

～日本高熱工業社の受託試験事例～ CuP合金プランジャチップの摺動性及びビスケット冷却性試験

今回は銅合金製プランジャチップと鋼材プランジャチップの性能比較の依頼を頂き
摺動抵抗と冷却性能の基礎試験を実施しましたのでその結果を発信させていただきます

株式会社日本高熱工業社

実験概要

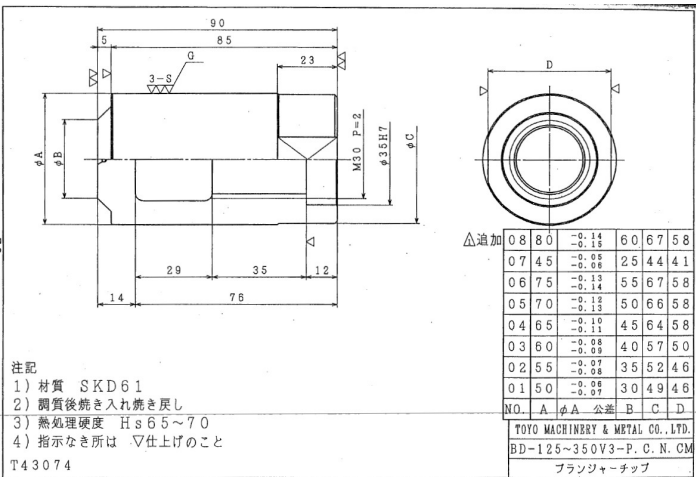


CuP (1,082g) プランジャチップ
SKD61 (855g) プランジャチップ

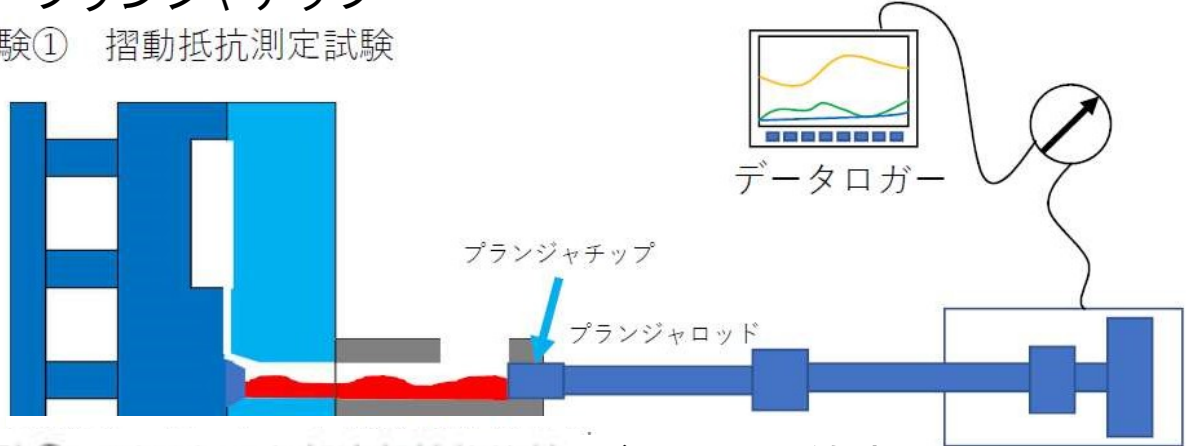
CuP/SKD61の材質の異なるプランジャチップの摺動抵抗及びビスケット部冷却性を比較した。

チップ形状は右図の通りのTOYO純正形状とした。
チップ径はφ50とした。

※尚、今回の試験では手作業によりサイクルタイムが長くなる為、金型及びスリーブには200℃の油温調を使用し、型開き直後の金型温度は約250℃であった。



試験① 摺動抵抗測定試験



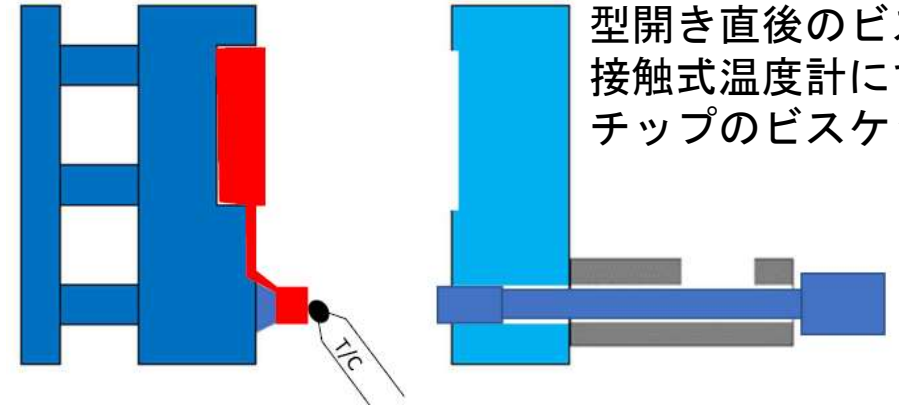
射出シリンダーのヘッド側の油圧を経時的に測定することで各プランジャチップの摺動性を比較した。



鑄造諸条件

試験② ビスケット部冷却性能比較

ダイカスト鑄造を実施して、型開き直後のビスケット部の温度を接触式温度計にて測定し、各プランジャチップのビスケット部冷却性能を比較した。



| | |
|----------|----------|
| ダイカストマシン | TOYO125t |
| チップ径 | φ 50 |
| 溶湯温度 | 690℃ |
| チップ冷却水流量 | 2.5L/min |
| 鑄込み量 | 255g |
| 低速速度 | 0.3m/sec |
| 高速速度 | 1.5m/sec |

摺動性試験結果

射出ヘッド圧力 [$\times 10^{-1}$ MPa]

注湯あり

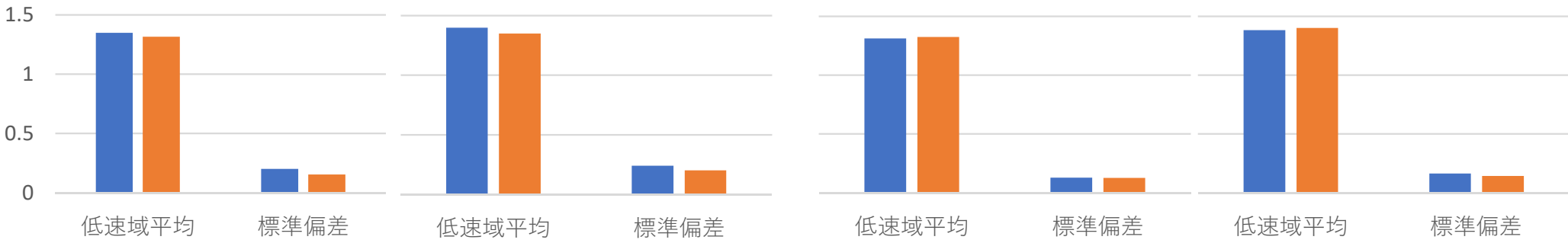
注湯なし

高速入

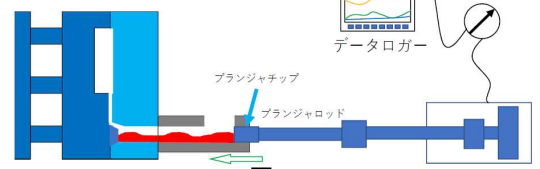
高速切

高速入

高速切



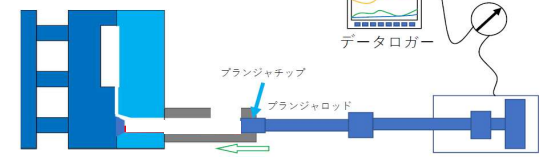
試験① 摺動抵抗測定試験



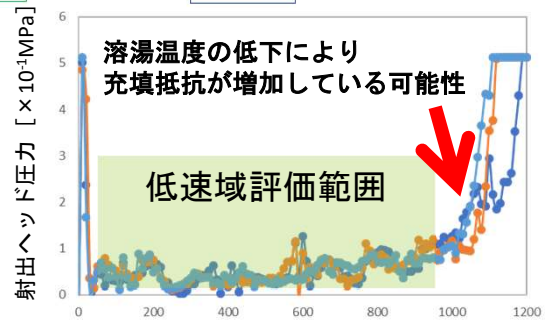
CuP

SKD61

試験① 摺動抵抗測定試験

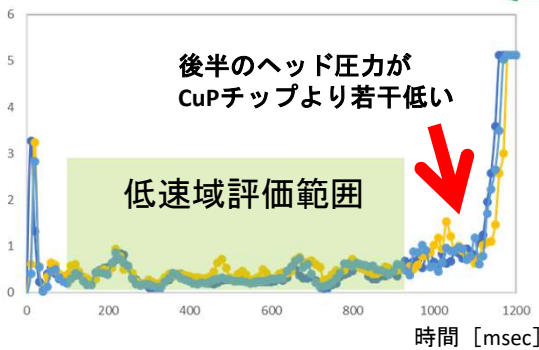


注湯あり
高速なし



CuPチップの射出抵抗

後半のヘッド圧力が
CuPチップより若干低い



SKD61チップの射出抵抗

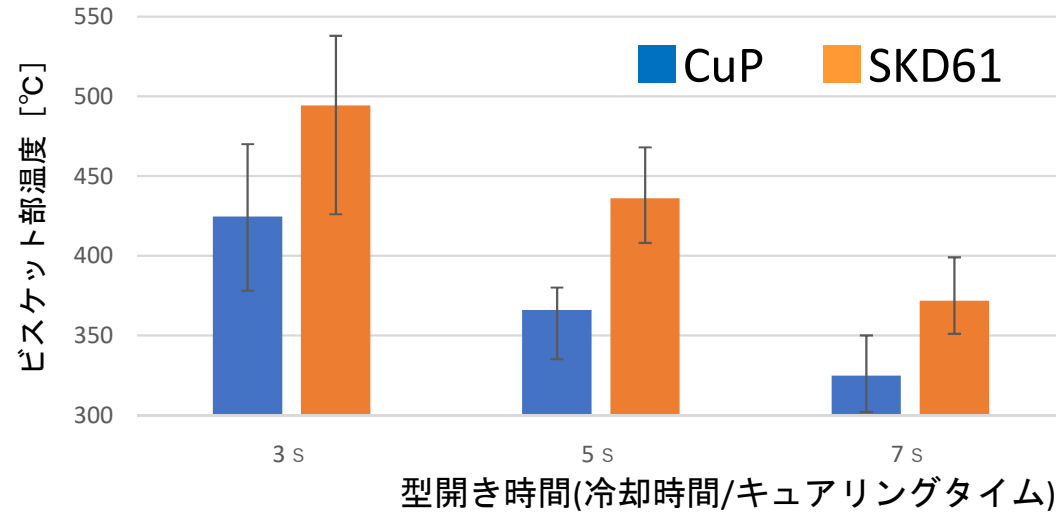
射出中のヘッド圧力に明確な違いは確認できなかったが、傾向として注湯ありの時にCuPチップにおいて、注湯無しの時にSKD61において 若干圧力が大きくなる傾向が見られた



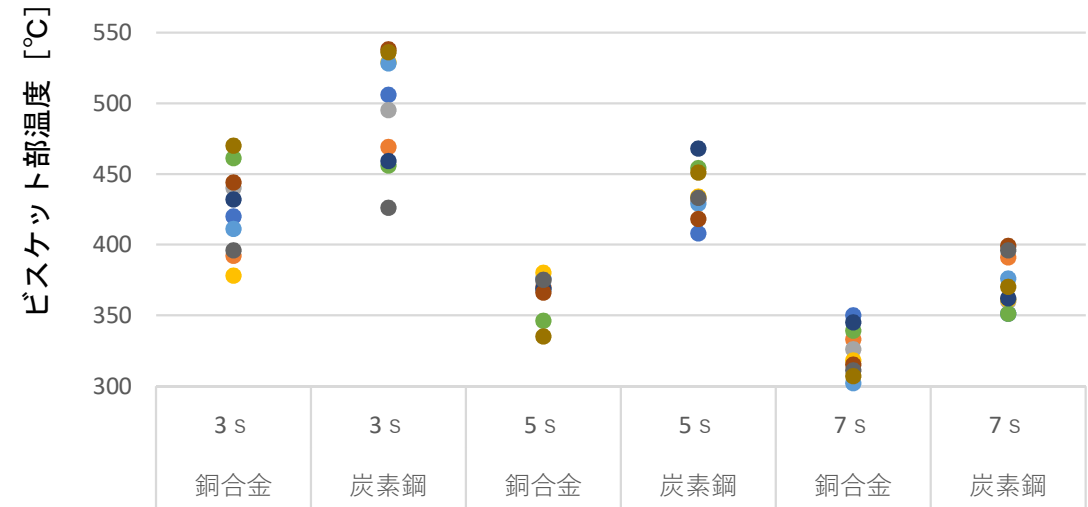
- ・ CuPによる熱電導の向上の影響により湯温が低下して充填抵抗が上がった
- ・ SKD61とは線膨張係数が異なるため、摺動の隙間が変わった 等の影響が考えられる

線膨張や熱伝導が異なる為、CuPチップを採用するには現状とは異なる「外径公差」「冷却穴形状」「冷却水流量」などの検討が好ましい

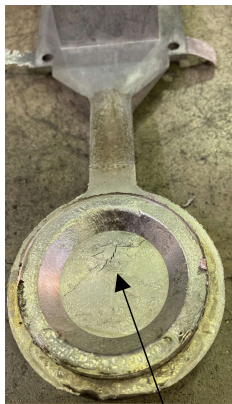
バスケット部温度



各チップにおける型開き直後のバスケット部温度平均値と誤差範囲



各チップにおける型開き直後のバスケット部温度全データ



膨張によるひび割れ



破裂

SKD61チップでは型開き時間3Secの時に平均温度が500°C近くとなり、バスケットが膨張や破裂する現象が見られたのに対して、CuPチップでは50°C以上の冷却性の向上が見られ、膨張や破裂といった現象は確認されなかった。



バスケット部の冷却性においてはCuPチップの方が圧倒的に早いことが確認できた

測定された温度が500°Cを超えるような時には上図のような膨張やひび割れが発生した。

プランジャチップの摩耗について



| 使用前後外径 | 試験前 | 試験後 |
|----------|---------|---------|
| CuPチップ | φ 49.95 | φ 49.95 |
| SKD61チップ | φ 49.94 | φ 49.94 |

使用前と使用後でチップの外径に変化は見られなかった。

使用後のチップ外観

両材質ともに摩耗に大きな違いは見られなかった

各プランジャチップ共に60ショット程度の鋳造を実施したが、
両材質共に差異が見られるような摩耗は見られなかった。

プランジャチップは通常1万～3万ショット程度使用するため、
今回の試験ではショット数が不足しており、摩耗に対しての評価としては不十分である。

耐摩耗性の評価には量産環境下又はそれと同等の条件にて評価していく必要がある。

まとめ

・今回の試験について

今回の試験では摺動性の評価として高速切替有無/溶湯有無の4条件にて実施したが、高速切替後ではヘッド圧を一気に高めるため、比較データとしては低速部を対象とした

・摺動性比較試験

射出動作中のヘッド圧力に明確な違いは確認できなかったが、傾向として注湯ありの時にCuPチップにおいて、注湯無しの時にSKD61において 若干圧力が大きくなる傾向が見られ、

- ・ CuPによる熱電導の向上の影響により湯温が低下して充填抵抗が上がった
- ・ SKD61とは線膨張係数が異なるため、摺動の隙間が変わった 等の影響が考えられる

・バスケット部冷却性試験

SKD61チップでは型開き時間3Secの時に平均温度が500°C近くとなり、バスケットが膨張や破裂する現象が見られたのに対して、CuPチップでは50°C以上の冷却性の向上が見られ、膨張や破裂といった現象は確認されず、バスケット部の冷却性においてはCuPチップの方が圧倒的に早いことが確認でき、型開きまでの時間を短縮できる

・その他所感

冷却性向上による溶湯補給性の低下の懸念が無いか簡易的に確認した。

簡易的に内部品質を比較するため、各チップで鑄造した製品を5個ずつ取って製品重量を比較した。

CuPチップ平均値：60.96g SKD61チップ平均値：61.00g となっており、内部品質に大きな違いは無いと予測される。

ダイカストでは射出後にプランジャが後退する際、膨張したチップが引っ掛かり、動作不良となることがしばしば発生するが、CuPでは熱伝導の良さと線膨張の大きさから、戻り時に小径化され、上記リスクが減少する可能性を期待できる

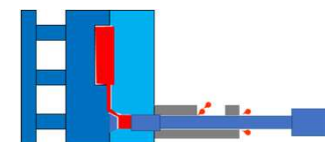
プランジャが原位置に戻った際のチップ外面温度は CuP:52°C SKD61 : 62°Cであった。

上述の期待ができる一方で湯温の低下や破断チルの増加などには注意する必要がある

鑄造途中、CuPチップにおいてはバックフラッシュ(チップとスリーブの隙間から溶湯が吹出す)が一時確認された。

線膨張や熱伝導が異なる為、CuPチップを採用する際には現状とは異なる

「外径公差」「冷却穴形状」「冷却水流量」などの検討が好ましい



最後に



日本高熱工業社は『設備』を含めた『生産技術』を提供するメーカーを志して長年培ってきた熱設備技術はもちろんのこと、現在では多様な専門家が在籍し、お客様の課題に対してより本質的な解決のためのサポート体制を整備しております。

鑄造関連基礎試験環境の提供と受託

を実施しております。
また今回ご紹介した以外の隠しアイテムも!/?

アルミ鑄物の生産に関連することには何でも前向きに取り組んで参りたいと考えております。大物、小物製品問わず新規立上をご検討の際には是非ともお問合せ下さい。