

目 次

I アルミニウム合金鑄物

1. 概 説 (森永卓一)

2. 地 金 (雄谷重夫, 本間梅夫)

2・1 アルミニウム地金	4	2・1・3 アルミニウムの生産と消費	6
2・1・1 アルミニウムの物理的性質	4	2・2 アルミニウム二次地金	8
2・1・2 アルミニウム地金の品位	5		

3. 砂型および金型鑄造用合金 (雄谷重夫, 本間梅夫)

3・1 合金成分	10	3・3・3 質量効果による機械的性質の変化	20
3・1・1 基本成分	10	3・3・4 高温および低温機械的性質	22
3・1・2 各合金系の概略的な特性	11	3・3・5 高温クリープ性質	24
3・2 各合金系の物理的性質	11	3・4 化学的性質(耐食性)	24
3・3 各合金系の機械的性質	14	3・5 組 織	26
3・3・1 実用合金鑄物の常温機械的性質	14		
3・3・2 主要合金元素量と機械的性質	14		

4. ダイカスト用合金 (雄谷重夫, 本間梅夫)

4・1 合金成分	30	4・3 その他の性質	33
4・2 物理的性質と機械的性質	31		

5. 溶 解 (雄谷重夫, 本間梅夫)

5・1 溶融アルミニウム合金の酸化	35	5・1・3 他元素の影響	36
5・1・1 酸化物の形態	35	5・1・4 実際の問題	36
5・1・2 酸化速度と酸化膜の厚さ	35	5・2 溶融アルミニウム合金のガス吸収	37

vi	目	次
5・2・1	ガス吸収の原因	40
5・2・2	ガス含有による欠陥	40
5・2・3	ガス含有量の許容限	42
5・2・4	脱ガス法	42
5・2・5	ガス含有量の実用的な測定	45
5・3	アルミニウム合金の流動性	46
5・4	アルミニウム合金の凝固	48
5・4・1	純金属の凝固	49
5・4・2	固溶体型合金の凝固	50
5・4・3	共晶合金の凝固	52
5・5	アルミニウム合金の熱ぜい性	52
5・6	アルミニウム合金の結晶微細化と改良	53
5・6・1	結晶微細化の効果	53
5・6・2	結晶微細化処理	54
5・6・3	Al-Si 合金の改良および初晶ケイ素の微細化	55
5・7	溶解炉	56
5・7・1	溶解炉の使用状況	56
5・7・2	溶解炉の使用条件	61
5・8	溶解法	62
5・8・1	材料と母合金	62
5・8・2	溶解方法	62

6. 砂 型 鑄 物 (菅野友信)

6・1	模 型	65
6・1・1	木型用木材	65
6・1・2	金型模型	66
6・1・3	せっこう型	67
6・1・4	接 着 剤	67
6・1・5	模型製作要領	67
6・1・6	模型の種類	68
6・2	鑄型用材料	69
6・2・1	鑄 物 砂	69
6・2・2	鑄物砂の種類	70
6・2・3	ふるい目寸法と粒度係数	70
6・2・4	鑄物砂粒子の形状	70
6・2・5	鑄物砂の化学成分	70
6・2・6	鑄物山砂の粒度分布と化学成分	72
6・2・7	ケイ砂の粒度分布と化学成分	72
6・2・8	粘 土	73
6・2・9	鑄物砂の種類と配合	73
6・2・10	アルミニウム合金鑄物用型砂	74
6・2・11	アルミニウム合金鑄物用中子砂	75
6・2・12	炭酸ガス法	77
6・2・13	アルミニウム合金鑄物に対する シェル型中子の応用分野	80
6・2・14	鑄物砂の管理	81
6・2・15	鑄物砂に起因する鑄物の欠陥	83
6・3	造型作業	85
6・3・1	丸型模型による小型鑄物造型法	85
6・3・2	割型模型による小型鑄物造型法	86
6・3・3	大型鑄物造型法	87
6・3・4	3つ枠による大型鑄物造型法	89
6・3・5	ジョルト式造型機による成型法	91
6・3・6	ジョルトスキューズ造型機の機構	91
6・3・7	中子製作機械	92
6・3・8	中子取り	93

6・3・9	中子乾燥	93	6・4・6	鑄造速度を遅くし鑄造温度を低くするための鑄造方法	100
6・3・10	乾燥炉	94	6・4・7	激しいかく乱とドロスの巻き込みを避ける鑄造方案	101
6・3・11	中子乾燥板	94	6・4・8	押湯に対して方向性凝固を与える鑄造方案	102
6・3・12	中子組立	94	6・4・9	冷し金	102
6・3・13	天秤中子	95	6・4・10	鑄造方案の実例	102
6・3・14	ケレン	95	6・5	鑄造作業	103
6・3・15	詰め込み中子	95	6・5・1	鑄造作業上の注意事項	104
6・3・16	かぶせ中子	96	6・6	砂型鑄物の欠陥とその対策	104
6・3・17	あて中子	96	6・6・1	模型鑄棒などの不適當による欠陥発生の要因	104
6・3・18	組立中子	96	6・6・2	鑄型の造型技術の不適當による欠陥発生の要因	105
6・3・19	積み重ね乾燥鑄型	96	6・6・3	冶金および鑄造技術の不適當による欠陥	105
6・4	鑄造方案	97			
6・4・1	鑄造方案の用語	97			
6・4・2	鑄造方案にあらかじめ考慮すべき事項	98			
6・4・3	湯口比	99			
6・4・4	押湯の効果	99			
6・4・5	湯口、湯道およびせきのつけ方	100			

7. 金 型 鑄 物 (長谷川昭一)

7・1	金 型	109	7・3・2	金型の予熱	118
7・1・1	金型の肉厚および材質	109	7・3・3	鑄込温度および鑄造サイクル	119
7・1・2	金型の設計	109	7・3・4	ロット管理および標示	119
7・1・3	ガス抜き	110	7・4	金型鑄造機械	120
7・1・4	型締めおよび中子引抜機構	110	7・4・1	鑄造機の種類	120
7・1・5	その他	111	7・4・2	油圧器使用鑄造機の保守	125
7・2	鑄造方案	112	7・5	金型鑄物の欠陥とその対策	125
7・2・1	鑄造方案の基本型	112	7・5・1	湯まわり不良	125
7・2・2	鑄造方案例	114	7・5・2	湯 境 い	126
7・3	鑄造作業	117	7・5・3	不清潔な鑄肌	126
7・3・1	塗 型	117	7・5・4	砂中子の破壊	127

7・5・5 介在物(かすの巻き込み) ……127	7・5・8 収 縮 巣 ……130
7・5・6 ブローホール ……128	7・5・9 ピンホール ……131
7・5・7 割 れ ……129	

8. ダイカスト (工藤公三, 植原寅蔵)

8・1 ダイ ス ……133	8・4・2 真空ダイカスト法の利点 ……186
8・1・1 ダイスの使命と重要性 ……133	8・4・3 カックス式真空ダイカスト法 ……187
8・1・2 ダイスの設計要領 ……137	8・4・4 モートン式真空ダイカスト法 ……189
8・1・3 ダイスの加工 ……155	8・4・5 リードプレnten式真空ダイカ スト法 ……189
8・1・4 ダイス用鋼材とその熱処理 ……157	
8・2 鑄造方案 ……159	8・5 ダイカスト鑄物の欠陥とその対策 ……190
8・2・1 概 説 ……159	8・5・1 概 説 ……190
8・2・2 鑄造の基礎 ……160	8・5・2 寸法欠陥 ……190
8・2・3 鑄造方案選定の基礎 ……165	8・5・3 収 縮 巣 ……191
8・2・4 鑄造方案の選定 ……169	8・5・4 ブローホール(ガスホール) ……191
8・2・5 鑄造方案の実例 ……172	8・5・5 偏 析 ……192
8・3 鑄造作業 ……175	8・5・6 き 裂 ……192
8・3・1 概 説 ……175	8・5・7 ポロシティ(ざく目) ……192
8・3・2 保熱炉および保熱作業 ……176	8・5・8 湯 境 い ……193
8・3・3 鑄造準備 ……176	8・5・9 湯じわ, 湯ばしり ……193
8・3・4 鑄造作業 ……178	8・5・10 は が れ ……194
8・3・5 鑄造用具 ……182	8・5・11 引け(くぼみ) ……194
8・3・6 鑄造作業の管理 ……184	8・5・12 焼 付 き ……194
8・4 真空ダイカスト法 ……185	8・5・13 か じ り ……195
8・4・1 概 説 ……185	8・5・14 ハードスポット ……195

9. シェル型鑄物 (森山和浩)

9・1 シェルモールド法の長所 ……197	9・2・3 シェルモールド用粘結剤 ……199
9・2 造 型 法 ……197	9・2・4 レジンコーテッドサンド ……199
9・2・1 工 程 ……197	9・3 模型と造型機 ……200
9・2・2 シェルモールド用ケイ砂 ……199	9・3・1 模 型 ……200

9・3・2 シェルモールドイング・マシン	201	9・5 鑄造作業	202
9・4 鑄造方案	202	9・6 シェル型鑄物の鑄造欠陥とその対策	203

10. 精密鑄造鑄物(ロストワックス鑄造法とプラスターモールド法)

(森山和浩)

10・1 ロストワックス鑄造法(インベ ストメント鑄造法)	205	10・2 プラスターモールド鑄造法	213
10・1・1 ロストワックス鑄造法の概要, 長所および適用	205	10・2・1 造型法	214
10・1・2 製造法	206	10・2・2 パーミアブル・プラスターモ ールド	214
10・1・3 インベストメント鑄造品の欠 陥と対策	212	10・2・3 適用性	215
10・1・4 インベストメント鑄造したア ルミニウム合金の機械的性質	212	10・2・4 プラスターモールド・プロセス における鑄造欠陥とその対策	216

11. 低圧鑄造鑄物 (森山和浩)

11・1 鑄造方案	217	11・2 金型	220
11・1・1 特長	217	11・3 鑄造サイクル	222
11・1・2 鑄造の基本条件	217	11・4 低圧鑄造装置	223
11・1・3 使用材質	219	11・5 低圧鑄造鑄物の欠陥とその対策	227

12. 仕上げと機械加工 (山根可雄)

12・1 鑄物の素材仕上げ	231	12・2・4 塗装仕上げ	242
12・1・1 砂落し作業	231	12・2・5 接触腐食の防止法	244
12・1・2 湯口, せきおよび押湯の切断	231	12・3 鑄物の機械加工	244
12・1・3 鑄ばり取り	232	12・3・1 アルミニウム合金鑄物の機械 加工特性	244
12・1・4 研削と研磨	233	12・3・2 機械加工用工具	245
12・1・5 曲り直しとひずみ取り	235	12・3・3 切削剤	248
12・2 鑄物の表面仕上げ	235	12・3・4 機械加工用設備	248
12・2・1 機械的仕上げ	235	12・3・5 各種機械加工法	248
12・2・2 化学的仕上げ	236		
12・2・3 電気化学的仕上げ	238		

13. 熱 処 理 (山根可雄)

13・1 熱処理作業	253	13・2 熱処理設備	269
13・1・1 目的, 方法および記号	253	13・2・1 熱処理炉	269
13・1・2 時効硬化の機構の概要	254	13・2・2 熱電対, 補償導線および基準 接点	271
13・1・3 熱処理型鋳物用アルミニウム 合金	256	13・2・3 温度計	273
13・1・4 焼なまし	264	13・2・4 鋳物装入かご	275
13・1・5 溶体化処理	266	13・2・5 焼入槽	275
13・1・6 焼入れ	267	13・2・6 熱処理不良の原因およびその 対策	276
13・1・7 焼もどし	268		
13・1・8 熱処理作業上の注意	268		

14. 検 査 (高橋恒夫)

14・1 非破壊検査	278	14・2 破壊検査	280
14・1・1 浸透探傷試験	278	14・2・1 機械試験	280
14・1・2 超音波探傷試験	278	14・2・2 組織検査	286
14・1・3 放射線透過試験	279	14・2・3 組成検査	291

15. 溶 接 と 接 合 (中山孝廉)

15・1 一般的考察	301	15・4 溶接部のX線検査	340
15・2 溶接法	314	15・5 ろう付けとハンダ付け	340
15・2・1 溶接法の概要および選択	314	15・5・1 ろう付け	341
15・2・2 ガス溶接法	317	15・5・2 ハンダ付け	344
15・2・3 不活性ガス電弧溶接	325	15・6 含浸処理(漏れ止め)	347
15・3 鋳かけ作業	340		

16. 鋳物設計上の要項

16・1 鋳物の設計 (永井信逸, 市田正一)	351	16・2・2 金型鋳物	363
16・2 鋳造方法の選択	354	16・2・3 ダイカスト	365
16・2・1 砂型鋳物	358	16・2・4 特殊鋳物 (森山和浩)	370

16・3 合金の選択 …………… (菅野友信) ……372	16・3・2 合金選択の基準 ……………375
16・3・1 合金の一般特性 ……………372	

17. 用 途 (中山孝廉)

17・1 用途の分類および生産量 ……………377	17・3・3 車輛への用途 ……………386
17・2 各合金系の用途 ……………379	17・3・4 建築への用途 ……………387
17・3 各業種別の用途 ……………381	17・3・5 化学工業への用途 ……………387
17・3・1 自動車への用途 ……………381	17・3・6 その他の用途 ……………388
17・3・2 船舶への用途 ……………386	

II マグネシウム合金鑄物 (森永卓一)

18. マグネシウム合金工業の展望

19. 地 金

19・1 マグネシウム地金 ……………392	19・2 マグネシウム合金地金 ……………392
------------------------	--------------------------

20. 砂型鑄物用合金

20・1 MC1(AZ 63) ……………393	20・5 Mg-Zr 系合金 ……………400
20・1・1 状態図と組織 ……………393	20・5・1 ZK 51 ……………402
20・1・2 鑄造特性 ……………395	20・5・2 ZE 41 ……………402
20・2 MC 2 (AZ 91 C) ……………395	20・5・3 ZH 62 ……………403
20・2・1 組 織 ……………396	20・5・4 HK 31 ……………404
20・2・2 鑄造特性 ……………398	20・5・5 HZ 32 ……………405
20・3 MC 3 (AZ 92) ……………398	20・5・6 EK 30 ……………406
20・3・1 組 織 ……………399	20・5・7 EZ 33 ……………407
20・3・2 鑄造特性 ……………399	20・5・8 ASTM 規格による AM 100, AZ 81, ZH 42 および EK 41 ……408
20・4 Mg-Mn 系合金 ……………399	20・6 わが国におけるマグネシウム合金 鑄物の標準性質 ……………410
20・4・1 状態図 ……………400	
20・4・2 鑄造特性 ……………400	

21. ダイカスト用合金

21・1 AZ 91 A および AZ 91 B	416	21・4・1 鑄造温度および型予熱温度 の影響	419
21・2 AM 11	416	21・4・2 合金の化学成分および型の 種類による影響	420
21・3 マグネシウム合金のダイカスト 特性	416	21・4・3 冷却過程中の合金の強さ	420
21・4 鑄造割れ	417		

22. 防食用マグネシウム陽極

23. 溶 解

23・1 溶 剤	423	23・5 溶解作業	427
23・2 ベリリウムの影響	424	23・5・1 鍋 炉 法	428
23・3 結晶粒度の調節	425	23・5・2 るつぼ法	429
23・4 脱 ガ ス	427	23・5・3 鑄造特性	429

24. 砂 型 鑄 物

24・1 模 型	431	24・5・2 シェル鑄型	435
24・2 鑄物砂	431	24・5・3 炭酸ガス鑄型	435
24・2・1 おも型用砂	431	24・5・4 通過溝の中子	435
24・2・2 中子用砂	432	24・6 砂型鑄物の欠陥とその対策	435
24・2・3 酸化防止剤	432	24・6・1 も え	436
24・3 造 型 法	432	24・6・2 フラックスおよびかすの混入	436
24・3・1 湯口, 湯道およびせき	432	24・6・3 マイクロ・キャピティ	436
24・3・2 押 湯	433	24・6・4 粗大結晶	436
24・3・3 冷 し 金	433	24・6・5 ブローホール	436
24・3・4 鑄型の乾燥	433	24・6・6 引 け	437
24・4 鑄造方案	433	24・6・7 き 裂	437
24・5 マグネシウム合金に応用される 鑄型	434	24・6・8 湯じわ	437
24・5・1 せっこう鑄型	434	24・6・9 砂 落 ち	437
		24・6・10 ふくれ	437

24・6・11 対策	438	24・7 砂型鋳物の設計上の問題	438
------------	-----	------------------	-----

25. マグネシウム合金ダイカスト

25・1 ダイカスト機	441	25・2・2 中子孔	450
25・1・1 コールドチャンバ式	441	25・2・3 溝	450
25・1・2 ホットチャンバ式	443	25・2・4 鋳ぐるみ	451
25・1・3 真空ダイカスト	446	25・2・5 ねじ込み挿入物	451
25・1・4 マグネシウム合金特性から 見たダイカスト機	449	25・3 鋳造作業	452
25・2 鋳造方案	450	25・4 ダイカスト鋳物の欠陥とその対策	452
25・2・1 鋳込口の位置および大きさ	450	25・4・1 ザイグロ検査	453
		25・4・2 透過X線検査	453

26. 仕上げと防食処理

26・1 切削工具	455	26・3 防食処理	457
26・2 曲り取りとひずみ取り	456		

27. 熱処理

27・1 熱処理炉	461	27・3 マグネシウム製品の取扱い注意	463
27・2 熱処理作業	462		

III チタニウム鋳物 (森永卓一)

28. チタニウム鋳物

28・1 溶解	467	28・4 鋳造方案	468
28・2 溶解設備	467	28・5 現在使用されているバルブの形状	469
28・3 溶解作業	468		

29. 機械的性質 (機械加工を含む)

29・1 機械加工	471	29・1・2 フライス加工	472
29・1・1 旋盤加工	471	29・1・3 孔明け加工, リーマ通し	472

29・1・4	ねじ立て	472
--------	------	-----

30. 化学的性質

30・1	チタンの脱スケール	473	30・2	チタンの表面処理	474
------	-----------	-----	------	----------	-----

IV 規格および状態図 (森永卓一)

31. アルミニウムおよびその合金関係

31・1	JIS 規格	479	31・2・3	住友化学製アルミニウム合金 地金	484
31・1・1	アルミニウム地金	479	31・2・4	三菱化成製アルミニウム合金 地金	484
31・1・2	アルミニウム二次地金	479	31・3	アメリカにおける規格	485
31・1・3	電気用アルミニウム地金	479	31・3・1	Federal Specifications	485
31・1・4	精製アルミニウム地金	479	31・3・2	ASTM	488
31・1・5	砂型および金型鋳物用アルミ ニウム合金地金	480	31・3・3	SAE	492
31・1・6	ダイカスト用アルミニウム 合金地金	480	31・3・4	アルコア	493
31・1・7	アルミニウム合金鋳物化学 成分および性能表	481	31・3・5	アルキャン	499
31・1・8	アルミニウム合金ダイカスト 化学成分および性能表	482	31・4	イギリス規格	501
31・2	わが国製錬4社で用意されている アルミニウム合金地金の化学成分	482	31・5	ドイツ規格	502
31・2・1	日本軽金属製アルミニウム 合金地金	482	31・6	ISO 規格	505
31・2・2	昭和電工製アルミニウム合金 地金	483	31・7	フランス規格	506
			31・8	イタリア規格	508
			31・9	ソ連邦のアルミニウム鋳造合金 規格	513
			31・10	状態図	520

32. マグネシウムおよびその合金関係

32・1 JIS 規格	525	32・2・2 ASTM	529
32・1・1 マグネシウム地金	525	32・3 イギリス規格	531
32・1・2 鋳物用マグネシウム合金地金	525	32・4 ドイツ規格	531
32・1・3 マグネシウム合金鋳物	525	32・5 ソ連規格	532
32・2 アメリカにおける規格	525	32・6 状態図	533
32・2・1 Federal Specifications	525		
索 引			535