

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,穴戸 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)	論文要旨
Type(English)	Summary

(博士課程)

Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

系・コース： 応用化学 系
Department of Graduate major in 応用化学 コース
学生氏名： 岡本 浩二
Student's Name

申請学位(専攻分野)： 博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員(主)： 中嶋 健 教授
Academic Supervisor(main)
指導教員(副)：
Academic Supervisor(sub)

要旨(和文 2000 字程度)

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「ゴムの混練りとマイ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た。本論文における素練りとは、混練りの最初に行う原料ゴムの可塑性を指す。次に、本論文の二つの目的を示した。一つは合成天然ゴム(IR)とカーボンブラック(CB)のニーダーによる混練りにおいて、CB投入時の素練りしたIRの状態が、その後の混練り、マイクロ分散構造、ゴム物性に及ぼす影響を明らかにすることである。もう一つは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置いて、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、マイクロ分散構造の形成との関係を考察することである。

第2章「合成天然ゴムの素練りがその後の混練り、ゴムのマイクロ分散構造、ゴム物性に及ぼす影響」では、IRの素練り時間の違い、つまり、CB投入時の素練りIRの状態の違いが、その後の混練り、マイクロ分散構造、ゴム物性に及ぼす影響を検討した。IRは素練り時間の延長によって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、それにより加硫ゴム物性が向上した。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)によるマイクロスケールでのゴム弾性率の測定から、IRの素練り時間の違いが、CB分散とゴム領域の大きさや状態に影響することを明らかにした。具体的には、IRの素練りが不十分な場合、大きなCB凝集塊とゴム領域が残るマイクロ分散構造となる。一方、素練りを十分に行うと、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、レオロジカルユニットの概念を念頭に置いて、この結果を次のように考察した。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凝集塊とゴム領域が残る。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は、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、ゴム領域のサイズも小さくなる。以上より、CB投入時の素練りIRの状態は、マイクロ分散構造におけるゴム領域に影響し、CB分散及びゴム物性に影響すると結論付けた。

第3章「素練り時間の違いがゴムのマイクロ分散構造の形成過程に及ぼす影響」では、CB投入時のIRの素練り状態の違いが、マイクロ分散構造の形成過程に及ぼす影響を検討した。素練りが不十分に起こり、混練りチャートの電力第2ピークまでにCBの微細化が十分に進まず、第2ピーク以降にCBの微細化と均一化が進行し始める。また、素練り時の大きなレオロジカルユニットがそのまま残り、大きなゴム領域となりやすい。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既に小さい場合、すぐにCBの微細化が始まり、第2ピークまでにCBの微細化とレオロジカルユニットの細分化はほぼ終了して、CBの均一化が始まる。このように、マイクロ分散構造の形成過程は、CB投入前のレオロジカルユニットのサイズに影響されることを明らかにした。次に、レオロジカルユニットの周縁部に接するそれよりも弾性率の高いゴム領域が、CBの微細化、ゴム領域の細分化と共にCBの周囲に形成されていくことを示した。これより、それらの進行には、このレオロジカルユニット周縁部に接する弾性率の高いゴム領域の形成が伴うと結論付けた。さらに、これらの結果を基に、IR/CB補強ゴムにおけるマイクロ分散構造の形成過程について、レオロジカルユニットを描き入れた概念図を示した。

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を用いてマイクロ分散構造を比較した。小粒子径CBは短時間の素練りでも微細化され、ゴム領域を小さくすることを示した。

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マイクロ分散構造の差はないが、それが不十分なゴムは、増し練りで混練りが進行することを示した。

第6章「ニーダーとオープンロールとの混練りの比較」と第7章「ニーダーとパンバータイプ混練機との混練りの比較」では、ニーダーと異なる混練機種とのIR/CB補強ゴムの混練りとマイクロ分散構造を比較した。密閉型混練機で十分な素練りとその後の混練りを行うことにより、オープンロールと同等のマイクロ分散構造となることを示した。

第8章「結論」では、本論文の内容を総括し、今後を展望した。

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

系・コース： 応用化学 系
Department of Graduate major in 応用化学 コース
学生氏名： 岡本 浩二
Student's Name

申請学位 (専攻分野)： 博士 (工学)
Academic Degree Requested Doctor of
指導教員 (主)： 中嶋 健 教授
Academic Supervisor(main)
指導教員 (副)：
Academic Supervisor(sub)

要旨 (英文 300 語程度)
Thesis Summary (approx.300 English Words)

The purpose of this paper is twofold. The first is to clarify the effect of the state of masticated isoprene rubber (IR) at the time of adding carbon black (CB) on the subsequent mixing, micro-dispersed structure and rubber physical properties. Another is to examine the relationship between the rheological units, which have not yet been confirmed, and actual mixing and the formation of micro-dispersed structures, bearing in mind the concept of the rheological units proposed by Mooney et al. in which the raw rubber is broken by mastication and subdivided into μm order. In this paper, mastication refers to the plasticization of the raw rubber, which is the first step in the mixing process. The micro-dispersed structure was obtained by nanomechanical mapping by AFM.

If IR is not well masticated and the size of the rheological units when adding CB is large, the rheological units is subdivided preferentially over the dispersion of CB. As a result, dispersing CB does not proceed sufficiently before reaching the second power peak in the mixing chart. In contrast, if the size of the rheological units is small due to sufficient mastication, the CB dispersion starts immediately, and is almost completed by the second power peak. Thus, we have found that the progress of the CB dispersion and subdivision of the rubber region is affected by the size of the rheological units before adding CB. In addition, we have concluded that this affects the CB dispersion and the rubber physical properties. We have also concluded that the progress of the CB dispersion is accompanied by forming a rubber region with a high elastic moduli on the peripheral portion of the rheological units. Furthermore, based on these results, we have proposed a conceptual diagram to show the formation process of the micro-dispersed structure, in which the rheological units play an important role.

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).