

# UBE真空装置の改善事例

## 《報告内容》

- ・UBE真空鑄造法について
- ・改善事例1
- ・改善事例2
- ・UBE高真空鑄造法について

宇部興産機械株式会社  
技術開発センター  
キャストソリューション

UBE真空鑄造法(以下GF法(GAS FREE法の略))は溶湯とガス(主に空気)との質量差に着目した、「金型内のガスは容易に排出するが、溶湯は型外へ飛び出さない」構造の真空バルブ(以下GFバルブ)を使用し、バルブのシャットオフ動作のタイミングに溶湯の慣性力を利用しているため、高い減圧効果と安定した生産性を得ることが出来る

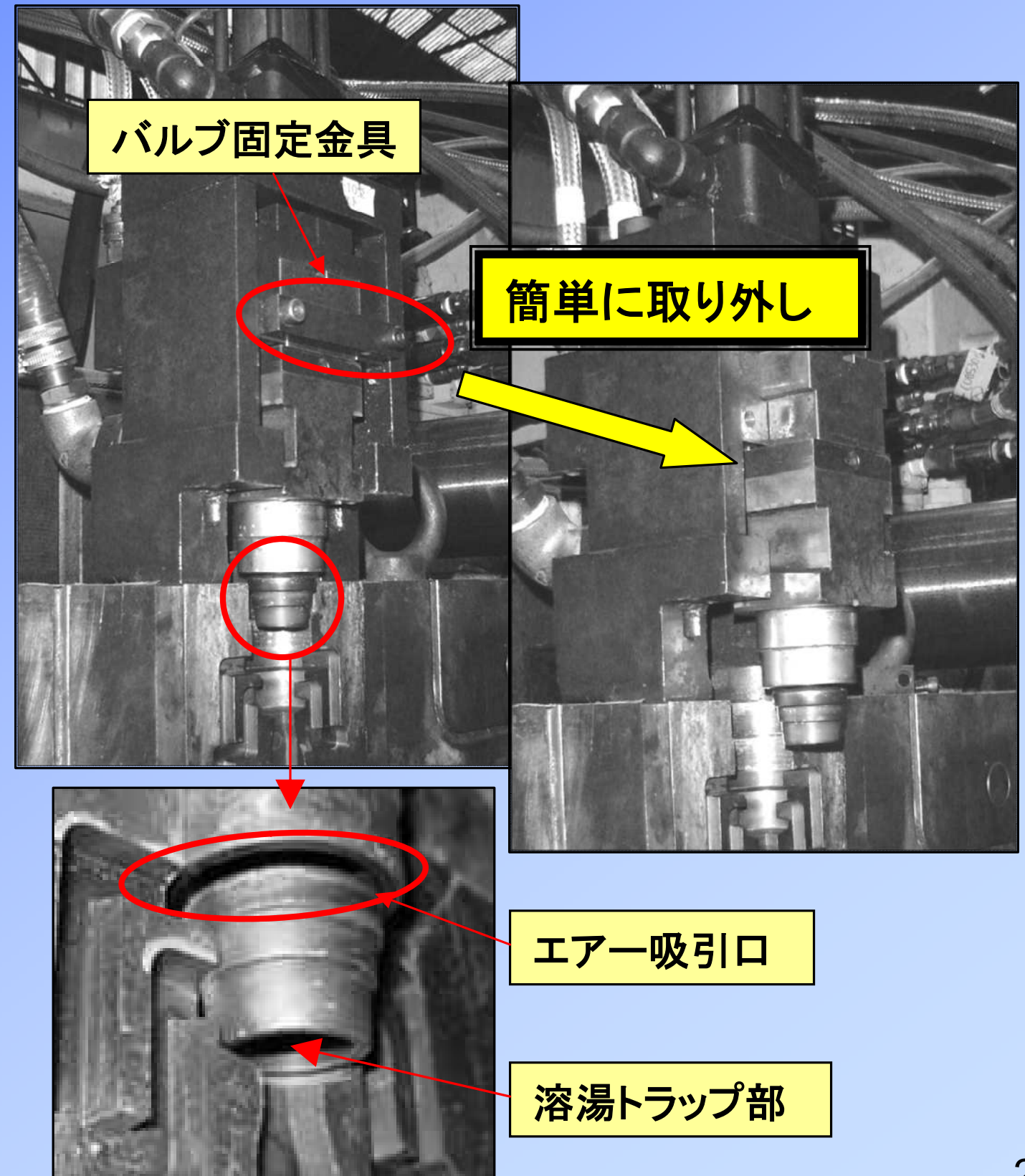
※GFは登録商標

## >GF法の特徴

- ・従来どおりの操作で鑄造することが可能
- ・エア吸引口が大きいいため、短時間吸引で高い真空度を実現

0.3秒で20kPa以下に減圧可能  
大気圧の5分の1

- ・溶湯の慣性力でバルブを閉めるため、キャビティが完全に充填するまで真空吸引を継続出来る
- ・金型パーティング面にバルブを設置するためメンテナンスが容易



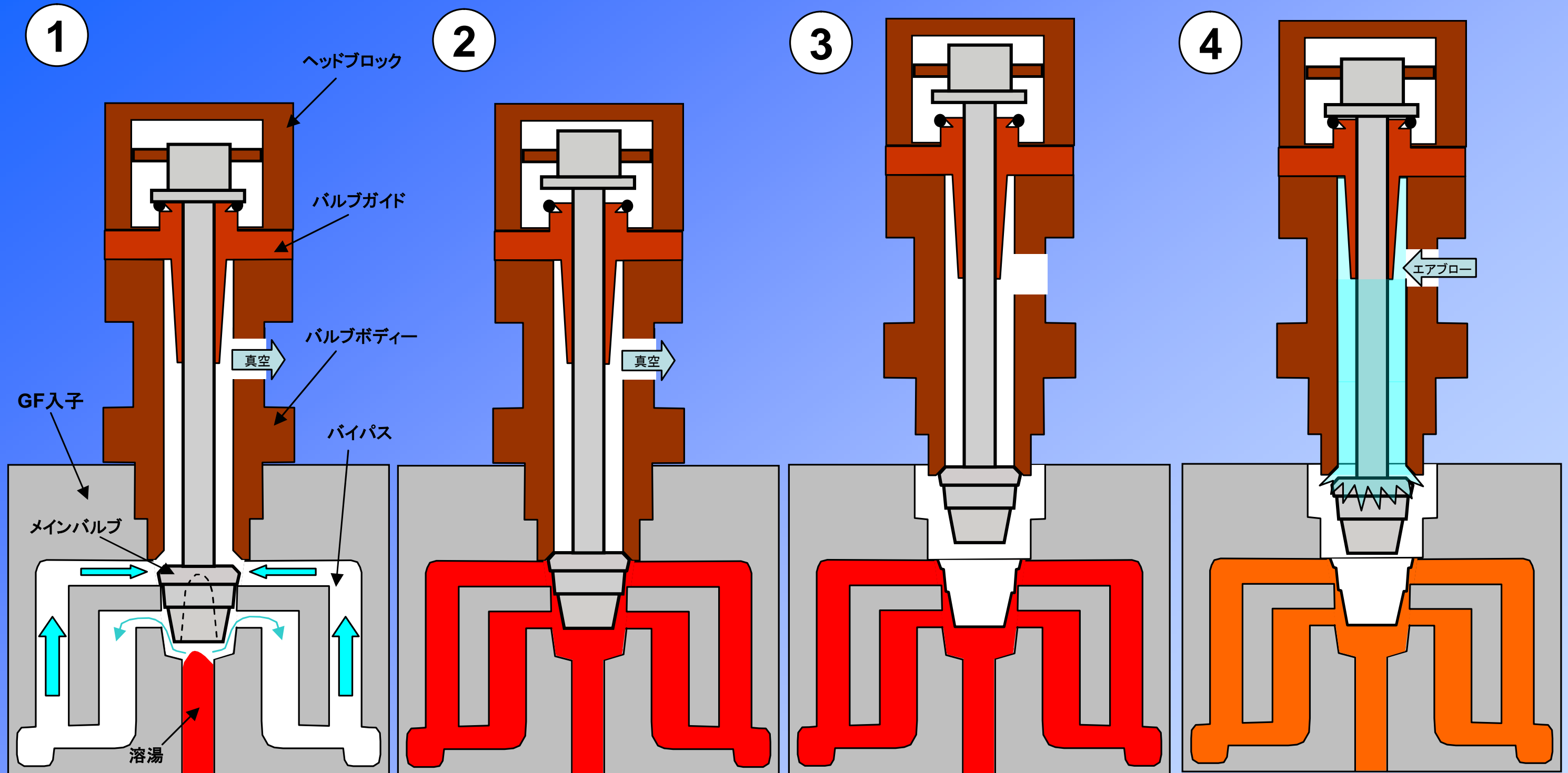
GFバルブは吸引口の径によって、30A、40A、50Aの3種類あり、下記表に示す通り中小型から大型ダイカストマシンすべてに対応可能である。

表 GFバルブサイズ

バルブの型式	50A	40A	30A
排気能力	Max 38ℓ/sec	Max 22ℓ/sec	Max 16ℓ/sec
製品重量(目安)	5kg以上	1.5 ~ 5kg	1.5kg以下
対象マシン 型締力(目安)	1250 <sup>トン</sup> 以上	350~1250 <sup>トン</sup>	350 <sup>トン</sup> 以下
真空バルブ 取付寸法	可動型取付スペース 250(w) × 150(L) × 530(H)	可動型取付スペース 150(w) × 220(L) × 445(H)	可動型取付スペース 150(w) × 220(L) × 445(H)



GFバルブ吸引口比較写真



真空吸引により、金型内の空気はバイパスを通り型外に排出される。溶湯は天側へ直進しメインバルブの溶湯トラップ部に衝突する。

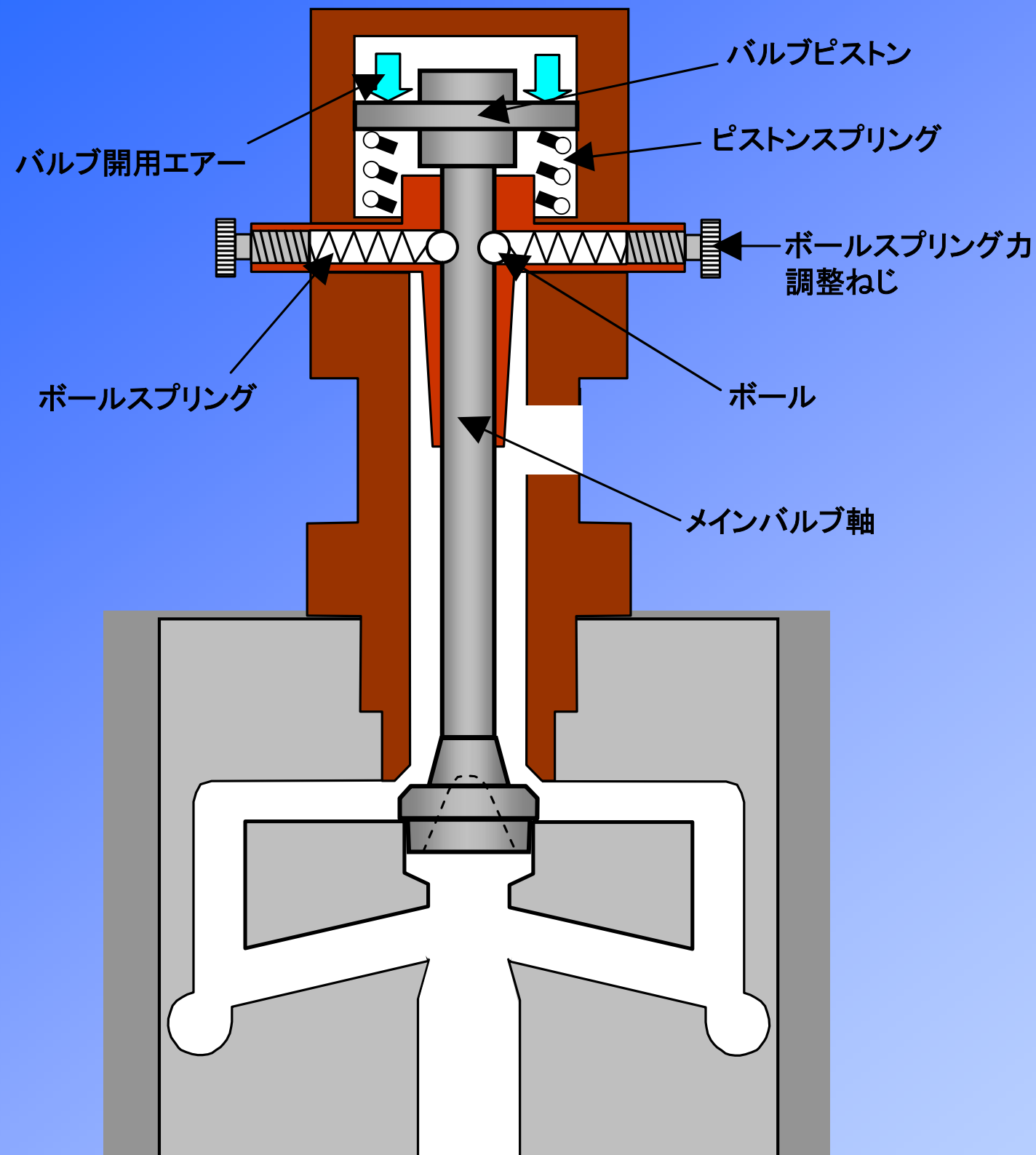
溶湯の慣性力を受けたメインバルブは上方へ押し上げられ真空吸引をシャットオフする。その後、溶湯がバイパス内へ充填される。

型開き後に油圧シリンダーでバルブ全体を引抜き、製品取出し。

エアブローを行い、錆バリやアルミカスの除去、メインバルブの冷却を行う。その後、バルブのシャットオフ動作を確認する。



GF法の実用化により、より健全な鋳造品の量産が可能となったが、GFバルブ内へアルミが進入し詰りが発生することがあった。その問題の改善事例について以下に報告する。



開発当初のGFバルブの構造

>初期GFバルブの動作原理説明

- ①バルブピストン上面にエア圧を負荷し、バルブが開状態となる
- ②メインバルブ軸の溝にボールが押し込まれ、開状態を保持する  
**※保持力はボールスプリング力調整ねじで調整可能**
- ③溶湯の慣性力を受けたメインバルブが上方へ押し上げられボールロックが外れると、ピストンスプリング力によりバルブが閉状態を保持する



GFバルブ内へ進入したアルミ片

>アルミ進入の原因

原因①: ボールスプリング機構

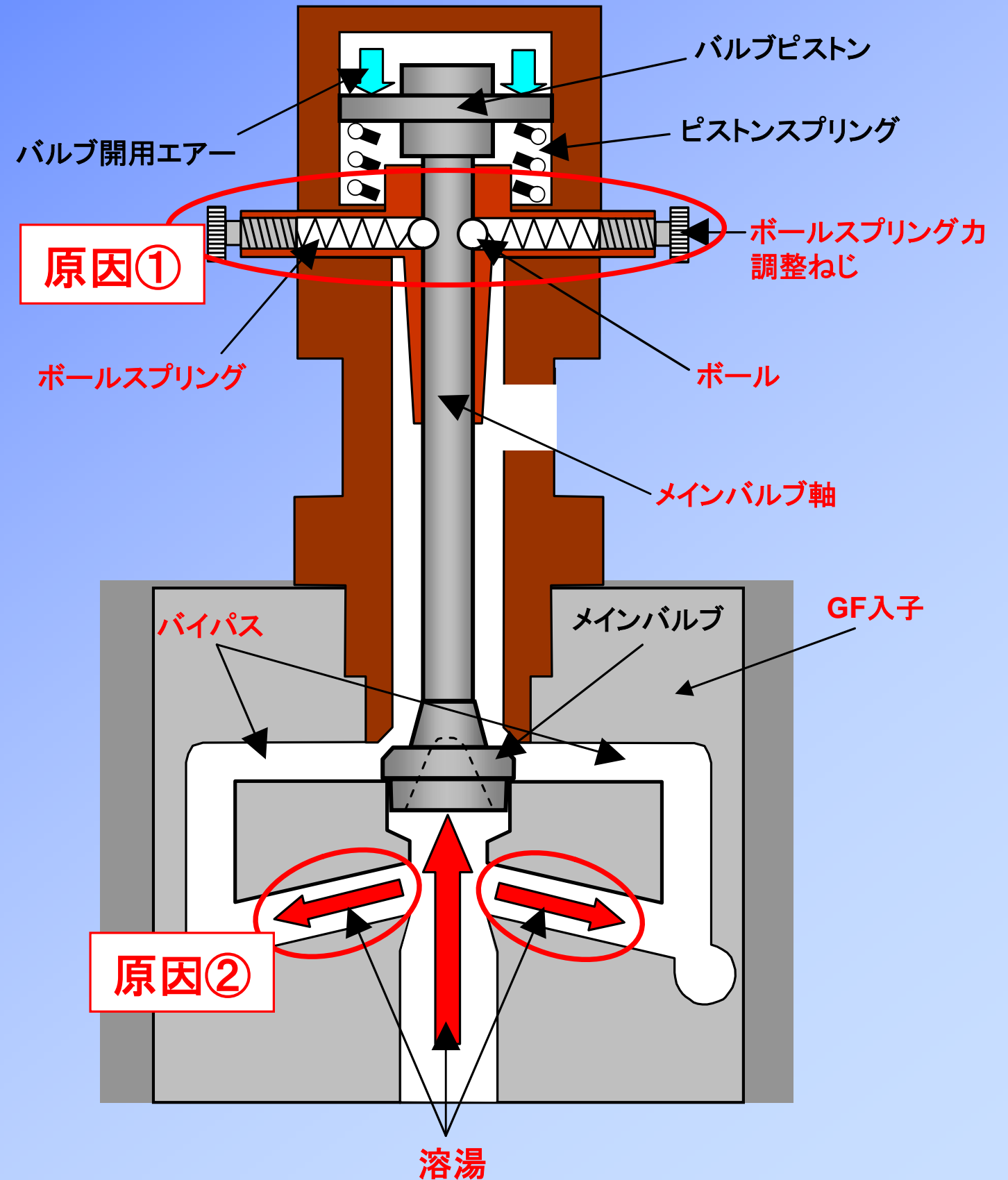
本機構では、GFバルブ開閉の度にボールとメインバルブ軸が摩擦を受けるため、ボールロックするための溝が磨耗し、保持力が変化する。ねじで調整は可能であるが、調整するには熟練技術を要し、常に一定の保持力を維持することが困難であった。規定値よりも保持力が高い場合、バルブのシャットオフ動作が遅れ溶湯がバルブ内へ進入する。逆に保持力が低い場合、真空引きと同時にバルブがシャットオフし十分な減圧効果が得られない事が問題となった。

原因②: バイパス入口位置

GF入子にはバイパスという湯道がある。これは、型内の空気を吸引(排出)する際の空気の通り道の役割と、メインバルブがシャットオフするまで溶湯が吸引口へ到達しないよう流動長を長くするための役割がある。当初このバイパスの入口は右図のような位置に設けており、メインバルブが慣性力を受ける前に溶湯がバイパス内へ流れ込むことで、アルミがGFバルブ内へ進入していると考えた。

改善

原因①改善: エアー圧保持方式へ  
原因②改善: バイパス及びメインバルブ形状変更



**改善①:エアーク保持方式**

現在GFバルブは右図のようなエアークのみにでバルブを制御する構造となった。その動作原理と改善効果を以下に示す。

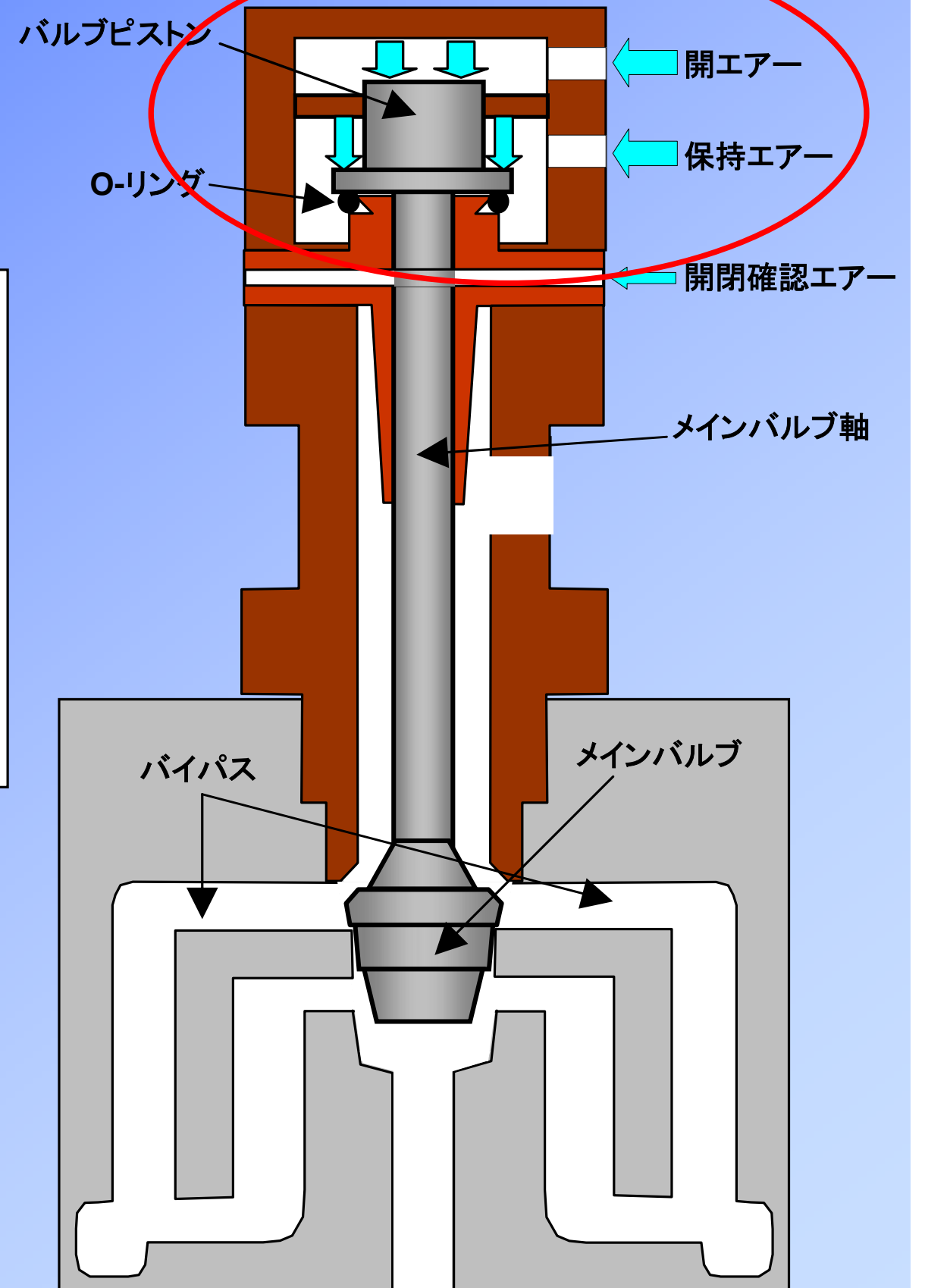
**>現在のGF真空バルブの動作原理説明**

- ①開エアークをバルブピストン上面に負荷し、バルブが開状態となる。
- ②バルブピストン下面がO-リングに密着し、保持エアークはバルブピストン上面のみに負荷される。よって、この状態で開エアークを除去してもメインバルブは開状態を保持する。
- ③溶湯の慣性力を受けたメインバルブが上方へ押し上げられ、バルブピストンとO-リングが離れると、バルブピストン上面・下面両方に保持エアークが負荷される。この時、メインバルブ軸とバルブピストンの断面積差によりバルブピストンを押し上げる力が働き、メインバルブは閉状態を保持する。

**>改善効果**

- ・メインバルブ保持機構による経年劣化が無い
- ・バルブ保持力は保持エアークで決まり、保持力の管理が容易になった。
- ・溶湯の慣性力によるメインバルブの僅かな上昇(O-リングの圧縮分)で、保持エアークによる閉動作が加わるため、応答性が向上。

**エアーク保持方式**

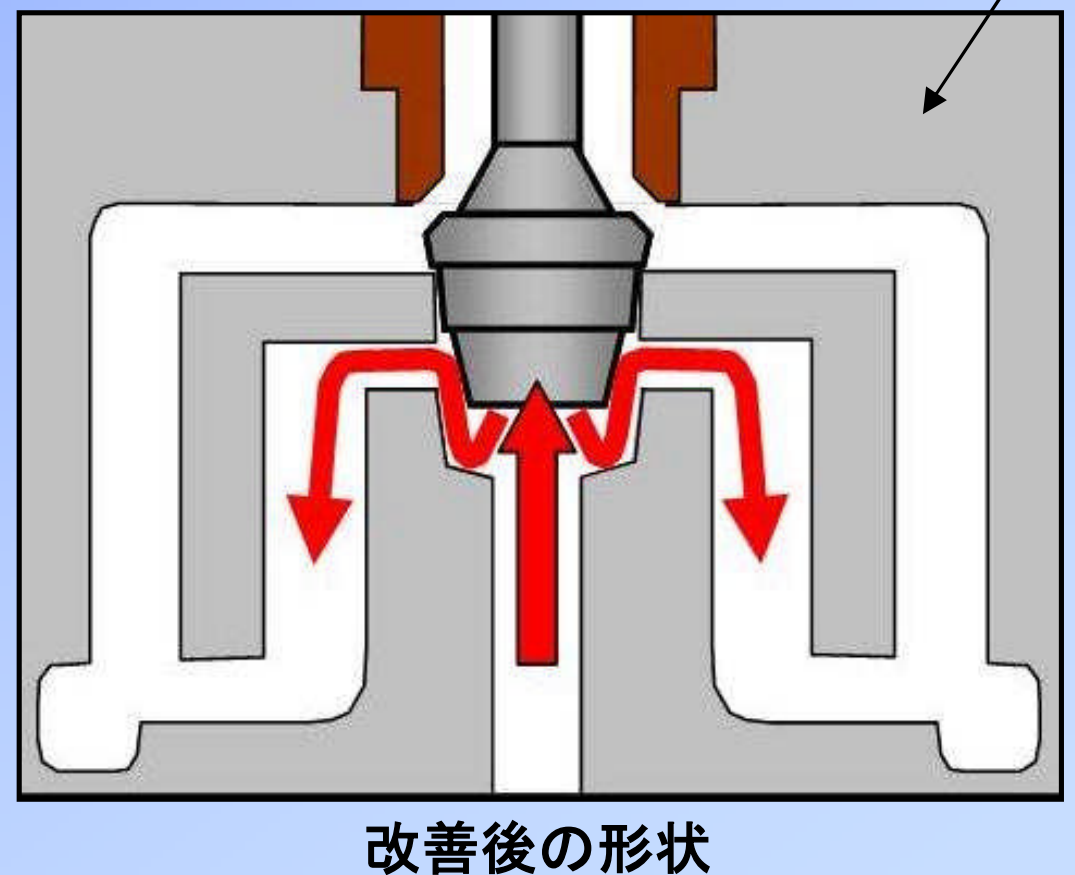
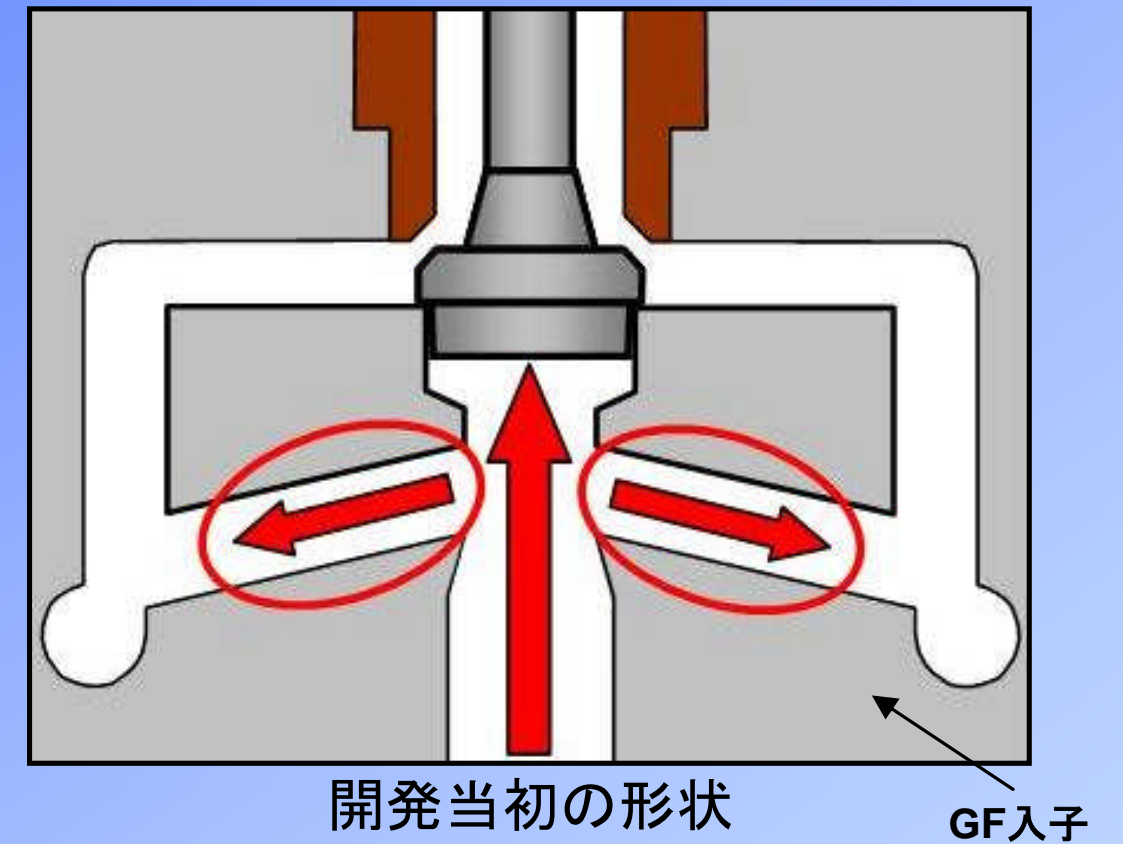


現在のGFバルブ構造(エアーク保持方式)



改善②: バイパス及びメインバルブ形状変更

現在のGF入子ではバイパスの入口をメインバルブ端面よりも高い位置に設け、メインバルブ自体も長くすることで、入子と共に絞り部を構成するような形状となった。これによって、右図のように溶湯はメインバルブへ衝突したのちにバイパスへ流入する湯流れとなる。よって、開発当初の形状と比較して、溶湯が吸引口へ到達するまでの時間が長くなり、アルミの飛び込みが軽減された。



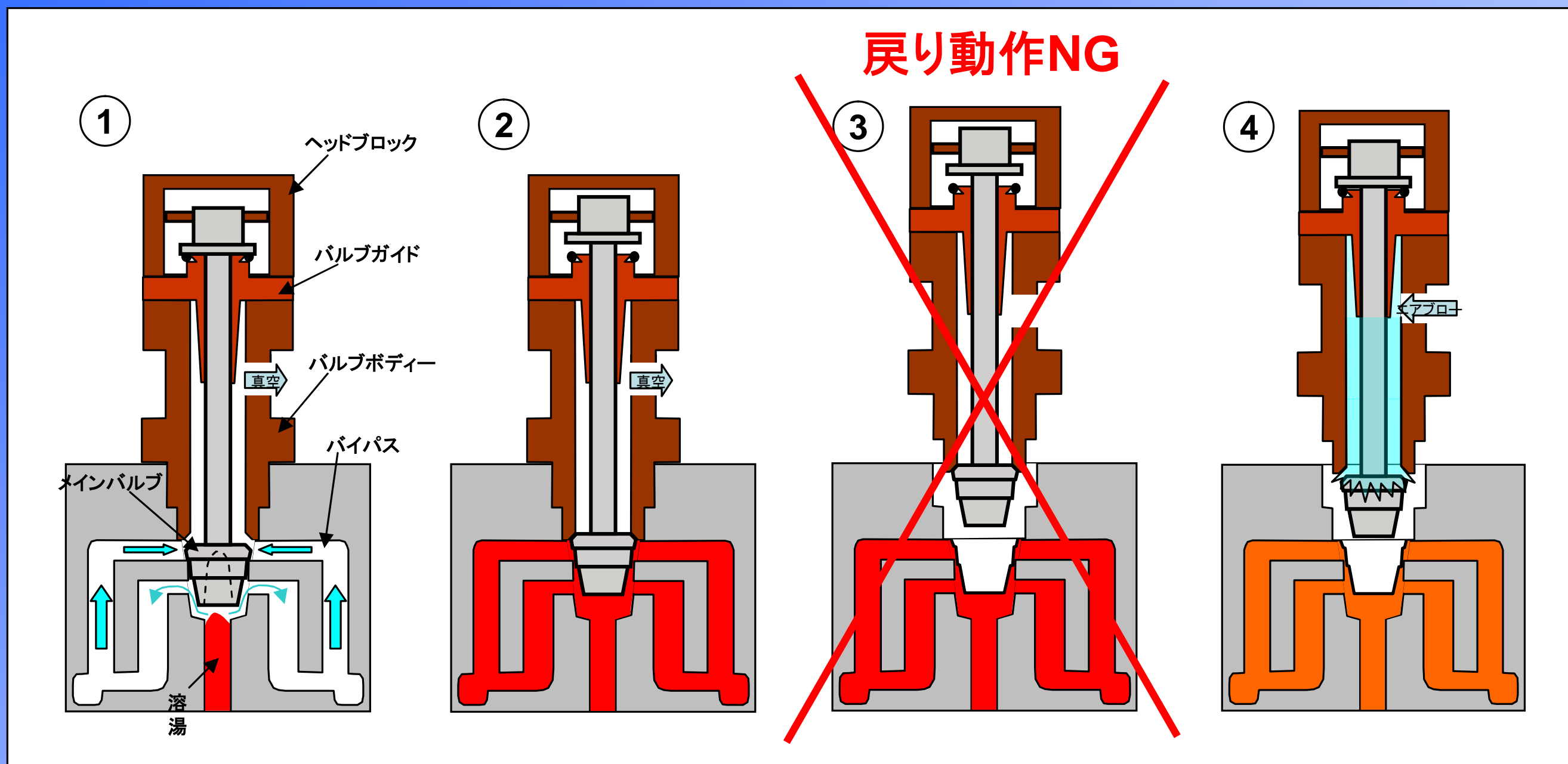
モニタテスト結果

92,000ショット詰り無し

※92,000ショットでデータ採取中止



GF真空バルブは50A、40A、30Aの3種類のサイズがあるが、30Aのバルブで鑄造中に下図③工程にてバルブが戻らなくなるトラブルが発生した。以下にその改善事例を報告する



戻り動作のための油圧シリンダーは40Aと同じものを使用しており、過去40Aで同様のトラブルは発生していない事から、30Aのバルブやパイパス形状に問題があると判断。40Aと30Aの差異を鑄造解析で検討した。

鋳造解析ソフトを使用し、型開き直後のGF入子及び鋳物の温度分布を比較した。結果を下図に示す。入子の中心付近の温度差は50℃、鋳物は約100℃の温度差で40Aが高い値となった。

	GF入子温度	鋳物温度
30A		
40A		

30AのGF入子及び鋳物温度が低い要因は右図に示すように、メインバルブ周りやバイパスのアルミ量が、40Aと比較して少ないことが原因である。

>30AGFバルブ戻り不良原因

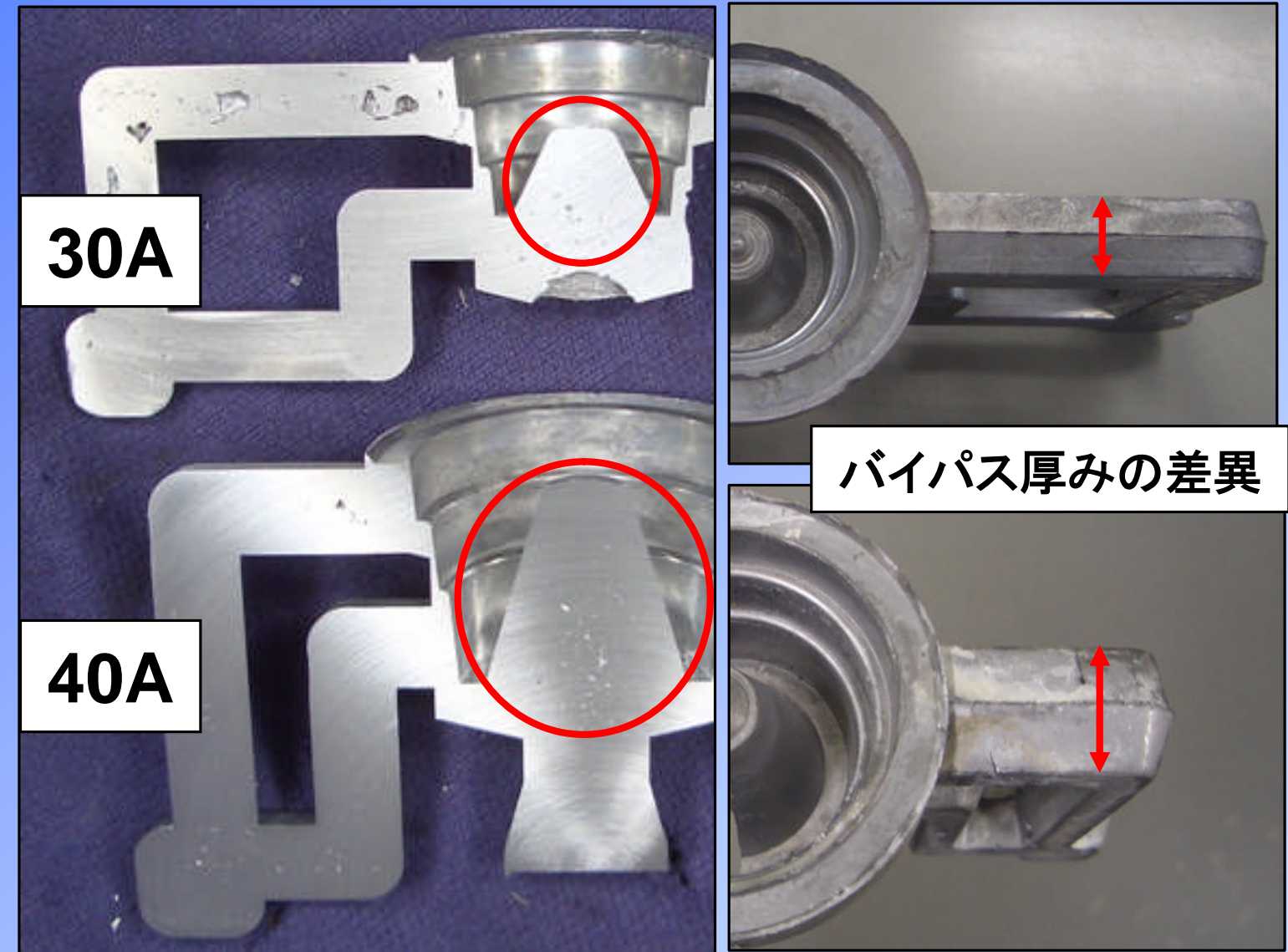
GF入子温度が低いため、バルブ周りの溶湯が急冷する



凝固収縮によるアルミのメインバルブ抱き付き力が大きい



バルブ戻り不良



メインバルブ周りのアルミ量比較写真

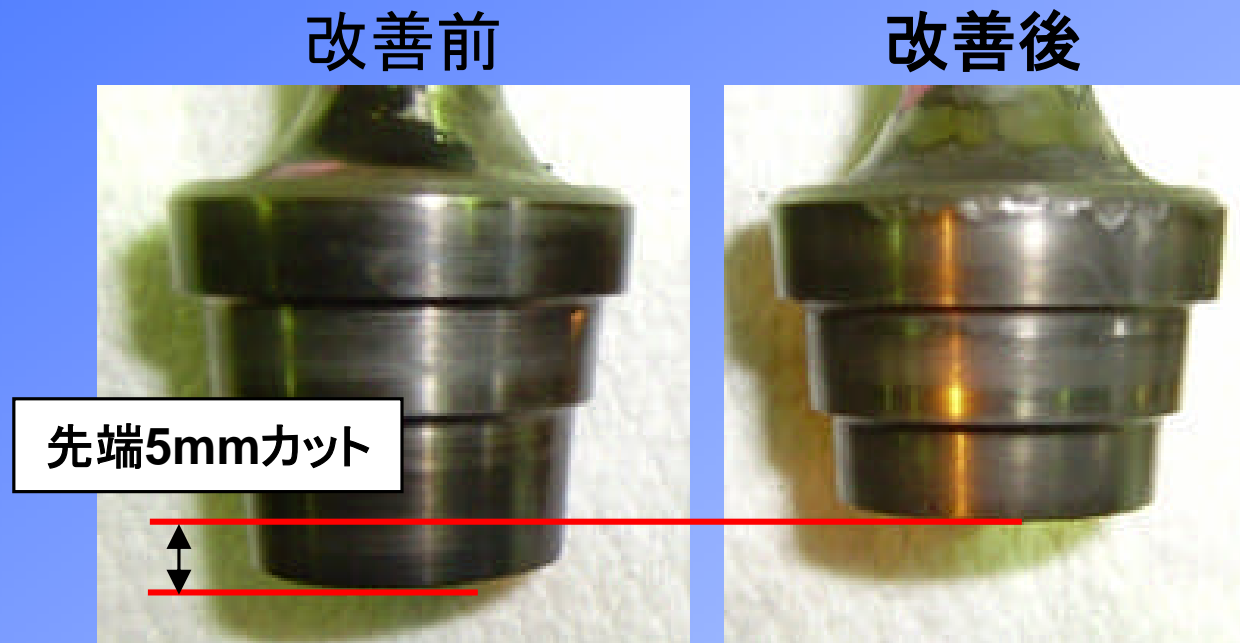
改善

改善①:メインバルブ長さ縮小 → アルミの抱き付き力低下  
 改善②:バイパス厚み拡大 → GF入子温度上昇



**改善①:メインバルブ長さ縮小**

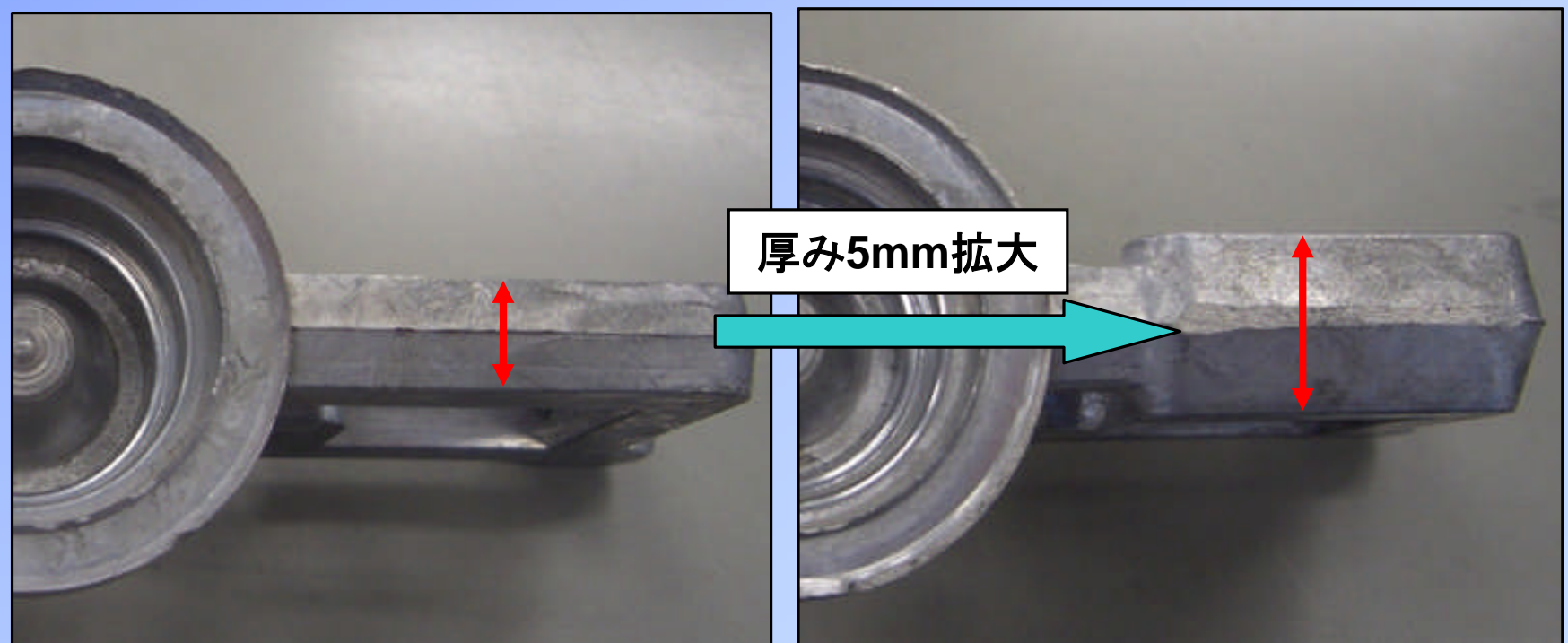
アルミの抱き付き面積を小さくするため、右図のようにメインバルブ先端を5mmカットした。



メインバルブ長さ改善前後比較写真

**改善②:バイパス厚み拡大**

右図のようにバイパス厚みを5mm拡大し、アルミ量を増加することで、GF入子の温度上昇をはかる。これにより、溶湯の急冷を抑え、アルミのメインバルブへの抱き付き力低減を期待する。

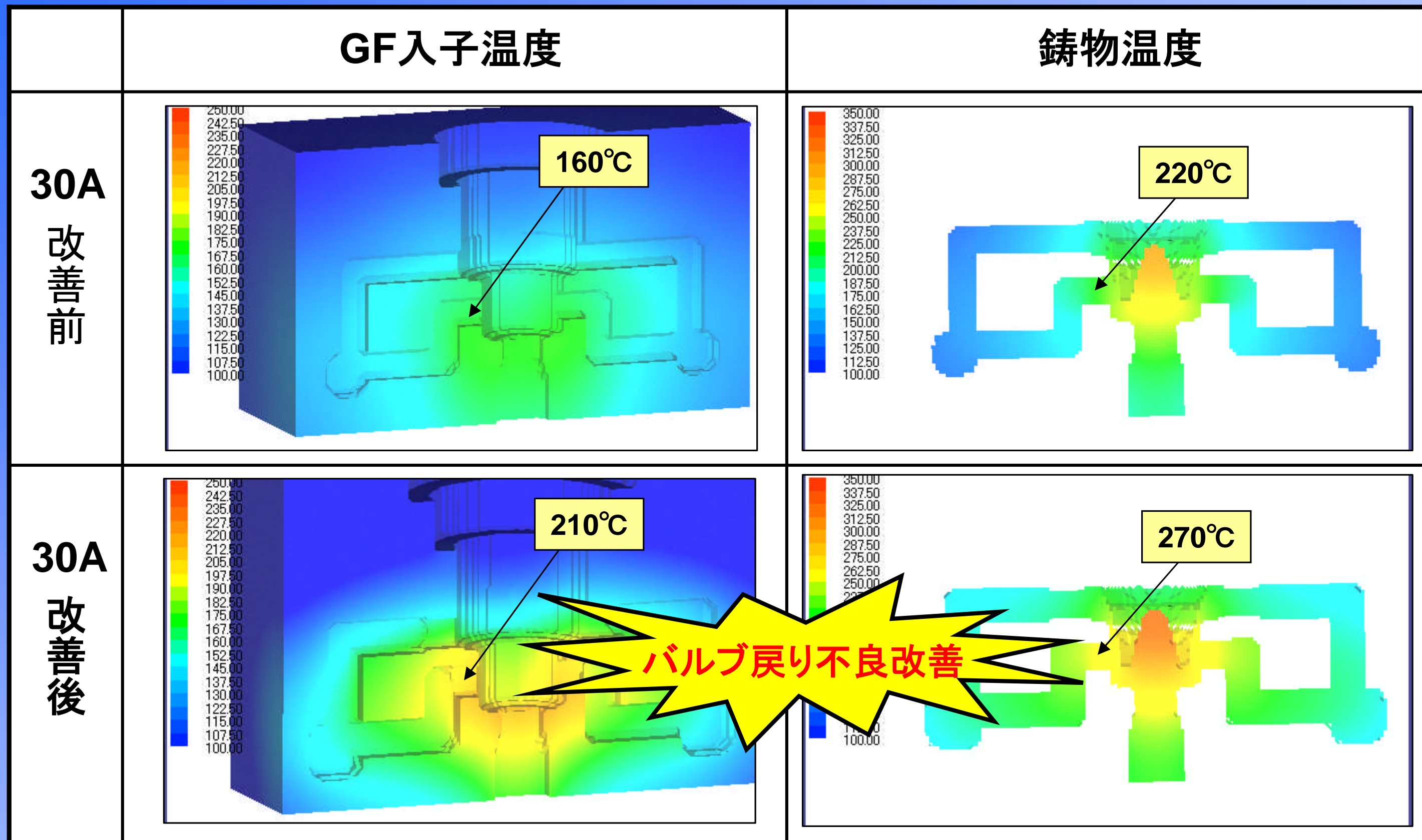


改善前

改善後

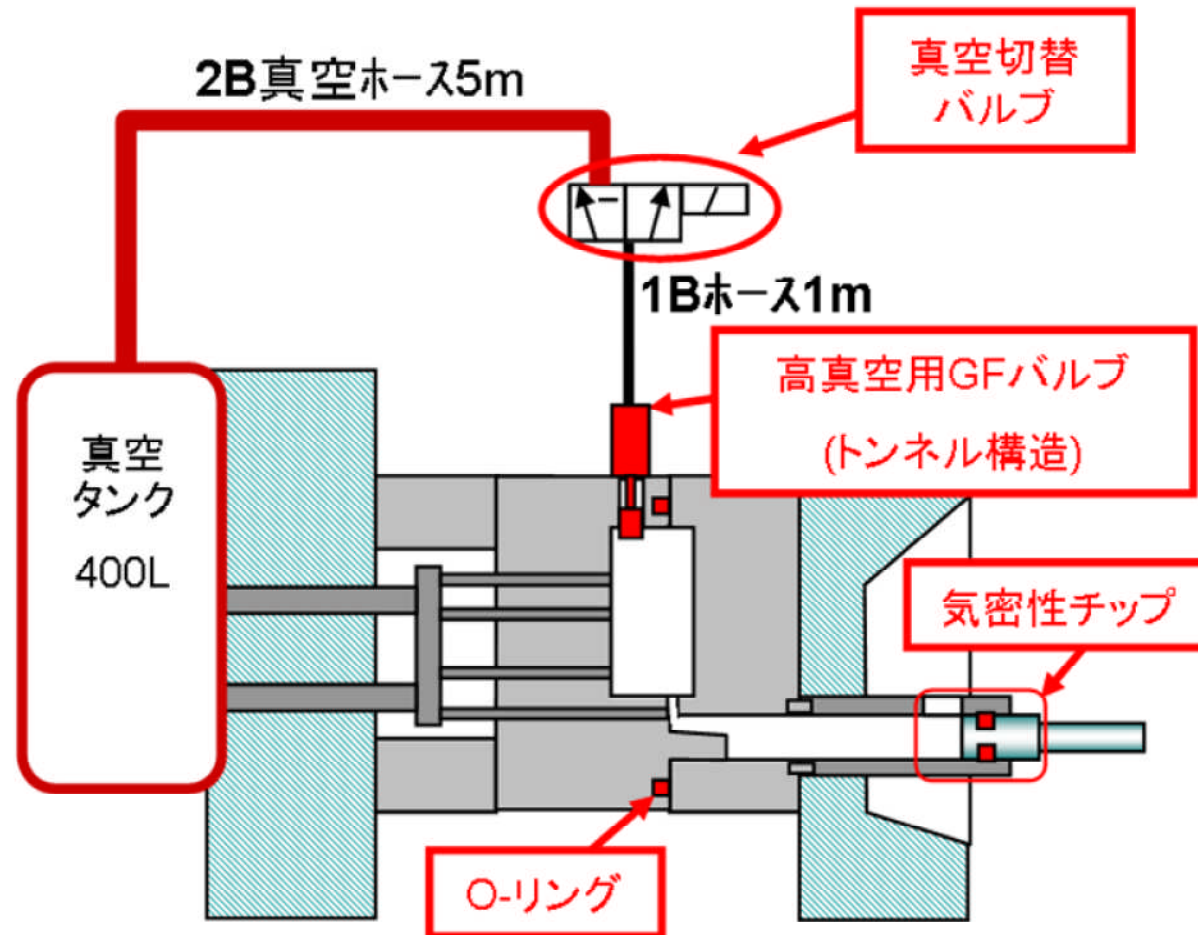


改善結果を下図に示す。バイパス厚み拡大により、入子温度・鋳物温度ともに上昇。とくにメインバルブ周りの入子温度は40Aと比較して同等の結果となり、実鋳確認の結果バルブ戻り不良は発生しなかった。



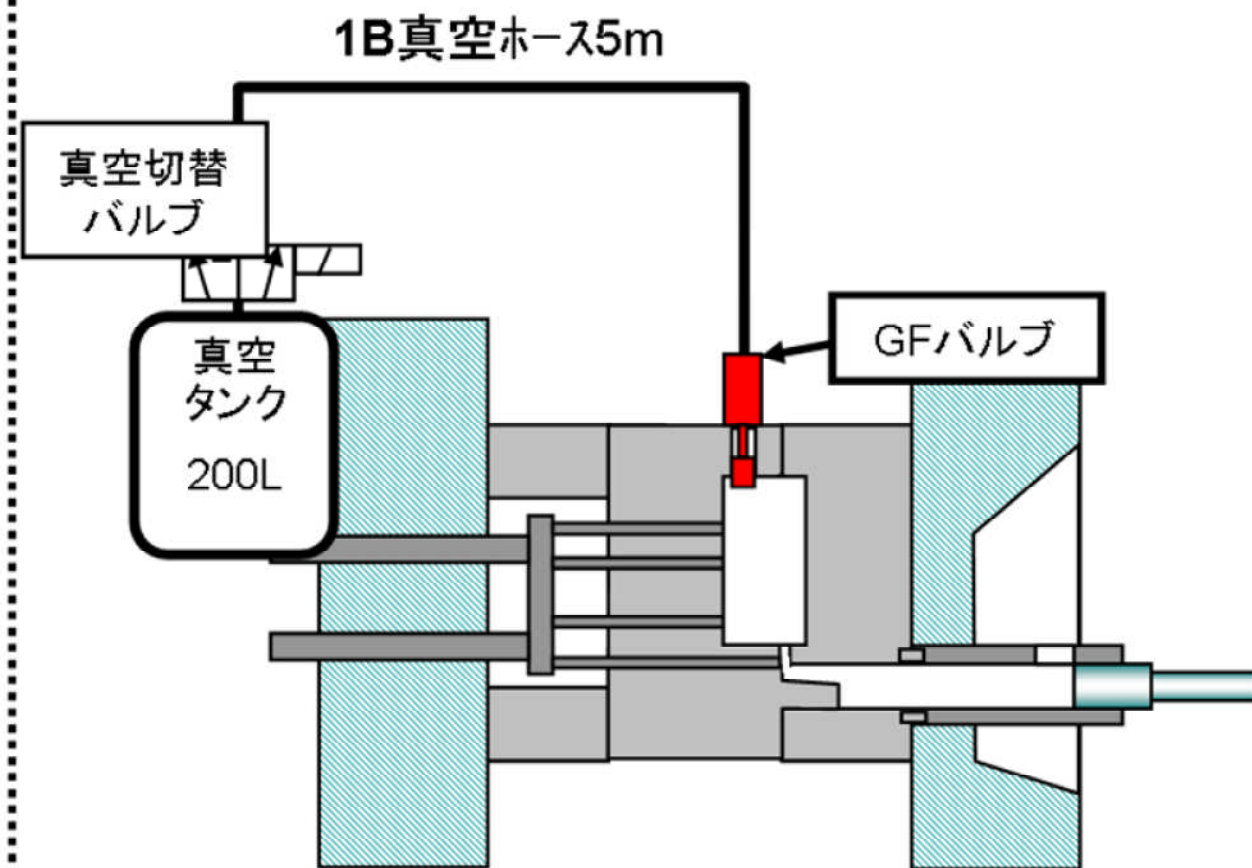
高真空鑄造法とは、自動車のピラーやスペースフレームのような薄肉大物部品を鑄造するために考案された真空鑄造法である。ここでは、UBE高真空鑄造法(以下GFMAX)について報告する。下図はGFMAXの概要である。

## GFMAX



GFMAX真空度: 0.32sで5kPa

## 従来のGF法

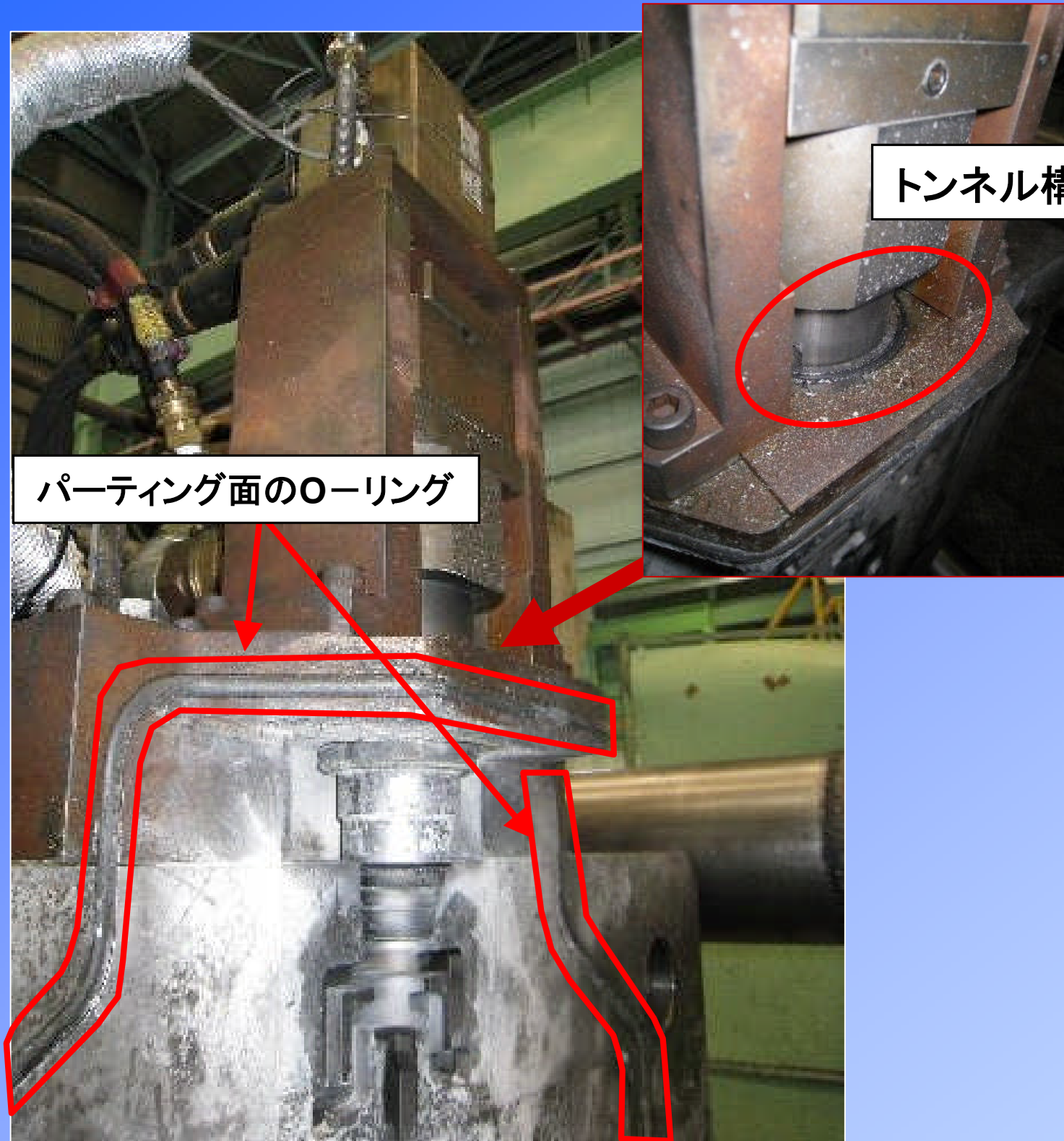


GF真空度: 0.3sで20kPa

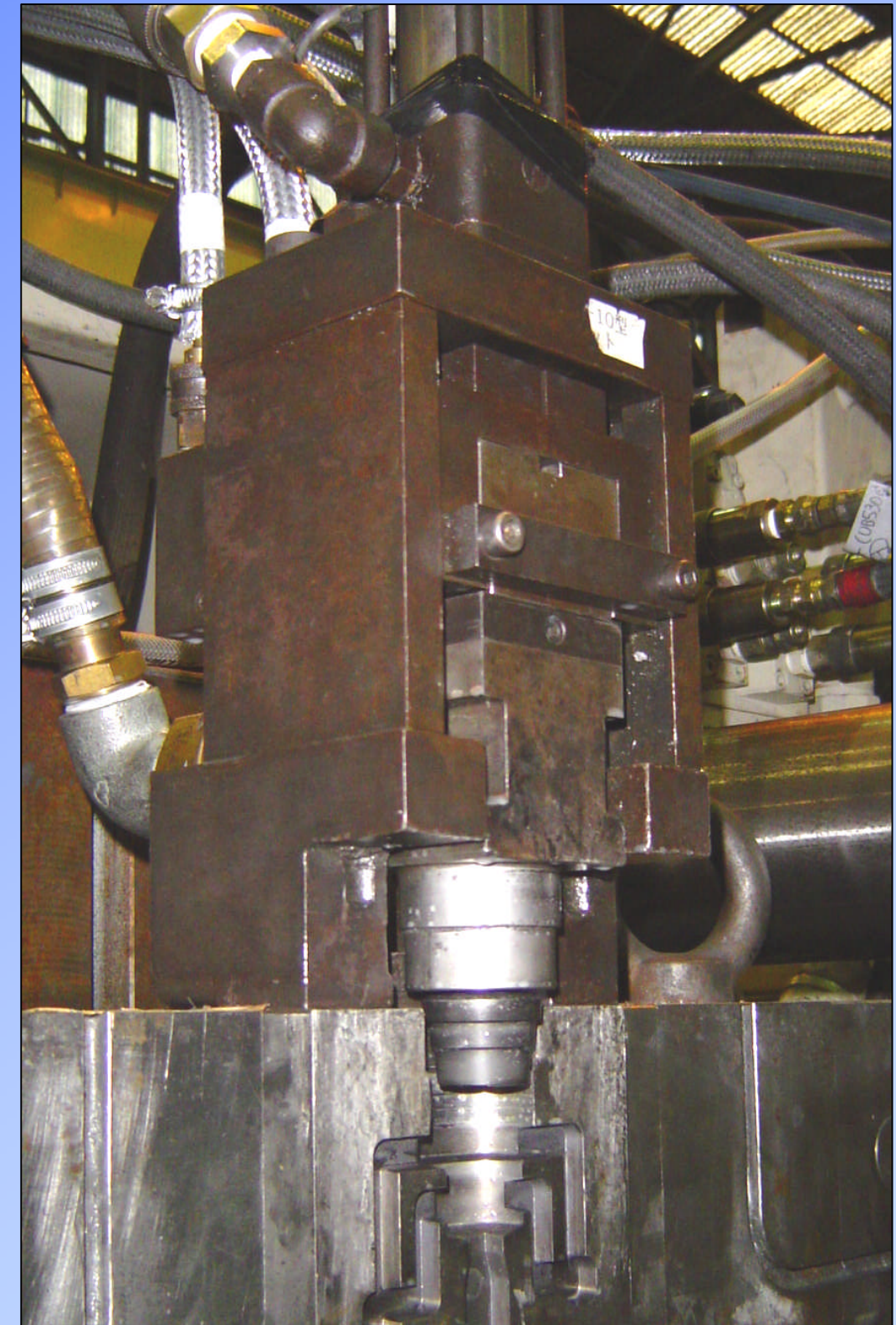
	真空シール方法			真空バルブ構造	真空タンク容量	真空切替バルブ位置
	パーティング面	GF中子部分	射出部(チップ~スリーブ間)			
従来GF	シール無し	シール無し	シール無し	従来のGFバルブ	200ℓ	真空タンク側
GFMAX	O-リング	O-リング	気密性チップ	トンネル構造	400ℓ	金型付近



## > 金型パーティング面のシールと高真空用バルブの設置方法



高真空バルブの設置方法



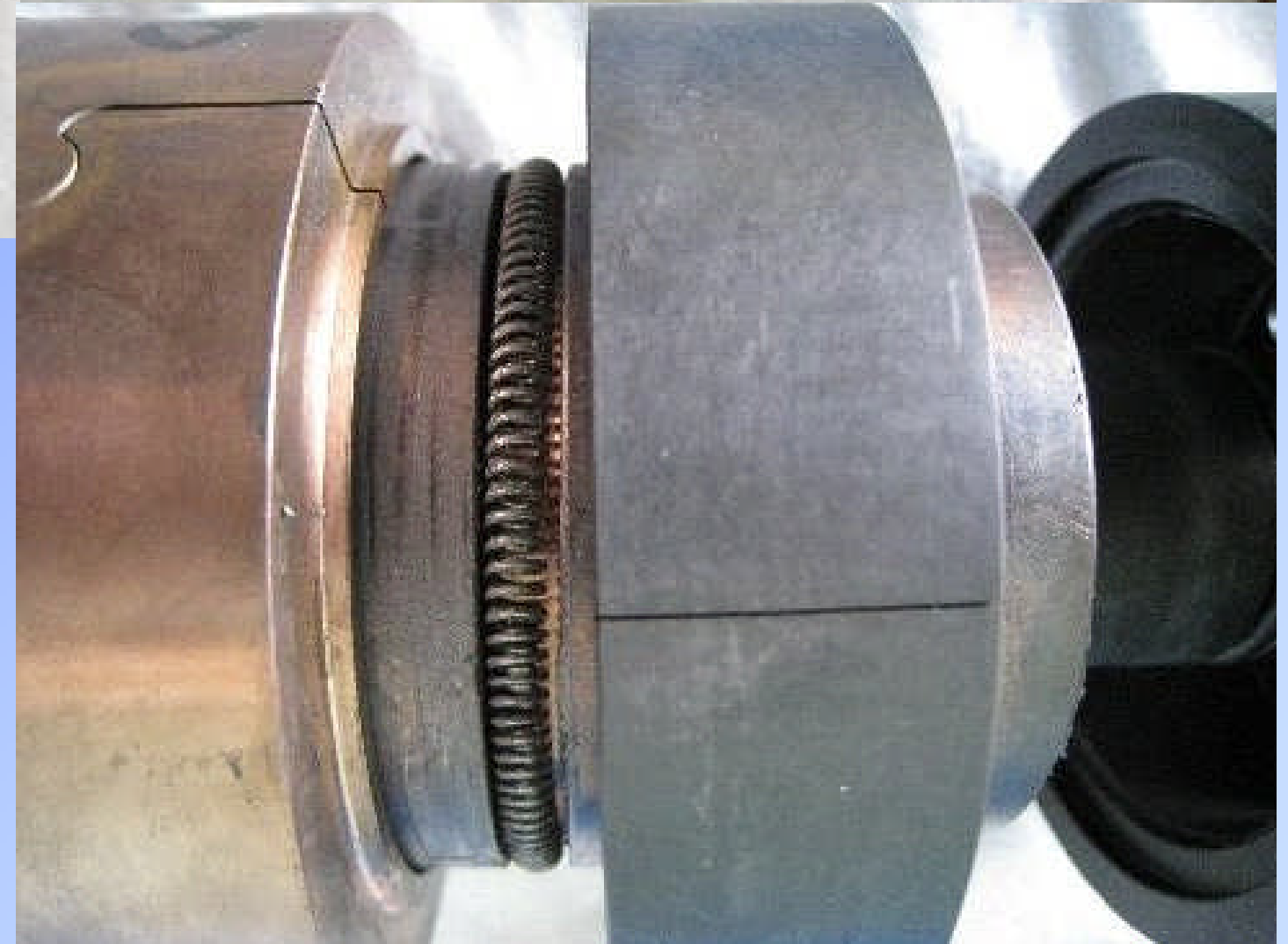
従来のGFバルブの設置方法



> 射出部のシール(気密性チップ)

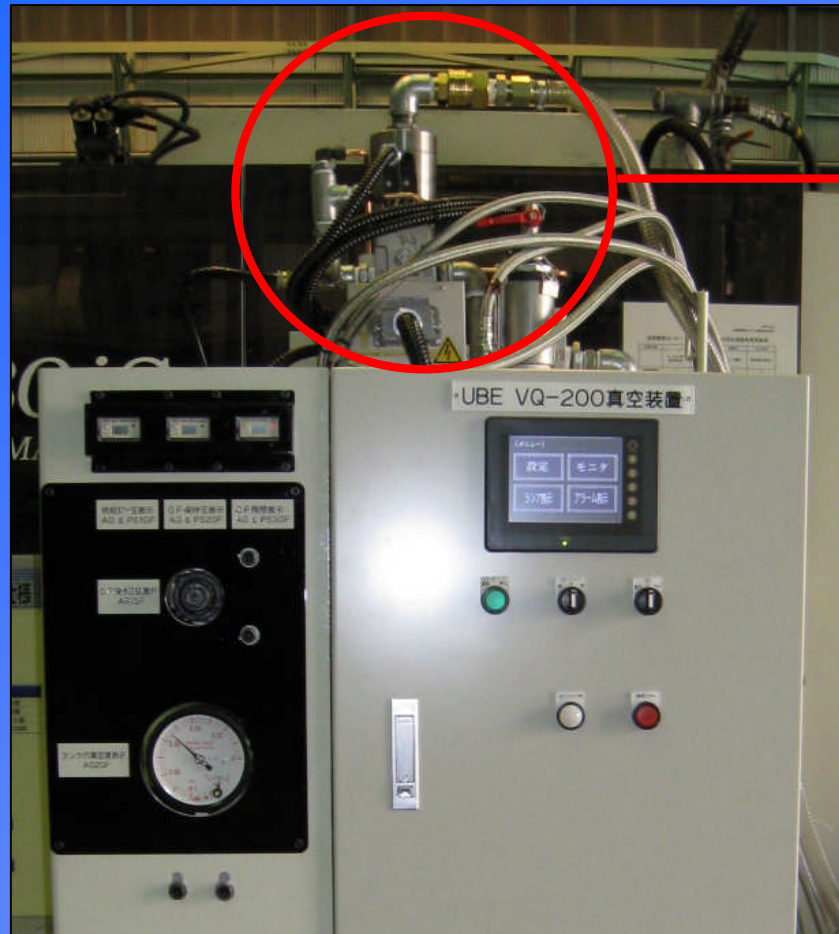
クンツ社製カロバック真空ピストン

取扱商社: セイコーエンジニアリング株式会社



Ni-Si-Cu系合金





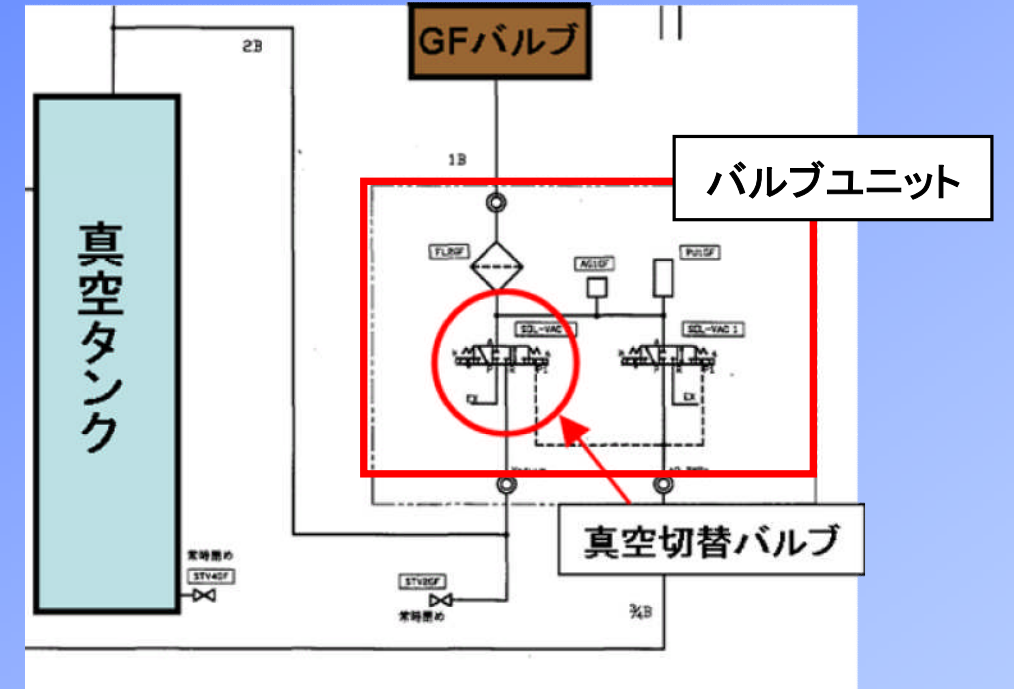
従来のGF法では真空切替バルブ(バルブユニット)をGF装置上部に配置する.



GF装置



バルブユニット



空圧回路図(バルブユニット部)

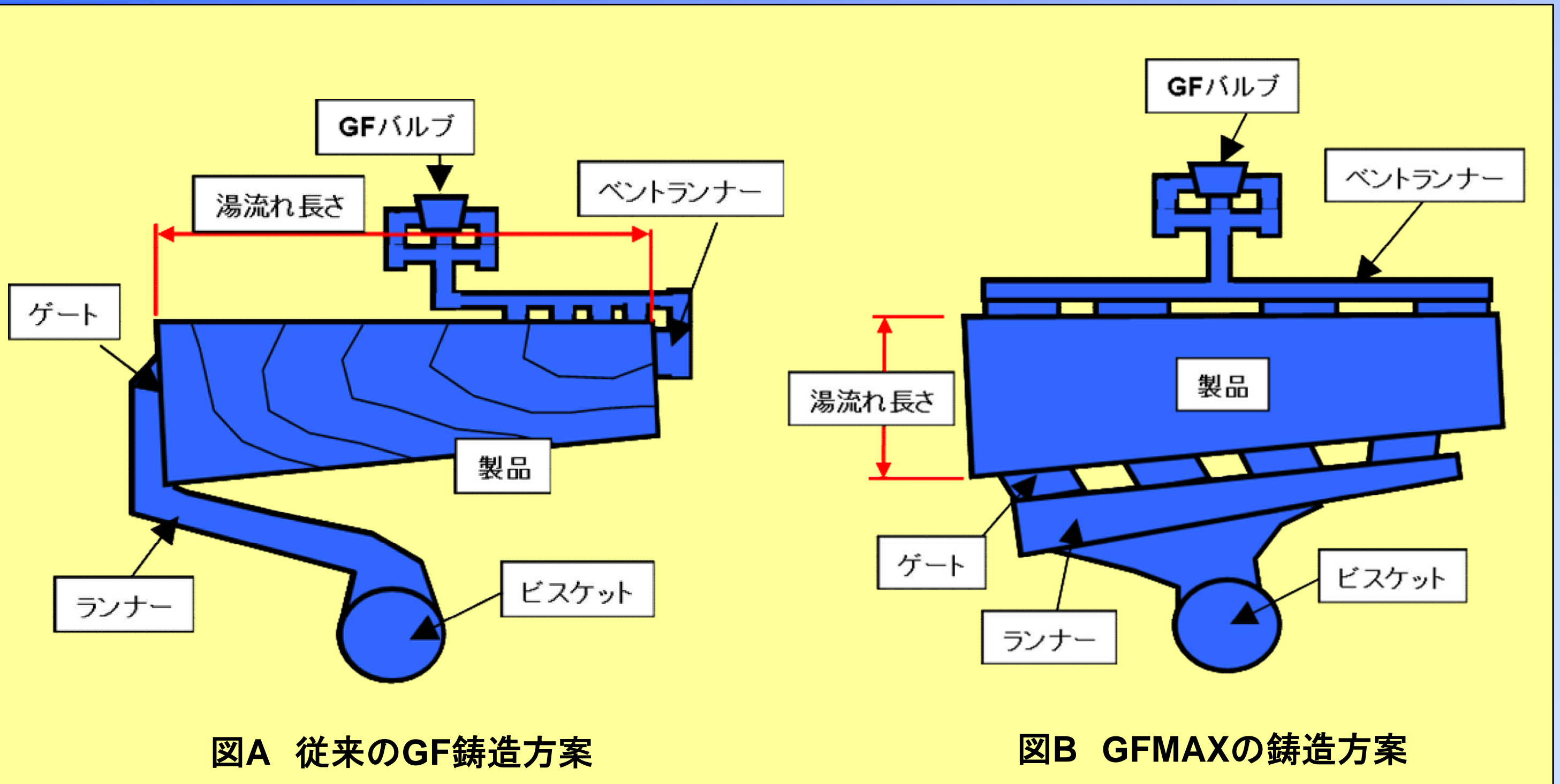


GFMAXのバルブユニット位置

真空切替バルブをプラテンに設置することで、GFバルブまでの真空ホース長さが短くなるため、真空吸引容積が小さくなり、減圧時間を短縮出来る。

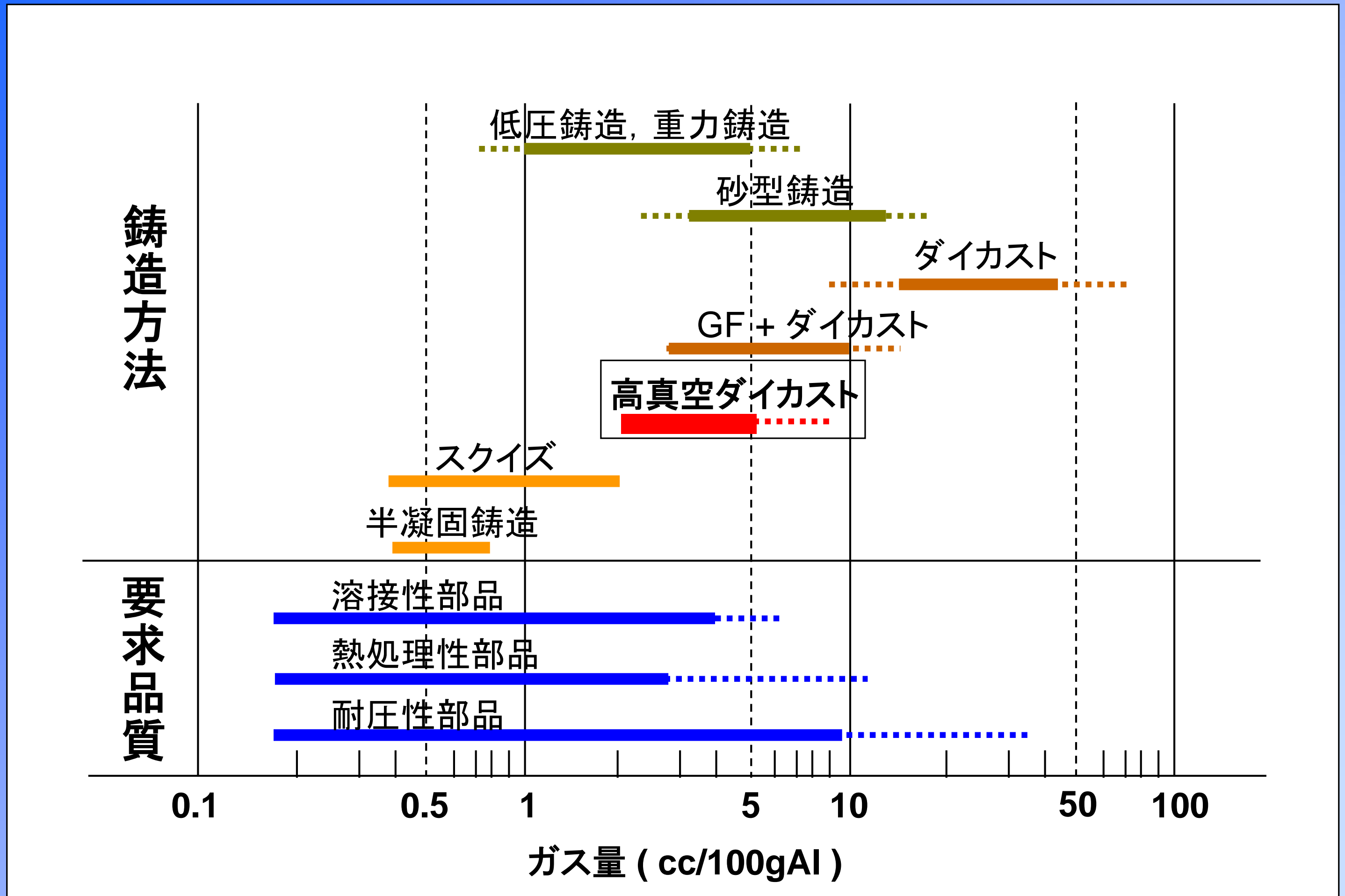


従来のGF法の真空度は20kPa程であり、大気圧の5分の1の空気が型内に残っていることになる。よって、鑄造方案は図Aのように、湯流れで残留空気をベントランナーに追い出す形状となる。しかし、薄肉大物品にこの方案を適用すると、流動長が長くなり溶湯温度低下による湯廻り不良が起こる。一方GFMAXでは、5kPa(大気圧の20分の1)まで減圧できるため、残留空気を追い出す必要性を緩和し、溶湯温度防止を優先できる。よって、鑄造方案は図Bのような流動長の短い、短時間充填可能なものとなる。



図A 従来のGF鑄造方案

図B GFMAXの鑄造方案



- 1) GF法で高品質品の安定生産が可能になる  
→ダイカスト品の品質向上、良品率改善
- 2) GFMAXで薄肉大物品の短時間充填が可能になる  
→生きた溶湯を充填し、液相状態で加圧可能
- 4) GFMAX, 高速射出の組み合わせによる低メタル圧鑄造で、高品質品の生産を実現できる可能性がある  
→マシンのサイズダウン, 金型コストの低減
- 5) 高速射出を行っても、バリが出ない射出ユニットが必要  
→UBEのインパクトコントロール技術