

(成果情報名) リンク式能動的牽引力発生膝装具の開発							
(要約) (株)佐喜眞義肢の考案した新しい膝関節装具の構造について機構解析を実施し、膝中心と装具の位置関係によって定まる牽引力の挙動を明らかにした。解析の結果、膝の伸展時に牽引力が生じる新しい関節装具を実現することができた。							
(担当機関) 工業技術センター 機械・金属班					連絡先	098-929-0280	
部会	生産技術	専門	機械電子	対象	医療用機器	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

(株)佐喜眞義肢の考案した新しい膝関節装具は、膝の伸展時に垂直方向に牽引力が発生するので、膝に掛かる負荷（体重）を軽減して大きな除痛作用を発揮する可能性がある。

従来の関節装具は膝の固定を主な目的としているため、装具を装着したままで日常生活を平常通り続けることは難しいが、牽引力が発生する装具を装着すれば関節部の炎症を悪化させることなく日常生活を継続することができる。

本研究では牽引力が発生する装具について、その有効性および安全性を機構解析により検証する。

[成果の内容・特徴]

機構解析を行うことで牽引力が発生する装具の以下の特徴を明らかにした。

1. 側面から見たときの膝の広がり角度が初期位置から広がるに従い、牽引力も大きくなる。
2. 膝の広がり角度が初期位置から小さくなると、膝を圧縮する力が生じてしまう。
3. 膝中心から装具までの距離が大きいほど牽引力、圧縮力ともに増加する。

[成果の活用面・留意点]

1. 製品開発の構想段階で機構解析を実施することで、試作後の修正作業が少なくなり、開発期間の短縮、機能の高度化が可能となる。
2. 単純な形状の組み合わせによる機構解析だけでなく、人体モデルなど複雑な形状であっても3Dデータがあれば機構解析に組み込むことが可能である。

[残された問題点]

関節装具を装着する際に用いるベルト等の締め付け状態を機構解析に反映させる手法（バネ要素などで装具と人体を接続し、締め付け状態の差を解析に反映させる）

[具体的データ]

従来の膝関節装具を図1、牽引力が発生する新しい機構の膝関節装具を図2に示す。また、機構解析で明らかになった牽引力の変化について図3に示す。



図1. 従来の膝装具



図2. 牽引力が発生する機構

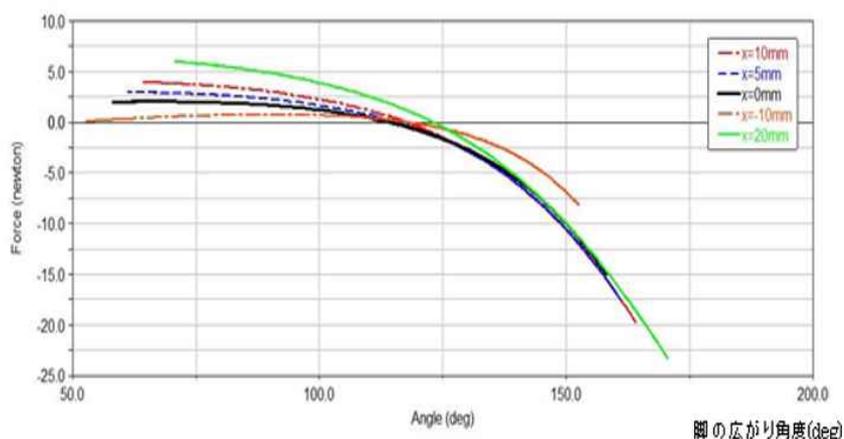
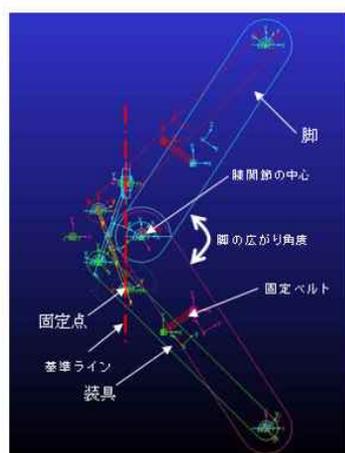


図. 膝中心に作用する力の変化

- 初期位置から脚が開くにつれて牽引力が大きくなる。
- 逆に広がり角度が小さくなると膝を圧縮する力が生じる。
- 膝中心から装具までの距離が大きいほど、牽引力、圧縮力ともに大きくなる。

図3. 膝中心に作用する力の変化（機構解析結果）

[研究情報]

課題 ID : 2014 技 005

研究課題名 : リンク式能動的牽引力発生膝装具の開発

予算区分 : 受託

研究期間（事業全体の期間） : 2014 年度

研究担当者 : 泉川達哉

発表論文等 : 特になし

(成果情報名) 壺屋焼の釉薬に関する研究							
(要約) 現在、県内の陶器製造業者が使用している釉薬原料の特性を明らかにし、これらの原料による透明釉や鉄釉、銅釉など代表的な釉薬の釉調合法について検討した。また、調製工程が煩雑な‘シルグスイのもと’、‘オーグスヤーのもと’を用いない透明釉、銅青磁釉について原料の選択や釉調合法について検討した結果、釉性状が良好で使用可能な配合例が得られた。							
(担当機関) 工業技術センター 環境・資源班					連絡先	098-929-0111	
部会	生産技術	専門	セラミックス	対象	陶器	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

陶磁器の釉薬は長石質原料－媒溶原料－粘土質原料の組み合わせによる基礎釉やこれらに着色剤を添加して色釉とするのが基本である。主原料である喜瀬粘土（ナグー）の枯渇化により粘土質原料が安富祖粘土（アフスー）へと替わったため、県内の陶器製造業者は対応に苦慮している。本研究では、安富祖粘土をはじめ、現在使用されている釉原料の特性を明らかにし、これらの原料による透明釉や鉄釉、銅釉など代表的な釉薬の釉調合法について検討した。

また、壺屋焼で用いられている伝統的な釉薬にはシルグスイ（透明釉）やオーグスヤー（銅青磁釉）がある。その伝統的な調合法では、前者がモミ殻と消石灰を混焼した‘シルグスイのもと’、後者がモミ灰と真鍮屑を混合・仮焼した‘オーグスヤーのもと’を原料の一つとして用いている。これらの調製法は壺屋焼を特徴づける技法の一つであるが、一方で調製の際の煙・臭い対策や混焼する場所の確保、調製された“もと”の品質の安定性などの課題もある。そこで、本研究では、“もと”を用いない透明釉、銅青磁釉について原料の選択や釉調合法について検討した。

[成果の内容・特徴]

1. 壺屋焼の伝統的な調合法を参考に、系統的な釉調合試験（代表例、図1）を行ったところ、釉性状が良好で使用可能な釉薬（透明釉、乳白釉、微黄色釉、飴釉、黒飴釉、黒釉、伊羅保釉、銅青磁釉、緑釉）の配合割合を得ることができた。
2. 伝統的な“もと”を用いない透明釉、銅青磁釉について釉調合試験（代表例、図2）を行ったところ、良好で使用可能な透明釉、銅青磁釉の配合割合を得ることができた。

[成果の活用面・留意点]

研究で得られた釉調合などの試験結果は、刊行物や講習会等での情報発信、釉薬データベースの拡充による技術相談対応力の向上により、壺屋組合の組合員だけではなく他の陶器製造業者に広く普及、利用することが可能であり、業界全体における釉調合技術の向上、生産性及び品質の向上、地域資源の有効活用等の効果が期待できる。

[残された問題点]

現在使用されている釉原料の一部も枯渇化により確保が難しい状況にあるため、継続的な原料調査や代替原料による釉調合法の検討に取り組む必要がある。

[具体的データ]

小型のテストピースを用いて行った釉調合試験結果の一部を下記に示す。

A: 具志頭白土
B: シルグスイのもと
C: 白化粧土

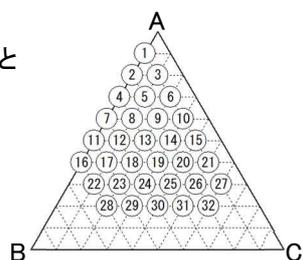


図1-1 釉調合試験の配合範囲

(透明釉)

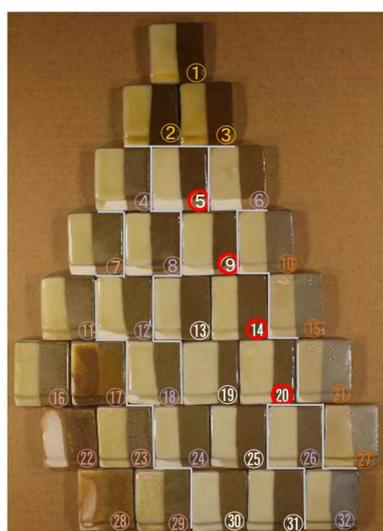


図1-2 釉調合試験の結果

(透明釉)

A: 具志頭白土
B: 土灰
C: 白化粧土(6)
伊豆味珪石(4)

添加剤
亜鉛華 2%
酸化銅 3%

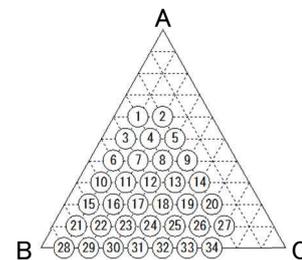


図2-1 釉調合試験の配合範囲

(伝統的な“もと”を用いない銅青磁釉)

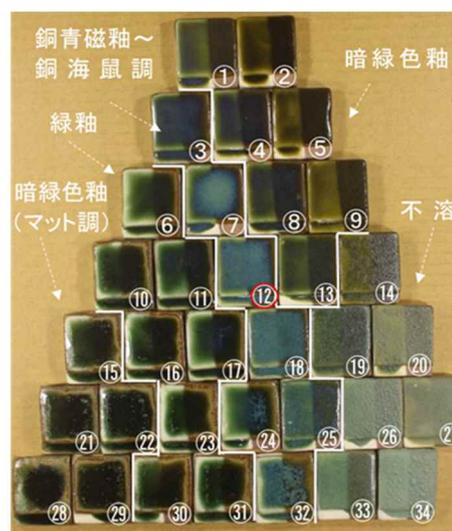


図2-2 釉調合試験の結果

(伝統的な“もと”を用いない銅青磁釉)

[研究情報]

課題 ID : 2018 技 007

研究課題名 : 壺屋焼の釉薬に関する研究

予算区分 : 県単

研究期間 (事業全体の期間) : 2018 ~ 2019 年度

研究担当者 : 与座範弘、赤嶺公一、花城可英

発表論文等 : 1) 与座範弘ら (2018) 沖縄県工技セ研報、21 号 : 16-25

2) 与座範弘ら (2019) 沖縄県工技セ研報、22 号 : 34-40

(成果情報名) 複数種のプレス加工を実現する単発型プレス成形用金型の開発							
(要約) 塗料缶の蓋についてブランク材からの切断、 <u>プレス成形</u> 、 <u>カール成形</u> の3つの行程を1つの型で行えるような <u>単発型プレス成形金型</u> を設計する際に必要な成形時の金型保持力やしわ押さえ力を導出するとともに、その値を加味した金型を試作し実際にプレス成形が可能であることを確認した。							
(担当機関) 工業技術センター 機械・金属班					連絡先	098-929-0111	
部会	生産技術	専門	金属加工	対象	金属加工業	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

深絞りや山形状や谷形状を含むプレス成形や縁を丸く加工するカール加工などは、県内での実績が少なく、加工そのものの委託や、パーツ自体を購入するなど県外メーカーに頼っているのが現状である。一方、打ち抜きや曲げ、カール加工などの複数の加工を連続的に行う場合は、順送やトランスファーなどの手法が用いられるが、複雑な金型が必要であり、一般に高額となる。

本研究では、塗料缶の蓋についてブランク材からの切断、プレス成形、カール成形の3つの工程を1つの型で行えるような単発型プレス成形用金型について、設計手法ならびに試作した金型による実証試験を行った。

[成果の内容・特徴]

1. プレス成形時の保持力（パンチ荷重）の推定については、一般式（表1）に形状に応じた再絞り時の絞り応力を加味した加算項を加えることで、実際の値に近づけることが可能であった。
2. 考案した単発型プレス成形金型によって、ブランク材の切断から成形、カール加工まで行えたことから、同機構の有効性が示された。

[成果の活用面・留意点]

1. プレス成形において金型のパンチ荷重推定に有効であるが、凹凸形状がさらに増えた場合には、さらなる検証が必要である。
2. 本金型の機構は、塗料缶の底板などの金型にも応用が可能である。

[残された問題点]

複数個の金型で行う加工工程を一つの金型に組み込むことで、結果的に構造が複雑となったことから、耐久性について継続して検証する必要がある。

[具体的データ]

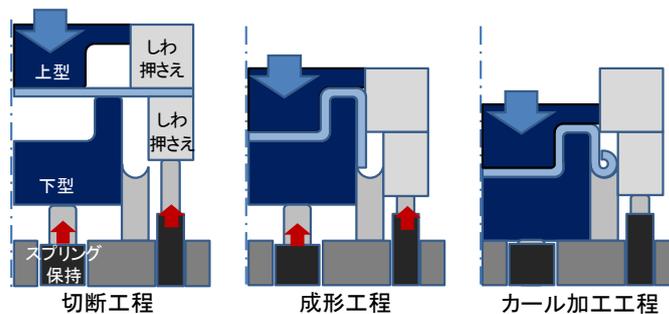


図1 単発型プレス金型によるペイント缶用蓋の成形機構

表 1 再絞りを考慮したパンチ荷重の推定値

	ブランク半径 [mm]	絞り半径 [mm]	ダイ肩半径 [mm]	パンチ荷重 [kN]	しわ押さえ力 [kN]
$r_0 \rightarrow r_1$	95	76.5	0.5	31.6	23.1
$r_1 \rightarrow r_2$	76.5	71.5	0.5	19.8	—
合計				51.4	

パンチ荷重 (P)

$$P = 2\pi r_2 t_0 \sigma'_{\phi_2}$$

$$= 2\pi r_2 t_0 \cdot e^{\mu\phi} \left\{ \sigma_Y \cdot \ln \left(\frac{r_0}{r_2+r} \right) + (1 + e^{\mu\phi}) \cdot \sigma_Y + \sigma_Y \cdot \ln \left(\frac{r_2+r}{r_2 - \frac{t_0}{2}} \right) \right\} \dots (1)$$

しわ押さえ力 (F_H)

$$F_H = \frac{\pi}{4} [D^2 - (d+r)^2] p_H = \frac{\pi}{4} [D^2 - (d+r)^2] \frac{\sigma_Y + \sigma_T}{200} \dots (2)$$

$$P = P_1 + P_2$$

$$= (2\pi r_2 t_0 \sigma'_{\phi_2})_1 + (2\pi r_2 t_0 \sigma'_{\phi_2})_2 \dots (3)$$

P: パンチ荷重
 P1: 初期ブランク径からのパンチ荷重 ($D_0 \rightarrow D_1$)
 P2: 再絞り時のパンチ荷重 ($D_1 \rightarrow D_2$)
 r2: 絞り半径 t0: 板厚 σ'_{ϕ_2} : 絞り応力

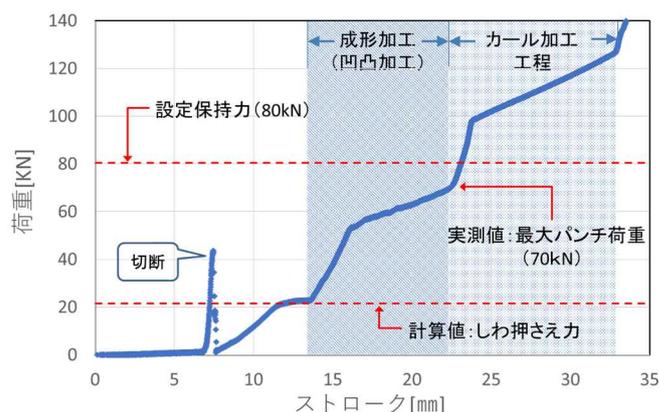
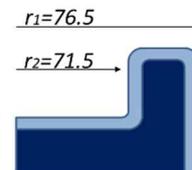


図 2 荷重とストロークの関係



図 3 試作したペイント缶蓋用単発型プレス金型

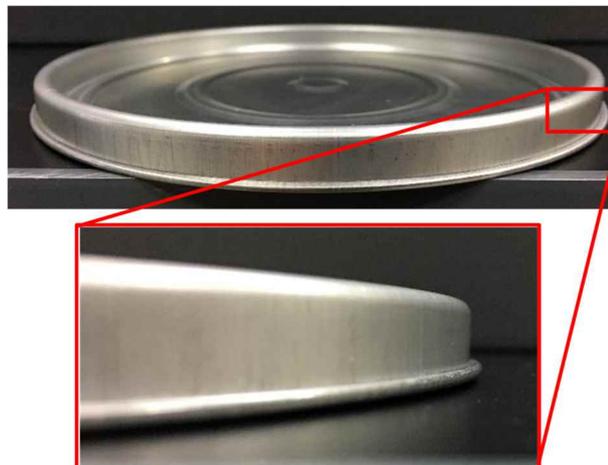


図 4 プレス成形品(カール加工部)

[研究情報]

課題 ID : 2018 技 012

研究課題名 : 複数種のプレス加工を実現する単発型プレス成形用金型の開発

予算区分 : 工業研究費 (受託)

研究期間 (事業全体の期間) : 2018 年度 ~ 2019 年度

研究担当者 : 棚原靖、照屋駿、山内章広

発表論文等 : 特になし

(成果情報名) 廃車由来ガラスリサイクルの活用先調査及び試験							
(要約) 拓南商事(株)で処理している廃車由来ガラス(サイドガラス)の活用先として赤瓦、花鉢、釉薬等への利用を目指した。その結果、ガラスを配合した赤瓦テストピースは曲げ強度向上や白華(可溶性塩がアクとなり瓦製品表面に白く沈着する欠点)を抑制する傾向が認められた。また、花鉢、釉薬等へ利用することが可能であることがわかった。							
(担当機関) 工業技術センター 環境・資源班					連絡先	098-929-0111	
部会	生産技術	専門	セラミックス	対象	ガラス	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

拓南商事(株)で処理している使用済自動車由来のガラスはフロントガラス、リアガラス、サイドガラスの3種類に分類される。拓南商事は使用済自動車を月間約 2,400 台程度受入しており、ガラスの発生量は3種類合わせて1台あたりおよそ 15kg で月間約 36t 発生している。そのうち、本技術開発では、サイドガラス(月間約 10t 発生)をターゲットとし効率的な回収方法を確立すると共に、粉碎・分級装置の開発を行うことで、マテリアルとしてリサイクルを目指す。

当研究では、ガラス活用方法の調査及び試験を行うことで、ガラスの資源化を実施できる出口を見出し、販売先又は活用先を確定させることが目的である。ガラスの活用先としては、赤瓦、花鉢、釉薬等への利用を検討した。

[成果の内容・特徴]

1. テストピースにより赤瓦に使われる原料の一部を代替するものとして廃ガラスが活用できた。
廃ガラスを赤瓦素地へ配合することで、曲げ強度の向上(図1)や白華を抑制(図2)する傾向が認められた。
2. 廃ガラスを配合した花鉢が試作できた。
3. 廃ガラスは釉薬原料として利用することが可能(図3)であることがわかった。

[成果の活用面・留意点]

研究で得られた試験結果を基に、廃車由来ガラスを配合した赤瓦や花鉢製品の実用化に向けて、継続的な技術支援を行っていく。

[残された問題点]

特になし

[具体的データ]

【赤瓦への活用】

- ・テストピースによる試験結果より、赤瓦に使われる原料の一部を代替するものとして廃ガラス活用の可能性が示唆された。
- ・廃ガラスの赤瓦素地への配合により、曲げ強度向上（図1）や白華*を抑制（図2）する傾向が認められた。

*白華：可溶性塩がアクとなり瓦製品表面に白く沈着する欠点

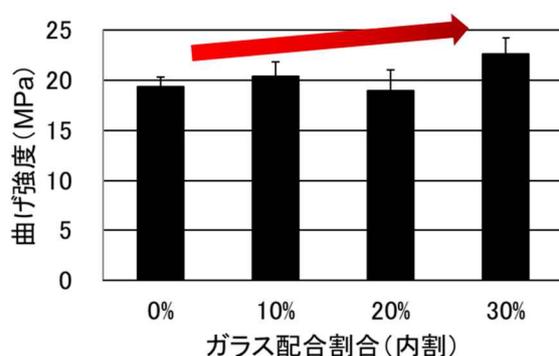


図1 ガラス配合による赤瓦素地曲げ強度の変化

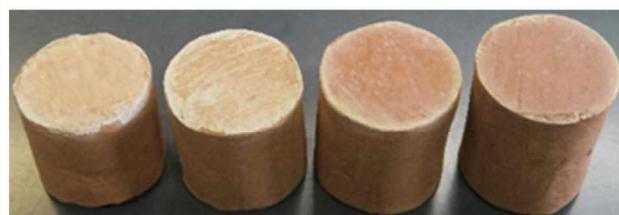


図2 ガラス配合による赤瓦素地の白華の変化

左から廃ガラス配合 0,10,20,30%

【花鉢への活用】

- ・廃ガラスを配合した花鉢が試作できた。
- ・石膏型から脱型後に床に押しつけて加工を行う、壁掛け用花鉢では、花鉢素地への廃ガラスの配合割合が10%では加工が可能であった。一方、20%以上だと素地に亀裂（キレ）が生じた。

【釉薬への活用】

- ・釉薬原料として利用することが可能（図3）であることがわかった。

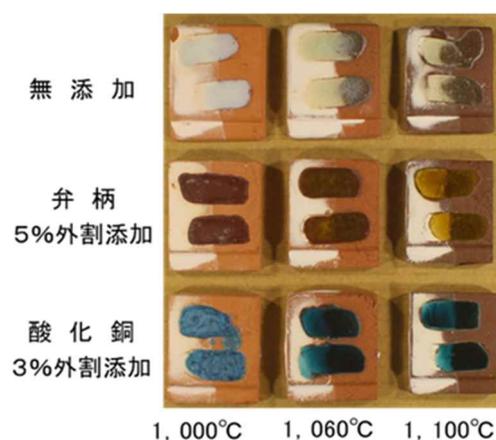


図3 低火度釉試験 テストピース外観

[研究情報]

課題 ID：2018 技 025

研究課題名：廃車由来のガラスリサイクルを実現するための回収装置及び粉砕・分級装置の開発

予算区分：受託

研究期間（事業全体の期間）：2018 ～ 2019 年度

研究担当者：赤嶺公一、与座範弘、宮城雄二、花城可英

発表論文等：特になし

生産技術分野

(成果情報名) 壺屋焼で用いられる化粧用原料に関する研究							
(要約) 壺屋焼に使用する化粧土を工場生産ラインで試作した結果、従来の化粧土と色見等はほとんど遜色なく、実用的に使えることを製品サイズの試作品で確認した。							
(担当機関) 工業技術センター 環境・資源班					連絡先	098-929-0111	
部会	生産技術	専門	セラミックス	対象	陶器	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

伝統的工芸品である壺屋焼を含む県産陶器の生産額は約 11.4 億円であり、伝統織物に次いで 2 番目の生産額である（2018 年度生産額、工芸産業振興施策の概要より）。このような状況の中、壺屋焼に伝統的に使用されてきた原材料の入手が難しくなっている。特に、化粧掛けに用いられる白土（化粧土）の確保が困難であり、伝統的工芸品が生産できなくなる懸念がある。

そこで、工業技術センターでは、2018 年度、壺屋陶器事業協同組合（以下、壺屋組合）とともに共同研究を行い、安定確保が可能な化粧用原料の開発や、安富祖粘土の現地調査を行った。その結果、県内産の土に市販原料を配合することで、従来の色味に近い化粧土が得られることを小型テストピースを用いた試験により確認した。当研究はこの結果をもとに、化粧土原料の配合割合を検討後、実証試験として、工場生産ラインを用いて化粧土の試作を行い、製品サイズの試作品で色見等を評価した。

[成果の内容・特徴]

1. 県内産の土を中心とした配合割合を検討後、工場生産ラインで化粧土を試作した。
2. 試作した化粧土を用いて製品サイズの試作品を作製した結果、色見や泥しょうの作業性は既存の化粧土とほとんど遜色なく、化粧剥がれもないことから、実用的に使えることを確認した。

[成果の活用面・留意点]

今後、これまでの研究で得られた化粧用原料の配合割合について、安定供給、品質等を考慮し、修正等を行っていく。さらに、化粧用原料を用いて釉調合試験を行うことにより、開発した化粧用原料の利用促進を目指す。

[残された問題点]

特になし

[具体的データ]

【テストピースによる化粧土の配合試験】

前年度の結果をもとに、県産原土が主（50%以上）となるように喜瀬武原原土と、名嘉真の雲母粘土（仮名）を化粧土に用いた。副原料（市販品）は蛙目粘土や朝鮮カオリンA、Bを配合した。

テストピースは、壺屋焼で用いる赤色坯土を成形し、配合条件をかえた化粧土を浸し掛け後に素焼き、透明釉を施釉後、焼成した（図1）。



図1 化粧土テストピースの外観

結果

- ・採取場所を変えた雲母粘土A、Bには、多数の黒色粒の斑点がテストピースで確認された。
- ・黒色粒が混入する雲母粘土を採取地で特定することは難しいため、試作する化粧土は喜瀬武原原土を主で用いることになった。
- ・朝鮮カオリンはBのほうがAよりテストピースの白色度が高いことを確認した。

【化粧土の試作と評価】

朝鮮カオリンBと組成が近く、安定した量を確保できる金剛カオリンを用いて、工場の生産ラインで化粧土を試作した。

化粧土の配合割合

喜瀬武原原土：金剛カオリン：蛙目粘土=5:2:3

試作した化粧土を用いて、陶器製造現場にて製品形状の試作品（図2）を作製し評価した。



図2 試作品外観(左:5寸皿 右:湯呑み)

結果

- ・色味は既存の化粧土（安富祖粘土：蛙目粘土=7:3）とほとんど遜色ない。
- ・泥しょうの作業性に関しては既存の化粧土とかわらない。
- ・試作した湯呑みの口縁箇所には化粧剥がれもない。よって、化粧土として実用的に使えることを確認できた。

[研究情報]

課題ID：2019 技 006

研究課題名：壺屋焼で用いられる化粧用原料に関する研究

予算区分：県単、企業連携共同研究開発支援事業

研究期間（事業全体の期間）：2019年度

研究担当者：赤嶺公一、与座範弘、宮城雄二、花城可英、島袋常秀（壺屋陶器事業協同組合）

発表論文等：なし

(成果情報名) 瓶ホルダーの試作及びコスト試算							
(要約) 県内ボトリング工場向けの小型で低価格な瓶洗浄装置の開発を目的に、装置で使用する瓶ホルダーについて、代表的な瓶種の形状データを基にした瓶ホルダーの設計手法を確立した。また、製造方法については、製作コストやカスタマイズ性の観点から、光造形機による製造が適していると判断した。							
(担当機関) 工業技術センター 機械・金属班					連絡先	098-929-0111	
部会	生産技術	専門	エンジニアリング	対象	装置産業	分類	実用化研究

[背景・ねらい]

飲料用リユース瓶の洗浄に使用される瓶洗浄装置には、洗浄時の水圧に耐えられるよう多数の瓶ホルダーが装着されている。既存の瓶ホルダーは多種多様の瓶種に対応できるよう設計されているが故に、芯ずれが起りやすく外部洗浄時の噴流の片当たりや内部洗浄ノズルの衝突などの問題があった。そこで、これらを考慮した保持力の高い瓶ホルダー形状について検討を行う。また、設計した瓶ホルダーを基に、射出成形用金型設計を行い金型製作にかかる製作コストや射出成型品の製作コストを試算するとともに、熔融樹脂積層造形や光造形などのアディティブマニュファクチャリング（以下、AM）による製作コストと比較し、目標とする瓶洗浄装置に最適な瓶ホルダー製造方法について検討を行う。

[成果の内容・特徴]

1. 瓶の外径スキャンデータを基にした瓶ホルダー設計手法を確立し、一升瓶、四合瓶のそれぞれを2つの円周で保持できるような形状の新しい瓶ホルダーを設計した。
2. 単純に瓶ホルダーの製作コストのみで比較すると、射出成型品の方が優位であるが、客先からの1個単位の注文や瓶ホルダーのカスタマイズなどの依頼があった場合には、射出成型で対応するのは困難であるため、AMによる製造が適しており、なかでも精度面において光造形による製造が適していた。

[成果の活用面・留意点]

1. ホルダー設計の際には、瓶の内部洗浄ノズルとのクリアランスを考慮する必要がある。
2. 光造形による瓶ホルダーの製造時間は1個あたり約20時間を要する。

[残された問題点]

瓶ホルダーの材質には耐アルカリ性のアクリル系樹脂を選定したが、実機による耐久性試験を実施中であり、その結果によっては、変更する必要がある。

[具体的データ]



図1 X線CTスキャナにより取得した瓶のスカンデータ



図2 瓶ホルダーの設計過程



図3 光造形機にて試作した新規瓶ホルダー



図4 光造形機にて試作した新規瓶ホルダー（保持状況）

表1 射出成形ならびにAMによる瓶ホルダーのコスト比較

製作方法	金型代	材料費	体積	重さ	成形時間	製作費 (材料費のみ)
射出成形	約250万円	400円/kg (ABS)	9.9 × 10 ⁴ mm ³	105g	数~数十秒/個	約42円
AM (FDM)	—	5,000円/kg (ABS)		105g	17hr/個	約525円
AM (光造形)	—	20,000円/kg (アクリル系)		117g	17hr/個	約2,340円

[研究情報]

課題ID：2019 技 016
 研究課題名：瓶ホルダーの試作及びコスト試算
 予算区分：工業研究費（受託）
 研究期間（事業全体の期間）：2019 年度
 研究担当者：棚原靖、照屋駿、山内章広
 発表論文等：特になし