

図6.34 各種鋳造用フィルター

(a)(b): 2次元構造体, (c)(d): 3次元構造体

利用するものであり、湯道の形状工夫や専用ゲートの利用により、不純物を製品に入る溶湯から浮上分離させる方法である。先に述べた掛堰の内、トンネル式ダム型やストッパ型などの掛堰はこの方法にあたる。ただし、この方法では全ての不純物が除去できない場合もあることから、注意が必要となる。

一方、フィルターにより捕集する方法では、これを通過する溶湯全量に対して効果があることから、不純物の除去効果は極めて高い。特に球状黒鉛鋳鉄の場合、ドロスの介在物が発生し易いこともあり、これらの除去のために用いられることも多い。通常、このようなフィルターはセラミック製で、板状や網目状・蜂の巣状など種々な形状をしており、湯口下部や湯道途中に挟んで使用される。フィルターの例を、図6.34に示す。このようなフィルターを用いる場合には、フィルターの開口面積と通過可能な湯量に気をつけなければならない。フィルターを用いると、使用面の面積に対して溶湯が通過可能な面積（空間面積）が減っているため、湯口比の計算では減少分を考慮する必要がある。また、フィルターによって通過可能な溶湯重量が決まっているので、その量を越えない範囲で使用しなければならない。

### 6.5 押湯・冷し金

#### 6.5.1 鋳鉄の凝固と押湯

鋳型に鋳込まれた鋳鉄の溶湯は、温度の低下に伴い、以下のような過程を通過する。

- 1) 液体収縮と鋳型の変形：鋳鉄溶湯は、温度が100℃低下するごとに約1.5%の体積収縮が起こる。この時、フラン鋳型などの高温強度を有する鋳型では、砂の熱膨張により、鋳型は溶湯側へ膨張する（図6.40参照）。熱膨張の小さい人工砂な

どでは、けい砂に較べてこの溶湯側への膨張は少なくなる。高温強度の低い生型や水ガラス鋳型では、溶湯圧力により鋳型が変形する。よって、熱膨張の少ない人口砂や高温強度の低い生型もしくは水ガラス鋳型を用いると、外びけや内びけが多くなる。

- 2) 共晶凝固時の膨張：黒鉛（遊離炭素）が晶出しない鋳鋼や銅合金、アルミ合金などでは、黒鉛晶出による膨張が起こらないために、収縮するのみである。これに対して、黒鉛が晶出する片状黒鉛鋳鉄や球状黒鉛鋳鉄では、黒鉛晶出による膨張が起こる。炭素含有量が多い鋳鉄ほど黒鉛晶出による膨張は大きくなるが、この膨張により鋳型を外に押しやる力も強くなるため、型張りが起こることになる。黒鉛晶出による膨張と型張りは、相反する関係にあるが、黒鉛晶出量を増やす方がひけには有利となる。
- 3) 固体収縮：鋳鉄の凝固が終了してから常温になるまでの間では共析変態時の膨張を除いて、収縮が起こる。

上記の中で、当然の事であるが、ひけ巣の発生に影響を及ぼすのは1)と2)の過程である。したがって、 $(液体収縮 + 鋳枠の型張り + 変形) \leq (砂の熱膨張 + 黒鉛晶出による膨張)$  の関係が成立すれば、押湯なしでも健全な鋳物ができることになる。押湯は、液体収縮や凝固収縮及び鋳型の変形によって溶湯が不足した部分に溶湯を補給し、ひけ巣を防止するために用いられる。したがって、押湯部は製品部よりも後に凝固するのが原則となる。モジュラス(体積と表面積の比:V/S)にて押湯の大きさを決定する方法は、製品よりも押湯のモジュラスを大きくし、押湯の方が後から凝固するようにして、ひけ巣を防止するものである。この方法は、大局的には製品と押湯のサイズがほぼ同等になってしまう問題を有している。

ひけ巣発生メカニズムとしては、香川や大中らの負圧説、真殿のガス説、吉田らのマッシー凝固説、加山らの型張り説などが代表例として挙げられる。

- 1) 負圧説：凝固時の鋳物表面に圧縮応力が発生するため、この逆の力として内部に引張応力が発生する。この引張応力によって空間が発生し、ひけ巣となる<sup>26,27)</sup>。
- 2) ガス説：ひけ巣空洞部にガスがなければ、空洞部は真空となり、空洞はつぶれるはずなので、水素等のガスが空洞部に存在するとする説<sup>28)</sup>。
- 3) マッシー凝固説：マッシー凝固(かゆ状凝固：表面と内部の固相率に差が少ない凝固)するほど、表面の凝固層が弱いために、黒鉛の膨張に耐

えられず型張りし、ひけを生じるとする説<sup>29)</sup>。

- 4) 型張り説：黒鉛の膨張により鋳型壁が移動するため、ひけ巣が発生するという説<sup>30)</sup>。

負圧説やガス説から考えるならば、押湯は鋳物を指向性凝固させることにより、ガスを外部に逃がす役割や、内部に発生する圧力や引張応力を緩和する働きを有していることになる。

コンピュータシミュレーションが発達する以前は、モジュラスや過去の経験値をもとに押湯サイズを決定していたが、これが発達するにつれて、シミュレーションにより押湯を決定するようになってきている。すなわち、湯流れと凝固シミュレーションを行うことにより、製品内での温度分布を計算し、押湯の設置場所やサイズ等をより正確に決めることができるようになった。

#### 6.5.2 ひけ巣を少なくするための管理項目例

表6.15に、ひけ巣を少なくするための管理項目を示す<sup>31)</sup>。これより、次のことがわかる

表6.15 ひけ巣を少なくするための管理項目例<sup>31)</sup>

(a)	溶湯成分を共晶成分に近づける
(b)	黒鉛粒数を増す。(接種, C量, 鋳込み温度)
(c)	鋳込み温度を下げる。(大物は1320±20℃)
(d)	ひけ巣を増す微量元素を減らす。
(e)	強固な鋳枠・鋳型(強度≥25kg/cm <sup>2</sup> )にする。

#### (a) 溶湯成分を共晶に近づける(過共晶にしない)

図6.35に、C量とひけ巣体積率の関係を示す<sup>32)</sup>。C量の増加に伴いひけ巣は小さくなり、共晶成分で最小となる。過共晶成分になると、再びひけ巣が大きくなる。その理由は、共晶凝固時に発生する黒鉛晶出量が、

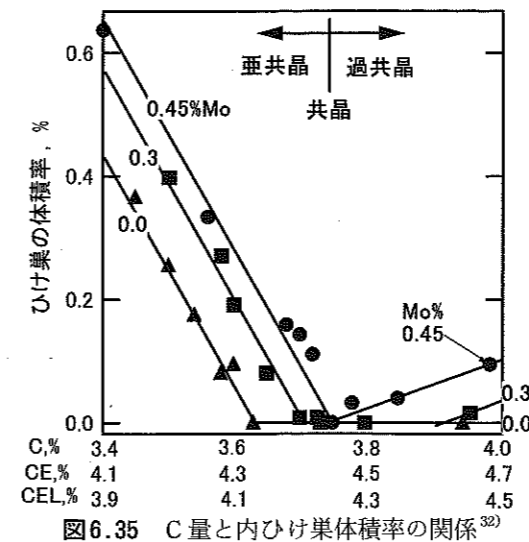


図6.35 C量とひけ巣体積率の関係<sup>32)</sup>

(CE=C+1/3Si, CEL=C+0.23Si)

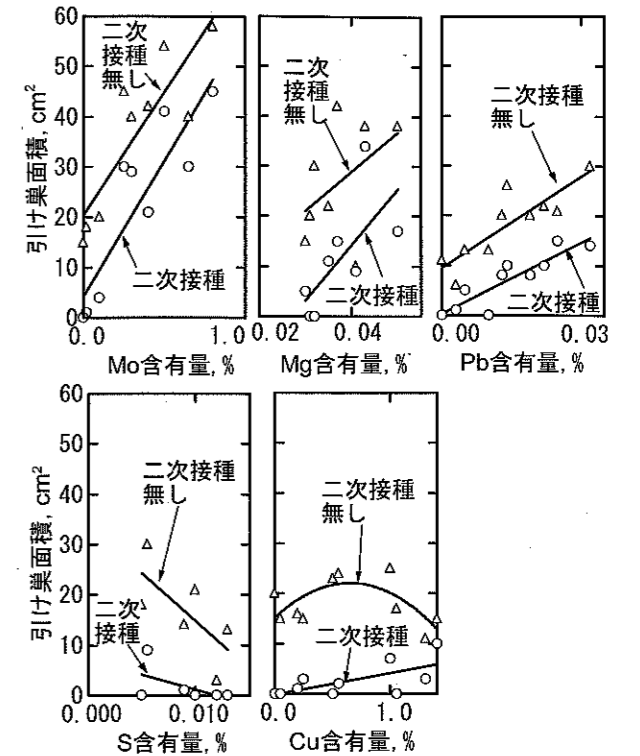


図6.36 合金元素とその量を変化させた溶湯での接種とひけ巣面積の関係<sup>33)</sup>

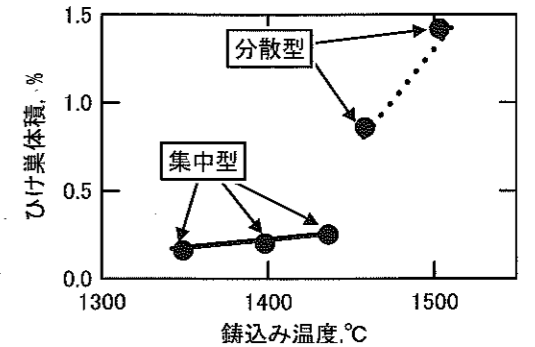


図6.37 鋳込み温度とひけ巣体積率の関係<sup>34)</sup>

共晶成分で一番多いからである。よって、ひけ巣を抑制するためには、共晶成分に近づけることが望ましい。

#### (b) 黒鉛の粒数を増す。

図6.36に、合金元素の種類と量を変化させた溶湯での接種とひけ巣面積の関係を示す<sup>33)</sup>。2次接種を行うことによって、ひけ巣の面積が小さくなっている。接種によって黒鉛粒数が多くなるため、共晶凝固時の黒鉛晶出量が多くなるものと考えられる。他にも、溶湯成分を共晶成分に近づけること、鋳込み温度を下げることで、黒鉛粒数は多くなる。

#### (c) 鋳込み温度を下げる。

図6.37に、鋳込み温度とひけ巣体積率の関係を示す<sup>34)</sup>。鋳込み温度が低い場合、ひけ巣は一か所に集中しており、その内面はデンドライト状である。一方、鋳込み温度が高い場合、ひけ巣は分散型となり、広い領域に