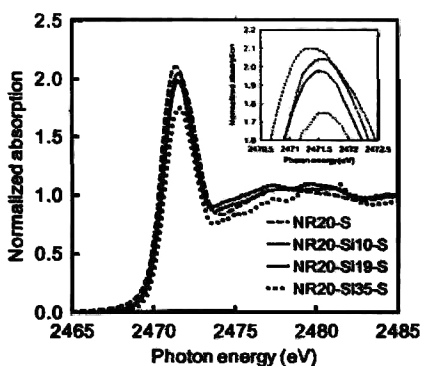
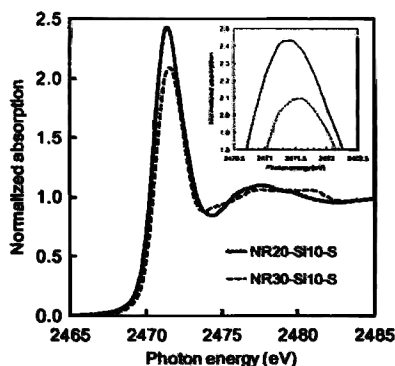


การศึกษา การใช้สารซิลิกาแทนคาร์บอน เป็นตัวเสริมความแข็งแรงในยางธรรมชาติ

ดร.วันวิสา พัฒนศิริวิศว สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)



รูปที่ 1 XANES สเปกตรัมเมื่อมีการใส่และไม่มีสารผสมซิลิกาในยางธรรมชาติ



รูปที่ 2 XANES สเปกตรัม ของ NR20-Si10-S และ NR30-Si12-S

ปัจจุบันยางธรรมชาติถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ มากมายหลายชนิดเพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน จนเหมือนเป็นสิ่งจำเป็นที่ขาดไม่ได้ เช่น ยางรถของหมอน ที่นอน อุปกรณ์ด้านการแพทย์ ยางรถยนต์ ลูกมียาง สายพานขนส่ง ชิ้นงานทางด้านวิศวกรรม และผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ใช้ในก่อสร้าง เป็นต้น การแปรรูปยางธรรมชาติให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการนั้น สามารถทำได้โดยการเติมสารเคมีชนิดต่างๆ เช่น กำมะถัน ผงเขม่าดำ (carbon black) และสารตัวเร่งต่างๆ เป็นต้น สำหรับผงเขม่าดำถือเป็นสารเสริมแรงที่สำคัญที่สุดในอุตสาหกรรมการผลิตยางรถยนต์ เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกลให้ดียิ่งขึ้น ทำให้ทนต่อแรงดึง ทนต่อการฉีกขาด และรองรับการกระแทก อย่างไรก็ตามผงเขม่าดำนั้นได้จากการกลั่นปิโตรเลียม ซึ่งอาจจะหมดไปในไม่ช้า ดังนั้นจึงได้มีการใช้สารซิลิกาเป็นตัวเสริมความแข็งแรงแทนผงเขม่าดำ ซึ่งนอกจากจะเป็นตัวเสริมแรงแล้วยังช่วยให้ประหยัดน้ำมันในการขับรถ

และการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้รถบนถนนอีกด้วย

คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาผลของการเติมสารซิลิกาเข้าไปในยางธรรมชาติแบบ *in situ* โดยใช้เทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์ ณ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน เพื่อศึกษาซิลเฟอร์คลอสลิงค์ ในกระบวนการวัลเคไนเซชัน เมื่อมีการเติมสารซิลิกาลงในยางธรรมชาติ โดยกระบวนการวัลคาไนเซชันนี้จะเป็นการบอกระดับคุณสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติ เช่น ความยืดหยุ่น เป็นต้น

รูปที่ 1 แสดงสเปกตรัม X-ray Absorption Near Edge Structure (XANES) ของซิลเฟอร์ เมื่อมีการเติมสารซิลิกาเข้าไป ในประมาณ 10, 19 และ 35 phr (part per one hundred of rubber: ส่วนในร้อยละของยางโดยน้ำหนัก) โดยจะเห็นว่าตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลอยู่ที่ประมาณ 2471.4 ถึง 2471.7 eV ซึ่งสอดคล้องกับ polysulfidic โดยยางธรรมชาติเมื่อยังไม่เติมสารซิลิกา (NR20-S) พบว่ามีตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลอยู่ที่ 2471.5 และเมื่อเพิ่มปริมาณ

ซิลิกา พบว่าตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลมีค่าเพิ่มขึ้น โดยตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลของ NR20-Si35-S อยู่ที่ 2471.7 eV นั้นแสดงว่าความยาวพันธะของ polysulfidic ($C-S_x-C$ ($x = 1, 2, 3, 4$)) มีค่าลดลง และเกิดเป็นพันธะสั้นๆ ของพันธะ polysulfidic ขึ้นแทน เนื่องจากการเติมสารซิลเฟอร์เข้าไปภายหลังจากการเติมสารซิลิกาแล้วนั้น ทำให้ซิลเฟอร์ที่ใส่เข้าไปภายหลังเกิดการจับตัวกับเป็นหมู่ silanol (SiH_3OH) บนซิลิกาในยางธรรมชาติ ขณะเดียวกันซิลเฟอร์ที่อยู่

อยู่ในบางส่วนอาจจะถูกจับกับสารซิลิกาที่อยู่รอบๆ น้อยลง เพราะได้มีการพบสารซิลเฟอร์คลอสลิงค์รอบๆ อนุภาคของยางสเปกตรัม XANES ในรูปที่ 2 สนับสนุนว่าการเกิดหมู่ silanol ในซิลเฟอร์วัลเคไนเซชันนั้นสามารถเปรียบเทียบได้จากการเตรียมตัวอย่างยางธรรมชาติที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (DRC) ที่ต่างกัน โดยจะเห็นได้ว่าตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลของ NR20-Si10 และ NR30-Si12 นั้นเป็นพันธะ polysulfidic แต่ความสูงของตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลของ NR30-Si10 นั้นต่ำกว่าและมีค่าการดูดกลืนรังสีเอกซ์ที่ค่าพลังงานสูงกว่า NR20-Si12 ซึ่งแสดงว่าการเพิ่มจำนวนพันธะของ polysulfidic ใน NR30-Si10 นั้นน้อยกว่า NR20-Si12 เนื่องมาจากตัวอย่าง NR30-Si10 นั้นมีความเข้มข้นของเนื้อยาง รวมทั้งซิลเฟอร์และซิลิกาที่มากกว่า NR20-Si12 ทั้งๆ ที่อัตราส่วนในร้อยละของยางโดยน้ำหนักมีค่าเท่ากัน

การเติมสารซิลิกาเข้าไปจะช่วยให้อย่างแข็งแรงขึ้นได้โดยสามารถดูได้จากพันธะ polysulfidic สายสั้นเพิ่มมากขึ้น และการเติมสารซิลิกาแบบ *in situ* จะเป็นนำไปทำวัสดุยางที่หลากหลายได้ ซึ่งงานวิจัยนี้จะนำไปสู่การพัฒนาและนำสารซิลิกาไปใช้ในยางธรรมชาติ

เอกสารอ้างอิง

Attaya Tohsana, Pranee Phinyocheep, Sumeet Kittipoom, Wanwisa Pattanasritwisawa and Yuko Ikeda, "Novel biphasic structured composite prepared by in situ silica filling in natural rubber latex". Polym. Adv. Technol. (2011). Online published: 13 SEP 2011, DOI: 10.1002/pat.2051.