

自動車排ガス浄化用コーディエライトハニカム

(1976年～現在)

見学可能：
財団法人ファインセラ
ミックスセンター(JFCC)
愛知県名古屋市

ノリタケの森
愛知県名古屋市

Key-words：排ガス浄
化、触媒コンバータ、
ハニカム、コーディエ
ライト

注1 炭素原子 (C) と
水素原子 (H)、あるい
はこれらと他の原子か
ら成り立っている化合
物の総称。

注2 1970年に米国民
主党のマスキー上院議
員 (E.S. Muskie) が提
案した「1970年大気清
浄法改正法案」。

ハニカムセラミックス (図1) は、薄い隔壁で囲まれた多数の貫通孔を有する、蜂の巣状の押し成形体である。1970年代より米国、日本、欧州でガソリン自動車排ガスの有害成分である HC (炭化水素)^{注1)}、CO、NOx の規制が進み、これに対して、触媒を用いた排ガス浄化システムが確立された。その触媒担体として、熱膨張率が小さいために、耐熱性、耐熱衝撃性に優れたコーディエライトを利用したハニカムセラミックスが今日まで広く使用されている。

1. 製品適用分野

自動車排ガス浄化システム

2. 適用分野の背景

大気汚染に対する世界的懸念の拡がりのもと 1970年米国にて成立したマスキー法^{注2)}を手始めに、米国・日本・欧州など各国は、相次いで独自のガソリン自動車排ガス規制を導入し、年々その規制は厳しいものとなっている。その規制に対応するために自動車エンジ

ンの改良は絶えず進められ、同時に自動車排ガス浄化装置の開発と改良も進められてきた。

自動車排ガス浄化装置の画期的な進歩は、触媒コンバータの採用にあり、とくに有害成分である HC、CO、NOx の3成分を同時に除去する三元触媒の登場とその改良が今日の厳しい規制対応技術の主役を演じている。

これらの触媒コンバータの触媒を担持する担体として、ハニカムセラミックスが大量かつ広汎に実用化されている。図2に自動車に搭載される触媒コンバータの使用位置を示す。



図1 自動車排ガス浄化用コーディエライトハニカムと触媒コンバータ

自動車排ガス浄化用触媒を担持する蜂の巣状のハニカムは耐熱衝撃性に優れたコーディエライトの押し成形によって製造される。

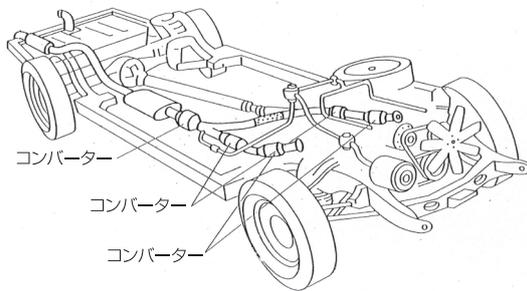


図2 自動車における触媒コンバータの使用場所

自動車のエンジンから排出された排気ガスはマフラーを通過して外気に放出されるまでの間に高温の状態触媒コンバータを通過し、浄化される。

3. 製品の特徴と仕様

ハニカムセラミックスとは、一般に蜂の巣状に四角形の形状をしたセルが多数かつ均一に分布したセラミックス製品を総称している。自動車用触媒コンバータとしては通常貴金属を含むγ-アルミナがハニカムセラミックスのセル内部の表面に被覆担持され、三元触媒機能を発現する仕組みとなっており、ハニカムセラミックスの構造的特徴を生かし、浄化すべき排ガスとの接触効率を高めることと、排ガスの通気抵抗を低くしてエンジンの出力低下をできるだけ抑えることが可能である。実用的な観点からは、排ガス温度に耐える耐熱性、頻繁な急熱・急冷に耐える耐熱衝撃性、金属ケーシングへの組み込みや車両振動に耐える機械的強度、触媒との密着性などが要求され、自動車排ガス浄化用の触媒担体の材料としては熱膨張率が小さい多孔質のコーディエライトが用いられている。表1にハニカム担体の特性例を示す。ハニカムの構造を区分する方法としては、セルの壁厚とセル数の表示が一般的であり、壁厚はミル (mil) の単位で (1 ミルは 1/1000

表1 ハニカム担体の特性例

	12mil/200cpsi	12mil/300cpsi	6mil/400cpsi
開口率(%)	68.9	62.7	75.0
圧力損失比(%)	73	115	100
幾何学的表面積(cm^2/cm^3)	18.5	21.6	27.3
嵩密度(g/cm^3)	0.51	0.62	0.43

インチ), セル数は1平方インチ当たりの個数(cpsi)が用いられる。歴史的には12ミル200cpsiから採用が開始され, 1980年以降長年にわたり6ミル400cpsiが主流であったが, 近年4ミル, 3ミルの薄壁品も実用化された。

4. 製法

自動車排ガス用触媒担体としてハニカムセラミックスが初めて用いられた1975年には, 押し出し法, コルゲート法, エンボス法などの製法があった。1977年には浄化性能の向上を目的に12ミル300cpsiの多セル品が要求され, この時点から押し出し法のみが残る形となった。押し出し法は, 均質かつ高強度のハニカムが得やすく, 量産性に優れている。その概略プロセスを図3に示す。原料を粉碎・粒度調整し, 所定の化学組成になるように調合して, 水とバインダーを加え, 混練した後に押し出し機に入れ, ダイスを通して押し出す。

ハニカム状に押出成形されたものを乾燥, 焼成してハニカムセラミックスができあがる。用いる原料は, タルク($3\text{MgO} \cdot 4\text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$), カオリン($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), アルミナ(Al_2O_3)でこれらをコーディエライト組成($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$)になるよう調合する。

ハニカムの押出製造プロセスで最も特徴的な点は押し出しのダイスにある。その構造を図4に示す。坯土(混練物)はダイス裏面の供給孔からダイスに入り, 途中から出口側のハニカム構造を形成する溝(スリット)に入り十字に拡がり, 隣り同士の坯土が圧縮合体して一体のハニカム構造になる。

5. 将来展望

排ガス規制強化の動きは日欧米で大きく進展している。排ガスの浄化性能をより一層向上するために, 薄壁, 多セルハニカムは有効である。薄壁化は触媒の重

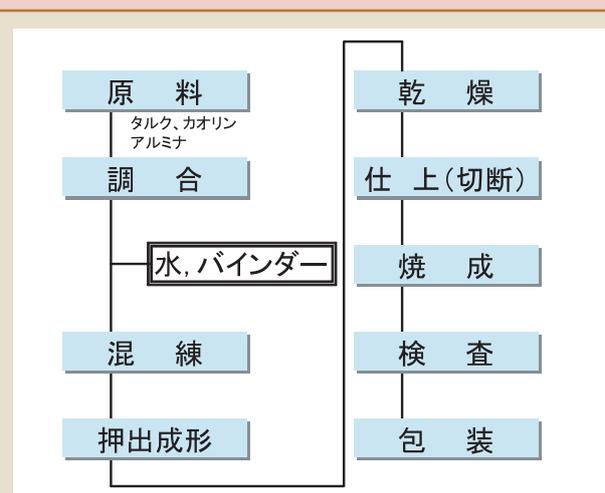


図3 ハニカムセラミックスの製造プロセス

タルク, カオリン, アルミナを原料とし, 調合後, 水とバインダーを混ぜて混練し粘土状の混練物にする。これを押し出し機にかけて押し出し成形し, 乾燥, 焼成して製品とする。

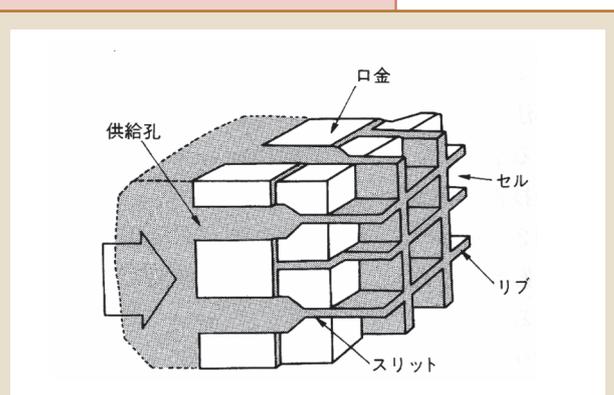


図4 ハニカムセラミックスの押し出しダイス

坯土(混練物)がダイス裏面の供給孔からダイスに入り, 途中から出口側のハニカム構造を形成する溝(スリット)に入り十字に拡がり, 隣り同士の坯土が圧縮合体して一体のハニカム構造になる。

注3 NOxを還元し窒素と水に還元する触媒方式で、酸化雰囲気中で還元しなければならぬためにアンモニアあるいは尿素等の還元剤の投入が必要。

量の減少、すなわち熱容量の低減となり、触媒機能が発現する温度まで排ガスによって短時間で温まることが可能となる。また排ガスの圧力損失も低減できる。壁厚は、6ミル、4ミル、3ミルと薄くなり、ティッシュペーパー1枚分の厚さに相当する2ミルまで実用化されている(図5)。セル数を多くすることは、触媒の幾何学的表面積を増やすことができ、したがって排ガスが分解する触媒の面積が多くなることから浄化性能が向上する。こうした薄壁化やセル数の増加により高められた触媒の排ガス処理能力は、触媒量の低減、触媒コンバータの小型化目的でも活用されている。

昨今、クリーンディーゼル車の開発活発化により、

ハニカムセラミックスはディーゼルエンジンの排気浄化装置においてもDOC(ディーゼル用酸化触媒)やSCR(選択還元型触媒方式^{注3)})用担体としての利用の大幅な拡大が期待される。

文 献

- 1) 北川 潤, 工業材料, 38 [9] 49-53 (1990).
- 2) 梅原一彦, セラミックス, 33, 530-533 (1998).
- 3) 安部文夫, 未来材料, 1 [7] 26-33 (2001).
- 4) 日本ガイシ 75 年史, 437-438 (1995).

[連絡先] 山田 直仁
日本ガイシ(株) 研究開発本部
〒467-8530 名古屋市瑞穂区須田町 2-56

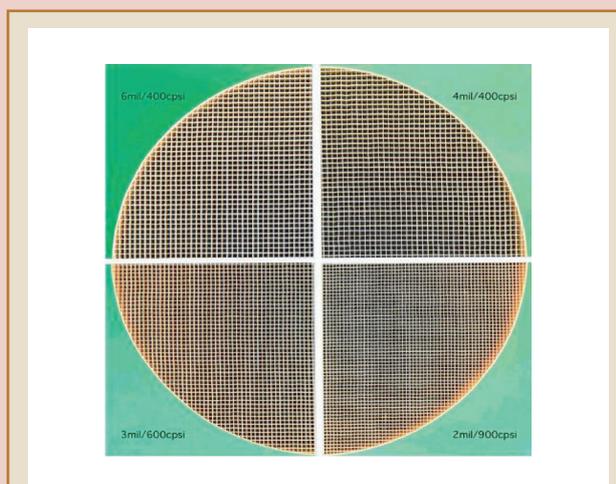


図5 各種セル構造概観

四角形の蜂の巣状のハニカム構造。壁厚が6ミルから4ミル、3ミル、2ミルへと薄くなるとともに、セル数が増えて幾何学的表面積が増加する。