

# 溶融アルミニウムとイットリア、マグネシア、およびチタニア系セラミックスの反応

(岐阜大・工) ○石井優佑・伴隆幸・大矢豊

## [諸言]

軽さ、加工のしやすさといった優れた性質から、アルミニウムは自動車や飛行機、飲料缶など幅広い応用がされている。これらの多くは鋳造で作られるが溶融アルミニウムが強い還元性を示すことから、鋳造用の部材を腐食してしまう。そこで、溶融アルミニウムに対して耐食性をもつ耐火物の応用がアルミニウム鋳造産業に期待される。本研究ではエリンガム図により溶融アルミニウムに還元されないと考えられる  $Y_2O_3$ 、 $MgO$  セラミックスと、還元されると考えられる  $TiO_2$  セラミックスと溶融アルミニウムの反応を比較することでセラミックスによる耐食性の違いを明らかにした。また、 $Y_2Ti_2O_7$  セラミックスについても同様に溶融アルミニウムとの試験を行った。

## [実験方法]

高純度  $Y_2O_3$ 、 $MgO$ 、 $TiO_2$  粉末を 100 MPa の CIP 法で直径 10 mm のペレット状に成形し、1500 °C で 2 h 焼成させセラミックスを作製した。また、 $Y_2O_3$  と  $TiO_2$  の粉末 (モル比 1:2) を 15 h ボールミルした混合粉末も同様に成形・焼成し、 $Y_2Ti_2O_7$  セラミックスを作製した。作製したセラミックスと棒状のアルミニウム 5.5 g (99 %、直径 10 mm) を内径 12 mm の  $Al_2O_3$  容器に入れて 1000 °C で 25 h  $N_2$  雰囲気下で加熱した。試験後自然冷却させ  $Al_2O_3$  容器をダイヤモンドカッターで切断し、得られた断面についてセラミックスとアルミニウムの界面を中心に SEM、EDX を用いて観察し、耐食性について評価した。

## [実験結果]

試験後の  $Y_2O_3$  セラミックスはペレットの形状を保ったまま反応し  $Y_3Al_5O_{12}$  と  $YAlO_3$  を生成した。また試験後のアルミニウム中には金属間化合物  $YAl_3$  の生成が認められた。 $Y_3Al_5O_{12}$ 、 $YAlO_3$  の存在から溶融アルミニウムが酸化したこと、金属間化合物  $YAl_3$  から  $Y_2O_3$  セラミックスが溶融アルミニウムによって還元されたことが分かる。さらにセラミックスと溶融アルミニウムの界面の SEM 観察と EDX 分析により、アルミニウムと共融したイットリウムが溶融アルミニウム側に溶けだし、溶け出たペレットにはペレット中心までアルミニウムが侵入していた。よって  $Y_2O_3$  セラミックスと溶融アルミニウムの反応では安定な金属間化合物  $YAl_3$  が生成すること、及びアルミニウム中へイットリウムが溶解してエントロピーが増加することで反応したと考えられる。

$MgO$  セラミックスはアルミニウムとの界面付近で約 900  $\mu m$  の  $MgAl_2O_4$  層を生成し、試験後のアルミニウム中には  $Mg$  が存在した。この反応では  $Al$  中に  $Mg$  が溶解してエントロピーが増加することで  $MgO$  の還元反応が進むのではないかと考えられる。また用いた  $Al_2O_3$  容器の内側に  $MgAl_2O_4$  が生成したこともこれを示している。

$TiO_2$  セラミックスは Fig.1 に示す様に、試験後にアルミニウムとの界面に 1.5  $\mu m$  程のコランダム層を形成したことが EDX 分析、XRD により分かった。このコランダム層によって内部への溶融アルミニウムの侵入は抑えられており、試験前後でのペレットの寸法変化、質量変化がほぼないことから優れた耐食性を示した。 $Y_2Ti_2O_7$  セラミックスも 4  $\mu m$  程のコランダム層を形成し、耐食性を示した。溶融アルミニウムに対して耐食性をもつには、溶融アルミニウムとの界面に緻密なコランダム層が生成する必要がある。 $Al_2O_3$  と反応して化合物を生成する  $Y_2O_3$ 、 $MgO$  セラミックスは、 $Al_2O_3$  との反応ならびに溶融アルミニウムと金属  $Y$ 、 $Mg$  の共融反応が起きることで還元されてしまったのだと考えられる。

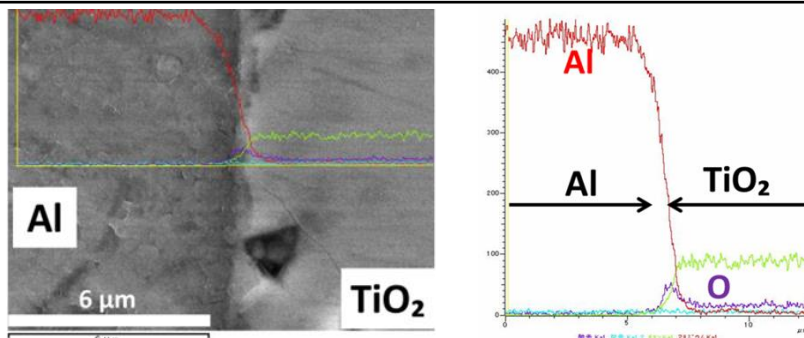


Fig.1. 試験後のアルミニウムとチタニア界面付近の SEM 像、EDX 分析結果