

# イ 金網コーティングセラミックメッシュの開発

機械部 吉 浦 洋 之

## 1 概 要

セラミックコーティングには、金属表面に有機及び無機等の接着剤による接合法、焼ばめ法、鋳ぐるみ法などの機械的接合法、ろう付け法によるメタライズ法、反応や拡散等による固相接合法等多種多様な方法がある。特に最近研究されている傾斜機能性をもたせた高圧固相接合法等もある。このように金属・セラミックスの多くの接合法があるにもかかわらず広く適用されていない現状として、高温構造部材への適用に対し、十分なる接合強度が得られるプロセスが確立されていないことが上げられる。

今回取り組んでいる研究は金網及び発泡ウレタンを用いてその表面にセラミックス材をメッシュ状にコーティングし、乾燥、焼成によって強度を高め、密着力を上げることによって多方面への利用をはかることを目的とする。

## 2 実験方法

### 2.1 金網のセラミックコーティング

図1はセラミックスのコーティング方法及び評価方法について示す。

まず金網を設計どおりに製作し、表面を清浄にする。セラミック材では、ジルコン系、ムライト系、シリカ系を用いる。泥漿の作成には、バインダー材として用いるコロイダルシリカに対しジルコンフラワーを1：4の割合で混合し、泥漿とした後界面活性剤を添加して濡れ性を付与する。

濡れ性を付与した泥漿セラミックに金網を浸漬して引き上げ、泥漿セラミックが乾燥しない間に細粒セラミックを振り掛けて乾燥し、再度濡れ性を付与した泥漿セラミックに浸漬して引き上げる。最終層は表面のザラツキを防止し、強度の向上をはかる意味で泥漿のみに浸漬する。最終工程の乾燥では、一昼夜完全に乾燥後、焼成の工程に移る。焼成工程では、金属の変態点及びセラミックの変態点

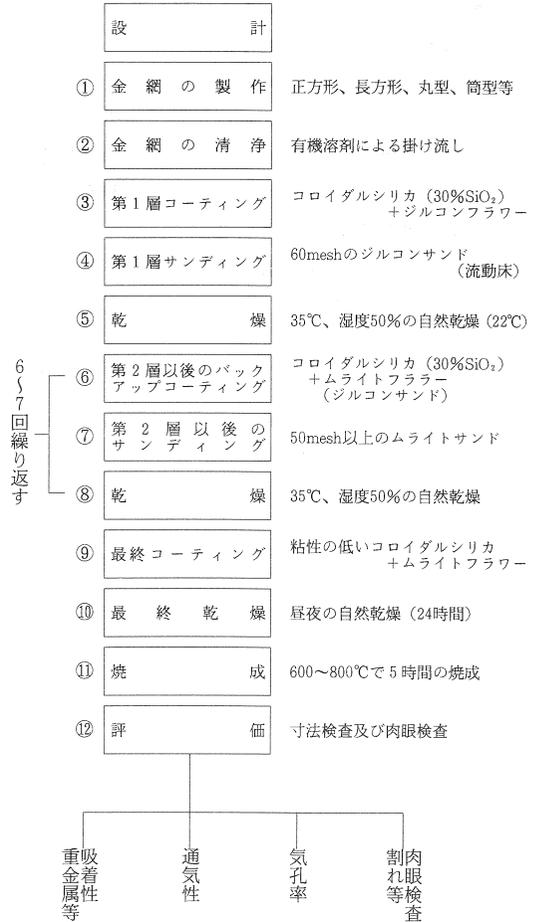


図1 セラミックコーティング方法及び評価

を考慮して300℃~800℃までをゆっくり昇温する。昇温から冷却を経て、吸着性、通気性、ワレ等について評価する。

### 2.2 実験に使用するセラミックの物性

表1は、コロイダルシリカ(日産化学のスノーテックス)の物性値を示す。

表1 バインダー剤の物性値

銘柄 (日産化学)	無水珪酸 SiO <sub>2</sub> (%)	酸化ナトリウム Na <sub>2</sub> O (%)	水素イオン (PH)	粒子径 (μm)	粘度 (25℃)	比重 (20℃)	氷結点 (℃)	外観
スノーテックス30	30~31	0.6以下	9.5~10.5	0.5~10	-	1.2~1.22	0	透明性乳白色

表2 スラリー材として用いるフラワーの化学成分及び特性値

品名	化学成分 (%)					PH	酸消費量 ml/50g	粒度	
	ZrO <sub>2</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	TiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)			mesh	%
ジルコン	66.16	32.58	0.068	0.123	0.30	6.9	-	350	96.5
ムライト	CaO, MgO	45.80	1.35	1.85	47.89	6.5	-	350	80.6

表3 スタッコ材に用いられるサンドの粒度分布及び特性値

品名	粒度分布 (mesh)											真比重 (ρ)	I <sub>g</sub> .loss (%)
	12 以下	14 18	18 20	20 30	30 40	40 50	50 70	70 100	100 150	150 200	280 以下		
ジルコン (%)	-	-	-	-	-	1.4	48.2	39.4	10.2	0.8	-	4.7	0.25
ムライト (%)	0.5	0.2	64.1	32.3	29.0	0.2	-	-	-	-	-	2.5	0.38

表4 スラリー調合割合及び適性粘度

材料	使用量 (%)		備考
	第1~第2層コート用スラリー	バックアップコート用スラリー	
スノーテックス30	100	100	添加調合3~4時間後から使用
界面活性剤 (ピクターウェット)	0.005~0.01	0.005~0.01	
ジルコンフラワー (#350)	330~380	ムライトフラワー (#250) 250~300	
粘度 (ザーンカップ粘度計No.5)	30~40秒	約15秒	

SiO<sub>2</sub>は30~31%含有し、透明な乳白色である。

表2は、スラリー材として用いるフラワーの特性値を示す。ジルコン系ではZrO<sub>2</sub> (66%)、SiO<sub>2</sub> (33%)を含有し、ムライトはSiO<sub>2</sub> (45%)、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (48%)等含有する。

表3は、スタッコ材として用いるサンドの粒度分布を示す。ジルコン系では50~70メッシュをピークとし、ムライト系では18~20メッシュをピークとする。

表4は、泥漿として用いる適性な調合割合と適性粘度を示す。コロイダルシリカ100に対し、ジルコンフラワーは3~4倍添加する。また、濡れ性を付与するため界面活性剤を添加し、粘度調整にはザ

ーンカップ粘度計5号を使用した。

### 2.3 発泡ウレタン樹脂のセラミックコーティング

図2は発泡ウレタン樹脂の表面にセラミックをコーティングし、乾燥後焼成してセラミックメッシュを製造する方法である。

金網コーティングと異なり、初期強度が弱く成形工程では容易に変形するが逆に任意の形状も容易である。

セラミックには、ジルコン、ムライト、珪そう土等を用いバインダーにはコロイダルシリカを用いて粘性を調整後界面活性剤を添加する。一方発泡ウレタン樹脂を一定の形状に切断し、先に調整した泥漿セラミックス中に浸漬し垂れ落ちるのが止まるのを

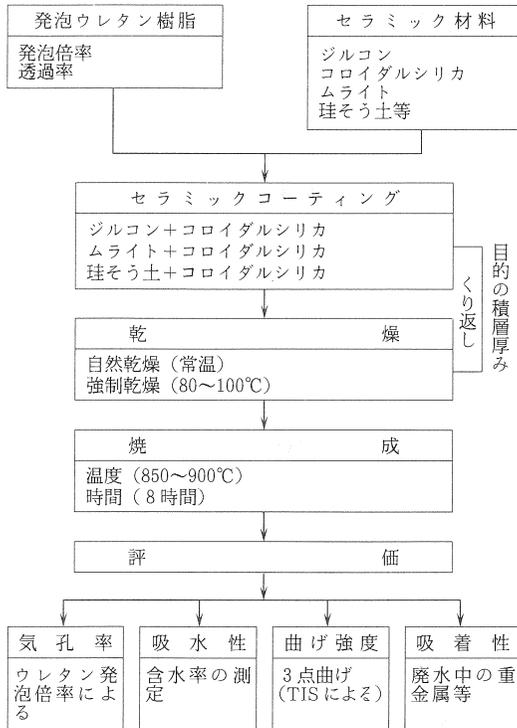
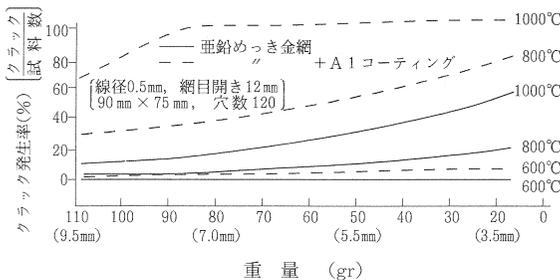


図2 発泡ウレタンによるセラミックメッシュ

待って乾燥する。乾燥後再度泥漿セラミックスに浸漬して乾燥する。この工程を数回繰り返して一定の厚みを確保後完全に乾燥して焼成工程に移る。焼成温度は300°C付近まで2～3時間要してゆっくり昇温し、300°C～1000°Cまでを3～4時間要し昇温後炉冷する。冷却後取り出して評価試験に供する。

### 3 実験結果及び考察

#### 3.1 セラミックスの焼成について



(セラミックス：ジルコンフロー+コロイダルシリカ →ジルコンサンド及びムライトサンド1層～8層コーティング)

図3 セラミックス焼成温度とクラック発生率の関係

図3はセラミックスの焼成温度とクラックの発生する温度域を示したものである。用いた金網は0.5mmの線径で1目の編目開きが12mmで90mm×75mmの形状である。金網の種類は①亜鉛メッキを施した金網(通常金網)、②亜鉛メッキの上からアルミニウムをコーティングした金網(鉄の素材にアルミニウムをコーティングして焼成すると鉄とアルミの金属間化合物が形成し、耐腐食性が向上するために実験用素材とした)にセラミックスをコーティングし、焼成温度を変化させた時のクラック発生率について調査した。また、セラミックス材はジルコンフロー+コロイダルシリカの泥漿にスタッコ材として、ジルコンサンド及びムライトサンドを用いた。また、焼成のパターンについては、常温から600°Cまでは3～4時間要し、600°C以上1000°Cまでも同程度の時間を要して昇温した。

その結果、600°Cではコーティング厚みに対するクラックの発生率をみると、亜鉛メッキを施したセラミックスはコーティング厚さにかかわらず0%であるのに対し、アルミをコーティングした金網では、セラミックコーティングが薄い程割れが発生している。この理由として、金属表面のアルミの膨張量が大きく、その膨張量を吸収するだけのセラミックスの厚みがないためである。

更に800°Cでは、亜鉛メッキだけの金網では最小コーティング厚さが3mm程度するとき10%程度のクラック発生率であるのに対し、アルミメッキを施した金網は80%に達している。また、1000°Cではアルミメッキの施した金網を使用したセラミックスは、ほとんど割れが発生するのに対し、亜鉛メッキのみの金網を使用したセラミックスは薄い部分でも50%以下である。

このようにアルミをコーティングした金網では、高温焼成するほどアルミの膨張量が大きく、更に1000°C域ではアルミが完全に溶融しているため、セラミックスの割れ目から浸み出ているのが観察される。従ってセラミックスの内部が完全にポーラスになるためには、1000°Cで3時間位の焼成時間を要することから、5～6mmのセラミックス厚さの場合には20%程度はクラックは発生する。ただし、本実験におけるクラックは微小であるため使用には差しつかえない。

### 3.2 セラミックスメッシュの製造方法及び用途

写真1は、正方形及び亀の甲模様の金網を用いてジルコン系の泥漿に浸漬し、ジルコンサンドをサンディングして厚みを整え、傾斜機能的に作成したものである。このような形状は、数枚使用して口過用に、また遠赤外線放射セラミックスをコーティングして乾燥用棚等使用範囲は広いと思われる。更に角型、筒型では、植物の栽培や口過用、魚の巢床等多くの方面での使用が可能である。

このような形状のセラミックスメッシュを作成するには、金網をその形状に切断して、組み立てた後セラミックスをコーティングするため加工が容易である。

写真2は、前段でも触れたように一部使用したFe-Zn-Al材の表面にセラミックスをコーティングして焼成し、その後切断してその断面を顕微鏡観察した状況である。写真から判断できるように鉄の素材とアルミとの間に金属間化合物が形成しており、この金属間化合物が腐食性が高い。一方セラミックスとアルミの間はアルミがセラミックスの間に差し込んだ状況を示す。

しかしこのアルミは強度がなく、連続していないため強度面からは評価できない。

### 3.3 セラミックスを用いた応用例について

図4はセラミックスを用いた水溶性切削液の性状を示したものである。機械加工時に用いられる切削液は腐敗し易く、特に夏場は早いと言われている。

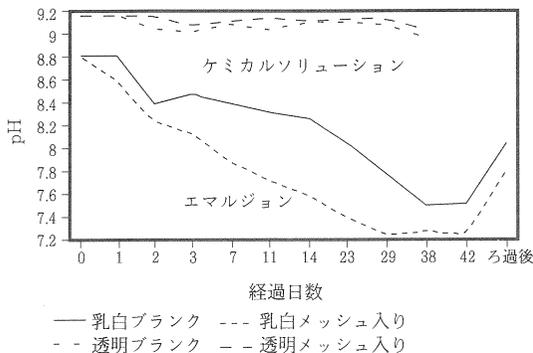


図4 セラミックスを用いた水溶性切削液の性状

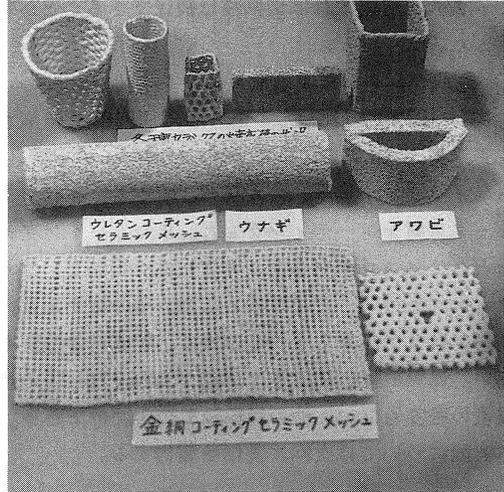


写真1 各種形状のセラミックメッシュ

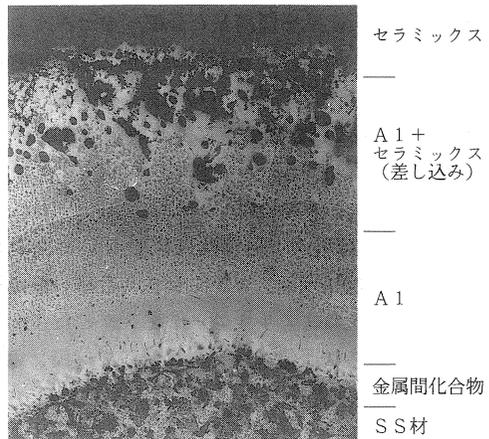


写真2 金属・セラミックスの差し込み状況

そこで本実験では、水溶性切削液（エマルジョン、ケミカルソリューション）中にセラミックスを浸漬して液状を調査した。

用いたセラミックスは別紙（1）に示すようにジルコンを主体としたものに銅の粉末を添加したもの、珪そう土を主体としたもの、その珪そう土に銅の粉末を添加したもの等5種類を用いた。

その結果、ケミカルソリューションはほとんど変化を認めないがエマルジョンの方は経過日数と共にPH値が低下した。そこで1ヶ月半経過した時点でセラミックスの焼成した材料を粗粒状として液を口過したところPH値が復元した。このことからセラ

ミックスを焼成すれば切削液は復元できることが判明した。

#### 3.4 発泡ウレタンによるセラミックスメッシュ

100×100×20 (20mm) の正方形に切断した発泡ウレタン樹脂 (0.03~0.04 g/cm<sup>3</sup>) の表面にジルコン、ムライト、オリビン、エメリー、珪そう土等のセラミック素材をコーティングした。また、バインダー材としてはコロイダルシリカで粘性を調整し、コーティングを行い一定の厚みとした。その結果比重の高いジルコンが最も密着度が高く、焼成後の強度も高い。比重の軽い珪そう土が遅く、密着力も弱く焼成後の強度も低い。他の材料はその中間位である。本実験については次回に詳細を報告する。

### 4 まとめ

#### 4.1 金網の材質について

- Fe-Zn-Al系を使用した金網へのセラミックコーティングでは、密着性耐食性は高いが膨張が大きいためセラミックの亀裂が多い。
- Fe-Zn系では、耐食性は劣るがセラミックの亀裂は少ない。

#### 4.2 セラミックの焼成

600℃ではほとんど亀裂は発生しないが高温になるほど、亀裂は発生し、セラミックの薄い程亀裂発生が高い。また、アルミコーティングした金網へのセラミックは亜鉛メッキに比較して格段に亀裂発生が大きい。

#### 4.3 セラミックの製造

各種形状のセラミックメッシュは金網を任意に加工すれば容易に成形でき、乾燥棚、植物栽培床、ろ過用フィルター、魚の巣床等に使用可能である。

4.4 アルミニウムとセラミックの接合界面 Fe-Zn-Al の表面にジルコン系セラミックをコーティングし、乾燥、焼成後切断面の観察では、アルミニウムがセラミック中に分散している。しかし接合強度は低い。

4.5 発泡ウレタン樹脂にセラミックをコーティングし乾燥後焼成する時樹脂が燃焼し多量のガスが発生してセラミックを割るため、ゆっくり昇温することが重要である。

比重の重いジルコンは強度は高く、比重の軽い珪そう土は強度が低い。

4.6 水溶性切削液 (エマルジョン、ケミカルソリューション) を用いてセラミックを浸漬した結果、エマルジョンでは、PH 値は下る傾向にあるがケミカルソリューションでは変化は少ない。しかしセラミックを焼成し粒状にしたのち口過して用いるとエマルジョンでは pH 値は復元する。

### 5 今後の課題

5.1 県産材として有望視されている遠赤外線効果の大きい鋼玉 (エメリー) を用いてセラミックメッシュのスタッコ材として用いて成形し、植物栽培用の苗床、乾燥器用の棚等に应用する。

5.2 重金属吸着用のセラミックを配合し、産業用の廃液処理に应用する。