

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 ความต้านทานการลื่นไถลของผิวทาง

องค์ประกอบที่ก่อให้เกิดแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของพื้นผิวทาง ทั้งพื้นผิวทางแบบคอนกรีตและพื้นผิวทางแบบบราคคางมีอยู่ 2 องค์ประกอบ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.1

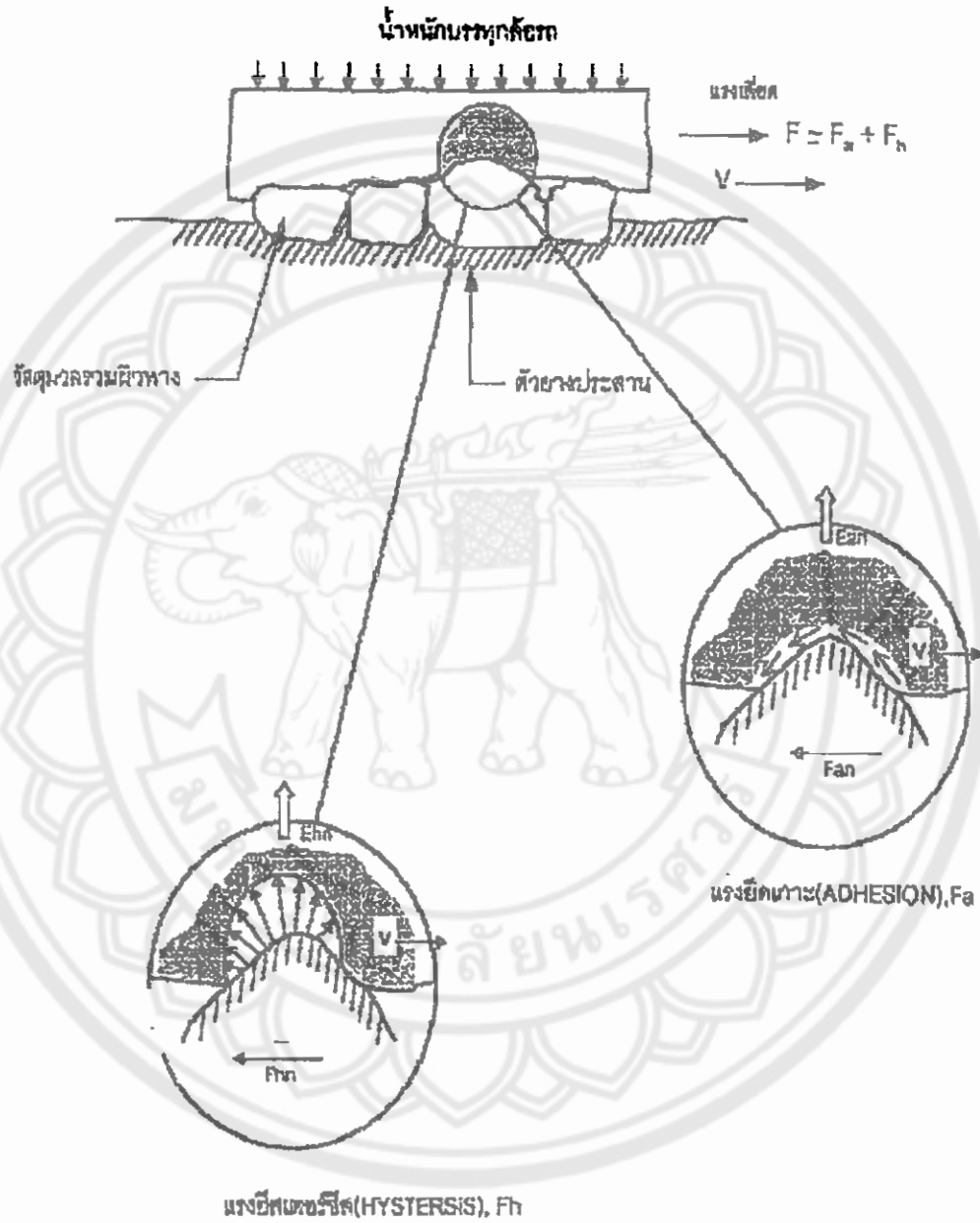
2.1.1 แรงยึดเกาะ (Adhesion Force) ในขณะที่หน้าสัมผัสของล้อยางยานพาหนะ และ พื้นผิวทางเกิดการสัมผัสกัน ตลอดแนวสัมผัสนั้นจะเกิดแรงเสียดทานขึ้น ในลักษณะของแรงเฉือนค่าของแรงเฉือนนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ทำพื้นผิวทาง ชนิดและลักษณะของดอกยาง พื้นสัมผัส แรงยึดเกาะนี้มีค่าสูงเมื่อผิวทางแห้ง และจะลดค่าลงเมื่อมีสิ่งสกปรกหรือของเหลวมาปิดกั้นระหว่างผิวสัมผัส

2.1.2 แรงฮิสเทอรีซิส (Hysteresis Force) เป็นแรงที่เกิดจากการดูดกลืนพลังงาน เมื่อหน้ายางขูดตัวลงขณะที่รถแล่นไปบนผิวทาง มีค่าแปรผันตรงกับค่าความขูดตัวของยาง ไม่ขึ้นอยู่กับของเหลวที่ปิดกั้นระหว่างผิวสัมผัสของยางกับพื้นผิวทาง

2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความต้านทานการลื่นไถล (Skid Resistance Parameters)

การควบคุมยานพาหนะให้สามารถแล่นอยู่ในทิศทางตามที่ต้องการบนเส้นทางจราจรได้ ต้องอาศัยปัจจัยหลายอย่าง สิ่งสำคัญอย่างยิ่ง คือ แรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวทางและผิวหน้าสัมผัสยางของยานพาหนะ นอกจากนี้ยังมีปัจจัยรองอื่นๆ ที่มีผลกระทบต่อความต้านทานการลื่นไถล ซึ่งความนำมาพิจารณาในการออกแบบควบคู่กันไปด้วย ดังนี้ คือ

2.2.1 คุณลักษณะและรูปร่างของวัสดุมวลรวม (Aggregate Characteristics and Surface Texture) วัสดุที่มีความแข็ง มีเหลี่ยมมุม (Angular) ทนทานต่อการขัดสีของดอกยางสามารถเจาะผ่านฟิล์มของของเหลวที่กั้นอยู่ระหว่างผิวสัมผัสหน้ายางและพื้นผิวทางได้ดีกว่า ทำให้ค่าแรงยึดเกาะของยางและพื้นผิวทางมีค่าสูงกว่าวัสดุที่มีผิวเรียบหรือผิวมน (Rounded Aggregates) เป็นผลให้ค่าความต้านทานการลื่นไถลสูงตามไปด้วย



รูปที่ 2.1 องค์ประกอบของแรงเสียดทานระหว่างหน้ายางล้อรถและผิวทาง (Maclean & Shergold, 1968)

Hosking (1974) ได้ทำการศึกษาวาสตุที่มีเนื้อพรุน (Porous Aggregates) พบว่าความต้านทานการลื่นไถลจะเป็นสัดส่วนกับความพรุน และมีค่าสูงกว่าวาสตุที่มีเนื้อแน่น และได้ศึกษาการนำคินมอสไซท์ที่มีลูมิน่าสูงมาทำการเผา พบว่าความพรุนของเนื้อคินภายหลังการเผาเพิ่มขึ้น ค่าความต้านทานการลื่นไถลดีขึ้น แต่ความสึกหรอจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วย



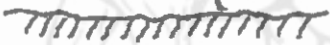

2.2.2 ผิวมหภาค (Macro Texture) หมายถึง ผิวขนาดใหญ่ เมื่อพิจารณาในลักษณะ Large Scale Texture ของขนาด รูปร่าง และลักษณะผิววาสตุรวมซึ่งเป็นเครื่องบ่งบอกลักษณะความหยาบ หรือละเอียดของพื้นผิวทางโดยทั่วไป ผิวมหภาคที่ดีจะต้องสามารถระบายน้ำออกจากหน้าสัมผัสยางรถได้ดี และช่วยให้ยางรถยึดตัวในขณะที่รถวิ่งบนพื้นผิวทางด้วยความเร็วสูงเพื่อทำให้เกิดแรงยึดเกาะเพิ่มขึ้น

2.2.3 ผิวจุลภาค (Micro Texture) หมายถึง ผิวของมวลรวมแต่ละก้อนบนพื้นผิวทางเป็นการพิจารณาลักษณะเฉพาะก้อนแบบ Small Scale Texture ของพื้นผิวทาง ผิวจุลภาคที่ดีจะต้องมีความแข็ง ความขรุขระ ความหยาบเพียงพอที่จะไม่ทำให้เกิดการลื่นไถลเมื่อรถแล่นด้วยความเร็วระดับหนึ่งที่ได้ออกแบบไว้ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.2

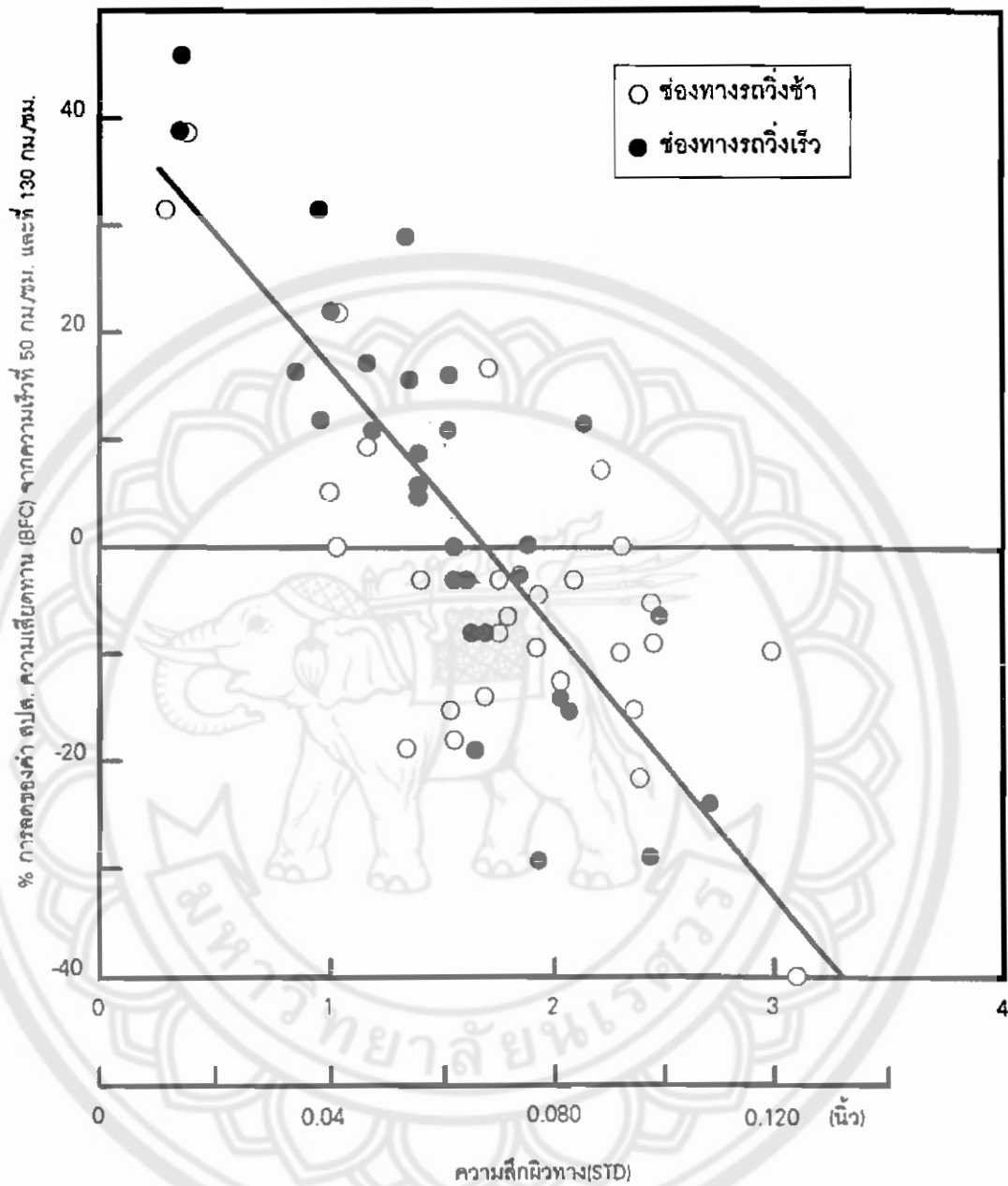
Lupton, G.N. (1968) ได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ของค่าความลึกของผิวทาง และการลดลงของค่าความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวทางในรูปของค่า BFC ระหว่างความเร็ว 50 กม./ชม. และ 130 กม./ชม. ตามรูปที่ 2.3 พบว่าความลึกผิวทางที่น้อยกว่า $250 \mu\text{m}$ (0.010 นิ้ว) ในถนนที่ใช้ความเร็วสูงนั้นค่า BFC จะลดลงเฉลี่ย 25 % ของค่า BFC ที่ความเร็ว 50 กม./ชม. ดังนั้นจึงอาจกำหนดค่าความลึกผิวทางไว้ อย่างน้อยที่สุดสำหรับถนนที่ใช้ความเร็วสูงเท่ากับ $250 \mu\text{m}$. เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ขับขี่ขีวดยาน

Sabey, B.E. (1966) ได้ศึกษาหาค่าความสัมพันธ์ความลึกผิวทาง และการลดลงของค่าความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวทางในรูปของค่า BFC ระหว่างความเร็ว 50 กม./ชม. และ 130 กม./ชม. ของพื้นผิวทางคอนกรีต และ พื้นผิวทางลาดยาง ตามรูปที่ 2.4 ซึ่งให้ผลสรุปสนับสนุนผลการศึกษาของ Lupton

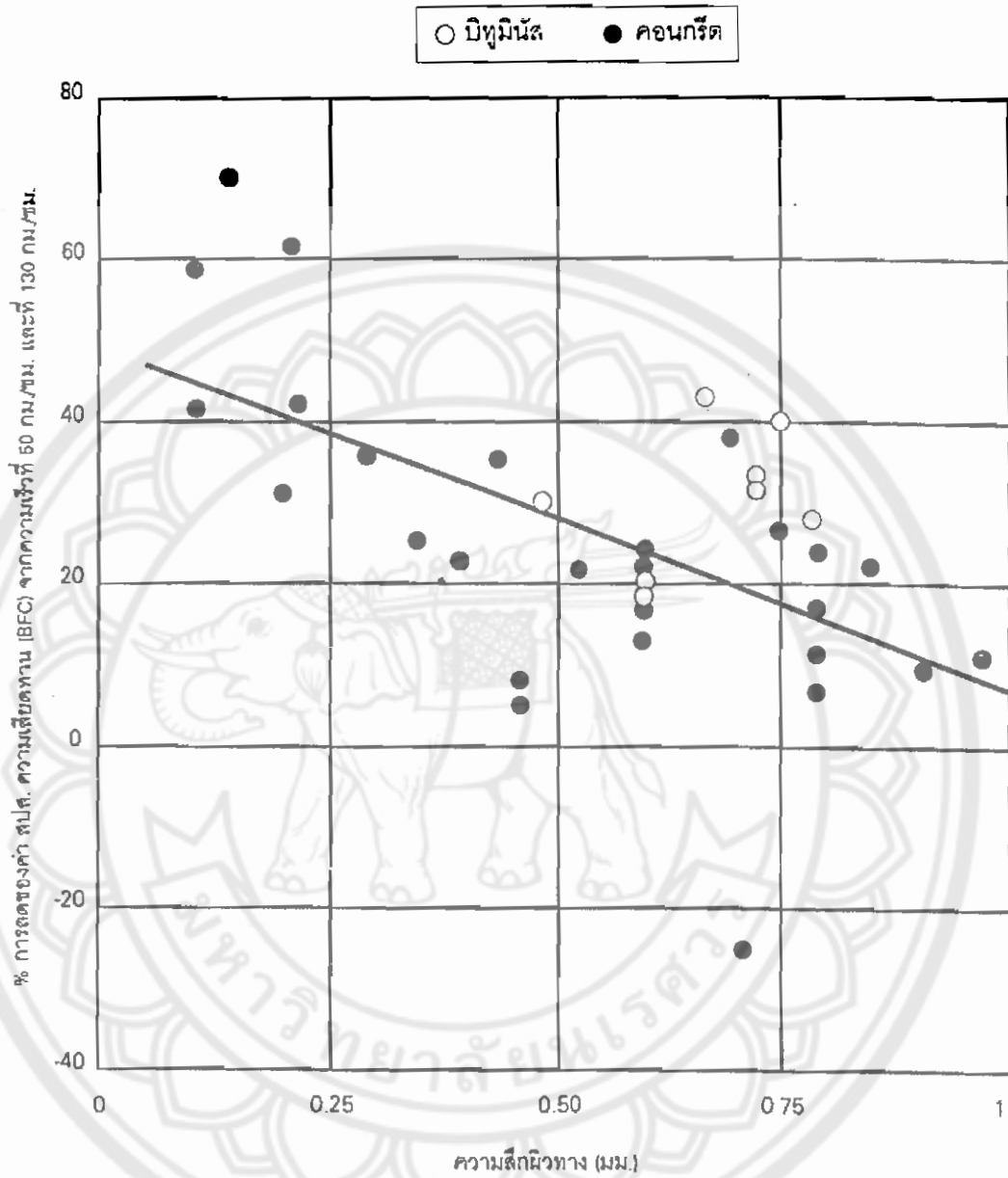
ตัวแปรอื่นที่เกี่ยวข้องกับค่าความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวทางลาดยาง คือ อัตราส่วนของวาสตุที่ใช้ทำพื้นผิวทาง (Mix Proportions) คุณสมบัติของวัสดุประสาน บิทูมินัส (Bituminous Binder) สำหรับพื้นผิวทางคอนกรีตคุณสมบัติของซีเมนต์ที่ใช้งานวาสตุรวมหยาบ วาสตุรวมละเอียด และ อัตราส่วนผสมล้วนมีผลต่อค่าความต้านทานการลื่นไถลทั้งสิ้น ตลอดจนวัสดุอื่นที่อยู่บนพื้นผิวทาง เช่น ฝุ่นละออง เม็ดคิน เม็ดกรวด หิน ทราย คราบน้ำมัน และ ของเหลวที่สะสม อยู่บนพื้นผิวทางจนเกิดเป็นแผ่นฟิล์ม (Traffic Film) โดยเฉพาะเมื่ออยู่ในสภาพเปียกจะมีผลทำให้ค่าความต้านทานการลื่นไถลลดลงอย่างมาก

	ผิว	ขนาดของลักษณะผิว	
		มหภาค (ขนาดใหญ่)	จุลภาค (ขนาดเล็ก)
1		ขรุขระ	หยาบ
2		ขรุขระ	เนียน
3		เรียบ	หยาบ
4		เรียบ	เนียน

รูปที่ 2.2 แสดงความแตกต่างของลักษณะผิวทาง (Lupton 1968)



รูปที่ 2.3 ความสัมพันธ์ระหว่าง % การลดลงของค่า สัมประสิทธิ์ ความเสียหาย (BFC) กับ ความถี่ผิวทาง (STD) ของถนนในช่องทางรถวิ่งช้า และ ช่องทางรถวิ่งเร็ว (Lupton, 1968)



รูปที่ 2.4 แสดงผลของความลึกผิวทางที่มีต่อการลดลงของค่า สัมประสิทธิ์ ความเสียหาย (BFC) ที่ความเร็ว 50 และ 130 กม./ชม. (Sabey, 1966)

2.2.4 ความสามารถในการระบายน้ำของผิวทาง (Surface Drainage)

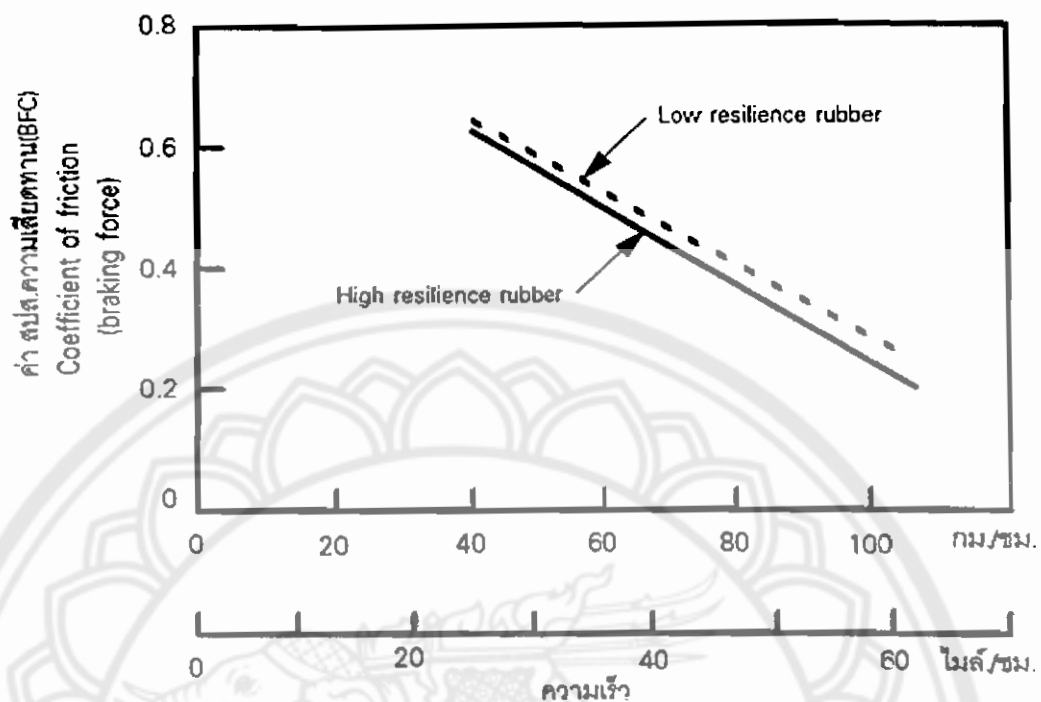
Csathy, T.I. (1968) พบว่าค่าความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางที่เปียกจะลดลง และแปรค่าผกผันกับความหนาฟิล์มน้ำบนพื้นผิวทาง ดังนั้นมวลรวมที่ผิวมหภาคและจุลภาคที่ดี มีความพรุนสูงจะสามารถดูดซับน้ำ หรือระบายน้ำออกจากผิวสัมผัสของหน้ายางและพื้นผิวทางได้ดีและรวดเร็วกว่าทำให้ค่าความต้านทานการลื่นไถลมีค่าสูงขึ้น

2.2.5 คุณสมบัติของยางรถ (Rubber properties) ยางรถมีคุณสมบัติสัมพันธ์กับพื้นผิวทางแบบฮิสเตอร์ซิส ดังนั้นยางที่มีคุณสมบัติฮิสเตอร์ซิสสูงจะมีผลทำให้ค่าความฝืดของผิวทางมีค่ามากขึ้น โดยเฉพาะบนพื้นผิวทางที่หยาบซึ่งมีการขูดตัวของหน้ายางมาก จะทำให้ค่าความต้านทานการลื่นไถลสูงขึ้นถึง 20 % ความแข็งของคอกยาง จะมีผลในกรณีที่ผิวทางเรียบ หรือผิวทางที่มีน้ำแข็งปกคลุม โดยยางที่มีคอกยางแข็งจะทำให้มีพื้นผิวสัมผัสกับผิวทางที่มีค่าน้อย ความกดดันที่ผิวสัมผัสสูงการระบายน้ำเร็วขึ้นเป็นผลให้ความฝืดของผิวทางเพิ่มขึ้น

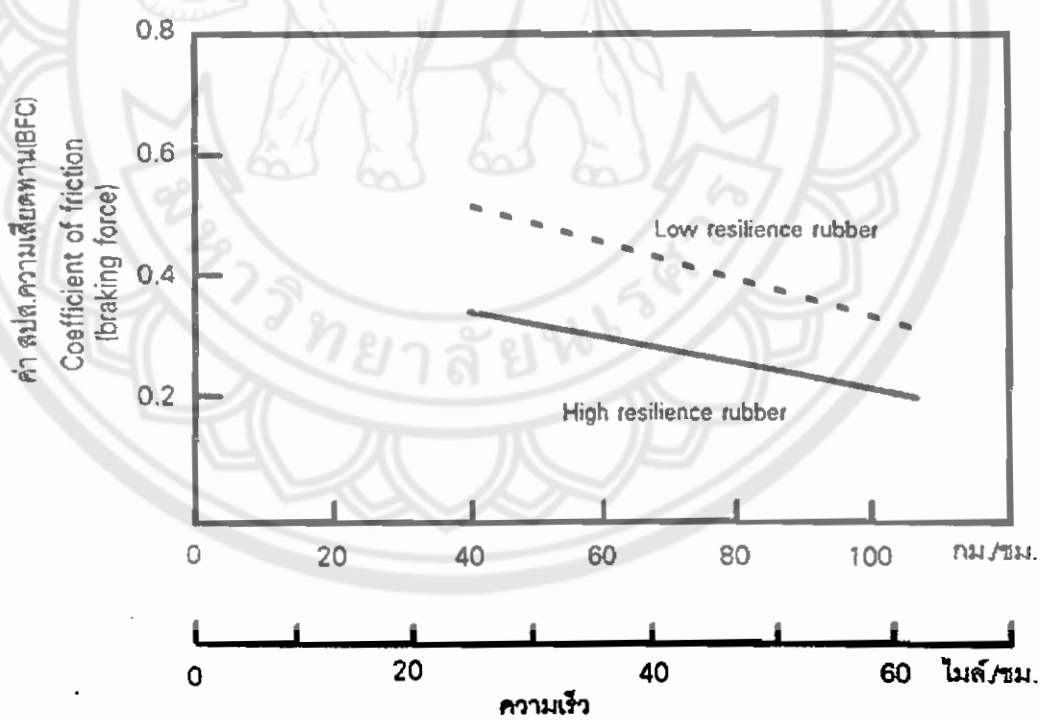
Lupton, G.N. (1968) ได้ศึกษาคุณสมบัติฮิสเตอร์ซิสของยางรถต่อค่า สปส. ความเสียดทานของผิวทาง (BFC) บนผิวทางเรียบและหยาบที่ความเร็วต่างกัน ในแต่ละสภาพความเปียกของผิวทางตามรูปที่ 2.5 พบว่าบนพื้นผิวทางหยาบยางรถที่มีค่าฮิสเตอร์ซิสสูง (ค่าความยืดหยุ่นต่ำ) ค่า BFC จะมีค่าสูงกว่ายางรถที่มีค่าฮิสเตอร์ซิสต่ำ ส่วนบนผิวทางเรียบคุณสมบัติทางค่านฮิสเตอร์ซิสจะมีผลต่อค่า BFC น้อย

2.2.6 ลักษณะของคอกยาง (Tread Pattern) ลักษณะของคอกยางที่ดีจะต้องมีแนวสันตามเส้นรอบวง (Circumferential Ribs) และมีร่องตามแนวขวาง (Transverse Slots) ทำให้เกิดความต้านทานลื่นไถลเพิ่มขึ้นมากกว่ายางที่ไม่มีคอกยาง โดยเฉพาะเมื่อผิวทางเปียก เนื่องจากคอกยางจะช่วยระบายน้ำออกจากผิวสัมผัสได้เร็วกว่านั่นเอง ยางที่มีคอกยางดีทำให้เกิดการลื่นไถลน้อยลง เมื่อขับขี่ด้วยความเร็วสูงและผู้ขับขี่จะได้รับความปลอดภัยสูง

Lupton, G.N. (1968) ได้ศึกษาผลของลักษณะคอกยาง (Tread Pattern) ที่มีต่อค่า สปส. ความเสียดทานของผิวทาง (BFC) เรียบและหยาบ เมื่อความเร็วต่างกัน ในสภาพผิวทางเปียกตามรูปที่ 2.6 พบว่าในสภาพความเร็วต่ำ ลักษณะของคอกยางจะมีผลไม่มากนักต่อค่าความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางขณะที่เปียกทั้งพื้นผิวทางเรียบและหยาบ แต่จะขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นผิวมหภาคและพื้นผิวจุลภาคของพื้นผิวทางมากกว่าอย่างอื่น ในกรณีความเร็วสูงบนพื้นผิวทางเรียบคอกยางรถจะมีส่วนสำคัญต่อค่า BFC มากกว่าผิวทางหยาบ ยางรถที่ไม่มีคอกยางค่า BFC จะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อความเร็วสูงขึ้น ส่วนยางที่คอกยางค่า BFC จะค่อยๆลดลงด้วยอัตราคงที่

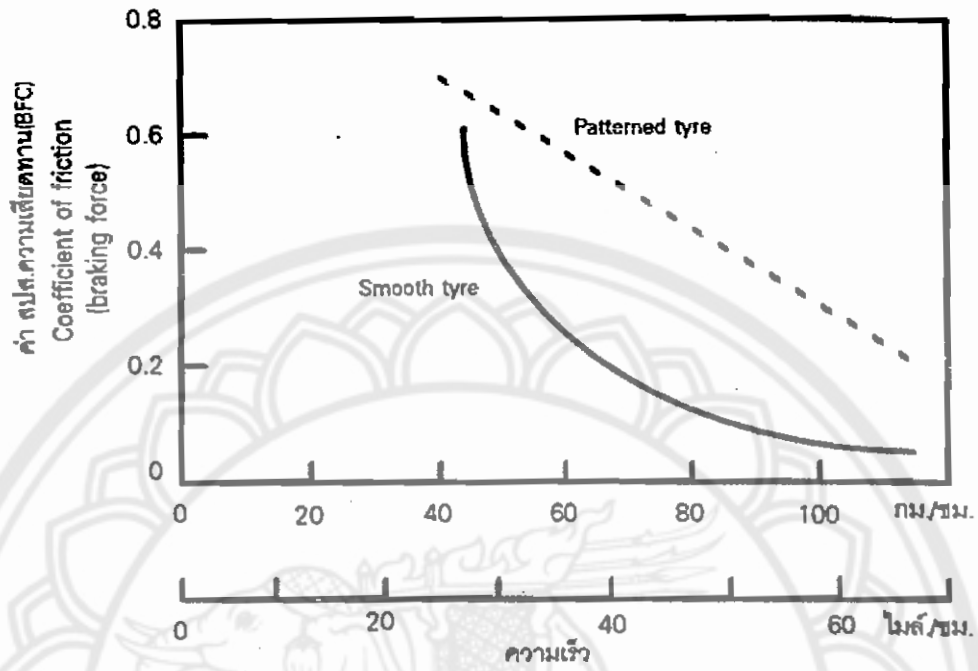


a) บนผิวทางเรียบ รูป C

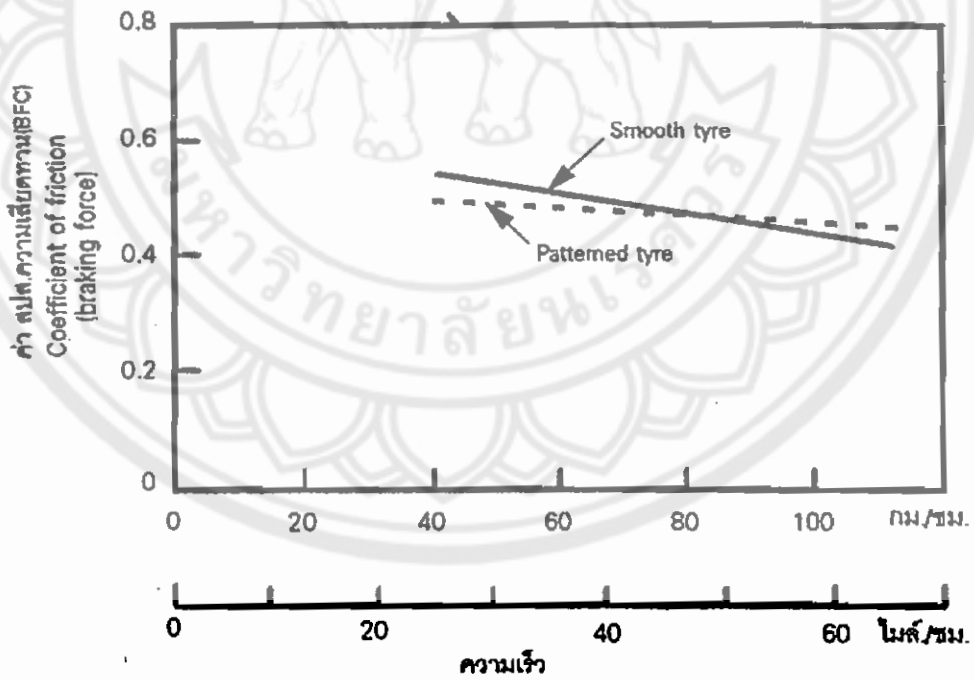


b) บนผิวทางเรียบ รูป A

รูปที่ 2.5 แสดงผลของค่าความยืดหยุ่นของดอกยาง (Tread Resilience) บนผิวทางเรียบและหยาบ ในสภาพผิวทางเปียก (Lupton,1968)



a) บนผิวทางเรียบ รูป C



b) บนผิวทางเรียบ รูป A

รูปที่ 2.6 ผลของลักษณะดอกยางบนผิวทางเรียบและหยาบในสภาพที่มีต่อค่า สัมประสิทธิ์ ความเสียดทาน (BFC) (Lupton,1968)

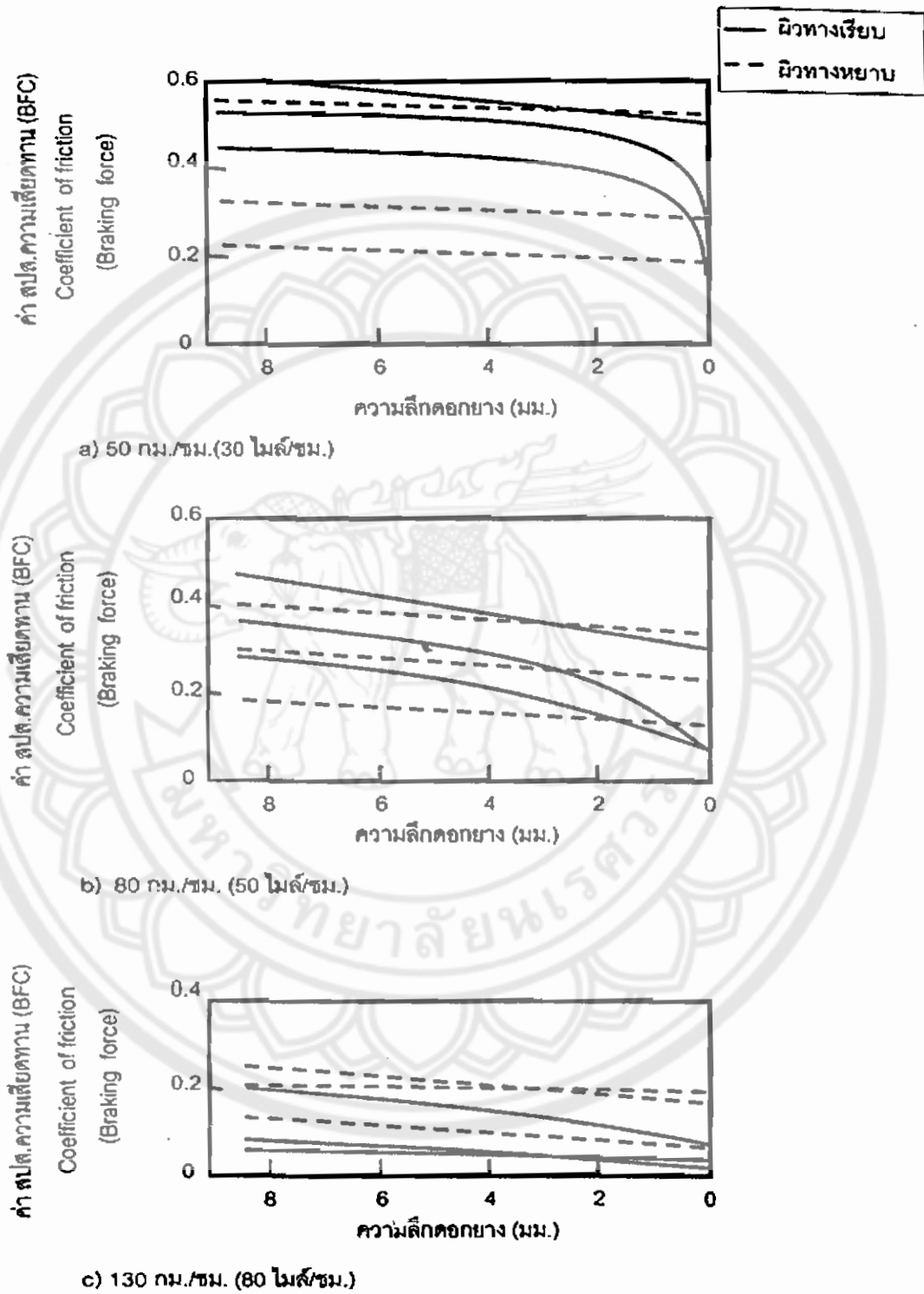
Maycock,G. (1967) ได้ทดลองเกี่ยวกับลักษณะของคอกยางรถที่มีผลต่อความต้านทานการลื่นไถล พบว่าความกว้างของร่องคอกยาง (Grooves) จะมีผลต่อการระบายออกจากผิวสัมผัสได้มากกว่าจำนวนของสัน (Ribs) ขณะผิวทางเปียก ทำให้ค่าความต้านทานการลื่นไถลเพิ่มสูงขึ้น

Sabey,B.E. (1969) พบว่าในขณะที่ผิวทางเปียกแรงดึงดูดระหว่างผิวทางและยางรถยนต์จะลดลงเมื่อค่าความลึกของคอกยางลดลง ความลึกของคอกยางที่ลดลงนี้เนื่องจากการสึกหรอตามการใช้งานปกติแสดงในรูปที่ 2.7 แสดงค่าความสัมพันธ์ของค่า BFC และความลึกของคอกยาง (Tread Depth) ที่ความเร็วต่างๆกันคือ 50, 80 และ 130 กม./ชม. บนผิวทางหยาบ พบว่าที่ความเร็วต่างๆกันค่าของ BFC จะเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก แม้ว่าความลึกของคอกยางจะน้อยก็ตาม เนื่องจากความหยาบของผิวทางมีมากเพียงพอ ที่จะระบายน้ำออกไปจากผิวสัมผัสได้ ส่วนบนผิวทางที่เรียบมากหรือค่าของความลึกผิวทาง มีค่าประมาณ 125 mm. ที่ค่าความเร็วต่ำ (50-80กม./ชม.) ค่า BFC จะลดลงอย่างมากเมื่อคอกยางมีความลึกน้อยกว่า 1-2 มม. บนผิวทางเรียบที่ความเร็วสูง (≤ 130 กม./ชม.) แม้ว่าจะใช้ยางใหม่ที่มีความลึกของคอกยางมากก็ไม่ได้ทำให้ค่า BFC เพิ่มมากกว่าเมื่อใช้ยางที่มีความลึกของคอกยางน้อย แสดงว่าคอกยางไม่สามารถชดเชยความหยาบของพื้นผิวทางได้เลยที่ค่าความเร็วสูงๆ บนผิวทางเรียบ

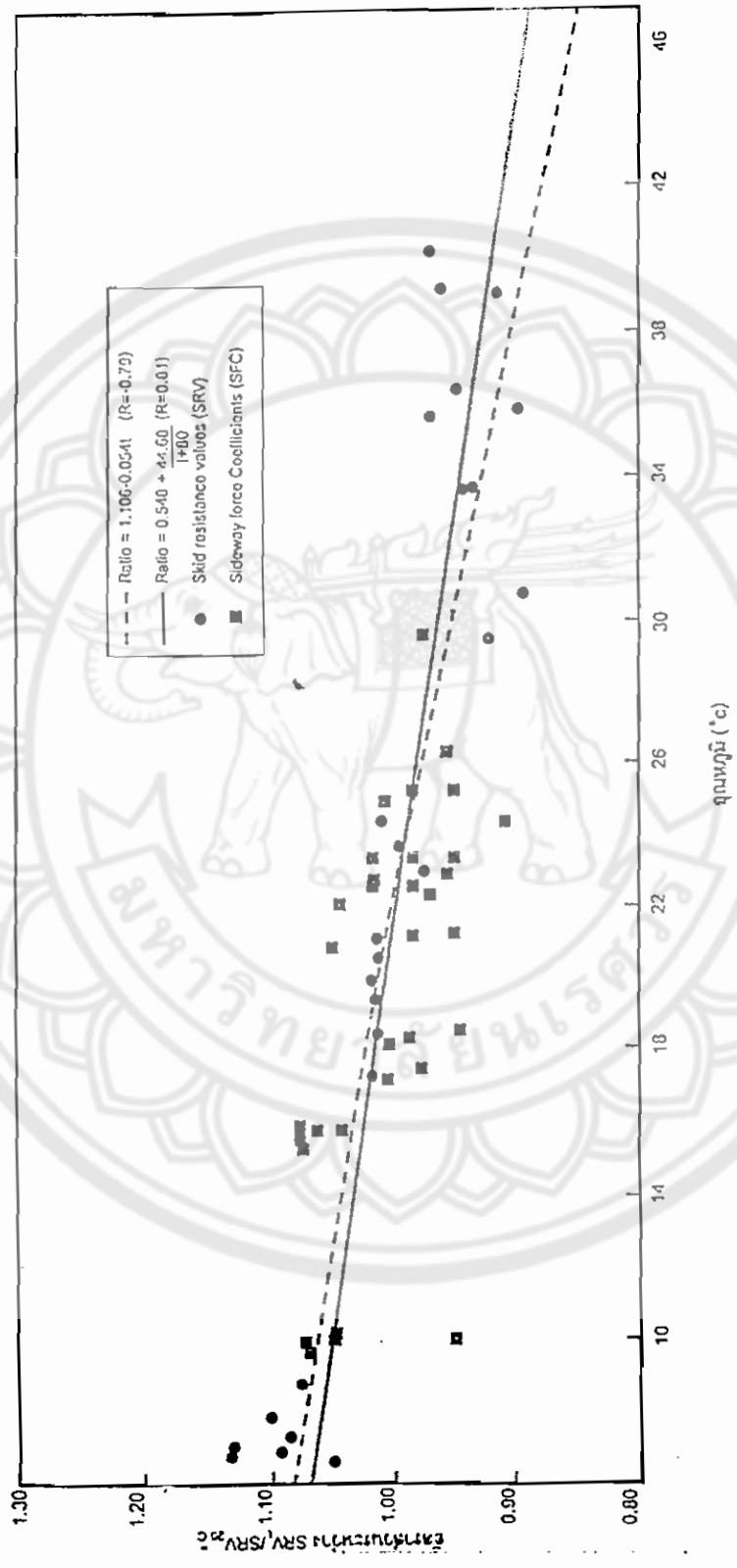
2.2.7 อุณหภูมิ (Temperature) ผลจากการทดลองพบว่า ค่าความต้านทานการลื่นไถลจะลดลงเมื่ออุณหภูมิของพื้นผิวทางยางรถเพิ่มสูงขึ้น โดยทั่วไปค่าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานจะลดลงประมาณ 0.02 เมื่ออุณหภูมิของอากาศเพิ่มขึ้นถึง 10 °F เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึง 1000 °F จะทำให้พื้นผิวทางลาดยางเกิดการแข็งเหลว (Melting) ของยางและทำให้ค่าความต้านทานการลื่นไถลลดลง

Giles et al, C.G.(1976) พบว่าในฤดูหนาวค่าความต้านทานการลื่นไถลจะสูงกว่าในฤดูร้อน เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงผิวจุลภาคของผิวทางซึ่งเกิดจากอุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน และฝุ่นที่ปกคลุมบนพื้นผิวทาง ฝุ่นละอองซึ่งมีมากในฤดูร้อนทำให้เกิดการขัดสีวัสดุใช้ทำพื้นผิวทางทำให้ผิวจุลภาคลื่นขึ้น เมื่อฝนตกฝุ่นนี้จะหายไปพื้นผิวทางจะหยาบทำให้ค่าความต้านทานการลื่นไถลเพิ่มสูงขึ้น

Hoskin และ Woodford (1976) สรุปผลการทดสอบเกี่ยวกับอุณหภูมิและค่าความต้านทานการลื่นไถลว่า เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1°C ค่า SFC จะลดลงประมาณ 0.003 หน่วย ต่อมา Sabey,B.E. ได้ทำการศึกษาผลของค่าอุณหภูมิต่อค่าความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางที่วัดด้วย BPT บนพื้นผิวทางคอนกรีตและพื้นผิวทางลาดยาง ในช่วงอุณหภูมิ 7-35 °C พบว่าค่าความต้านทานการลื่นไถลจาก BPT (SRV) จะลดลง 0.26 หน่วย ต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 1°C (มีค่าประมาณ 0.003 หน่วย ของ SFC)



รูปที่ 2.7 แสดงผลของความลึกดอกยางกับค่า สัมประสิทธิ์ ความเสียดทาน (BFC) บนผิวทางเปียก (Sabey,1969)



รูปที่ 2.8 แสดงความสัมพันธ์ของค่า SFC ที่อุณหภูมิใดๆ (SFC) กับค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป (t)

และยังได้แสดงความสัมพันธ์ของค่า SFC ที่อุณหภูมิต่างๆ (SFC) กับค่าอุณหภูมิตที่เปลี่ยนแปลงไป (t) ดังได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.8

2.2.8 ความเร็วของยวดยาน (Vehicle Speed) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าค่าความต้านทานการลื่นไถลจะแปรผกผันกับค่าความเร็วของยวดยานซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนขึ้นเมื่อพื้นผิวทางอยู่ในสภาพเปียก

Home, (1968) ได้ศึกษาพบว่าเมื่อความเร็วของยวดยานเพิ่มสูงขึ้นในสภาพพื้นผิวทางเปียก น้ำที่อยู่ระหว่างผิวสัมผัสของหน้ายางและพื้นผิวทางไม่สามารถระบายออกไปได้ทันจะเกิดแรงดันระหว่างพื้นผิวทางและหน้ายางขึ้น (Hydrodynamic Lift) และเพิ่มสูงขึ้นตามค่าความเร็วและความสามารถที่จะระบายน้ำออกจากผิวหน้ายางได้ เมื่อแรงดันนี้ถึงระดับเดียวกับแรงดันที่ผิวหน้ายางกระทำกับผิวทาง ทำให้ยวดยานลื่นไถลไปบนผิวทางผู้ขับขี่ไม่สามารถควบคุมทิศทางได้ เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Hydroplaning และเรียกค่าความเร็วที่พอดีเกิดปรากฏการณ์นี้ว่า Hydroplaning Speed พบว่าค่าความสัมพันธ์ตามปรากฏการณ์นี้เป็นดังนี้

$$V_h = K\sqrt{P}$$

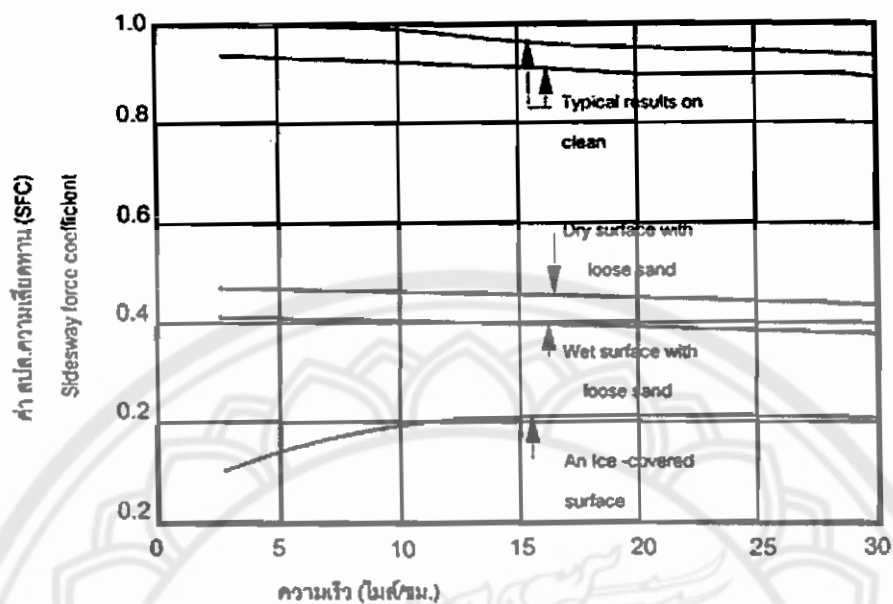
V_h = ความเร็วของยวดยานขณะเกิด Hydroplaning หน่วยเป็น ไมล์ / ชั่วโมง

K = ค่าคงตัวที่ได้จากการสังเกตทดลองมีค่าประมาณ 10

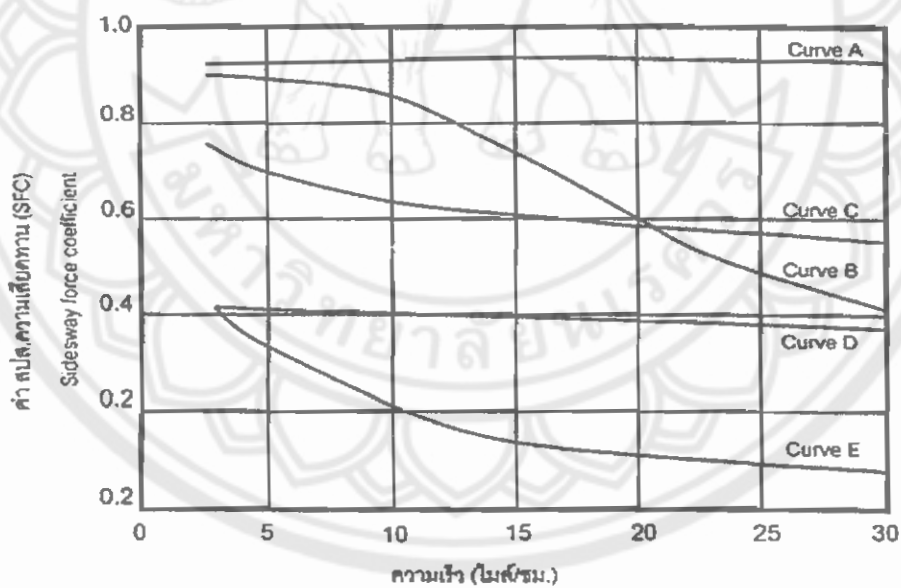
P = ความดันของยางรถ (Inflation Pressure) หน่วยเป็น ปอนด์ / ตารางนิ้ว

จากค่าความสัมพันธ์นี้ สามารถนำมาคำนวณความเร็วรถเพื่อจำกัดค่าความเร็วรถขณะผิวทางเปียกร่วมกันกับการออกแบบผิวจราจรให้หยาบระบายน้ำได้ดีเลือกใช้ยางที่มีดอกยางลึกก็จะสามารถลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้จากปรากฏการณ์ Hydroplaning

Lupton, G.N. (1968) ได้ศึกษาผลของความเร็วที่มีต่อค่า BFC ในสภาพพื้นผิวทางเปียกบนผิวทางต่างๆกัน 4 ประเภท พบว่าผิวทางเรียบที่มีผิวมหภาคน้อยค่า BFC จะลดลงอย่างมากเมื่อความเร็วยวดยานมากขึ้น ส่วนผิวทางหยาบค่า BFC จะลดลงไม่มากนัก แสดงว่าผลของความเร็วต่อการต้านทานลื่นไถลในเทอมของ BFC จะขึ้นอยู่กับสภาพและลักษณะของผิวทางเป็นสำคัญซึ่งได้ผลสอดคล้องกับการทดลอง Research on Road safety ดังแสดงในรูปที่ 2.9 และรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.9 แสดงผลของความเร็วยวดยานที่มีต่อ สป.ส. ความเสียดทาน (SFC) ในสภาพผิวทางต่างๆ (Road Research Laboratory, 1963)



รูปที่ 2.10 แสดงผลของความเร็วยวดยานที่มีต่อ สป.ส. ความเสียดทาน (SFC) ในสภาพผิวทางต่างๆ กันขณะเปียก

กราฟ A สภาพผิวทางดีมาก

กราฟ B และ E สภาพผิวทางค่อนข้างเรียบและเรียบมาก ตามลำดับ

กราฟ C และ D สภาพผิวทางหยาบมากและค่อนข้างหยาบ ตามลำดับ

(Road Research Laboratory, 1963)

2.2.9 ปัจจัยอื่นๆ ปัจจัยอื่นที่มีผลต่อความต้านทานการลื่นไถล คือ อายุการใช้งานผิวทาง ค่า PSV ของวัสดุผสมรวมที่ใช้ทำผิวทางและปริมาณการจราจรบนผิวทาง

Salt, G.F. (1977) ได้สรุปและรวบรวมผลการทดลองที่สำคัญพบว่า บนผิวทางที่มีปริมาณการจราจรเท่ากัน ค่าความต้านทานการลื่นไถลของผิวทางลดลงเมื่ออายุการใช้งานของผิวทางเพิ่มขึ้น โดยอัตราการลดลงจะสูงในช่วงแรกของการใช้งานจากนั้นอัตราการลดลงจะลดลงเรื่อยๆ ซึ่งค่าที่ลดลงนี้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่า PSV ของวัสดุที่ใช้ซึ่งได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.11

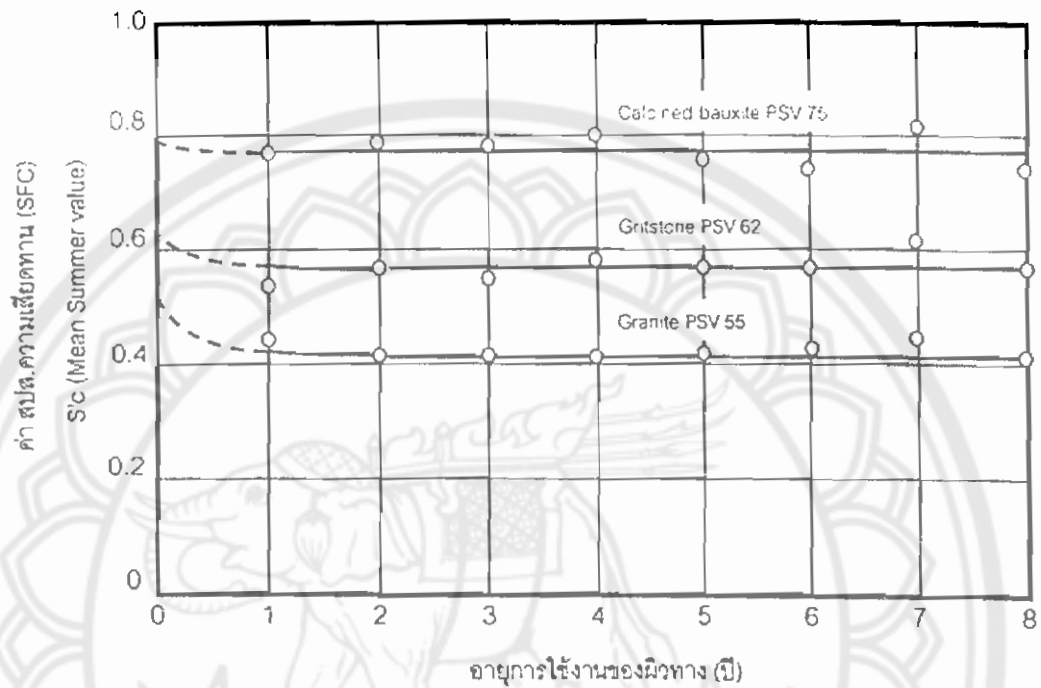
บนผิวทางที่ใช้วัสดุผสมรวมในระดับเดียวกัน คือ 58 ถึง 60 หน่วยดังรูปที่ 2.12 พบว่าผิวทางที่มีการจราจรมากจะทำให้ค่าความต้านทานการลื่นไถลลดลง แต่พบว่าค่าความต้านทานการลื่นไถลจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการจราจรลดต่ำลงดังแสดงในรูปที่ 2.13

2.3 การศึกษาความต้านทานการลื่นไถลในอดีต

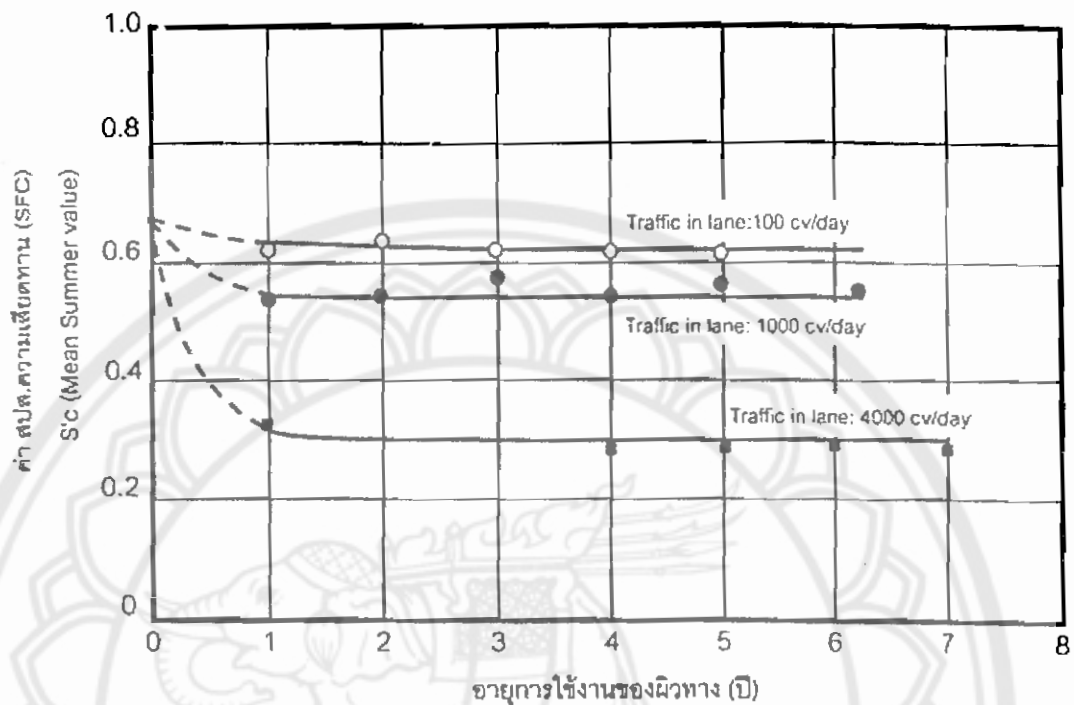
Macleam & Sheargold (1968) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่า PSV ที่วัดในห้องทดลอง ด้วยเครื่อง British Portable Tester และค่าความต้านทานการลื่นไถล (Skid Resistance Value, SRV) ในสนาม โดยการฝังหินแบบต่างๆ ในปริมาณการจราจรต่างๆกัน พบว่าค่าทั้งสองมีความคล้ายคลึงกันเมื่อปริมาณการจราจรหนัก 60,000 คันต่อวัน และพบว่าสภาพหินตัวอย่างที่ถูกขัดสีมากที่สุด ในห้องทดลองจะมีสภาพเหมือนกับผิวทางจริงเมื่อเวลาผ่านไป คือ หินตัวอย่างบนเส้นทางตรงจะมีสภาพถูกขัดสีมากเมื่อเวลาผ่านไป 45 วัน แต่บนทางโค้ง ตัวอย่างที่ทำการทดสอบจะอยู่ในสภาพเดียวกันในระยะเวลาเพียง 14 วันเท่านั้น

Giles, et al (1964) ได้ทดลองหาค่าความสัมพันธ์ ระหว่างค่าความต้านทานการลื่นไถลที่วัดด้วยเครื่อง British Portable Tester กับเครื่องมืออื่นในสนามบนพื้นผิวทางจริง พบว่าค่าที่อ่านได้จากเครื่องมือมีความสัมพันธ์กันดีกับเครื่องมือที่ใช้ยาง มีดอกยางที่ความเร็ว 30 ไมล์ / ชั่วโมง ส่วนยางที่ไม่มีดอกยาง ค่าที่วัดได้จะสัมพันธ์กันดี ก็ต่อเมื่อวัดบนพื้นผิวทางที่หยาบ โดยค่าเฉลี่ยของ British Portable Tester จะมีค่าสูงกว่าเครื่องมืออื่นประมาณ 5 หน่วย

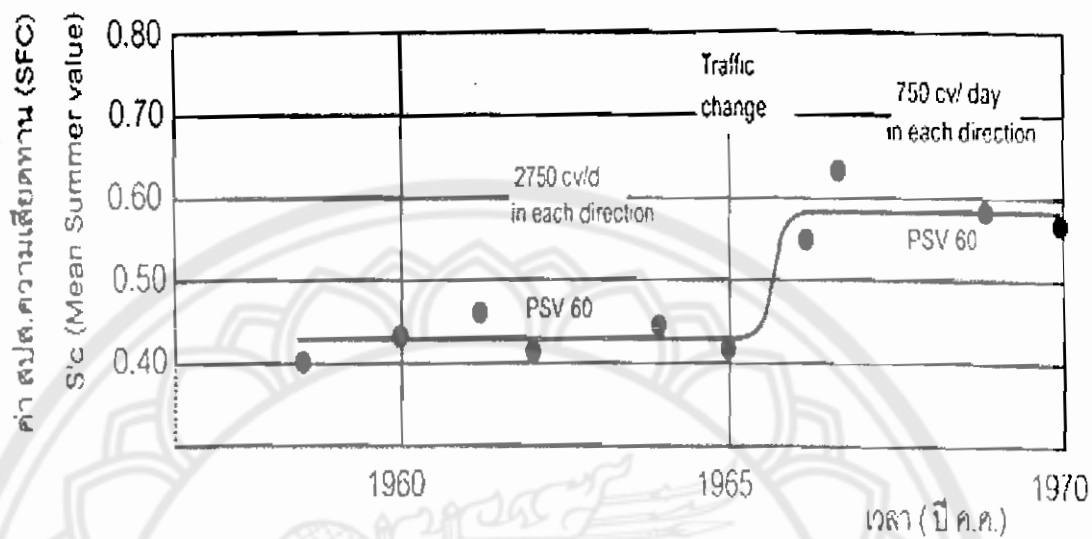
Bunnag, S. & Sukhawan (1975) ได้ทำการทดลองเปรียบเทียบผล และ แสดงความสัมพันธ์ของค่าความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวทางระหว่างเครื่อง British Portable Tester กับเครื่อง มูมิเตอร์ (Mu - Meter, Side - Force Friction Test Trailer) โดยได้ทำการทดสอบบนบริเวณร่องล้อของผิวทางต่างๆกัน 14 จุด ในสภาพผิวทางเปียก ความหนาของฟิล์มน้ำตลอดการทดสอบเท่ากับ 0.508 มิลลิเมตร



รูปที่ 2.11 แสดงระดับค่าสัมประสิทธิ์ความเสียหาย (SFC) บนผิวทางชนิดต่างๆ (Surface dressing โดยใช้ Chippings ขนาด 13 mm. มีปริมาณการจราจร 2100 คัน ต่อ ช่องทาง ต่อ วัน) (Salt, 1977)



รูปที่ 2.12 แสดงระดับ ค่า สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (SFC ในฤดูร้อน) บนผิวทางมาตรฐาน Motorway (Rolled Asphalt ด้วย Precoater Chippings มีค่า PSV ในช่อง 58- 60 Chippings ขนาด 13 mm. มีปริมาณการจราจร 2100 คัน ต่อ ช่องทาง ต่อ วัน) (Salt, 1977)



รูปที่ 2.13 แสดงการเพิ่มค่า สัมประสิทธิ์ความเสียหาย (SFC) บนผิวทาง Trunk Road A 4, COLNBROOK BY-PASS เมื่อการจราจรลดลง (Salt, 1977)

ผลการวัดค่าความต้านทานการลื่น ไถลที่วัดด้วย Mu-Meter ในเทอมของ Mu-Meter Value (M-MV) ที่ความเร็ว 60 กิโลเมตร/ชั่วโมง และค่าที่วัดด้วย ,British Portable Tester ในเทอมของ British Portable Tester Value (BPTV) มีความสัมพันธ์ตามสมการ $Y = 1.09X + 17.45$ ค่าสัมประสิทธิ์ของสมการเป็น $r = 0.987$ ดังแสดงในรูปที่ 2.14

Szatkowski & Hoskig (1972) ได้ทดลองหาความสัมพันธ์ของค่าความต้านทานการลื่น ไถลที่วัดได้จากเครื่อง Side-Force Friction Tester (SFC) กับค่า PSV จากเครื่อง British Portable Tester ในห้องทดลองเมื่อทราบปริมาณการจราจรของขบวนพาณิชย์ (Q_{cv}) ได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$SFC_{50} = 0.204 - 0.663 \times 10^{-4} Q_{cv} + 1 \times 10^{-2} PSV$$

เมื่อกำหนดให้ Q_{cv} = ปริมาณการจราจรของขบวนพาณิชย์ (คัน / ช่องทาง / วัน ในทิศทางเดียวกัน)

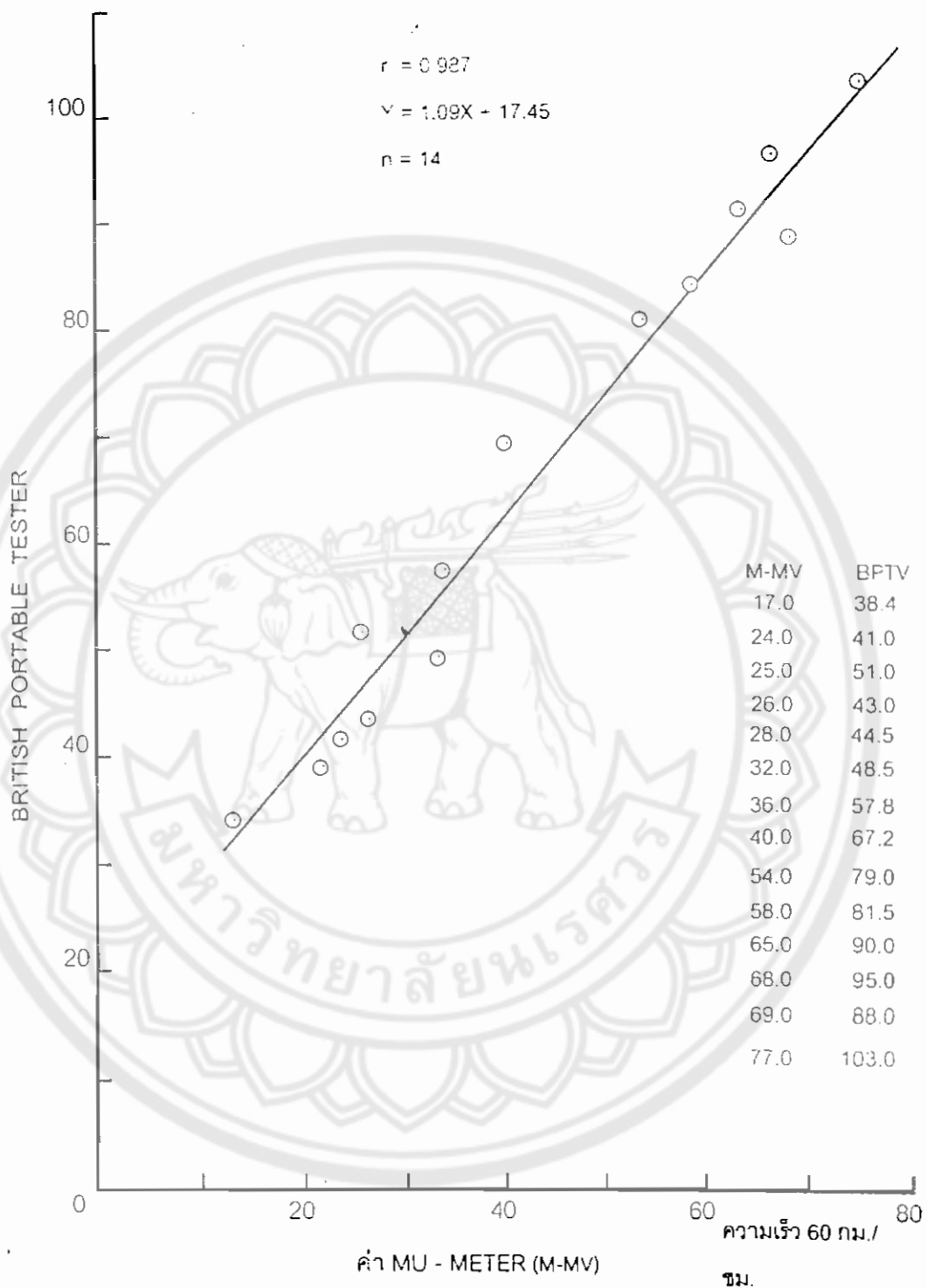
PSV = ค่าแรงเสียดทานของมวลรวมที่หล่อเป็นแผ่น หลังจากการขัดสีด้วยเครื่องขัดแล้ววัดค่านี้ โดยใช้เครื่อง British Portable Tester โดยทำการทดสอบกับวัสดุมวลรวมชนิดเดียวกัน (ความเร็วที่ทำการหาค่าความสัมพันธ์ 50 กม./ชม.)

ความสัมพันธ์นี้จะสามารถใช้เป็นแนวทางในการเลือกวัสดุมวลรวมที่จะนำไปใช้ในงานเป็นพื้นผิวทางประเภทต่างๆ เพื่อให้ได้ความต้านทานการลื่น ไถลตามมาตรฐาน จากค่าความสัมพันธ์ข้างต้นพบว่าเมื่อค่า PSV เปลี่ยนไป 1 หน่วย จะมีผลทำให้ค่า SFC_{50} ที่ความเร็ว 50 กม./ชม. มีค่าเปลี่ยนไป 0.01 หน่วย

ผลการศึกษาค่าความต้านทานการลื่น ไถลในประเทศไทย Bunnag, S. & Sukhawan (1975) ได้ผลการศึกษาสรุปดังนี้

1. จากการวิเคราะห์ค่าความฝืดของผิวทางชนิดต่างๆ คือ คอนกรีต แอสฟัลต์คัตคอนกรีต และแมคคาเดม โดยใช้หลักการของผิวมหภาคและผิวจุลภาค พบว่าพื้นผิวทางในประเทศไทยทุกชนิดมีความต้านทานการลื่น ไถลเพียงพอเมื่อผิวทางแห้ง แต่เมื่อผิวทางเปียกพื้นผิวทางประเภทแอสฟัลต์คัตคอนกรีต และแมคคาเดม จะมีค่าความฝืดต่ำกว่ามาตรฐาน.

2. ค่าความต้านทานการลื่น ไถลของพื้นผิวทางในสภาพแห้งและเปียก จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อค่าความลึกของผิวทาง (Surface Texture Depth) เพิ่มขึ้น



รูปที่ 2.14 แสดงความสัมพันธ์ของค่า M - MV กับ BPTV (Bunnag & Sukhawan, 1975)

3. ค่าความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวทางจะลดลง เมื่อความเร็วของยวดยานสูงขึ้น และอายุการใช้งานมากขึ้น ทั้งสภาพพื้นผิวทางเปียก และ สภาพพื้นผิวทางแห้ง

4. ความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวทางในสภาพเปียกจะมีค่าน้อยกว่าในสภาพแห้ง เปรียบเทียบเมื่ออายุการใช้งานเท่ากัน

5. พื้นผิวทางแบบแอสฟัลท์ติกคอนกรีต ค่าความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวทางจะลดลงเมื่อความหนาของฟิล์มน้ำ หรือความหนาของชั้นน้ำบนพื้นผิวทางมีค่ามากขึ้น

6. พื้นผิวทางแอสฟัลท์ติกคอนกรีตที่ใช้งานหนักมาประมาณ 2 ปี พบว่าค่าความสึกของพื้นผิวทาง และความต้านทานการลื่นไถลจะลดลงต่ำกว่ามาตรฐานมาก จนอาจก่อให้เกิดอันตรายแก่ยานพาหนะที่วิ่งอยู่บนพื้นผิวทางได้ โดยเฉพาะในสภาพพื้นผิวทางเปียก

2.4 การวัดค่าความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวทาง

พื้นผิวทางในสภาพเปียกเป็นสภาพที่วัดค่าความต้านทานการลื่นไถลได้น้อยกว่าสภาพพื้นผิวทางแห้ง ดังนั้นการทดสอบค่าความต้านทานการลื่นไถล โดยทั่วไปจึงทดสอบในสภาพพื้นผิวทางเปียก เครื่องมือที่นิยมใช้ตรวจวัดค่าความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวทาง โดยทั่วไปมี 3 ชนิด คือ

2.4.1 เครื่อง **Braking Force Trailer** โดยทั่วไปประกอบด้วยรถยนต์คันนั่ง หรือรถบรรทุกขนาดเล็ก ลากพ่วงเอาล้อทดสอบ (Test Wheel) จำนวนหนึ่งล้อ หรือมากกว่า เครื่องบันทึกข้อมูล อัตราโน้มน้ำและถังน้ำ หลักการของวิธีนี้ คือ เมื่อทำการหยุดล้อทดสอบขณะที่รถลากกำลังวิ่งอยู่ จะเกิดแรงต้านทานที่พื้นผิวสัมผัสของหน้ายางล้อทดสอบกับพื้นผิวทาง ค่าแรงต้านทานนี้จะถูกบันทึกด้วยเครื่องบันทึกข้อมูลอัตราโน้มน้ำแล้วนำค่านี้ไปคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทานเรียกว่าค่า "Braking Force Coefficient (BFC) "

Casthy , T.I. (1968) พบว่าโดยปกติค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานการลื่นไถลจะถูกบันทึกด้วยช่วงเวลาอันสั้น และมีความคลาดเคลื่อนเพียง 1-2 % เท่านั้น จึงคุ้มค่ากับราคาเมื่อต้องทำการทดสอบในสนาม เครื่องทดสอบประเภทนี้จึงเป็นที่นิยมใช้งานในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา อังกฤษ และ ฝรั่งเศส ต่อมาได้มีการคิดค้นเครื่องมือแบบใหม่ โดยใช้หลักการเดียวกันคือ ทำรถทดสอบที่ติดตั้งเครื่องวัดค่าความหน่วง (Decelerometer) เมื่อรถทดสอบวิ่งผ่านจุดที่ต้องการวัดค่าด้วยความเร็ว 50 กม./ ชม. ให้หยุดรถทันที และปล่อยให้รถลื่นไถลไปแล้วจับบันทึกค่าอัตราหน่วงของรถทดสอบไว้ตั้งแต่ความเร็วเริ่มต้นจนถึงเวลาที่รถหยุดไถล ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานการลื่นไถลของรถทดสอบจะมีค่าเท่ากับ อัตราหน่วงของรถทดสอบในเทอมของค่าแรงโน้มถ่วงของโลก ผลที่ได้ให้ค่าใกล้เคียงกับวิธีการ Sideway - Force เมื่อรถทดสอบเป็นรถชนิดคอกข้างเรียบ ข้อ

TE
210.0
จจจก
๒๑๗



สำนักทดสอบ

10 มิ.ย. 2548

4840090

คิของวิธีนี้คือ รวดเร็วและราคาต่ำแต่ค่าความคลาดเคลื่อนสูงกว่าวิธี sideway - Force คือจะมีค่าความคลาดเคลื่อนประมาณ 2 - 3 %

Giles (1957) ได้หาความสัมพันธ์ของค่า BFC และ SFC เมื่อวัดด้วยเครื่องมือทั้งสองแบบ พบว่าค่า BFC โดยเฉลี่ยจะน้อยกว่าค่า SFC เล็กน้อย หรือ $BFC = 0.8 SFC$

2.4.2 เครื่อง SCRIM (Sideway - Force Coefficient Routine Investigation Machine)
เครื่องมือชนิดนี้ TRRL เริ่มใช้งานครั้งแรกในประเทศอังกฤษ เมื่อ ค.ศ. 1968 เรียกวิธีการหาค่าสัมประสิทธิ์การลื่นไถลแบบนี้ว่า Sideway-Force Coefficient (SFC) เป็นค่าอัตราส่วนของแรงทางด้านข้างของล้อทดสอบต่อน้ำหนักกระทำต่อล้อในแนวดิ่ง โดยล้อทดสอบจะติดตั้งท่ามุม 20 องศา กับทิศทางเคลื่อนที่ของรถทดสอบ ล้อทดสอบที่ใช้เป็นล้อยางที่มีดอกยางเรียบ รถทดสอบต้องสามารถบรรทุกน้ำหนักได้จำนวนมากเพื่อให้บริเวณที่จะทำการทดสอบเปียก ส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของเครื่อง SCRIM คือเครื่องบันทึกผลของแรงทางด้านข้างที่ล้อทดสอบขณะที่ล้อทดสอบแล่นผ่านไปบนผิวทางที่ต้องการวัดค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานความเร็วที่ทำการทดสอบปกติ 50 กม./ชม. ตำแหน่งที่ทำการทดสอบจะถูกบันทึกออกมาเป็นช่วงด้วยกระดาษกราฟ ความคลาดเคลื่อนของวิธีการทดสอบด้วยวิธีนี้มี 1-2 % ข้อดีของวิธีการนี้คือ สามารถวัดค่าได้ต่อเนื่องตลอดเส้นทางซึ่งไม่จำเป็นต้องมีการจัดระบบจราจรในขณะที่มีการทดสอบ

2.4.3 เครื่อง British Portable Tester (BPT) เครื่องมือชนิดนี้นิยมใช้งานกันแพร่หลายสำหรับการหาค่าความเสียดทานเฉพาะจุด (Spot Check) โดยวัดค่าความฝืดระหว่างยางที่ติดตั้งอยู่ที่ปลายของแขนแกว่ง (Pendulum Arm) กับพื้นผิวทางในสภาพพื้นผิวทางเปียกในรูปของ Skidding Resistance Value (SRV)

ข้อดี ของเครื่องมือแบบนี้คือ สามารถทดสอบได้รวดเร็วทั้งในสนามและห้องปฏิบัติการ ค่าที่ได้สามารถอ่านได้โดยตรง สามารถทดลองได้แม้ในพื้นที่ลาดเอียง

ข้อเสีย คือเกิดความผิดพลาดได้ง่าย โดยเฉพาะกรณีพื้นผิวทางขรุขระ และมีขีดจำกัดในการใช้งานมากกว่าเครื่องมือแบบอื่น รูปร่างของเครื่องมือทดสอบดังแสดงในรูป ที่ 2.15



รูปที่ 2.15 เครื่อง British Portable Tester (BPT)

ส่วนประกอบของเครื่อง BPT ตัวเครื่องประกอบด้วยฐานรองรับรูปตัว T ปลายแต่ละด้านของฐานมีสกรูปรับให้สูงต่ำได้ โดยใช้ระดับน้ำซึ่งติดอยู่ที่โคนขาของเครื่องเป็นตัวตรวจสอบระดับของเครื่อง เพื่อให้เครื่องตั้งอยู่ในแนวตั้งขณะทำการทดลอง แกนในแนวตั้งเป็นแกนกลม มีรางเลื่อนให้แกนแกว่ง และแผ่นค้ำนี้เลื่อนขึ้นลงได้ในแนวตั้ง แกนแกว่งประกอบด้วยก้านอะลูมิเนียมและลูกตุ้มที่ปลายแกน ภายในลูกตุ้มเป็นแผ่นยางติดกับก้านสปริงมีคันยกก้านสปริงเพื่อให้แผ่นยางยกขึ้น เหนือพื้นผิวทางโค้งเมื่อแกว่งกลับ แกนแกว่งถูกยึดติดด้วยไพล้อยู่ที่สามารถจับ - ปลดออก แกนแกว่งได้ เมื่อคลายแกนแกว่ง จะตกลงจากตำแหน่งที่ถูกยึดไว้แบบอิสระและผิวหน้าแผ่นยางจะปาดสัมผัสไปบนพื้นผิวทางที่ต้องการทดสอบ ขณะเดียวกันแกนแกว่งจะพาเอาเข็มชี้ไปที่ขีดแบ่งบนดัชนีอะลูมิเนียม การเลื่อนขึ้น - ลง ของแกนแกว่งผ่านแกนในแนวตั้งเพื่อให้แผ่นยางทดสอบสัมผัสผิวทางเป็นระยะทาง 7.60 ± 0.10 ซม. ความยาวของแกนแกว่งจากจุดหมุนของแกนแกว่งถึงแผ่นยางยาว 50.00 ซม. น้ำหนักแกนแกว่งรวมลูกตุ้มและแผ่นยางหลัก 1.50 ± 0.03 กก.

จุดศูนย์กลางอยู่ห่างจากจุดหมุน 40.50 ± 0.50 ซม. ยางมีลักษณะสี่คาร์บูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 3.10 ซม. ยาว 7.60 ซม. หนา 0.06 ซม. ยึดติดกับบอลูมิเนียมมีรูเสียบติดกับก้านสปริง น้ำหนักยางรวมแผ่นโลหะหนัก 22.0 ± 5.00 กรัม แผ่นยางวางทำมุม 20 องศา กับผิวพื้นผิวทางที่ทำการทดสอบ เมื่อแขนแกว่งอยู่ที่ตำแหน่งต่ำที่สุดแผ่นยางที่อายุการใช้งานอย่างน้อย 6 เดือน และมีคุณสมบัติดังนี้

คุณสมบัติของยาง	อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)				
	0	10	20	30	40
ความยืดหยุ่น (Resilience)%	42-47	55-62	61-68	64-71	66-73
ความแข็ง (Hardness)	$55 \pm \text{BS.DEGREE}$				

แผ่นดัชนีเป็นแผ่นดัชนีเคลือบรูปสี่เหลี่ยมวงกลม มีขีดแบ่งช่วงที่จุดบนสุดเป็น 0 และที่จุดล่างสุดเป็น 150 ดังรูปที่ 2.16 หลักการออกแบบเครื่องมือนี้ คือ ใช้เครื่องมือจำลองสภาพล้อรถที่วิ่งไปบนพื้นผิวทางโดยแผ่นยางที่มีพื้นที่สัมผัสเท่ากับ $3 \times \frac{1}{20}$ ตารางนิ้ว มีความดัน 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งเปรียบเทียบเป็นค่าความเร็วที่ 48 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ค่าความต้านทานการลื่นไถลที่อ่านได้จากเครื่อง (Skid Resistance Value, SRV) ที่อ่านได้จากเครื่อง BPT จะให้ค่า 100 เท่าของค่าสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน (Coefficient of Friction, C_f)



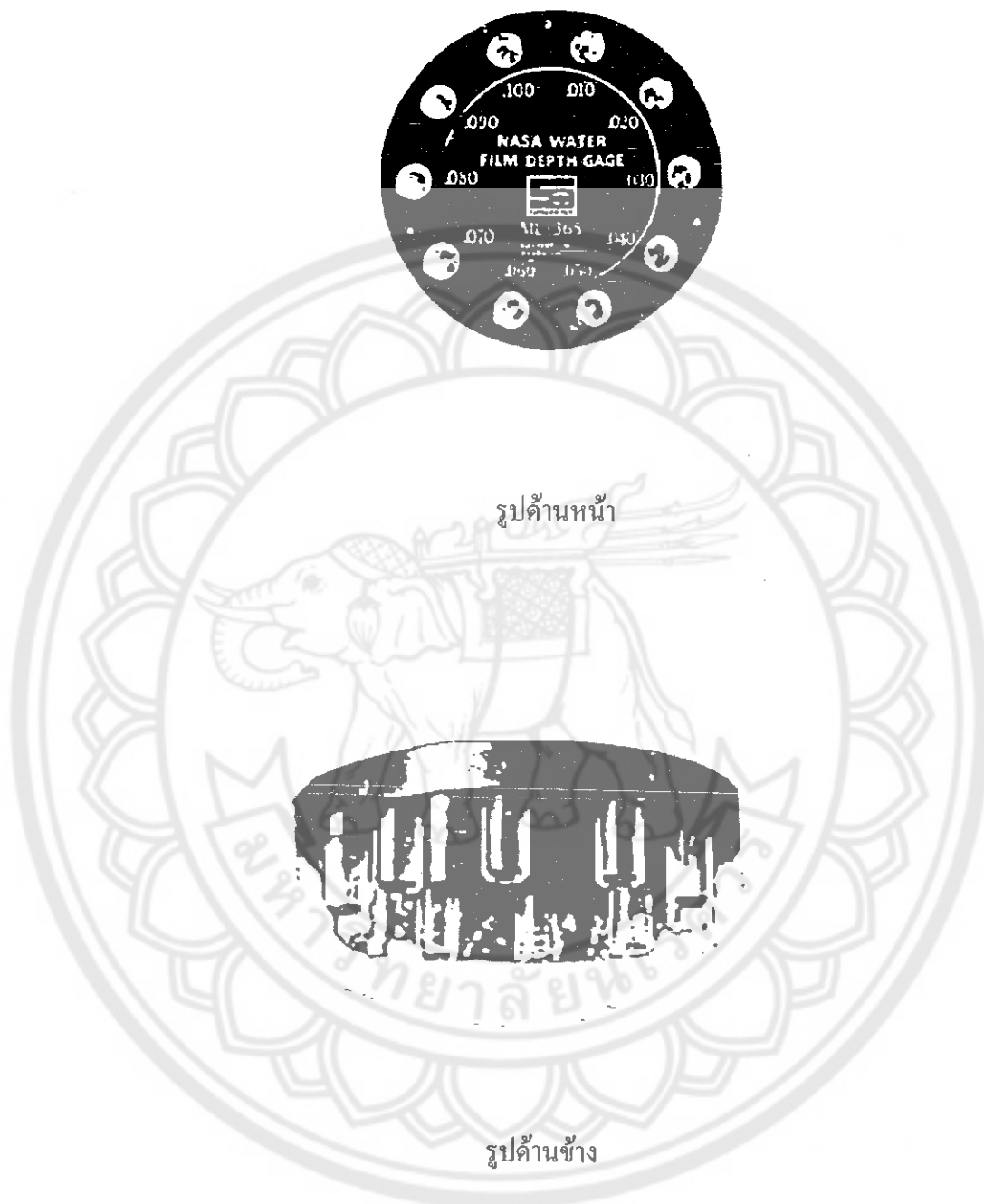
รูปที่ 2.16 แสดงแผ่นค้ำนี้

2.5 เครื่องมือวัดความหนาของฟิล์มน้ำ (NASA Water Depth Gage)

เครื่องมือวัดค่าความหนาของฟิล์มน้ำแสดงไว้ในรูปที่ 2.17 ใช้วัดความหนาของฟิล์มขณะพื้นผิวทางเปียก มีลักษณะกลมทำด้วยไฟเบอร์กลาสสีดำ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว หนา 1/2 นิ้ว มีรูเจาะขนาด 0.50 นิ้ว โดยรอบ พร้อมตัวเลขกำกับบอกค่าความหนาของฟิล์มน้ำ ค่าที่สามารถอ่านได้จาก 0.01 ถึง 0.10 นิ้ว (0.254-2.54 มม.) ในแต่ละรูมีแท่งพลาสติกแข็งใส่ส่วนปลายเป็นรูปกรวยสอดอยู่การควบคุมระดับของเครื่องมือทำได้โดยใช้แท่งเหล็ก 3 แท่ง ที่ติดมากับเครื่องเป็นตัวควบคุม

การอ่านค่าความหนาของฟิล์มน้ำจะเริ่มอ่านจากส่วนบนซึ่ง วัดค่าความหนาต่ำสุดไปหาค่าสูงสุดจดบันทึกค่าที่อ่านได้ไว้ ค่าที่อ่านได้มากที่สุดที่น้ำเต็มร่องกรวย คือ ค่าความหนาของฟิล์มน้ำบนพื้นผิวทางที่ทำการตรวจวัด





รูปด้านบน

รูปด้านล่าง

รูปที่ 2.17 เครื่องวัดความหนาของฟิล์มน้ำ

2.6 มาตรฐานกำหนดความต้านทานการลื่นไถลของพื้นผิวทาง (Standard of Skid Resistance)

โดยทั่วไปมาตรฐานที่กำหนดขึ้นจะเป็นค่าขั้นต่ำ เพื่อเป็นขีดจำกัดให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ขับขี่รถยนต์เป็นประการสำคัญ นอกจากนี้ยังใช้เป็นประโยชน์ในการพิจารณาประเมินระยะเวลาเพื่อซ่อมบำรุงพื้นผิวจราจรได้ด้วย

Giles, (1957) ได้เสนอแนะระดับของค่า SFC ที่ความเร็ว 50 กิโลเมตร/ชั่วโมงสำหรับประเภทและลักษณะถนนต่าง ๆ รวม 4 ประเภท ในสภาพพื้นผิวทางเปียกดังแสดงในตารางที่ 2.1 ค่าที่ได้รับการเสนอแนะนี้ใกล้เคียงกับที่ใช้งานของหน่วยซ่อมบำรุงทางหลวงของประเทศอังกฤษ

Salt, GF, & Szatkowski, W.S. , (1973) ได้เสนอแนะว่าสำหรับถนนที่ใช้สำหรับรถยนต์ที่มีความเร็วสูงเกินกว่า 95 กิโลเมตร/ชั่วโมง ค่าเปอร์เซ็นต์การลดของค่า SRV มากที่สุดจากค่าความเร็วสูงไปต่ำไม่ควรเกิน 20% เพื่อที่จะรักษาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานให้มากพอที่จะไม่ทำให้เกิดอันตราย จากตารางที่ 2.2 จะเห็นว่า ค่าความลึกของพื้นผิวจราจรที่น้อยที่สุดสำหรับผิวทางลาดยาง คือ 1.00 มม. ผิวทางคอนกรีตเท่ากับ 0.50 มม. เมื่อค่าความลึกผิวทางน้อยกว่านี้ควรทำการซ่อมบำรุงพื้นผิวทางใหม่

Bunnag, et al, (1975) ได้เสนอแนะค่าความต้านทานการลื่นไถลในสภาพพื้นผิวทางเปียกของถนนประเภทต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.1 ระดับของค่า SFC ที่ความเร็ว 50 กิโลเมตร / ชั่วโมง (SFC_{50}) สำหรับประเภท และ ลักษณะของถนนต่าง ๆ รวม 4 ประเภท (Giles, 1957)

ประเภท	ลักษณะของถนน	ในสภาพผิวทางเปียก	
		ค่า SFC	ค่า BPTV
A	ถนนตามจุดอันตราย(Most Difficult Sites) เช่น - วงเวียน - ถนนโค้งที่มีรัศมีความโค้งน้อยกว่า 500 ฟุต - ทางลาดชันมากกว่า 1 : 2 และระยะความลาด มากกว่า 300 ฟุต - บริเวณแยกใกล้ไฟสัญญาณ	มากกว่า 0.60	มากกว่า 65
B	ถนนสาธารณะโดยทั่วไปที่ไม่ได้จัดอยู่ใน ประเภท A และ C (General Requirements)	มากกว่า 0.50	มากกว่า 55
C	ถนนสาธารณะในทางตรงที่มีความลาดชันน้อย รัศมีความโค้งไม่มากนัก และมีบริเวณแยกน้อย (Easy Sites)	มากกว่า 0.40	มากกว่า 55
D	ถนนสาธารณะโดยทั่วไปที่มี สปส. ความเสียด ทานต่ำกว่า 0.40 (Proved Sites)		ถ้าต่ำกว่า 45 จะ เกิดการลื่นไถล

ตารางที่ 2.2 ผลของความลึกของผิวมหภาคที่มีต่อค่าความต้านทานการลื่นไถล (SRV) เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้น (Salt & Szatkowski, 1973)

ค่า SRV ที่ลดลงเมื่อความเร็วเปลี่ยนจาก 50-130กม./ชม. (%)	ความลึกผิวทาง (มม.)	
	ผิวทางลาดยาง	ผิวทางคอนกรีต
0	2.00	0.80
10	1.50	0.70
20	1.00	0.50
30	0.50	0.40

ตารางที่ 2.3 ค่าความต้านทานการลื่นไถลขั้นต่ำของ BPT-Number และ Mu-Meter Number ที่ความเร็ว 60 กิโลเมตรต่อชั่วโมง ในลักษณะถนนประเภทต่าง ๆ ในกรณีผิวทางเปียก (Wet Condition) (Bunnag & Sukhawan, 1975)

ลักษณะของถนน	ค่า BPN	Mu-Meter Number ที่ 60 กม. ต่อ ชม.
ตามจุดอันตราย เช่น วงเวียน โค้ง ทางชันจุด โกสัตัญญาณไฟจราจร (ตามแยก) และ บริเวณที่ เกิดอุบัติเหตุบ่อย ๆ	50	30
ทางหลวงชั้น 1, ชั้น 2 และถนนแยก (Feeder Roads) ที่มีปริมาณการจราจรเกิน 1,500 คัน	45	25