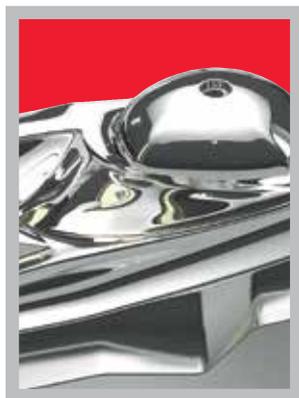


ASSAB

工具鋼の磨き



なぜ高度な表面仕上げが必要か？

樹脂製品や金属製品は、光沢面から機能性表面に至るまで、外観の異なる様々な表面仕様で製造されています。このカタログでは、工具鋼の磨き性に強い影響を与える要因について説明し、金型、ダイ、パンチ、および金属部品に必要なとされる表面仕上げを得るための推奨条件を示します。

用途や要求仕様に応じて、鏡面を得るための磨きと機能性表面を得るための磨きの2種類の表面仕上げ方法が選択できます。

鏡面を得る磨き

樹脂成形用金型では、高い透明度や光沢度が求められる場合には、特に高精度な表面仕上げが必要となります。このような場合、適切な金型材料を選択し、適切な磨きを行うことが重要です。鏡面仕上げを行うには、研磨とダイヤモンドペーストによる磨きを、それぞれ数段階行う必要があります。

作業は清潔な作業環境で行うことが重要です。また、適切な工具を使用することで、作業を円滑に進める

ことができます。

高精度な表面仕上げを行うことにより、局所的な腐食や、一過性の過負荷や単純な疲労による破損、亀裂のリスクが軽減されます。

射出成形の場合のように、金型表面の仕上げが生産性に影響する可能性もあります。

樹脂成形品が離型する際に必要な力の大きさは、ポリマーの金型表面に対する粘着特性によって異なります。

金型の表面が滑らかになると、離型に必要な力が大きくなり、結果として離型不良が発生する可能性があります。これは適切な工具鋼を選択し、磨き手順を最適化することにより部分的には解決することができます。

機能性表面を得る磨き

冷間加工用の工具の表面では、多くの場合、鏡面磨きは必要ありませんが、機能性表面を形成することは工具寿命を延ばすのに有効です。潤滑剤を使用する成形では、磨きにより、表面に形成された高いピークを除去し、深さを揃えた溝を潤滑剤のポケットとして利用し、成形時の摩擦

を低減させることができます。

ただし、用途に合わせて最終的な工具鋼の表面品質を検査することが常に求められます。

高品質な表面コーティングを施す場合には、コーティングの前に、工具の表面を必ず鏡面磨きします。

磨き作業者の技量は非常に重要です

このカタログを作成するにあたって行った試験の結果は、磨き作業者の技能、経験、知識が、必要とされる表面に仕上げるには非常に重要な役割を果たすことを示しました。

表面品質への影響因子

工具鋼は、樹脂成形、冷間・熱間加工、機械部品等、多くの分野で使用されています。適切な機能を得ることに加え、工具や部品の製造コストを最小限に抑えるために、図面に必要な表面仕上げを指定することは非常に重要です。

目次

なぜ高度な表面仕上げが必要か？	2
表面品質への影響因子	2
工具鋼の磨き	4
ガイドライン	5
磨きの問題の解決	8
表面粗さ測定と品質	9

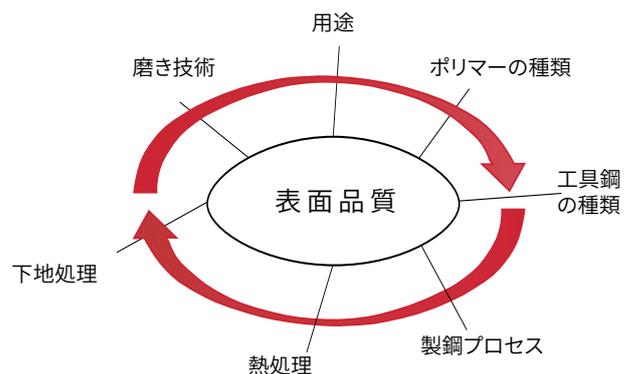


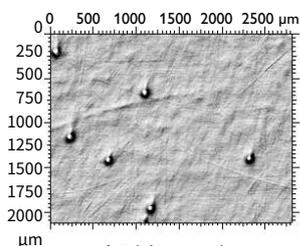
図 1 多くの因子が最終製品の表面品質には影響します。

「ASSAB」の名称およびロゴは登録商標です。本カタログに掲載されている情報は、現時点での知見に基づき、製品とその用途に関する一般的な特徴を提供するものです。したがって、記載されている製品の特性値や特定の用途への適合性を保証するものではありません。ASSABの商品・サービスをご利用いただく場合には、その妥当性についてお客様ご自身で判断していただく必要があります。

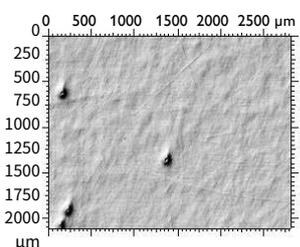
特に樹脂成形金型では、磨き性に関連する技術情報を事前に入手することが求められます。

ただし、最終製品の表面品質は、工具鋼と磨きの手順によってのみで決まるのではなく、成形プロセス自体も結果に大きな影響を与えることは重要なポイントです。

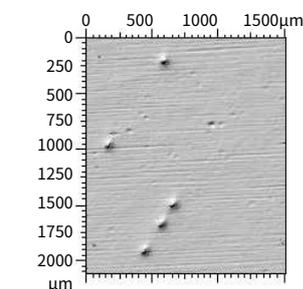
ポリマーは樹脂成形において異なる材料特性を持ち、図1と図2に示すように、この違いは最終的な表面品質に確実に影響します。



金型表面, 反転



Makrolon AL2647
(中粘度)



Bayblend T45
(低粘度)

図2 ポリマーが異なると材料特性の違いにより、金型表面のピットが樹脂表面に転写される様子も異なることを示しています。Makrolonでは凸部の検出が少なく、Bayblendでは表面全体に凸部が見られました。

工具鋼の品質

工具鋼の製鋼プロセス

各分野での用途に合わせて、様々な元素が組み合わせた工具鋼をご利用いただけます。

一般的な製鋼プロセスは、通常の溶製法(IC)、連続鋳造(CC)、エレクトロスラグ再溶解(ESR)、真空アーク再溶解(VAR)、粉末製法(PM)です。再溶解法および粉末製法で製造された材料は、非金属介在物の含有

推奨鋼種

反射率が高く光沢のある表面を得るには、再溶解鋼が粉末鋼を使用します。ただし、通常の溶製法で製造した鋼材でも、製鋼プロセスと磨きの両方が適切に行われれば、良好な表面が得られます。

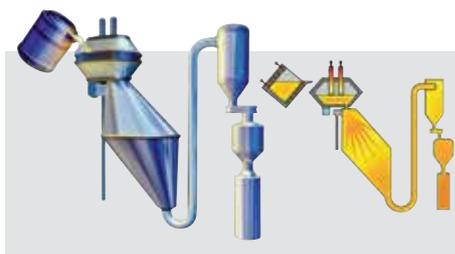
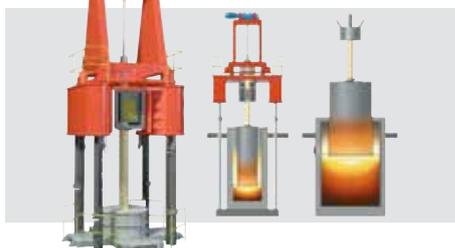
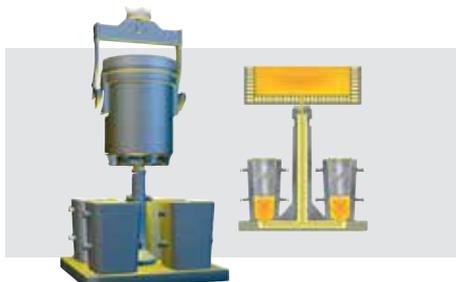


図3 工具鋼の製鋼プロセスと、各プロセスで製造された鋼種の例。

量が少なく、均一性が高い材料となっています。

一方で、通常の溶製法で製造された材料は、一般的に偏析の度合いが高く、非金属介在物の含有量も多くなっています。

工具鋼の欠陥

製鋼プロセスに起因する各種の欠陥が鋼材中に存在する場合があります。製鋼プロセスにおいて、脱酸処理の結果として、非金属介在物が形成されます。他にも、取鍋や鋳造設備の耐火物から介在物が巻き込まれることがあります。急速凝固は、介在物や化合物の成長の抑制や、偏析の低減に有効です。

VARやESRなどの特殊融解では、铸塊が制御された条件下で再溶解されます。酸化物系の非金属酸化物が鋼材から効果的に除去され、ESR処

通常の溶製鋼

ASSAB 鋼種:
CALMAX
ASSAB XW-10
ASSAB 718 Supreme
NIMAX
RAMAX HH
ASSAB 8407 2M
CORRAX

ESR鋼

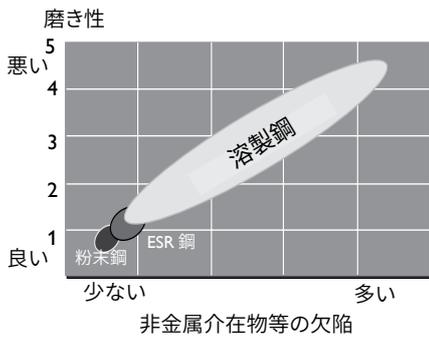
ASSAB 鋼種:
STAVAX ESR
MIRRAX ESR
MIRRAX 40
ASSAB 8407 Supreme
VIDAR 1 ESR
UNIMAX
DIEVAR

粉末鋼

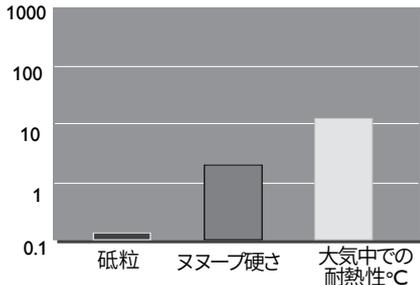
ASSAB 鋼種:
VANADIS 4 EXTRA
SUPERCLEAN
VANADIS 8 SUPERCLEAN
ELMAX SUPERCLEAN

理では塩基性の溶融スラグにより硫化物がかなり低減します。全てが合わさり、非常に清浄度が高い鋼材が製造されます。

再溶解処理により、鑄造組織からマクロ偏析が大幅に減少し、ミクロ組織はより均一になります。これらは磨きの観点からも有益です。



1 mm²あたりの粒子の総数*
(酸化物 + 硫化物 + 炭化物 + 窒化物)



* 酸化物, 硫化物 > 3μm, 炭化物, 窒化物 > 4μm

図4 欠陥の数が少ないことは磨きの観点から優位です。

熱処理

熱処理は、多くの点で磨き性に影響を及ぼす可能性があります。熱処理中の表面の脱炭もしくは浸炭は、硬度にバラツキを生じて磨き性の低下につながります。

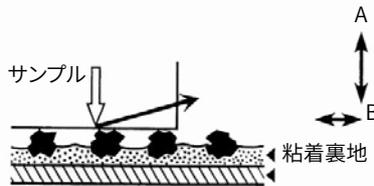
これを回避するためには、真空炉、保護ガス雰囲気炉、もしくはソルトバスで焼入れを行うことを推奨します。また、結晶粒の成長や粒界析出を回避するため、焼入れ温度での保持時間を長くし過ぎないこと、焼入れ速度が遅すぎないようにすることも重要です。

工具鋼の磨き

工具鋼の磨きに関しては、以下の4種類の技術がよく使用されます。これらの方法の主要な特徴を以下に説明します。

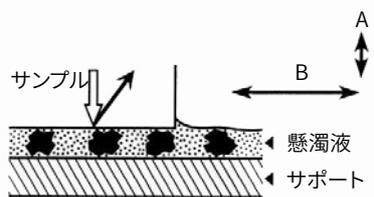
研摩

砥粒は、紙やスティック、ディスク等のキャリアにしっかりと固定されています。

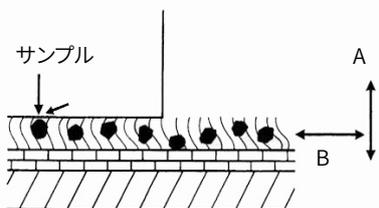


ラッピング

砥粒は固定されておらず、キャリアと加工物の間を自由に移動します。



砥粒はキャリア材料に緩やかに固定されており、表面の切削もしくは掘り起こしを行います。



砥粒は、軟らかいキャリア(布または皮製のディスク)に弱く付着しています。磨き技術者は、この工程を、鏡面を得るための最終工程として捉える場合もあります。

初期表面の準備

研摩工程が、迅速かつ良好な磨き作業を行うための基礎となることは強調すべき点です。

研摩によって、機械加工のツールマークを取り除き、金属的に清浄で幾何学的に適正な表面が得られます。

最終の磨き工程は、多大な時間と費用を要する場合がありますが、磨き前の表面を適切に調整することで、ある程度は制御することが可能です。磨きは通常、研削、機械加工、もしくは放電加工 (EDM) 面から開始します。開始面の一般的な面粗度 Ra/Rz は、研削とフライスでは約 0.5/5 μm、EDM 加工面では約 3/15 μm です。

最近の高速加工技術の進歩により、Ra = 0.2 μm より優れた表面を実現することが可能になり、最新の EDM 加工技術を使用すると、Ra は 0.07 μm 以下になります。EDM 処理後は、微細放電もしくは研削により、熱影響層を除去することが重要です。これを行わないと、使用中の工具に亀裂が発生する可能性があります。

研摩のポイント

作業	表面仕上げ (μm)	
	Ra	Rz
研削	0.5	5
フライス	0.5	5
高速加工	0.2	1.5
EDM (放電加工)	3.0	15

表 1 磨き開始面の一般的な表面粗さ Ra, Rz

推奨手順

磨き作業を容易にし、工具の形状が崩れるリスクを最小限に抑えるには、磨き開始面の表面粗さを Ra/Rz = 0.5 / 5 μm 以下にします。これにより、最初の段階で粗い砥粒を使用する必要がなくなります。

砥粒について

砥粒は以下の点について要求特性を満たす必要があります:

- 硬さ
- 鋭利さ
- 耐熱性
- 化学的安定性

現在、以下に示す5種類の合成砥粒が主に使用されており、これらは程度の差はあれ上記の要件を満たしています。

1. ダイヤモンド SD
2. 酸化アルミニウム A(SG)
3. 炭化ケイ素 C
4. 炭化ホウ素 B₄C
5. 立方晶窒化ホウ素 CBN

下表2に示すように砥粒は種類によって特性が異なり、特性に応じて用途も異なります。

表 2.

砥粒	ヌーブ硬さ	大気中での耐熱性 °C
ダイヤモンド	7000	650
酸化アルミニウム	2100	2000
炭化ケイ素	2500	1200
炭化ホウ素	2900	2700
CBN	4700	1300

1. ダイヤモンド

最も硬い材料として知られ、鋭利で角張った構造を持ちます。

材料除去率が高く、非常に細やかで平面性にも優れた表面が得られます。

単結晶と多結晶があり、単結晶は丸みがあり、切り刃の数が多いため、ラッピングに最適です。天然ダイヤは切れ味が良く、合成ダイヤは硬度が高く、これらを混合すると耐久性が高くなります。

2. 酸化アルミニウム (Al₂O₃)

硬度はかなり高く、鋭利で角張った構造を持ちます。非常に光沢のある優れた表面が得られるため、磨きの最終段階でよく使用されます。比較的安価です。

3. 炭化ケイ素 (SiC)

針状で角張っていない結晶構造で、比較的粗い表面仕上げに使用されます。

4. 炭化ホウ素 (B₄C)

硬く、角張っていない結晶構造です。材料除去率が高く、適度な表面が得られます。

5. 立方晶窒化ホウ素 (CBN)

基本的には合成ダイヤモンドと同じ方法で製造され、ハイスや焼入れされた高炭素工具鋼のような硬い材料の研削に使用されます。

推奨手順

焼入れ鋼の研摩は、ダイヤモンド砥石を使用することで、より高い安定性と再現性が得られます。砥石が前後に動く手持ち式の精密電動工具を使用すると、手間のかかる研摩作業の負荷が軽減されます。前段階での研摩傷に対して垂直方向に研摩し、前段階までの全ての傷が完全に除去されていることを光学顕微鏡等で確認することをお勧めします。理想的な磨き面を得るには、表層直下にある強加工を受けた部分を取り除く必要があります。

ガイドライン

全ての鋼材に対して有効な汎用的な手順は存在せず、個々の金型や表面状態の微妙な違いに合わせて磨き技術を調整する経験と能力が、最終的に優れた磨き面を得るためには非常に重要です。鏡面磨きの一般的なガイドラインは以下の通りです;

- 磨き開始面の表面粗さは、Ra/Rz を 0.5/5 μm 以下にします。
- 初期のステップでは砥石または研摩紙を使い、#1200まで段階的に研摩します。
- 微細研磨に移る前に、粗い研磨

の段階に時間を多く費やします

- 15 μm から 1 μm でのダイヤモンドペーストでの磨きを極力短時間でを行います。
- フェルトやブラシのような軟らかいキャリアを使用する際には、磨き面に「オレンジピール」が発生するリスクがあるので、注意してください。

表面粗さ Ra/Rz が 0.1/1 μm に近づくと、鏡面が現れ始めます。高品位の鏡面では、表面粗さ Ra/Rz は、0.005/0.04 μm になります。

仕上げ研摩

仕上げ研摩により、ダイヤモンドペーストでの磨きの前の表面を滑らかにすることが必要です。

専用の工具と、鋭利なエッジと不規則な形状を持つ微細で硬い粒子で構成されている各種の砥粒が開発されています。

研摩工程における注意事項

良好な磨き面を迅速に得るための下地を作るのが研摩作業です。研摩により機械加工のツールマークを除去し、清浄で幾何学的にも所望の表面が得られます。下記は機械研摩、手研摩に共通です。

- 圧力を高くしすぎず、十分な研削液を使用して、表面に熱や応力が加わらないようにします。
- 硬い表面には、柔らかい砥石が装着された、清浄で切れ味のよい研削工具を使用します。
- 砥粒の粒度を変更する際には、加工物と作業者の手を丁寧に洗浄することが非常に重要です。これは、粗い砥粒や塵埃が次の工程に持ち越されるのを防ぐためです。

- 細かい砥粒に移る際には、研磨方向を45°変更することをお勧めします。クロス研削は非常にシンプルですが、極めて効果的です。研磨量が増えるとともに、前の段階でできた傷を検出し易くなり、寸法精度も向上します(図5のA~C)。
- 全ての部位の表面が同じ時間研磨されるようにします。回転工具を使用すると、中心部に比べて端部の研磨量が少なくなるリスクがあります(図5のD)。

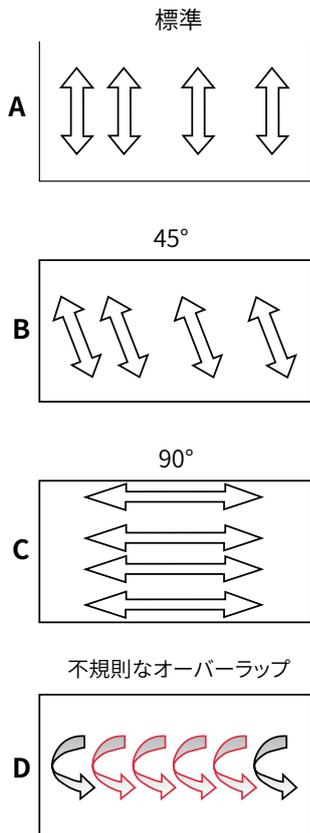


図5 研磨方向

磨き工程の注意点

磨き工程においては、清浄度に常に注意を払う必要があります。

- 各磨き工具は、1種類のペーストのみを使用し、塵埃のない場所で保管します。
- 手磨きでは磨き工具にペーストを塗布し、機械磨きでは加工物にペーストを塗布します。
- 磨き際の圧力は、磨き工具の硬さとペーストの粒度に合わせて調整します。非常に微細なペーストの場合、磨き工具の自重のみで行います。
- 硬いキャリアでの磨きを極力多くして、柔らかいキャリアでの磨きは極力短時間にします。
- 磨きはコーナーやエッジから開始します。鋭利なコーナーやエッジが丸くならないように注意が必要です。
- 最終の磨きは、可能であれば成

形品の離型方向に沿って行います。

- 柔らかいキャリアを使用すると、砥粒がキャリア側に深く食い込みます。これにより、同じ砥粒でも表面がより細かくなります(図6参照)。

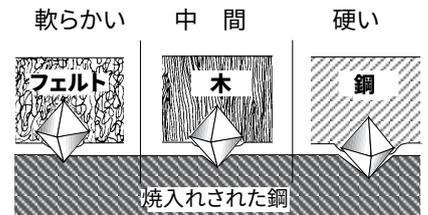


図6 キャリアの硬さは、ダイヤモンド砥粒の突出量と材料除去率に影響します。

代表的な磨き手順

研磨・磨きの手順は、作業者の経験や使用できる工具によって選択されます。

工具鋼の特性も手順に影響を与える場合があります。

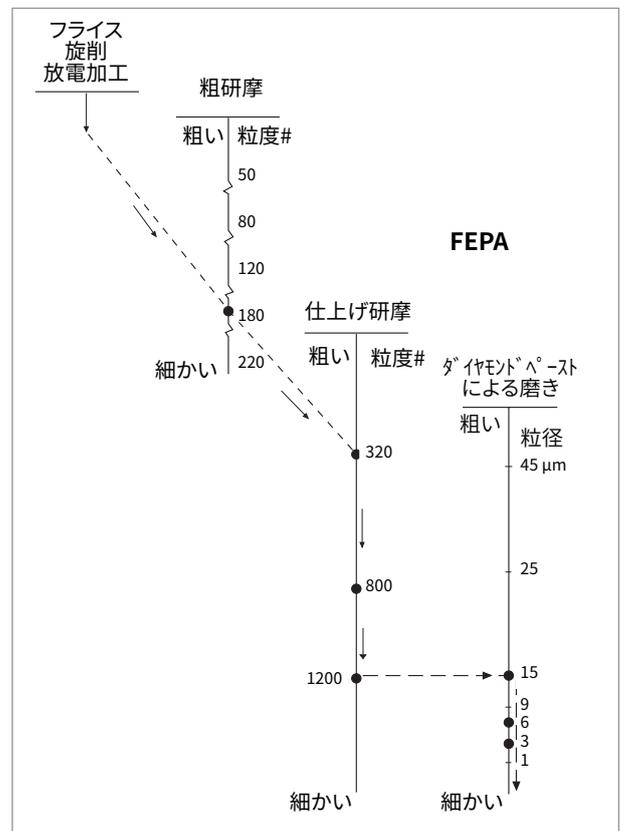


図7 研磨・磨き手順の例。

鏡面磨きの手順の例

磨き作業者は、それぞれ独自の鏡面磨きの手順を持っています。

表3~表5は、同じレベルの鏡面磨きを得る際の手磨きの方法は様々で、

それぞれが厳格に確立された手順で行われていることを示しています。最終磨き面の表面粗さは Ra 0.01 μ m 以下です。

段階	工具	砥粒の種類		潤滑
1	手持ち式工具	砥石	320	絶縁油
2	手持ち式工具	砥石	400	絶縁油
3	手持ち式工具	砥石	600	絶縁油
4	手持ち式工具	研磨紙	400	ドライ
5	手持ち式工具	研磨紙	600	ドライ
6	手持ち式工具	研磨紙	800	絶縁油
7	手持ち式電動工具(水平動)	真鍮 5 x 5 mm	DP 9 μ m	絶縁油
8	手持ち式電動工具(水平動)	木 5 x 5 mm	DP 9 μ m	絶縁油
9	手持ち式電動工具(水平動)	木 5 x 5 mm	DP 6 μ m	研磨油
10	手持ち式電動工具(回転式)	硬いフェルト 10 mm	DP 3 μ m	研磨油
11	手持ち式工具	コットンウール	DP 1 μ m	研磨油

表 3.

表3~表5は、Stavax ESRとUnimax の鏡面磨きにおける各段階での磨きに関する情報を示しています。

段階	工具	砥粒の種類		潤滑
1	研削			
2	手持ち式工具	SiC ペーパー	K320	ドライ
3	手持ち式工具	SiC ペーパー	K800	ドライ
4	手持ち式工具	SiC ペーパー	K1500	ドライ
5	手持ち式工具	アクリル	D流体 6 μ m	研磨油
6	手持ち式工具	アクリル	D流体 3 μ m	研磨油
7	手持ち式工具	コットン	D流体 3 μ m	研磨油

表 4.

段階	工具	砥粒の種類		潤滑
1	レゾル研削盤 9500 rpm 振幅 0.2 mm	真鍮キャリア 樹脂キャリア	DP W 15 μ m	研磨油
2	レゾル研削盤 9500 rpm 振幅 0.2 mm	真鍮キャリア 樹脂キャリア	DP W 10 μ m	研磨油
3	レゾル研削盤 9000 rpm 振幅 0.2 mm	真鍮キャリア 樹脂キャリア	DP W 5 μ m	研磨油
4	レゾル研削盤 7500 rpm 振幅 0.2 mm	真鍮キャリア 樹脂キャリア	DP W 3 μ m	研磨油
5	回転工具	羊毛フェルト	DP W 1 μ m	研磨油

表 5.

磨き作業中は、磨き面に深い傷がないか慎重に観察します。傷を見つけた場合は、すぐに磨きの圧力を下げ、研磨油を追加し、必要に応じてダイヤモンドペーストを追加します。

磨きの問題の解決

磨きに関する不具合で代表的なものは、いわゆる“磨き過ぎ”によるものです。この用語は、磨き時間が長くなるほど、磨いた表面が劣化する場合に使用されます。基本的には、表面を磨き過ぎた場合に発生する現象には、“オレンジピール”と“ピット(ピンホール)”の2種類があります。このような問題は、多くの場合硬い工具からフェルトやブラシのような軟らかい工具に切り換えた時に発生します。

高硬度の材料は、プレハードン鋼に比べて磨き時の圧力に対する耐久性が高く、結果として低硬度の材料程、磨き過ぎの問題が起こり易いと言えます。

オレンジピール

一般的にオレンジピールと呼ばれる不均一で粗い表面は、様々な要因によって発生する可能性があります。最終の磨きの段階で、高い圧力で長時間の磨きを行ったために発生することがよくあります。高硬度の材料は、プレハードン材や焼鈍材に比べてオレンジピールが発生し難いと言えます。

- 磨き面にオレンジピールの兆候が現れたら、磨きを中止します。圧力を上げて磨きを継続しても、問題を悪化させるだけです。
- 表面を修復するには、以下の手順を推奨します。不具合が発生した表面を、磨き開始面と同じ番手で再研磨します。不具合が発生した時よりも、弱い圧力で、各ステップの時間を短くして磨きを行います。

ピット(ピンホール)

磨き面に発生する非常に小さな穴(ピンホール)は、通常は非金属介在物もしくは硬い炭化物が、磨き中に表面から脱落した結果として生じます。

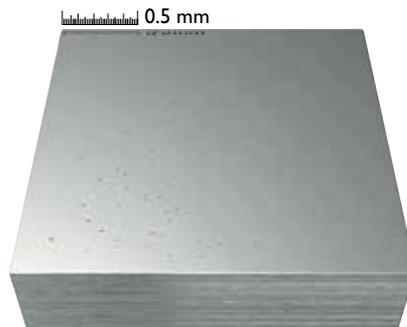
ピットは、軟らかい基地(マトリックス)に埋め込まれた硬質粒子によっても発生します。磨き中に、基地は硬質粒子よりも速い速度で除去されます。磨きを続けることによって、硬質粒子の根元の部分のみが徐々に削られて行き、やがて硬質粒子が材料から脱落すると穴が残ります。この問題は、フェルトやブラシのような軟らかい工具を使用して、粒径が10 μm以下のダイヤモンドペーストで磨きを行う場合に頻繁に発生します。

ピットが発生したら、以下の対策を講じて下さい:

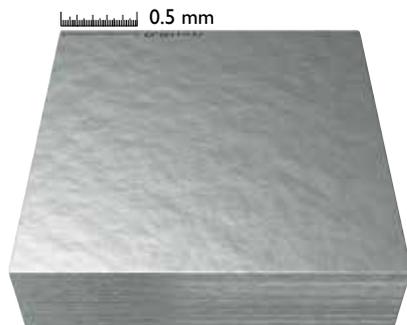
- 磨き開始面と同じ番手で注意深く再研磨します。
- 硬い工具を使用して磨きを続けます。

粒径10 μm以下のペーストを使用する場合:

- 軟らかい磨き工具は使用しないようにします。
- 磨きは極力短時間で、最小の圧力で行います。



“ピット”



“オレンジピール”

粗さ測定と品質

金型の磨き面の品質は、昔から行われているように肉眼で評価されるか、あるいは表面粗さ計で測定したRa, Rz, Rtの値で判断されます。

ただし、これらの方法は、ナノスケールで表面および表面下を測定でき

る高度な測定装置での評価と比較して、主観的で不確実です。高解像度の三次元測定機を使用すれば、複雑な形状の金型の表面を、より正確に測定することが可能になり、定量的な表面品質の管理ができるようになります。

DIN/ISO 1302に準拠した表面粗さ			SPI に準拠した表面粗さ	
	表面粗さ Ra, μm	表面粗さ Rmax, μm		磨き/研磨のメディア
N 1	0.025	0.1-0.3	A-1	3 μm ダイヤモンドペースト
N 2	0.05	0.3-0.7	A-2	6 μm ダイヤモンドペースト
N 3	0.1	0.75-1.25	A-3	15 μm ダイヤモンドペースト
N 4	0.2	1.5-2.5	B-1	#600研磨紙
N 5	0.4	2-6	B-2	#400研磨紙
N 6	0.8	6-10	B-3	#320研磨紙
N 7	1.6	10-20	C-1	#600砥石
N 8	3.2	20-40	C-2	#400砥石
N 9	6.3	~60	C-3	#320砥石
N 10	12.5	~125	D-1	#600砥石後, #11カラスビースを乾式でブラスト
N 11	25	~250	D-2	#400砥石後, #11カラスビースを乾式でブラスト
N 12	50	~500	D-3	#320砥石後, #11カラスビースを乾式でブラスト

表6 表面粗さ計で測定した表面粗さと国際規格との比較。

粗さパラメータによる表面の評価

表面粗さ測定の特長は、表面の状態をマイクロスケールおよびナノスケールで知ることができること、表面を定量的に評価できることの2点です。

しかしながら、利用可能な二次元および三次元パラメータ(それぞれRパラメータ, Sパラメータと呼ぶ)は非常に多くの種類があるため、どれを選択すべきかの判断は困難です。

通常、機械式の粗さ計で得られる二次元パラメータは、限られた範囲での表面品質を定量化します。金型に関して実際に最も多く使用されているのはRa値で、測定された表面の平均高さを表します。ただし、微細な傷や特定の模様が平均化されたり検出されなかったりするため、金型表面の表現としては十分ではありません(図8参照)。

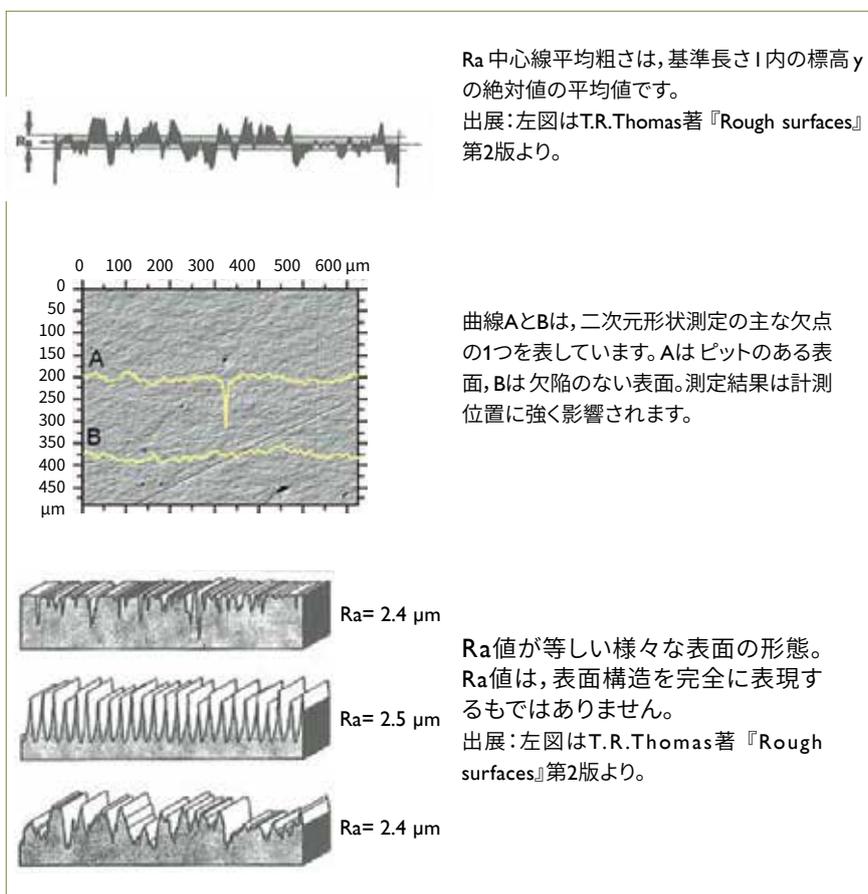
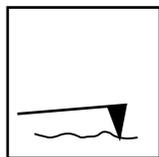


図 8

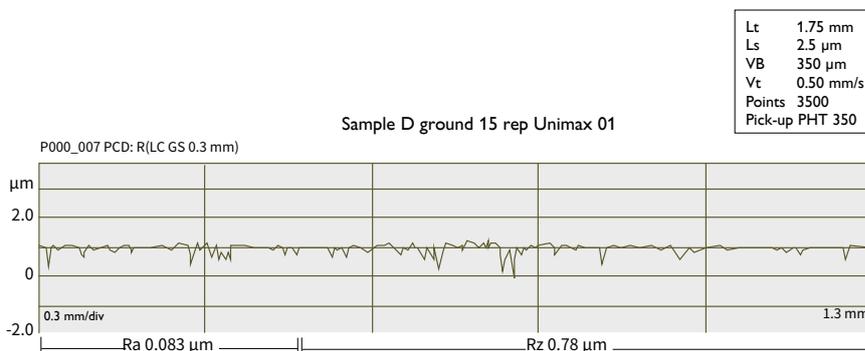
加工面の表面形態を定量化するための測定装置と分析技術

表面粗さ計

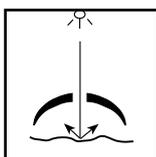


典型的な出力パラメータは、Ra (算術平均粗さ), Rz (山から谷の平均高さ), およびRmaxまたはRt (山から谷

の最大高さ)です。注:ほとんどの場合,粗さ値は実測長さでカットオフに関して初期設定でフィルタリングされます。



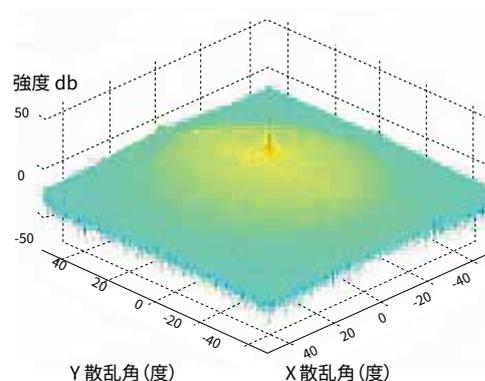
散乱計(光沢度計)



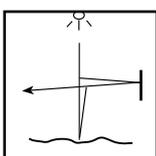
表面に光を照射し,反射光/散乱光を検出します。シンプルな光沢度計は一定の角度での反射を

計測するのに対し,散乱計は全反射を含む計測をします。

散乱計の測定データは,他の測定機器で測定した粗さデータと相関させる必要があります。典型的な出力は,平均rms値,拡散反射率または指定された角度での反射率です。



干渉計

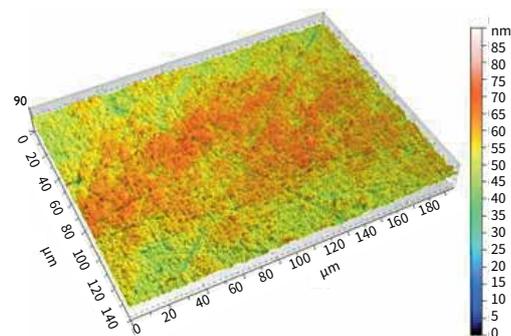


高さの偏差を,試料からの反射光とリファレンスからの反射光が相互作用する際に形成される干渉パターンを利用して測定します。

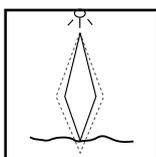
空間分解能は1μmまで,高さ方向ではサブナノまでのパターンを検出できます。振動の影響を受け易いため,この装置は実験室向きですが,

インラインでの測定に使用できる新しい装置も登場しています。

典型的な出力は,3Dマッピングと表面パラメータです。例えばSaとStは,粗さパラメータのRaとRtにそれぞれ対応します。その他に,面積や体積に関するパラメータも利用できます。

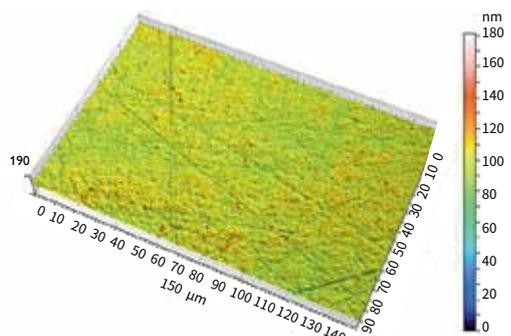


共焦点顕微鏡



さまざまな高さで測定・記録した画像を積み重ねて3Dマッピングを構築します。焦点が合っていないポイントは除外されます。

典型的な出力は,3Dマッピングと表面パラメータです。例えばSaとStは,粗さパラメータのRaとRtにそれぞれ対応します。その他に,面積や体積に関するパラメータも利用できます。



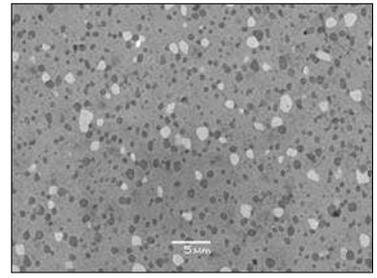
SEM/EDS



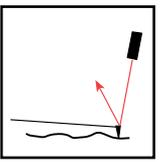
集束させた電子ビームで表面を走査します。高エネルギー電子は、表面から数nmから数 μm の範囲の原子に作用し、拡散が起こります。初期の電子はエネルギーを失ったり、方向を変えたりします。

放出された電子は、各種検出器で収集されます。X線分光器の一種であるEDSは、元素分析が可能です。

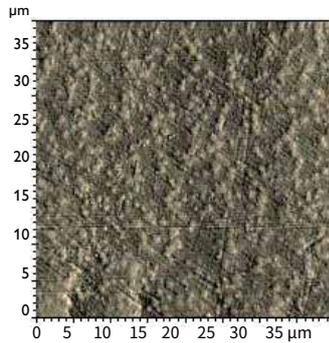
典型的な出力は、散乱電子に基づく濃淡による形態・形状表示、後方散乱電子に基づく化学組成の濃淡表示、X線に基づく相組成の情報です。



原子間力顕微鏡



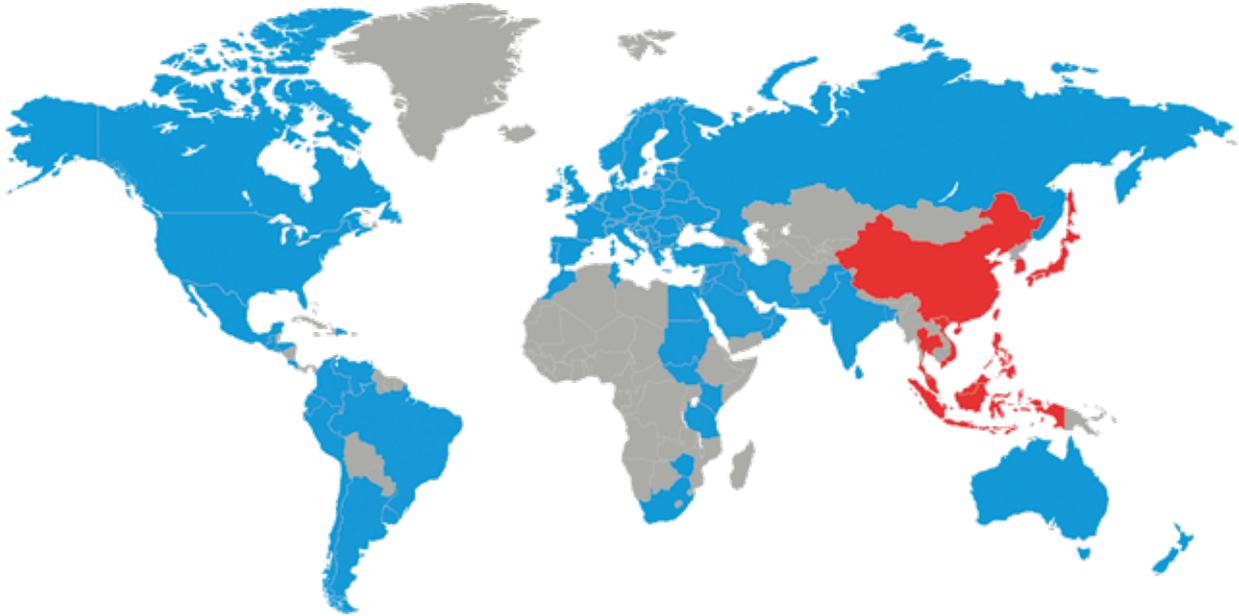
完結に説明すると、表面に殆ど触れない極めて微細なプローブを使用する小型の表面粗さ・形状測定機で、原子レベルに近い3D解像度が得られます。典型的な出力は3Dマッピングと表面パラメータです。



測定装置の種類と一般的な仕様

一般仕様/装置	光学顕微鏡	表面粗さ計	干渉計	共焦点式	SEM/EDS	原子間力顕微鏡	光沢計
解像度 (m)	xy: 10^{-7} z: 10^{-6}	xy: $10^{-6} - 10^{-4}$ z: 10^{-9}	xy: 10^{-6} z: 10^{-10}	xy: 10^{-4} z: 10^{-7}	xy: 10^{-9} z: 10^{-9}	xy: 10^{-10} z: 10^{-12}	-
測定領域	μm -mm	μm -cm	μm	μm -mm	μm -mm	μm	μm -mm
高さ情報	なし	なし	あり	あり	なし	あり	可能
2D/3D	2D	2D	3D	3D	2D/3D	3D	-
組成分析		不可	不可	不可	可能	不可	不可
操作性	良い	良い	普通	普通	悪い	悪い	良い
測定時間	-	長い	短い	中程度	長い	長い	短い
試料サイズ	装置に依存	制限なし	装置に依存, 通常2~10Kgまで	装置に依存, 通常2~10Kgまで	mm-cm	装置に依存	制限なし
その他	表面確認の標準的な方法	表面に傷を付ける, 触針子が壊れやすい	振動に敏感	焦点深度が深い, 歪みの問題への対応	真空中で作業。導電性の固体試料が必要	ノイズの影響を受け易い, 触針子が壊れやすい	平均粗さの情報のみ得られる

表7 この表は測定装置を検討する際のガイドラインです。



鋼材選びは非常に重要です。ASSABの販売・技術スタッフは、お客さまが用途に応じた最適な鋼材を選択し、適切な処理を行うサポートができるように努めております。

ASSABは高品質の鋼材を販売するだけでなく、最先端の機械加工、熱処理および表面処理サービスを短納期で提供することで、鋼材の特性を、お客様の要求に見合うように高めることに努めています。ワンストップ・ソリューションという包括的アプローチを用いることにより、他の工具鋼販売会社とは一線を画しています。

ASSABとUddeholmは五大陸全てに存在しています。これは世界中どこでも高品質な工具鋼が入手でき、関連したサービスが受けられることを意味すると同時に、私たちの工具鋼のリーディングサプライヤーとしての立場を揺るぎないものとしています。

詳しくは下記のサイトを参照して下さい。

www.assab.com

