T2R2 東京科学大学 リサーチリポジトリ
Science Tokyo Research Repository

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	ゴムの混練りとミクロ分散構造に影響を及ぼす素練りに関する研究
Title(English)	
著者(和文)	岡本浩二
Author(English)	Koji Okamoto
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11614号, 授与年月日:2020年9月25日, 学位の種別:課程博士, 審査員:中嶋 健,芹澤 武,宍戸 厚,扇澤 敏明,古屋 秀峰
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11614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

Powered by T2R2 (Science Tokyo Research Repository)

（博士課程）

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	岡本　浩二

		氏　名	職　名		氏　名	職　名
論文審査 審 査 員	主査	中嶋　健	教授	審査員	古屋秀峰	准教授
	審査員	芹澤　武	教授			
		宍戸　厚	教授			
		扇澤敏明	教授			

論文審査の要旨（2000 字程度）

本論文は「ゴムの混練りとミクロ分散構造に影響を及ぼす素練りに関する研究」と題し、全8章で構成されている。

第1章「序論」では、まずゴムの素練りと混練りについて概観している。本論文での素練りとは、混練りの中で最初に行う原料ゴムの可塑化を指す。次に、合成天然ゴム（IR）とカーボンブラック（CB）の混練りにおいて、 CB 投入時の素練りした IR の状態が、その後の混練り、ミクロ分散構造、ゴム物性に及ぼす影響を明らかにすること、及び原料ゴムが素練りによって破壊され、μm オーダーにまで細分化される Mooney らによって提案されたレオロジカルユニットの概念を念頭に、未だ確認されていないレオロジカルユニットと実際の混練りと、ミクロ分散構造の形成との関係を考察するという、本研究の意義と目的について述べている。

第2章「合成天然ゴムの素練りがその後の混練り、ゴムのミクロ分散構造、ゴム物性に及ぼす影響」では、IR の素練り時間の違い、すなわち、CB 投入時の素練り IR の状態の違いが、その後の混練り、ミクロ分散構造、ゴム物性に及ぼす影響を検討している。さらに、レオロジカルユニットと実際の混練り及び、ミクロ分散構造の形成との関係を検討している。IR は素練り時間の延長により、高分子量成分の減少と粘弾性の変化が起こり、その結果、IR による CB の取り込みが速くなり、CB 分散は向上し、それによって加硫ゴム物性が向上することを明らかにしている。また、原子間力顕微鏡（AFM）をベースにしたナノ力学物性マッピング（ナノ触診 AFM）によるミクロスケールでのゴムの弾性率の測定から、IR の素練り時間の違いが、 CB 分散と CB 周囲のゴム領域の状態に影響することを明らかにしている。具体的には、IR の素練りが不十分な場合、CB とゴム領域の間にある界面領域が厚く囲む、大きな CB 凝集塊が形成される。これに対して、素練りを十分に行った場合、大きな CB 凝集塊とゴム領域のない、CB 分散とゴム物性が良好な状態となる。さらに、AFM の弾性率像に想定されるレオロジカルユニットを示し、IR の素練り時間が短く、IR の細分化が不十分な場合、CB 投入時のレオロジカルユニットのサイズは大きく、CB との接触面積が小さいことから CB の微細化は進み難く、大きな CB 凝集塊と大きなゴム領域が残りやすいことを明らかにしている。これに対して、十分な素練りでレオロジカルユニットのサイズが小さい場合、レオロジカルユニットは CB と効率的に接触し、CB の取り込みがスムーズで、CB の微細化が速く、均一に分散され、さらにゴム領域のサイズも小さくなる。以上の結果より、CB 投入時の素練り IR の状態は、ミクロ分散構造におけるゴム領域及び、CB とゴム領域の間の界面領域の状態に影響し、その結果、CB の分散及びゴム物性に影響すると結論付けている。

第3章「素練り時間の違いがゴムのミクロ分散構造形成の過程に及ぼす影響」では、CB 投入時に十分な素練りによりレオロジカルユニットのサイズが小さい場合、混練機の電力第 2 ピークの前に CB の微細化はほぼ終了し、第 2 ピーク後の短時間の混練りでゴム領域が小さく、CB の分散が進み、良好なゴム物性となることを明らかにしている。これに対して、素練りが不十分でレオロジカルユニットのサイズが大きい場合、CB 投入後にその細分化と CB の取り込みや微細化が同時に起こり、第 2 ピークの時点ではまだ大きな CB 凝集塊とゴム領域が残り、第 2 ピーク以降で CB の微細化と均一化を行うことが必要となる。また、界面領域は混練りの進行と共に複数の CB を含む連続して繋がる状態から、繋がらない状態に変化していくことを明らかにしている。さらに、以上の結果を基に、ゴムのミクロ分散構造の形成過程の推測図を示している。

第4章「CB 種による、素練りが及ぼす影響」では、第2章の CB よりも小粒子径の CB を用いてミクロ分散構造を比較し、短時間の素練りでもゴム領域が小さいことが異なり、素練りの延長による界面領域の変化は同じであることを示している。

第5章「ニーダー混練り後のオープンロールによる増し練りの影響」では、CB の微細化とゴムの細分化が十分なゴムでは増し練り前後に差はないが、大きな CB 凝集塊とゴム領域があるゴムは増し練りで混練りが進行することを示している。

第6章「ニーダーとオープンロールの混練りによる，IR/CB 補強ゴムのミクロ分散構造の比較」と7章「ニーダーとバンバリータイプ混練機との混練りの比較」では、異なる混練機種とのゴムのミクロ分散構造と混練りの比較を示している。

第8章「結論」では、本論文の内容について総括し、今後の展望について記述している。これを要するに、本論文は素練りがゴムの混練りとミクロ分散構造に及ぼす影響，及びレオロジカルユニットと実際の混練り，さらにミクロ分散構造の形成との関係を明らかにしたものであり、今後のゴムの混練りのメカニズムの解明に繋がることが期待されるため、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。

注意：「論文審査の要旨及び審査員」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。