



บทที่ 4

วิธีการทดลองและผลการทดลอง

4.1 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองคือ เครื่องอบแห้งแบบไหลผ่าน ดังแสดงไว้ในรูปที่

4.1 ซึ่งมีอุปกรณ์หลักดังนี้คือ

4.1.1 เครื่องเป่าลม (Blower)

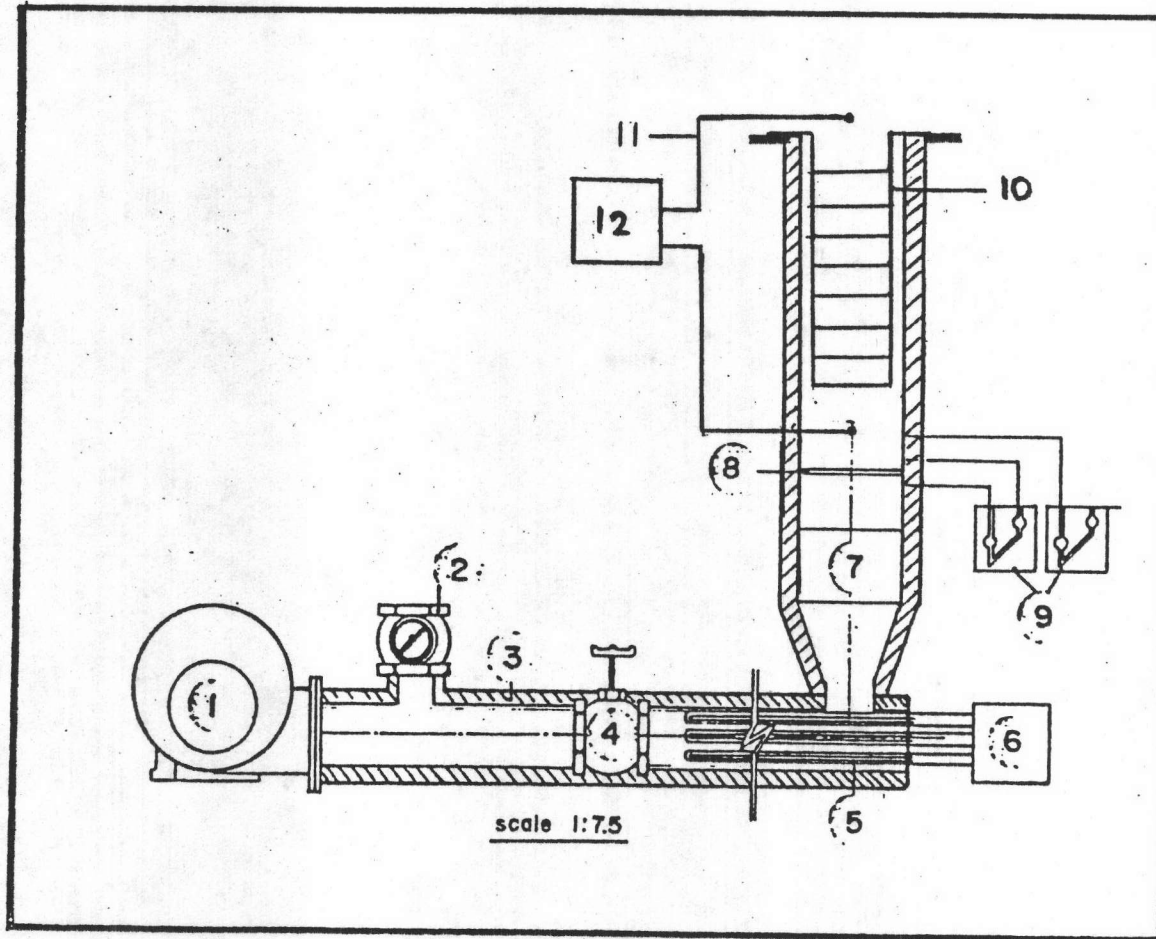
4.1.2 อุปกรณ์ผลิตลมร้อน ซึ่งประกอบด้วยลวดไฟฟ้าขนาด 4.5 กิโลวัตต์ ใช้ไฟ 3 เฟส ควบคุมโดยไทรแอก (Triac)

4.1.3 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิของลมร้อน ประกอบด้วยคอปเปอร์-คอนสแตนแตน เทอร์โมคัปเปิล (Copper-constantan thermocouples) สัญญาณไฟฟ้าจากเทอร์โมคัปเปิลจะถูกส่งไปยังเครื่องบันทึก (Recorder) ซึ่งจะแสดงค่าออกมาเป็นมิลลิโวลต์

4.1.4 อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของลมร้อน ประกอบด้วยวาล์วหลัก (Main valve) และวาล์วลัดทาง (By pass valve)

4.1.5 อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของลมร้อน ประกอบด้วยออร์ฟิซิมิเตอร์ (Orifice meter) โดยวัดความแตกต่างของความดันโดยใช้มาโนมิเตอร์แบบเอียง (Inclined manometer) ซึ่งบรรจุน้ำอยู่ภายใน

4.1.6 อุปกรณ์บรรจุวัสดุอบแห้ง ประกอบด้วยภาชนะสแตนเลส (Stainless steel container) ซึ่งด้านล่างติดต่ายที่ทำด้วยสแตนเลสเช่นกัน ภาชนะแต่ละใบมีเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 10.5 ซม. และมีความสูง 5 ซม. ภาชนะแต่ละใบสามารถนำเข้ามาซ้อนและประกอบติดกันโดยใช้หูเกี่ยวติดที่ด้านข้างของภาชนะ จำนวนภาชนะที่นำมาซ้อนกันจะขึ้นกับความสูงของชั้นวัสดุที่ต้องการ ภาชนะใบที่อยู่ด้านบนสุดจะมีหูหิ้วเพื่อความสะดวกในการยกชั้นวัสดุเข้าและออกจากเครื่องอบแห้ง



1. BLOWER
2. BY PASS VALVE
3. INSULATOR
4. MAIN VALVE
5. HEATER
6. WATT CONTROLLER
7. GLASS BEADS
8. ORIFIC PLATE
9. INCLINED MANOMETER
10. STAINLESS STEEL CONTAINER
11. THERMOCOUPLES
12. MILLIVOLTS RECORDER

รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะของเครื่องอบแห้งแบบไหลผ่านที่ใช้ในการทดลอง

4.2 ขั้นตอนและเงื่อนไขที่ใช้ในการทดลอง

4.2.1 วิธีการเตรียมชิ้นมันสำปะหลัง

วิธีการเตรียมทำโดยการนำมันสำปะหลังมาปอกเปลือก แล้วนำมาหั่นเป็นชิ้น ๆ ให้มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมโดยมีขนาดประมาณ $0.5 \times 0.5 \times 0.3$ ลบ.ซม.

4.2.2 ขั้นตอนการอบแห้งวัสดุชิ้นบาง

ขั้นตอนการอบแห้งมีดังนี้คือ

1. เดินเครื่องเป่าอากาศ (Blower) เพื่อเป่าอากาศเข้าไปในเครื่องอบแห้ง
2. ปรับความเร็วของลมที่ไหลเข้าเครื่องอบแห้งโดยใช้วาล์ว, วัดความเร็วของลมโดยใช้ออร์ทิสมิเตอร์วัดความแตกต่างของความดันโดยใช้มาโนมิเตอร์แบบเอียงปรับให้ระดับความแตกต่างของน้ำในมาโนมิเตอร์อยู่ที่ตำแหน่งที่กำหนดไว้ และรักษาระดับนั้นไว้ให้คงที่
3. เปิดสวิตช์ไฟให้กับหลอดไฟฟ้า เพื่อเพิ่มอุณหภูมิของลมที่มาจากเครื่องเป่าลม ควบคุมอุณหภูมิของลมร้อนโดยไทรแอด วัดอุณหภูมิด้วยเทอร์โมคัพเบิล และบันทึกค่าที่วัดได้ลงในเครื่องบันทึกอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา
4. ลมร้อนจะไหลเข้าไปในชั้นที่บรรจุลูกแก้ว ซึ่งมีความสูงประมาณ 1.5 ซม. เพื่อที่จะทำให้ลมร้อนมีลักษณะการไหลที่สม่ำเสมอ (Uniform flow) ในช่วงแรกจะปล่อยให้ลมร้อนไหลเข้าไปในเครื่องอบแห้งที่ยังไม่มีชิ้นวัสดุ เป็นเวลาช่วงหนึ่งจนกระทั่งระบบเข้าสู่สภาวะคงที่ (Steady state) โดยมีอุณหภูมิและความเร็วของลมร้อนตามต้องการ
5. นำภาชนะบรรจุไปยังน้ำหนักจากนั้นบรรจุวัสดุลงไปให้เต็มภาชนะจะได้ชิ้นวัสดุที่มีความสูงประมาณ 5 ซม. แล้วนำไปชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่ง
6. นำภาชนะหย่อนลงไปเครื่องอบแห้งแล้วเริ่มจับเวลาอบแห้ง น้ำหนักจะออกมาจากเครื่องอบแห้งที่ทุกช่วงเวลาที่กำหนดไว้ ชั่งน้ำหนักภาชนะแล้วหย่อนภาชนะกลับลงไปในเครื่องอบแห้ง ขณะดึงภาชนะออกมาจากเครื่องอบแห้งจะบันทึกเวลา, น้ำหนักของภาชนะ อุณหภูมิกระแสเป่าเปียง, อุณหภูมิกระแสเป่าแห้งของอากาศภายในห้องทดลอง

7. ขั้นตอนที่ 6 จะถูกทำซ้ำจากจนกระทั่ง วัสดุในภาชนะมีความชื้นเท่ากับ ความชื้นสมดุล (Equilibrium moisture content) นั่นคือ น้ำหนักของภาชนะจะมีค่า คงที่แม้ว่าจะทำการอบแห้งต่อไปอีกหลายชั่วโมง

8. นำวัสดุที่อบแห้งแล้วบางส่วนไปอบต่อในตู้อบที่อุณหภูมิ 85 °ซ ประมาณ 48 ชั่วโมง เพื่อที่จะหาน้ำหนักวัสดุแห้ง (bone dry solid)

4.2.3 ขั้นตอนการอบแห้ง วัสดุขึ้นหมา

4.2.3.1 กรณีของการอบแห้ง โดยไม่มีการผสมวัสดุและไม่มีการสลับทิศทาง ของลมร้อน

ขั้นตอนการอบแห้งมีดังนี้คือ

1. ทำการทดลอง เช่นเดียวกับข้อ 1-4 ในข้อ 4.2.2
2. นำภาชนะบรรจุไปยังน้ำหนักจากนั้น บรรจุวัสดุลงไปแล้ว นำไปยังน้ำหนักอีกครั้งหนึ่งให้น้ำหนักของวัสดุเท่ากันทุก ๆ ภาชนะ นำภาชนะที่บรรจุวัสดุแล้ว มาวางซ้อนและประกอบภาชนะแต่ละใบ เข้าด้วยกัน โดยให้หูเกี่ยวติดด้านข้างของภาชนะ
3. นำขึ้นภาชนะหย่อนลงในเครื่องอบแห้งแล้ว เริ่มจับเวลา อบแห้ง ขึ้นภาชนะจะถูกนำออกมาจากเครื่องอบแห้งที่ทุกช่วงเวลาที่กำหนดไว้แยกขึ้นภาชนะ ออกจากกันแล้ว ชั่งภาชนะแต่ละใบ ซ้อนและประกอบภาชนะเข้าด้วยกัน หย่อนขึ้นภาชนะ กลับลงไปในเครื่องอบแห้ง ขณะที่ตั้งขึ้นภาชนะออกมาจากเครื่องอบแห้งจะบันทึกเวลา น้ำหนัก ของภาชนะแต่ละใบ อุณหภูมิกระเปาะเปียก อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศภายในห้องทดลอง
4. ขั้นตอนที่ 3 จะถูกทำซ้ำจากจนกระทั่ง วัสดุในภาชนะ ทุกใบมีความชื้น เท่ากับความชื้นสมดุล (Equilibrium moisture content) นั่นคือ น้ำหนักของภาชนะแต่ละใบจะมีค่าคงที่แม้ว่าจะทำการอบแห้งต่อไปอีกหลายชั่วโมง
5. นำวัสดุที่อบแห้งแล้วบางส่วนไปอบต่อในตู้อบที่อุณหภูมิ 85 °ซ ประมาณ 48 ชั่วโมง (American society for testing and material, 1980) เพื่อที่จะหาน้ำหนักของ วัสดุแห้ง (bone dry solid)

4.2.3.2 กรณีของการอบแห้งโดยมีการผสมวัสดุเป็นครั้งคราว

1. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1-4 ในข้อ 4.2.2
2. นำภาชนะบรรจุไปยังน้ำหนักจากนั้น บรรจุวัสดุลงไป

แล้วนำไปชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่งให้น้ำหนักของวัสดุเท่ากันทุก ๆ ภาชนะ นำภาชนะที่บรรจุวัสดุแล้วมาวางซ้อนและประกอบภาชนะแต่ละใบเข้าด้วยกัน โดยใช้หูเกี่ยวติดด้านข้างของภาชนะ

3. นำชั้นภาชนะออกจากเครื่องอบแห้งเมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้ที่จะทำการผสมวัสดุ แยกชั้นภาชนะออกจากกันแล้วชั่งน้ำหนักภาชนะแต่ละใบเทวัสดุออกจากภาชนะบรรจุทุกใบลงไปลงในภาชนะที่ใช้ในการผสมวัสดุ ผสมวัสดุให้เข้ากันอย่างทั่วถึง แล้วบรรจุกลับเข้าไปในภาชนะบรรจุให้น้ำหนักวัสดุเท่า ๆ กันทุกภาชนะ

4. ชั้นตอนที่ 3 จะถูกทำซ้ำซ้ำที่ทุกช่วงเวลาที่กำหนดไว้จนกระทั่งวัสดุในภาชนะทุกใบมีความชื้นเท่ากับความชื้นสมดุล

5. นำวัสดุที่อบแห้งแล้วบางส่วนไปอบต่อในตู้อบที่อุณหภูมิ 85°ซ ประมาณ 48 ชั่วโมง เพื่อที่จะหาน้ำหนักของวัสดุแห้ง

4.2.3.3 กรณีอบแห้งโดยมีการสลับทิศทางลมร้อน

1. ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1-4 ในข้อ 4.2.2
2. นำภาชนะบรรจุไปยังน้ำหนักจากนั้น บรรจุวัสดุลงไป

แล้วนำไปชั่งน้ำหนักอีกครั้งหนึ่งให้น้ำหนักของวัสดุเท่ากันทุก ๆ ภาชนะ นำภาชนะที่บรรจุวัสดุแล้วมาวางซ้อนและประกอบภาชนะแต่ละใบเข้าด้วยกัน โดยใช้หูเกี่ยวติดด้านข้าง

3. ดึงชั้นภาชนะออกจากเครื่องอบแห้งเมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้ แยกชั้นภาชนะออกจากกันแล้วชั่งน้ำหนักภาชนะแต่ละใบ ซ้อนและประกอบภาชนะเข้าด้วยกันในลักษณะตรงข้ามกับที่เคยซ้อนกันก่อนหน้านี้เช่น ในกรณีที่มีภาชนะ 8 ใบ ถ้าลำดับในการซ้อนภาชนะก่อนหน้านี้มีลำดับเป็น 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 การซ้อนภาชนะก่อนจะนำกลับเข้าไปในเครื่องอบแห้งจะมีลำดับเป็น 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 และในทางกลับกันลำดับของการซ้อนภาชนะในช่วงต่อไปก็จะเป็น 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 สลับไปมาในแต่ละช่วงเวลาเช่นนี้เรื่อยไป

4. ขั้นตอนที่ 3 จะถูกทำซ้ำ ๆ ที่ทุกช่วงเวลาที่กำหนดไว้ จนกระทั่ง วัสดุในภาชนะทุกใบมีความชื้นเท่ากับความชื้นสัมพัทธ์

5. นำวัสดุที่อบแห้งแล้วส่วนหนึ่งไปอบต่อในตู้อบที่อุณหภูมิ 85 °C ประมาณ 48 ชั่วโมง เพื่อที่จะหาน้ำหนักของวัสดุแห้ง

อนึ่ง ในการทดลองอบแห้ง วัสดุชิ้นบาง ได้ทำการชั่งน้ำหนักทุกๆ 5 นาที โดยใช้เวลาในการชั่งน้ำหนักครั้งละประมาณ 1 นาที

ในการทดลองอบแห้ง วัสดุชิ้นหนา ในกรณีการอบแห้งแบบปกติใช้เวลาในการชั่งน้ำหนักชิ้นวัสดุครั้งละประมาณ 5 นาที กรณีผลัมวัสดุเป็นครั้งคราวใช้เวลาในการชั่งน้ำหนักและผลัมวัสดุครั้งละประมาณ 8 นาที กรณีล้สับทิศทางลมร้อนเป็นครั้งคราวใช้เวลาในการชั่งน้ำหนักชิ้นวัสดุครั้งละประมาณ 5 นาที

ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศที่แสดงไว้ในผลการทดลอง เป็นค่าความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดช่วงเวลาทำการทดลองแต่ละครั้ง จากผลการทดลองส่วนใหญ่พบว่า ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศในช่วงที่ทำการทดลองแต่ละครั้งเปลี่ยนแปลงไม่มาก แตกต่างจากค่าเฉลี่ยของความชื้นสัมพัทธ์ไม่เกิน $\pm 1\%$

4.3 ผลการทดลองอบแห้งชิ้นมันสำปะหลัง

รูปที่ 4.2 - 4.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นของชิ้นมันสำปะหลัง (หนา 5 ซม.) กับเวลาอบแห้งภายใต้เงื่อนไขการทดลอง (ความเร็วลม, อุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ที่ทางเข้าของลมร้อน) ต่าง ๆ ส่วนรูปที่ 4.7-4.9 แสดงการกระจายความชื้นภายในชิ้นมันสำปะหลัง (หนา 40 ซม.) สำหรับกรณีปกติ (ไม่มีการล้สับทิศทางของลมร้อนหรือผลัมวัสดุเป็นครั้งคราว) กรณีที่ผลัมวัสดุอบแห้งทุก ๆ 150 นาที และกรณีที่ล้สับทิศทางของลมร้อนทุก ๆ 30 นาที ตามลำดับ

4.4 อิทธิพลของอุณหภูมิและความเร็วของลมร้อนต่ออัตราการอบแห้งของชิ้นมันสำปะหลัง

รูปที่ 4.2-4.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้นกับเวลาของการอบแห้งที่อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์และความเร็วลมต่าง ๆ กันสำหรับชิ้นมันสำปะหลังหนา 5 ซม. เส้นกราฟใน รูปที่ 4.2-4.5 สามารถใช้คำนวณหาเส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งได้โดยการอ่านค่า ของความชื้นซึ่งก็คืออัตราการอบแห้งของวัสดุที่จุดต่าง ๆ ของเส้นกราฟ เมื่อนำค่าของอัตรา การอบแห้งมาพลอตกับความชื้นก็จะได้เส้นกราฟลักษณะเฉพาะของการอบแห้งดังในรูปที่ 4.10- 4.13

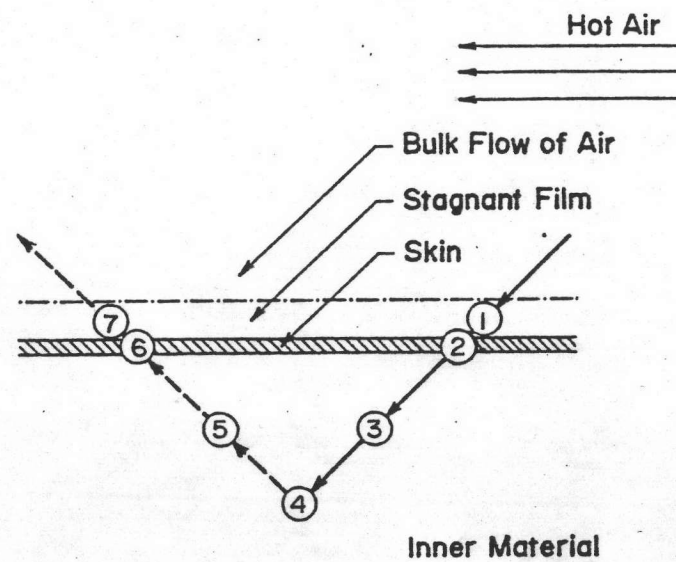
จากรูปที่ 4.10-4.13 จะเห็นได้ว่าทั้งอุณหภูมิและความเร็วของลมร้อนมีอิทธิพล สำคัญต่ออัตราการอบแห้งภายใต้เงื่อนไขอุณหภูมิ และความเร็วลมที่ศึกษา

4.4.1 อิทธิพลของอุณหภูมิต่ออัตราการอบแห้ง

รูปที่ 4.10 และ 4.11 แสดงให้เห็นว่าอัตราการอบแห้งมีค่าสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิของลมร้อนสูงขึ้น การที่เป็นเช่นนี้ก็เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิของลมร้อนมีค่าสูงขึ้น การถ่ายเทความร้อนโดยการนำและการถ่ายเทมวลโดยการแพร่ภายในชิ้นวัสดุจะมีค่ามากขึ้น ผลก็คือน้ำที่ผิวของวัสดุระเหยออกไปได้เร็วขึ้นในขณะเดียวกันเมื่ออุณหภูมิของลมร้อนสูงขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำจะมีค่าสูงขึ้นด้วย ดังนั้นการแพร่ของน้ำภายในของวัสดุไป แทนที่น้ำที่ระเหยออกจากผิวจึงเกิดได้รวดเร็วขึ้นด้วย ด้วยเหตุนี้อัตราการอบแห้งมีค่ามากขึ้น เมื่อลมร้อนมีอุณหภูมิสูงขึ้นจาก 50°C เป็น 70°C

4.4.2 อิทธิพลของความเร็วมต่ออัตราการอบแห้ง

อิทธิพลของความเร็วมต่ออัตราการอบแห้งอธิบายได้โดยการพิจารณา
รูปข้างล่างนี้ ซึ่งแสดงขั้นตอนการถ่ายเทความร้อนจากลมร้อนเข้าไปภายในวัสดุเพื่อระเหย
น้ำภายในและการถ่ายเทมวลจากภายในวัสดุออกมาภายนอกขณะทำการอบแห้งและแสดง
ความต้านทานต่างๆ ที่เกิดขึ้นต่อการถ่ายเทความร้อนและมวล



LEGEND

- ① Film Heat Transfer Resistance
- ② Skin Heat Transfer Resistance
- ③ Internal Heat Transfer Resistance
- ④ Evaporation of Water Content
- ⑤ Internal Mass Transfer Resistance
- ⑥ Skin Mass Transfer Resistance
- ⑦ Film Mass Transfer Resistance

จากรูปนี้ความร้อนจากลมร้อนจะถ่ายเทเข้าไป ภายในวัสดุโดยผ่านความต้านทานของฟิล์ม (Film resistance) และของภายใน (Internal resistance) วัสดุตามลำดับ เมื่อความร้อนถ่ายเทเข้าไปภายในวัสดุนี้ภายในวัสดุจะรับความร้อนและเกิดการระเหยมวลของน้ำที่ระเหยจะถ่ายเทออกสู่ภายนอกวัสดุโดยผ่านความต้านทานภายในวัสดุและของฟิล์มตามลำดับ

เมื่อความเร็วของลมร้อนมีค่าสูงขึ้น ความหนาของฟิล์มขอบเขต (Boundary film Thickness) รอบผิววัสดุจะมีค่าลดลง เป็นผลให้ความต้านทานต่อการถ่ายเทความร้อนของฟิล์มมีค่าลดลง อนึ่ง ความต้านทานรวมของการถ่ายเทความร้อนจะมีค่าเท่ากับผลบวกของความต้านทานการถ่ายเทความร้อนของฟิล์มและของภายในวัสดุ ซึ่งต่ออนุกรมกัน ดังนั้นอิทธิพลของความเร็วลมที่มีต่ออัตราการอบแห้งจะขึ้นอยู่กับขนาดสัมพัทธ์ (Relative magnitude) ของความต้านทานทั้งสองนี้

จากรูป 4.12 และ 4.13 แสดงให้เห็นว่าอัตราการอบแห้งมีค่าสูงขึ้นอย่างเด่นชัด เมื่อความเร็วลมสูงขึ้น เฉพาะในช่วงแรกของการอบแห้ง ทั้งนี้เป็นเพราะในช่วงแรกชั้นมันส์ปะหลังที่หืนมาใหม่ๆ จะยังมีน้ำอยู่ที่ผิวและในเนื้อวัสดุใกล้เคียง ดังนั้นที่การอบแห้งในช่วงนี้ ความต้านทานการถ่ายเทความร้อนที่ผิว วัสดุจะมีขนาดโตกว่าความต้านทานภายในวัสดุและเป็นปัจจัยที่ควบคุมอัตราการอบแห้ง ด้วยเหตุนี้การเพิ่มความเร็วของลมร้อนซึ่งมีผลโดยตรงต่อการลดความต้านทานการถ่ายเทความร้อนของฟิล์มจึงทำให้อัตราการอบแห้งสูงขึ้นอย่างเด่นชัด

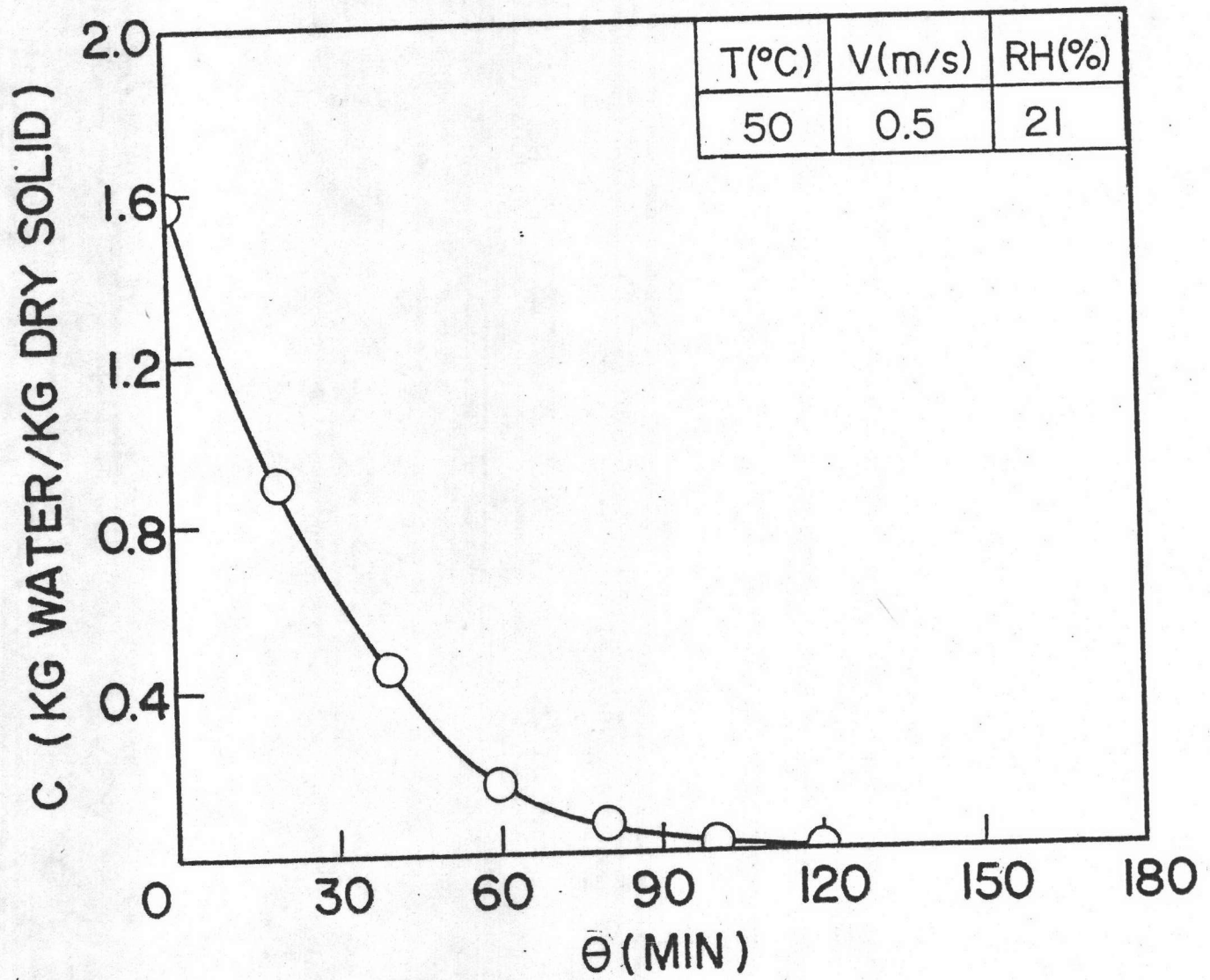
แต่ในช่วงหลังของการอบแห้งความชื้นที่ระเหยทั้งหมดจะมาจากส่วนลึกภายในเนื้อวัสดุ ดังนั้นอัตราการแพร่ของน้ำ ภายในวัสดุออกมาที่ผิวซึ่งแสดงออกโดยค่าความต้านทานภายในจึงเป็นปัจจัยที่ควบคุมอัตราการอบแห้ง ดังนั้นการเพิ่มความเร็วลมจึงมีผลน้อยมากต่ออัตราการอบแห้ง

4.5 การทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองคณิตศาสตร์

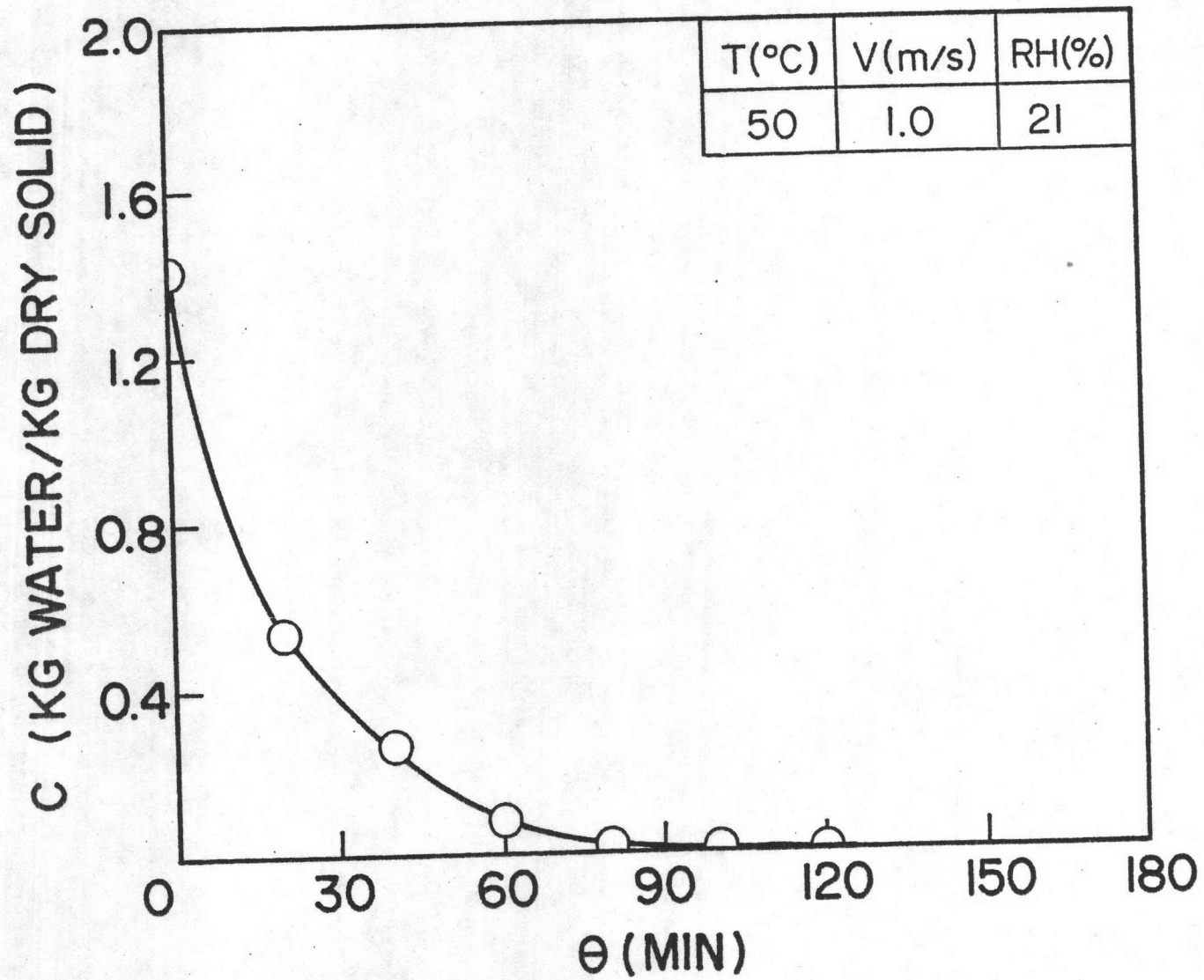
4.5.1 การคำนวณการกระจายความชื้นในชั้นวัสดุในเครื่องอบแห้งแบบไหลผ่าน

ก่อนที่จะทำการคำนวณการกระจายความชื้นของชั้นวัสดุหนาในเครื่องอบแห้งแบบไหลผ่าน เราจะต้องทราบเส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นวัสดุบาง โดยการทดลอง รูปที่ 4.6 แสดงการเปลี่ยนแปลงของความชื้นกับเวลาเมื่อคำนวณหาเส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งโดยใช้เส้นกราฟในรูปนี้ เราจะได้ผลดังแสดงในรูปที่ 4.14 สิ่งสำคัญคือเงื่อนไขของเส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งจะต้องตรงกับเงื่อนไขที่จะใช้ในการอบแห้งวัสดุชั้นหนาในตารางที่ 4.1 ด้วย

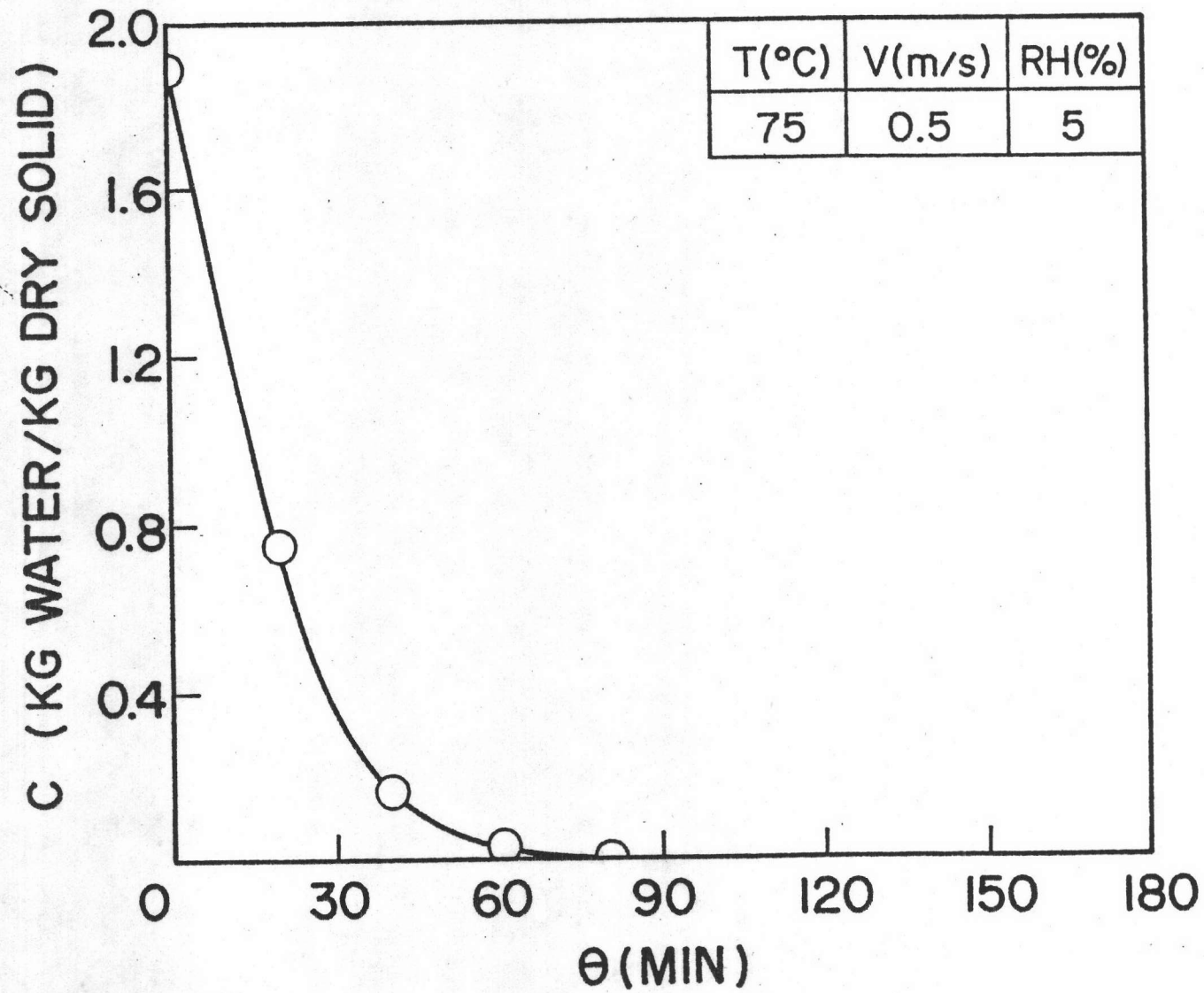




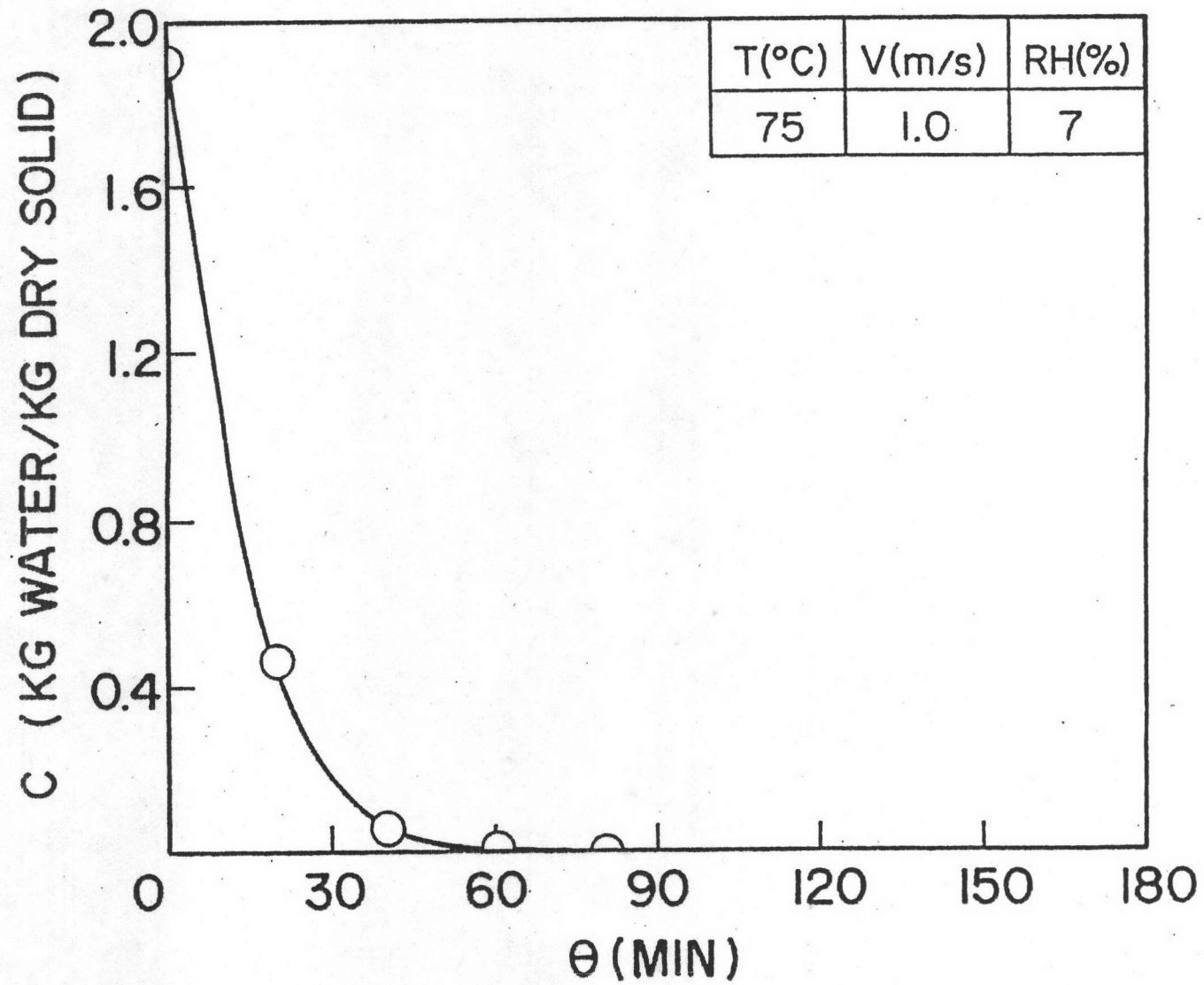
รูปที่ 4.2 การเปลี่ยนแปลงความชื้นกับเวลาสำหรับการอบแห้งชิ้นไม้สไลป์หลัง (หนา 5 ซม)



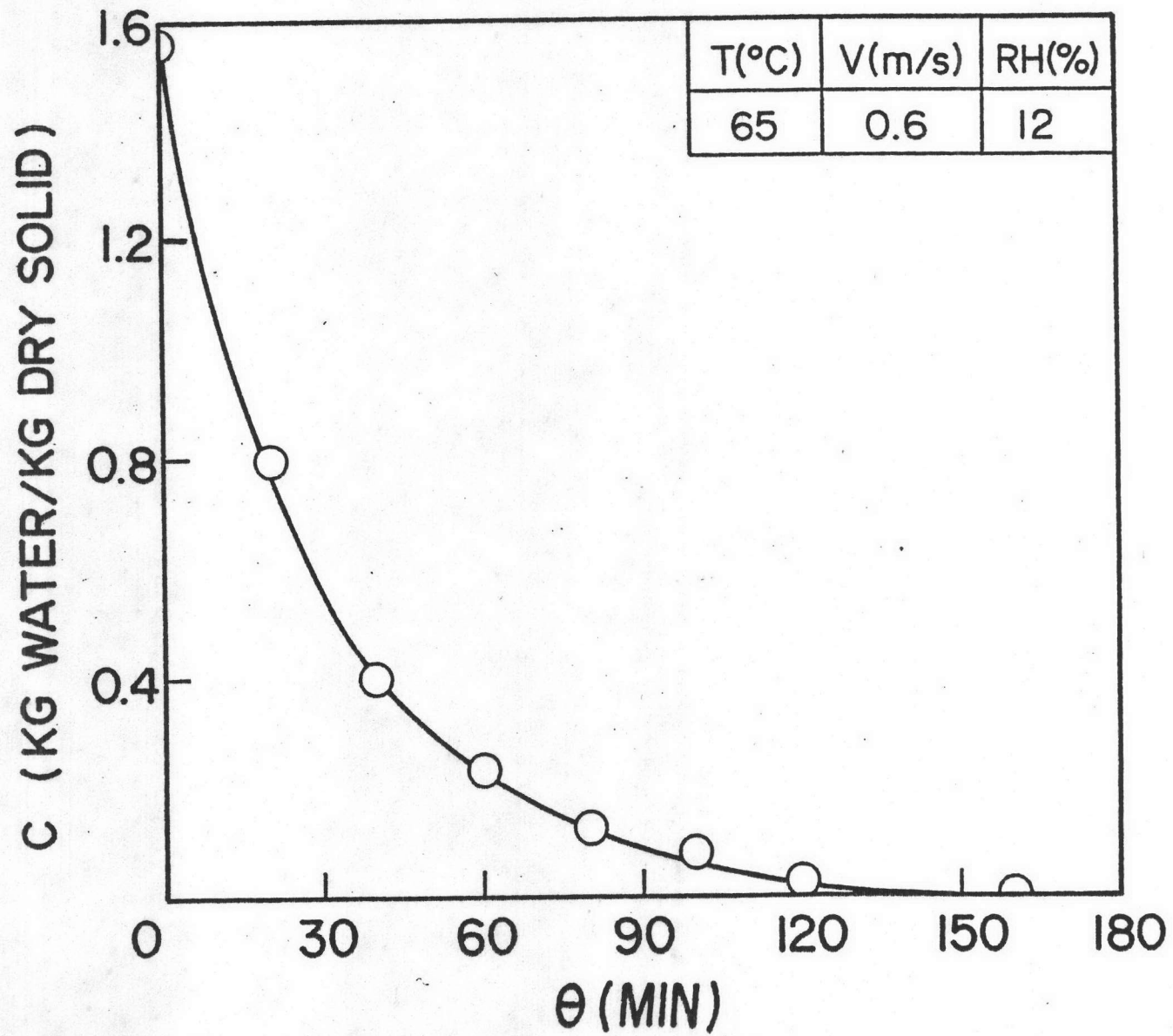
รูปที่ 4.3 การเปลี่ยนแปลงความชื้นกับเวลาสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง (หนา 5 ซม.)



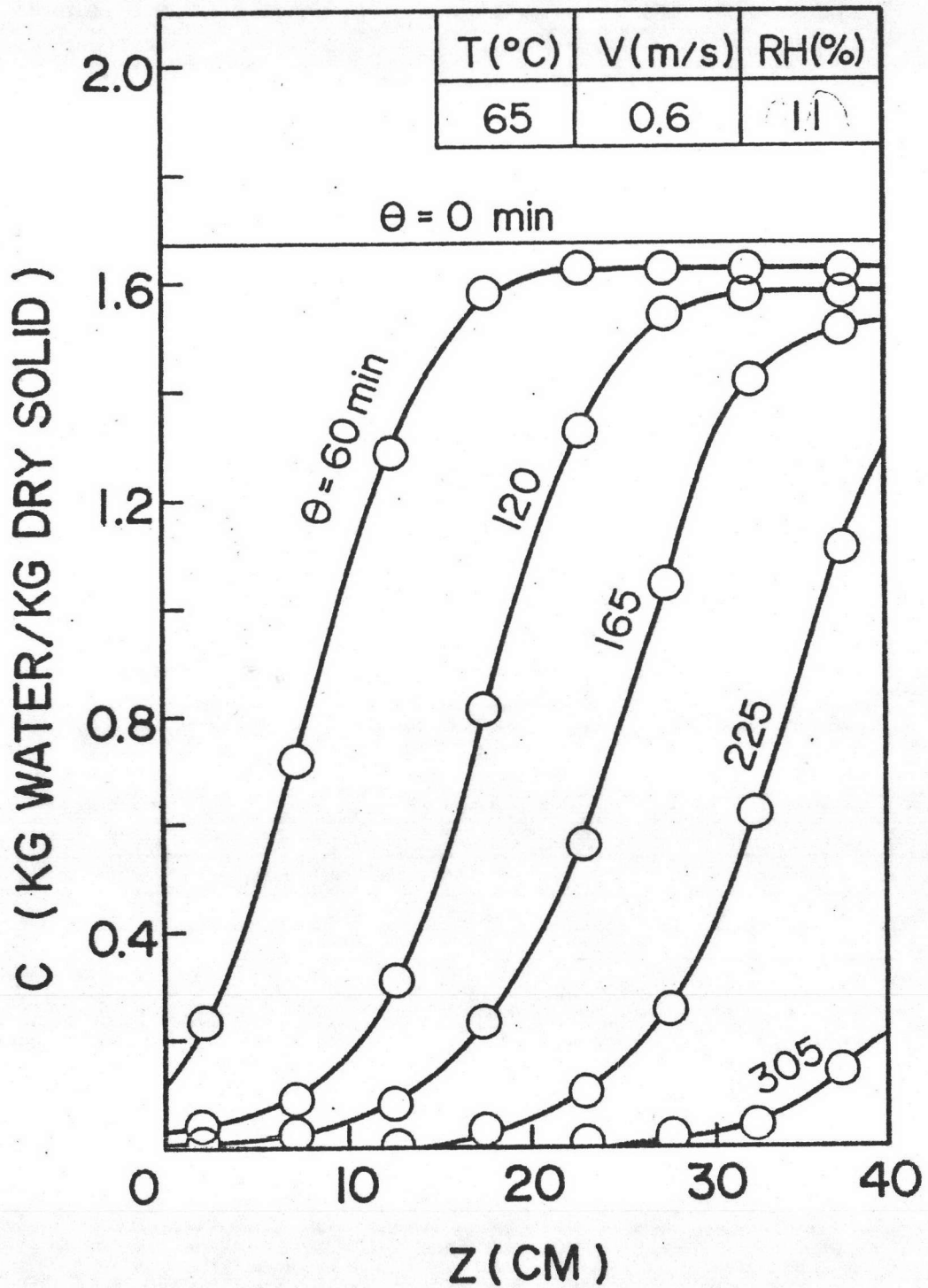
รูปที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงความชื้นกับเวลาสำหรับการอบแห้งชิ้นงานสี่ปะหลัง (หนา 5 ซม)



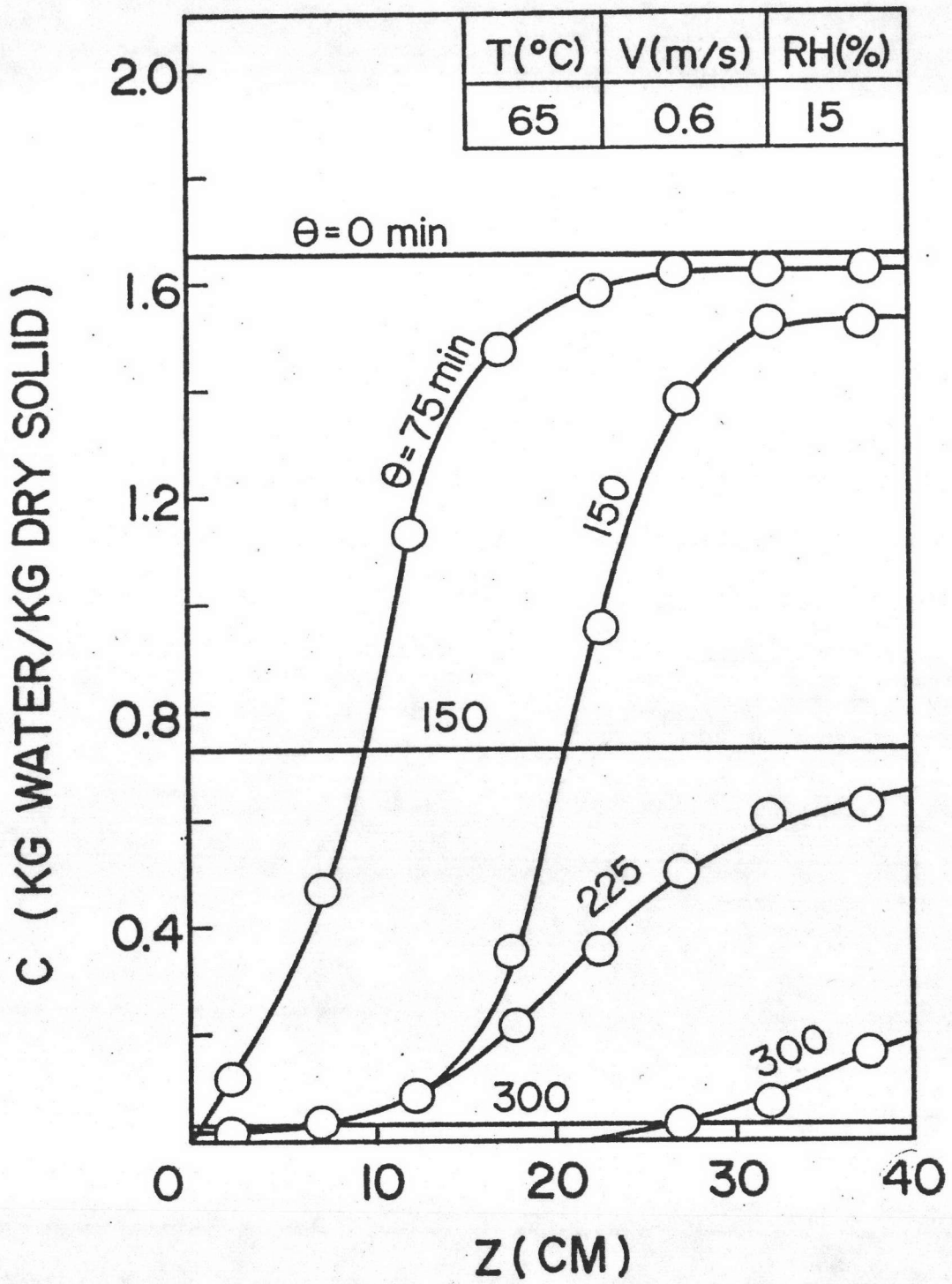
รูปที่ 4.5 การเปลี่ยนแปลงความชื้นกับเวลาสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง (หนา 5 ซม)



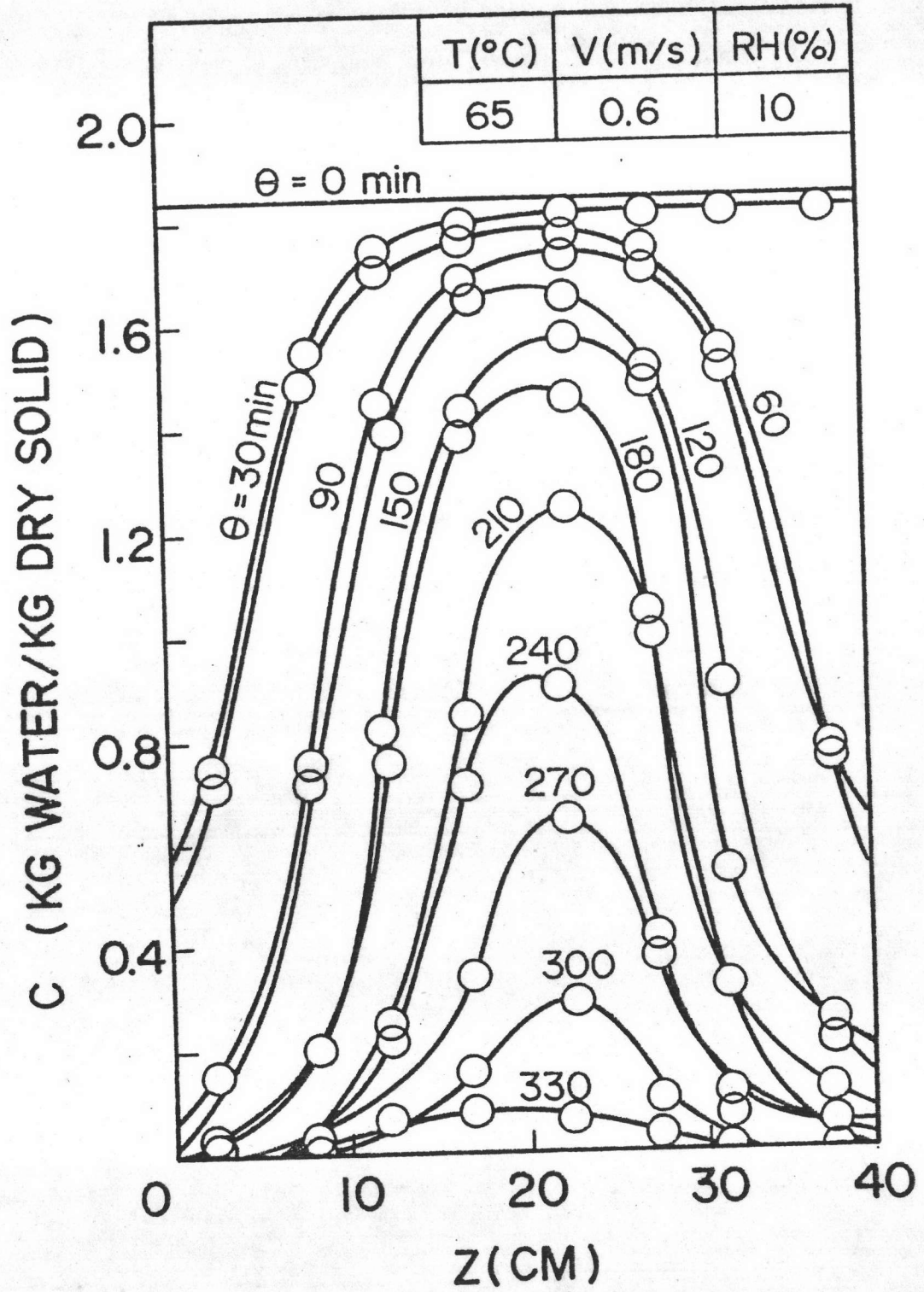
รูปที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงความชื้นกับเวลาสำหรับการอบแห้งชิ้นมันสำปะหลัง (หนา 5 ซม)



รูปที่ 4.7 การกระจายความชื้นภายในชั้นวัสดุกับเวลาสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง
หนา 40 ซม. (กรณีปกติ)

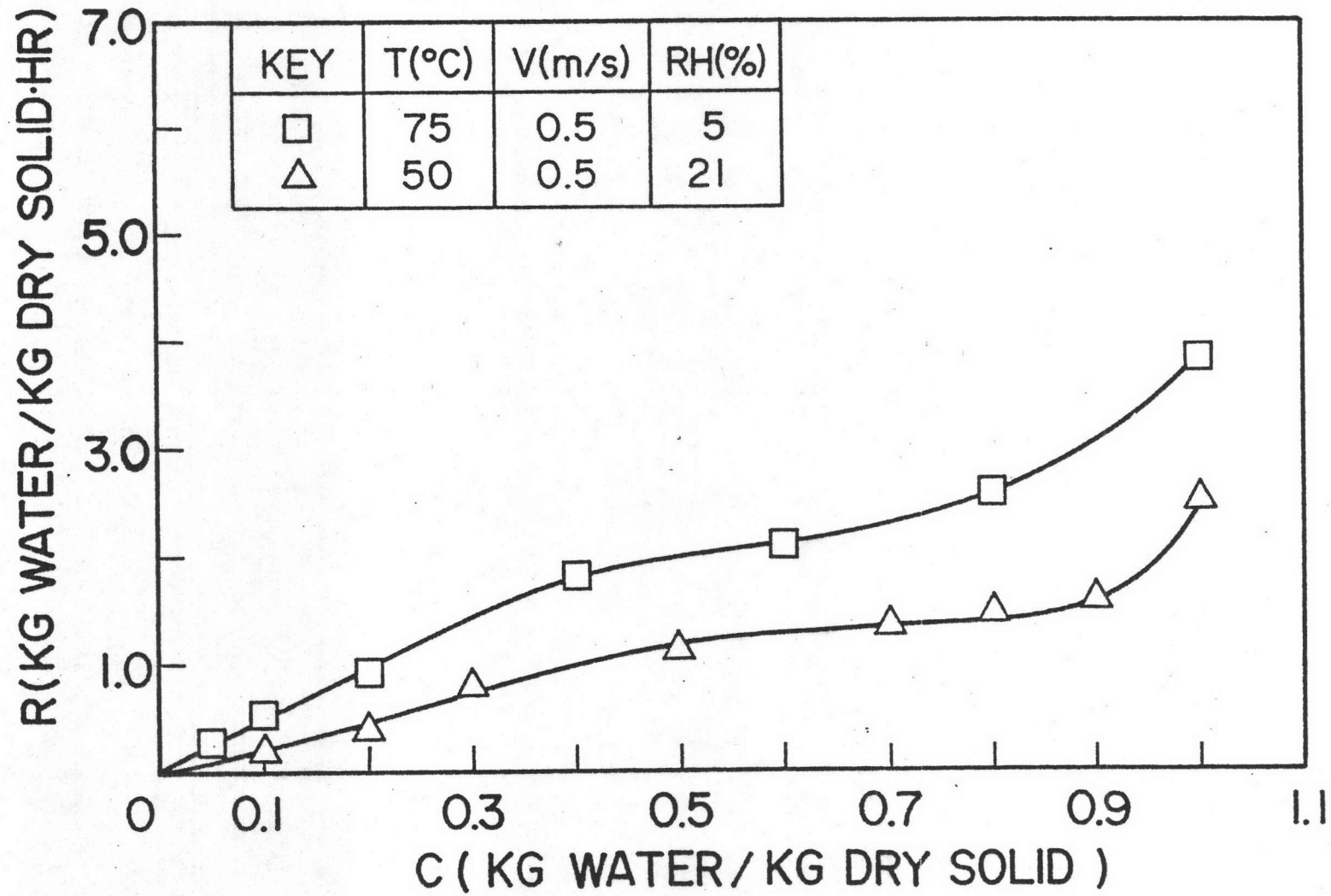


รูปที่ 4.8 การกระจายความชื้นภายในชั้นวัสดุกับเวลาสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีผลมวัสดุทุก ๆ 150 นาที)

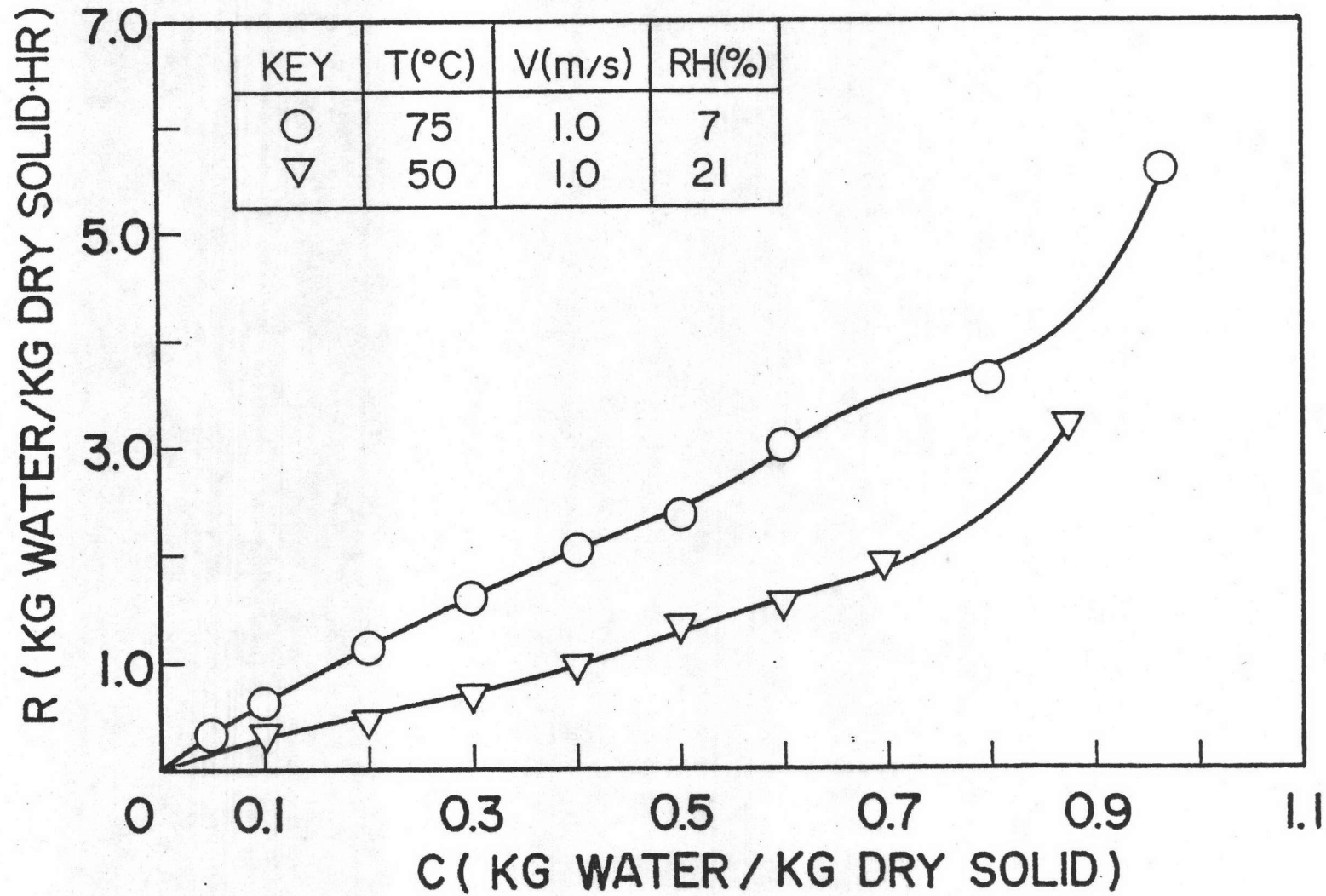


รูปที่ 4.9 การกระจายความชื้นภายในชั้นวัสดุกับเวลาสำหรับการอบแห้งชั้นไม้สไลป์หลังจาก
หนา 40 ซม (กรณีลัดสับทิศทางลมร้อนทุก ๆ 30 นาที)

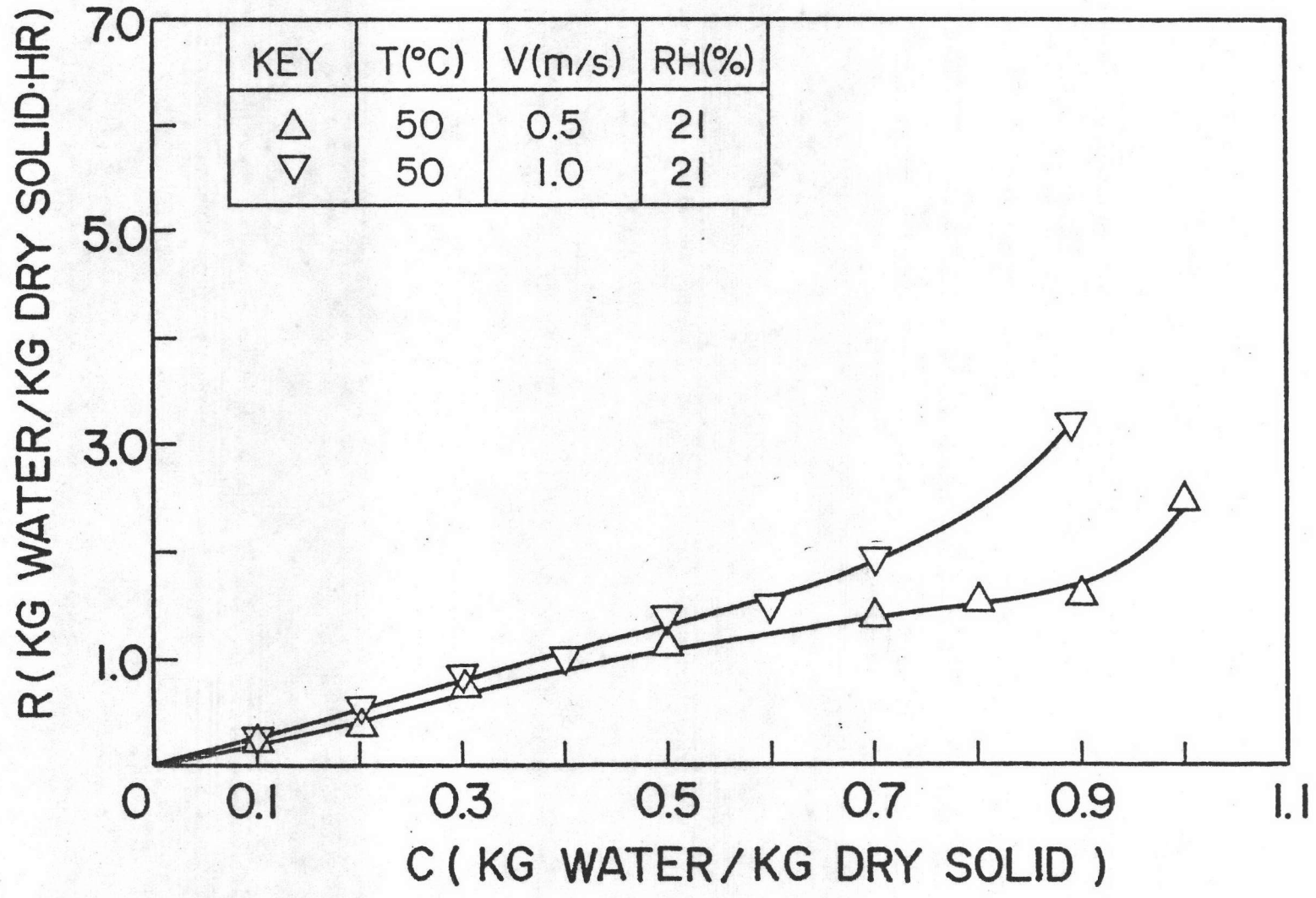




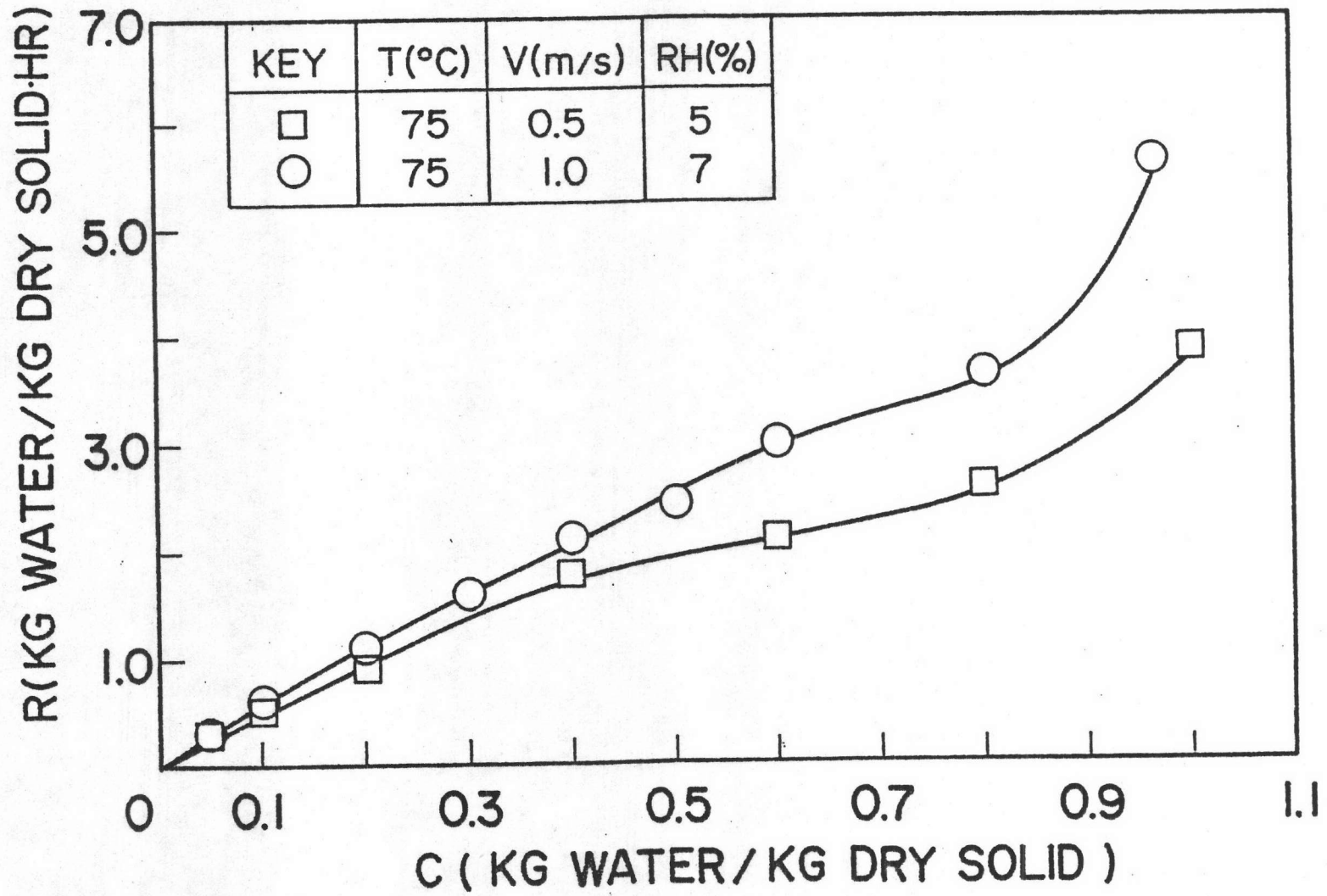
รูปที่ 4.10 อัตราการอบแห้งกับความชื้นที่ 50 °ซ และ 70 °ซ สำหรับมันสำปะหลัง



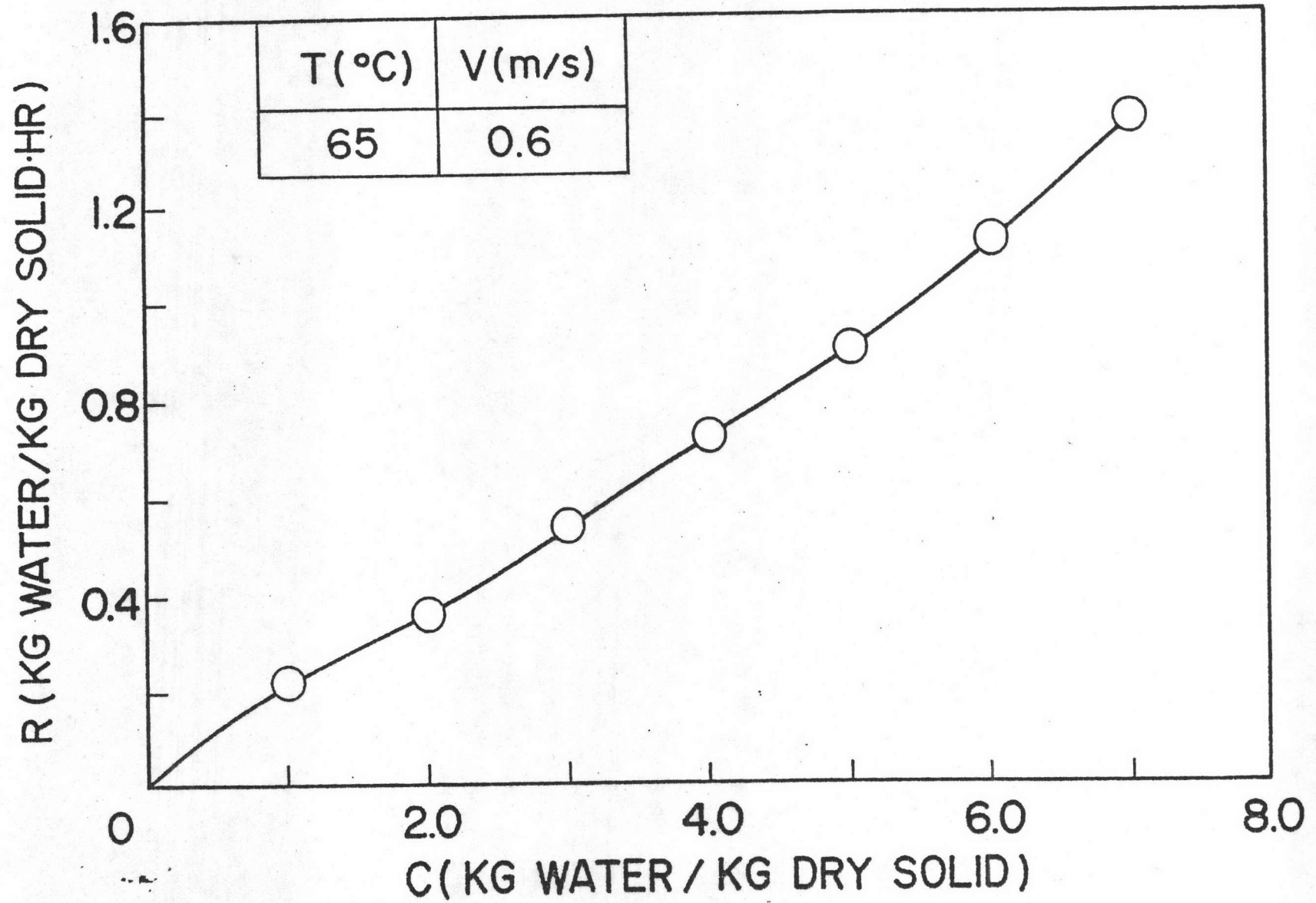
รูปที่ 4.11 อัตราการอบแห้งกับความชื้นที่ 50°ซ และ 70°ซ สำหรับมันสำปะหลัง



รูปที่ 4.12 อัตราการอบแห้งกับความชื้นที่ความเร็วลมต่าง ๆ สำหรับมันสำปะหลัง



รูปที่ 4.13 อัตราการอบแห้งกับความชื้นที่ความเร็วลมต่าง ๆ กันสำหรับมันสำปะหลัง



รูปที่ 4.14 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 5 ซม

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบที่เข้าในการอบแห้งกับลักษณะสมบัติของชั้นมันสำปะหลัง

ความเร็วของลมร้อน	0.6 ม/วินาที
อุณหภูมิของลมร้อน	65 °ซ
ความชื้นของลมร้อน (H)	0.018 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง
อัตราส่วนว่างของชั้นวัสดุ (ϵ)	0.768
ความหนาแน่นของมันสำปะหลังแห้งสนิท	924 กก/ลบ.ม.
เส้นผ่าศูนย์กลางของชั้นมันสำปะหลัง (D_p)	0.409×10^{-2} ม.
ความชื้นสัมพัทธ์ของชั้นมันสำปะหลัง (c_c)	0.00 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง

เนื่องจากเส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งมันสำปะหลังไม่มีช่วงอัตราเร็วของการอบแห้งที่ความเร็วคงที่ ดังนั้นเราจึงไม่สามารถหาค่าของความชื้นวิกฤต, c_c , ของมันสำปะหลังโดยตรงจากการทดลองได้และมีความจำเป็นต้องกำหนดค่าของ c_c โดยวิธีที่ทำให้ผลรวมของผลต่างยกกำลังสองมีค่าน้อยที่สุด (Least square method)

นั่นคือ เรากำหนดให้

$$S(c_c) = \sum_{i=1}^n \left\{ R_{\text{exp}}(c_i) - R_{\text{theo}}(c_i) \right\}^2$$

โดยที่ $R_{\text{exp}}(c_i)$ คืออัตราการอบแห้งจากการทดลองที่ความชื้น c_i
 $R_{\text{theo}}(c_i)$ คืออัตราการอบแห้งจากทฤษฎีที่ความชื้น c_i
 n คือจำนวนจุดที่ทดลองหาค่าของ R_{exp}

อนุพันธ์ของ R_{theo} คำนวณได้จาก

$$R_{\text{theo}} = -\frac{dw}{d\theta} = -\frac{ka}{(1-\epsilon)\rho_s} \frac{dw}{d\tau}$$

โดยที่ $\frac{dw}{dT}$ คือค่าที่คำนวณได้จากสมการ (3.33) ส่วนค่าของ ka หาได้จากการคูณค่าของ k และ a สำหรับกรณีขึ้นวัสดุหนึ่งของวัสดุทรงกลม

$$\frac{k}{G} = 2.566 (\text{Rep})^{-0.51} ; \text{Rep} < 350$$

$$\frac{k}{G} = 1.393 (\text{Rep})^{-0.41} ; \text{Rep} > 350 \text{ Toei(1967)}$$

$$a = 6(1-\epsilon)/Dp$$

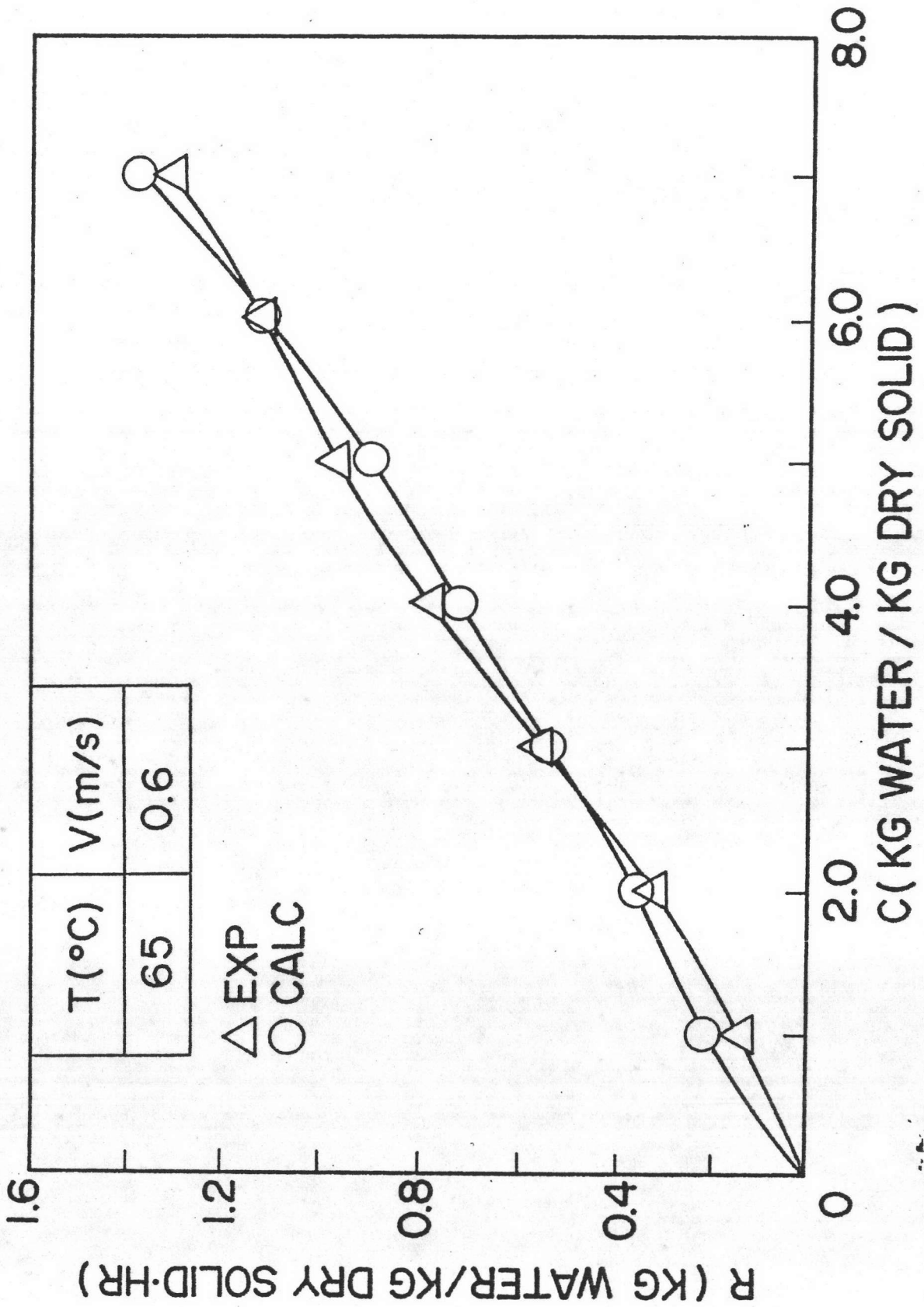
$$\text{Rep} = \text{GDP}/\mu$$

สรุปแล้วค่าที่ถูกต้องของ c_c คือค่าที่ทำให้ฟังก์ชัน $S(c_c)$ มีค่าน้อยที่สุดนั่นเอง

ตารางที่ 4.2 แสดงค่า c_c ที่หาได้โดยวิธีดังกล่าวข้างต้น เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งเชิงทฤษฎีที่ได้จากการใช้ c_c ดังกล่าวมีแสดงเปรียบเทียบกับผลของการทดลองในรูปที่ 4.15 อนึ่งขั้นตอนการคำนวณค่า R_{theo} มีแสดงไว้ในภาคผนวก ง

ตารางที่ 4.2 ค่า c_c ที่หาได้และการเปรียบเทียบอัตราการอบแห้งที่ได้จากการคำนวณโดยใช้ค่า c_c ดังกล่าวกับผลการทดลอง c_c ที่เหมาะสม = 3.85 กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง
 $S(c_c) = 0.04747$

เวลา (ชม.)	อัตราการอบแห้ง (กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง ชม.)	
	จากการทดลอง	จากการคำนวณ
0.000	1.624	1.537
0.117	1.382	1.310
0.183	1.095	1.183
0.283	0.899	0.998
0.400	0.708	0.799
0.567	0.539	0.562
0.800	0.360	0.325
1.133	0.224	0.138



รูปที่ 4.15 การเปรียบเทียบเส้นลักษณะเฉพาะเชิงทฤษฎีกับผลการทดลองของแห้งขึ้นมันสำปะหลังหว่าน 5 ชั้น

รูปที่ 4.16 แสดงผลการคำนวณการกระจายความชื้นภายในชั้นมันสำปะหลัง (หนา 40 ซม.) ที่เวลาต่าง ๆ กัน โดยเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลอง สมการที่ใช้ในการคำนวณคือ สมการ (3.30)

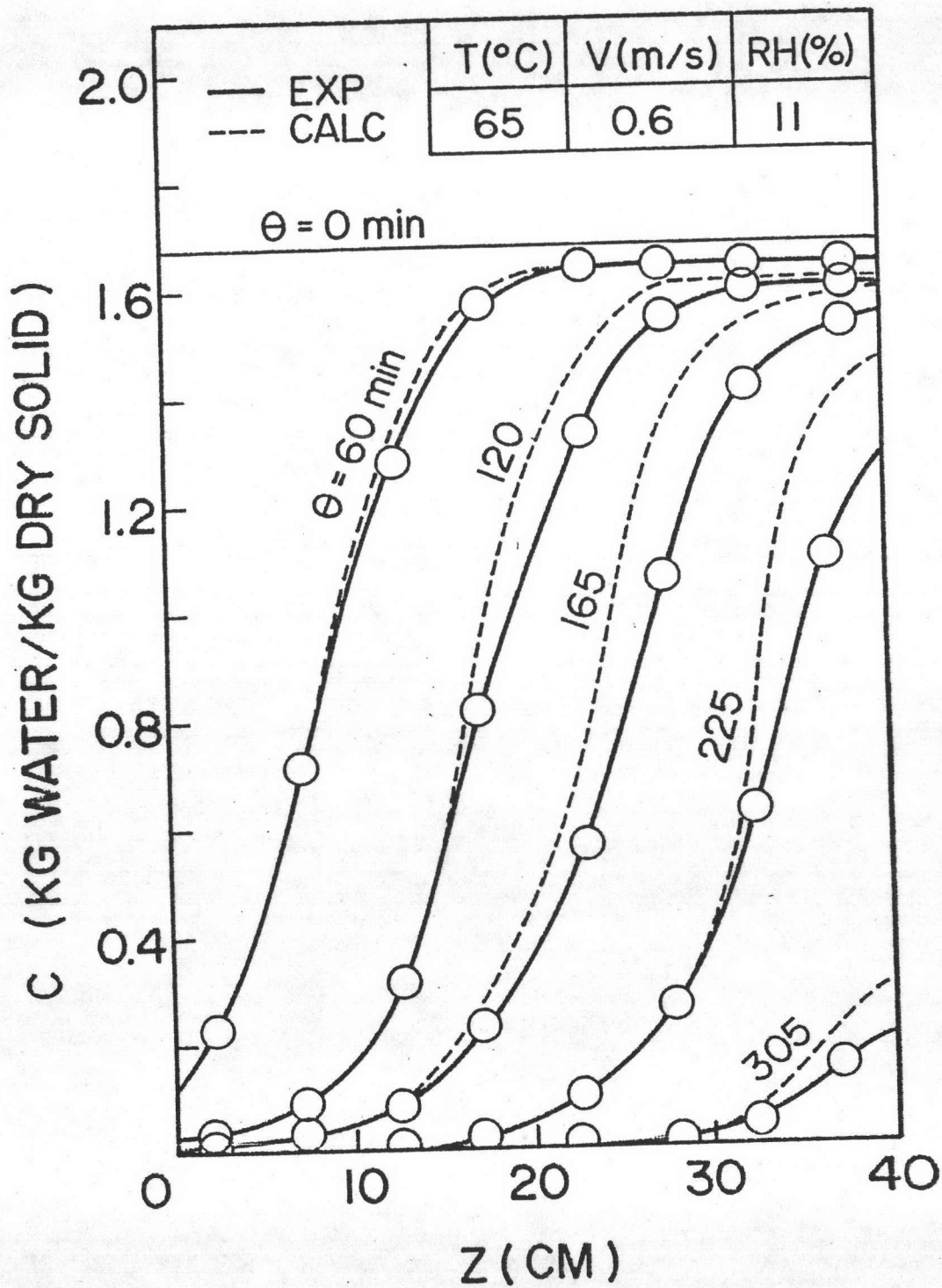
$$\phi(\xi, \tau) = \frac{\phi_0 \xi^{\phi_0 \xi}}{\left\{ \begin{array}{l} \pi_0 \tau \\ \xi^{\pi_0 \tau} + (\xi^{\phi_0 \xi} - 1) \end{array} \right\}}$$

รูปที่ 4.17 แสดงผลการคำนวณการกระจายความชื้นภายในชั้นมันสำปะหลัง (หนา 40 ซม.) และความชื้นเฉลี่ยของชั้นวัสดุที่เวลาต่าง ๆ กัน ในกรณีที่มีการผลมั่วสั่วอย่างสมบูรณ์ทุก ๆ 150 นาที โดยเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลอง สมการที่ใช้ในการคำนวณการกระจายความชื้นคือสมการ (3.30) ส่วนสมการที่ใช้ในการคำนวณความชื้นเฉลี่ยคือ สมการ (3.32)

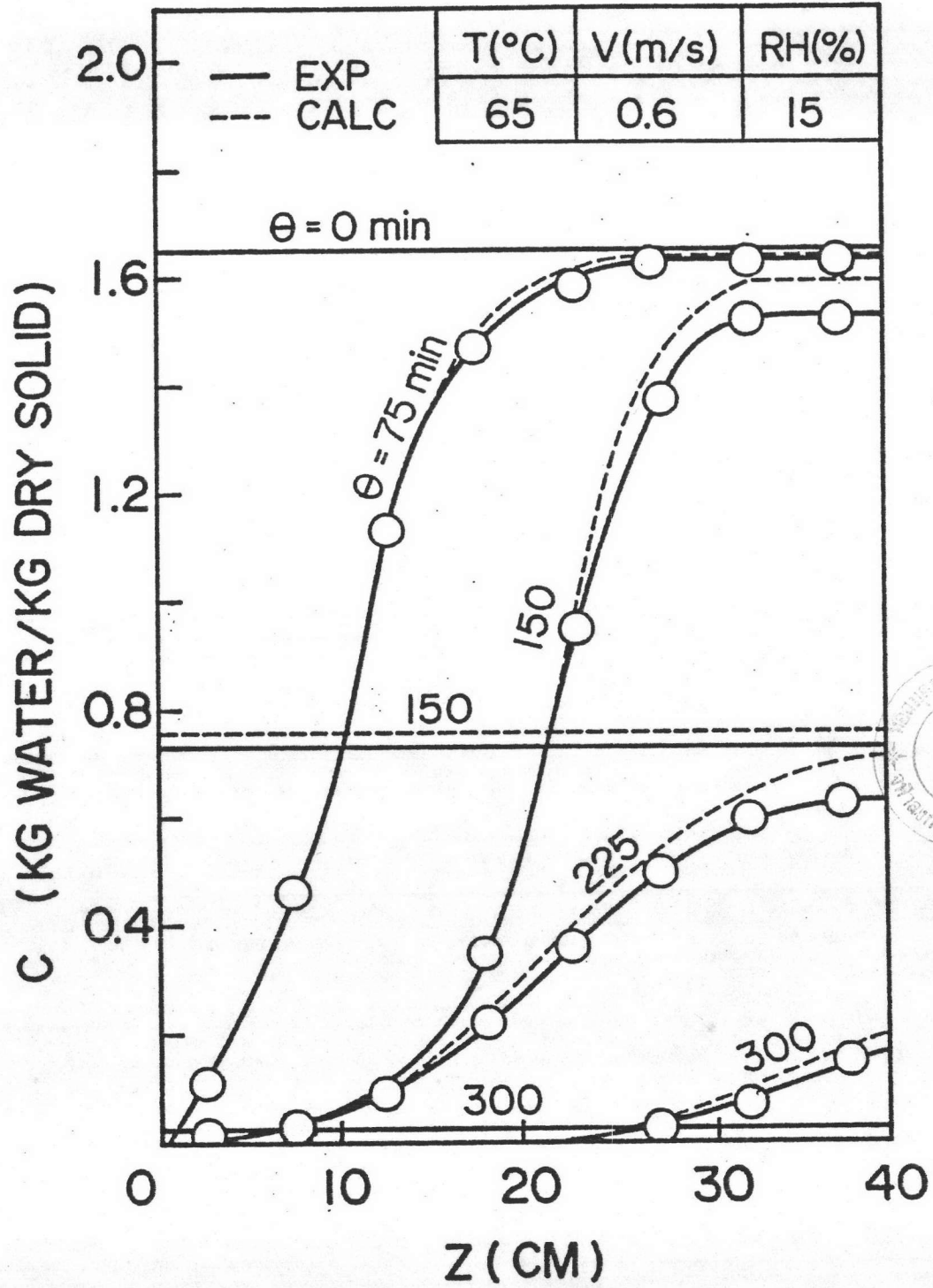
$$\omega(\tau) = \frac{1}{\xi_L} \left\{ \phi_0 \xi_L + \ln \frac{\phi_0 \xi^{-\pi_0 \tau} + \phi_0 - \phi_0 \xi^{-\pi_0 \tau} \xi^{-\phi_0 \xi_L}}{\phi_0} \right\}$$

รูปที่ 4.18 และ 4.19 แยกแสดงผลการคำนวณการกระจายความชื้นภายในชั้นมันสำปะหลัง (หนา 40 ซม.) ที่เวลาต่าง ๆ กัน ในกรณีที่มีการสลับทิศทางลมทุก ๆ 30 นาที โดยเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการทดลอง รูปที่ 4.18 แสดงการกระจายความชื้นเฉพาะในเวลาที่มีลมร้อนไหลเข้าทางด้านล่างของชั้นวัสดุ ส่วนรูปที่ 4.19 แสดงการกระจายความชื้นเฉพาะในเวลาที่มีลมร้อนไหลเข้าทางด้านบนของชั้นวัสดุ สมการที่ใช้ในการคำนวณคือ สมการ (3.29)

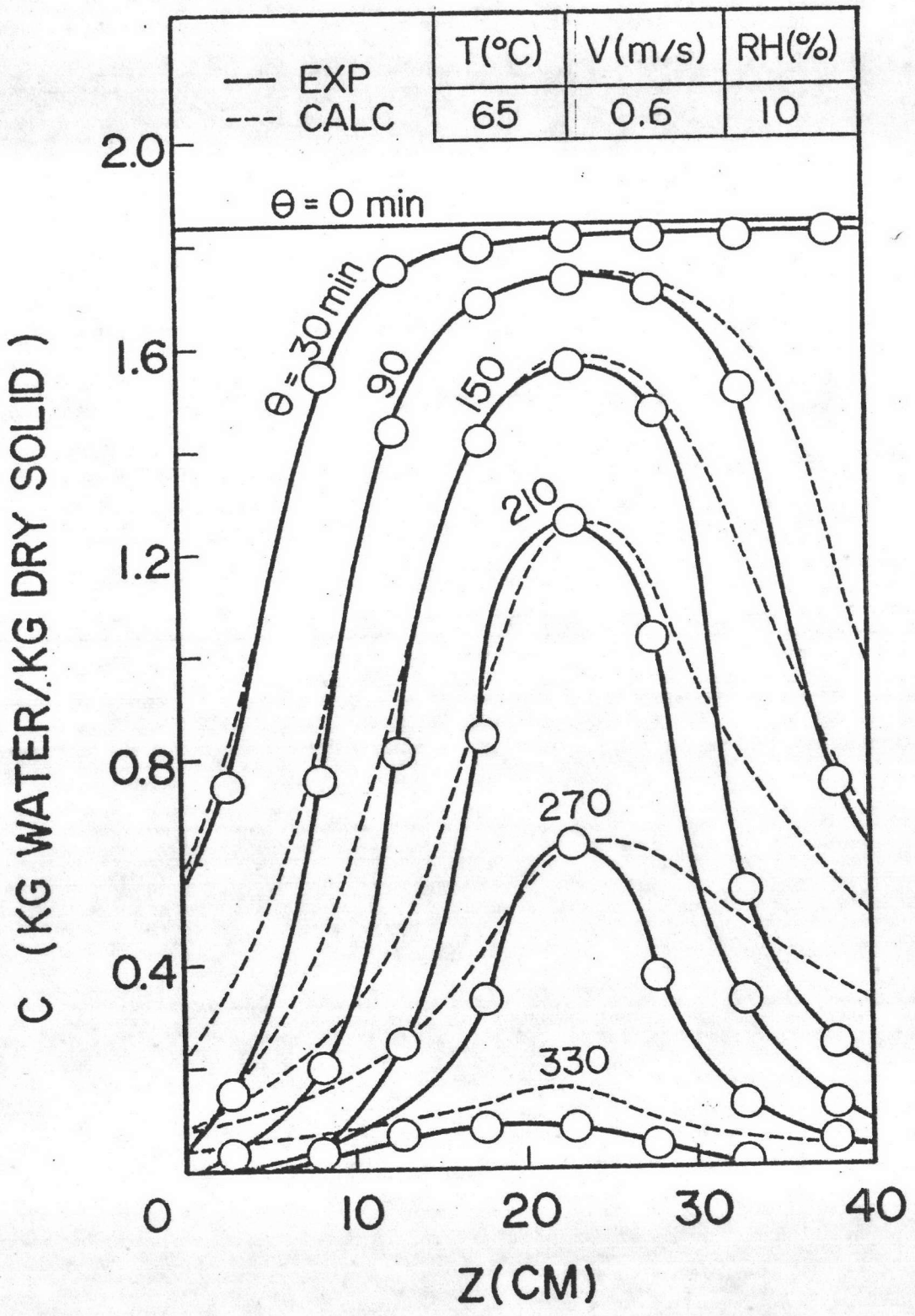
$$\phi(\xi, \tau) = \frac{\int_0^{\xi} p(\eta) d\eta}{\frac{1}{\phi_{i0}} \xi^{\pi_0 \tau} + \int_0^{\xi} \int_0^{\eta} p(\beta) d\eta}$$



รูปที่ 4.16 ผลการคำนวณกับผลการทดลองหาการกระจายความชื้นในชั้นวัสดุกับเวลา สำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม. (กรณีปกติ)

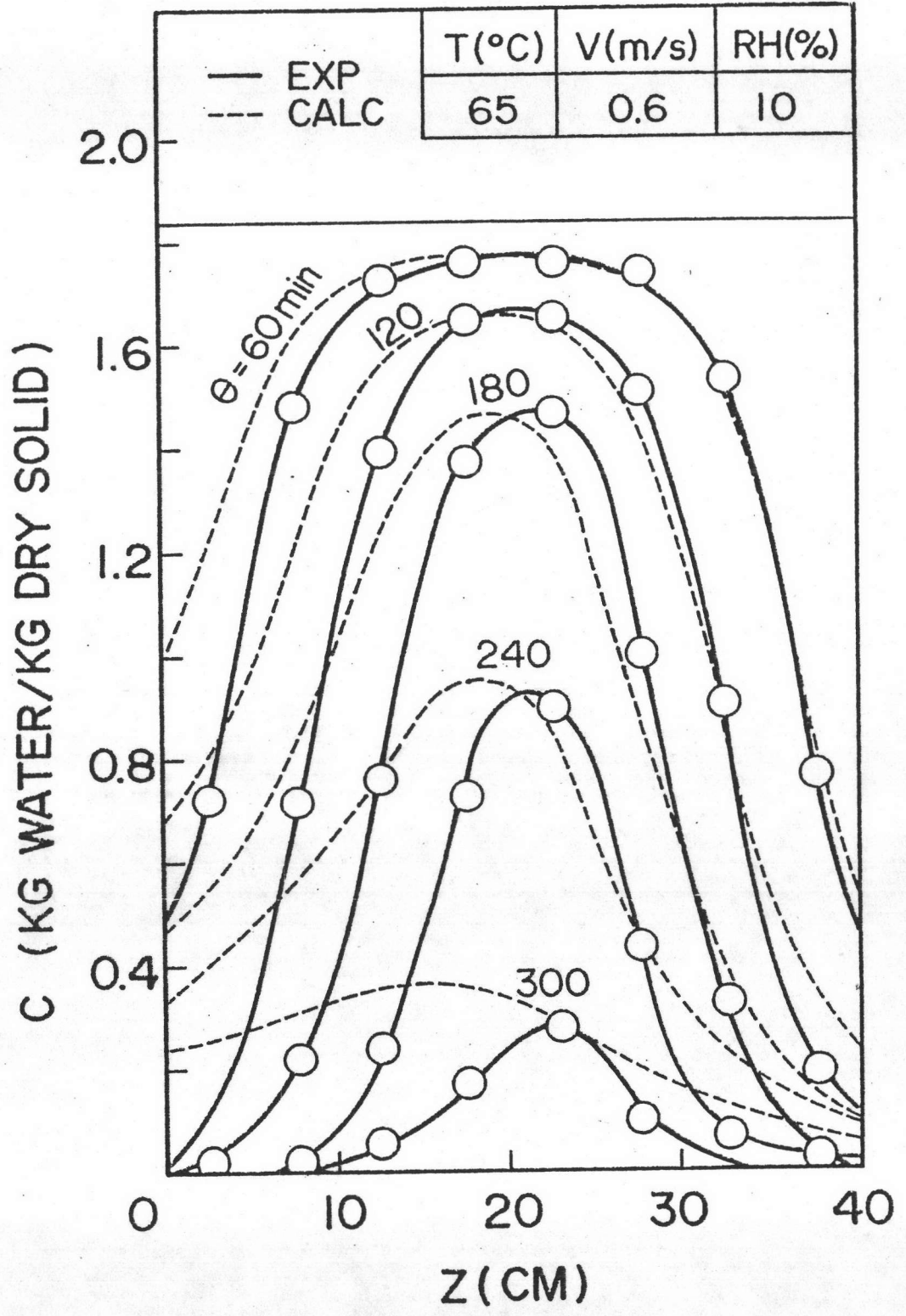


รูปที่ 4.17 ผลการคำนวณกับผลการทดลองหาการกระจายความชื้นในชั้นวัสดุกับเวลา สำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม. (กรณีผลมวัสดุทุก ๆ 150 นาที)

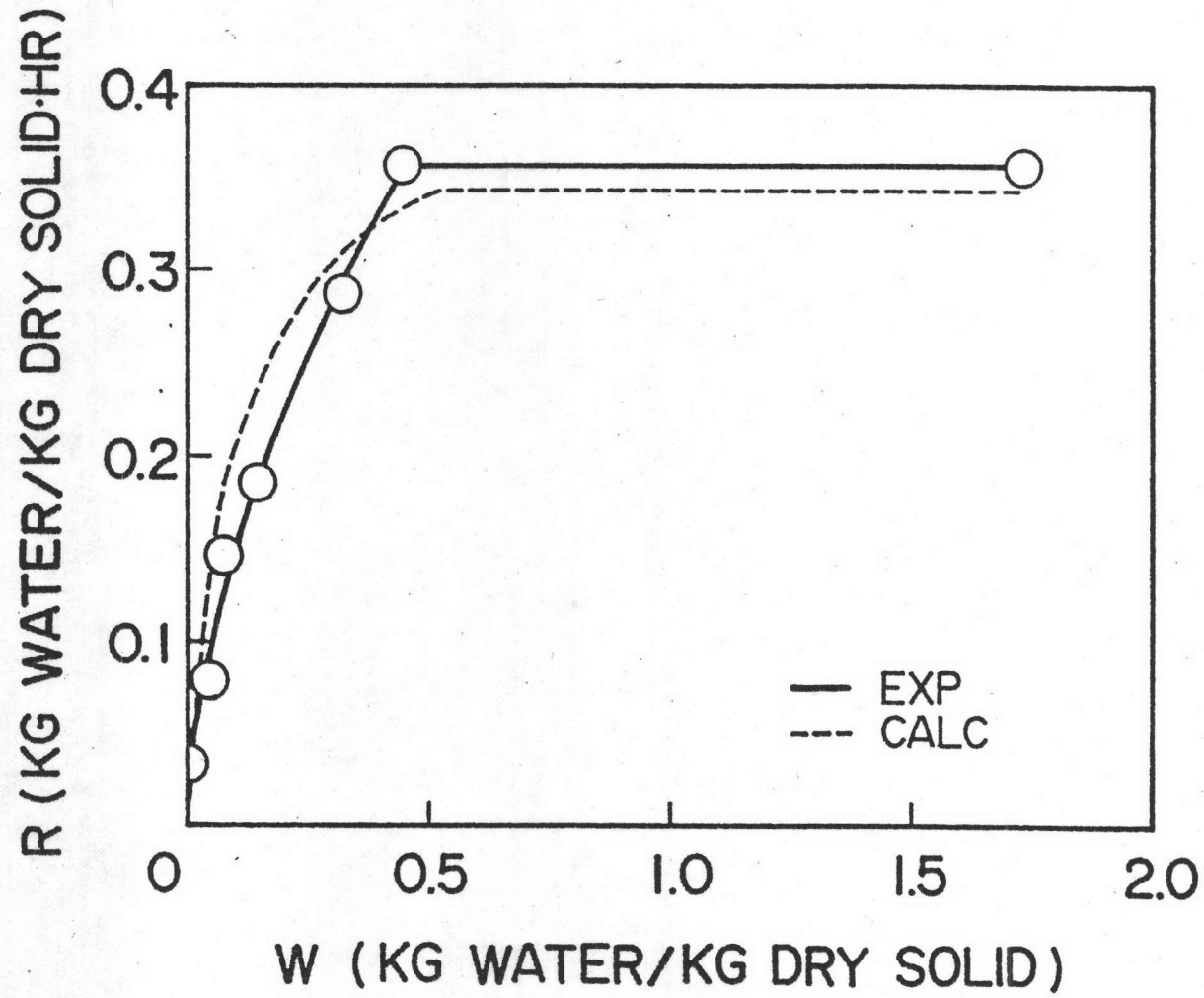


รูปที่ 4.18

ผลการคำนวณกับผลการทดลองหาการกระจายความชื้นในชั้นวัสดุกับเวลา (เฉพาะเวลาที่ลมร้อนเข้าทางด้านล่าง) สำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีใส่สับที่ค้ำทางลมร้อนทุก ๆ 30 นาที)



รูปที่ 4.19 ผลการคำนวณกับผลการทดลองหาการกระจายความชื้นในชั้นวัสดุกับเวลา (เฉพาะเวลาที่ลมร้อนเข้าทางด้านบน) สำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม (กรณีลัดทิศทางลมร้อนทุก ๆ 30 นาที)



รูปที่ 4.20 เส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง หน้า 40 ชุม ที่ได้จากการคำนวณและการทดลอง

ตารางที่ 4.3 และ 4.4 แสดงผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ (θ'_F) ในการอบแห้งระหว่างผลการคำนวณกับผลการทดลองสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม. เพื่อทำให้วัสดุที่ด้านทางออกของลมร้อนเหลือความชื้นเท่ากับความชื้นที่ต้องการในกรณีการอบแห้งแบบปกติและการอบแห้งแบบผสมวัสดุทุก ๆ 150 นาที ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการเปรียบเทียบเวลาที่ต้องใช้ (θ'_F) ในการอบแห้งระหว่างผลการคำนวณกับผลการทดลองสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลังหนา 40 ซม. เพื่อทำให้ความชื้นสูงสุดในชั้นวัสดุเหลือค่าเท่ากับความชื้นที่ต้องการ

ตารางที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบเวลา (θ'_F) ที่ต้องใช้ในการอบแห้งระหว่างผลการคำนวณกับผลการทดลองสำหรับการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง หนา 40 ซม. เพื่อทำให้วัสดุที่ด้านทางออกของลมร้อนมีความชื้นเท่ากับความชื้นที่ต้องการ (กรณีการอบแห้งแบบปกติ)

ความชื้น (กก.น้ำ/กก. วัสดุแห้ง)		เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง (θ'_F) (นาที)		
แรกเริ่ม	สุดท้าย	คำนวณ	ทดลอง	% ความคลาดเคลื่อน
1.677	0.083	330	320	3.1
1.677	0.167	315	302	4.3
1.677	0.335	300	285	5.3

ตารางที่ 4.4 ผลการเปรียบเทียบเวลา (θ_f') ที่ต้องใช้ในการอบแห้งระหว่างผลการคำนวณกับผลการทดลองสำหรับการอบแห้งขึ้นมันสำปะหลัง หนา 40 ซม. เพื่อให้วัสดุที่ด้านทางออกของสมร้อมมีความชื้นเท่ากับความชื้นที่ต้องการ (กรณีผลลัพท์ทุก ๆ 150 นาที)

ความชื้น (กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง)		เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง (θ_f') (นาที)		
แรกเริ่ม	สุดท้าย	คำนวณ	ทดลอง	% ความคลาดเคลื่อน
1.650	0.165	297	292	1.7
1.650	0.248	290	281	3.2
1.650	0.330	277	270	2.6

ตารางที่ 4.5 แสดงการเปรียบเทียบเวลา (θ_f') ที่ต้องใช้ในการอบแห้งระหว่างผลจากการคำนวณกับผลการทดลองสำหรับการอบแห้งขึ้นมันสำปะหลัง หนา 40 ซม. เพื่อให้ตำแหน่งความชื้นสูงสุดในชั้นวัสดุเหลือค่าเท่ากับ ความชื้นที่ต้องการ (กรณีที่ล้นทิศทางสมร้อมทุก ๆ 30 นาที)

ความชื้น (กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง)		เวลาที่ใช้ในการอบแห้ง (θ_f') (นาที)		
แรกเริ่ม	สุดท้าย	คำนวณ	ทดลอง	% ความคลาดเคลื่อน
1.823	0.091	350	325	7.7
1.823	0.182	330	310	6.4
1.823	0.365	300	291	3.1

รูปที่ 4.20 เปรียบเทียบเส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งชั้นมันสำปะหลัง หน้า 40 ซม. ที่ได้จากการคำนวณและการทดลอง ในที่นี้เส้นลักษณะเฉพาะของการทดลองได้มาจากการเขียนกราฟระหว่างความชื้นเฉลี่ยของชั้นวัสดุกับเวลาอบแห้ง แล้วอ่านค่าความชื้นหรืออัตราการอบแห้งที่จุดต่าง ๆ ของกราฟนี้ เพื่อสร้างกราฟระหว่างอัตราการอบแห้งกับความชื้นเฉลี่ยอีกทีหนึ่ง ส่วนเส้นลักษณะเฉพาะของการคำนวณหาได้โดยใช้สมการที่(3.32) กับชั้นวัสดุ หน้า 40 ซม.

4.5.2 การเปรียบเทียบผลการคำนวณกับผลการทดลอง

การเปรียบเทียบผลการคำนวณกับผลการทดลองอาจแยกพิจารณาเป็นกรณี ๆ ดังต่อไปนี้

4.5.2.1 กรณีอบแห้งแบบปกติ

ตารางที่ 4.3 ได้แสดงผลการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง θ'_F สำหรับความชื้นสุดท้าย 3 ค่า จะเห็นได้ว่าค่าคำนวณของเวลาที่ใช้ในการอบแห้งใกล้เคียงกับค่าทดลองมาก โดยมีความคลาดเคลื่อนสูงสุดไม่เกิน 5.3% รูปที่ 4.20 ซึ่งเปรียบเทียบผลการคำนวณกับผลการทดลองของเส้นลักษณะเฉพาะของการอบแห้งของชั้นวัสดุ หน้า 40 ซม. ก็ให้ผลที่ใกล้เคียงอย่างน่าพอใจ

รูปที่ 4.16 ได้เปรียบเทียบผลการคำนวณกับผลการทดลองของการกระจายความชื้นของชั้นวัสดุ หน้า 40 ซม. ที่เวลาอบแห้งต่าง ๆ กันจะเห็นได้ว่าในย่านทางเข้าของลมร้อนการกระจายความชื้นของวัสดุที่คำนวณได้จะมีค่าใกล้เคียงกับ ผลจากการทดลอง แต่ผลการคำนวณจะแตกต่างกับผลการทดลองพอสมควรในย่านทางออกของลมร้อน ในลักษณะที่ความชื้นที่ได้จากการทดลองจะลดลงเร็วกว่าผลการคำนวณ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้สามารถอธิบายได้เมื่อพิจารณาตารางที่ 4.2 ซึ่งแสดงผลการเปรียบเทียบอัตราการอบแห้งที่ได้จากการทดลองและจากการคำนวณจะเห็นได้จากตารางว่าเมื่อวัสดุมีความชื้นเหลืออยู่น้อยเช่นที่เวลาอบแห้ง 1.133 ชม. อัตราการอบแห้งที่ได้จากการทดลองและจากการคำนวณ มีค่าเท่ากับ 0.224 และ 0.138 (กก.น้ำ/กก.วัสดุแห้ง.ชม) ตามลำดับ ซึ่งมากกว่ากันเกือบเท่าตัว ถ้าย้อน

มาดูผลการเปรียบเทียบในรูป 4.16 เนื่องจากลมร้อนที่ย่านทางออกของชั้นวัสดุย่อมมีความชื้นสูงกว่าที่ย่านทางเข้า ดังนั้นอัตราการอบแห้งที่ย่านทางออกจะมีค่าต่ำผลก็คือ ค่าคำนวณของอัตราการอบแห้งจะมีค่าต่ำกว่าค่าทดลอง จึงทำให้การกระจายของความชื้นที่ได้จากการคำนวณมีค่าสูงกว่าการทดลองพอสมควร อย่างไรก็ตามก็ตีผลต่างดังกล่าวนี้ก็ไม่ทำให้ค่าคำนวณและค่าทดลองของเวลา θ'_F ที่ต้องใช้ในการอบแห้งซึ่งเป็นสิ่งที่เราสนใจสูงสุดในการอบแห้งเกิดความคลาดเคลื่อนนัก

4.5.2.2 กรณีอบแห้งโดยผลลมวัสดุเป็นครั้งคราว (ผลลมทุก ๆ 150 นาที)

ตารางที่ 4.4 ได้แสดงผลการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง (θ'_F) สำหรับความชื้นสุดท้าย 3 ค่า จะเห็นได้ว่าค่าคำนวณของเวลาที่ใช้ในการอบแห้งใกล้เคียงกับค่าทดลองมากโดยมีความคลาดเคลื่อนสูงสุดไม่เกิน 3.2%

รูปที่ 4.17 ได้เปรียบเทียบการกระจายความชื้นในชั้นวัสดุที่เวลาต่าง ๆ กัน จะเห็นได้ว่าแนวโน้มของการกระจายความชื้นของวัสดุภายในชั้นวัสดุสำหรับการทดลองและการคำนวณจะเป็นไปในทำนองเดียวกับกรณีการอบแห้งแบบปกติและสามารถอธิบายสาเหตุได้ในทำนองเดียวกัน

4.5.2.3 กรณีอบแห้งโดยสลับทิศทางลมร้อน

ตารางที่ 4.5 ได้แสดงผลการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง (θ'_F) ในกรณีสลับทิศทางลมร้อนทุก ๆ 30 นาที 3 ค่า จะเห็นได้ว่าค่าคำนวณของเวลาที่ใช้ในการอบแห้งใกล้เคียงกับค่าทดลองมาก โดยมีความคลาดเคลื่อนสูงสุดไม่เกิน 7.7%

รูปที่ 4.18 และ 4.19 ได้เปรียบเทียบผลการคำนวณกับผลการทดลองของการกระจายความชื้นของชั้นวัสดุหนา 40 ซม. ที่เวลาอบแห้งต่าง ๆ กัน เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ รูปที่ 4.18 แสดงเฉพาะการกระจายความชื้นในช่วงเวลาที่ลมร้อนไหลเข้าทางด้านล่างของชั้นวัสดุ ส่วนรูปที่ 4.19 แสดงเฉพาะการกระจายความชื้นในช่วงเวลาที่ลมร้อนไหลเข้าทางด้านบนของชั้นวัสดุ ในกรณีอบแห้งโดยการสลับทิศทางลมร้อนนี้ จะเห็นได้ว่าวัสดุที่อยู่ย่านตรงกลางของชั้นวัสดุจะมีความชื้นสูงกว่าวัสดุที่อยู่ย่านปลายทั้งสองข้างของชั้นวัสดุเสมอ

เมื่อทำการอบแห้งวัสดุได้ 30 นาทีแรก การกระจายความชื้นของวัสดุจะมีลักษณะดังเส้นของ 30 นาที ที่แสดงในรูปที่ 4.18 หลังจากนั้นเราก็ทำการล้สับทิศทางของลมร้อนและอบแห้งต่อไปอีก 30 นาที ผลที่ได้คือ เส้นการกระจายความชื้นของชั้นวัสดุที่เวลา 60 นาที ในรูปที่ 4.19 เมื่อล้สับทิศทางลมแล้วอบแห้งต่อไปอีก 30 นาที ก็จะได้เส้นการกระจายความชื้นดังในรูปที่ 4.18 (เส้น 90 นาที) เป็นต้น จากการเปรียบเทียบการกระจายความชื้นในชั้นวัสดุ จะพบว่าผลการทดลองและผลการคำนวณจะมีค่าใกล้เคียงกันในย่านตรงกลางของชั้นวัสดุ สำหรับการกระจายความชื้นในย่านปลายทั้งสองด้านของชั้นวัสดุมีข้อสังเกตดังนี้คือ

ก. ที่เวลาต่าง ๆ ของการทดลองอบแห้ง อัตราการอบแห้งเฉลี่ยของทั้งชั้นวัสดุที่ได้จะเร็วกว่าผลการคำนวณทำให้การกระจายของความชื้นที่ได้จากการทดลองลดลงเร็วกว่าผลการคำนวณ

ข. เมื่อพิจารณาผลการทดลองและผลการคำนวณการกระจายความชื้นในชั้นวัสดุ จะเห็นได้ว่าที่เวลา 60 นาที ผลการทดลองและผลการคำนวณที่ปลายด้านทางเข้าของลมร้อน ในรูปที่ 4.19 จะใกล้เคียงกันแต่ที่ปลายด้านทางออกของลมร้อน ผลการทดลองจะมีความชื้นต่ำกว่าที่ได้ผลการคำนวณ เมื่อล้สับทิศทางลมแล้วอบแห้งต่อไปอีก 30 นาที ก็จะได้เส้นการกระจายความชื้นดังเส้น 90 นาที ในรูปที่ 4.18 จะเห็นได้ว่าผลการทดลองและผลการคำนวณของการกระจายความชื้นที่ปลายด้านทางเข้าใหม่ของลมร้อนมีค่าเข้าใกล้กันมากทั้ง ๆ ที่ก่อนหน้านี้ 30 นาที (เส้นการกระจายความชื้นที่เวลา 60 นาที) ผลการทดลองและผลการคำนวณที่ปลายด้านนี้มีค่าค่อนข้างต่างกัน ในขณะที่เดียวกันผลการทดลองและผลการคำนวณที่ปลายด้านทางออกใหม่ของลมร้อนกลับมีค่าต่างกันมากขึ้นกว่าของที่เวลา 60 นาที

เมื่อล้สับทิศทางลมแล้วทำการอบแห้งต่อไปอีก 30 นาที ความแตกต่างระหว่างผลการทดลองและผลการคำนวณที่ปลายทั้งสองข้างของชั้นวัสดุก็จะเป็นไปในทำนองเดียวกันอีก เหตุที่เป็นเช่นนี้ สามารถอธิบายได้เมื่อคำนึงถึงว่า ในความเป็นจริงแล้วจะต้องเกิดการแพร่ของน้ำภายในเนื้อวัสดุออกมาที่ผิวของวัสดุในขณะที่ทดลองอบแห้ง ส่วนแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจะถือว่าน้ำที่อยู่ในวัสดุจะแพร่ไปสู่ผิวของวัสดุค่อนข้างเร็ว ถ้าย้อนกลับไปที่พิจารณาการอบแห้งโดยเริ่มต้นการกระจายความชื้นที่ 30 นาทีแรกของการอบแห้ง (เส้น 30 นาที) ในรูปที่ 4.18

แล้ว เริ่มสลับทิศลมร้อนโดยให้ลมร้อนเข้าทางด้านความสูง 40 ซม. ออกทางด้านความสูง 0 ซม. เพื่ออบแห้งต่ออีก 30 นาที ลมร้อนที่ปลายด้านทางเข้าใหม่จะระเหยความชื้นจากวัสดุได้น้อยกว่าค่าทางทฤษฎี เนื่องจากน้ำภายในวัสดุที่ค่อนข้างแห้งแล้วต้องใช้เวลาในการแพร่ออกมาที่ผิว ดังนั้นในการทดลองความชื้นของวัสดุที่ปลายด้านนี้จะลดลงได้ช้ากว่าผลการคำนวณจึงทำให้เส้นการกระจายความชื้นที่ได้จากผลการคำนวณลดไล่เข้าใกล้ผลการทดลองได้ดี แต่เมื่อลมร้อนนั้นผ่านไหลขึ้นวัสดุจนใกล้บริเวณปลายด้านทางออก ความชื้นของลมร้อนจะเพิ่มช้ากว่าผลการคำนวณดังนั้นจึงสามารถระเหยความชื้นออกจากวัสดุในบริเวณนี้ได้เร็วกว่าผลการคำนวณ ดังนั้นเส้นการกระจายความชื้นที่ปลายด้านทางออกของวัสดุ จึงเริ่มแตกต่างจากผลการคำนวณมากขึ้น ๆ เมื่อทำการสลับทิศทางลมร้อนอีก โดยให้ลมร้อนเข้าทางด้านความสูง 0 ซม. และออกด้านความสูง 40 ซม. แล้วทำการอบแห้งต่อไปอีก 30 นาที โดยเหตุผลในทำนองเดียวกับที่ได้กล่าวมาข้างต้นความชื้นของวัสดุที่ปลายด้านทางเข้าใหม่ของลมร้อนจะเข้าใกล้ผลการคำนวณมากขึ้น (ดูเส้นการกระจายความชื้นที่เวลา 90 นาที รูปที่ 4.10) ส่วนความแตกต่างของความชื้นที่ปลายด้านทางออกใหม่ของลมร้อนก็จะกลับเพิ่มสูงขึ้น ปรากฏการณ์ดังกล่าวจะเกิดขึ้นในทุกครั้งที่มีการสลับทิศของลมร้อน

อย่างไรก็ดีจากการเปรียบเทียบผลการคำนวณกับผลการทดลองในวิธีการอบแห้งทั้ง 3 แบบ (ดูข้อ 4.5.2.1-4.5.2.3) จะเห็นได้ว่าแบบจำลองทางทฤษฎีสามารถทำนายเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงอย่างน่าพอใจทุกกรณี ในภาคปฏิบัติแล้วข้อมูลที่สำคัญที่สุดในการอบแห้งแบบงวด ๆ นั้นจะไม่ใช่การกระจายความชื้นในชั้นวัสดุแต่เป็นเวลาที่ต้องใช้ออบแห้งแต่ละครั้งเพื่อให้ได้ความชื้นสุดท้ายที่ต้องการ (ความจริงจุดประสงค์หลักของการศึกษาการกระจายความชื้นในชั้นวัสดุก็เพื่อใช้ในการประเมินเวลาที่ต้องใช้ในการอบแห้งนั่นเอง) ดังนั้น จึงสรุปได้ว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถใช้ประโยชน์ได้ดีในงานวิศวกรรมอบแห้งแบบไหลผ่าน ซึ่งจะพูดถึงในบทต่อไป