

氏 名	本 郷 尤
	ほん とう まさる
学位の種類	理 学 博 士
学位記番号	論 理 博 第 676 号
学位授与の日付	昭 和 55 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Studies on the Gas Viscosity under High Pressures (高圧下における気体の粘度に関する研究)

論文調査委員 (主 査) 教 授 大 杉 治 郎 教 授 波 多 野 博 行 教 授 恩 地 勝

論 文 内 容 の 要 旨

輸送現象の1つとしての気体粘度の研究は19世紀にさかのぼって実験的ならびに理論的研究が行なわれ気体運動論あるいは分子間力の基礎として重視され、また工業生産の基礎データとしても貴重である。

申請者の研究は、いづれも高圧気体の粘度に関する研究であるが、その内容は3部よりなっている。

第1部は極性気体における粘度の圧力についての異状性を混合気体について吟味しようとしたものである。すなわち分子量の効果をj知るために先に実験した窒素よりも分子量の大きいアルゴンjをえらんで、アンモニア-アルゴンの高圧混合気体の粘度を測定している。測定法は振動円板法によjていて、申請者自身が改良を加えている。実験の精度は±0.3%以内と推定している。

アルゴンの粘度は±0.2%以内で測定され、 $(\partial\eta/\partial\rho)_T$ (η :粘度, ρ :密度)は常に正で、他の研究者の測定値とよく一致している。アルゴン-アンモニアの粘度は25~100℃, $10\times 10^5\text{Pa}$ ~ $60\times 10^5\text{Pa}$ の範囲で測定された。結果によると粘度-密度曲線の初期傾斜 $(\partial\eta/\partial\rho)_{p\rightarrow 0}$ はアルゴンのモル分率の増加と共に大きくなることを見出している。

Chapman-Enskog の理論に基づき、混合気体の力定数の結合法則を改良して理論的に計算すると実験値とよく一致することをアンモニアにアルゴン、水素、窒素を加えた混合気体について明確にしている。

また極性気体のアンモニア初期粘度減少に対する混合無極性気体の効果はその分子量に依存していることを明かにした。これは極性気体の会合性を抑制するためであると推論している。

主論文第2部においては少し極性のあるプロピレンについて同様な方法によって粘度を測定した。温度25°~125℃, 圧力 $43\times 10^5\text{Pa}$ ~ $56\times 10^5\text{Pa}$ の範囲で±0.5以内の精度で測定をしている。プロピレンは極性ではあるが、粘度-密度の初期減少は見出されなかった。

また極性気体の粘度の初期密度係数 α' とその気体の極性パラメータとの関係を吟味し、極性が小さくなり低圧力になると粘度の初期減少は起こらないことを明らかにしている。

主論文第3部においては第1部および第2部において述べた気体粘度の初期密度依存性について論じている。高圧気体の粘度は圧力よりも密度の関数として処理し易く、初期の減少は $(\partial\eta/\partial\rho)_{p\rightarrow 0}$ として扱う

のが適切である。

まず粘度の実験値を密度の多項式で表わす場合の項数の吟味を行って、実験値の数にもよるが、この場合3次の式で充分であることを示している。

また Hirschfelder らの理論に基いて粘度の初期係数を考察し、Chapman-Enskog の理論に基づいて、第2ビリアル係数を2分子会合体を考慮に入れて表わし、粘度の初期密度係数を吟味している。

この様にして得られる理論的初期密度係数 α' とその実験値を11種の無極性気体につき比較している。この結果、無極性気体については会合性を考慮せず分子衝突の寄与のみを考えれば実験値との一致は充分であることを明らかにしている。

しかしながら極性気体については高圧下の実験値が僅かであって検討を行うのに充分ではなく、上述の分子の会合性ならびに衝突の寄与を考慮しても経験的補正を入れるのでなければ比較が困難であるが、規準化温度と極性パラメータを用いて補正を行うことによって、水蒸気を除く5種類の気体につきかなり良好な一致を得ることが出来た。

なお無極性—極性の混合気体の粘度の半理論的取扱については参考論文において論じている。

参考論文は3篇あり、うち2篇は主論文の前駆となった研究であり、1篇は主論文の補充となるものである。

論文審査の結果の要旨

申請者が高圧流体物性の研究機関として数少ない、また伝統ある東北大学非水溶液化学研究所において多年にわたる気体粘度の測定結果ならびに考察をまとめたものが申請論文となっている。

主論文は3部よりなりどれも高圧気体粘度に関する研究である。

気体粘度の測定法は種々な方法が考案されているが、同研究室では最も精度の高い懸垂円板型粘度計を用いている。申請者はこの方法における振動法を高圧下での測定を行うのに適切であるように改良している。

主論文第1部ではアンモニア—アルゴンの混合気体について、先に見出された極性なアンモニアにおいてその粘度が圧力によって減少することに対するアルゴンの効果を吟味している。これに参考論文中の窒素、水素の効果を併せて初期密度係数 α' に注目して論じている。

主論文第2部では高圧プロピレンの粘度の測定を行っている。25°~75℃、56 bar の範囲で $\pm 0.5\%$ 内の精度で測定は行なわれている。プロピレンは少し極性の気体であるが、圧力による粘度の減少は見出されなかった。またアンモニアその他の気体についても α' が論じられ極性パラメータ δ との相関が吟味されている。そして α' が負より正に変わるのは極性が小さくなるほどまた温度が高くなるほど小さく、これは極性分子の会合性が小さくなるためであると考えている。

主論文第3部では、粘度の実測値を用いて初期圧力係数 α 、あるいは初期密度係数 α' の吟味を行なっている。

Hirschfelder らの理論式による α' と、無極性気体11種、極性気体6種の実測値から求めた α' とを比較し、無極性気体では分子の会合による寄与は小さく、運動量の移行による寄与を考えれば充分であるの

に対して、極性気体は実測データが乏しく決論的なことは言えないが、一般に分子会合による寄与が増大する。この点について極性パラメータに依存した補正を含めて半経験式を導出している。

参考論文は3篇あり、うち2篇は主論文の前駆となった同様な研究であり、他の1つは無極性—極性混合気体について初期密度効果 α' を吟味したもので、主論文第3部を補充するものである。

以上のように申請者の論文は高圧気体の粘度の精度の高い測定を行ない、極性気体の粘度の初期異状性を中心として高圧気体の性状について興味ある知見を加えて、この分野の研究の進展に寄与したと言えることが出来る。また流体物性ならびに広い分野に充分の学識を持っていることが明らかにされた。

よって、本論文は理学博士の学位論文として価値あるものと認める。