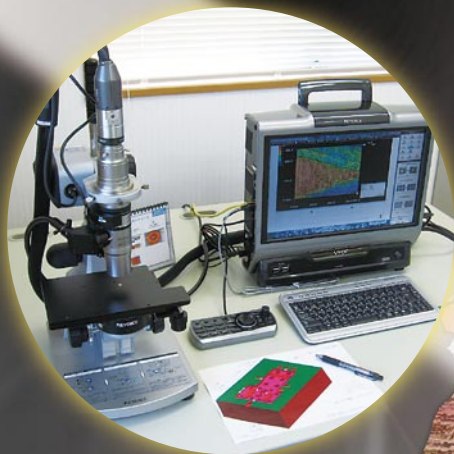
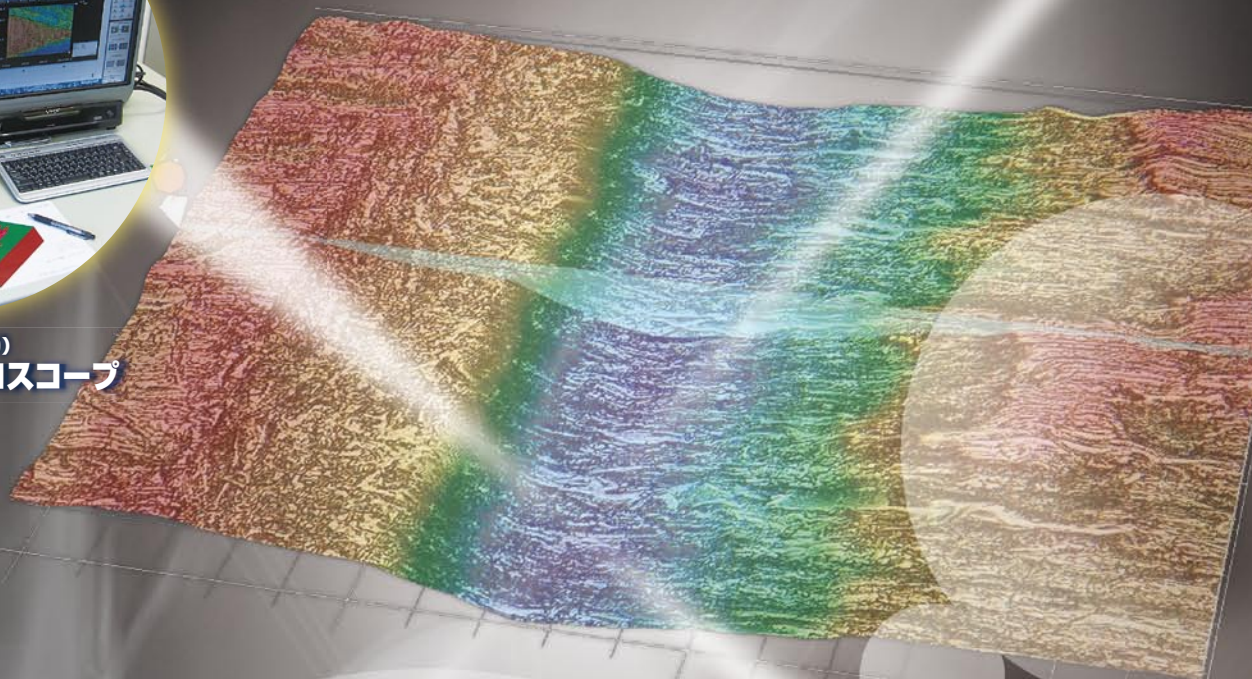




KEYENCE (VHX-1000)
デジタル・マイクロスコープ



材質による磨耗の検証

高精度・高寿命金型



MINAMIDE MOLD CO.,LTD.
MINAMIDE MOLD CO.,LTD.

金属と樹脂の一体成形金型の高硬度・高精度化への試作検証

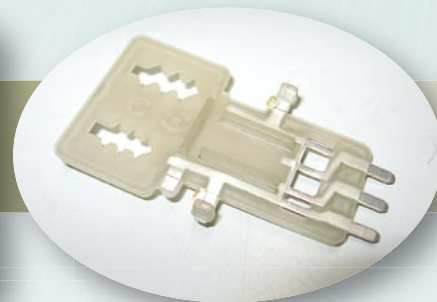
本検証では、金属インサートと樹脂の一体成形金型に於いてガラス繊維等の含有により、型の磨耗が激しく、高硬度な鋼材の金型が必要である。それには高硬度な鋼材の高速切削加工技術、精密放電加工技術の確立が必要となる。耐磨耗、耐久性等が向上した金型の製造を行うことによって、複雑な金属インサート及び複数の一体成形が可能となる。工程削減からコスト削減を目指し、試作を行い、検証した結果を以下に示すものである。

**摩耗検証
PL部**

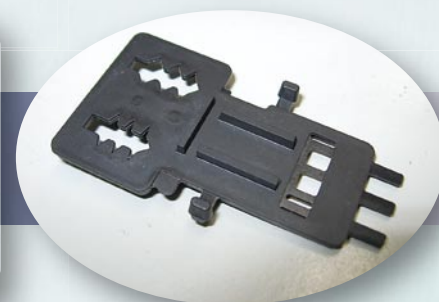
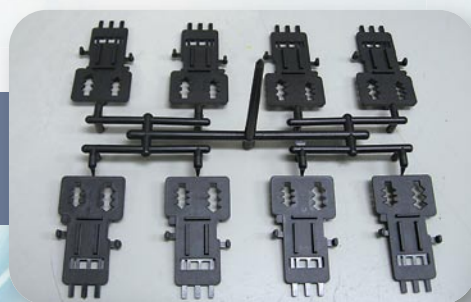
**摩耗検証
エッジ部**

**凹み検証
インサート部**

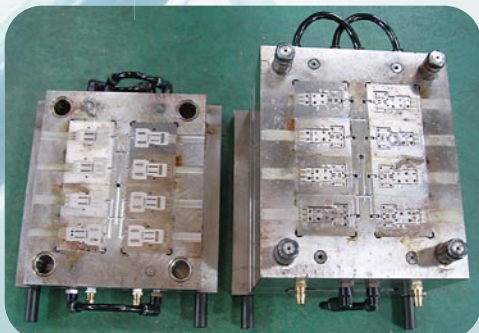
成形材料
PP G30%



成形材料
PBT G25%



ガス焼けによる金型の腐食（55000 ショット後）



ガス焼けによる入子の腐食（55000 ショット後）



耐腐食について

反ゲート側にエアイベントを設定しているが、金型中央付近にも、ガス焼けが見られる。エアイベントは、極力全周に近い形状で設定すべきと考えられる。上記写真の様にガスによる腐食が発生し、エアイベントの重要性は高いと思われる。したがって高寿命にも影響を及ぼす結果となります。

Material STAVAX-H(HRC32)

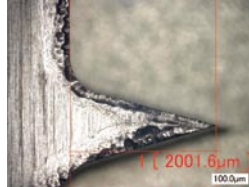
磨耗
検証結果
エッジ部

×100倍 (検証前)



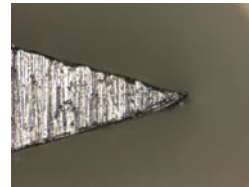
2009.6μmm

×100倍 (55000ショット後)



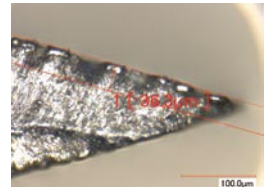
2001.6μmm

×1000倍 (検証前)



(EDM仕上)

×1000倍 (55000ショット後)



(摩耗範囲) 36.3μmm

☆磨耗検証結果(エッジ部)

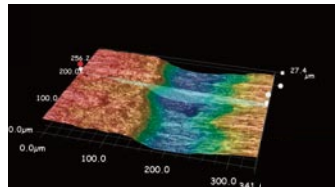
切削加工、放電加工共、問題がなく弊社では耐腐食性を重視する箇所として使用している。
しかし、耐磨耗度については、上記の様に、36.3μmmと磨耗範囲が大きい。したがって熱処理をしないと硬度不足と思われる。

磨耗
検証結果
PL部

PL部(×10倍)



PL面磨耗深さmax 25.1μmm



☆磨耗検証結果(PL部)

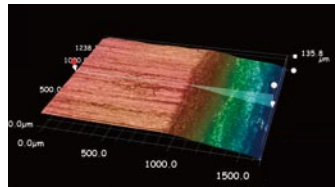
ゲート近くのPL面の検証であり、樹脂の流動、成形圧の影響を受けやすい箇所ではあるが、25.1μmmも磨耗し、耐摩耗には適さない。

磨耗
検証結果
インサート部

インサート部(×50倍)



インサート部(凹量)max 118.4μmm



☆金属インサート挟み込みによる凹量

インサート挿入部の50倍写真のように、挟み込みには硬度的に耐えられない。
凹み量が118.4μmmと大きく、インサート成型型として、生産性、高品質を成しえておらず、高耐久な金型には、不向きであり、熱処理&表面処理等が必要になる。

Material NAK80(HRC40)

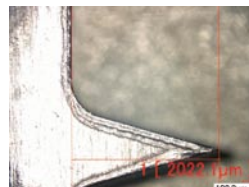
磨耗
検証結果
エッジ部

×100倍 (検証前)



2040.5μmm

×100倍 (55000ショット後)



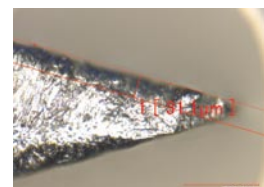
2022.1μmm

×1000倍 (検証前)



(EDM仕上)

×1000倍 (55000ショット後)



(摩耗範囲) 31.1μmm

☆磨耗検証結果(エッジ部)

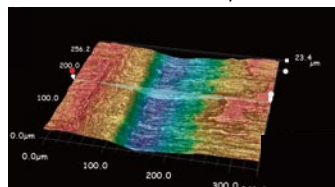
切削加工性は良好であり、放電加工肌も美しく梨地シボ代用が可能である。
耐久性(磨耗度)については、上記の様に、エッジ部長さで、18.4μmmも磨耗している。
又摩耗範囲が31.1μmm幅と激しい。

磨耗
検証結果
PL部

PL部(×10倍)



PL面磨耗深さmax 22.5μmm



☆磨耗検証結果(PL部)

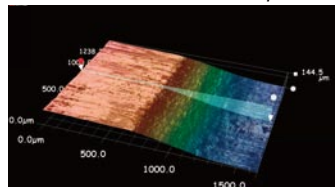
ゲート近くのPL面の検証であり、樹脂の流動、成形圧の影響を受けやすい箇所ではあるが、22.5μmmも磨耗し、耐摩耗には適さない。
窒化等、表面処理を施す事により耐摩耗性が向上する。

磨耗
検証結果
インサート部

インサート部(×50倍)



インサート部(凹量)max 128.0μmm



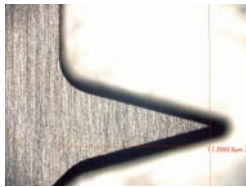
☆金属インサート挟み込みによる凹量

インサート挿入部の50倍写真のように、挟み込みには硬度的に耐えられない。
凹み量が128.0μmmと大きく、インサート成型型として、生産性、高品質を成しえておらず、高耐久な金型には、不向きであると思われる。

Material STAVAX(HRC52)

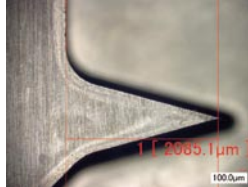
磨耗
検証結果
エッジ部

×100倍 (検証前)



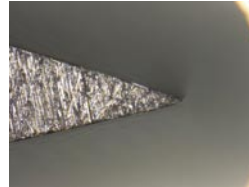
2092.6μmm

×100倍 (55000ショット後)



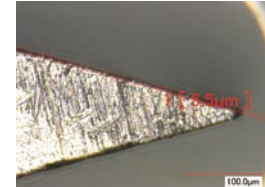
2085.1μmm

×1000倍 (検証前)



(MC仕上)

×1000倍 (55000ショット後)



(摩耗範囲) 5.5μmm

☆磨耗検証結果(エッジ部)

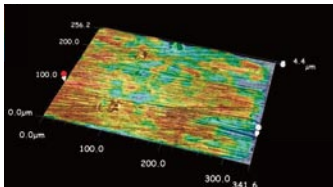
STAVAX-Hに焼き入れ焼き戻しを施した状態であり、切削加工性、放電加工性共、問題ない。
弊社でも一番多く使用される鋼材である。耐腐食性は最適であり、エッジ部の摩耗度も5.5μmmと少なく55000ショット程度では、問題ないが高耐久としては、限界と思われる。

磨耗
検証結果
PL部

PL部(×10倍)



PL面磨耗深さmax 4.7μmm



☆磨耗検証結果(PL部)

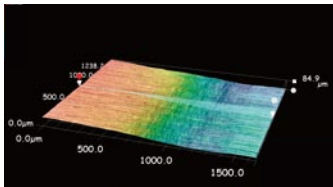
ゲート近くのPL面の検証であり、樹脂の流動、成形圧の影響を受けやすい箇所ではあるが、摩耗部が4.7μmmあり、ガラスを多く含む樹脂に対して少し物足りなさを感じる。

磨耗
検証結果
インサート部

インサート部(×50倍)



インサート部(凹量)max 61.6μmm



☆金属インサート挟み込みによる凹量

インサート挿入部の50倍写真のように、挟み込みでは凹み量が61.6μmmあり、焼き入れ鋼であっても、金属の挟み込みには、耐えられない。
表面処理を施せば、耐摩耗に対しては対応可能だが、挟み込みに対する凹量はこの硬度では、物足りなさを感じる。

Material SKD-11(HRC60)

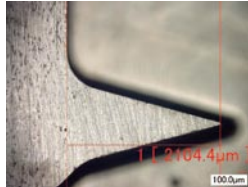
磨耗
検証結果
エッジ部

×100倍 (検証前)



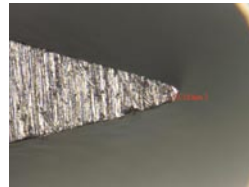
2111.4μmm

×100倍 (55000ショット後)



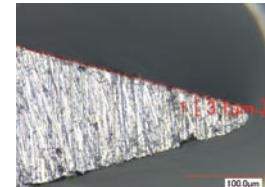
2104.4μmm

×1000倍 (検証前)



(MC仕上)

×1000倍 (55000ショット後)



(摩耗範囲) 3.1μmm

☆磨耗検証結果(エッジ部)

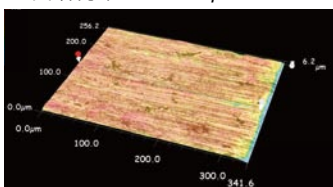
一般的に多く使用される焼き入れ鋼であり、硬度が高い為、加工工具(エンドミルetc)の磨耗が激しく、加工時間が長くなる。放電加工性としては、良好である。
エッジ部の摩耗度も3.1μmmと少なく、55000ショット程度では、問題なしと思われる。

磨耗
検証結果
PL部

PL部(×10倍)



PL面磨耗深さmax 3.8μmm



☆磨耗検証結果(PL部)

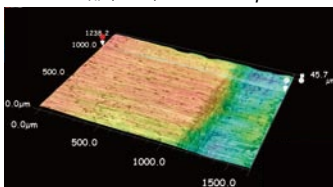
ゲート近くのPL面の検証であり、樹脂の流動、成形圧の影響を受けやすい箇所ではあるが3.8μmmの磨耗である。
ガラスを多く含む樹脂に対しては、適応可能と思われる。

磨耗
検証結果
インサート部

インサート部(×50倍)



インサート部(凹量)max 36.0μmm



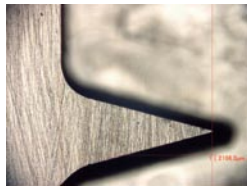
☆金属インサート挟み込みによる凹量

インサート挿入部の50倍写真のように、挟み込みでは凹み量が36.0μmmあり、焼き入れ鋼であっても、金属の挟み込みには、耐えられない。
磨耗に対しては、対応可能だが、金属の挟み込みにはこの硬度でも耐えられない。

Material ASP23(HRC62)

磨耗
検証結果
エッジ部

×100倍 (検証前)



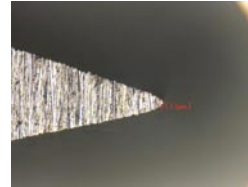
2106.0μmm

×100倍 (55000ショット後)



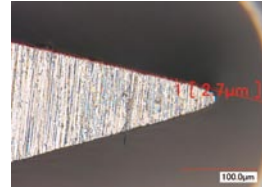
2100.1μmm

×1000倍 (検証前)



(MC仕上)

×1000倍 (55000ショット後)



(摩耗範囲) 2.7μmm

☆磨耗検証結果(エッジ部)

SKD11より靱性・耐摩耗性が優れている焼き入れ鋼である。硬度が高い為、加工工具(エンドミルetc)の磨耗が激しく、加工時間が長くなる。放電加工性としては、良好である。

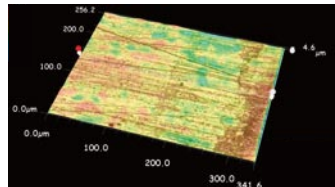
エッジ部の摩耗度が2.7μmmと少なく仕上がり状態も良好である。

磨耗
検証結果
PL部

PL部(×10倍)



PL面磨耗深さmax 2.7μmm



☆磨耗検証結果(PL部)

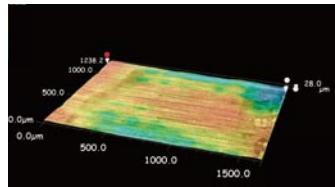
ゲート近くのPL面の検証であり、樹脂の流動、成形圧の影響を受けやすい箇所ではあるが2.7μmmの磨耗である。又、大きな摩耗も見られない。ガラスを多く含む樹脂に対しては、対応可能と思われる。

磨耗
検証結果
インサート部

インサート部(×50倍)



インサート部(凹量)max 26.9μmm



☆金属インサート挟み込みによる凹量

インサート挿入部の50倍写真のように、挟み込みでは凹み量が26.9μmmあり、焼き入れ鋼であっても、金属の挟み込みには、耐えきれず凹みが発生している。

Material HAP40(HRC63)

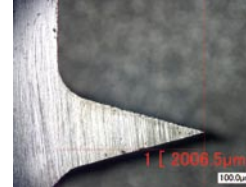
磨耗
検証結果
エッジ部

×100倍 (検証前)



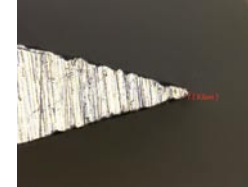
2029.3μmm

×100倍 (55000ショット後)



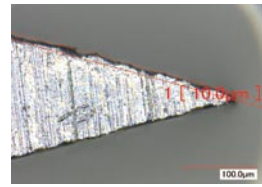
2006.5μmm

×1000倍 (検証前)



(EDM仕上)

×1000倍 (55000ショット後)



(摩耗範囲) 10.0μmm

☆磨耗検証結果(エッジ部)

耐摩耗性に優れている焼き入れ鋼である。加工方法は放電加工であるが、面粗度が不均一で仕上工程に時間がかかる。ASPと同様に硬度が高いが、切削加工の方が望ましいと考えられる。

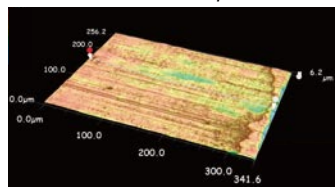
エッジ部の摩耗度が22.8μmmあるのは、硬度が高くても脆い証拠である。

磨耗
検証結果
PL部

PL部(×10倍)



PL面磨耗深さmax 2.4μmm



☆磨耗検証結果(PL部)

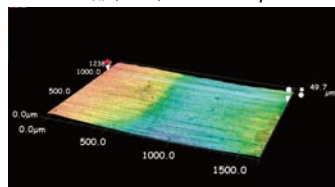
ゲート近くのPL面の検証であり、樹脂の流動、成形圧の影響を受けやすい箇所であるが2.4μmmの磨耗である。硬さ重視により靱性の不足が懸念される。ガラスを多く含む樹脂に対しては、少し物足りなさを感じる。(放電加工については、シボ加工を想定したものである。)

磨耗
検証結果
インサート部

インサート部(×50倍)



インサート部(凹量)max 26.0μmm



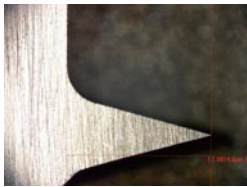
☆金属インサート挟み込みによる凹量

インサート挿入部の50倍写真のように、挟み込みでは凹量が26.0μmmであり、焼き入れ鋼であっても、金属の挟み込みには、耐えきれず凹みが発生している。

Material ASP60 (HRC65)

磨耗
検証結果
エッジ部

×100倍 (検証前)



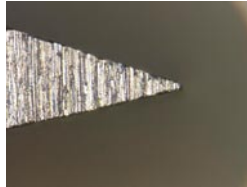
2014.3μmm

×100倍 (55000ショット後)



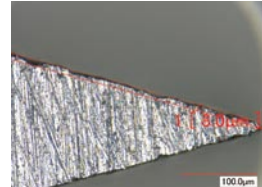
2009.7μmm

×1000倍 (検証前)



(EDM仕上)

×1000倍 (55000ショット後)



(磨耗範囲) 8.0μmm

☆磨耗検証結果(エッジ部)

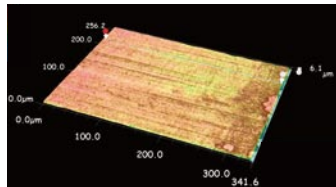
ASP23より高硬度・高耐摩耗性が増すが、靱性が劣る焼き入れ鋼である。放電加工面粗さは少ないが、8.0μmmの磨耗が見られた。やはり放電加工面粗さから進行する摩耗と推測されるが、放電加工面粗さと加工時間は反比例するので、課題が残る。(切削加工も可能である。)

磨耗
検証結果
PL部

PL部(×10倍)



PL面磨耗深さmax 2.4μmm



☆磨耗検証結果(PL部)

ゲート近くのPL面の検証であり、樹脂の流動、成形圧の影響を受けやすい箇所ではあるが、3.3μmmの磨耗で、耐摩耗としては硬度が高い分問題ない。ガラスを多く含む樹脂に対しても、効果があると考えられる。

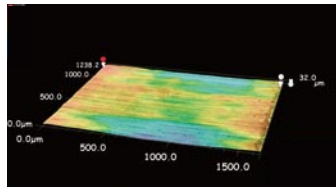
(放電加工はシボ面を想定した加工である)

磨耗
検証結果
インサート部

インサート部(×50倍)



インサート部(凹量)max 27.0μmm



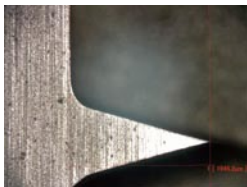
☆金属インサート挟み込みによる凹量

インサート挿入部の50倍写真のように、挟み込みでは凹み量が27.0μmmあり、硬度が高くても、金属の挟み込みには、耐えられない。インサート成型型材としては、優れていると思われるが、高硬度加工の加工時間短縮がこれからの課題である。

Material 超鋼 (RG5) (HRA88.5)

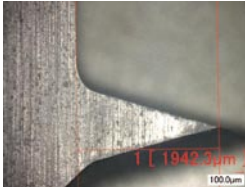
磨耗
検証結果
エッジ部

×100倍 (検証前)



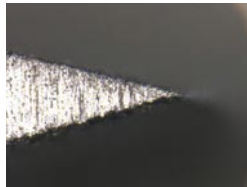
1945.2μmm

×100倍 (55000ショット後)



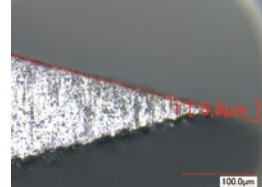
1942.3μmm

×1000倍 (検証前)



(EDM仕上)

×1000倍 (55000ショット後)



(磨耗範囲) 3.3μmm

☆磨耗検証結果(エッジ部)

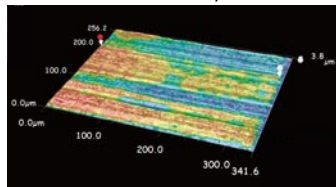
高耐摩耗性・高品質をなし得る金型材料ではあるが、加工に制約があり、加工時間に課題が残る。耐摩耗としては、申し分無い結果である。理想の材料であるが、硬度が高すぎる為、成形時の負荷により割れの危険性が伴う為、部分パーツとしての使用が最適と思われる。

磨耗
検証結果
PL部

PL部(×10倍)



PL面磨耗深さmax 1.7μmm



☆磨耗検証結果(PL部)

摩耗もほとんど見られず、仕上がり面も非常に良好である。又、コーティングを施せば摩耗が更に軽減される事となる。

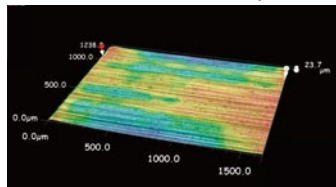
摩耗に対しては申し分無い材質である。

磨耗
検証結果
インサート部

インサート部(×50倍)



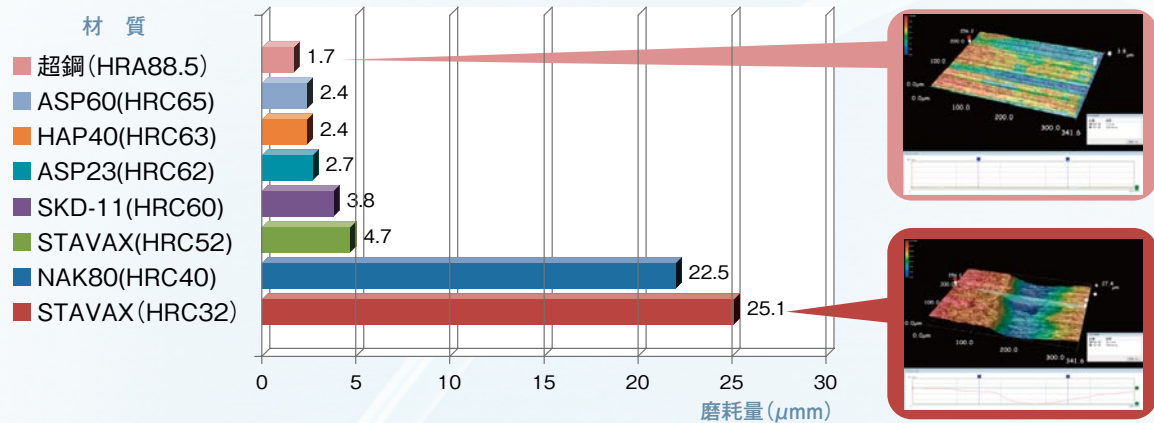
インサート部(凹量)max 10.9μmm



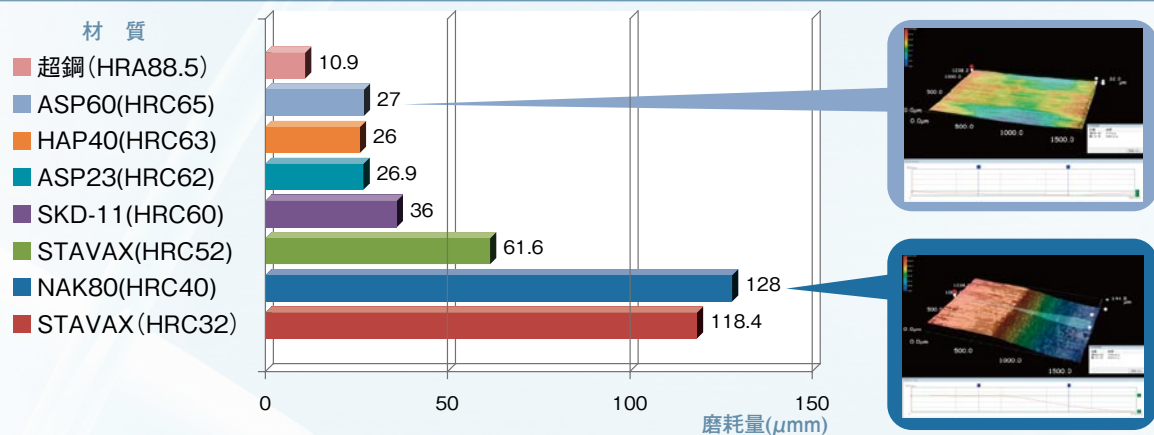
☆金属インサート挟み込みによる凹量

凹量は最小であるが、金属インサート挟み込みによる材料への負荷は大きく、硬さゆえの、割れ、カケ等の恐れがある。凹量は最小とはいえ、成形材料であるプラスチックを挟み込んで凹んでしまう。逃げ道の無い箇所での挟み込みは、硬度が高い材質でも極力避けるべきであると判断します。

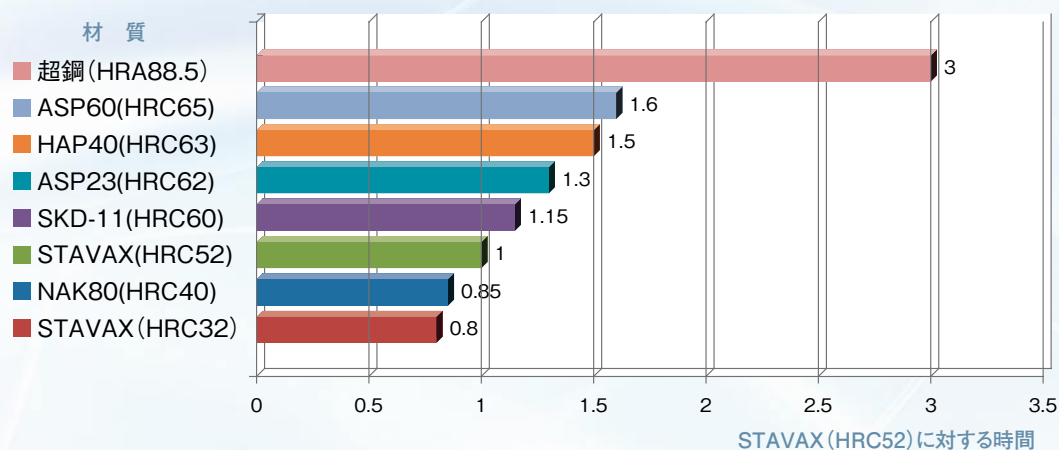
各材質(硬度)による磨耗量



各材質(硬度)による凹み量(インサートの挟み込み)



各材質(硬度)による加工時間



総合評価

成形に付いては磨耗度を重点に於いた条件であり、金型には過大な負荷を掛けた状態である。
一般金型製作及び成形に関しては、ガラス繊維等の含有量による影響を考慮に入れた型材質の選定をし、又製品設計等に付いても考慮の必要があると思われます。8種類の鋼材による検証の結果、高速切削加工に付いてHRC65位までの加工は可能です。尚、種類によっては放電加工等との併用で問題は無いが、生産数量、金型加工コスト面からも検討の必要があります。超鋼については、加工が困難であり、製造コストUPが難点ではあるが、部分的な使用については、十分可能であり、価値のある鋼材であると思われます。(右記写真参照) 金属及び樹脂の挟み込みによる凹みはどの材質にも見られるが射出圧による型締め圧力等の関係も大いに影響している。従って耐圧面に異物等の挟み込みは避けるべきと判断する。

硬度(HRA88.5)を誇る超鋼であっても、樹脂片を挟み込んだだけでも、へこんでしまう。





会社概要

商号	有限会社 南出モールド
資本金	500万円
代表	南出 収
所在地	三重県度会郡玉城町勝田上ノ山 3591-89
設立	平成2年1月1日 南出モールド設立
法人化	平成11年9月1日 有限会社 南出モールドへ法人化
人員	6名
事業内容	プラスチック成形金型・設計・製作・モデリング及びCAD,CAMデータ作成
品種	プラスチックに関するあらゆる成形金型
協力工場	8社(金型製造業)
取引銀行	中京銀行 伊勢西支店 百五銀行 田丸支店

※平成21年度ものづくり中小企業製品開発等支援補助金(試作開発等支援事業)



有限会社 南出モールド

〒519-0433 三重県度会郡玉城町勝田上ノ山 3591-89 TEL 0596-58-6344 FAX 0596-58-7440
E-mail : mnmdmold@amigo2.ne.jp URL : <http://www.minamide-mold.com>