

高分子膜によるCO₂分離技術の開発

概要

安定した性能を有する CO₂ 分離複合膜を開発するにあたり、支持多孔膜の孔径を微細化し、且つ分離機能層の密着性を向上させる効果を持つ中間層の形成を検討した。中間層の素材として化学構造中に疎水性部位と親水性部位を有するキトサンに着目し、キトサンの分子量の選定、処理溶液濃度等の処理条件の検討を行い、CO₂ 分離複合膜を製造するのに適した中間層を開発した。そして、CO₂ 分離性能に優れる素材を用いて、分離機能層の実効膜厚（気体透過速度から算出）が 100 nm 程度であり、分離係数が分離機能素材に固有の値の 90% 以上である CO₂ 分離複合膜を得た。

乾式多孔膜の支持膜化では、熔融紡糸した精密ろ過中空糸膜の孔（公称孔径：0.2 ミクロン）にシリカ粒子を穴埋めすることで微細化する方法を検討した。シリカ粒子の径、処理溶液濃度等を検討、最適化し、元の孔を大幅に微細化することに成功した。シリカ粒子で微細化した精密ろ過中空糸膜に中間層と分離機能層を形成し、得られた複合膜が CO₂ 分離性能を有することを確認した。

最適システムの検討では、圧力を有するガス源である IGCC シフト反応ガスからの CO₂ と H₂ の分離を検討して、膜モジュール 1 段の場合、膜モジュール 2 段をカスケードで用いる場合、膜モジュール 2 段を直列供給した場合の 3 つのケースで、その得失を検討した。

Development of Polymeric CO₂ Separation Membrane

OUTLINE

In 2004 fiscal year, the following three subjects were mainly carried out in this project.

1) Improvement of garter layer

Garter layer was investigated from the view point of stable performance of composite membrane for CO₂ separation. Chitosan was selected for the material of garter layer in the membrane, because of the amphiphilic chemical structure, which would have an affinity to both hydrophobic and hydrophilic moieties of membrane substrate and separation layer. The garter layer of chitosan diminished the pore of 20 nm on the surface of polysulfone ultra-filtration membrane to contribute to produce an ultra-thin defect-free separation layer. The composite membrane carrying the chitosan garter layer yielded good CO₂ permeance and selectivity. The chitosan garter layer played an important role in the composite membrane.

2) Utilization of melt spinning membrane

Micro-filtration (MF) membrane spun in molten state was studied for the substrate of composite membrane. Pore of 0.2 micro meter in MF membrane was filled and covered with silica particles, followed by preparation of garter and separation layer. The composite membrane showed CO₂ selectivity.

3) Membrane system analysis

CO₂ separation from a pressurized gas stream was studied in there membrane arrangements, single-stage, two-stage series and two-stage cascade. Single-stage membrane arrangement needs the least membrane area, however, yielded the product of low concentration. On the other hand, two-stage membrane systems had an advantage in high product concentration, however, discharged a mixed gas stream as by-product.