บทที่ 5

การศึกษาการควบคุมคุณภาพยางผสม

ส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในรถยนต์หรือยานยนต์ประเภทต่าง ๆ คือ ยางรถ ซึ่งจะต้องมีคุณภาพและสมรรถนะที่ดี มิเช่นนั้นอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ทุกขณะ หากกล่าวถึงยางรถ ส่วนประกอบที่สำคัญในยางรถคือ ยางผสมหรือคอมเปาด์ (Compound) ซึ่งมีสัดส่วนประกอบอยู่ในยางรถถึง 70% โดยน้ำหนัก ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าคุณภาพและสมรรถนะของยางรถจะดีหรือไม่นั้น ขึ้นอยู่กับการควบคุมคุณภาพในทุกขั้นตอนของกระบวนการผสมยาง

5.1 การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ

5.1.1 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตยางผสม

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตยางผสมแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ดังนี้คือ

1. ยาง (Rubber)

เป็นวัตถุดิบหลักในกระบวนการผสมยาง ในยางผสม 1 แบช (Batch) หรือการผสมแต่ละครั้งจะมีสัดส่วนของยางประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก ยางที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มหลักคือ

- ยางธรรมชาติ เช่น RSS#3 , STR 20 , STR 5 และอื่น ๆ
- ยางสังเคราะห์ เช่น SBR 1500 , SBR 1712 , BR 45 , BR 150L และอื่น ๆ

2. สารเพิ่มความแข็งหรือสารตัวเติม (Fillers)

ส่วนใหญ่ที่ใช้คือคาร์บอนแบล็ค (Carbon Black) หรือผงเขม่าดำ ซึ่งเป็นสารตัวเติมประเภทหนึ่งซึ่งใช้ในการเพิ่มความแข็งและเพิ่มโมดูลัสให้กับยาง คาร์บอนแบล็คมีหลายเกรด เช่น N220 , N330 , N339 , N660 , N326 และอื่น ๆ การเลือกใช้คาร์บอนแบล็คเบอร์ใดขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสูตรยางผสมนั้น ๆ

3. สารเคมี (Chemicals)

สารเคมีสำหรับยาง (Rubber Chemicals) มีอยู่หลายประเภทและการเลือกใช้สารเคมีใดนั้นขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสูตรยางแต่ละสูตรว่าต้องการนำไปใช้ทำส่วนประกอบใดในยางรถ ประเภทของสารเคมีหลักที่ใช้ในสูตรการผสมยางมีดังนี้

- สารวัลคาไนซ์ (Vulcanizing Agent) เป็นสารที่ทำให้เกิดการเชื่อมโยงของโมเลกุล ตรงจุดที่ว่องไวต่อปฏิกิริยา สารวัลคาไนซ์ส่วนมากที่ใช้ ได้แก่ กำมะถัน
- สารตัวเร่ง (Accelerator) เป็นสารที่ช่วยลดเวลาในการวัลคาไนซ์ ได้แก่ ZDMC , DPG , MBT , CBS , DCBS และอื่น ๆ

- สารหน่วง (Retarder) เป็นสารที่ให้เวลาในการวัลคาไนซ์ยาวขึ้นและเพิ่มเวลาที่ยางเริ่มสุกตัว (Scorch) ได้แก่ NDPA , PVI

- สารกระตุ้น (Activator) คือสารที่ช่วยเสริมให้ตัวเร่งทำงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้น ที่นิยมใช้คือ ซิงค์ออกไซด์ (Zinc Oxide)

- สารต้านการเสื่อมสลาย (Antidegradant) สารเคมีประเภทนี้ได้แก่ สารแอนตี้ออกซิแดนท์ (Antioxidant) และสารแอนตี้โอโซแนนท์ (Antiozonant) เนื่องจากออกซิเจนและโอโซนเป็นตัวการสำคัญในการเสื่อมสลายของยาง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใส่สารเคมีประเภทนี้ลงไปในยาง เพื่อป้องกันไม่ให้ยางเสื่อมสลาย สารเคมีในกลุ่มนี้ได้แก่ Flectol - H , Vulkanox OCD เป็นต้น

5.1.2 การทดสอบและควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ

วัตถุดิบต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการผสมยาง จะถูกนำมาทดสอบคุณภาพก่อนอนุมัติให้ใช้ในกระบวนการมีดังนี้

- การทดสอบยางธรรมชาติ

ยางธรรมชาติที่ใช้ในกระบวนการผสมยาง เช่น STR 20 , RSS#3 จะนำมาผ่านการทดสอบหาค่า P_O และ PRI ค่า P_O คือคำย่อของคำว่า Original Wallace Plasticity หมายถึงค่า Plasticity ของยางตอนเริ่มต้น ถ้าค่า P_O สูง หมายถึงยางมีขนาดโมเลกุลสูง หากค่า P_O ต่ำ หมายถึงยางมีขนาดโมเลกุลต่ำและสลายตัวได้ง่าย ทำให้สมบัติทางเทคนิคของยางลดลงไปด้วย ค่า P_O นี้วัดได้โดยใช้เครื่อง Wallace Rapid Plastometer ส่วนค่า PRI เป็นคำย่อจากคำว่า Plasticity Retention Index ค่า PRI ของยางแสดงถึงความสามารถในการต้านการออกซิเดชั่นของยาง การทดสอบค่า PRI เป็นการทดสอบหาค่าความสามารถของยางในการรักษา Plasticity ของยางไว้ได้เมื่อนำยางนั้นไปอบในตาอบที่อุณหภูมิ 140 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 30 นาที ค่า PRI จะเป็นสัดส่วนร้อยละของค่า Plasticity หลังอบต่อค่า Plasticity ก่อนอบของตัวอย่างยางเดียวกัน

$$PRI = 100 \times (P_{30} / P_O)$$

โดยที่ P_{30} = ค่า Median ของ Wallace Plasticity จากการทดสอบ 3 ตัวอย่างของยางภายหลังการอบที่ 140 องศาเซลเซียล เป็นเวลา 30 นาที

P_O = ค่า Median ของ Wallace Plasticity จากการทดสอบ 3 ตัวอย่างของยางก่อนอบ

วิธีการมาตรฐานในการหาค่า P_O และ PRI ได้กำหนดไว้ใน ISO 2007 , ISO 2930 , NF T 43-013 , NF T 43-104 และ ASTM D 3194-84 เป็นต้น

นอกจากการทดสอบค่า P_o และ PRI แล้ว จะทำการทดสอบหาค่า Mooney Viscosity ของยางด้วย ค่า Mooney Viscosity นี้ จะวัดโดยใช้เครื่องวัดความหนืดที่เรียกว่า Mooney Viscometer ค่าที่วัดได้มีหน่วยเป็น Mooney Unit (MU) ซึ่ง 100 MU = 8.30 ± 0.02 นิวตันเมตร รูปแสดงหลักการทั่วไปของการทำงานของเครื่อง Mooney Viscometer และรูปแสดงลักษณะของจานโลหะที่หมุนยางแสดงอยู่ในภาคผนวก

การตรวจสอบหาค่า P_o , PRI และ Mooney Viscosity ของยางธรรมชาตินี้ เพื่อที่จะดูคุณสมบัติ Plasticity และ Viscosity ของยาง แต่วิธีการในปัจจุบันของแผนกควบคุมคุณภาพวัตถุดิบทำเพียงการทดสอบหาค่าเท่านั้น ไม่ได้นำผลการทดสอบที่ได้มาใช้ในการควบคุมหรือวิเคราะห์ค่า Plasticity และ Viscosity ว่าจะมีผลต่อกระบวนการหรือไม่ หมายถึงว่าจะพิจารณาว่าอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้หรือไม่เท่านั้น เพราะโดยปกติแล้วค่า Plasticity และ Viscosity นั้นจะมีผลโดยตรงกับยางผสมที่ได้ หากค่า Plasticity และ Viscosity มีความแปรปรวนมาก จะมีผลกระทบโดยตรงต่อค่าความหนืดแข็ง (Viscosity) ของยางผสม และในปัจจุบันการสั่งซื้อยางธรรมชาติเข้ามาใช้ในการผลิต จะสั่งซื้อโดยบริษัทส่วนกลางที่ทำหน้าที่ซื้อ และโรงงานตัวอย่างไม่มีการระบุค่า Plasticity หรือค่า Viscosity ที่ต้องการให้กับผู้จำหน่ายยางธรรมชาติ ทำให้พบปัญหาความแปรปรวนของค่า Viscosity ที่เกิดจากยางธรรมชาติอยู่เสมอ

ยางธรรมชาติโดยปกติทั่วไป จะมีค่าความแปรปรวนของค่า Viscosity มากกว่ายางสังเคราะห์ ดังนั้น หากปล่อยให้มีค่าความแปรปรวนเกิดขึ้นมาก จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อกระบวนการผสมยาง

- การทดสอบยางสังเคราะห์

การทดสอบยางสังเคราะห์จะทดสอบเฉพาะค่า Mooney Viscosity โดยใช้วิธีการเดียวกันกับการทดสอบหาค่า Mooney Viscosity ของยางธรรมชาติ

- การทดสอบคาร์บอนแบล็ค

อ้างอิงเอกสาร ASTM [ASTM D1510 , D1514 , D1509 , D1506 , D2414 , D3765]

- การทดสอบสารเคมี

สารเคมีสำหรับยางมีอยู่ด้วยกันหลายประเภท ในการทดสอบสารเคมีก่อนอนุมัติใช้จะทำการทดสอบโดยอ้างอิงวิธีการ ASTM และ ISO เช่น ISO 6810 , ISO 2719 เป็นต้น

กล่าวโดยรวมในเรื่องของการควบคุมคุณภาพวัตถุดิบแล้ว พบว่ายังไม่มีการประกันได้แน่ชัดว่าวัตถุดิบที่อนุมัติให้ใช้ในกระบวนการผสมยางนั้นมีคุณภาพตามต้องการ จะเห็นได้ชัดคือยางธรรมชาติซึ่งขาดการควบคุมและระบุคุณสมบัติความหนืดแข็งและค่า Plasticity ที่ต้องการไปยังผู้จำหน่าย ทำให้เกิดปัญหาความแปรปรวนของค่าความหนืดแข็งในยางผสม จนส่งผลต่อเนื่องไปยังกระบวนการถัดไป หรือทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น เนื่องจากต้องนำมาผ่านกระบวนการผสมใหม่ ส่วนวัตถุดิบประเภทอื่น ๆ ถึงแม้ว่าจะมีใบรับรองการประกันคุณภาพของผู้จำหน่าย แต่ก็ควรพิจารณาผู้จำหน่ายรายที่ยังไม่มีระบบคุณภาพให้

มากขึ้น โดยการทดสอบคุณภาพวัตถุดิบประเภทนั้นอย่างรัดกุม และทำแผนควบคุมคุณภาพวัตถุดิบนั้น ๆ ไว้ด้วย ส่วนในรายที่มีระบบคุณภาพอยู่แล้ว อาจจำเป็นต้องไปทดสอบวิธีการควบคุมคุณภาพเป็นระยะ เพื่อให้แน่ใจว่าได้รับวัตถุดิบที่มีคุณภาพดีและสม่ำเสมอ

5.2 การทดสอบและควบคุมคุณภาพยางผสม

5.2.1 คุณลักษณะของยางผสม

ยางผสมหรือคอมเปาด์ (Compound) คือ ส่วนผสมของยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์ ผงเขม่าดำ และสารเคมี ผสมจนเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน ยางผสมแต่ละสูตรจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่ต้องการ และวัตถุประสงค์ที่นำไปใช้งานในกระบวนการถัดไป คุณภาพของยางผสมนอกจากขึ้นกับคุณภาพวัตถุดิบที่นำมาผลิตแล้ว สิ่งที่ต้องควบคุมคือกระบวนการผลิต โดยทั่วไปยางผสมจะประกอบด้วยวัตถุดิบประเภทยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์รวมกันหรือประเภทใดประเภทหนึ่งมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักยางผสมทั้งหมด 1 แบช และยางผสมที่คุณภาพดี นอกจากผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกันแล้วจะต้องทำให้คุณลักษณะทางคุณภาพ เช่น ค่าความหนืดแข็ง (Mooney Viscosity) , ค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) , อัตราการสุกตัวของยาง (Cure Rate) และค่าโมดูลัส (Modulus) อยู่ในขอบเขตพิกัดที่กำหนดเป็นมาตรฐานไว้ โดยให้มีความผันแปรของค่าต่าง ๆ ดังกล่าวน้อยที่สุด เพื่อลดความแปรปรวนให้กับลูกค้าซึ่งหมายถึงกระบวนการถัดไป

ยางผสมที่ดีและเหมาะสมสำหรับการใช้งานในกระบวนการถัดไป ควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีความเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeinity)
2. มีค่าความหนืดแข็งอยู่ในพิกัดขอบเขตที่กำหนดเสมอ และมีความแปรปรวนน้อย
3. อัตราการสุกตัวอยู่ในพิกัดขอบเขตที่กำหนด
4. ความถ่วงจำเพาะอยู่ในช่วงที่กำหนด
5. ค่าโมดูลัส เป็นไปตามที่ออกแบบไว้

5.2.2 การทดสอบและควบคุมคุณภาพยางผสม

ยางผสมที่ได้จากกระบวนการผสมยาง จะนำมาผ่านการทดสอบคุณสมบัติทางคุณภาพ โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 กลุ่มหลักคือ

1. การทดสอบคุณภาพยางผสมที่ผลิตเป็นปกติ การทดสอบนี้ได้แก่

- การทดสอบความถ่วงจำเพาะ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะของยาง (Specific Gravity) เพื่อดูว่าสัดส่วนการผสมนั้นถูกต้องหรือไม่ วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายในการทดสอบคุณสมบัติเบื้องต้นทางฟิสิกส์ของยาง โดยวิธีที่ใช้ทดสอบคือใช้หลักอาร์คีมีดิสที่ว่า แรงพยุงของของเหลวมีค่าเท่ากับมวลของของเหลวที่ถูกแทนที่เมื่อทำการชั่งวัตถุในของเหลวนั้น ในโรงงานตัวอย่างได้ทำการหาความถ่วงจำเพาะโดยผสมสารละลายซิงค์คลอไรด์ ($ZnCl_2$) ที่มีค่าความเข้มข้นต่าง ๆ กัน ดังนั้นหากชิ้นตัวอย่างซึ่งตัดมาเช็คมีขนาด 2 x 2 mm^2 ลอยอยู่ในค่าของช่วงความถ่วงจำเพาะใด ก็เท่ากับว่ายางผสมนั้นมีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับค่าที่กำหนดนั้น โดยการทดสอบความถ่วงจำเพาะของยางผสมนี้จะทำการทดสอบ 100% โดยยังไม่มีการนำผลที่ได้ไปบันทึกในเชิงสถิติคงมีเพียงแต่การลงบันทึกผลการทดสอบไว้ เพื่อตัดสินใจเป็นครั้ง ๆ ไปเท่านั้น

- การทดสอบความหนืดหรือความนิ่มแข็ง

การทดสอบนี้ใช้วิธีการเดียวกันกับการทดสอบยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์ ที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ 5.1.2 เรื่องการทดสอบและควบคุมคุณภาพวัตถุดิบ โดยจะทดสอบ 25% ของชิ้นตัวอย่างทั้งหมดในหนึ่งล็อตการผสม ตัวอย่างเช่น หากผสม 50 แบช จะทำการทดสอบค่า Mooney Viscosity จำนวน 13 แบช หลังจากทดสอบแล้ว หาก 13 ค่าตัวอย่างอยู่ในพิกัดที่กำหนดจะถือว่าคุณภาพของการผสมล็อตนั้นผ่านทั้งหมด ค่าที่ทดสอบได้จะถูกบันทึกไว้สำหรับเป็นหลักฐานและได้มีการนำไปหาค่าเฉลี่ยเพื่อพล็อตลงในกราฟ ดังรูปที่ 5.3 แต่ไม่มีการนำข้อมูลดังกล่าวมาควบคุมกระบวนการหรือนำมาวิเคราะห์แนวโน้มแต่อย่างใด ทำให้พบปัญหาเมื่อเกิดแนวโน้มที่ผิดปกติ ไม่มีใครแจ้งเป็นการล่วงหน้าเพื่อปฏิบัติการแก้ไขก่อนปัญหาคุณภาพลุกลาม จะมีปฏิบัติการแก้ไขเมื่อปัญหานั้นเกิดขึ้นแล้ว และต้องปฏิบัติการแก้ไขเฉพาะหน้าอยู่เป็นประจำ จากการศึกษาในหัวข้อนี้ พอสรุปได้ว่าแผนกควบคุมคุณภาพยังไม่เน้นไปที่การปฏิบัติการป้องกันปัญหาคุณภาพ ซึ่งถือว่าเป็นกิจกรรมหลักในการประกันคุณภาพ นอกจากนี้ยังสะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจผิดในการใช้เครื่องมือคุณภาพที่เป็นแผนภูมิควบคุมค่าความนิ่มแข็งของยาง

- การทดสอบการสุกตัวของยาง (Cure Rate)

เป็นการทดสอบหาอัตราการสุกตัวของยางที่ผสมเรียบร้อยแล้ว การที่ยางสุกตัว หมายถึงเกิดการเชื่อมระหว่างสายโมเลกุล (Crosslink) ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาวัลคาไนซ์เซชั่น การทดสอบจะนำตัวอย่างยางที่ผสมสารเคมีเรียบร้อยแล้วใส่ลงในห้องใส่ยางที่ปิดมิดชิด ใช้ความดันกดยางให้อยู่ภายในห้องนั้น และรักษาอุณหภูมิของห้องให้สูงตามกำหนดที่ต้องการจะทดสอบ ภายในห้องจะมีจานโลหะรูปกรวยป้านสองด้านประกบกันอยู่ จานโลหะดังกล่าวจะถูกห่อหุ้มด้วยยางตัวอย่างที่ใส่เข้าไป จานโลหะนี้จะหมุนทำมุมน้อย ๆ กลับไปกลับมาตามแนวแกนตั้ง การหมุนเช่นนี้ก่อให้เกิดแรงเฉือนกระทำต่อตัวอย่างยาง แรงที่ใช้ในการหมุนจานโลหะในตำแหน่งสูงสุดจะขึ้นกับความแข็งหรือโมเลกุลเฉือน (Shear modulus) ของตัวอย่างยาง แรงบิดดังกล่าวจะแสดงผลบันทึกตามเวลาที่ผ่านไป ความแข็งของยางจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ในระหว่างการวัลคาไนซ์ การทดสอบจะถือว่าสิ้นสุดเมื่อแรงบิดที่บันทึกได้ถึงจุดสมดุลหรือถึงจุดสูงสุดหรือถึงเวลาที่กำหนดไว้ เวลาดังกล่าวขึ้นอยู่กับส่วนผสมสารเคมีในยางและอุณหภูมิที่ใช้ในการทดสอบ โดยการทดสอบดังกล่าวข้างต้นจะทดสอบโดยใช้เครื่อง Oscillating Disk Rheometer (ODR) ดังรูปในภาคผนวก จ

ผลจากการทดสอบ จะนำมาวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ดังนี้

ก) แรงบิดต่ำสุด (Mininum Torgue) เป็นการบอกถึงความแข็งหรือความนิ่มของยางในขณะที่ยังไม่วัลคาไนซ์

ข) เวลาที่เส้นกราฟเริ่มสูงขึ้น (Time to Incipient Cure หรือ Scorch Time) เป็นการบอกถึงเวลาที่ยางจะ Scorch หรือบอกถึงระยะเวลาที่ยางสามารถนำไปแปรรูปได้

ค) เวลาที่ยางวัลคาไนซ์เป็นสัดส่วนร้อยละของการวัลคาไนซ์สูงสุด (Times to a Percentage of Full Cure) ส่วนกลับของเวลาดังกล่าวนี้เป็นตัวบอกอัตราความเร็วในการวัลคาไนซ์ของยาง

ง) แรงบิดที่จุดสูงสุด (Maximum , Plateau หรือ Highest) เป็นการวัดความแข็งของยางภายหลังการวัลคาไนซ์แล้ว

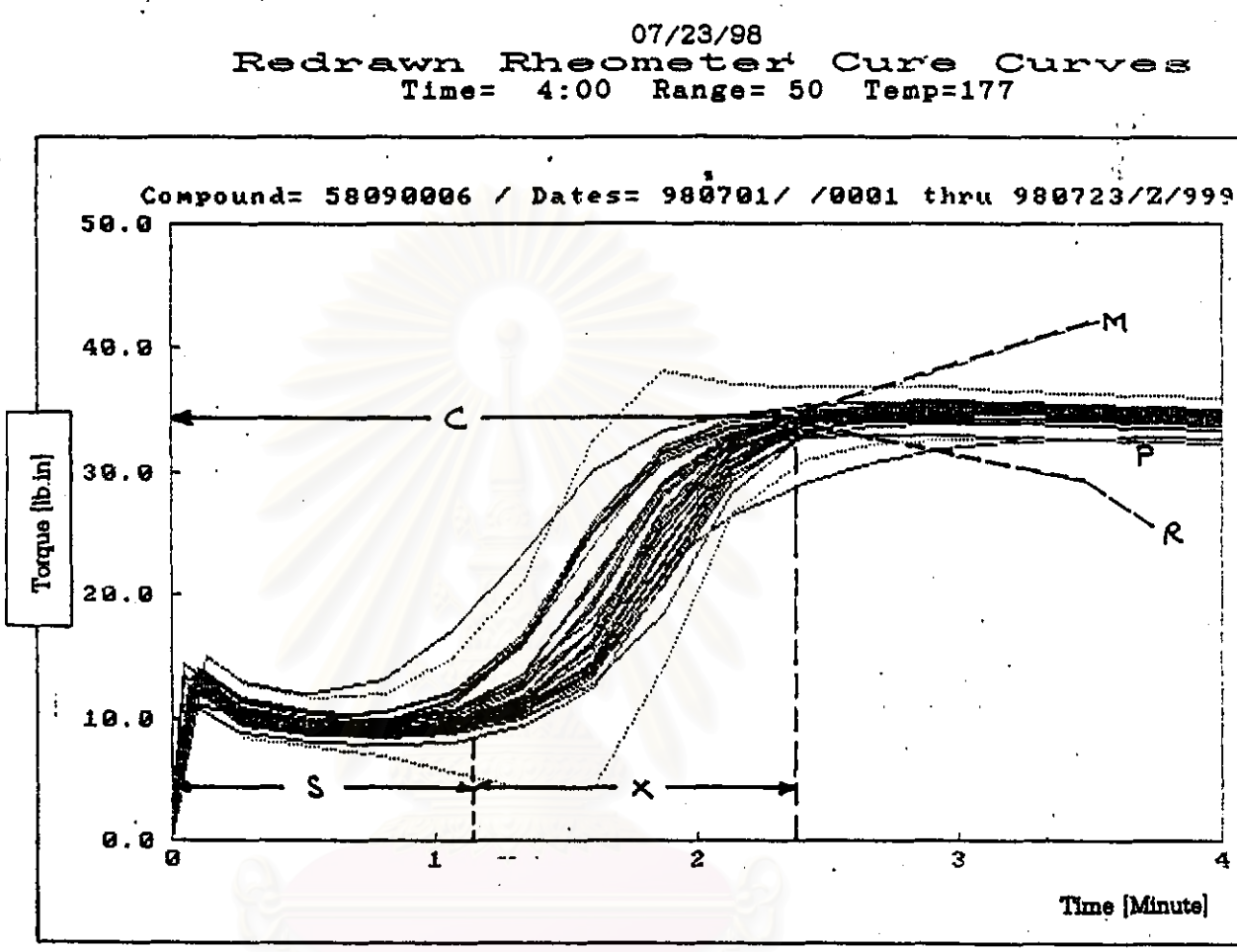
จ) ดัชนีการวัลคาไนซ์ (Cure Rate Index) การวัดอัตราการวัลคาไนซ์ขึ้นอยู่กับความชันที่ได้จากกราฟ กราฟตัวอย่างที่ได้จากการทดสอบหาอัตราการสุกตัวของยางเป็นดังรูปที่ 5.1

การทดสอบคุณสมบัติของยางผสมโดยการวัดค่าอัตราการสุกตัวของยางนี้ จะทำการทดสอบ 100% หมายความว่ายางผสมทุกแบชจะต้องผ่านการทดสอบหาอัตราการสุกตัว เพื่อให้มั่นใจว่ายางผสมทุกแบชมีสารเคมีครบถ้วนและผสมได้คุณภาพถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตามการทดสอบ 100% นี้ทำให้เกิดต้นทุนของการทดสอบและควบคุมด้านคุณภาพที่สูง หากยังไม่มีวิธีการประกันคุณภาพในกระบวนการผสมที่รัดกุมพอที่จะมั่นใจได้ว่า การผสมทุก ๆ แบชนั้นถูกต้องและมีองค์ประกอบต่าง ๆ ครบถ้วน

2. การทดสอบคุณภาพยางผสมที่เป็นสูตรใหม่หรือยังไม่ได้ทำการผลิตเป็นปกติ

การทดสอบในขั้นตอนนี้ เป็นการทดสอบละเอียดโดยจะมีการทดสอบคุณสมบัติของยางเพิ่มเติมจาก 3 คุณสมบัติที่ทำการทดสอบในการผลิตปกติ ในขั้นตอนที่ยังไม่ได้ทำการผลิตยางผสมเป็นปกติจะมีการทดสอบคุณสมบัติของยางผสมเพิ่มเติม ได้แก่

- การกระจายตัวของคาร์บอนแบล็ค (Carbonblack Dispersion)
- การทดสอบการสูญเสียพลังงาน (Energy Loss)
- การทดสอบค่าโมดูลัส (Modulus)



S = ระยะเวลาของการที่ยางเริ่มสุกตัว , Time Scorch

X = ระยะเวลาของการที่ยางเกิดการเชื่อมกันของโมเลกุล , Crosslink จนถึงจุด Optimum

C = ระยะเวลารวมของการวัลคาไนซ์เซชั่น จนถึงจุด Optimum

M = เส้นแสดง Marching Modulus

P = เส้นแสดง Plateau Cure

R = เส้นแสดง Reversion Cure

รูปที่ 5.1 กราฟตัวอย่างที่ได้จากการทดสอบหาอัตราการสุกตัวของยาง

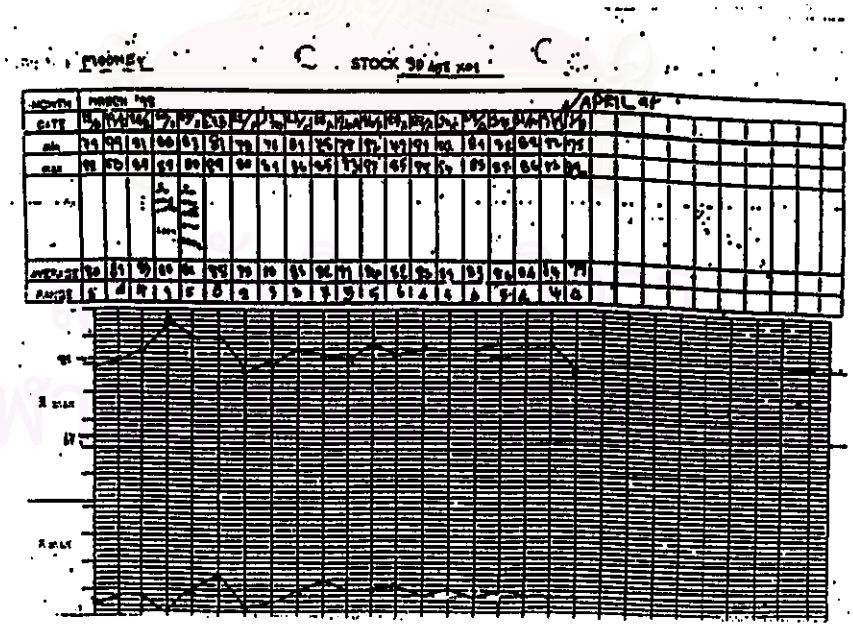
5.3 การนำหลักสถิติมาใช้ในการควบคุมและประเมินผลด้านคุณภาพ

โรงงานตัวอย่างมีการตรวจสอบคุณสมบัติของยางผสม เพื่อตัดสินใจเรื่องคุณภาพเป็นครั้ง ๆ ของล็อตการผสม โดยจะมีการกำหนดขอบเขตของคุณสมบัติค่าต่าง ๆ ไว้ และจากนั้นนำผลที่ตรวจสอบไปดำเนินการทางสถิติ ดังตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ 5.1 การตรวจสอบคุณสมบัติของยางผสม และการประยุกต์หลักสถิติ

การตรวจสอบคุณสมบัติของยางผสม	การประยุกต์หลักสถิติ
ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity)	ไม่มี
* ความหนืดแข็งของยาง (Mooney Viscosity)	มีการนำมาพล็อตลงในกราฟควบคุม ดังตัวอย่างในรูปที่ 5.2
อัตราการสุกตัว (Cure Rate)	ไม่มี

จากการทดสอบคุณสมบัติหลักของยางผสมในกรณีผลิตเป็นปกติ จะทดสอบ 3 คุณสมบัติ ดังตารางข้างต้น และพบว่ายังไม่มีการนำหลักสถิติมาใช้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 5.2 กราฟควบคุมค่าความหนืดแข็งที่โรงงานตัวอย่างใช้อยู่ในปัจจุบัน

สำหรับการประเมินผลทางด้านคุณภาพยังขาดความแม่นยำ เนื่องมาจากความชำนาญของพนักงานตรวจสอบคุณภาพในการใช้เครื่องมือวัดที่ยังไม่มีทักษะและความชำนาญพอ นอกจากนี้ การนำหลักสถิติมาใช้ไม่ถูกต้องทำให้ไม่มีการประเมินผลหรือทำนายแนวโน้มของคุณภาพที่ดีพอ และผลการตรวจสอบคุณภาพที่ได้ เมื่อบันทึกลงในแผ่นบันทึกยังไม่น่าเชื่อถือในด้านการควบคุมคุณภาพ ดังตัวอย่างในตารางที่ 5.2 ตัวอย่างแผ่นบันทึกค่าความนิ่มแข็ง และตารางที่ 5.3 ตัวอย่างแผ่นบันทึกความถ่วงจำเพาะของยาง เมื่อแผ่นบันทึกเหล่านี้ถูกใช้งานแล้ว จึงไม่มีการจัดเก็บที่เป็นระบบ บางครั้งพบว่าข้อมูลเหล่านี้ขาดหายไป เมื่อต้องการใช้งานหรือต้องการใช้อ้างอิง เพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหา

ตารางที่ 5.2 ตัวอย่างแผ่นบันทึกค่าความนิ่มแข็งที่โรงงานตัวอย่างใช้อยู่ในปัจจุบัน

QGA / STI	MOONEY REPORT (BIAS COMPOUND)	041-F-002 (QGA-MRC)

Check date : 20/2h-. Shift : D
Check by :

STOCK SP1DO- 101 Spec. 45 - 50 Min at 30 min. 2

BATCH #	15	20	25	30	35	40				
MLA / MS4										

STOCK FA 5090 R Spec. - Min at 30 min. 1

BATCH #	1	9	10							
MLA / MS4	61.7	61.9	62.9							

STOCK SC 715 - X 01 Spec. 60-75 Min at 30 min. 1

BATCH #	3	5	7	9	10	15	19	25	30	
MLA / MS4	65.8	67.1	67.1	67.8	67.6	70.0	69.1	67.1	67.8	

STOCK SP1 57 - X01 Spec. 67 - 82 Min at 30 min. 1

BATCH #	2	5	7	9	10	15	20	25	30	35	40
MLA / MS4	67.2	70.1	76.9	76.9	79.5	80.3	79.3	77.9	75.2	75.0	75.2

STOCK SC 120 - X03 Spec. 80 - 91 Min at 30 min. 2

BATCH #	2	5	7	9	10	15	20	25	30	
MLA / MS4	58.2	58.9	58.5	60.1	76.8	86.0	80.1	80.9	65.1	

STOCK 60 - 04 Spec. Min at 30 min.

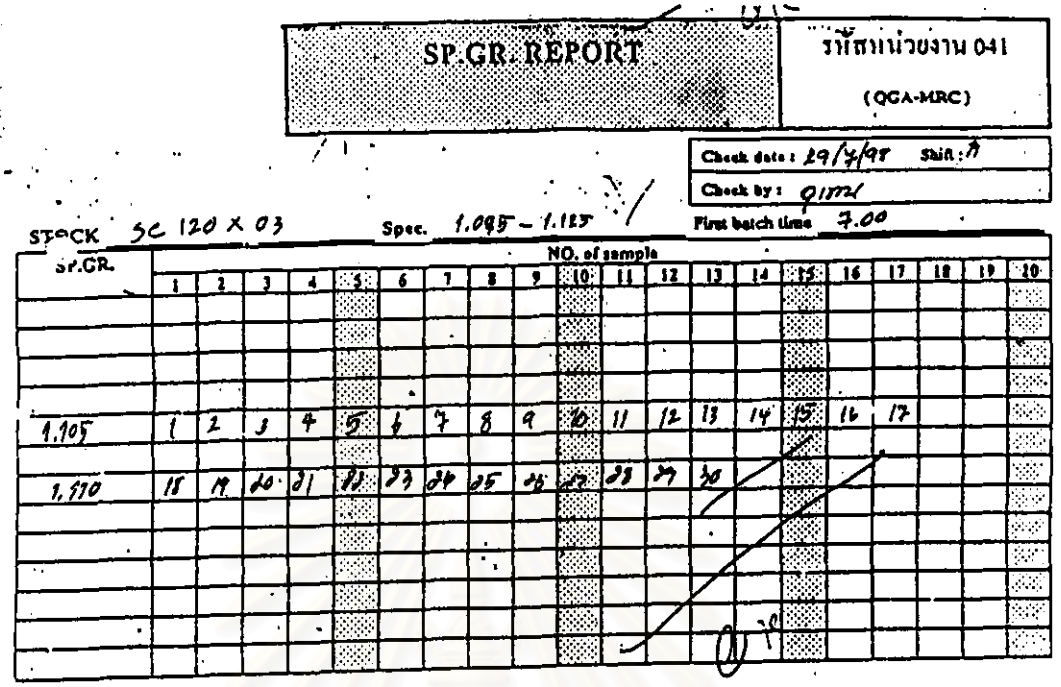
BATCH #	1									
MLA / MS4	96.6									

STOCK SP 514 - R Spec. 70 - 80 Min at 30 min. 2

BATCH #	1									
MLA / MS4	71.8									

Remark : SC 1515 - 15 BATCH #2 ML 4 85.9 HEAT 45 - 25

ตารางที่ 5.3 ตัวอย่างแผ่นบันทึกความถ่วงจำเพาะของยางที่โรงงานตัวอย่างใช้อยู่ในปัจจุบัน



SP.GR. REPORT

รหัสหน่วยงาน 041

(QGA-MRC)

Check date : 29/4/98 Shift : A

Check by : Q1112

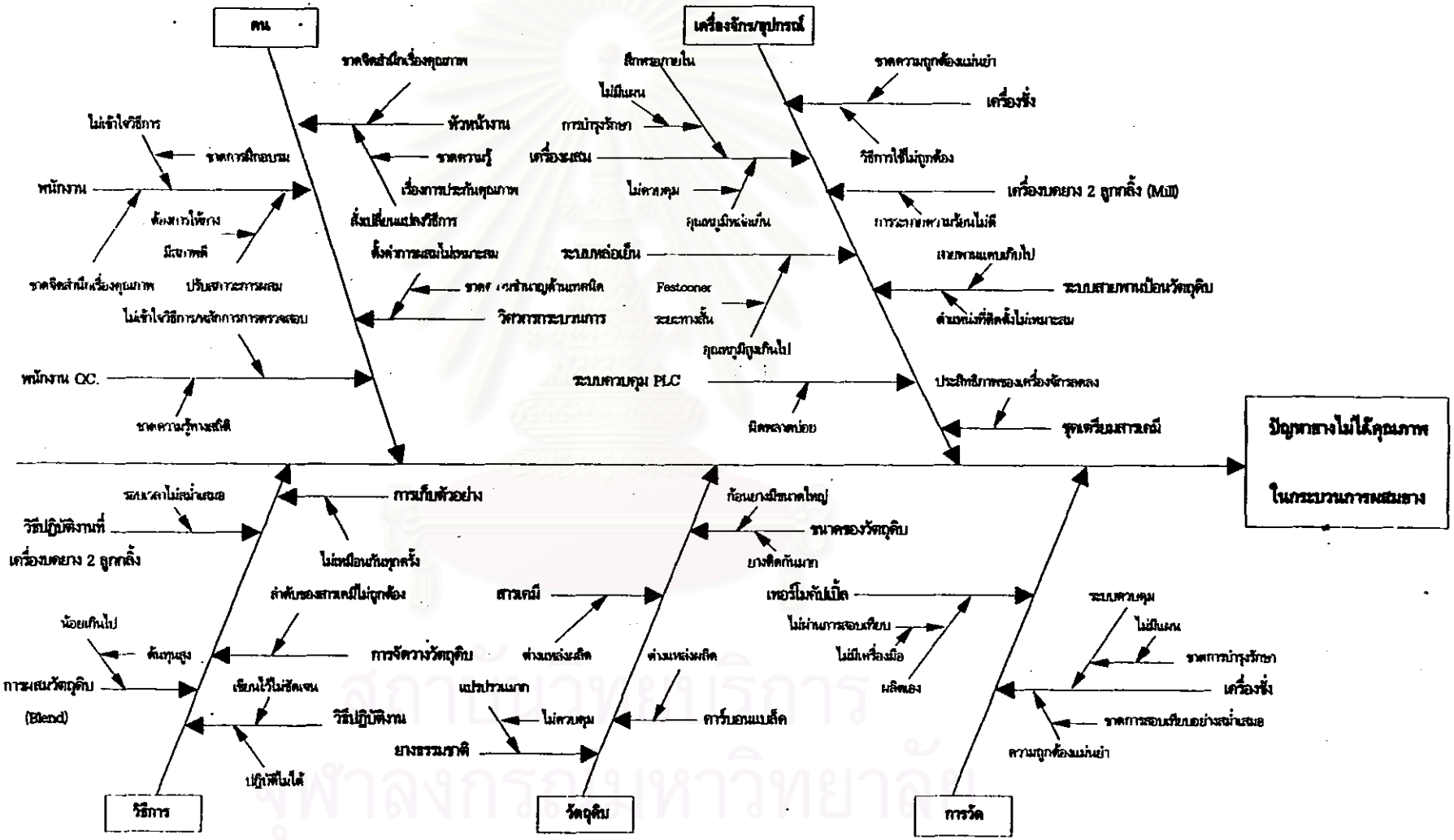
First batch time 7.00

STOCK 5C 120 X 03 Spec. 1.095 – 1.125

SP.GR.	NO. of sample																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.105	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17			
1.110	15	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30							

5.4 ปัจจัยต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดปัญหาคุณภาพในกระบวนการผสมยาง

ปัญหาคุณภาพที่เกิดขึ้นในกระบวนการผสมยางสามารถเกิดขึ้นได้ง่าย หากขาดการควบคุมคุณภาพที่ดี และหากเกิดขึ้นแล้วสามารถส่งผลกระทบต่อลูกค้าซึ่งเป็นกระบวนการถัดไป โดยจะทำให้ตัวแปรวัตถุดิบเข้าซึ่งเป็นยางผสมที่จะก่อให้เกิดปัญหาคุณภาพของคุณสมบัติด้านคุณภาพในกระบวนการถัดไป ปัจจัยต่าง ๆ ที่มีโอกาสทำให้เกิดปัญหาคุณภาพในกระบวนการผสมยาง สรุปเป็นผังแสดงเหตุและผลได้ดังรูปที่ 5.3 ข้อมูลแสดงปริมาณยางเสียแสดงดังตารางที่ 5.4.1 ถึง 5.4.3 ปริมาณยางเสียคุณภาพต่ำใช้งานไม่ได้ดังรูปที่ 5.4 และปริมาณยางเสียที่ต้องนำมาผ่านกระบวนการใหม่ ดังรูปที่ 5.5 โดยในช่วงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539 จนถึงเดือนมิถุนายน 2540 โรงงานตัวอย่างได้ทำการบันทึกยางเสียที่เกิดขึ้นโดยพิจารณาจากผลการตรวจสอบคุณภาพยางผสมเป็นหลัก โดยมิได้พิจารณาถึงปัจจัยอื่นซึ่งไม่เป็นไปตามข้อกำหนดด้านคุณภาพ เช่น การไม่ปฏิบัติตามคู่มือปฏิบัติงาน แบชที่ผสมต่างไปจากล็อตการผสมปกติ การจัดการต่าง ๆ ซึ่งส่งผลกระทบด้านคุณภาพ ผู้วิจัยจึงเสนอให้มีการพิจารณาในกรณีต่าง ๆ ดังกล่าว ที่จะส่งผลกระทบด้านคุณภาพด้วย ทั้งนี้เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงการประกันคุณภาพ ดังนั้นข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพ จะแบ่งออกได้เป็น 2 ช่วง คือ ช่วงมกราคม 2539 จนถึง มิถุนายน 2540 ซึ่งแสดงปริมาณยางเสีย (Defective) ที่ตรวจพบโดยฝ่ายคุณภาพ แต่ในช่วงเดือนกรกฎาคม 2540 จนถึงปัจจุบันซึ่งครอบคลุมช่วงระหว่างดำเนินการวิจัยและหลังทำการวิจัย จะแสดงปริมาณยางเสียที่เกิดจากทุกกรณีที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดด้านคุณภาพ (Nonconformity) ทั้งนี้ได้ใช้รหัสตัวเลขเป็นรหัสกำหนดสาเหตุของยางผสมที่ไม่ได้คุณภาพ และความหมายของรหัสได้แสดงไว้ในตารางภาคผนวก ก



รูปที่ 5.3 ผังแสดงเหตุและผลของการเกิดปัญหายางไม่ได้คุณภาพในกระบวนการผสมยาง

ที่มา การวิเคราะห์โดยใช้ข้อมูลยางผสมเสียแยกตามสาเหตุรายเดือนในภาคผนวก ก

ตารางที่ 5.4.1 ปริมาณการผลิตยางผสมและปริมาณยางเสีย ปี 2539 ถึง มิ.ย. 2540

เดือน	ปริมาณการผลิตยางผสมรวม (ตัน)	ปริมาณการผลิตยางผสมขั้นสุดท้ายเพื่อเตรียมชิ้นส่วน (ตัน)	ปริมาณยางผสมที่ไม่ได้ตามคุณภาพ			
			ยางผสมเสียใช้งานไม่ได้ (Scrap)		ยางผสมเสียนำมาผ่านกระบวนการใหม่ (Rework)	
			ตัน	%	ตัน	%
2539						
ม.ค.	4,204	1,690	1.321	0.031	6.938	0.165
ก.พ.	4,449	1,699	2.150	0.048	9.726	0.219
มี.ค.	4,382	1,676	5.610	0.128	4.836	0.110
เม.ย.	2,960	1,287	8.575	0.290	0.790	0.027
พ.ค.	4,471	1,667	2.032	0.045	6.793	0.152
มิ.ย.	4,347	1,659	3.703	0.085	0.679	0.016
ก.ค.	4,496	1,885	8.665	0.193	0.786	0.017
ส.ค.	3,929	1,706	9.973	0.254	6.054	0.154
ก.ย.	3,689	1,640	9.555	0.259	7.549	0.205
ต.ค.	3,365	1,408	5.323	0.158	11.590	0.344
พ.ย.	3,539	1,385	3.649	0.103	4.231	0.120
ธ.ค.	3,208	1,267	2.831	0.088	9.093	0.283
เฉลี่ยปี 2539	3,920	1,580	5.282	0.140	5.755	0.151
2540						
ม.ค.	3,882	1,409	4.112	0.106	12.174	0.314
ก.พ.	3,670	1,281	1.849	0.050	6.852	0.187
มี.ค.	3,985	1,404	3.820	0.096	6.836	0.172
เม.ย.	3,163	1,169	6.478	0.205	10.211	0.323
พ.ค.	4,501	1,714	8.410	0.187	11.205	0.249
มิ.ย.	4,608	1,656	4.202	0.091	5.499	0.119

ตารางที่ 5.4.2 ปริมาณการผลิตยางผสมและปริมาณยางเสียที่ไม่เป็นไปตามคุณภาพที่กำหนดตั้งแต่ ก.ค. 2540 ถึง พ.ค. 2541

เดือน	ปริมาณการผลิตยางผสมรวม (ตัน)	ปริมาณการผลิตยางผสมขั้นสุดท้ายเพื่อเตรียมชิ้นส่วน (ตัน)	*ปริมาณยางผสมที่ไม่ได้คุณภาพตามที่กำหนด			
			ยางผสมเสียใช้งานไม่ได้ (Scrap)		ยางผสมเสียนำมาผ่านกระบวนการใหม่ (Rework)	
			ตัน	%	ตัน	%
2540						
ก.ค.	4,827	1,700	4.955	0.103	10.678	0.221
ส.ค.	4,168	1,480	7.741	0.186	23.634	0.568
ก.ย.	4,514	1,620	4.036	0.089	19.642	0.435
ต.ค.	4,692	1,661	5.761	0.123	20.243	0.431
พ.ย.	4,204	1,499	7.167	0.170	24.957	0.594
ธ.ค.	4,057	1,503	6.270	0.155	24.597	0.606
2541						
ม.ค.	4,361	1,572	5.748	0.132	24.138	0.553
ก.พ.	4,494	1,603	5.628	0.125	28.933	0.644
มี.ค.	4,316	1,564	6.806	0.158	59.686	1.383
เม.ย.	3,463	1,253	3.507	0.101	24.789	0.716
พ.ค.	3,931	1,429	7.150	0.182	43.215	1.099

* หมายถึง พิจารณายางเสียในเดือนนั้นๆ ทุกกรณีที่ไม่เป็นไปตามคุณภาพที่กำหนดไว้

ที่มา : สรุปรายงานผลผลิตยางผสมและปริมาณยางเสียรายเดือนของโรงงานตัวอย่าง

ตารางที่ 5.4.3 ปริมาณการผลิตยางผสมและปริมาณยางเสียที่ไม่เป็นไปตามคุณภาพที่กำหนด ตั้งแต่ ก.ค. 2540 ถึง พ.ค.2541

โดยแยกประเภทยางเสียที่ต้องนำมาผ่านกระบวนการใหม่ออกเป็น Defective และ Nonconform

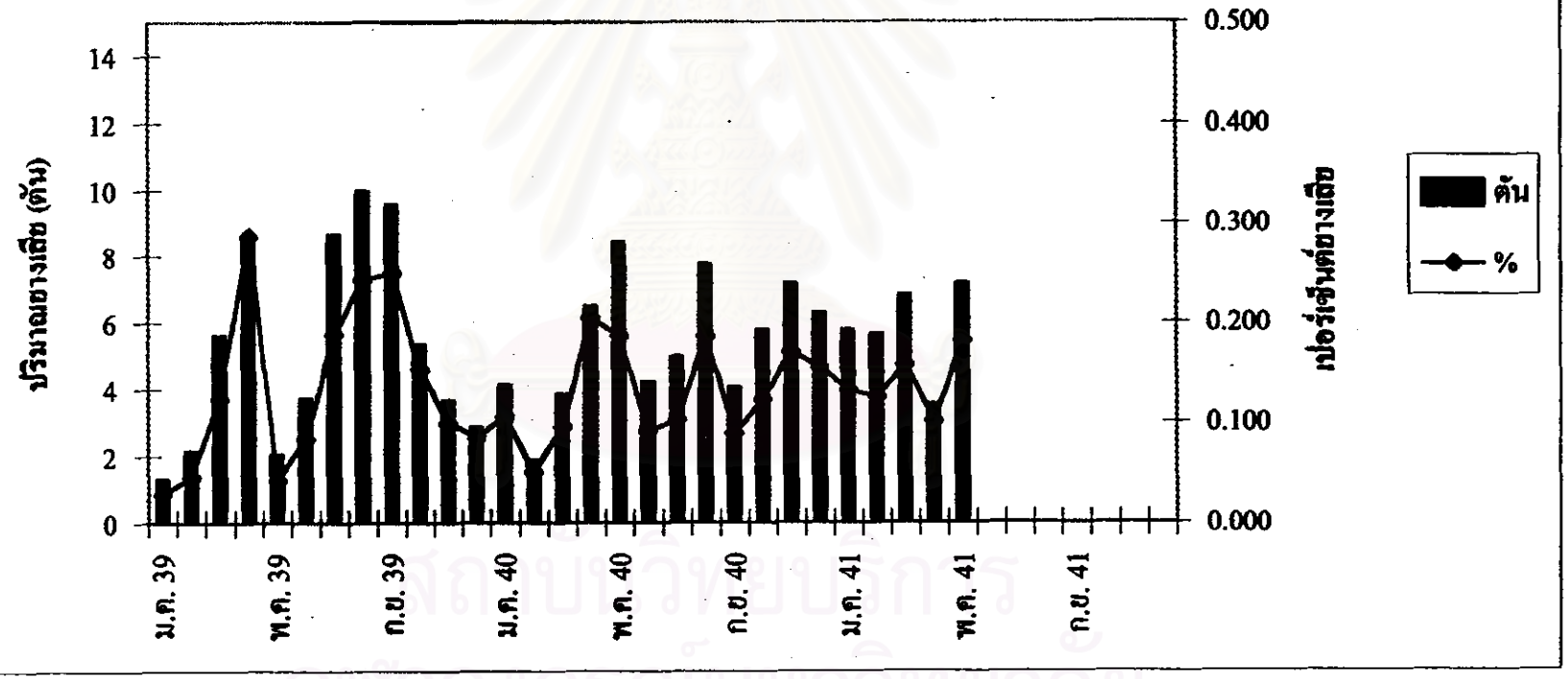
เดือน	ปริมาณการผลิตยางผสมรวม (ตัน)	ปริมาณการผลิตยางผสมขั้นสุดท้ายเพื่อเตรียมชิ้นส่วน (ตัน)	*ปริมาณยางผสมที่ไม่ได้คุณภาพตามที่กำหนด							
			ยางผสมเสียใช้งานไม่ได้ (Scrap)		ยางผสมเสียที่ต้องนำมาผ่านกระบวนการใหม่ (Rework)					
					Defective		Nonconform		Total	
			ตัน	%	ตัน	%	ตัน	%	ตัน	%
2540										
ก.ค.	4,827	1,700	4.956	0.103	9.001	0.186	1.677	0.035	10.678	0.221
ส.ค.	4,158	1,480	7.741	0.186	16.001	0.385	7.633	0.184	23.634	0.568
ก.ย.	4,514	1,620	4.036	0.089	8.060	0.179	11.582	0.257	19.642	0.435
ต.ค.	4,692	1,661	5.761	0.123	12.098	0.258	8.145	0.174	20.243	0.431
พ.ย.	4,204	1,499	7.167	0.170	9.793	0.233	15.164	0.361	24.957	0.594
ธ.ค.	4,057	1,503	6.270	0.155	9.869	0.243	14.728	0.363	24.597	0.606
2541										
ม.ค.	4,361	1,572	5.748	0.132	7.733	0.177	16.405	0.376	24.138	0.553
ก.พ.	4,494	1,603	5.628	0.125	13.839	0.308	15.094	0.336	28.933	0.644
มี.ค.	4,316	1,564	6.806	0.158	18.032	0.418	41.654	0.965	59.686	1.383
เม.ย.	3,463	1,253	3.507	0.101	11.898	0.344	12.891	0.372	24.789	0.716
พ.ค.	3,931	1,429	7.160	0.182	22.943	0.584	20.272	0.616	43.215	1.099

* หมายถึง พิจารณายางเสียในเดือนนั้นๆ ทุกกรณีที่ไม่เป็นไปตามคุณภาพที่กำหนดไว้

ที่มา : สรุปรายงานผลผลิตยางผสมและปริมาณยางเสียรายเดือนของโรงงานตัวอย่าง

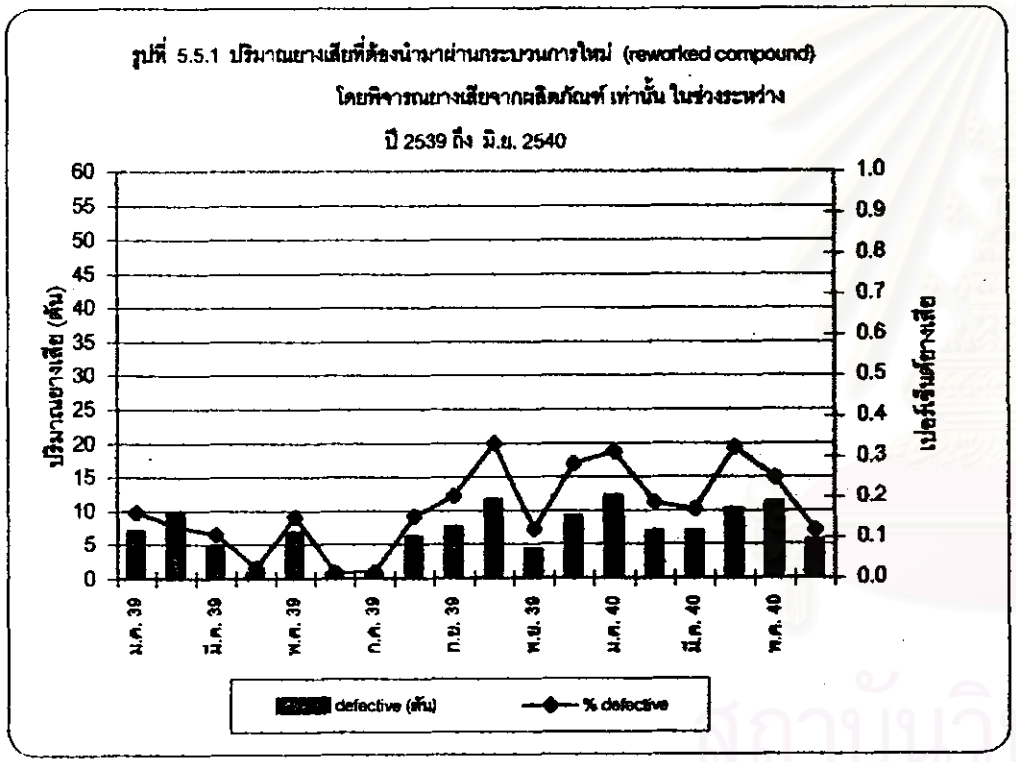
รูปที่ 5.4 กราฟแสดงปริมาณยางผสมเสียคุณภาพต่ำใช้งานไม่ได้ (scrapped compound)

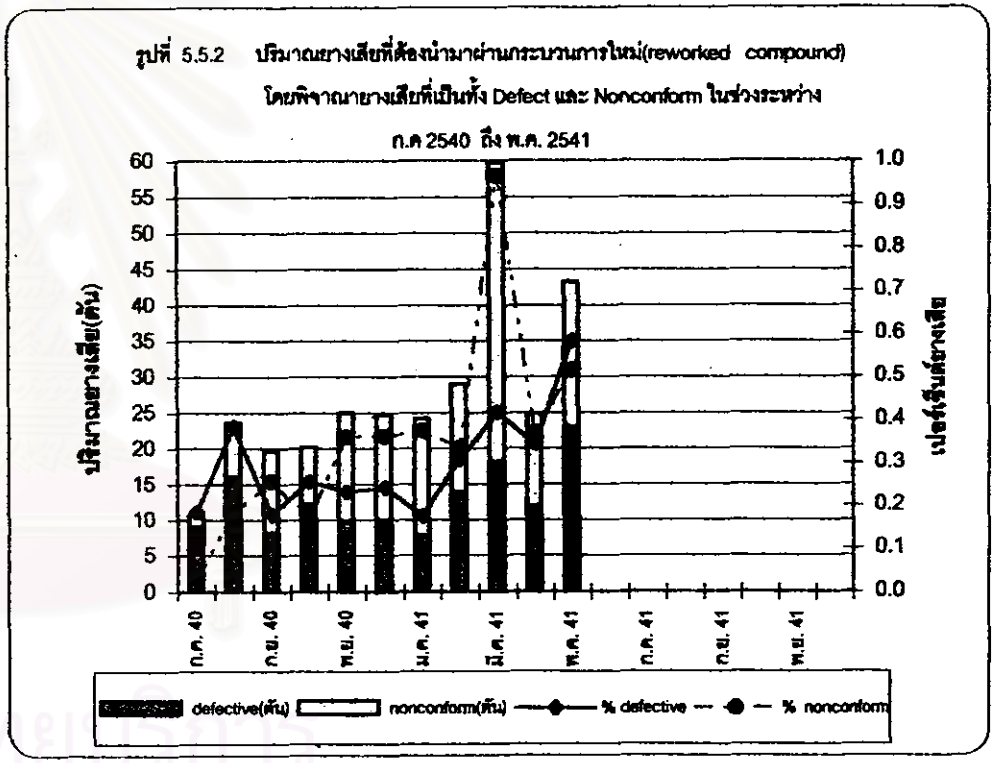
ปี 2539 , 2540 , 2541(พ.ค.)



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.5 ปริมาณยางเสียที่ต้องนำมาผ่านกระบวนการใหม่(reworked compound)



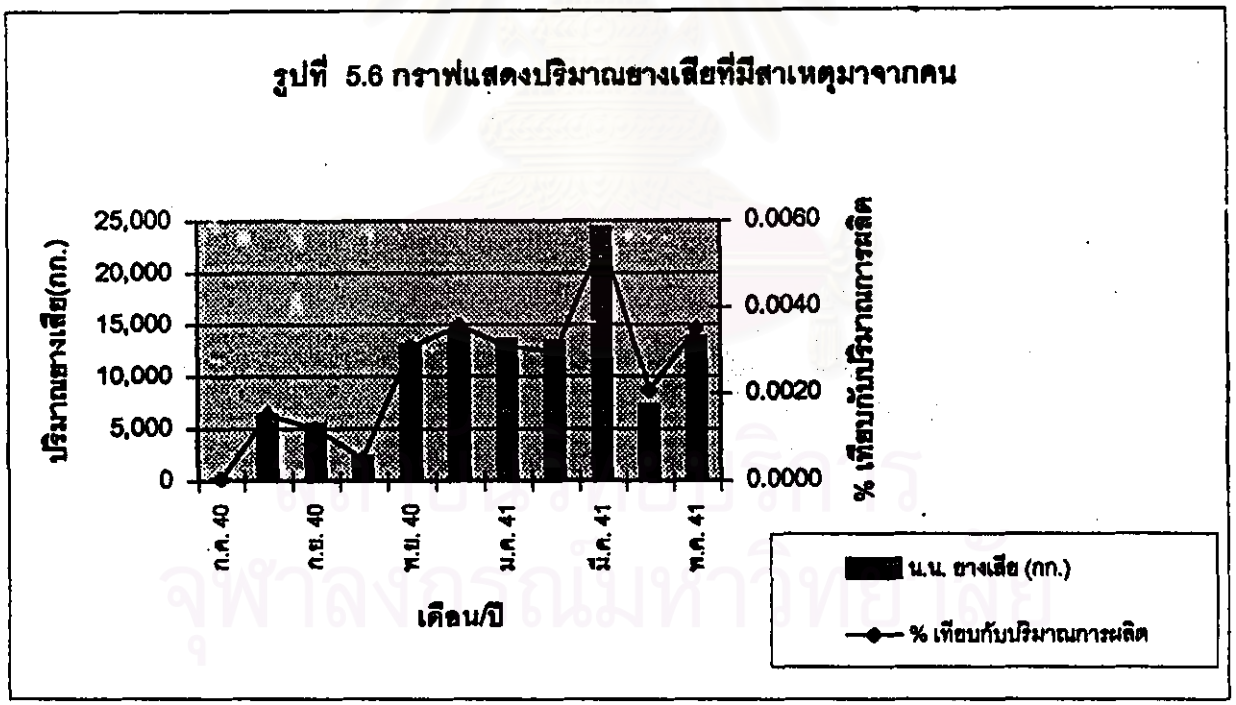


สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปัจจัยหลัก ที่ทำให้เกิดยางผสมไม่ได้คุณภาพ สรุปได้ดังนี้

1. ปัจจัยที่เกิดจากคน

พนักงานไม่เข้าใจวิธีการทำงาน เนื่องมาจากระบบการจัดฝึกอบรมภาคปฏิบัติการและในส่วนของคุณภาพยังไม่มีประสิทธิภาพดีพอ และพนักงานส่วนใหญ่มีวุฒิการศึกษาระดับ ม.3 และ ม.6 ดังนั้นจึงต้องฝึกอบรมอย่างเข้มงวด จึงจะมั่นใจได้ว่าสามารถปฏิบัติงานได้อย่างถูกต้อง ปัจจุบันวิธีการสอนงานพนักงานใหม่จะใช้วิธีส่งพนักงานใหม่เข้าไปอยู่กับพนักงานเก่าซึ่งมีประสบการณ์มากกว่า แต่ขาดทักษะในการสอนงาน ทำให้พนักงานใหม่ไม่เข้าใจงานอย่างถ่องแท้ และบางครั้งพนักงานคุมเครื่องซึ่งมีวุฒิการศึกษาระดับ ปวส. ตัดสินใจปรับเปลี่ยนสภาวะการผสมโดยไม่แจ้ง ทำให้ยางผสมที่ได้มีคุณสมบัติผิดไปจากเดิม นอกจากนี้ วิศวกรที่ยังขาดความรู้ความชำนาญในการกำหนดสภาวะของการผสม เมื่อกำหนดสภาวะที่ไม่เหมาะสมจะทำให้ยางผสมที่ออกมามีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ ทั้งนี้ในส่วนของวิศวกรจะต้องมีการพัฒนาความรู้ด้านเทคนิคจนเข้าใจวิธีการตั้งค่าตัวแปรการผสม เพื่อให้การผสมมีคุณภาพสม่ำเสมอทุกแบช ปริมาณยางผสมเสียที่มีสาเหตุมาจากคน สรุปดังกราฟรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.6 กราฟแสดงปริมาณยางเสียที่มีสาเหตุมาจากคน

ที่มา : ข้อมูลยางผสมเสียแยกตามสาเหตุรายเดือน ในภาคผนวก ก

2. ปัจจัยที่เกิดจากเครื่องจักรและอุปกรณ์

<u>เครื่องผสม</u>

มีการสึกหรอภายในห้องผสม ทำให้การผสมมีประสิทธิภาพลดลง โดยเวลาในการผสมแต่ละแบช จะไม่คงที่ เป็นผลให้คุณภาพไม่สม่ำเสมอ

<u>เครื่องบดยาง 2 ลูกกลิ้ง</u>

เครื่องบดยาง 2 ลูกกลิ้งเป็นเครื่องจักรที่ต่อจากเครื่องผสม โดยมีลักษณะเป็นลูกกลิ้ง 2 ลูกวาง ขนานกัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 32 นิ้ว และยาว 88 นิ้ว เครื่องบดยาง 2 ลูกกลิ้งจะมีผลต่อคุณภาพของยางในส่วนของการระบายความร้อนให้กับยางในเวลาที่เหมาะสม เนื่องจากยางที่ผสมเสร็จจากเครื่องผสม จะมีอุณหภูมิประมาณ 100 - 110 °C เมื่อเปิดเครื่องผสม ยางจะตกลงมาที่เครื่องบดยาง 2 ลูกกลิ้ง ซึ่งจะต้องผ่านการรีดให้บางเพื่อระบายความร้อน หากเวลาที่ยางอยู่บนเครื่องบดยาง 2 ลูกกลิ้งนานเกินไปหรือสั้นเกินไป จะมีผลต่อคุณภาพของยางในด้านของความนิ่มแข็ง และอัตราการสุกตัวของยางจะสั้นลงหากยางนั้นร้อนและอยู่บนเครื่องบดยาง 2 ลูกกลิ้งนานจนเกินไป

<u>ระบบสายพานลำเลียงวัตถุดิบ</u>

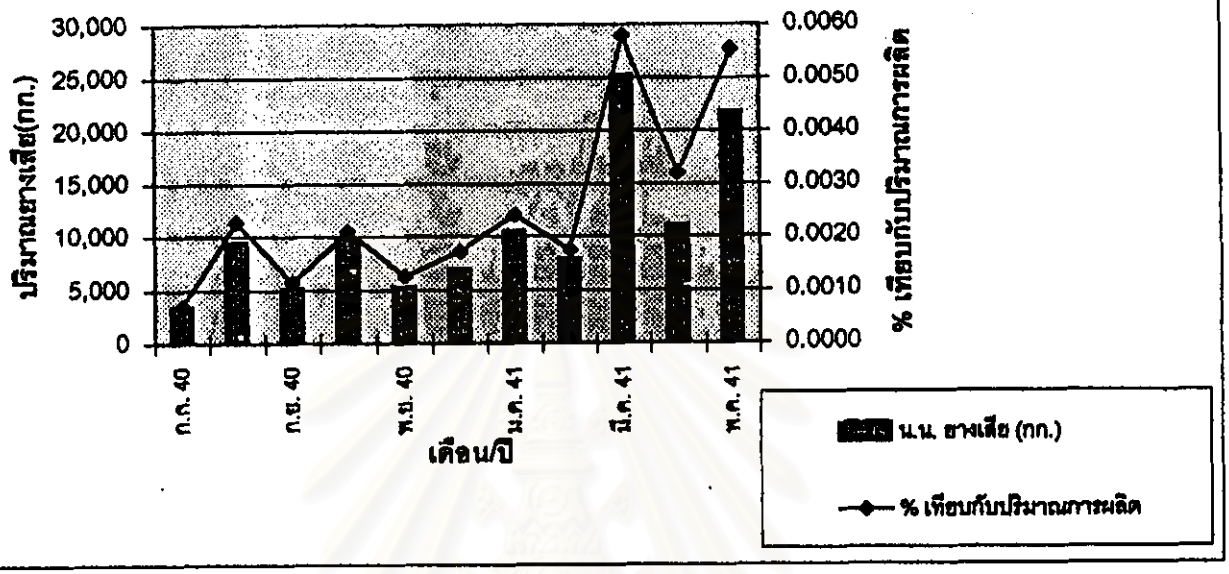
สายพานลำเลียงวัตถุดิบเข้าสู่ห้องผสมหรือสายพานป้อนวัตถุดิบ จะเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะมีผลต่อคุณภาพยางผสม หากการป้อนวัตถุดิบที่ชั่งน้ำหนักเรียบร้อยแล้วเข้าห้องผสมได้ไม่สะดวก กล่าวคือ มีการติดขัดที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของสายพาน หรือป้อนวัตถุดิบลงห้องผสมหมดในเวลาที่นานกว่าปกติ โดยอาจเกิดจากวัตถุดิบจำพวกยางไปติดหรือสะดุดที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของช่องทางลงวัตถุดิบ จะทำให้การผสมวัตถุดิบบางส่วนใช้เวลานานกว่าปกติ ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพของยางผสม

<u>ระบบหล่อเย็นของเครื่องผสม</u>

ในการผสมยางจะเกิดแรงเฉือนภายในห้องผสม และในระหว่างนั้นอุณหภูมิก็จะสูงขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้น การควบคุมอุณหภูมิของเครื่องจะมีผลต่อเวลาที่ต้องใช้ผสมจนเสร็จ 1 แบช เนื่องจากการผสมยางจะถูกควบคุมการสิ้นสุดการผสมแต่ละแบชด้วยอุณหภูมิ หากอุณหภูมิห้องผสมสูงเกินไปจะทำให้เวลาในการผสมสั้นกว่าปกติ ซึ่งจะส่งผลต่อคุณภาพเช่นเดียวกัน

ยางผสมเสียที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรและอุปกรณ์ มีสาเหตุมาจากหลาย ๆ จุดในกระบวนการผสม ตั้งแต่เดือน ม.ค. 2540 จนถึง มิ.ย. 2541 มีปริมาณยางผสมเสียจากสาเหตุนี้ แสดงดังกราฟในรูปที่ 5.7

รูปที่5.7 กราฟแสดงปริมาณยางเสียที่มีสาเหตุมาจากเครื่องจักรและอุปกรณ์



ที่มา : ข้อมูลยางผสมเสียแยกตามสาเหตุรายเดือน ในภาคผนวก ก

3. ปัจจัยที่เกิดจากวิธีการ

<u>วิธีการปฏิบัติงานที่เครื่องบดยาง 2 ลูกกลิ้ง</u>

การปฏิบัติงานที่เครื่องบดยาง 2 ลูกกลิ้งจะมีผลต่อคุณภาพมาก โดยหากปล่อยยางให้ถูกบดอยู่ในเครื่องบดยาง 2 ลูกกลิ้งเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้ค่าความนิ่มแข็งลดลง และนอกจากยางจะนิ่มลงแล้ว หากยางสูตรนั้นมีความร้อนสะสมเกิดได้ง่าย อาจทำให้ยางมีอัตราการสุกตัวที่ต่ำลงหรืออาจทำให้สุกตัวที่เครื่องบดยาง 2 ลูกกลิ้ง ซึ่งจะทำให้ไม่สามารถนำยางนั้นไปใช้ในกระบวนการต่อไปได้

<u>การจัดวางวัตถุดิบ</u>

การจัดวางวัตถุดิบบนสายพานลำเลียง ซึ่งประกอบด้วยยางและสารเคมี จะมีส่วนที่จะทำให้เกิดเวลาในการผสมแต่ละแบชที่ไม่เท่ากัน หรือการใส่สารเคมีที่เวลาต่าง ๆ กัน จะทำให้ผลของการผสมไม่เหมือนกันและเป็นผลให้ได้คุณภาพที่แตกต่างกัน

<u>วิธีการเก็บตัวอย่าง</u>

การเก็บตัวอย่างและการสุ่มตรวจสอบคุณภาพที่ไม่มีหลักเกณฑ์แน่นอนเป็นตัวแปรหนึ่งที่ทำให้ผลของการตรวจสอบคุณภาพของแต่ละล็อตการผสมไม่เหมือนกัน และทำให้การวินิจฉัยคุณภาพผิดพลาดได้ ในโรงงานตัวอย่างมักพบว่าการเก็บตัวอย่างของบางกะนั้นไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในวิธีการมาตรฐาน และตัวแปรของเวลาในการเก็บตัวอย่างที่แตกต่างกัน ทำให้ผลการตรวจสอบคุณภาพที่ได้มีความแปรปรวน

การผสมวัตถุดิบก่อนใช้งาน

การผสมวัตถุดิบต่างล็อตหรือต่างผู้ผลิตเป็นวิธีการหนึ่งที่ทำเพื่อลดความแปรปรวน โดยวิธีการนี้มีการปฏิบัติเฉพาะการผสมยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์ต่างล็อตหรือต่างผู้ผลิต โดยสัดส่วนการผสมจำนวนของล็อต และผู้ผลิตจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดความแปรปรวนมากหรือน้อยแตกต่างกัน

วิธีการปฏิบัติงานทั่วไป

โรงงานตัวอย่างยังไม่มีระบบการประกันคุณภาพ ดังนั้นวิธีปฏิบัติงานที่ทำกันในทุก ๆ วันจะไม่เหมือนกัน เนื่องจากการกำหนดวิธีปฏิบัติงานและระเบียบปฏิบัติงานยังไม่ครอบคลุมงานทั้งหมดที่จะมีผลกระทบต่อคุณภาพ

ปริมาณของเสียที่เกิดจากวิธีการ ไม่ได้ถูกบันทึกไว้อย่างชัดเจนในแต่ละเดือน จึงทำให้ไม่มีข้อมูลเพียงพอที่จะวิเคราะห์แก้ไขปัญหาที่มีสาเหตุจากวิธีการ

4. ปัจจัยที่เกิดจากวัตถุดิบ

ยางธรรมชาติ

ยางธรรมชาติมีความแปรปรวนของค่าความนิ่มแข็งค่อนข้างสูง และในปัจจุบันยังไม่มีการควบคุมค่าความนิ่มแข็งของยางที่รับเข้ามาผลิต ทำให้บางช่วงของการผลิตมียางผสมที่ผิดปกติเกิดขึ้นโดยไม่ทราบสาเหตุที่แน่ชัด ทั้ง ๆ ที่วิธีการผสมที่เหมือนเดิมและเครื่องจักรเครื่องเดิม

คาร์บอนแบล็ค

คาร์บอนแบล็คที่ใช้อยู่ในปัจจุบันจะมาจาก 2 แหล่งการผลิต และ 2 แหล่งดังกล่าวนี้มีการผลิตให้ได้คุณภาพที่อยู่ในช่วงของความต้องการของโรงงานตัวอย่าง แต่ผลของคุณภาพของคาร์บอนแบล็คที่ได้มีความแตกต่างกัน ทำให้ผลด้านคุณภาพการผสมแตกต่างกัน

ขนาดและรูปร่างของวัตถุดิบ

วัตถุดิบที่ใช้อยู่ในปัจจุบันมีลักษณะหลากหลาย หากเป็นยางที่มีลักษณะเป็นก้อนจะมีขนาดเป็นแฟงสี่เหลี่ยม กว้าง 45 ซม. ยาว 75 ซม. และสูง 20 ซม. หรือยางธรรมชาติบางเกรดเช่น ยาง RSS#3 เป็นยางที่มีรูปทรงเป็นสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ มีขนาดกว้าง 70 ซม. ยาว 70 ซม. และสูง 70 ซม. ซึ่งขนาดที่ใหญ่ทำให้ต้องตัดแบ่งเป็นก้อนย่อย ๆ เพื่อให้การเตรียมวัตถุดิบและการผสมง่ายขึ้น ส่วนลักษณะวัตถุดิบประเภทยางธรรมชาติที่ผ่านการบดมาเป็นแผ่นหากทิ้งไว้นานจะใช้งานได้ยาก เนื่องจากยางมีความเหนียวจะทำให้ติดกัน เมื่อติดกันแล้วทำให้เตรียมได้ยากและการผสมก็จะยากขึ้นด้วย ทำให้มีโอกาสที่ยางจะมีคุณภาพเบี่ยงเบนไปจากที่ต้องการ

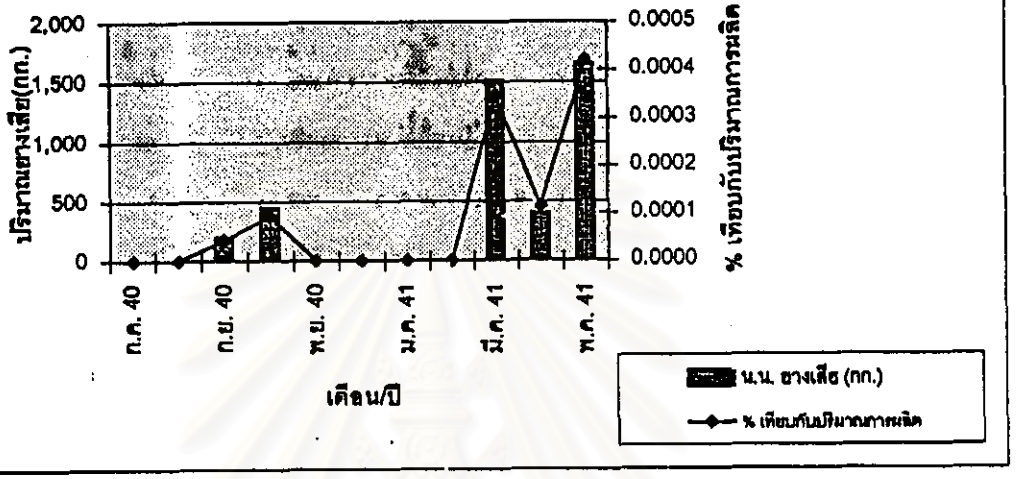
สารเคมี

สารเคมีที่ใช้ในการผสมยางมีอยู่หลายประเภท โดยส่วนมากแล้วสารเคมีแต่ละชนิดที่นำมาใช้เป็นสารเคมีที่มีมาตรฐานการควบคุมคุณภาพที่ดีและประมาณครึ่งหนึ่งของสารเคมีทั้งหมดที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

เป็นสารเคมีที่นำเข้าจากต่างประเทศ และมีการรับรองคุณภาพด้วยระบบคุณภาพที่แต่ละผู้ผลิตมีอยู่แล้ว ดังนั้น ความแปรปรวนของคุณภาพการผสมและยางผสมเสียที่เกิดจากสารเคมีจึงเป็นสิ่งที่ไม่พิจารณา

ปริมาณยางเสียที่เกิดจากวัตถุดิบในแต่ละเดือน แสดงได้ดังกราฟรูปที่ 5.8

รูปที่5.8 กราฟแสดงปริมาณยางเสียที่มีสาเหตุมาจากวัตถุดิบ



ที่มา : ข้อมูลยางผสมเสียแยกตามสาเหตุรายเดือน ในภาคผนวก ก

5. ปัจจัยที่เกิดจากการวัด

ความถูกต้องและความแม่นยำในการวัด เป็นสิ่งที่สำคัญในการประกันคุณภาพของการวัด โดยเฉพาะในการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบต่าง ๆ ซึ่งต้องการความถูกต้องแม่นยำสูง เพื่อลดความแปรปรวนในการผสมยาง โรงงานตัวอย่างยังไม่มีการจัดการเรื่องการสอบเทียบเครื่องมือวัดที่เป็นระบบ และยังไม่มีการนำสถิติเข้ามาประยุกต์ใช้เพื่อควบคุมความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือวัดต่าง ๆ ตลอดเวลาที่ใช้งาน

เครื่องมือวัดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผสมยางได้แก่

<u>เครื่องชั่ง</u>

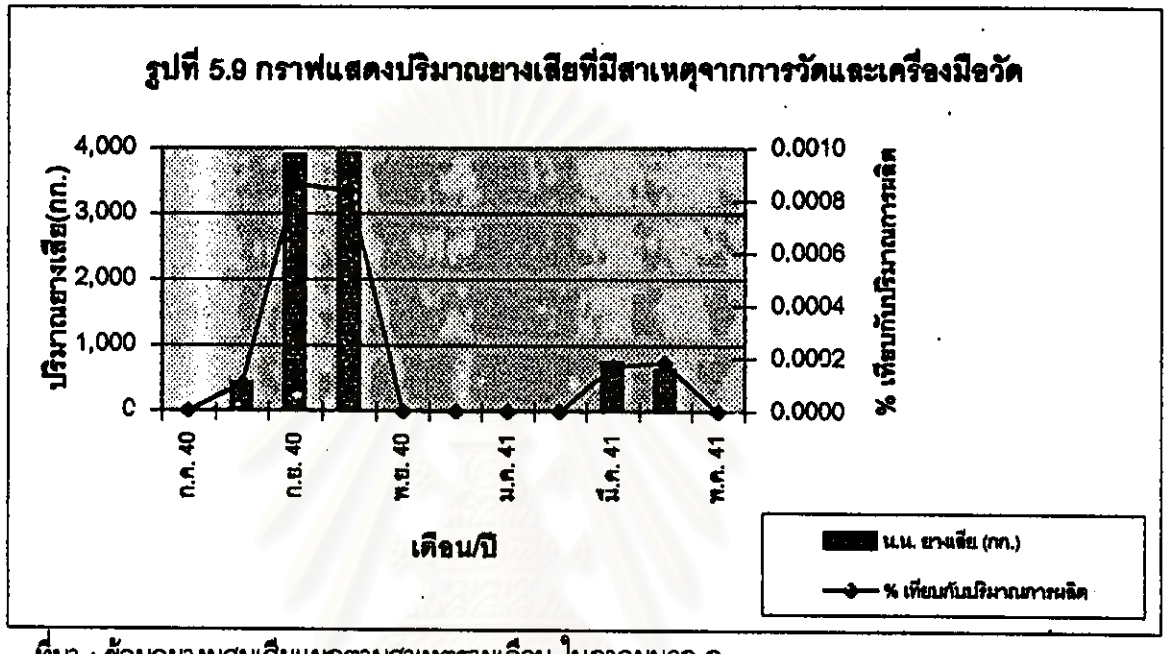
เป็นอุปกรณ์หลักในการชั่งน้ำหนักวัตถุดิบ ประกอบด้วยเครื่องชั่งยาง เครื่องชั่งดาร์บอนแบล็ค เครื่องชั่งน้ำมัน อุปกรณ์เหล่านี้ขาดการบำรุงรักษาที่ดีและยังไม่มีแผนการสอบเทียบที่แน่ชัด ทำให้การควบคุมน้ำหนักขาดความถูกต้องแม่นยำตลอดเวลาที่ผลิตยางผสม และหากน้ำหนักไม่ถูกต้องจะทำให้เกิดผลโดยตรงต่อปัญหาความแปรปรวนของคุณภาพ

<u>เครื่องวัดอุณหภูมิ</u>

เครื่องวัดอุณหภูมิหรือเทอร์โมคับเปิ้ลเป็นอุปกรณ์ที่ติดอยู่กับเครื่องผสมโดยจะเป็นตัววัดอุณหภูมิในขณะผสม ซึ่งความถูกต้องแม่นยำเป็นสิ่งที่สำคัญต่อความสม่ำเสมอในแต่ละแบช ปัจจุบันที่โรงงานตัวอย่างยังคงใช้วิธีการสร้างเทอร์โมคับเปิ้ลขึ้นเอง โดยไม่ผ่านการสอบเทียบวัดด้วยวิธีการที่เหมือน ๆ กัน

ทุกครั้งทำให้ในระหว่างการผลิตเป็นปกติหรือมีการเปลี่ยนเทอร์โมคัปเปิ้ลใหม่ก็ดี มีผลให้คุณภาพเบี่ยงเบนไปจากการผลิตปกติ

ปริมาณยางผสมเสียที่มีสาเหตุมาจากการวัดหรือเครื่องมือวัด แสดงดังกราฟรูปที่ 5.9



รูปที่ 5.9 กราฟแสดงปริมาณยางเสียที่มีสาเหตุจากการวัดและเครื่องมือวัด

ที่มา : ข้อมูลยางผสมเสียแยกตามสาเหตุรายเดือน ในภาคผนวก ก

6. ปัจจัยอื่น ๆ ปัจจัยจากสิ่งแวดล้อม และการจัดการ

นอกเหนือจากปัจจัยด้านคน , เครื่องจักรและอุปกรณ์ , วิธีการ , วัตถุดิบ และการวัดแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เป็นสาเหตุของยางเสีย ๆ ได้แก่

- ไฟฟ้าดับ ที่เป็นปัจจัยภายนอก ซึ่งไม่สามารถควบคุมได้

- ปริมาณยางเสียส่งมาผสมใหม่จากแผนกลูกค้า ซึ่งเป็นชิ้นงานของแผนกลูกค้าที่ผลิตไม่ได้ตามคุณภาพและส่งกลับมาให้ช่วยผสมใหม่ ยางนี้เรียกว่า Process Return (P/R) ซึ่งหากมีปริมาณมากเกินไปอาจทำให้ยางเสียเนื่องจากใช้ไม่ทัน

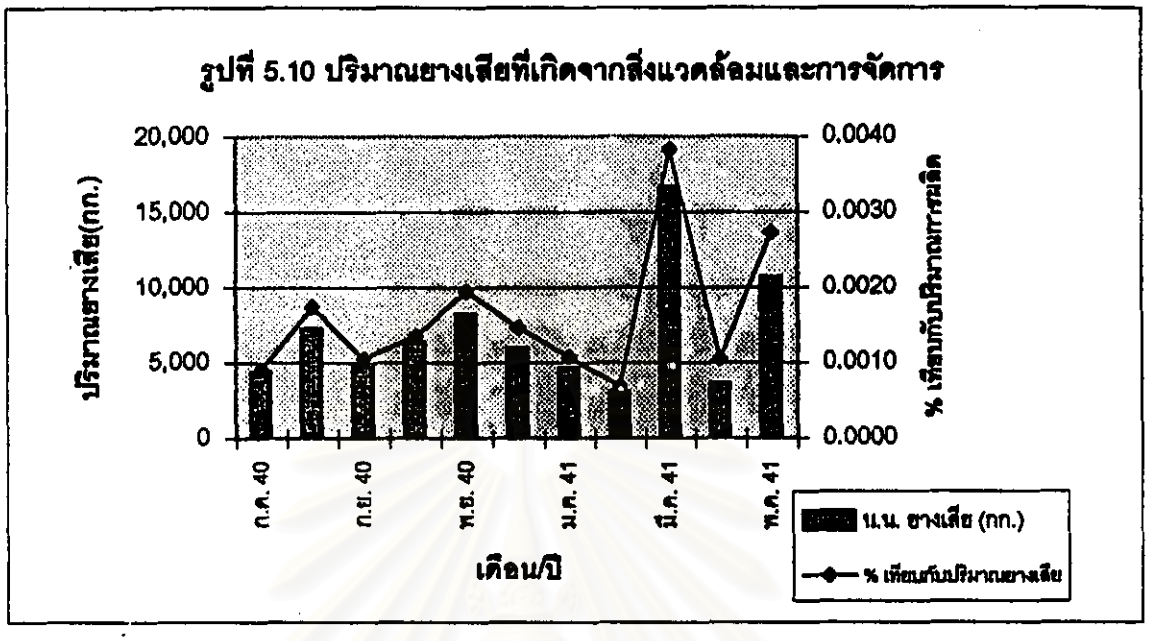
- ยางหมดสภาพตามการใช้งาน เช่น ยางสำหรับทำความสะอาดเครื่อง (Cleanout Rubber , CO-04)

- ยางมีวัสดุอื่นปลอมปน เช่น เศษไม้ เศษเหล็ก เป็นต้น

- คุณภาพเบี่ยงเบน เนื่องจากมีการรอเกิดขึ้นในกระบวนการผสมที่ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง

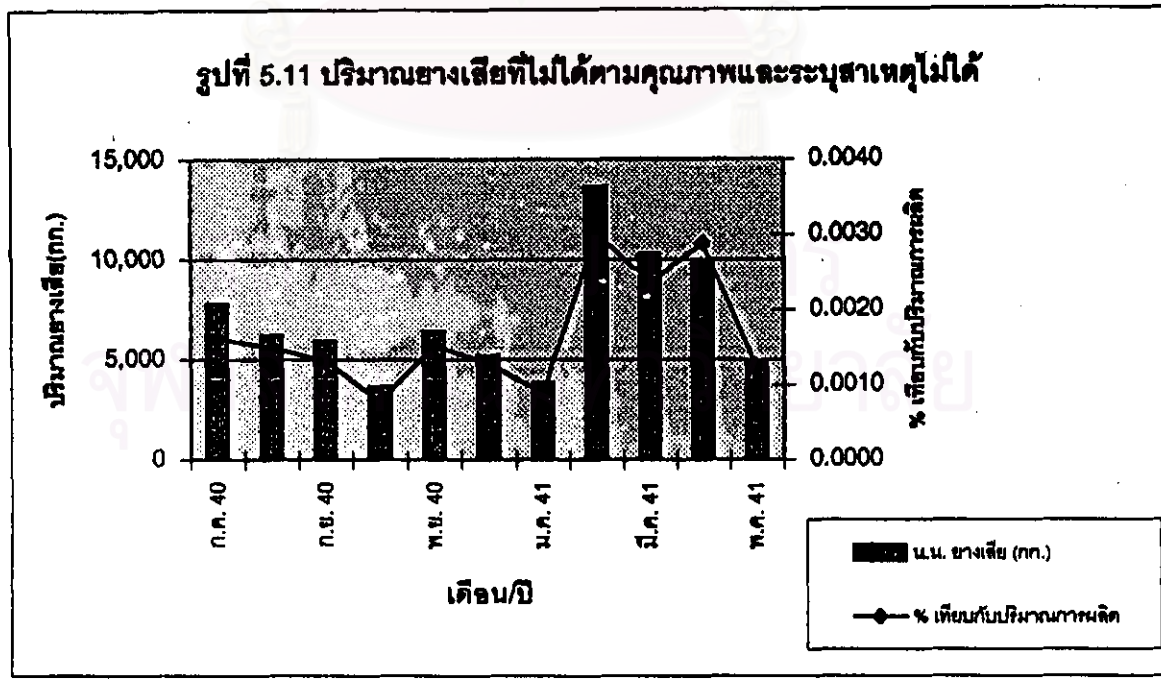
- ยางผสมเสร็จเร็วเกินไปหรือช้าเกินไป

ปัจจัยดังกล่าวข้างต้นเป็นสาเหตุที่รวมกันเป็นปริมาณยางเสียในแต่ละเดือน ดังกราฟในรูปที่ 5.10



ที่มา : ข้อมูลยางผสมเสียแยกตามสาเหตุรายเดือน ในภาคผนวก ก

นอกจากนี้ ยังมีสาเหตุที่ไม่สามารถระบุได้แน่ชัด และปัญหาคุณภาพยางผสมที่ไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานและไม่สามารถหาสาเหตุที่แท้จริงได้ โดยสรุปเป็นปริมาณยางเสียดังกราฟรูปที่ 5.11



ที่มา : ข้อมูลยางผสมเสียแยกตามสาเหตุรายเดือน ในภาคผนวก ก

การผลิตยางผสมให้มีคุณภาพสม่ำเสมอนั้น ขึ้นอยู่กับการควบคุมและการประกันคุณภาพกระบวนการผสมยาง ยางผสมที่จะส่งต่อไปยังลูกค้าซึ่งเป็นแผนกต่าง ๆ ที่ทำการผลิตชิ้นส่วนสำหรับประกอบเป็นยางรถจะต้องมีคุณสมบัติตามที่ระบุไว้ โดยจะต้องมีความแปรปรวนของคุณภาพน้อยที่สุด การควบคุมคุณภาพของวัตถุดิบของโรงงานตัวอย่างมีมาตรฐานที่ดี และมีการตรวจสอบที่เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM แต่ในส่วนของวัตถุดิบที่มีการตรวจสอบแต่ไม่ได้ควบคุม คือ วัตถุดิบประเภทยางธรรมชาติ ซึ่งควรได้รับการปรับปรุงและแก้ไข เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ความเปลี่ยนแปลงคุณภาพยางผสมและปรับปรุงเรื่องการลดความแปรปรวนของความหนืดแข็งของยาง ในส่วนของการประกันคุณภาพของกระบวนการผสมยาง พบว่ามาตรฐานการปฏิบัติงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการรักษาไว้ซึ่งความสม่ำเสมอในการผลิตยางผสมยังมีไม่ครอบคลุมทุกจุดปฏิบัติงานและแผนการควบคุมกระบวนการยังไม่ได้รับการจัดตั้ง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ในด้านการควบคุมและการประกันคุณภาพของกระบวนการผสมยางแล้ว เห็นว่าควรจะมีการปรับปรุงและพัฒนาในเรื่องต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการประกันคุณภาพของกระบวนการเพื่อสร้างความมั่นใจให้กับลูกค้า

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย