

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	水素結合部位を導入したエラストマーの創製と物性発現機構の解明に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	庄田靖宏
Author(English)	Yasuhiro Shoda
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11615号, 授与年月日:2020年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:大塚 英幸,安藤 慎治,中嶋 健,戸木田 雅利,古屋 秀峰
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11615号, Conferred date:2020/9/25, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第		号	学位申請者氏名	庄田 靖宏	
論文審査 審査員		氏名		職名	氏名	職名
	主査	大塚 英幸		教授	古屋 秀峰	准教授
	審査員	安藤 慎治		教授		
		中嶋 健		教授		
	戸木田 雅利		准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「水素結合部位を導入したエラストマーの創製と物性発現機構の解明に関する研究」と題し、全5章から構成されている。

第1章「序論」では、タイヤの転がり抵抗の低減と高耐久性の両立というトレードオフの関係にある性能バランスについて概観している。性能バランスの両立を実現するために、エネルギー散逸の歪み依存性の制御に着目し、水素結合部位を導入した新規エラストマーの創製と構造解析による物性発現メカニズムの解明を目的とした本研究の意義が述べられている。

第2章「ポリブタジエン-ポリウレタン共重合体の合成手法確立」では、タイヤへの応用を念頭に置き、ジエン系ゴム材料の一種であるポリブタジエン (PB) に着目し、PB と二重結合含有ポリウレタン (PU) とのオレフィンメタセシス反応を活用した PB-PU 共重合体 (PBU) の合成法が述べられ、分子設計制御を検討されている。PU の原料であるイソシアナート種を変更することで、任意の PU 骨格を PB 中に分子レベルで導入できることを明らかにしている。さらに、原料ポリマーの仕込み比を変えることで、共重合体中の PB と PU の比率を制御できることを示し、メタセシスによる主鎖交換反応の反応率を低く抑えることで、ブロック状の PU を PB 中に導入可能であることも明らかにしている。以上の結果から、原料や合成条件により用途に応じた性能を発現する PBU が得られ、水素結合部位を導入した新規ジエン系エラストマーの創製が可能であると結論している。

第3章「ポリブタジエン-ポリウレタン共重合体の構造解析」では、PBU 中の PU の水素結合によって形成されるハードセグメント (HS) に着目した PBU の構造解析について述べられている。中性子小角散乱 (SANS) 法により、ウレタン連鎖長と導入量の異なる3種類の重水素化 PBU (*d*-PBU) の HS の凝集形態を解析し、複数の円盤状の HS が凝集して HS ドメインを形成していること、100%以上の伸長ひずみによって HS ドメインのサイズが減少することを明らかにしている。伸長に伴い HS ドメイン内部の HS 間の水素結合が破壊することを赤外分光スペクトルで確認するとともに、HS ドメインのサイズ減少量と伸縮時のヒステリシスロス量との間に正の相関を見出し、PBU のエネルギー散逸の要因が HS 間の水素結合の犠牲破壊にあることを明らかにしている。

第4章「ポリブタジエン-ポリウレタン共重合体の物性発現機構解明」では、実際に加硫ゴム中での物性発現メカニズムの解明、配合依存性の影響、分子設計による物性制御について検討されている。タイヤで使用される配合の多くがポリマーブレンドであることから、PBU を一定量配合し、物性に与える影響が検討されている。その結果、PBU の配合によりエネルギー散逸の歪み依存性を制御できることが示され、ウレタンユニット中の水素結合が低変位下では疑似架橋として振る舞い、分子運動を拘束してエネルギー散逸を発現しない一方、大変形下では水素結合の犠牲破壊に伴う大きなエネルギー散逸が発現することを見出されている。さらに、エネルギー散逸の起源である水素結合の形成からなる HS ドメインの構造変化を Mooney-Rivlin プロットによる解析により定量化している。ウレタンユニットの導入量の増加とともに C_2 値が増加すること、水素結合比率として C_2/C_1 値を取ることで大変形領域のヒステリシスロスを説明できることを見出している。さらに、大変形領域のヒステリシスロスと引き裂きエネルギーが非常に良く相関することも見出している。以上の結果から、PBU 中の水素結合の犠牲破壊によるエネルギー散逸によって耐久特性が向上することを証明している。

第5章「結論」では、本論文の内容を総括し、今後の展望について記述している。

これを要するに、本論文は水素結合部位を導入したエラストマーの創製と物性発現機構の解明について述べられたものであり、その成果はゴム・タイヤ工業での課題であるタイヤの転がり抵抗の低減と高耐久性の両立に繋がるものが期待されるため、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士 (工学) の学位論文として十分な価値があるものと認められる。