

# TYRAX ESR

バイオプラスチックの射出成形に最適な鋼種



マグナス・グランズ - アプリケーション マネージャー、Uddeholm

## 要約

現在、サステナビリティは、大企業から個人消費者に至るまで、ほぼすべての人が認識し、世界中で議論が交わされている問題です。プラスチック成形業界では、バイオプラスチックが、多くのメーカーのサステナビリティへの道を提供しています。バイオプラスチックは、セルロースやフラックスなどのバイオベースの繊維で、一般的に使われるガラス繊維や炭酸カルシウムの代替となる環境に優しい充填材として使用できます。ただし、バイオプラスチックの成形においては摩耗と腐食が組み合わされるため、金型鋼への要件も極めて高くなります。

Tyrax ESR は、最も厳しい要件が求められる射出成形用途向けに開発された高品質のステンレス金型鋼です。耐食性、研磨性、延性に優れ、56~58 HRC の硬度が得られます。バイオプラスチックの射出成形に強く推奨されます。

## バイオプラスチック

サステナビリティは、大企業から個人消費者に至るまで、世界中の幅広い層のステークホルダーの間で認識され、議論が交わされています。プラスチック成形業界では、多くのメーカーは、バイオプラスチックを利用してサステナビリティの可能性を広げています。バイオプラスチックは、セルロースやフラックスなどのバイオベースの繊維で、従来のガラス繊維や炭酸カルシウムの代替となる環境に優しい充填材として使用できます。ポリマーと組み合わせると、この充填材は従来のプラスチックよりも環境への影響を軽減できます。バイオプラスチックの導入は、主に消費者需要と政府や国がサステナビリティの目標を定めたことで、特にアジアとヨーロッパなど、世界中で急速に拡大しています。



図1 バイオプラスチック

自動車業界では、内装部品や小型部品の製造にバイオプラスチックが使用されています。これは、車両の軽量化に効果的で、燃料消費量の低減にもつながります。また、グローバル・フットプリントの削減にも大きく貢献する材料でもあります。包装および消費財業界では、バイオプラスチックを化石ベースのプラスチックの代替として使用し、より循環的な材料のフローができています。

しかし、ほとんどのものがそうであるように、バイオプラスチックのすべてが優れているというわけではありません。この材料を射出成形する際には、いくつかの問題に直面します。まず、バイオプラスチックの天然繊維は高温に弱く、成形中に繊維が劣化し、最終製品の硬度が低下することがあります。また、これらの繊維は吸湿する特性があるため、十分に乾燥させないと気泡などの欠陥や低品質の表面仕上げになる可能性があります。さらに、ポリマーマトリクス内に均一に繊維を分布させるのは難しく、材料の強度に影響します。最後に、天然繊維の品質にばらつきがあると、生産の均一性が損なわれ、バイオプラスチックの信頼性と拡張性に影響を及ぼす可能性があります。

課題が伴うのは製品そのものだけではありません。バイオプラスチックは、射出成形機で加工する場合に使用する金型鋼にも厳しい要件が求められます。ショット数が増えると、木質繊維の充填剤によって、1.2083などの鋼種には激しい摩耗が生じます。その結果、射出成形業者は56~58 HRCの硬度を維持する非ステンレス材料を選択し、摩耗の問題に対処する傾向があります。しかし、これは加工中に木質繊維から放出される水蒸気によって、腐食の問題が生じることがよくあります。UddeholmとASSABは、バイオプラスチックの開発を通じてさまざまな企業と協力し、金型鋼に求められる高い要件を満たす優れたソリューションを考案しました。

## 敵を知る！

プラスチック射出成形中の金型鋼の破損メカニズムを分析すると、金型鋼に見られる欠陥は、成形するプラスチックの種類に大きく左右されることがわかります。

例えば、射出成形業者は、PVCを使えば、金型が腐食する可能性があることを予測できます。これは、PVCの成形中、または通常180°Cを超える温度にさらされると、酸やガスが発生するためです。このガスのひとつが塩化水素で、腐食性が極めて高いため、この種のプラスチックを形成する際には耐食性に優れた金型鋼を使用する必要があります。

一方、ガラス繊維含有量の多いプラスチック、例えばガラス繊維含有ナイロン（一般的にPA6またはPA66と呼ばれる）を使う場合、これらの製品のガラス繊維含有量は通常10%~50%です。射出成形業者は、この種のプラスチックを成形する場合、金型が著しく腐食する可能性があることを予測できます。さらに、ショット数を増やすことが目的の場合、金型鋼は耐摩耗性の厳しい要件を満たす必要があります。

以下は、プラスチック射出成形に使用される金型鋼の最も一般的な破損機構の一覧です。



腐食は、プラスチック射出成形における最も一般的な破損機構です。金型鋼が腐食する理由はさまざまですが、以下にいくつか挙げます。

- 攻撃性のある樹脂
- 応力腐食割れ
- 水質不良
- ガルバニック現象



摩耗は、プラスチック射出成形によく見られる破損機構であり、引掻き摩耗と凝着摩耗があります。摩耗の対処方法に関する推奨事項は次の通りです。

- 炭化物は、硬度だけでなく、耐摩耗性にも大きく影響します。
- 摺動面間の金型部品には少なくとも 2 HRC の硬度差を維持してください。



プラスチック射出成形では、打抜き加工や高圧ダイカストに比べ、金型に割れが発生することは頻繁にはありません。割れが発生する場合は、通常、次のようなことが原因です。

- 鋭い切り欠き
- 延性の低い材料で作られた大型の金型
- 冷却回路の腐食

## Tyrax ESR

Tyrax ESR は、最も厳しい要件が求められる射出成形用途向けに開発された高品質のステンレス金型鋼です。耐食性、磨き性、延性に優れ、56~58 HRC の硬さが得られます。Tyrax ESR は、光学部品や高品質消費財の製造に使われるような、高品質の鏡面仕上げが求められる金型に最適です。エレクトロスラグ再溶解（ESR）処理で実現するこの高精度な仕上がりにより、清浄度、靱性、耐摩耗性が向上します。さらに、Tyrax ESR は、熱処理中および使用中の両方で優れた寸法安定性を発揮します。画期的な Tyrax ESR の化学組成により、優れた焼入性が得られ、市販のほとんどの材料と比較しても、大型の鋼材であっても断面全体で同じ特性とミクロ組織が得られます。

Tyrax ESR は、厳しい製造環境でも美しい表面仕上げと耐久性を実現し、高性能の金型を製造する際の信頼できる選択肢として注目されています。

## Tyrax ESR を使用した場合の耐摩耗性の向上

Tyrax ESR は、プラスチック射出成形に最も多く使われる市販の標準材料 1.2083 よりも優れたメリットがいくつかあります。Tyrax ESR が 1.2083 系の材料より優れていることを証明するために、以下にテスト結果を示します。向上した耐摩耗性は、ピン・オン・ディスクの試験機を使ってテストしました。これは、材料の摩耗量を測定する方法なので、数値は低い方が望ましいことに注意してください。このテストによって、Tyrax ESR は 1.2083 と比較して高い耐摩耗性を発揮し、金型寿命の延長につながるわかりました。

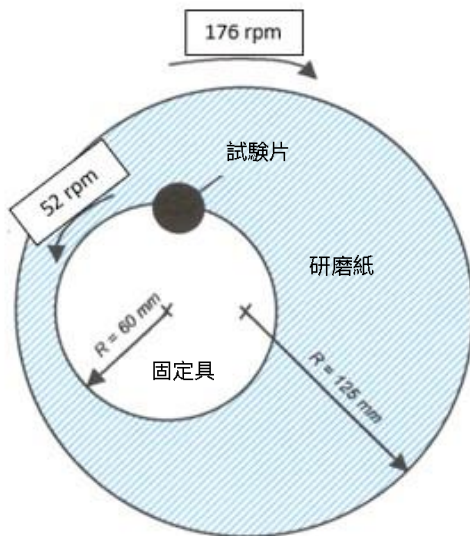


図 2 ピン・オン・ディスク試験方法の図解。

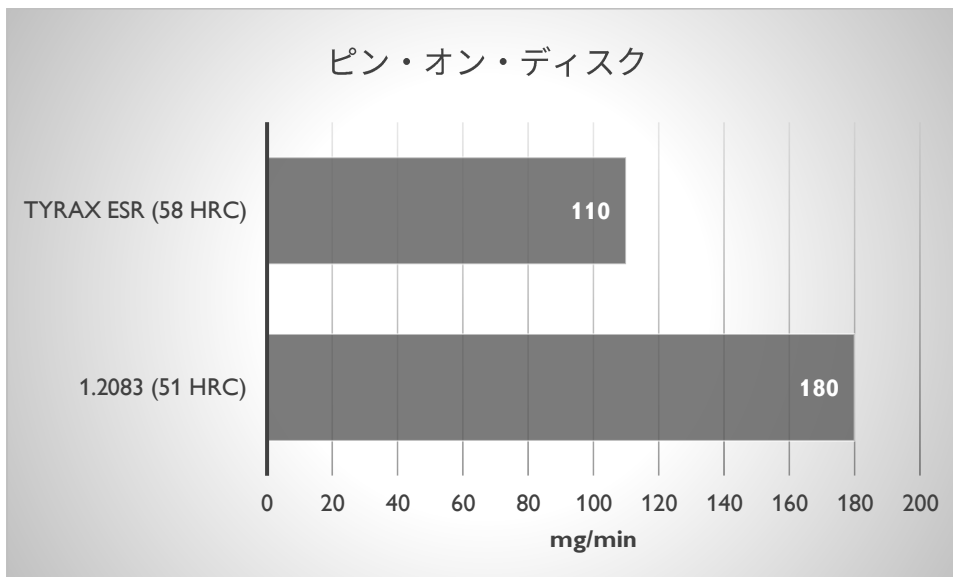


図 3 Tyrax ESR と 1.2083 のピン・オン・ディスク試験の結果。



## Tyrax ESR の優れた延性と耐食性

Tyrax ESR の先進的な合金組成により、1.2083 系の材料と比較して、延性と耐食性が向上しています。それは、Tyrax ESR はミクロ組織を最適化するからです。マトリックスは、より高い硬度レベルに達し、摩擦に効果を発揮する異なるタイプの炭化物を含有しています。合金系に窒素を追加することで、耐腐食性も向上します。これは、1.2083 系の材料と比較して、以下の分極曲線が高くなっていることからわかります。

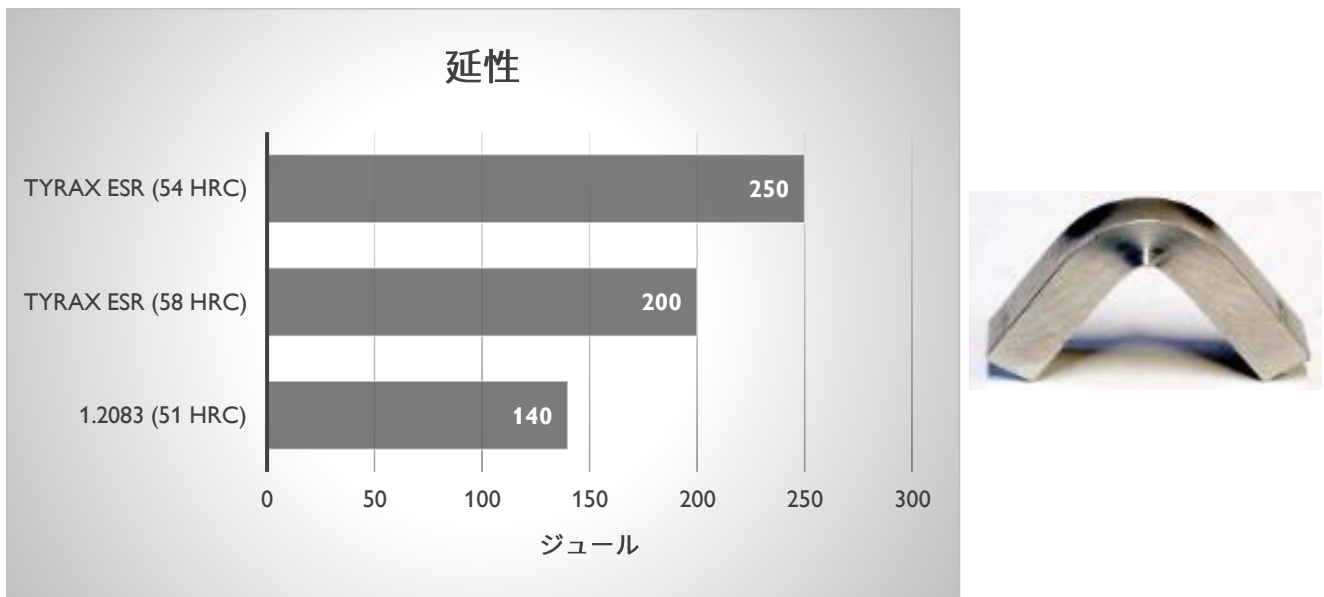


図 4 ノッチなしシャルピー試験の結果。

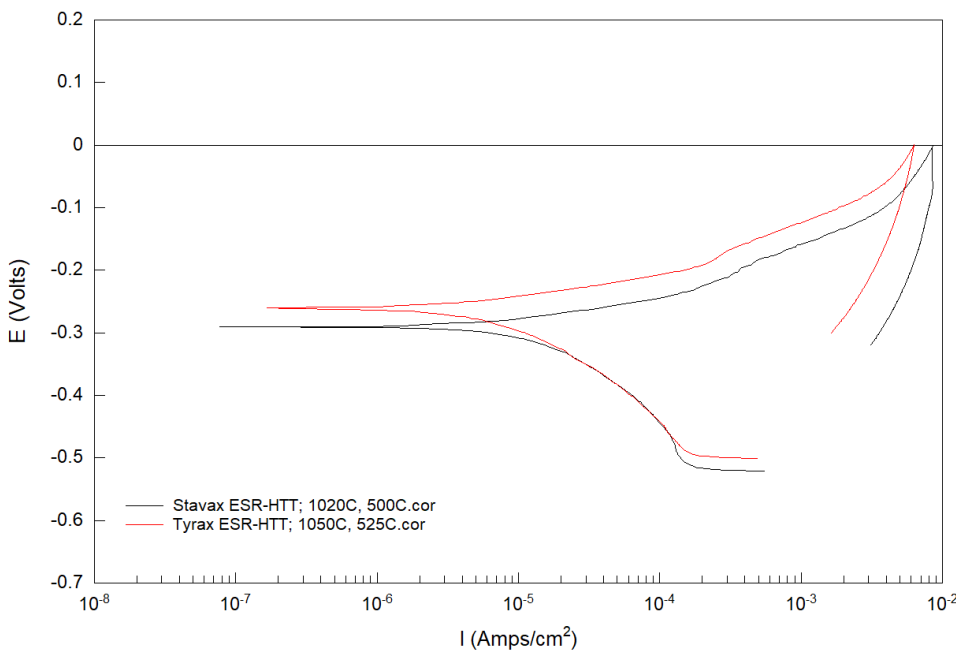


図 5 Tyrax ESR と 1.2083 系の分極曲線

## クラス最高の磨き性

研磨処理を念頭に最適化されている金型鋼は多くありません。炭化物の分布と不純物により、高光沢仕上げを実現するのは困難です。Tyrax ESR は、5 つの研磨ステップを必要とする 1.2083 系の材料とは対照的に、わずか 3 つの研磨ステップで SPI ガイド（米国の表面仕上げ標準規格）の A-1 表面仕上げレベルを実現できます。これにより、金型の製造時に約 40% の時間を短縮できるため、不要なコストを削減できます。表面仕上げはニーズを映し出すものです。

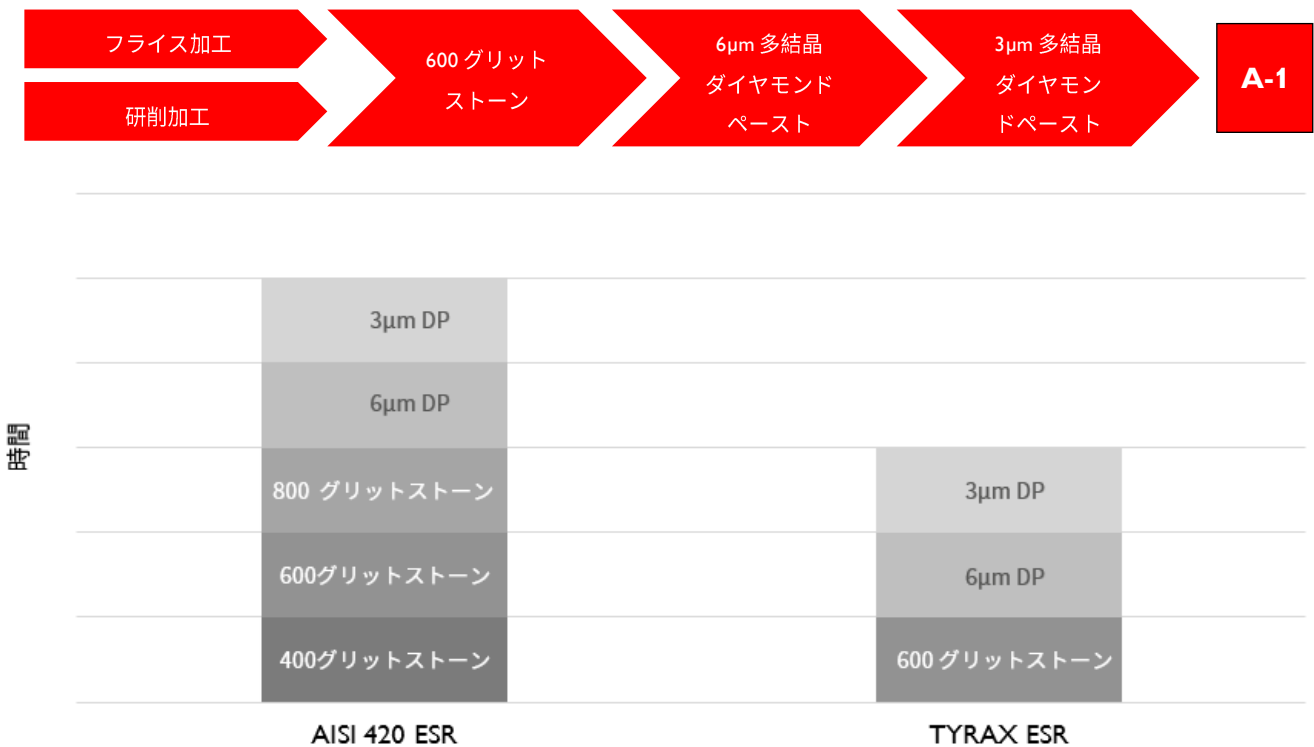


図 6 A-1 の表面仕上げレベルにするために必要な手順。

表 1. SPI ガイド。

S.P.I モールド 仕上げガイド	粗さ平均 R.a. 値	
	マイクロインチ µ"	マイクロメートル µm
<b>A-0</b>	0.1 - 0.5	0.003 - 0.013
<b>A-1</b>	0.5 - 1.0	0.013 - 0.025
<b>A-2</b>	1.0 - 2.0	0.025 - 0.051
<b>A-3/ B1</b>	2.0 - 4.0	0.05 - 0.10
<b>B2</b>	4.0 - 6.0	0.10 - 0.15
<b>B3</b>	9.0 - 10.0	0.23 - 0.25
<b>C1</b>	10.0 - 12.0	0.25 - 0.30

## まとめ

プラスチック成形業界では、バイオプラスチックの登場によって、多くのメーカーのサステナビリティへの道は広がっています。バイオプラスチックは、セルロースやフラックスなどのバイオベースの繊維で、一般的に使われるガラス繊維や炭酸カルシウムの代替となる環境に優しい充填材として使用できます。

バイオプラスチックの導入は、主に消費者需要と、政府や国がサステナビリティの目標を定めたことで、特にアジアとヨーロッパなど、世界中で急速に拡大しています。

当社の調査によると、Tyrax ESR は、プラスチック射出成形のあらゆる面で、業界で最も一般的に使用されている材料である 1.2083/420 系の材料よりも優れていることがわかっています。Uddeholm と ASSAB は、バイオプラスチックを成形する際に金型鋼に影響を及ぼす破損機構を理解しています。

Uddeholm と ASSAB はバイオプラスチックの拡大を予測し、バイオプラスチックを含むプラスチックの加工ができないかを模索するさまざまな企業と協力してきました。これにより、Uddeholm と ASSAB は市場のニーズを理解することができました。

Uddeholm と ASSAB は、ベリリウム銅合金に代わる、より健全な代替品として、バイオプラスチックを含むプラスチックを加工する際のサステナブルでコスト効率の高いソリューションを提供できることを誇りに思っています。