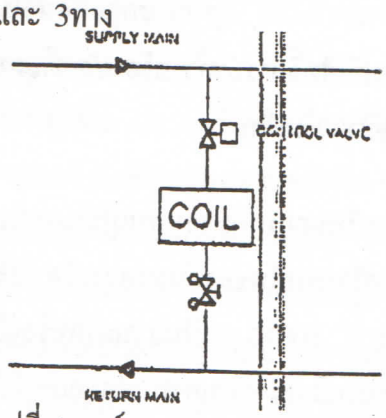
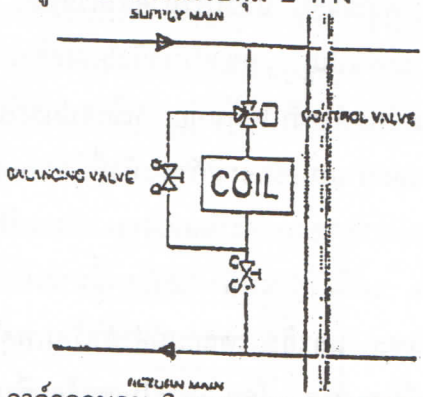
วาล์วควบคุม

จักรพันธ์ ภวังคะรัตน์*

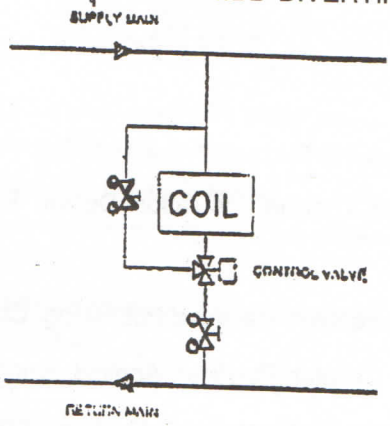
วาล์วควบคุมอัตโนมัติ (AUTOMATIC CONTROL VALVE) ซึ่งต่อไปจะเรียกสั้น ๆว่า วาล์วควบคุม (CONTROL VALVE) ที่ใช้กันในระบบปรับอากาศซึ่งอาศัยน้ำเย็นเป็นตัวกลางในการถ่ายเทความร้อน ทำหน้าที่ปรับปริมาณน้ำเย็นที่เข้าสู่คอยล์ เพื่อให้คอยล์สามารถจ่ายความเย็นได้พอเหมาะกับสภาวะที่ต้องการวาล์วควบคุมที่ใช้ในระบบปรับอากาศมีทั้งแบบ 2 ทางและ 3ทาง



รูปที่ 1 วาล์วควบคุม 2 ทาง



รูปที่ 2 วาล์วควบคุม 3 ทาง แบบ DIVERTING



รูปที่ 3 วาล์วควบคุม 3 ทาง แบบ MIXING

* จักรพันธ์ ภวังคะรัตน์ ภก.9523 วิศวกรเครื่องกล แผนกออกแบบ บริษัท อีอีซี จบการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาเครื่องกล จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี พ.ศ.2536 รับผิดชอบงานด้านออกแบบระบบปรับอากาศและระบายอากาศมาเป็นเวลาประมาณ 2 ปี

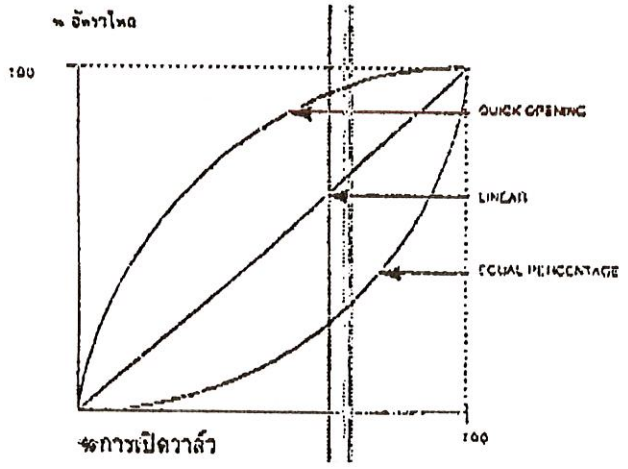
ไม่ว่าจะใช้วาล์วควบคุมแบบใด ปริมาณน้ำที่ผ่านคอยล์จะเหมือนกัน ผลที่ออกผ่านคอยล์จะเหมือนกัน สิ่งที่แตกต่างคือ ถ้าเป็นวาล์วควบคุมแบบ 2 ทาง ปริมาณน้ำในระบบจะไม่คงที่แต่ ΔT ระหว่าง SUPPLY MAIN กับ RETURN MAIN คงที่ ในขณะที่ถ้าเป็นวาล์วควบคุมแบบ 3 ทาง ปริมาณน้ำในระบบจะคงที่ แต่ Δ T ระหว่าง SUPPLY MAIN กับ RETURN MAIN ไม่คงที่ สำหรับผลที่แตกต่างระหว่างวาล์วควบคุม 3 ทางแบบ DIVERTING กับ MIXING นั้นไม่มี

หลาย ๆท่านคงเคยได้ยิน RULE OF THUMB เกี่ยวกับการหาขนาดวาล์วควบคุมซึ่งมักใช้กันโดยทั่วไปคือ ขนาดของวาล์วควบคุมให้มีขนาดเล็กกว่าเส้นท่อที่วาล์วติดตั้งอยู่หนึ่งขนาด เช่น ถ้าติดวาล์วควบคุมอยู่บนท่อขนาด 2 นิ้ว ก็ให้ใช้วาล์วควบคุมขนาด 1 1/2 นิ้ว เป็นต้น กฎนี้ได้ถูกใช้มานาน และนานจนอาจทำให้ผู้ใช้ลืมที่มาโดยเฉพาะผู้ที่มาใช้กฎนี้โดยมิได้สอบถามที่มาของมัน และในบางครั้งอาจทำให้นำกฎนี้ไปใช้อย่างไม่ถูกต้อง

ทำไมขนาดวาล์วควบคุมจึงต้องเล็กกว่าท่อ คำตอบก็คือ เพื่อให้เกิดความดันลดคร่อมตัวมันมากพอสมควร หลายท่านคงสงสัยขึ้นมาในทันทีว่าทำไมจึงอยากให้มีความดันลดมาก ๆด้วย ในเมื่อเวลากำหนดขนาดท่อหรือระบุความดันลดของอุปกรณ์ต่าง ๆ เราต้องการให้มีความดันลดน้อย ๆ เพื่อให้เครื่องสูบน้ำกินไฟน้อย ๆ คำตอบของคำถามนี้ก็คือ ที่ต้องการให้มีความดันลดพอสมควรนี้ เพื่อให้วาล์วสามารถควบคุมปริมาณน้ำได้จริง ๆสมกับชื่อของมัน ถ้าท่านผู้อ่านสังเกตุสักนิดจะเห็นว่าผู้เขียนใช้คำว่า ให้มีความดันลดคร่อมตัววาล์วมากพอสมควร ซึ่งหมายความว่าไม่ควรให้มีความดันลดคร่อมวาล์วมากเกินไป ซึ่งจะทำให้เครื่องสูบน้ำกินไฟมากและก็ไม่ควรจะน้อยเกินไป เพื่อให้วาล์วสามารถปรับปริมาณน้ำได้ตามที่เราต้องการ แต่ตัวเลขเท่าใดจึงเรียกว่าพอสมควรอันนี้จะพูดถึงกันทีหลัง ตอนนี้มาดูกันก่อนว่าเพราะเหตุใดจึงต้องให้มีความดันลดที่มากพอสมควร วาล์วควบคุมจึงสามารถทำงานได้ดี

ก่อนอื่นต้องขอกล่าวถึงลักษณะการทำงานของวาล์วควบคุมที่มีลักษณะการทำงานอยู่ 3 แบบ คือ

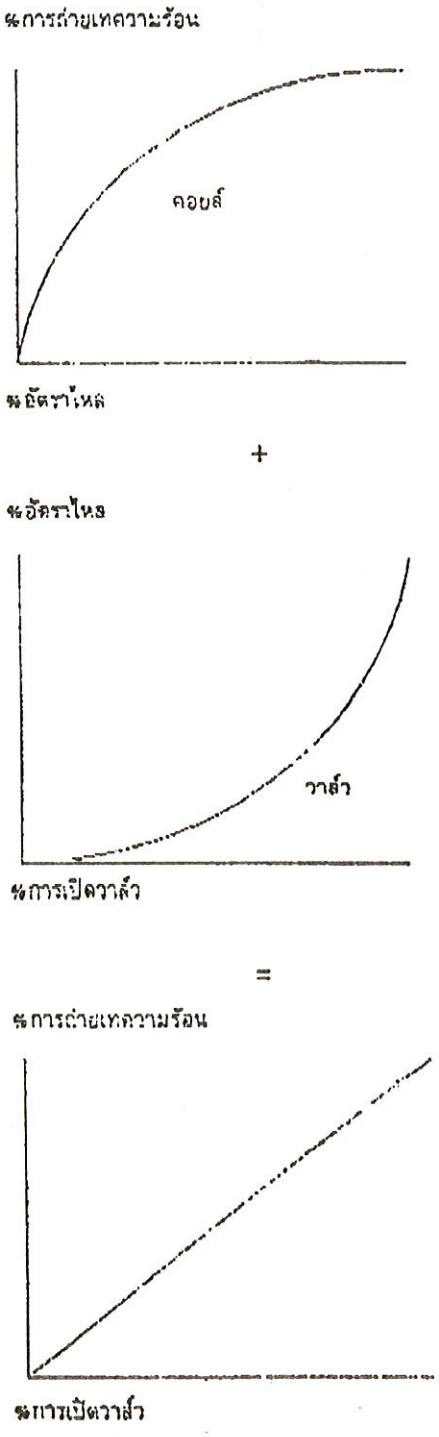
1. QUICK OPENING
2. LINEAR
3. EQUAL PERCENTAGE



รูปที่ 4

ตามรูปที่ 4 ลักษณะการทำงานของวาล์วควบคุมตามรูป เป็นลักษณะการทำงานที่ความดันคร่อมวาล์วคงที่

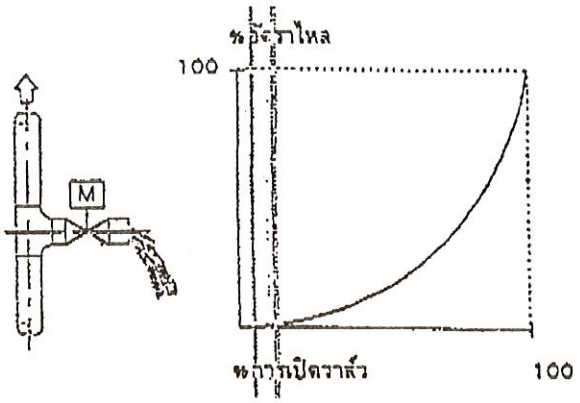
วาล์วควบคุมแบบที่เหมาะกับระบบปรับอากาศ คือ แบบ EQUAL PERCENTAGE เหตุผลก็คือ เมื่อใช้วาล์วลักษณะนี้ร่วมกับคอยล์แล้ว จะทำให้ % การเปิดวาล์ว กับ % ปริมาณความเย็นที่ได้จากคอยล์ มีความสัมพันธ์กันเป็นเส้นตรง ซึ่งทำให้ระบบควบคุมอัตโนมัติทำงานได้ง่ายไม่ซับซ้อน



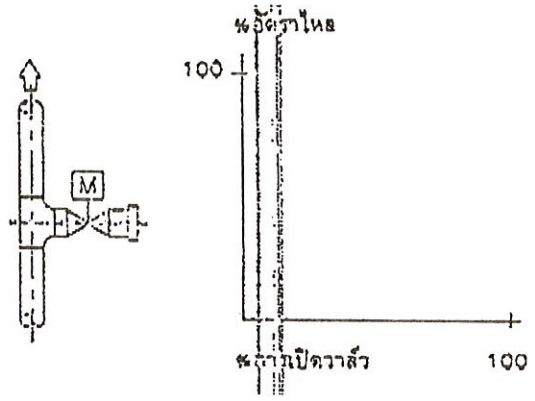
รูปที่ 5

เมื่อได้รู้จักวาล์วควบคุมแบบต่าง ๆแล้ว ก็กลับมาดูกันต่อว่า ทำไมความดันลดที่วาล์วควบคุม จึงได้มีความสำคัญ

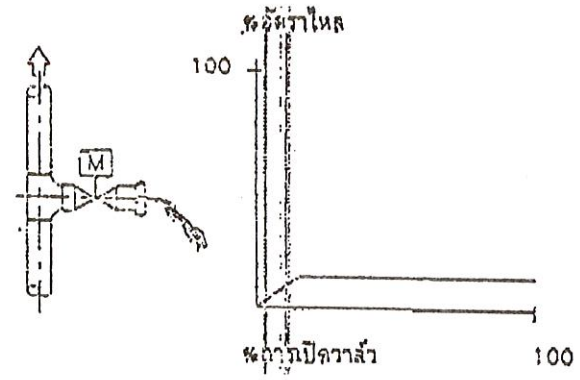
สมมุติว่า มีการต่อท่อแยกออกจากท่อเมนซึ่งมีความดันในท่อเมนคงที่ตลอดเวลา ที่ท่อแยกติดวาล์วควบคุมที่มีลักษณะการทำงานแบบ EQUAL PERCENTAGE



รูปที่ 6



รูปที่ 7



รูปที่ 8

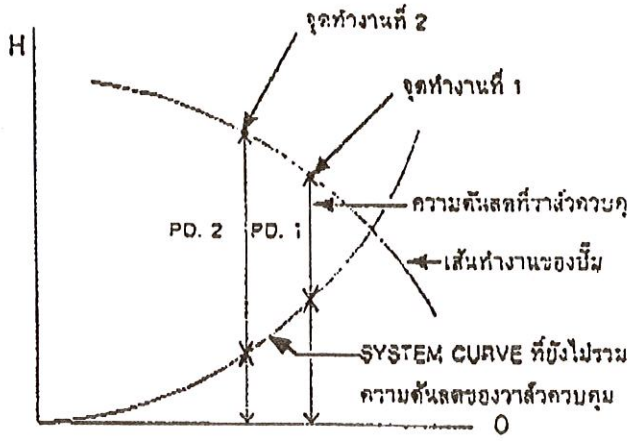
จากรูปที่ 5 วาล์วควบคุมจะปล่อยน้ำจากท่อเมนโดยมีลักษณะอัตราไหล-การเปิดวาล์ว ตามรูป

เมื่อมีการปิดปลายท่อด้วย CAP ตามรูปที่ 7 ไม่ว่าจะมีการเปิด ปิดที่ตัววาล์วอย่างไร อัตราไหลก็ยังคงเป็นศูนย์ตลอด

ทีนี้ไปเจาะรูที่ CAP ที่เรานำมาปิด เมื่อวาล์วควบคุมเริ่มเปิดก็จะมีอัตราไหลค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจะถึงจุด ๆ หนึ่งอัตราไหลจะถูกจำกัด การจำกัดนี้เนื่องมาจากรูเล็ก ๆที่ CAP เมื่อถึงจุดนี้ไม่ว่าวาล์วจะเปิดมากขึ้นเพียงใด อัตราไหลจะไม่เพิ่มตามไปด้วย จะเห็นว่าความดันลดที่เกิดในท่อแยกนี้ส่วนใหญ่เกิดที่รูเจาะเล็ก ๆ หากเราไปวัดความดันลดคร่อมวาล์วอาจไม่สามารถวัดค่าได้เลย ถ้าเราต้องการหรี่น้ำในท่อแยกนี้ วาล์วควบคุมจะต้องหรี่ลงไปจนเกือบปิด ความดันลดที่ตัววาล์วจึงมีนัยสำคัญเพียงพอที่จะทำให้อัตราไหลลดลงได้

ผู้อ่านคงเห็นแล้วว่าถ้าเราต้องการให้วาล์วควบคุมสามารถปรับปริมาณน้ำได้ตลอดช่วงการเปิด-ปิดของมัน(มิใช่เฉพาะตอนหรี่เกือบสุด) ความดันลดที่วาล์วควบคุมจะต้องมีค่ามากพอเมื่อเทียบกับความดันลดทั้งหมดของท่อแยกนั้น ๆ แม้ว่าขณะที่วาล์วควบคุมเปิดกว้างสุด

ในตัวอย่างที่ยกมานี้ เราให้ความดันในท่อเมนคงที่ ดังนั้นความดันแตกต่างคร่อมวาล์วควบคุมในตัวอย่างจึงคงที่ แต่ในระบบจริง ๆ ความดันแตกต่างคร่อมวาล์วจะไม่คงที่

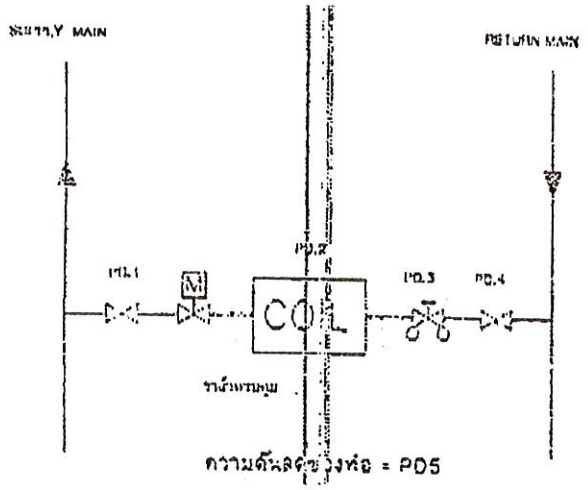


รูปที่ 9

ขณะที่ระบบทำงานอยู่ที่จุดทำงานที่ 1 ความดันแตกต่างคร่อมวาล์วควบคุมคือ PD.1 เมื่อวาล์วควบคุมเริ่มหรี่ปรับปริมาณให้น้ำไหลน้อยลง (Q น้อยลง) จุดทำงานจะเลื่อนไปทางซ้ายตามเส้นทำงานของปั๊มคือจุดทำงานที่ 2 ขณะนี้ความดันแตกต่างคร่อมวาล์วควบคุมเป็น PD.2 ซึ่งตามรูปที่ 9 จะเห็นได้ชัดว่า PD.2 มีค่ามากกว่า PD.1 ปัญหานี้ก็เป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เราต้องเลือกใช้วาล์วควบคุมที่มีความดันลดมากพอสมควรขณะเปิดกว้างสุด การที่มีความดันลดคร่อมวาล์วมากอยู่แล้วตั้งแต่เริ่มต้น เมื่อมีความดันลดคร่อมวาล์วขณะทำงานเพิ่มขึ้นก็เพิ่มขึ้นในอัตราส่วนที่ไม่มากนัก ต่างกับการใช้วาลว์ควบคุมที่มีความดันลดตอนเริ่มต้นน้อย เมื่อมีความดันลดเพิ่มขึ้นขณะทำงาน ก็จะเพิ่มขึ้นในอัตราส่วนที่มากเมื่อเทียบกับความดันลดตอนเริ่มต้น ขอให้ผู้อ่านลองนึกภาพตามว่าขณะที่เราหรี่วาล์วเพื่อให้น้ำไหลน้อยลง ความดันแตกต่างคร่อมวาล์วก็เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มแรงดันให้น้ำผ่านวาล์วมากขึ้น เราก็ต้องหรี่วาล์วลงไปอีกเพื่อให้น้ำไหลน้อยลง แล้วก็จะเกิดวัฏจักรในลักษณะนี้

ซึ่งจะทำให้ระบบของเราไม่สมดุลอยู่ตลอดเวลา ฉะนั้นผู้ออกแบบจึงควรเลือกวาล์วควบคุมที่ความดันลดเริ่มแรกมีค่ามากเพื่อเป็นการจำกัดอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของความดันแตกต่างคร่อมวาล์ว

จากที่เขียนผ่านมาสามารถสรุปได้ถึงสาเหตุสำคัญ 2 ประการที่ทำให้เราต้องเลือกใช้ วาล์วควบคุมที่มีความดันลดมากพอขณะเปิดกว้างสุด สาเหตุประการแรกคือ เพื่อให้วาล์วสามารถควบคุมปริมาณน้ำได้ตลอดช่วงการเปิดปิดของมัน สาเหตุประการที่สอง คือ เพื่อจำกัดอัตราส่วนการเพิ่มขึ้นของความดันแตกต่างคร่อมตัววาล์ว ทีนี้มาถึงปัญหาสำคัญที่ว่าความดันลดเท่าไรจึงพอดี ไม่มากเกินความจำเป็นและไม่น้อยจนไม่สามารถควบคุมปริมาณน้ำได้ คำแนะนำโดยทั่วไปคือ ให้ความดันลดที่วาล์วควบคุมขณะมีอัตราไหลเต็มที่ตามที่ออกแบบมีค่าไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความดันลดทั้งหมดของท่อแยกนั้น เช่น จากรูปที่ 10 ความดันลดที่วาล์วควบคุมควรมีค่าอย่างน้อยเท่ากับ PD.1+PD.2+PD.3+PD.4+PD.5 แต่ทั้งนี้ความดันลดที่วาล์วควบคุมต้องไม่น้อยเท่า 5 PSI



รูปที่ 10

ในทางปฏิบัติ ขณะออกแบบจะไม่ทราบความดันลดที่แท้จริงของอุปกรณ์ไม่ว่าจะเป็นคอยล์หรือวาล์ว นอกจากนี้แต่ละท่อแยกก็จะมีความดันลดแตกต่างกันไป ดังนั้นจึงเป็นไปได้ยากที่จะกำหนดความดันลดของวาล์วควบคุมที่แน่นอนตั้งแต่ออกแบบ ด้วยเหตุนี้การเลือกวาล์วควบคุมที่ถูกต้องเหมาะสมจึงเป็นความรับผิดชอบร่วมกันทั้ง ผู้ออกแบบ ผู้ควบคุมงาน ผู้รับเหมา รวมถึง ผู้ที่จำหน่ายวาล์วควบคุมด้วยจุดประสงค์ร่วมกัน คือ เพื่อให้ระบบน้ำเย็นของเราสามารถทำงานได้ตามที่เราต้องการ

บทส่งท้าย

ในประเทศไทยมีการใช้ระบบปรับอากาศแบบน้ำเย็นกันแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะหลายปีที่ผ่านมา ซึ่งมีอาคารเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ระบบน้ำเย็นในอาคารขนาดใหญ่ มีขนาดทำความเย็นมากกว่า 10,000 ตันก็มีเกิดขึ้นแล้วในเมืองไทย ซึ่งในระบบใหญ่ขนาดนี้การปล่อยให้มีพลังงานสูญเสียเพียง 1 % ก็อาจหมายถึงทำให้เจ้าของอาคารเสียเงินค่าไฟหลายแสนบาทต่อปีโดยเปล่าประโยชน์ ความเอาใจใส่เพียงเล็กน้อยของวิศวกรที่เกี่ยวข้องสามารถแก้ไขปัญหาเหล่านี้ ซึ่งจะเป็นปัญหาที่จะติดคงอยู่คู่อาคารตลอดอายุการใช้งานของอาคาร

ปัญหาการควบคุมระบบน้ำเย็นเป็นปัญหาหนึ่งซึ่งแก้ไขได้ยากหากติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้ว และเป็นปัญหาที่หลาย ๆคนละเลย ทำให้ระบบน้ำเย็นของเราใช้พลังงานไฟฟ้ามากเกินกว่าความจำเป็น ผู้เขียนหวังว่าบทความนี้จะมีส่วนช่วยกระตุ้นให้ทุกท่านใช้ความสามารถที่มีอย่างเต็มที่เพื่อให้ระบบปรับอากาศใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด ซึ่งหมายถึงเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่พวกเราทุกคนเป็นเจ้าของอย่างมีประสิทธิภาพ

หนังสืออ้างอิง

1. ASHRAE, 1992 ASHRAE HANDBOOK HVAC SYSTEMS AND EQUIPMENT, PAGE 12.11
2. STEVEN T. TOM. CONTROL VALVE AND DAMPER SIZING, ASHRAE JOURNAL OCTOBER 1987, PAGE 30-34
3. BELL & GOSSETT BULLETIN NO. THE 1165 : BASIC SYSTEM CONTROL AND VALVE SIZING PROCEDURES, PAGE 18-19