1818 鋳造アルミニウム合金の衝撃引張特性に及ぼす DAS の影響 Effect of DAS on Impact Tensile Properties of Casting Aluminum Alloy

○正 春山繁之 (福岡工技セ) 正 上西 研 (山口大工) 学 山本智大 (山口大工)
小川俊文 (福岡工技セ) 正 貝田博英 (福岡工技セ) 正 森田茂隆 (日立金属株)

Shigeyuki HARUYAMA, Fukuoka Ind.Tech.center,3-6-1,Norimattu,Yahatanishi,Kitakyusyu,Fukuoka
Ken KAMINISHI, Tomohiro YAMAMOTO, Yamaguchi University,2-16-1,Tokiwadai,Ube,Yamaguchi
Toshifumi OGAWA, Hirohide KAIDA, Fukuoka Ind.Tech.center
Shigetaka MORITA, Hitachi Metals,Ltd,11,Kinugaoka,Moka,Tochigi

Key Words : Aluminum Casting Alloy, Impact Strength, Dendrite Arm Spacing, Hot Isostatic Pressing

1. 緒言

近年、環境や安全に対する自動車産業への要求はますます厳しくなっている。そのため、安全性、低燃費、リサイクル性からの環境への配慮が必須となってきた。この解決策の一つとして、リサイクル性に優れ軽量で設計自由度が高い鋳造アルミニウム合金が、自動車部材の衝撃を受ける部分へ使用されはじめている。従って、鋳造アルミニウム合金の衝撃引張特性を正確に把握することが重要な課題となり、これまでに、上西ら¹⁾により衝撃荷重下における AC4CH アルミニウム合金鋳物の DAS (Dendrite Arm Spacing) が引張強さに与える影響などの検討がなされている。多くの場合、組織の粗大化をもたらす凝固条件は同時に、欠陥の形成を助長する条件でもあるため DAS と鋳造欠陥を合わせて考慮する必要がある。そこで、本研究では、引張型ホプキンソン棒法を応用した高精度衝撃試験装置を用いて AC4CH アルミニウム合金鋳物の鋳造欠陥を考慮した DAS と引張強度特性について検討を行った。

2. 実験方法

2.1 試験片

本研究で用いた AC4CH アルミニウム合金鋳物の化学成分を表 1 に示す。また、試験片は長手方向が負荷方向と平行になるように採取し、鋳造ブロック底から採取位置までの距離 DBB (Distance from the Block Base) を 4 種類に分類した。

2.2 試験片製作

鋳造欠陥を考慮するため図 1 に示す条件で HIP (Hot Isostatic Pressing) 処理を実施し鋳造欠陥を除去した試験片及び HIP 処理を行わなかった試験片をそれぞれ、次の条件で熱処理を行った (540℃×4h の溶体化後温水冷し 145℃×4h の時効処理)。その後、図 2 に示す試験片形状・寸法に加工を行った。図 3 にそれぞれの内部欠陥の状態を示す。

Table.1 Chemical composition

	Si	Mg	Fe	Ti	Sr
AC4CH	7.19	0.35	0.14	0.06	0.01

(wt%)

Fig. 1 HIP condition

Fig.2 Specimen

Fig.3 Multi planner construction image

2.3 高精度衝撃引張試験

高精度衝撃引張試験装置の概略を図 4 に示す。本装置は、横山式試験装置²⁾を応用したもので、入力棒、銃身、打出し円管および計測系から構成されている。入力棒及び打出し円管はそれぞれ Al2017-T4 合金を用いている。

Fig.4 Impact tensile test system

3. 実験結果及び考察

3.1 衝撃引張試験

本実験で得られた衝撃引張試験の典型的なオシロスコープ波形を図 5 に示す。このオシロスコープ波形の入射波、反射波、透過波を一次元波動伝播理論に基づき計算処理することにより動的引張応力-ひずみ線図を求めた。また、HIP 処理有り、HIP 処理無し試験片の衝撃引張試験により得られた引張強さおよび伸びを表 2 に示す。

Fig. 5 Oscilloscope records from impact tensile test

Table.2 Experimental results

DBB (mm)	No	HIP		non-HIP	
		Tensile Strength (Mpa)	Elongation (%)	Tensile Strength (Mpa)	Elongation (%)
10	1	316	11.9	296	7.2
	2	309	13.2	302	11.9
	3	309	11.9	302	11.0
	AV	311	12.3	300	10.0
	標準偏差	4.0	0.7	3.9	2.5
35	1	302	10.3	306	9.8
	2	302	12.1	289	7.8
	3	302	8.9	296	9.4
	AV	302	10.4	297	9.0
	標準偏差	0.1	1.6	8.6	1.0
55	1	299	10.9	306	9.8
	2	292	7.6	238	3.9
	3	296	7.6	272	6.3
	AV	296	8.7	272	6.6
	標準偏差	3.4	1.9	34.0	3.0
75	1	289	9.9	262	4.4
	2	279	8.0	177	2.7
	3	275	8.6	234	3.6
	AV	281	8.8	224	3.6
	標準偏差	7.1	1.0	43.3	0.8

全ての採取位置において引張強さ及び伸びは HIP 処理有りの方が HIP 処理無しより高い値を示した。また、HIP 処理有り無しともに、DBB が大きくなるにつれて引張強さ、伸びの値が低くなる傾向を示した。更に、表 2 より HIP 処理有りでは、各 DBB における引張強さの値のばらつきはあまり見られないが、HIP 処理なしでは、DBB が大きくなるにつれて値のばらつきが大きくなっていることが分かる。

図 6 に DBB がそれぞれ (a) 10mm と (b) 75mm のマイクロ写真を示す。採取位置によりデンドライト組織の間隔が大きく異なっており、DBB が小さくなるにつれてデンドライト組織は微細化されていることが分かる。図 7 の関係を表 2 中の DBB に代入し DAS と引張強さ、伸びの関数に整理すると図 8、図 9 が得られる。

Fig. 6 Microstructures

Fig. 7 Relationship between DBB and DAS

図 8、9 より HIP 処理有り、HIP 処理無しともに DAS が大きくなるにつれて、引張強さ及び伸びが低くなっていることが分かるが、HIP 処理無しではその低下がより大きくなっている。この HIP 処理有りと HIP 処理無しでの各 DAS における値の差が欠陥による影響であると思われる。図 10 に DAS と欠陥面積率の関係を示す。このように铸造欠陥は引張強さ、伸びの低下とそのばらつきに与える影響が大きいことが分かった。

以上のことから、AC4CH アルミニウム合金鑄造の引張強さ及び伸びは、DAS の大きさに依存するが欠陥による影響がより大きいことが分かった。

Fig. 8 Relationship between DAS and tensile strength

Fig. 9 Relationship between DAS and elongation

Fig. 10 Relationship between DAS and defect area

4. 結言

- (1) AC4CH アルミニウム合金鑄造の引張強さ及び伸びは、DAS の大きさに依存するが欠陥による影響がより大きい。
- (2) 鑄造欠陥は引張強さ、伸びの低下とそのばらつきに与える影響が大きい。

5. 参考文献

1. 上西研：機講論，熊本地方講演会，No. 018-2，(2001)
2. 横山隆：軽金属，52 巻 6 号，(2002)，262-268