

超臨界水による架橋ポリエチレン架橋部分解技術の開発

電線絶縁材リサイクル技術の開発

Development of process to resolve cross-linked polyethylene with supercritical water

(電力技術研究所 電力G 超電導・新素材T)

電力ケーブルの絶縁材として使用されている架橋ポリエチレンはその架橋処理が難点となり、回収物のほとんどは産業廃棄物として処理されている。今回、超臨界水の優れた分解性能を利用して架橋部のみを選択的に分解する技術を昭和電線電纜(株)と開発し、ポリエチレン材料として再利用する完全リサイクル化への道を拓いた。

(Superconductivity and New Materials Team, Electric Power Group, Electric Power Research and Development Center)

Cross-linked polyethylene is used as an insulator for power cables. Most of the recovered cross-linked polyethylene is disposed of as industrial waste due to the difficulty of removing the cross-linked portion. In cooperation with SHOWA DENKO, we developed a new process to selectively remove only the cross-linked portion by utilizing the high resolving power of supercritical water. It is the start of full recycling of polyethylene materials.

1 研究の背景

電気絶縁材として幅広く使用されているポリエチレンは、通常、融点以上の熱処理により、再度、成形・再利用が可能である。特に電線用ポリエチレンは、異物、不純物等が全く含まれない極めて良質のポリエチレンであるため、材料面では多様なリサイクルが可能となるはずである。しかしながら、電線用として耐熱性を付与するための化学的な分子結合処理によって、この再加熱処理による再利用が不可能となっている。

そこで今回、超臨界水の優れた分解性能を利用して架橋ポリエチレンの架橋部のみ選択的に分解する技術を開発した。

ように活発に動くため、液体の溶解力と気体の拡散力を兼ね備えた状態となる。このため、水に混ざらないはずの油でも、溶剤でも、自由に溶け、分解に必要な酸素も自由に混ざるため、どんな有機物でも酸化分解できる。

超臨界水を利用して、現在、処理が難しいPCBや現在、ダイオキシン等の完全分解や、プラスチックをもとの油や原料などに分解する検討が行われている。

(2)架橋ポリエチレン

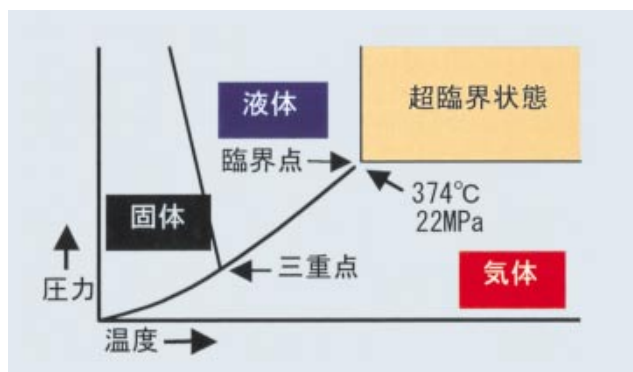
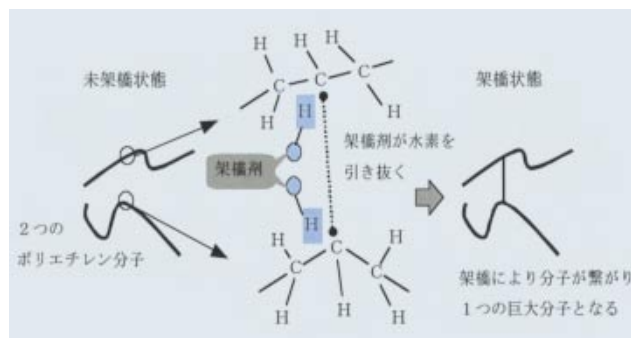
ポリエチレンは高い絶縁性能を有するが、融点と比較的低いため、通電に発熱が伴う電力ケーブルには適用できない。このため、架橋剤を用いて第2図に示すように分子中の水素を引き抜き、ポリエチレン分

2 研究の概要

(1)超臨界水とは？

水は温度、圧力がそれぞれ374.2、22.1MPa以上の状態になると、気体と液体の両方の性質を持つ超臨界水と呼ばれる流体となる。

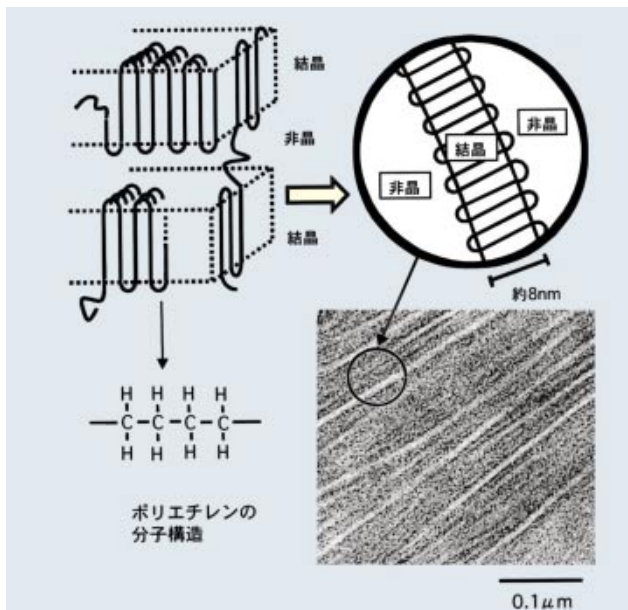
超臨界水は液体のような大きな分子のまま、気体の



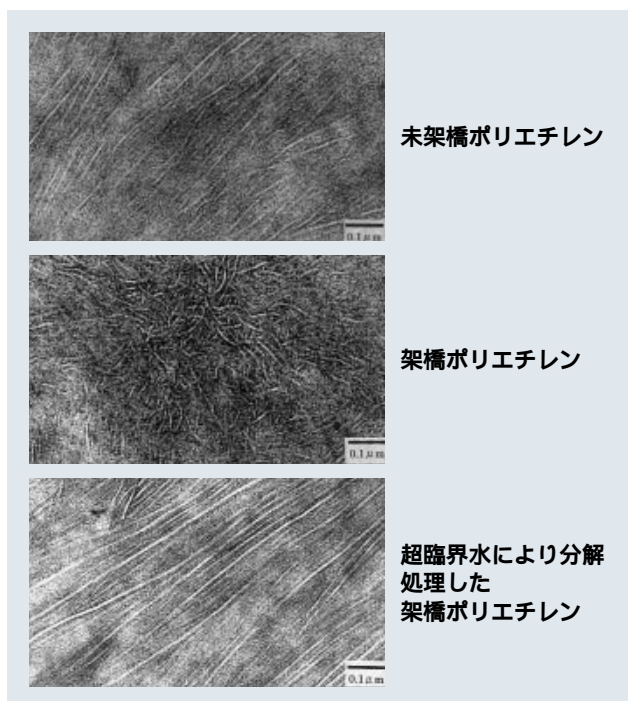
子鎖間に新しい強固な結合(架橋)を作る。この架橋ポリエチレンは融点以上に加熱しても、形状を保持するとともに電気絶縁性能は変化しないため、電力ケーブル用絶縁体としての適用条件を満たす。

一方リサイクルの観点から見ると、加熱しても形状変化が生じないため、熔融処理を行えない。このため、純度の高いポリエチレン材料を使用しているにもかかわらず、回収物のほとんどが埋設処理されており、再利用が図られていない。

第4図にポリエチレンの結晶構造を示す。右下の電子顕微鏡写真の線状部は炭素と水素からなるポリエチレン分子鎖の折りたたみ組織から構成される。



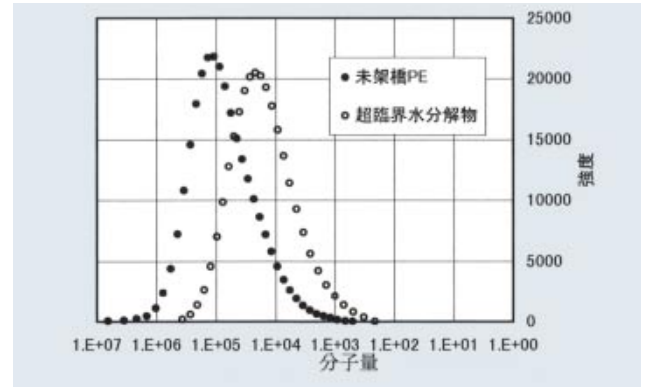
第4図 ポリエチレンの結晶構造



第5図 架橋ポリエチレン結晶組織の電子顕微鏡写真

(3)架橋ポリエチレンの架橋部分解

架橋ポリエチレン結晶組織の電子顕微鏡写真を第5図に示すが、超臨界処理により糸屑状にあった結晶組織は線状に変化しており、未架橋ポリエチレンのそれと酷似した組織となっている。



第6図 ポリエチレンの分子量分布

また、第6図に超臨界水分解前後における架橋ポリエチレンの分子量分布の比較を示す。分解後の分布は未架橋の分布にかなり近接しており、架橋部が選択的に分解されたことが推定できる。

以上から超臨界水により、架橋ポリエチレンは架橋処理前のポリエチレンに戻ることが確認できた。

(4)分解ポリエチレンの再利用検討

超臨界水により分解したポリエチレンを用い、架橋剤により再架橋を試みた。得られた試料は、架橋の度合いを示すゲル率が84%となり、十分に架橋されていることが判った。更に物理・電気両特性の測定を行い、絶縁材として再利用可能であることを確認した。

3 研究の成果

超臨界水を用いて、ポリエチレンを分子レベルで構造変化制御し、ほぼ架橋処理前の状態に戻すことを可能とした。これは燃料として使用し、炭酸ガスと水に分解してしまうサーマルリサイクルとは異なり、資源として再利用する完全リサイクルへの道を拓くものとなる。

4 今後の展開

今後は、大容量の処理を行えるシステムに必要な連続化などの要素技術開発に加え、他の材料・用途への適用性の検討を行う予定である。



執筆者/古村清司
Komura.Kiyoshi@chuden.co.jp