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

วศ
กฟ
อว 35

เอกสารผลงานที่เสนอประเมิน

เพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ 7 ว

เรื่องการพัฒนาและสร้างเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทก เพื่อทดสอบตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ และท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม

ของ

นาย วิชัย สมเจตนากุล

ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

การพัฒนาและสร้างเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทกเพื่อทดสอบตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ และท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม

ของ

นาย วิชัย สมเจตนากุล

ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

เลขหมู่ กฟ
ส ว 35
เลขทะเบียน 9930
วันที่ 11 เม.ย. 44

ด้วยอภินันทนาการ
จาก
กฟ

กลุ่มฟิสิกส์และวิศวกรรมทั่วไป 2
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

ผลงานนี้ เป็นการออกแบบพัฒนา และจัดสร้างเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทก(DropTest) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับทดสอบรายการความต้านแรงกระแทกของตัวอย่างท่อพีวีซีสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม ทดสอบตาม มอก.17-2532 ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรมทดสอบตาม มอก.999-2533 และรายการความต้านแรงกระทบของตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ทดสอบตามมอก. 216-2524

เพื่อที่จะแก้ปัญหาในการที่ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรมไม่มีเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทกเป็นของตนเอง จึงได้ดำเนินการโดยศึกษารายละเอียดของเครื่องมือทดสอบที่ได้แนะนำไว้ใน มอก.17-2532 และวิธีการทดสอบรายการความต้านแรงกระแทกโดยละเอียด ซึ่งเครื่องมือทดสอบที่แนะนำไว้ใน มอก.17-2532 มีรายละเอียดเพียงคร่าวๆ ผู้ดำเนินการจึงต้องศึกษาคุณสมบัติที่ต้องการของเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทก และได้ออกแบบเครื่องมือทดสอบขึ้น จัดหาอุปกรณ์ประกอบติดตั้งเป็นเครื่องมือทดสอบขึ้น

เมื่อได้จัดสร้างเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทกแล้วนำไปทดสอบกับตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งฯ ผลปรากฏว่า เครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทกสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี โดยที่ชุดปรับระดับความสูง-ต่ำ สามารถปรับระดับความสูงตามที่ต้องการได้ ตุ้มน้ำหนักซึ่งติดตั้งอยู่บนฐานเหล็กสามารถค้างตัวอยู่ในตำแหน่งตามที่ต้องการได้และตั้งตรงในแนวดิ่ง เมื่อโยกคันโยกเข้าหาตัวสลักล็อคจะเคลื่อนตัวหุบเข้าทำให้ตุ้มน้ำหนักตกลงในแนวดิ่งโดยที่ไม่มีความเสียดทาน ตกกระทบตรงจุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบพอดี แท่นรองรับชิ้นทดสอบสามารถรองรับท่อพีวีซีแข็งฯได้อย่างพอดี และกล่องไม้ก็สามารถป้องกันการกระดอนของตุ้มน้ำหนักเข้าใส่ผู้ทดสอบได้

ประโยชน์ที่ได้จากการออกแบบพัฒนาและจัดสร้างเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทกเพื่อใช้เป็นเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทก ประหยัดงบประมาณและเวลาในการสั่งซื้อเครื่องมือทดสอบจากต่างประเทศ และเป็นการยกระดับข้าราชการให้มีความสามารถในการออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือทดสอบไว้ใช้เองได้ อีกทั้งยังเป็นการพัฒนาการสร้างเครื่องทดสอบที่ผลิตเองภายในประเทศให้มีมาตรฐานยิ่งขึ้น เนื่องจากเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทกสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีตรงตามวัตถุประสงค์ของการสร้างเครื่องมือ ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรมจึงได้ใช้เครื่องมือทดสอบนี้ให้บริการการทดสอบท่อพีวีซีแข็งฯทดสอบรายการความต้านแรงกระแทกแก่ภาครัฐบาลและเอกชนที่มาขอรับการบริการจนกระทั่งปัจจุบันนี้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
บทที่ 1 บทนำ	3
บทที่ 2 การพัฒนาและสร้างเครื่องมือทดสอบความต้านทานแรงกระแทก	5
บทที่ 3 การทดสอบ	10
บทที่ 4 วิจารณ์ผลการทดลอง	21
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	22
กิตติกรรมประกาศ	23
เอกสารอ้างอิง	24
ภาคผนวก	25

บทที่ 1
บทนำ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการผลิตท่อพีวีซี นับเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญประการหนึ่ง ซึ่งนับได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ และผลดีต่อเศรษฐกิจของประเทศ ท่อพีวีซีได้เข้ามามีบทบาทต่อความเป็นอยู่ในชีวิตประจำวันของคนเรา ต่อวงการอุตสาหกรรม การสื่อสาร การเกษตร เป็นต้น ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม (สีของท่อจะเป็นสีฟ้า) ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ (สีของท่อจะเป็นสีเหลือง) ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม (สีของท่อจะเป็นสีเทา)

พีวีซีย่อมาจากคำเต็มว่า PolyvinylChloride จะเป็นพลาสติกชนิด Thermoplastic ซึ่งสามารถที่จะเปลี่ยนคุณสมบัติไป เมื่อถูกให้ความร้อนและใช้ความกดดันสูงสามารถคงรูปตามที่ต้องการได้เมื่อถูกทำให้เย็นลง นอกจากนี้ยังสามารถจะทำให้ท่อพีวีซีอ่อนตัวหรือนำมาหลอมใหม่ได้ตามต้องการ ซึ่งเรียกว่า กระบวนการกลับไปกลับมา (Reversible Process) พีวีซีจะผลิตได้จากกระบวนการโพลิเมอไรเซชั่น (Polymerization Process) ของสารไวนิลคลอไรด์โมโนเมอร์ (VinyleChloridle Monomer) ที่เรียกสั้นๆ ว่าวีซีเอ็ม โดยการเติมส่วนผสมของสารอื่นลงไป เช่นสารที่ทำให้คงตัว (Stabilizer) สารปรุงแต่ง (Filler) ผงสี (Pigment) และตัวเสริมสภาพพลาสติก (Plasticizer) สำหรับในกรณีของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรมจะไม่ผสมตัว Plasticizer ลงไป เพื่อให้ได้คุณสมบัติและสีตามที่ต้องการ

กรรมวิธีการผลิต ดูรูปที่ 1 และ 2 ในภาคผนวก ก. ประกอบ ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ และท่อพีวีซีสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม โดยการนำวัตถุดิบ ผงพีวีซี (PVC Resin) เคมีภัณฑ์ต่างๆ (Additive) เช่น สารที่ทำให้คงตัว (Stabilizer) สารปรุงแต่ง (Filler) ผงสี (Pigment) และตัวเสริมสภาพพลาสติก (Plasticizer) ในกรณีของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม จะไม่เติมตัวเสริมสภาพพลาสติก นำวัตถุดิบดังกล่าวข้างต้นมาเข้าเครื่องผสม (Mixer) ผสมกัน โดยการให้ความร้อน จากนั้นลดอุณหภูมิของๆ ผสมลงโดยใช้น้ำเย็น จากนั้นนำวัตถุดิบที่ผ่านจากเครื่องผสมและลดอุณหภูมิแล้ว มาผ่านเข้าเครื่องผลิตเพื่อผลิตเป็นเม็ดพลาสติก (PVC Compound) ต่อไป

นำเม็ดพลาสติก (PVC Compound) มาผ่านเข้าเครื่องผลิตท่อ (Extruder Machine) ภายในเครื่องผลิต จะใช้ความร้อนจากไฟฟ้าหลอมเม็ดพลาสติก และใช้แรงอัดดัน ให้พลาสติกผ่านออกมาทางแม่พิมพ์เพื่อให้ได้ท่อขนาดต่างๆ ตามต้องการ ท่อที่ผ่านออกมาจากเครื่อง Extruder Machine จะถูกทำให้เย็นตัวลง โดยผ่านอ่างน้ำเย็นเพื่อให้ท่อแข็งตัว นำท่อที่ได้มาประทับตราเครื่องหมาย

ผลิตภัณฑ์ลงบนท่อ แล้วนำมาผ่านเข้าเครื่องตัด (Cutting Machine) เพื่อตัดให้ได้ความยาวตามที่กำหนด ความยาวตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดคือ 4 เมตร นำท่อที่ผ่านการตัดแล้วมาตกแต่งปลายท่อทั้งสองด้าน

ผลิตภัณฑ์ท่อพีวีซีแข็งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะมีคุณสมบัติดีเด่นหลายประการ เช่น สามารถทนต่อสารเคมี จำพวก กรด ด่างและ เกลือ ไม่เป็นสนิมมีอายุการใช้งานยาวนาน ไม่ผุกร่อนเร็ว ทนต่อดินฟ้าอากาศ ทนแดดทนฝนได้ดี มีผิวเรียบ ทำให้ของเหลวไหลผ่านได้สะดวก ลดแรงเสียดทานภายในท่อ (Friction Loss in Pipe) ไม่ติดไฟ เป็นฉนวนไฟฟ้าได้เป็นอย่างดี มีน้ำหนักเบา หนักเพียง 1 ใน 5 เท่าของท่อเหล็ก สะดวกในการใช้งาน ไม่แตกหักง่ายและราคาถูกกว่าท่อที่ทำจากโลหะ

ผลิตภัณฑ์ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม ท่อพีวีซีแข็งสำหรับร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลาย เช่น ใช้ในงานเดินท่อประปา ทั้งภายในอาคารและฝังดิน ใช้ในงานทางเกษตรกรรมใช้เดินท่อส่งน้ำหรือใช้กับหัวพ่นน้ำ ใช้ในงานอุตสาหกรรม เช่นใช้เดินท่อส่งน้ำมันบางชนิด น้ำยาเคมีในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงงานกระดาษ โรงงานอาหารสำเร็จรูป โรงงานทอผ้าเป็นต้น ใช้ในงานท่อน้ำทิ้ง ใช้งานร้อยสายไฟฟ้า สายโทรศัพท์ ดังนั้นผลิตภัณฑ์ท่อพีวีซีแข็งฯ จึงมีความสำคัญ ต่อเศรษฐกิจภายในประเทศ และเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ เป็นที่เชื่อถือแก่ผู้ใช้ จึงได้มีการกำหนดมาตรฐาน เพื่อใช้เป็นเกณฑ์กำหนดการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ของท่อพีวีซีแข็งฯ

บทที่ 2
การพัฒนาและสร้างเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทก (Drop Test) มีดังนี้คือ

1. เพื่อให้สามารถใช้ทดสอบความต้านแรงกระแทก ความต้านแรงกระทบของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม และผลิตภัณฑ์อื่นๆที่มีลักษณะการทดสอบเช่นเดียวกัน
2. เพื่อให้เกิดความประหยัด แทนการสั่งซื้อเครื่องมือทดสอบจากต่างประเทศ
3. เพื่อเป็นการพัฒนาข้าราชการ ให้สามารถออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือทดสอบไว้ใช้เองและยังก่อให้เกิดทักษะแก่ผู้ทำการทดสอบ ในการดัดแปลงแก้ไขเครื่องมือทดสอบให้สามารถทดสอบผลิตภัณฑ์ได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น

เครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทก ของท่อพีวีซีแข็งฯ ดังแสดงในรูปที่ 3 ในภาคผนวก ก. และมีส่วนประกอบดังนี้

1. **ท่อเหล็ก** (1) ซึ่งมีความสูง 2,700 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 140 มิลลิเมตร ที่ท่อเหล็กจะมีรางเหล็ก (2) ซึ่งมีความยาวเท่ากับท่อเหล็กและกว้าง 15 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 4 ในภาคผนวก ก. ท่อเหล็กจะตั้งตรงอยู่ในแนวดิ่ง โดยมี Clamp เหล็ก (3) ยึดท่อเหล็กกับกล่องซึ่งจะเป็นเครื่องป้องกันอันตราย อันเกิดจากตุ้มหนักกระดอนใส่ผู้ทดสอบ

2. **ชุดปรับระดับความสูง - ต่ำ และที่ติดตั้งตุ้มน้ำหนัก** ดังแสดงในรูปที่ 5 ในภาคผนวก ก. ประกอบด้วย ปลอกเหล็ก (1) และมีร่องสำหรับเลื่อนขึ้นลงกับรางเหล็ก (2) พร้อมทั้งมีตัวล็อค (3) ใช้ล็อคเมื่อปรับระยะความสูงได้แล้ว พร้อมกับตำแหน่งที่ติดตั้งตุ้มน้ำหนัก (4) ภายในจะมีสลักล็อคเพื่อล็อคให้ตุ้มน้ำหนักค้างอยู่ เมื่อโยกคันโยก (5) สลักล็อคซึ่งอยู่ภายในจะหดตัวเข้าทำให้ตุ้มน้ำหนักตกลงมาในแนวดิ่งกระทบกับชิ้นทดสอบ

3. **แท่นรองรับชิ้นทดสอบรูปตัววี** ดังแสดงในรูปที่ 6 ในภาคผนวก ก. แท่นรองรับชิ้นทดสอบจะมีมุม 120 องศา และติดตั้งอยู่ที่ฐานของกล่องที่เป็นเครื่องป้องกันอันตรายอันเกิดจากการ

กระแทก จุดกึ่งกลางของแท่นรองรับชิ้นทดสอบ จะตรงกับตำแหน่งที่ติดตั้งตุ้มน้ำหนักในแนวดิ่ง เพื่อให้ตุ้มน้ำหนักที่ตกลงมาตรงกับตำแหน่งจุดกึ่งกลางของชิ้นทดสอบพอดี

4. **ตุ้มน้ำหนัก** ดังแสดงในรูปที่ 7 ในภาคผนวก ก. ขนาดของตุ้มน้ำหนักที่ใช้ทดสอบดูได้จากตารางที่ 9 และที่ 10 ในภาคผนวก ข. ผิวหน้าของตุ้มน้ำหนักจะเป็นรูปครึ่งวงกลม มีรัศมี 12.5±0.05 มิลลิเมตร และมีผิวเรียบไม่มีรอยตำหนิใดๆ

เมื่อได้ออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทก (Drop Test) จึงได้ทดลองใช้เครื่องมือทดสอบความต้านทานแรงกระแทก ทดสอบตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งฯ เพื่อดูการทำงานของเครื่องมือทดสอบว่าสามารถใช้งานได้ดีตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดหรือไม่

รายละเอียดเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทก (Drop Test) เพื่อให้เป็นเครื่องมือทดสอบรายการความต้านแรงกระแทกและความต้านแรงกระทบของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม เนื่องจากตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม มอก.17-2532 ได้แนะนำรายละเอียดของเครื่องมือทดสอบแต่เพียงคร่าว ๆ โดยที่ไม่มีรายละเอียดของตัวเครื่องมือทดสอบและรูปร่างลักษณะของตุ้มน้ำหนักสำหรับการกระแทกไว้ทางฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรมจึงได้ทำการศึกษารายละเอียดของวิธีการทดสอบความต้านทานแรงกระแทกอย่างละเอียด และได้ทำการออกแบบและจัดสร้างเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทกขึ้นมาใช้เอง เพื่อเป็นการประหยัดงบประมาณในการสั่งซื้อเครื่องมือทดสอบจากต่างประเทศ และยังเป็นการฝึกฝนให้ผู้ทดสอบสามารถออกแบบเครื่องมือทดสอบไว้ใช้เองได้ และยังสามารถนำความรู้ที่ได้ไปเผยแพร่แก่ผู้ที่สนใจได้

เครื่องมือทดสอบความต้านทานแรงกระแทก ดังแสดงในรูปที่ 3 ในภาคผนวก ก. มีส่วนประกอบและรายละเอียดดังต่อไปนี้

ท่อเหล็กกลม ดังแสดงในรูปที่ 4 ในภาคผนวก ก. ทำจากเหล็กที่มีผิวเรียบ ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 140 มิลลิเมตร และมีความหนา 5 มิลลิเมตร ยาว 2,700 มิลลิเมตร ท่อเหล็กทรงกลมนี้จะติดตั้งตรงในแนวดิ่ง โดยมี CLAMP เหล็กยึดที่ปลายด้านล่างให้ติดกับกล่องไม้ ท่อเหล็กทรงกลมนี้จะทำหน้าที่เป็นเสาเพื่อให้ชุดปรับระดับความสูง-ต่ำซึ่งใช้เป็นที่ติดตั้งตุ้มน้ำหนัก ให้สามารถเลื่อนขึ้น-ลงในแนวดิ่งตามตำแหน่งที่ต้องการได้ และตุ้มน้ำหนักที่ติดตั้งไว้ก็สามารถที่จะปล่อยให้ตกลงมาในแนวดิ่งได้อย่างอิสระ โดยไม่มีความฝืด

รางเหล็ก ดังแสดงในรูปที่ 4 ในภาคผนวก ก. ทำจากเหล็กที่มีผิวเรียบ ซึ่งจะมีขนาดความกว้าง 3 มิลลิเมตร ความยาว 12 มิลลิเมตร และความสูง 2,700 มิลลิเมตร รางเหล็กจะยึดติดกับท่อเหล็กทรงกลมตลอดความยาวของท่อเหล็กทรงกลม โดยการเชื่อมให้ติดกันกับส่วนบนและส่วน

ล่างของท่อเหล็กทรงกลม รางเหล็กนี้มีสเกลบอกระยะความสูงไว้ มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร รางเหล็กจะทำหน้าที่เป็นรางเพื่อให้ชุดปรับระดับความสูง-ต่ำ เลื่อนขึ้น-ลงในแนวดิ่งได้อย่างสะดวก

CLAMP เหล็ก ดังแสดงในรูปที่ 4 ในภาคผนวก ก. ซึ่งจะมีขนาดความกว้าง 50 มิลลิเมตร ความหนา 5 มิลลิเมตร โดยมีรัศมีความโค้ง 200 มิลลิเมตร ที่ปลายทั้ง 2 ข้างจะเจาะรูขนาด 1/2 นิ้วไว้ CLAMP เหล็กจะทำหน้าที่เป็นตัวยึดให้ท่อเหล็กทรงกลมตั้งตรงในแนวดิ่งเข้ากับกล่องไม้ โดยใช้น็อตร้อยและขันล็อคด้วยนัท

ชุดปรับระดับความสูง-ต่ำ ดังแสดงในรูปที่ 5 ในภาคผนวก ก. ทำจากเหล็กมีผิวภายในเรียบ ซึ่งจะมีส่วนประกอบดังนี้ ปลอกเหล็ก (1) มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 140.5 มิลลิเมตร มีความหนา 10 มิลลิเมตร ความสูง 100 มิลลิเมตร ที่ตัวปลอกเหล็กจะทำเป็นร่องรูปสี่เหลี่ยมขนาดความกว้าง 3 มิลลิเมตร ความยาว 12 มิลลิเมตร ยาวตลอดความสูงของปลอกเหล็ก ด้านนอกของปลอกเหล็กตรงตำแหน่งที่ทำเป็นร่อง จะทำแขนเหล็กรูปสามเหลี่ยมยื่นออกมาขนาดความยาวฐาน 100 มิลลิเมตร ความสูง 90 มิลลิเมตร ความหนา 12 มิลลิเมตร โดยมีฐานรองรับเหล็กสามเหลี่ยมเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดความกว้าง 40 มิลลิเมตร ความยาว 100 มิลลิเมตร และความสูง 10 มิลลิเมตร โดยฐานรองรับรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะเชื่อมติดกับเหล็กสามเหลี่ยม แล้วนำไปเชื่อมติดกับตัวปลอกเหล็กอีกครั้งหนึ่งให้ยึดติดเป็นชิ้นเดียวกัน ใต้ฐานรองรับรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะมีแผ่นเหล็กรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (4) อีกชิ้นหนึ่งเชื่อมติดเอาไว้ ซึ่งจะใช้เป็นตัวติดตั้งตุ้มน้ำหนักสำหรับการกระแทก แผ่นเหล็กนี้จะมีขนาดกว้าง 40 มิลลิเมตร ยาว 140 มิลลิเมตร สูง 15 มิลลิเมตร ที่ส่วนปลายจะเจาะรูขนาด 20$\pm$0.5มิลลิเมตร รูที่เจาะนี้จะเป็นตำแหน่งที่ใช้ติดตั้งตุ้มน้ำหนัก โดยมีสลักล็อคเป็นตัวล็อคให้ตุ้มน้ำหนักค้างตัวอยู่ในตำแหน่งความสูงตามที่ต้องการ สลักล็อคนี้จะติดตั้งอยู่กับคันโยก (5) โดยทำงานสัมพันธ์กัน เมื่อโยกคันโยกเข้าหาตัวสลักล็อคจะหุบเข้า ทำให้ตุ้มน้ำหนักตกลงในแนวดิ่งกระทบกับท่อพีวีซีแข็งๆ คันโยกนี้จะทำด้วยเหล็กกลมตันมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 มิลลิเมตร ยาว 200 มิลลิเมตร เพื่อที่จะให้ชุดปรับระดับความสูง-ต่ำ ค้างอยู่ในตำแหน่งความสูงตามที่ต้องการ จึงได้ทำตัวล็อคปลอกเหล็ก (3) ให้ล็อคแน่นกับท่อเหล็กทรงกลม ตัวล็อคปลอกเหล็กก็จะมีสลักเป็นตัวล็อคปลอกเหล็กให้ยึดแน่นกับท่อเหล็กทรงกลม โดยทำงานสัมพันธ์กับแขนโยกตัวล็อค เมื่อขันแขนโยกตัวล็อคให้แน่น สลักล็อคก็จะยึดแน่นกับท่อเหล็กทรงกลมยิ่งขึ้น ทำให้ชุดปรับระดับความสูง-ต่ำ ค้างอยู่ในตำแหน่งตามต้องการได้

แท่นรองรับชิ้นทดสอบ ดังแสดงในรูปที่ 6 ในภาคผนวก ก. ทำจากไม้มีขนาดความกว้าง 200 มิลลิเมตร ความยาว 300 มิลลิเมตร ความสูง 100 มิลลิเมตร โดยมีร่องเป็นรูปตัววีที่มีมุม 120 องศา แท่นรองรับชิ้นทดสอบจะทำหน้าที่รองรับท่อพีวีซีแข็งฯให้อยู่ในร่องตัววีพอดี และวางติดตั้งอยู่

ที่ฐานของกล่องไม้ โดยให้จุดกึ่งกลางของร่องรูปตัววีอยู่ตรงกันกับตำแหน่งที่ติดตั้งตุ้มน้ำหนัก เพื่อให้ตุ้มน้ำหนักที่ตกลงมากระทบกับท่อพีวีซีแข็งฯ ตรงกันกับจุดกึ่งกลางของท่อพีวีซีแข็งฯพอดี

ตุ้มน้ำหนัก ดังแสดงในรูปที่ 7 ในภาคผนวก ก. ทำจากเหล็กที่มีผิวเรียบ ตุ้มน้ำหนักจะมีน้ำหนักตั้งแต่ 0.75 กิโลกรัมจนถึง 7.50 กิโลกรัม แล้วแต่ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของท่อพีวีซีแข็งฯ ดังแสดงในตารางที่ 9 ในภาคผนวก ข. เนื่องจากตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม มอก.17-2532 ไม่ได้กำหนดรูปร่างลักษณะของตุ้มน้ำหนักเอาไว้ เพียงแต่กำหนดผิวหน้าของตุ้มน้ำหนักให้มีผิวหน้าเป็นรูปครึ่งวงกลมรัศมี 12.5±0.05 มิลลิเมตร เท่านั้น ทางผู้ออกแบบจึงได้ทำการออกแบบรูปร่างลักษณะของตุ้มน้ำหนักขึ้นมาเองโดยมีข้อกำหนดเพียงผิวหน้าของตุ้มน้ำหนักเป็นรูปครึ่งวงกลมมีรัศมี 12.5±0.05 มิลลิเมตร และขนาดน้ำหนักของตุ้มน้ำหนักเท่านั้น ตุ้มน้ำหนักที่ได้ออกแบบขึ้นมาจะมีอยู่ 2 ส่วน ที่มีขนาดและรูปร่างลักษณะเหมือนกัน คือ ส่วนบนของตุ้มน้ำหนักซึ่งจะเป็นแกนเหล็กกลม จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มิลลิเมตรและความยาว 20 มิลลิเมตร ส่วนบนของตุ้มน้ำหนักจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางพอดีกับตำแหน่งที่ติดตั้งตุ้มน้ำหนัก ซึ่งติดอยู่กับชุดปรับระดับความสูง-ต่ำ และส่วนปลายของตุ้มน้ำหนักจะมีผิวหน้าเป็นรูปครึ่งวงกลมรัศมี 12.5±0.05 มิลลิเมตร ส่วนลำตัวของตุ้มน้ำหนักจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 50 มิลลิเมตร และมีความกว้าง 7.5 มิลลิเมตร โดยมีมุมเอียงเข้า 20 องศา และมีความยาวของลำตัวตุ้มน้ำหนักยาว 70 มิลลิเมตร สำหรับตุ้มน้ำหนักขนาด 0.75 กิโลกรัม และขนาดลำตัวตุ้มน้ำหนักมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 90 มิลลิเมตร มีความกว้าง 70 มิลลิเมตร โดยมีมุมเอียงเข้า 20 องศา และมีความยาวของลำตัวตุ้มน้ำหนักยาว 130 มิลลิเมตร สำหรับตุ้มน้ำหนักขนาด 7.5 กิโลกรัม

สาเหตุที่ออกแบบให้ตุ้มน้ำหนักมีส่วนปลายโตกว่าส่วนบนและมีมุมเอียงเข้าไปนั้นก็เพื่อให้ตุ้มน้ำหนักตกลงมาในแนวดิ่งได้โดยไม่เกิดการแกว่ง ซึ่งจะทำให้จุดตกกระทบของตุ้มน้ำหนักตกลงพอดีกับจุดกึ่งกลางของตัวท่อพีวีซีแข็ง ฯ และเพื่อเป็นการผลิตตุ้มน้ำหนักขนาดต่างๆ กันได้ง่ายขึ้น

กล่องไม้ ดังแสดงในรูปที่ 3 ในภาคผนวก ก. ซึ่งเป็นกล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 600 มิลลิเมตร สูง 600 มิลลิเมตร ความหนาของกล่องไม้ 6 มิลลิเมตร กล่องไม้นี้จะทำหน้าที่เป็นฐานติดตั้งท่อเหล็กทรงกลม โดยมี CLAMP เหล็กยึดไว้ที่กล่องไม้ เพื่อให้ท่อเหล็กทรงกลมตั้งตรงอยู่ในแนวดิ่ง และเป็นที่ติดตั้งแท่นรองรับชิ้นทดสอบให้กึ่งกลางของร่องตัววีอยู่ตรงกันกับตำแหน่งที่ติดตั้งตุ้มน้ำหนัก อีกทั้งกล่องไม้จะเป็นตัวช่วยป้องกันการกระดอนของตุ้มน้ำหนักตกใส่ผู้ทำการทดสอบด้วย

เมื่อได้ออกแบบพัฒนาเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทกแล้วเสร็จ ผู้ดำเนินการจึงได้นำตุ้มน้ำหนักไปทดสอบความถูกต้องของน้ำหนัก ซึ่งผลการสอบเทียบอยู่ในภาคผนวก หน้าที่ 46

เมื่อนำชิ้นส่วนชนิดต่างๆ ของเครื่องมือทดสองความต้านแรงกระแทกมาประกอบเข้าด้วยกัน จะได้เป็นเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทก ดังแสดงในรูปที่ 3 ในภาคผนวก ก. และได้นำเครื่องมือนี้ไปทดสอบกับตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งฯ ทั้ง 3 ชนิด ซึ่งผลของการใช้เครื่องมือทดสอบและผลการทดสอบอยู่หน้าหลัง

บทที่ 3
การทดสอบ

ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่มตาม มอก.17-2532 จะแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

1. ท่อปลายธรรมดา
2. ท่อปลายบาน แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ
    2.1 ชนิดต่อด้วยน้ำยา
    2.2 ชนิดต่อด้วยแหวนยาง

และท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม แบ่งเป็น 3 ชั้นคุณภาพตามความดันระบุดังตารางที่ 4 ในภาคผนวก ข.

ชื่อขนาดและมิติของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่มดังแสดงในตารางที่ 5 ในภาคผนวก ข.

ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ตาม มอก.216-2524 จะแบ่งออกเป็น 3 ชั้นคุณภาพ

1. ชั้นคุณภาพที่ 1 รับแรงกดได้มาก
2. ชั้นคุณภาพที่ 2 รับแรงกดได้ปานกลาง
3. ชั้นคุณภาพที่ 3 รับแรงกดได้น้อย

และท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ ยังกำหนดตามชื่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก และความหนาดังตารางที่ 6 ในภาคผนวก ข.

ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม ตาม มอก.999-2533 จะแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

1. ท่อปลายธรรมดา
2. ท่อปลายบาน แบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ
    2.1 ชนิดต่อด้วยน้ำยา
    2.2 ชนิดต่อด้วยวงแหวนยาง

และท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรมยังแบ่งเป็น 4 ชั้นคุณภาพ ตามความดันระบุดังตารางที่ 7 ในภาคผนวก ข.

ชื่อขนาดและมิติของท่อพีวีซีแข็งสำหรับในงานอุตสาหกรรม ดังแสดงในตารางที่ 8 ในภาคผนวก ข.

การทดสอบความต้านแรงกระแทก ของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม ทดสอบตาม มอก. 17-2532 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เครื่องมือทดสอบ

1. เครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทก (Drop Test) ซึ่งสามารถปล่อยตุ้มน้ำหนักให้ตกลงมากระทบท่อพีวีซีแข็งฯ ได้โดยสะดวก ดังแสดงในรูปที่ 3 ในภาคผนวก ก.

2. ตุ้มน้ำหนัก สำหรับเป็นตัวกระแทกท่อพีวีซีแข็งฯ ผิวหน้าของตุ้มน้ำหนักสำหรับการกระแทกเป็นรูปครึ่งวงกลม รัศมี 12.5±0.05 มิลลิเมตร มีผิวเรียบและไม่มีรอยตำหนิใดๆ มีขนาดและน้ำหนักต่างๆ กันเพื่อให้ได้น้ำหนักตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 9 ในภาคผนวก ข.

3. แท่นรองชิ้นทดสอบ มีร่องเป็นรูปตัววีที่มีมุม 120 องศา ยาวอย่างน้อย 300 มิลลิเมตร วางไว้ใต้ท่อให้ร่องตัววีอยู่ตรงแนวดิ่งของตุ้มมากที่สุด ห่างได้ไม่เกิน 2.5 มิลลิเมตร แท่นรองรับรูปตัววีจะต้องยึดให้ติดฐานอย่างแข็งแรง ผิวหน้าของร่องรูปตัววีต้องมีความกว้างพอ เมื่อวัดจากจุดสัมผัสกับชิ้นทดสอบถึงขอบบนจะต้องไม่น้อยกว่า 75 มิลลิเมตร และเมื่อตั้งเรียบร้อยแล้ว ผิวหน้าของร่องรูปตัววีต้องทำมุม 60 องศา กับแกนในแนวดิ่ง

4. เครื่องกลไกสำหรับยึดตุ้มน้ำหนักไว้เหนือชิ้นทดสอบในตำแหน่งความสูง 2,000±10 มิลลิเมตร เมื่อวัดจากปลายของตุ้มน้ำหนักถึงส่วนบนของชิ้นทดสอบ แล้วปล่อยให้ตกลงมาโดยสะดวกให้กระแทกชิ้นทดสอบในลักษณะเดียวกันทุกครั้ง

การเตรียมชิ้นทดสอบ

1. ตัดท่อตัวอย่างเป็นชิ้นทดสอบ ยาวเป็นสองเท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก แต่ต้องไม่น้อยกว่า 150 มิลลิเมตร และไม่เกิน 300 มิลลิเมตร ปลายชิ้นทดสอบต้องเรียบและมีระนาบตั้งฉากกับแนวแกนของท่อ

2. แช่ชิ้นทดสอบไว้ในอ่างน้ำซึ่งรักษาอุณหภูมิไว้ที่ 27±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง และทดสอบทันทีที่เอาชิ้นทดสอบขึ้นจากน้ำ

วิธีทดสอบ

1. ปรับตุ้มน้ำหนักตามขนาดของชิ้นทดสอบ ตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน เลื่อนตุ้มน้ำหนักให้ปลายล่างอยู่ห่างจากส่วนบน ของชิ้นทดสอบ 2,000±10 มิลลิเมตร ไม่ว่าชิ้นทดสอบจะมีขนาดเท่าใด ดังแสดงในรูปที่ 8 ในภาคผนวก ก.

2. ปล่อยตุ้มน้ำหนักให้ตกลงมาโดยสะดวก และกระแทกชิ้นทดสอบที่วางอยู่บนแกนรองรับรูปตัววี

ผลการทดสอบ

ตรวจดูชิ้นทดสอบดูว่าร้าว หรือแตกทะลุหรือไม่

การทดสอบความต้านแรงกระทบ ของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ทดสอบตาม มอก. 216-2524 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เครื่องมือทดสอบ

เครื่องมือทดสอบให้เป็นเช่นเดียวกับเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทกของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม ตาม มอก. 17-2532

การเตรียมชิ้นทดสอบ

การเตรียมชิ้นทดสอบให้เป็นเช่นเดียวกับ ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม ตาม มอก. 17-2532

วิธีทดสอบ

วิธีทดสอบ ให้เป็นเช่นเดียวกับ ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่มตาม มอก. 17-2532 โดยให้ปรับตุ้มน้ำหนักตามขนาดของท่อดังที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน และเลื่อนตุ้มน้ำหนักให้ปลายล่างอยู่ห่างจากส่วนบนของท่อ 600±2.5 มิลลิเมตร ไม่ว่าท่อจะมีขนาดเท่าใด ดังแสดงในรูปที่ 9 ในภาคผนวก ก.

ผลการทดสอบ

ชิ้นทดสอบต้องไม่มีรอยร้าวหรือแตกหัก

การทดสอบความต้านแรงกระแทก ของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม ทดสอบตาม มอก. 999-2533 มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เครื่องมือทดสอบ

เครื่องมือทดสอบ ให้เป็นเช่นเดียวกับเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทก ของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม ตาม มอก. 17-2532

การเตรียมชิ้นทดสอบ

การเตรียมชิ้นทดสอบ ให้เป็นชิ้นเดียวกับท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม ตาม มอก. 17-2532

วิธีทดสอบ

วิธีทดสอบให้เป็นเช่นเดียวกับ ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม ตาม มอก. 17-2532 ดังแสดงในรูปที่ 8 ในภาคผนวก ก.

หมายเหตุ ท่อที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก 18 มิลลิเมตร ให้ทดสอบโดย ใช้ตุ้มน้ำหนัก 0.5 กิโลกรัม

ผลการทดสอบ

ชิ้นทดสอบต้องไม่ร้าวหรือแตกทะลุ

เพื่อให้เข้าใจการทำงานของเครื่องมือทดสอบและวิธีการทดสอบได้ชัดเจนยิ่งขึ้นจึงขอนำวิธีการทำงานของเครื่องมือทดสอบ วิธีการทดสอบและผลการทดสอบตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งฯ ทั้ง 3 ชนิด มาแสดงดังนี้

1. นำท่อพีวีซีแข็งฯทั้ง 3 ชนิดมาตัดเป็นชิ้นทดสอบให้ได้ความยาวตามที่กำหนดไว้ใน มอก. 17-2532 มอก.216-2524 และ มอก. 999-2533 มาปรับสภาวะโดยการแช่ลงในอ่างน้ำที่อุณหภูมิ 27±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

2. นำชิ้นทดสอบไปวางลงบนแท่นรองรับชิ้นทดสอบรูปตัววี เลือกตุ้มน้ำหนักให้ได้ขนาดกับชิ้นทดสอบตามตารางที่ 9 หรือ 10 ในภาคผนวก ข. นำตุ้มน้ำหนักสอดเข้าไปในตำแหน่งที่ติดตั้งตุ้มน้ำหนัก สลักล็อคจะทำการล็อคให้ตุ้มน้ำหนักค้างอยู่ในแนวดิ่ง

3. เลื่อนปลอกเหล็กเพื่อปรับให้ได้ความสูง ดังรูปที่ 8 หรือ 9 ในภาคผนวก ก. ตามที่กำหนด ใน มอก.17-2532 มอก.216-2524 และ มอก.999-2533 ให้ได้ความสูงตามต้องการ แล้วล็อคปลอกเหล็กด้วยตัวล็อคปลอกเหล็ก

4. โยกคันโยกลงเพื่อให้สลักล็อคคลายออก ทำให้ตุ้มน้ำหนักตกลงมาในแนวดิ่งกระทบเข้ากับชิ้นทดสอบ

5. นำชิ้นทดสอบมาตรวจดูว่าชิ้นทดสอบมีรอยแตกร้าวหรือไม่

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบความต้านทานแรงกระแทกของตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม

ตัวอย่างที่	หมายเลขปฏิบัติ	ขนาดของท่อพีวีซี มิลลิเมตร	ชั้นคุณภาพ	ขนาดของตุ้มน้ำหนัก กิโลกรัม	ผลการทดสอบ	
					ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2
1	RP 194	80	PVC 8.5	2.25	√	√
2	RP 195	35	PVC 13.5	1.38	√	√
3	RP 196	100	PVC 5	2.75	√	√
4	RE 70	20	PVC 8.5	1.00	√	√
5	RE 71	18	PVC 8.5	0.75	√	√
6	RE 348	25	PVC 8.5	1.25	√	√
7	RI 937	18	PVC 13.5	0.75	√	√
8	RI 938	40	PVC 13.5	1.50	√	√
9	RI 939	65	PVC 13.5	2.00	√	√
10	RS 240	25	PVC 8.5	1.25	√	√
11	RS 241	20	PVC 8.5	1.00	√	√
12	RS 242	25	PVC 13.5	1.25	√	√
13	RS 524	25	PVC 8.5	1.25	√	√
14	RS 525	55	PVC 8.5	1.75	√	√
15	RS 526	55	PVC 13.5	1.75	√	√

หมายเหตุ เครื่องหมาย "√ " หมายความว่าเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 17-2532 กำหนด

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

จากตารางที่ 1 แสดงผลการทดสอบความต้านแรงกระแทกของตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม จำนวน 15 ชุด ตัวอย่าง (ใน 1 ชุดตัวอย่าง จะใช้ท่อทำการทดสอบ จำนวน 2 ท่อ) ซึ่งมีขนาดของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม ตั้งแต่ขนาด 18 มิลลิเมตร จนถึง 100 มิลลิเมตร และมีชั้นคุณภาพตั้งแต่ PVC 5 PVC 8.5 และ PVC 13.5 ตุ้มน้ำหนักที่ใช้ทดสอบความต้านแรงกระแทก มีขนาดน้ำหนักตั้งแต่ 0.75 กิโลกรัมจนถึง 2.75 กิโลกรัม ผลการทดสอบปรากฏว่าท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่มทั้ง 15 ชุดตัวอย่าง สามารถผ่านการทดสอบทุกตัวอย่าง เนื่องจากท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่มเป็นท่อที่ผลิตได้อย่างมีคุณภาพดี สามารถรับแรงกระแทกจากตุ้มน้ำหนักตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ที่ความสูง 2,000±10 มิลลิเมตร ได้โดยที่ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่มไม่เกิดการแตกหรือร้าว รวมถึงเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทกสามารถทำงานได้สัมพันธ์กันเป็นอย่างดี โดยที่ชุดปรับระดับความสูง-ต่ำ สามารถปรับระดับความสูงและล็อคให้อยู่ในตำแหน่งความสูงที่ต้องการได้ ตุ้มน้ำหนักซึ่งติดตั้งอยู่บนชุดปรับระดับความสูง-ต่ำตั้งตรงอยู่ในแนวดิ่ง และได้ฉากกับแท่นรองรับชิ้นทดสอบ เมื่อโยกคันโยกเพื่อให้สลักล็อคคลายออก ตุ้มน้ำหนักจะตกลงมากระแทกกับชิ้นทดสอบ ตุ้มน้ำหนักจะตกลงมาในแนวดิ่งโดยปราศจากความเสียดทาน กระแทกเข้าใส่ชิ้นทดสอบ และกระดอนออกจากชิ้นทดสอบ แต่จะอยู่ภายในกล่องไม้ ซึ่งจะไม่เกิดอันตรายต่อผู้ทำการทดสอบ

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบความต้านแรงกระทบของตัวอย่างท่อพีวีซีแข็ง สำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์

ตัวอย่างที่	หมายเลขปฏิบัติ	ขนาดของท่อพีวีซี มิลลิเมตร	ชั้นคุณภาพ	ขนาดของตุ้มน้ำหนัก กิโลกรัม	ผลการทดสอบ				
					ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3	ชิ้นที่ 4	ชิ้นที่ 5
1	QL 56	20	1	1.2	√	√	√	√	√
2	QV 235	18	1	0.6	√	√	√	√	√
3	QV 236	20	1	1.2	√	√	√	√	√
4	QV 237	35	1	1.2	√	√	√	√	√
5	QV 238	25	1	1.2	√	√	√	√	√
6	QV 239	40	1	1.2	√	√	√	√	√
7	QV 240	55	1	1.2	√	√	√	√	√
8	RG 893	55	1	1.2	√	√	√	√	√
9	RG 894	100	2	1.2	√	√	√	√	√
10	RI 940	18	1	0.6	√	√	√	√	√

หมายเหตุ เครื่องหมาย "√ " หมายความว่าเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 216-2524 กำหนด

จากตารางที่ 2 แสดงผลการทดสอบความต้านแรงกระทบตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ จำนวน 10 ชุดตัวอย่าง (ใน 1 ชุดตัวอย่างจะใช้ท่อทำการทดสอบจำนวน 5 ท่อ) ซึ่งมีขนาดของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ ตั้งแต่ขนาด 18 มิลลิเมตร จนถึง 100 มิลลิเมตร และมีทั้งชั้นคุณภาพที่ 1 และ 2 ตุ้มน้ำหนักที่ใช้ในการทดสอบความต้านแรงกระทบมี 2 ขนาด คือ ขนาด 0.6 กิโลกรัม และ 1.2 กิโลกรัม ผลการทดสอบปรากฏว่าท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ทั้ง 10 ชุดตัวอย่างสามารถผ่านการทดสอบทุกตัวอย่าง เนื่องจากท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ เป็นท่อที่ผลิตได้อย่างมีคุณภาพดี สามารถรับแรงกระทบจากตุ้มน้ำหนักตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนดที่ความสูง 600$\pm$2.5 มิลลิเมตร ได้โดยที่ทั้งท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ไม่เกิดการแตกหรือร้าว รวมถึงเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทก สามารถทำงานได้สัมพันธ์กันเป็นอย่างดี ดังเช่นกัน การทดสอบรายการความต้านแรงกระแทกของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ เป็นท่อน้ำดื่ม

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบความต้านแรงกระแทกของตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม

ตัวอย่างที่	หมายเลขปฏิบัติ	ขนาดของท่อพีวีซี มิลลิเมตร	ชั้นคุณภาพ	ขนาดของตุ้มน้ำหนัก กิโลกรัม	ผลการทดสอบ		
					ชิ้นที่ 1	ชิ้นที่ 2	ชิ้นที่ 3
1	RR 846	100	PVC 5	2.75	√	√	√
2	RR 847	20	PVC 8.5	1.00	√	√	√
3	RR 848	55	PVC 8.5	1.75	√	√	√
4	RR 849	18	PVC 13.5	0.50	√	√	√
5	RS 297	35	PVC 5	1.38	√	√	√
6	RS 299	40	PVC 5	1.50	√	√	√
7	RS 303	125	PVC 5	3.25	√	√	√
8	RS 305	150	PVC 5	3.75	√	√	√
9	RS 311	65	PVC 8.5	2.00	√	√	√
10	RS 313	80	PVC 8.5	2.25	√	√	√
11	RS 315	200	PVC 8.5	5.00	√	√	√
12	RS 321	25	PVC 13.5	1.25	√	√	√
13	RS 323	40	PVC 13.5	1.50	√	√	√
14	RS 325	55	PVC 13.5	1.75	√	√	√
15	RS 329	200	PVC 13.5	5.00	√	√	√

หมายเหตุ เครื่องหมาย "√ " หมายความว่าเป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 999-2533 กำหนด

จากตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบความต้านแรงกระแทกของตัวอย่างท่อพีวีซีแข็ง สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม จำนวน 15 ชุดตัวอย่าง (ใน 1 ชุดตัวอย่าง จะใช้ท่อทำการทดสอบจำนวน 3 ท่อ) ซึ่งมีขนาดของท่อพีวีซีสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรมตั้งแต่ขนาด 18 มิลลิเมตรจนถึง 200 มิลลิเมตร และมีชั้นคุณภาพตั้งแต่ PVC 5 PVC 8.5 และ PVC 13.5 ตุ้มน้ำหนักที่ใช้ทดสอบความต้านทานแรงกระแทก มีขนาดน้ำหนักตั้งแต่ 0.50 กิโลกรัม จนถึง 5 กิโลกรัม ผลการทดสอบปรากฏว่า ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม ทั้ง 15 ชุดตัวอย่าง สามารถผ่านการทดสอบทุกตัวอย่าง เนื่องจากท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม เป็นท่อที่ผลิตได้อย่างมีคุณภาพดี สามารถรับแรงกระแทกจากตุ้มน้ำหนักตามเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ที่ความสูง 2,000±10 มิลลิเมตรได้ โดยที่ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรมไม่เกิดการแตกหรือร้าว รวมถึงเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทก สามารถทำงานได้สัมพันธ์กันเป็นอย่างดี ดังเช่น ใช้กับการทดสอบรายการความต้านแรงกระแทกของท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม และรายการความต้านแรงกระทบของท่อพีวีซีสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์

บทที่ 4
วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการที่ได้ออกแบบและสร้างเครื่องมือทดสอบ ความต้านแรงกระแทก (DROP TEST) และได้นำมาทดลองทดสอบตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ และท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรมนั้นปรากฏว่า เครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทก สามารถใช้งานได้อย่างมั่นคงและพอดี เมื่อตุ้มน้ำหนักที่ปล่อยลงมากระทบชิ้นทดสอบ ชิ้นทดสอบก็ไม่กระดอนออกจากแท่นรองรับ สำหรับตำแหน่งที่ติดตั้งตุ้มน้ำหนัก สลักล็อคก็สามารถที่จะยึดตุ้มน้ำหนักให้ค้างอยู่ในตำแหน่งที่ตั้งตรงในแนวดิ่งได้ คันโยกเมื่อโยกเข้าหาตัว จะเป็นตัวดันให้สลักล็อคกลับเข้าไปภายในร่อง ทำให้ตุ้มน้ำหนักตกลงมากระทบกับชิ้นทดสอบ ตุ้มน้ำหนักที่ตกลงมานี้ จะปราศจากแรงเสียดทาน เนื่องจากเครื่องมือทดสอบ เมื่อตกลงกระทบกับท่อแล้วจะกระดอนออกห่างจากชิ้นทดสอบทุกครั้ง ไม่ เกิดการกระแทกชิ้นทดสอบซ้ำ ซึ่งจะเป็นการทดสอบที่ถูกต้อง ผลทดสอบ ที่ได้ก็ถูกต้องแม่นยำยิ่งขึ้น สำหรับปลอกเหล็ก ซึ่งจะเป็นตัวเลื่อนเพื่อปรับระดับความสูง-ต่ำ นั้น สามารถเลื่อนขึ้น-ลง ได้สะดวก ตัวล็อคที่ใช้ล็อคปลอกเหล็กเมื่อขันให้แน่นสามารถ ล็อคให้ปลอกเหล็กค้างอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการได้ การทำงานของเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทกสามารถทำงานได้สัมพันธ์กันดีทุกชิ้นส่วน

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

จากการออกแบบพัฒนาสร้างเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทกเพื่อใช้ทดสอบตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม ท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ และท่อพีวีซีสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม สามารถใช้งานได้เป็นอย่างดีตรงตามวัตถุประสงค์ของการทดสอบรายการความต้านแรงกระแทก และความต้านแรงกระทบ เครื่องมือทดสอบสามารถใช้งานได้อย่างง่ายดาย สะดวก และแข็งแรงทนทาน ไม่ต้องเสียเวลาบำรุงรักษาเครื่องมือทดสอบ ประโยชน์ที่ได้รับการสร้างมือทดสอบก่อให้เกิดทักษะการทำงานเพิ่มขึ้น ประหยัดค่าใช้จ่าย และระยะเวลาในการสั่งซื้อเครื่องมือทดสอบจากต่างประเทศ หน่วยงานในกรมวิทยาศาสตร์บริการเองสามารถนำความรู้ที่ได้ไปดัดแปลงออกแบบสร้างเครื่องมือทดสอบเป็นของตนเองได้ ซึ่งก่อให้เกิดประโยชน์แก่ทางราชการเพิ่มมากขึ้น

ทางฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรม จึงได้นำเอาเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทกมาใช้เป็นเครื่องมือทดสอบรายการความต้านแรงกระแทกและความต้านแรงกระทบของท่อพีวีซีแข็งฯ เพื่อให้บริการการทดสอบแก่ทางภาครัฐบาลและเอกชน ที่มาขอรับบริการการทดสอบและเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทกยังใช้เป็นเครื่องมือทดสอบอยู่ที่ฝ่ายวิเคราะห์ทดสอบทางวิศวกรรมจนถึงปัจจุบัน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินการใคร่ขอขอบคุณฝ่ายช่างกองฟิสิกส์และวิศวกรรม ในการช่วยจัดสร้างเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทก และคุณ บุญธรรม สิทปิยพันธ์ กลุ่มสอบเทียบเครื่องมือวัดวิเคราะห์ทดสอบ กองฟิสิกส์และวิศวกรรม ในการช่วยสอบเทียบตุ้มน้ำหนัก

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม. มอก.999-2533. 2533.
2. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม. มอก.17-2532. 2532.
3. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์. มอก.216-2524. 2524.
4. Australian Standard. SAA approval and testing specification for rigid PVC conduit for electrical wiring. ASC 173-1964AP. 1964.
5. International Organization For Standardization. Thermoplastics pipes for the transport of fluid-nominal outside diameters and nominal pressure. Part I : Metric series. ISO 161/1-1978. 1978.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

แสดงรูป กรรมวิธีการผลิต เครื่องมือทดสอบความต้านทานแรงกระแทก แสดงการติดตั้งชิ้นทดสอบเข้ากับเครื่องมือทดสอบความต้านทานแรงกระแทก และภาพถ่ายเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทก

		หน้า
รูปที่ 1	กรรมวิธีการผลิตเม็ดพลาสติก	28
รูปที่ 2	กรรมวิธีการผลิตท่อพีวีซี	29
รูปที่ 3	เครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทก	30
รูปที่ 4	แสดงส่วนประกอบของท่อเหล็กและรางเลื่อน	31
รูปที่ 5	แสดงส่วนประกอบของชุดปรับระดับความสูง-ต่ำ และติดตั้งตุ้มน้ำหนัก	32
รูปที่ 6	แท่นรองรับชิ้นทดสอบ	33
รูปที่ 7	ตุ้มน้ำหนัก	34
รูปที่ 8	แสดงการติดตั้งชิ้นทดสอบเข้ากับเครื่องทดสอบของตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้เป็นท่อน้ำดื่ม และสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม	35
รูปที่ 9	แสดงการติดตั้งชิ้นทดสอบเข้ากับเครื่องมือทดสอบของตัวอย่างท่อพีวีซีแข็งสำหรับใช้ร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์	36
รูปที่ 10	แสดงภาพถ่ายเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทกด้านหน้า	37
รูปที่ 11	แสดงภาพถ่ายเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทกด้านข้าง	38
รูปที่ 12	แสดงภาพถ่ายแท่นรองรับชิ้นทดสอบพร้อมกับชิ้นทดสอบ	39
รูปที่ 13	แสดงภาพถ่ายของตุ้มน้ำหนัก	40

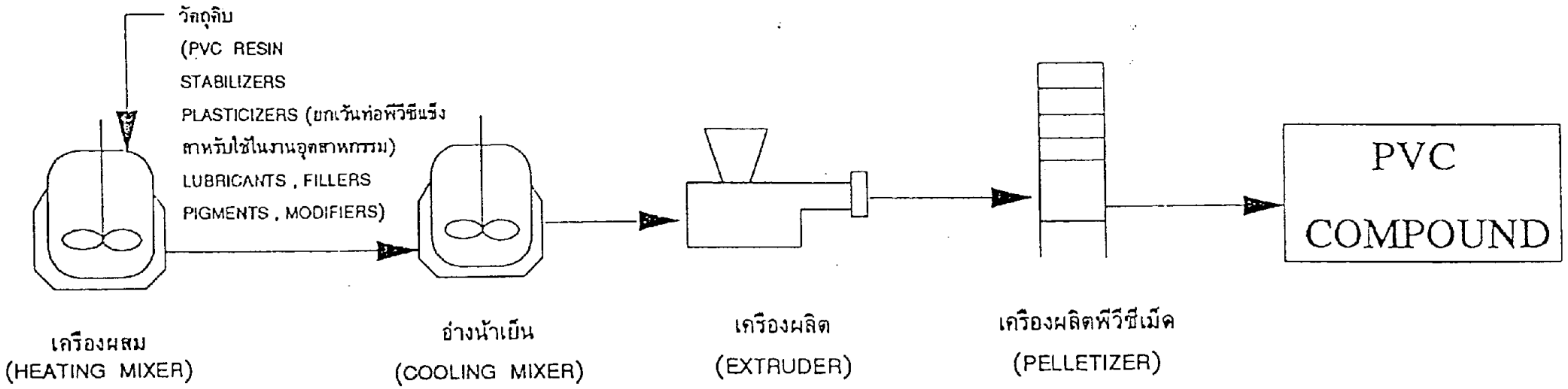
ภาคผนวก ข.

แสดงตารางคุณสมบัติของท่อพีวีซีแข็ง ฯ และผลการสอบเทียบ

		หน้า
ตารางที่ 4	ชั้นคุณภาพ	41
ตารางที่ 5	ชื่อขนาด มิติ และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของท่อปลายธรรมดา	42
ตารางที่ 6	ขนาดของท่อที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส	43
ตารางที่ 7	ชั้นคุณภาพ	43
ตารางที่ 8	ชื่อขนาด มิติ และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ของท่อปลายธรรมดา	44
ตารางที่ 9	น้ำหนัก ตุ้มสำหรับกระแทก	45
ตารางที่ 7	น้ำหนัก ตุ้มสำหรับกระทบ	45
ตารางแสดงผลการสอบเทียบชุดมวลทดสอบความต้านแรงกระแทก		46

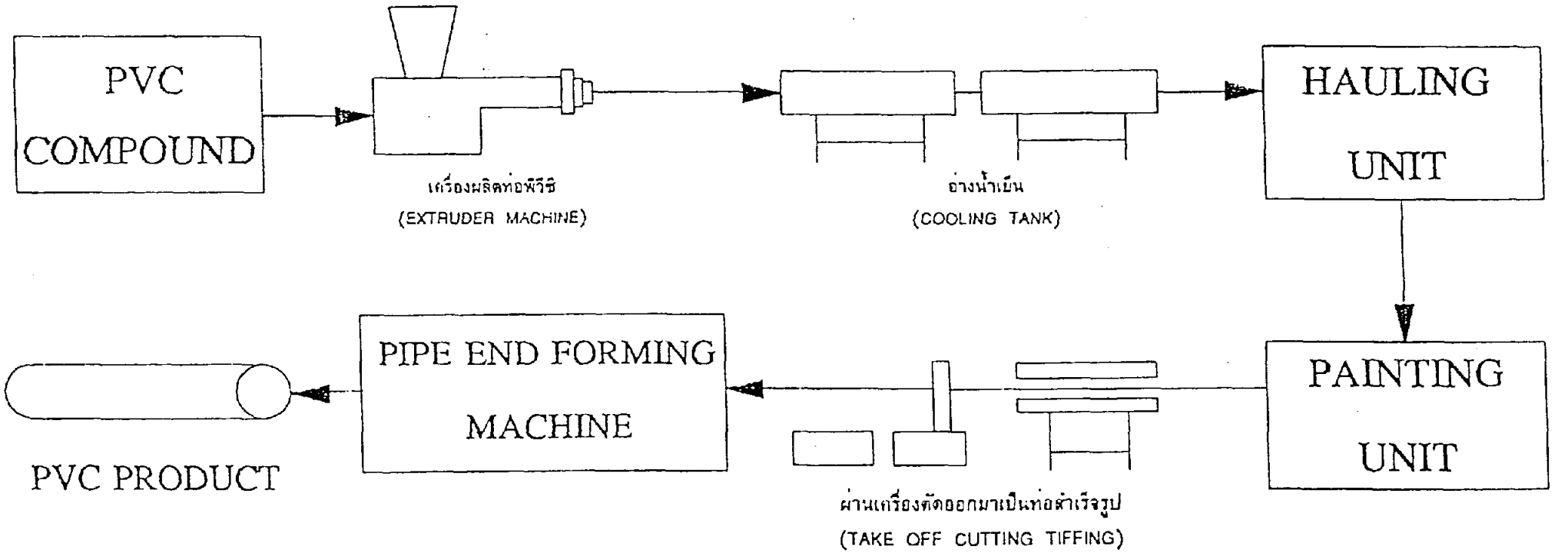
รูปที่ 1 กรรมวิธีการผลิตเม็ดพลาสติก

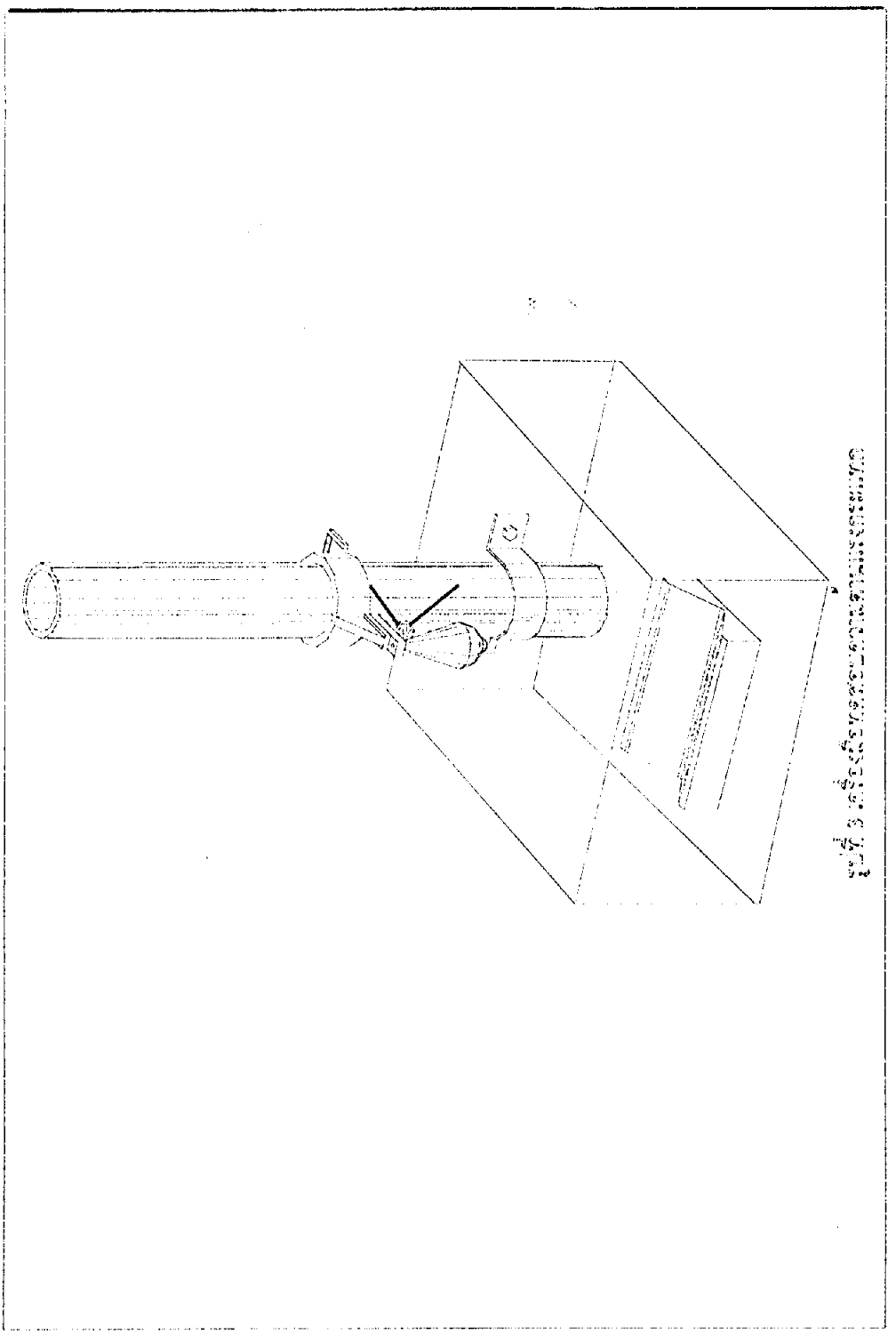
(Flow Sheet of PVC Compound)

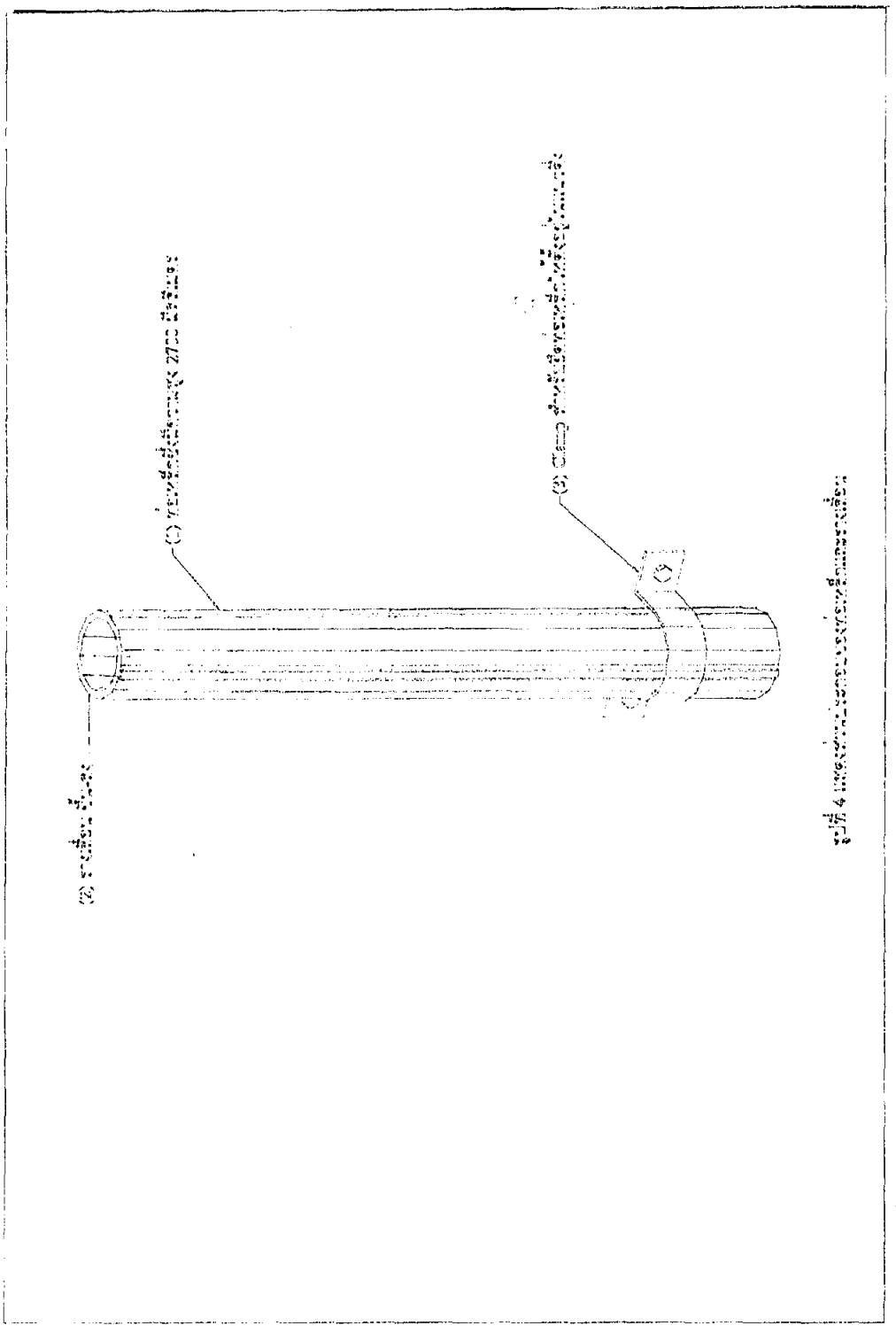


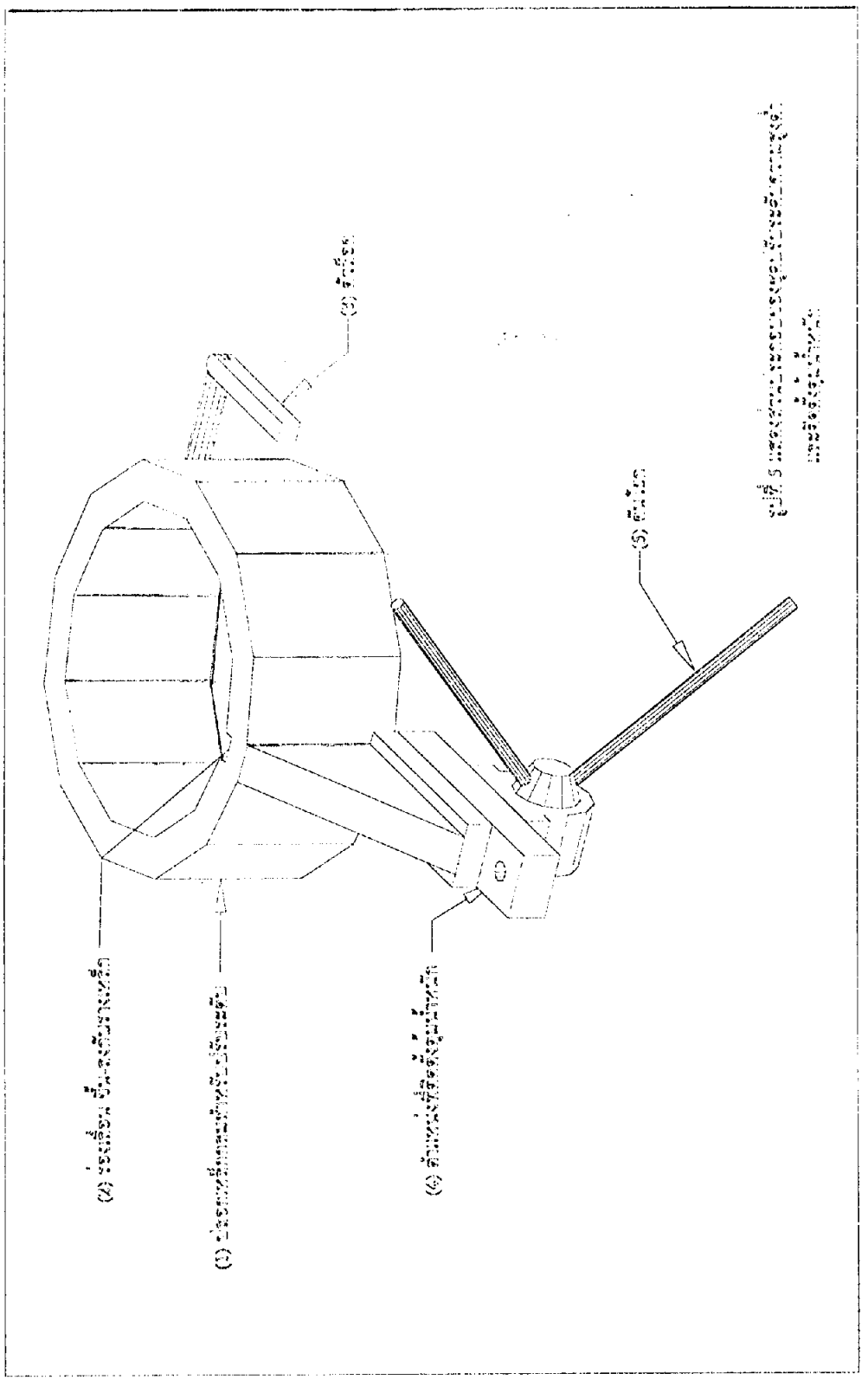
รูปที่ 2 กรรมวิธีการผลิตทอพีวีซี

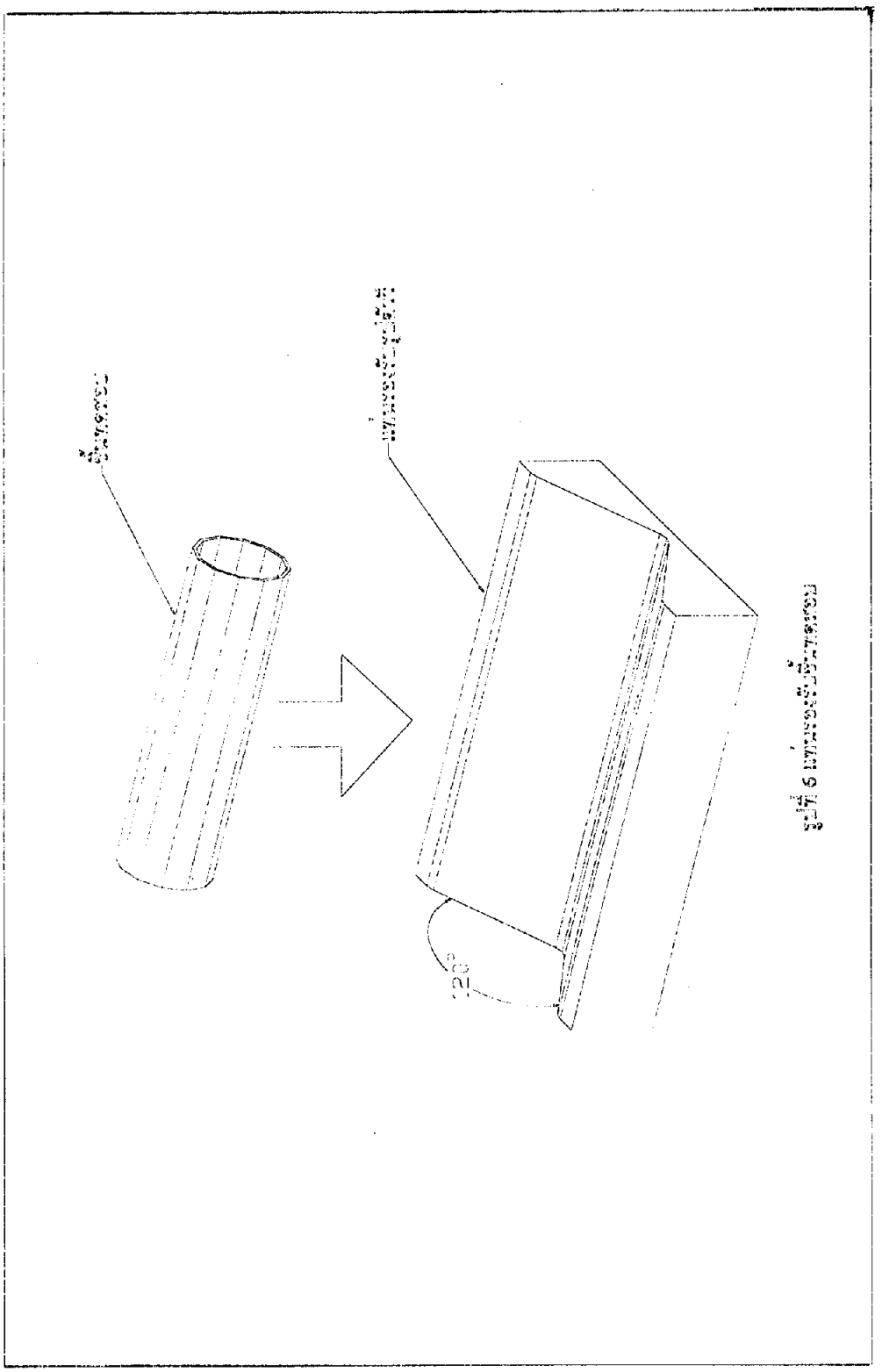
(Flow Sheet of PVC Pipe)

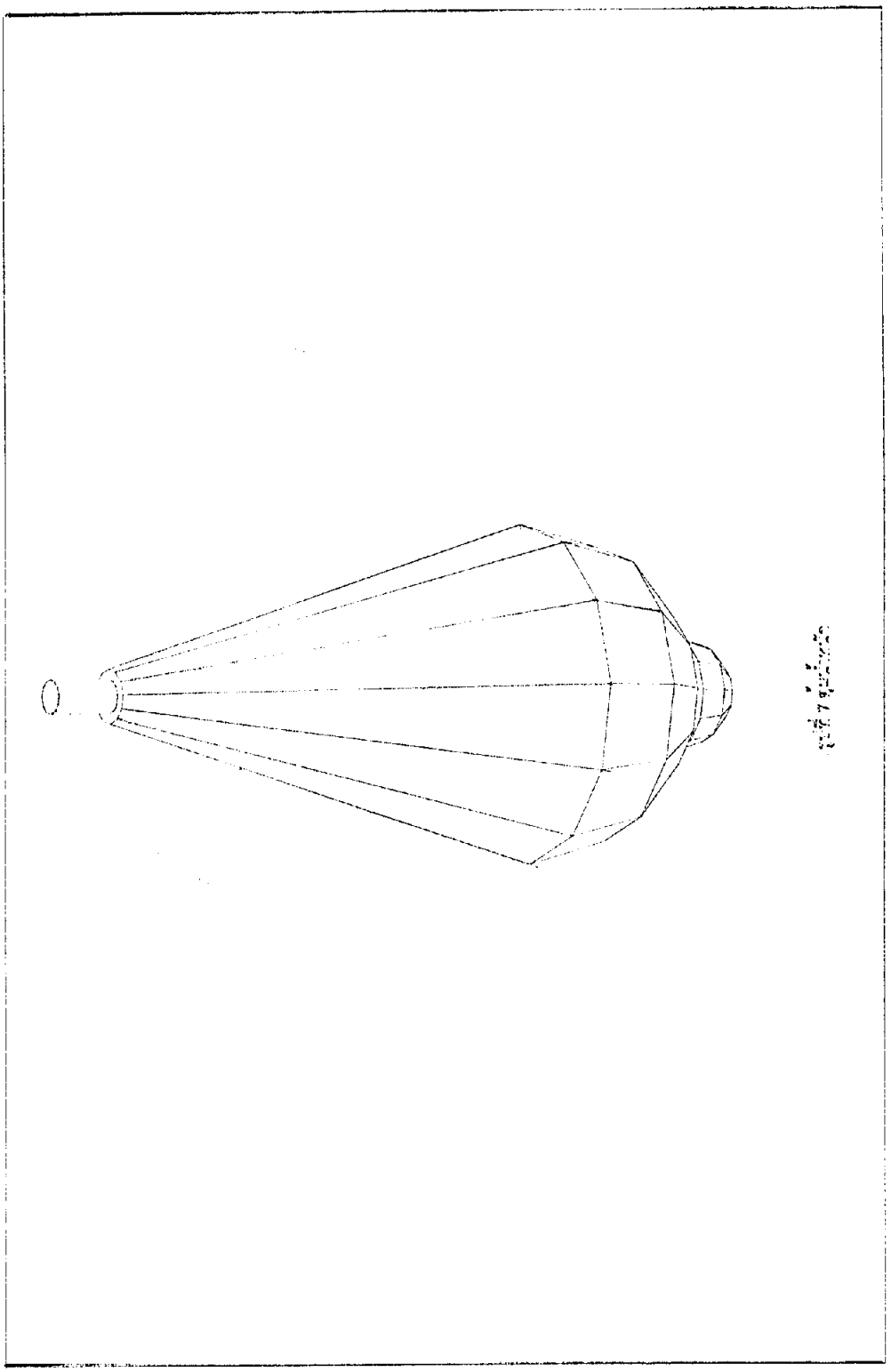


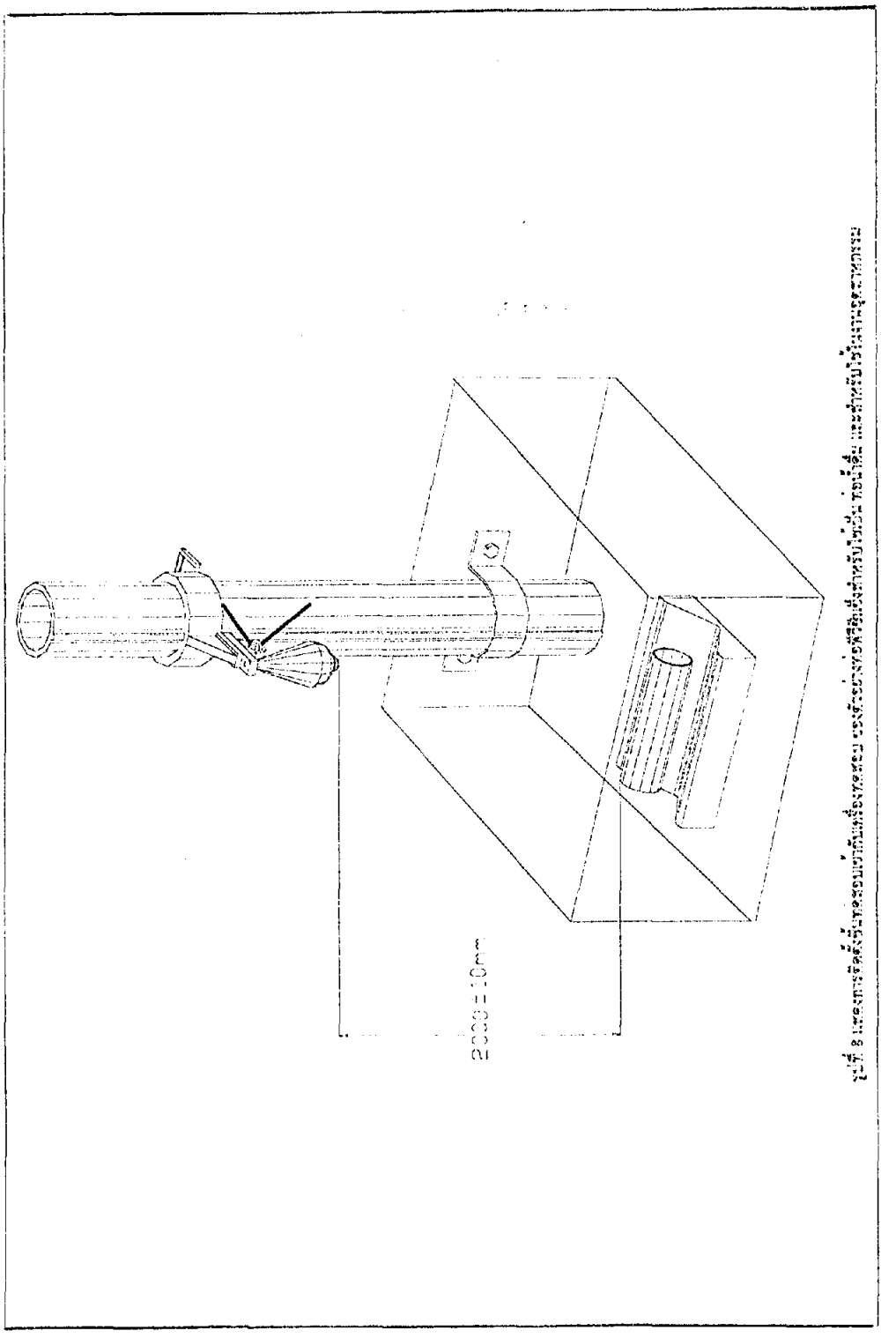




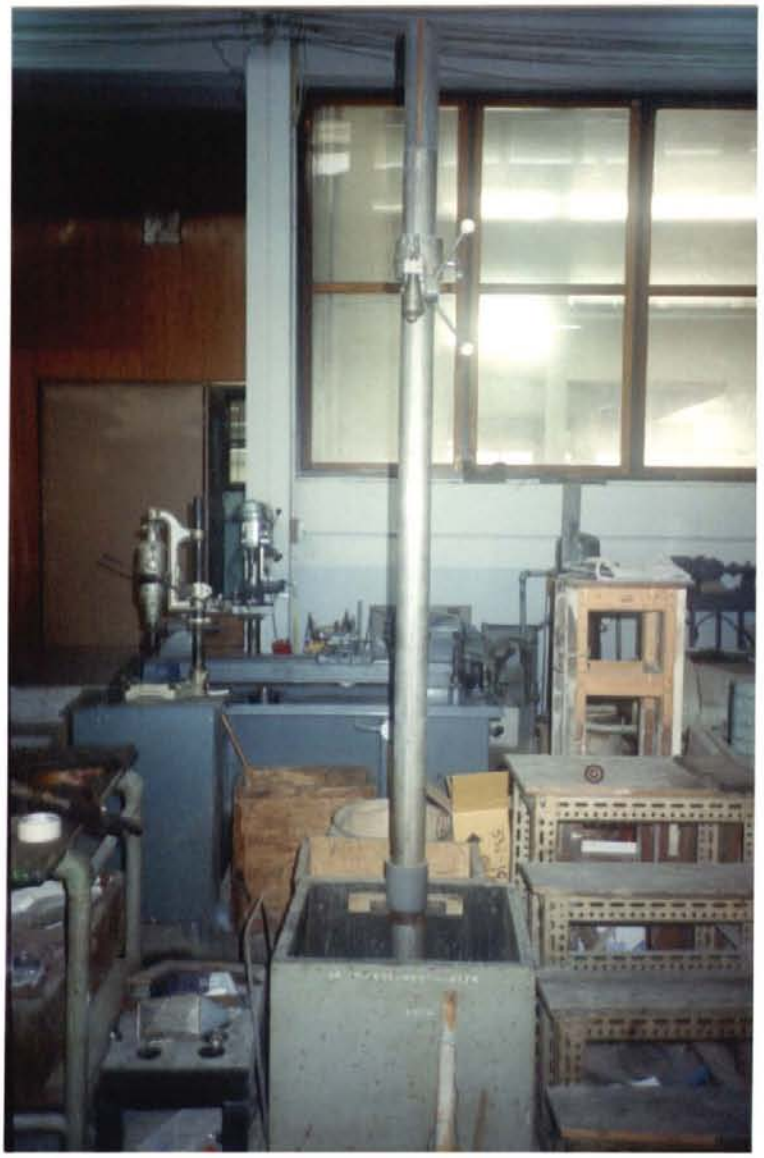



120°




2000±10mm

500 = 25mm



รูปที่ 10 แสดงภาพถ่ายเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทกด้านหน้า

รูปที่ 11 แสดงภาพถ่ายเครื่องมือทดสอบความต้านแรงกระแทกด้านข้าง

รูปที่ 12 แสดงภาพถ่ายแท่นรองรับชิ้นทดสอบพร้อมกับชิ้นทดสอบ

รูปที่ 13 แสดงภาพถ่ายของตุ้มน้ำหนัก

ชั้นคุณภาพ	ความดันระบุเมกะพาสคัล (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
PVC 5	0.50 (72.52)
PVC 8.5	0.85 (123.28)
PVC 13.5	1.35 (195.80)

ตารางที่ 4 ชั้นคุณภาพ

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชื่อขนาด	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ย	ความหนา		
		PVC 5	PVC 8.5	PVC 13.5
18	22±0.15	-	2.0±0.20	2.5±0.20
20	26±0.15	-	2.0±0.20	2.5±0.20
25	34±0.15	-	2.0±0.20	3.0±0.25
35	42±0.15	1.5±0.15	2.0±0.20	3.1±0.25
40	48±0.15	1.5±0.15	2.3±0.20	3.5±0.25
55	60±0.15	1.8±0.20	2.9±0.25	4.3±0.30
65	76±0.20	2.2±0.20	3.5±0.25	5.4±0.35
80	89±0.20	2.5±0.20	4.1±0.30	6.4±0.40
100	114±0.30	3.2±0.25	5.2±0.35	8.1±0.50
125	140±0.30	3.9±0.30	6.4±0.40	9.9±0.55
150	165±0.40	4.6±0.30	7.5±0.45	11.7±0.65
200	216±0.50	5.4±0.35	8.8±0.50	13.7±0.75
250	267±0.70	6.6±0.40	10.9±0.60	16.9±0.90
300	318±0.80	7.8±0.45	12.9±0.70	20.1±1.05
350	370±0.90	9.1±0.55	15.0±0.80	23.4±1.20
400	420±1.10	10.3±0.60	17.0±0.90	26.5±1.35
450	470±1.20	11.5±0.65	19.0±1.00	29.7±1.50
500	520±1.30	12.7±0.70	21.0±1.10	32.8±1.65
600	630±1.60	15.3±0.80	25.4±1.30	39.7±2.00

ตารางที่ 5 ชื่อขนาด มิติ และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของท่อปลายธรรมดา

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชื่อขนาด	เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอกของท่อ	ความหนาของท่อ		
		ชั้นคุณภาพที่ 1	ชั้นคุณภาพที่ 2	ชั้นคุณภาพที่ 3
15	18±0.20	2.0±0.2	-	-
18	22±0.20	2.0±0.2	-	-
20	26±0.25	2.0±0.2	-	-
25	34±0.30	3.0±0.3	-	-
35	42±0.35	3.5±0.4	-	-
40	48±0.40	4.0±0.4	-	-
55	60±0.50	4.5±0.4	-	-
65	76±0.50	4.5±0.4	-	-
80	89±0.50	5.9±0.4	4.5±0.3	2.5±0.25
100	114±0.50	7.0±0.4	5.7±0.35	3.0±0.3

ตารางที่ 6 ขนาดของท่อพีวีซีที่อุณหภูมิ 27 องศาเซลเซียส

ชั้นคุณภาพ	ความดันระบุเมกะพาสคัล (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)
PVC 0	ไม่รับความดัน
PVC 5	0.50 (72.52)
PVC 8.5	0.85 (123.28)
PVC 13.5	1.35 (195.80)

ตารางที่ 7 ชั้นคุณภาพ

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ชื่อขนาด	เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเฉลี่ย	ความหนา			
		PVC 0	PVC 5	PVC 8.5	PVC 13.5
15	18±0.15	-	-	-	2.0±0.20
18	22±0.15	-	-	2.0±0.20	2.5±0.20
20	26±0.15	-	-	2.0±0.20	2.5±0.20
25	34±0.15	-	-	2.0±0.20	3.0±0.25
35	42±0.15	-	1.5±0.15	2.0±0.20	3.1±0.25
40	48±0.15	-	1.5±0.15	2.3±0.20	3.5±0.25
55	60±0.15	-	1.8±0.20	2.9±0.25	4.3±0.30
65	76±0.20	2.0±0.20	2.2±0.20	3.5±0.25	5.4±0.35
80	89±0.20	2.0±0.20	2.5±0.20	4.1±0.30	6.4±0.40
100	114±0.30	2.5±0.20	3.2±0.25	5.2±0.35	8.1±0.50
125	140±0.30	2.8±0.20	3.9±0.30	6.4±0.40	9.9±0.55
150	165±0.40	3.4±0.25	4.6±0.30	7.5±0.45	11.7±0.65
200	216±0.50	3.4±0.25	5.4±0.35	8.8±0.50	13.7±0.75
250	267±0.70	3.4±0.25	6.6±0.40	10.9±0.60	16.9±0.90
300	318±0.80	3.4±0.25	7.8±0.45	12.9±0.70	20.1±1.05
350	370±0.90	3.9±0.30	9.1±0.55	15.0±0.80	23.4±1.20
400	420±1.10	4.4±0.30	10.3±0.60	17.0±0.90	26.5±1.35
450	470±1.20	5.0±0.35	11.5±0.65	19.0±1.00	29.7±1.50
500	520±1.30	5.5±0.35	12.7±0.70	21.0±1.10	32.8±1.65
600	630±1.60	6.5±0.40	15.3±0.80	25.4±1.30	39.7±2.00

ตารางที่ 8 ชื่อขนาด มิติ และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของท่อปลายธรรมดา

เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก (มิลลิเมตร)	น้ำหนักตุ้ม (กิโลกรัม)
22	0.75
26	1.00
34	1.25
42	1.38
48	1.50
60	1.75
76	2.00
89	2.25
114	2.75
140	3.25
165	3.75
216	5.00
267	6.25
เท่ากับหรือมากกว่า 318	7.50

ตารางที่ 9 น้ำหนักตุ้มสำหรับกระแทก

ชื่อขนาด	15 และ 18	ตั้งแต่ 20 ขึ้นไป
น้ำหนักตุ้ม (กิโลกรัม)	0.6	1.2

ตารางที่ 10 น้ำหนักตุ้มสำหรับกระทบ

รายงานผลการสอบเทียบชุดมวลทดสอบความต้านแรงกระแทก

มวล No	น้ำหนักมวล g	ค่าความไม่แน่นอน g
1	752	±1
2	1,003	±1
3	1,253	±1
4	1,383	±1
5	1,503	±1
6	1,754	±1
7	1,999	±1
8	2,251	±1
9	2,752	±1
10	3,253	±1
11	3,748	±1
12	5,002	±1
13	6,251	±1
14	7,502	±1

หมายเหตุ

1. ชุดมวลทดสอบความต้านแรงกระแทก ตัวอย่างได้รับการสอบเทียบ ณ. ห้องปฏิบัติการด้านมวลกรมวิทยาศาสตร์บริการ โดยชั่งในอากาศเปรียบเทียบกับชุดมวลมาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์บริการ ซึ่งผ่านกระบวนการสอบเทียบกับมวลมาตรฐาน 1 kg ที่ย้อนกลับไปยัง NIST
2. อุณหภูมิห้อง, ความชื้นสัมพัทธ์และความดันบรรยากาศระหว่างการสอบเทียบเท่ากับ (20.5±1)°C, (65±5)% และ (1007.3±3) mbar ตามลำดับ
3. ค่าความไม่แน่นอนประเมินตาม ISO R111 (1994) ใช้ Coverage factor (k=2) หรือระดับความเชื่อมั่นประมาณ 95%
4. สอบเทียบเมื่อวันที่ 4 ตุลาคม 2539

(นายบุญธรรม ลิมป์ปิยพันธ์)
นักวิทยาศาสตร์ 5