

四フッ化エチレン—プロピレンゴム

研究者	田 畑 米 穂 氏	東京大学工学部原子力工学研究施設 教授
開発企業代表者	古 本 次 郎 氏	旭硝子株式会社 代表取締役社長
(推薦者	内 野 哲 也 氏	旭硝子株式会社 取締役開発本部長)



田 畑 米 穂 氏



古 本 次 郎 氏

1. 技術の背景

ゴムはプラスチックと並んで現代社会に不可欠な素材として、タイヤ、チューブ、ベルトなど到るところに使用されている。これら合成ゴムの中でもとりわけ高性能なフッ素ゴムは、米国で開発されたフッ化ビニリデンと六フッ化プロピレンの共重合体を基本骨格としており、それ迄のゴムに見られない卓越した耐熱性と耐油性を示すことから自動車のエンジン廻りなどに使われている。他方、シリコンゴムは耐寒性に優れた特長をもっており、更にその分子構造の一部にフッ素を導入したフロロシリコンゴムにすると耐寒性に加えて耐油性にも優れた高性能なゴムとすることができるので、耐寒仕様の自動車や航空機などに使われるようになった。これらのフッ素ゴムは、他のゴムでは使用不可能な環境下でも安定した性能を発揮するため、高価格でありながら次第にその用途を拡げてきた。

しかしながら、近年、産業技術の進歩に伴ってフッ素ゴムが使用されてきた条件が一段と厳しい方向に移行するようになり、既存のゴムでは対応出来なくなったため、新しい特性を持った高性能のフッ素ゴムの出現が待たれるようになった(表-1参照)。

表-1 フッ素系ゴムの概要

項 目 ゴム名	特 性					用 途
	耐寒性	耐熱性	耐薬品性	耐油性	電気絶縁性	
四フッ化エチレン- プロピレン	○ -10℃	◎ 230℃	◎ 総ての無機薬品に強い	○ 高温エンジン油に強い	◎ ゴムの中で最高値 ($10^{16} \Omega \cdot cm$)	・化学工業用 (30%) ・電線被覆用 (30%) ・石油掘さく用 (20%) ・自動車用 (20%)
六フッ化プロピレン- フッ化ビニリデン	○ -15℃	◎ 230℃	○ アルカリ、アミンに弱い	◎ 燃料油に強い	△ 絶縁性不十分 ($10^{13} \Omega \cdot cm$)	・自動車用 (本ゴムの用途のうち70%を占める) ・化学工業用
フロロシリコン	◎ -60℃	○ 185℃	△ 酸、アルカリ、スチームに弱い	○ 無添加油に適する	△ 絶縁性不十分 ($10^{14} \Omega \cdot cm$)	・自動車用 (耐寒仕様車) ・航空機用 ・ダイヤフラム (動的特性良好のため)

2. 技術の概要

本技術は四フッ化エチレンとプロピレンを共重合させることにより非結晶性高分子を製造し、次いで架橋反応によって耐熱性、耐薬品性、電気絶縁性などに優れたゴムとするものである(図-1参照)。

研究は、当初、放射線重合法により進められたが、工業的により有利な重合方法として触媒法が採用され、室温付近で四フッ化エチレンとプロピレンを効率良く乳化共重合させる新しい高活性触媒を構築し、更に重合反応で得られた高分子を加熱処理して架橋性の高い高分子に改質するプロセスを確立した(図-2参照)。この共重合体をゴムとして実用に供するには、架橋を施す必要があり各種の架橋方法について検討を重ねた結果、高温分解型の有機ペルオキシドからなる架橋剤に特定の助剤を組み合わせることで作用させることにより、耐熱性、耐薬品性に優れたフッ素ゴムが得られるようになった(図-3参照)。

このゴムは耐熱性(最高連続使用温度230℃)と電気絶縁性($10^{16} \Omega \cdot cm$)が総てのゴムの中で最高値を示すほか、高温・高濃度の強酸・強アルカリ、酸化剤・還元剤に侵されない耐薬品性、200℃以上の水蒸気でも変化しない耐スチーム性など他のゴムにみられない顕著な特徴を有している。

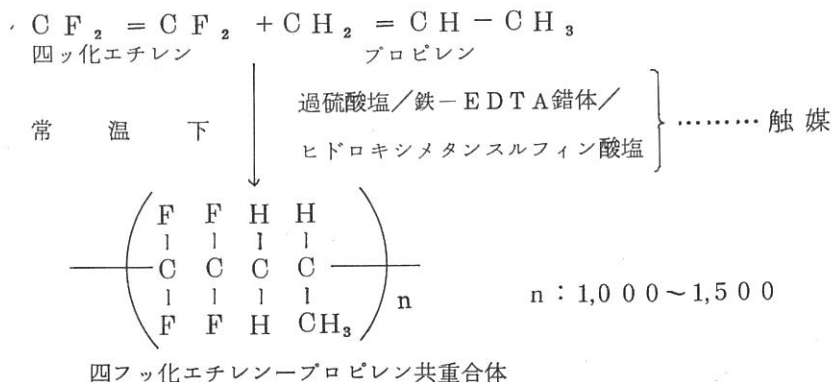
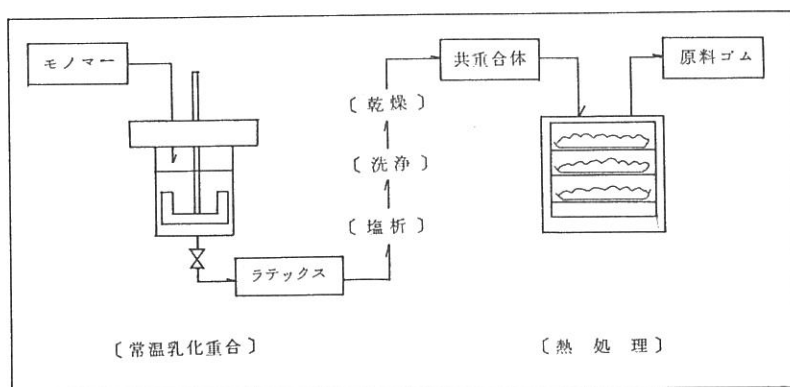
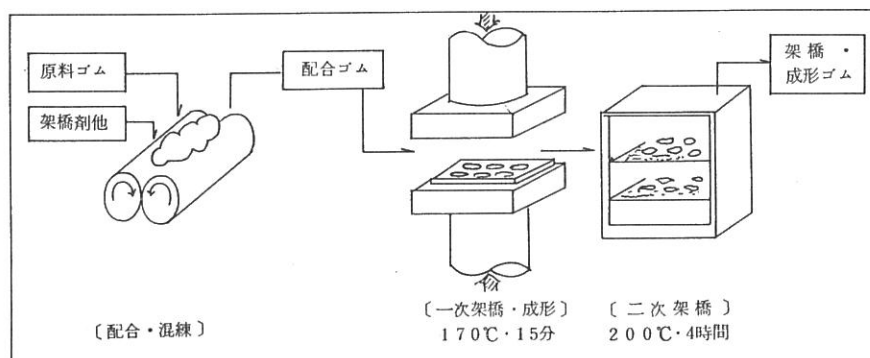


図-1 四フッ化エチレン-プロピレン共重合体の製造法



図一 2 四フッ化エチレンープロピレンゴムの製造プロセス



図一 3 四フッ化エチレンープロピレンゴムのユーザーにおける架橋・成形の事例

3. 効 果

本フッ素ゴムは、先駆的な高分子化学に関する研究に基づいた純国産技術によるもので熱的にも化学的にも苛酷な条件で使用できるため、化学プラントのシール材、ライニング材や電気的特性を活かした電線被覆材として、機械・設備の信頼性や耐久性の向上に多大の貢献をなしている。また、近年、省エネルギー、低公害などの対策により作動温度の上昇した自動車エンジン周辺のシール材には高温（180℃程度）で耐エンジンオイル性と同時に、アミンなどの添加剤に対する耐性が求められてきており、これに応える性能を有している。更に、地下数千メートルに及ぶ石油掘さく用の深井戸は地熱によって原油、水蒸気、炭酸ガス、硫化水素などが230℃、200気圧という環境にあって、このような条件でも特性を損なうことがない。

このように、本フッ素ゴムは他のゴムでは使用できなかった分野に対しても適用が可能であり、その需要も年々着実な伸びを示していることから経済・社会の発展を担う役割は今後さらに大きくなると期待される。