

เอกสารผลงานที่เสนอประเมิน
เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 7 ว

เรื่อง การพัฒนาและสร้างเครื่องมือเพื่อทดสอบ
ความทนความดันในระยะเวลาานของท่อ พีวีซี

ของ

นายประดับ สว่างศรี
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 6 ว
นายจุมภฏ ก้อนแก้ว
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 8 ว

กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารผลงานที่เสนอประเมิน
เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 7 ว

เรื่อง การพัฒนาและสร้างเครื่องมือเพื่อทดสอบ
ความทนความดันในระยะเวลาานของท่อ พีวีซี

เลขที่ กฟ
พว 32
เลขประเมิน 9929
วันที่ 11 มิถุนายน 2553

ด้วยฉันทันทนการ
จาก
.....

ของ

นายประดับ สว่างศรี
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 6 ว
นายจุมภฏ ก้อนแก้ว
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 8 ว

กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

การพัฒนาเครื่องมือโดยการศึกษาวิธีการวิเคราะห์ทดสอบ จากฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม จนเข้าใจวิธีการและแนวทางการทดสอบอย่างละเอียดแล้วจึงทำการออกแบบและจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นนำมาประกอบเข้าเป็นเครื่องมือ เมื่อประกอบเครื่องมือเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงได้ทดลองใช้งาน เพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องต่าง ๆ และปรับปรุงแก้ไขจนสามารถใช้งานได้ดีตรงตามวัตถุประสงค์ คือ

1. ทั้งระบบสามารถทนความดันได้มากกว่า 200 กก.แรง/ชม.²
หรือ 2900 PSI
2. สามารถปรับความดันให้คงที่ (คือเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 2%)
ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดสอบ
3. สามารถบอกระยะเวลาที่ท่อทดสอบระเบิดได้ละเอียดเป็น ชั่วโมง
4. เมื่อท่อทดสอบระเบิดไม่มีความรุนแรง จนเป็นเหตุให้เกิดอันตรายต่อ
สิ่งที่อยู่ใกล้เคียง
5. เมื่อท่อทดสอบระเบิด ความดันในระบบจะถูกตัดออกทันที
6. เกจวัดความดันได้รับการสอบเทียบความถูกต้อง

เป้าหมายในการพัฒนาและสร้างเครื่องมือนี้ขึ้นนั้น ผู้พัฒนาไม่ได้มีเป้าหมายเพียงเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ทดสอบแต่เพียงอย่างเดียว แต่มีเป้าหมายเพื่อให้เครื่องมือนี้เป็นต้นแบบสำหรับให้หน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐบาลและเอกชนได้ศึกษา เพื่อนำไปเป็นแนวทางในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือทดสอบความทนความดันในระยะเวลานานของท่อพีวีซี เพื่อใช้งานในหน่วยงานของตนเองอีกด้วย และจนถึงขณะนี้ได้มีหน่วยงานต่าง ๆ มาขอคำแนะนำและศึกษาข้อมูล เพื่อนำไปพัฒนาในห้องปฏิบัติการของตนเองแล้ว หลายหน่วยงานด้วยกัน เช่น บริษัท บางกอกใหญ่ลย์ไฟฟ์ จำกัด บริษัท ทองไทยท่อน้ำและเคมีภัณฑ์ จำกัด กองทัพอากาศ กองทัพเรือ เป็นต้น

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
1. คำนำ	1
2. วิธีการทดสอบ	6
3. เกณฑ์กำหนด	8
4. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ	9
5. การทำงานของ เครื่องมือทดสอบ	12
6. ผลการทดลอง	15
7. สรุปและวิจารณ์	24
8. เอกสารอ้างอิง	25
9. หนังสือเย็บหมเครื่องมือทดสอบ	26

1. คำนำ

ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้พัฒนาและสร้างเครื่องมือเพื่อทดสอบความทนความดันในระยะเวลาของท่อ พี วี ซี ขึ้น เนื่องจากขณะนี้ไม่มีหน่วยงานใดทดสอบในเรื่องดังกล่าว

ปัจจุบันได้มีการตั้งโรงงานเพื่อผลิตท่อ พี วี ซี ชนิดแข็ง ใช้สำหรับเป็นท่อน้ำดื่มขึ้นภายในประเทศเป็นจำนวนมาก และปรากฏว่าคุณภาพของท่อ พี วี ซี ที่ผลิตจากโรงงานเหล่านั้น บางโรงงานก็มีคุณภาพดีเหมาะสมแก่การใช้งาน แต่บางโรงงานก็มีคุณภาพไม่ดีไม่เหมาะสมแก่การใช้งาน เป็นการเอาเปรียบผู้บริโภค ดังนั้น เพื่อเป็นการพัฒนาคุณภาพและคุ้มครองผู้บริโภค รักษาประโยชน์ของประชาชนโดยทั่วไป กรมวิทยาศาสตร์บริการจึงได้ทำการวิเคราะห์ทดสอบเพื่อหาคุณภาพของท่อ พี วี ซี โดยใช้วิธีการทดสอบและเกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานต่าง ๆ เช่น AS 1477.1-1988 BS 3505-1986 และ มอก. 17-2532 เป็นต้นมาเป็นแนวทางในการทดสอบ และในการทดสอบเพื่อหาคุณภาพของท่อ พี วี ซี นั้น มีรายการทดสอบรายการหนึ่งที่ค่อนข้างสำคัญคือ การทดสอบหาความทนความดันในระยะเวลาของท่อ (Long term hydrostatic test หรือ Long term hydraulic test) ซึ่งเป็นการทดสอบเพื่อหาความเค้นตามแนวเส้นรอบวงในปีที่ 50 ของท่อ พี วี ซี ซึ่งค่านี้เป็นค่าที่แสดงถึงคุณสมบัติความทนต่อความดัน และอายุการใช้งานของท่อ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบไม่มีขายในประเทศ ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ มีราคาแพง ดังนั้นฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ จึงได้ออกแบบและจัดทำเครื่องมือเพื่อใช้ในการทดสอบดังกล่าวขึ้นใช้เอง

หลังจากการทดลองใช้งานแล้ว ปรากฏว่าเครื่องมือดังกล่าวสามารถทำงานได้ดี และขณะนี้ยังคงใช้สำหรับทำการทดสอบท่อ พี วี ซี อยู่ที่ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ขั้นตอนในการดำเนินการ

การพัฒนาและสร้างเครื่องมือทดสอบหาความทนความดันในระยะเวลานานของ
ท่อ พี วี ซี นั้น ได้แบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นดังนี้

1. ศึกษาให้ทราบถึงวิธีการวิเคราะห์ทดสอบตามมาตรฐานต่าง ๆ
2. ศึกษาคุณสมบัติของเครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จะต้องใช้
3. ออกแบบและจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ
4. ประกอบและติดตั้งเครื่องมือ
5. ทดสอบการทำงานของเครื่องมือจนแน่ใจ

หลักเกณฑ์การพัฒนาและสร้างเครื่องมือทดสอบ

การพัฒนาและสร้างเครื่องมือทดสอบความทนต่อความดันในระยะเวลาของท่อ พี วี ซี ครั้งนี้มีเป้าหมายและวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

1. เพื่อให้สามารถใช้ทดสอบความทนต่อความดันในระยะเวลาของท่อ พี วี ซี ได้ และมีความถูกต้องในการทดสอบเท่าเทียมกับเครื่องมือที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ
2. เครื่องมือต้องมีความแข็งแรงทนทาน มีอายุการใช้งานเกินกว่า 10 ปี ขึ้นไป และจะต้องไม่เป็นอันตรายต่อผู้ทดสอบ หรือบุคคลอื่นที่อยู่ใกล้เคียง
3. เครื่องมือควรมีขนาดกระทัดรัด
4. เครื่องมือควรมีราคาถูกและประหยัด

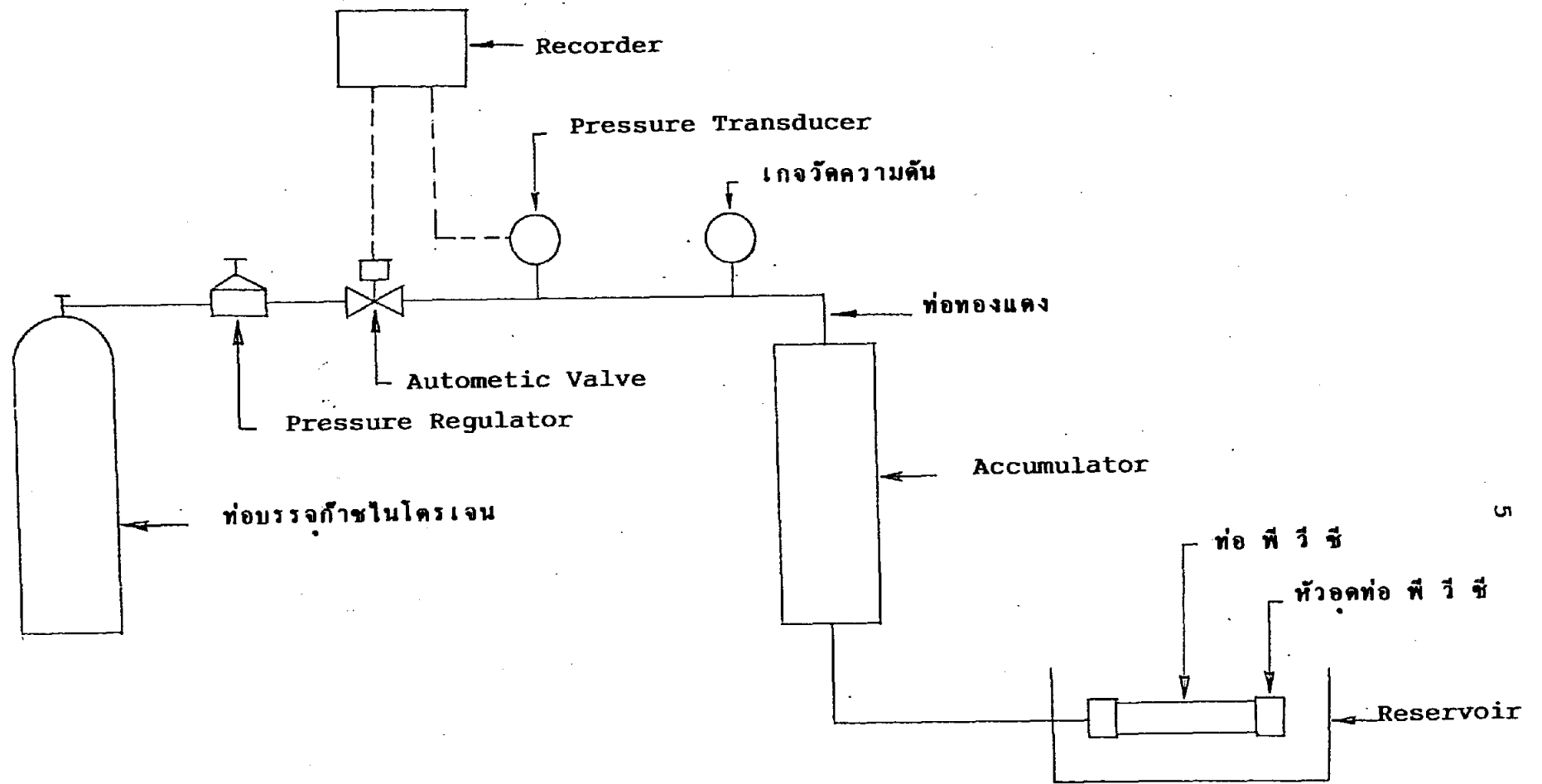
เมื่อได้เป้าหมายหลักในการสร้างเครื่องมือนี้แล้ว จึงได้เริ่มวางแผนและดำเนินการสร้าง แต่การที่จะออกแบบและสร้างเครื่องมือได้นั้น จะต้องศึกษาถึงวิธีการวิเคราะห์ทดสอบจนเข้าใจอย่างกระจ่างเสียก่อน แล้วจึงนำความรู้และเงื่อนไขต่าง ๆ จากการวิเคราะห์ทดสอบมากำหนดเป็นคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องมือ

เมื่อได้ลักษณะเฉพาะของเครื่องมือแล้ว ก็นำข้อมูลเหล่านี้มาทำการออกแบบเบื้องต้นเครื่องมือให้ตรงกับความต้องการ การใช้งาน และมีคุณลักษณะตรงตามที่กำหนด ดังที่ได้แสดงอยู่ในรูปที่ 1 ซึ่งต้องประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

องค์ประกอบของเครื่องมือ

1. แหล่งกำเนิดความดัน ประมาณ 200 กก.แรง/ชม²
2. เครื่องปรับความดันให้คงที่ หรือหากมีการเปลี่ยนแปลงจะเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน $\pm 2\%$
3. อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปิดความดันทันทีที่ท่อทดสอบระเบิด
4. อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จดบันทึกเวลาเป็น ชั่วโมง และความดันตลอดระยะเวลาที่ทำการทดสอบประมาณ 1000 ชั่วโมง
5. อุปกรณ์วัดความดันเพื่อแสดงความดันในระบบทั้งหมด
6. ท่อน้ำเพื่อทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้อากาศผ่านเข้าไปในท่อทดสอบ
7. อ่างน้ำเพื่อควบคุมไม่ให้เกิดความรุนแรงเมื่อท่อทดสอบระเบิด
8. ท่อและข้อต่อต่าง ๆ ที่ใช้ จะต้องแข็งแรงและสามารถทนความดันได้มากกว่า 200 กก.แรง/ชม² หรือ 2900 PSI

เมื่อได้แบบของเครื่องมือตรงตามที่ต้องการแล้ว จึงได้จัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามที่ได้ออกแบบไว้ นำมาประกอบและสร้างเครื่อง มีรายละเอียด ดังที่จะกล่าวต่อไป



รูปที่ 1

รายละเอียดของแบบเครื่องทดสอบความทนความดันในระยเวลานานของท่อ พี วี ซี

2. วิธีการทดสอบ

วิธีการทดสอบ เพื่อหาความทนความดันระยะเวลานานของท่อ พี วี ซี ตามตามมาตรฐาน AS 1477.1 - 1988 BS 3505 - 1986 และ มอก.17-2532 มีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

2.1 นำท่อที่จะทำการทดสอบ ซึ่งตัดยาวประมาณ 50 เซนติเมตร จำนวนอย่างน้อย 6 ท่อนมาแช่น้ำที่อุณหภูมิ $27 \pm 1^{\circ}$ ซ เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

2.2 นำท่อที่ 1 มาอุดด้วยหัวอุดและเติมน้ำให้เต็มจนล้น (ไม่ให้มีอากาศเหลืออยู่ภายใน) แล้วต่อเข้ากับเครื่องอัดแรงดันน้ำแล้วค่อย ๆ อัดความดันน้ำเข้าไปในท่อทดสอบด้วยอัตราที่สม่ำเสมอ จนกระทั่งท่อทดสอบระเบิดแล้วบันทึกความดันในขณะท่อทดสอบระเบิด

2.3 นำท่อทดสอบที่ 2 มาอัดด้วยความดันเช่นเดียวกับท่อที่ 1 แต่ลดความดันที่ใช้ให้น้อยลงกว่าความดันที่ใช้กับท่อที่ 1 และให้รักษาความดันนี้ไว้เพื่อให้ท่อทดสอบท่อที่ 2 ระเบิดในช่วงเวลาดังกล่าว ให้เพิ่มหรือลดความดันแล้วแต่กรณี จนกระทั่งท่อทดสอบระเบิดภายในช่วงเวลา 1 - 10 ชั่วโมง แล้วบันทึกเวลาและความดันนั้นไว้ และให้ใช้ความดันนี้เป็นหลัก เพื่อทดสอบท่อที่ 3 และท่อที่ 4 โดยใช้ความดันต่าง ๆ กัน และให้ท่อทดสอบระเบิดภายในเวลา 1 - 10 ชั่วโมง นำค่าที่ได้มาเขียนกราฟบนกราฟล็อกล็อก ระหว่างค่าความดันกับระยะเวลาที่ระเบิด แล้วต่อกราฟออกไปที่ 100 ชั่วโมง และ 1000 ชั่วโมง ใช้ค่าความดันที่อ่านได้จากกราฟที่ต่อออกไปที่ 100 ชั่วโมง และ 1000 ชั่วโมง ทดสอบกับท่อที่ 5 และ ท่อที่ 6 ตามลำดับ บันทึกค่าความดันและระยะเวลาที่ท่อระเบิด แล้วนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟบนกราฟล็อกล็อก และต่อกราฟนี้ออกไปหาค่าของความดันที่ 50 ปี เพื่อนำค่าที่ได้ไปหาค่าความเค้นตามแนวเส้นรอบวงในปีที่ 50 จากสูตร

เมื่อ $S =$ ความเค้นตามแนวเส้นรอบวงในปีที่ 50 มีหน่วยเป็น เมกะพาสคัล

- P = ความดันที่ทำให้ท่อทดสอบระเบิดในปีที่ 50 (จากกราฟ)
มีหน่วยเป็น เมกะพาสคัล
- D = เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ยของท่อทดสอบมีหน่วยเป็น มิลลิเมตร
- e_1 = ความหนาต่ำสุดของท่อทดสอบ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตร

3. เกณฑ์กำหนด

ตาม BS 3505-1986 และ มอก. 17 - 2532 ได้กำหนด
ค่าต่ำสุดของความเค้นตามแนวเส้นรอบวงในปีที่ 50

ตามตารางข้างล่างนี้

BS 3505 - 1986

Norminal size of pipe	Minnimum 50 year stress (Bar)
7 in. and smaller	230
8 in. and larger	260

มอก. 17 - 2532

ชื่อขนาด	ความเค้นตามแนวเส้นรอบวง ในปีที่ 50 ต่ำสุด (เมกะพาสคัล)
18 ถึง 150	18.54
ตั้งแต่ 200 ขึ้นไป	21.48

4. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

การออกแบบและสร้างเครื่องมือทดสอบความทนต่อความดันในระยะเวลา
ของท่อ พี วี ซี

การออกแบบและสร้างเครื่องมือ เพื่อใช้ในการทดสอบมีขั้นตอนในการดำเนินงาน ดังต่อไปนี้

4.1 กำหนดคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องมือทดสอบ

1. ต้องมีระบบป้องกันไม่ให้เกิดการระเบิดของท่อ พี วี ซี เป็นไปอย่างรุนแรง อันจะเป็นอันตรายต่อทรัพย์สินหรือบุคคลได้
2. จะต้องสามารถ รักษาความดันในระบบให้คงที่ คือจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 2% ของความดันทดสอบ ตลอดระยะเวลาในการทดสอบ ซึ่งประมาณ 1000 ชั่วโมง
3. เมื่อท่อระเบิดหรือเกิดการรั่วของความดันขึ้นในระบบ จะต้องมีการระบบอัตโนมัติปิดวงจรความดันทั้งระบบทันที
4. จะต้องมีการบันทึกการทดสอบความดันและระยะเวลาโดยละเอียด ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดสอบ เพื่อให้ทราบว่าท่อระเบิดในเวลาที่กี่ชั่วโมง
5. ท่อสายต่อและเกจต่าง ๆ ภายในระบบของเครื่องทั้งหมด จะต้องสามารถทนความดันได้มากกว่า 200 กก. แรง/ซม²

4.2 การออกแบบเครื่องมือ

การออกแบบเครื่องมือและจัดหาวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อนำมาประกอบเข้าเป็นเครื่องมือทดสอบมีรายละเอียดโดยสังเขปดังนี้ ดังแสดงในรูปที่ 1

1. ท่อบรรจุก๊าซไนโตรเจน ซึ่งมีความดันของก๊าซประมาณ 150 กก. แรง/ซม²

2. หัวดูดท่อ พี วี ซี
3. Pressure Regulator สามารถปรับความดันได้ตั้งแต่ 0 - 200 กก. แรง/ซม² และสามารถควบคุมความดันของก๊าซที่ปล่อยออกมาให้คงที่ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดสอบ
4. Automatic Valve ทำหน้าที่เป็นตัวปิดก๊าซในโตรเจนในระบบทันทีที่ท่อทดสอบระเบิด ซึ่งจะเป็นการลดความสูญเสียของก๊าซในโตรเจน
5. Pressure Transducer ทำหน้าที่วัดความดันในระบบแล้วเปลี่ยนความดันที่วัดได้ เป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งเข้าเครื่อง Recorder เพื่อบันทึกค่าความดันในขณะที่ทำการทดสอบ
6. Recorder ทำหน้าที่บันทึกผลการทดสอบ โดยบันทึกค่าความดันเป็น กก. แรง/ซม² และระยะเวลาที่ทดสอบเป็น ชั่วโมง ตลอดระยะเวลาที่ทดสอบ
7. Accumulater ท่อพักน้ำ ทำด้วยท่อเหล็กมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 150 มิลลิเมตร และมีความทนต่อความดันได้มากกว่า 200 กก. แรง/ซม²
8. เกจวัดความดัน เป็นเกจที่ได้ผ่านการสอบเทียบความถูกต้องมาแล้ว และสามารถวัดความดันของน้ำได้ตั้งแต่ 0-200 กก. แรง/ซม²
9. Reservoir อ่างน้ำ เป็นอ่างทำด้วยคอนกรีตสามารถบรรจุน้ำได้สูงกว่า 80 เซนติเมตร เพื่อใช้แช่ตัวอย่างขณะทดสอบ ซึ่งจะเป็นการป้องกันไม่ให้เกิดความรุนแรงเมื่อท่อทดสอบระเบิด
10. ท่อทองแดงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มิลลิเมตร ความหนา 1.3 มิลลิเมตร และข้อต่อต่าง ๆ

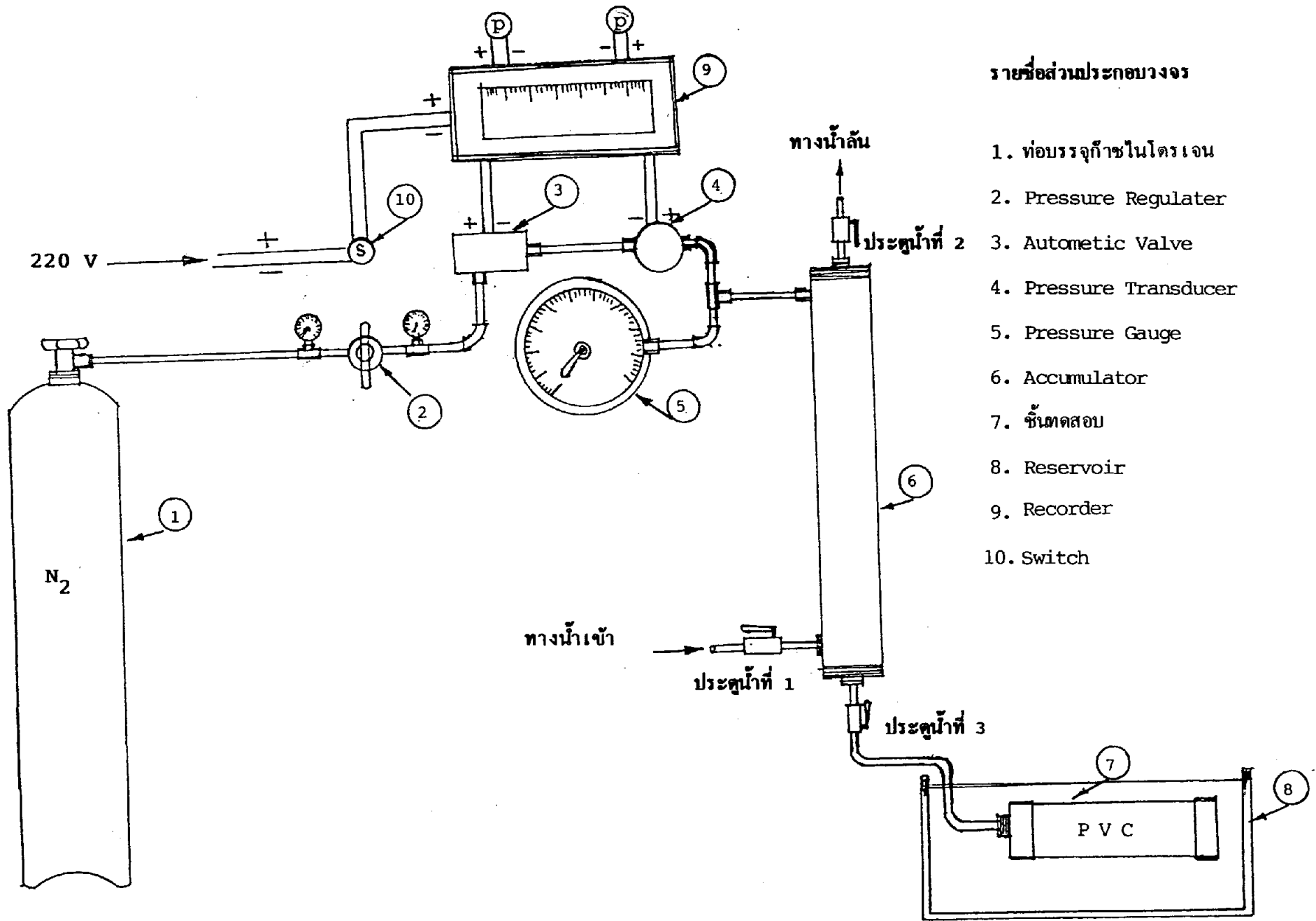
เมื่อจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ครบถ้วนแล้ว จึงนำมาประกอบเข้าเป็นเครื่องมือทดสอบ และในขั้นตอนนี้ได้จัดสร้างขึ้นจำนวน 5 ชุดทดสอบ ด้วยกัน สำหรับลักษณะของเครื่องมือทดสอบ เมื่อประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว มีลักษณะดังที่แสดงในรูปที่ 2

5. การทำงานของเครื่องมือทดสอบ

การทำงานของเครื่องมือทดสอบความทนความดันระยะเวลาของท่อ พี วี ซี เพื่อให้เข้าใจการทำงานของเครื่องมือทดสอบได้ง่ายขึ้น โปรดดูภาพใน รูปที่ 2 ประกอบ

1. นำท่อ พี วี ซี ที่จะทดสอบเติมน้ำให้เต็มและอุดหัวท้ายด้วยหัวอุด พี วี ซี
2. เปิดประตูน้ำที่ 1 และ ที่ 2 เพื่อปล่อยน้ำเข้าท่อพักน้ำ เพื่อไล่อากาศออกจากท่อพักน้ำให้หมด จนมีน้ำล้นออกทางประตูน้ำที่ 2
3. นำท่อ พี วี ซี ที่อุดด้วยหัวอุดแล้วและเติมน้ำจนล้นแล้วต่อเข้ากับเส้นท่อที่ต่อจาก ประตูน้ำที่ 3 โดยยังไม่ขันล็อกให้แน่น
4. เปิดประตูน้ำที่ 3 เพื่อไล่อากาศจากเส้นท่อที่ต่อเข้ากับท่อ พี วี ซี ที่ทดสอบจนอากาศหมด แล้วขันล็อกข้อต่อระหว่างท่อที่ทดสอบกับเส้นท่อที่ต่อจากประตูน้ำที่ 3 ให้แน่น
5. ปิดประตูน้ำที่ 2 และ ที่ 1
6. นำท่อทดสอบลงแช่ในอ่างน้ำ
7. เปิดสวิตช์ (10) ให้ Automatic Valve (3) Pressure Transducer และ Recorder (9) ทำงาน
8. เปิด Valve ท่อบรรจุก๊าซไนโตรเจน
9. ค่อย ๆ ปรับ Pressure Regulator (2) ขึ้นไปเรื่อย ๆ ซึ่งจะทำความดันในระบบเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งความดันตรงตามต้องการ โดยดูจากเกจวัดความดัน (5)
10. ปล่อยให้เครื่องทำงานไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งท่อทดสอบระเบิด ซึ่งท่อที่ 1 จะระเบิดในช่วงเวลาประมาณ 100 ชั่วโมง และท่อที่ 2 จะระเบิดประมาณ 1000 ชั่วโมง

11. นำระยะเวลาตั้งแต่เริ่มทดสอบจนกระทั่งทดสอบระเบิด และ ความดันที่ใช้มาเขียนกราฟ บนกราฟล็อกล็อก และต่อกราฟนี้ออกไป หาความดันระเบิดที่ 50 ปี
12. นำค่าความดันที่ทำให้ขึ้นทดสอบระเบิดในปีที่ 50 มาคำนวณหาค่า ความเค้นตามแนวเส้นรอบวงในปีที่ 50 ต่อไป



รายชื่อส่วนประกอบวงจร

1. ท่อบรรจุก๊าซไนโตรเจน
2. Pressure Regulator
3. Automatic Valve
4. Pressure Transducer
5. Pressure Gauge
6. Accumulator
7. ชั้นทดสอบ
8. Reservoir
9. Recorder
10. Switch

6. ผลการทดลอง

เพื่อให้แน่ใจในการทำงานของเครื่องมือที่ประกอบขึ้น ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม กองฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ จึงได้ทำการตรวจสอบการทำงานของเครื่องมือ ซึ่งปรากฏว่าเครื่องมือที่ประกอบขึ้น สามารถทำงานได้ดีทุกระบบ ระบบความดันสามารถรักษาความดัน ให้คงที่ได้ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดสอบคือ 1000 ชั่วโมง ระบบ Recorder สามารถบันทึกค่าความดันและเวลาเป็นชั่วโมง ได้ตลอดระยะเวลาที่ทำการทดสอบ Automatic Valve สามารถตัดความดันออกจากระบบเมื่อทดสอบระเบิดได้ตรงตามความต้องการ

เพื่อให้เข้าใจการทำงานของเครื่องได้ชัดเจนยิ่งขึ้น จึงขอผลการทดสอบที่ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม ได้ทดสอบจริงมาแสดงในที่นี้

การทดสอบความทนความดันในระยะเวลาของท่อ พี วี ซี ขนาด 20 มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 25.98 มิลลิเมตร และความหนาต่ำสุดของผนังท่อ 2.34 มิลลิเมตร หมายเลขปฏิบัติการ NW 483

- นำท่อตัวอย่าง NW 483 มาตัดให้ยาว ท่อนละประมาณ 50 เซนติเมตร จำนวน 8 ท่อน แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ $27 \pm 1^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง 30 นาที
- นำท่อทดสอบท่อที่ 1 มาอุดด้วยหัวอุด แล้วเติมน้ำให้เต็มจนล้นคือจนไม่มีอากาศเหลืออยู่ในท่อ นำต่อเข้ากับเครื่องอัดความดันน้ำ ค่อย ๆ อัดความดันน้ำด้วยความดันสม่ำเสมอจนกระทั่งท่อระเบิดคือเมื่ออัดความดันได้ 100 กก. แรง/ซม² ในเวลา 4 นาที
- นำท่อทดสอบท่อที่ 2 มาอุดด้วยหัวอุดและเติมน้ำ แล้วต่อเข้ากับเครื่องทดสอบความทนต่อความดันระยะเวลาาน โดยปฏิบัติตามวิธีการทำงานของเครื่องมือ ตามข้อ 5 การทำงานของเครื่องมือปรับความดันในระบบให้ได้ความดันที่ 86 กก. แรง/ซม² และ

รักษาความดันนี้ไว้ ปรากฏว่าท่อทดสอบระเบิดในเวลา 1 ชั่วโมง 40 นาที

4. นำท่อทดสอบท่อที่ 3 มาทำวิธีเดียวกันกับ ข้อ 3 โดยต่อเข้ากับเครื่องมือทดสอบ แต่อัดด้วยความดัน 80 กก. แรง/ซม.² ซึ่งปรากฏว่าท่อทดสอบระเบิดในเวลา 6 ชั่วโมง 10 นาที

จากผลการทดสอบตาม ข้อ 3 และ ข้อ 4 ได้ผลสรุปดังนี้

เมื่ออัดด้วยความดัน 86 กก. แรง/ซม.² ท่อทดสอบระเบิดในเวลา
1 ชั่วโมง 40 นาที

เมื่ออัดด้วยความดัน 80 กก. แรง/ซม.² ท่อทดสอบระเบิดในเวลา
6 ชั่วโมง 10 นาที

นำค่าที่ได้ทั้ง 2 ค่านี้ มาเขียนกราฟบนกราฟล็อกล็อก จะได้กราฟรูปที่ 1 ต่อกราฟ รูปที่ 1 ไปยังชั่วโมงที่ 100 และ 1000 จะได้กราฟรูปที่ 2 อ่านค่าความดันที่ 110 ชั่วโมง และ 700 ชั่วโมง จากกราฟรูปที่ 2 ได้ดังนี้

ที่เวลา 110 ชั่วโมง ความดันเท่ากับ 68 กก.แรง/ซม.²

ที่เวลา 700 ชั่วโมง ความดันเท่ากับ 62 กก.แรง/ซม.²

5. นำท่อทดสอบ ท่อที่ 4 และ ท่อที่ 5 มาทำวิธีกับ ข้อ 3 โดยต่อเข้ากับเครื่องมือทดสอบ และใช้ความดัน ดังต่อไปนี้

ท่อที่ 4 ใช้ความดัน 68 กก.แรง/ซม.²

ท่อที่ 5 ใช้ความดัน 62 กก.แรง/ซม.²

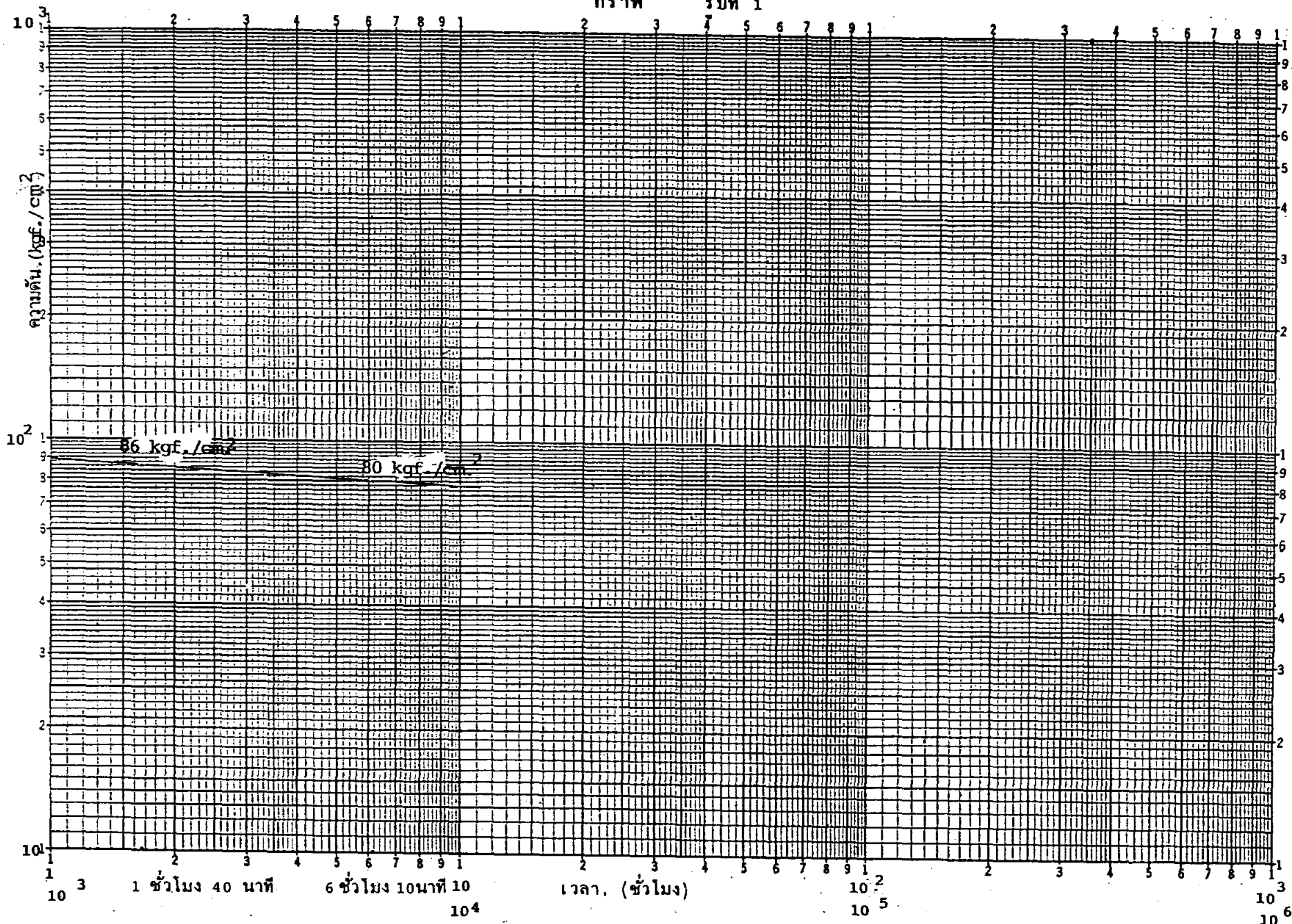
จากผลการทดลองปรากฏว่า

ท่อที่ 4 ซึ่งใช้ความดัน 68 กก.แรง/ซม.² ท่อทดสอบระเบิดที่เวลา 105 ชั่วโมง

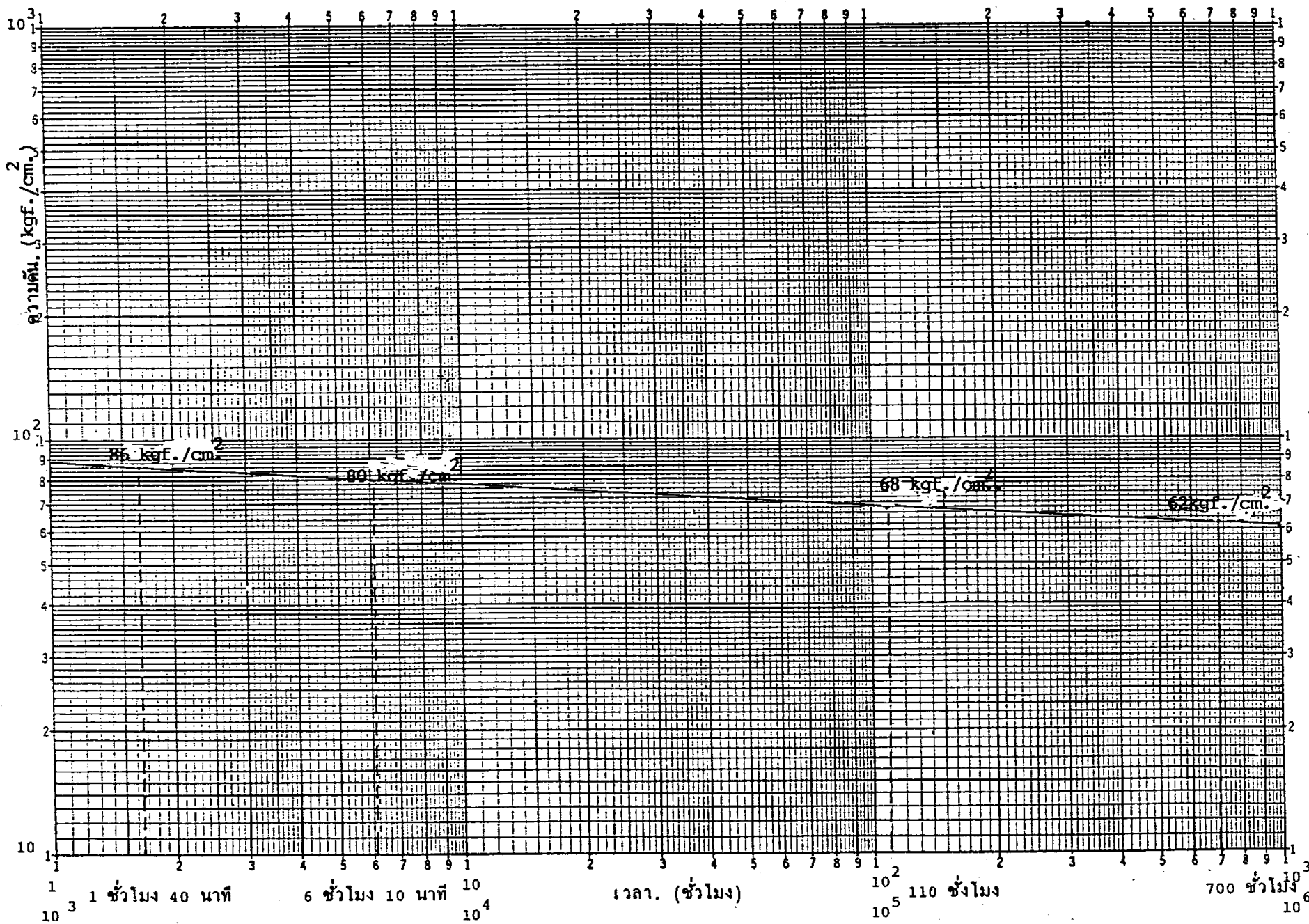
ท่อที่ 5 ซึ่งใช้ความดัน 62 กก.แรง/ซม.² ท่อทดสอบระเบิดที่เวลา 940 ชั่วโมง

นำค่าที่ได้ 2 ค่านี้ มาเขียนกราฟบนกราฟล็อกล็อก จะได้กราฟรูปที่ 3 แล้วต่อกราฟรูปที่ 3 นี้ ไปที่ระยะเวลา 50 ปี

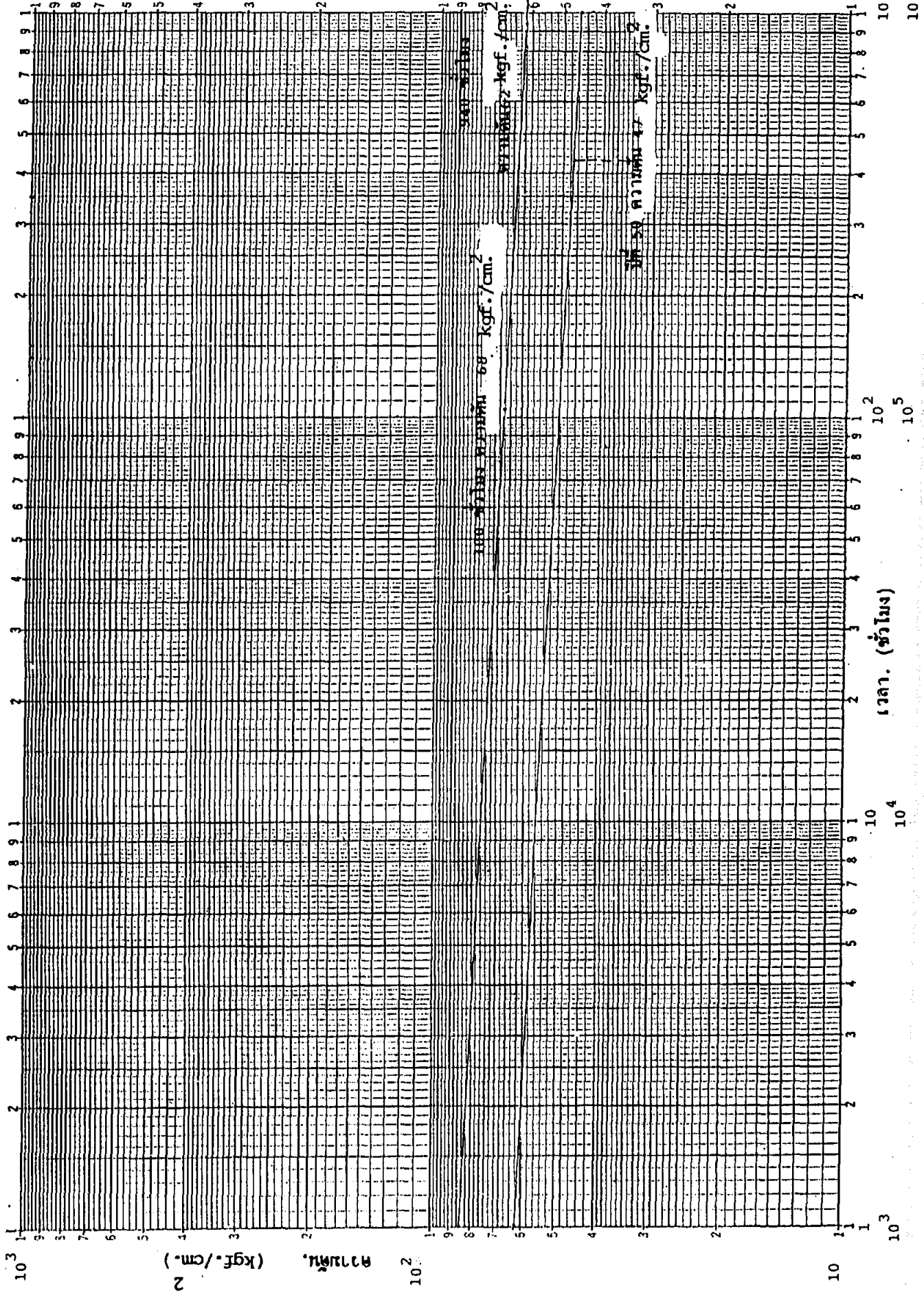
กราฟ รูปที่ 1



กราฟ รูปที่ 2



การวัด



จากกราฟรูปที่ 3 อ่านค่าความดัน ที่ทำให้ท่อทดสอบระเบิดในปีที่ 50 ได้ ซึ่งเท่ากับ 47 กก.แรง/ ซม.² หรือ เท่ากับ 4.61 เมกะพาสคัล

นำค่าที่ได้นี้ มาหาค่าความเค้นตามแนวเส้นรอบวงในปีที่ 50 ได้ตามสูตรข้างล่างนี้

$$\text{สูตร} \quad S = \frac{P (D - e_1)}{2 e_1}$$

เมื่อ S = ความเค้นตามแนวเส้นรอบวงในปีที่ 50 เป็น เมกะพาสคัล
 P = ความดันที่ทำให้ชิ้นทดสอบระเบิดในปีที่ 50 เป็น เมกะพาสคัล
 = 47 กก.แรง/ ซม.² หรือ เท่ากับ 4.61 เมกะพาสคัล
 D = เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ยของชิ้นทดสอบ เป็น มิลลิเมตร
 = 25.98 มิลลิเมตร
 e_1 = ความหนาต่ำสุดของท่อทดสอบ เป็น มิลลิเมตร
 = 2.34 มิลลิเมตร

แทนค่าในสูตร

$$S = \frac{4.61 (25.98 - 2.34)}{2 \times 2.34}$$

$$= 23.29 \quad \text{เมกะพาสคัล}$$

ค่าความเค้นตามแนวเส้นรอบวงในปีที่ 50 = 23.29 เมกะพาสคัล

หรือ = 232.67 บาร์

ตามเกณฑ์กำหนดของ BS 3505 - 1986 ได้กำหนดให้ค่าความเค้นตามแนวเส้นรอบวงในปีที่ 50 ต้องไม่น้อยกว่า 230 บาร์ และ มอก. 17 - 2532 ได้กำหนดให้ต้องไม่ต่ำกว่า 18.54 เมกะพาสคัล

จากผลการทดสอบตัวอย่าง หมายเลขปฏิบัติการ NW 483 ได้ค่าความเค้น
ตามแนวเส้นรอบวงในปีที่ 50 = 232.67 บาร์

หรือ = 23.29 เมกะพาสคัล

ดังนั้น จึงถือได้ว่า ตัวอย่างท่อ พี วี ซี ขนาด 20 หมายเลขปฏิบัติการ
NW 483 มีคุณสมบัติของความทนความดันในระยะเวลานาน ผ่านเกณฑ์กำหนดของ
BS 3505 - 1986 และ มอก. 17 - 2532

ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องมือ เปรียบเทียบกับ เครื่องมือที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ

ค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องมือทั้งหมด โดยสังเขป

1. Pressure Regulator	ราคาตัวละ	4,700	บาท
2. Automatic Valve	"	3,750	บาท
3. Recorder	"	36,000	บาท
4. Pressure Transducer	"	2,200	บาท
5. Accumulator	"	1,000	บาท
6. เกจวัดความดัน	"	1,000	บาท
7. Reservoir	"	500	บาท
8. ท่อทองแดงและข้อต่อต่าง ๆ	"	<u>1,000</u>	บาท
	รวมค่าใช้จ่าย	<u><u>50,150</u></u>	บาท

รวมค่าใช้จ่ายในการสร้างเครื่องมือตกเครื่องละประมาณ 50,000 บาท

และจากการสอบถามราคา เครื่องมือทดสอบความทนต่อความดันในระยะเวลานานของท่อพีวีซี ที่ผลิตขึ้นจากต่างประเทศนั้น ปรากฏว่าราคาของเครื่องมือที่ทำเรือในประเทศไทยเยอรมัน ซึ่งเป็นราคาที่ยังไม่รวมค่าขนส่งและค่าภาษีนำเข้านั้น มีราคาประมาณ 1,471,000 บาท (หนึ่งล้านสี่แสนเจ็ดหมื่นหนึ่งพันบาทถ้วน)

จะเห็นได้ว่าจากการที่ ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์-
บริการ ได้พัฒนาและสร้างเครื่องมือขึ้น ทำให้สามารถประหยัดเงินงบประมาณแผ่นดิน
ได้เป็นจำนวนมาก และขณะนี้ก็ได้เผยแพร่ให้หน่วยงานต่าง ๆ ที่สนใจ เช่น บริษัท บางกอก
ไฟ พูลย์ไฟฟ์ จำกัด บริษัท ทองไทยท่อน้ำและเคมีภัณฑ์ จำกัด กองทัพอากาศ กองทัพเรือ
 เป็นต้น เพื่อนำไปสร้างใช้งานแทนการที่ต้องสั่งซื้อเครื่องมือที่มีราคาแพงจากต่างประเทศ

7. สรุปและวิจารณ์

การทดสอบเพื่อหาคุณสมบัติ ความทนความดันระยะเวลาของท่อ พี วี ซี นั้น เป็นการทดสอบที่ค่อนข้างอันตราย เพราะเป็นการทดสอบที่ใช้ แรงดันค่อนข้างสูงคือ แรงดันในระบบทั้งหมดจะสูงกว่า 60 กก.แรง/ซม² และใช้ระยะเวลา ในการทดสอบนานถึง 1000 ชั่วโมง หากเครื่องมือที่ใช้ทดสอบเกิดความบกพร่องขึ้นแล้วอาจเกิดอันตรายขึ้นได้ เช่น หากมีก๊าซไนโตรเจน หรือ อากาศ ปะปนอยู่ในท่อทดสอบ เมื่อท่อทดสอบระเบิดจะมีการระเบิดรุนแรงมาก แม้จะแช่อยู่ในน้ำก็ตาม ดังนั้นเครื่องมือที่สร้างขึ้นจะต้องคำนึงถึงเรื่องนี้มาก คืออุปกรณ์ต่าง ๆ ตลอดจนข้อต่อและท่อที่ใช้จะต้องมีความแข็งแรงและทนต่อแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 200 กก.แรง/ซม² หรือมากกว่า 2900 PSI และในระบบจะต้องไม่มีการรั่วซึม เพราะมีฉะนั้นแล้วจะทำให้ไม่สามารถรักษาความดันให้คงที่ได้ตลอดระยะเวลาที่ทดสอบ และอีกประการหนึ่งท่อพุกน้ำที่ทำหน้าที่กั้นไม่ให้ก๊าซไนโตรเจน หรือ อากาศ เข้าสู่ท่อทดสอบ จะต้องมีความเหมาะสมยาวที่พอเหมาะคือ ไม่เล็กหรือสั้นจนเกินไป จากการศึกษาพบว่าท่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร และยาวประมาณ 1.5 เมตร เป็นขนาดที่เหมาะสมและก็นำท่อขนาดดังกล่าวมาประกอบเป็นเครื่องมือนี้

จากการใช้งานเครื่องมือที่สร้างขึ้น ตลอดระยะเวลามากกว่า 6 เดือน ปรากฏว่าเครื่องมือสามารถใช้งานได้ดี ไม่มีข้อบกพร่องใด ๆ และขณะนี้เครื่องมือดังกล่าวได้ติดตั้งใช้งานอยู่ที่ ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม
มอก. 17. 2532
2. British standard. Specification for unplasticized
polyvinyl chloride (PVC - U) pressure pipes for cold
potable water. BS. 3505 . 1986
3. Australian standard. Methods for hydrostatic pressure
testing of UPVC pressure pipes. AS. 1462.6 . 1989
4. Australian standard. Unplasticized PVC (UPVC) pipes
and fittings for pressure applications : Pipes. AS.
1477.1 . 1988
5. Australian standard. Unplasticized PVC (UPVC) pipes
and fittings for pressure applications : Moulded fittings.
AS. 1477.2 . 1990
6. Australian standard. Unplasticized PVC (UPVC) pipes
and fittings for pressure applications : Post - formed
bends. AS. 1477.4 . 1988
7. Australian standard. Unplasticized PVC (UPVC) pipes
and fittings for pressure applications : Rubber ring joints.
AS. 1477.6 . 1989



บริษัท อุตสาหกรรมท่อน้ำไทย จำกัด THAI PIPE INDUSTRY CO., LTD.

เครื่องหมายแห่งคุณภาพ

๑๗๗/๓๓ เชียงสะพานพระปิ่นเกล้า บางกอกน้อย กรุงเทพฯ ๑๐๗๐๐
โทร. ๕๒๕๓๕๕๐-๒, ๕๒๑๑๐๒๑-๕, ๕๒๑๑๐๓๔-๕ FAX: ๕๒๑๕๒๖๔

ที่ ผข.218/35

21 กรกฎาคม 2535

เรื่อง ขอบขออนุญาต ในการอนุเคราะห์เข้าเยี่ยมชมเครื่องมือทดสอบ

เรียน อธิการมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ	
เลขรับที่	3987
วันที่รับ	๒๒ ก.ค. 2535
วันที่รับ	11 10
กองบริหารและธุรการ	
เลขรับที่	1308/204
วันที่รับ	31 ก.ค. 32
วันที่รับ	14.10.น

ตามที่บริษัท อุตสาหกรรมท่อน้ำไทย จำกัด ได้รับความอนุเคราะห์ในการเข้าเยี่ยมชมและศึกษาระบบการทำงานของเครื่องมือทดสอบความทนทานต่อความดันของท่อพีวีซี ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ มอก. 17-2532 ที่ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม กองฟิสิกส์ กรมวิทยาศาสตร์บริการ นั้น บริษัทฯ ใคร่ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ได้รับความอนุเคราะห์ในครั้งนี้ และรู้สึกพอใจกับระบบการทำงานของเครื่องมือดังกล่าว และบริษัทฯ เชื่อมั่นว่าคงจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการนำไปเป็นข้อมูลในการพัฒนาปรับปรุงเครื่องมือตรวจสอบการทนทานต่อความดันของท่อพีวีซีที่เกี่ยวข้องกับบริษัทฯ ต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(นายวิชัย หุุลย์วิทย์)

หัวหน้าฝ่ายงานส่งเสริมพัฒนาผลิตภัณฑ์

๑) เรียน ทาง อตจ. (ทางหลวง)

เพื่อโปรดทราบ
วิชัย หุุลย์วิทย์
กองบริหารและธุรการ
31 ก.ค. 35

๕) เรียน ทล. ส. ๑.5.

๓) ทราบ

๕ ก.ค. ๓๕



C.A. PETROCHEMICAL CO., LTD.

313 C.P. TOWER, SILOM ROAD, BANGRAK, BANGKOK 10500 THAILAND. TEL. 231-0231-50 FAX : (662) 231-0214

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

3977

เลขที่ 22.ก.ค.2535 วันที่ 10.10.ม.

ที่ CA-007

21 กรกฎาคม 2535

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เกี่ยวกับรายละเอียดเครื่องทดสอบท่อ

เรียน อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์และบริหาร

ด้วยทางบริษัทฯ ได้ทำการผลิตท่อ พี.วี.ซี. สำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม เพื่อจำหน่าย
ดังนั้น เพื่อเป็นการพัฒนาและควบคุมคุณภาพของท่อ พี.วี.ซี. ที่ผลิตขึ้น บริษัทฯ จึงเห็นสมควร
ที่ปรับปรุงห้องปฏิบัติการของบริษัทฯ ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เพื่อทดสอบคุณภาพของท่อ พี.วี.ซี.
ที่ผลิต

บริษัทฯ ได้ทราบว่า กรมวิทยาศาสตร์และบริหารได้ดำเนินการศึกษาวิจัย วิจัย
และสร้างเครื่องมือทดสอบความทนความดันในระยะยาวของท่อ พี.วี.ซี. ขึ้นใช้เอง เป็นผลสำเร็จ
และยังสามารถให้บริการแก่หน่วยงานทั้งภาครัฐ และเอกชน เครื่องมือทดสอบดังกล่าวนี้ มีความ
ถูกต้องของต่างประเทศ และมีประสิทธิภาพในการทดสอบดีกว่าเครื่องมือของบริษัทฯ ที่เคยนำเข้าใช้
รายละเอียดต่าง ๆ ของเครื่องมือทดสอบความดันระยะยาว ดังกล่าว เพื่อนำมาใช้ปรับปรุงเทียบเคียง
ให้ใช้กับกิจการของบริษัทฯ

บริษัทฯ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากกรมวิทยาศาสตร์ฯ ได้ปรับปรุงให้ทราบถึงรายละเอียด
ในรายละเอียดของเครื่องมือดังกล่าวด้วย โดยทางบริษัทฯ จะจัดส่งเงินค่าเช่าที่จำเป็นจำนวนกับ
กรมวิทยาศาสตร์ฯ ต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

นายวิระชัย จามรมงคลอินทร์

ผู้จัดการฝ่ายการตลาด

๒๖ 28
1266/8 2035

กองบังคับคดี
เลขที่ 1304/303
14.00
1 กค 55

BANGKOK PAIBOONPIPE CO., LTD. บริษัท บางกอกไพบูลย์ไพพ์ จำกัด

永大塑膠股份有限公司

1/8 Mu 2, Tambon Raiking,
Amphur Sampran,
Nakornprathom 73210 Thailand.
TEL. (034) 311963
321266

1/8 หมู่ 2 ตำบลไฉฉิ่ง อำเภอสамพราน
จังหวัดนครปฐม 73210
โทร. (034) 311963
321266

佛統府三舉縣越萊勒空葛萊路
門牌一之八號
電話：(034) 311963
321266

วันที่ 22 กรกฎาคม พ.ศ. 2535

เรื่อง ขอบเขตที่ได้รับอนุญาตให้เข้าเยี่ยมชมเครื่องทดสอบท่อพีวีซีระยะนาน

กรมวิทยาศาสตร์บริการ
เลขที่ 3976
วันที่ 22 ก.ค. 2535 เวลา 9.20 น.

เรียน อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ

บริษัท บางกอกไพบูลย์ไพพ์ จำกัด ขอขอบเขตกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ที่อนุญาตให้เข้าเยี่ยมชมเครื่องทดสอบท่อพีวีซีระยะนานและอนุญาตให้บริษัทฯ สามารถ
นำมาใช้เป็นต้นแบบในการปรับสร้างเครื่องทดสอบแรงดันระยะสั้น และระยะยาวของ
ท่อพีวีซี จนได้ผลเป็นที่น่าพึงพอใจอย่างยิ่ง

ขอแสดงความนับถืออย่างสูง
บริษัท บางกอกไพบูลย์ไพพ์ จำกัด
永大塑膠股份有限公司
กรมการผู้จัดการ

② วิชา ทองเอก (รองทอง)

150 Nmm

3 ม.ว

③ ทราบ
5 ก.ค. 35

④ วิชา นส. 05

๑๘ 29
1255/5 กค 35

THONGTHAI WATER PIPE & CHEMICAL CO., LTD.



Office: 762-768 Charoenkrung Rd., Bangkok 10100, Thailand.

Cable "Horse" Bangkok. Telex: 87343 Horse TH

Tel: (2) 2332995-9 Fax: (2) 2365674

Factory: 101 Moo 5 Tambol Tahsai, Amphur Muang, Samut Sakorn 74000, Thailand.

เลขที่... 1305/203
วันที่ 31.08.35

BANGKOK 21 กรกฎาคม 2535

Your Ref.....Our Ref.....

เรื่อง เยี่ยมชมเครื่องทดสอบ
ท่อ พีวีซี ระยะยาว

เรียน ท่านอธิบดี กรมวิทยาศาสตร์

กรมวิทยาศาสตร์บริการ
เลขที่ 3962
วันที่ 21 กค 2535

บริษัทฯ ได้เยี่ยมชมเครื่องทดสอบท่อ พีวีซี ระยะยาว ของกรมวิทยาศาสตร์
จากการเยี่ยมชม ทำให้บริษัทฯ สามารถพัฒนา, แก้ไข และสร้างเครื่องทดสอบของบริษัทฯ เอง
ให้ได้ประสิทธิภาพดี ใช้งานได้เป็นที่น่าพอใจ

บริษัทฯ ใคร่ขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอแสดงความเคารพ

(นายแจ่ง ทองไทย)
กรรมการผู้จัดการ

ทราบ
สมชาย
31.8.35

เรียน รองอธิบดี (รองโฆษก)

1305/203
วันที่ 31.08.35

เรียน นาย...
กรรมการ

* All correspondent should be forward to Office Address. Thank You *