

特集

ナンバーワン

「世界一になる理由は何があるんでしょうか?」「2位じゃダメなんですか?」これは蓮舫首相補佐官の仕分け人時代のスーパーコンピューター開発に対する質問で、当時はずいぶん話題になりました。確かにそのとおりで、1位でなければならない理由を明快に説明することはなかなか困難です。ひょっとすると、「自分はNo.1になるんだ」という個の意思以外には1番になる理由というものはないのかもしれませんが。その一方で、なでしこジャパンのワールドカップ優勝にみられるように「No.1」になること、特に同じ日本人が「No.1」になることは理屈抜きに嬉しく元気づけられることも事実ですし、人々はNo.1になった人とそれに至るまでの努力に敬意を表します。「No.1」という言葉にはある種の魔力があります。

日本語の「No.1=いちばん」には広い意味があり、英語訳を考えてもtop, best, first, most等があります。また、意味だけでなく時間軸で考えても、現在のNo.1, 過去のNo.1, これからNo.1を目指すものなどのバリエーションがあります。2012年新年号、来年のいちばん最初の化学工学誌では色々なNo.1を特集し、様々な観点からのNo.1を集める事で読者にNo.1について考えてもらおうと同時に、日本には多くのNo.1があることを知ってもらいたいと考えています。

また、東日本大震災以降は重い話題の続く世相ですが、新年に「No.1=いちばん」の記事を読むことで読者に元気になってもらって新しい年のスタートの一助になれば、と考えています。

(編集担当：町田雅志)†

世界一細いシリコーンゴム中空糸膜と 各種分離への応用

古澤 巳千雄

1. はじめに

シリコーンゴムはポリジメチルシロキサン ($[-Si(CH_3)_2-O-]_n$) に数%のシリカ (SiO_2) を配合して強度を調整した汎用のゴム素材である。そのシロキサン結合 (Si-O) は一般の合成ゴムのC-C結合, C-O結合より化学的に安定である。このため耐熱性・耐水性・耐薬品性・耐候性・電気絶縁性等に優れた特性を有しており、押出ホースや成型加工品・Oリング・パッキング・ガスケット等のシーリング材や電線被覆材として産業分野で大量に使用されている。また最近では、その柔軟性、耐熱性や衛生的性質を活用し、カラフルな色彩の家庭用調理補助具・容器としてもおなじみである。

シリコーンゴムのもう一つの特徴は、高分子素材の中でもガスの透過性が特異的に高いことである。当社ではこの特性

を活かし、独自の押出成形技術で超極細中空糸に精密加工し、それを束ねガス分離膜モジュールとして提供している。

2. 世界一細いシリコーンゴム中空糸膜

シリコーンゴムはガス透過性の大きい素材とはいえ、実用のガス分離膜として応用するには数十 μm の厚さに薄膜化が必要である。素材の性質から薄膜化は容易ではないのだが、当社は原子力発電所排ガス中の放射性希ガスの分離濃縮膜として、また人工肺の酸素-炭酸ガス交換膜を目的に、1980年に膜厚さ80 μm の中空糸膜を開発し、製造を開始した。その後製造技術の改善を重ね、1990年には膜厚



The Most Fine Silicone Rubber Hollow Fiber Membranes in The World and its Applications for Various Separation Technology
Michio FURUSAWA (正会員)

1985年 新潟大学工学部化学工学科卒業
現在 永柳工業(株)製品開発部次長
連絡先：〒319-1556 茨城県北茨城市中郷町
日棚字宝壺644番48

E-mail furusawa@nagayanagi.co.jp

2011年9月29日受理



図1 ダイスから射出される中空糸膜と巻き取られた中空糸束

† Machida, M. 平成22, 23年度化工誌編集委員(1号特集主査)
出光興産(株)

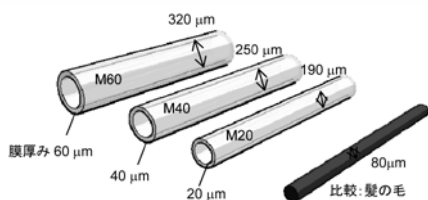


図2 シリコンゴム中空糸膜の規格

さ40 μmのM40タイプを、2000年には外径190 μm、膜厚さ20 μmという極細中空糸膜の開発に成功した(図1, 2)。現在世界的には米国企業 MedArray, Inc. が商品名 PermeSelect でM40相当のものを提供しているのみであるので、シリコンゴム均質膜としては当社の製品が世界最薄の製品である。

この中空糸膜は、分離膜モジュール「NAGASEP」として提供している。大きいものでは、膜モジュール長さ600 mm、膜面積100 m²まで出荷実績がある。またテストモジュールとして、長さ20 cm程度、膜本数3000～6000、膜面積0.3～0.6 m²のものが提供可能である。

3. シリコンゴム中空糸膜の透過分離性の特徴

シリコンゴム膜のガス・蒸気成分の透過係数を図3に示す。一般にこの膜の分離係数はそれほど大きくなく、O₂/N₂で2.2、CO₂/空気で10、揮発成分(VOC)/空気で50程度である。しかし、空気・水蒸気などは全般に透過係数が大きいので、小型の膜モジュールでも実用的な透過量が得られるのが特徴である。また、素材の耐久性も良好なので、手軽に実地試験がしやすい。

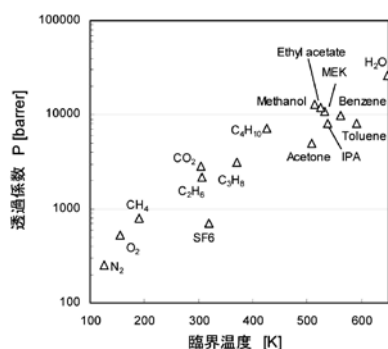


図3 シリコンゴム膜の透過係数

4. ガス・蒸気分離および水処理への応用

この中空糸膜が均質膜である(孔が無い)ことと素材の高ガス透過性を利用して、水処理・ガス分離ともに多くの応用が可能である。例えば図4は室内や環境中の空気を膜モジュールに供給し、透過側を減圧することで透過空気を得

る場合である。シリコンゴム膜を透過した空気は、当然微粒子のないクリーンな空気である。さらに、酸素濃度が30%に上がっている。また、空気中のCO₂(400 ppm)も濃縮されて1500 ppm程度になっている。一方の膜モジュールを出る空気は、ニオイやCO₂および水蒸気が除去されている。実際の応用としては、空気中のガソリン蒸気やVOCの回収が試験されている。また、ハウス栽培で温室への二酸化炭素濃縮空気供給装置としても適用可能である。

この膜モジュールは水処理一般にも有効である(図5)。原水を膜モジュールに供給して、透過側を水蒸気圧以下に減圧する操作で、水中に溶存している空気や揮発成分(VOC)が除去できる。この方法で酸素を0.1 ppmオーダーまで除去できるので、水道配管の防錆や分析機器での脱泡・脱気装置としての他、医薬品製造工程での溶媒除去手段としてなど多くの適用例がある。

また、動物細胞の大量培養プロセスにおいて、培地中の酸素濃度を高く保ち、同時に細胞から排出される二酸化炭素を効率良く除去する目的で長年使用されている。



図4 シリコンゴム膜の応用 空気処理



図5 シリコンゴム膜の応用 水処理

5. おわりに

当社はシリコンゴムの工業化に追隨して、ゴム加工メーカーとして金型成型加工、押出成型加工、デッピング成型加工を手掛けて来た。その中の特殊成型技術の一端として、シリコン中空糸分離膜を開発した。近年、環境規制が年々厳しくなって来ており、各種製造業にとって地球環境問題、とりわけ温暖化対策への取り組みは早急の課題となっている。当社の分離膜製品が地球環境対策に少しでも貢献出来れば幸いである。