我国の軽合金ダイキャストについて

三 浦 清 吉*

THE LIGHT METAL DIE CASTING IN JAPAN

(Received Jan 31. 1955)

SEIKICHI MIURA

ダイキャスト法は砂鋳物に比べると新しい方法であるが、シエルモールド法、粉末冶金法等の最近の精密鋳造法に比較すると古い方法である。

此の方法が初めて試みられたのは1840年頃で、活字鋳造機から考え出されたと謂われているから約100年以上の歴史を持つている。然し、1900年の初期まではダイキャスト法の確性が甚だ不安定であつたため、一般に利用されることが少なく其の存在も認められなかつたようである。其の特性が認められ、各種の機械部品に使用せられるようになったのは近々20〜30年以來のことで其の後の発展は頗る目覚しいものがあり、最近のダイキャスト製品は従来の種々な金属加工法を駆逐し、あらゆる分野、即ち簡単な装飾品から重要機械部品にまで利用せられるに至つたのである。

我国に於ても時期的なズレはあるが以上の傾向は同様である。此れはダイキャスト法が我国に於て行われたのは明治の最終期が大正の初めとされているが、企業として初められたのは大正6年(1917)であつてアメリカのそれとは約70〜80年の開きがあり而も狭隘なる我国機械工業の生産数量と多量生産を目標とするダイキャスト法とは長い間合致しなかつたことに原因するものである。

ダイキャスト製品の不確実性による未発達はダイキャスト業者自身の問題であつて、ダイキャスト機械の未発達、ダイキャスト技術の未習得及びダイキャスト用諸合金研究の不備にあつた。

アルミニウム合金ダイキャストが初められたのはアメリカに於て1914年であり我国に於ては昭和の初期3〜4年

(1930)頃からである。銅合金のダイキャストも其の頃より同時に行われている、此れはダイキャスト機械の発達によるものである。

ダイキャスト機械

現在では亜鉛、錫、鉛基合金には Hot Chamber Type Machine (熱加圧室機械)を用い、アルミニウム、マグネシウム、銅基合金には Cold Chamber Type Machine (冷加圧室式機械)を用いるというのが常識となつてゐる。

之れは熔融温度の高いアルミニウム、マグネシウム、銅合金ダイキャストに Hot Chamber Type Machine を使用すれば合金内に鉄の量が増加し合金の質を低下するため Cold Chamber Type Machine を使用するのである。又此の Cold Chamber Type Machine には機械の構造上高圧力を使用する必要があり Hot Chamber Type Machine よりも圧入圧力を高め得られる。最近の Cold Chamber Type Machine は大抵、油圧力又は水圧力を利用しており、単位圧力を $120 \text{ 圧} / \text{cm}^2$ 以上の圧力を使用する。勿論人力、空気圧等を用いてもダイキャスト製品は作り得られるが、質的に前者に劣るため、ダイキャスト製品の確性が少なく重要機械部品としては不適当である。之れは我国に於ても漸次ダイキャスト業者も使用者側も認識し了解しつつあるところである。

1、2カ月前の或る外国雑誌の紹介によれば、マグネシウム合金ダイキャストに Hot Chamber Type Machine

Cold Chamber Type Machine

(合金熔解鉄鍋は機械と別に装置する)

(1) プランヂャー	(2) 注 入 口
(3) 鋳 型	(4) 可 動 盤

Hot Chamber Type Machine

(1) 鉄 鍋	(2) プランヂャー
(3) グーズネック	(4) 鋳 型
(5) トグル型締め機構	

を使用することが出来るそうである。現在の Hot Chamber Type Machine に或る種の装置を施すことは勿論である。これはマグネシウム合金はダイキャスト作業中合金の酸化を極度にきらうという特殊条件もあるが、溶解温度が殆んど同程度であるアルミニウム合金に比して鉄を侵食する率が少ないために其れが可能なものと考えられる。近い将来に於て、ダイキャスト機械の圧入装置の加熱部分に使用せられる鑄鉄、鑄鋼、及び特殊鋼等の耐熱度が高められてアルミニウム合金ダイキャストにも Hot Chamber Type Machine が使用せられることになると思う。ダイキャスト業者としては高速度で生産性の高い優れたアルミニウム合金用 Hot Chamber Type Die Casting Machine の出現を切望するものである。

次にダイキャスト法の重大なる特徴であるコスト低下の目的のために機械の高速度化を図り極最近の機械は特に輸入された諸外国の近代機械は全て自動式機械であることは今後益々ダイキャストの利用範囲を増大することになり、低コストのダイキャスト製品は諸機械、器具の輸出に充分貢献することになるであろう。

ダイキャスト用軽合金

アルミニウム基合金

我国に於ける初期のダイキャスト用アルミニウム諸合金は各社共まちまちであつたと思われるが、Si13;Cu4~Si5;のシルミン、ラウタールが主として用いられた。其の他は各社独自に合金配合をなし Cu10;Cu~Si~Zn; など種々あつた。当社(田中ダイカスト)に於てはアルミニウム地金にはアルコア会社製程度99.3%の新地金を合金して使用した。之れは国産アルミニウム地金の市販されるまで続いた。其の後航空規格中に軽合金ダイキャスト規格が決定され航空機用部品には一応適用され、各社共統一し、一般機械部品にも使用されたが、第二次世界大戦となり、アルミニウム地金の配給が統制され鑄物用としての新地金が配給中止となり、ダイキャスト業者は反対したのであるが全面的に再生塊が配給せられるようになってダイキャスト製品の質は著しく粗悪化した。それと同時に寸法精度の点に於ても又生産性の面に於ても甚だしく低下し、ダイキャスト製品とは砂鑄物よりも多少寸法精度が高く鑄肌も手を加えずに済む程度であり、値段の高いものであるという感じを残した。此の事実は終戦後 J E S 規格中にダイキャスト用合金として規格付けられたものの、成分不明のスクラップ材料を其儘使用したものが多かつたため数年間はダイキャスト製品とは一時的間に合わせのものであるから使用する材料も再生塊のみで充分であるという考えがあつた。之れによつてアルミニウムダイキャスト製品の信用を失墜した例が多くあつた。どんな成分の合金でもダイキャスト製品は出来るからといつて材料面を等閑視することは絶対に許されないことを強調して熾まない。

最近に於ては諸外国の主としてアメリカの文献その他によりアルミニウム合金は非常に改良せられダイキャスト

ト業者は各社共良心的な材料を使用するに至つていて、戦前の製品に比べても決して劣らず優れたものを製出している。鑄物の表面肌に於ても内部組織の完全さによる物理的、機械的性質に於ても又寸法精度の高度化の点に於ても過去の何れの時期にも見られない優れたものとなり世界的水準にまで到達した欠点のない鑄物を製出し、以前の悪評を殆んど駆逐し使用者は安心してアルミニウムダイキャスト製品を使用している。

乍然、以上の傾向は A. S. T. M 規格の採用や特需関係の仕事を引請けた会社に見受けられる処であつて、ダイキャスト業者全部に完全に行われているとは云い難い状態である。近々学界、研究所等の権威者と官庁及びダイキャスト業者の協力により J I S 規格として新にダイキャスト用アルミニウム合金規格が決定せられることであるから今後は一定した合金がどの会社工場に於ても使用せられることになると思う。加之、日本軽金属株式会社及び昭和電工株式会社に於て既にシルミン合金地金を市販しているし尚前者からはラウタール系の合金も試販され業界の反響を俟つて量産市販されることになつてゐるから正規の規格配合を持つたアルミニウム諸合金が使用され全面的にダイキャスト製品の優秀性が確保され、さきに規格品として市販されている亜鉛基合金と共に益々其の利用範囲が拡大されることを確信する。ダイキャスト業界にとつて真に喜ばしい限りである。

A. S. T. M 規格にはダイキャスト用アルミニウム合金として11種類程規定されているが、我国に於てはダイキャスト業者の設備しているアルミニウム用ダイキャスト機械は殆んど Cold Chamber Type Machine であるから一応数種類に統合し、其の後、学界、研究所、材料会社及びダイキャスト会社等の研究による新合金を規格に採用しては如何と考える。

今後は流動性のあるシルミン、含銅シルミン系のものと鑄造性に難点はあるが耐食性のあるヒドロナリウム系のものが相当進出して来る傾向があることをつけ加えて置く。

マグネシウム合金

マグネシウム合金ダイキャストは昭和10年頃から各社共研究に着手し昭和13~14年頃より航空機部品に使用し実用化された。合金としてはAL10%のものが使用されたがダイキャスト部品も極一部の部品にのみ使用され、アルミニウム合金の如く全航的な部品にまで使用せられるには至らず而も終戦と同時に其の要求もなくなり、且つ材料地金の点よりも全面的に中止されるようになった。

最近ではアメリカに於て航空機部品に限らず一般兵器、光学機械、事務用機器等の一般機械部品に広く使用されているので、我国でも極最近になつて再び製作が開始され各社共其の研究、製作に努力している。今後のマグネシウム合金ダイキャストは戦時中のものとは違つた意味に於て相当広範囲に使用せられるであろう。前にも述べたように Hot Chamber Type Machine を使用してダ

イキャスト製品を製作することになると製造コストも非常に低廉となり、材料費も亜鉛、アルミニウムと比較の割安であるから其の発展は大いに期待される。ただ材料受理と防錆処理方法の合理化が一番問題となるであろう。

ダイキャスト技術

ダイキャストの発展が長年月を要した一つの原因としてダイキャスト業者自体の技術習得の点が挙げられる。此の問題はダイキャスト鑄型の設計と製作及びダイキャスト鑄造技術に分けられる。

鑄型の設計

鑄型の設計は多くの場合要求者の提示する鑄物の青写真によつて或は又特殊な場合は見本品によつてなされる。先ず第一に其の鑄物に最も適当なダイキャスト機械の決定である。之れは説明するまでもない。

次に第二には鑄型の分割面 (Parting Line) を決定する。之れはダイキャスト製品を可動型 (Ejector Die) の中に留まらしめそれを無理なく鑄型より押出すことと、トリミング (湯口、鑄純などを取り除く作業) 作業を容易に簡単ならしむるために最も重大な根本的なものである。又之れはダイキャスト製品の良否に最後まで関係があるから設計技術者の知識と過去の経験を充分に働かせて最適な線を決定する必要がある。

第三に鑄物内部組織の完全なもの (Soundness) をダイキャストするため噴射口 (Sprue) 湯路 (Runner) 湯口 (Gate) の位置決め (Location) である。之れも鑄物の一つ一つによつて全く異つて来るので現在の処々々計算通りにはゆかない。殊に湯口の形状、寸法が難かしい。

第四は中子の位置、方向の決定であるが、鑄物の形状が極めて簡単で可動型と固定型で造形し得るようなものは此の設計は不要であり、又単純な中子で済む場合は問題はないが複雑で或る角度を持った可動中子が必要とする場合はその決定及び稼働方法、装置機構の決定等ダイキャスト以外の方法には見られない困難さがある。

第五は寸法精度の確実な鑄物を作るため、指定寸法に各種合金のシュリンケージを加算した鑄型寸法の計算、決定がある。シュリンケージの率は合金の種類によつて異なるし又鑄物の各部分の肉厚、形状、湯口及びクーリングパイプの位置、中子の有無及びダイキャスト鑄造作業のサイクル数によつても異つて来るのでダイキャスト作業のあらゆる面をマスターした技術者でなければ正しい厳密な数値の決定は出来難い。

第六は鑄物に有害でなく而も鑄型より鑄物をスムーズに押し出す位置に押出ピンの位置を決定する。之れは簡単のようで実際にやってみると難かしいものである。

第七は合金が鑄型内に注出されると同時に型窩内の空気やガスが鑄型外に排出され鑄物内部に空気孔やガス孔 (ブローホール) が出来ぬよう空気抜き孔 (Air Vents) 空気溜り窩の決定がある。

第八は連続せる鑄造作業中に鑄型が過熱され鑄物が出来なくなるのを防止するため冷却装置 (Cooling) を施すが其の最も適当な位置決めがある。

其の他ダイキャスト作業に必要な特殊な点例えばイン

サート等の事項について考案する必要がある。

以上は順序をつけ個条書きに述べたが各項共総て関連性があるので総合的に設計方針が決められるがダイキャスト製品は個々別々に全く異なるので長年月の経験を必要とする。

鑄型の製作

鑄型の製作は設計図面通りに機械加工或は手仕上げにて製作組立すればよいのであるが鑄物を鑄型よりスムーズに無疵で引出すためには各部に抜け勾配を必要とするから、此の点に於ても充分な経験を必要とする。而も此の抜け勾配はシュリンケージと同じく各部によつて異なる。

ダイキャスト鑄造技術

諸外国では其の鑄型による鑄造に最も適当な一定の条件を決定して置き、作業品は其の方針書通りに作業すればよいことになつていそうである。我国でも一部の会社では其の方針を採用していると聞いているが一般には其れまでになつていないのが普通である。そのため鑄型の温度、注入合金の温度及び圧入速度、圧力の調節等或は鑄型えの合金のカジリ付きの解決、湯蝕や湯界線の除去タイスリックの使用程度など過去の経験に俟つものが数多くある。特に軽合金のダイキャスト作業は亜鉛、錫合金に比して上記の各点で困難が多いことを記して置く。

以上経験によることを強調したが我国のダイキャスト業者も相当永い年月の経験を持つていのであるから之れを科学的に分析研究して一つのデーターを作成し将来の大いなる発展の基礎になし得る現状に立ち至つていのである。

アルミニウムダイキャスト製品精度の問題

之れについてはダイキャスト技術委員会に於て標準的なものを作成し、各使用者側に諒解されるよう努めているが、一般許容範囲と極限許容範囲との決定は仲々難かしい問題である。ダイキャスト業者は使用者側の製作する機械部品を作るのであるから利用者と充分打合わせをなし又利用者がダイキャスト業者の意見を容れてより良いダイキャスト製品を作るように協力すれば此の問題は解決するものである。

鑄型耐久度の問題

従来はアルミニウムダイキャスト鑄型は耐久性が少なく一型で 8,000 ～ 10,000 個程度であると謂われていたが、クローム、モリブデン、バナジウム鋼が製作市販され之れを加工後変形なく而もスケールの生ぜざるよう熱処理することによつて10倍以上の耐久度を持つことが判明している。之れは仲々細部に亘つては色々問題があるが今年辺りよりダイキャスト技術委員会では其の解決に著手しているから早晩解決されることである。

其の他ハードスポットの問題、アルミニウム合金の範囲の問題、ダイキャスト機械の問題、製品加工方法の問題等々軽合金ダイキャストについて頗る未解決のものが多いのが現在の日本のダイキャストの現状である。之れを以つて看るに我国の軽合金ダイキャストは今後の問題であつて将来多いに其の発展を嘱目されてよいと思う。