

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	高分子材料の水蒸気透過度測定法に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	飯塚真也
Author(English)	Shinya Iizuka
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10539号, 授与年月日:2017年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:佐藤 千明,堀江 三喜男,松村 茂樹,吉岡 勇人,只野 耕太郎
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10539号, Conferred date:2017/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻： Department of	メカノマイクロ工学	専攻	申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
学生氏名： Student's Name	飯塚 真也		指導教員 (主)： Academic Advisor(main)
			佐藤 千明
			指導教員 (副)： Academic Advisor(sub)
			堀江 三喜男

### 要旨 (和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters )

本研究では、近年、様々な環境で使用あるいは保管される機械装置やその部材の保護を目的とする包装材や被膜材の重要な性能のひとつである水蒸気透過性に着目し、従来の評価技術の実用面における課題を抽出し、包装材や被膜材に対する現在の産業ニーズに対応可能な新たな水蒸気透過度評価方法について検討した。

第1章では、包装材や被膜材の水蒸気透過測定が幅広い産業分野で実施され、産業分野ごとに用途に合わせた複数の JIS や ISO が規定されていることを述べた。さらに、これらの現状を俯瞰し、多用途化する包装材や被膜材の性能を客観的に判断するのに必要な課題を抽出した。第一の課題は、流動性をもつ材料の水蒸気透過度測定を行う際の試験片調製である。水蒸気透過度測定では全面が均質で厚さのムラや損傷のない膜状試験片調製を必要とするが、流動性をもつ材料からこのような薄膜を調製するのは難しく、水蒸気透過度測定を困難にしている。第二の課題は、高温環境における水蒸気透過度測定である。産業界に普及したカップ法による水蒸気透過度測定は高温環境では実施できず、高温環境用機器の保護部材の性能評価には利用できない。本章では、現在の産業ニーズに応える実用的な水蒸気透過度測定技術を確立するために従来技術の改良すべき点を抽出し、研究の道筋を定めた。

第2章では、流動性をもつ材料から膜状試験片を調製し、水蒸気透過度を測定する際の課題について検討した。従来から行われてきた溶液キャスト法による薄膜調製では剥離時の損傷が起きやすく、一部試料で利用される PET フィルムを用いた積層膜試験片では測定可能な水蒸気透過度が限られるため、本研究では、平滑で水蒸気透過性の高い三酢酸セルロースフィルム (CTA) に流動性をもつ材料を塗布し硬化させた積層試験片を用いた水蒸気透過度測定を検討した。PET フィルムおよび PP フィルムを CTA と重ねて水蒸気透過度測定を行い、既存の積層透過関係式を用いて算出した PET, PP の水蒸気透過度はいずれも単独で測定した水蒸気透過度より低かったが、CTA の水蒸気透過の湿度依存性を考慮した補正透過関係式を用いて再計算した結果、ほぼ一致する水蒸気透過度を得た。アクリル粘着剤、ブチルゴム粘着剤、クロロプレン系接着剤、および防湿塗料も CTA 上に成膜した積層試験片として補正透過関係式を用いて算出することにより、単独膜での測定と同様の水蒸気透過度を得られることを確認した。

第3章では、高温環境における水蒸気透過度測定の問題について検討した。ISO には、高バリア性材料の評価用として高温環境における水蒸気透過度測定方法が定められているが、本章では一般材料の評価用として広く普及可能とするため、カップ法の改良を試みた。高温時の膨張による試料損傷を防ぐ圧力調整機構付きカップを開発し、高温環境における PET および PP の水蒸気透過度を測定した結果、ガスクロマトグラフ法により同じ温度で得た測定値とほぼ一致した。また、PP, PEN, PI フィルムの水蒸気透過係数のアレニウスプロットでは 25~85 °C の範囲で直線関係を示したが、PET, PBT, PLA における水蒸気透過係数のアレニウスプロットでは、ガラス転移温度に対応した屈曲点が確認し、高分子の物性変化を反映する高精度な測定が可能であることを示した。

第4章では、水蒸気透過度測定の問題の難しい各種工業材料について、圧力調整機構付きカップを用いて温度別の水蒸気透過度を測定した。エポキシ樹脂系封止材を成膜し剥離した試験片を測定した水蒸気透過度のアレニウスプロットは 25~85 °C の範囲で直線関係を示した。一方、シーリング剤から同様に調製した試験片は微細な損傷を避けられなかったが、CTA 積層試験片とすることにより損傷が回避でき、得られた水蒸気透過度のアレニウスプロットは直線関係を示した。同様に、ゴムシート、接着剤、液状油についても CTA 積層試験片とすることにより、温度別水蒸気透過度の測定が可能であることを確認した。

第5章では、各章で得た成果を総括するとともに、本研究にて提案した流動性をもつ材料の水蒸気透過度測定、および高温環境における水蒸気透過度測定について残された課題を整理し、今後の展開方針を述べた。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)  
Doctoral Program

## 論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻 : Department of	メカノマイクロ工学	専攻	申請学位 (専攻分野) : Academic Degree Requested	博士 (工学)	Doctor of
学生氏名 : Student's Name	飯塚 真也		指導教員 (主) : Academic Advisor(main)	佐藤 千明	
			指導教員 (副) : Academic Advisor(sub)	堀江 三喜男	

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

We have taken up two particularly important issues concerning the measurement of the water vapor transmission rate of polymeric materials and proposed solutions to overcome each of them.

First, in order to stably adjust a thin film specimen of flowable material, we developed a method of using a laminated film specimen held by a cellulose triacetate substrate. In addition, we proposed a new formula to show the water vapor permeability relationship between the cellulose triacetate substrate and a forming specimen. By using the aforementioned method and formula, it was shown that water vapor transmission rate of plastic films, adhesives, and moisture proof paints can be evaluated with high accuracy.

Secondly, in order to measure the water vapor transmission rate of general plastic films under high temperature, a measurement method using a cup having a pressure adjusting mechanism was developed. Using this method, it was possible to relieve high temperature pressure fluctuation in the cup and measure the water vapor transmission rate of the plastic films while avoiding damage to the films. Arrhenius plots of the water vapor permeability coefficient of polypropylene, polyethylene naphthalate, and polyimide showed a linear relationship in the range of 25 to 85 °C. In addition, Arrhenius plots of the water vapor permeability coefficient in polyethylene terephthalate, polybutylene terephthalate, and polylactic acid confirmed the bending point of each film corresponding to the glass transition temperature. This method could be used to perform high precision measurements of the physical properties of these polymers.

Furthermore, by using the cellulose triacetate substrate and the cup with the pressure adjusting mechanism, it was possible to stably perform the water vapor permeability evaluation of various industrial materials such as sealing agents, adhesives, rubbers, and liquid oils in the range of 25 to 85 °C.

備考 : 論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note : Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意 : 論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).