

ผลการทดลองและอภิปราย

6.1 พฤติกรรมและคุณลักษณะของฟลูอิดไดซ์เบด

จากการทดลองตามวิธีในข้อ 5.1.3.1 บทที่ 5 พบว่า เมื่อเริ่มการทดลองขณะที่ วัสดุในเบดยังคงที่นั้น ความดันตก (Pressure drop) ระหว่างจุด ก. และ ข. (ตาม รูปที่ 5.3) จะเพิ่มขึ้น เมื่อปรับความเร็วของอากาศในหอทดลองสูงขึ้น จนกระทั่งถึงจุดเริ่ม เกิดปรากฏการณ์ฟลูอิดไดเซชัน ขณะนี้ความดันตกจะมีค่าสูงสุด วัสดุภายในเบดจะเริ่มขยับ เขยื้อน เรียงตัวกันอย่างสม่ำเสมอ และเมื่อปรับความเร็วของอากาศในหอทดลองสูงขึ้นอีกเล็กน้อย ค่าความดันตกจะลดลงแล้วจะคงที่ ซึ่งขณะนี้วัสดุภายในเบดจะขยายตัวเต็มที่ และมีฟอง อากาศเกิดขึ้น เมื่อความเร็วของอากาศสูงขึ้นอีกจะทำให้เกิดฟองอากาศขนาดใหญ่ วัสดุภายใน เบดจะถูกฟองอากาศพาขึ้นไป และกลับตกลงมาทำให้เกิดการหมุนเวียน และผสมผสานกัน ขึ้นภายในหอทดลอง อนุภาคนาขนาดเล็กมากบางส่วนจะหลุดลอยออกจากหอทดลอง ขณะนี้ความ เร็วของอากาศภายในหอทดลองจะมีค่าสูงสุด ต่อไปเมื่อลดความเร็วของอากาศต่ำลงปรากฏ ว่า ในช่วงแรกความดันตกจะยังคงที่อยู่ และเมื่อความเร็วของอากาศลดลงอีกจนใกล้จุด เริ่ม เกิดปรากฏการณ์ฟลูอิดไดเซชันครั้งแรก ความดันตกจะค่อย ๆ ลดลงจนกระทั่งไม่มีความดันตก เกิดขึ้น เมื่อความเร็วของอากาศลดลง เหลือศูนย์หรือไม่มีอากาศไหลผ่านหอทดลอง

ความสัมพันธ์ระหว่างความดันตกและความเร็วของอากาศในหอทดลอง แสดงใน รูปที่ 6.1 ถึง 6.9 และตารางที่ 6.1 ถึง 6.9 ซึ่งพบว่า การทดลองด้วยวิธีแรกและวิธีที่ สองนั้น ลักษณะของกราฟจะคล้ายคลึงกัน แต่มีข้อแตกต่างกันที่ค่าความดันตกที่ได้จากการทดลอง ด้วยวิธีแรกนั้นจะมีค่าสูงกว่าการทดลองด้วยวิธีที่สอง ทั้งนี้สืบเนื่องมาจากวิธีการ เติมวัสดุที่ใช้ เป็น เเบดลงไป ในหอทดลองมีความแตกต่างกันกล่าวคือ การทดลองด้วยวิธีที่สองนั้นจะ เติมวัสดุที่ใช้ เป็น เเบด เติมจากความสูง เติม ซึ่งได้ทดลองปรากฏการณ์ฟลูอิดไดเซชันไปแล้วครั้งหนึ่งจะทำให้ วัสดุภายในหอทดลอง เรียงตัวกันดีกว่า เติม ดังนั้นเมื่อทดลองครั้งต่อ ๆ ไปจะทำให้อากาศ สามารถแทรกตัวขึ้นมาได้ง่ายและค่าความดันตกจะลดลงจากความ เป็นจริง

ปรากฏการณ์ที่มัก จะ เกิดขึ้น ขณะที่ความสูงของวัสดุที่ใช้ เป็น เเบดในหอทดลองไม่มากนักก็คือ มักจะเกิดการแทรกตัวของอากาศขึ้นมาตามช่องว่างตรงบริเวณระหว่าง เเบดกับผนังหอ

ทดลอง ทั้งนี้ เพราะบริเวณดังกล่าวจะมีแรง เกาะกันระหว่างอนุภาคของวัสดุกับผนังของท่อทดลอง น้อยกว่าบริเวณตรงกลาง เบด อากาศจะแทรกขึ้นมาได้ง่าย และมักจะเกิดในขณะที่ความเร็วของอากาศ เลยจุดความเร็วต่ำสุดของการ เกิดปรากฏการณ์ฟลูอิดไดเซชันไปแล้วที่ในช่วงดังกล่าว ตามปกติความดันตกจะมีค่าคงที่ถึงแม้จะเพิ่มความเร็วของอากาศก็ตาม แต่จากการทดลองพบว่า ความดันตกจะมีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามปรากฏการณ์ดังกล่าวจะไม่เกิดขึ้นเมื่อความสูงของ เบดคงที่เกินกว่า 6 เซนติเมตรขึ้นไป ทั้งนี้ขึ้นกับขนาดอนุภาคที่ใช้เป็นเบดด้วย

สำหรับการทดลองตามข้อ 5.1.3.2 นั้น พบว่า เมื่อเกิดปรากฏการณ์ฟลูอิดไดเซชันขึ้นแล้วพฤติกรรมต่าง ๆ ของของแข็งภายในท่อทดลองจะเหมือนพฤติกรรมของของเหลวที่อยู่ในภาชนะบรรจุกล่าวคือ สามารถรับน้ำหนักควบคุมอัตราการไหลของวัสดุในท่อทดลองให้ไหลเข้าออกได้อย่างต่อเนื่อง และสามารถรักษาระดับความสูงของวัสดุในท่อทดลองให้คงที่ตามที่ต้องการ

6.2 ความเร็วต่ำสุดของการ เกิดฟลูอิดไดซ์เบด

ตารางที่ 6.10 แสดงค่าความเร็วต่ำสุดของการ เกิดฟลูอิดไดซ์เบดที่ได้จากกราฟรูปที่ 6.1 ถึง 6.18 และคำนวณโดยใช้สูตร (3.6) จากบทที่ 3 จากการทดลองพบว่า ค่าความเร็วต่ำสุดของการ เกิดฟลูอิดไดซ์เบดที่ได้จากกราฟรูปที่ 6.1 ถึง 6.4 จะอยู่ระหว่าง 62.30 ถึง 133.0 เซนติเมตร/วินาที จากกราฟรูปที่ 6.5 ถึง 6.9 อยู่ระหว่าง 83.0 ถึง 127.8 เซนติเมตร/วินาที จากกราฟรูปที่ 6.10 ถึง 6.13 อยู่ระหว่าง 61.0 ถึง 142.0 เซนติเมตร/วินาที จากกราฟรูปที่ 6.14 ถึง 6.18 อยู่ระหว่าง 87.0 ถึง 122.0 เซนติเมตร/วินาที และจากการคำนวณอยู่ระหว่าง 78.0 ถึง 145.6 เซนติเมตร/วินาที ซึ่งค่าต่าง ๆ ที่ได้จะใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 6.11 แสดงค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ที่ความเร็วต่ำสุดของการ เกิดฟลูอิดไดซ์เบดจากการทดลองและการคำนวณ ซึ่งมีค่าสูงสุดเท่ากับ 396.14 และต่ำสุดเท่ากับ 60.28

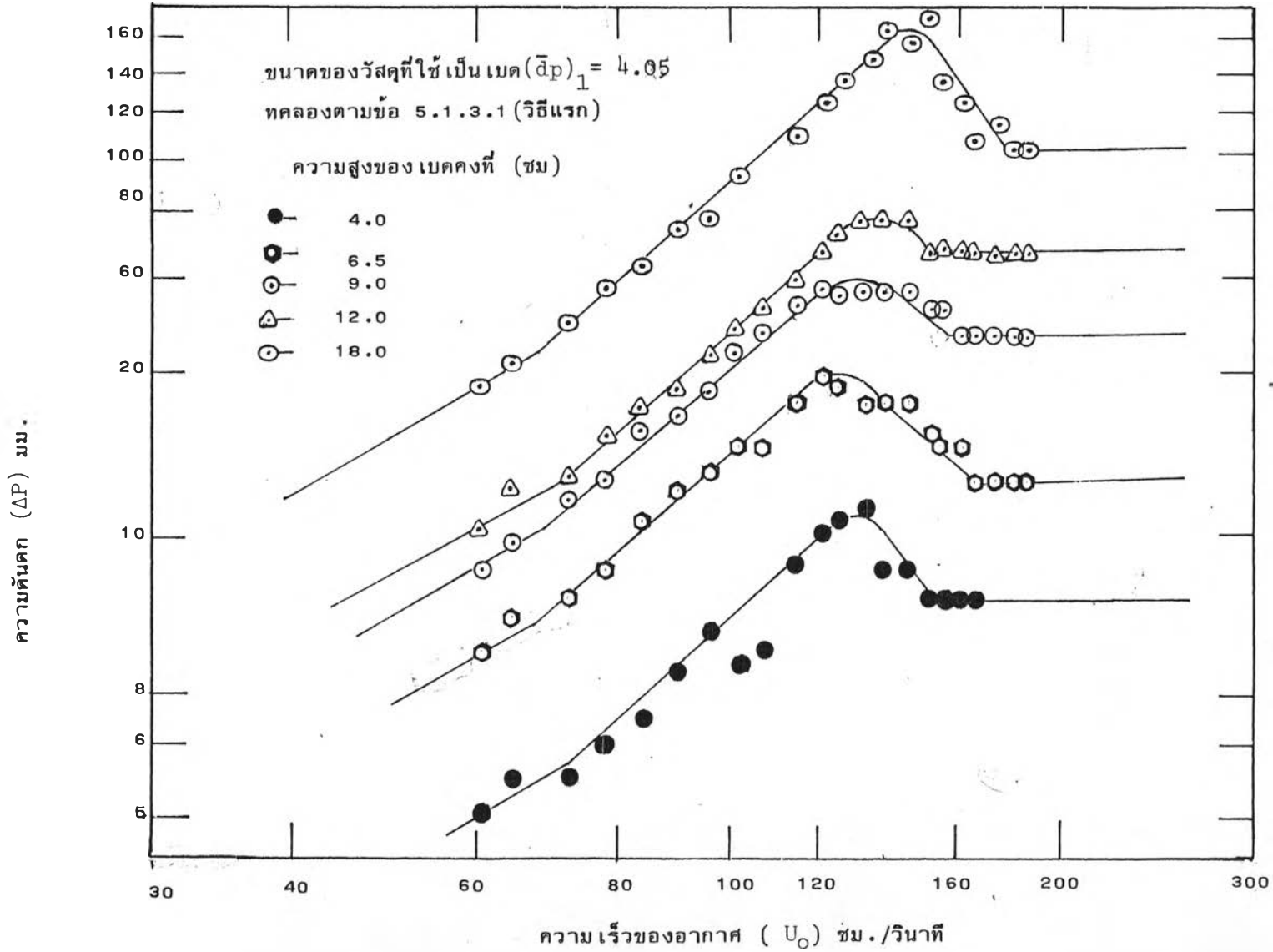
รูปที่ 6.19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วต่ำสุดของการ เกิดฟลูอิดไดซ์เบดกับขนาดของวัสดุที่ใช้เป็นเบด ซึ่งพบว่า ค่าความเร็วต่ำสุดของการ เกิดฟลูอิดไดซ์เบดจะแปรเปลี่ยนตามขนาดของวัสดุที่ใช้เป็นเบด โดยจะมีค่ามากขึ้นเมื่อขนาดของวัสดุที่ใช้เป็นเบดมีขนาดโตขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีที่กล่าวไว้ในบทที่ 3

6.3 ลักษณะการผสมผสานของอนุภาคของแข็งขณะเกิดปรากฏการณ์ฟลูอิดไดเซชัน

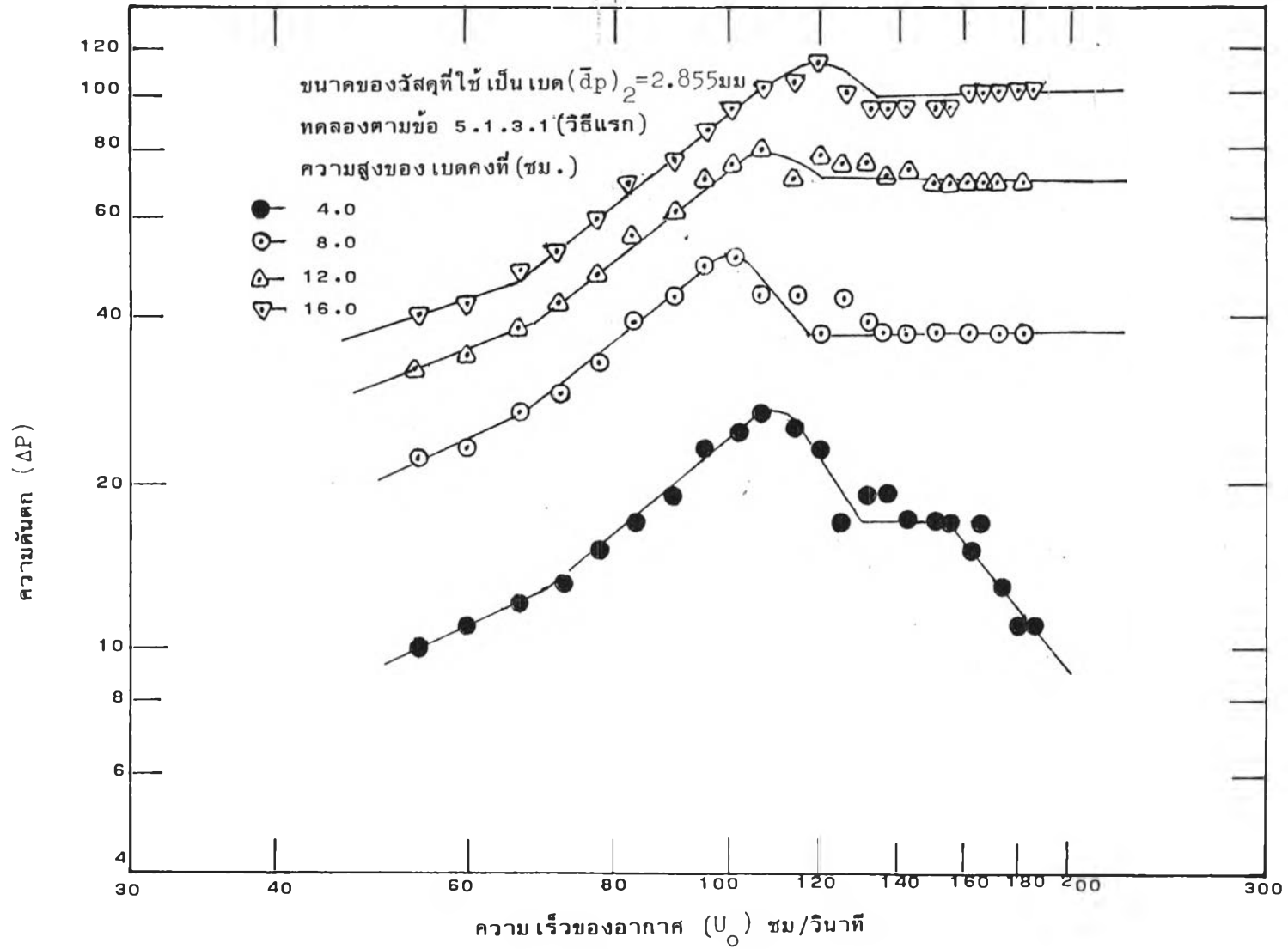
จากการทดลองตามข้อ 5.1.4 พบว่า เมื่อเกิดปรากฏการณ์ฟลูอิดไดเซชันขึ้นภายในหอทดลองสารตัวน้ำที่ป้อนเข้าไปในหอทดลองจะเคลื่อนที่หมุนเวียนขึ้นลงและผสมผสานกับวัสดุที่ใช้เป็นเบตอย่างสม่ำเสมอและกระจายไปทั่วหอทดลองบริเวณเบต จากการวิเคราะห์ปริมาณของสารตัวน้ำที่ไหลออกมาพร้อมกับวัสดุที่ใช้เป็นเบตตามช่วงเวลาต่าง ๆ พบว่า ในช่วงแรกสารตัวน้ำจะไหลออกมาปริมาณมากที่สุด และจะลดลงตามลำดับเมื่อเวลาผ่านไป ดังแสดงในตารางที่ 6-12 และ รูปที่ 6-20 จากการคำนวณพบว่า ระยะเวลาที่สารตัวน้ำอยู่ในหอทดลองประมาณ 116.6 วินาที

รูปที่ 6-21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของสารตัวน้ำต่อสารตัวน้ำอ้างอิง (C/Co) กับอัตราส่วนของเวลาแต่ละช่วงต่อเวลาที่สารตัวน้ำอยู่ในหอทดลอง (t/\bar{t}) ซึ่งพบว่าเป็นลักษณะของ C-curve และจากการคำนวณพื้นที่ใต้เส้นกราฟได้ค่าเท่ากับ 1.0037 ซึ่งใกล้เคียงกับ 1.00 เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองกับโมเดลการไหลแบบต่าง ๆ (34) พบว่า เป็นลักษณะการไหลคล้ายกับการไหลย้อนกลับ (Backmix flow)

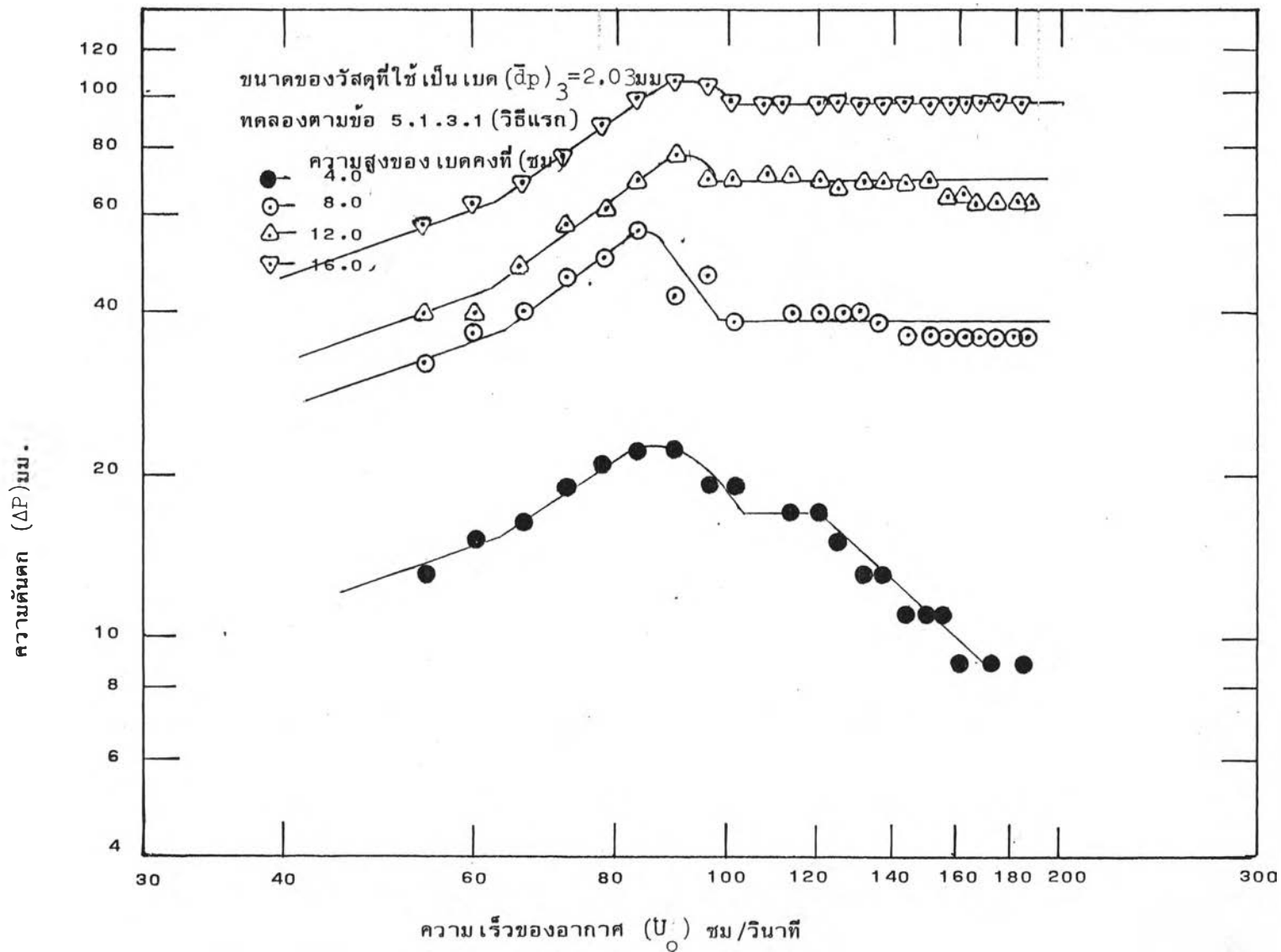
รูปที่ 6.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันตก (ΔP) กับความเร็วของอากาศ (U_0)



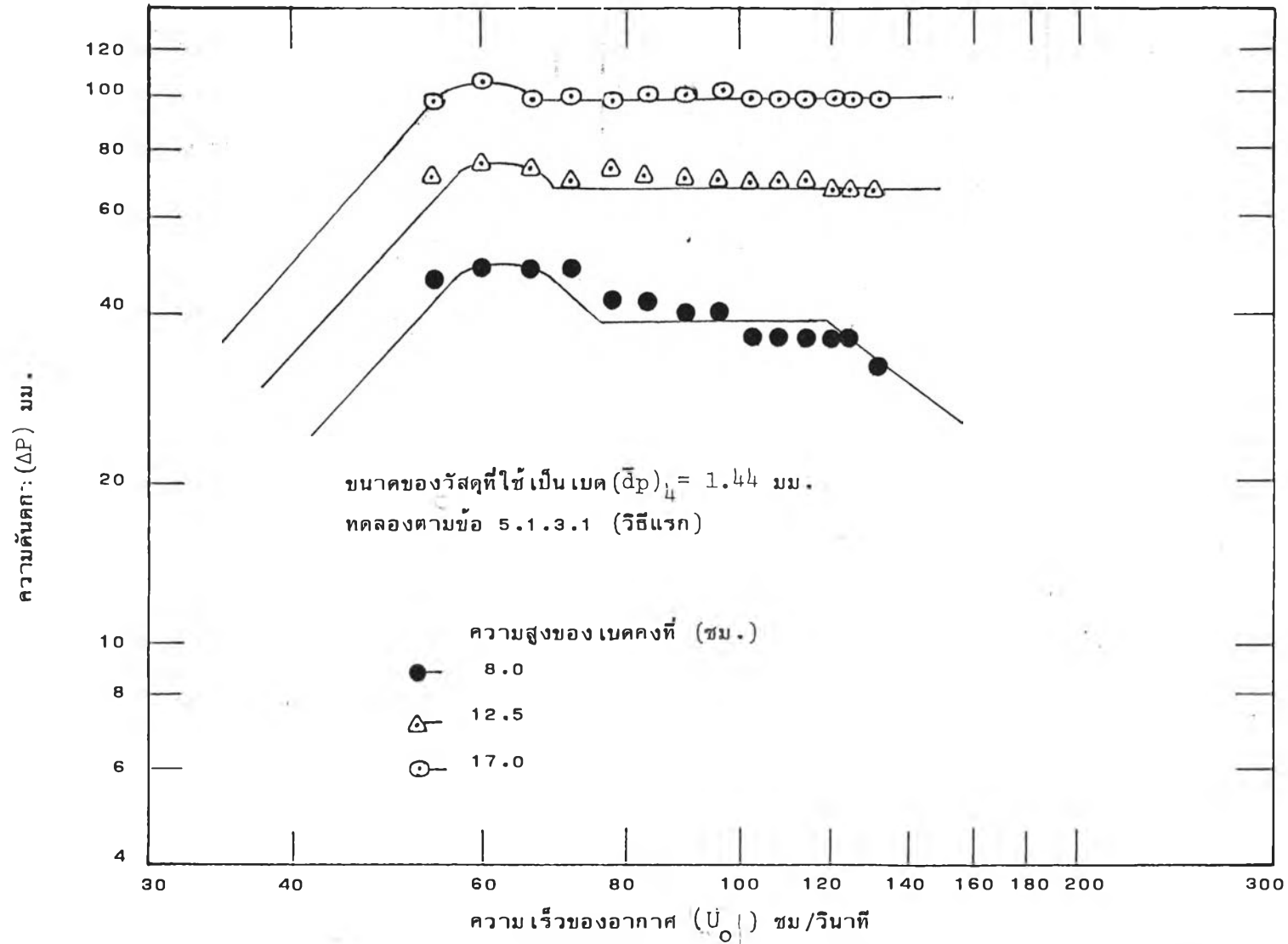
รูปที่ 6.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันตก (ΔP) กับความเร็วของอากาศ (U_0)



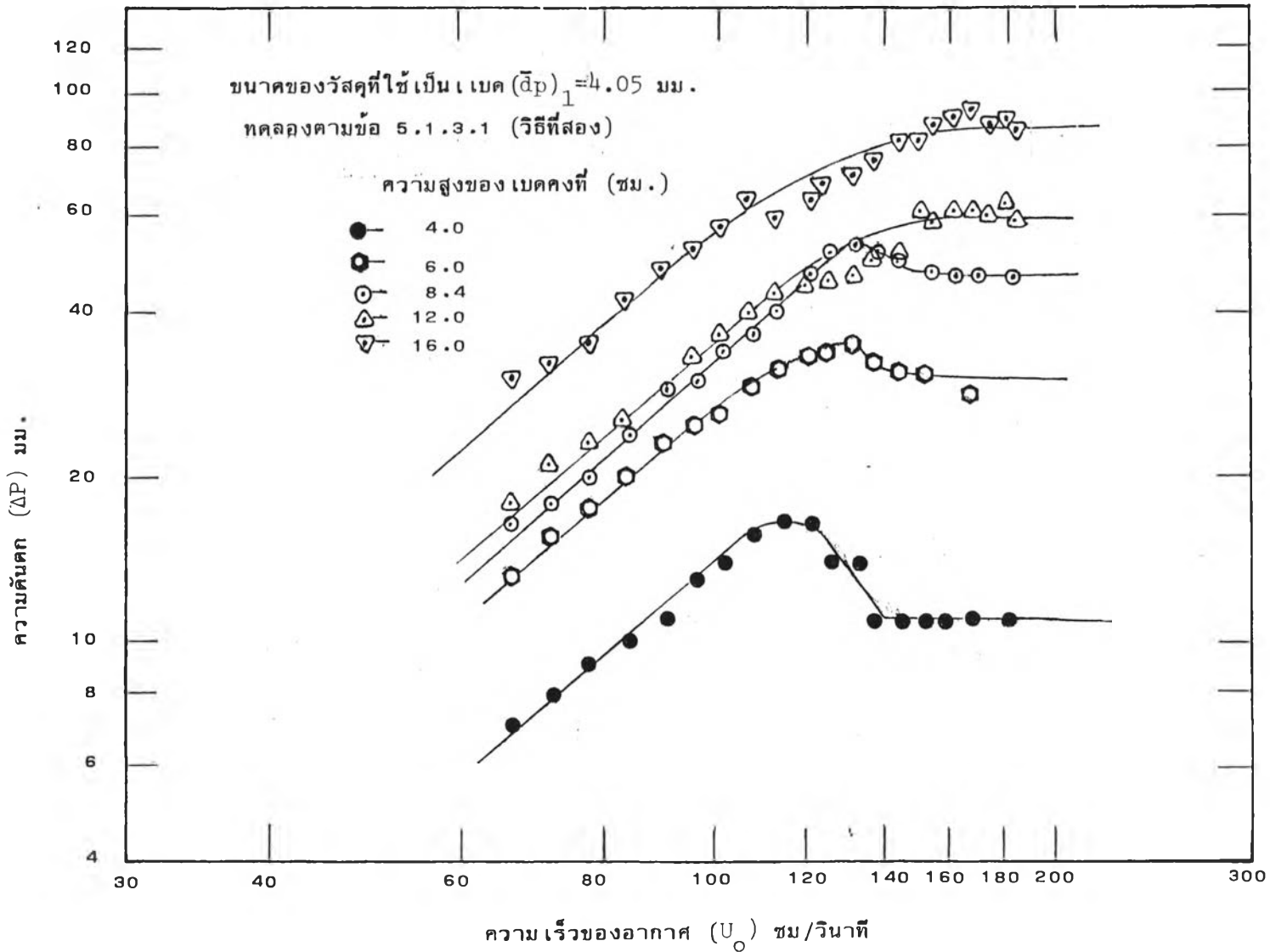
รูปที่ 6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันตก (ΔP) กับความเร็วของอากาศ (U_o)



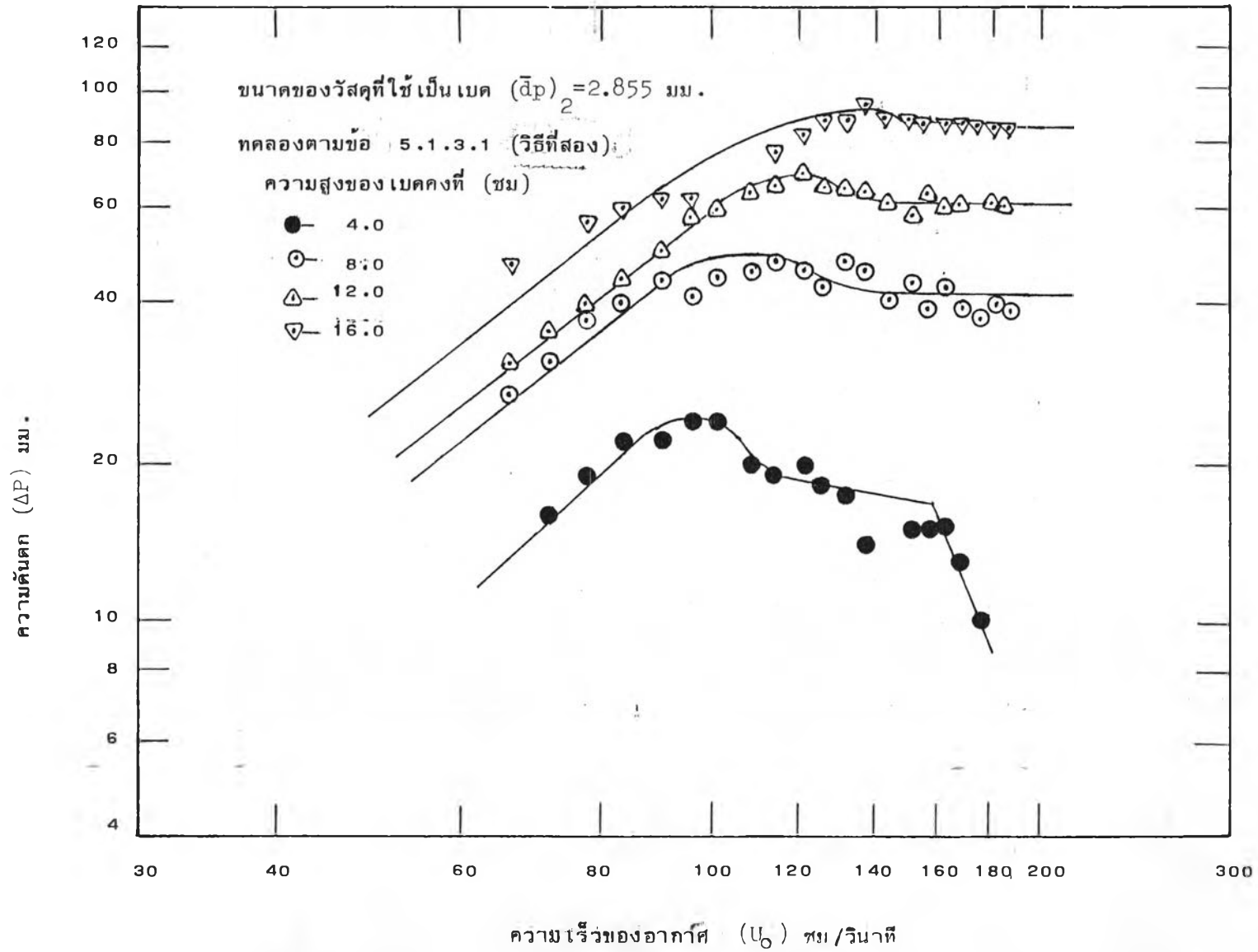
รูปที่ 6.4 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันตก (ΔP) กับความเร็วของอากาศ (U_o)



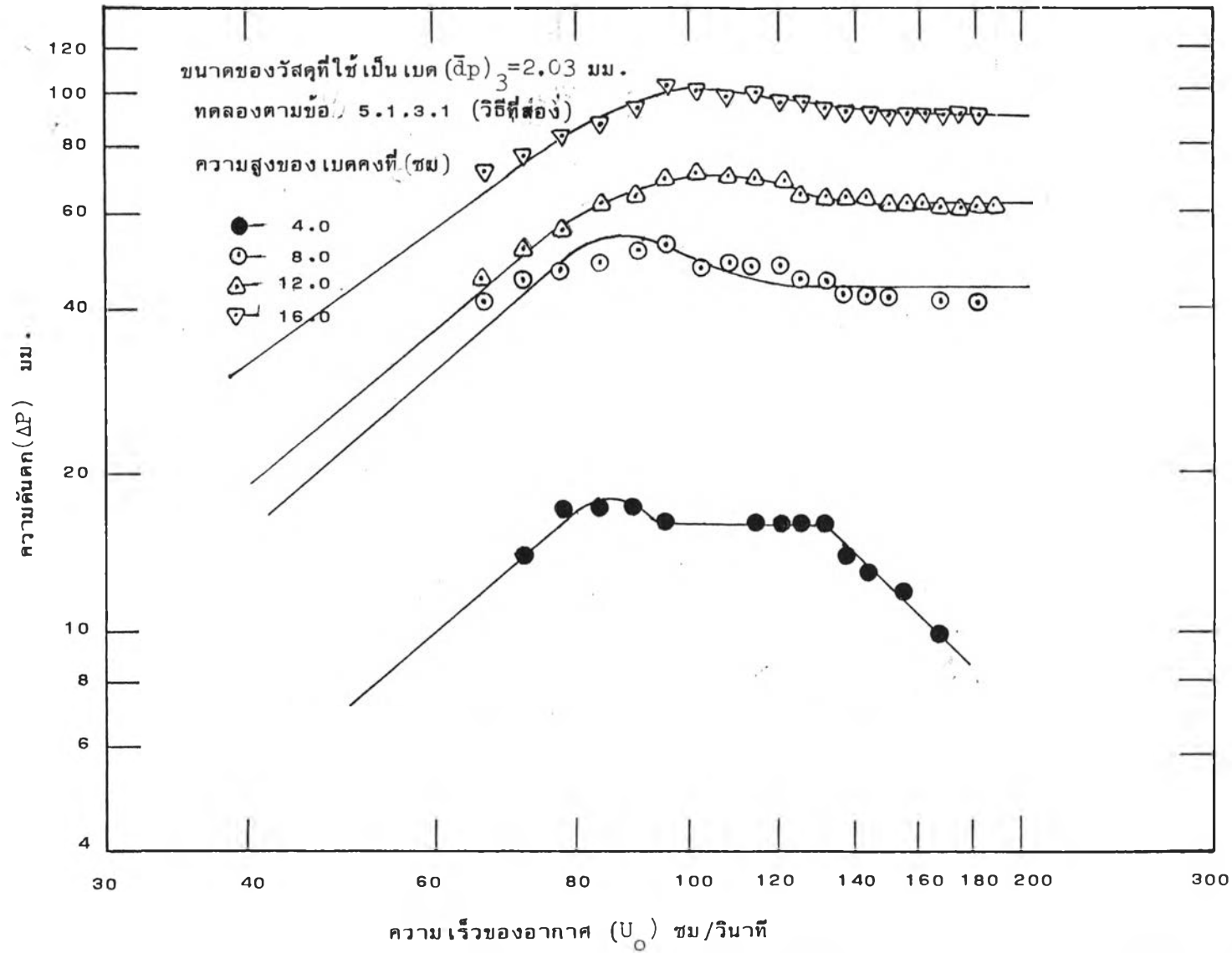
รูปที่ 6.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันตก (ΔP) กับความเร็วของอากาศ (U_o)



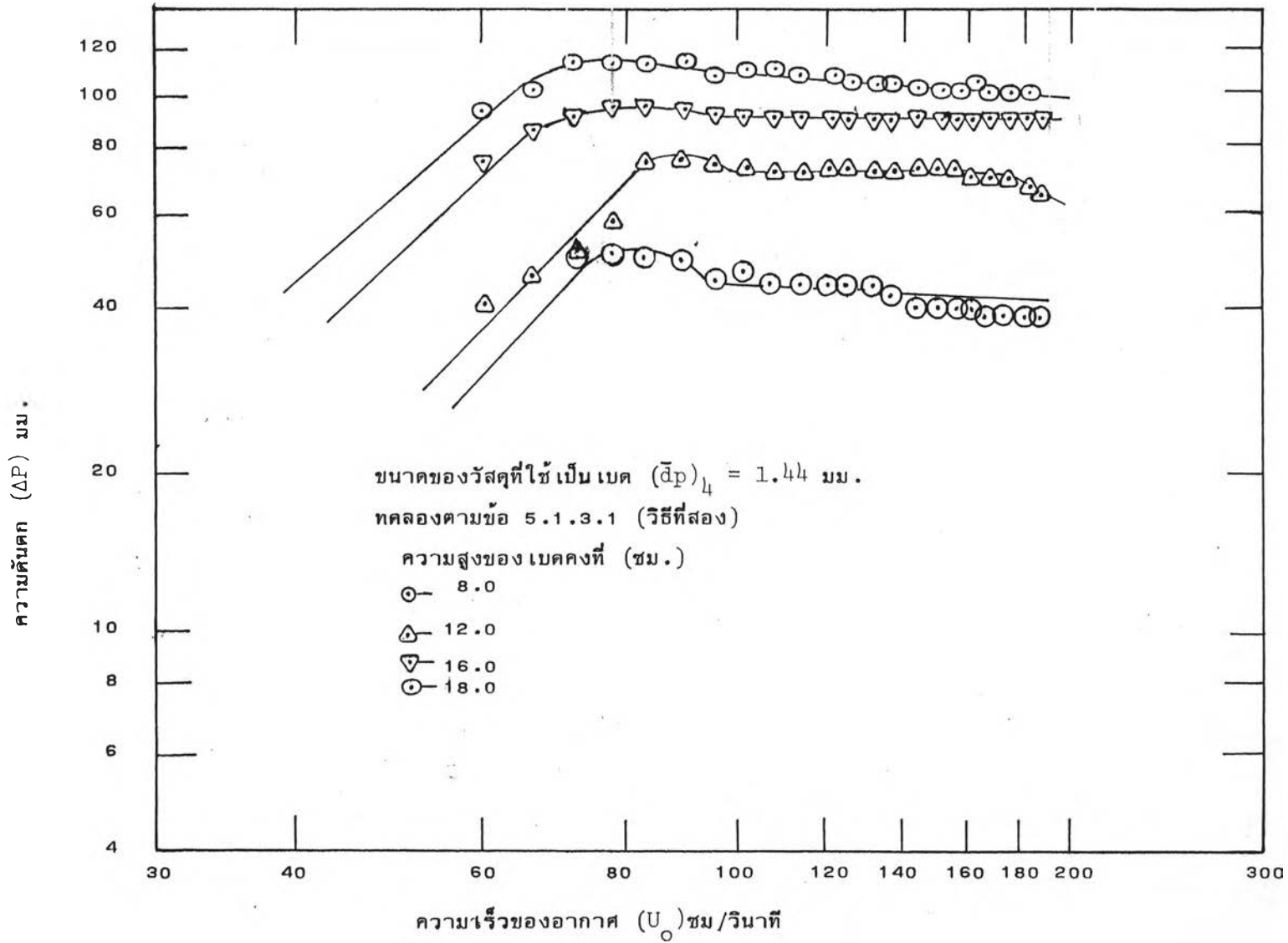
รูปที่ 6.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันตก (ΔP) กับความเร็วของอากาศ (U_0)



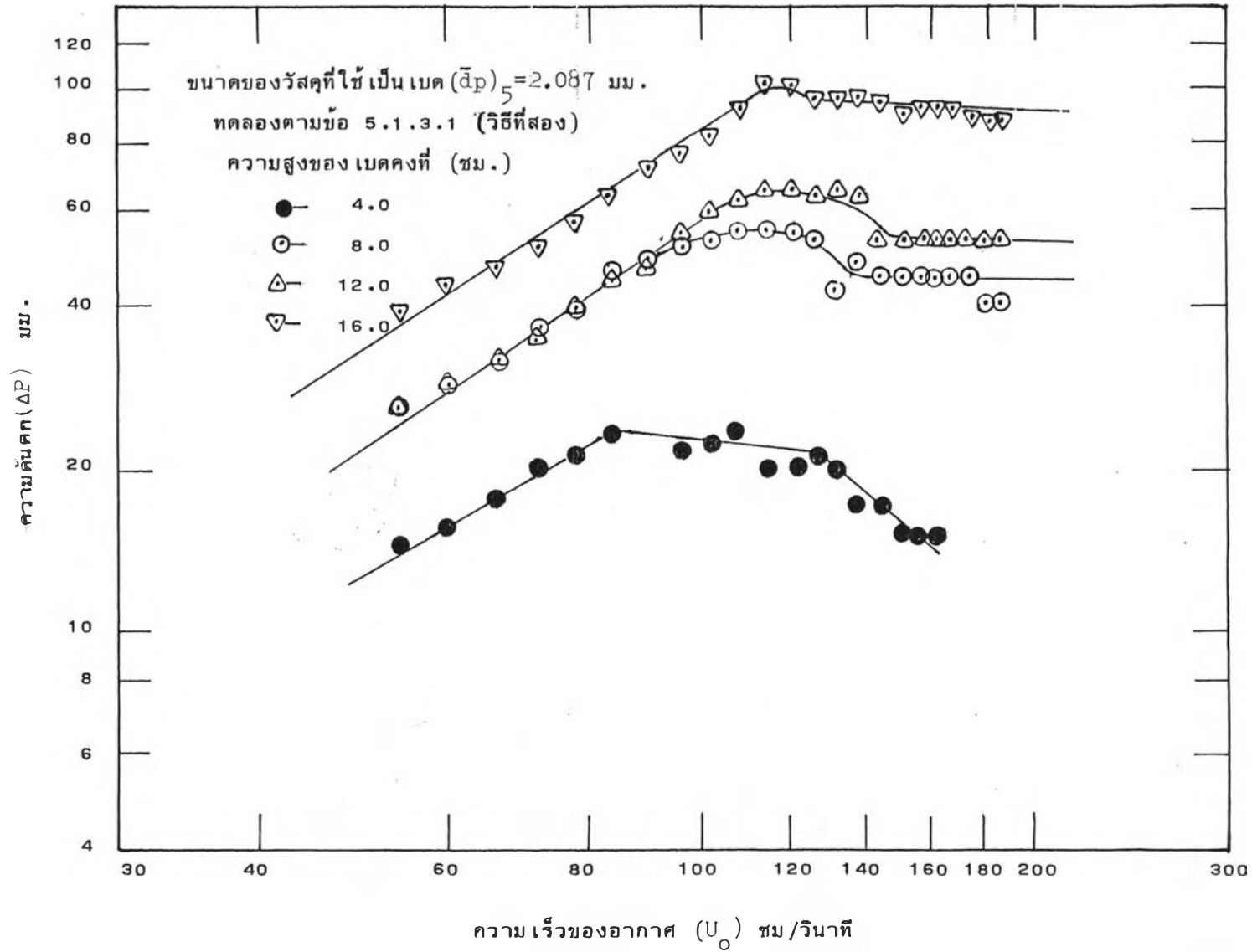
รูปที่ 6.7: ความสัมพันธ์ระหว่างความดันตก (ΔP) กับความเร็วของอากาศ (U_o)



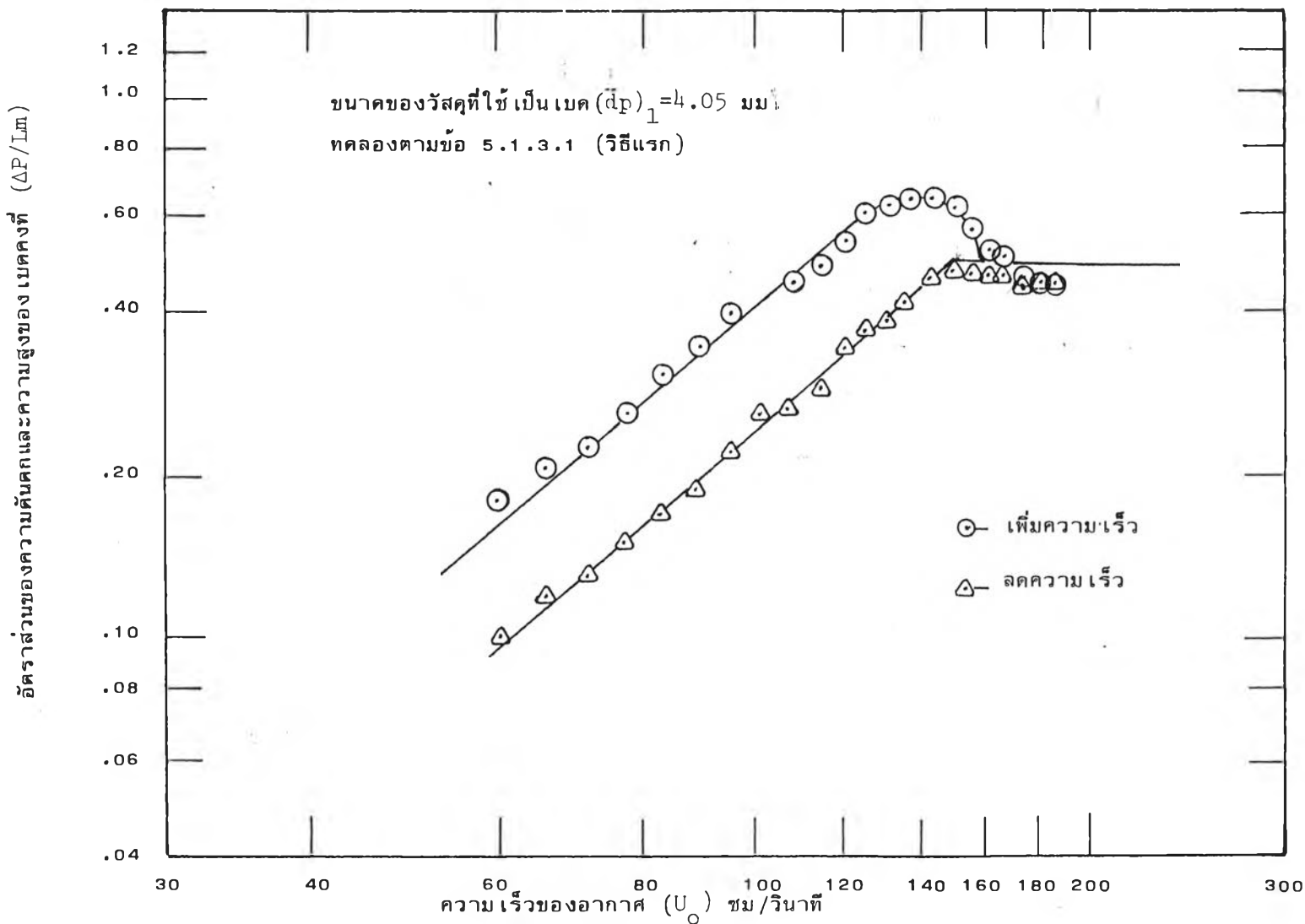
รูปที่ 6.8 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันตก (ΔP) กับความเร็วของอากาศ (U_o)



รูปที่ 6.9 ความสัมพันธ์ระหว่างความดันตก (ΔP) กับความเร็วของอากาศ (U_o)

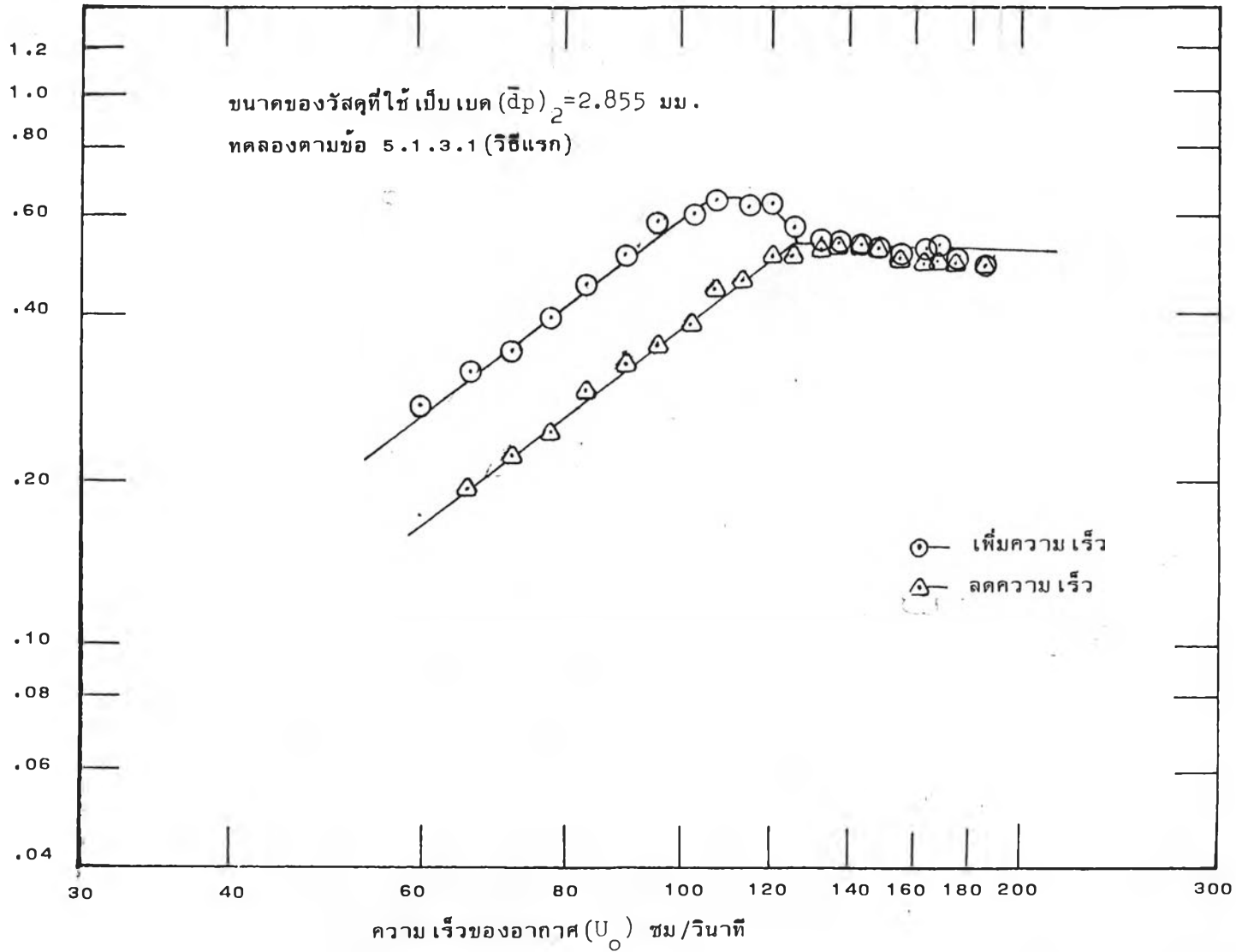


รูปที่ 6.10 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของความดันตกและความสูงของ เบดคงที่ ($\Delta P/Lm$) กับความเร็วของอากาศ (U_0)

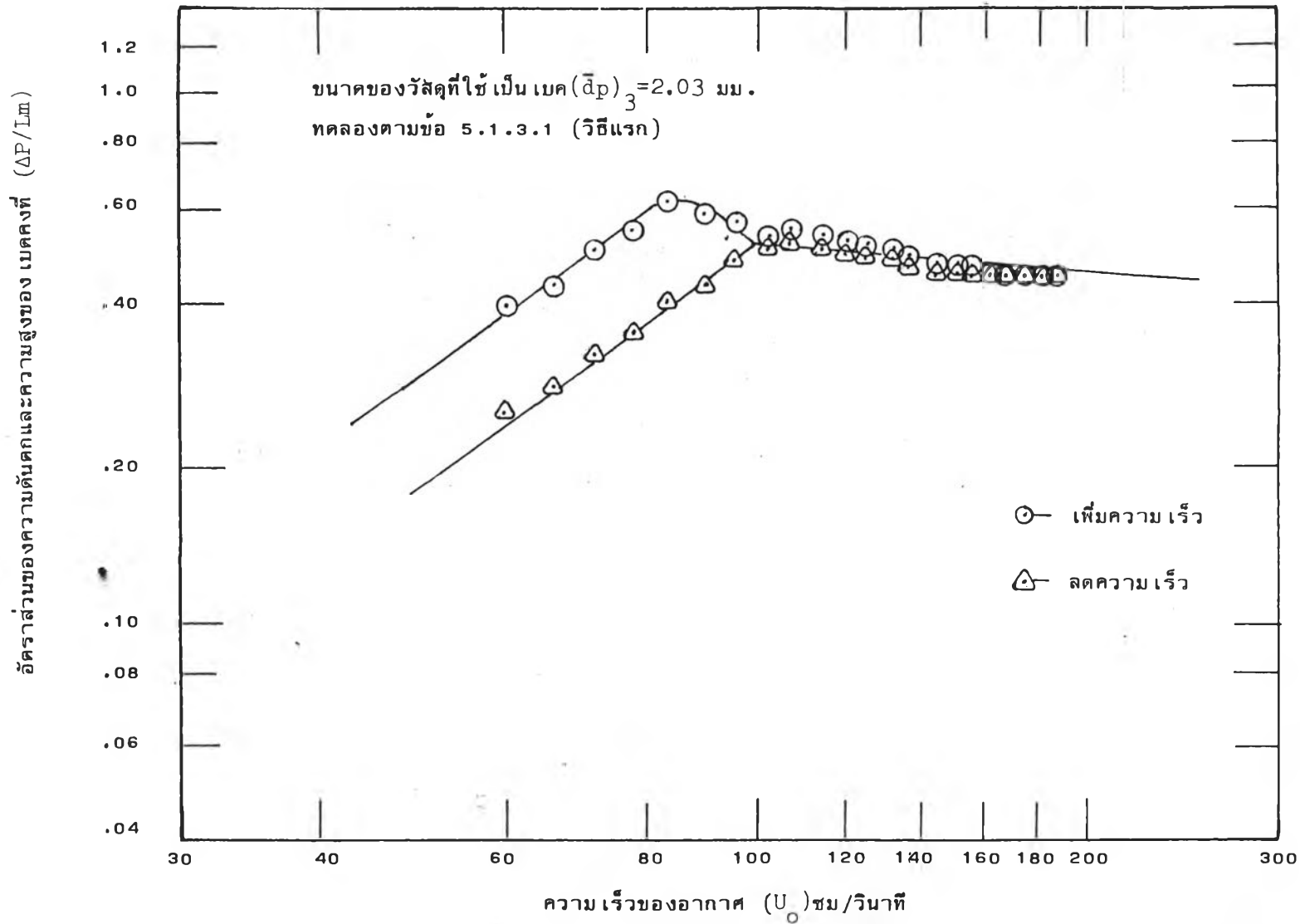


รูปที่ 6.11 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของความดันตกและความสูงของ เบดคองที่ ($\Delta P/Lm$)
กับความเร็วของอากาศ (U_o)

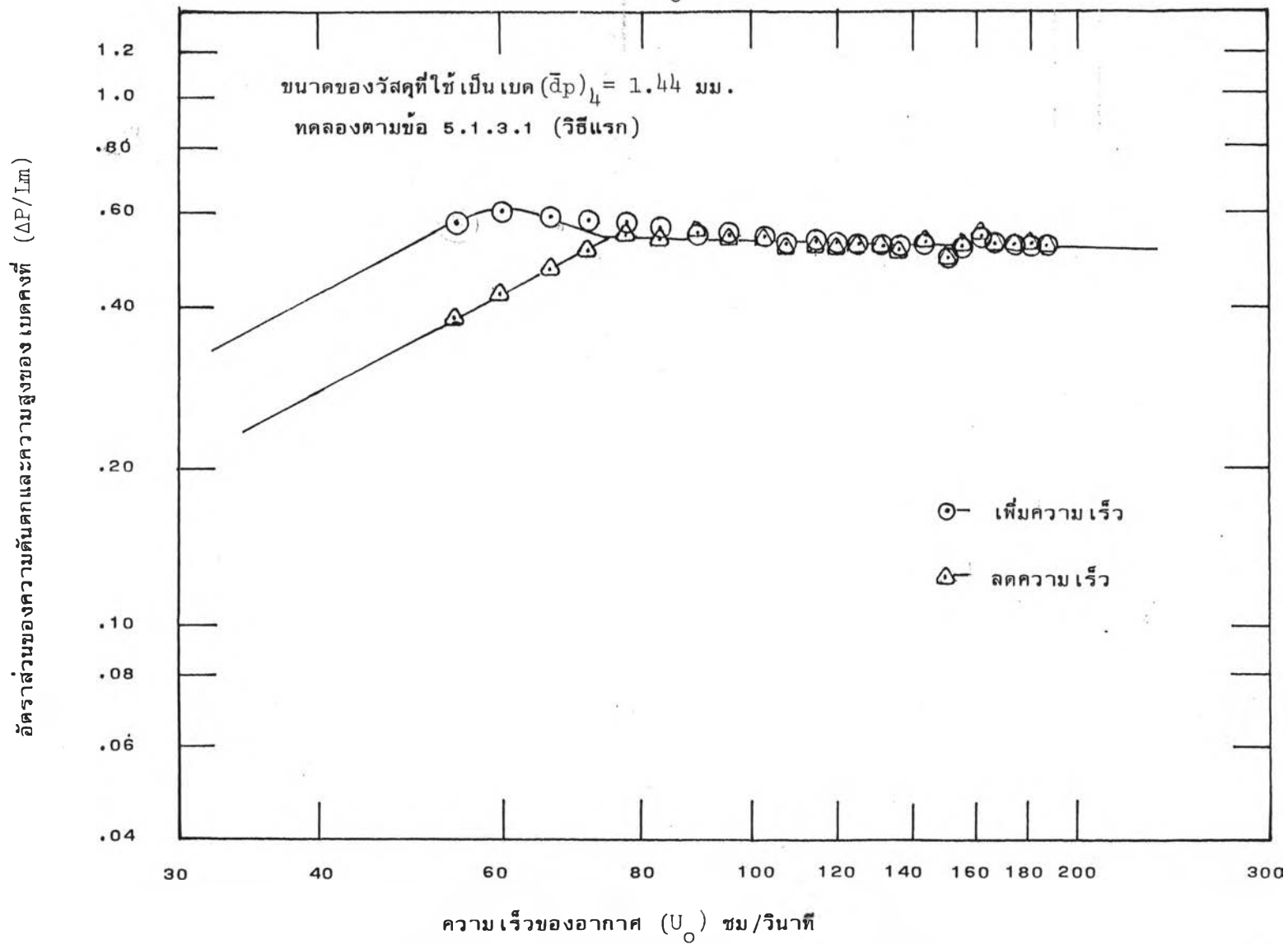
อัตราส่วนของความดันตกและความสูงของ เบดคองที่ ($\Delta P/Lm$)



รูปที่ 6.12 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของความดันตกและความสูง
ของ เบดคองที่ ($\Delta P/L_m$) กับ ความเร็วของอากาศ (U_0)

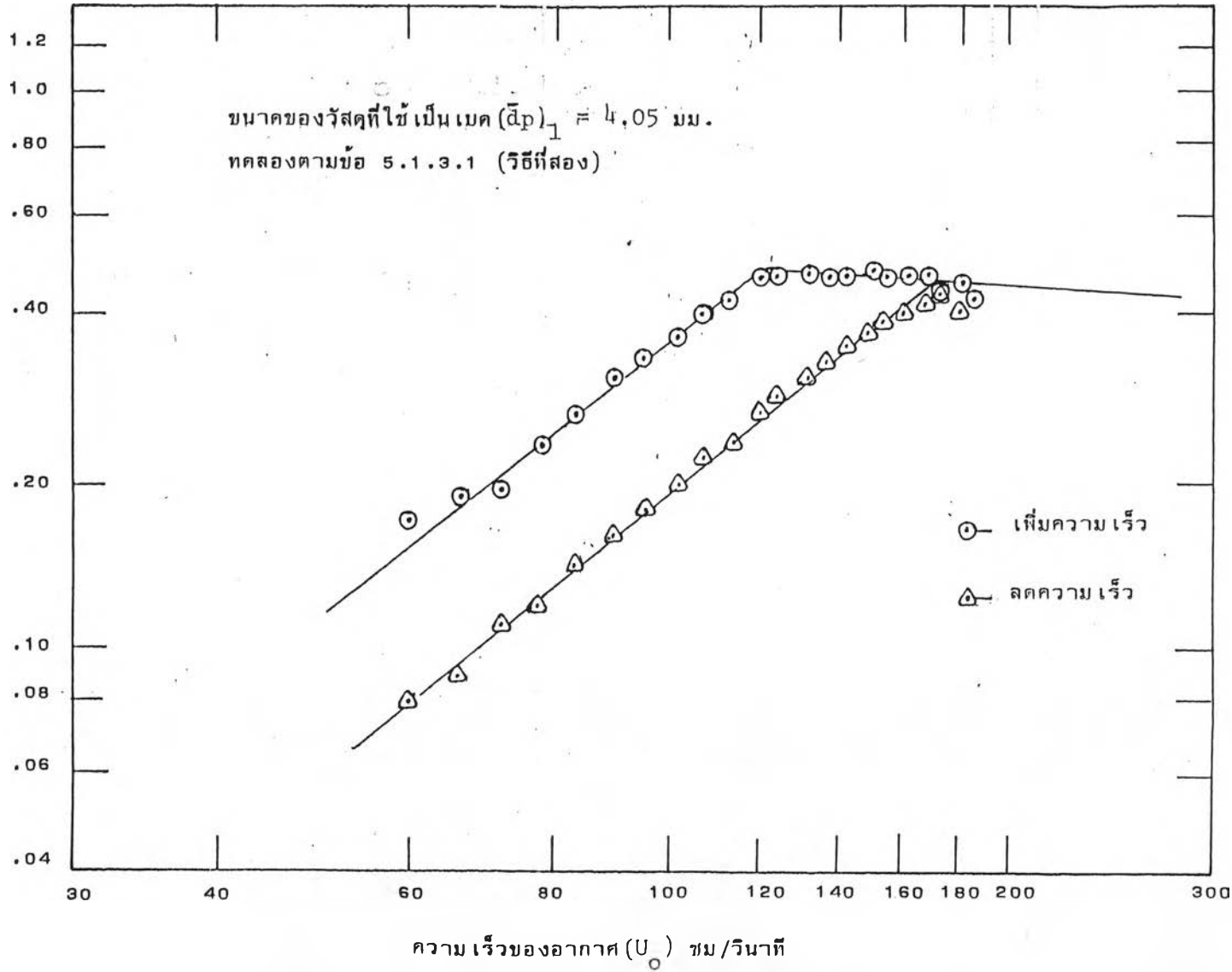


รูปที่ 6.13 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของความดันตกและความสูงของเบดคองที่ ($\Delta P/Lm$) , กับ
ความเร็วของอากาศ (U_o)



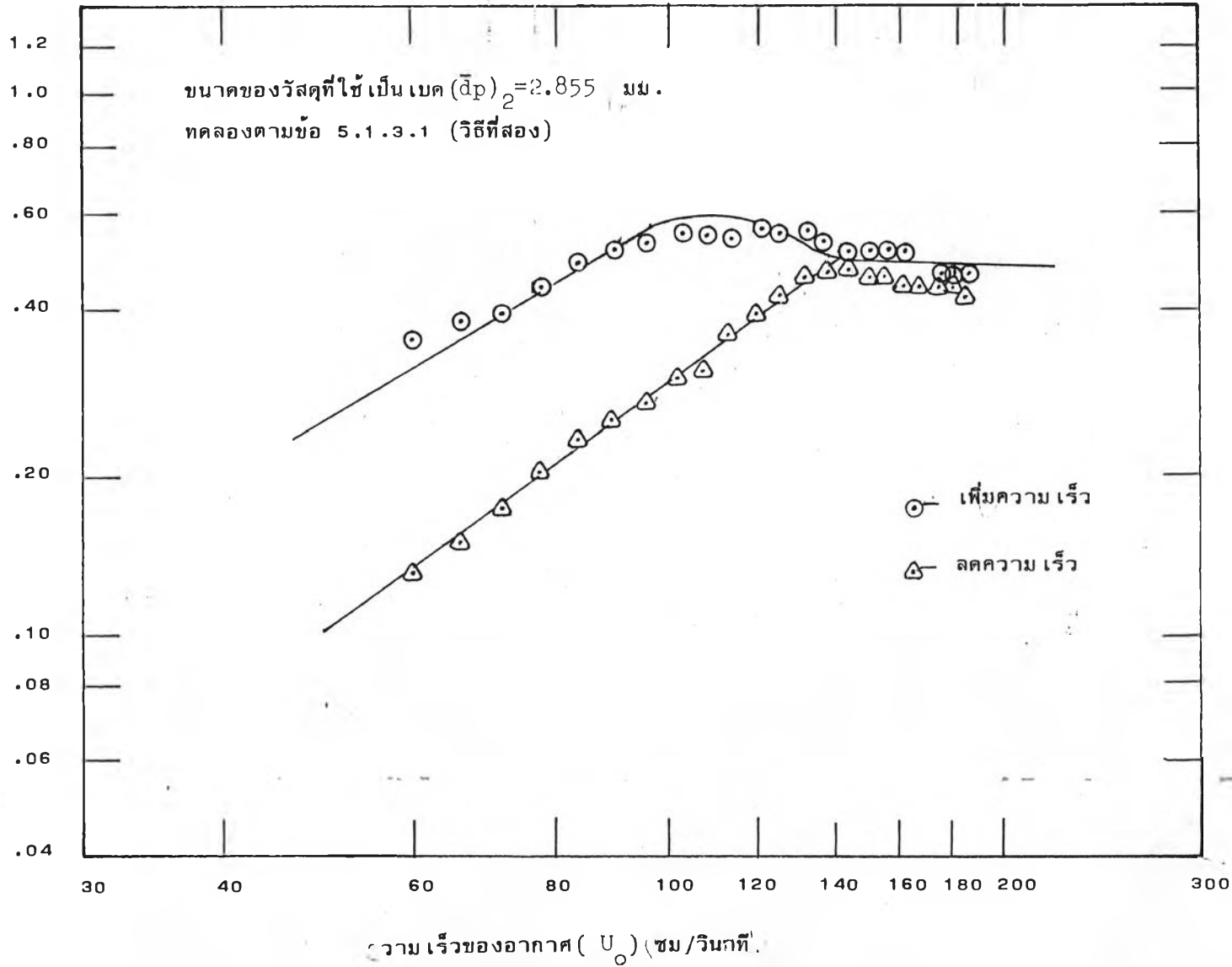
รูปที่ 6.14 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของความดันตกและความสูงของ เบคคิงที่ ($\Delta P/Lm$) กับความเร็วของอากาศ (U_o)

อัตราส่วนของความดันตกและความสูงของ เบคคิงที่ ($\Delta P/Lm$)

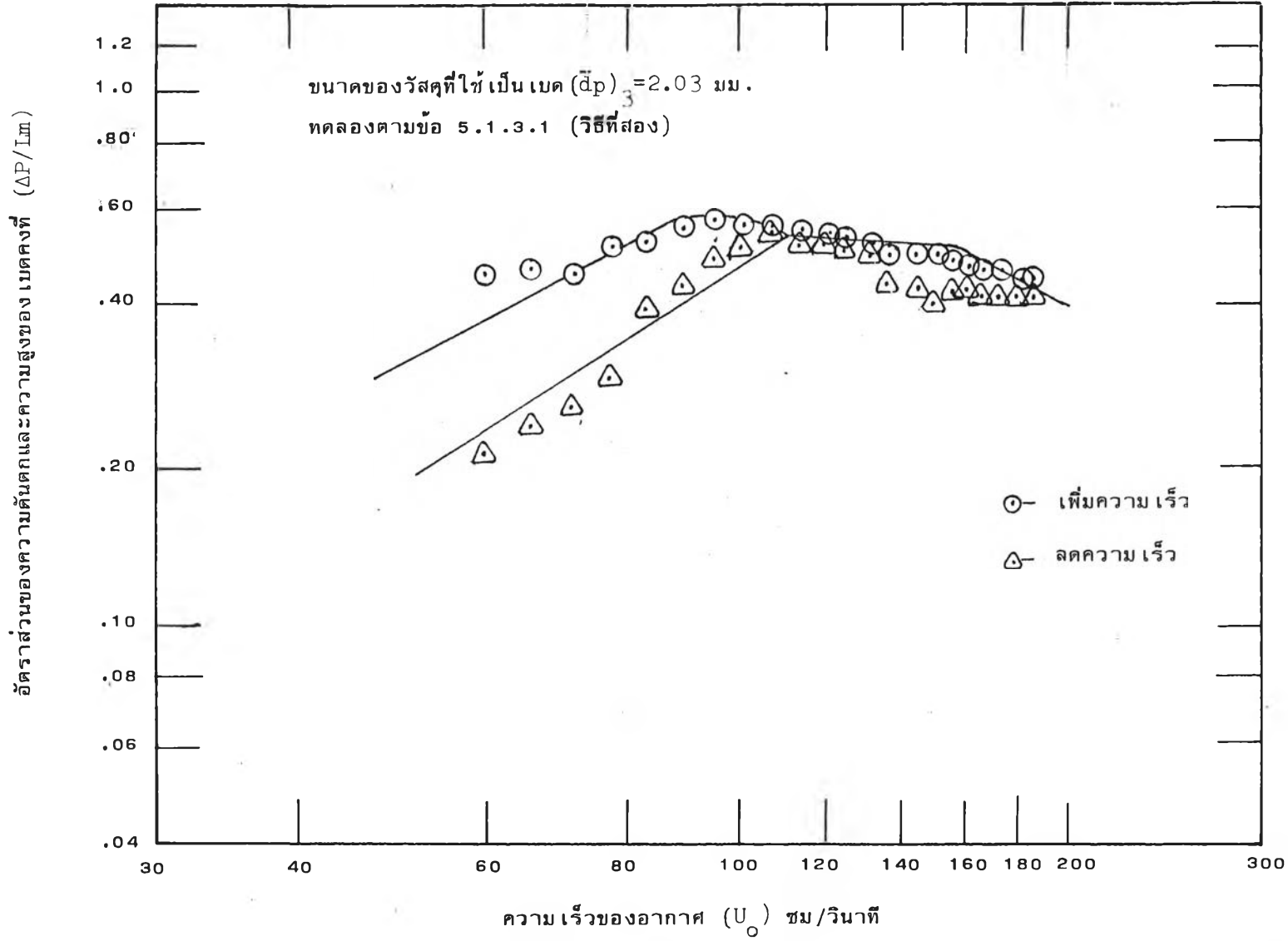


รูปที่ 6.15 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของความดันตกและความสูงของ เบดคองที่ ($\Delta P/Lm$)
 กับความเร็วของอากาศ (U_0)

อัตราส่วนของความดันตกและความสูงของ เบดคองที่ ($\Delta P/Lm$)

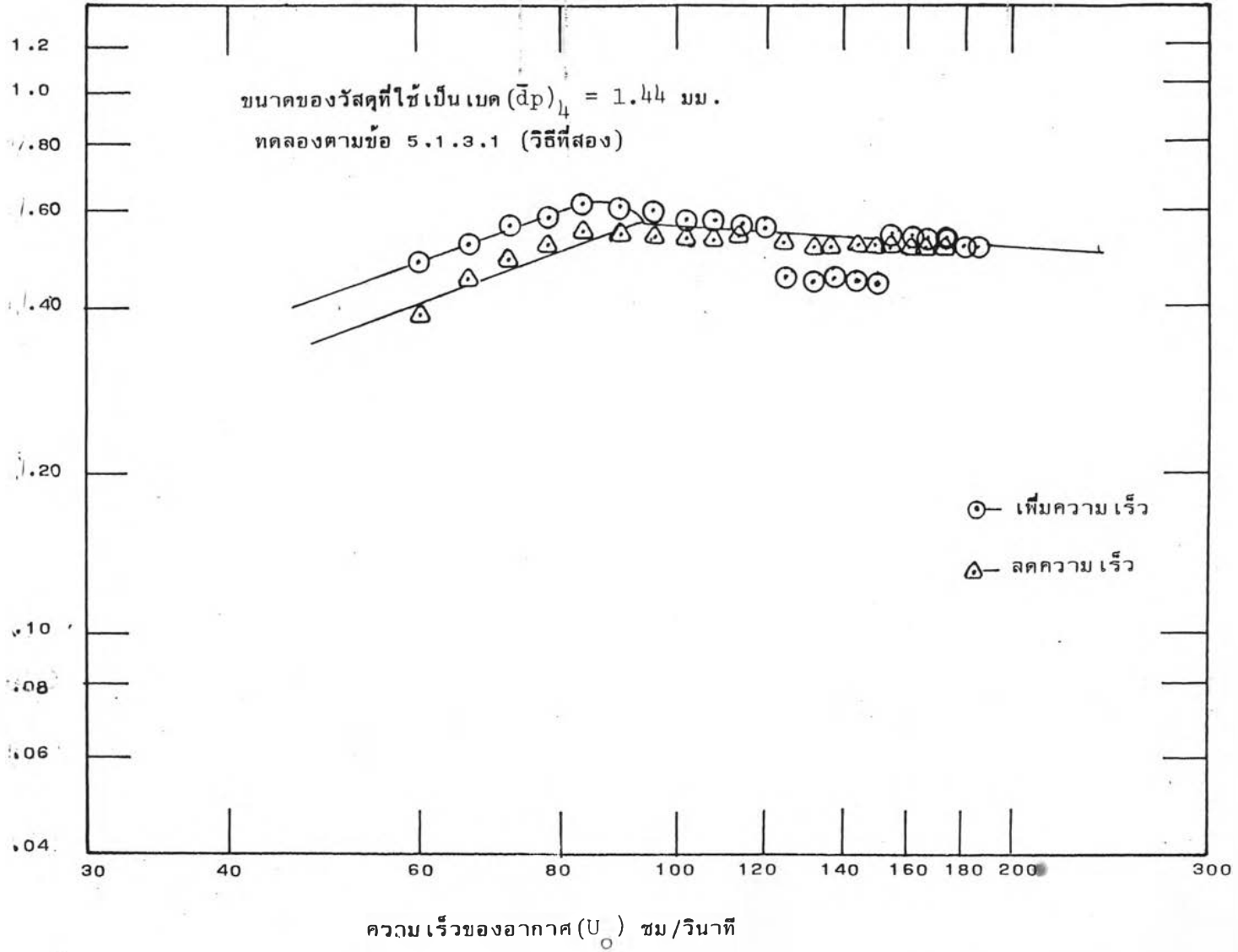


รูปที่ 6-16 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของความดันตกและความสูงของ เบดคงที่ ($\Delta P/Lm$)
กับความเร็วของอากาศ (U_0)

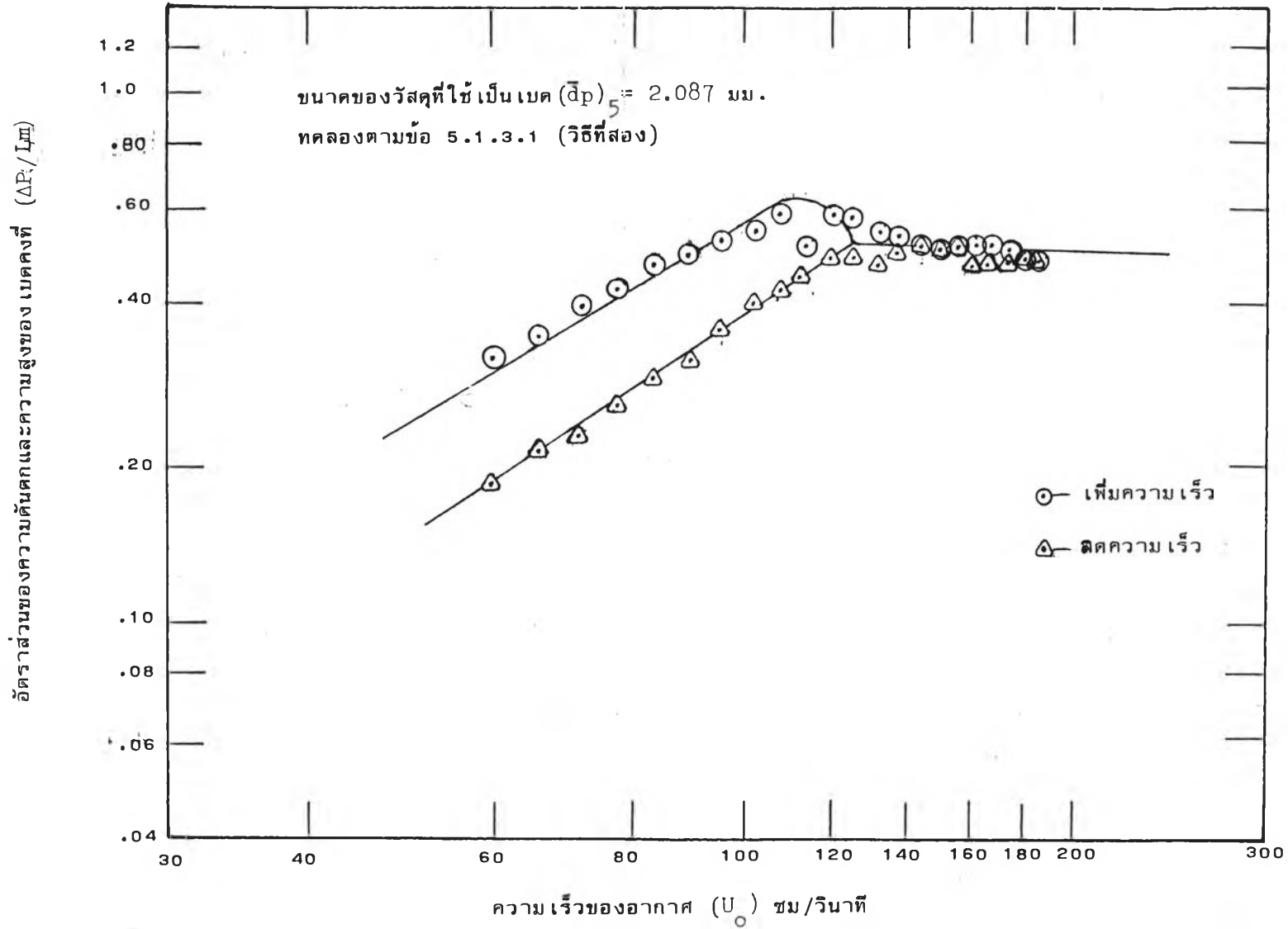


รูปที่ 6.17 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของความดันตกและความสูงของ เบดคงที่ ($\Delta P/Lm$) กับความเร็วของอากาศ (U_0)

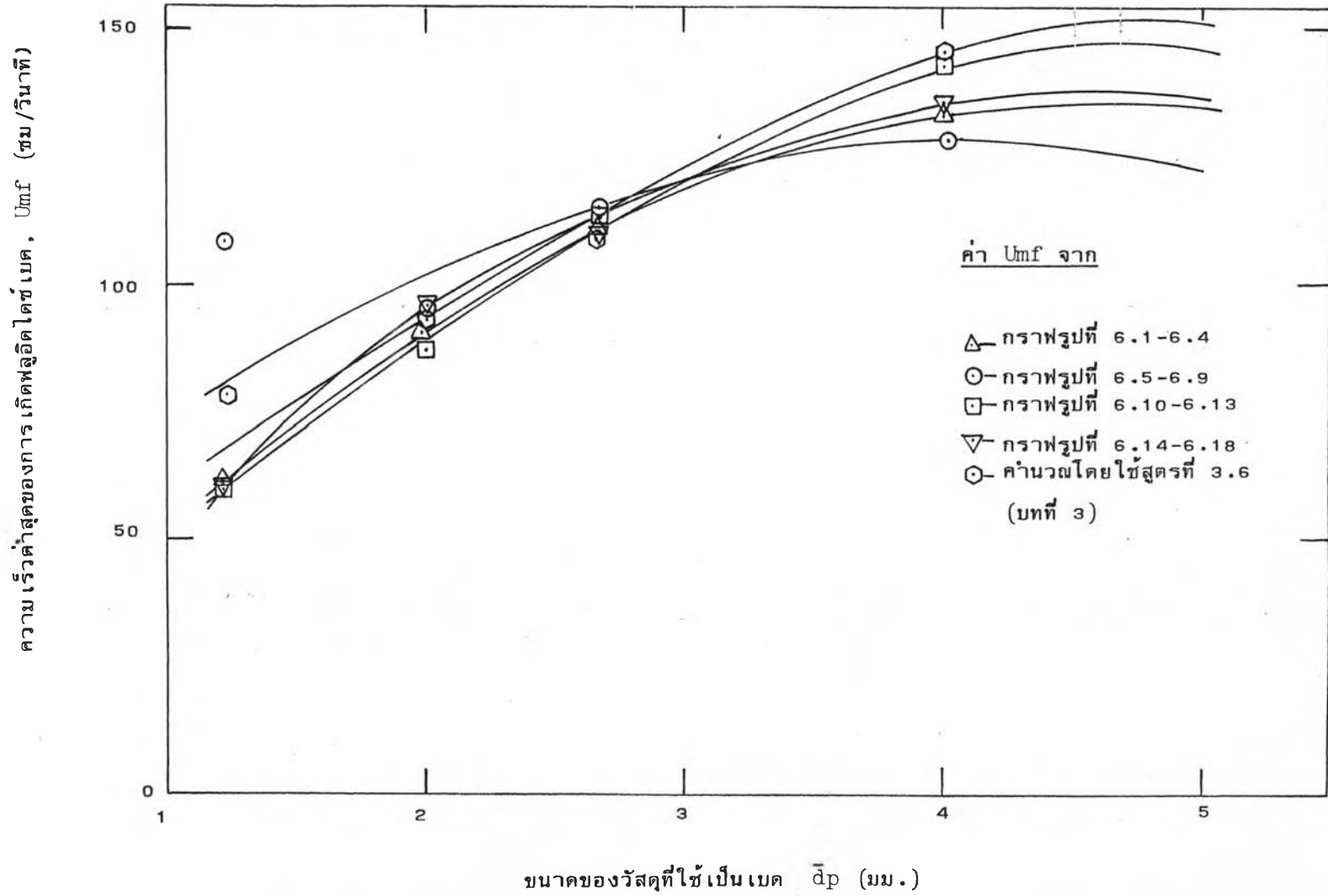
อัตราส่วนของความดันตกและความสูงของ เบดคงที่ ($\Delta P/Lm$)



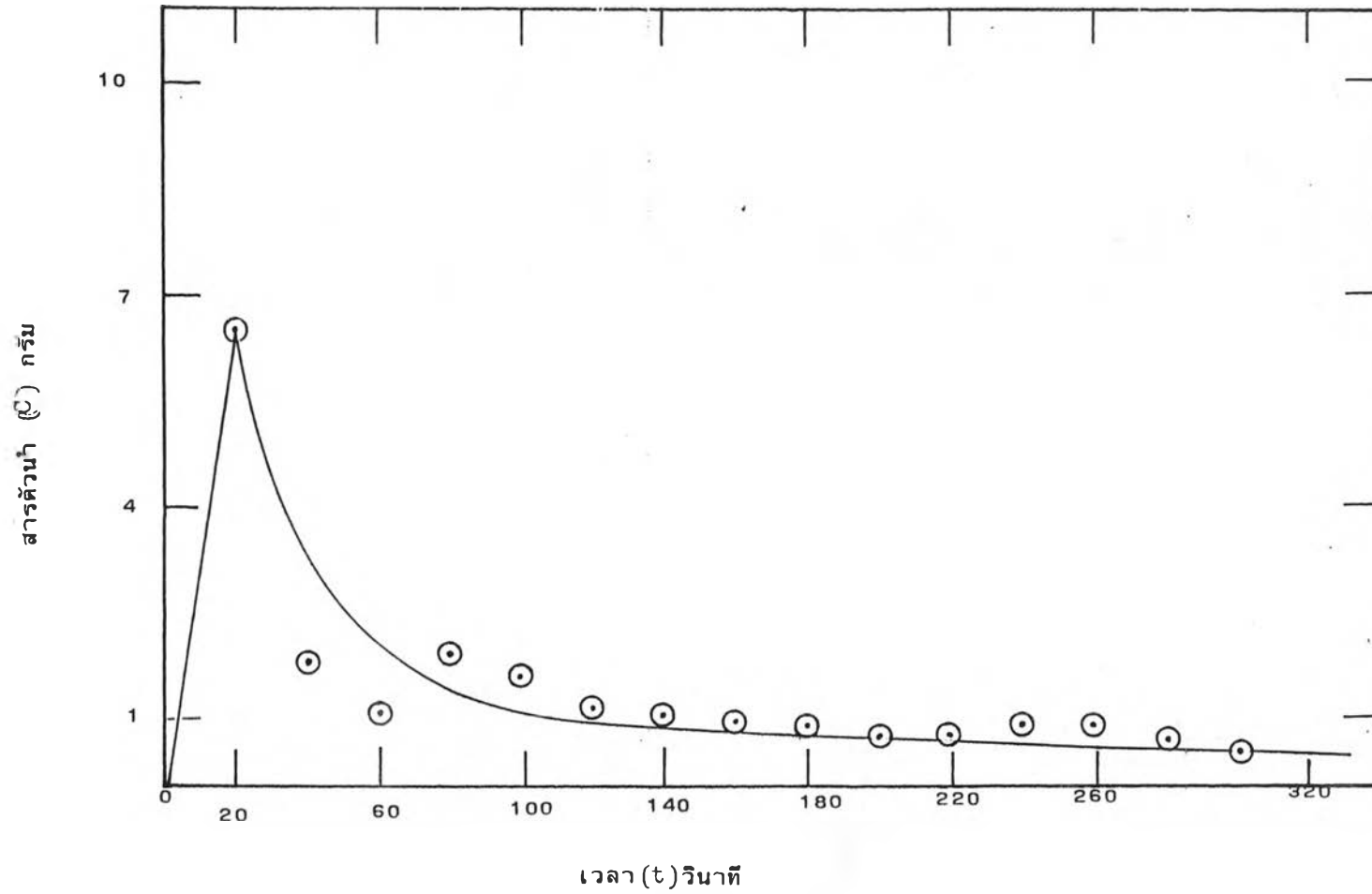
รูปที่ 6.18 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของความดันตกและความสูงของ เบดคองท์ ($\Delta P/Lm$) กับความเร็วของอากาศ (U_o)



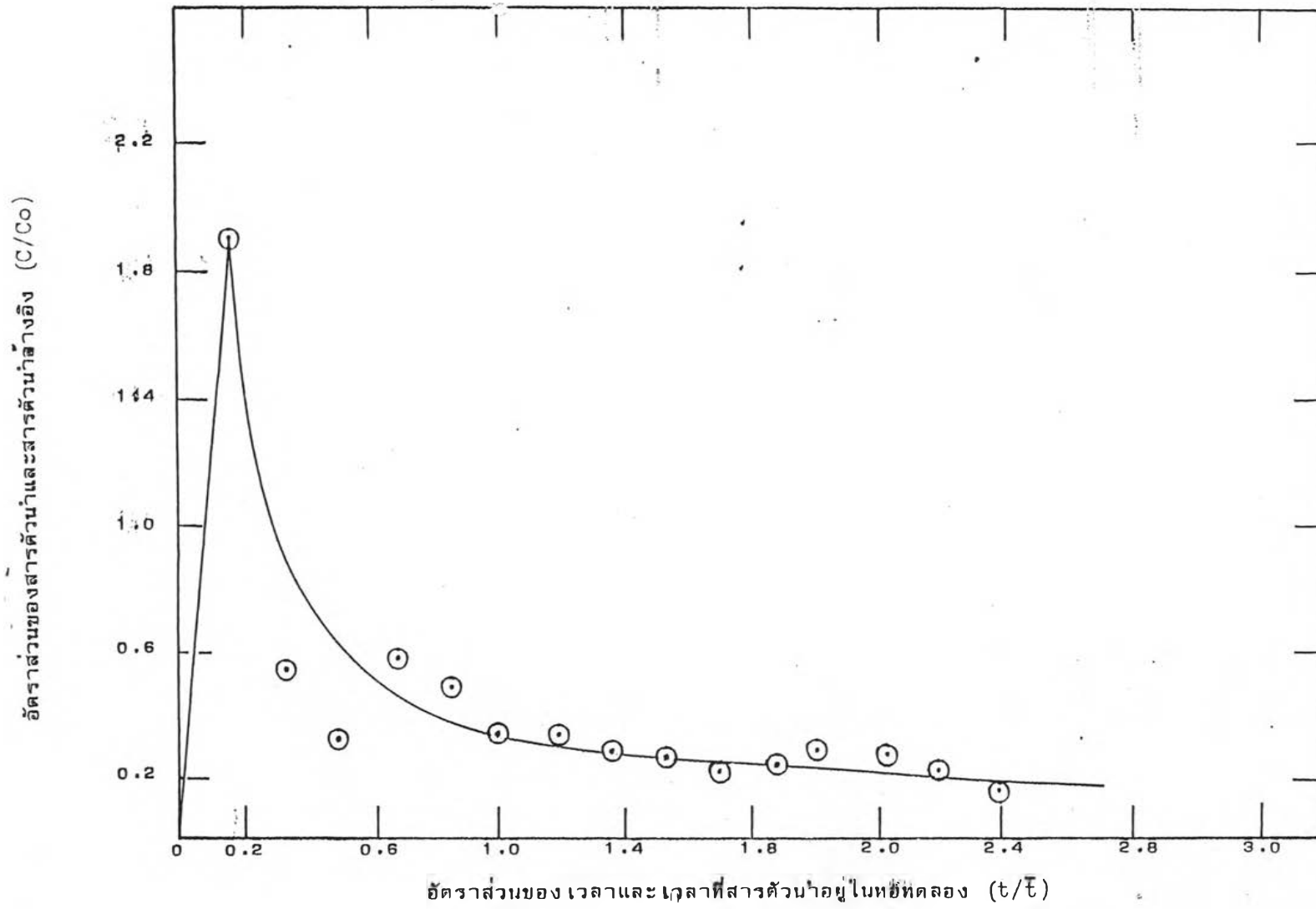
รูปที่ 6.19 ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดโคช เบดกับขนาดของวัสดุที่ใช้ เป็นเบด



รูปที่ 6.20 ความสัมพันธ์ระหว่างสารตัวนำ(C) กับเวลา (t)



รูปที่ 6.21: ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนของสารตัวนำและสารตัวนำอ้างอิง (C/C_0) กับอัตราส่วนของเวลาและเวลาที่สารตัวนำอยู่ในหอทดลอง (t/\bar{t})



ตารางที่ 6.1 ผลการทดลองหาความเร็วต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดไดซ์มด ทดลองตามข้อ 5.1.3.1 (วิธีแรก)

ขนาดของวัสดุที่ใช้เป็นเบด (\bar{d}_p)₁ = 4.05 มิลลิเมตร

ความเร็ว ของอากาศ (ชม/วินาที)	ความสูงของ เบดที่ (Lm)										อัตราส่วนของความดันตก และความสูงของ เบดคงที่ ($\Delta P/Lm$) โดยเฉลี่ย	
	4.0 ชม.		6.5 ชม.		9.0 ชม.		12.0 ชม.		18.0 ชม.			
	ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)			
	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว
60.2	6.0	3.0	12.0	7.0	17.0	12.0	20.5	12.5	37.0	19.0	0.18	0.10
66.2	7.0	5.0	14.0	7.0	19.0	12.0	24.5	14.5	41.0	23.0	0.21	0.12
72.2	7.0	5.0	15.0	9.0	23.0	14.0	25.5	16.5	49.0	25.0	0.23	0.14
78.2	8.0	5.0	17.0	11.0	25.0	16.0	30.5	19.5	57.0	29.0	0.26	0.15
84.2	9.0	7.0	21.0	11.0	31.0	18.0	34.5	20.5	63.0	33.0	0.31	0.18
90.3	11.0	7.0	24.2	13.0	33.0	20.0	36.5	22.5	73.0	37.0	0.34	0.19
96.3	13.0	9.0	26.0	15.0	37.0	22.0	42.5	26.5	77.0	41.0	0.39	0.23
102.3	11.2	10.0	29.0	17.0	43.0	26.0	48.5	30.5	91.0	45.0	0.37	0.26
108.3	12.0	9.0	29.0	19.0	47.0	26.0	52.5	32.5	99.0	49.0	0.45	0.27
114.4	17.5	12.0	35.0	19.0	53.0	30.0	58.5	36.5	109.0	57.0	0.48	0.29
120.4	20.0	13.0	39.0	23.0	57.0	32.0	66.5	40.5	125.0	61.0	0.54	0.34
126.4	21.0	14.0	37.0	25.0	55.0	36.0	72.5	40.5	137.0	69.0	0.60	0.37
132.4	22.0	15.0	35.0	25.0	56.0	36.0	76.5	46.5	145.0	71.0	0.63	0.39
138.4	17.0	15.0	35.0	29.0	56.0	40.0	76.5	46.5	161.0	81.0	0.64	0.42
144.5	17.0	15.0	35.0	31.0	56.0	47.0	76.5	56.5	157.0	85.0	0.64	0.46
150.5	15.0	17.0	31.0	31.0	52.0	44.0	66.5	60.5	175.0	89.0	0.61	0.48

ตารางที่ 6.1 (ต่อ)

ความเร็ว ของอากาศ (ชม./วินาที)	ความสูงของ เบดคองที (Lm)										อัตราส่วนของความดันตก และความสูงของ เบดคองที ($\Delta P/Lm$) โดยเฉลี่ย	
	4.0 ชม.		6.5 ชม.		9.0 ชม.		12.0 ชม.		18.0 ชม.			
	ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)			
	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว
156.5	15.0	14.0	29.0	27.0	52.0	46.0	69.5	60.5	137.0	97.0	0.56	0.46
162.5	15.0	12.0	29.0	27.0	46.0	46.0	69.5	64.5	123.0	97.0	0.51	0.46
168.6	15.0	12.0	25.0	27.0	46.0	46.0	70.5	64.5	107.0	97.0	0.50	0.46
174.6	7.0	7.0	27.0	27.0	46.0	46.0	70.5	64.5	111.0	103.0	0.46	0.44
180.6	7.0	7.0	27.0	27.0	46.0	46.0	70.5	70.5	103.0	103.0	0.45	0.45
186.6	7.0	7.0	27.0	27.0	46.0	46.0	70.5	70.5	103.0	103.0	0.45	0.45

ตารางที่ 6.2 ผลการทดลองหาความเร็วต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดไดซ์เบด ทดลองตามข้อ 5.1.3.1 (วิธีแรก)

ขนาดของวัสดุที่ใช้เป็นเบด $(\bar{d}_p)_2 = 2.855$ มิลลิเมตร

ความเร็ว ของอากาศ (ชม./วินาที)	ความสูงของ เบดคงที่ (Lm)								อัตราส่วนของความดันตก และความสูงของ เบดคงที่ ($\Delta P/Lm$) โดยเฉลี่ย	
	4.0 ชม.		8.0 ชม.		12.0 ชม.		16.0 ชม.			
	ความดันตก ($\Delta P/Lm$) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก ($\Delta P/Lm$) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก ($\Delta P/Lm$) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก ($\Delta P/Lm$) (มม.ของน้ำ)			
	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว		
60.2	11.0	7.0	23.0	13.0	34.0	22.0	42.0	28.0	0.28	0.17
66.2	12.0	7.0	27.0	15.0	38.0	26.0	48.0	34.0	0.32	0.19
72.2	13.0	9.0	29.0	17.0	42.0	28.0	52.0	36.0	0.34	0.22
78.2	15.0	9.0	33.0	19.0	48.0	32.0	60.0	42.0	0.39	0.24
84.2	17.0	11.0	39.0	21.0	56.0	36.0	70.0	46.0	0.45	0.28
90.3	19.0	13.0	43.0	23.0	62.0	40.0	76.0	56.0	0.50	0.32
96.3	23.0	13.0	49.0	27.0	72.0	44.0	86.0	60.0	0.58	0.35
102.3	25.0	15.0	49.0	29.0	76.0	48.0	94.0	65.0	0.61	0.38
108.3	27.0	17.0	51.0	32.0	80.0	58.0	104.0	76.0	0.64	0.44
114.4	25.0	17.0	43.0	35.0	72.0	58.0	106.0	80.0	0.64	0.46
120.4	23.0	19.0	43.0	37.0	78.0	64.0	114.0	86.0	0.63	0.50
126.4	17.0	19.0	37.0	39.0	76.0	66.0	100.0	94.0	0.58	0.52
132.4	19.0	18.0	43.0	39.0	76.0	70.0	94.0	100.0	0.54	0.52
138.4	19.0	17.0	39.0	39.0	72.0	72.0	94.0	106.0	0.54	0.54
144.5	17.0	17.0	37.0	39.0	74.0	72.0	94.0	106.0	0.53	0.54
150.5	17.0	17.0	37.0	37.0	70.0	68.0	94.0	106.0	0.52	0.53
156.5	17.0	13.0	37.0	37.0	70.0	70.0	94.0	106.0	0.51	0.51
162.5	15.0	11.0	37.0	37.0	70.0	70.0	104.0	106.0	0.53	0.49
168.6	17.0	11.0	37.0	37.0	70.0	70.0	106.0	106.0	0.53	0.49
174.6	13.0	11.0	37.0	37.0	70.0	70.0	106.0	106.0	0.51	0.49
180.6	11.0	11.0	37.0	37.0	70.0	70.0	106.0	106.0	0.49	0.49
186.6	11.0	11.0	37.0	37.0	70.0	70.0	106.0	106.0	0.49	0.49

ตารางที่ 6.3 ผลการทดลองหาความเร็วต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดไลซ์ เบด ทดลองตามข้อ 5.1.3.1 (วิธีแรก)

ขนาดของวัสดุที่ใช้เป็นเบด $(\bar{d}_p)_3 = 2.03$ มิลลิเมตร

ความเร็ว ของอากาศ (ชม/วินาที)	ความสูงของ เบดคงที่ (Lm)								อัตราส่วนของความดันตก และความสูงของ เบดคงที่ ($\Delta P/Lm$) โดยเฉลี่ย	
	4.0 ชม.		8.0 ชม.		12.0 ชม.		16.0 ชม.			
	ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)			
	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว
60.2	15.0	9.0	36.0	20.0	40.0	33.0	63.0	41.0	0.39	0.25
66.2	16.0	11.0	40.0	22.0	48.0	36.0	69.0	47.0	0.43	0.28
72.2	19.0	12.0	46.0	24.0	58.0	40.0	77.0	57.0	0.50	0.32
78.2	21.0	13.0	50.0	28.0	62.0	44.0	89.0	59.0	0.58	0.35
84.2	22.0	15.0	56.0	32.0	70.0	48.0	99.0	69.0	0.61	0.40
90.3	22.0	15.0	42.0	36.0	76.0	54.0	105.0	73.0	0.59	0.43
96.3	19.0	17.0	46.0	38.0	70.0	62.0	103.0	83.0	0.57	0.48
102.3	19.0	17.0	38.0	38.0	70.0	64.0	97.0	91.0	0.53	0.50
108.3	19.0	17.0	44.0	40.0	72.0	70.0	97.0	91.0	0.56	0.52
114.4	17.0	15.0	40.0	40.0	72.0	68.0	97.0	93.0	0.53	0.50
120.4	17.0	13.0	40.0	40.0	70.0	68.0	97.0	93.0	0.53	0.49
126.4	15.0	13.0	40.0	38.0	68.0	68.0	97.0	93.0	0.51	0.49
132.4	13.0	13.0	40.0	38.0	70.0	64.0	97.0	97.0	0.50	0.48
138.4	13.0	11.0	38.0	36.0	70.0	64.0	97.0	97.0	0.49	0.47
144.5	11.0	11.0	36.0	36.0	70.0	64.0	97.0	93.0	0.47	0.46
150.5	11.0	11.0	36.0	36.0	70.0	64.0	97.0	93.0	0.47	0.46
156.5	11.0	9.0	36.0	36.0	66.0	64.0	97.0	93.0	0.47	0.44
162.5	9.0	9.0	36.0	36.0	66.0	64.0	97.0	97.0	0.46	0.45
168.6	9.0	9.0	36.0	36.0	64.0	64.0	97.0	97.0	0.45	0.45
174.6	9.0	9.0	36.0	36.0	64.0	64.0	97.0	97.0	0.45	0.45
180.6	9.0	9.0	36.0	36.0	64.0	64.0	97.0	97.0	0.45	0.45
186.6	9.0	9.0	36.0	36.0	64.0	64.0	97.0	97.0	0.45	0.45

ตารางที่ 6.4 ผลการทดลองหาความเร็วค่าสูงสุดของการเกิดฟลูอิดไลซ์ เบด ทดลองตามข้อ 5.1.3.1 (วิธีแรก)

ขนาดของวัสดุที่ใช้เป็นเบด $(\bar{d}_p)_u = 1.44$ มิลลิเมตร

ความเร็ว ของอากาศ (ชม./วินาที)	ความสูงของเบดคงที่ (Lm)						อัตราส่วนของความดันตก และความสูงของเบดคงที่ ($\Delta P/Lm$) โดยเฉลี่ย	
	8.0 ชม.		12.5 ชม.		17.0 ชม.			
	ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)			
	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว
60.2	48.0	36.0	76.0	50.0	106.0	72.0	0.61	0.42
66.2	48.0	38.0	74.0	58.0	98.0	78.0	0.59	0.46
72.2	48.0	42.0	70.0	64.0	100.0	88.0	0.58	0.51
78.2	44.0	44.0	74.0	68.0	98.0	94.0	0.57	0.54
84.2	42.0	38.0	72.0	70.0	100.0	98.0	0.56	0.54
90.3	42.0	38.0	70.0	70.0	100.0	100.0	0.55	0.54
96.3	40.0	38.0	70.0	68.0	102.0	100.0	0.55	0.53
102.3	40.0	40.0	70.0	68.0	98.0	100.0	0.54	0.54
108.3	36.0	40.0	70.0	66.0	98.0	96.0	0.53	0.54
114.4	36.0	40.0	70.0	66.0	98.0	96.0	0.52	0.53
120.4	36.0	40.0	68.0	66.0	98.0	96.0	0.52	0.53
126.4	36.0	40.0	68.0	66.0	98.0	96.0	0.52	0.53
132.4	36.0	38.0	68.0	66.0	98.0	96.0	0.52	0.52
138.4	34.0	40.0	68.0	66.0	98.0	96.0	0.51	0.52
144.5	32.0	40.0	68.0	66.0	102.0	96.0	0.51	0.53
150.5	28.0	40.0	68.0	68.0	102.0	96.0	0.49	0.53
156.5	36.0	40.0	68.0	66.0	102.0	96.0	0.52	0.53
162.5	40.0	40.0	66.0	66.0	102.0	96.0	0.54	0.53
168.6	40.0	40.0	66.0	66.0	96.0	96.0	0.53	0.53
174.6	40.0	40.0	66.0	66.0	96.0	96.0	0.53	0.53
180.6	40.0	40.0	66.0	66.0	96.0	96.0	0.53	0.53
186.6	40.0	40.0	66.0	66.0	96.0	96.0	0.53	0.53

ตารางที่ 6.5 ผลการทดลองหาความเร็วต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดไคซ์เบด ทดลองตามข้อ 5.1.3.1 (วิธีที่สอง)

ขนาดของวัสดุที่ใช้เป็นเบด $(\bar{d}_p)_1 = 4.05$ มิลลิเมตร

ความเร็ว ของอากาศ (ชม./วินาที)	ความสูงของเบดคงที่ (Lm)										อัตราส่วนของความดันตก และความสูงของเบดคงที่ ($\Delta P/Lm$) โดยเฉลี่ย	
	4.0 ชม.		6.0 ชม.		8.4 ชม.		12.0 ชม.		16.0 ชม.			
	ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว
	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว		
60.2	7.0	3.0	12.0	6.0	15.0	6.0	18	10.0	25.0	15.0	0.17	0.08
66.2	7.0	4.0	13.0	6.5	16.5	7.0	18	12.0	30.0	16.0	0.18	0.09
72.2	8.0	4.0	15.5	7.5	18.0	8.0	21	14.0	32.0	20.0	0.19	0.11
78.2	9.0	4.5	17.5	8.5	20.0	9.0	23	16.0	35.0	22.0	0.23	0.12
84.2	10.0	6.0	20.0	9.0	24.0	11.0	25	16.0	42.0	25.0	0.26	0.14
90.3	11.0	6.0	23.0	11.5	29.0	12.0	29	20.0	48.0	28.0	0.30	0.16
96.3	13.0	7.0	25.0	12.0	30.0	13.0	33	22.0	52.0	32.0	0.33	0.18
102.3	14.0	8.0	26.0	13.0	34.0	15.0	36	25.0	57.0	35.0	0.36	0.20
108.3	15.5	8.0	28.5	15.0	36.0	17.0	40	27.0	64.0	38.0	0.40	0.22
114.4	16.5	9.0	31.0	16.0	40.0	17.0	43	29.0	59.0	42.0	0.42	0.24
120.4	16.5	10.0	33.0	18.0	47.0	20.0	45	34.0	64.0	48.0	0.45	0.27
126.4	14.0	11.0	33.5	19.5	51.0	21.0	45	36.0	68.0	48.0	0.46	0.29
132.4	14.0	11.0	35.0	21.5	53.0	21.0	46	40.0	71.0	57.0	0.47	0.31
138.4	11.0	11.0	32.0	22.5	51.0	24.0	50	43.0	76.0	63.0	0.46	0.33
144.5	11.0	11.0	31.0	24.0	49.0	26.0	51	48.0	80.0	66.0	0.46	0.35
150.5	11.0	11.0	31.0	24.5	54.0	28.0	60	50.0	80.0	69.0	0.48	0.37
156.5	11.0	11.0	31.0	25.0	47.0	30.0	57	49.0	86.0	75.0	0.47	0.38
162.5	11.0	11.0	30.0	26.5	46.0	29.0	60	55.0	90.0	78.0	0.47	0.40
168.6	11.0	11.0	28.0	26.0	46.0	32.0	60	60.0	94.0	82.0	0.47	0.42
174.6	11.0	11.0	24.0	27.0	45.0	31.0	59	63.0	85.0	87.0	0.45	0.43
180.6	11.0	11.0	25.0	25.0	44.0	27.0	61	57.0	88.0	83.0	0.45	0.40
186.6	8.0	8.0	25.0	25.0	40.0	40.0	58	58.0	84.0	86.0	0.44	0.43

ตารางที่ 6.6 ผลการทดลองหาความเร็วค่าสุดของการเกิดฟลูอิดไดซัเบต ทดลองตามข้อ 5.1.3.1 (วิธีที่สอง)

ขนาดของวัสดุที่ใช้เป็นเบต $(\bar{d}_p)_2 = 2.855$ มิลลิเมตร

ความเร็ว ของอากาศ (ชม/วินาที)	ความสูงของ เบตคงที่								อัตราส่วนของความดันตก และความสูงของ เบตคงที่ ($\Delta P/L_m$) โดยเฉลี่ย	
	4.0 ชม.		8.0 ชม.		12.0 ชม.		16.0 ชม.			
	ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)			
	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว
60.2	20.0	4.8	25.0	11.0	28.0	18.0	41.0	23.0	0.35	0.14
66.2	19.0	5.0	27.0	13.0	31.0	20.0	47.0	26.0	0.38	0.16
72.2	16.7	5.5	31.0	15.0	35.0	22.0	54.0	30.0	0.39	0.17
78.2	19.0	6.5	37.0	17.0	39.0	26.0	57.0	34.0	0.44	0.20
84.2	22.0	7.5	40.0	19.0	44.0	30.0	60.0	37.0	0.48	0.23
90.3	22.0	8.0	44.0	21.0	50.0	33.0	63.0	41.0	0.52	0.25
96.3	24.5	8.5	41.0	24.0	58.0	36.0	63.0	46.0	0.53	0.28
102.3	24.5	9.5	45.0	27.0	60.0	38.0	63.0	53.0	0.55	0.31
108.3	20.0	10.0	46.0	28.0	65.0	42.0	67.0	56.0	0.55	0.33
114.4	19.0	11.5	48.0	31.0	67.0	46.0	75.0	60.0	0.54	0.36
120.4	20.5	12.0	46.0	33.0	71.0	53.0	83.0	65.0	0.56	0.39
126.4	18.0	12.0	43.0	37.0	67.0	56.0	88.0	72.0	0.55	0.42
132.4	17.5	14.0	48.0	40.0	67.0	60.0	88.0	78.0	0.56	0.46
138.4	13.0	14.0	46.0	41.0	65.0	62.0	95.0	80.0	0.53	0.47
144.5	12.5	14.0	41.0	42.0	62.0	64.0	89.0	84.0	0.50	0.48
150.5	15.0	11.0	44.0	42.0	59.0	61.0	89.0	86.0	0.52	0.46
156.5	15.0	14.0	39.0	40.0	65.0	57.0	88.0	86.0	0.51	0.47
162.5	15.0	10.0	43.0	39.0	62.0	61.0	87.0	86.0	0.51	0.44
168.6	12.0	10.0	39.0	37.0	62.0	64.0	87.0	86.0	0.37	0.45
174.6	10.0	10.0	37.0	37.0	61.0	64.0	86.0	83.0	0.47	0.44
180.6	8.0	11.0	39.0	37.0	63.0	61.0	86.0	86.0	0.47	0.44
186.6	7.0	7.0	38.0	38.0	61.0	61.0	86.0	86.0	0.46	0.42

ตารางที่ 6.7 ผลการทดลองหาความเร็วค่าสุดของการเกิดฟลูอิดโคชเบค ทดลองตามข้อ 5.1.3.1 (วิธีที่สอง)

ขนาดของวัสดุที่ใช้ เป็น เบค (\bar{d}_p)₃ = 2.03 มิลลิเมตร

ความเร็ว ของอากาศ (ชม/วินาที)	ความสูงของเบคคองที่ (Lm)								อัตราส่วนของความดันตกและความสูงของเบคคองที่ ($\Delta P/Lm$) โดยเฉลี่ย	
	4.0 ชม.		8.0 ชม.		12.0 ชม.		16.0 ชม.			
	ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)			
	เพิ่มความเร็ว	ลดความเร็ว	เพิ่มความเร็ว	ลดความเร็ว	เพิ่มความเร็ว	ลดความเร็ว	เพิ่มความเร็ว	ลดความเร็ว	เพิ่มความเร็ว	ลดความเร็ว
60.2	22.0	11.0	36.0	19.0	40.0	28.0	72.0	42.0	0.45	0.22
66.2	20.0	10.0	41.0	22.0	45.0	33.0	72.0	47.0	0.46	0.24
72.2	14.0	12.0	45.0	24.0	52.0	38.0	77.0	55.0	0.45	0.26
78.2	17.0	12.0	47.0	28.0	57.0	42.0	84.0	60.0	0.50	0.29
84.2	17.0	14.0	49.0	32.0	63.0	48.0	88.0	68.0	0.53	0.39
90.3	17.0	16.0	51.0	36.0	66.0	53.0	94.0	74.0	0.55	0.44
96.3	16.0	18.0	53.0	39.0	70.0	58.0	102.0	81.0	0.57	0.48
102.3	18.0	18.0	47.0	42.0	73.0	62.0	100.0	88.0	0.56	0.51
108.3	18.0	18.0	49.0	46.0	71.0	66.0	98.0	94.0	0.56	0.54
114.4	16.0	14.0	48.0	46.0	70.0	66.0	100.0	96.0	0.55	0.52
120.4	16.0	14.0	48.0	45.0	69.0	66.0	97.0	97.0	0.54	0.52
126.4	16.0	14.0	45.0	42.0	66.0	62.0	97.0	97.0	0.53	0.50
132.4	16.0	13.0	45.0	42.0	65.0	62.0	95.0	93.0	0.52	0.49
138.4	14.0	13.0	42.0	42.0	65.0	62.0	93.0	93.0	0.50	0.42
144.5	14.0	11.0	42.0	41.0	65.0	62.0	93.0	93.0	0.50	0.42
150.5	14.0	12.0	42.0	42.0	63.0	62.0	91.0	93.0	0.49	0.40
156.5	12.0	12.0	42.0	41.0	63.0	62.0	91.0	93.0	0.48	0.42
162.5	12.0	10.0	40.0	41.0	63.0	62.0	91.0	93.0	0.47	0.42
168.6	10.0	11.0	41.0	41.0	61.0	62.0	91.0	91.0	0.46	0.41
174.6	10.0	8.0	41.0	41.0	61.0	62.0	91.0	91.0	0.46	0.41
180.6	8.0	8.0	41.0	41.0	62.0	62.0	91.0	91.0	0.45	0.41
186.6	8.0	8.0	41.0	41.0	62.0	62.0	91.0	91.0	0.45	0.41

ตารางที่ 6.8 ผลการทดลองหาความเร็วต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดไลต์ เบด ทดลองตามข้อ 5.1.3.1 (วิธีที่สอง)

ขนาดของวัสดุที่ใช้เป็นเบด $(\bar{d}_p)_4 = 1.44$ มิลลิเมตร

ความเร็ว ของอากาศ (ชม/วินาที)	ความสูงของ เบดคงที่ (Lm)								อัตราส่วนของความดันตก และความสูงของ เบดคงที่ ($\Delta P/Lm$) โดยเฉลี่ย	
	8.0 ชม.		12.0 ชม.		16.0 ชม.		18.0 ชม.			
	ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)			
	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว
60.2	48.0	32.0	40.5	37.0	75.0	62.0	93.0	79.0	0.48	0.38
66.2	48.0	36.0	46.0	52.0	86.0	69.0	101.5	92.0	0.52	0.46
72.2	50.0	39.0	51.0	54.0	91.0	76.0	114.0	100.0	0.56	0.49
78.2	50.0	44.0	58.0	59.0	95.0	84.0	113.5	99.0	0.59	0.53
84.2	49.0	47.0	66.0	63.0	95.0	90.0	113.5	100.0	0.62	0.55
90.3	49.0	47.0	66.0	59.0	93.0	89.0	113.0	106.0	0.61	0.55
96.3	45.0	43.0	64.0	59.0	91.0	89.0	108.5	106.0	0.61	0.54
102.3	46.0	43.0	63.0	59.0	90.0	90.0	110.0	106.0	0.58	0.54
108.3	44.0	40.0	62.0	59.0	90.0	90.0	110.0	106.0	0.58	0.53
114.4	44.0	42.0	62.0	59.0	90.0	90.0	109.0	106.0	0.57	0.54
120.4	44.0	42.0	63.0	59.0	90.0	90.0	109.0	106.0	0.57	0.54
126.4	44.0	42.0	63.0	59.0	90.0	90.0	105.0	106.0	0.46	0.54
132.4	44.0	40.0	63.0	59.0	90.0	90.0	105.0	100.0	0.46	0.52
138.4	42.0	40.0	63.0	59.0	90.0	90.0	105.0	100.0	0.46	0.52
144.5	40.0	40.0	63.0	59.0	90.0	90.0	102.5	100.0	0.45	0.52
150.5	40.0	40.0	63.0	59.0	90.0	90.0	100.0	100.0	0.45	0.52
156.0	40.0	38.0	63.0	59.0	90.0	90.0	100.0	100.0	0.55	0.52
162.5	40.0	38.0	60.0	59.0	90.0	90.0	106.5	100.0	0.54	0.52
168.6	38.0	38.0	60.0	59.0	90.0	90.0	100.0	100.0	0.53	0.52
174.6	38.0	38.0	60.0	59.0	90.0	90.0	100.0	100.0	0.53	0.52
180.6	38.0	38.0	58.0	58.0	90.0	90.0	100.0	100.0	0.52	0.52
186.6	38.0	38.0	56.0	56.0	90.0	90.0	100.0	100.0	0.51	0.51

ตารางที่ 6.9 ผลการทดลองหาความเร็วต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดไดซ์เมต ทดลองตามข้อ 5.1.3.1 (วิธีที่สอง)

ขนาดของวัสดุที่ใช้เป็นเบด $(\bar{d}_p)_5 = 2.087$ มิลลิเมตร

ความเร็ว ของอากาศ (ชม/วินาที)	ความสูงของเบดคงที่ (Lm)								อัตราส่วนของความดัน ตกและความสูงของเบด คงที่ ($\Delta P/Lm$) โดยเฉลี่ย	
	4.0 ชม.		8.0 ชม.		12.0 ชม.		16.0 ชม.			
	ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		ความดันตก (ΔP) (มม.ของน้ำ)		เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว
	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว	เพิ่ม ความเร็ว	ลด ความเร็ว		
60.2	15.5	7.5	29.5	14.0	29.0	21.0	43.0	33.0	0.32	0.21
66.2	17.5	9.0	31.5	16.0	32.0	24.0	47.0	37.0	0.35	0.23
72.2	20.0	10.5	36.0	17.0	34.5	27.0	51.0	41.0	0.39	0.26
78.2	21.0	12.0	39.0	20.0	40.0	30.0	57.0	48.0	0.42	0.30
84.2	23.0	13.5	46.0	21.5	44.0	35.0	64.0	52.0	0.48	0.33
90.3	20.0	15.5	48.0	26.5	47.5	37.0	72.0	57.0	0.49	0.36
96.3	21.5	17.0	51.0	29.0	54.5	42.0	77.0	63.0	0.53	0.39
102.3	22.0	17.0	53.0	34.0	60.0	45.0	83.0	73.0	0.56	0.46
108.3	23.5	18.5	55.0	34.0	63.0	48.0	93.0	75.0	0.59	0.47
114.4	20.0	21.0	55.0	36.0	66.0	52.5	101.0	81.0	0.51	0.51
120.4	20.0	19.0	55.0	37.5	66.0	57.0	101.0	85.0	0.59	0.58
126.4	21.0	12.0	53.0	39.0	64.0	57.0	97.0	85.0	0.58	0.53
132.4	20.0	17.0	42.0	38.0	66.0	59.0	97.0	93.0	0.55	0.58
138.4	17.0	17.0	48.0	45.0	64.0	63.0	97.0	95.0	0.54	0.59
144.5	17.0	15.0	45.0	45.0	63.0	63.0	95.0	97.0	0.52	0.61
150.5	15.0	15.0	45.0	45.0	63.0	63.0	91.0	93.0	0.51	0.58
156.5	15.0	15.0	45.0	45.0	63.0	63.0	93.0	93.0	0.51	0.58
162.5	15.0	15.0	45.0	40.0	63.0	63.0	93.0	93.0	0.51	0.58
168.6	15.0	15.0	45.0	40.0	63.0	63.0	93.0	93.0	0.51	0.58
174.6	15.0	15.0	45.0	40.0	63.0	63.0	89.0	89.0	0.50	0.56
180.6	15.0	15.0	40.0	40.5	63.0	63.0	89.0	89.0	0.49	0.56
186.6	15.0	15.0	40.0	44.0	63.0	63.0	89.0	89.0	0.49	0.56

ตารางที่ 6.10 ความเร็วต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดโคซ์เบด

ขนาดของวัสดุที่ใช้เป็นเบด (มม.)	ความสูงของเบดคงที่ (ซม.)	จากกราฟรูปที่ 6.1 ถึง 6.4	จากกราฟรูปที่ 6.5 ถึง 6.9	จากกราฟรูปที่ 6.10 ถึง 6.13	จากกราฟรูปที่ 6.14 ถึง 6.18	จากการคำนวณโดยใช้สูตร (3.6)
$(\bar{d}_p)_1 = 4.05$	4.0	130.0	115.0			
	6.0	-	130.0			
	6.5	125.0	-			
	8.4	-	132.0			
	9.0	130.0	-			
	12.0	135.0	128.0			
	16.0	-	134.0			
	18.0	145.0	-			
	เฉลี่ย	133.0	127.8	142.0	122.0	145.6
$(\bar{d}_p)_2 = 2.855$	4.0	110.0	98.0			
	8.0	102.0	108.0			
	12.0	108.0	120.0			
	16.0	120.0	135.0			
	เฉลี่ย	110.0	115.25	113.0	110.0	109.6
$(\bar{d}_p)_3 = 2.03$	4.0	87.0	87.0			
	8.0	85.0	89.0			
	12.0	93.0	105.0			
	16.0	93.0	102.0			
	เฉลี่ย	89.5	95.25	87.0	96.0	93.3
$(\bar{d}_p)_4 = 1.44$	8.0	63.0	80.0			
	12.0	-	90.0			
	12.5	63.0	-			
	16.0	-	84.0			
	17.0	61.0	-			
	18.0	-	78.0			
	เฉลี่ย	62.30	83.0	61.0	87.0	78.0
$(\bar{d}_p)_5 = 2.087$	4.0	-	84.0			
	8.0	-	114.0			
	12.0	-	117.0			
	16.0	-	119.0			
	เฉลี่ย	-	118.0	-	114.0	137.5

ตารางที่ 6-11 ค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ที่ความเร็วต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดไดซ์เบด

ขนาดของวัสดุ ที่ใช้เป็นเบด (มม.)	ความสูงของ เบดคงที่ (ซม.)	ค่าเรย์โนลด์นัมเบอร์ที่ความเร็วต่ำสุดของการเกิดฟลูอิดไดซ์เบด (Re_{mf})				
		คำนวณโดย ใช้ข้อมูล จากกราฟ รูปที่ 6.1 ถึง 6.4	คำนวณโดย ใช้ข้อมูล จากกราฟ รูปที่ 6.5 ถึง 6.9	คำนวณโดย ใช้ข้อมูล จากกราฟ รูปที่ 6.10 ถึง 6.13	คำนวณโดย ใช้ข้อมูล จากกราฟ รูปที่ 6.14 ถึง 6.18	คำนวณโดย ใช้สูตร (3.6)
$(\bar{d}_p)_1 = 4.05$	4.0	353.62	312.82			
	6.0	-	353.62			
	6.5	340.02	-			
	8.4	-	359.06			
	9.0	353.62	-			
	12.0	367.22	348.18			
	16.0	-	364.51			
	18.0	394.42	-			
	เฉลี่ย	361.78	347.64	386.26	331.86	396.14
$(\bar{d}_p)_2 = 2.855$	4.0	210.93	187.92			
	8.0	195.59	207.09			
	12.0	207.09	230.11			
	16.0	230.11	258.87			
	เฉลี่ย	210.93	220.99	216.68	210.93	210.24
$(\bar{d}_p)_3 = 2.03$	4.0	118.62	118.62			
	8.0	115.89	121.35			
	12.0	126.80	143.16			
	16.0	126.80	139.07			
	เฉลี่ย	122.03	130.55	118.62	130.89	127.20
$(\bar{d}_p)_4 = 1.44$	8.0	60.93	81.24			
	12.0	-	110.26			
	12.5	60.93	-			
	16.0	-	114.13			
	17.0	58.99	-			
	18.0	-	114.13			
	เฉลี่ย	60.28	104.94	85.51	84.144	75.46
$(\bar{d}_p)_5 = 2.087$	4.0	-	113.14			
	8.0	-	126.17			
	12.0	-	117.74			
	16.0	-	109.34			
	เฉลี่ย	-	116.59	-	159.79	133.07

ตารางที่ 6-12 ผลการทดลองการผสมผสานของอนุภาคของแข็งในหอตกลงโดยใช้สารตัวนำ

หมายเลข ตัวอย่าง	เวลา (t) (วินาที)	สารตัวนำ (C) (กรัม)	อัตราส่วนของ เวลาและ เวลาที่สารตัวนำอยู่ใน หอตกลง (t/\bar{t})	อัตราส่วนของสารตัวนำ และสารตัวนำอ้างอิง (C/C_0)
1	20	6.3171	0.17	1.8843
2	40	1.7972	0.34	0.5357
3	60	1.0148	0.51	0.3030
4	80	1.8925	0.68	0.5642
5	100	1.5781	0.85	0.4710
6	120	1.1348	1.02	0.3383
7	140	1.0839	1.20	0.3232
8	160	0.9612	1.37	0.2865
9	180	0.8979	1.54	0.2677
10	200	0.7185	1.71	0.2142
11	220	0.7782	1.89	0.2320
12	240	0.9462	2.06	0.2821
13	260	0.8861	2.23	0.2642
14	280	0.6834	2.40	0.2038
15	300	0.5093	2.57	0.1518

6.4 การเผาไหม้ถ่านหินลิกไนต์ในเตาเผาแบบฟลูอิดไคซ์เบด

จากการทดลองตามวิธีในข้อ 5.2.3 นั้น ผลการทดลองปรากฏดังนี้

ตารางที่ 6.13 แสดงอุณหภูมิในเตาเผาที่ระดับความสูงต่าง ๆ จากแผ่นกระจายอากาศที่อัตราการความเร็วของอากาศต่าง ๆ

รูปที่ 6.22 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในเตาเผากับความสูงจากแผ่นกระจายอากาศที่อัตราการความเร็วของอากาศต่าง ๆ กัน ซึ่งพบว่าอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ บริเวณเบดจะใกล้เคียงกัน เช่นที่อัตราการความเร็วของอากาศเท่ากับ 65.9 เซนติเมตรต่อวินาที อุณหภูมิที่ระดับความสูงจากแผ่นกระจายอากาศเป็นระยะทาง 15 และ 37. เซนติเมตรจะเท่ากับ 692 และ 710 องศาเซลเซียสตามลำดับต่างกันประมาณ 18 องศาหรือร้อยละ 2.5 เป็นต้น สำหรับอุณหภูมิมบริเวณเหนือเบดที่ระดับความสูงจากแผ่นกระจายอากาศเป็นระยะทาง 74 และ 111 เซนติเมตรจะเท่ากับ 328 และ 92 องศาเซลเซียสตามลำดับ ซึ่งพบว่าแตกต่างกันมากกว่าบริเวณเบด

ตารางที่ 6.13 อุณหภูมิในเตาเผาที่ระดับความสูงต่าง ๆ จากแผ่นกระจายอากาศ
ที่อัตราการความเร็วของอากาศต่าง ๆ

ความสูงจากแผ่น กระจายอากาศ (เซนติ เมตร)	อัตราการ เร็วของ อากาศ เท่า กับ49.4 ชม/วินาที	อัตราการ เร็วของ อากาศ เท่า กับ65.9 ชม/วินาที	อัตราการ เร็วของ อากาศ เท่า กับ82.3 ชม/วินาที	อัตราการ เร็วของ อากาศ เท่า กับ98.8 ชม/วินาที	อัตราการ เร็วของ อากาศ เท่า กับ107.0 ชม/วินาที	อัตราการ เร็วของ อากาศ เท่า กับ115.2 ชม/วินาที	หมาย- เหตุ
15.0	664	692	679	568	445	400	บริ เวณ เบค
37.0	650	710	667	548	432	388	
74.0	252	328	230	213	200	195	บริ เวณ เตนือ เบค
111.0	90	92	86	79	76	75	
148.0	75	87	74	75	67	65	

ตารางที่ 6.14 แสดงอุณหภูมิโดยเฉลี่ยในเตาเผาที่อัตราความเร็วของอากาศต่าง ๆ โดยอัตราการป้อนถ่านหินลิกไนต์และหินปูนคงที่เท่ากับ 5.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง รูปที่ 6.23 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในเตาเผาโดยเฉลี่ยกับความเร็วของอากาศในเตาเผา เมื่ออัตราการป้อนถ่านหินลิกไนต์และหินปูนคงที่เท่ากับ 5.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งพบว่าอุณหภูมิกายในเตาเผาจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้น เมื่อปรับอัตราความเร็วของอากาศในเตาเผาสูงขึ้น จาก 49.4 เซนติเมตรต่อวินาที จนถึง 65.9 เซนติเมตรต่อวินาที ขณะนี้อุณหภูมิมิบริเวณเบตจะมีค่าสูงสุด หลังจากนั้นเมื่อปรับอัตราความเร็วของอากาศเพิ่มขึ้นอีกอุณหภูมิจะกลับค่อย ๆ ลดลง พฤติกรรมดังกล่าวที่เกิดขึ้นนี้สืบเนื่องมาจากในช่วงแรกของการเกิดปฏิกิริยาการเผาไหม้ถ่านหินลิกไนต์นั้น ปริมาณอากาศที่ป้อนเข้าไปในเตาเผายังมีปริมาณไม่พอ เหมาะกับปริมาณถ่านหินลิกไนต์ที่ป้อนเข้าไปในเตาเผาหรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ อัตราส่วนระหว่างอากาศและเชื้อเพลิง (stoichiometric air-fuel ratio) ยังไม่พอเหมาะจึงทำให้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้ยังไม่สมบูรณ์ต่อมาเมื่อเพิ่มปริมาณอากาศเข้าไปในเตาเผาอีกโดยการปรับอัตราความเร็วของอากาศให้สูงขึ้น จะทำให้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้ถ่านหินลิกไนต์สูงขึ้น และปริมาณความร้อนที่ได้รับจากปฏิกิริยาการเผาไหม้จะสูงขึ้นด้วย ซึ่งมีผลทำให้อุณหภูมิในเตาเผาค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามลำดับ รวมทั้งการเกิดปรากฏการณ์ฟลูอิดไดเซชันในเตาเผาเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ

ในช่วงต่อมาเมื่อเพิ่มอัตราความเร็วของอากาศภายในเตาเผาสูงขึ้นอีกจะทำให้การเกิดปรากฏการณ์ฟลูอิดไดเซชันเริ่มรุนแรงขึ้น เป็นลำดับ และจะมีอนุภาคของถ่านหินลิกไนต์ขนาดเล็กมากหลุดลอยออกไปจากเตาเผา ก่อน และการสูญเสียอนุภาคของถ่านหินลิกไนต์จะเพิ่มมากขึ้น เมื่อปรับอัตราความเร็วของอากาศในเตาเผาสูงมากขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพการเผาไหม้ในเตาเผาก็คือ จะทำให้ประสิทธิภาพในการเผาไหม้ลดลง (35) นอกจากนี้ปริมาณความร้อนส่วนหนึ่งจะสูญเสียให้แก่อากาศที่ป้อนเข้าไปในเตาเผา และมีบางส่วนสูญเสียไปกับก๊าซเสีย (Flue gas) จะส่งผลให้ปริมาณความร้อนภายในเตาเผาเริ่มลดลง และทำให้อุณหภูมิในเตาเผาค่อย ๆ ลดลงตามลำดับ เมื่ออัตราความเร็วของอากาศในเตาเผาสูงขึ้น

ตารางที่ 6.15 แสดงสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนในเตาเผาบริเวณเบตและเหนือเบต เมื่ออัตราการป้อนถ่านหินลิกไนต์และหินปูนคงที่เท่ากับ 5.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ซึ่งพบว่า

ตารางที่ 6.14 อุณหภูมิโดยเฉลี่ยในเตาเผาที่อัตราความเร็วของอากาศต่าง ๆ
โดยอัตราการป้อนถ่านหินลิกไนต์และหินปูนคงที่เท่ากับ 5.4 กิโลกรัม
ต่อชั่วโมง

ความเร็วของอากาศ ในเตาเผา (เซนติเมตรต่อวินาที)	อุณหภูมิโดยเฉลี่ย (องศาเซลเซียส)	
	บริเวณเหนือ เบริด	บริเวณ เบริด
49.4	139	657
65.9	169	701
82.3	130	673
92.8	122	585
107.0	114	438
115.0	111	394

ที่อัตราความเร็วของอากาศในเตาเผาเท่ากับ 65.9 เซนติเมตรต่อวินาที อุณหภูมิโดยเฉลี่ย บริเวณเบดและเหนือเบดเท่ากับ 701 และ 169 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนบริเวณเบดและเหนือเบดจะมีค่าเท่ากับ 248.6 และ 56.5 กิโลแคลอรี/ชม/ม²/ซ ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าสูงสุด และเมื่อปรับอัตราความเร็วของอากาศในเตาเผาสูงขึ้นอีก อุณหภูมิในเตาเผาจะเริ่มลดลงและมีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนในเตาเผาลดลงด้วย ตัวอย่างเช่น ที่อัตราความเร็วของอากาศในเตาเผาเท่ากับ 98.8 เซนติเมตรต่อวินาที อุณหภูมิโดยเฉลี่ยบริเวณเบดและเหนือเบดเท่ากับ 558 และ 122 องศาเซลเซียส พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนบริเวณเบดและเหนือเบดจะเท่ากับ 206.8 และ 49.3 กิโลแคลอรี/ชม/ม²/ซ ตามลำดับ ส่วนที่อัตราความเร็วของอากาศในเตาเผาสูงสุดเท่ากับ 115.2 เซนติเมตรต่อวินาที อุณหภูมิโดยเฉลี่ยบริเวณเบดและเหนือเบดเท่ากับ 394 และ 111 องศาเซลเซียส ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนบริเวณเบดและเหนือเบดจะลดลงต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 176.8 และ 34.8 กิโลแคลอรี/ชม/ม²/ซ ตามลำดับ ทั้งนี้ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนบริเวณเบดจะสูงกว่าบริเวณเหนือเบดเสมอ

ตารางที่ 6.15 สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนใน เคา เผาบริเวณเบดและเหนือเบดเมื่อ
อัตราการผลิตถ่านหินลิกไนท์และหินปูนเท่ากับ 5.4 กิโลกรัมต่อ
ชั่วโมง

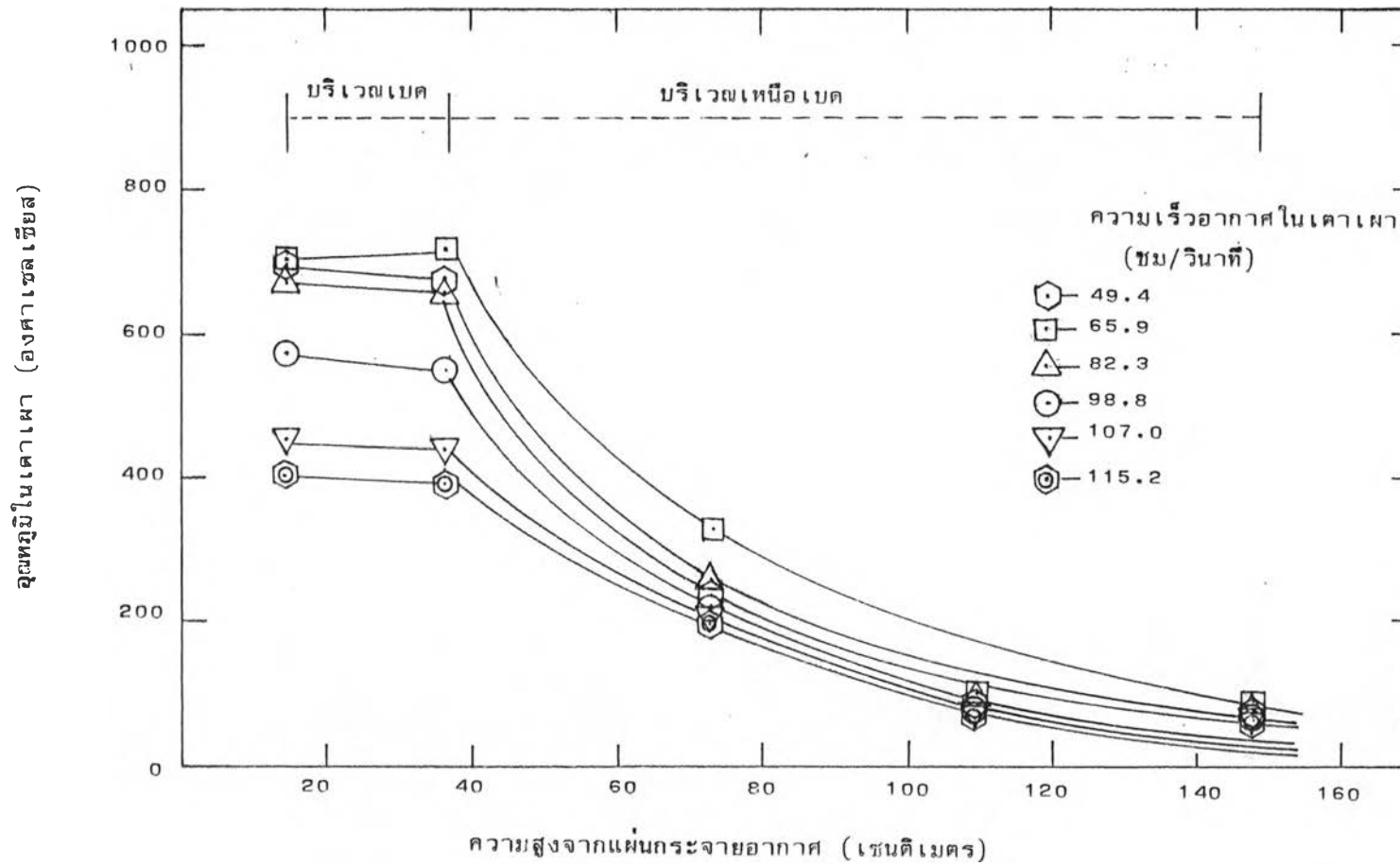
อัตราความเร็วของอากาศ ในเคาเผา (ชม./วินาที)	อุณหภูมิใน เคา เผา (องศาเซลเซียส)		ส.ป.ส.การถ่ายเทความร้อนในเคาเผา (กิโลแคลอรี/ชม/ม ² /ซ)	
	บริเวณเหนือ เบด	บริเวณเบด	บริเวณเหนือ เบด	บริเวณเบด
65.9	169	701	56.5	248.6
82.3	130	673	53.1	231.7
98.8	122	558	49.3	206.8
107.0	114	438	42.7	192.5
115.2	111	394	34.8	176.9

ตารางที่ 6.16 เปรียบเทียบปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้
ถ่านหินลิกไนท์ เมื่อใช้หินปูนเป็นตัวกำจัดและไม่ใช้หินปูนเป็นตัวกำจัด

ขนาดของ ถ่านหินลิกไนท์ (มิลลิ เมตร)	ขนาดของ หินปูน (มิลลิ เมตร)	อัตราการป้อน (กิโลกรัมต่อ ชั่วโมง)	อัตราความเร็ว ของอากาศ (เซนติ เมตรต่อ วินาที)	อุณหภูมิ บริเวณ เบด (องศา เซลเซียส)	อัตราส่วน C ₂ :S	ปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ ไดออกไซด์ (SO ₂) (ppm)
1.34	0.91	9.9	65.9	730	3:1	285
1.34	-	9.9	65.9	730	-	790

ตารางที่ 6.16 แสดงการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจาก
การเผาไหม้ถ่านหินลิกไนท์ เมื่อใช้หินปูนเป็นตัวกำจัด และเมื่อไม่ใช้หินปูน ซึ่งพบว่าปริมาณ
ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เกิดจากการเผาไหม้ถ่านหินลิกไนท์ โดยไม่ใช้หินปูนเดิมลงไปด้วย
จะมีปริมาณสูงสุดเท่ากับ 790 ส่วนในล้านส่วน (ppm) ตรวจวัดที่อุณหภูมิบริเวณเบดคองที่เท่ากับ
730 องศาเซลเซียส อัตราความเร็วของอากาศในเตาเผาเท่ากับ 65.9 เซนติเมตรต่อวินาที
และอัตราการป้อนถ่านหินลิกไนท์เท่ากับ 9.9 กิโลกรัมต่อชั่วโมง และที่สภาวะเดียวกันนี้ เมื่อ
ใช้หินปูนเดิมลงไปด้วยในอัตราส่วนผสมระหว่างถ่านหินลิกไนท์และหินปูนเท่ากับ 2.4: 1 โดย
นำหนักหรืออัตราส่วน C₂:S เท่ากับ 3:1 โดยน้ำหนักโมเลกุล พบว่าสามารถลดปริมาณก๊าซ
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เหลือเพียง 285 ส่วนในล้านส่วน โดยสามารถลดปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ได-
ออกไซด์ได้ร้อยละ 63.46 และปริมาณก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ดังกล่าวจะอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ก่อ
ให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 500 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งกำหนดโดยกรม
โรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

รูปที่ 6.22 ความสัมพันธ์ระหว่างจุดหมึในเตาเผากับความสูงจากแผ่นกระจายอากาศ



รูปที่ 6.23 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิในเตาเผาโดยเฉลี่ยกับความเร็ของอากาศในเตาเผา เมื่ออัตราการป้อนถ่านหินลิกไนต์และหินปูนเท่ากับ 5.4 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

