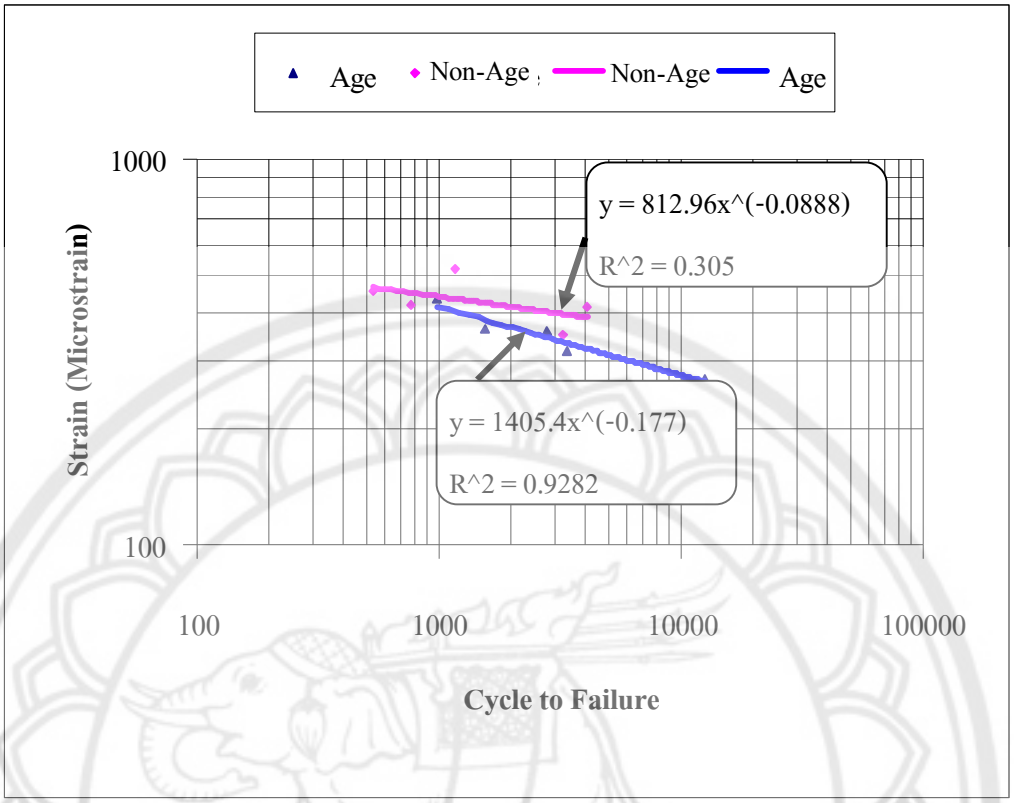
บทที่ 5
วิเคราะห์และสรุปผลการทดสอบ

ในการวิเคราะห์ผลการทดสอบในที่นี้ เป็นการอธิบายในส่วนที่ทดสอบและเป็นข้อมูลที่ได้จากออกแบบและมาตรฐาน โดยการทดสอบนั้นได้ปฏิบัติให้เป็นไปตามมาตรฐานข้อกำหนดการทดสอบ BSi STANDARDS (BS-DD 213 1993 และ BS-DD ABF 1997) ซึ่งสามารถอธิบายเป็นหัวข้อต่างๆ ได้ดังนี้

5.1 วิเคราะห์ผลของค่าความล้า

จากผลการทดสอบพบว่า ชุดการทดสอบก้อนแอสฟัลต์ที่ผ่านการบ่มให้อายุที่อุณหภูมิ 85 °C (Aging) ตามมาตรฐาน BSi STANDARDS (BS-DD 213 1993 และ BS-DD ABF 1997) ค่าจำนวนรอบการวิบัติ (Cycle to Failure) จะมีค่ามากกว่าชุดการทดสอบก้อนแอสฟัลต์ที่ไม่ผ่านการบ่ม (Non-Aging) ซึ่งในการนำค่ามาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วยกราฟนี้ ซึ่งนำค่าความแข็งแกร่ง (Stiffness) จากการทดสอบด้วยเครื่อง NAT NU-10 มาใช้ในการคำนวณหาค่าความเครียด (Strain) แล้วนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเครียด (Strain) กับจำนวนรอบการวิบัติ (Cycle to Failure)

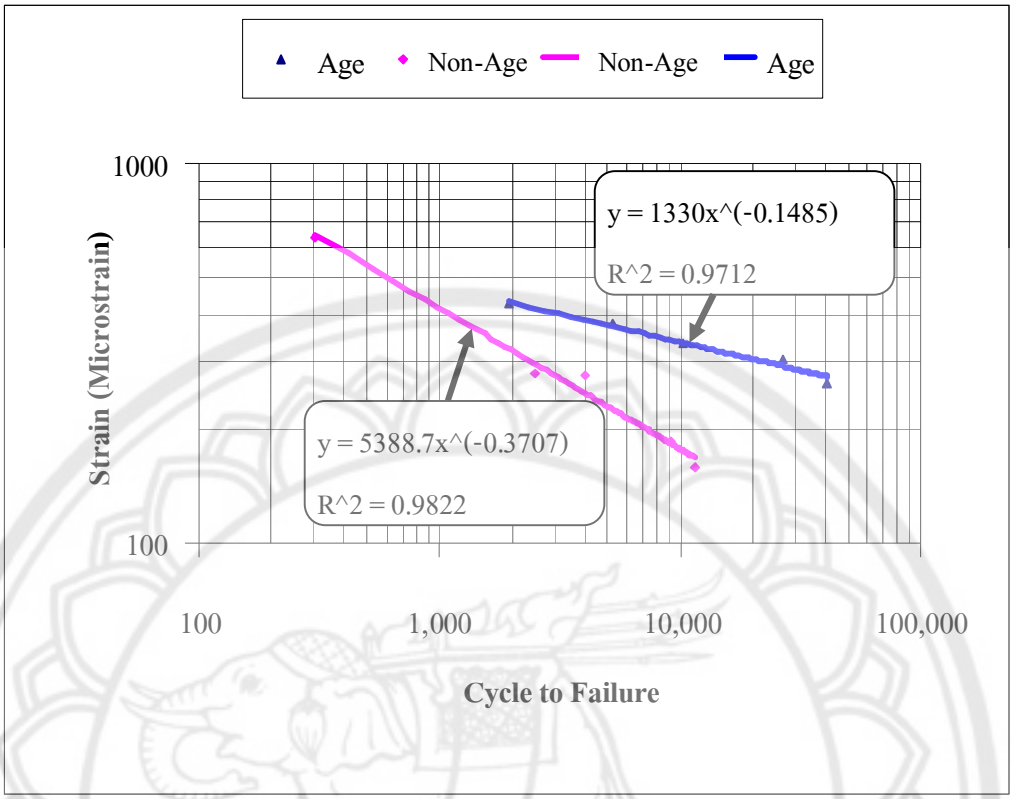
ในการทดสอบครั้งนี้เป็นการทดสอบแบบจำกัด (Restrict test) ซึ่งใช้ตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีต 5 ตัวอย่าง สามารถแสดงความสัมพันธ์ดังรูปที่ 5.1- 5.3 พร้อมทั้งหาสมการแสดงความสัมพันธ์และค่าความเชื่อมั่นในรูปของ R^2 ได้



รูปที่ 5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบการวิบัติกับ Strain ของ Bitumen: AC60/70

ตารางที่ 5.1 แสดงสรุปความสัมพันธ์ของ Bitumen: AC60/70

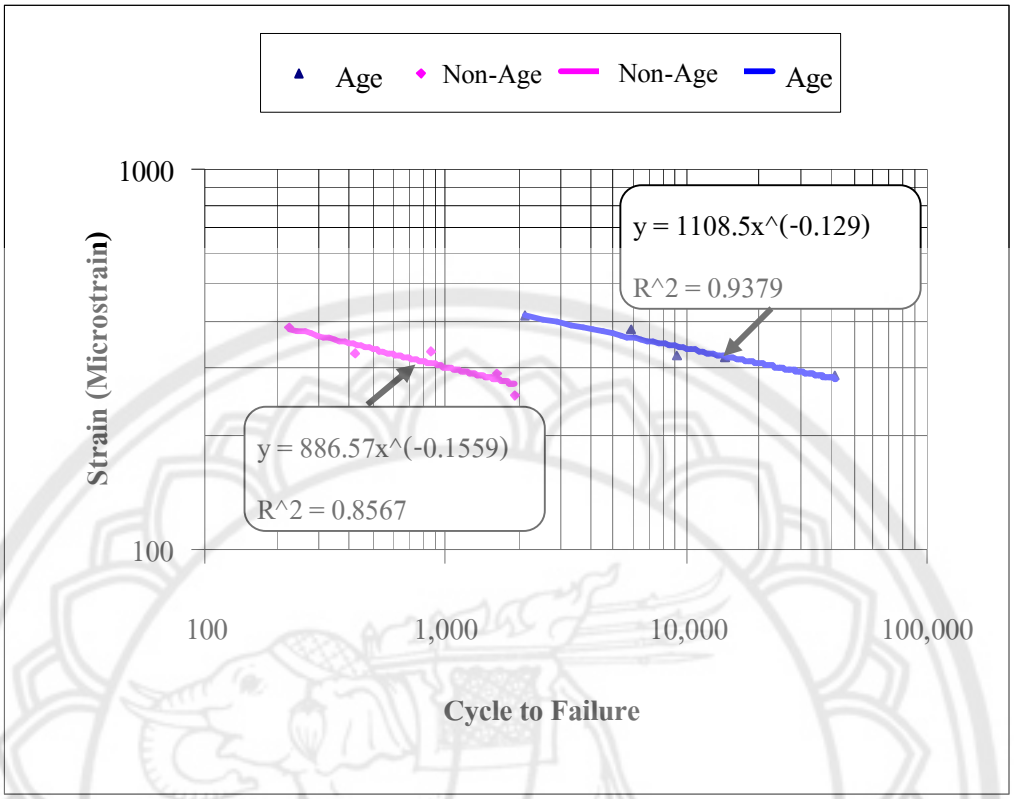
Bitumen: AC60/70 (Non-Aging)	**Bitumen: AC60/70 (Aging)**
From Formula $y = 812.96x^{-0.0888}$	From Formula $y = 1405.4x^{-0.177}$
X = 20,000, Y = 337.39 Microstrain Y = 300 Microstrain, X = 75,082.66	X = 20,000, Y = 243.51 Microstrain Y = 300 Microstrain, X = 6,153.53
$R^2 = 0.305$	$R^2 = 0.9282$



รูปที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบกับ Strain ของ Bitumen: PMB- Binder Course

ตารางที่ 5.2 แสดงสรุปความสัมพันธ์ของ Bitumen: PMB- Binder Course

Bitumen: PMB- Binder Course (Non-Aging)	**Bitumen: PMB- Binder Course (Aging)**
From Formula $y = 5388.7x^{-0.3707}$	From Formula $y = 1330x^{-0.1485}$
X = 20,000, Y = 137.12 Microstrain Y = 300 Microstrain, X = 2,419.74	X = 20,000, Y = 305.60 Microstrain Y = 300 Microstrain, X = 22,650.97
$R^2 = 0.9822$	$R^2 = 0.9712$



รูปที่ 5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนรอบกับ Strain ของ Bitumen: PMB- Wearing Course

ตารางที่ 5.3 แสดงสรุปความสัมพันธ์ของ Bitumen: PMB- Wearing Course

Bitumen: PMB- Wearing Course (Non-Aging)	**Bitumen: PMB- Wearing Course (Aging)**
From Formula $y = 886.57x^{-0.1559}$	From Formula $y = 1108.5x^{-0.129}$
X = 20,000, Y = 189.31 Microstrain Y = 300 Microstrain, X = 1,043.64	X = 20,000, Y = 308.96 Microstrain Y = 300 Microstrain, X = 25,125.34
$R^2 = 0.8567$	$R^2 = 0.9379$

5.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ดังรูปที่ 5.1-5.3 สร้างจากความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเครียด (Strain) กับจำนวนรอบการวิบัติ (Cycle to Failure) ของความล้าสามารถอธิบายได้ว่าจำนวนรอบของการวิบัติเมื่อใช้ค่า Stress ต่างๆ กัน พบว่าส่วนใหญ่มีการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอและสามารถสร้างเป็นสมการแสดงความสัมพันธ์ได้ตามตารางที่ 5.1-5.3

สำหรับค่าจำนวนรอบการวิบัติ (Cycle to Failure) ที่เกิดขึ้นพบว่าในตัวอย่างที่ผ่านการบ่มให้อายุที่อุณหภูมิ 85 ° C ตามมาตรฐาน BSi STANDARDS (BS-DD 213 1993 และ BS-DD ABF 1997) จะมีจำนวนรอบ (Cycle) มากกว่าในตัวอย่างที่ไม่ผ่านการบ่ม เนื่องจากก้อนตัวอย่างถูกบ่ม จะทำให้เนื้อตัวประสานจับตัวกับมวลรวมได้ดียิ่งขึ้น

ค่าความเชื่อมั่นในการตัดสินใจ (R^2) ของตัวอย่างของ Bitumen: PMB- Binder Course จะให้ค่าเท่ากับ 0.9822 ซึ่งเป็นค่าที่ให้ความน่าเชื่อถือสูงสุด ซึ่งค่า R^2 ของชุดการทดสอบที่ผ่านการบ่มให้อายุ ให้ค่าความน่าเชื่อถือสูงกว่า 0.90

5.4 สรุปผลการทดสอบ

จากการทดสอบและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการศึกษาสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ค่าความเครียด (Strain) จะเป็นฟังก์ชั่น ของค่าความเค้น (Stress) และค่าความแข็งแกร่ง (Stiffness) และสามารถนำไปสร้างความสัมพันธ์กับจำนวนรอบของความล้า(Fatigue)ได้อยู่ในรูปสมการ $Y = aX^{-b}$
2. ตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีต ทั้ง 3 ประเภท ชุดการทดสอบที่ผ่านการบ่มให้อายุที่อุณหภูมิ 85 ° C ตามมาตรฐาน BSi STANDARDS (BS-DD 213 1993 และ BS-DD ABF 1997) มีค่าR^2ที่น่าเชื่อถือ
3. ตัวอย่างแอสฟัลต์คอนกรีตที่ใช้ทำผิวทางสนามบินสุวรรณภูมิ ตัวอย่างชุด Bitumen: PMB- Wearing Course และ PMB- Binder Course ตัวอย่างที่ผ่านการบ่มให้อายุ ผ่านเกณฑ์ข้อกำหนดตามมาตรฐานการทดลองที่ Strain 300 Microstrain จำนวนรอบไม่ต่ำกว่า 20,000 รอบ
4. การทดสอบหาค่าความล้า (ITFT) โดย Nottingham Asphalt Tester (NAT) สามารถทำได้สะดวก ซึ่งมีวิธีจากคู่มือที่เข้าใจง่าย

5. ผลกระทบและแนวโน้มของความเค้น(Stress) ที่มีผลต่อความล้า (Fatigue) ในผิวทาง Runway ของสนามบินสุวรรณภูมิชั้น Wearing & Binder Course เมื่อใช้ ค่าความเค้น(Stress) สูงการวิบัติของวัสดุจะเกิดเร็วกว่าใช้ค่าความเค้น(Stress) ต่ำ และในชุดตัวอย่างที่ผ่านการบ่มให้อายุที่อุณหภูมิที่ 85 ˚C ตามมาตรฐาน BSi STANDARDS (BS-DD 213 1993 และ BS-DD ABF 1997) เปรียบได้กับการเตรียมพร้อมเพื่อใช้งานของผิวทาง ซึ่งพบว่าจำนวนรอบการวิบัติสูงกว่าชุดที่ไม่ผ่านการบ่มให้อายุดังกล่าว นั่นแสดงให้ทราบว่าวัสดุจะทนต่อความล้าระดับหนึ่ง เมื่อแรงกระทำซ้ำๆ ถึงจุดๆ หนึ่งที่วัสดุเกินความสามารถจะรับแรงกระทำนั้นๆ ได้ วัสดุจะเกิดการวิบัติ

5.5 ข้อเสนอแนะ

1. ในการทดสอบ Indirect Tensile Fatigue Test ในการศึกษานี้สิ่งที่ต้องคำนึงถึงและควรระมัดระวังมากนั่นก็คือ ผลกระทบเนื่องจากอุณหภูมิซึ่งจะทำให้ค่าจำนวนรอบการวิบัติ (Cycle to Failure) เปลี่ยนแปลงไปและยังทำให้ค่าความแข็งแกร่ง (Stiffness) ที่ใช้คำนวณหาค่า Strain เปลี่ยนไปด้วย
2. สามารถนำผลการการศึกษานี้เป็นแนวทางเพื่อที่จะใช้ในการศึกษาถึงผลกระทบเนื่องจาก Stress ที่มีผลต่อความล้า (Fatigue) ในผิวทาง Runway ชั้น Wearing & Binder Course ไปศึกษาต่อในอนาคตได้