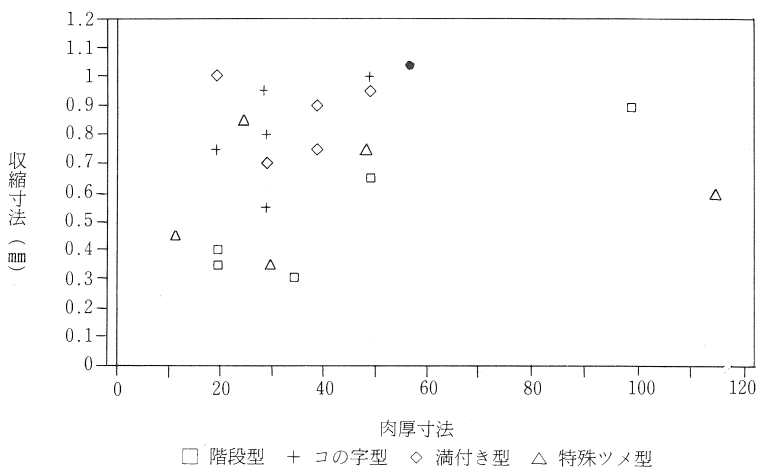


図9 球状黒鉛鑄鉄に及ぼす各種形状と収縮との関係

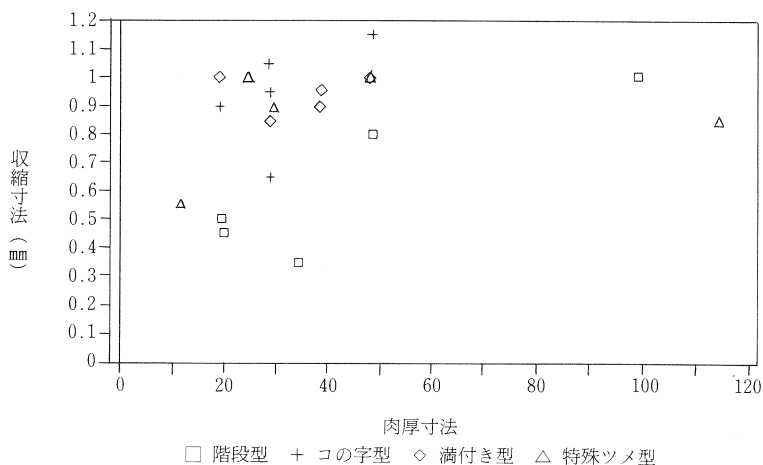


図10 鑄鉄に及ぼす各種形状と収縮との関係

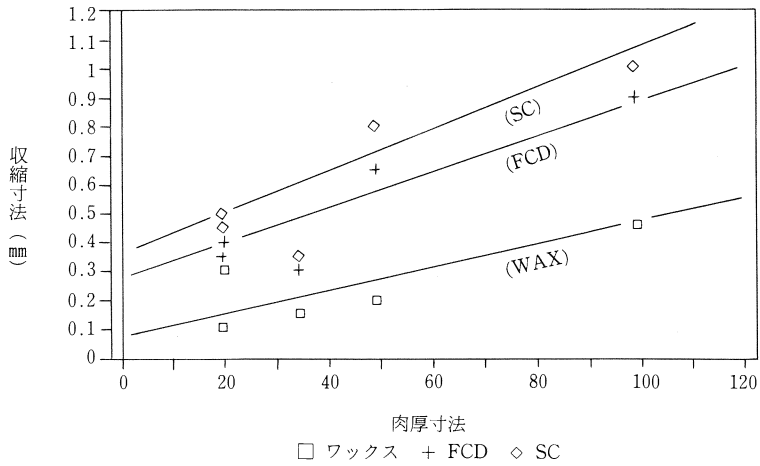


図11 階段型に及ぼす各材質の肉厚と収縮との関係

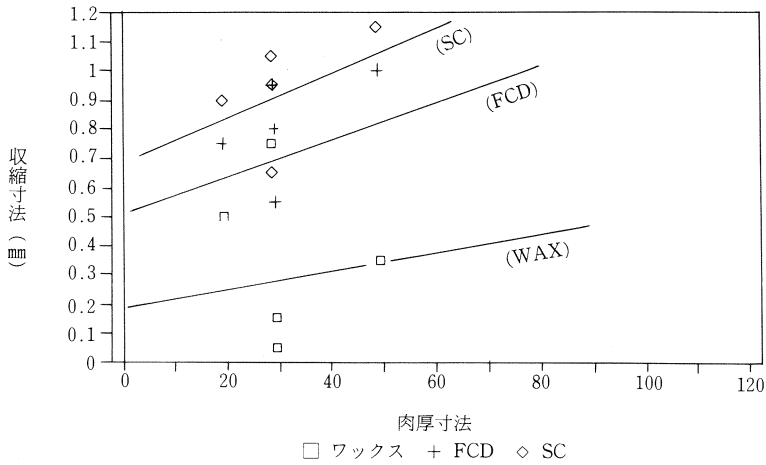


図12 コの字型に及ぼす各材質の肉厚と収縮との関係

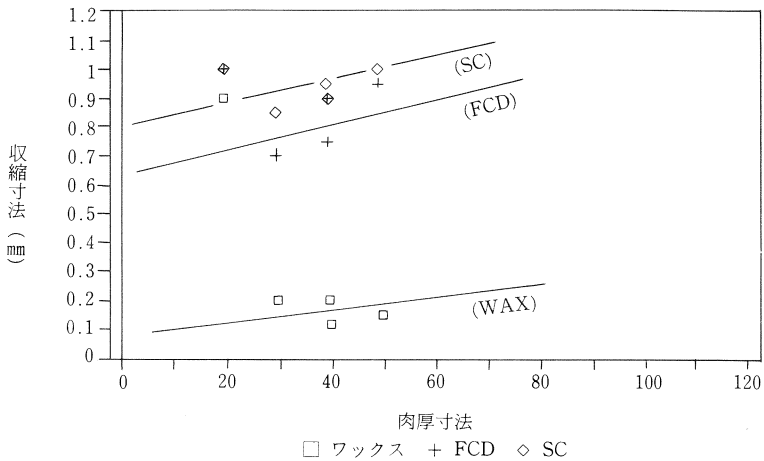


図13 溝付き型に及ぼす各材質の肉厚と収縮との関係

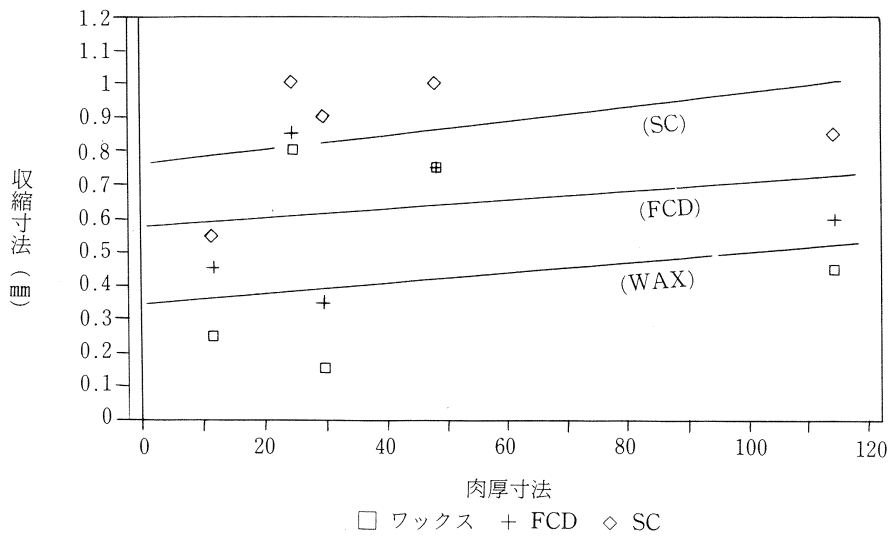


図14 特殊ツメ型に及ぼす各材質の肉厚と収縮との関係

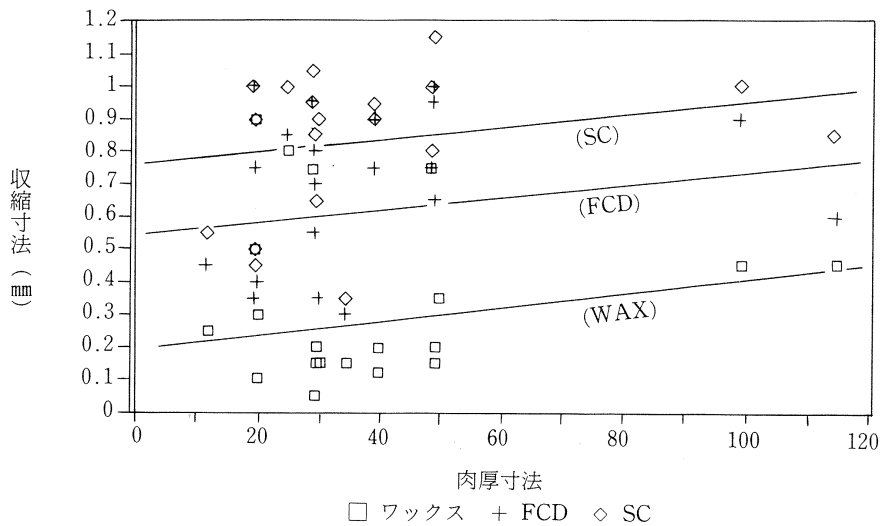


図15 各材質及び各形状毎の肉厚寸法と収縮との関係

## 5. まとめ

### (1) 材質による収縮の関係

球状黒鉛鋳鉄の55相当であれば鑄造性がよく、肉厚に対する収縮の関係からも比較的少なく、鑄造性からも容易な材質である。鋳鋼は、含有炭素が極端に少なかったことから鑄造性が悪く、高温溶解によって結晶粒径も大きいいため、引けも大きい傾向を示し、肉厚に対する収縮も大きい傾向を示した。

### (2) 形状に及ぼす材質の関係

(イ) 階段型に及ぼすワックスは、形状的に長手方向になるほど収縮が大きく、金型との差から平均0.24mmで、FCDでは0.31mm、SCでは0.62mmであり、ワックスに対するSCは約3倍の収縮であった。

(ロ) コの字型に及ぼすワックスでは、長手方向及び内面たわみに対して変化が大きく、形状的には複雑ではないが精度の出し難い形状であった。ワックスに対するFCD、SC共収縮が大きくバラツキも大きい。

(ハ) 溝付き型に及ぼすワックスは、Dの測定箇所のみ大きな収縮を示し、形状的に内面にたわみ易い形状から0.9mmと他の箇所の4~5倍になった。FCD、SCについては大差はないがFCDに対して8.5%の収縮である。

(ニ) 特殊ツメ型では、形状的に複雑でワックス、FCD、SC共バラツキが大きい。特に長手方向及び歪易い形状は収縮が大きい。

### (3) 材質に及ぼす肉厚の関係

材質的には、ワックスが0.2～0.4mm と平均的な収縮であるのに対し、形状的には0.05～0.9mm とバラツキの幅も非常に大きく、形状の違いによって起こる内側への収縮、外側へのソリ等が大きな原因である。また、SCでは0.8mm以上となり、いずれも肉厚が大きくなるほど収縮の幅も大きくなる傾向にある。

## 6. おわりに

精密鑄造品は小物に適しているため、集積一体化構造によって機械加工を施さずに内部に組み込むことができることから、後加工も少なく付加価値も非常に高い。しかしその反面精度が要求されることから、ロストワックス法では、ワックスの選定、成形条件の適性、注湯金属による金型方案の検討等が重要な要素となってくる。

今回の実験では、比較的単純な形状の試験片を用

いて調査した結果、コの字型のような場合は内側への収縮が大きく、特殊ツメ型のような形状では、外側へのソリが認められた。

従って実際の鑄物では、より複雑な形状の品物が多いことから、実験結果に基づいて方案の検討をする必要がある。

今後、エチルシリケート材を用いた鑄型によって成型時間の短縮、ツリー形状による脱ローの適性化、鑄型焼成の適性化等によって不良の少ない鑄物の製造技術を確立する。

この実験に使用した精密鑄造機器は自転車振興会から、競輪収益の一部である機械工業振興資金の補助を受けて設置したものである。

## 参考文献

- 1) 鑄物第54巻5号
- 2) 鑄鍛造と熱処理84.9ロストワックス法のすすめ