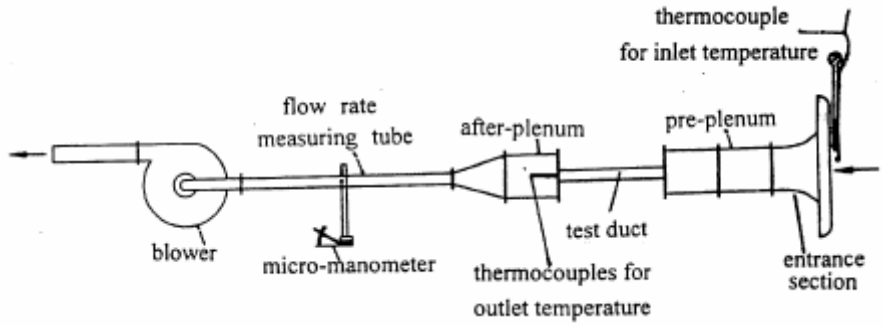
# บทที่ 2
# งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 บทนำ

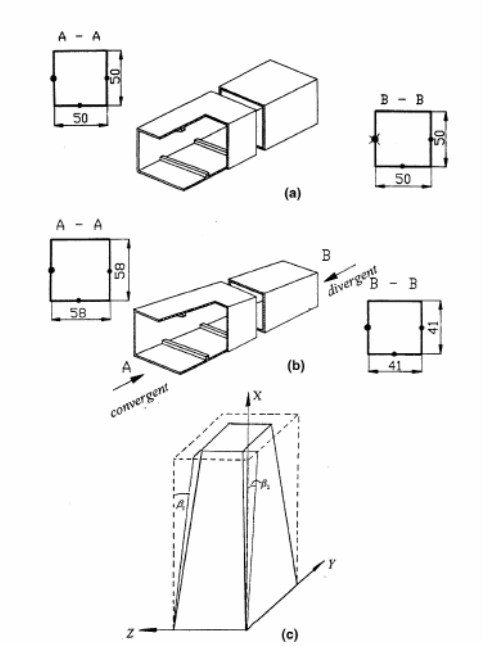
ในปัจจุบันอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบแผ่นมีการนำมาใช้งานกันอย่างกว้างขวาง ในวงการต่างๆ ทั้งในชีวิตประจำวันและวงการอุตสาหกรรม การเลือกใช้อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่มีประสิทธิภาพจะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตลงได้ อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่มีใช้งานในปัจจุบันมีอยู่มากมายหลายประเภท แต่มีหลักการเดียวกันคือ เป็นการถ่ายเทความร้อนจากสิ่งสิ่งชนิดหนึ่งไปยังของไหลอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งวิธีการดังกล่าวสามารถพบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน เช่น หม้อน้ำรถยนต์ คอนเดนเซอร์เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น และหน้าที่ที่สำคัญของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนก็คือ การนำเอาพลังงานความร้อนมาใช้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งในปัจจุบันก็ได้มีการศึกษาและพัฒนารูปแบบต่างๆของอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนมาอย่างต่อเนื่องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน

## 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยของ Wang และคณะ [1] ได้ทำการศึกษาการถ่ายเทความร้อนสำหรับการไหลแบบปั่นป่วนภายในท่อมีครีบสี่เหลี่ยมจตุรัสชนิดลู่เข้า (Convergent) และลู่ออก (Divergent) โดยท่อที่ศึกษาทดลองจะมีลักษณะลู่เข้าและออกทำมุม 1 องศา เพื่อศึกษาถึงอัตราเร่งและอัตราหน่วงของอากาศที่มีผลต่อการถ่ายเทความร้อนและทำการศึกษาในช่วงค่าตัวเลขเรย์โนลด์ 10,000 – 77,000 โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบกับท่อหน้าตัดสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาด 50x50 มม.$^2$ โดยแผ่นครีบภายในท่อมีขนาดความหนา 4 มิลลิเมตรและสูง 4 มิลลิเมตร ระยะพิตเท่ากับ 71 มิลลิเมตร ส่วนท่อชนิดลู่เข้าและลู่ออกจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยเท่ากัน และชุดทดลองมีขนาดความยาวทั้งสิ้น 500 มิลลิเมตร ตามรูปที่ 2.1



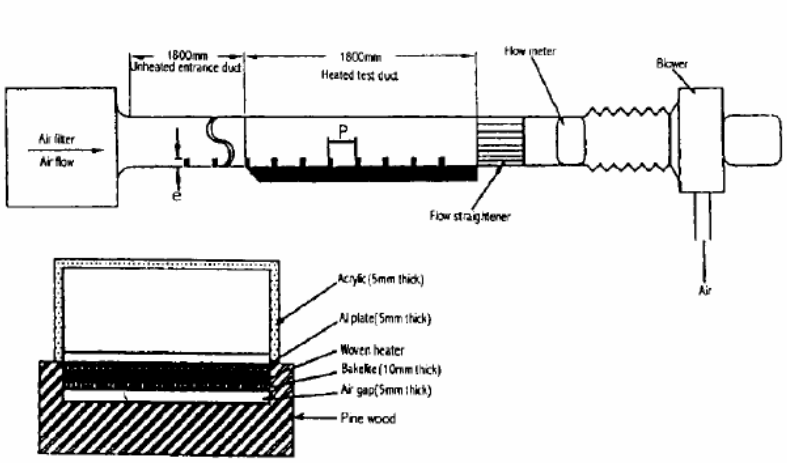

**รูปที่ 2.1** ไดอะแกรมชุดอุปกรณ์ทดสอบของ Wang และคณะ [1]



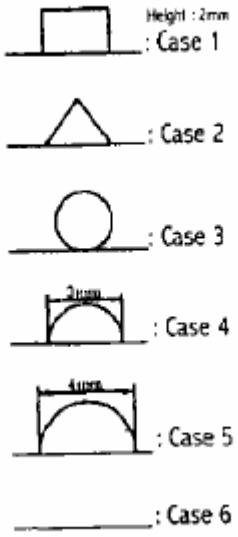

**รูปที่ 2.2** ส่วนทดสอบของ Wang และคณะ [1]

โดยผลการทดสอบที่ได้คือประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนของท่อชนิดลู่ออกจะมีค่าสูงกว่าท่อชนิดลู่เข้า สำหรับพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนตลอดความยาวท่อพบว่าท่อชนิดลู่เข้า จะให้ค่าสัมประสิทธิ์การพาความร้อนบริเวณปลายท่อจะมีลักษณะเพิ่มขึ้นอย่างมากเมื่อเทียบกับท่อชนิดลู่ออก ส่วนท่อหน้าตัดสี่เหลี่ยมคงที่บริเวณปลายท่อจะมีลักษณะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย การถ่ายเทความร้อนของท่อชนิดลู่ออกจะมีการถ่ายเทความร้อนมากกว่าท่อชนิดลู่เข้าอยู่ประมาณ 1.30 เท่า เมื่อมีค่าตัวเลขเรย์โนลด์เท่ากับ 10,000 และมีค่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่อค่าตัวเลขเรย์โนลด์มีค่าเพิ่มมากขึ้น สำหรับค่า Local pressure recovery factor ท่อตรงจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับบริเวณปากทางเข้า ท่อชนิดลู่ออกจะมีค่าดังกล่าวสูงขึ้นในบริเวณปลายท่อ และท่อชนิดลู่เข้าจะมีค่าลดลงอย่างมากเมื่อเทียบกับบริเวณปากทางเข้า

ต่อมา Ahn [2] ได้ศึกษาผลกระทบของครีบรูปแบบต่างๆ ที่มีผลต่อประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนและค่าตัวประกอบเสียดทานในท่อเหลี่ยม โดยทำการศึกษารูปทรงครีบ 5 ชนิด ได้แก่ครีบรูปสี่เหลี่ยม ครีบรูปสามเหลี่ยม ครีบกลม ครีบครึ่งวงกลมทรงต่ำ และครีบครึ่งวงกลมทรงสูง โดยทำการศึกษาที่ความสูงครีบต่อเส้นผ่านศูนย์กลางไฮดรอลิค ($e/D_h$) เท่ากับ 0.0476 อัตราส่วนระยะพิตต่อความสูงพิต ($p/e$) เท่ากับ 8 และอัตราส่วนความกว้างต่อความสูงเท่ากับ 2.33




**รูปที่ 2.3** ไดอะแกรมชุดอุปกรณ์ทดสอบของ Ahn [2]

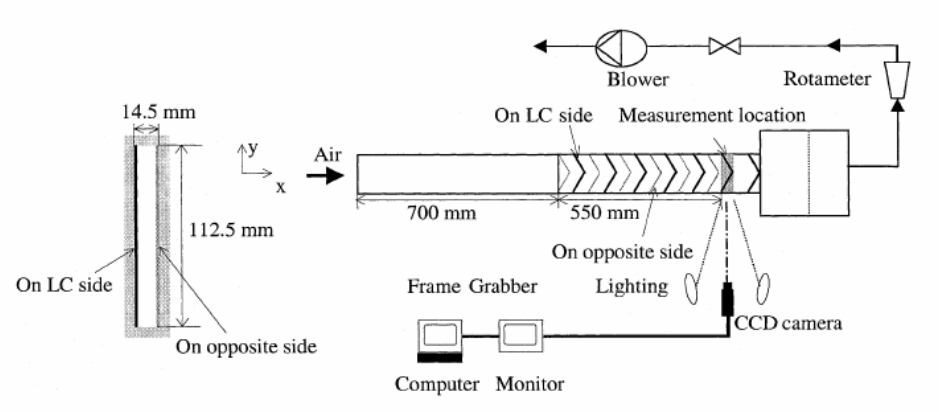



**รูปที่ 2.4** รูปแบบครีบภายในช่องขนาน ของ Ahn [2]

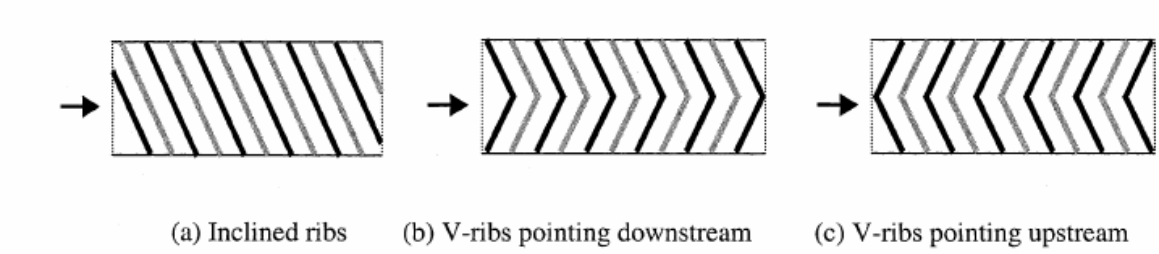
โดยการทดลองพบว่า แผ่นครีบครีบสามเหลี่ยมจะมีค่าประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนดีที่สุด ตามด้วยครีบสี่เหลี่ยม ส่วนครีบกลมและครึ่งวงกลมจะมีประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนใกล้เคียงกัน โดยที่ช่วงตัวเลขเรย์โนลด์ 10,000 แผ่นครีบสามเหลี่ยมจะมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนสูงกว่าช่องขนานแผ่นเรียบ 3 เท่าในช่วงค่าตัวเลขเรย์โนลด์ 20,000 และจะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อค่าตัวเลขเรย์โนลด์มีค่าสูงขึ้น แต่เพื่อพิจารณาประสิทธิภาพโดยรวมพบว่าแผ่นครีบสามเหลี่ยมจะมีประสิทธิภาพเชิงความร้อนโดยรวมสูงที่สุด ตามด้วยแผ่นครีบสี่เหลี่ยม

การศึกษาของ Gao และ Sunden [3] ได้ทำการศึกษาสมรรถนะการถ่ายเทความร้อนภายในช่องขนานสี่เหลี่ยมที่มีสัดส่วนด้านกว้างต่อด้านสูงเท่ากับ 1 ถึง 8 และมีครีบจัดเรียงในรูปแบบเยื้องทั้งสองด้านของช่องขนาน โดยครีบภายในจัดวางในลักษณะรูปตัววี ทำมุม 60 องศา ให้มีทิศ

ทางการไหลของอากาศทั้งชนิดตามการไหลและสวนทิศทางการไหลของอากาศที่ไหลผ่านช่องขนาน โดยมีอัตราส่วนความสูงครีบต่อเส้นผ่านศูนย์กลาง ($e/D_h$) ไฮดรอลิค เท่ากับ 0.06 และสัดส่วนความสูงครีบต่อระยะพิต ($e/p$) เท่ากับ 10 โดยทำการศึกษาในช่วงตัวเลขตัวเรย์โนลด์ 1,000 ถึง 6,000




**รูปที่ 2.5** ไดอะแกรมชุดอุปกรณ์ทดสอบของ Gao และ Sunden [3]

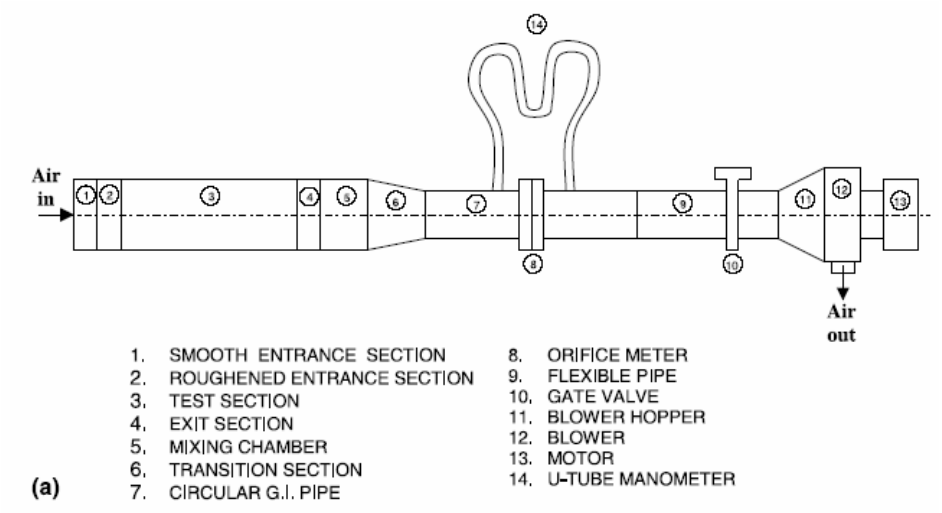



**รูปที่ 2.6** ส่วนทดสอบของ Gao และ Sunden [3]

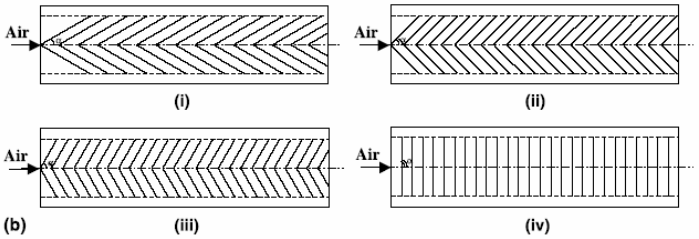
จากการศึกษาพบว่า ช่องขนานเป็นชนิดครีบเอียง (Inclined ribs) เมื่อพิจารณาการไหลอากาศจะไหลเป็นวงกลมจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง โดยค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจะมีค่าต่ำที่สุดในบริเวณด้านล่าง และจะมีค่าสูงสุดบริเวณขอบด้านบนของยอดแหลมโดยด้านที่สูงสุดจะมีค่ามากกว่าด้านล่างอยู่ประมาณ 3 เท่า ซึ่งผลต่างดังกล่าวเกิดจากการหมุนควงของอากาศที่มีความแตกต่างกันในแต่ละบริเวณ สำหรับการไหลผ่านช่องขนานแผ่นครีบชนิดครีบตัววีชนิด downstream จะมีการหมุนวนของอากาศมากกว่าแผ่นครีบเอียง ส่วนสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจะมีค่าต่ำสุดบริเวณกึ่งกลางแผ่น และมีค่าเพิ่มขึ้นบริเวณปลายทั้งสองข้าง สำหรับการไหลผ่านช่องขนานแผ่นครีบชนิด V-ribs upstream จะมีการหมุนวนของอากาศมากกว่าแผ่นครีบเอียงแต่จะมีลักษณะคล้ายกับแผ่น Downstream ส่วนสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจะมีค่าสูงสุดบริเวณกึ่งกลางแผ่น และมีค่าลดลงบริเวณปลายทั้งสองข้าง โดยประสิทธิภาพการถ่ายความร้อนและสัมประสิทธิแรงเสียดทานโดยรวมพบว่าแผ่นครีบแบบแผ่นครีบรูปตัววีชนิด Downstream มีค่าสูงกว่า

ชนิด Upsteam เล็กน้อยส่วนช่องขนานที่มีครีบเอียง จะมีค่าต่ำสุด เมื่อพิจารณาสมรรถนะทางความร้อน (Thermal performance) พบว่าแผ่นครีบรูปตัววีชนิด Downstream จะมีประสิทธิภาพสูงที่สุดที่ค่า *Re* เท่ากับ 1500 และมีแนวโน้มลดลงเมื่อค่า *Re* มีค่าเพิ่มมากขึ้น

ต่อมา Malik และคณะ [4] ได้ทำการศึกษาการถ่ายเทความร้อนและความเสียดทานภายในแผงรับความร้อนแสงอาทิตย์ (Solar air heater) ที่มีลักษณะรูปตัววี มีมุมรูปตัววีเท่ากับ 30 ถึง 90 องศาโดยมีขอบเขตการศึกษาที่ช่วงตัวเลขเรย์โนลด์ 2,500 – 18,000 และความสูงครีบสัมพัทธ์หรือความสูงครีบต่อเส้นผ่านศูนย์กลางท่อสัมพัทธ์ เท่ากับ 0.020 ถึง 0.034 สัดส่วนความขรุขระสัมพัทธ์หรือระยะพิตต่อความสูงครีบ เท่ากับ 10 และสัดส่วนความสูงช่องขนานต่อความกว้างหรือค่า Aspect ratio เท่ากับ 10.15




**รูปที่ 2.7** ไดอะแกรมชุดอุปกรณ์ทดสอบของ Malik และคณะ [4]

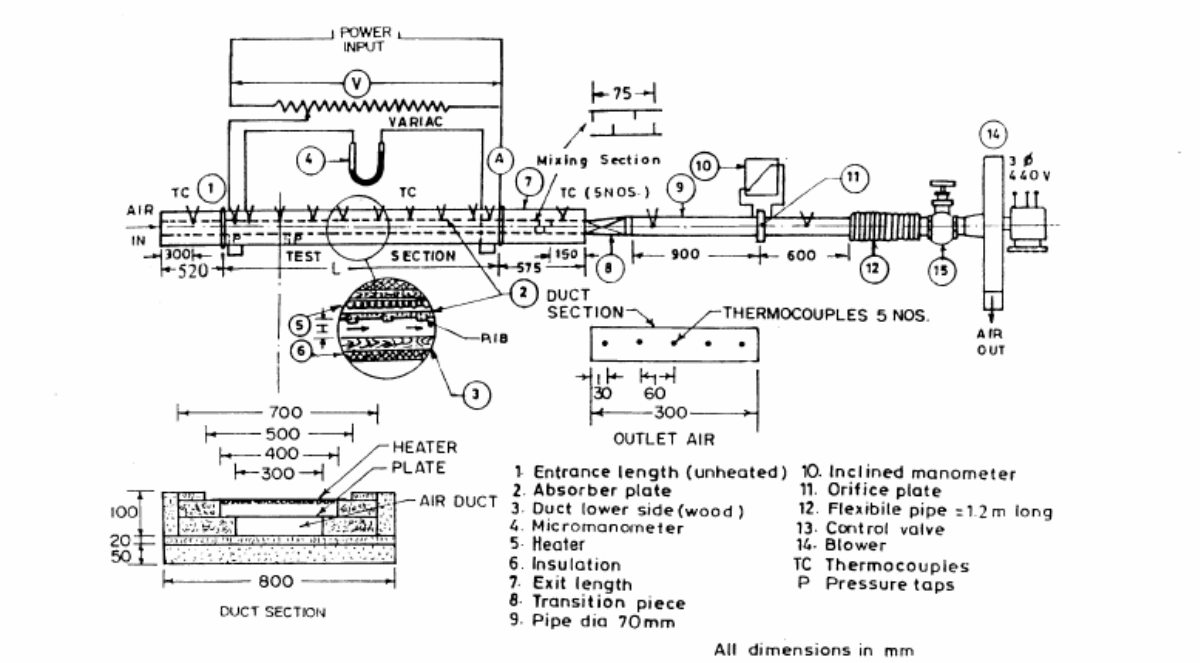



**รูปที่ 2.8** ส่วนทดสอบของ Malik และคณะ [4]

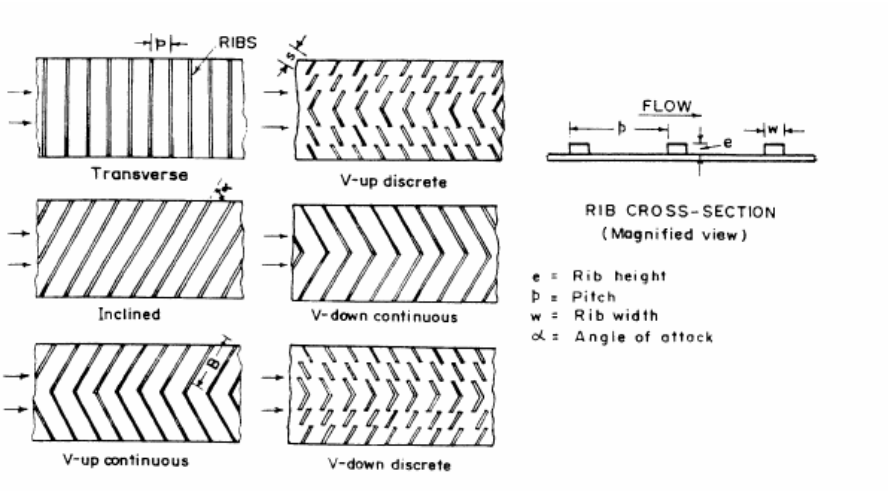
จากการทดลองพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนจะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อมุมครีบมีมุมเพิ่มมากขึ้น และมีค่าสูงสุดที่มุมครีบเท่ากับ 60 องศาคือมีค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนเท่ากับ 70 หลังจากนั้นก็จะมีแนวโน้มลดลง และจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่าตัวเลขเรย์โนลด์มีค่าเพิ่มขึ้นและเมื่อค่าความขรุขระสัมพัทธ์มีค่าสูงขึ้นก็จะทำให้สัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมีค่าเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ส่วนตัวประกอบเสียดทานจะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อมุมครีบเพิ่มมากขึ้นและจะมี

ค่าสูงสุดที่ครีบทำมุม 60 องศาคือมีค่าเท่ากับ 0.026 หลังจากนั้นเมื่อมุมครีบเพิ่มขึ้นตัวประกอบเสียดทานก็จะมีแนวโน้มลดลงและเมื่อค่าความขรุขระสัมพัทธ์มีค่าเพิ่มขึ้นก็จะทำให้ค่าตัวประกอบเสียดทานมีค่าเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการเพิ่มขึ้นของสมรรถนะการถ่ายเทความร้อนโดยรวมพบว่า ครีบรูปตัววีมุม 60 องศาจะให้ประสิทธิภาพสูงสุด โดยครีบทุกประเภทจะมีแนวโน้มเดียวกันคือมีค่าเพิ่มมากขึ้นจนกระทั่งค่าตัวเลขเรย์โนลด์มีค่าประมาณ 13,000 ประสิทธิภาพโดยรวมจะมีแนวโน้มลดลง

ต่อมา Karwa [5] ได้ทำการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนและตัวประกอบเสียดทานที่เกิดขึ้นภายในท่อเหลี่ยมที่มีครีบวางอยู่หนึ่งด้าน โดยครีบที่ทดสอบมีลักษณะเป็นครีบตรง ครีบเอียง ครีบรูปตัววี ทั้งในลักษณะยาวต่อเนื่อง และแบบแยกส่วน โดยอุปกรณ์ที่ทดสอบมีอัตราส่วนความกว้างต่อความสูงท่อรูปสี่เหลี่ยมเท่ากับ 7.19 ถึง 7.75 ความสูงครีบสัมพัทธ์หรือความสูงครีบต่อเส้นผ่านศูนย์กลางท่อสัมพัทธ์ เท่ากับ 0.0467 และ 0.050 และมีสัดส่วนความขรุขระสัมพันธ์หรือระยะพิตต่อความสูงครีบ เท่ากับ 10 โดยครีบรูปตัววีที่ทดสอบ มีครีบตัววีทำมุม 60 องศา ครีบแทยงมุม โดยทำการศึกษาทดลองในช่วงตัวเลขเรย์โนลด์ 2,800 – 15,000 และความร้อนที่ให้กับช่องขนานดังกล่าวเป็นชนิดฟลักซ์ความร้อนคงที่ (Constant Heat Flux)



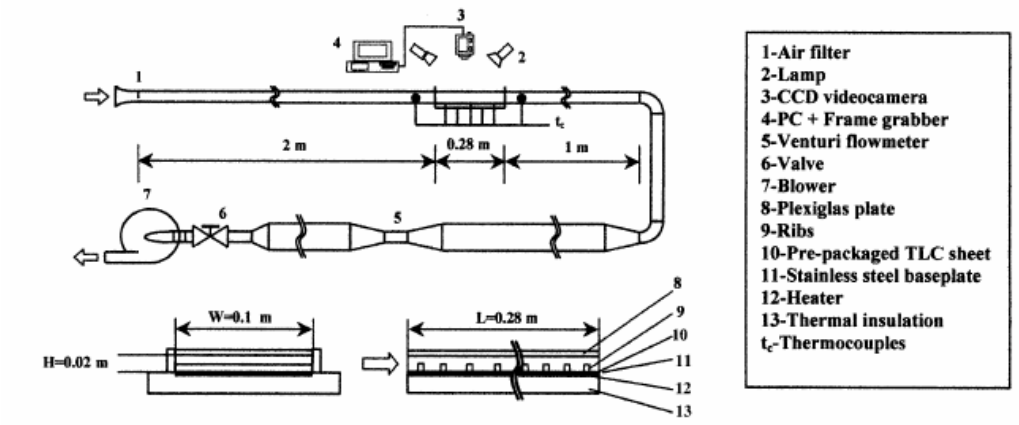

**รูปที่ 2.9** ไดอะแกรมชุดอุปกรณ์ทดสอบของ Karwa [5]




**รูปที่ 2.10** ส่วนทดสอบของ Karwa [5]

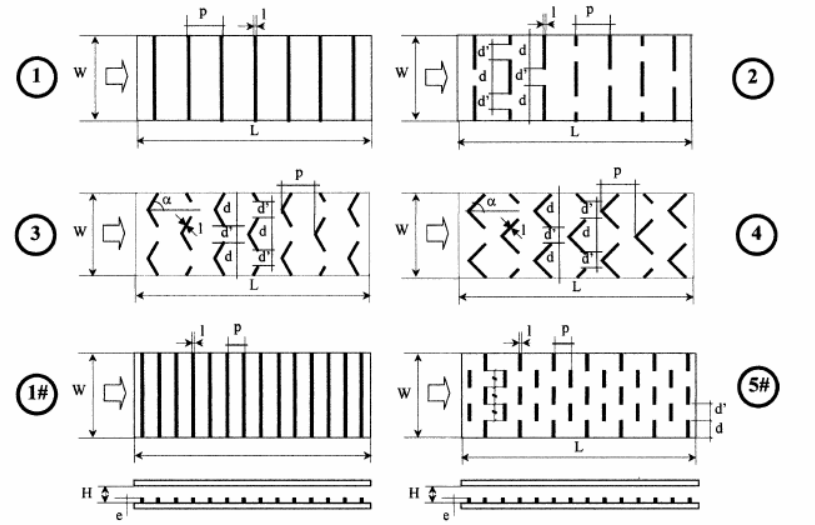
จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่าแผ่นครีบรูปตัววียาวต่อเนื่องจะมีค่าตัวประกอบเสียทานมากที่สุด คือมีค่ามากกว่าแผ่นเรียบ ประมาณ 3.40 ถึง 3.92 เท่า ส่วนแผ่นครีบตัววีชนิดยาวไม่ต่อเนื่องจะมีตัวประกอบเสียดทานน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับแผ่นครีบลักษณะต่างๆคือมีค่าประมาณ 2.35 ถึง 2.47 เท่าเมื่อเทียบกับแผ่นเรียบ ในขณะที่ค่าตัวเลขสเตนตัน (Stanton number) สำหรับแผ่นรูปตัววีไหลตาม ( V-down discrete) จะมีแนวโน้มมากที่สุดคือ 2.10 – 2.47 เมื่อเทียบกับแผ่นเรียบ และมีค่าน้อยสุดเมื่อเป็นครีบตรงคือมีค่า 1.65 – 1.90 เท่าเมื่อเทียบกับแผ่นเรียบ

ต่อมา Tanda [6] ได้ทำการศึกษาการถ่ายเทความร้อนในช่องเหลี่ยมที่มีครีบยาวต่อเนื่องและครีบแบบแยกส่วน โดยเป็นการทดลองในช่วงตัวเลขเรย์โนลด์เท่ากับ 8,900 – 28,500 ความสูงครีบสัมพัทธ์หรือความสูงครีบต่อเส้นผ่านศูนย์กลางท่อสัมพัทธ์ เท่ากับ 0.09 และ 0.15 และมีสัดส่วนความขรุขระสัมพันธ์หรือระยะพิตต่อความสูงครีบ เท่ากับ 8 และ 13.3 และสัดส่วนความสูงครีบต่อระยะห่างแผ่นช่องขนานความร้อน (*e/D*) มีค่าเท่ากับ 0.15 และ 0.25




**รูปที่ 2.11** ไดอะแกรมชุดอุปกรณ์ทดสอบของ Tanda [6]

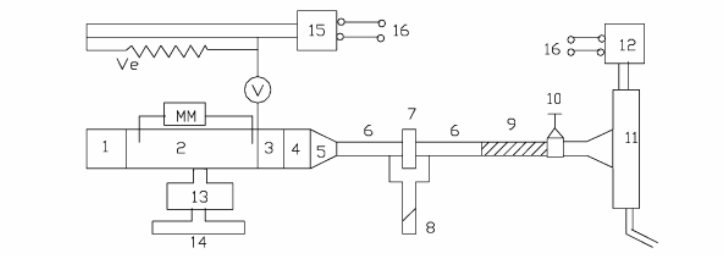
โดยแผ่นของชุดทดลองจะมีรูปแบบที่แตกต่างกันโดยมีระยะต่างๆที่ทำการทดลองได้แก่ ครีบมีความกว้าง (*l*) 3 มิลลิเมตร และสูง (*e*) เท่ากับ 3 และ 5 มิลลิเมตร ระยะพิต (*p*) เท่ากับ 40 มิลลิเมตร สำหรับแผ่นครีบรูปตัววี ทำมุมเท่ากับ 45 และ 60 องศา และครีบแบบแยกส่วนมีระยะห่างแต่ละครีบ (*d'*) เท่ากับ 20 มิลลิเมตร



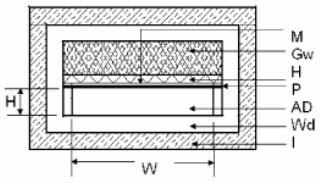

**รูปที่ 2.12** ส่วนทดสอบของ Tanda [6]

จากการทดลองสรุปได้ว่า ครีบภายในช่องขนานดังกล่าวสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนให้เพิ่มขึ้น ขึ้นอยู่กับการจัดวางและรูปแบบของครีบ โดยค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อความสูงแผ่นครีบ มีค่าสูงขึ้น และแผ่นครีบมีลักษณะเป็นแบบแยกส่วน และโดยแผ่นครีบตรงแบบแยกส่วน (5#) จะมีค่านัสเซิลส์สูงที่สุด และมีค่ามากกว่าแผ่นเรียบอยู่ประมาณ 300 เปอร์เซนต์ ส่วนตัวประกอบเสียดทาน (Friction factor) มีแนวโน้มลดลงเมื่อความสูงของแผ่นครีบมีค่าลดลง, แผ่นครีบมีลักษณะเป็นรูปตัววี และครีบมีลักษณะเป็นแบบแยกส่วน

ต่อมา Jaurker และคณะ [7] ได้ทำการศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนและคุณสมบัติการเสียดทานของแผ่นรับความร้อนแสงอาทิตย์ ชนิดมีครีบ Rib-groove โดยมีขอบเขตการศึกษาในช่วงค่าตัวเลขเรย์โนลด์ 3,000 – 21,000 ความขรุขระสัมพัทธ์ ($e/D_h$) 0.0181 – 0.0363 ระยะพิตสัมพัทธ์ ($p/e$) เท่ากับ 4.5 – 10.0 และระยะห่างการเซาะร่อง ต่อระยะห่างพิต ($g/p$) เท่ากับ 0.3 – 0.7



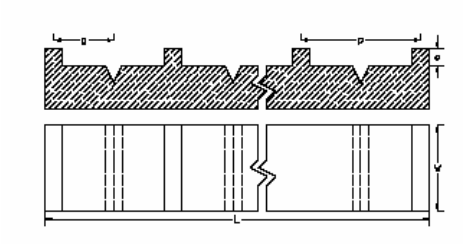

(a) Experimental setup




(b) Enlarged view of test cross section

| | |
|---|---|
| 1. Inlet section (560 mm x 156 mm) | 11. Blower |
| 2. Test section (1200 mm x 156 mm) | 12. Electric motor Selector-switch |
| 3. Mixing section (300 mm x 156 mm) | 13. Selector-switch |
| 4. Outlet section (540 mm x 156 mm) | 14. Temperature Recorder |
| 5. Transition section | 15. Power source |
| 6. G. I. pipe, 78 mm diameter | 16. Voltage stabilizer |
| 7. Orificemeter | MM Micro-manometer |
| 8. Manometer | V Volt meter |
| 9. Flexible pipe | A Ammeter |
| 10. Control valve | Ai Air inlet |
| | Ve Variac |

**รูปที่ 2.13** ไดอะแกรมชุดอุปกรณ์ของ Jaurker และคณะ [7]

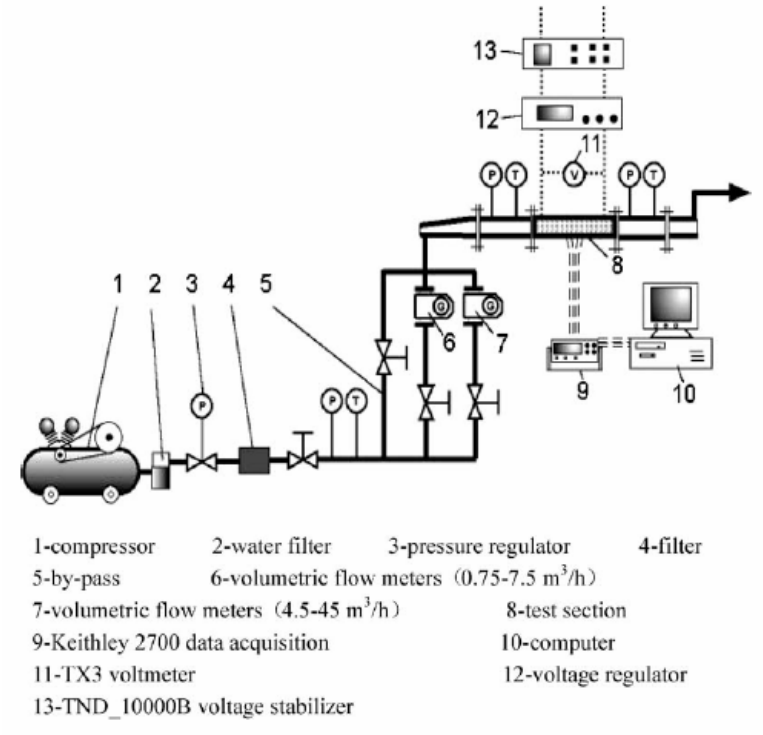



**รูปที่ 2.14** ส่วนทดสอบของ Jaurker และคณะ [7]

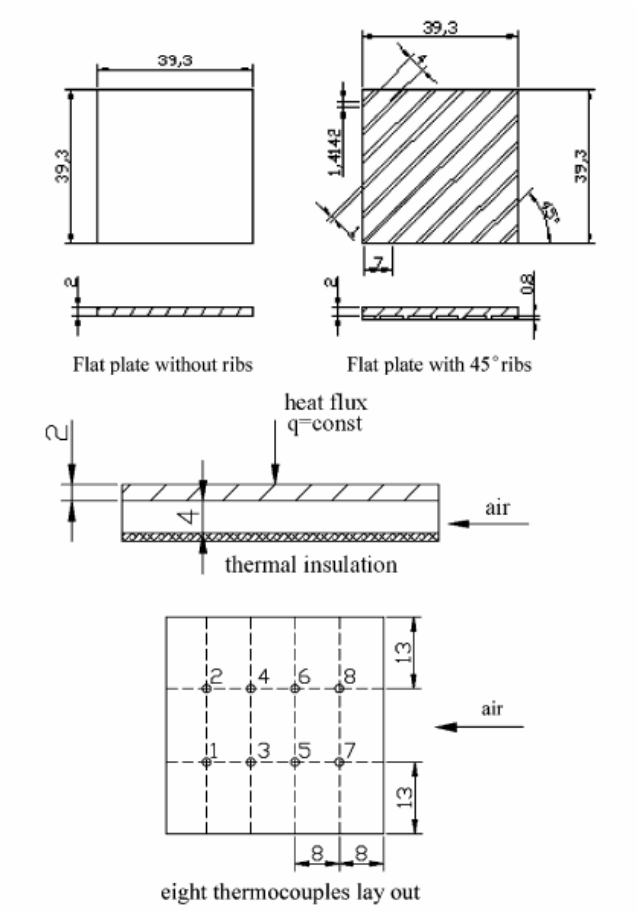
โดยผลการทดลองสามารถสรุปได้คือค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนของแผ่นชนิด Rib-Grooved จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นสัมพันธ์กับค่าตัวเลขเรย์โนลด์ที่เพิ่มขึ้น โดยมีลักษณะการเพิ่มขึ้นในลักษณะเส้นตรง โดยสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนชนิด Rib-Grooved จะมีค่ามากกว่าแผ่นชนิด Rib อย่างเดียวและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะพิตสัมพัทธ์ ($p/e$) มีค่าลดลงและมีค่าสูงสุดที่ระยะ $p/e$ มีค่าเท่ากับ 6 , ระยะห่าง Groove ต่อระยะห่างพิต ($g/p$) มีค่าเพิ่มขึ้นและจะมีค่า Nu มีค่าสูงสุดเมื่อ มีค่าเท่ากับ 0.40 และจะมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ เมื่อ $g/p$ มีค่าเพิ่มขึ้น และอัตราส่วนความขรุขระสัมพัทธ์ ($e/D_h$) เมื่อมีค่าเพิ่มมากขึ้นก็จะทำให้ ค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมีค่าเพิ่มขึ้นมากด้วยเช่นกัน ส่วนค่าสัมตัวประกอบเสียดทาน (Friction factor) มีแนวโน้มเพิ่มเมื่อระยะพิตสัมพัทธ์ ($p/e$) มีค่าเพิ่มมากขึ้นจนมีค่าเท่ากับ 6 และจะมีแนวโน้มลดลงเมื่อค่า $p/e$ มีค่าเพิ่ม

มากขึ้น ระยะห่าง Groove ต่อระยะห่างพิต ($g/p$) มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อ โดยค่าตัวประกอบเสียดทาน มีค่าสูงสุดเมื่อ มีค่าเท่ากับ 0.40 และจะมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ เมื่อ $g/p$ มีค่าเพิ่มขึ้นและอัตราส่วนความขรุขระสัมพัทธ์ ($e/D_h$) เมื่อมีค่าเพิ่มมากขึ้นก็จะทำให้ตัวประกอบเสียดทานมีค่าเพิ่มขึ้นมากด้วยเช่นกัน

ต่อมา Benlu และ Jiang [8] ได้ทำการศึกษาค่าการถ่ายเทความร้อนและคุณสมบัติการเสียดทานของแผ่นรับแสงอาทิตย์ สี่เหลี่ยม ชนิดครีบเอียงทำมุม 0, 20, 30, 45, 60 และ 90 องศากับทิศทางการไหล โดยมีขอบเขตการศึกษาในช่วงอัตราการไหลอากาศ 0.001 – 0.0018 กิโลกรัมต่อวินาที ระยะพิต เท่ากับ 4 มิลลิเมตร ความสูงแผ่นครีบ 0.8 มิลลิเมตร กว้าง 1 มิลลิเมตร




**รูปที่ 2.15** ไดอะแกรมชุดอุปกรณ์ทดสอบของ Benlu และ Jiang [8]




**รูปที่ 2.16** ส่วนทดสอบของ Benlu และ Jiang [8]

จากการทดลองพบว่าที่มุมครีบ 60 องศาจะให้ค่าสัมประสิทธิการพาความร้อนและแรงดันตกคร่อมมากที่สุดแต่แผ่นครีบมุม 0 องศาจะให้ผลต่างความดันตกคร่อมน้อยที่สุด โดยพบว่าที่มุม 20 องศาจะให้ประสิทธิภาพโดยรวมของการถ่ายเทความร้อนดีที่สุด เมื่อศึกษาต่อที่มุมครีบ 20 องศา พบว่าที่ระยะพิตน้อยลงจะทำให้สัมประสิทธิ์การพาความร้อนและแรงดันตกคร่อมเพิ่มมากขึ้น และที่ระยะพิต 1 และ 2 มิลลิเมตรจะให้ประสิทธิภาพรวมของการถ่ายเทความร้อนสูงที่สุดและมีค่าใกล้เคียงกัน โดยที่ระยะพิต 6 มิลลิเมตร จะให้แรงดันตกคร่อมน้อยกว่า

โดยการศึกษาการถ่ายเทความร้อนในช่องขนานที่มีครีบในอดีตที่ผ่านมาจะเป็นการศึกษาในช่วงอัตราส่วนความสูงครีบต่อเส้นผ่านศูนย์กลางไฮดรอลิคในช่วง 0.02 ถึง 0.06 และเป็นการจัดวางแบบครีบตรงกันเป็นส่วนใหญ่ การศึกษาอัตราส่วนความสูงครีบที่สูงขึ้นรวมถึงรูปแบบการจัดวางครีบในลักษณะเยื้องกัน นั้นมีความน่าสนใจเป็นอย่างยิ่งว่ามีผลต่อการถ่ายเทความร้อนมากน้อยเพียงใด ซึ่งเหตุผลที่กล่าวมาจึงเป็นที่มาของงานวิจัยในฉบับนี้