JIS アルミニウム合金鋳物の実体強度 について (その2)

サスペンション・ヨーク (AC7BT4) について*

財満 鎮雄** 杉戸 喜彦*** 望月 一夫****

On the strength of the aluminium castings specified in Japanese Industrial Standard (JIS) (Part 2)

(UDC 669.715.732.721-14:62). 17)

On the mechanical properties of suspension yolk made from 10% hydronarium (AC7BT4)*

ZAIMA Shigeo** SUGITO Yoshihiko*** MOCHIZUKI Kazuo****

Some experiments on the actual casting of suspension yolk cast with 10% hydronarium were done in order to obtain some data for machine design by ascertaining the different properties between actual casting and its test piece. It is a wellknown fact that the hydronarium, as an aluminium casting alloy, requires the highest technique in melting and casting, especially 10% hydronarium casting is more difficult in manufacturing than that of 5% Hydronarium owing to its higher sensibility to manufacturing condition, and there is a few reports on actual use.

With the above described reason, an actual casting having different thicknesses and shapes, presumably are apt to show different properties even in one cast body or some dispersion of properties between specimens taken out from the same melt. In this case, as an actual casting, suspension yolk for power distribution cable was selected as an object for investigation. The results showed, provided that paying great care for casting procedure, degassing and mold reaction, dispersion of properties can be kept within a limit as listed in table 4.

This investigation was done with the fund afforded by Light Metal Educational Foundation, Incorporation for which we are extremely grateful.

(Received Dec. 5, 1963)

1. 緒 言

さきに、アルミニウム合金鋳物のうちでも最も高度の溶解鋳造技術を必要とするものの1つである7種A (AC7A)の小型レーダー筐体について、鋳物の実体強度試験を行ない、各部の機械的性質および組織の相違を標準試料(金型および砂型)と比較検討を行なつた¹⁾。その結果、全体としては砂型試験片と似た傾向をとることは鋳造条件を考えれば当然であるが、実体各部の肉厚、湯圧の効き方、冷し金による冷却条件の相違などによつて多少の差が認められることが判つた。今回、さらにAC7BT4によるサスペンション・ヨークの実体試験を行なつて同様の検討を行なつてみた。とくに7Bは7Aに比べて製造技術により高度のものを要求され、かつ現在のところ使

用実績も少ないもので、製造条件による影響を受けやすいものである。したがつて、肉厚や形状の複雑な実際の鋳物実体では、各部に性質の差を生じやすく、他の合金の場合に比べ試料間の数値の差も同一試料中の数値のばらつきも大きくなるだろうということが想像される。よつて、かなりの強度を必要とする送電線取付け作業用のサスペンション・ヨーク(AC7BT4)を試料対象として、実体各部の性質を調べた。

2. 供試々科

供試々科はFig. 1に示すように、長さ約544mm、高さ約192mm 巾108mmの送電線取付け作業の際のクランプとして、かなりの強度と耐震性を必要とするものである。製品重量約3.0kg(鋳込み重量約6.9kg)で、図中、太

* 本報告は一部軽金属研究会第22回春期大会(37-6-6)において講演した。

** 静岡大学工学部 工博 Prof., Faculty of Engineering, Shizuoka University, Dr. Eng.

*** 旭可鍛鉄株 Asahi Malleable Iron Co., Ltd.

**** 八幡製鉄株 Yawata Iron Work Co., Ltd.

線で示したものが押湯口を示す。**Photo. 1**はその実際であり、この化学成分は **Table 1** のように JIS に十分合致したものである。

溶解は重油を使用し、鑄鉄製のつぼにアルミナと水ガラスで裏張りを施したものにより、脱ガスは塩素ガスによる2回脱ガス法²⁾によった。すなわち、素材溶解後720～730℃で第1回の脱ガスを行なった後、マグネシ

Photo. 1 Suspension yolk

ウムおよびベリリウム（後述）を添加し、再び脱ガスを行ない、695～715℃に鎮静した。

鑄造の際比較的肉厚部分に本合金特有のモールド反応を生じやすいので、その対策としてベリリウムを約0.004%添加し、肉厚部に冷し金を使用し、鑄込温度を普通よりやや低く695～710℃範囲とした。また、ゲート近くの実体部にモールド反応が生じ勝ちであったので、4%弗化アンモンを添加した肌砂を用いた。

熱処理としては430℃で22時間加熱後空冷した。

Table 1 Chemical compositions of AC7B.

	Cu (%)	Si (%)	Mg (%)	Mn (%)	Fe (%)	Ti (%)	Al (%)
JIS	<0.1	<0.35	9.5—11.0	<0.1	<0.35	—	bal
Castings	0.015	0.11	10.44	Tr	0.110	0.03	bal

Fig. 1 Specimen

Fig. 2 Sampling of specimens

3. 試料の採取

Fig. 2 に示す区分にしたがって試料番号を付し、試料を採取した。ここで番号にAがついたものは主として引張試験の試料であり、Bのついたものは硬さ試験、せん断試験などに供した試料である。

4. 実体の機械的性質

4.1 引張試験

Fig. 2 のようにして試料採取した関係上、形状にある程度制約を受けるが、JIS 4 号試験片を基準とした引張試験片を作成し、引張試験を実施して Fig. 3 をえた。試料数 $N = 12$ において、引張強さ σ_B は $12.0 \sim 30.0 \text{ kg/mm}^2$ の範囲 (平均 20.2 kg/mm^2)、伸び δ は $4.5 \sim 10.5 \%$ の範囲 (平均 6.9%) にちらばっている。鑄造方案よりみて押湯が効いている部分が σ_B も高く δ も高い値をとっており、押湯の効果のあらわれのないと思われる部分で σ_B も低く δ も低いようである。

実体形状および鑄造方案が左右対象型になっているので、実体の性質にも対称性がみられるかどうかを調べてみた。全長にわたり引張強さ σ_B および伸び δ を求めれば Fig. 4 をえる。図にみるように σ_B および δ はほぼ完全な場所による対称性を示し、鑄造が一様に行なわれたことを示している。

Fig. 3 Tension test results (1)

4.2 硬さ試験

試料の寸法形状の関係上普通のブリネル硬さ試験に用いられる $10 \text{ mm}\phi$ 鋼球では圧痕が大きすぎるので、 $2 \text{ mm}\phi$ 鋼球圧子をビツカース硬さ試験機にとりつけ、 60 kg 荷重でブリネル硬さ H_B を求めて Fig. 5 のヒストグラムをえた。(各試料について 6 回宛測定した平均値である。)図にみるように試料数 $N = 118$ において、 $84.2 \sim 176.6 \text{ kg/mm}^2$ の範囲で平均値 $M = 133.7 \text{ kg/mm}^2$ 、標準偏差 $S = 15.9 \text{ kg/mm}^2$ 、変異係数 $V = 11.9 \%$ の正しい正規分布を示した。鑄造方案にしたがって、それぞれ上型、下型の両側面に近い部分の硬さ H_B を図示すれば Fig. 6

Fig. 4 Tension test results (2)

Fig. 5 Hardness histogram

のようになる。押湯の効果の少ない部分が硬さも比較的
低いことが判る。上型下型を通じ **Fig. 2** における下面
に当る部分で、全長にわたりブリネル硬さ H_B の値を図
示して対称性を調べれば **Fig. 7** のようになり、**Fig. 4**
の場合のように美しい対称性を示さなかったが、やはり

比較的対称的な傾向を示すようであつた。

4.3 セン断試験

せん断力測定装置を取付けたフライス盤のテーブルを
上下手動送りにして、静的と思われるせん断速度でせん
断試験を行ない、せん断強さ τ を求めて**Fig.8**のヒストグ

Fig. 6 Brinell hardness distribution.

Fig. 7 Brinell hardness and shearing strength distributions along the length of the specimen.

Fig. 8 Shearing strength histogram.

ラムをえた。試料数 $N=119$ において $17.5\sim32.8\text{kg/mm}^2$ の範囲で、平均値 $M=24.0\text{kg/mm}^2$ 、標準偏差 $S=3.0\text{kg/mm}^2$ 、変異係数 $V=12.5\%$ の正規分布を示した。

鑄造方案にしたがつてそれぞれ上型、下型の両側面におけるせん断強さ τ の変化を求めれば **Fig. 9** のようになる。7 種 A の場合¹⁾ とくにせん断強さの場所による差違が甚だしかつたのに較べれば、さほど大きな差違は認められなかつた。

とくに τ が大きかつたのは冷し金の近傍であつたが、

押湯の近傍では比較的低い値を示した。また、硬さの場合と同様にしてせん断強さの対称性を求めれば、**Fig. 7** に示すようになり、比較的变化の対称性がよいことが判り、硬さの変化と関連性のあるような対応を示す変化が認められた。

5. 顕微鏡組織

Fig. 2 の区分にしたがつて実体各部の顕微鏡組織を示せば **Photo. 2** のようになる。写真は右端 (A—2) よ

Fig. 9 Shearing strength distributions.

Table 2 Mechanical properties of standard test piece and castings.

	Test piece as cast (F)		Test piece heat treated (T4)		Castings		
	Metal moulding	Sand moulding	Metal moulding	Sand moulding	Maximum	Minimum	Mean
Tensile strength kg/mm ²	20.7	19.1	35.8	31.4	30.0	12.0	20.2
Elongation %	1.8	1.2	16.9	13.8	10.5	4.5	6.9
Brinell hardness kg/mm ²			143.3	139.0	176.0	84.2	133.7
Shearing strength kg/mm ²			32.1	30.4	32.8	17.4	24.4

Table 3 Standard mechanical properties of AC7B.

	JIS		Aluminium casting alloy committee			
	(Metal moulding)		(Metal moulding)		(Sand moulding)	
Treatment	F	T 3	F	T 4	F	T 4
Tensile strength kg/mm ²	>20	>30	21.9	33.7	19.7	31.3
Elongation %	>1	>12	2.0	16.5	1.0	12.2
Brinell hardness kg/mm ²		about 75	83.5	78.4	76.9	74.5
Shearing strength kg/mm ²			22.9	32.6

(A-2)

(A-6)

(A-8)

(A-12)

(A-14)

(A-20)

(A-22)

(A-18)

Photo. 2 Microscopic structures.

Table 4 Comparison between test piece and castings.

	Comparison with metal moulding test piece			Comparison with sand moulding test piece		
	Maximum	Minimum	Mean	Maximum	Minimum	Mean
Tensile strength	83.9%	33.5%	56.3%	95.5%	38.3%	64.4%
Elongation	62.2	26.6	40.8	76.1	32.6	50.0
Brinell hardness	123.4	58.8	93.2	126.5	60.5	96.3
Shearing strength	102.1	54.2	77.3	108.0	57.2	81.6

Photo. 3 Test piece (metal moulding)

り順次左に（A—6），（A—8）となり，（A—12）がほぼ中央部，（A—14），（A—20）と左に移り（A—22）が左端，（A—18）は中央上部に該当する。0.05 %フツ酸で腐食し，120 倍拡大である。中央より左右両側のほぼ対応した位置では組織もほぼ等しいことがみられ，Fig. 3 Fig. 7 など機械的性質に認められた場所による対称性と対応した組織を示すことが判る。

6. 標準試料

注湯の際，JIS にしたがって鑄込んだ金型試料より標準試験片（F 材および T 4 材）の機械的性質を示せば Table 2 のようになる。また，実体が砂型なので同時に砂型による米国フェデラル規格 QQ-A-60a 標準試料を鑄込んで，その標準試験片（F 材および T 4 材）の機械的性質を求めて，前項により求めた実体の機械的性質とともに同表に併記して比較を容易にした。以上の結果は Table 3 に示す JIS 規定値は十分に満足しており，かつ昭和31年度通産省応用研究補助金の交付をうけてアルミニウム鑄物委員会（大学および研究所 9 カ所，鑄物会社 17 社，製錬会社 3 社参加）が現行アルミニウム合金鑄物の各種性質を総括した結果³⁾（Table 3 に併記した）と比較しても，引張強さおよび伸びは大差ないが硬さは非常に高い値を示している。

Photo. 3 は金型試験片 T 4 材の組織（×120）を示すが，実体の組織と較べて粒度は大差なく，特異な下部組織が認められている。

7. 標準試料と実体

以上，求められた実体各部の機械的性質と標準試験片の機械的性質を比較検討すれば，Table 4 のように総括される。すなわち，金型試験片に比べて砂型試験片の方が実体に近いことは当然であるが，硬さでは実体が標準試料に比べてやや低く差はあまり認められなかったが，引張強さ，伸びでは平均して標準試料の約 1/2 に近い値を示した。AC7A ではせん断強さが標準試料に比べて非常に劣つた上ばらつきもはなはだしかつたが，この場合熱処理の影響をうけてか標準試料に比べて極端に低い値を示さなかった。

8. 結 言

とくにアルミニウム合金鑄物のうちでも溶解鑄造に高度の技術を要するもののなかに属する 10% Mg の 7 種 B（AC7B）の T 4 処理材サスペンション・ヨークについての実体試験を実施したが，鑄造方案に注意を払い，脱ガス，モールド反応対策などに留意すれば，実体各部で本文で示した程度のばらつきのものがえられることが判つた。

本実験の遂行にあたり東京工業大学森永卓一教授，旭可鍛鉄㈱常務鈴木松夫氏に負うところが大きい。また，費用の一部は財団法人軽金属奨学会の研究資金によつた。付記して深甚なる謝意を表する。

参 考 文 献

1) 森永，財満，青野：鑄物，**32**，**8**（1960），547
2) Battele Memorial Institute: Sand Casting Aluminium-10 percent Magnesium Alloy（1954）による。
3) アルミニウム鑄物委員会：アルミニウム合金鑄物（昭33. 軽金属協会刊）