

Title	ポリウレタンフォームの物性に関する研究
Author(s)	角倉, 敏彦
Citation	大阪大学, 1965, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/29018
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	角 倉 敏 彦 すみの くら とし ひこ
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 8 1 1 号
学位授与の日付	昭 和 40 年 12 月 1 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	ポリウレタンフォームの物性に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 篠田 軍治
	(副査) 教授 城 憲三 教授 千田 香苗 教授 吉永 弘 教授 吉岡 勝哉 教授 竹内 竜一 教授 庄司 一郎 教授 藤田 茂 教授 鈴木 達朗 教授 三川 礼

論 文 内 容 の 要 旨

ポリウレタンフォームは、最近とみに需要が増大してきた高分子発泡体であるが、他の高分子発泡体（ポリ塩化ビニル、ラバーフォーム等）に比べて、そのセル構造に薄膜の存在という興味ある特性をもっている。さらに発泡体の骨格を構成するポリマー自体としては、水素結合の存在という問題があるが、この点に関しては、すでに以前から指摘されているところであり、粘弾性的な取り扱いもいくつも見られ著者も発泡体の疲労についての研究をこの立場から行なっている。しかし、薄膜の影響についてはほとんど注目されていない。本論文は特にこの点に注目し、薄膜の存在状態およびそれに関連する通気抵抗について検討し、それが影響する具体的な問題として動的粘弾性挙動と吸音特性を取り上げ、これらの問題におよぼす薄膜の役割の重要性を明らかにしたものである。

本論文は、緒論、第 1～3 編および結論によって構成されているが、まず緒論においては高分子発泡体の概念について述べ、さらにポリウレタンフォームの特性について説明した後、本研究の目的と内容について概説している。すなわち本研究の目的は、上に述べたように薄膜がポリウレタンフォームの物性におよぼす影響を明らかにしようとするものであり、薄膜と通気抵抗、動的粘弾性および吸音特性との関係を調べたものである。

つぎに、第 1 編はセル構造と通気特性について調べたものであり、第 1 章では発泡体の骨格が界面化学的には 12 面体構造をもつことを示した後、密度、セルサイズおよび薄膜の形態と分布状態について述べている。第 2 章では通気抵抗の測定装置について述べ、さらにセル構造の観察結果と通気抵抗との関係を明らかにしている。すなわち、通気抵抗は主として薄膜の存在形態に支配され、セルサイズや密度とはあまり関係がなく、また機械的破壊、加水分解および放射線照射などの方法により薄膜の形態と分布状態を調節することができて、広範囲の通気抵抗が比較的自由に得られることがわかつ

た。これはポリウレタンフォームの大きな特徴の一つである。

第2編は動的粘弾性について研究したものであり、主としてセル構造に原因する特性すなわち空気の影響を詳細に検討した。第1章では基礎的資料として静的特性について述べ、特に圧縮特性の特徴として歪量5%ぐらいからセルの座屈による顕著な腰折れ現象について調べた。第2章は空気の影響を検討するために、真空ならびに乾燥空気中でも測定できるように試作した装置について述べており $\tan\delta$ の測定精度としては、その値が0.05以上あれば測定誤差は1%以下である。第3章では、発泡体を真空中で測定することにより、それを構成するエラストマーの動的特性との関連を求めたが、発泡体における周波数依存、歪振幅依存および温度依存などは、そのエラストマーの粘弾性特性が大体そのまま現われると考えてよい。しかし、このエラストマーは発泡させないで作ったものに比較して歪振幅依存すなわち顕著な非線形性を示している。第4章においては、第1編で考察した通気抵抗との関連において空気の影響を調べた。なお、この場合空気中の水分の影響によって複素弾性率の絶対値が異なることがわかったので、真空中との比較測定には乾燥空気を使用した。空気の影響は主として $\tan\delta$ を増加させ、その増加量は測定周波数および通気抵抗に比例し、試料径の2乗に比例することがわかった。これは円筒状の試料について計算した結果と比較的よく一致している。

第3編では薄膜の形態、分布の影響がきわめて微妙である音響特性について研究した。第1章は定在波法による吸音特性測定装置の試作について述べたもので、吸音率の測定とともに、音響インピーダンスが約2%の精度で測定できるように試作することができた。この装置を使用して2~3の軟質高分子発泡体について周波数特性を調べた結果を第2章で述べているが、ポリウレタンフォームの吸音特性を特徴づけるものはセル内に分布している薄膜の形態が最も主要な因子であることを確認し、この薄膜の形態と関係のある通気抵抗および構造定数によってポリウレタンフォームの吸音機構を解明できることが明らかになった。第3章においては、通気抵抗と吸音特性との関係をさらに詳細に調べた。すなわち、音響抵抗と近似理論式の比較から、抵抗係数が通気抵抗にはほぼ一致し、音響リアクタンスから算出した構造定数が通気抵抗に比例して増加する結果が得られた。これから弾性率の大きい材料では、吸音性が通気抵抗によってほぼ完全に記述できることがわかり、しかもポリウレタンフォームの構造定数は、最大約40にも達するきわめて大きい値を示すことが知られた。吸音率の周波数特性に見られる中音領域の共鳴は、純ニューマティックな厚み共鳴であって、共鳴周波数が通気抵抗とともに低音側に移行するのは、構造定数の増加によるものであることが明らかになった。第4章においては、前章までの研究結果にもとづき、通気抵抗を適当に調節することにより、すぐれた吸音性能をもつ発泡体が試作できることについて述べている。

最後に、結論において第1~3編で得られた研究成果を要約して本論文の結びとしている。

論文の審査結果の要旨

本論文は緒論、3編および結論からなっている。

緒論では、ポリウレタンフォームがセル構造に薄膜の加わった構造をもっており、発泡体の骨格を

構成するポリマー自体の性質のほか、薄膜の影響をうけるので物性的には興味のあるものであるが、従来物性的に研究されたものがほとんどないこと、著者はこの点に着目して薄膜の影響が顕著に現われると思われる動的粘弾性、通気抵抗および吸音特性について研究を行なったと述べている。

第1編はセル構造と通気特性との関係について述べたものである。第1章では発泡体の骨格が12面体構造をもち、推論の結果と一致すること、セル形態、薄膜の形態の観察結果を述べ、それらが変形挙動、動的粘弾性および音響特性に及ぼす影響を考察する基礎になることを指摘している。第2章では最初に通気抵抗測定装置について述べ、つぎに得られた測定結果とセル構造の観察結果との関係を述べた後、通気抵抗は薄膜の存在形態に支配され、セルサイズや密度とはあまり関係がないことを明らかにし、ポリウレタンフォームでは薄膜の形態と分布状態を調節することにより、通気抵抗を広範囲にわたって変えることができることを明らかにしている。

第2編は動的粘弾性について述べたものである。軟質ポリウレタンフォームの粘弾性は用途と関連する静的なものだけが注目されていたが、その物性的特徴は薄膜の影響が関係する動的粘弾性に存するという見解から出発している。しかし第1章には基礎的資料として静的特性について述べてあり、セルの座屈による腰折れ現象などに及んでいる。第2章は動的粘弾性の測定装置について述べたもので、装置は真空ならびに乾燥空気中でも測定できるように作られたものである。第3章は動的粘弾性を真空中で測定した結果から発泡体とそれを構成するエラストマーの動的特性の関係を求めた結果を述べたものである。発泡体における動的粘弾性の周波数依存、歪振巾依存および温度依存にはエラストマーの特性が大体そのまま現われるとしている。第4章は動的粘弾性に及ぼす空気の影響を述べたもので、第1編で考察した通気抵抗との関連を求めたためのものである。空気の影響は主として $\tan \delta$ の増加に現われ、増加量は測定周波数および通気抵抗に比例し、試料径の2乗に比例することを確かめ、円筒状試料については理論的に計算した結果と定量的にもほぼ一致することを確かめている。

第3編は薄膜の形態、分布等の影響が微妙に効いてくる音響特性について述べたものである。第1章には定在波法による精度のよい吸音特性測定装置の試作結果、第2章にはそれを使って発泡体の周波数特性を測定した結果を述べている。その結果、吸音特性を特徴づける最も重要な因子はセル内に分布している薄膜の形態であることを見だしている。したがって薄膜の形態と関係ある通気抵抗および構造定数によって吸音機構が解明できるであろうと述べている。第3章には通気抵抗と吸音特性との関係をさらに詳細にしらべた結果を述べてある。すなわち、音響抵抗と近似理論式との比較から抵抗係数が通気抵抗にはほぼ一致し、音響リアクタンスから算出した構造定数が通気抵抗に比例して増加することを見いだした。これからポリウレタンフォームでは吸音特性が通気抵抗によって記述できることがわかり、また共鳴周波数の通気抵抗依存性は構造定数の変化によるものであることを指摘している。第4章は前章までの研究結果にもとづいて、通気抵抗を調節することによって、所要の吸音特性をもつ発泡体を試作した結果を述べたものである。

結論には第1～3編に述べてある研究成果を要約して述べ、本論文の結びとしている。

ポリウレタンフォームの物理的性質としては、従来静的粘弾性が注目されていたが、著者はその構造上の特質は、セル構造に薄膜の加わったものであることに注目し、発泡体中における空気の挙動の考察から動的粘弾性、通気抵抗等がその特性を現わす物理量であることを指摘し、それらを測定する

装置の改良に成功し、つぎにそれらを使って測定した結果、予想を裏書きする成果を得、セル構造と通気抵抗、動的粘弾性と通気抵抗、吸音特性と通気抵抗の関係等を明らかにすることができた。この結果は従来物性的に甚だ取り扱い難いとされていた発泡体の物理的性質を究明する道を開いたもので学問的価値は大きい。また著者はこれらの成果を利用して所要の吸音特性をもつ発泡体の試作に成功しているので工業的にも大きな貢献をなしている。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。