

ダイカスト金型・周辺部品の溶損対策

溶損の発生メカニズムとその対策

溶損現象とその要因

化学的溶損と物理的溶損

ダイカスト生産において、溶湯と接触する金型や部品などの表面が侵食され凹形状となる現象を溶損と言います。溶損はその要因から、大きく化学的溶損と物理的溶損に分けられます。前者は金型の鉄(Fe)と溶湯のアルミ(Al)との反応によって生成される硬くて脆いFe-Al-Si金属間化合物の生成と脱落が繰り返し発生することにより浸食が進行するものを指します。一方、後者は溶湯の衝突など物理的な衝撃によって金型などの表面の剥離に至る現象を言います。実際の鋳造現場では、これらが複合的に発生することで、金型や部品の溶損現象として現れ、損耗が拡大していきます。

化学的溶損を抑制するには、化合物層のある窒化やPVDなどのコーティングによって、鉄鋼材料である金型とアルミ溶湯とが直接接触することを防ぐことが有効に働きます。一方の物理的溶損の対策としては金型母材の硬さを上げたり、表面処理による硬化層の導入によって、金型表面の強度を向上させることが有効です。また、射出速度や圧力、ゲート形状などを見直すことでも金型の表面に与える溶湯の衝撃エネルギーを緩和し、物理的溶損の発生を軽減することができます。なお、離型剤塗布条件の最適化や、表面処理などによって金型の離型性を向上させることは、化学的溶損・物理的溶損のいずれの改善に対しても有効です。

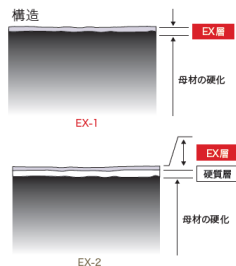
表1. ダイカスト金型の溶損の発生要因とその対策

分類	現象	主な要因	対策
化学的溶損	溶湯Alと金型Feとの反応により、硬く脆いFe-Al-Si金属間化合物が生成する。これの生成と脱落が繰返される。	- 高い溶湯温度 - 表面状態 - 離型剤の種類と付着状況	- 溶湯金属との反応抑制 化合物層を有した窒化コーティング(CVD, PVDなど) - 離型性の向上
物理的溶損	湯流れ不安定による金型への溶湯の衝撃やキャビテーションエロージョンなど	- 高射出速度 - 高圧力 - ゲート形状 - 金型硬さ(熱間硬さ) - 離型剤の塗布量	- 硬さ、強度向上 金型母材の硬さup、炭化物量up 表面処理による表面硬さup(窒化、コーティングなど) - 離型性の向上

化学的溶損の対策 ①

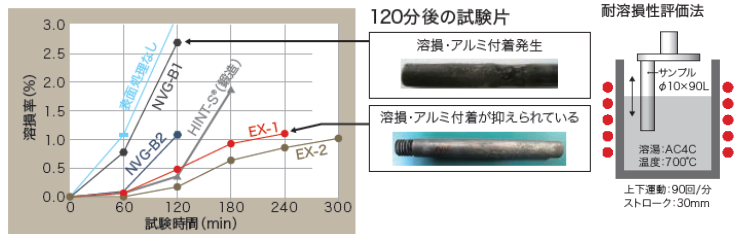
EX-1処理, EX-2処理

EX-1, EX-2処理は、表面硬化層を有するガス雰囲気による拡散処理です。金型母材表面の硬化に加えて、アルミとの反応性が低いEX層を有することで、高い耐溶損性と耐ヒートクラック性を兼ね備えています。

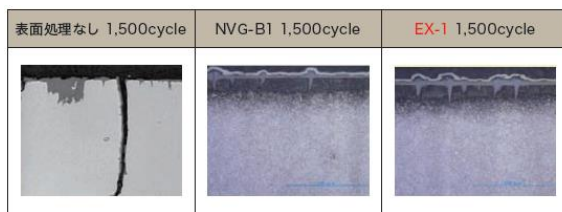


耐Al溶損試験

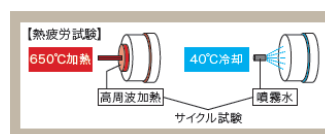
窒化処理と比較して、Al溶湯に対する優れた耐溶損性を示します。



熱疲労試験結果



EX-1処理は、ダイカスト金型ヒートクラック対策用のガス軟窒化(NVG-B1)と同等の耐ヒートクラック性を示します。



ダイカスト金型・周辺部品の溶損対策

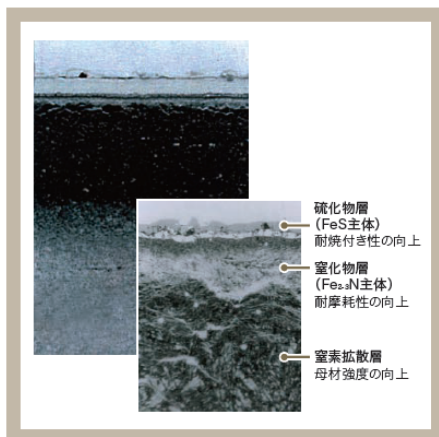
溶損の発生メカニズムとその対策

化学的溶損の対策 ②

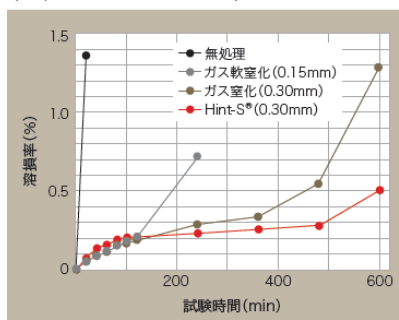
ガス浸硫窒化 Hint-S®

Hint-S処理では、金型の最表面に形成した硫化物層と、下層に形成した硬い窒化層によって、優れた耐溶損性、耐焼き付き性を示します。また、離型性も向上します。

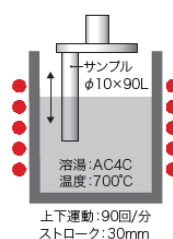
Hint-Sの組織構造と耐溶損性評価結果



各種表面処理の耐溶損性評価結果
(母材: DAC®55 45HRC)



耐溶損性評価法



物理的溶損の対策 ①

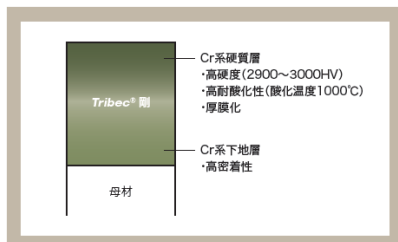
高性能表面処理 Tribec® シリーズ

Tribecは、各種金型に必要とされる高い耐摩耗性、優れた潤滑性・耐熱性をミクロンレベルの技術に凝縮し、当社が金型専用に開発した独自の複合PVDコーティングです。お預かりした製品は、材質、表面状態を点検し丁寧に洗浄することで、高い皮膜密着性、皮膜特性を最大限に引き出します。

Cr系厚膜コーティング Tribec® 剛

酸化温度が高くダイカスト用途に適用可能。高硬度物質の密着性を高め厚膜化することで物理的溶損対策に効果的。

皮膜構造



コンセプト: 厚膜 (6~10μm)、高硬度、耐酸化性、高密着性

特性比較

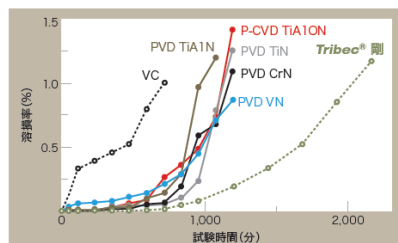
	硬度	酸化温度	密着性
Tribec® 剛	A (3,000HV)	A (1,000°C)	A
TiAlN	B (2,500HV)	B (800°C)	B
TiN	C (2,000HV)	D (600°C)	A
CrN	D (1,600HV)	C (700°C)	A

優A → 良B → 並D

ダイカスト用金型への適用

実型評価結果

型名称	従来品	Tribec® 剛 適用
ダイカスト用 鋳抜きピン (Alダイカスト)	DAC®+PVD-TiCN +PVD-CrN	従来対比2.5倍
ダイカスト用 可動入子 (Alダイカスト)	DAC®10+窒化	従来対比3.0倍以上 ※弊社プラズマ窒化併用
ダイカスト用 固定入子 (Alダイカスト)	DAC®10+窒化	従来対比3.0倍以上 ※弊社プラズマ窒化併用

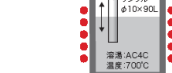


厚膜と高密着性の効果により一般PVDと比較し
高い耐溶損性を実現

溶損性評価結果

試験条件: DAC®55 47HRC
φ10×90mm
溶湯 AC4C 700°C
上下運動 90回/分
ストローク 30mm

耐溶損性評価方法



ダイカスト金型・周辺部品の溶損対策

溶損の発生メカニズムとその対策

物理的溶損の対策 ②

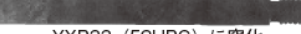
高硬度材料YXR33(マトリックスハイス)の適用

金型や部品の母材硬さを上げることは物理的溶損対策に有効です。YXR33はSKD51の折損課題を解決した高靱性のマトリックスハイスです。エロージョンによる損耗の激しい中子ピン、入子部品に適しています。

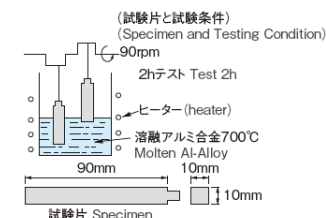
YXR33の特徴

- ・高温強度が高い。
- ・靱性はSKH51の5倍以上
- ・窒化特性に優れる

溶損試験後の試験片外観写真

	減量 Weight loss
DAC (48HRC)	46.8%
	14.8%
DAC (48HRC) に窒化 DAC (48HRC) with Nitriding	
	0.8%
YXR33 (52HRC) に窒化 YXR33(52HRC) with Nitriding	

溶損試験方法



離型性の向上

Hi-BSC処理 (ショットピーニング+特殊皮膜)

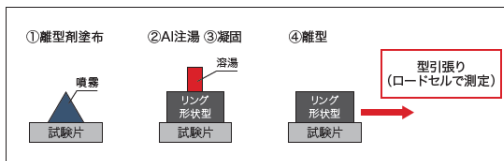
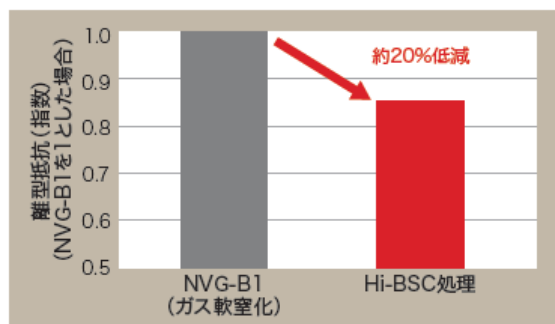
共同特許出願中(特許出願No.2018-176282) 株式会社プロテリアル、株式会社プロテリアル特殊鋼、株式会社不二機版の3社による共同特許出願

- ・ショットピーニングを応用して特殊金属を拡散させ、さまざまな特性を付与する処理です。
- ・微粒子表面改質によりディンプルを形成させ、離型剤保持性の向上に期待できます。
- ・耐ヒートクラック、耐焼付き、耐応力腐食割れ性、摺動性などの特性向上も期待できます。

	Hi-BSC処理	Hi-BSC1(下地窒化薄膜)	Hi-BSC2(下地窒化厚膜)	NVG-B1(ガス軟窒化)	EX-G
表面の形態 (窒化深さは SKD61の場合)	 下地窒化なし	 下地窒化有	 下地窒化有(厚膜)	 下地窒化なし	 下地窒化なし
ガス軟窒化との比較	耐ヒートチェック性 A ⁺ (ピーニングによる 圧縮応力付加)	A ⁺⁺⁺	A 初期クラックは抑えられるが、 クラックが発生すると深く進展	A ⁺⁺	B
	耐摩耗性 B ⁻ (特殊皮膜とピーニングによる 圧縮応力付加)	A	A ⁺	B	C
	耐食性 A ⁺ (特殊皮膜による効果)	A ⁺	A ⁺	C	A ⁺
	摺動性(離型性) A (特殊皮膜とピーニングによる ディンプル形成効果)	A	A	C	C
主な用途	冷却穴鑄対策	ダイカスト型	ダイカスト型 温熱間鍛造型	ダイカスト型	ダイカスト型

※位置付け「優A 並C」(+はさらに良) 注)この位置付けは一般的な目安としてご利用ください。

離型性 (離型抵抗の低減)



【離型抵抗試験】

試験方法: ①250°Cに加熱した試験片に離型剤を塗布 ②溶融Al(ADC12)を注湯 ③凝固
④Al凝固後AIを引張り離型時の抵抗値を測定
試験片: SKD61 (45±1HRC) + 各表面処理
試験条件: Al(ADC12)680°C溶解、試験片加熱温度 250°C 離型剤 コシロフォームAZ7500W

*ショットピーニングには株式会社 不二機版、株式会社 不二製作所、株式会社 不二WPCのWPC処理を使用しています。(特許(PATENT No.)第6286470号、第4772082号、第5341971号)
*WPCは株式会社 不二機版、株式会社 不二製作所、株式会社 不二WPCの登録商標です。

ダイカスト金型・周辺部品の溶損対策

溶損の発生メカニズムとその対策

ダイカスト関連製品の溶損対策

スリーブ

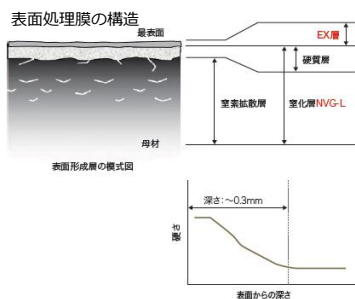
耐溶損性に優れたスリーブ(材質・表面処理)を各種取り揃えています。

名称	耐溶損性	耐摩耗性	耐カサリ性	保温性	コスト	特長
NVG-Lスリーブ	B+	A	A	B	A+++	汎用性に優れ、コスト・性能のバランスに優れる
ReCoスリーブ	B	A+	A+	B	A++	特殊表面処理を適用し、潤滑性を改善
EXスリーブ	A	A	A	B	A	特殊複合表面処理を施し、耐溶損性をさらに改善
EX-Wスリーブ	A+	A+	A+	A	B+	内面に耐溶損性が良い特殊合金を肉盛溶接する方式
温調スリーブ	C	B	B	A++	A+	温調回路を有し、保温性を向上

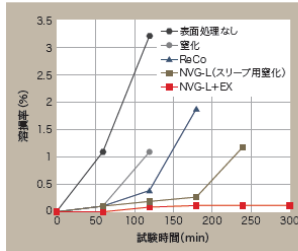
※位置付け「優A 並C」、+はさらに良好 注)この位置付けは一般的な目安としてご利用ください。

EXスリーブ

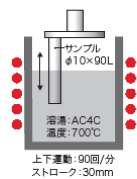
耐溶損性において、従来の窒化処理以上に優れた新開発表面処理を施したスリーブです。溶損を主な寿命要因とするスリーブの長寿命化が期待できます。



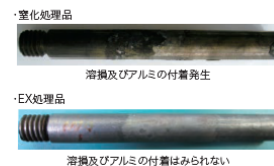
各種表面処理の耐溶損性評価結果(母材:DAC*)



耐溶損性評価法



溶損試験120分後の試験片



NVG-L+EX処理は、他の表面処理に比べて耐溶損性がさらに優れます。

評価事例



铸造機トン数	1,650トン
スリーブ寸法	φ300×φ140×1,020
スリーブ水冷有無	端口直下水冷なし
溶湯温度	670~680°C
アルミ材	ADC12(Fe:1.3%以下)

溶損促進要因

40,000ショット後の状況

・従来スリーブ: DAC*(SKD61)+NVG-L処理



溶損及びアルミの付着あり

・EXスリーブ: DAC*(SKD61)+NVG-L処理+EX処理

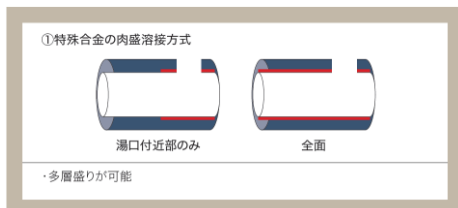


溶損及びアルミの付着なし

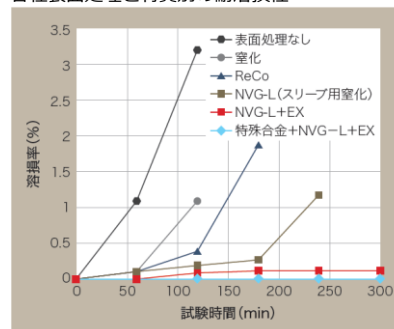
高性能鉄系Wスリーブ

耐溶損性に優れた次世代ダイカストスリーブ。表面処理に加えて、耐溶損性に優れた特殊合金で溶損を抑制します。過酷な铸造条件(溶湯温度が680°C以上やFe0.6%以下の特殊アルミ材など)での早期溶損対策に適しています。

Wスリーブの構造



各種表面処理と材質別の耐溶損性



ダイカスト金型・周辺部品の溶損対策

溶損の発生メカニズムとその対策

ダイカスト関連製品の溶損対策

サイアロン製ダイカストスリーブ

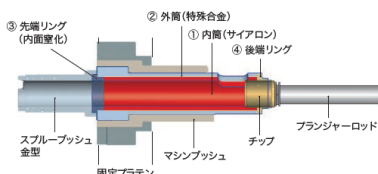
サイアロンは幅広い温度域で高い強度を持ち合わせたエンジニアリングセラミックスです。

特徴

- 1 アルミ铸造品の品質向上**
保温性に優れるため、破断チルの発生を抑制でき品質向上が期待できます。
- 2 高い気密性、安定した射出と長寿命 (特に700℃以上の高温溶湯で優位)**
変形が少なく耐溶損性・耐摩耗耐食性に優れるため、高い気密性、安定した射出と長寿命が期待できます。
- 3 省エネ効果**
保温性に優れるため、溶湯温度を下げる事が可能です。

構造

サイアロン内筒と特殊合金製外筒との2重構造になっています。



特性値比較 (SKD61対比)

	サイアロン	SKD61
密度 (g/cm ³)	3.2	7.8
ヤング率 (GPa)	290	210
熱膨張係数 20-800℃ (10 ⁻⁶ /℃)	3	11
熱伝導率 (W/m・K)	17	30

使用事例 (スリーブ後端側内径)

200,000ショット後



溶損なし、軽微な摩耗のみ

サイアロンスリーブ

80,000ショット後



溶損・摩耗大

鉄スリーブ

サイアロン製アルミ溶湯部品

サイアロンは、高温構造材料として優れた特性を持ったエンジニアリングセラミックスです。

当社は、その特性に着目し、アルミニウムの铸造時に使用される各種の治工具を制作しています。

- ・耐食性に優れるため長時間の使用が期待でき、溶湯を汚しません。
- ・優れた保温性によりダイカスト铸造での破断チル減少が可能です。
- ・高熱伝導率を有するスーパーサイアロンは、ヒーターチューブとして高い熱効率が期待できます。

材質	密度 (g/cm ³)	曲げ強さ (MPa)	ヤング率 (GPa)	耐熱衝撃性 (ΔT℃)	熱膨張係数 (×10 ⁻⁶ /℃) [20-800℃]	熱伝導率 (W/m・K)
サイアロン	3.2	880	290	710	3	17
スーパーサイアロン	3.2	880	300	800	3	65



ダイカスト用スリーブ



低圧铸造用ストーク



ヒーターチューブ



耐熱対保護管

販売元・営業窓口

株式会社プロテリアル

<https://www.proterial.com>

本 社 〒135-0061 東京都江東区豊洲5-6-36 豊洲プライムスクエア
金属材料事業本部 特殊鋼統括部 工具鋼部

お問い合わせ

お問い合わせは [こちら >>](#)

URL : https://www.proterial.com/cntct/indx_cntct.html



DAC, YXR, Tribec, Hint-SIは(株)プロテリアルの登録商標です。



当資料に記載の特性順位等は当社試験データによる代表的な値であり、製品の品質を保証するものではありません。
本資料の記載内容は予告なく変更することがございます。