บทที่ 2
การศึกษาข้อมูลทั่วไป

2.1 สภาวะทั่วไปของอุตสาหกรรมผลิตยางรถ

อุตสาหกรรมยางรถยนต์เริ่มต้นพัฒนาขึ้นในประเทศมานานกว่า 30 ปี ควบคู่กับกิจการประกอบรถยนต์ภายในประเทศ โดยในระยะเริ่มต้นของการผลิตยางรถยนต์นั้นเป็นไปเพื่อมุ่งสนองตอบต่อความต้องการภายในประเทศทั้งหมด อุตสาหกรรมยางรถยนต์ได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็วทั้งในด้านรูปแบบและวัตถุดิบที่ใช้ เพื่อการผลิตยางรถยนต์ที่มีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมกับความต้องการใช้งานเฉพาะด้านมากขึ้นการลงทุนในอุตสาหกรรมนี้ได้เพิ่มพูนขึ้นเรื่อยมา จนกระทั่งมีการร่วมลงทุนกับผู้ผลิตยางรถยนต์รายใหญ่ของโลกที่เข้ามาตั้งฐานการผลิตในประเทศ เพื่อรองรับตลาดในประเทศที่ขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และสามารถขยายตลาดส่งออกได้เพิ่มขึ้นโดยลำดับ จนอาจกล่าวได้ว่าปัจจุบันนี้ประเทศไทยกลายเป็นศูนย์กลางที่สำคัญของการผลิตยางรถยนต์ในภูมิภาคเอเชียอาคเนย์

การผลิตยางรถยนต์ของไทยเริ่มขึ้นตั้งแต่ปี2505 โดยเป็นการผลิตเพื่อสนองตอบต่อความต้องการภายในประเทศอีกทั้งยังเป็นการผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้า ทั้งนี้ การผลิตยางรถยนต์นับเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่ได้รับการส่งเสริมจากคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน (BOI) ดังนั้น จึงได้มีนักลงทุนให้ความสนใจเข้ามาลงทุนเพิ่มขึ้นโดยลำดับ จนกระทั่งในปัจจุบันมีโรงงานผลิตยางรถยนต์ที่เปิดดำเนินการแล้วทั้งสิ้นประมาณ 20 โรงงาน โดยมีกำลังการผลิตรวมกันประมาณ 11 ล้านเส้นต่อปี นับเป็นอุตสาหกรรมที่มีโครงสร้างการผลิตแบบมีผู้ผลิตน้อยราย โดยมีผู้ผลิตรายใหญ่จำนวน 4 ราย ในจำนวนนี้เป็นผู้ผลิตที่ได้รับการส่งเสริมการลงทุนจำนวน 3 ราย ได้แก่ บริษัท ไทยบริดจสโตน จำกัด กลุ่มบริษัทยางสยาม จำกัด และบริษัท กู๊ดเยียร์ (ประเทศไทย) จำกัด ปริมาณการผลิตและการจำหน่ายยางรถยนต์ของไทยในช่วงปี 2535 ถึง 2538 ของผู้ผลิตทั้งประเทศ แสดงดังตารางที่ 2.1 และตารางที่ 2.2

ซึ่งในจำนวนที่แสดงนี้ประมาณร้อยละ 85 จะเป็นของกลุ่มผู้ผลิตรายใหญ่ทั้ง 3 ราย ปริมาณการผลิตยางรถยนต์ในแต่ละปีได้ขยายตัวเพิ่มขึ้นตามความต้องการใช้ในอุตสาหกรรมการประกอบรถยนต์และตลาดอะไหล่รถยนต์ที่เพิ่มสูงขึ้นตามอัตราการขยายตัวของการใช้รถยนต์

นับแต่สิ้นสุดสงครามเวียดนาม เศรษฐกิจโลกเริ่มฟื้นตัวเฉพาะในประเทศไทยตั้งแต่ปี 2531 เป็นต้นมาเศรษฐกิจของประเทศมีอัตราการเจริญเติบโตสูงมากโดยเฉลี่ยปีละประมาณ 8% ประชาชนมีฐานะทางเศรษฐกิจดีขึ้น ประกอบกับในปี 2534 ได้มีนโยบายลดภาษีนำเข้ารถยนต์ และอนุญาตให้นำเข้า

อุตสาหกรรมที่บังคับให้ใช้ยางรถยนต์ในประเทศไทยในการประกอบรถยนต์รวมตลอดถึงนโยบายส่งเสริมการลงทุนของคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนในเรื่องรถยนต์ต่าง ๆ เหล่านี้ ทำให้ปริมาณความต้องการใช้เพิ่มขึ้น อีกทั้งเพื่อเป็นการทดแทนยางเก่าที่สึกหรอและเสื่อมสภาพ และเพื่อใช้กับรถยนต์ใหม่ที่มีการย้ายฐานการผลิตมาในประเทศไทย ประมาณว่าในปี 2540 จะมีรถยนต์ในประเทศทั้งสิ้น 4.4 ล้านคัน มีการใช้ยางทดแทนประมาณ 6.7 ล้านเส้น และมีการใช้ยางสำหรับรถยนต์ที่ผลิตใหม่อีก 3.5 ล้านเส้น

ตารางที่ 2.1 ปริมาณการผลิตยางรถยนต์

	2533	2534	2535	2536	2537	2538e (9 เดือน)
1. ยางนอก (เส้น)						
1.1 ยางรถยนต์นั่ง	2,662,512	3,140,706	3,859,454	4,443,617	5,455,598	N.A.
- ยางธรรมดา	31,680	147,307	2,804	6,295	431	N.A.
- ยางเรเดียล	2,630,832	2,993,399	3,856,650	4,437,322	5,455,167	N.A.
1.2 ยางรถบรรทุกและโดยสาร	1,749,472	2,040,752	2,379,704	2,604,166	2,682,008	N.A.
- ขนาดใหญ่	1,051,459	1,046,864	1,198,477	1,052,777	1,007,959	N.A.
- ขนาดเล็ก	698,013	993,888	1,181,227	1,551,389	1,674,049	N.A.
1.3 ยางรถขนาดใหญ่	76,374	76,599	88,206	93,389	91,014	N.A.
- รถเกรดเดิน	21,404	29,727	32,610	38,431	37,704	N.A.
- ยางรถแทรคเตอร์ (ล้อหน้าและล้อหลัง)	54,970	46,872	55,596	54,958	53,310	N.A.
รวมยางนอก : เส้น	4,488,358	5,258,057	6,327,364	7,141,172	8,228,620	N.A.
: ตัน	62,381	69,380	83,509	88,454	101,838	86,186
2. ยางใน : เส้น	1,637,742	1,509,246	1,831,204	1,615,267	1,969,097	N.A.
: ตัน	3,132	3,007	3,701	3,403	4,512	3,835
3. ยางรองยางใน : เส้น	1,009,347	903,087	954,212	968,783	1,036,571	N.A.
: ตัน	1,378	1,274	1,368	1,398	1,512	1,512
รวมยางทุกประเภท : เส้น	7,135,447	7,670,390	9,112,780	9,725,222	11,234,288	N.A.
: ตัน	66,891	73,661	88,578	93,255	107,860	91,299

ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย

ตารางที่ 2.2 ปริมาณการจำหน่ายยางรถยนต์

	2533	2534	2535	2536	2537	2538e (9 เดือน)
1. ยางนอก (เส้น)						
1.1 ยางรถยนต์นั่ง	2,694,914	2,590,358	2,963,292	3,491,800	4,340,066	N.A.
- ยางธรรมดา	34,211	153,074	3,749	4,781	1,715	N.A.
- ยางเรเดียล	2,660,703	2,437,284	2,959,543	3,487,019	4,338,351	N.A.
1.2 ยางรถบรรทุกและโดยสาร	1,602,174	1,814,184	2,258,537	2,421,625	2,508,498	N.A.
- ขนาดใหญ่	1,016,061	1,032,258	1,294,019	1,178,537	1,029,816	N.A.
- ขนาดเล็ก	586,113	781,926	964,518	1,243,088	1,478,682	N.A.
1.3 ยางรถขนาดใหญ่	61,783	56,104	59,139	65,679	74,478	N.A.
- รถเกรดดิน	14,154	21,005	22,602	25,282	28,380	N.A.
- ยางรถแทรคเตอร์ (ล้อหน้าและล้อหลัง)	47,629	35,099	36,537	40,397	46,098	N.A.
รวมยางนอก : เส้น	4,358,871	4,460,646	5,280,968	5,979,104	6,923,042	N.A.
: ตัน	60,347	59,892	71,192	76,362	83,909	74,918
2. ยางใน : เส้น	1,656,354	1,463,097	1,649,583	1,743,271	2,036,915	N.A.
: ตัน	3,364	3,084	3,429	3,797	4,731	4,224
3. ยางรองยางใน : เส้น	965,159	839,038	933,162	1,007,724	1,065,439	N.A.
: ตัน	1,381	1,220	1,509	2,114	1,577	1,408
รวมยางทุกประเภท : เส้น	6,980,384	6,762,781	7,863,713	8,730,099	10,025,396	N.A.
: ตัน	65,092	64,196	76,130	82,273	90,217	80,550

ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทย

2.1.1 ประเภทของสินค้า

การจัดกลุ่มสินค้าตามประเภทพิกัดของกรมศุลกากร สามารถแบ่งกลุ่มยางออกเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. ยางรถนั่ง (Passenger) และยางรถนั่งขนาดเล็ก (Miniature Passenger)
2. ยางรถโดยสารและยางรถบรรทุก (Bus and Truck)
3. ยางรถจักรยานยนต์ (Motor Cycle)
4. ยางรถจักรยาน (Bicycle)
5. ยางเครื่องบิน (Airplane)
6. ยางอื่น ๆ ได้แก่ ยางสำหรับก่อสร้าง ยางรถสำหรับอุตสาหกรรม ยางรถเข็น ยางรถสกูตเตอร์ ยางรถแทรคเตอร์ และยางรถแข่ง เป็นต้น

2.1.2 ผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์

การจำแนกผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยางรถยนต์ สามารถแยกออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

1. ยางรถยนต์ชนิดผ้าใบเฉียง (BIAS PLY TYRE) หมายถึง ยางรถยนต์ซึ่งชั้นผ้าใบแผ่ขยายไปยังขอบลวด วางสลับกันโดยทำมุมกับเส้นผ่าศูนย์กลางดอกยางน้อยกว่า 90 องศา ยางรถยนต์ประเภทนี้จะมีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ ยางนอกและยางใน หรือเรียกว่ายางผ้าใบ (TEXTILE BIAS PLY) ซึ่งมีความแข็งแกร่งทนทานไม่มากนัก จึงมีราคาถูก

2. ยางเรเดียล (RADIAL PLY TYRE) หมายถึง ยางรถยนต์ซึ่งชั้นผ้าใบแผ่ขยายไปยังขอบลวดโดยวางทำมุมกับเส้นผ่าศูนย์กลางของดอกยางประมาณ 90 องศา ปัจจุบันได้มีการพัฒนายางรถยนต์ชนิดนี้โดยการเสริมเส้นลวดหรือใยเหล็กเข้าไปในโครงสร้างของยางรถยนต์ เพื่อเพิ่มความสามารถในการยึดเกาะถนนและรีดน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น จนยางชนิดนี้ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน

2.1.3 แหล่งวัตถุดิบ

ทางด้านวัตถุดิบในการผลิต ส่วนใหญ่ยังต้องพึ่งพาการนำเข้าจากต่างประเทศเป็นหลัก เนื่องจากยังไม่มีการผลิตเองในประเทศหรือที่ผลิตได้นั้นก็ยังมีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ภายในประเทศ คงมีเพียงยางธรรมชาติเท่านั้นที่ใช้ผลผลิตจากในประเทศทั้งหมด แหล่งวัตถุดิบแสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แหล่งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตยางรถ

รายการวัตถุดิบ	แหล่งที่มา	อัตราภาษีนำเข้า (ร้อยละ)	ร้อยละของมูลค่าต้นทุน
1. ยางธรรมชาติ	ในประเทศ	-	15 - 20
2. ยางสังเคราะห์	ญี่ปุ่น , ไต้หวัน อเมริกา , อังกฤษ	30 - 50	15
3. ผงเขม่าดำ	ในประเทศ , ญี่ปุ่น อเมริกา , ไต้หวัน	30	10
4. ผ้าใบไนล่อน	ญี่ปุ่น , ไต้หวัน อินโดนีเซีย	40	35
5. เส้นลวดขอบยาง	อเมริกา , ญี่ปุ่น ไต้หวัน , เกาหลี	40	5
6. สี สารเคมี และอื่น ๆ	ญี่ปุ่น , ไต้หวัน อเมริกา	30	15 - 20

ที่มา : กองส่งเสริมการลงทุนที่ 1 สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุน

2.1.4 การนำเข้า

แม้ว่ากำลังการผลิตในประเทศจะสามารถผลิตได้เพียงพอกับความต้องการ แต่ก็ยังมีการนำเข้ายางรถยนต์คุณภาพสูงจากต่างประเทศเพื่อใช้กับรถนำเข้า เช่นรถแวนระดับหรู มีบางส่วนที่เป็นการนำเข้าเพื่อทดแทนราคาขายในประเทศที่ปรับตัวสูงขึ้น และนำเข้าจากบริษัทแม่ในต่างประเทศเพื่อประกอบกับรถยนต์ที่ย้ายฐานมาผลิตในประเทศ

คาดว่าความต้องการใช้ยางรถทุกชนิดจะมีแนวโน้มสูงขึ้นตามอัตราการขยายตัวของภาวะเศรษฐกิจของประเทศ ประกอบกับการที่ประเทศไทยกำลังจะเป็นฐานการผลิตรถยนต์แห่งใหม่ของโลกจะส่งผลให้การผลิตยางรถทั้งในส่วนของการทดแทนยางรถเก่า และตลาดยางรถใหม่ขยายตัวมากขึ้น

ตารางที่ 2.4 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้ายางรถยนต์ของไทยในช่วงปี พ.ศ. 2535 - พ.ศ. 2538 (ม.ค. - ธ.ค.)

มูลค่า ล้านบาท

	2535		2536		2537		2538e	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
1. ยางนอกรถยนต์ (เส้น)	422,396	608.0	634,936	781.9	636,799	935.8	909,700	1,338.0
อัตราการขยายตัว (%)	11.6	12.8	50.3	28.6	0.3	19.7	42.9	43.0
1.1 รถยนต์นั่ง (เส้น)	330,152	452.5	411,926	594.7	489,329	691.9	718,663	1,004.0
- ยางเรเดียล	324,088	447.3	404,525	588.7	483,589	686.2	711,476	994.0
- ยางธรรมดา	6,064	5.2	7,401	6.0	5,740	5.7	7,187	10.0
1.2 รถบรรทุกและรถโดยสาร	17,744	44.1	33,634	55.9	58,667	100.3	72,776	161.0
- ยางเรเดียล	8,294	23.5	14,913	32.3	32,619	71.4	48,760	121.0
- ยางธรรมดา	9,450	20.6	18,721	23.6	26,048	29.0	24,016	40.0
1.3 รถขับเคลื่อนด้วยเครื่องกล	74,500	111.5	189,376	131.3	88,803	143.6	117,261	173.0
- รถแทรคดินและรถแทรคเตอร์	12,210	107.4	14,102	122.5	18,317	136.8	52,217	166.0
- รถอื่น ๆ	62,290	4.1	175,274	8.8	70,486	6.8	65,044	7.0
2. ยางในรถยนต์ (เส้น)	278,019	38.1	348,429	38.7	288,142	45.5	403,400	68.0
อัตราการขยายตัว (%)	(24.3)	(7.3)	25.3	1.7	(17.3)	17.5	40.0	45.1
3. ยางรองยางใน (กิโลกรัม)	42,718	2.4	55,659	2.8	89,317	5.1	14,280	6.0
อัตราการขยายตัว (%)	(12.7)	(37.8)	30.3	15.2	60.5	8,560	(84.0)	17.4
รวม		648.5		823.3		986.4		1,410
อัตราการขยายตัว (%)		11.1		27.0		19.8		42.9

ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทยและกรมศุลกากร

ตารางที่ 2.6 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกยางรถยนต์ของไทยในช่วงปี พ.ศ. 2535 - พ.ศ. 2538 (ม.ค. - ธ.ค.)

มูลค่า ล้านบาท

	2535		2536		2537		2538e	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
1. ยางนอกรถยนต์ (เส้น)	3,042,351	1,293.7	3,450,681	1,454.7	4,882,274	1,875.0	5,881,700	2,147.0
อัตราการขยายตัว (%)	74.4	73.6	13.4	12.5	41.5	28.9	20.5	14.5
1.1 รถยนต์นั่ง (เส้น)	1,107,343	655.1	904,289	753.3	1,223,548	779.1	1,470,425	751.0
- ยางเรเดียล	482,429	271.6	479,568	421.0	599,132	326.2	1,102,820	586.0
- ยางธรรมดา	624,914	383.5	424,721	332.3	624,416	452.9	367,605	165.0
1.2 รถบรรทุกและรถโดยสาร	528,502	443.0	969,069	653.0	885,886	789.0	882,255	966.0
- ยางเรเดียล	50,448	39.7	598,116	56.5	134,084	101.5	176,451	126.0
- ยางธรรมดา	478,054	403.3	370,953	596.5	751,802	687.5	705,804	840.0
1.3 รถขับเคลื่อนด้วยเครื่องกล	1,406,506	195.5	1,577,323	228.4	2,772,840	306.9	3,529,020	430.0
- รถเกรดดินและรถแทรคเตอร์	86,022	131.4	92,509	153.5	146,679	170.4	176,451	211.0
- รถอื่น ๆ	1,320,484	64.1	1,484,814	74.9	2,626,161	136.5	3,352,569	219.0
2. ยางในรถยนต์ (เส้น)	194,478	19.0	291,096	32.4	343,815	47.7	409,140	60.0
อัตราการขยายตัว (%)	(9.6)	(3.7)	49.7	70.7	18.1	47.1	19.0	25.8
3. ยางรองยางใน (กิโลกรัม)	496,360	21.3	667,047	35.4	919,809	41	1,260,140	59.0
อัตราการขยายตัว (%)	6.1	20.6	34.4	66.5	37.9	15.0	37.0	45
รวม		1,333.9		1,522.6		1,963.4		2,266.0
อัตราการขยายตัว (%)		70.5		14.1		29.9		15.4

ที่มา : ธนาคารแห่งประเทศไทยและกรมศุลกากร

2.2 กระบวนการผลิตยางรถยนต์

2.2.1 ส่วนประกอบสำคัญของยางรถ

โครงสร้างของยางรถประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ดังรูปที่ 2.1 คือ

1. ยางส่วนนอก

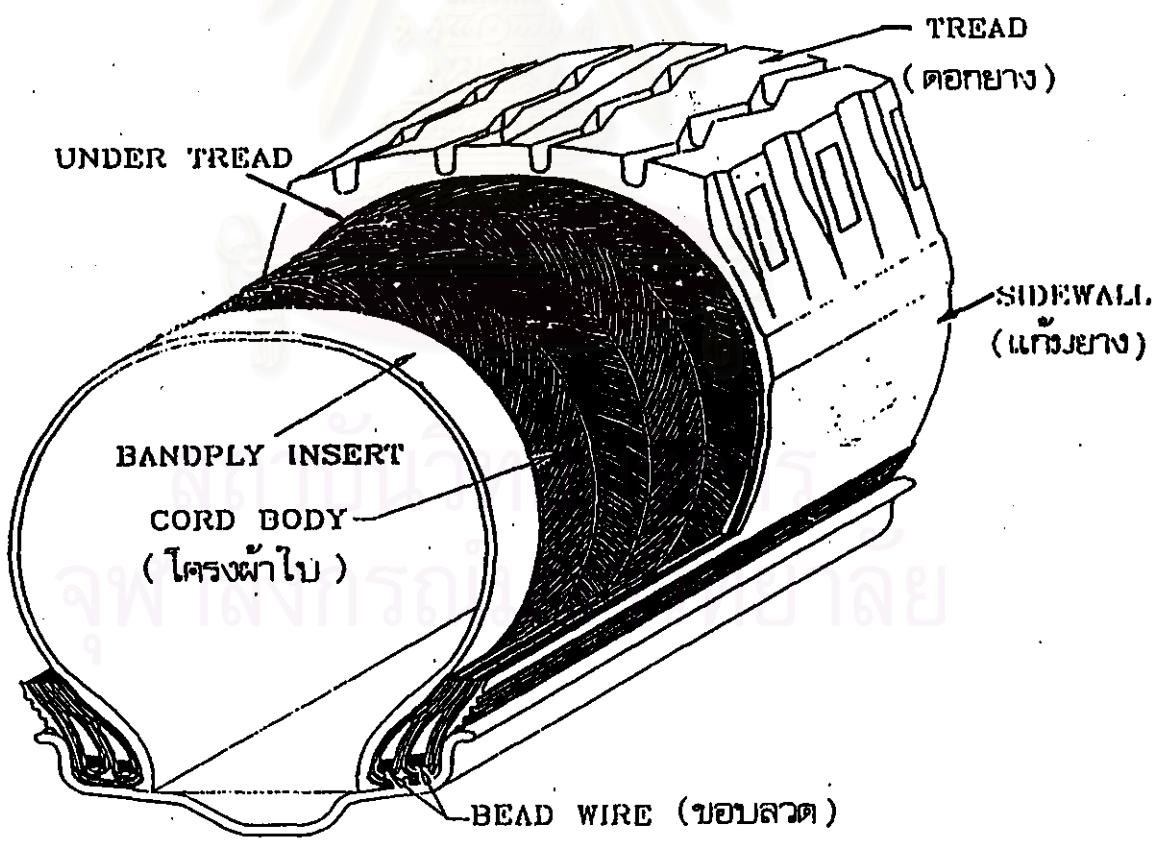
ประกอบด้วยหน้ายาง (Tread) และแก้มยาง (Side Wall) หน้ายางเป็นส่วนนอกสุดของยางที่สัมผัสกับพื้นถนน ส่วนนี้จะทำเป็นดอกมีร่องเพื่อให้ยึดเกาะถนน ส่วนแก้มยางจะอยู่ระหว่างหน้ายางและขอบยาง

2. โครงผ้าใบ (Cord Body)

ทำหน้าที่เป็นโครงของยาง ประกอบด้วยผ้าใบฉาบยาง (Ply Cord) วางซ้อนกันเป็นชั้นตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป

3. ขอบเส้นลวด (Bead Wire)

ประกอบด้วยเส้นลวดที่มีความเหนียวแน่นหลายเส้นประกบเป็นวงกลม เป็นส่วนที่ใช้ยึดติดกับกะทะล้อ ซึ่งจะเป็นหลักยึดของยางทั้งเส้น



รูป 2.1 ส่วนประกอบสำคัญของยางรถ

2.2.2 วัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตยางรถ

ในยางเส้นหนึ่งจะมียางดิบที่ผสมกับพวกเคมีภัณฑ์อยู่ 70% ส่วนผสมจะแตกต่างกันแล้วแต่สภาพของการใช้ยาง โดยทั่วไปส่วนผสมประกอบด้วย ยางธรรมชาติ ผงเขม่าดำ เคมีภัณฑ์ และน้ำมัน 60% ยางสังเคราะห์ 25% ส่วนที่เหลือ 15% ในยางรถคือ เส้นไนล่อนสำหรับโครงชั้นในและเส้นลวดสำหรับขอบเส้นลวด

2.2.3 ขั้นตอนการผลิตยางรถ

ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลัก ๆ ตามรูปที่ 2.2 ได้แก่

1. การผสมยาง (Compound Mixing)

เป็นการเอายางดิบและส่วนผสมต่าง ๆ ผสมกันเข้าไปในเครื่องผสมยาง (Banbury Mixer) จนถึงอุณหภูมิที่กำหนด ยางที่ผสมแล้วนี้จะถูกปล่อยลงมายังเครื่องบดยาง (Two - roll Mill) ซึ่งทำหน้าที่ทำให้ยางเป็นแผ่น จากนั้นจะส่งไปตามสายพานและตากพัดลมให้เย็นลง และจัดเก็บเตรียมสำหรับกระบวนการถัดไป

2. การเตรียมชิ้นส่วน (Tyre Component Preparation)

ในกระบวนการนี้จะประกอบด้วยกระบวนการย่อย ๆ หลายกระบวนการ ได้แก่

- การรีดยาง (Extrusion)

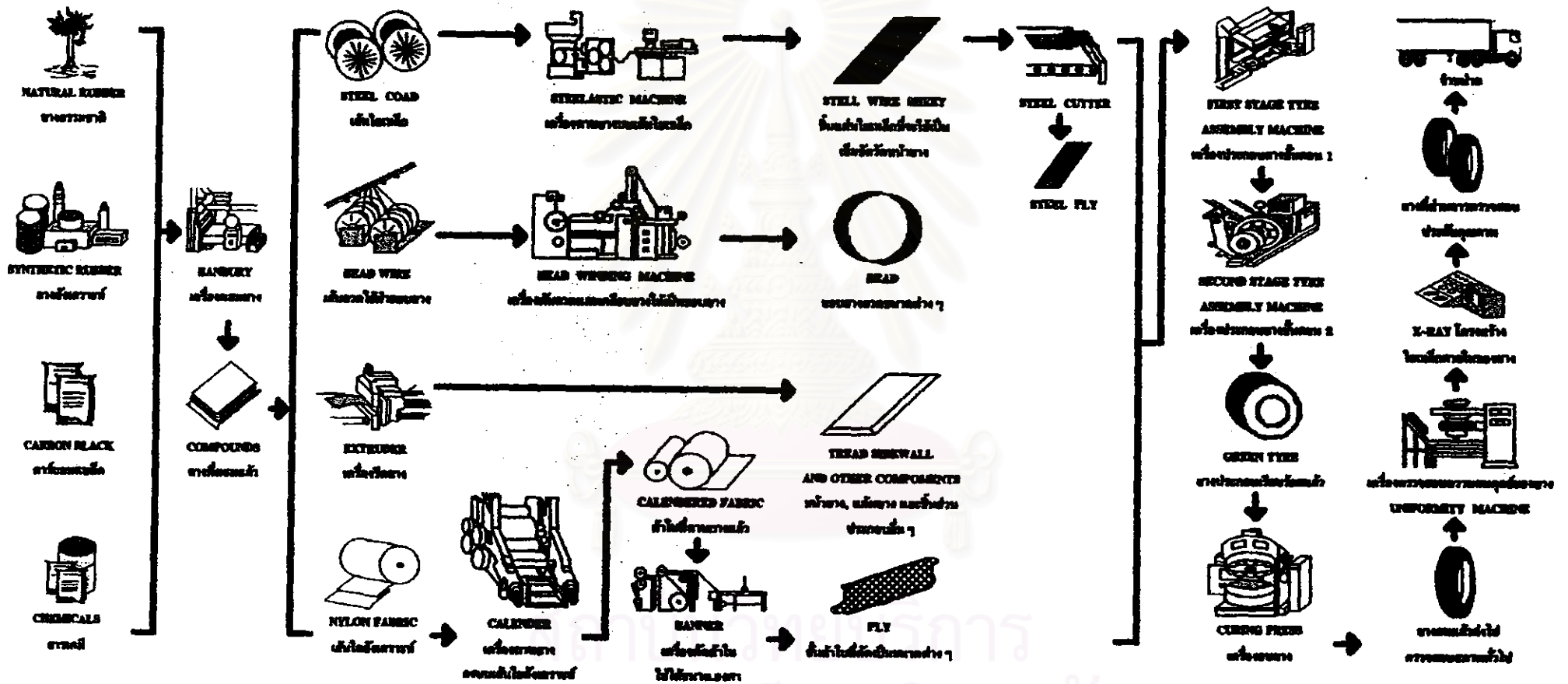
การทำงานของเครื่องจักร (Extruder) จะมีเกลียวหมุน (Screw) ซึ่งจะผลักดันยางให้ผ่านออกมาจากเครื่องรีดเป็นรูปร่างตามแบบ (Die) ที่ใส่ไว้ด้านปลายสุดของเครื่องรีด ยางที่รีดแล้วจะถูกทำให้เย็นลงก่อนตัดเป็นชิ้นตามต้องการ ชิ้นส่วนที่ได้จากเครื่องรีดนี้ได้แก่ แก้มยาง (Side Wall) , หน้ายาง (Tread) และชิ้นส่วนประกอบอื่น ๆ

- การเคลือบยางลงบนผ้าใบไนล่อน (Ply Skimming)

เส้นไนล่อนที่ใช้เป็นโครงชั้นในเป็นเส้นใยวิทยาศาสตร์ เส้นไนล่อนจะผ่านเข้าไปในลูกกลิ้งของเครื่องฉาบยาง (Calender) เครื่องฉาบยางจะฉาบยางลงบนเส้นไนล่อนทั้งสองหน้า และเก็บเข้าม้วนเป็นผ้าใบฉาบยาง (Calender Fabric) เพื่อเตรียมส่งไปตัดเป็นผืนผ้าใบตามขนาดต่อไป

- การตัดผ้าใบไนล่อน (Ply Cutting)

ไนล่อนที่ฉาบยางเรียบร้อยแล้ว จะถูกส่งมาตัดเป็นผืนที่เครื่องตัด (Banner) ให้ได้ขนาดตามต้องการ โดยจะตัดตามความกว้างและเป็นมุมตามที่กำหนดไว้



รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการผลิตยางรถ

- การทำขอบยาง (Bead Making)

ขอบยางเป็นส่วนที่สำคัญที่จะต้องใช้เส้นลวดที่มีความเหนียวพิเศษ และเคลือบไว้ด้วยทองแดง โดยเส้นลวดนี้จะถูกส่งเข้าเครื่องพันลวดและเคลือบยาง (Bead Winding Machine) เส้นลวดที่ถูกเคลือบด้วยยางจะถูกม้วนพันเข้าที่วงล้อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางตามที่กำหนดไว้ จนครบจำนวนรอบที่ต้องการก็จะถูกตัดออกโดยอัตโนมัติ จำนวนเส้นลวดและชั้นของเส้นลวดขึ้นกับขนาดของยางรถเส้นนั้น ๆ เส้นลวดที่พันกันเรียบร้อยแล้วจะถูกหุ้มด้วยผ้าใบฉาบยางอีกครั้งหนึ่ง เพื่อเพิ่มความทนทานให้แก่ขอบยางและติดสนิทดีกับโครงยางชั้นใน

3. การประกอบยางรถ (Tyre Assembly)

เมื่อส่วนประกอบต่าง ๆ ได้ถูกเตรียมไว้เรียบร้อยแล้ว จะถูกส่งไปยังเครื่องประกอบยาง (Tyre Assembly Machine) เพื่อประกอบส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกันเป็นยางรถ ยางที่ประกอบเสร็จเรียกว่ายางรถดิบ (Green Tyre) ซึ่งรูปร่างจะเหมือนถังที่ไม่มีฝาบนและฝาล่าง โดยยางรถดิบนี้จะถูกตรวจน้ำหนักก่อนส่งไปกระบวนการอบต่อไป

4. การอบยางรถ (Curing)

เริ่มจากการเอายางรถดิบที่ได้ตามมาตรฐานการสร้างมาใส่ลงในแม่พิมพ์ (Mold) ซึ่งติดตั้งอยู่ในเครื่องอบ (Curing Press Machine) เมื่อเครื่องอบปิด ยางรถดิบก็จะได้รับแรงอัดจนมีรูปร่างตามแม่พิมพ์ โดยการอบนี้จะใช้ความร้อนจากไอน้ำในแม่พิมพ์ ทำให้ยางไหลเต็มแบบและทำให้เนื้อยางประสานกันเป็นเนื้อเดียวกัน

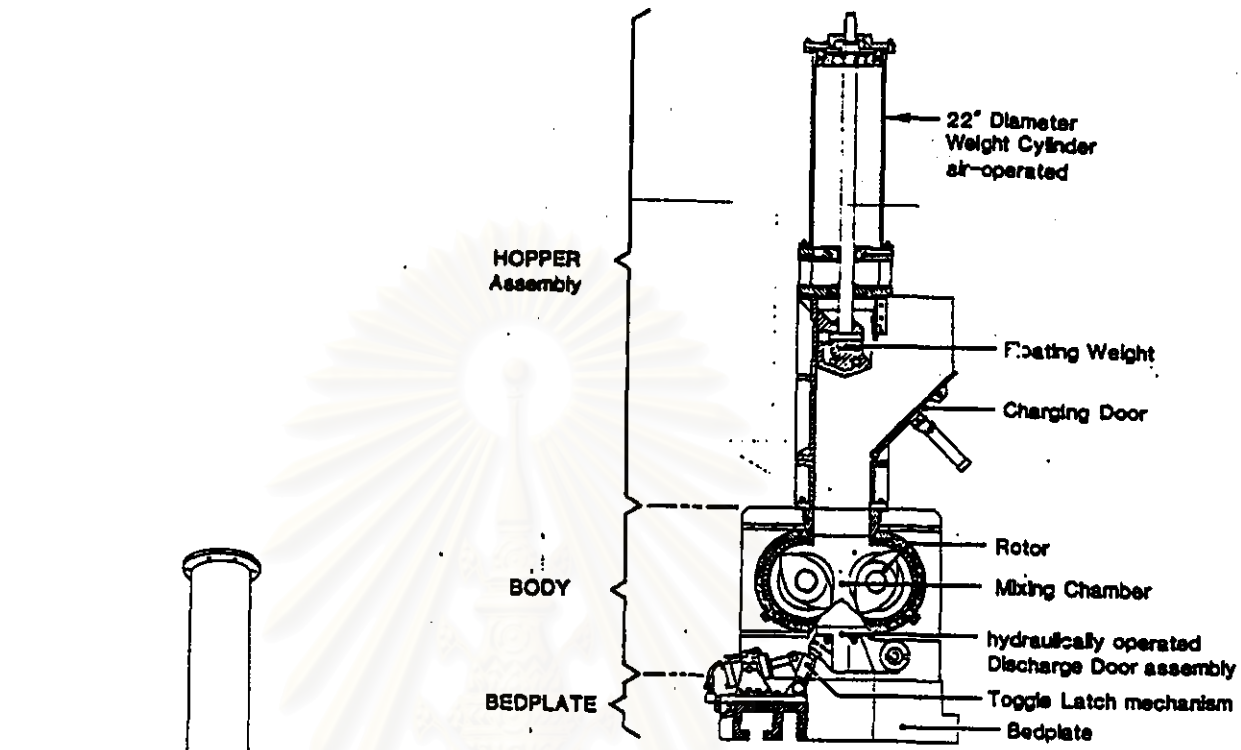
2.3 ทฤษฎีการผสมยาง

คุณภาพของยางรถหรือผลิตภัณฑ์ยางจะมีคุณภาพดีนั้น เริ่มต้นจากคุณภาพการผสมยาง ถ้าการผสมยางกับสารเคมีเป็นกระบวนการที่ไม่มีคุณภาพแล้วก็ไม่สามารถแก้ไขให้ได้วัตถุสำเร็จรูปที่มีคุณภาพสูงตามต้องการได้ การผสมยางเป็นกระบวนการนำสารเคมี , อนุภาคเขม่าดำ และตัวเติมต่าง ๆ มาอัดรวมเข้าไปในยางให้เป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneous) พร้อมกับทำการบดผงเคมีเหล่านั้นให้แตกเป็นอนุภาคและกระจายตัวออกอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งก้อน ความเปลี่ยนแปลงทั้งทางฟิสิกส์และทางเคมีของส่วนผสม เกิดขึ้นได้ในลักษณะที่ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับตัวแปรที่สำคัญหลายประการ เช่น

(1) สมบัติและปริมาณของยางและสารเคมีที่นำมาผสม เช่น ชนิดของยาง น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยของยาง ชนิดของตัวเติม ขนาดอนุภาคของตัวเติม ชนิดและปริมาณของน้ำมันและสัดส่วนปริมาณของยางและสารเคมี เป็นต้น

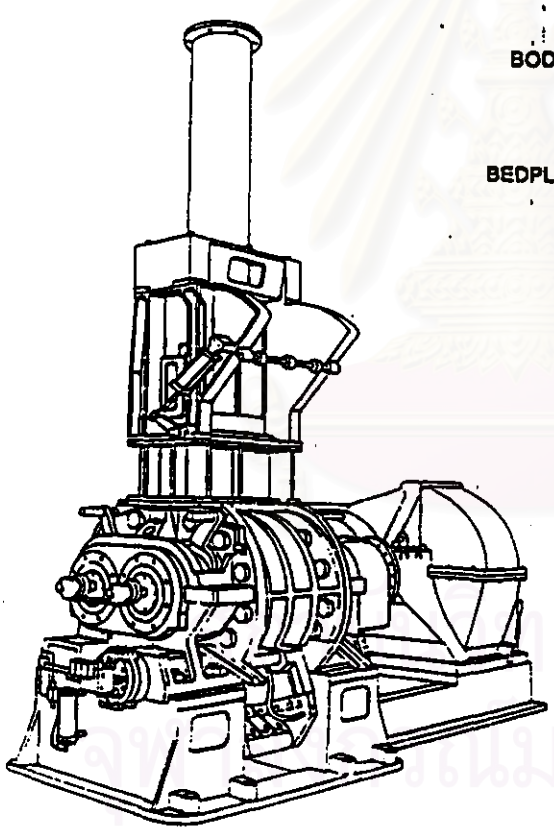
(2) การออกแบบเครื่องผสม เครื่องผสมแบบปิดมีการผลิตหลายชนิดด้วยกัน เช่น Banbury (ดังรูปที่ 2.3) , Intermix , Boiling , Pfleiderer , และ Moriyama dispersion mixer เป็นต้น เครื่องผสมเหล่านี้มีของแตกต่างกันในการออกแบบของโรเตอร์ อัตราส่วนแรงเสียดทาน (Friction Ratio)

ของโรเตอร์ และระยะห่างระหว่างปีกของโรเตอร์กับโรเตอร์เอง และระยะห่างระหว่างปีกของโรเตอร์กับเสื้อ เป็นต้น



ภาคตัดแสดงองค์ประกอบของเครื่องผสมยาง

(Mixer Components)



เครื่องผสมยางแบบปิด (Banbury Mixer)

รูปที่ 2.3 เครื่องผสมยางแบบปิดและองค์ประกอบของเครื่องผสมยาง

(3) ตัวแปรอื่น ๆ เช่น ระดับอุณหภูมิของการผสม , ความเร็วของโรเตอร์ , ขนาดของแรงกดของหัวกด (Ram) , น้ำหนักการผสมต่อครั้ง (Batch) , ลำดับของยางและสารเคมีที่ใส่เข้าไปในเครื่อง และเวลาที่ใช้ในการผสม เป็นต้น

2.3.1 กระบวนการทางกายภาพของการผสม

ขั้นตอนของการผสมสารเคมีเข้าไปในยางมี 3 ขั้นคือ

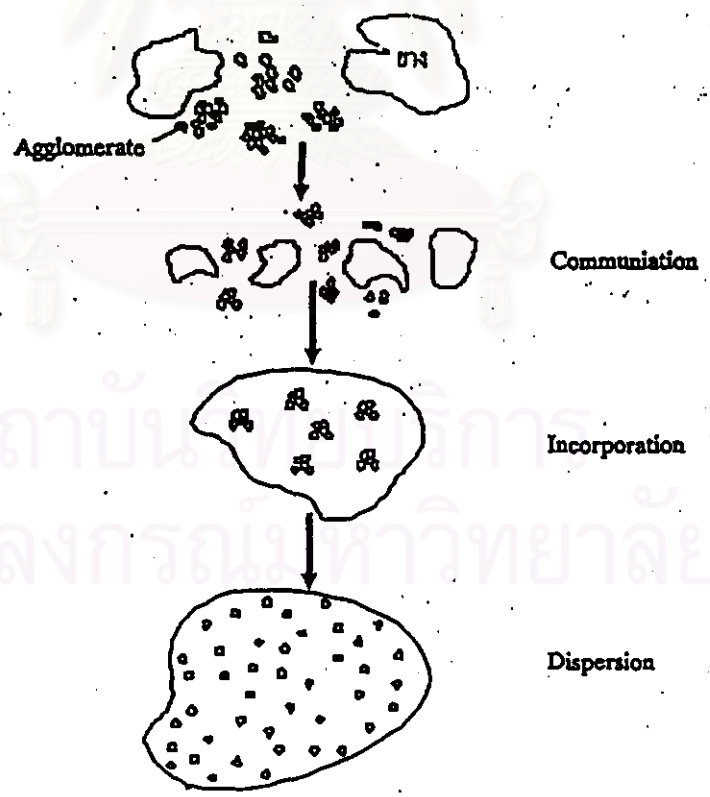
(ก) การย่อยยางให้เป็นชิ้นเล็ก (Communiation)

(ข) การอัดสารเคมีให้เข้าไปในเนื้อยาง (Incorporation)

(ค) การทำให้สารเคมีที่เข้าไปในยางนั้นแผ่กระจายออกไปอย่างสม่ำเสมอทั่วทั้งก้อน(Dispersion)

รูปที่ 2.4 แสดงขั้นตอนทั้ง 3 ที่เกิดขึ้นในการผสมยางเข้ากับสารเคมี

โดยหลักการแล้ว สารเคมีต่าง ๆ จะต้องกระจายออกไปมากกว่าร้อยละ 95 จึงจะถือว่าการผสมได้ยาง Compound ที่มีลักษณะเป็นวัตถุเนื้อเดียว (Homogeneous)



รูปที่ 2.4 กระบวนการทางกายภาพของการผสมสารเคมีเข้าไปในยาง

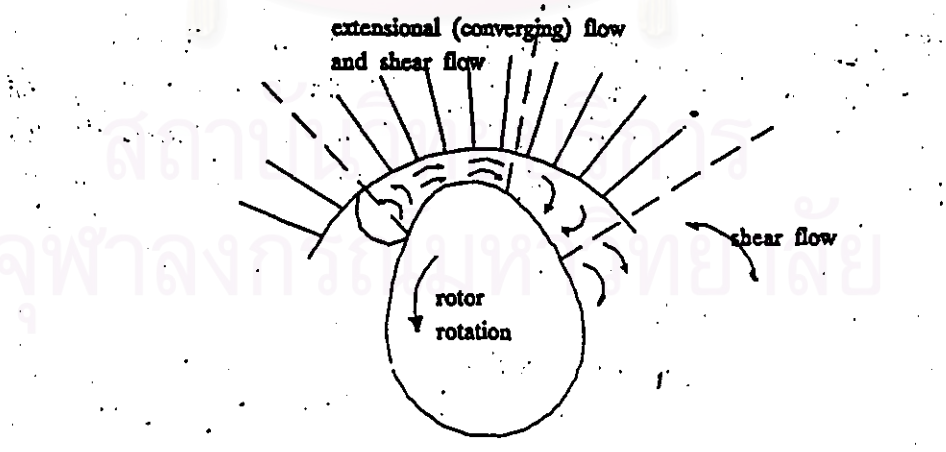
ขั้นตอนที่ 1 เป็นกระบวนการก่อนที่การผสมระหว่างยางกับสารเคมีจะเกิดขึ้น ยางจะต้องถูกฉีกย่อยให้เปลี่ยนจากก้อนยางที่เย็นและแข็ง ให้อยู่ในสภาวะที่อ่อนตัวและมีขนาดโมเลกุลที่เล็กลง โดยอาศัยงานกลจากโรเตอร์และห้องผสม และอาศัยความร้อนที่นำผ่านจากโรเตอร์และห้องผสมสู่ยาง จนกระทั่งยางอยู่ในสถานะพลาสติกที่มีความหนืดและเลื่อนไหลได้

ขั้นตอนที่ 2 เกิดขึ้นในขณะที่ใส่สารเคมีเช่น ตัวเติม เข้าไปแล้วก็จะเกิดการผสม (Incorporation) ระหว่างยางกับสารเคมี โดยผงเคมีจะถูกอัดให้ติดกับยาง จนกระทั่งสารเคมีเข้าไปในยางจนหมด ขนาดของแบชจะลดลง เพราะอากาศที่อยู่ในสารเคมีถูกไล่ออกไป ทำให้ความหนาแน่นของยางผสมสารเคมีจะสูงขึ้นจนถึงค่าสูงสุด ดังนั้นการเพิ่มความหนาแน่นก็เป็นเครื่องชี้ถึงประสิทธิภาพของการผสมด้วย

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการที่สารเคมีแผ่กระจายในเนื้อยาง โดยขณะเดียวกันสารเคมีที่มีการรวมตัวอย่างหลวม ๆ (Agglomerate) จะแตกออกจากกัน จนกระทั่งขนาดอนุภาคน้อยกว่า 0.1 ไมครอนลงไปจึงไม่เปลี่ยน การกระจายตัวของสารเคมีในยางจะเกิดขึ้นมากที่สุดในบริเวณที่มีอัตราการเกิดความเครียดเฉือนสูง (High shear rate) การกระจายตัวของสารเคมีในยางจะสูงขึ้นตลอดเวลาการผสมนั้น

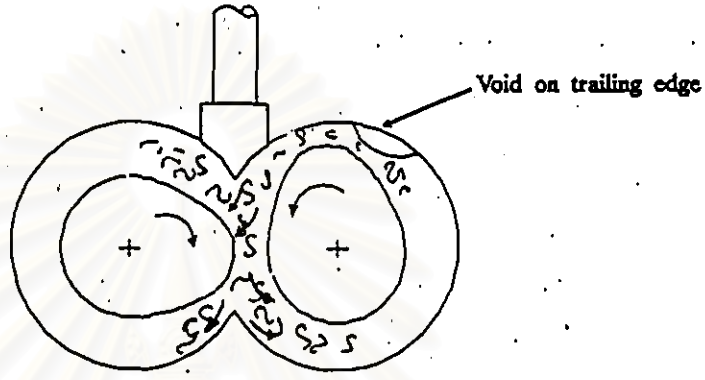
2.3.2 กระบวนการเชิงกลของการผสม

การเปลี่ยนแปลงสถานะทางฟิสิกส์ของยางและสารเคมี เกิดจากการกระทำของงานกลของโรเตอร์ในห้องผสม (Mixing chamber) เมื่อยางสัมผัสกับโรเตอร์ ยางจะจับผิวโลหะของโรเตอร์ โดยอาจจะมีการเลื่อนไถลบ้างแล้วยางจะถูกดึงให้เคลื่อนไปพร้อมกับการหมุนของโรเตอร์ ดังในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การเคลื่อนไหวของยางบริเวณปลายโรเตอร์กับผนัง

ในทำนองเดียวกันเมื่อยางสัมผัสผนังห้องผสมยางก็จะติดกับผิวห้อง ดังนั้นยางจึงถูกความเครียดกระทำอยู่ตลอดเวลาระหว่างโรเตอร์ทั้งสอง ระหว่างโรเตอร์กับผนัง และระหว่างโรเตอร์กับหัวกด (Ram) แต่โดยที่โรเตอร์ของเครื่องผสมแบบปิดถูกออกแบบมาให้มีแง่งมีปีก จึงทำให้ยางถูกเฉือนด้วยความเร่งไม่สม่ำเสมอกัน บริเวณที่มีอัตราเฉือนสูงสุดจะเกิดขึ้นที่บริเวณปีกของโรเตอร์ และจะต้องมีช่องว่างเหลืออยู่หลังโรเตอร์ที่เคลื่อนผ่านไป ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การไหลของยางใต้หัวกดและช่องว่างระหว่างปลายโรเตอร์

ดังนั้น ถ้าขนาดของแบช (Batch size) โตเกินไป ยางจะเต็มห้องผสมจนไม่มีการเกิดช่องว่าง (Void formation) ที่บริเวณรอบโรเตอร์ ทำให้การไหลของยางระหว่างห้องผสมเกิดได้ไม่ดีหรือไม่เกิดขึ้น จะทำให้การกระจายของสารเคมีไม่ดีเท่าที่ควร

2.4 วัตถุดิบสำหรับยางผสม

วัตถุดิบหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิตยางผสม (Rubber Compound) จะประกอบด้วยวัตถุดิบดังต่อไปนี้

1. ยางธรรมชาติ (Natural Rubber) ได้จากธรรมชาติโดยการกรีดน้ำยางจากต้นยาง โดย 90% ของยางธรรมชาติที่ผลิตได้ในโลกมาจากแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ที่เหลือส่วนใหญ่มาจากแถบแอฟริกากลาง ยางพันธ์ฮีเวียบราซิลเลียนลิสเป็นพันธ์ที่ผลิตในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ น้ำยางเป็นเม็ดยางเล็ก ๆ กระจายอยู่ในน้ำ (Emulsion) มีเนื้อของแข็งราว 30 - 40% เมื่อใส่กรดอะซิติกเจือจางลงในน้ำยาง จะทำให้ยางจับตัวเป็นก้อนแยกเป็นเนื้อยางออกมา น้ำที่เหลือปนอยู่ในยางจะถูกรีดออกไปโดยใช้ลูกกลิ้ง 2 ลูก

สมบัติทั่วไปของยางธรรมชาติ

มีความต้านทานต่อแรงดึงสูง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

มีความกระเด้งตัวสูง
มีความต้านทานต่อการฉีกขาดสูง
มีความสามารถในการหักงอได้ที่อุณหภูมิต่ำ
มีความต้านทานต่อการสึกหรอพอใช้
มีความต้านทานในการติดกับเส้นใยและโลหะดี
ข้อจำกัดในการใช้งาน อยู่ระหว่าง -70 °C ถึง 70 °C
มีความต้านทานต่อความร้อนต่ำ
มีความต้านทานต่อโอโซนต่ำ
มีความต้านทานต่ออ๊อกซิเดชั่นต่ำ
ความต้านทานต่ำต่อน้ำมัน ตัวทำละลาย และน้ำมันรถยนต์

ยางธรรมชาติเป็นยางที่มีราคาถูก แต่มีคุณสมบัติทางฟิสิกส์ดีมาก ดังนั้น สามารถนำมาใช้งานในการทำเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่างที่ต้องการความต้านทานการสึกหรอ ยืดหยุ่นสูง และทนทานต่อการฉีกขาด รวมทั้งสามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิต่ำถึง -70 °C

2. ยางสังเคราะห์ (Synthetic Rubber) ผลิตโดยอาศัยปฏิกริยาทางเคมีโพลีเมอไรเซชั่น (Polymerization) ยางสังเคราะห์แต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติแตกต่างกัน . และสามารถเลือกใช้ให้ตรงตามคุณสมบัติที่ต้องการได้ อย่างเช่น ยางล้อรถยนต์ต้องใช้ยางสังเคราะห์หรือ SBR (Styrene-Butadiene Rubber) และ BR (Polybutadiene Rubber) SBR จะให้ความสะดวกในระหว่างกระบวนการผลิต ส่วน BR ช่วยให้เกิดความคงทนต่อการสึกหรอและการแตก คุณสมบัติเด่นของยางสังเคราะห์คือ ทนทานต่อการเสียดสี มีความเหนียว สามารถใช้ในกระบวนการผลิตได้ง่าย ยางสังเคราะห์ที่ใช้ส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น ไต้หวัน อเมริกา อังกฤษ เบลเยี่ยม เยอรมัน และโปแลนด์

3. ผงเขม่าดำและผงถ่านคาร์บอน (Carbon Black) ผลิตจากน้ำมันดิบ มีคุณสมบัติช่วยให้ยางแข็งตัวและเพิ่มความทนทาน แหล่งวัตถุดิบในประเทศไทยมี 2 แห่ง ได้แก่ บริษัท ไทยคาร์บอนแบล็ค จำกัด และบริษัท ไทยคาร์บอนโปรดัก จำกัด

4. สารเคมีสำหรับยาง (Rubber Chemicals) การใส่สารเคมีลงไปในยาง เพื่อแปรรูปยางดิบให้เป็นยางสุก (Cure) ทำให้สามารถแปรรูปและขึ้นรูปได้ตามที่ต้องการ และสามารถผลิตได้ในเวลาอันรวดเร็ว โดยให้มีของเสียน้อยที่สุด และให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติตามต้องการ กลุ่มของสารเคมีสำหรับยางได้แก่

4.1 สารวัลคาไนซ์ (Vulcanizing Agent) คือสารเคมีที่ใส่เพื่อให้เกิดปฏิกริยาเคมี เกิดเป็นพันธะโยงระหว่างโมเลกุลขึ้นกลายเป็นยางสุก สารวัลคาไนซ์ที่นิยมใช้ได้แก่ กำมะถัน , TMTD , DTDM

4.2 สารตัวเร่ง (Accelerator) ใส่เพื่อลดเวลาการสุกตัวของยางโดยไปเพิ่มอัตราการวัลคาไนซ์ สารเคมีกลุ่มนี้ ได้แก่ ZBDC , ZBX , MPT

4.3 สารกระตุ้นและสารหน่วง (Activator and Retarder) สารกระตุ้นคือสารที่ใช้เพื่อกระตุ้นและปรับประสิทธิภาพของตัวเร่ง ที่นิยมใช้คือ ซิงค์ออกไซด์ และกรดสเตียริค สารหน่วงเป็นสารที่ช่วยลดปัญหายางสุกก่อนกำหนด ตัวอย่างสารหน่วง เช่น กรดซาลิไซลิก กรดทาลิกและไซโคลเฮกซิลไธโอทาลิไมด์ (Cyclohexylthiophthalimide , CTP)

4.4 สารต้านการเสื่อมของยาง (Antioxidents) เป็นสารที่ใส่เพื่อหน่วงให้อายุการเสื่อมของยางอันเนื่องมาจากการกระตุ้นของออกซิเจน โอโซน ความร้อน แสง โลหะ และการหักงอไปมาช้าลง สารเคมีประเภทนี้ ได้แก่ PBN , DBNPPD

4.5 สารตัวเติม (Filler) เป็นสารที่ใส่เพื่อวัตถุประสงค์หลายอย่าง เช่น ปรับคุณสมบัติทางฟิสิกส์ เช่น ความแข็ง ความต้านทานการสึกหรอ หรือเพื่อลดต้นทุนสารตัวเติม เช่น ซิลิกา แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate) , ทัลคัม (Talcum) และอื่น ๆ อีกหลายชนิด

4.6 พลาสติไซเซอร์ , สารทำให้นิ่มและแทคติไฟเออร์ (Plasticizer , Peptizer and Tackifier) เป็นสารที่ใส่ในยางเพื่อช่วยในการผสม ปรับความหนืด ทำให้เกิดการเหนียวติดกัน ทำให้หักงอได้ที่อุณหภูมิต่ำ สารเคมีประเภทนี้ ได้แก่ พาราฟินิก (Parafinic) , แนพธานิก (Naphthanic) , อโรมาติก (Aromatic)

2.5 เครื่องจักรและอุปกรณ์ที่ใช้ผลิตยางผสม

เครื่องจักรและอุปกรณ์หลัก ๆ ที่ใช้ในการผสมยาง แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

2.5.1 เครื่องจักรและอุปกรณ์หลักในสายการผลิตยางผสม (Main Machine) ได้แก่

1. เครื่องผสมยาง (Banbury Mixer) : เป็นเครื่องผสมยางแบบปิด โดยการบดระหว่างยางและวัตถุดิบ จะเกิดขึ้นระหว่างปีกของแกนหมุนกับผนังของห้องผสม ซึ่งทำให้การผสมเข้ากันไปอย่างรวดเร็ว เครื่องผสมลักษณะนี้ถูกคิดค้นขึ้นในปี ค.ศ. 1916 โดยนาย Fernley H. Banbury วิศวกรชาวอังกฤษ

2. เครื่องชั่งวัตถุดิบ (Weighing Scale) : เป็นอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการประกันคุณภาพการผสมแต่ละแบชให้มีสัดส่วนองค์ประกอบของวัตถุดิบถูกต้องตามสูตรที่กำหนด โดยเครื่องชั่งที่ใช้ประกอบในกระบวนการมี 3 ชุดหลัก คือ

- เครื่องชั่งยาง (Rubber Scale)
- เครื่องชั่งคาร์บอนแบล็ค (Carbon Black Scale)
- เครื่องชั่งน้ำมัน (Process Oil Scale)

3. เครื่องบดยาง 2 ลูกกลิ้ง (Two - roll Mill) : เป็นชุดเครื่องจักรที่ประกอบด้วยลูกกลิ้งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 32 นิ้ว ยาว 88 นิ้ว จำนวน 2 ลูกที่มีความเร็วรอบแตกต่างกัน เครื่องบดยางนี้มีหน้าที่ทำให้ยางเป็นแผ่นและทำให้ยางเย็นลง เพื่อส่งต่อไปยังกระบวนการถัดไปใช้ได้สะดวก

4. ชุดราวตากยางระบายความร้อน (Festooner with Fan Cooling) : เป็นราวตากยางให้แห้งและเย็นลงโดยใช้พัดลมที่ติดตั้งไว้เป็นตัวช่วยให้ยางเย็นลงก่อนนำมาเก็บบนเหล็กวางยาง (Skid)

2.5.2 เครื่องจักรและอุปกรณ์เสริม สำหรับการเตรียม (Material Preparing Unit) ได้แก่

1. ชุดเตรียมสารเคมี (Chemical Preparing Unit) : เป็นอุปกรณ์เตรียมสารเคมีตามสูตรการผสม ซึ่งควบคุมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2. เครื่องผสมสารเคมีกันยางติด (Slab Lubricant Mixer) : ทำหน้าที่ผสมสารเคมีกันยางติดเก็บไว้ในถังเก็บก่อนป้อนเข้าในสายการผลิตยางผสม

3. เครื่องตัดยาง (Rubber Cutter) : ทำหน้าที่ตัดยางให้มีขนาดเล็กลง เพื่อให้สามารถชั่งน้ำหนักได้ง่าย โดยเครื่องตัดที่ใช้มี 2 เครื่อง คือ

- เครื่องตัดยางธรรมชาติ (Rubber Splitter)
- เครื่องตัดยางสังเคราะห์ (Guilotine Cutter)

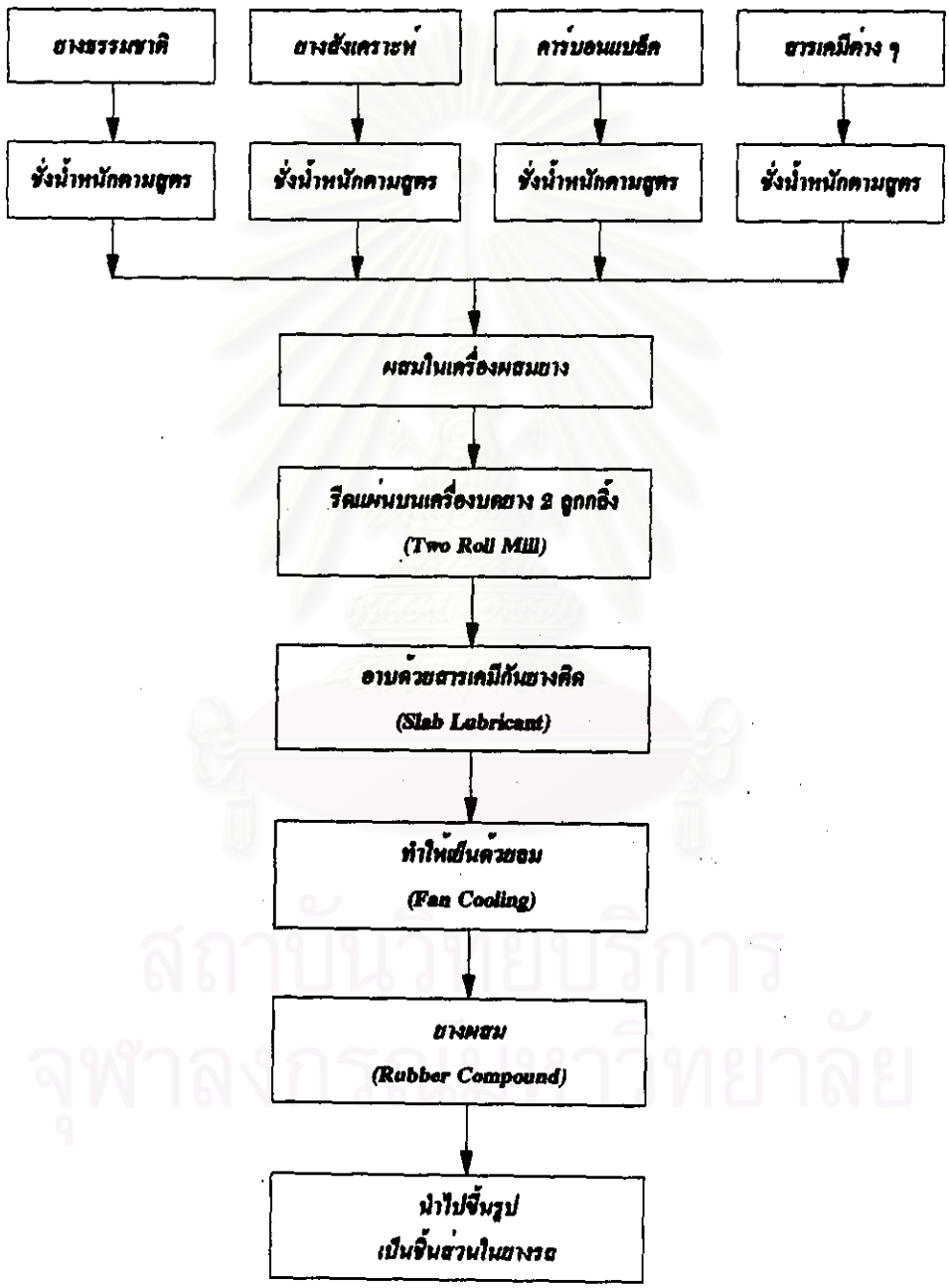
2.6 กระบวนการผสมยาง

กระบวนการผสมยางเป็นการนำวัตถุดิบที่ใช้ ได้แก่ ยางธรรมชาติ ยางสังเคราะห์ คาร์บอนแบล็ค และสารเคมีชนิดต่าง ๆ มาผสมเข้าด้วยกันตามสัดส่วนโดยน้ำหนักที่สูตรระบุไว้ ให้มีความสม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeinity) และมีคุณภาพตามที่ลูกค้าต้องการ เช่น คุณภาพด้านความหนืดแข็งของยาง (Mooney Viscosity) ความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity) และอัตราการสุกตัวของยาง (Cure Rate) เพื่อการเตรียมชิ้นส่วนหรือการขึ้นรูปให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ

กระบวนการในการผลิตยางผสม มีขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 2.7 เริ่มจากการนำวัตถุดิบมาชั่งบนเครื่องชั่งให้ได้ตามสัดส่วนโดยน้ำหนักตามที่สูตรระบุ จากนั้นใส่ลงในเครื่องผสมยาง (Banbury Mixer) เพื่อผสมให้ยางรวมกับวัตถุดิบอื่น ๆ เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน โดยจะมีการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่ อุณหภูมิ , เวลา , ความดันกด (Ram Pressure) โดยกระบวนการผสมจะเป็นกระบวนการแบบแบช (Batch Process) เมื่อยางผสมจนถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้ ยางผสมจะถูกปล่อยลงบนเครื่องบด 2 ลูกกลิ้ง (Two Roll Mill) เพื่อรีดให้เป็นแผ่น จากนั้นจึงนำส่งขึ้นสายพานเพื่อจุ่มลงในสารเคมีกันยางติด (Slab Lubricant) หลังจากนั้นนำไปตากให้เย็นโดยใช้พัดลมเป่า (Fan Cooling) แล้วจึงนำไปจัดเก็บบนเหล็กวางยาง (Skid)

ข้อสำคัญของการผสมยางก็คือ น้ำหนักของวัตถุดิบแต่ละตัวจะต้องถูกต้องตามที่สูตรระบุ โดยอยู่ในช่วงพิกัดเผื่อที่กำหนดไว้ และเป้าหมายของการผสมก็คือ การทำให้ยางผสมมีความสม่ำเสมอเป็นเนื้อ

เดียวกัน และเมื่อตรวจสอบคุณสมบัติต่าง ๆ ที่ควบคุมแล้วเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพที่กำหนด จึงจะสามารถนำไปขึ้นรูปเป็นชิ้นส่วนสำหรับใช้ในการประกอบเป็นยางรถในขั้นต่อไปได้



รูปที่2.7 กระบวนการผลิตยางผสม