

## ●ジルコニア二色焼結体の開発

アドバンストマテリアル研究所 セラミックスグループ  
無機材料研究所 セラミックスグループ

伊藤 武志  
山内 正一  
永山 仁士

### 1. 緒 言

正方晶ジルコニアは、高強度、高靱性の特徴を生かし、構造用セラミックス部品、光ファイバー用フェルール、粉碎ボール等で広く使用され、近年では、透光感のある白色色調から歯科材料としての利用も進んでいる。

一方で正方晶ジルコニアの鏡面研磨後の表面光沢の美しさや高い質感の特徴を生かした時計部材やアクセサリ等の装飾品部材としてのニーズも広がっている。装飾用途では、各種カラーバリエーションへの要望が強く、我々は既に様々な色調を有するカラージルコニア焼結体を開発した。カラージルコニアに関しては、2009年度版「東ソー研究・技術報告 Vol 53」<sup>1)</sup> (既報) で既に技術概要を報告している (図 1)。

一般にカラージルコニア装飾部品の意匠性は物品形状と色調選択で表現するが、特に色調については単一色に限定されていた。我々は、新しい意匠・機能価値を創造する方法として、二色 (多色) 成形技術に着目した。

樹脂の成形分野では、材質又は、色が異なる樹脂を交互に成形する二色成形法は、それまで単色の製品し

か成形することのできなかった成形法に対して、多色製品、有色文字製品といった新しい意匠・機能価値を有する製品の成形を可能とする方法として工業的に普及している。これらの成形技術により生み出された製品の一例を挙げると、PC キーボードトップ、自動車内装部品、携帯電話部品 (バッテリーカバー等)、文房具等と多岐に渡る。

一方、セラミックスの二色成形では、樹脂成形と異なり、脱脂・焼結時に伴う各種の課題が存在するため、現状では、実用化の実績がほとんどない。

我々は用いる二材の原料設計から焼結技術まで検討を行い、カラージルコニア二色成形技術を確立した。本稿では、今回開発したカラージルコニア二色成形技術について紹介する。

### 2. 実 験

#### [1] 二色成形品の作製

ジルコニアの二色成形品の作製方法は、図 2 に示すリング形状の金型を用いて、射出成形により黒-白二色の 12 種類の図形部 (直線、四角、三角、丸等) 有する成形体サンプルを作製し、脱脂、焼成、機械加工・

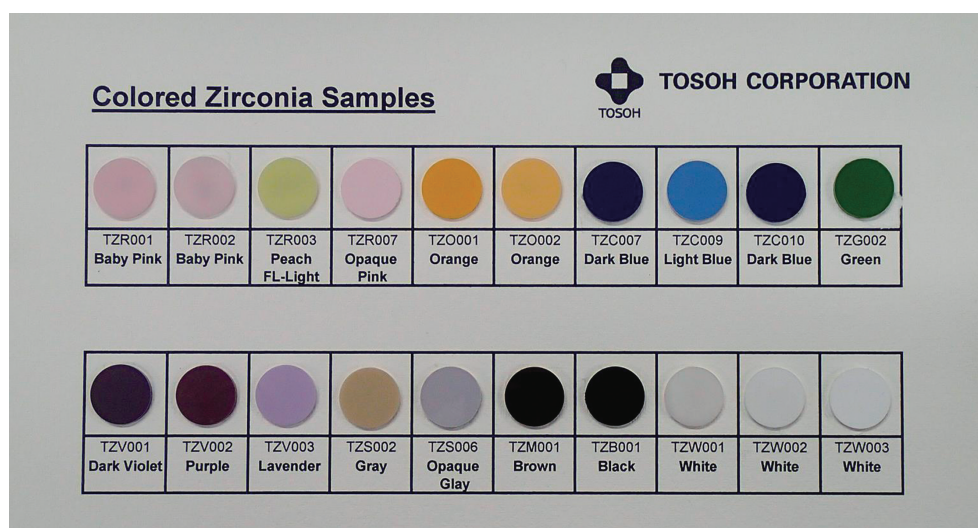


図 1 カラージルコニア色見本

研磨にて目的の二色焼結体を作製した。

各製作工程で発生した技術課題とその対策について報告する。

## [2] 結果・対策

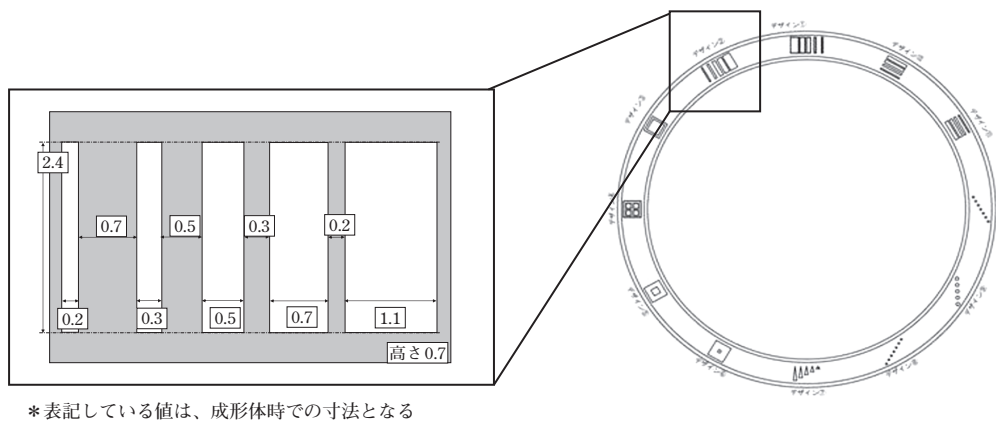
### (1) 製品の変形

黒、白の2層からなるリング形状品を焼成する過程で、図3(a)に示すような変形が発生した。この変形は、二材の焼成収縮率・収縮挙動が異なることが主要因と考えられる。ジルコニア原料粉末の焼結特性を制御することによって、最終的な形状として変形のない焼結体を得ることが出来(図3(b))、今回のリング形状

サンプルでは焼結体は±0.5%の寸法精度で仕上げる事が出来た。

### (2) 接合界面の割れ

焼結時の変形は、素材そのものの変形だけに留まらず、二材の界面部に沿った亀裂やクラックなどの欠陥も生じさせる。図4(a)に二材界面の隙間割れのSEM像を示す。二材界面に沿った亀裂やクラックを有する焼結体が確認された。今回、リング形状の射出成形用金型を使用し、焼結特性を制御し、すべての図形部分の界面でクラック等の欠陥が存在しない焼結体を作製することが確認出来た(図4(b))。



\*表記している値は、成形体時での寸法となる

図2 複雑・微細形状デザイン

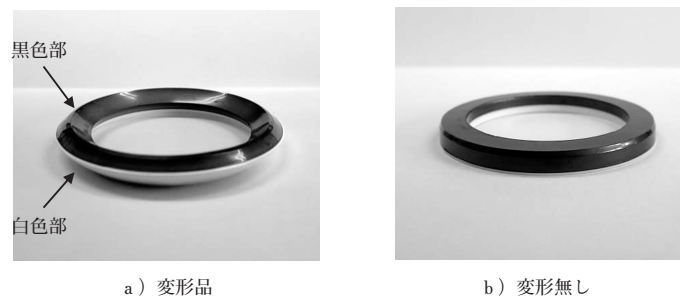


図3 二色焼結体

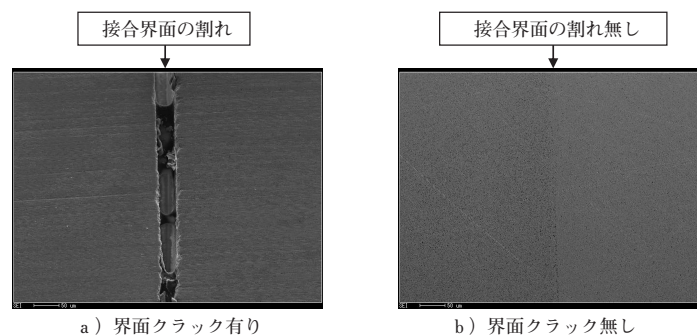


図4 二色焼結体界面

また、図5に界面に沿って亀裂があるリング形状サンプルと界面接合良好なサンプル（開発品）を用いた16g鋼球落下試験の結果を示す。界面部に欠陥を有するサンプルは高さ15cmから鋼球を落とすとサンプル破壊が起きたが、本開発品は85cmの高さまで破壊が起きなかった。この高さは、単色ジルコニア（3mol%  $Y_2O_3-ZrO_2$ ）とほぼ同等の結果を示しており、本開発の二色焼結体は十分な強度を有していることを示している。

### 3. ジルコニア二色焼結体の特徴の紹介

今回開発した二色焼結体（リング形状サンプル）の特徴を図6にまとめた。本開発技術を用いることで微細なデザイン、色調の組合せを有するジルコニア二色焼結体を作製することができる。

上記の形状に加え、図7に示すような円盤形状で且つ、表面が曲面を有する二色焼結体の作製も行っている。

サンプル：リング形状二色焼結体 試験条件：16g 鋼球  
二色焼結体の厚み：1.3mm

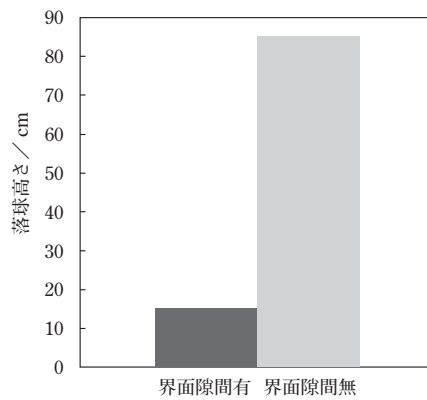


図5 鋼球落下試験評価（破壊を生じる高さ）

#### ■ 製品の特徴

- 1) 製品形状：黒-白二色のリング形状
- 2) サイズ：内径-44.30mm 外径-52.80mm
- 3) 寸法精度：±0.5%
- 4) デザインの描画：0.16mm幅のデザイン作製可（最小部）
- 5) 色滲み：着色元素の拡散<math>100 \mu m</math>
- 6) 強度：単色のジルコニア（3YSE）とほぼ同等の強度  
（\*鉄球落下強度試験-鋼球16g）
- 7) 色の組合せ：各種の組合せ対応可\*

\*ご希望するカラーの組合せがございましたら、お問い合わせ願います。

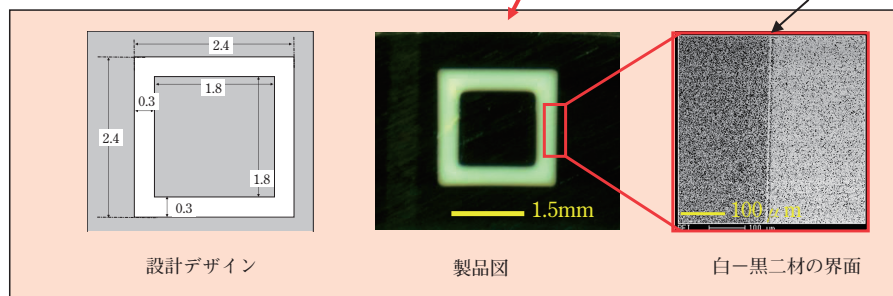
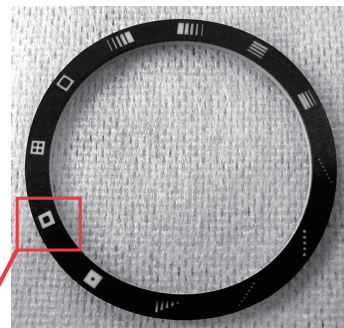
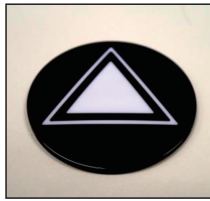


図6 本開発のジルコニア二色焼結体の特徴



左：円盤形状（黒-白）



右：各種カラーの組合せ

図7 二色焼結体サンプルの一例

#### 4. まとめ

カラージルコニアを用いた二色成形技術を開発した。本技術は、製品変形を抑制し、二材界面部の色滲み、欠陥部がなく、微細形状デザインに対応可といった特徴を有する。今後、様々なデザイン、形状、色調への対応を通じて、新しい意匠、機能価値を有するジルコニア二色成形製品を創出して行きたい。

#### 参考文献

- 1) 永山仁士、工藤正行、篠崎直樹、山下勲、津久間考次 東ソー研究・技術報告、53 53-56