ข้อมูลข่าวสาร วศ.

ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

วศ
กฟ
อว 36

เอกสารผลงานที่เสนอประเมิน

เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 7 ว

เรื่อง การพัฒนาและสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ปิดปลายท่อเพื่อทดสอบความทนความดันในระยะเวลาสั้นของท่อพีวีซีและข้อต่อพีวีซี

ของ

นาย วิชัย สมเจตนากุล

ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

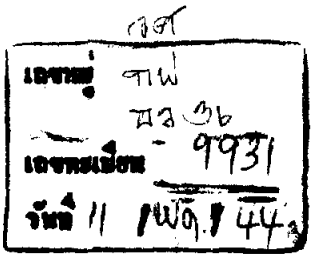
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

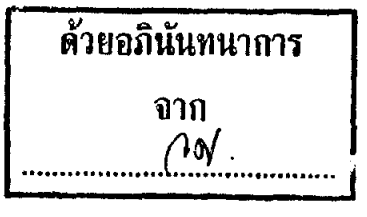
การพัฒนาและสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ปิดปลายท่อเพื่อทดสอบความทนความดันในระยะเวลาสั้นของท่อพีวีซี และข้อต่อพีวีซี

ของ

นาย วิชัย สมเจตนากุล

ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 6 ว





กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

ผลงานนี้เป็นการออกแบบและจัดสร้างอุปกรณ์ปิดปลายท่อและอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อ (หัวอุด) จำนวน 2 แบบ พร้อมทั้งอุปกรณ์สำหรับยึดท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯกับหัวอุด และศึกษาคุณสมบัติและรวมทั้งเปรียบเทียบรูปแบบอุปกรณ์ปิดปลายท่อ (หัวอุด) เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้นของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม และข้อต่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้กับท่อรับความดัน เพื่อแก้ปัญหาการทดสอบความทนความดันในระยะเวลาสั้น เมื่อเพิ่มความดันให้แก่ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่มหรือข้อต่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้กับท่อรับความดัน อุปกรณ์ปิดปลายท่อหรืออุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อ (หัวอุด) มักจะเลื่อนหลุด หรือเกือบจะหลุดออกจากท่อพีวีซีแข็งฯหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯ หรือเกิดการรั่วซึมของความดัน ทำให้ผลการทดสอบเกิดความผิดพลาดไม่ถูกต้องเท่าที่ควร และก่อให้เกิดความล่าช้าขณะทำการทดสอบ เนื่องจากต้องทำการทดสอบซ้ำอยู่เสมอ

ผลการดำเนินการ โดยนำอุปกรณ์ปิดปลายท่อและข้อต่อทั้ง 2 แบบ พร้อมทั้งอุปกรณ์สำหรับยึดท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯไปทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้น ผลปรากฏว่า อุปกรณ์ปิดปลายท่อและข้อต่อแบบสวมและอุปกรณ์สำหรับยึดท่อและข้อต่อ สามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดสอบได้เป็นอย่างดี โดยขณะที่เพิ่มความดันจนถึงเกณฑ์ที่กำหนดให้แก่ท่อหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ตัวท่อหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯจะเกิดการขยายตัวทำให้ตัวท่อหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯสัมผัสติดแน่นกับแหวนยางซึ่งสวมอยู่ภายในอุปกรณ์ปิดปลายท่อและข้อต่อแบบสวม อุปกรณ์ปิดปลายท่อและข้อต่อแบบสวมไม่เลื่อนหลุดออกจากตัวท่อพีวีซีแข็งฯหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯ และการที่ตัวท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯแนบสนิทกับแหวนยางทำให้ความดันทดสอบไม่รั่วไหลออกมา ผลการทดสอบที่ได้จึงถูกต้องตรงกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ และไม่ต้องเสียเวลาทำการทดสอบซ้ำใหม่ ในกรณีของอุปกรณ์ปิดปลายท่อและข้อต่อแบบสอดและอุปกรณ์สำหรับยึดท่อและข้อต่อสามารถแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นจากการทดสอบได้เพียงส่วนหนึ่ง โดยส่วนที่สามารถแก้ปัญหาได้เนื่องจาก ตัวท่อหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯมีคุณภาพที่ดีพอ เมื่อได้รับความดันทดสอบจะเกิดการขยายตัวขึ้นแต่การขยายตัวไม่มากพอจนเกิดช่องว่างระหว่างตัวท่อหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯกับแหวนยางซึ่งสวมอยู่บนอุปกรณ์ปิดปลายท่อและข้อต่อแบบสอด ทำให้อุปกรณ์ปิดปลายท่อและข้อต่อแบบสอดไม่เคลื่อนตัวหลุดออกจากตัวท่อหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯ และความดันภายในไม่รั่วไหลออกมาทำให้ผลการทดสอบถูกต้อง ส่วนที่ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ก็ขึ้นอยู่กับคุณภาพของท่อหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯ เมื่อเพิ่มความดันให้แก่ท่อหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯแต่ยังไม่ถึงความดันตามเกณฑ์ที่กำหนด ตัวท่อหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯเกิดการขยายตัวจนกระทั่งระยะระหว่างท่อหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯและแหวนยางที่สวมอยู่บนตัวอุปกรณ์

ปิดปลายท่อหรือข้อต่อแบบสอดเกิดช่องว่างขึ้นทำให้ความดันซึ่งอยู่ภายในท่อหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯดันให้อุปกรณ์ปิดปลายท่อหรือข้อต่อเลื่อนหลุดหรือเกือบหลุดออกจากตัวท่อหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯและความดันภายในรั่วไหลออกมา ทำให้ต้องทำการทดสอบซ้ำใหม่

ประโยชน์ที่ได้จากการออกแบบและจัดสร้างอุปกรณ์ปิดปลายท่อและข้อต่อ (หัวอุด) ทั้ง 2 แบบพร้อมทั้งอุปกรณ์สำหรับยึดท่อหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯกับหัวอุด และเมื่อนำไปทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้น ทำให้ทราบว่าอุปกรณ์ปิดปลายท่อหรือข้อต่อแบบสวมพร้อมทั้งอุปกรณ์สำหรับยึดท่อหรือข้อต่อ ใช้งานได้ดีกว่าอุปกรณ์ปิดปลายท่อหรือข้อต่อแบบสอด และเนื่องจากตาม มอก.17-2532 และ มอก.1131-2535 ได้แนะนำให้ใช้อุปกรณ์ปิดปลายท่อหรือข้อต่อแบบสวมหรือแบบสอด กับการทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้น แต่จากการทดลองทำให้ทราบว่าอุปกรณ์ปิดปลายท่อหรือข้อต่อแบบสวมใช้งานได้เป็นอย่างดี ทำให้การทดสอบเป็นไปอย่างถูกต้องไม่ต้องทำการทดสอบซ้ำใหม่และไม่ก่อให้เกิดอันตรายขณะทำการทดสอบ

ทางฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรมได้เลือกใช้อุปกรณ์ปิดปลายท่อหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯทำการทดสอบท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯ สำหรับใช้ทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้นและยังคงใช้อยู่จนถึงปัจจุบัน รวมถึงใช้เป็นเครื่องมือทดสอบตัวอย่างท่ออื่นๆที่มีการทดสอบรายการความทนความดันด้วย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
บทที่ 1 บทนำ	4
บทที่ 2 การพัฒนาและสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ปิดปลายท่อและข้อต่อ	6
บทที่ 3 การทดสอบ	15
บทที่ 4 วิจารณ์ผลการทดลอง	25
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	26
กิตติกรรมประกาศ	27
เอกสารอ้างอิง	28
ภาคผนวก	29

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบัน ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม และข้อต่อพีวีแข็งสำหรับใช้กับท่อรับความดัน ได้เข้ามามีบทบาทต่อความเป็นอยู่ ในชีวิตประจำวันของคนเรา และต่อวงการอุตสาหกรรม ที่ต้องการใช้น้ำในกระบวนการผลิตสินค้า หรือบริโภค และอื่น ๆ อีกมาก ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม และข้อต่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้กับท่อรับความดัน สามารถนำมาใช้ทดแทนท่อชนิดอื่น ได้เป็นอย่างดี เช่นท่อเหล็ก เป็นต้น

พีวีซี ย่อมาจากคำเต็มว่า Polyvinyl Chloride เป็นพลาสติกชนิด Thermoplastic ซึ่งสามารถที่จะเปลี่ยนคุณสมบัติไป เมื่อถูกให้ความร้อนและใช้ความกดดันสูง และสามารถคงรูปตามแบบที่ต้องการได้เมื่อถูกทำให้เย็นลง นอกจากนี้ยังสามารถที่จะทำให้พีวีซี อ่อนตัวหรือหลอมใหม่ได้ตามต้องการ ซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่า กระบวนการกลับไปกลับมา พีวีซีนี้ผลิตได้จากกระบวนการโพลิเมอไรเซชั่น (Polymerrization Process) ของสารไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์ (VinylCholoride Monomer) ที่เราเรียกสั้น ๆ ว่า วีซีเอ็ม โดยการเติมส่วนผสมของสารอื่นลงไป เช่น สารที่ทำให้คงตัว (Stabilizer) สารปรุงแต่ง (Filler) ผงสี (Pigment) เพื่อให้ได้คุณสมบัติและสีตามต้องการ

กรรมวิธีการผลิต ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม และข้อต่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้กับท่อรับความดัน ในการผลิตท่อพีวีซีแข็งฯ และข้อต่อพีวีซีแข็งฯ สำหรับโรงงานที่ไม่มีเครื่องผสมทำเม็ดพลาสติก ก็จะใช้วิธีซื้อวัตถุดิบเป็นเม็ดพลาสติก (PVC Compound) ตามสูตรของแต่ละโรงงาน แล้วนำมาผ่านกระบวนการผลิตเป็นท่อ พีวีซีแข็ง ฯ หรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ส่วนโรงงานที่มีเครื่องผสมก็จะซื้อวัตถุดิบเป็นพลาสติกผง (PVC Resin) นำมาผสมเป็นเม็ดพลาสติก ตามสูตรของแต่ละโรงงาน แล้วนำมาผ่านกระบวนการผลิตเป็นท่อพีวีซีแข็งฯ หรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯ

ในขบวนการผลิตท่อพีวีซีแข็งฯ และข้อต่อพีวีซีแข็งฯมีกรรมวิธีการผลิตดังนี้ (ดูรูปประกอบ รูปที่1,2 ในภาคผนวก ก.)

1. นำวัตถุดิบ PVC Resin เคมีภัณฑ์ต่าง ๆ (Additive) และ (Pigment) เข้าเครื่องผสม (Mixer) โดยการใช้ความร้อน จากนั้นลดอุณหภูมิของของผสมลงโดยใช้น้ำหล่อเย็น

2. นำวัตถุดิบที่ผ่านจากเครื่องผสม (Mixer) แล้วนำมาผ่านเข้าเครื่องผลิตเพื่อผลิตเป็นเม็ดพลาสติก (PVC Compound)

3. นำเม็ดพลาสติก (PVC Compound) มาผ่านเข้าเครื่องทำท่อ (Extruder Machine) ภายในเครื่องจะใช้ความร้อนจากไฟฟ้า หลอมเม็ดพลาสติก และจะมีแรงอัดดันให้พลาสติกผ่านออกมาทางแม่พิมพ์ เพื่อให้ได้ท่อขนาดต่าง ๆ ตามต้องการ

4. นำท่อที่ผ่านออกมาจากเครื่อง Extruder Machine มาผ่านอ่างน้ำเย็น เพื่อลดอุณหภูมิของท่อและทำให้ท่อแข็งตัว

5. ท่อที่แข็งตัวมาประทับตราเครื่องหมายผลิตภัณฑ์ลงบนท่อ แล้วนำท่อผ่านเข้าเครื่องตัด (Cutting Machine) เพื่อตัดท่อให้ได้ความยาวตามที่กำหนด (ความยาวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดคือ 4 เมตร)

ในกรณีของข้อต่อพีวีซีแข็งฯ เมื่อได้เม็ดพลาสติก (PVC Compound) แล้วนำมาผลิตเป็นข้อต่อพีวีซีแข็งฯ โดยผ่านเครื่องฉีด (Injection Moulding Machine) ภายในเครื่องจะใช้ความร้อนจากไฟฟ้าหลอมเม็ดพลาสติก และจะมีแรงดันอัดให้พลาสติก ผ่านออกมาทางแม่พิมพ์เพื่อให้ได้ข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ขนาดต่าง ๆ กัน ซึ่งภายในเครื่องฉีดจะมีลมเป่าระบายความร้อนให้แก่ข้อต่อพีวีซีแข็งฯ เพื่อลดอุณหภูมิและทำให้ข้อต่อแข็งตัว นำข้อต่อที่ได้มาประทับตราเครื่องหมายผลิตภัณฑ์ลงบนข้อต่อ และใช้กรรไกรตัดตบแต่งข้อต่อพีวีซีแข็งฯอีกครั้ง

ท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯเป็นที่รู้จักและใช้กันอย่างแพร่หลายอยู่ในขณะนี้ เนื่องจากท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯมีคุณสมบัติที่ดีเด่นหลายประการ เช่น สามารถทนต่อสารเคมีจำพวก กรด ด่าง และเกลือ ไม่เป็นสนิม ไม่เกิดการผุกร่อน มีน้ำหนักเบา หนักเพียง 1 ใน 5 ของท่อเหล็กขนาดเดียวกัน ทนต่อดินฟ้าอากาศ ทนแดด ทนฝน มีผิวเรียบเป็นมัน ทำให้ของเหลวไหลได้สะดวกและลดแรงเสียดทานภายในท่อ (Friction Loss In Pipe) ไม่ติดไฟ มีความเป็นฉนวนไฟฟ้าป้องกันกระแสไฟฟ้ารั่วไหล และสะดวกต่อการประกอบติดตั้งขณะใช้งาน การประกอบการใช้งานทำได้สะดวกเพียงทาน้ำยาประสานท่อ (Solvent Coment) ลงบนผิวนอกและในตรงบริเวณที่จะทำการต่อท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯ น้ำยาประสานจะเป็นตัวประสานรอยต่อให้เป็นเนื้อเดียวกัน

บทที่ 2
การพัฒนาและการสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ปิดปลายท่อและข้อต่อ

จุดประสงค์ของการพัฒนาและการสร้างเครื่องมืออุปกรณ์ปิดปลายท่อและข้อต่อ (หัวอุด) เพื่อใช้ทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้นของท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯ มีดังนี้

1. เพื่อให้สามารถนำมาใช้งานในการทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้น

2. เพื่อให้เกิดความประหยัด ไม่ต้องสั่งซื้อเครื่องมือจากต่างประเทศ

3. เพื่อเป็นการพัฒนาข้าราชการของฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม ให้สามารถออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือทดสอบไว้ใช้เองได้ ทำให้เกิดทักษะในการปฏิบัติงานเพิ่มขึ้น

4. เพื่อให้สามารถนำเครื่องมืออุปกรณ์ปิดปลายท่อ ไปใช้ทดสอบตัวอย่างท่อชนิดอื่นๆที่มีรายการทดสอบความทนความดัน

5. เป็นการเผยแพร่ความรู้แก่ห้องปฏิบัติการอื่น และบุคคลผู้สนใจทั่วไป

เครื่องมืออุปกรณ์ปิดปลายท่อ (หัวอุด) อุปกรณ์สำหรับยึดท่อพีวีซีแข็งฯ Clamp สำหรับใช้ยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯ และอุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯ เพื่อใช้ทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้น ที่ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรมได้ทำการออกแบบและจัดสร้างขึ้น มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1.อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมของท่อพีวีซีแข็งฯ ดูรูปที่ 3 และ 4 ในภาคผนวก ก. จะประกอบไปด้วย

1.1 อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมด้านบน ภายในตัวอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมด้านบนจะมีแหวนยางกลม เพื่อช่วยให้สวมเข้ากับท่อพีวีซีแข็งฯได้อย่างพอดี และจะเป็นตัวช่วยป้องกันไม่ให้ความดันรั่วออกมาขณะทำการทดสอบ ด้านบนจะมีแกนเกลียวซึ่งจะเจาะรูไว้เพื่อให้ความดันทดสอบไหลเข้ามาภายในท่อพีวีซีแข็งฯได้

1.2 อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมด้านล่าง ภายในอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมด้านล่างจะมีแหวนยางกลม เพื่อช่วยให้สวมเข้ากับท่อพีวีซีแข็งฯได้อย่างพอดี และจะเป็นตัวช่วยป้องกันไม่ให้ความดันรั่วออกมาขณะทำการทดสอบ

2.อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด (Plug-in) ของท่อพีวีซีแข็งฯ ดูรูปที่ 5 และ 6 ในภาคผนวก ก. จะประกอบไปด้วย

2.1 อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด สอดปลายด้านบน ที่ตัวอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดสอดปลายด้านบน จะมีแหวนยางกลมสวมอยู่ เพื่อช่วยให้สวมเข้ากับท่อพีวีซีแข็งฯได้อย่างพอดี ด้านบนจะมีแกนเกลียวซึ่งจะเจาะรูไว้เพื่อให้ความดันทดสอบไหลเข้าภายในท่อพีวีซีแข็งฯได้

2.2 อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดสอดปลายด้านล่าง ที่ตัวอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดสอดปลายด้านล่างจะมีแหวนยางกลมสวมอยู่ เพื่อช่วยให้สวมเข้ากับท่อพีวีซีแข็งฯได้อย่างพอดี

3.อุปกรณ์สำหรับยึดท่อพีวีซีแข็งฯ ดูรูปที่ 7 ในภาคผนวก ก. จะประกอบด้วยตัวฐานเหล็กและมีเสา 2 เสา ที่เสาทั้ง 2 ข้างจะทำเกลียวไว้ ด้านบนจะมีแผ่นเหล็กขนาดเดียวกับตัวฐานสวมอยู่โดยมีน็อตเป็นตัวบังคับ อุปกรณ์สำหรับยึดท่อพีวีซีแข็งฯสามารถปรับระดับความสูง-ต่ำได้ เพื่อให้ได้ขนาดเท่ากับท่อพีวีซีแข็งฯขนาดต่างๆกัน และยังเป็นตัวช่วยป้องกันอันตรายไม่ให้ท่อพีวีซีแข็งฯแตกกระเด็นใส่ผู้ทำการทดสอบ

4.อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมใช้สำหรับข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ดูรูปที่ 12 ในภาคผนวก ก. อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมใช้สำหรับข้อต่อพีวีซีแข็งฯ จะใช้แบบเดียวกันปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯทั้ง 2 ด้านหรือ 3 ด้านในกรณีที่เป็นข้อต่อสามทาง ภายในจะมีแหวนยางกลมเพื่อช่วยให้สวมเข้ากับข้อต่อพีวีซีแข็งฯได้อย่างพอดี และจะเป็นตัวช่วยป้องกันไม่ให้ความดันรั่วออกมาขณะทำการทดสอบ ปลายด้านบนจะเจาะรูทะลุถึงปลายด้านล่าง และทำเกลียวภายในไว้เพื่อให้ความดันทดสอบไหลเข้ามาภายในข้อต่อพีวีซีแข็งฯได้

5.อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด (Plug-in) ใช้สำหรับข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ดูรูปที่ 13 ในภาคผนวก ก. อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดใช้สำหรับข้อต่อพีวีซีแข็งฯ จะใช้แบบเดียวกันปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯทั้ง 2 ด้านหรือ 3 ด้านในกรณีที่เป็นข้อต่อสามทาง ที่แกนกลางของอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดจะมีแหวนยางกลมสวมอยู่ เพื่อช่วยให้สวมเข้ากับข้อต่อพีวีซีแข็งฯได้อย่างพอดี ปลายด้านบนจะเจาะรูทะลุถึงปลายด้านล่าง และทำเกลียวภายในไว้เพื่อให้ความดันทดสอบไหลเข้ามาภายในข้อต่อพีวีซีแข็งฯได้

6.Clamp สำหรับยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ดูรูปที่ 14 ในภาคผนวก ก. จะเป็นอุปกรณ์ใช้ประกอบกับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดสำหรับข้อต่อพีวีซีแข็งฯ โดย Clamp จะเป็นตัวรัดข้อต่อพีวีซีแข็งฯกับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดเข้าด้วยกัน เพื่อป้องกันอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดเลื่อนหลุดออกมาขณะทำการทดสอบ เมื่อข้อต่อพีวีซีแข็งฯได้รับความดัน ดูรูปที่ 18 ในภาคผนวก ก. Clamp นี้จะทำด้วยเหล็กประกอบไปด้วย 2 ส่วนด้านบนและด้านล่างเหมือนกัน สามารถถอดประกอบออกมาได้โดยมีน็อตเป็นตัวยึดปลายทั้ง 2 ด้าน

7.อุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ดูรูปที่ 15 ในภาคผนวก ก. อุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯ จะเป็นตัวช่วยป้องกันอันตรายจากการแตกของข้อต่อพีวีซีแข็งฯกระเด็นใส่ผู้ทำการทดสอบ

โดยจะเป็นตัวประคองยึดอุปกรณ์ปิดปลายท่อและข้อต่อพีวีซีแข็งฯเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 17 ในภาคผนวก ก. อุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯ จะทำด้วยเหล็กเป็นวงกลม และทั้ง 4 มุม (ห่างกันมุมละ 90 องศา) จะเจาะรูทำเกลียวภายในและใช้น็อตขนาดยาวร้อยทั้ง 4 มุม น็อตนี้จะเป็นตัวประคองยึดอุปกรณ์ปิดปลายท่อกับข้อต่อพีวีซีแข็งฯ

การออกแบบและจัดทำอุปกรณ์ปิดปลายท่อและข้อต่อ

1. อุปกรณ์ปิดปลายท่อเพื่อใช้ทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้น สำหรับท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม เนื่องจากตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม มอก. 17-2532 ไม่ได้ให้รายละเอียดมากนัก ทางฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม จึงต้องทำการออกแบบและจัดทำอุปกรณ์ปิดปลายท่อขึ้นมาใช้เอง เพื่อเป็นการประหยัดงบประมาณของทางราชการ และเป็นการฝึกให้ผู้ทดสอบสามารถออกแบบเครื่องมือทดสอบไว้ใช้ได้เอง และสามารถเผยแพร่ความรู้แก่ผู้ที่สนใจได้

อุปกรณ์ปิดปลายท่อที่ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรมออกแบบและจัดทำขึ้นมีจำนวน 2 แบบคือ

1.1 อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวม

1.2 อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด

1.1 รายละเอียดสำหรับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวม ดังแสดงในรูปที่ 3 และ 4 ในภาคผนวก ก. จะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมสวมปลายด้านล่าง และ อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมสวมปลายด้านบน อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมทั้ง 2 ชนิด จะทำด้วยเหล็ก

อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมสวมปลายด้านล่าง ดังแสดงในรูปที่ 3 ในภาคผนวก ก. จะมีรูปร่างเป็นทรงกลม มีความสูง 4 นิ้ว ความหนา 1/4 นิ้ว ภายในจะคว้านรูให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของท่อพีวีซีแข็งฯ ประมาณ 1 มิลลิเมตร ตามขนาดต่างๆของท่อที่ต้องการทำการทดสอบ โดยมีความลึก 3.5 นิ้วและภายในอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมสวมด้านล่าง จะเซาะเป็นร่องวงกลมขนาดความกว้าง 1/8 นิ้ว เพื่อใส่แหวนยางวงกลมขนาดเดียวกันเข้าไปภายในร่องแหวนยางนี้จะเป็นตัวช่วยทำให้ท่อพีวีซีแข็งฯ สวมเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายท่อให้แนบสนิท และจะเป็นตัวช่วยป้องกันไม่ให้ความดันรั่วออกมาได้ขณะทำการทดสอบ

อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมสวมปลายด้านบน ดังแสดงในรูปที่ 4 ในภาคผนวก ก. จะมีขนาดรูปร่างและแหวนยางเช่นเดียวกับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมสวมปลายด้านล่าง ผิดกันแต่

ส่วนบนของอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมสวมปลายด้านบน จะมีแกนเหล็กเป็นรูปหกเหลี่ยมขนาด 1 นิ้ว ยาว $2^1/_2$ นิ้ว เชื่อมติดกับแกนเหล็กทรงกลม ปลายด้านบนของแกนเหล็กจะทำเกลียวขนาด 1/2 นิ้วยาว 1 นิ้ว เพื่อต่อกับเครื่องอัดความดัน และที่แกนเหล็กรูปหกเหลี่ยมจะเจาะรูทะลุผ่านจนถึงแกนเหล็กทรงกลม รูที่เจาะนี้จะเป็นทางสำหรับให้ความดันทดสอบผ่านเข้ามายังท่อพีวีซีแข็งฯ

1.2 รายละเอียดสำหรับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด ดังแสดงในรูปที่ 5 และ 6 ในภาคผนวก ก. จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดสอดปลายด้านล่าง และ อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดสอดปลายด้านบน อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดทั้ง 2 ชนิดจะทำด้วยเหล็ก

อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดสอดปลายด้านล่าง ดังแสดงในรูปที่ 5 ในภาคผนวก ก. จะมีรูปร่างเป็นทรงกลมตัน จะประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนล่าง จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อพีวีซีแข็งฯประมาณ 1 มิลลิเมตร ตามขนาดต่างๆของท่อที่ต้องการทำการทดสอบ โดยมีความยาว 3 นิ้ว ที่กึ่งกลางจะเซาะเป็นร่องวงกลมขนาดความกว้าง 1/8 นิ้ว เพื่อสวมแหวนยางวงกลมขนาดเดียวกันเข้าไปภายในร่อง แหวนยางนี้จะเป็นตัวช่วยทำให้อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดสอดปลายด้านล่าง สวมเข้าพอดีกับเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของตัวท่อพีวีซีแข็งฯ และจะเป็นตัวช่วยป้องกันไม่ให้ความดันรั่วออกมาขณะทำการทดสอบ ส่วนปลายด้านบนซึ่งติดกับส่วนล่างเป็นชิ้นเดียวกัน จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่าส่วนล่าง 1 นิ้ว และมีความสูง 1/2 นิ้ว โดยประโยชน์ของส่วนปลายด้านบนนี้มีไว้เพื่อใช้ยันกับปลายของท่อพีวีซีแข็งฯ

อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดสอดปลายด้านบน ดังแสดงในรูปที่ 6 ในภาคผนวก ก. จะมีขนาด รูปร่าง และ แหวนยางเช่นเดียวกับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดสอดปลายด้านล่าง ผิดกันแต่ส่วนบนของอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดสอดปลายด้านบน จะมีแกนเหล็กเป็นรูปหกเหลี่ยมขนาด 1 นิ้ว ยาว $2^1/_2$ นิ้ว เชื่อมติดกับส่วนปลายด้านบน ปลายด้านบนของแกนเหล็กจะทำเกลียวขนาด 1/2 นิ้วยาว 1 นิ้ว เพื่อต่อกับเครื่องอัดความดัน และที่แกนเหล็กรูปหกเหลี่ยมจะเจาะรูทะลุผ่านจนถึงแกนเหล็กทรงกลม รูที่เจาะนี้จะเป็นทางสำหรับให้ความดันทดสอบผ่านเข้ามายังท่อพีวีซีแข็งฯ

จากการออกแบบอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมและแบบสอดขึ้นมานั้น ทำให้ผู้ออกแบบได้คำนึงถึงเรื่องความปลอดภัยขณะทำการทดสอบ ถ้าหากท่อพีวีซีแข็งฯที่นำมาทำการทดสอบมีคุณภาพไม่ดีพอ เมื่อท่อพีวีซีแข็งได้รับความดันสูงๆขณะทำการทดสอบอาจเกิดการระเบิดแตกขึ้นอันจะส่งผลให้เกิดอันตรายต่อตัวผู้ทดสอบและทรัพย์สินของทางราชการได้ อีกประการหนึ่งการที่ใช้อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมหรือแบบสอดต่อเข้ากับท่อพีวีซีแข็งฯโดยตรงขณะทำการทดสอบ เมื่อเพิ่มความดันขึ้นเรื่อยๆอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมหรือแบบสอดอาจจะกระเด็นหลุดออกมาจากตัวท่อพีวีซีแข็งฯได้ ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อผู้ทดสอบและทรัพย์สินของทางราชการได้ รวมถึงการเสียเวลาทำการทดสอบซ้ำใหม่ ก่อให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน สิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายในการ

ทดสอบ และผลการทดสอบอาจไม่เป็นที่เชื่อถือของผู้มาขอรับการบริการ ผู้ออกแบบจึงได้ออกแบบอุปกรณ์สำหรับยึดท่อพีวีซีแข็งฯขึ้นมาเพื่อช่วยให้การทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้นของท่อพีวีซีแข็งฯ มีความสะดวกและปลอดภัยเพิ่มขึ้น

รายละเอียดสำหรับอุปกรณ์ยึดท่อพีวีซีแข็งฯ ดังแสดงในรูปที่ 7 ในภาคผนวก ก. จะประกอบไปด้วยแผ่นเหล็ก 2 ชิ้น แผ่นเหล็กด้านล่างจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดกว้าง 8 นิ้วยาว 12 นิ้ว และหนา 1/2 นิ้ว แผ่นเหล็กด้านบนจะมีขนาดเท่ากับแผ่นเหล็กด้านล่าง ตรงกลางแผ่นเหล็กด้านบนจะทำเป็นร่อง Slot ขนาดกว้าง $1^1/_2$ นิ้ว ลึก $4^1/_2$ นิ้วดังรูป ที่แผ่นเหล็กด้านบนจะเจาะรูด้านข้าง 2 รู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว เพื่อใช้สำหรับร้อยแกนเหล็กกลมจำนวน 2 เส้น เข้าไปภายในแผ่นเหล็กด้านบน และปลายด้านล่างของแกนเหล็กทั้ง 2 เส้นจะเชื่อมยึดติดกับแผ่นเหล็กด้านล่าง ที่แกนเหล็กกลมทั้ง 2 เส้น จะทำเกลียวขนาด 1/2 นิ้ว ความยาวเกลียว 8 นิ้ว โดยมีนัท (Nut) ข้างละ 2 ตัว เพื่อเป็นตัวปรับระดับความสูง-ต่ำให้เข้ากับความยาวของท่อพีวีซีแข็งฯที่นำมาทำการทดสอบ

เมื่อได้ลองทำการทดสอบท่อพีวีซีแข็งฯ โดยนำอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมและแบบสอดประกอบเข้ากับท่อพีวีซีแข็งฯ และนำไปยึดกับอุปกรณ์ยึดท่อพีวีซีแข็งฯ ดังแสดงในรูปที่ 9 และ 11 ในภาคผนวก ก. นำไปทำการทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้น ผลปรากฏว่าเมื่อได้ใช้อุปกรณ์ยึดท่อพีวีซีแข็งฯประกอบการทดสอบ อุปกรณ์ปิดปลายท่อทั้งแบบสวมและแบบสอดไม่เลื่อนหลุดออกจากตัวท่อพีวีซีแข็งฯ ทำให้ความดันที่ป้อนเข้าไปยังตัวท่อพีวีซีแข็งฯไม่เกิดการรั่วซึมออกมาและไม่เกิดอันตรายต่อผู้ทำการทดสอบ ไม่ต้องเสียเวลาทำการทดสอบซ้ำ ทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการทดสอบ ผลการทดสอบเป็นที่น่าเชื่อถือและถูกต้อง

กรณีเมื่อไม่ได้ใช้อุปกรณ์ยึดท่อพีวีซีแข็งฯประกอบการทดสอบดังแสดงในรูปที่ 10 ในภาคผนวก ก. อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดมักจะเลื่อนหลุดออกจากตัวท่อพีวีซีแข็งฯ หรือเกือบจะหลุดออกจากตัวท่อพีวีซีแข็งฯ หากตัวท่อพีวีซีแข็งฯมีคุณภาพไม่ดีพอ เมื่อตัวท่อพีวีซีแข็งฯได้รับความดันขณะทำการทดสอบ ตัวท่อพีวีซีแข็งฯจะเกิดการขยายตัวอย่างมาก ทำให้แหวนยางไม่สามารถจะป้องกันการรั่วซึมของความดันภายในท่อพีวีซีแข็งฯได้ จึงทำให้การทดสอบเป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์ ต้องเสียเวลาทำการทดสอบซ้ำใหม่ ทำให้สิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายในการทดสอบ ผลการทดสอบไม่เป็นที่น่าเชื่อถือ สำหรับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวม ดังแสดงในรูปที่ 8 ในภาคผนวก ก. โอกาสที่อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมจะเลื่อนหลุดออกมาจากท่อพีวีซีแข็งฯไม่มีเลย จะมีก็แต่อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมเคลื่อนตัวออกจากตัวท่อพีวีซีแข็งฯขณะได้รับความดัน แต่จะไม่หลุดออกจากท่อพีวีซีแข็งฯ อันเนื่องมาจากตัวท่อพีวีซีแข็งฯเมื่อได้รับความดันจะเกิดการขยายตัวไปสัมผัสกับแหวนยางให้แน่นขึ้น ทำให้ความดันภายในท่อพีวีซีแข็งฯไม่รั่วไหลออกมา โอกาสที่จะเกิดอันตรายต่อผู้ทดสอบมี

น้อยลง และไม่ต้องเสียเวลาทำการทดสอบซ้ำใหม่ ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการทดสอบ ผลการทดสอบเป็นที่น่าเชื่อถือ

สำหรับในกรณีที่ใช้อุปกรณ์สำหรับยึดท่อพีวีซีแข็งฯประกอบการทดสอบ สามารถใช้ได้ดีทั้งกับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมและแบบสอด หากไม่ใช้อุปกรณ์สำหรับยึดท่อพีวีซีแข็งฯประกอบการทดสอบ แนะนำให้ใช้อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวม ซึ่งผลการทดสอบท่อพีวีซีแข็งฯแสดงอยู่ในตารางผลการทดสอบ

2. อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯ เพื่อใช้ทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้น สำหรับข้อต่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้กับท่อรับความดัน เนื่องจากตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมข้อต่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้กับท่อรับความดัน มอก. 1131-2535 ไม่ได้ให้รายละเอียดมากนัก ทางฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม จึงต้องทำการออกแบบและจัดทำอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อขึ้นมาใช้เอง เนื่องจากอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯไม่มีจำหน่ายภายในประเทศ ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศซึ่งมีราคาแพงมาก และเพื่อเป็นการประหยัดงบประมาณของทางราชการ และเป็นการฝึกให้ผู้ทดสอบสามารถออกแบบเครื่องมือทดสอบไว้ใช้ได้เองและสามารถเผยแพร่ความรู้แก่ผู้ที่สนใจได้

อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ที่ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรมออกแบบขึ้นมีจำนวน 2 แบบคือ

2.1 อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯแบบสวม

2.2 อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯแบบสอด

2.1 อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯแบบสวม ดังแสดงในรูปที่ 12 ในภาคผนวก ก. จะทำด้วยเหล็ก โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนปลายใช้สวมเข้ากับข้อต่อพีวีซีแข็งฯ และส่วนบนซึ่งจะมีทางสำหรับให้ความดันทดสอบผ่าน ซึ่งทั้ง 2 ส่วนนี้จะเป็นชิ้นเดียวกัน ส่วนปลายจะมีรูปร่างเป็นทรงกลมซึ่งมีความยาว 2 นิ้ว ความหนา 1/4 นิ้ว ภายในจะคว้านรูให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ประมาณ 1 มิลลิเมตร ตามขนาดต่างๆของข้อต่อพีวีซีแข็งฯที่ต้องการทำการทดสอบ และภายในอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯแบบสวมจะเซาะเป็นร่องวงกลมขนาดความกว้าง 1/8 นิ้ว เพื่อใส่แหวนยางวงกลมขนาดเดียวกันเข้าไปภายในร่อง แหวนยางนี้จะเป็นตัวช่วยทำให้ข้อต่อพีวีซีแข็งฯสวมเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯได้แนบสนิท และจะเป็นตัวช่วยป้องกันไม่ให้ความดันรั่วออกมาขณะทำการทดสอบ ส่วนบนของอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯแบบสวมจะมีรูปร่างเป็นเหล็กทรงกลม และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่าส่วนปลาย 1 นิ้ว และมีความสูง 1 นิ้ว โดยที่ส่วนบนจะเจาะรูขนาด 1/2 นิ้ว ให้ทะลุถึงกันกับส่วนล่าง

เพื่อเป็นทางสำหรับให้ความดันทดสอบผ่านเข้าไปยังข้อต่อพีวีซีแข็งฯได้ รูที่เจาะด้านบนจะทำเกลียวภายในขนาด 1/2 นิ้ว ความยาวเกลียว 1 นิ้ว โดยมีน๊อตขันปิดอยู่ อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯแบบสวม จะใช้ลักษณะเดียวกันปิดปลายทั้ง 2 ด้าน หรือ 3 ด้าน ในกรณีที่เป็นข้อต่อสามทาง เมื่อทำการทดสอบข้อต่อพีวีซีแข็งฯก็จะคลายน๊อตออก 1 ตัว แล้วนำสายของเครื่องอัดความดันมาต่อเข้ากับรูที่คลายน๊อตออก เพื่อให้ความดันทดสอบไหลเข้าสู่ข้อต่อพีวีซีแข็งฯได้

2.2 อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯแบบสอด ดังแสดงในรูปที่ 13 ในภาคผนวก ก. จะทำด้วยเหล็กโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนปลายใช้สอดเข้าไปภายในข้อต่อพีวีซีแข็งฯ และส่วนบนซึ่งจะมีทางสำหรับให้ความดันทดสอบไหลผ่านเข้ามา ซึ่งทั้ง 2 ส่วนนี้จะเป็นชิ้นเดียวกัน ส่วนปลายจะมีรูปร่างเป็นทรงกลมตัน ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของข้อต่อพีวีซีแข็งฯประมาณ 1 มิลลิเมตร ตามขนาดต่างๆของข้อต่อพีวีซีแข็งฯที่ต้องการทำการทดสอบ โดยมีความยาว 2 นิ้ว ที่กึ่งกลางจะเซาะเป็นร่องวงกลมขนาดความกว้าง 1/8 นิ้ว เพื่อสวมแหวนยางวงกลมขนาดเดียวกันเข้าไปภายในร่อง แหวนยางนี้จะเป็นตัวช่วยทำให้อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯแบบสอด สวมเข้าพอดีกับเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของตัวข้อต่อพีวีซีแข็งฯ และจะเป็นตัวช่วยป้องกันไม่ให้ความดันทดสอบรั่วออกมาขณะทำการทดสอบ ส่วนบนของอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯแบบสอด จะมีรูปร่างเป็นเหล็กทรงกลม และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่าส่วนปลาย 1 นิ้ว และมีความสูง 1 นิ้ว โดยที่ส่วนบนจะเจาะรูขนาด 1/2 นิ้ว ให้ทะลุถึงกันกับส่วนล่าง เพื่อเป็นทางสำหรับให้ความดันทดสอบผ่านเข้าไปยังข้อต่อพีวีซีแข็งฯได้ รูที่เจาะด้านบนจะทำเกลียวภายในขนาด 1/2 นิ้ว ความยาวเกลียว 1 นิ้ว โดยมีน๊อตขันปิดอยู่ อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯแบบสอดจะใช้ลักษณะเดียวกันปิดปลายทั้ง 2 ด้านหรือ 3 ด้าน ในกรณีที่เป็นข้อต่อสามทาง เมื่อจะทำการทดสอบข้อต่อพีวีซีแข็งฯก็คลายน๊อตออก 1 ตัว แล้วนำสายของเครื่องอัดความดันมาต่อเข้ากับรูที่คลายน๊อตออก เพื่อให้ความดันทดสอบไหลเข้าสู่ข้อต่อพีวีซีแข็งฯได้

เนื่องจากรูปร่างของข้อต่อพีวีซีแข็งฯมีทั้งชนิดและรูปร่างต่างๆกัน เช่นข้อต่อตรง ข้องอ ข้อต่อสามทาง เป็นต้น จากลักษณะรูปร่างที่แตกต่างกัน ทำให้ยากต่อการที่จะจับยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯขณะทำการทดสอบ และเมื่อคำนึงถึงความปลอดภัยขณะทำการทดสอบเช่นเดียวกับท่อพีวีซีแข็งฯ ผู้ออกแบบจึงได้ออกแบบ CLAMP สำหรับใช้ยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯ และอุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับยึดและประคองข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ทำให้สะดวกต่อการทดสอบ และก่อให้เกิดความปลอดภัยเพิ่มขึ้นขณะทำการทดสอบ

รายละเอียดเกี่ยวกับ CLAMP สำหรับใช้ยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ดังแสดงในรูปที่ 14 ในภาคผนวก ก. CLAMP สำหรับใช้ยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯจะทำด้วยเหล็ก ประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ CLAMP ส่วนบน

และ ส่วนล่าง ซึ่งทั้ง 2 ส่วน จะมีรูปร่างลักษณะเหมือนกัน นำมาประกบเข้าด้วยกันเพื่อให้เป็นวงกลม โดยมีน๊อตร้อยและล็อคยึดติดด้วยนัททั้ง 2 ข้าง ในกรณีที่ใช้กับอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯแบบสอด CLAMP แต่ละตัวจะมีรัศมีความโค้งมากกว่ารัศมีภายนอกของข้อต่อพีวีซีแข็งฯประมาณ 1 มิลลิเมตร มีความหนา 1/2 นิ้ว โดยมีความยาวเท่ากับ รัศมีความโค้ง +3 นิ้ว ที่ปลายของ CLAMP จะเจาะรูด้านข้างจำนวน 2 รู ขนาด 1/2 นิ้ว และทำเกลียวภายใน เพื่อใช้สำหรับร้อยน๊อตเพื่อยึด CLAMP เข้าด้วยกัน

รายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ในกรณีที่ใช้ยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯชนิดข้อต่อตรง ข้อลด ข้อต่อสามทาง เพื่อใช้ในการทดสอบ อุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯจะมีรูปร่างลักษณะดังแสดงในรูปที่ 15 ในภาคผนวก ก. จะทำด้วยเหล็ก ประกอบไปด้วย แผ่นเหล็กรูปวงกลม จำนวน 2 วง มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในขนาด 20 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกขนาด 24 นิ้ว ความหนา 1/4 นิ้ว แผ่นเหล็กวงกลมทั้ง 2 วง จะถูกวางซ้อนกันโดยมีแท่งเหล็กสี่เหลี่ยมจำนวน 4 ลูก วางคั่นกลาง โดยแท่งเหล็กสี่เหลี่ยมแต่ละตัววางห่างกัน 90 องศา แล้วเชื่อมยึดแท่งเหล็กสี่เหลี่ยมทั้ง 4 ลูก ให้ติดกับแผ่นเหล็กวงกลมทั้ง 2 วง เพื่อให้เป็นชิ้นเดียวกัน แท่งเหล็กรูปสี่เหลี่ยมจะมีขนาดความกว้าง 4 นิ้ว ยาว 4 นิ้ว และสูง 5 นิ้ว ที่กึ่งกลางของแท่งเหล็กสี่เหลี่ยมจะเจาะรูขนาด 1 นิ้ว และทำเกลียวภายในขนาด 1 นิ้ว ตลอดความยาวของแท่งเหล็กสี่เหลี่ยม นำน๊อตขนาด 1 นิ้ว จำนวน 4 ตัว ใส่เข้าไปภายในแท่งเหล็กสี่เหลี่ยม น๊อตทั้ง 4 ตัวนี้ จะเป็นตัวช่วยประคองยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯขณะทำการทดสอบเพื่อไม่ให้อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯเลื่อนหลุดตัวออกจากข้อต่อพีวีซีแข็งฯขณะทำการทดสอบ หรือช่วยป้องกันไม่ให้ข้อต่อพีวีซีแข็งฯเกิดการกระเด็นเข้าใส่ผู้ทดสอบเมื่อข้อต่อพีวีซีแข็งฯเกิดการระเบิดแตกขึ้น

ในกรณีที่ใช้อุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯ เพื่อใช้ทดสอบข้องอชนิดต่างๆ อุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯ จะมีรูปร่างลักษณะดังแสดงในรูปที่ 17 ในภาคผนวก ก. จะประกอบไปด้วย แผ่นเหล็กวงกลมจำนวน 2 วง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในขนาด 20 นิ้ว เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกขนาด 24 นิ้ว และความหนาขนาด 1/4 นิ้ว แผ่นเหล็กวงกลมทั้ง 2 วง จะถูกวางซ้อนกันโดยมีแท่งเหล็กสี่เหลี่ยมจำนวน 3 ลูกวางคั่นไว้ โดยแท่งเหล็กสี่เหลี่ยมวางห่างกันเป็นมุม 120 องศา แล้วเชื่อมยึดแท่งเหล็กสี่เหลี่ยมทั้ง 3 ลูก ให้ติดกับแผ่นเหล็กวงกลมทั้ง 2 วง เพื่อให้เป็นชิ้นเดียวกัน แท่งเหล็กรูปสี่เหลี่ยมจะมีขนาดความกว้าง 4 นิ้ว ความยาว 4 นิ้ว และความสูง 5 นิ้ว ที่กึ่งกลางของแท่งเหล็กสี่เหลี่ยมจะเจาะรูขนาด 1 นิ้ว และทำเกลียวภายในขนาด 1 นิ้ว ตลอดความยาวของแท่งเหล็กสี่เหลี่ยม นำน๊อตขนาด 1 นิ้ว จำนวน 3 ตัว ใส่เข้าไปภายในแท่งเหล็กสี่เหลี่ยม น๊อตทั้ง 3 ตัวนี้ จะเป็นตัวช่วยประคองยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯขณะทำการทดสอบเพื่อไม่ให้อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯ

เลื่อนหลุดออกจากข้อต่อพีวีซีแข็งฯขณะทำการทดสอบ หรือช่วยป้องกันไม่ให้ข้อต่อพีวีซีแข็งฯเกิดการกระเด็นเข้าใส่ผู้ทดสอบเมื่อข้อต่อพีวีซีแข็งฯเกิดการระเบิดแตกขึ้น

เมื่อได้ลองทำการทดสอบข้อต่อพีวีซีแข็งฯ โดยนำอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมและแบบสอดประกอบเข้ากับข้อต่อพีวีซีแข็งฯ และนำไปยึดติดกับอุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ในกรณีของอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด ให้ใช้ CLAMP สำหรับยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯยึดที่ข้อต่อพีวีซีแข็งฯด้วย ดังแสดงในรูปที่ 17,19,21,23,25 และ 27 ในภาคผนวก ก. นำข้อต่อพีวีซีแข็งฯไปทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้น

ในกรณีของอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯแบบสวม ผลการทดสอบปรากฏว่าอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯไม่เลื่อนหลุดออกจากตัวข้อต่อพีวีซีแข็งฯ เนื่องจากขณะที่ข้อต่อพีวีซีแข็งฯได้รับความดันจากการทดสอบ ข้อต่อจะเกิดการขยายตัวทำให้ข้อต่อพีวีซีแข็งฯแนบสนิทแน่นกับแหวนยางวงกลม ทำให้อุปกรณ์ปิดปลายท่อไม่เลื่อนหลุดออกจากข้อต่อพีวีซีแข็งฯ และไม่มีความดันทดสอบรั่วออกมาขณะทำการทดสอบ ทำให้ไม่เกิดอันตรายต่อผู้ทดสอบและผลการทดสอบถูกต้องน่าเชื่อถือแก่ผู้มาขอรับการบริการ

ในกรณีอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯแบบสอด ผลการทดสอบปรากฏว่าอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯ มักจะเลื่อนหลุดออกมาจากตัวข้อต่อพีวีซีแข็งฯ สาเหตุที่เกิดขึ้นเนื่องจากขณะที่ข้อต่อพีวีซีแข็งฯได้รับความดันขณะทำการทดสอบ ข้อต่อพีวีซีแข็งฯจะเกิดการขยายตัว ทำให้ระยะห่างระหว่างแหวนยางกับข้อต่อพีวีซีแข็งฯเพิ่มมากขึ้นจึงเป็นสาเหตุทำให้อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯมักจะเลื่อนหลุดออกมาหรือเกือบจะหลุดทดสอบรั่วออกมาได้ อันอาจจะเกิดอันตรายขึ้นกับผู้ทำการทดสอบ และผลการทดสอบไม่เป็นที่น่าเชื่อถือ ต้องทำการทดสอบซ้ำใหม่ ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำการทดสอบ อีกสาเหตุหนึ่งที่ CLAMP สำหรับใช้ยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯผู้ทดสอบไม่สามารถขันให้แน่นจนเกินไปได้ เนื่องจากจะทำให้เกิดความเค้นตามแนวเส้นรอบวงขึ้น (CIRCUMFERENTIAL STRESS) ที่ตัวข้อต่อพีวีซีแข็งฯก่อนที่จะอัดความดันเข้าไปในข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ทำให้ผลการทดสอบไม่ถูกต้อง อีกประการหนึ่งอุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯน็อตที่ใช้ขันประคองยึดตัวข้อต่อพีวีซีแข็งฯก็ไม่สามารถขันให้แน่นจนเกินไปได้ เนื่องจากจะทำให้เกิดความเค้นแรงกด (COMPRESSIVE STRESS) ที่ตัวข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ก่อนที่จะอัดความดันเข้าไป

สำหรับอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯแบบสวม และอุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯสามารถนำมาใช้งานได้เป็นอย่างดี และผู้ออกแบบแนะนำให้ใช้อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อพีวีซีแข็งฯแบบสวม ซึ่งจะตรงกันกับผลการทดสอบอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมของท่อพีวีซีแข็งฯ และผลการทดสอบข้อต่อพีวีซีแข็งฯดูได้จากตารางแสดงผลการทดสอบ

บทที่ 3
การทดสอบ

เนื่องจากท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม เป็นมาตราฐานบังคับ ดังนั้นผู้ผลิตท่อพีวีซีแข็งฯ จึงต้องส่งผลิตภัณฑ์ของตนมาขอรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเพื่อทำการทดสอบคุณสมบัติต่างๆของท่อพีวีซีแข็งฯ ทดสอบตาม มอก. 17-2532 เมื่อได้ใบรับรองมาตรฐานสินค้าแล้วจึงสามารถจำหน่ายได้ สำหรับข้อต่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้กับท่อรับความดัน ถึงแม้จะไม่ใช่มาตรฐานบังคับ แต่ผู้ผลิตก็มักจะส่งผลิตภัณฑ์มาทดสอบอยู่เสมอ ทดสอบตาม มอก. 1131-2535 เนื่องจากข้อต่อพีวีซีแข็งฯ จะใช้งานร่วมกับท่อพีวีซีแข็งฯ ฉะนั้นคุณภาพของผลิตภัณฑ์จึงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเดียวกัน

ท่อพีวีซีแข็งฯ แบ่งออกเป็น 2 แบบ และ 3 ชั้นคุณภาพคือ

แบบที่ 1 ท่อปลายธรรมดา

แบบที่ 2 ท่อปลายบาน

สำหรับชั้นคุณภาพของท่อพีวีซีแข็งฯแบ่งออกได้ 3 ชั้นคุณภาพตามความดันระบุ ดังตารางที่ 3 ในภาคผนวก ข.

ข้อต่อพีวีซีแข็งฯแบ่งตามวิธีการทำออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. ประเภทที่ทำด้วยวิธีอัดแบบฉนิดฉีด (injection moulding) แบ่งออกเป็น 3 ชั้นคุณภาพ 8 แบบ และ 4 ชนิดคือ

1.1 ชั้นคุณภาพ

(1) ชั้นคุณภาพ PVC 5

(2) ชั้นคุณภาพ PVC 8.5

(3) ชั้นคุณภาพ PVC 13.5

1.2 แบบ

(1) ข้อต่อตรง

(2) ข้อลด

(3) ข้องอ 45 องศา

(4) ข้องอ 90 องศา

(5) สามทาง

(6) ฝาครอบ* (cap)

(7) ยูเนียน (union)

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

(8) ตัวรัดแยก (saddle)

หมายเหตุ * มีเฉพาะชั้นคุณภาพ PVC 13.5

1.3 ชนิด

(1) ชนิดต่อด้วยน้ำยา

(2) ชนิดต่อด้วยแหวนยาง

(3) ชนิดต่อด้วยเกลียวภายนอก

(4) ชนิดต่อด้วยเกลียวภายใน

2.ประเภทนี้ทำด้วยวิธีขึ้นรูปด้วยความร้อน (heat fabrication) แบ่งออกเป็น 3 ชั้นคุณภาพ 5 แบบ และ 2 ชนิด คือ

2.1 ชั้นคุณภาพ

(1) ชั้นคุณภาพ PVC 5

(2) ชั้นคุณภาพ PVC 8.5

(3) ชั้นคุณภาพ PVC 13.5

2.2 แบบ

(1) ข้อต่อตรง

(2) ข้อโค้ง 11 1/4 องศา

(3) ข้อโค้ง 22 1/2 องศา

(4) ข้อโค้ง 45 องศา

(5) ข้อโค้ง 90 องศา

2.3 ชนิด

(1) ชนิดต่อด้วยน้ำยา

(2) ชนิดต่อด้วยแหวนยาง

สำหรับอุปกรณ์ปิดปลายท่อ (หัวอุด) ของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม และข้อต่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้กับท่อรับความดัน ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรมได้ออกแบบ เป็น 2 ลักษณะ คือ **อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวม** ดังแสดงในรูปที่ 3 และ 4 ในภาคผนวก ก. สำหรับท่อพีวีซีแข็งฯ และรูปที่ 12 ในภาคผนวก ก. สำหรับข้อต่อพีวีซีแข็งฯ และ**อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด (Plug-in)** ดัง แสดงในรูปที่ 5 และ 6 ในภาคผนวก ก. สำหรับท่อพีวีซีแข็งฯ และรูปที่ 13 ในภาคผนวก ก. สำหรับข้อต่อพีวีซีแข็งฯ และเพื่อให้การทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้นมีความปลอดภัยเพิ่มขึ้น จึงได้ออกแบบอุปกรณ์สำหรับยึดท่อพีวีซีฯ และอุปกรณ์ยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ดังแสดงในรูปที่ 7 และ 15 ในภาคผนวก ก. ตามลำดับ เพื่อใช้สำหรับยึดท่อพีวีซีแข็งฯหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯและ

อุปกรณ์ปิดปลายท่อ(หัวอุด)เข้าด้วยกัน ดังแสดงในรูปที่ 9,11,17,19,21,23,25 และ 27 ในภาคผนวก ก. ตามลำดับ

สำหรับในกรณีของข้อต่อพีวีซีแข็งฯ เมื่อทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้น โดยใช้อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด(Plug-in) ขณะทำการทดสอบ มักจะมีความดันรั่วออกมาระหว่างแหวนยางกับข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรมจึงได้แก้ไขโดยการออกแบบ clamp สำหรับยึดข้อต่อพีวีซีฯ ดังแสดงในรูปที่ 14 ในภาคผนวก ก. เพื่อใช้ยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯ และอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด (Plug-in) ให้แน่นขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 18,22,และ 26 ในภาคผนวก ก. จากนั้นจึงทำการทดสอบเปรียบเทียบระหว่าง อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมและอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด (Plug-in) กับท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯ

สำหรับรายการทดสอบความทนความดันในระยะเวลาสั้น ของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม

ภาวะทดสอบ

ก่อนการทดสอบต้องแช่ชิ้นทดสอบไว้ในอ่างน้ำ ที่รักษาอุณหภูมิไว้ที่ 27±1 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 2 ชั่วโมง แล้วทดสอบในขณะที่ชิ้นทดสอบยังแช่อยู่ในน้ำ หรือจะทดสอบในอากาศก็ได้แต่ต้องรักษาอุณหภูมิห้องทดสอบไว้ที่ 27±1 องศาเซลเซียสเช่นเดียวกัน

เครื่องมือ

เครื่องทดสอบที่สามารถอัดน้ำทำให้มีความดันได้ไม่น้อยกว่า 9 เมกะพาสคัล (1305.342 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และสามารถรักษาระดับความดันในชิ้นทดสอบไม่ให้แตกต่างจากค่าที่ต้องการเกินร้อยละ 2

การเตรียมชิ้นทดสอบ

ตัดตัวอย่างเป็นชิ้นทดสอบยาวประมาณ 10 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก โดยไม่รวมปลายสำหรับต่อเข้าเครื่องทดสอบ แต่ต้องไม่น้อยกว่า 250 มิลลิเมตรและไม่เกิน 750 มิลลิเมตร สำหรับขนาดตั้งแต่ 350 ขึ้นไปชิ้นทดสอบต้องยาวไม่น้อยกว่า 1000 มิลลิเมตร

วิธีทดสอบ

ต่อชิ้นทดสอบเข้ากับเครื่องทดสอบตามรูปที่ 8 และ 9 ในภาคผนวก ก. สำหรับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวม และรูปที่ 10 และ 11 ในภาคผนวก ก. สำหรับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด เติมน้ำให้เต็มชิ้นทดสอบ ไม่ให้มีอากาศเหลืออยู่ภายใน อัดน้ำในชิ้นทดสอบโดยเครื่องอัดความดัน ดังรูปที่ 28 และ 29 ในภาคผนวก ก. ด้วยอัตราสม่ำเสมอ ให้ได้ค่าความดันตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 4 ในภาคผนวก ข. ภายในเวลา 40 วินาที รักษาระดับความดันนี้ไว้เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

ผลภายหลังจากการทดสอบ

ตรวจชิ้นทดสอบดูว่ามีรอยรั่วหรือร้าวหรือไม่

สำหรับรายการทดสอบความทนความดันในระยะเวลาสั้นของข้อต่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้กับท่อรับความดันภาวะทดสอบเช่ยเดียวกับภาวะการทดสอบของท่อพีวีซีแข็ง

ภาวะทดสอบ เช่นเดียวกับภาวะทดสอบของท่อพีวีซีแข็งฯ

เครื่องมือ

เครื่องทดสอบที่สามารถอัดน้ำให้มีความดันอยู่ในช่วง 1.4 ถึง 11.5 เมกะพาสคัล (203.05-1667.94 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และสามารถรักษาระดับความดันในชิ้นทดสอบไม่ให้แตกต่างจากค่าที่ต้องการเกินร้อยละ +5 / -2 เครื่องวัดความดันที่อ่านได้ละเอียดถึง 0.1 เมกะพาสคัล (14.5038 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เครื่องจับเวลาเพื่อบันทึกระยะเวลาทดสอบของชิ้นทดสอบ ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งปริแตกหรือสิ้นสุดเวลาทดสอบ เครื่องจับเวลาจะหยุดเมื่อความดัน เปลี่ยนแปลงเกินร้อยละ +5 / -2 ของค่าความดันที่ตั้งไว้

การเตรียมชิ้นทดสอบ

นำชิ้นทดสอบมาใส่อุปกรณ์ปิดปลายท่อหรือหัวอุด โดยใช้แหวนยางวงกลมสำหรับกันน้ำรั่ว ตำแหน่งของแหวนยางต้องลึกไม่เกินหนึ่งในสามของความลึกจากปลายหัวต่อ และอาจจะใช้ เครื่องมือซึ่งมีที่ป้องกันไม่ให้แหวนยางหรืออุปกรณ์ปิดปลายท่อหรือหัวอุดหลุดได้ ซึ่งต้องระมัด ระวังไม่ให้เกิดแรงกระทำต่อตัวอย่างมากเกินไป และที่อุปกรณีปิดปลายท่อหรือหัวอุดจะต้องมีทางสำหรับให้ความดันทดสอบผ่านเข้าไปได้ ในกรณีที่เป็นฝาครอบให้เชื่อมประสานด้วยน้ำยา กับท่อพีวีซีแข็งฯ

วิธีทดสอบ

ต่อชิ้นทดสอบเข้ากับเครื่องทดสอบ ตามตัวอย่างดังรูปที่ 16,17,20,21,24,และ25 ในภาคผนวก ก. สำหรับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวม และรูปที่ 18,19,22,23,26และ27 ในภาคผนวก ก. สำหรับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด เติมน้ำให้เต็มชิ้นทดสอบโดยไม่ให้มีอากาศเหลืออยู่ภายในชิ้นทดสอบ เพิ่มความดันโดยเครื่องอัดความดันดังรูปที่ 28 และ 30 ในภาคผนวก ก. เพิ่มความดันเป็น 0.1 เมกะพาสคัล (14.50 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) แล้วตรวจพินิจชิ้นทดสอบ เพิ่มความดันด้วยอัตราสม่ำเสมอจนมีค่าเป็น 3.6$\pm$0.1 **เท่า ของความดันใช้งาน ตามตารางที่** 5 ในภาคผนวก ข. ตามชั้นคุณภาพของชิ้นทดสอบภายในเวลา 30 ถึง 60วินาทีแล้วรักษาความดันนี้ไว้เป็นเวลา 60 นาที

หมายเหตุ

1. ต้องระมัดระวังอย่างเพียงพอ เพื่อป้องกันอันตรายหากชิ้นทดสอบแตกหรือระเบิดก่อนกำหนดขณะอยู่ภายใต้ความดันทดสอบ อาจทดสอบในขณะที่ชิ้นทดสอบอยู่ในน้ำหรือจัดที่กำบังให้เหมาะสม

2. ความดันใช้งานจะแปรเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิใช้งานดังตารางที่ 5 ในภาคผนวก ข.

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้นของตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม

ตัวอย่างที่	หมายเลขปฏิบัติการ	ท่อพีวีซีชนิด	ชั้นคุณภาพ	ขนาด มม.	อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวม			อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด			หมายเหตุ
					ชั้นที่1	ชั้นที่2	ชั้นที่3	ชั้นที่1	ชั้นที่2	ชั้นที่3	
1	RA 783	ปลายธรรมดา	5	35	√	√	√	√	√	√	1.เครื่องหมาย "√" หมาย
2	RA 784	ปลายธรรมดา	5	55	√	√	√	√	√	√	ความว่าเป็นไปตาม
3	RA 785	ปลายธรรมดา	5	80	√	√	√	√	√	√	มาตรฐานกำหนด
4	RA 786	ปลายธรรมดา	8.5	20	√	√	√	√	√	√	2.เครื่องหมาย "*" ขณะทำการ
5	RA 787	ปลายธรรมดา	8.5	35	√	√	√	√	√	√*	ทดสอบโดยเพิ่มความดันให้แก่
6	RA 788	ปลายธรรมดา	8.5	55	√	√	√	√	√	√	ท่อพีวีซีแข็งฯจะเกิดการรั่วของ
7	RE 70	ปลายธรรมดา	8.5	20	√	√	√	√	√	√	ความดันขึ้นระหว่างอุปกรณ์ปิด
8	RE 71	ปลายธรรมดา	8.5	18	√	√	√	√*	√*	√	ปลายท่อกับท่อพีวีซีแข็งฯ
9	RE 72	ปลายธรรมดา	13.5	20	√	√	√	√	√*	√	
10	RE 73	ปลายธรรมดา	13.5	18	√	√	√	√*	√	√*	

จากตารางแสดงผลการทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้นของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม พบว่า

ในกรณีของท่อพีวีซีแข็งฯที่ใช้กับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมและใช้อุปกรณ์สำหรับยึดท่อเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 9 ในภาคผนวก ก. นั้น ผลการทดสอบของท่อพีวีซีแข็งฯผ่านการทดสอบเป็นไปตามมาตรฐานกำหนดทุกตัวอย่าง เนื่องจากขณะทำการทดสอบ เมื่อเพิ่มความดันเข้าไปในท่อพีวีซีแข็งฯด้วยอัตราสม่ำเสมอจนถึงความดันที่กำหนดไว้ ท่อพีวีซีแข็งฯจะเริ่มขยายตัวขึ้นจนกระทั่งตัวท่อพีวีซีแข็งฯสัมผัสติดแน่นกับแหวนยางภายในอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวม ทำให้ความดันทดสอบไม่มีโอกาสรั่วไหลออกมาขณะทำการทดสอบ และตัวอุปกรณ์ปิดปลายท่อไม่เคลื่อนตัวหลุดออกจากท่อพีวีซีแข็งฯ เนื่องจากท่อพีวีซีแข็งฯขยายตัวติดแน่นกับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมและยังมีอุปกรณ์สำหรับยึดท่อคอยยึดประคองอยู่ ทำให้สภาวะการทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้นถูกต้องตรงตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ผลการทดสอบถูกต้องครงกับวัตถุประสงค์ของการออกแบบและจัดสร้างอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมขึ้นมาใช้งาน หากท่อพีวีซีแข็งฯที่นำมาทำการทดสอบเป็นท่อที่ผลิตได้อย่างมีคุณภาพดีก็จะสามารถผ่านการทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้นได้

ในกรณีของท่อพีวีซีแข็งฯที่ใช้กับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดและอุปกรณ์สำหรับยึดท่อเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 11 ในภาคผนวก ก. นั้น ผลของการทดสอบท่อพีวีซีแข็งฯผ่านการทดสอบเป็นไปตามมาตรฐานกำหนดทุกตัวอย่าง แต่มีเพียงบางตัวอย่างที่ต้องทำการทดสอบซ้ำใหม่เนื่องจากขณะทำการทดสอบ เมื่อเพิ่มความดันเข้าไปในท่อพีวีซีแข็งฯด้วยอัตราสม่ำเสมอแต่ยังไม่ถึงความดันที่กำหนดไว้ ท่อพีวีซีแข็งฯจะเริ่มขยายตัวขึ้นจนกระทั่งตัวท่อพีวีซีแข็งฯและแหวนยางที่สวมอยู่บนอุปกรณ์ปิดปลายท่อมีระยะห่างเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดช่องว่างขึ้นระหว่างตัวท่อพีวีซีแข็งฯและแหวนยาง ความดันทดสอบซึ่งอยู่ภายในท่อพีวีซีแข็งฯจะรั่วไหลออกมา แม้ว่าอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดจะไม่เลื่อนหลุดออกจากตัวท่อพีวีซีแข็งฯ เนื่องจากมีอุปกรณ์สำหรับยึดท่อช่วยยึดประคองอยู่ ก็ต้องทำการทดสอบตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งฯซ้ำใหม่เนื่องจากความดันที่ป้อนให้กับท่อพีวีซีแข็งฯยังไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดและตัวท่อพีวีซีแข็งฯยังไม่เกิดการเสียหาย ทำให้ต้องเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการทดสอบเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้นของตัวอย่างข้อต่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้กับท่อรับความดัน

ตัวอย่างที่	หมายเลขปฏิบัติการ	ท่อพีวีซีชนิด	ชั้นคุณภาพ	ขนาด มม.	อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวม			อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด			หมายเหตุ
					ชั้นที่1	ชั้นที่2	ชั้นที่3	ชั้นที่1	ชั้นที่2	ชั้นที่3	
1	RL 66	ข้อต่อตรง	13.5	18	√	√	√	√**	√*	√	1.เครื่องหมาย "√" หมายความว่าเป็นไปตามมาตรฐานกำหนด
2	RL 67	ข้อต่อตรง	13.5	80	√	√	X	X**	X*	√	2.เครื่องหมาย "X"หมายความว่าไม่เป็นไปตามมาตรฐานกำหนด
3	RL 68	ข้องอ 90 องศา	13.5	20	√	√	√	√**	√*	√	3.เครื่องหมาย "*"หมายความว่าขณะเริ่มทำการทดสอบโดยเพิ่มความดันให้แก่ข้อต่อพีวีซีแข็งฯอุปกรณ์ปิดปลายท่อมักจะเคลื่อนตัวออกจากข้อต่อพีวีซีแข็งฯจนเกือบจะหลุดหรือหลุดออกมาจากข้อต่อพีวีซีแข็งฯจึงต้องทำการทดสอบใหม่
4	RL 69	ข้องอ 90 องศา	13.5	55	√	√	√	√	√	√**	
5	RL 70	สามทาง	13.5	20	√	√	√	√	√**	√*	
6	RL 71	สามทาง	13.5	40x40	√	√	√	√	√	√**	
7	RL 72	สามทาง	13.5	55x55	√	√	√	√	√*	√	
8	RL 74	ข้อลด	13.5	20x18	√	√	√	√*	√**	√	
9	RL 75	ข้อลด	13.5	100x80	X	√	X	X	X	X**	4.เครื่องหมาย"**"หมายความว่าขณะทำการทดสอบโดยเพิ่มความดันให้แก่ข้อต่อพีวีซีแข็งฯจะเกิดการรั่วของความดันขึ้นระหว่างอุปกรณ์ปิดปลายท่อกับข้อต่อพีวีซีแข็งฯ

จากตารางแสดงลการทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้นของข้อต่อพีวีซีแข็งฯ สำหรับใช้กับท่อรับความดัน พบว่า

ในกรณีของข้อต่อพีวีซีแข็งฯที่ใช้กับอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสวมและอุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซี ดังรูปที่ 17,21 และ 25 ในภาคผนวก ก. ผลการทดสอบข้อต่อพีวีซีแข็งฯ มีทั้งผ่านและไม่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานกำหนด ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบเนื่องจากขณะทำการทดสอบเมื่อเพิ่มความดันเข้าไปในข้อต่อพีวีซีแข็งฯด้วยอัตราสม่ำเสมอจนถึงความดันที่กำหนดไว้ ข้อต่อพีวีซีแข็งฯจะเริ่มขยายตัวขึ้นจนกระทั่งข้อต่อพีวีซีแข็งฯสัมผัสติดแน่นกับแหวนยางภายในอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสวม ทำให้ความดันทดสอบไม่มีโอกาสรั่วไหลออกมาขณะทำการทดสอบ และตัวอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อไม่เคลื่อนตัวหลุดออกจากข้อต่อพีวีซีแข็งฯ เนื่องจากตัวข้อต่อพีวีซีแข็งฯขยายตัวติดกับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวม และยังมีอุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซีคอยยึดประคองอยู่ ทำให้สภาวะการทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้นถูกต้องตรงตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ผลการทดสอบถูกต้องตรงกับวัตถุประสงค์ของการออกแบบและจัดสร้างอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสวมขึ้นมาใช้งาน สำหรับตัวอย่างที่ไม่ผ่านการทดสอบเนื่องจากที่ตัวข้อต่อพีวีซีแข็งฯไม่สามารถทนความดันทดสอบที่ 3.6 เท่าของความดันใช้งานได้ ข้อต่อพีวีซีแข็งฯเกิดความเสียหายขึ้นก่อนที่จะถึงความดันตามเกณฑ์ที่กำหนด มิใช่เกิดจากตัวอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อไม่สามารถป้องกันความดันรั่วไหลได้หรือตัวอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อเคลื่อนตัวหลุดออกจากข้อต่อพีวีซีแข็งฯ

ในกรณี ของข้อต่อพีวีซีแข็งฯที่ใช้กับอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสอด และอุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อ รวมทั้ง Clamp สำหรับใช้ยึดข้อต่อพีวีซี ดังรูปที่ 19,23 และ 29 ในภาคผนวก ก. ผลการทดสอบข้อต่อพีวีซีแข็งฯมีทั้งผ่านและไม่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานกำหนด ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบมีทั้งไม่ต้องทำการทดสอบซ้ำใหม่และต้องทำการทดสอบซ้ำใหม่ ตัวอย่างที่ไม่ต้องทำการทดสอบซ้ำใหม่เนื่องจากขณะทำการทดสอบเมื่อเพิ่มความดันเข้าไปในข้อต่อพีวีซีแข็งฯด้วยอัตราสม่ำเสมอจนถึงความดันที่กำหนดไว้ ข้อต่อพีวีซีแข็งฯจะเกิดการขยายตัวแต่การขยายยังไม่มากพอที่จะทำให้เกิดช่องว่างระหว่างแหวนยางบนอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อกับข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ทำให้ความดันภายในไม่รั่วไหลออกมา และแหวนยางบนอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อยังแนบสนิทกับข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ทำให้อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อไม่เคลื่อนตัวหลุดออกจากข้อต่อพีวีซีแข็งฯ และตัวข้อต่อพีวีซีแข็งฯสามารถทนความดันทดสอบที่ 3.6 เท่าของความดันใช้งานโดยไม่เกิดความเสียหายขึ้น ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบแต่ต้องทำการทดสอบซ้ำใหม่เนื่องจากขณะทำการทดสอบเมื่อเพิ่มความดันเข้าไปในข้อต่อพีวีซีแข็งฯด้วยอัตราสม่ำเสมอแต่ยังไม่ถึงความดันที่กำหนดไว้ ข้อต่อพีวีซีแข็งฯจะเริ่มการขยายตัวขึ้นจนกระทั่งตัวข้อต่อพีวีซีแข็งฯและแหวนยางที่สวมอยู่บนอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อมีระยะห่างเพิ่มมากขึ้นจนเกือบจะทำให้เกิดช่องว่างหรือช่องว่างขึ้นระหว่างตัวข้อต่อพีวีซีแข็งฯและแหวนยาง ความดัน

ทดสอบซึ่งอยู่ภายในข้อต่อพีวีซีแข็งฯจะดันให้อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อเคลื่อนตัวเกือบจะหลุดหรือหลุดออกจากตัวข้อต่อพีวีซีแข็งฯ หรือความดันทดสอบที่อยู่ภายในข้อต่อพีวีซีแข็งฯรั่วไหลออกมา อันอาจจะเกิดอันตรายต่อผู้ทำการทดสอบ และต้องทำการทดสอบซ้ำใหม่เนื่องจากความดันที่ป้อนให้กับข้อต่อพีวีซีแข็งฯยังไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด และตัวข้อต่อพีวีซีแข็งฯยังไม่เกิดการเสียหาย สำหรับตัวอย่างที่ไม่ผ่านการทดสอบเนื่องจากที่ตัวข้อต่อพีวีซีแข็งฯไม่สามารถทนความดัน 3.6 เท่าของความดันใช้งานได้ ข้อต่อพีวีซีแข็งฯเกิดความเสียหายก่อนที่จะถึงความดันตามเกณฑ์ที่กำหนด หรือบางตัวอย่างต้องทำการทดสอบซ้ำใหม่เนื่องจากขณะทำการทดสอบเมื่อเพิ่มความดันเข้าไปในข้อต่อพีวีซีแข็งฯด้วยอัตราสม่ำเสมอแต่ยังไม่ถึงความดันที่กำหนดไว้ ข้อต่อพีวีซีแข็งฯจะเริ่มการขยายตัวขึ้น จนกระทั่งตัวข้อต่อพีวีซีแข็งฯและแหวนยางที่สวมอยู่บนอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อมีระยะห่างเพิ่มมากขึ้นจนเกือบจะทำให้เกิดช่องว่างหรือช่องว่างขึ้นระหว่างตัวข้อต่อพีวีซีแข็งฯและแหวนยาง ความดันทดสอบซึ่งอยู่ภายในข้อต่อพีวีซีแข็งฯจะดันให้อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อเคลื่อนตัวเกือบจะหลุดหรือหลุดออกจากตัวข้อต่อพีวีซีแข็งฯ หรือความดันทดสอบที่อยู่ภายในข้อต่อพีวีซีแข็งฯรั่วไหลออกมา จึงต้องทำการทดสอบซ้ำใหม่ แต่ข้อต่อพีวีซีแข็งฯไม่สามารถทนแรงดัน 3.6 เท่าของความดันใช้งานได้ ข้อต่อพีวีซีแข็งฯเกิดความเสียหายก่อนที่จะถึงความดันตามเกณฑ์ที่กำหนด

บทที่ 4
วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดสอบความทนความดันในระยะเวลาสั้น โดยการใช้อุปกรณ์ปิดปลายท่อทั้ง 2 ชนิด คือ อุปกรณ์ปิดปลายท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ตัวท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯจะเกิดการขยายตัวเมื่อได้รับความดันทำให้ท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯไปแนบสนิทกับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวม แหวนยางซึ่งอยู่ภายในอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมจะรัดท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯแน่นขึ้นเป็นตัวช่วยป้องกันความดันภายในท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯไม่ให้รั่วซึมออกมา และมีผลทำให้อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมไม่เคลื่อนตัวออกจากท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯตามแนวยาว จึงทำให้ผลการทดสอบเป็นไปอย่างถูกต้อง รวดเร็ว ไม่เกิดความผิดพลาดจนต้องทำการทดสอบซ้ำใหม่

ในกรณีอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดทั้งของท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ขณะทำการทดสอบเมื่อเพิ่มความดันให้แก่ท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ตัวท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯจะเกิดการขยายตัวเมื่อได้รับความดัน ทำให้ระยะห่างของท่อพีวีซีแข็งฯหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯกับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดเพิ่มขึ้น จะส่งผลทำให้อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดเคลื่อนตัวออกจากท่อพีวีซีแข็งฯหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ถ้าระยะห่างนี้มากเกินไปจนแหวนยางที่เป็นตัวช่วยป้องกันการรั่วของความดันภายในท่อพีวีซีแข็งฯหรือข้อต่อท่อพีวีซีแข็งฯได้ จะมีผลทำให้ความดันภายในท่อพีวีซีแข็งฯหรือข้อต่อพีวีซีแข็งฯรั่วออกมาได้ หรืออีกกรณีหนึ่งของการทดสอบข้อต่อพีวีซีแข็งโดยใช้อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด (Clamp) สำหรับยึดข้อต่อพีวีซีแข็งฯและอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด หากผู้ทำการทดสอบขันแน่นเกินไปจะเป็นสาเหตุให้เกิดความเค้นตามแนวเส้นรอบวง (Circumferential Stress) กับข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ทำให้เกิดแรงกระทำต่อข้อต่อพีวีซีแข็งฯก่อนการทดสอบจะเริ่มขึ้น อันจะส่งผลให้การทดสอบไม่ถูกต้องเสียเวลาทำการทดสอบซ้ำใหม่ เป็นการสิ้นเปลืองทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายในการทดสอบ

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

ผลจากการทดลองใช้อุปกรณ์ปิดปลายท่อทั้ง 2 ชนิด กับตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯ ได้ข้อสรุปว่าอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมสามารถใช้เป็นอุปกรณ์ทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้นได้ดีกว่าอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด และก่อให้เกิดความปลอดภัยแก่ตัวผู้ทดสอบเพิ่มขึ้น ทางฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรมจึงได้นำเอาอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมมาใช้เป็นอุปกรณ์การทดสอบรายการความทนความดันในระยะเวลาสั้น เพื่อให้บริการทดสอบแก่ทางภาครัฐบาลและเอกชนที่มาขอรับการบริการ อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมนี้ยังใช้เป็นอุปกรณ์การทดสอบความทนความดันในระยะเวลาสั้นอยู่จนถึงปัจจุบัน และยังสามารถนำอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมไปใช้เป็นอุปกรณ์การทดสอบตัวอย่างที่ต้องการทดสอบรายการความทนต่อแรงดันได้เช่น ตัวอย่างท่อโพลิเอทิลีนความหนาแน่นสูงสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม (มอก.982-2533) ท่อโพลิบิวทิลีนสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม (มอก.910-2532) เป็นต้น

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินการใคร่ขอขอบคุณฝ่ายช่าง กองฟิสิกส์และวิศวกรรม ในการจัดสร้างอุปกรณ์ปิดปลายท่อและข้อต่อพีวีซีและอุปกรณ์สำหรับยึดท่อ และข้อต่อพีวีซี

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้กับท่อรับความดัน. มอก. 1131-2535. 2535.
2. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม. มอก. 17-2532. 2532.
3. Australian Standard. Unplasticized PVC (UPVC) pipes and fitting for pressure applications. Part 1 - Pipes : AS1477.1-1988. 1988.
4. Australian Standard. Unplasticized PVC (UPVC) pipes and fitting for pressure applications. Part 2 - Moulded fittings : AS1477.2-1990. 1990.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

แสดงรูปกรรมวิธีการผลิต อุปกรณ์ปิดปลายท่อและข้อต่อและวิธีการทดสอบตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯ

หน้า

รูปที่ 1 กรรมวิธีการผลิตท่อพีวีซีแข็ง 33

รูปที่ 2 กรรมวิธีการผลิตอุปกรณ์ข้อต่อพีวีซีแข็ง 34

รูปที่ 3 อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมสวมปลายด้านล่าง 35

รูปที่ 4 อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมสวมปลายด้านบน 35

รูปที่ 5 อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด (Plug-in) สอดด้านล่าง 36

รูปที่ 6 อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด (Plug-in) สอดด้านบน 36

รูปที่ 7 อุปกรณ์สำหรับยึดท่อพีวีซี 37

รูปที่ 8 แสดงการประกอบอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมเข้ากับท่อพีวีซี 38

รูปที่ 9 แสดงการประกอบท่อพีวีซีเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมและอุปกรณ์สำหรับยึดท่อเข้าด้วยกัน 39

รูปที่ 10 แสดงการประกอบอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด (Plug-in) เข้ากับท่อพีวีซี 40

รูปที่ 11 แสดงการประกอบท่อพีวีซีเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด (Plug-in) สำหรับยึดท่อเข้าด้วยกัน 41

รูปที่ 12 อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสวมใช้สำหรับทดสอบข้อต่อ 42

รูปที่ 13 อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสอด (Plug-in) ใช้สำหรับทดสอบข้อต่อ 43

รูปที่ 14 Clamp สำหรับใช้ยึดข้อต่อพีวีซี 44

รูปที่ 15 อุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซี 45

รูปที่ 16 แสดงการประกอบอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสวมเข้ากับข้องอ 90 องศา 46

รูปที่ 17 แสดงการประกอบข้องอ 90 องศาเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสวมและอุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซี 47

รูปที่ 18 แสดงการประกอบอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสอด (Plug-in) เข้ากับข้องอ 90 องศา 48

รูปที่ 19 แสดงการประกอบข้องอ 90 องศาเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสอด (Plug-in) และอุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซี 49

รูปที่ 20 แสดงการประกอบอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสวมเข้ากับข้อต่อสามทาง 50

รูปที่ 21 แสดงการประกอบข้อต่อสามทางเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสวมและอุปกรณ์ 51

สำหรับยึดข้อต่อพีวีซี
รูปที่ 22 แสดงการประกอบอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสอด (Plug-in) เข้ากับข้อต่อสามทาง 52
รูปที่ 23 แสดงการประกอบข้อต่อสามทางเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสอด (Plug-in) และอุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซี 53
รูปที่ 24 แสดงการประกอบอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสวมเข้ากับข้อลด 54
รูปที่ 25 แสดงการประกอบข้อลดเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสวมและอุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซี 55
รูปที่ 26 แสดงการประกอบอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสอด (Plug-in) เข้ากับข้อลด 56
รูปที่ 27 แสดงการประกอบข้อลดเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสอด (Plug-in) และอุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซี 57
รูปที่ 28 เครื่องอัดความดันโดยใช้ก๊าซไนโตรเจน 58
รูปที่ 29 แสดงวิธีทดสอบตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม 59
รูปที่ 30 แสดงวิธีทดสอบตัวอย่างข้อต่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อรับความดัน 60
รูปที่ 31 ภาพถ่ายอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวม 61
รูปที่ 32 ภาพถ่ายแสดงการประกอบท่อพีวีซีเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายท่อและอุปกรณ์สำหรับยึด ท่อพีวีซี 62
รูปที่ 33 ภาพถ่ายอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดและ Clamp สำหรับใช้ยึดข้อต่อพีวีซี 63
รูปที่ 34 ภาพถ่ายแสดงการประกอบข้อต่อสามทางเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อและอุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซี 64
รูปที่ 35 ภาพถ่ายแสดงการประกอบข้องอเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อและอุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซี 65

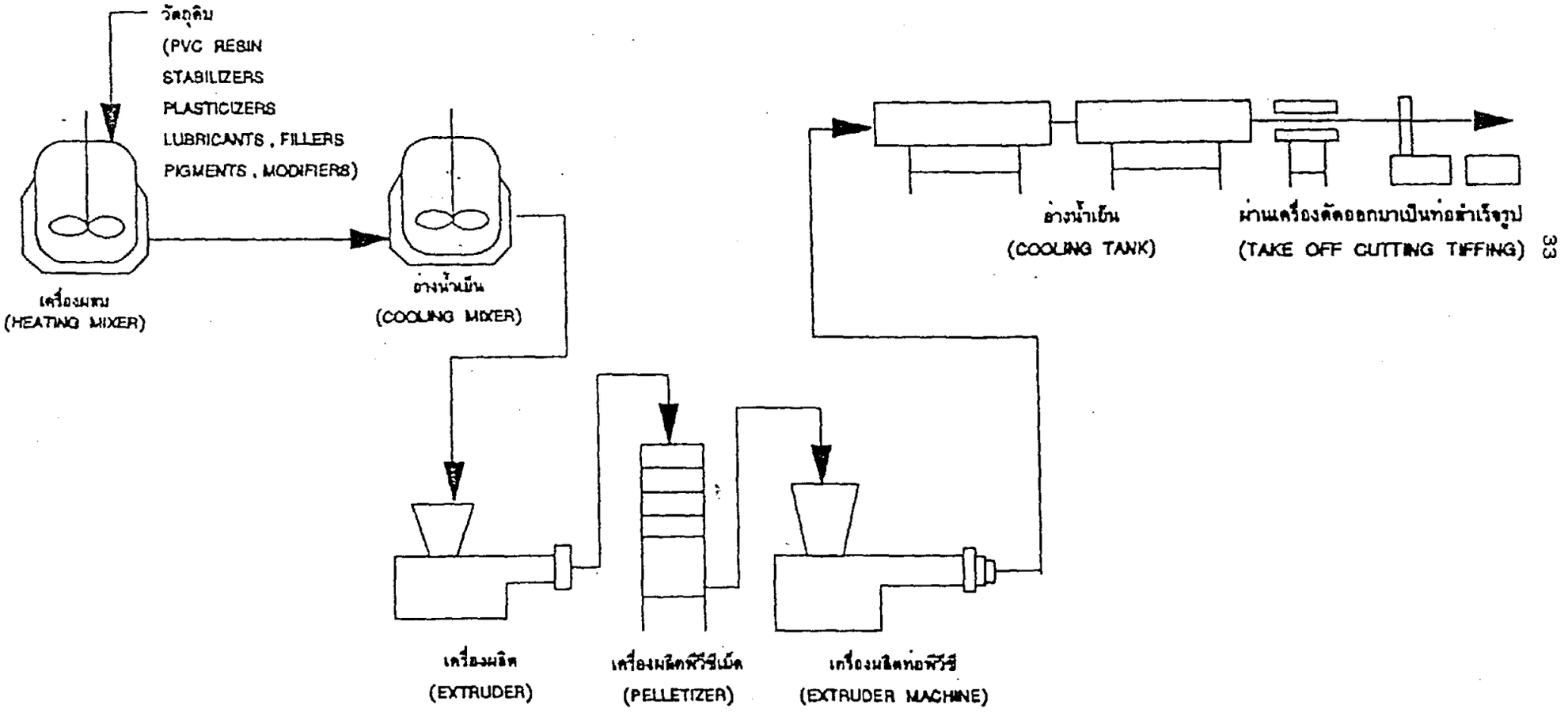
ภาคผนวก ข.
แสดงตารางคุณสมบัติของท่อพีวีซีแข็งฯและข้อต่อพีวีซีแข็งฯ

หน้า

ตารางที่3 ชั้นคุณภาพของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม 66
ตารางที่ 4 ความดันในระยะเวลาสั้นของท่อ 67
ตารางที่ 5 ความดันใช้งานที่อุณหภูมิต่างๆ 68

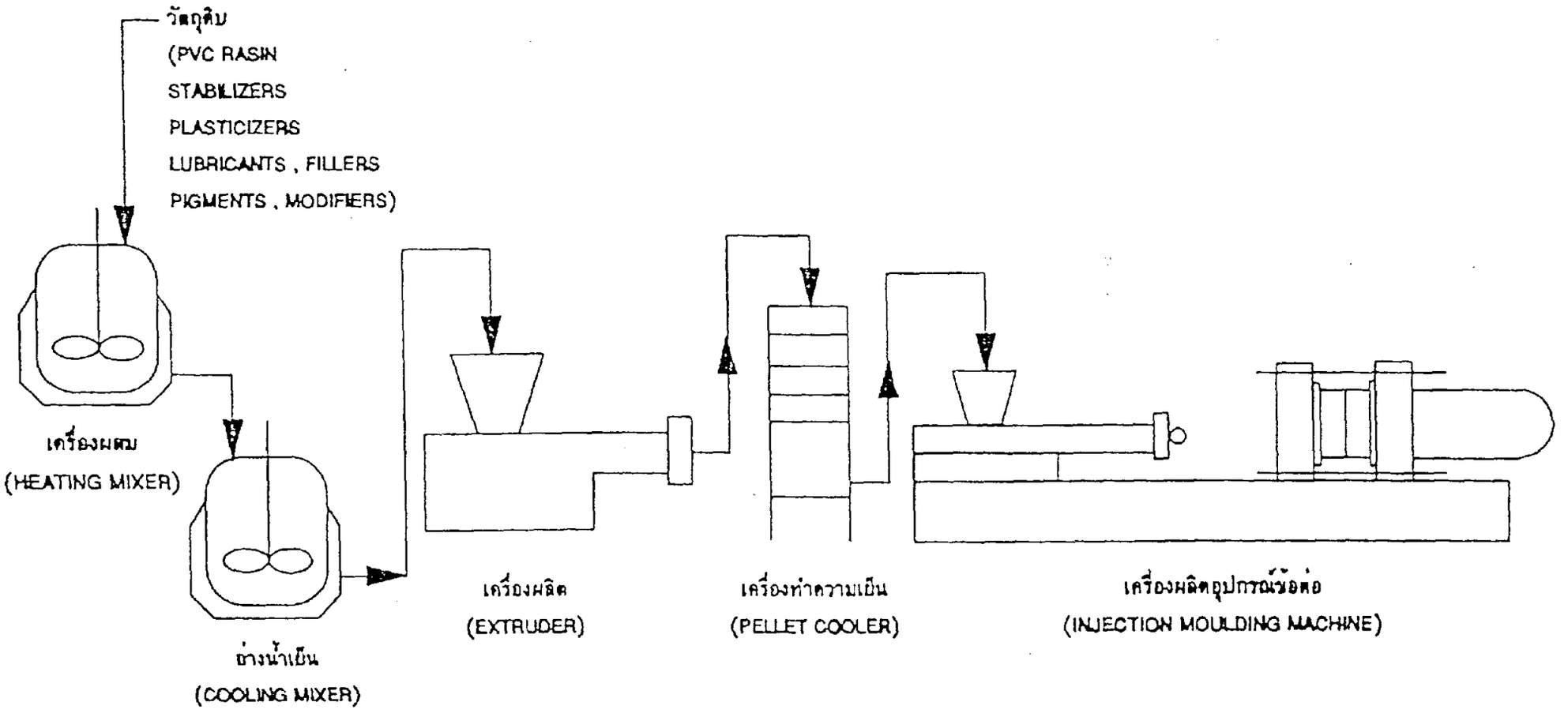
รูปที่ 1 กรรมวิธีการผลิตท่อ พีวีซีแข็ง

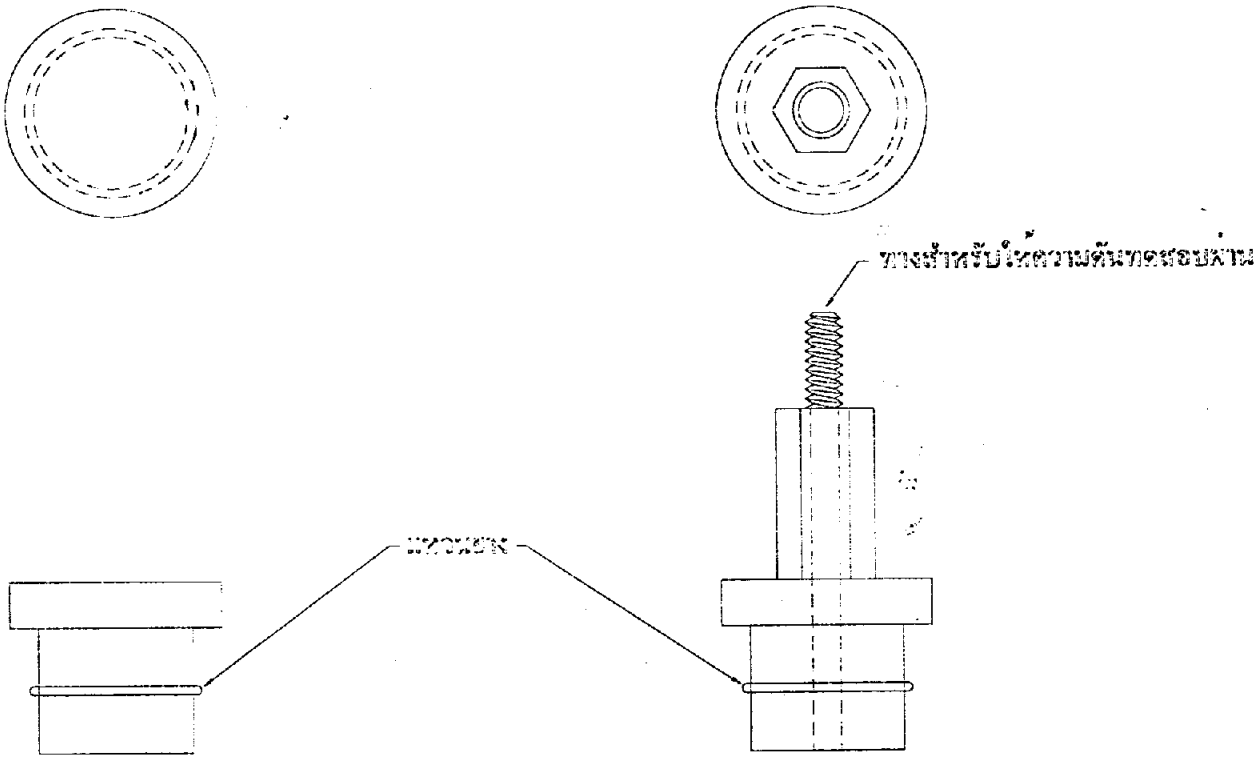
(FLOW SHEET OF PVC PIPE MANUFACTURING PROCESS)



รูปที่ 2 กรรมวิธีการผลิตอุปกรณ์ข้อต่อ พีวีซีแข็ง

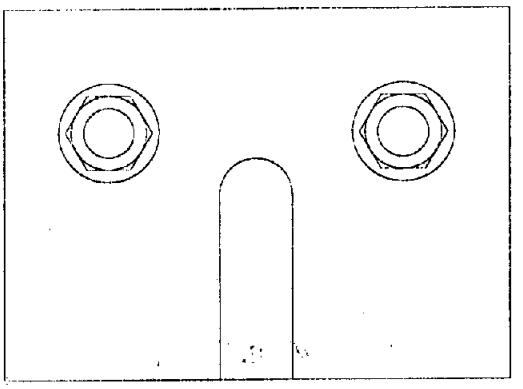
(FLOW SHEET OF PVC FITTING MANUFACTURING PROCESS)

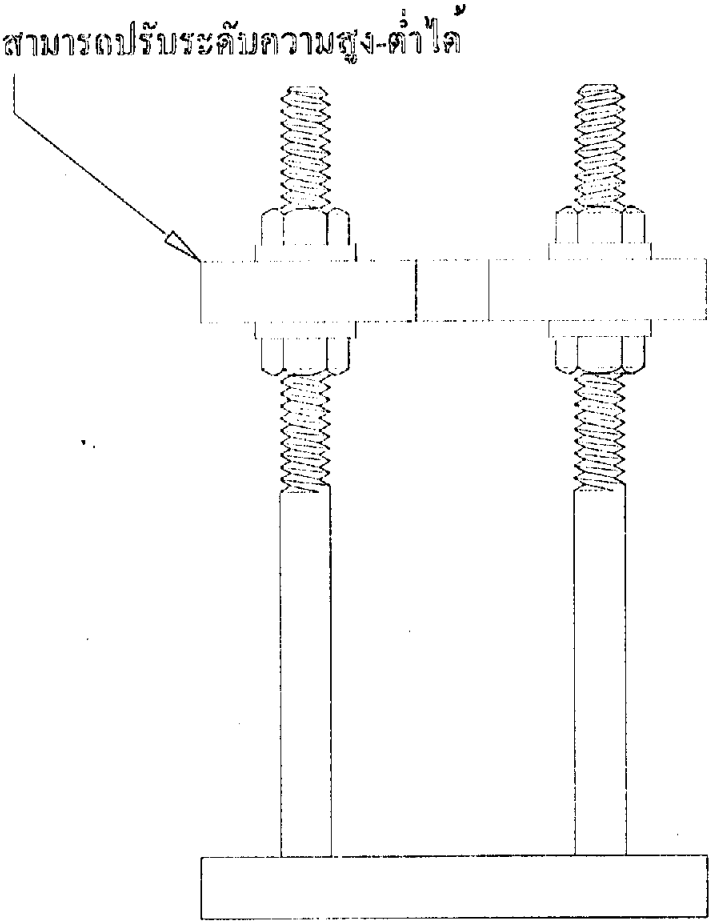




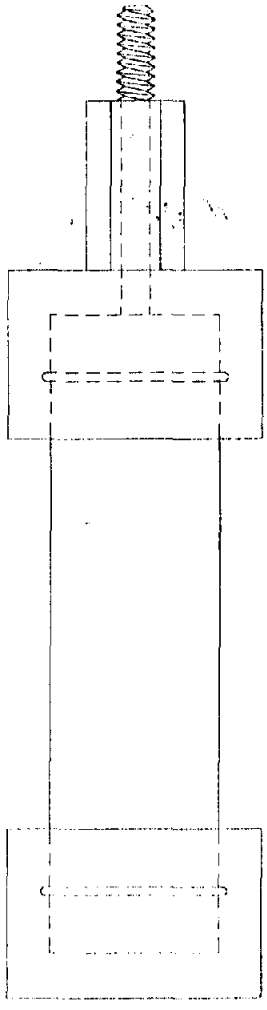
รูปที่ 5 อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด (Plug - in) สอดปลายด้านล่าง

รูปที่ 6 อุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด (plug - in) สอดปลายด้านบน

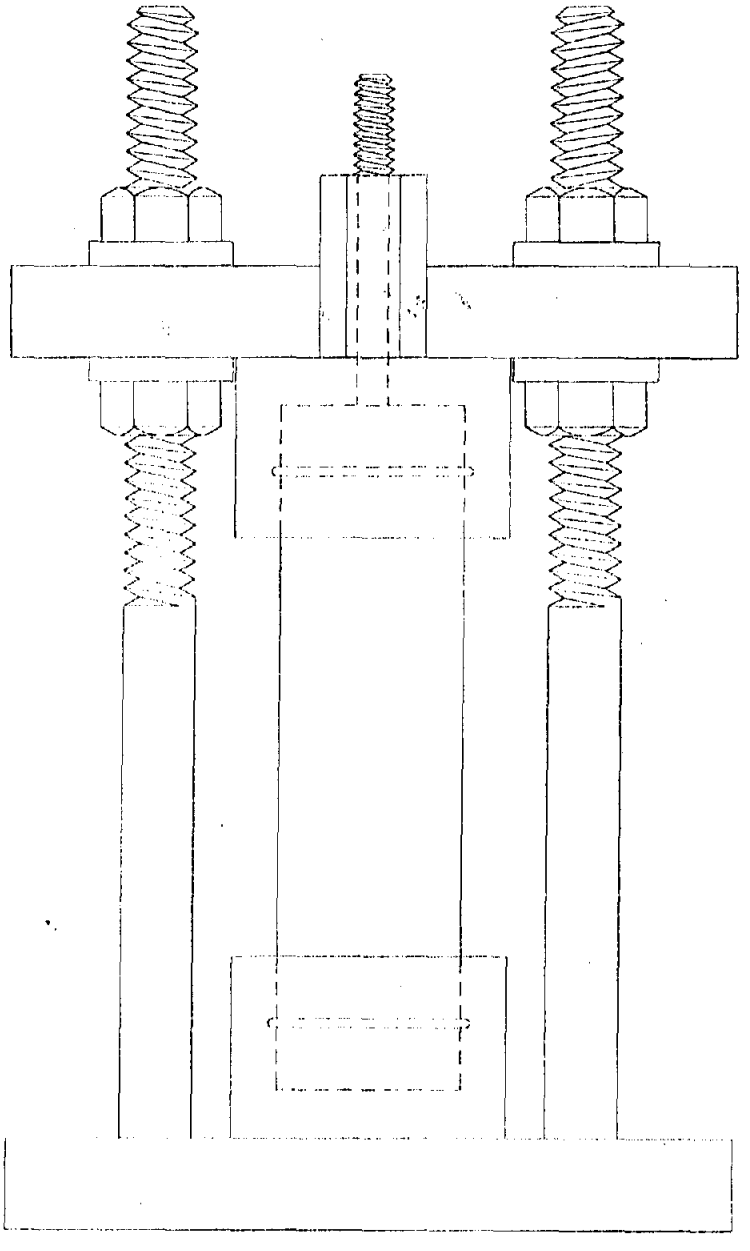




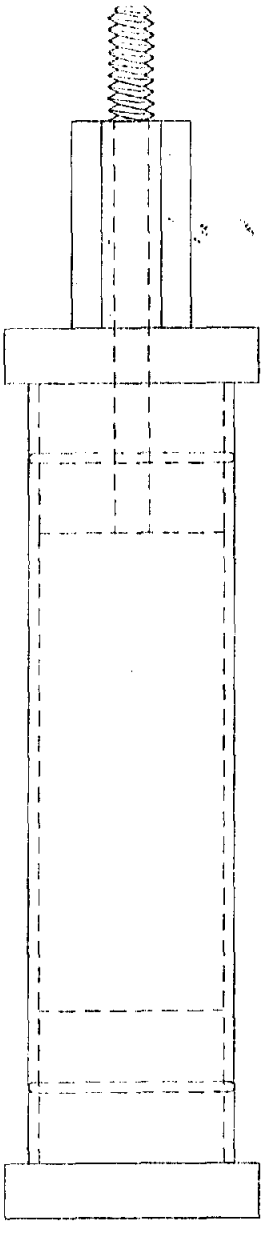
รูปที่ 7 อุปกรณ์สำหรับยึดท่อพีวีซี



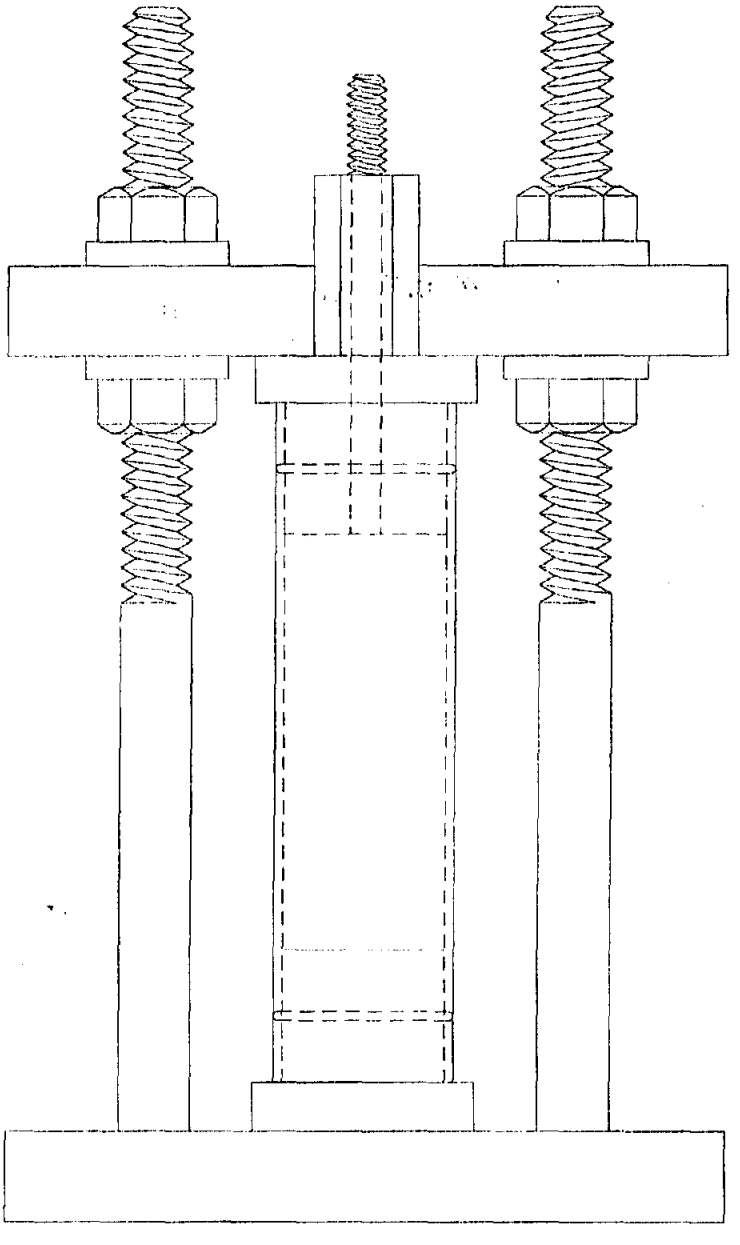
รูปที่ 8 แสดงการประกอบอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวมเข้ากับท่อพีวีซี



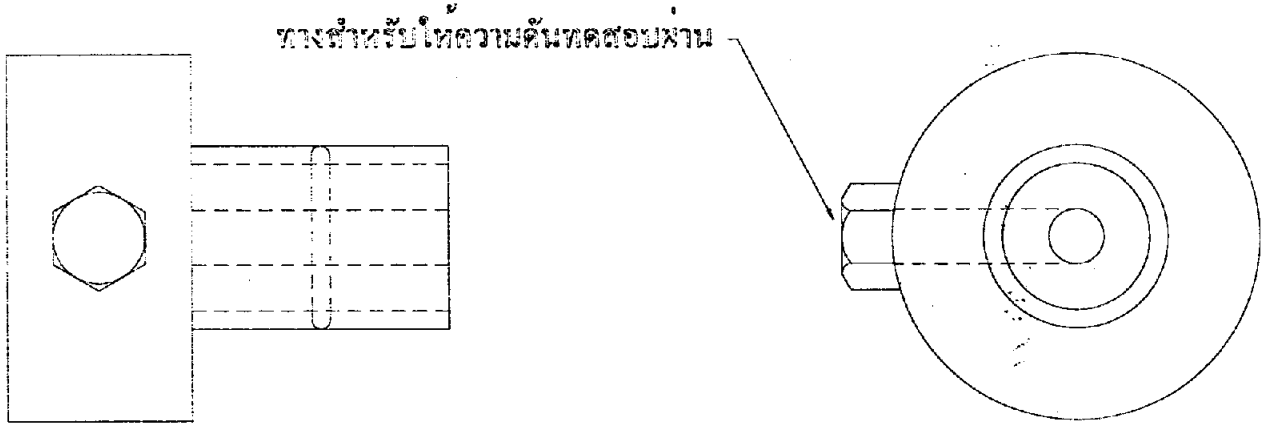
รูปที่ ๑ แสดงการประกอบท่อพีวีซีเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวม.
และอุปกรณ์สำหรับยึดท่อเข้าด้วยกัน



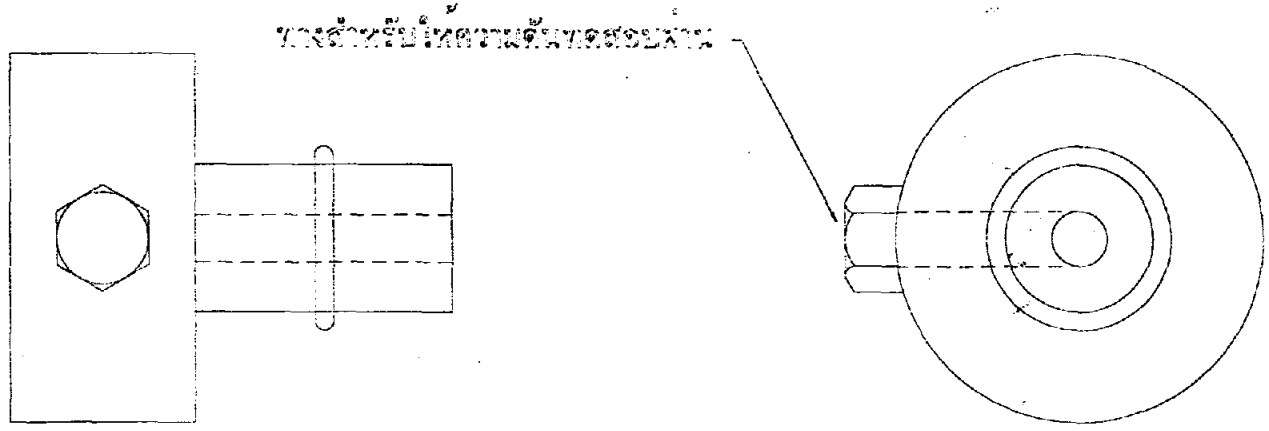
รูปที่ 10 แสดงการประกอบอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด (Plug-in) เข้ากับท่อพีวีซี



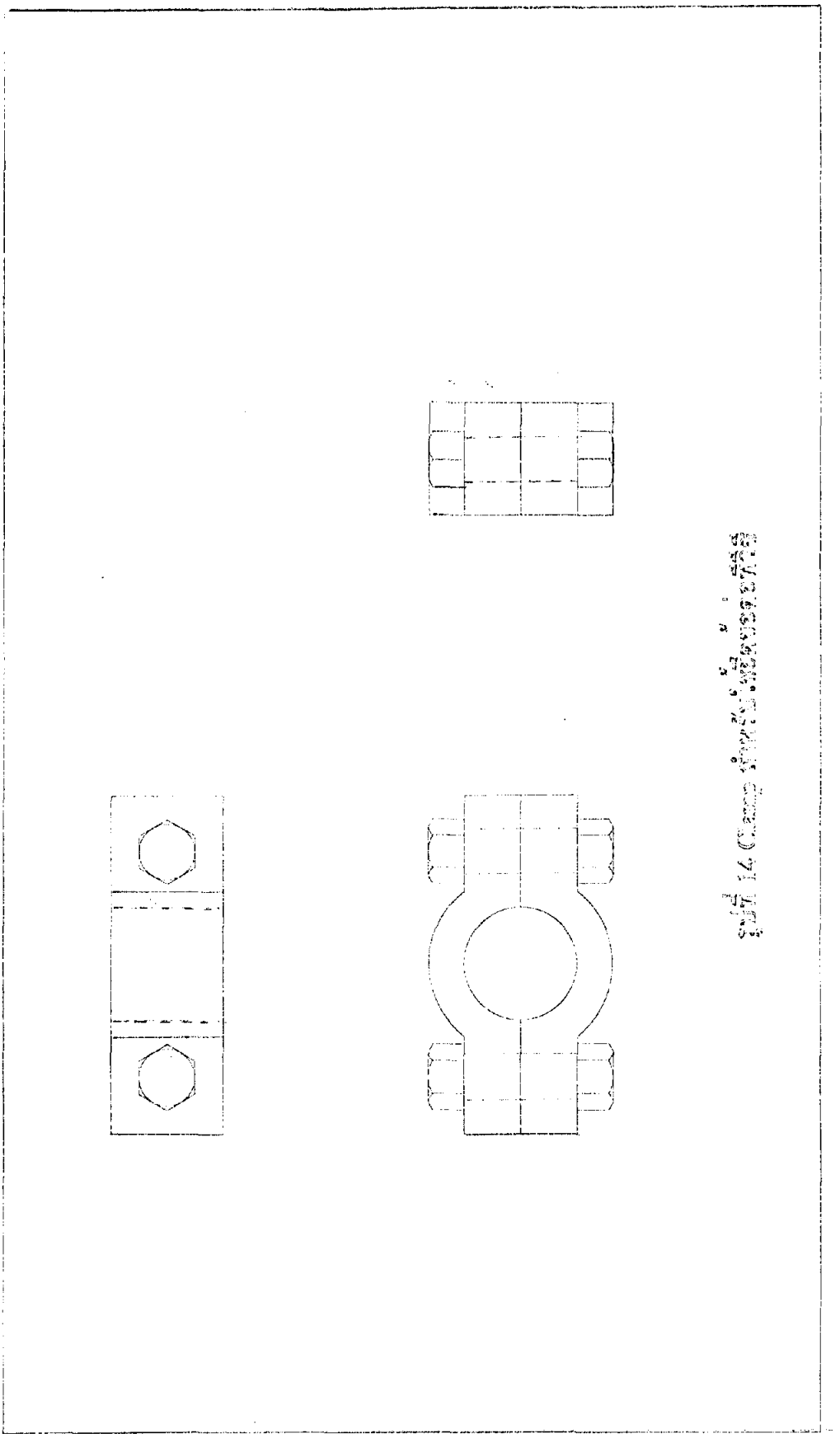
รูปที่ 11 แสดงการประกอบท่อพีวีซีเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอด (Plug-in) และอุปกรณ์สำหรับยึดท่อเข้าด้วยกัน

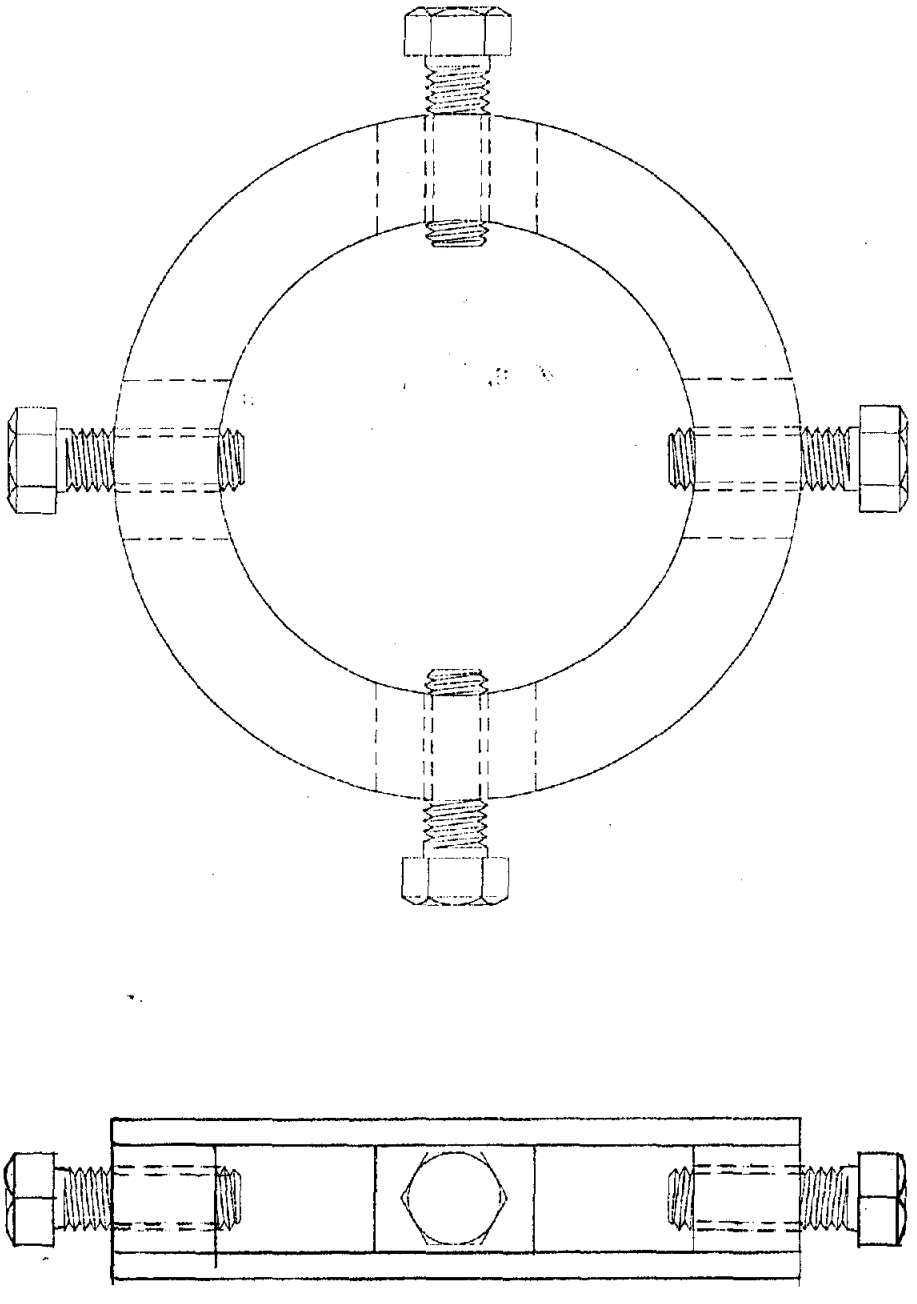


รูปที่ 12 อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสวมใช้สำหรับทดสอบข้อต่อ

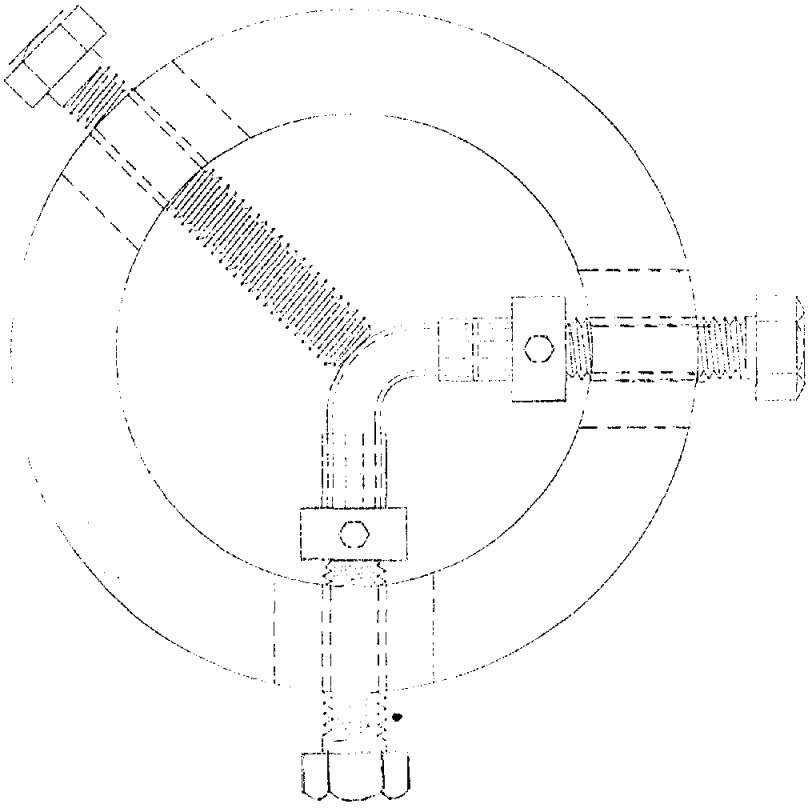


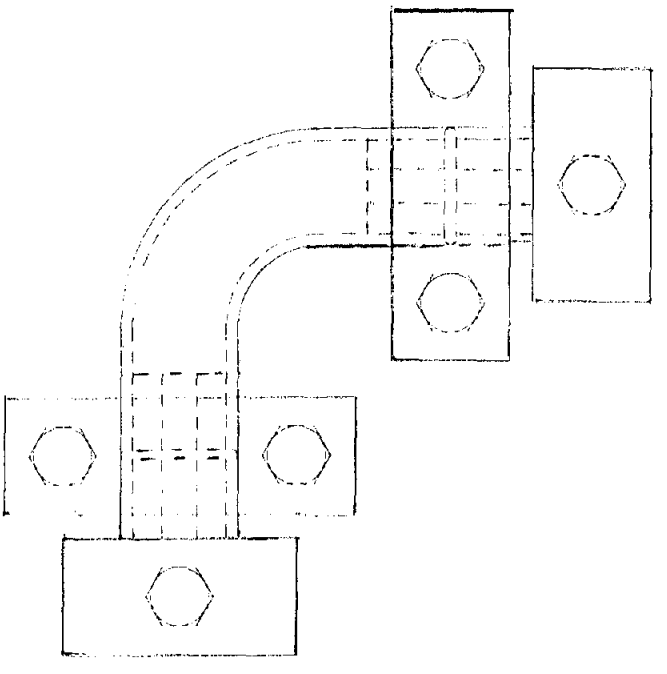
รูปที่ 13 อุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสอด (Plug-in) ใช้สำหรับทดสอบข้อต่อ

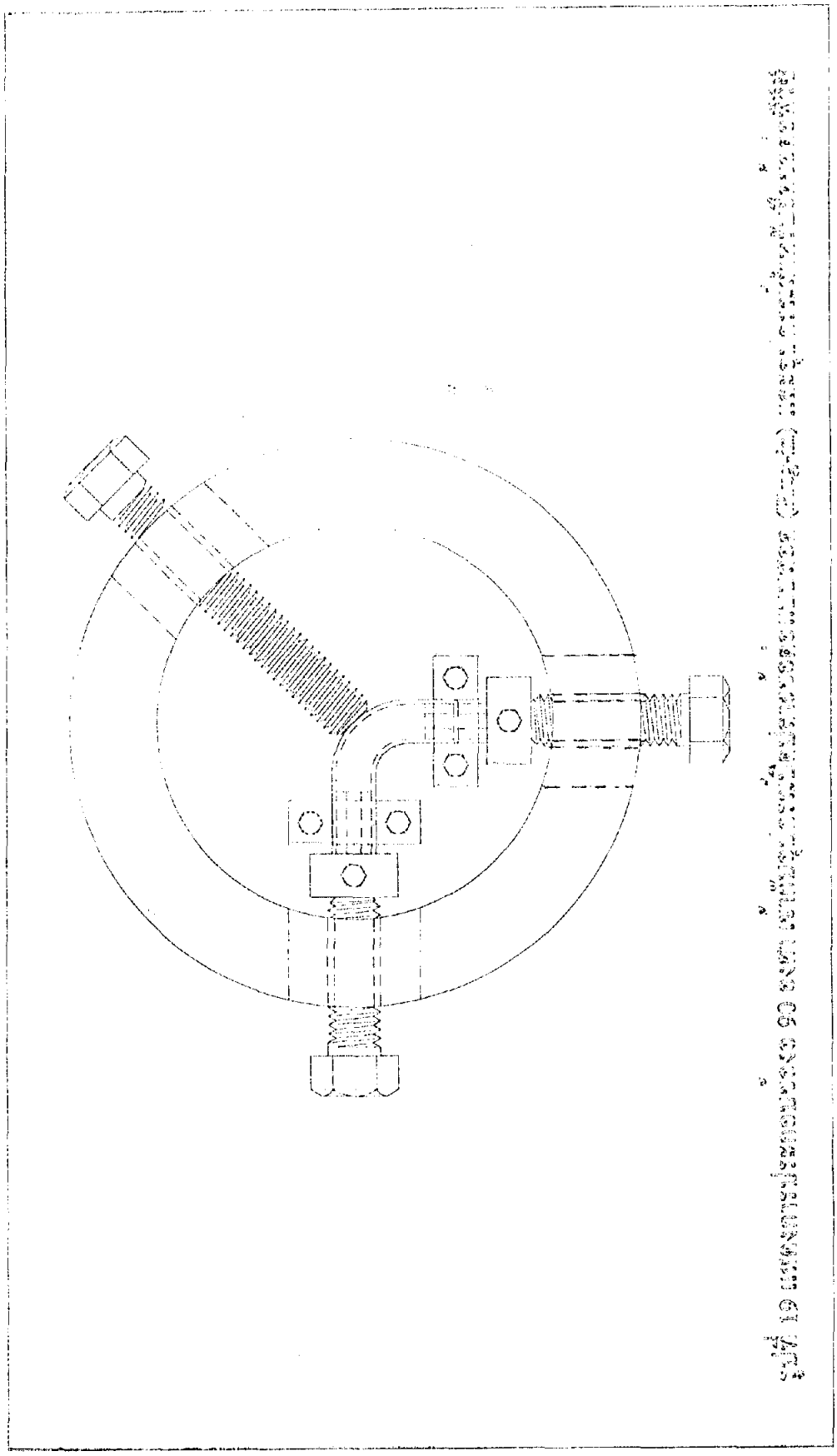


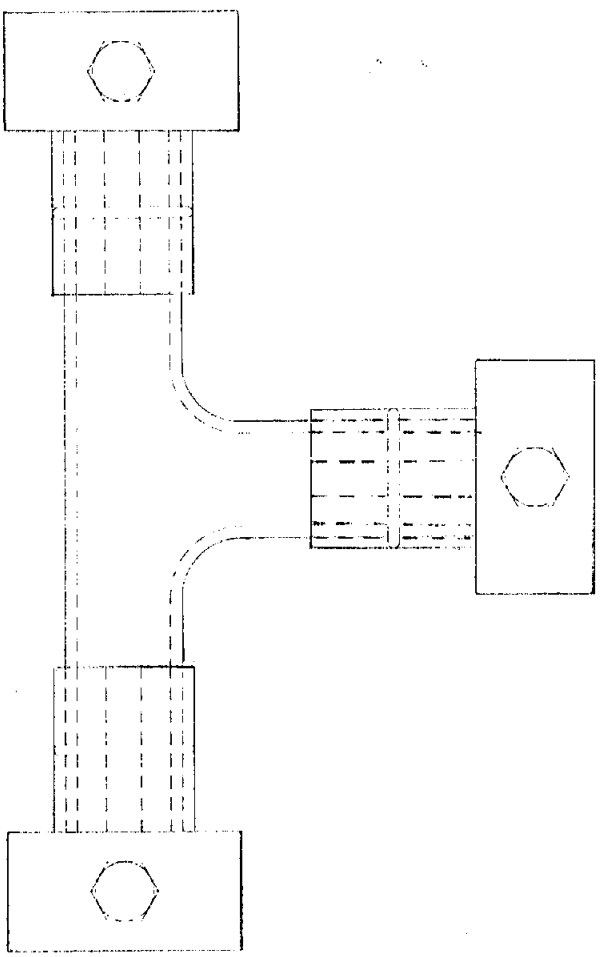


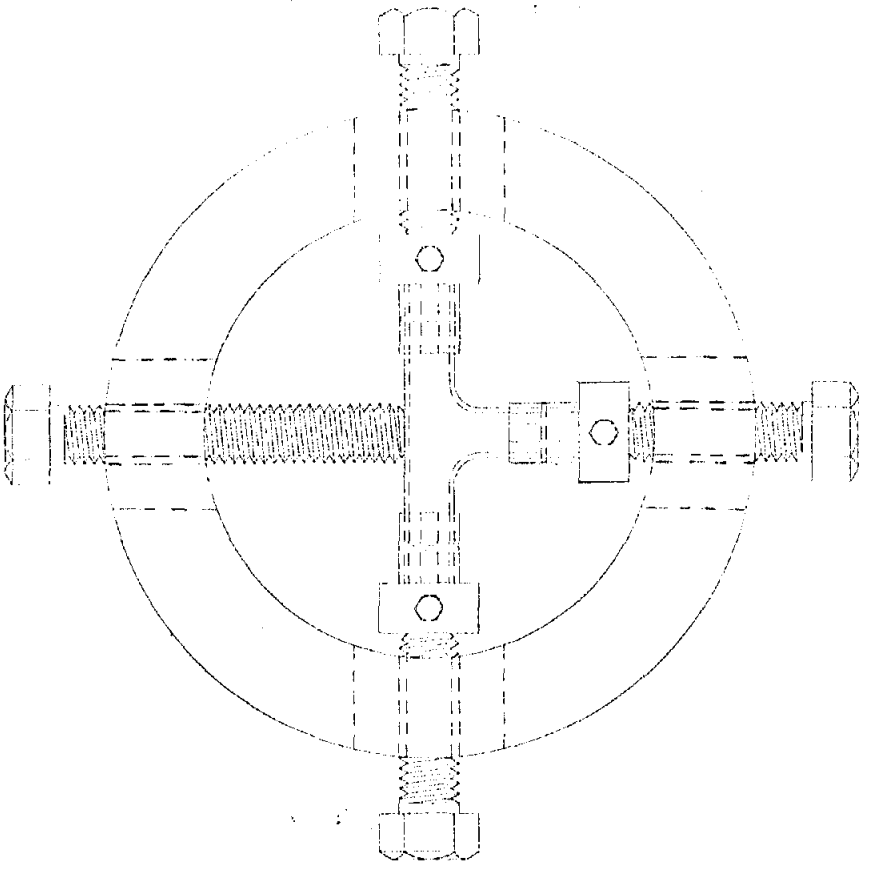
รูปที่ 15 อุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซี

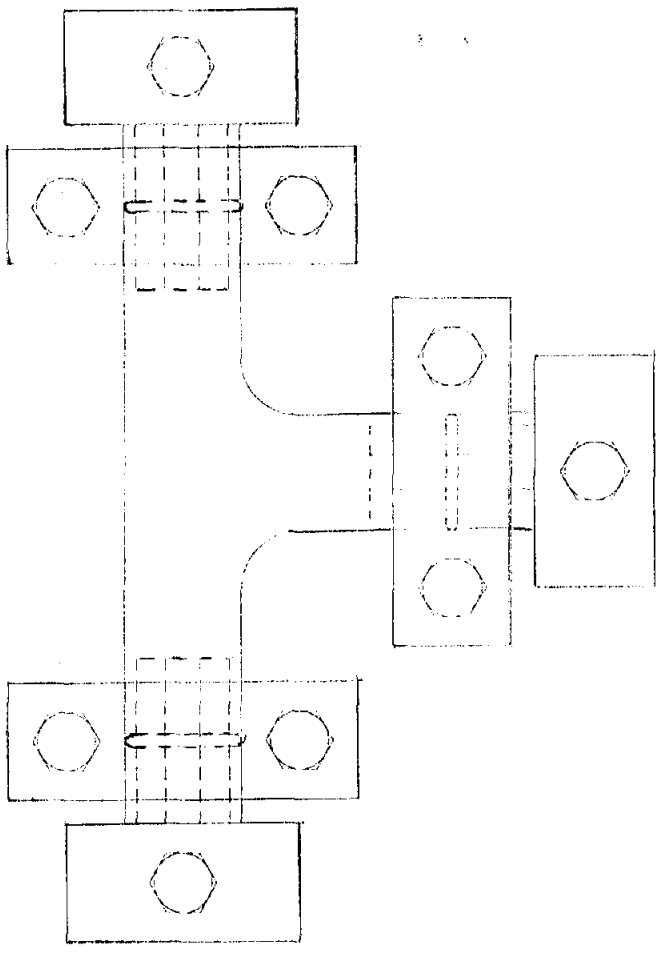


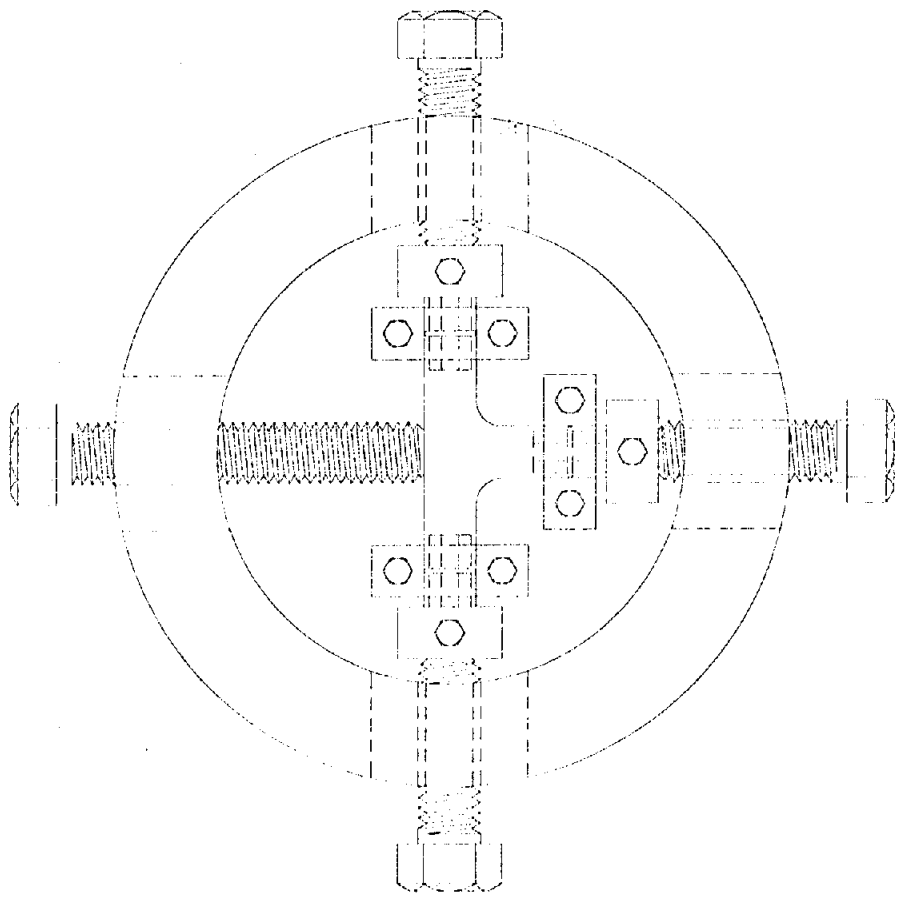




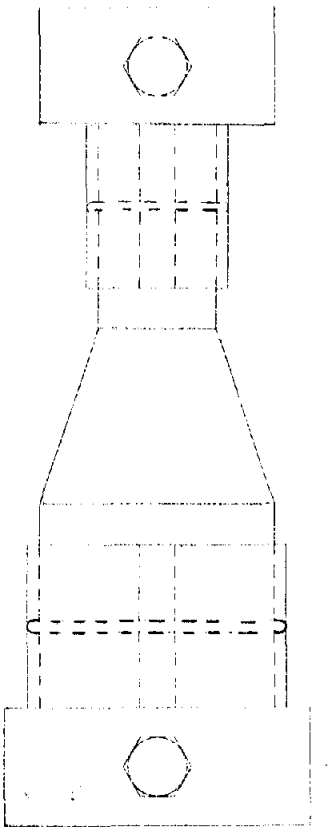


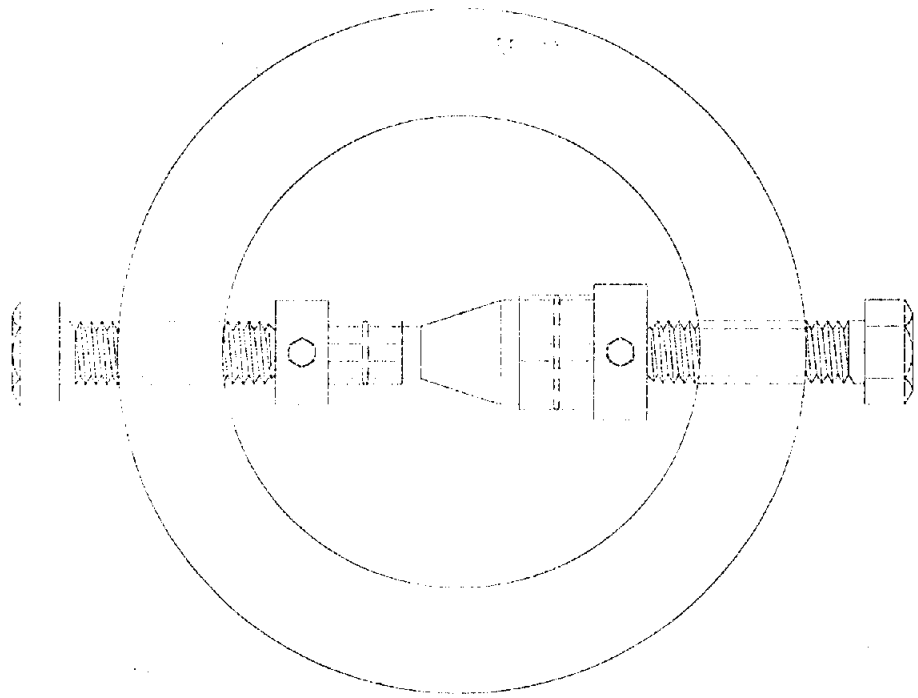




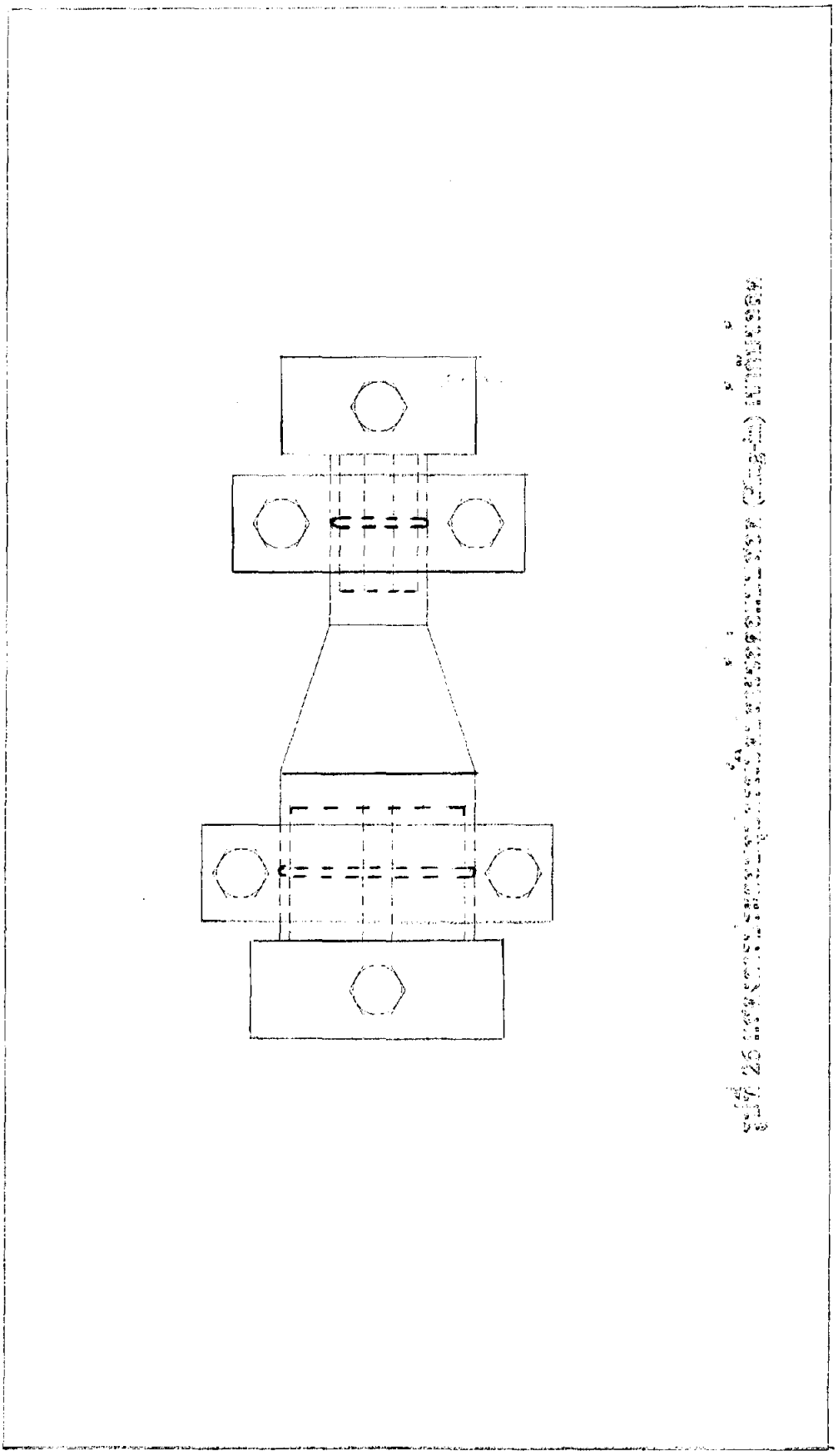


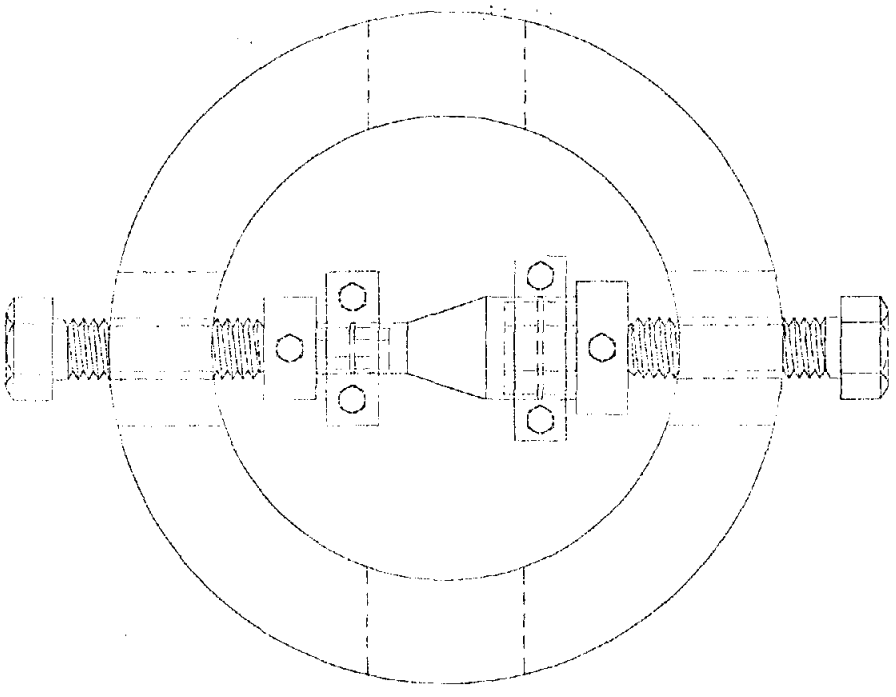
รูปที่ 23 แสดงการประกอบข้อต่อสามทางเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสอด (Plug-in) และอุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซี



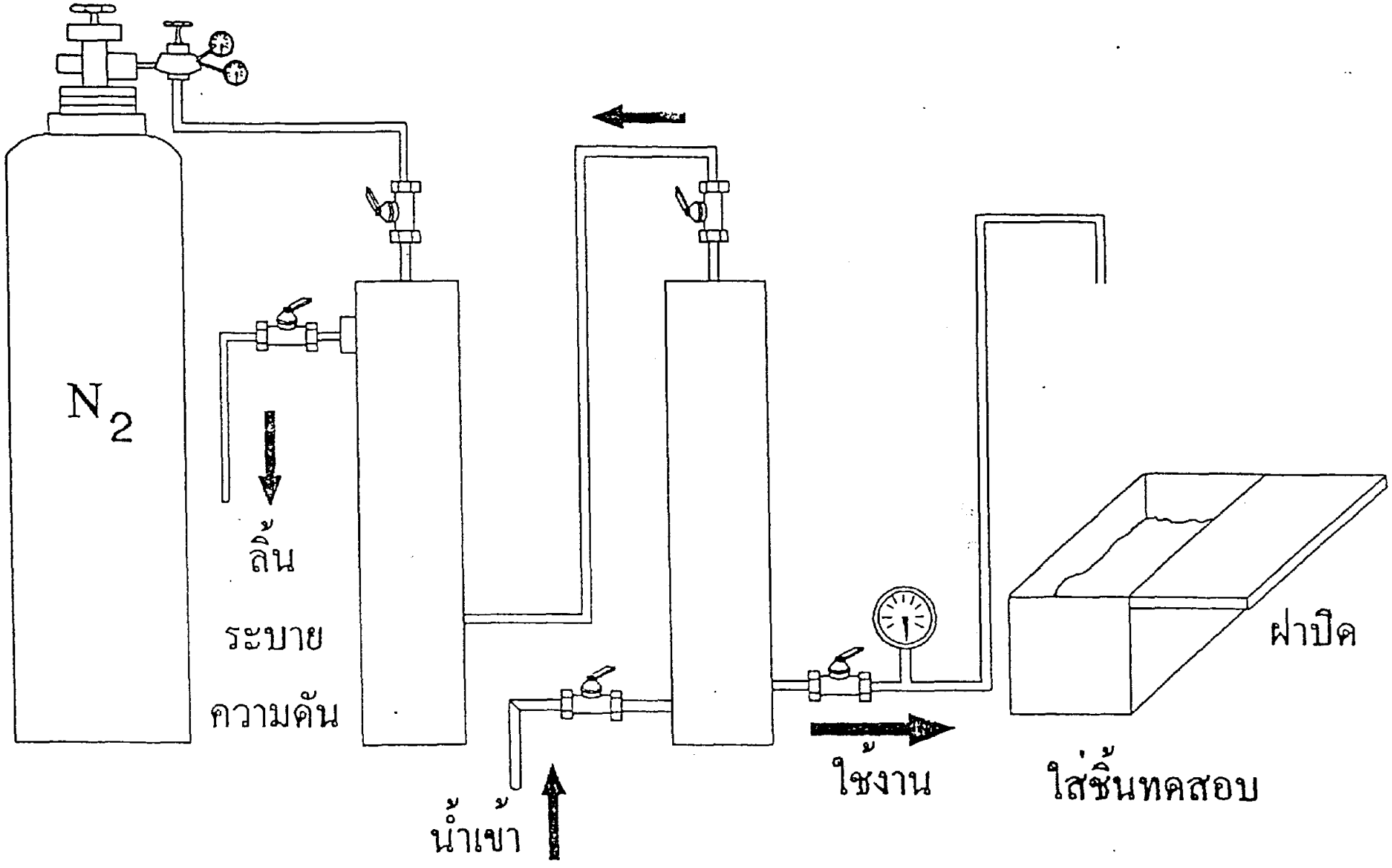


รูปที่ 28 แสดงการประกอบข้อลดเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบ
สวมและอุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซี

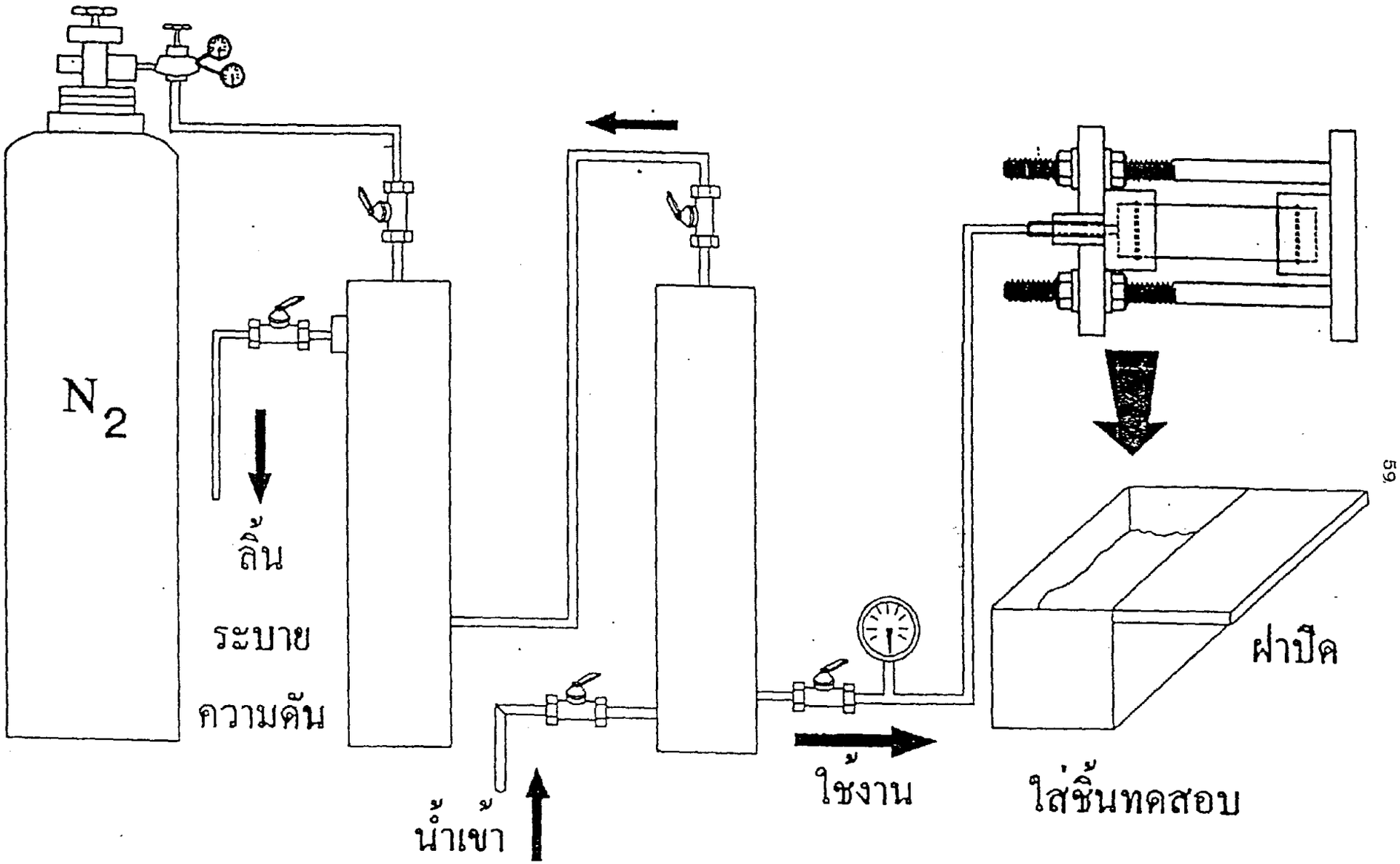




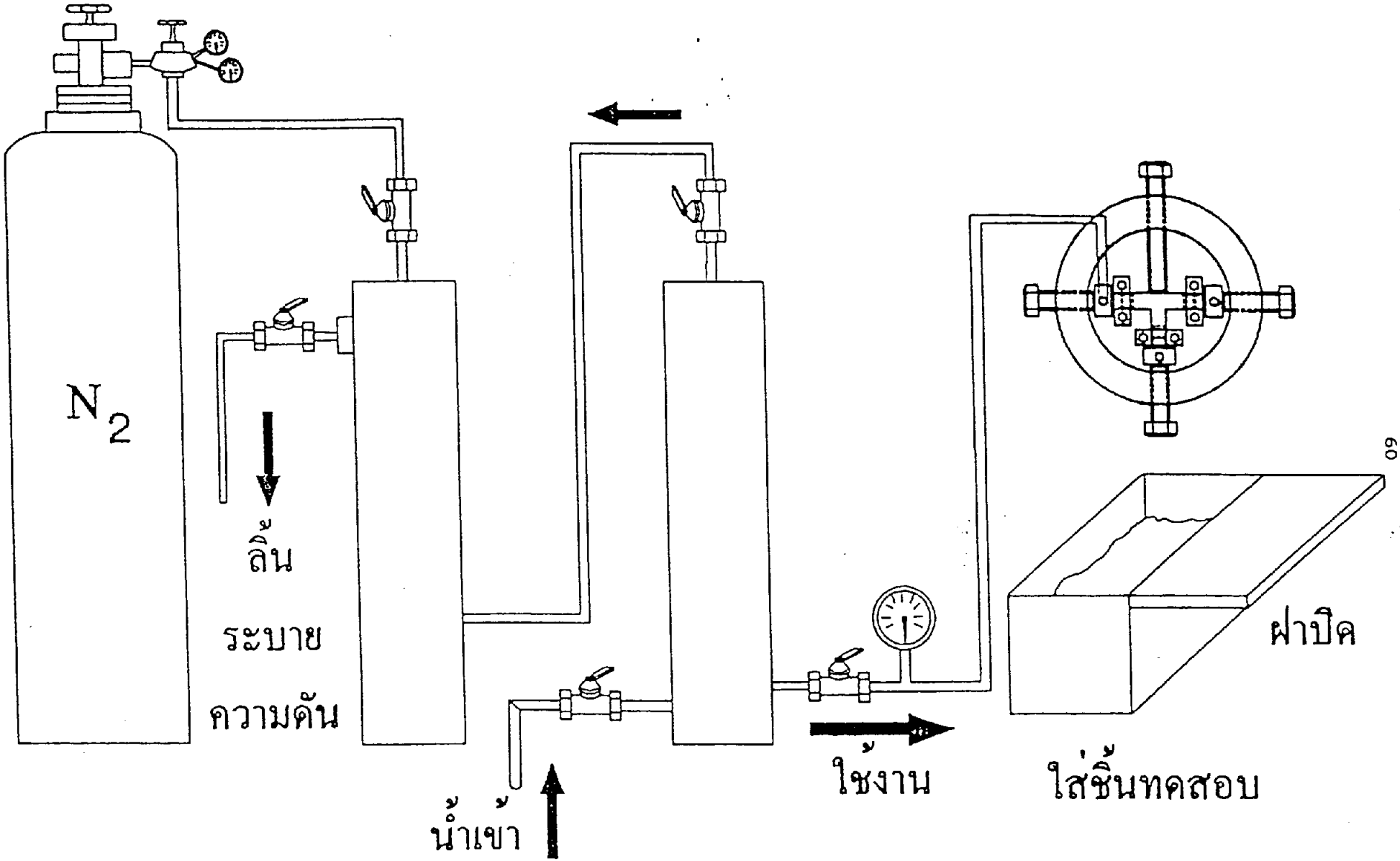
รูปที่ 27 แสดงการประกอบข้อลดเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อแบบสอด (Plug-in)และอุปกรณ์ สำหรับเชื่อมข้อต่อทีวีซี



รูปที่ 28 เครื่องอัดความดันโดยใช้ก๊าซไนโตรเจน



รูปที่ 29 แสดงวิธีทดสอบตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม

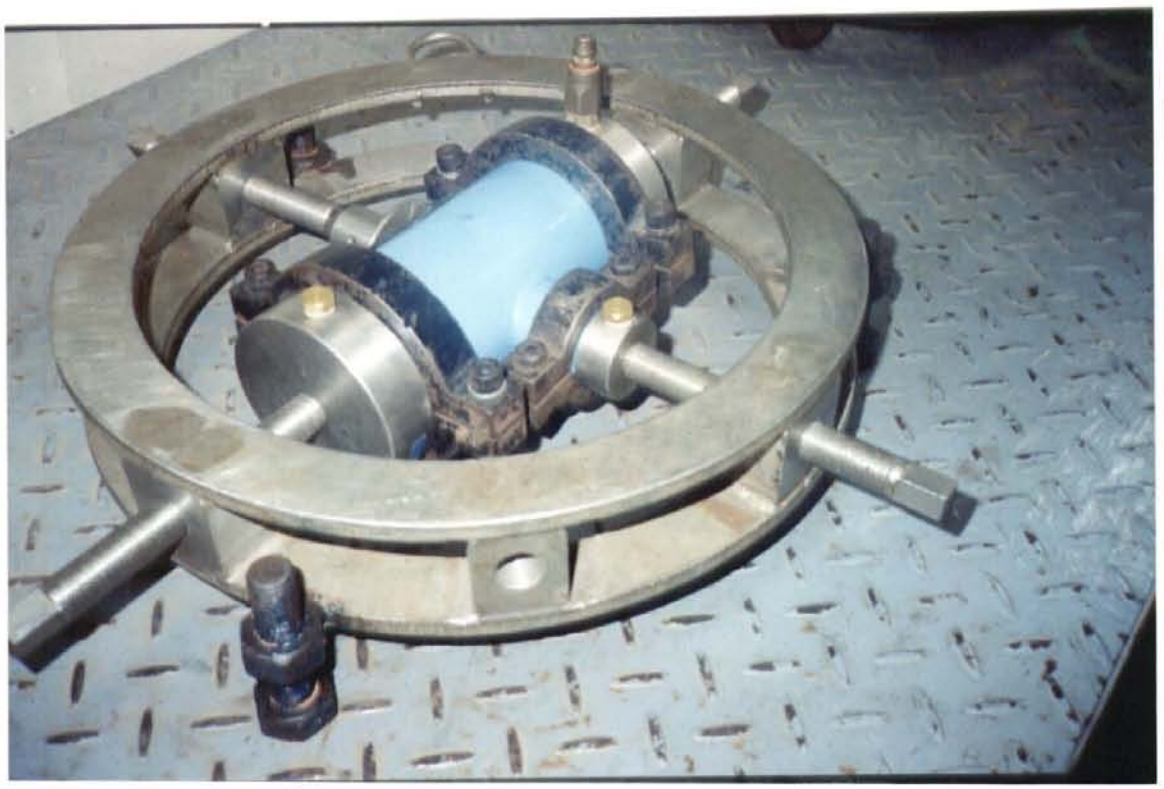


รูปที่ 30 แสดงวิธีทดสอบตัวอย่างข้อต่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้กับท่อรับความดัน

รูปที่ 31 ภาพถ่ายอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสวม

รูปที่ 32 ภาพถ่ายแสดงการประกอบท่อพีวีซีเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายท่อและอุปกรณ์สำหรับยึดท่อพีวีซี

รูปที่ 33 ภาพถ่ายอุปกรณ์ปิดปลายท่อแบบสอดและ Clamp สำหรับใช้ยึดข้อต่อพีวีซี



รูปที่ 34 ภาพถ่ายแสดงการประกอบข้อต่อสามทางเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อและอุปกรณ์สำหรับยึดข้อต่อพีวีซี

รูปที่ 35 ภาพถ่ายแสดงการประกอบข้องอเข้ากับอุปกรณ์ปิดปลายข้อต่อและอุปกรณ์
สำหรับยึดข้อต่อพีวีซี

ตารางที่ 3 ชั้นคุณภาพของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม

ชั้นคุณภาพ	ความดันระบุ MPa (PSI)
PVC 5	0.50 (72.52)
PVC 8.5	0.85 (123.28)
PVC 13.5	1.35 (195.80)

ตารางที่ 4 ความดันในระยะเวลาสั้นของท่อ

ชื่อขนาด	ความดันในระยะเวลาสั้นของท่อเมกะพาสคัล (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)		
	PVC 5	PVC 8.5	PVC 13.5
18	-	6.20 (899.21)	8.13 (1179.16)
20	-	5.18 (751.30)	6.76 (980.46)
25	-	3.89 (564.20)	6.13 (889.08)
35	1.80 (261.07)	3.06 (443.82)	4.86 (704.88)
40	1.80 (261.07)	3.06 (443.82)	4.86 (704.88)
55	1.80 (261.07)	3.06 (443.82)	4.86 (704.88)
65	1.80 (261.07)	3.06 (443.82)	4.86 (704.88)
80	1.80 (261.07)	3.06 (443.82)	4.86 (704.88)
100	1.80 (261.07)	3.06 (443.82)	4.86 (704.88)
125	1.80 (261.07)	3.06 (443.82)	4.86 (704.88)
150	1.80 (261.07)	3.06 (443.82)	4.86 (704.88)
200	1.80 (261.07)	3.06 (443.82)	4.86 (704.88)
250	1.80 (261.07)	3.06 (443.82)	4.86 (704.88)
300	1.80 (261.07)	3.06 (443.82)	4.86 (704.88)
350	1.80 (261.07)	3.06 (443.82)	4.86 (704.88)
400	1.80 (261.07)	3.06 (443.82)	4.86 (704.88)
450	1.80 (261.07)	3.06 (443.82)	4.86 (704.88)
500	1.80 (261.07)	3.06 (443.82)	4.86 (704.88)
600	1.80 (261.07)	3.06 (443.82)	4.80 (704.88)

ตารางที่ 5 ความดันใช้งานที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิใช้งาน องศาเซลเซียส	ความดันใช้งานเมกะพาสคัล (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)		
	PVC 5	PVC 8.5	PVC 13.5
20	0.58 (84.12)	0.98 (142.14)	1.57 (227.71)
27	0.50 (72.52)	0.85 (123.28)	1.35 (195.80)
30	0.47 (68.17)	0.79 (114.58)	1.25 (181.30)
40	0.35 (50.76)	0.59 (85.57)	0.94 (136.34)
50	0.23 (33.36)	0.39 (56.56)	0.62 (89.92)
60	0.12 (17.40)	0.20 (29.01)	0.31 (44.96)