

T
'NC-ZN8410 88-029

開示制限

本資料は 年 月 日付けて登録区分、
変更する。 2001. 6. 6

[技術情報室]

金 屬 燃 料 製 造 法 選 定 報 告 書

1988年7月

動力炉・核燃料開発事業団
東 海 事 業 所

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村大字村松4番地49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

者だけ
わない
の旨通
下さい。

© 核燃料サイクル開発機構 (Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001



金属燃料製造法選定報告書

鹿倉 栄*
山口俊弘**, 遠藤秀男**

要旨

高速炉新型燃料のうち金属燃料の製造記述開発に当たり、金属燃料製造法選定を行った。製造法選定はまず一般産業で用いられている金属成形技術を幅広く調査することから始めた。調査の結果、金属成形技術は非常に多岐に渡っており、300種類近くにも上った。それらの中から選定法条件に基づいて選定を行った。

選定法条件は、棒状成形（金属燃料寸法は直径4～6mm、長さ20cmの細長い棒状）が可能であること、グローブボックス内に設置できる設備であること、簡素化した工程であること、臨界管理上有利なこと、等である。

以上の条件により絞りこみを行った結果、最終的に
「石英モールドを用いた改良型L. P. D. 法」
を選定することができた。この製造法は米国ANLが開発している射出成形と基本的に同じものである。

(L. P. D. : Low Pressure Die Casting)

* プルトニウム燃料部 設計開発課長 (現本社核燃料部 計画課長)
** プルトニウム燃料部 設計開発課 開発係

目 次

1. 目 的	1
2. 金属成形技術調査	2
3. 金属燃料製造法選定条件	1 7
4. 金属燃料製造法選定	1 8
5. 今後の展開	2 1

付録 1. 金属燃料製造法第一次評価結果
2. 第一次評価で絞り込まれた製造法の概要

1. 目的

高速炉燃料開発において、MOX燃料以外の金属、窒化物、炭化物といった新型燃料が最近着目されてきている。これら新型燃料の燃料サイクル各分野の現状及び研究開発課題等は、「新型燃料技術検討会報告書」(PNC SN8020 88-001)で報告した。

その報告書の中で、米国アルゴンヌ国立研究所(ANL)が金属燃料製造法として射出成形を選択したのは30年前であり、その後の技術進展を鑑みれば射出成形にとらわれることではなく、今後金属燃料製造技術開発を進めるに当たって、現在一般産業で用いられる種々の金属成形技術の中から成形法選定を行うと述べた。

そのため、まず一般産業で用いられている金属成形技術を幅広く調査することから始め、次に金属燃料製造特有の諸条件、すなわち製造法選定条件を勘案して製造法を選定した。

2. 金属成形技術調査

現在一般産業において実用化または開発されている種々の金属成形法を列挙し、それらの技術的内容のあらましを調査した。

調査内容は、

- ・技術の概要（定義等）
- ・長 所
- ・短 所

の他に、金属燃料製造法選定に当たって参考材料となるように、

- ・用 途
- ・前素形材形状（成形前の金属の状態または形状）
- ・得意形状
- ・工程及び工程数
- ・付帯設備、補助設備
- ・付帯前処理
- ・付帯後処理 等

についても可能な範囲で調査した。

調査した結果、金属成形法は以下のように大別できる。

- I. 溶解
- II. 鋳造
- III. 圧延
- IV. 圧縮加工
- V. 引抜き
- VI. 板材成形
- VII. その他の塑性加工法
- VIII. 曲げ、矯正加工法
- IX. せん断、高エネルギー速度加工
- X. 接合法

それぞれについて概要を述べる。

I. 溶解

金属を溶解する溶解炉について整理した。溶鉱炉（高炉），キュポラ，電気炉，るつば炉，反射炉に分類できる。（図-2.1参照）

II. 鋳造

鋳型の中に溶融金属を流し込んで凝固させる方法であり，鋳型種類による分類ができる。（図-2.2参照）また，単に流し込むだけではない特殊鋳造（連続鋳造，遠心鋳造等）があり（図-2.3参照），金型に圧力をかけて溶融金属を圧入させるダイカスト鋳造法も，圧入の仕方によって細く分類できる。（図-2.4参照）

III. 圧延

固体状態の素材を回転するロールの間に材料を通して，断面積あるいは厚みを減少させて望みの断面形を持つ展伸材を製造するものであり，圧延材の種類及び圧延方法の種類によって分類できる。（図-2.5参照）

IV. 圧縮加工

圧縮加工とは鍛造と同じであり，固体状態の素材を型もしくはロールなどの工具を用いて圧しつぶしてその高さ，直径，幅もしくは厚さを減少させることにより所定の製品，もしくはその素形材に成形する加工法である。（図-2.6参照）

V. 引抜き

線材または細管をダイスを通して引っ張って引き伸ばし，ダイスベアリング部形状と同一の断面形状の線または細管を成形する加工法である。（図-2.7参照）

VI. 板材成形

板材成形では，板の面内直交2方向に引張りを加えて，板厚減少を伴いながら曲面状に成形する張出し成形，プレス型を用いて円板から底付円筒容器を成形する深絞り加工，曲線状の曲げ縁に沿って引張りで曲げる伸びフランジ成形等がある。（図-2.8参照）

VII. その他の塑性加工法

その他の塑性加工法として、素管成形するチューブフォーミング、圧延方向に配列された数組の成形ロールに帯板を通して所定の形状の断面に徐々に連続成形を行うロールフォーミング、回転している板、管材、あるいは円筒形状材をロールでしごきながら金型に押し付けて所望の形状を得るスピニング加工がある。(図-2.9参照)

VIII. 曲げ、矯正加工法

管あるいは板材を曲げる加工法である。(図-2.10参照)

IX. せん断、高エネルギー速度加工法

板材等をせん断する加工法、高エネルギーによる特殊な塑性加工法である。(図-2.11参照)

X. 接合法

固体状態の素材を組み合わせて接続する加工法である。(図-2.12参照)

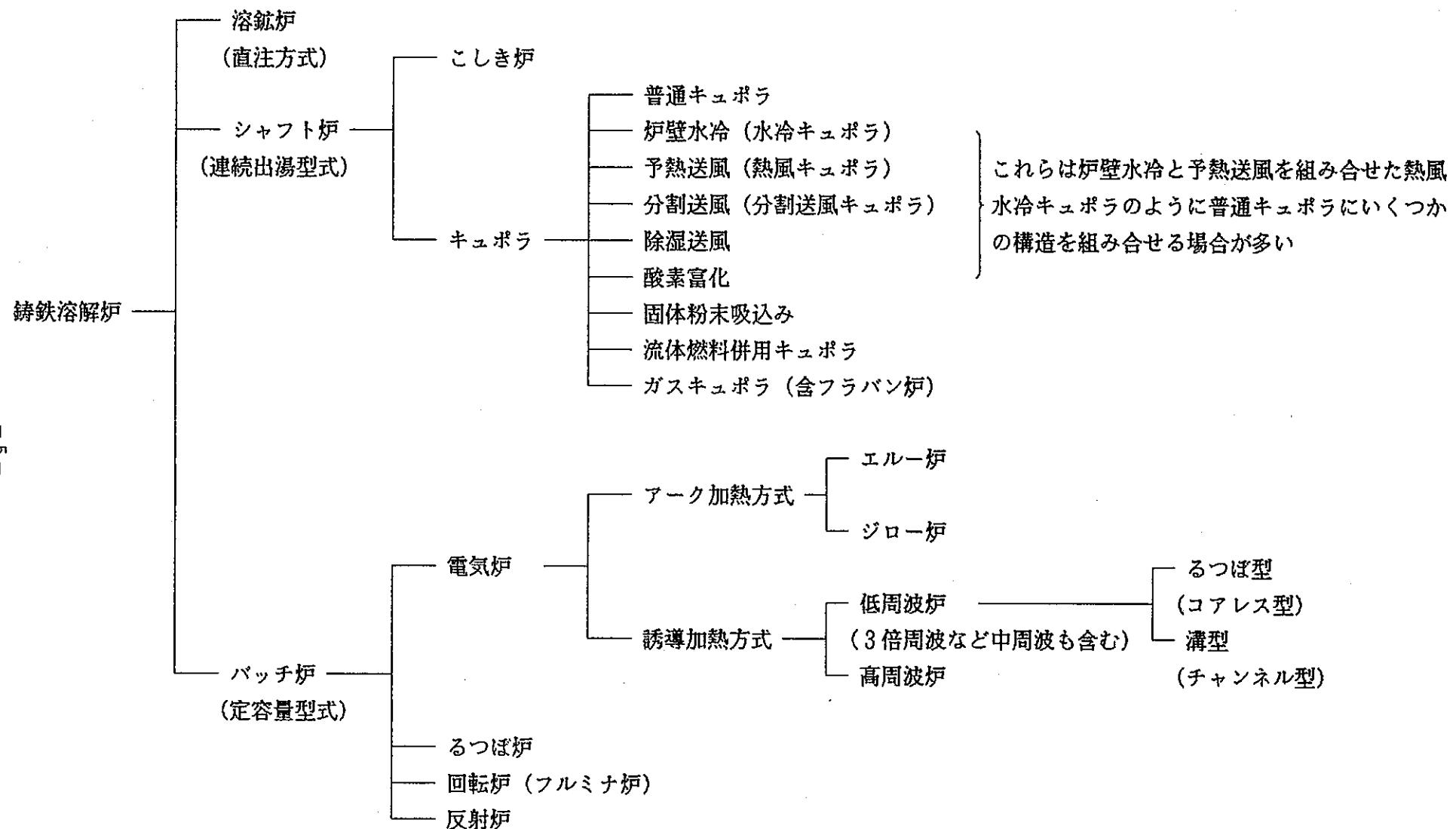


図-2.1 鋳鉄溶解炉の溶解型式による分類

铸造 — 砂型

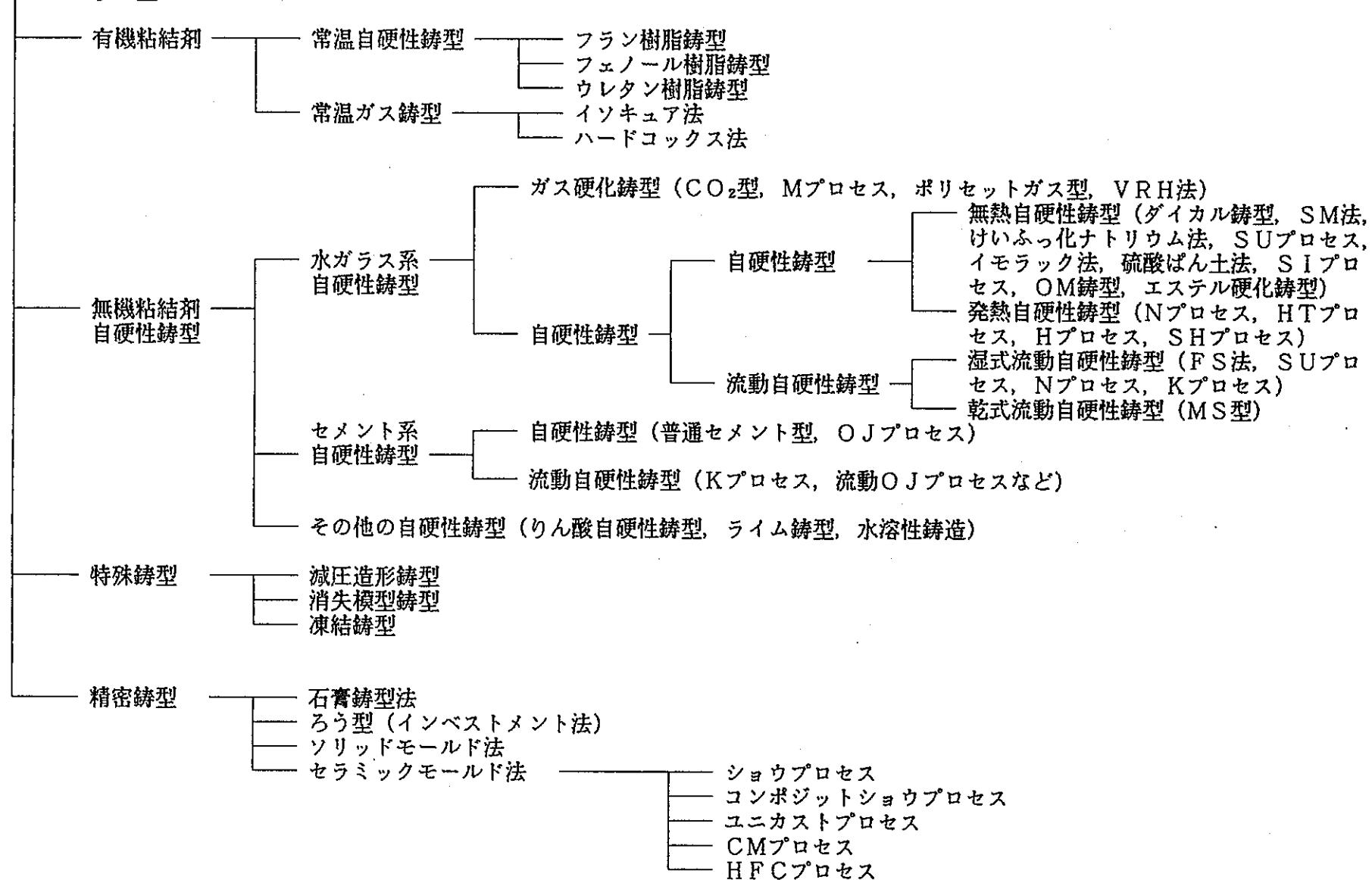


図-2.2 鋳型種類による铸造の分類

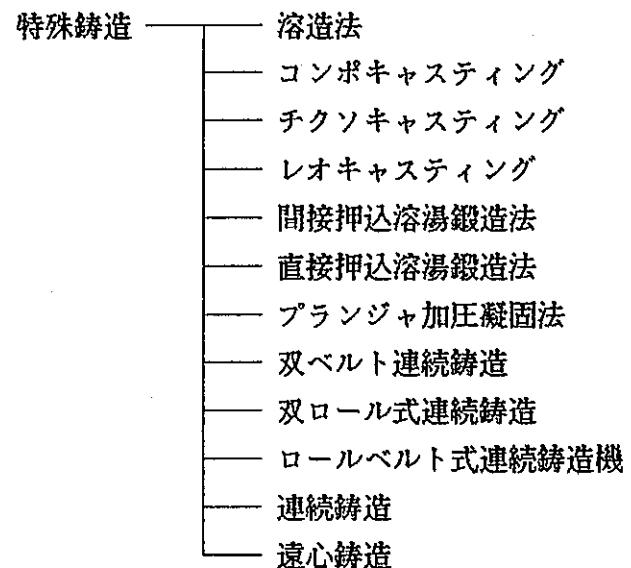


図 - 2.3 特 殊 鋳 造

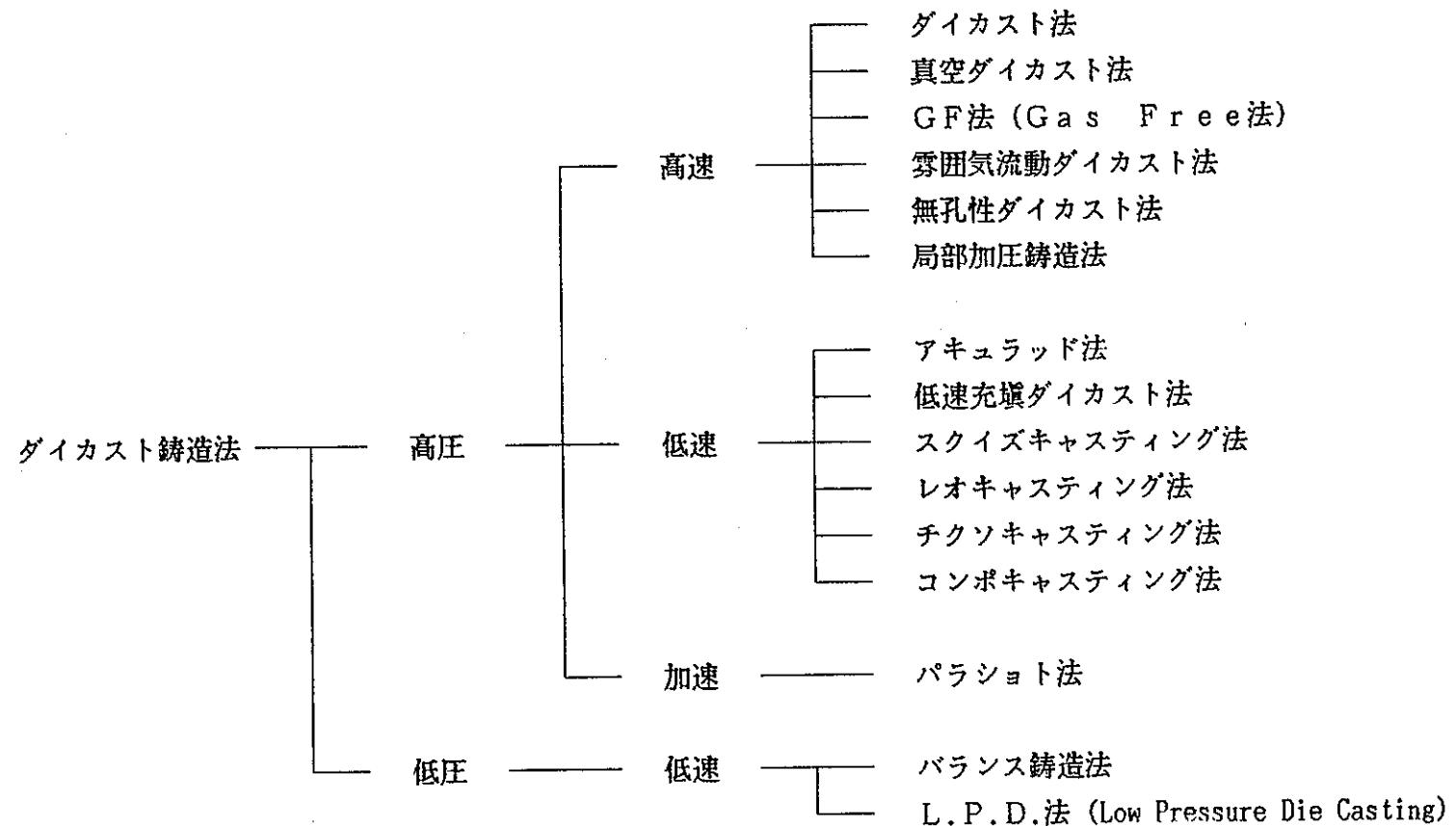
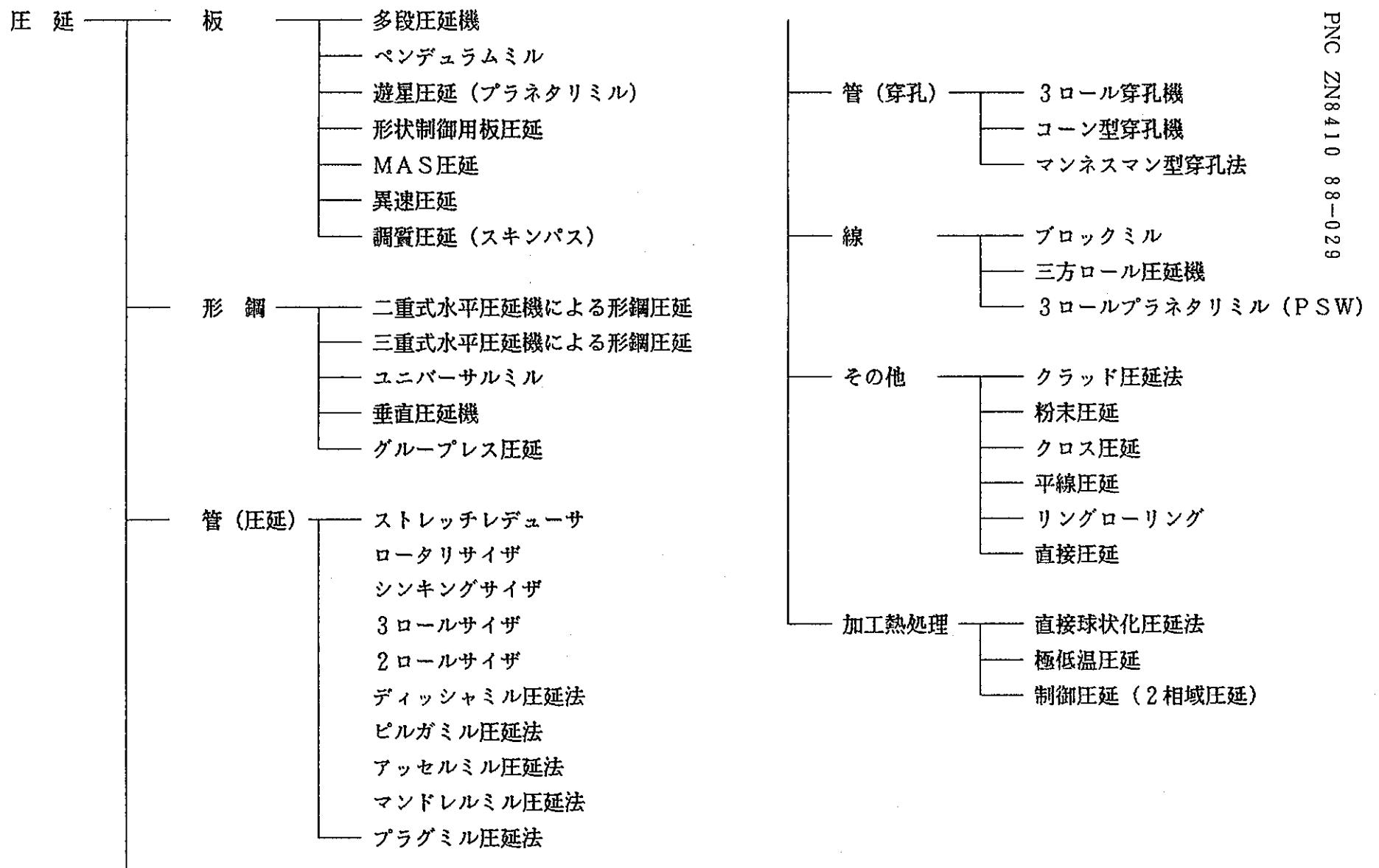


図-2.4 ダイカスト铸造法の分類



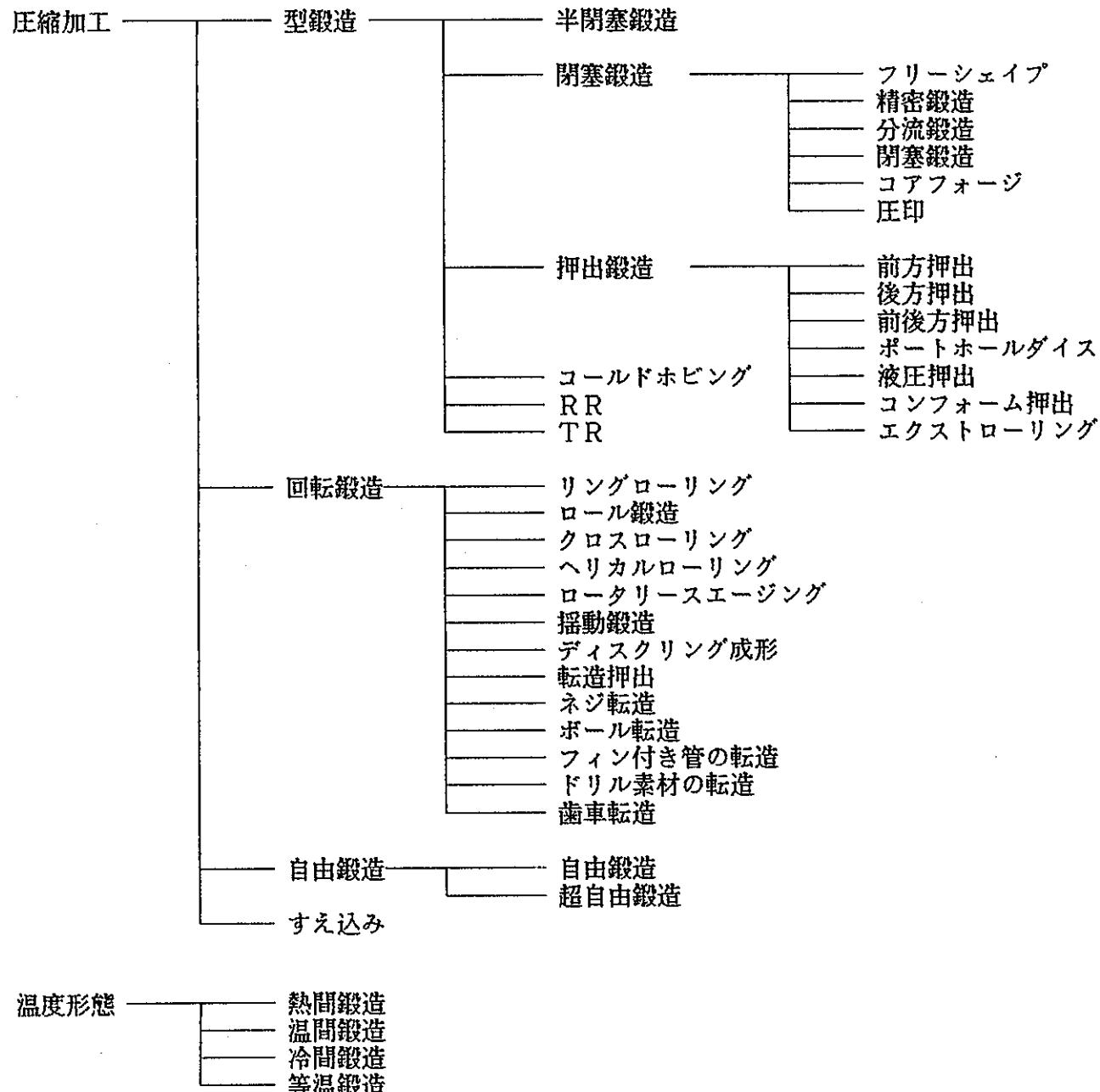


図 - 2.6 圧縮加工の分類

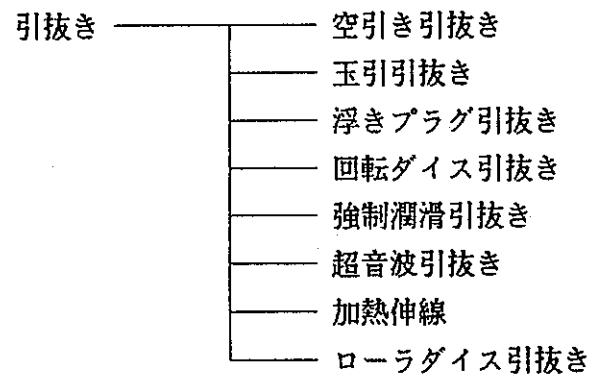
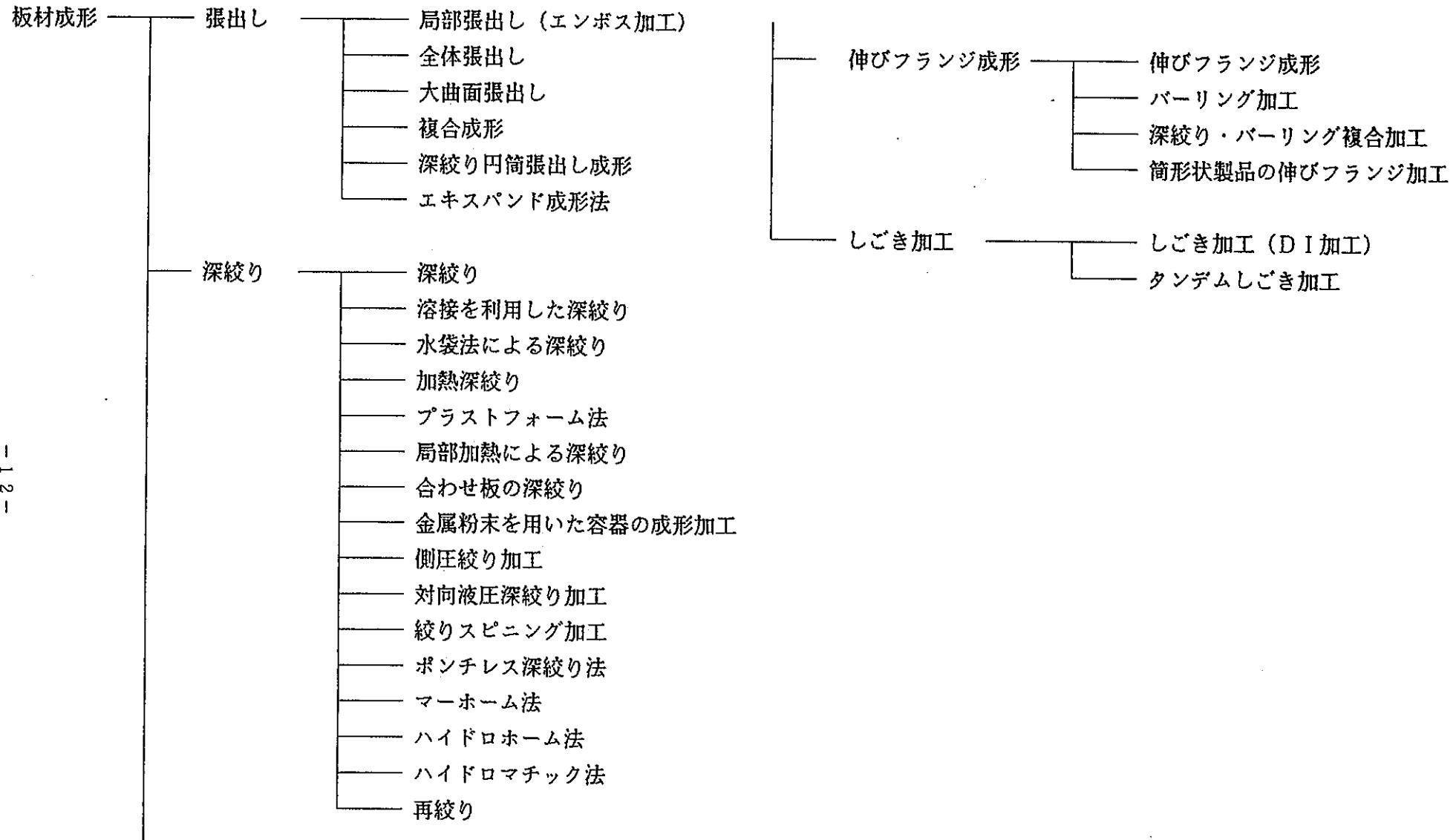


図 - 2.7 引抜き



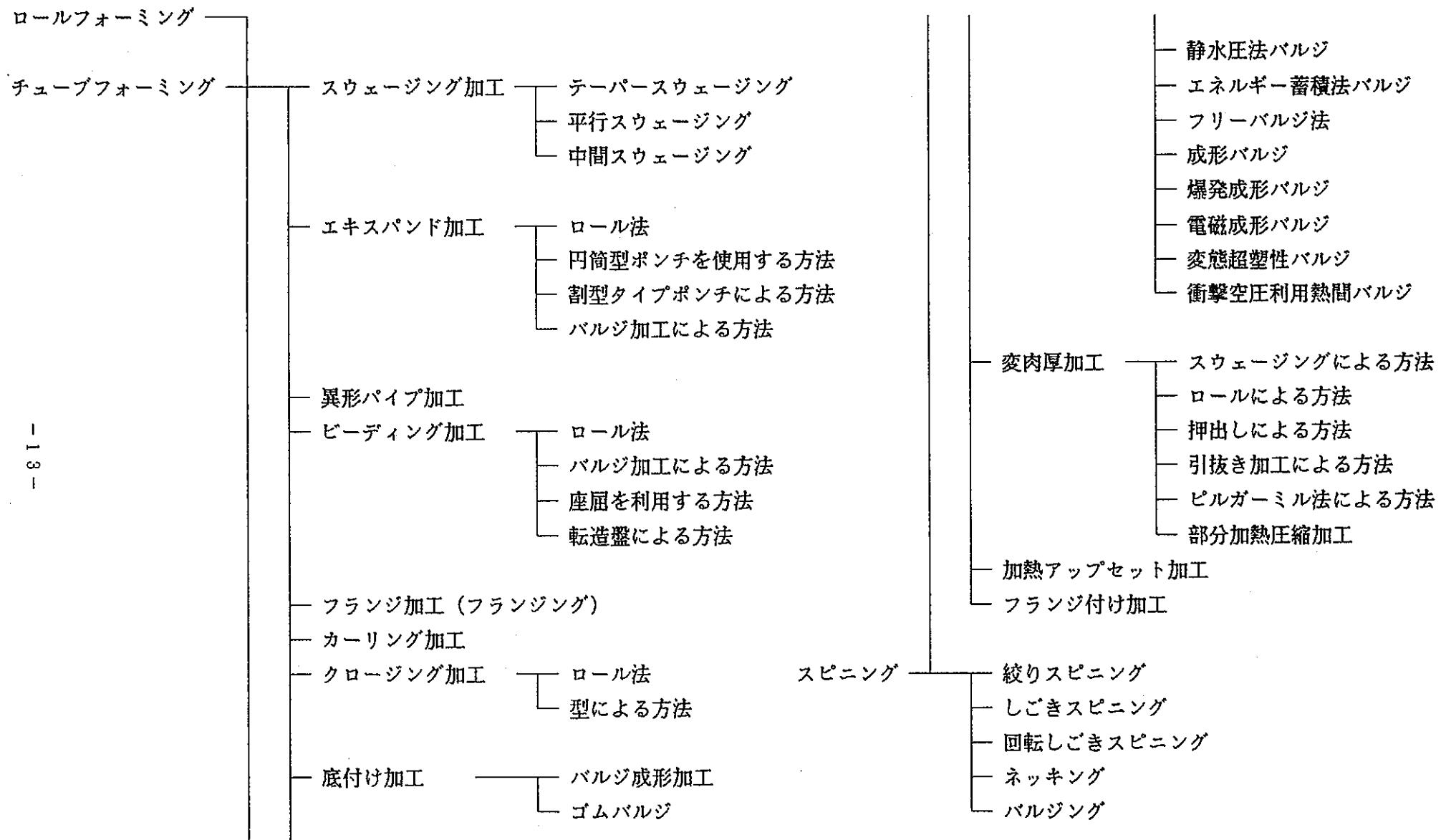


図-2.9 その他の塑性加工法

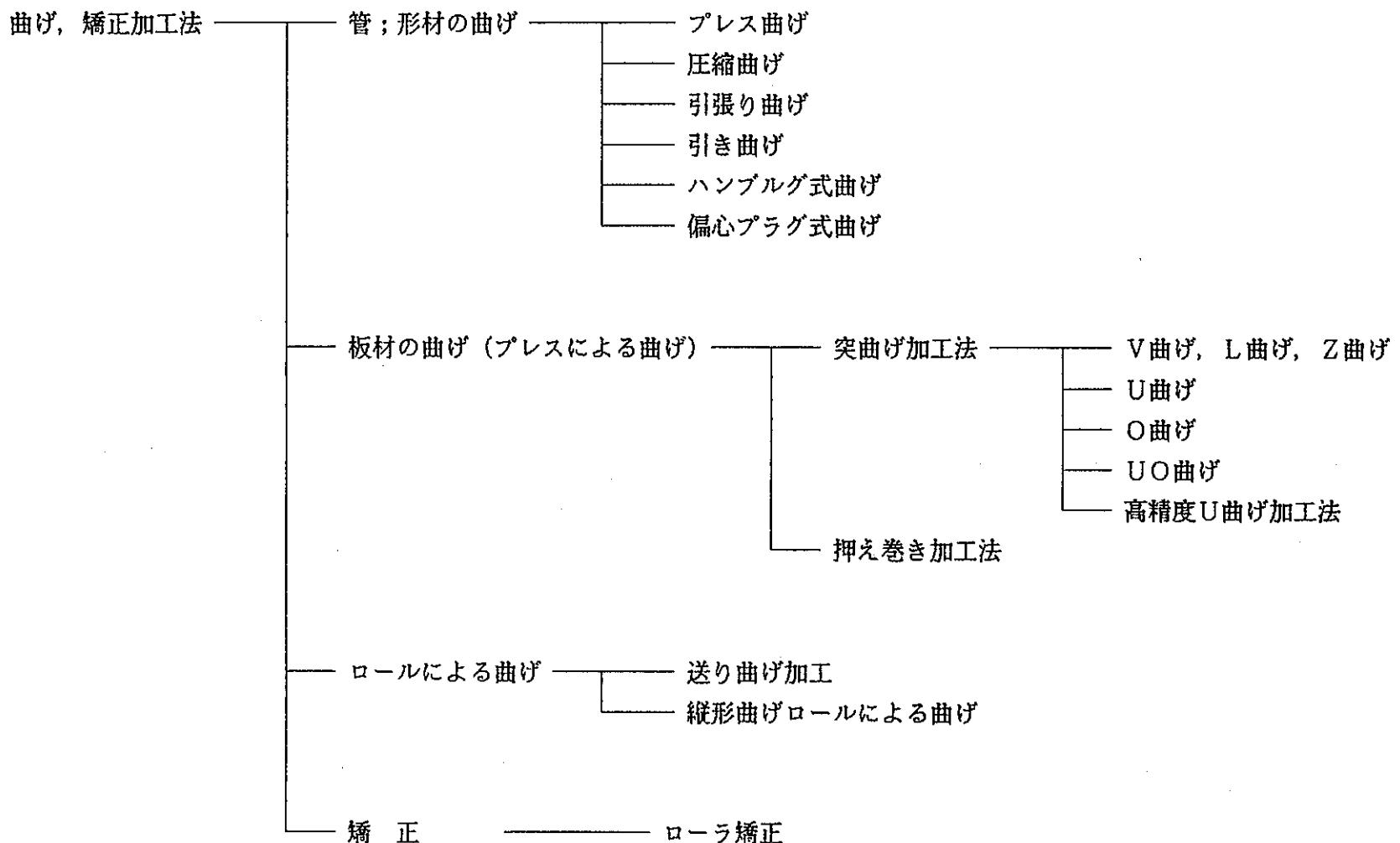


図-2.10 曲げ、矯正加工法

せん断	シェービング法 振動式シェービング法 重ね抜きシェービング 鍛造用シェービング 仕上抜き法 精密打ち抜き法 対向ダイスせん断法 拘束せん断法 二重突切り法 心金せん断法 高速せん断法
-----	---

高エネルギー速度加工	高速ハンマ 高速鍛造法 高速水撃成形 高速押し出し 爆発成形 放電成形 電磁成形
------------	--

接合 爆発溶射法

図-2.11 せん断、高エネルギー速度加工法

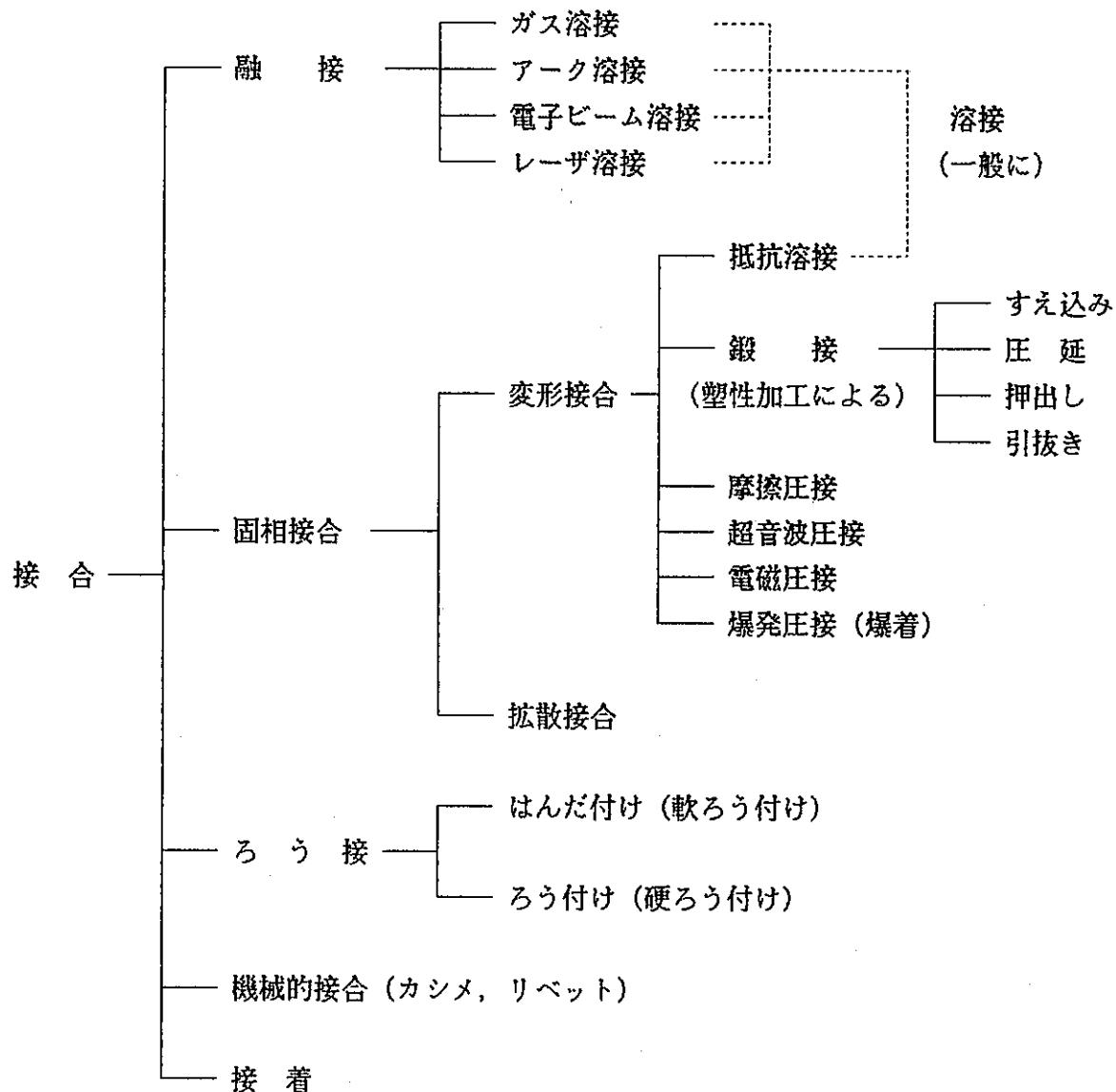


図 - 2.12 接合法の分類

3. 金属燃料製造法選定条件

金属燃料製造法選定に当たって考慮すべきこととして、金属燃料寸法形状、Pu取扱設備（グローブボックス内取扱）特有の条件、工程の短縮化、自動化、コスト、さらにはPuまたはUの持つ特性が挙げられる。なお、製造設備がANLが提唱しているIFRと同じようにセル内に設置するものになるかどうか現状では判断できないが、技術開発のステップとして最初のPu試験はグローブボックス内で行うべきであり、その観点からPu取扱設備（グローブボックス内取扱）特有の条件を選定条件として挙げている。

選定条件を表-3.1に示す。

表-3.1 金属燃料製造法選定条件

項目	選定条件
1. 金属燃料寸法形状	・直径4～6mm、長さ20～40cmの細長い棒状が成形可能であること。
2. Pu取扱設備（グローブボックス内取扱）特有の条件	・製造設備がグローブボックス内に設置できる寸法であること。 ・廃棄物発生量が少ないとともに、発生したとしても処理が容易なこと。
3. 工程	・工程が簡素化していること。 アズキャスト(As Cast)で製品となること（後処理の必要のないこと）が望ましい。
4. 自動化	・製造設備の自動化が容易であること。
5. コスト	・製造設備が安価であること。
6. PuまたはUの持つ特性	・化学的に活性な物質を包蔵できること。 ・臨界管理上有利であること。

4. 金属燃料製造法選定

まず、表-3.1の項目1、2の選定条件（棒状成形、設備条件、廃棄物）のもとに、調査した金属成形法それぞれについて第一次評価を行った。その結果は一覧表にして付録1にまとめた。

第一次評価の結果、以下の17の手法に絞り込むことができた。

①特殊铸造	——	連続铸造				
②特殊铸造	——	プランジャ加压凝固法				
③特殊铸造	——	直接押込溶湯铸造法				
④特殊铸造	——	間接押込溶湯铸造法				
⑤特殊铸造	——	レオキャスティング				
⑥特殊铸造	——	チクソキャスティング				
⑦特殊铸造	——	溶造法				
⑧ダイカスト铸造	——	高圧	——	高速	——	ダイカスト法
⑨ダイカスト铸造	——	高圧	——	高速	——	真空ダイカスト法
⑩ダイカスト铸造	——	高圧	——	高速	——	Gas Free 法
⑪ダイカスト铸造	——	高圧	——	高速	——	雰囲気流動ダイカスト法
⑫ダイカスト铸造	——	高圧	——	高速	——	局部加压铸造法
⑬ダイカスト铸造	——	高圧	——	低速	——	低速充填ダイカスト法
⑭ダイカスト铸造	——	高圧	——	低速	——	スクイズキャスティング法
⑮ダイカスト铸造	——	高圧	——	加速	——	パラショット法
⑯ダイカスト铸造	——	低圧	——	低速	——	バランス铸造法
⑰ダイカスト铸造	——	低圧	——	低速	——	L.P.D.法

(Low Pressure Die Casting)

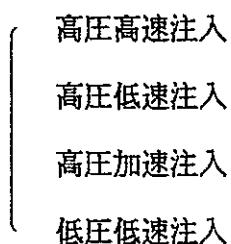
以上の手法は特殊铸造とダイカスト铸造の二つに大別でき、それぞれの概要を付録2にまとめた。選定条件のうち、棒状成形と設備条件は絶対的条件である。廃棄物については、廃棄物の種類、状況、処理等を総合的に勘案して判断する必要があり、铸造型として砂型（有機粘結剤、無機粘結剤を含む）を用いることは不都合である。何故なら、铸造物を取り出す時砂型を壊さなくてはならず、それは廃棄物としては非常に厄介なものだからである。その点から考慮すると、铸造型として

は廃棄物の発生がなくしかも再利用の出来る金型が最も望ましい。

次に、表-3.1の項目3、4、5の選定条件を考慮すると、①は圧延あるいは取出し加工に直接かけられる形状の素材鉄片を連続的に加工する方法であり設備コストが高い。②～④はプレスが必要であり、また⑦は鋳造と溶接を組み合わせた技術であるから、②～④ならびに⑦は設備が複雑となる。さらに、金属燃料の場合は②～⑥の製造法で高品質化を狙う必要がない。したがって、設備が比較的簡単な構造であるダイカスト鋳造が最適であることから、金型を用いてダイカスト鋳造を行うことが良いということになる。

しかし、金型では溶融金属を凝固させるための冷却は水冷方式を用いざるを得ず、表-3.1の項目6の臨界管理上大変不利となる。この臨界管理の観点から冷却は空冷方式の方が望ましく、鋳型は石英ガラスモールドが良い。

また、ダイカスト鋳造でも大きく分類すると以下の4種類ある。



設備面から考えると高圧（高速、低速、加速）注入では、高い能力の真空ポンプと耐真空強度が要求され、設備寸法・重量が大きくなるおそれがある。また、石英モールドを使用する場合は高圧注入では石英モールドの破損のおそれがあると思われる。さらに金属燃料のような単純な形状では、高圧低速注入もしくは高圧加速注入法を用いないと高品質を達成できないということはない。したがって、低圧低速注入で良くまたそれで十分である。

さらに、低圧低速ダイカスト鋳造でも、溶融金属を注入する方向によって、2つに分類できる。上方から注入するバランス型ダイカスト法と下方から注入するL.P.D.法 (Low Pressure Die Casting) とがあるが、上方から注入する場合は注入速度のコントロールが必要となり、さらに溶融金属を入れるるつぼの注入口が焼き付くおそれがある。したがって、L.P.D.法が良い。ここでまた表-3.1の項目6を振り返って見ると、活性なPu, U金属を取扱うにはArガス等の不活性ガスが要求されることから、L.P.D.法では圧縮空気を用いるのを不活性ガスと取り替えた改良型L.P.D.法を選定することができる。

以上より、石英モールドを用いた改良型L.P.D.法を金属燃料製造法として最終的に選定することができる。選定過程を図-4.1にまとめた。

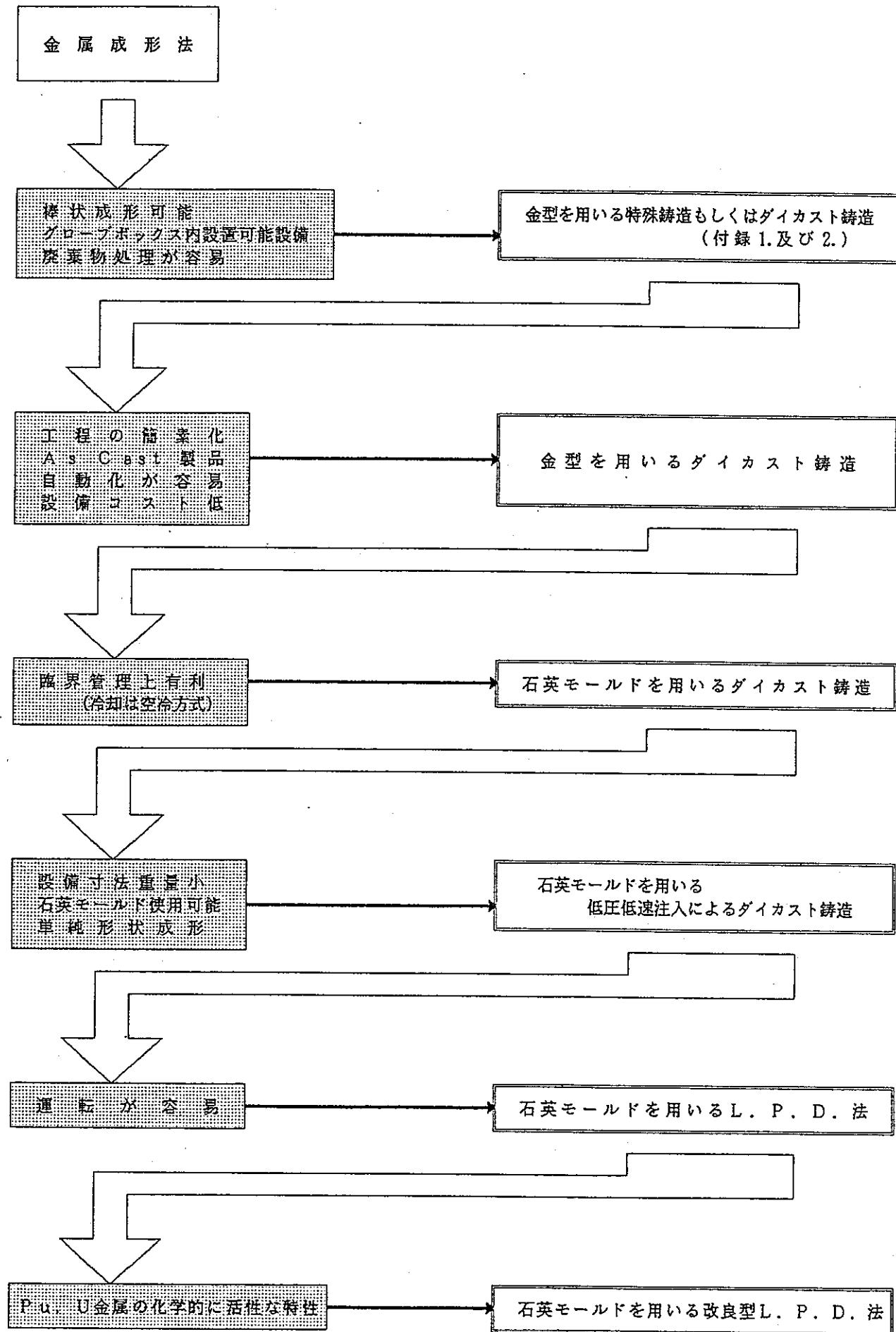


図-4.1 金属燃料製造法選定経過

5. 今後の展開

金属燃料製造法は最終的に

「石英モールドを用いた改良型L.P.D.法」 (Low Pressure Die Casting)

を選定することができた。この手法はANLが開発している射出成形と同じと考えてよい。ANLでは30年以上射出成形の開発を行っており、相当のノウハウを積んできている。参考のために射出成形プロセスを図-5.1に示す。プルトニウム燃料部設計開発課では今後本製造法を基に金属燃料製造モックアップ試験機を製作し、モックアップ試験を行う。（「新型燃料技術検討会報告書」PNC SN8020 88-001参照）その中で本製造法のノウハウの蓄積を図るとともに、試験の経験の中で手法の改良・発展を進めて行く。

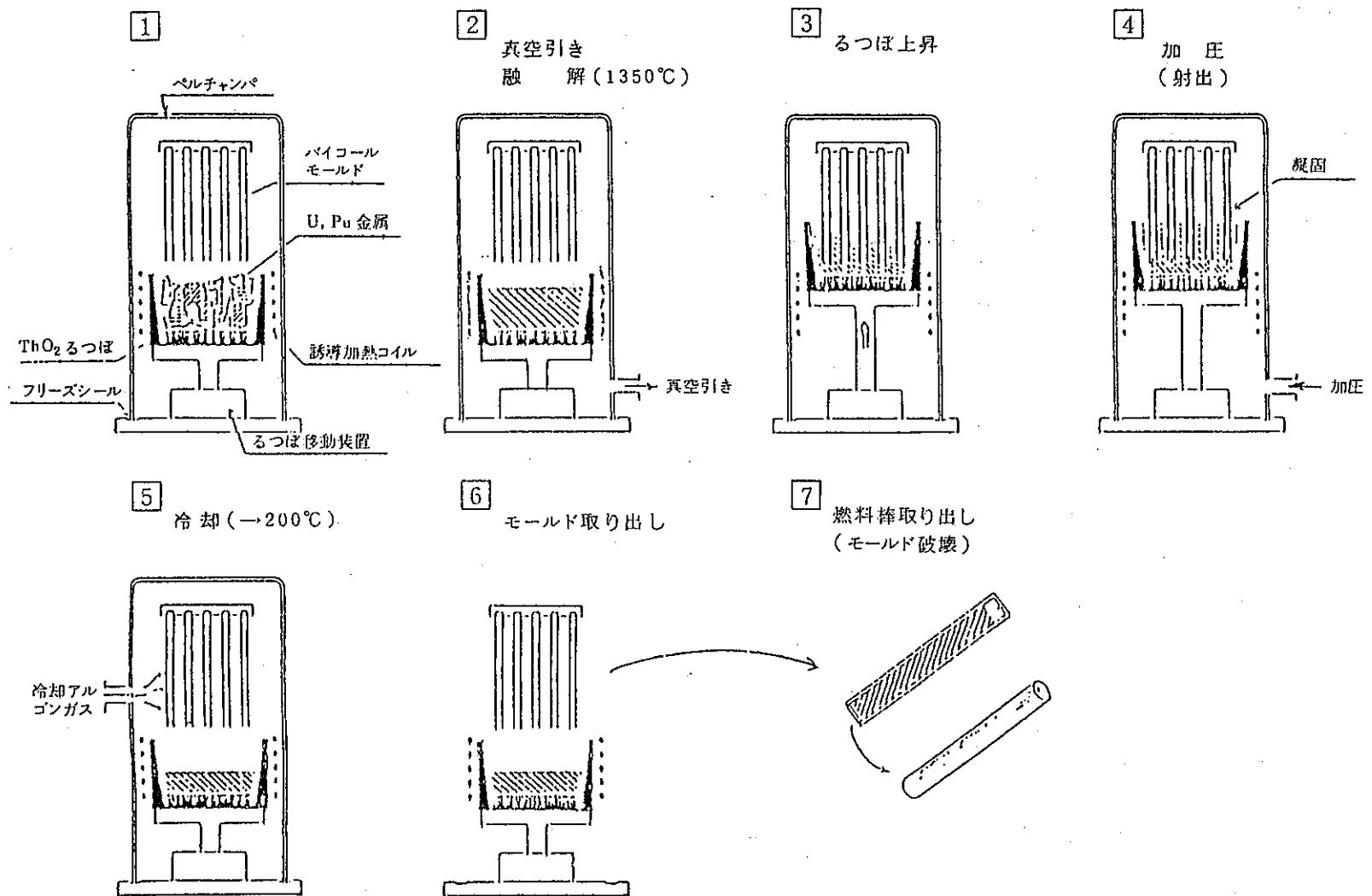


図-5.1 射出成形プロセス（金属燃料）

付録1.

金属燃料製造法第一次評価結果

1. 答解

No.	金 属 成 形 法					棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
1-1	溶解炉	溶鍛炉(高炉)				×	×	-	×
-2		キュボラ	普通キュボラ			×	×	-	×
-3			水冷キュボラ			×	×	-	×
-4			熱風キュボラ			×	×	-	×
-5			分割送風キュボラ			×	×	-	×
-6			除湿送風キュボラ			×	×	-	×
-7			酸素富化キュボラ			×	×	-	×
-8			固体粉末吹込みキュボラ			×	×	-	×
-9			液体燃料併用キュボラ			×	×	-	×
-10		電気炉	アーク加熱方式			×	×	-	×
-11			誘導加熱方式			×	×	-	×
-12			抵抗電気炉			×	×	-	×
-13		るつぼ炉				×	×	-	×
-14		反射炉				×	×	-	×

1. 溶解

II. 鑄 造

No.	金 属 成 形 法						棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
II-1	砂型(生型)						○	△	×	×
-2	有機粘結剤	常温自硬性鋳型	フラン樹脂鋳型				○	△	×	×
-3			フェノール樹脂鋳型				○	△	×	×
-4			ウレタン樹脂鋳型				○	△	×	×
-5		常温ガス鋳型	イソキニア法				○	△	×	×
-6			ハードコックス法				○	△	×	×
-7	無機粘結剤 自硬性鋳型	水ガラス系 自硬性鋳型	ガス硬化鋳型	CO ₂ 型			○	△	×	×
-8				Mプロセス			○	△	×	×
-9				ポリセットガス型			○	△	×	×
-10				VRH法			○	△	×	×
-11			自硬性鋳型	自硬性鋳型	無熱自硬性鋳型	ダイカル鋳型	○	△	×	×
-12					SM法		○	△	×	×
-13					けいふっ化ナトリウム法		○	△	×	×
-14					SUプロセス		○	△	×	×

II. 鋳造

No.	金 屬 成 形 法					棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
II-15	無機粘結剤 自硬性鋳型	水ガラス系 自硬性鋳型	自硬性鋳型	自硬性鋳型	無熱自硬性鋳型	イモラック法	○	△	×
-16						硫酸ばん工法	○	△	×
-17						S Iプロセス	○	△	×
-18						OM鋳型	○	△	×
-19						エステル硬化鋳 型	○	△	×
-20					発熱自硬性鋳型	Nプロセス	○	△	×
-21						HTプロセス	○	△	×
-22						Hプロセス	○	△	×
-23						SHプロセス	○	△	×
-24				流动自硬性鋳型	湿式流动 自硬性鋳型	FS法	○	△	×
-25						SUプロセス	○	△	×
-26						Nプロセス	○	△	×
-27					乾式流动 自硬性鋳型	MS法	○	△	×
-28		セメント系 自硬性鋳型	自硬性鋳型	普通セメント型			○	△	×

II. 鋳 造

No.	金 属 成 形 法					棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
II-29	無機粘結和 自硬性鋳型	セメント系 自硬性鋳型	自硬性鋳型	OJプロセス		○	△	×	×
-30			流动自硬性鋳型	Kプロセス		○	△	×	×
-31				流动OJプロセス		○	△	×	×
-32		その他の 自硬性鋳型	りん酸自硬性鋳 型			○	△	×	×
-33			ライム鋳型			○	△	×	×
-34			水溶性鋳型			○	△	×	×
-35	特殊鋳造	遠心鋳造				△	△	○	△
-36		連続鋳造				○	○	○	○
-37		ロールベルト式 連続鋳造				×	×	○	×
-38		双ロール式 連続鋳造				×	×	○	×
-39		双ベルト 連続鋳造				×	×	△	×
-40		プランジャー加圧 凝固法				○	○	○	○
-41		直接押込浴湯 鋳造法				○	○	○	○
-42		間接押込浴湯 鋳造法				○	○	○	○

II. 鋳 造

No.	金 屬 成 形 法				棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
II-43	特殊鋳造	レオキャスティング			○	○	○	○
-44		チクソキャスティング			○	○	○	○
-45		コンポキャスティング			○	△	○	△
-46	↓	溶造法			○	○	○	○
-47	特殊鋳型	減圧成形鋳型			△	△	×	×
-48		消失模型鋳型			△	△	×	×
-49	↓	複雑鋳型			○	△	×	×
-50	精密鋳型	石こう鋳型法			○	△	×	×
-51		ろう型(インベストメント法)			○	△	×	×
-52		ソリッドモールド法			○	△	×	×
-53		セラミックモールド法			○	△	△	△
-54			ショウプロセス		○	△	△	△
-55			コンポジット ショウプロセス		○	△	△	△
-56			ユニカストプロセス		○	△	△	△

II. 鋳造

No.	金 屬 成 形 法					棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
--57	精密鋳型	セラミックモールド法	CMプロセス			○	△	△	△
--58			HFCプロセス			○	△	△	△
--59	ダイカスト 鋳造法	高 壓	高 速	ダイカスト法		○	○	○	○
--60				真空ダイカスト 法		○	○	○	○
--61				GF法 (Gas Free 法)		○	○	○	○
--62				穿通気流動 ダイカスト法		○	○	○	○
--63				無孔性 ダイカスト法		○	△	○	△
--64				局部加圧鋳造法		○	○	○	○
--65			低 速	低速充填 ダイカスト法		○	○	○	○
--66				スクイズキャス ティング法		○	○	○	○
--67			加 速	バラショット法		○	○	○	○
--68		低 壓	低 速	バランス鋳造法		○	○	○	○
--69				L.P.D.法		○	○	○	○
--70	シリモールド 法					△	△	×	×

III. 圧延			金屬成形法			棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
No.									
III-1	圧延								
-2	板	多段圧延機				×	×	○	×
-3		ベンジュラム ミル				×	×	○	×
-4		プラネタリミル				×	×	○	×
-5		形状制御用板 圧延				×	×	○	×
-6		MAS 圧延				×	×	○	×
-7		異速圧延				×	×	○	×
-8		調質圧延				×	×	○	×
-9	形鋼	二重式形鋼圧延				×	×	○	×
-10		三重式形鋼圧延				×	×	○	×
-11		ユニバーサル ミル				×	×	○	×
-12		垂直圧延機				×	×	○	×
-13		グループレス 圧延				×	×	○	×
-14	管(圧延)	ストレッチ レデューサ				×	×	○	×

III. 壓延		金 屬 成 形 法				棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
No.									
III-15	管 (圧延)	ロータリサイザ				×	×	○	×
-16		シンキング サイザ				×	×	○	×
-17		3ロールサイザ				×	×	○	×
-18		2ロールサイザ				×	×	○	×
-19		ディッシャミル 圧延法				×	×	○	×
-20		ピルガミル 圧延法				×	×	○	×
-21		アッセルミル 圧延法				×	×	○	×
-22		マンドレルミル 圧延法				×	×	○	×
-23		プラグミル 圧延法				×	×	○	×
-24	管 (穿孔)	3ロール穿孔機				×	×	○	×
-25		コーン型穿孔機				×	×	○	×
-26		マンネスマニ型 穿孔法				×	×	○	×
-27	線	プロックミル				×	×	○	×
-28		三方ロール 圧延機				×	×	○	×

III. 壓延

No.	金屬成形法						棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
III-29	線	3ロール プラネクリミル					×	×	○	×
-30	その他	クラッド圧延法					×	×	○	×
-31		粉末圧延					×	×	○	×
-32		クロス圧延					×	×	○	×
-33		平線圧延					×	×	○	×
-34		リング ローリング					×	×	○	×
-35		直接圧延					×	○	○	×
-36	加工熱処理	直接球状化 圧延法					×	×	○	×
-37		極低温圧延					×	×	○	×
-38		制御圧延 (2相域圧延)					×	×	○	×

IV. 正縮加工

No.	金 屬 成 形 法					棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
IV-1	熱間鍛造					△	×	△	×
-2	温間鍛造					△	×	○	×
-3	冷間鍛造					△	×	○	×
-4	等温鍛造					△	×	○	×
-5	型鍛造					△	×	○	×
-6		半閉塞鍛造				△	×	○	×
-7		閉塞鍛造	フリーシェイプ			△	×	○	×
-8			精密鍛造			△	×	○	×
-9			分流鍛造			△	×	○	×
-10			閉塞鍛造			△	×	○	×
-11			コアフォージ			×	×	○	×
-12			圧印			×	×	○	×
-13		押出鍛造	前方押出			○	△	○	△
-14			後方押出			○	△	○	△

IV. 壓縮加工

No.	金 屬 成 形 法				棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
IV-15	型鍛造	押出鍛造	前後方押出			×	△	○
-16			ポートホールダ イス			×	△	○
-17			液圧押出			○	△	△
-18			コンフォーム押 出			○	△	○
-19			エクストローリ ング			○	△	○
-20		コールドホビン グ				×	×	○
-21		RR鍛造				×	×	○
-22		TR鍛造				×	×	○
-23	回転鍛造	リングローリン グ				×	×	○
-24		ロール鍛造				△	×	○
-25		クロスローリン グ				×	×	○
-26		ヘリカルローリ ング				○	△	○
-27		ロータリースエ ージング				○	△	○
-28		振動鍛造				△	×	○

IV. 圧縮加工

No.	金 属 成 形 法					棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
IV-29	回転鍛造 ディスクリング成形					×	×	○	×
-30		転造押出				×	×	○	×
-31		ネジ転造				×	×	○	×
-32		ボール転造				×	×	○	×
-33		フィン付き管の転造				×	×	○	×
-34		ドリル素材の転造				×	×	○	×
-35		歯車転造				×	×	○	×
-36	自由鍛造 ↓	自由鍛造				△	×	○	×
-37		超自由鍛造				△	×	○	×
-38	すえ込み					×	×	○	×

V. 引抜き

No.	金 屬 成 形 法	棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
V-1	回転ダイス引抜き	△	△	△	△
-2	強制潤滑引抜き	△	△	△	△
-3	超音波引抜き	△	○	○	△
-4	加熱伸線	△	△	○	△
-5	ローラダイス引抜き	△	△	○	△
-6	空引き引抜き	×	○	○	×
-7	玉引引抜き	×	○	○	×
-8	浮きプラグ引抜き	×	○	○	×
-9	ダイレス引抜き	△	○	○	△

VI. 板材成形

No.	金 屬 成 形 法						棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
VI-1	張出し	局部張出し					×	○	○	×
-2		全休張出し					×	○	○	×
-3		大曲面張出し					×	○	○	×
-4		複合成形					×	○	○	×
-5		深絞り円筒張出し成形					×	○	○	×
-6		エキスバンド成形法					×	○	○	×
-7	深絞り	深絞り					×	○	○	×
-8		溶接を利用した深絞り					×	△	○	×
-9		水袋法による深絞り					×	△	△	×
-10		加熱深絞り					×	△	○	×
-11		プラスチックフォーム法					×	○	○	×
-12		局部加熱による深絞り					×	△	○	×
-13		合わせ板の深絞り					×	○	○	×
-14		金属粉末を用いた容器の成形加工					×	△	×	×

VI. 板材成形

No.	金 属 成 形 法						棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
VI-15	深絞り	側圧絞り加工					×	△	○	×
-16		対向液圧深絞り加工					×	△	×	×
-17		絞りスピニング加工					×	△	○	×
-18		ポンチレス深絞り法					×	○	○	×
-19		マーホーム法					×	○	○	×
-20		ハイドロホーム法					×	○	○	×
-21		ハイドロマチック法					×	○	○	×
-22		再絞り					×	△	○	×
-23	伸びフランジ成形	伸びフランジ成形					×	○	○	×
-24		バーリング加工					×	○	○	×
-25		深絞り・バーリング複合加工					×	△	○	×
-26		筒形状製品の伸びフランジ加工					×	△	○	×
-27	しごき加工	しごき加工					×	○	○	×
-28		タンデムしごき加工					×	○	○	×

VII. その他の塑性加工法

No.	金 属 成 形 法				棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
VII-1	ロールフォーミング				×	×	○	×
-2	チューブフォーミング	スウェービング 加工	テバースウェービング		×	△	○	×
-3			平行スウェービング		×	△	○	×
-4			中間スウェービング		×	△	○	×
-5		エキスバンド加工			×	×	○	×
-6			ロール法		×	×	○	×
-7			円筒型ポンチを使用する方法		×	△	○	×
-8			割型タイプポンチによる方法		×	△	○	×
-9			バルジ加工による方法		×	△	△	×
-10		異形パイプ加工			×	×	○	×
-11		ビーディング加工			×	△	○	×
-12			ロール法		×	×	○	×
-13			座屈を利用する方法		×	△	○	×
-14			転造盤による方法		×	×	○	×

VII. その他の塑性加工法

No.	金 属 成 形 法					棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
VII-15	チューブフォーミング	フランジ加工				×	×	○	×
-16		カーリング加工				×	×	○	×
-17		クロージング加工				×	×	△	×
-18			ロール法			×	△	○	×
-19			型による方法			×	△	○	×
-20		底付け加工				×	△	○	×
-21		バルジ成形加工				×	△	△	×
-22			ゴムバルジ			×	○	△	×
-23			静水圧法バルジ			×	△	×	×
-24			エネルギー蓄積法バルジ			×	△	×	×
-25			フリーバルジ法			×	○	○	×
-26			成形バルジ			×	△	×	×
-27			爆発成形バルジ			×	×	×	×
-28			電磁成形バルジ			×	×	○	×

VII. その他の塑性加工法

No.	金 屬 成 形 法				棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
VII-29	チューブフォーミング	バルジ成形加工	変態超塑性バルジ			×	△	○
-30			衝撃空圧利用熱間バルジ			×	×	×
-31		変肉厚加工				×		×
-32			スウェーリングによる方法			×	×	○
-33			ロールによる方法			×	×	△
-34			押出しによる方法			×	△	○
-35			引抜き加工による方法			×	△	○
-36			ピンガーミル法による方法			×	△	○
-37			部分加熱圧縮加工			×	△	○
-38		加熱アップセット加工				×	×	○
-39		フランジ付き加工				×	△	○
-40	スピニング					×	△	○
-41		絞りスピニング				×	△	○
-42		しごきスピニング				×	△	○

VII. その他の塑性加工法

VII. 曲げ 矯正加工法

No.	金 屬 成 形 法						棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
VII-1	管 形材の曲げ	プレス曲げ					×	△	○	×
-2		圧縮曲げ					×	△	○	×
-3		引張り曲げ					×	△	○	×
-4		引き曲げ					×	△	○	×
-5		ハンブルグ式曲げ					×	△	○	×
-6		偏心プラグ式曲げ					×	△	○	×
-7	板材の曲げ	突曲げ加工法	V, L, Z曲げ				×	△	○	×
-8			U曲げ				×	△	○	×
-9			O曲げ				×	△	○	×
-10			UO曲げ				×	△	○	×
-11			高精度U曲げ加工法				×	△	○	×
-12		抑え巻き加工法					×	△	○	×
-13	ロールによる曲げ	送り曲げ加工					×	△	○	×
-14		綾形曲げロールによる曲げ					×	△	○	×

VII. 曲材的矫正加工法

IX. せん断
高エネルギー速度加工

No.	金 属 成 形 法						棒状成形	設備条件	廃棄物	評価
IX-1	せん断	シェーピング法					×	△	○	×
-2		振動式シェーピング法					×	△	○	×
-3		重ね抜きシェーピング					×	△	○	×
-4		鍛造用シェーピング					×	△	○	×
-5		仕上抜き法					×	△	○	×
-6		精密打ち抜き法					×	△	○	×
-7		対向ダイスせん断法					×	△	○	×
-8		拘束せん断法					×	△	○	×
-9		二重突切り法					×	△	○	×
-10		心金せん断法					×	△	○	×
-11		高速せん断法					×	△	○	×
-12	高エネルギー速度加工	高速ハンマ					△	△	○	△
-13		高速鍛造法					△	△	○	△
-14		高速水素成形					×	△	△	×

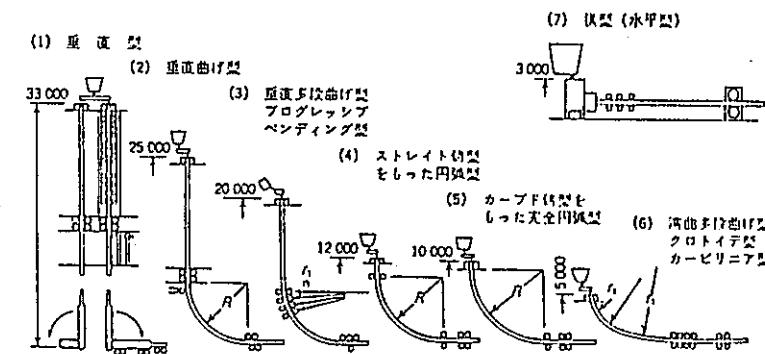
IX. せん断 断エネルギー速度加工

X. 接合法

付録2.

第一次評価で絞り込まれた製造法の概要

素形材加工技術の名称 連続鋳造		N o .	II - 36
技術の概要 (定義等)	連続鋳造は、従来の造塊、分塊工程を省略し、圧延あるいは押し出し加工に直接かけられる形状の素材鋳片を連続的に製造する方法である。一般には、垂直式とS形式がある。		
長所 1)	工程が簡略化できる。		
2)	鋳片の歩留りが飛躍的に向上される。		
3)	材料組織が均質化される。		
4)			
5)			
6)			
短所 1)	設備費用が高い。		
2)			
3)			
4)			
5)			
6)			
備考 1) 用途	圧延、押しだし加工用ビレット、ブルームの製造		
2) 前素形材形状	溶融金属		
3) 得意形状	円柱、四角柱等の単純形状		
4) 工程および工程数			
5) 付帯設備、補助設備			
6) 付帯前処理			
7) 付帯後処理			
8) 自動化の容易さ			
9) 合理的処理量			
10) 運転のマンパワー			
その他 1) 保守に必要なマンパワー			
2) 様々率の現状			
3) 故障発生率の現状			
4) 不良品発生率			
5) 製造実績			
6) 合理的処理量の範囲			
7) 原料への要求制約			
8) 今後の開発動向			
9) 製造、装置開発メーカー			
10) 製造、装置採用メーカー			
引用文献	日本鋳物協会編、鋳物便覧、1986、P. 1095~1100、		
ページ	P.1196	図番	20・14
		表番	

図 20・14 各々の設置形式¹³⁾

素形材加工技術の名称	プランジャー加圧凝固法	N o .	II - 40
技術の概要： (定義等)	溶湯面に直接静水的高圧力を加え、加圧、圧縮しながら成形、凝固させる。比較的単純形状の厚肉製品に適用される。		
長所 1)	重力金型鋳造にみられる金型とのエアギャップが発生しない。		
2)	凝固時間が短い。		
3)	鋳肌は平滑である。		
4)	鋳造欠陥も加圧圧縮作用により発生しない。		
5)	機械的性質に優れた高品質鋳造品が得られる。		
6)	複合材料の加工に適する。		
短所 1)	高融点合金は金型の点で難しい。		
2)			
3)			
4)			
5)			
6)			
備考 1) 用途			
2) 前素形材形状	溶融金属		
3) 得意形状	単純形状厚肉品		
4) 工程および工程数			
5) 付帯設備、補助設備	油圧プレス		
6) 付帯前処理			
7) 付帯後処理			
8) 自動化の容易さ			
9) 合理的処理量			
10) 運転のマンパワー			
その他 1) 保守に必要なマンパワー			
2) 稼働率の現状			
3) 故障発生率の現状			
4) 不良品発生率			
5) 製造実績			
6) 合理的処理量の範囲			
7) 原料への要求制約			
8) 今後の開発動向			
9) 製造、装置開発メーカー			
10) 製造、装置採用メーカー			
引用文献	日本鋳物協会編、鋳物便覧、1986、P. 1105		
ページ	P.1105	図番	20・26
		表番	

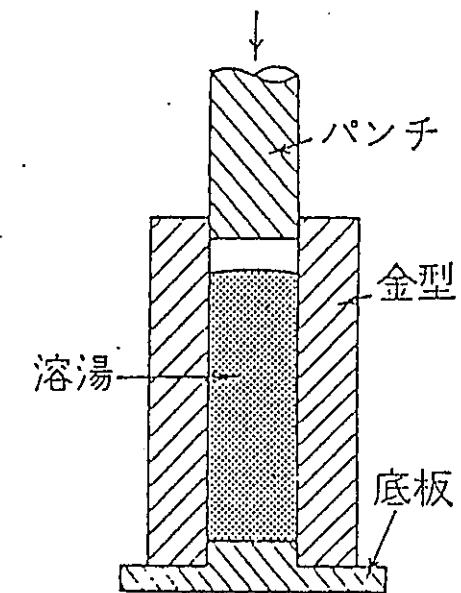
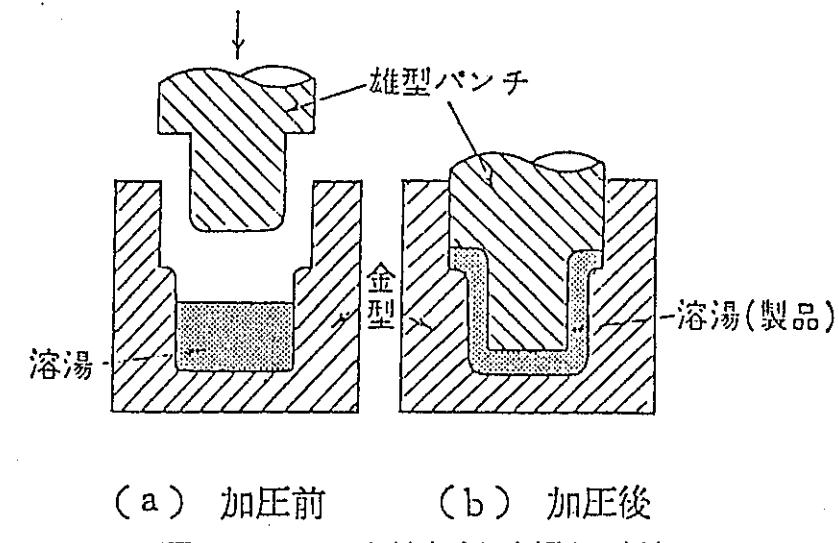


図 20・26

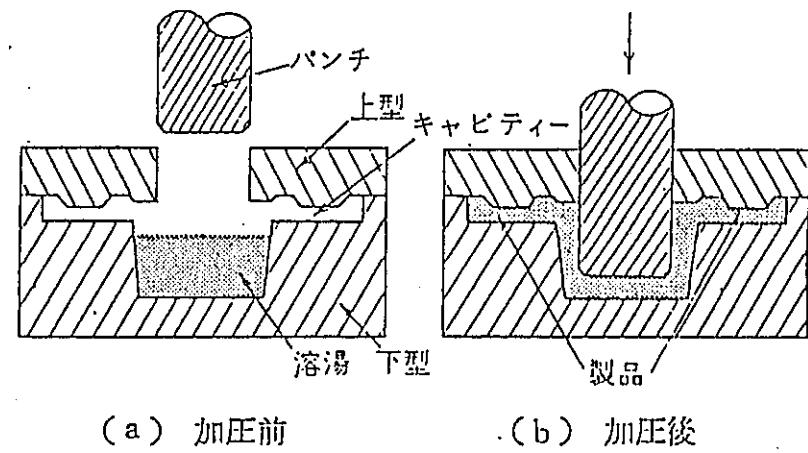
高圧下での凝固(プランジャー加圧凝固法)

素形材加工技術の名称	直接押込溶湯鍛造法	N o .	II - 417
技術の概要: (定義等)	雄型パンチと金型とでキャビティを構成し、溶湯を加圧凝固させる。パンチの最終位置は鑄込まれる溶湯量によって上下し、底部及びフランジ部の肉厚が変動する。		
長所 1)	寸法精度が高い。		
2)	輪郭が鋭く出る。		
3)	鋳肌が優れている。		
4)	鋳造欠陥が全くない。		
5)	耐圧漏れ性が極めて良好である。		
6)	機械的性質に優れている。		
短所 1)	定量給湯が難しい。		
2)	・		
3)	・		
4)	・		
5)	・		
6)	・		
備考 1) 用途	溶融金属		
2) 前素形材形状	溶融金属		
3) 得意形状	・		
4) 工程および工程数	・		
5) 付帯設備、補助設備	油圧プレス		
6) 付帯前処理	・		
7) 付帯後処理	・		
8) 自動化の容易さ	・		
9) 合理的処理量	・		
10) 運転のマンパワー	・		
その他 1) 保守に必要なマンパワー	・		
2) 稼働率の現状	・		
3) 故障発生率の現状	・		
4) 不良品発生率	・		
5) 製造実績	・		
6) 合理的処理量の範囲	・		
7) 原料への要求制約	・		
8) 今後の開発動向	・		
9) 製造、装置開発メーカー	・		
10) 製造、装置採用メーカー	・		
引用文献	日本鋳物協会編、鋳物便覧、1986、P. 1105		
ページ	P.1105	図番	20・29
		表番	



(a) 加圧前 (b) 加圧後
図 20・29 直接押込溶湯鍛造法

素形材加工技術の名称	間接押込溶湯鍛造法	No.	II - 42
技術の概要 (定義等)	別個に設けたダイキャビティに溶湯を押し込み加圧凝固させる。溶湯を低速で連続した流れとして移動させるため、噴流、渦流は発生せずある程度の肉厚があれば複雑形状品も製造できる。		
長所 1)	寸法精度が高い。 2) 機械的性質に優れている。 3) 熱処理が可能である。 4) 鋳造欠陥が発生しない。		
長所 2)			
長所 3)			
長所 4)			
長所 5)			
長所 6)			
短所 1)			
短所 2)			
短所 3)			
短所 4)			
短所 5)			
短所 6)			
備考 1) 用途			
2) 前素形材形状	溶融金属		
3) 得意形状	複雑形状品も可能		
4) 工程および工程数			
5) 付帯設備、補助設備	油圧プレス		
6) 付帯前処理			
7) 付帯後処理			
8) 自動化の容易さ			
9) 合理的処理量			
10) 運転のマンパワー			
その他 1) 保守に必要なマンパワー			
2) 積働率の現状			
3) 故障発生率の現状			
4) 不良品発生率			
5) 製造実績			
6) 合理的処理量の範囲			
7) 原料への要求制約			
8) 今後の開発動向			
9) 製造、装置開発メーカー			
10) 製造、装置採用メーカー			
引用文献	日本鋳物協会編、鋳物便覧、1986、P. 1105~1106		
ページ	P.1106	図番	20・30
		表番	



(a) 加圧前

(b) 加圧後

図 20・30 間接押込溶湯鍛造法

素形材加工技術の名称	レオキャスティング	N o.	II - 43
技術の概要：(定義等)	微細な球状の固相が溶融金属中に均一分散した半溶融スラリをレオキャスターと呼ばれる装置で製造し、そのスラリをダイカスト機のショットチャンバーに供給し、鋳型隙間へ圧入し鋳物を製造する方法である。		
長所 1)	加熱がなく鋳込み温度が低い。		
2)	凝固潜熱が少なく金型に対する熱衝撃が少ない。		
3)	高融点合金のダイカストが可能である。		
4)	緻密で健全な信頼性の高い製品が得られる。		
5)			
6)			
短所 1)	工程の自動化を要する。		
2)			
3)			
4)			
5)			
6)			
備考 1) 用途	精密高品質鋳造品		
2) 前素形材形状	半溶融金属		
3) 得意形状			
4) 工程および工程数			
5) 付帯設備、補助設備			
6) 付帯前処理			
7) 付帯後処理			
8) 自動化の容易さ			
9) 合理的処理量			
10) 運転のマンパワー			
その他 1) 保守に必要なマンパワー			
2) 稼働率の現状			
3) 故障発生率の現状			
4) 不良品発生率			
5) 製造実績			
6) 合理的処理量の範囲			
7) 原料への要求制約			
8) 今後の開発動向			
9) 製造、装置開発メーカー			
10) 製造、装置採用メーカー			
引用文献	日本鋳物協会編、鋳物便覧、1986、P. 1109~1110		
ページ	P.1110	図番	20・33
		表番	

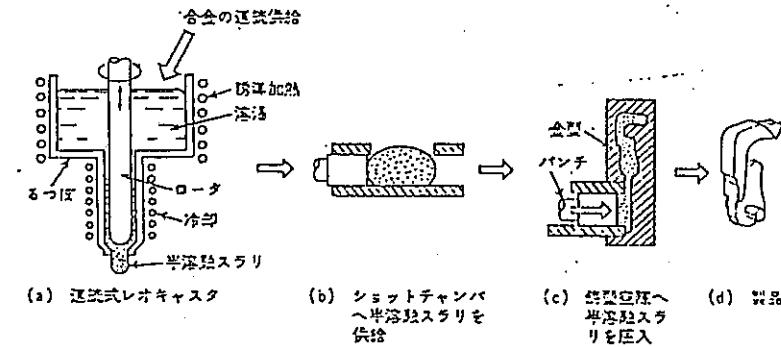
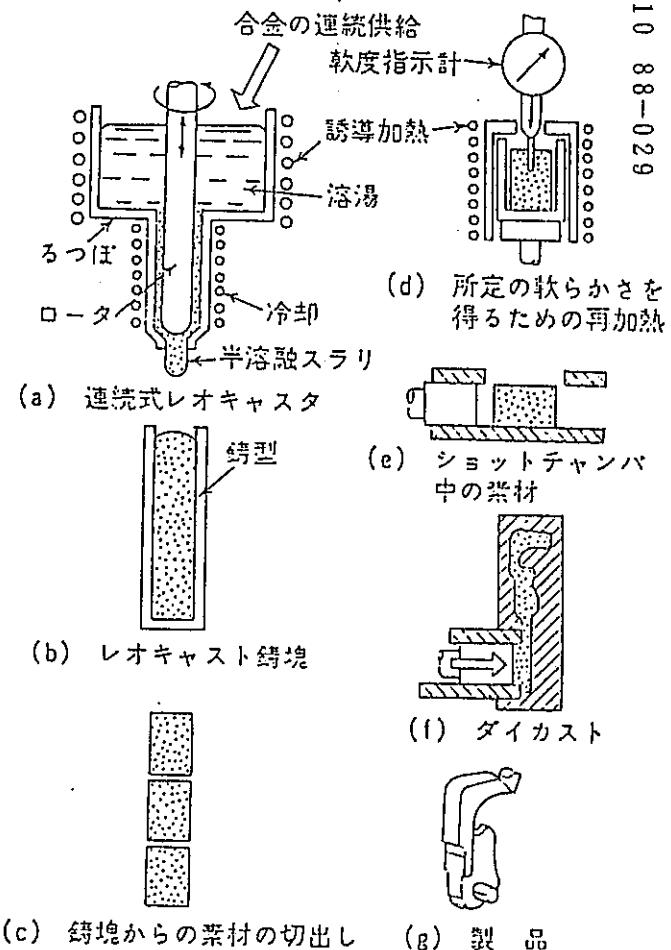


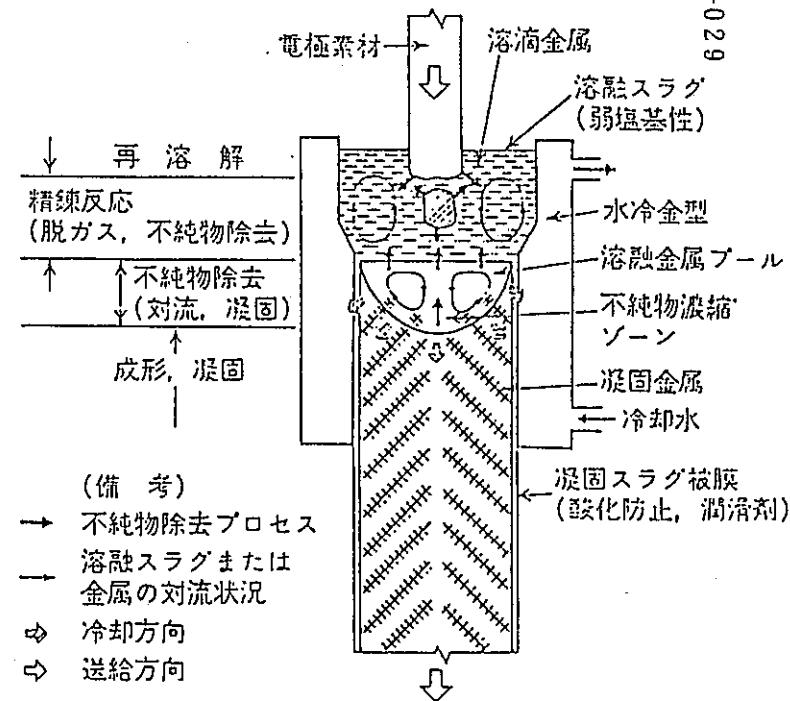
図 20・33 レオキャスティング法の概要

素形材加工技術の名称 チクソキャスティング	N o . II - 44
技術の概要: (定義等)	レオキャスティング法を改良し、半溶融スラリを所定量凝固させて切り出し、再加熱してからダイカストし、高品質な鋳造品を製造する方法である。
長所 1)	レオキャスティング法と同じ特徴が得られる。
2)	素材を固体として取り扱うため操作が容易になる。
3)	
4)	
5)	
6)	
短所 1)	鋳塊の再加熱によりエネルギーロスがある。
2)	
3)	
4)	
5)	
6)	
備考 1) 用途	
2) 前素形材形状	半溶融金属
3) 得意形状	高品質鋳造品
4) 工程および工程数	
5) 付帯設備、補助設備	
6) 付帯前処理	
7) 付帯後処理	
8) 自動化の容易さ	
9) 合理的処理量	
10) 運転のマンパワー	
その他 1) 保守に必要なマンパワー	
2) 積働率の現状	
3) 故障発生率の現状	
4) 不良品発生率	
5) 製造実績	
6) 合理的処理量の範囲	
7) 原料への要求制約	
8) 今後の開発動向	
9) 製造、装置開発メーカー	
10) 製造、装置採用メーカー	
引用文献 M.C. Flemings, R.G. Rieck, K.P. Young, Mater. Sci. Eng., 25(1976), 103	
ページ P.1111	図番 20・35
	表番

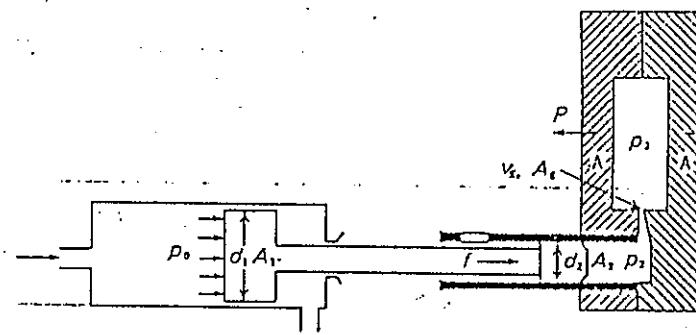
図 20・35 チクソキャスティング法の概要⁷⁷⁾

図出典 日本鋳物協会編, 鋳物便覧, 1986

素形材加工技術の名称	溶造法	N o .	II - 46
技術の概要：	(定義等) 溶造法は、溶接と鋳造を組み合わせた技術で、接合するだけでなく、物体上に新しい物体を作製したりすることを目的とし、エレクトロスラグ溶接の特徴を生かして、金型内で鋳造を同時に素形材を製造する。		
長所 1)	大気に触れないで溶造金属は極めて清浄である。		
2)	化学組成が均質で、結晶粒が微細である。		
3)	組織が均質で異方性がない。		
4)	溶接性に優れている。		
5)	プローホールや収縮巣がなく高品質な素形材が得られる。		
6)			
短所 1)			
2)			
3)			
4)			
5)			
6)			
備考 1) 用途	高品質な素形材製造		
2) 前素形材形状	溶融金属		
3) 得意形状	単純形状		
4) 工程および工程数			
5) 付帯設備、補助設備			
6) 付帯前処理			
7) 付帯後処理			
8) 自動化の容易さ			
9) 合理的処理量			
10) 運転のマンパワー			
その他 1) 保守に必要なマンパワー			
2) 積働率の現状			
3) 故障発生率の現状			
4) 不良品発生率			
5) 製造実績			
6) 合理的処理量の範囲			
7) 原料への要求制約			
8) 今後の開発動向			
9) 製造、装置開発メーカー			
10) 製造、装置採用メーカー			
引用文献	日本鋳物協会編、鋳物便覧、1986、P. 1112~1113		
ページ	P.1112	図番	20・37
		表番	

図 20・37 溶造法の概要^{⑨)}

素形材加工技術の名称 ダイカスト法	No. II - 59
技術の概要：(定義等)	金型のキャビティの中へ溶湯を高速高圧で圧入し、急速凝固させる鋳造法。
長所 1)	充填時間が短いので生産性がよい。
2)	寸法精度がよく、鋳肌がきれいである。
3)	薄肉の鋳物ができる。
4)	
5)	
6)	
短所 1)	プランジャ速度が臨界速度をはすれると空気の巻き込みにより鋳巣が生じる。
2)	キャビティ内の湯流れが製品品質の良否を左右する。
3)	肉厚の大間に違う部品や厚内部品では収縮巣が発生する。
4)	
5)	
6)	
備考 1) 用途	自動車部品
2) 前素形材形状	溶融状態
3) 得意形状	薄肉鋳物
4) 工程および工程数	
5) 付帯設備、辅助設備	溶融炉、高速射出機、金型
6) 付帯前処理	素材の溶解
7) 付帯後処理	バリ取り、ショットビーニング、切削加工
8) 自動化の容易さ	注湯から製品取り出しまで自動化されている。
9) 合理的処理量	大量生産向き
10) 運転のマンパワー	
その他 1) 保守に必要なマンパワー	
2) 稼働率の現状	
3) 故障発生率の現状	
4) 不良品発生率	
5) 製造実績	実用化されている。
6) 合理的処理量の範囲	
7) 原料への要求制約	流動性に富むこと
8) 今後の開発動向	
9) 製造、装置開発メーカー	
10) 製造、装置採用メーカー	
引用文献 日本鋳物協会：鋳物便覧、丸善株式会社	
ページ P.1003	図番 18-3
	表番



- p_0 : 油圧圧力 [kg/cm^2] [Pa]
 f : 射出力 [tf] [N]
 p_3 : 鋳造圧力 [kgf/cm^2] [Pa]
 P : 型脱き力 [tf] [N]
 F : 型枠力 [tf] [N]
 d_1 : 射出シリンダ直徑 [cm] [m]
 A_1 : 射出シリンダ面積 [cm^2] [m^2]
 d_2 : プランジャチャップ直徑 [cm] [m]
 (メタルスリーブ内径)
 A_2 : プランジャチャップ面積 [cm^2] [m^2]
 v_p : プランジャ速度 [m/s]
 A_g : 湍口面積 [cm^2] [m^2]
 Q : 湍口流量 [cm^3/s] [m^3/s]
 v_g : 湍口速度 [m/s]
 A : 全投影面積 [cm^2] [m^2]
 W : 充てん重量 [g] [kg]
 Q_t : 充てん容積 [cm^3] [m^3]
 t : 充てん時間 [s]
 γ : 合金の密度 [g/cm^3]

図 18-3 射出系モデル図

素形材加工技術の名称	真空ダイカスト法	No.	II - 60
技術の概要	金型キャビティ内の空気やガスを溶湯圧入の直前に真空ポンプで吸引し (定義等) 減圧の状態でダイカストする方法。		
長所 1)	減圧状態で注湯するので鋳巣が少ない。		
2)			
3)			
4)			
5)			
6)			
短所 1)	真空度の保持と射出タイミングの制御が難しい。		
2)			
3)			
4)			
5)			
6)			
備考 1) 用途			
2) 前素形材形状	溶融状態		
3) 得意形状	薄肉鋳物		
4) 工程および工程数			
5) 付帯設備、補助設備	真空ポンプ、溶解炉、高速射出機、金型		
6) 付帯前処理	素材の溶解		
7) 付帯後処理	バリ取り、ショットビーニング、切削加工		
8) 自動化の容易さ	容易		
9) 合理的処理量	大量生産向き		
10) 運転のマンパワー			
その他 1) 保守に必要なマンパワー			
2) 稼働率の現状			
3) 故障発生率の現状			
4) 不良品発生率			
5) 製造実績	実用化されている。		
6) 合理的処理量の範囲			
7) 原料への要求制約	流動性がよい。		
8) 今後の開発動向			
9) 製造、装置開発メーカー			
10) 製造、装置採用メーカー			
引用文献	日本鋳物協会：鋳物便覧、丸善株式会社		
ページ	P.1009	図番	表番

素形材加工技術の名称 | GF法 (Gas Free法)

No. I II - 61

技術の概要： 真空グイカスト法の一つでキャビティ内の空気を短時間に大量に排気して溶湯が外部に飛び出さない新しいエアバルブを使用したもの。

- 長所 1) 金型の合わせ面に特別のシールを設けることなく減圧状態を保持できる。
 2) 充填性が向上し、鋳巣が減少する。
 3) 従来より低い圧力で鋳造が可能である。
 4)
 5)
 6)

- 短所 1)
 2)
 3)
 4)
 5)
 6)

備考 1) 用途	
2) 前素形材形状	溶融状態
3) 得意形状	薄肉鋳物
4) 工程および工程数	
5) 付帯設備、補助設備	真空ポンプ、溶解炉、高速射出機、金型
6) 付帯前処理	素材の溶解
7) 付帯後処理	バリ取り、ショットピーニング、切削加工
8) 自動化の容易さ	
9) 合理的処理量	
10) 運転のマンパワー	

その他 1) 保守に必要なマンパワー	
2)稼働率の現状	
3)故障発生率の現状	
4)不良品発生率	
5) 製造実績	実用化されている。
6) 合理的処理量の範囲	
7) 原料への要求制約	流動性がよい
8) 今後の開発動向	
9) 製造、装置開発メーカー	
10) 製造、装置採用メーカー	

引用文献 | 日本鋳物協会：鋳物便覧、丸善株式会社

ページ | P.1010

図番 | 18-11

表番 |

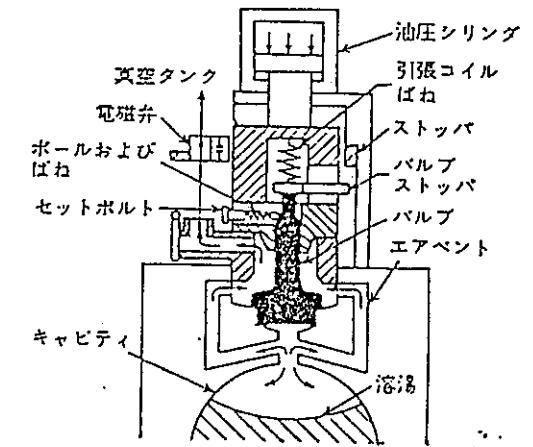


図 18-11 エアベントバルブの構造

素形材加工技術の名称	霧団気流動ダイカスト法	No.	I	II - 62
技術の概要	(定義等) キャビティ内を減圧しながらアルゴンガスを送気してガスに流動性を与えてダイカストする方法。			
長所 1)	減圧効果と流動の効率の因子によって鋳巣が少なくなる。			
2)	鋳巣の減少により機械的性質や耐圧性が改善される。			
3)				
4)				
5)				
6)				
短所 1)				
2)				
3)				
4)				
5)				
6)				
備考 1) 用途				
2) 前素形材形状	溶融状態			
3) 得意形状	薄肉鋳物			
4) 工程および工程数				
5) 付帯設備、補助設備	アルゴンガス供給設備、真空ポンプ			
6) 付帯前処理	素材の溶解			
7) 付帯後処理	バリ取り、ショットビーニング、切削加工			
8) 自動化の容易さ				
9) 合理的処理量				
10) 運転のマンパワー				
その他 1) 保守に必要なマンパワー				
2) 積働率の現状				
3) 故障発生率の現状				
4) 不良品発生率				
5) 製造実績	実用化されている。			
6) 合理的処理量の範囲				
7) 原料への要求制約	流動性がよい			
8) 今後の開発動向				
9) 製造、装置開発メーカー				
10) 製造、装置採用メーカー				
引用文献	鈴木宗男：総合鋳物、1983			
ページ	P.12	図番	表番	

素形材加工技術の名称 | 局部加圧鋳造法

No. | II - 64

技術の概要： 凝固収縮が生じやすい厚肉部の溶湯をさらに局部的に加圧し、凝固収縮
(定義等) 巢の発生を防止する方法。

長所 1)	スクイズキャスト法は充填速度が遅いので局部加圧が適用しやすい。
2)	プランジャー加圧力が小さくても局部加圧により厚肉部はほぼ真比重になる
3)	
4)	
5)	
6)	
短所 1)	プランジャーが複数個必要となる。
2)	
3)	
4)	
5)	
6)	

備考 1) 用途	
2) 前素形材形状	溶融状態
3) 得意形状	薄肉鋳物
4) 工程および工程数	
5) 付帯設備、補助設備	溶解炉、高速射出機、金型
6) 付帯前処理	素材の溶解
7) 付帯後処理	バリ取り、ショットビーニング、切削加工
8) 自動化の容易さ	
9) 合理的処理量	
10) 運転のマンパワー	

その他 1) 保守に必要なマンパワー	
2) 稼働率の現状	
3) 故障発生率の現状	
4) 不良品発生率	
5) 製造実績	実用化されている。
6) 合理的処理量の範囲	
7) 原料への要求制約	流動性がよい。
8) 今後の開発動向	
9) 製造、装置開発メーカー	
10) 製造、装置採用メーカー	

引用文献 | 日本鋳物協会：鋳物便覧、丸善株式会社

ページ | P.1009 | 図番 | 表番 |

素形材加工技術の名称 低速充填ダイカスト法	N o . II - 65
技術の概要 : (定義等)	アキュラッド法のインナーブランジャーの操作を省略した方法で、溶湯を層流で注湯する方法。
長所 1)	湯口断面積が従来法より4~5倍に拡大され湯流れが良好で欠陥が少ない。
2)	湯口速度が遅く、層流で注湯されるため空気の巻き込みが少ない。
3)	
4)	
5)	
6)	
短所 1)	湯口速度が遅いため充填時間が長くなつて湯回り不良を発生しやすい。
2)	
3)	
4)	
5)	
6)	
備考 1) 用途	シリンドブロック, ロータハウジング
2) 前素形材形状	溶融状態
3) 得意形状	薄肉鋳物
4) 工程および工程数	
5) 付帯設備、補助設備	溶解炉, 高速射出機, 金型
6) 付帯前処理	素材の溶解
7) 付帯後処理	バリ取り, ショットビーニング, 切削加工
8) 自動化の容易さ	自動化されている。
9) 合理的処理量	
10) 運転のマンパワー	
その他 1) 保守に必要なマンパワー	
2) 積働率の現状	
3) 故障発生率の現状	
4) 不良品発生率	
5) 製造実績	実用化されている。
6) 合理的処理量の範囲	
7) 原料への要求制約	流動性がよい
8) 今後の開発動向	
9) 製造、装置開発メーカー	
10) 製造、装置採用メーカー	
引用文献 日本鋳物協会：鋳物便覧、丸善株式会社	
ページ P.1010	図番 表番

素形材加工技術の名称 | スクイズキャスティング(高圧鋳造) | No. | II - 66

技術の概要: 低速高圧の鋳造法に属するが、凝固完了まで加圧を保持する方法。
(定義等)

- 長所 1) 凝固時に生ずる収縮孔に溶湯の補給が十分に行われる。
 2) 高圧のため溶湯が金型に密着してエアギャップが小さく熱伝達がよい。
 3) 热伝達がよいので組織が微細化して機械的性質に優れている。
 4)
 5)
 6)

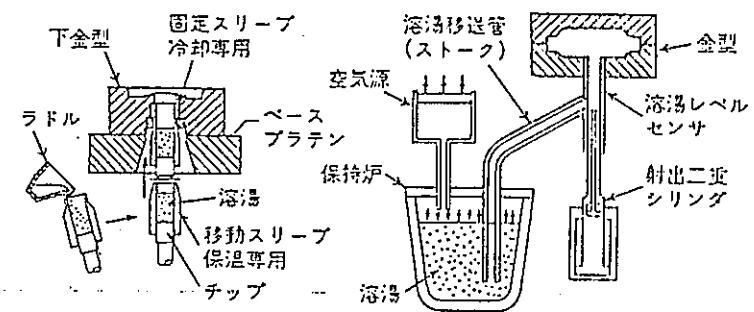
- 短所 1)
 2)
 3)
 4)
 5)
 6)

備考 1) 用途	バルブハウジング, F.R.M.ビストン, ホイール
2) 前素材形状	溶融状態
3) 得意形状	薄肉鋳物
4) 工程および工程数	
5) 付帯設備、補助設備	溶融炉, 高速射出機
6) 付帯前処理	素材の溶解
7) 付帯後処理	バリ取り, ショットビーニング, 切削加工
8) 自動化の容易さ	
9) 合理的処理量	
10) 運転のマンパワー	

その他 1) 保守に必要なマンパワー	
2)稼働率の現状	
3)故障発生率の現状	
4)不良品発生率	
5) 製造実績	実用化されている。
6)合理的処理量の範囲	
7)原料への要求制約	
8)今後の開発動向	
9) 製造、装置開発メーカー	
10) 製造、装置採用メーカー	

引用文献 | 日本鋳物協会 : 鋳物便覧, 丸善株式会社

ページ | P.1011 | 図番 | 18-13 | 表番 |

(a) スクイズキャスティング (b) 高圧凝固鋳造
図 18-13 高圧鋳造法の射出機構

素形材加工技術の名称 バラショット法	No. II - 67
技術の概要 : 低速-高速の急激な速度変化でなく連続的に加圧を行いながら最終に高 (定義等) 速として鋳造する方法.	
長所 1) 空気が湯口から排出しやすい.	
2) 径の小さいスリーブの使用により充填率を高めることができる.	
3)	
4)	
5)	
6)	
短所 1) 鋳造機の機構が異なるため適用が難しい.	
2)	
3)	
4)	
5)	
6)	
備考 1) 用途	
2) 前素形材形状	溶融状態
3) 得意形状	薄肉鋳物
4) 工程および工程数	
5) 付帯設備、補助設備	溶解炉、高速射出機、金型
6) 付帯前処理	素材の溶解
7) 付帯後処理	バリ取り、ショットビーニング、切削加工
8) 自動化の容易さ	
9) 合理的処理量	
10) 運転のマンパワー	
その他 1) 保守に必要なマンパワー	
2)稼働率の現状	
3)故障発生率の現状	
4)不良品発生率	
5) 製造実績	実用化されている.
6) 合理的処理量の範囲	
7) 原料への要求制約	流動性がよい
8) 今後の開発動向	
9) 製造、装置開発メーカー	
10) 製造、装置採用メーカー	
引用文献 鈴木宗男：総合鋳物、(1923)	
ページ P.12	図番 表番

素形材加工技術の名称 バランス型ダイカスト法	No. II - 68
技術の概要： (定義等)	キャビティ内を減圧にし、スリーブ内の溶湯を上部から下方へ圧入する そのときの圧入速度とカウンタチップの降下速度がバランスを保った状態で低速でダイカストする。
長所 1)	圧力が低いために型締力の小さい鋳造機が使用できる。
2)	
3)	
4)	
5)	
6)	
短所 1)	
2)	
3)	
4)	
5)	
6)	
備考 1) 用途	
2) 前素形材形状	溶融状態
3) 得意形状	薄肉鋳物
4) 工程および工程数	
5) 付帯設備、補助設備	溶解炉、高速射出機、金型
6) 付帯前処理	素材の溶解
7) 付帯後処理	バリ取り、ショットピーニング、切削加工
8) 自動化の容易さ	
9) 合理的処理量	
10) 運転のマンパワー	
その他 1) 保守に必要なマンパワー	
2) 積働率の現状	
3) 故障発生率の現状	
4) 不良品発生率	
5) 製造実績	実用化に至っていない。
6) 合理的処理量の範囲	
7) 原料への要求制約	流動性がよい
8) 今後の開発動向	
9) 製造、装置開発メーカー	
10) 製造、装置採用メーカー	
引用文献 鈴木宗男：総合鋳物、1983	
ページ P.12	図番 表番

技術の概要：(定義等)		
長所 1)	溶解重量に対し製品の比が90~98%に達し歩留りがよい.	
2)	注湯の必要がなく全工程を自動化できる.	
3)	ガイカストと異なりシェル中子などを使用することができる.	
4)		
5)		
6)		
短所 1)	鋳造サイクルが長く、生産性がよくない.	
2)	溶湯表面の酸化皮膜により合金によっては使用が難しい.	
3)	複雑な鋳物は押し湯が必要で、適用が難しい.	
4)		
5)		
6)		
備考 1) 用途		
2)	前素材形状	溶融状態
3)	得意形状	薄肉鋳物
4)	工程および工程数	
5)	付帯設備、補助設備	溶融炉、高速射出機
6)	付帯前処理	素材の溶解
7)	付帯後処理	バリ取り、ショットビーニング、切削加工
8)	自動化の容易さ	
9)	合理的処理量	
10) 運転のマンパワー		
その他 1) 保守に必要なマンパワー		
2)	稼働率の現状	
3)	故障発生率の現状	
4)	不良品発生率	
5)	製造実績	実用化されている.
6)	合理的処理量の範囲	
7)	原料への要求制約	
8)	今後の開発動向	
9)	製造、装置開発メーカー	
10) 製造、装置採用メーカー		
引用文献	植原寅蔵：軽金属，20-6，(1970)	
ページ	P.318	
	図番	
	表番	

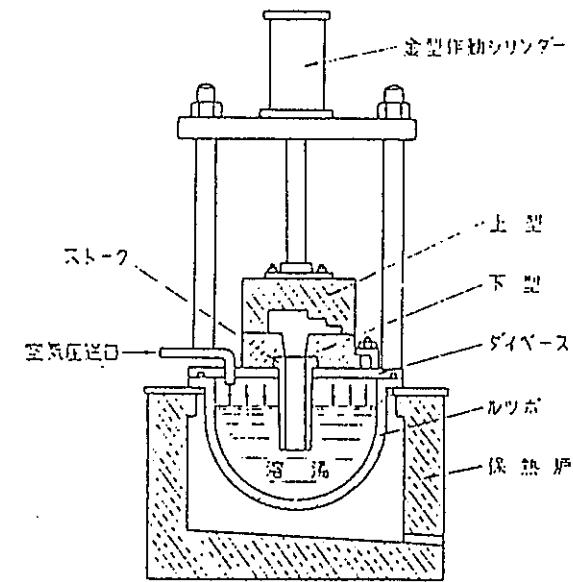


図33 LPD 法の鋳造装置概略図