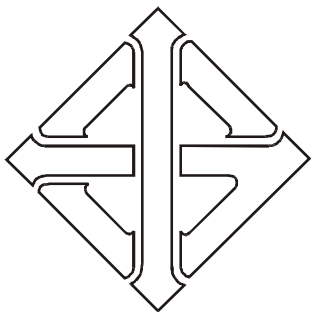




มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 81-2548

ท่อซีเมนต์ใยหินชนิดทนความดัน

STANDARD FOR ASBESTOS CEMENT PRESSURE PIPES

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 23.040.01

ISBN 978-974-292-346-4

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ท่อซีเมนต์ใยหินชนิดทนความดัน

มอก. 81 – 2548

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 123 ตอนที่ 68ง
วันที่ 20 กรกฎาคม พุทธศักราช 2549

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 22
มาตรฐานท่อกระเบื้องกระดาชนิดทนความดัน

ประธานกรรมการ

นายนิത്യ นิติเอกบุตร

การประปานครหลวง

กรรมการ

นายวินิจ ชัยชนะศิริวิทยา

กรมโยธาธิการและผังเมือง

นางอภิญา จำวัง

นายพนมกร ไทยสันติสุข

กรมชลประทาน

นายสมชาย ธรรมสัจจุล

นายอานนท์ เหลืองบริบูรณ์

กรมทางหลวง

นายกิตติพันธ์ ยัมประเสริฐ

นายบุญดวง สารศักดิ์

สำนักการโยธา กรุงเทพมหานคร

นายวิชัย เรืองรุ่ง

นายสุชาติ แก้วทอง

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

นายศาดราวุธ เหมนิธิ

นายปฏิกร ณ สงขลา

สมาคมสถาปนิกสยามในพระบรมราชูปถัมภ์

นางวัฒนา แพรไพศาล

บริษัท ชลประทานซีเมนต์ จำกัด

นายพิรุณ เอื้ออัจจิมากุล

นายบุญพงษ์ กิจวัฒนาชัย

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

นายมานิตย์ กุศลพัฒน์

กรรมการและเลขานุการ

นายนิราศ เทียมวงศ์

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ท่อซีเมนต์ใยหินชนิดทนความดัน ได้ประกาศใช้เป็นครั้งแรกเป็นมาตรฐานเลขที่ มอก.81-2517 ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 91 ตอนที่ 89 วันที่ 24 พฤษภาคม พุทธศักราช 2517 แก้ไขครั้งที่ 1 เป็นมาตรฐานเลขที่ มอก.81-2529 ในราชกิจจานุเบกษา ฉบับพิเศษ เล่ม 103 ตอนที่ 103 วันที่ 19 มิถุนายน พุทธศักราช 2529 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาวะปัจจุบัน ของอุตสาหกรรมท่อซีเมนต์ใยหินชนิดทนความดัน จึงได้แก้ไขปรับปรุงโดยยกเลิกมาตรฐานเดิม และกำหนดมาตรฐานนี้ ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดขึ้นโดยอาศัยข้อมูลและผลการทดสอบภายในประเทศจากผู้ทำและเอกสาร ต่อไปนี้เป็นแนวทาง

ISO 2785-1986 (E)	Directives for selection of asbestos-cement pipes subject to external loads with or without internal pressure
-------------------	---

มอก.15 เล่ม 1-2547	ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์
--------------------	----------------------

มอก.126-2548	ข้อต่อซีเมนต์ใยหินชนิดทนความดัน
--------------	---------------------------------

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เป็นเล่มหนึ่งในอนุกรมมาตรฐาน ชุดท่อซีเมนต์ใยหินชนิดทนความดันซึ่งมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมในชุดมีอีกเล่มหนึ่งคือ

มอก.126-2548	ข้อต่อซีเมนต์ใยหินชนิดทนความดัน
--------------	---------------------------------

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตาม มาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 3484 (พ.ศ. 2549)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ท่อซีเมนต์ใยหินชนิดทนความดัน

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ท่อซีเมนต์ใยหินชนิดทนความดัน มาตรฐาน
เลขที่ มอก.81-2529

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1030 (พ.ศ.2529)
ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 เรื่อง ยกเลิกและกำหนดมาตรฐาน
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ท่อซีเมนต์ใยหินชนิดทนความดัน ลงวันที่ 4 มิถุนายน พ.ศ.2529 และออกประกาศกำหนด
มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ท่อซีเมนต์ใยหินชนิดทนความดัน มาตรฐานเลขที่ มอก.81-2548 ขึ้นใหม่ ดังมี
รายการละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ให้มีผลเมื่อพ้นกำหนด 90 วัน นับแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2549

สุริยะจึงรุ่งเรืองกิจ

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ท่อซีเมนต์ใยหินชนิดทนความดัน

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะท่อซีเมนต์ใยหินชนิดทนความดัน

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 ท่อซีเมนต์ใยหินชนิดทนความดัน ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “ท่อ” หมายถึง ท่อที่ทำขึ้นด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ใยหินหรืออาจมีเส้นใยอื่นผสม และนำไปใช้งานประปาและงานอื่นที่เหมาะสม
- 2.2 ขนาดระบุ หมายถึง เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อเป็นมิลลิเมตรโดยไม่รวมเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

3. ชั้นคุณภาพ

- 3.1 ท่อที่มีขนาดระบุไม่เกิน 1 000 แบ่งชั้นคุณภาพ ตามความดันทดสอบไฮดรอลิก (work hydraulic test pressure, TP) เป็น 12 ชั้นคุณภาพ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชั้นคุณภาพของท่อที่มีขนาดระบุไม่เกิน 1 000
(ข้อ 3.1)

ชั้นคุณภาพ	ความดันทดสอบไฮดรอลิก	
	เมกะพาสคัล	บาร์
PP 5	0.5	5
PP 6	0.6	6
PP 10	1.0	10
PP 12	1.2	12
PP 15	1.5	15
PP 18	1.8	18
PP 20	2.0	20
PP 24	2.4	24
PP 25	2.5	25
PP 30	3.0	30
PP 35	3.5	35
PP 36	3.6	36

หมายเหตุ การเลือกใช้ท่อให้เหมาะสมกับงาน ให้เป็นไปตามข้อ 3.3

- 3.2 ท่อที่มีขนาดระบุเกิน 1 000 ไม่กำหนดชั้นคุณภาพตามตารางที่ 1 ชั้นคุณภาพให้เป็นไปตามข้อกำหนดเฉพาะของการนำไปใช้งาน
- 3.3 อัตราส่วนระหว่างความดันแตก (bursting pressure, BP) กับความดันทดสอบไฮดรอลิก และอัตราส่วนระหว่างความดันแตกกับความดันใช้งานไฮดรอลิก (hydraulic working pressure, WP) ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อัตราส่วนของความดัน
(ข้อ 3.3)

ขนาดระบุ	$\frac{BP}{TP}$	$\frac{BP}{WP^{1)}$
50 ถึง 100	2	4
125 ถึง 200	1.75	3.5
250 ถึง 500	1.5	3
600 ถึง 1 000	1.5	2.5
1 100 ถึง 2 500	1.5	2.5

หมายเหตุ ¹⁾ WP ให้รวมถึงความดันที่เกิดอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ด้วย

3.4 แบบปลายท่อ

แบบปลายท่อเป็นแบบปลายเรียบทั้งสองด้าน

4. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

4.1 ขนาด

4.1.1 ขนาดระบุ

อนุกรมของขนาดระบุ ให้เป็นไปตามตารางที่ 3 ขนาดระบุที่ไม่อยู่ในวงเล็บเป็นค่านิยมที่นำไปใช้งาน

ตารางที่ 3 ขนาดระบุ
(ข้อ 4.1.1)

ขนาดระบุ		
50	450	1 600
60	500	(1 700)
75 หรือ 80	600	1 800
100	700	(1 900)
125	800	2 000
150	900	(2 100)
175	1 000	2 200
200	(1 100)	(2 300)
250	1 200	2 400
300	(1 300)	2 500
350	1 400	
400	1 500	

หมายเหตุ สำหรับท่อที่มีขนาดระบุไม่เกิน 1 000 ยอมให้ทำท่อที่มีขนาดระบุแตกต่างไปจากที่กำหนดในตารางที่ 3 ได้ และมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามตารางที่ 4 โดยแสดงท่อที่มีขนาดระบุไว้ในเอกสารแนะนำผลิตภัณฑ์ของผู้ทำ

- 4.1.2 ขนาดระบุ เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน ความยาว ความหนา และเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของท่อ ให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 4
- การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.1
- 4.1.3 ระยะกลึงเรียบและระยะลบมุม ที่เหมาะสมนำไปใช้งานกับข้อต่อซีเมนต์ใยหินชนิดทนความดัน มาตรฐานเลขที่ มอก.126 แนะนำให้เป็นไปตามรูปที่ 1 และตารางที่ 5

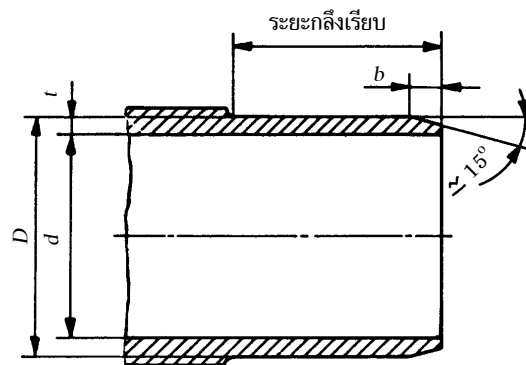
ตารางที่ 4 ขนาดระบุ เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน ความยาว ความหนา และเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก
(ข้อ 4.1.2)

ขนาดระบุ	เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน ¹⁾ <i>d</i>	ความยาว ²⁾ <i>l</i>	ความหนา ¹⁾ <i>t</i>						เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก ¹⁾ <i>D</i>					
			ชั้นคุณภาพ						ชั้นคุณภาพ					
			PP 5	PP 10	PP 15	PP 20	PP 25	PP 35	PP 5	PP 10	PP 15	PP 20	PP 25	PP 35
100	100 +a -3.5	4 000 +5 -20 หรือ 5 000 +5 -20	-	-	9 +a -1.0	10 +a -1.5	13 +a -2.0	19 +a -2.0	-	-	118±0.6	120±0.6	126±0.6	138±0.6
150	150 +a -4.0		-	-	10 +a -1.5	13 +a -2.0	17 +a -2.0	25 +a -2.5	-	-	170±0.6	176±0.6	184±0.6	200±0.6
200	200 +a -4.5		-	13 +a -2.0	13 +a -2.0	17 +a -2.0	22 +a -2.5	33 +a -2.5	-	226±0.6	226±0.6	234±0.6	244±0.6	266±0.6
250	250 +a -5.0		12 +a -2.0	14 +a -2.0	15 +a -2.0	19 +a -2.0	25 +a -2.5	34 +a -2.5	274±0.6	278±0.6	280±0.6	288±0.6	300±0.6	318±0.6
300	300 +a -5.5		14 +a -2.0	17 +a -2.0	17 +a -2.0	22 +a -2.5	30 +a -2.5	41 +a -3.0	328±0.6	334±0.6	334±0.6	344±0.6	360±0.6	382±0.6
400	400 +a -6.5		18 +a -2.0	21 +a -2.5	22 +a -2.5	30 +a -2.5	40 +a -3.0	55 +a -3.0	436±0.8	442±0.8	444±0.8	460±0.8	480±0.8	510±0.8
500	500 +a -7.5		22 +a -2.5	25 +a -2.5	30 +a -2.5	40 +a -3.0	47 +a -3.0	68 +a -3.5	544±0.8	550±0.8	560±0.8	580±0.8	594±0.8	636±0.8
600	600 +a -8.5		25 +a -2.5	30 +a -2.5	35 +a -3.0	47 +a -3.0	56 +a -3.0	82 +a -3.5	650±1.0	660±1.0	670±1.0	694±1.0	712±1.0	764±1.0
800	800 +a -10.5		30 +a -2.5	38 +a -3.0	43 +a -3.0	58 +a -3.0	75 +a -3.5	108 +a -4.0	860±1.0	876±1.0	886±1.0	916±1.0	950±1.0	1016±1.0
1 000	1 000 +a -12.5		35 +a -3.0	42.5 +a -3.0	58 +a -3.0	73 +a -3.5	93 +a -4.0	135 +a -4.0	1 070±1.2	1 085±1.2	1 116±1.2	1 146±1.2	1 186±1.2	1 270±1.2

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

หมายเหตุ a คือ ไม่จำกัด

- 1) เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน และความหนา เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก ของขนาดระบุและชั้นคุณภาพที่ไม่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 4 ให้เป็นไปตามที่ผู้ทำระบุ
- 2) ยอมให้ทอมีความยาวน้อยกว่า 4 000 มิลลิเมตร หรือ 5 000 มิลลิเมตรได้ แต่ความยาวระบุต้องเป็นค่าพหุคูณของ 500 มิลลิเมตร



รูปที่ 1 ระยะกลึงเรียบและระยะลบมุม
(ข้อ 4.1.3)

ตารางที่ 5 ระยะกลึงเรียบ และระยะลบมุม
(ข้อ 4.1.3)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร		
ขนาดระบุ	ระยะกลึงเรียบ	ระยะลบมุม
100	103	15
150	103	17
200 ถึง 300	103	19
400 ถึง 600	120	19
700 ถึง 1 000	165	19

หมายเหตุ ระยะกลึงเรียบและระยะลบมุมของท่อที่มีขนาดระบุเกิน 1 000 ให้เป็นไปตามที่ผู้ทำระบุ

5. ส่วนประกอบและการทำ

- 5.1 ท่อต้องทำด้วยสารผสมที่เป็นเนื้อเดียวกัน ประกอบด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ซึ่งเป็นไปตาม มอก.15 เล่ม 1 เป็นส่วนใหญ่ ไยหินหรือเส้นใยอื่นที่มีคุณภาพดีและน้ำ

6. คุณลักษณะที่ต้องการ

6.1 ลักษณะทั่วไป

6.1.1 ผิวภายในของท่อต้องเรียบและสม่ำเสมอ

หมายเหตุ ผิวภายในท่อ ยอมให้มีรอยเล็กน้อยที่เกิดจากแบบแม่พิมพ์ในกระบวนการผลิต

6.1.2 ผิวภายในและ/หรือภายนอกของท่อ อาจมีการเคลือบที่เหมาะสมตามข้อกำหนดของผู้ซื้อ

6.1.3 ส่วนของท่อที่ใช้ประกอบกับแหวนยาง ข้อต่อ ต้องมีเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกเป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 4 ระยะกึ่งเรียบต้องมีความยาวที่เหมาะสมกับแบบของข้อต่อ และต้องป้องกันการรั่วซึมของน้ำได้

6.1.4 รูปร่างของปลายท่อที่ตกแต่งแล้ว ต้องประกอบเข้ากับข้อต่อตาม มอก.126 ได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการวัด

6.2 ความโค้ง

ความเบี่ยงเบนสูงสุด (f) ตามวิธีวัดในรูปที่ 2ก) และวัดบนผิวหน้าภายนอกที่จุดกึ่งกลาง หรือความเบี่ยงเบนสูงสุด (j) ตามวิธีที่วัดในรูปที่ 2ข) และวัดจากพื้นราบกับผิวหน้าภายนอกที่ปลายท่อ ต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 6

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.2

ตารางที่ 6 ความเบี่ยงเบนสูงสุดจากความโค้ง
(ข้อ 6.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร				
ขนาดระบุ			f	j
50 ถึง 150			5.5 l	6.5 l
175 ถึง 400			4.5 l	5.5 l
450 ถึง 2 500			3.0 l	4.0 l

หมายเหตุ l คือ ความยาวของท่อ เป็นเมตร

6.3 ความทนความดันทดสอบไฮดรอลิก

6.3.1 ท่อที่มีขนาดระบุไม่เกิน 1 000 ให้ทดสอบตามข้อ 9.3 ทุกท่อ และท่อต้องไม่แตก ร้าว รั่ว หรือปรากฏรอยซึมใดๆ ที่เห็นได้จากผิวภายนอกท่อ

6.3.2 ท่อที่มีขนาดระบุเกิน 1 000 ให้ทดสอบโดยวิธีอื่น ตามที่ตกลงกันระหว่างผู้ทำกับผู้ซื้อ

6.4 ลักษณะเฉพาะทางกล

6.4.1 ความต้านแรงดันแตก (bursting strength, R_t)

ท่อต้องมีความต้านแรงดันแตกไม่น้อยกว่า 22 เมกะพาสคัล ยกเว้นในกรณีที่ท่อที่มีขนาดระบุเกิน 1 200 ความต้านแรงดันแตกที่กำหนดไว้อาจลดลงได้ไม่เกินร้อยละ 20 ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ทำกับผู้ซื้อ สำหรับท่อที่มีขนาดใหญ่ต้องมีตัวประกอบความปลอดภัย (safety factor) เป็นไปตามที่กำหนดใน ISO 2785

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.4

6.4.2 ความต้านแรงอัดแตกตามขวาง (transverse crushing strength, R_c)

ท่อต้องมีความต้านแรงอัดแตกตามขวางไม่น้อยกว่า 44 เมกะพาสคัล ยกเว้นในกรณีที่ท่อที่มีขนาดระบุเกิน 1 200 ความต้านทานแรงอัดแตกตามขวางอาจลดลงได้ไม่เกินร้อยละ 20 ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ทำกับผู้ซื้อ สำหรับท่อที่มีขนาดใหญ่ต้องมีตัวประกอบความปลอดภัยเป็นไปตามที่กำหนดใน ISO 2785 การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.5

6.4.3 ความต้านแรงดัดโค้งตามยาว (longitudinal bending strength, R_f)

ให้ใช้เฉพาะกับท่อที่มีขนาดระบุไม่เกิน 150 โดยต้องมีความต้านแรงดัดโค้งตามยาวไม่น้อยกว่า 24.5 เมกะพาสคัล

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.6

หมายเหตุ 1. ลักษณะเฉพาะทางกล อาจแสดงค่าโหลดท้ายสุด (ultimate load) อย่างไรก็ตามความต้านแรงดันที่ได้จากการทดสอบตามข้อ 9.4 ข้อ 9.5 และข้อ 9.6 ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดในข้อ 6.4.1 ข้อ 6.4.2 และข้อ 6.4.3 ตามลำดับ

2. อาจทดสอบกับตัวอย่างทดสอบที่ไม่ต้องแช่น้ำก็ได้ โดยให้ใช้ค่าต่อไปนี้

- ความต้านแรงดันแตกไม่น้อยกว่า 24 เมกะพาสคัล
- ความต้านแรงอัดแตกตามขวางไม่น้อยกว่า 48.5 เมกะพาสคัล
- ความต้านแรงดัดโค้งตามยาวไม่น้อยกว่า 27 เมกะพาสคัล

ค่าที่กำหนดของความต้านแรงดันแตกและความต้านแรงอัดแตกตามขวางของท่อที่มีขนาดระบุเกิน 1 200 อาจลดลงได้ไม่เกินร้อยละ 20 (ดูข้อ 6.4.1 และข้อ 6.4.2)

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่ท่อทุกท่ออย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมาย แจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และถาวร

- (1) ชั้นคุณภาพ
 - (2) ขนาดระบุและความยาวระบุ
 - (3) วัน เดือน ปีที่ทำ หรือรหัสรุ่นที่ทำ
 - (4) ชื่อผู้ทำ หรือโรงงานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

8.1 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

9. การทดสอบ

9.1 ขนาด

9.1.1 เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน

9.1.1.1 ท่อที่มีขนาดระบุไม่เกิน 500

ให้ตรวจสอบความสม่ำเสมอของเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน ด้วยลูกทรงกลมหรือแผ่นกลมที่ทำด้วยวัสดุที่ไม่เปลี่ยนขนาดเมื่อถูกน้ำ โดยกลิ้งหรือสอดผ่านเข้าไปในท่อ ลูกทรงกลมหรือแผ่นกลมนั้นต้องกลิ้งผ่านได้ตลอดท่อ ถ้าใช้แผ่นกลม ต้องให้แผ่นตั้งฉากกับแกนของท่อตลอดการทดสอบ

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกทรงกลมหรือแผ่นกลม ต้องมีขนาดเล็กกว่าขนาดระบุของท่อได้ไม่เกินค่าที่คำนวณได้จากสูตร $2.5 + 0.01d$ เป็นมิลลิเมตร

เมื่อ d คือ ขนาดระบุของท่อ

9.1.1.2 ท่อขนาดระบุเกิน 500

ให้ตรวจสอบความสม่ำเสมอของเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อ โดยการวัดที่แต่ละปลายท่อ ให้วัดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ตำแหน่ง ที่ทำมุมกัน 60 องศา ด้วยเครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง ± 1 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางที่วัดได้ทั้ง 6 ตำแหน่ง ต้องมีขนาดเล็กกว่าขนาดระบุของท่อได้ไม่เกินค่าที่คำนวณได้จากสูตรข้างต้น

9.1.2 ความหนาของผนังท่อ

ให้ใช้เครื่องวัดที่วัดได้ละเอียดถึง 0.1 มิลลิเมตร วัดที่ปลายทั้งสองตรงส่วนที่กลิ้งเรียบ (นอกส่วนที่ลบมุมปลายละ 2 ตำแหน่งที่ตั้งฉากกัน) แล้วรายงานผลที่วัดได้ทั้ง 4 ค่า

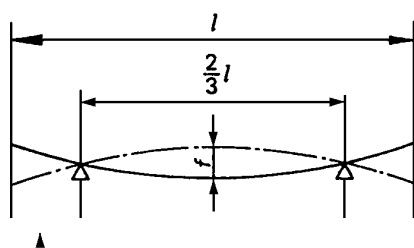
9.1.3 ความยาวระบุ

ให้ใช้สายวัดโลหะที่วัดได้ละเอียดถึง 1 มิลลิเมตร และยาวพอที่จะวัดความยาวของท่อทั้งท่อนได้ในครั้งเดียว วัดระยะจากปลายหนึ่งของท่อไปยังอีกปลายหนึ่งของท่อ วัดเช่นนี้ 4 ตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งห่างกันประมาณ 1 ใน 4 ของเส้นรอบวงปลายท่อ เฉลี่ยค่าที่วัดได้ทั้ง 4 ค่าเป็นความยาวท่อ

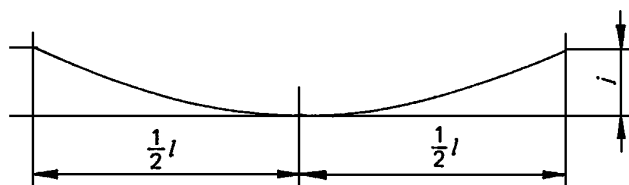
9.2 ความโค้ง

ให้ตรวจสอบด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้ โดยผู้ทำเป็นผู้เลือก

- กลิ้งท่อไปบนคานาคู่ที่วางขนานกันอยู่ในระดับเดียวกัน และห่างกันเท่ากับ $2/3$ ใน 3 ของความยาวระบุของท่อ (1) ดังแสดงในรูปที่ 2ก) หรือ
- กลิ้งท่อไปบนพื้นราบ ดังแสดงในรูปที่ 2ข)



2ก)



2ข)

รูปที่ 2 การวัดความโค้งของท่อ

(ข้อ 6.2 และข้อ 9.2)

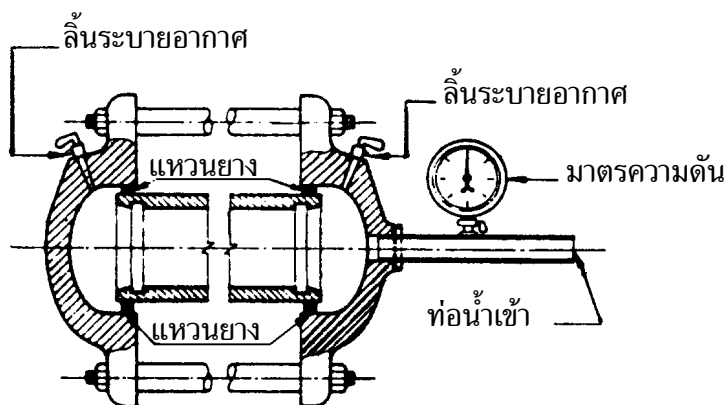
9.3 ความทนความดันทดสอบไฮดรอลิก

9.3.1 เครื่องมือ

เครื่องทดสอบความดันทดสอบไฮดรอลิก ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 3

9.3.2 วิธีทดสอบ

- 9.3.2.1 ใช้ผ้าครอบที่เหมาะสมครอบหัวท้ายของท่อตัวอย่างให้แน่นสนิท แล้วต่อเข้ากับเครื่องทดสอบความดันทดสอบไฮดรอลิก โดยวัดความดันภายในด้วยมาตรความดันที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว และมีความเที่ยงตรงที่อ่านได้ 0.05 เมกะพาสคัล (0.5 บาร์)
- 9.3.2.2 เพิ่มความดันที่ละน้อยในอัตราที่สม่ำเสมอจนถึงค่าที่กำหนดตามชั้นคุณภาพของท่อตัวอย่างในตารางที่ 1 และรักษาระดับความดันนั้นไว้เป็นเวลา 30 วินาที แล้วตรวจพินิจ
- 9.3.2.3 ยอมให้เวลาการทดสอบลดลงเหลือ 5 วินาทีได้สำหรับท่อที่มีขนาดระบุไม่เกิน 350 ที่ชั้นคุณภาพเดียวกัน แต่ความดันภายในต้องเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 ของค่าที่กำหนดในตารางที่ 1



รูปที่ 3 เครื่องทดสอบความดันทดสอบไฮดรอลิก
(ข้อ 9.3.1)

9.4 ความต้านแรงดันแตก

9.4.1 เครื่องมือ

เครื่องทดสอบความต้านแรงดันแตก

9.4.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

9.4.2.1 ความยาวของชิ้นทดสอบ

ความยาวของชิ้นทดสอบ ขึ้นอยู่กับวิธีการปิดแน่นเมื่ออยู่ในภาวะความดัน ดังนี้

- (1) ถ้าการปิดแน่นของชิ้นทดสอบเป็นการปิดแน่นที่ด้านในท่อ ความยาวต้องไม่น้อยกว่า 500 มิลลิเมตร แต่ไม่เกิน 1 000 มิลลิเมตร สำหรับท่อทุกขนาดระบุ
- (2) ถ้าการปิดแน่นของชิ้นทดสอบเป็นการปิดแน่นที่ด้านนอกท่อ ความยาวต่ำสุดให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 7 หรือคำนวณจากสูตร

$$I_1 = 500 + 2c + 6.5 d \sqrt{\frac{t}{d}}$$

เมื่อ I_1 คือ ความยาวของชิ้นทดสอบ เป็นมิลลิเมตร

c คือ ระยะระหว่างปลายเรียบของชิ้นทดสอบกับแหวนยางที่ใช้ในการปิดแน่น เป็นมิลลิเมตร

t คือ ความหนาของผนังท่อ เป็นมิลลิเมตร

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน ของชิ้นทดสอบที่วัดได้โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากการวัดที่ปลายทั้งสอง ปลายละสองตำแหน่งตั้งฉากกัน เป็นมิลลิเมตร

ตารางที่ 7 ความยาวต่ำสุดของชิ้นทดสอบ
(ข้อ 9.4.2.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ขนาดระบุ	ความยาวต่ำสุดของชิ้นทดสอบ สำหรับทดสอบความต้านแรงดันแตก
50 ถึง 100	750
125 ถึง 250	1 000
300 ถึง 500	1 500
600 ถึง 700	2 000
800 ถึง 1 000	2 500
1 100 ถึง 1 300	3 000
1 400 ถึง 1 600	3 500
1 700 ถึง 2 500	4 000

หมายเหตุ ในกรณีของข้อ 9.4.2.1 (1) ให้ตัดชิ้นทดสอบจากทรงกระบอก
ของท่อโดยไม่มีการกลึงเรียบ

ในกรณีของข้อ 9.4.2.1 (2) ให้กลึงเรียบปลายชิ้นทดสอบ ให้มี
ความหนาไม่น้อยกว่าความหนาระบุของผนังท่อที่รวมเกณฑ์
ความคลาดเคลื่อนด้วย

9.4.2.2 การแช่น้ำ

นำชิ้นทดสอบไปแช่น้ำเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง (ดูหมายเหตุ 2 ของข้อ 6.4) ทั้งวิธีการ
ปิดแน่นที่ด้านในหรือด้านนอกตามที่ผู้ทำระบุ ท่อที่มีขนาดระบุเกิน 2 000 ให้ทดสอบด้วยวิธีการ
ปิดแน่นที่ด้านในเท่านั้น

หลังจากนั้นให้นำชิ้นทดสอบขึ้นมาทดสอบตามข้อ 9.4.3 ทันที

9.4.3 วิธีทดสอบ

ต่อชิ้นทดสอบเข้ากับเครื่องทดสอบความดันทดสอบไฮดรอลิกด้วยข้อต่อแบบเดียวกับที่ใช้ในงานจริง
และระวังอย่าให้เกิดแรงกดตามแนวแกนท่อ เพิ่มความดันทีละน้อยในอัตราที่สม่ำเสมอจนชิ้นทดสอบแตก
โดยใช้เวลาไม่น้อยกว่า 15 วินาที แต่ไม่เกิน 30 วินาที บันทึกค่าความดันที่ทำให้ชิ้นทดสอบแตก

หมายเหตุ ในกรณีที่ชิ้นทดสอบไม่แตก เมื่อความดันทดสอบทำให้มีอัตราส่วนของความดันมากกว่าที่กำหนด
ในตารางที่ 2 ให้ถือว่าชิ้นทดสอบเป็นไปตามข้อกำหนดนี้

9.4.4 วิธีคำนวณ (ในกรณีที่ขึ้นทดสอบแตก)

คำนวณหาค่าความต้านแรงดันแตก (R_t) ได้จากสูตร

$$R_t = \frac{p(d+e)}{2e}$$

เมื่อ R_t คือ ความต้านแรงดันแตก เป็นเมกะพาสคัล

p คือ ความดันที่ทำให้ขึ้นทดสอบแตก เป็นเมกะพาสคัล

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของขึ้นทดสอบที่วัดได้ โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากการวัดที่ปลายทั้งสอง ปลายละ 2 ตำแหน่งที่ตั้งฉากกัน เป็นมิลลิเมตร

e คือ ความหนาของขึ้นทดสอบที่วัดได้ตรงรอยแตก โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากการวัดตามความยาว ของรอยแตก 3 ตำแหน่ง เป็นมิลลิเมตร

9.5 ความต้านแรงอัดแตกตามขวาง

9.5.1 การเตรียมขึ้นทดสอบ

9.5.1.1 ความยาวของขึ้นทดสอบ

ตัดท่อตัวอย่างทำเป็นขึ้นทดสอบ ให้มีความยาวดังนี้

- 1) 200 มิลลิเมตร สำหรับท่อที่มีขนาดระบุตั้งแต่ 50 ถึง 300
- 2) 300 มิลลิเมตร สำหรับท่อที่มีขนาดระบุตั้งแต่ 350 ถึง 2 500

9.5.1.2 การแช่น้ำ

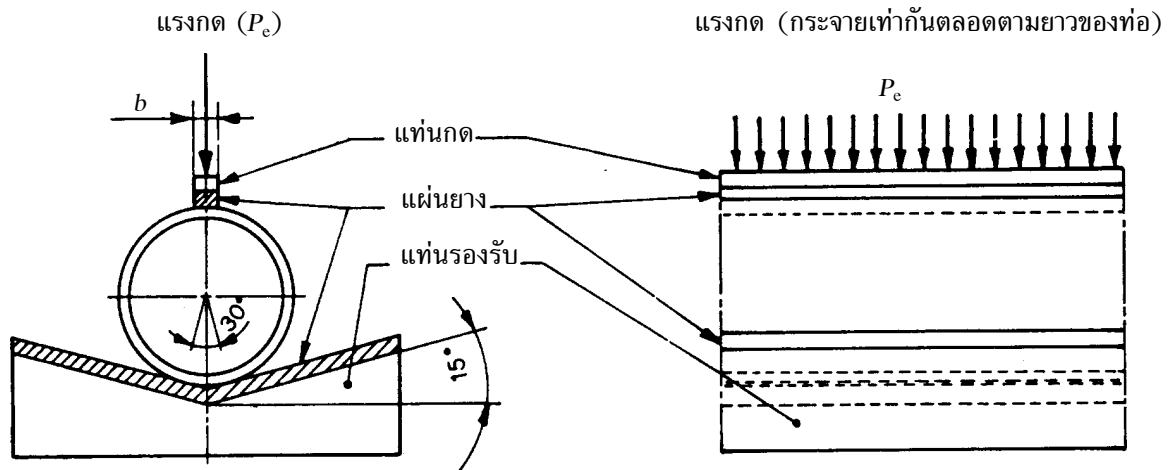
นำขึ้นทดสอบไปแช่น้ำเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นให้นำขึ้นทดสอบขึ้นมามาทดสอบ ตามข้อ 9.5.2 ทันที

9.5.2 วิธีทดสอบ

9.5.2.1 วางขึ้นทดสอบบนแท่นรองรับทำด้วยโลหะหรือไม้เนื้อแข็ง มีร่องรูปตัววี (V-shape) ทำมุม 150 องศา ดังแสดงในรูปที่ 4

แท่นกดทำด้วยวัสดุเดียวกันกับแท่นรองรับ ที่มีความกว้าง (b) สัมพันธ์กับขนาดระบุของท่อ เป็นไปตามตารางที่ 8

ระหว่างแท่นกดกับขึ้นทดสอบและแท่นรองรับกับขึ้นทดสอบ ให้รองด้วยแผ่นยางที่มีความแข็ง 60 ± 5 shore A-degrees มีความหนา 15 มิลลิเมตร และมีความกว้าง ความยาวตามความเหมาะสม กับขึ้นทดสอบ



รูปที่ 4 การทดสอบความต้านแรงอัดแตกตามขวาง
(ข้อ 9.5.2)

ตารางที่ 8 ความกว้างของแท่นกด
(ข้อ 9.5.2)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร		
ขนาดระบุ		b
50 ถึง 250		25
300 ถึง 350		35
400 ถึง 450		50
500 ถึง 600		60
700 ถึง 800		85
900 ถึง 1 000		105
1 100 ถึง 1 200		130
1 300 ถึง 1 400		150
1 500 ถึง 1 600		175
1 700 ถึง 1 800		195
1 900 ถึง 2 000		220
2 100 ถึง 2 200		240
2 300 ถึง 2 400		265
2 500		290

9.5.2.2 เพิ่มแรงกด (P_c) ขึ้นทีละน้อยในอัตราที่สม่ำเสมอจนชั้นทดสอบแตก โดยใช้เวลาไม่น้อยกว่า 15 วินาที แต่ไม่เกิน 30 วินาที แล้วบันทึกค่าแรงกดที่ทำให้ชั้นทดสอบแตก

9.5.3 วิธีการคำนวณ

คำนวณหาค่าความต้านแรงอัดแตกตามขวาง ได้จากสูตร

$$R_c = n \frac{P_c (3d + 5e)}{I_2 e^2}$$

เมื่อ R_c คือ ความต้านแรงอัดแตกตามขวาง เป็นเมกะพาสคัล

n คือ ค่าคงที่เท่ากับ 0.26 สำหรับท่อที่มีขนาดระบุไม่เกิน 100 และ 0.30 สำหรับท่อที่มีขนาดระบุเกิน 100

P_c คือ แรงกดที่ทำให้ชั้นทดสอบแตก เป็นนิวตัน

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของชั้นทดสอบที่วัดได้จริง โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากการวัดที่ปลายทั้งสอง ปลายละ 2 ตำแหน่งที่ตั้งฉากกัน เป็นมิลลิเมตร

e คือ ความหนาของชั้นทดสอบที่วัดได้ตรงรอยแตก โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากการวัดตามความยาวของรอยแตก 3 ตำแหน่ง เป็นมิลลิเมตร

I_2 คือ ความยาวของชั้นทดสอบที่วัดได้จริง เป็นมิลลิเมตร

9.6 ความต้านแรงดัดโค้งตามยาว

การทดสอบตามข้อนี้ให้ใช้ทดสอบเฉพาะท่อที่มีขนาดระบุไม่เกิน 150

9.6.1 การเตรียมชั้นทดสอบ

9.6.1.1 ความยาวของชั้นทดสอบ

ให้ใช้ท่อตัวอย่างทั้งท่อน หรือตัดท่อนตัวอย่างทำเป็นชั้นทดสอบให้ยาวไม่น้อยกว่า 2 200 มิลลิเมตร

9.6.1.2 การแช่น้ำ

นำชั้นทดสอบไปแช่น้ำเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 48 ชั่วโมง หลังจากนั้นให้นำชั้นทดสอบขึ้นมาทดสอบตามข้อ 9.6.2 ทันที

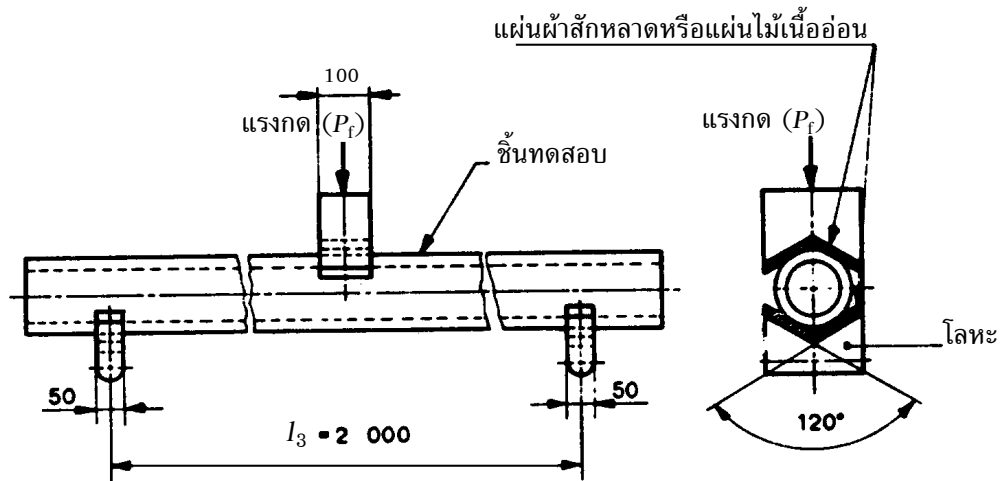
9.6.2 วิธีทดสอบ

9.6.2.1 วางชั้นทดสอบบนแท่นรองรับทำด้วยโลหะ 2 แท่น เป็นร่องรูปตัววี ทำมุม 120 องศา มีความกว้างสำหรับรองรับท่อ 50 มิลลิเมตร

แท่นรองรับทั้งสองสามารถปรับเลื่อนได้ในระนาบของความโค้งท่อ วางแท่นรองรับให้ขนานอยู่ในระนาบเดียวกัน และห่างกัน 2 000 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 5

9.6.2.2 ใช้แท่นกดที่ทำด้วยโลหะและมีรูปร่างเช่นเดียวกับแท่นรองรับ แต่มีความกว้าง 100 มิลลิเมตร วางลงที่จุดกึ่งกลางของชั้นทดสอบระหว่างแท่นรองรับ ใช้แผ่นผ้าสักหลาดหรือแผ่นไม้เนื้ออ่อนที่มีความหนาไม่เกิน 10 มิลลิเมตร สอดคั่นระหว่างแท่นรองรับกับชั้นทดสอบ และแท่นกดกับชั้นทดสอบ

9.6.2.3 เพิ่มแรงกด (P_f) ที่แท่นกดทีละน้อยในอัตราที่สม่ำเสมอจนชั้นทดสอบแตก โดยใช้เวลาไม่น้อยกว่า 25 วินาที



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 5 การทดสอบความต้านแรงดัดโค้งตามยาว
(ข้อ 9.6.2.1)

9.6.3 วิธีคำนวณ

คำนวณหาความต้านแรงดัดโค้งตามยาว ได้จากสูตร

$$R_f = 2.547 \frac{P_f l_3 (d + 2e)}{(d + 2e)^4 - d^4}$$

เมื่อ R_f คือ ความต้านแรงดัดโค้งตามยาว เป็นเมกะพาสคัล

P_f คือ แรงกดที่ทำให้ชั้นทดสอบแตก เป็นนิวตัน

l_3 คือ ระยะระหว่างศูนย์กลางของแท่นรองรับ เป็นมิลลิเมตร

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของชั้นทดสอบที่วัดได้จริง โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากการวัดที่หน้าตัดตรงรอยแตก 2 ตำแหน่ง ที่ตั้งฉากกันเป็นมิลลิเมตร

e คือ ความหนาของชั้นทดสอบที่วัดได้ตรงรอยแตก โดยใช้ค่าเฉลี่ยจากการวัดตามความยาวของรอยแตก 3 ตำแหน่ง

ภาคผนวก ก.

การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- ก.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ท่อที่มีชั้นคุณภาพ ขนาดระบุ และความยาวระบุเดียวกัน ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน และต่อเนื่องกันในระยะเวลาหนึ่ง
- ก.2 ให้ชักตัวอย่างเมื่อท่อมีอายุไม่น้อยกว่า 14 วัน ยกเว้นท่อที่บ่มด้วยไอน้ำแล้วตามกรรมวิธีของผู้ทำ
- ก.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบขนาด ลักษณะทั่วไป ความโค้ง ความทนความดันทดสอบ ไฮดรอลิก และลักษณะเฉพาะทางกล ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้
- ก.3.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบความทนความดันทดสอบไฮดรอลิก
- ก.3.1.1 ให้ทดสอบความทนความดันทดสอบไฮดรอลิกทุกท่อในแต่ละรุ่น
- ก.3.1.2 ตัวอย่างทุกท่อต้องเป็นไปตามข้อ 6.3 จึงจะถือว่าท่อรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ก.3.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับสำหรับการทดสอบขนาด ลักษณะทั่วไป ความโค้ง และลักษณะเฉพาะทางกล
- ก.3.2.1 ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันที่ผ่านการทดสอบความทนความดันไฮดรอลิกแล้ว จำนวน 1 ท่อ จาก 200 ท่อ ถือเป็น 1 รุ่น (เศษของ 200 ท่อที่เกิน 50 ท่อ ให้ถือเป็น 200 ท่อ)
- ก.3.2.2 ตัวอย่างทุกตัวอย่าง ต้องเป็นไปตามข้อ 4.1 ข้อ 6.1 ข้อ 6.2 และข้อ 6.4 ทุกข้อ จึงจะถือว่าท่อรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ถ้าผลทดสอบตัวอย่างไม่เป็นไปตามข้อใดข้อหนึ่ง ให้ชักตัวอย่างมาอีก 2 ท่อจากท่อรุ่นนั้นมาทดสอบใหม่ ผลทดสอบตัวอย่างท่อทั้ง 2 ท่อ ต้องเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดทุกข้อ จึงจะถือว่าท่อรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
- ก.4 เกณฑ์ตัดสิน
- ตัวอย่างท่อต้องเป็นไปตามข้อ ก.3.1.2 หรือข้อ ก.3.2.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าท่อรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้