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

วศ ฟว
อว 12

เอกสารผลงานที่เสนอเพื่อการประเมินแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 8 ว

เรื่องที่ 2

การศึกษาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับใช้ทดสอบลูกบอลดับเพลิง พ.ศ. 2547

โดย

นางสาวณตะวัน ทิพย์วิเศษ นักวิทยาศาสตร์ 7 ว

ผู้ร่วมดำเนินการ

นายวัฒนา บุญล้ำ นักวิทยาศาสตร์ 5

โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

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

เอกสารผลงานที่เสนอเพื่อการประเมินแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ 8 ว

เรื่องที่ 2

การศึกษาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับใช้ทดสอบลูกบอลดับเพลิง พ.ศ. 2547

เลขหมู่ วศ ฟอ
ลว 12
เลขทะเบียน 13919
วันที่ 25 ส.ค. 49

โดย

นางสาวณตะวัน ทิพย์วิเศษ นักวิทยาศาสตร์ 7 ว

ผู้ร่วมดำเนินการ

นายวัฒนา บุญล้ำ นักวิทยาศาสตร์ 5

โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับใช้ทดสอบลูกบอลดับเพลิงโดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนในส่วนที่ 1 จะเป็นการทดสอบคุณลักษณะทั่วไปของลูกบอลดับเพลิง ได้แก่ การทดสอบการทนความร้อน การทดสอบแรงอัดที่เกิดจากการทำงานของลูกบอลดับเพลิง การทดสอบระดับเสียงที่เหมาะสมกับประสิทธิภาพสูงสุดของลูกบอลดับเพลิง และไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ที่อยู่บริเวณนั้น การทดสอบแรงกด การทดสอบการตกจากที่สูง และในส่วนที่ 2 จะเป็นการทดสอบสมรรถนะในการดับเพลิง ได้แก่ การทดสอบสมรรถนะในการดับเพลิงประเภท A , A*, B, C การเฝ้าระวังเพลิง B* และ C*

ผลการทดสอบ มี ดังนี้ ในส่วนของคุณลักษณะทั่วไป พบว่า ลูกบอลดับเพลิงสามารถทนความร้อนสูงสุดที่ 85 ^{0}ซ ในตู้อบ เป็นเวลา 24 ชม แรงอัดที่เกิดจากการทำงานของลูกบอลดับเพลิงไม่ทำให้กระจกที่มีความหนา 5 – 6 มม แตกร้าว ระดับเสียงของลูกบอลดับเพลิงที่ 140-143 เดซิเบลซี ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ที่อยู่ใกล้เคียง การฟุ้งกระจายของสารเคมีดี การทนแรงกดสามารถทนแรงกดสูงสุดได้ถึง 200 กก และสามารถตกจากที่สูงได้ไม่เกิน 2.5 ม ส่วนของสมรรถนะในการดับเพลิง พบว่าการทดสอบสมรรถนะในการดับเพลิงประเภท A ลูกบอลไม่สามารถดับเพลิงได้ แต่การทดสอบการดับเพลิงประเภท A* ลูกบอลดับเพลิง 1 ลูกสามารถดับเพลิงได้ 1- A* การทดสอบสมรรถนะในการดับเพลิงประเภท B ลูกบอลไม่สามารถดับเพลิงได้ตามเกณฑ์ แต่สามารถดับเพลิงประเภท B* ซึ่งเป็นการเฝ้าระวังเพลิงได้ การทดสอบสมรรถนะในการดับเพลิงประเภท C ลูกบอลไม่สามารถดับเพลิงได้ แต่สามารถดับเพลิงประเภท C* ซึ่งเป็นการเฝ้าระวังเพลิงได้

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		i
สารบัญ		ii
สารบัญตาราง		iii
สารบัญรูป		iiii
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ปัญหาและความเป็นมา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตการศึกษา	1
	1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	1
	1.5 ระยะเวลาของการศึกษา	1
บทที่ 2	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	2
บทที่ 3	วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ	10
	3.1 การทดสอบการทนความร้อน	10
	3.2 การทดสอบแรงอัดที่เกิดจากการทำงานของลูกบอลดับเพลิง	12
	3.3 การทดสอบระดับเสียงที่เหมาะสมประสิทธิภาพสูงสุดของลูกบอลดับเพลิง	13
	3.4 การทดสอบแรงกด	14
	3.5 การทดสอบการตกจากที่สูง	15
	3.6 การทดสอบสมรรถนะการดับเพลิง A และ A*	16
	3.7 การทดสอบดับเพลิงประเภท B และการเฝ้าระวังดับเพลิงประเภท B*	19
	3.8 การทดสอบดับเพลิงประเภท C และการเฝ้าระวังดับเพลิงประเภท C*	21
บทที่ 4	ผลการทดลอง	25
บทที่ 5	วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง	29
กิตติกรรมประกาศ		32
เอกสารอ้างอิง		33
ภาคผนวก		34

สารบัญตาราง

			หน้า
ตารางที่	1	สาเหตุของอันตรายหรือการเสียชีวิตจากเพลิงไหม้	4
ตารางที่	2	การทดสอบการระเบิดของลูกบอลดับเพลิง	35
ตารางที่	3	การทดสอบการทนความร้อน	36
ตารางที่	4	การทดสอบแรงอัดที่เกิดจากการทำงานของลูกบอลดับเพลิงทดสอบโดยใช้แก้วน้ำ	36
ตารางที่	5	การทดสอบแรงอัดที่เกิดจากการทำงานของลูกบอลดับเพลิงทดสอบโดยใช้ตู้กระจก	37
ตารางที่	6	การทดสอบระดับเสียงที่เหมาะสมกับประสิทธิภาพสูงสุดของลูกบอลดับเพลิง	37
ตารางที่	7	การทดสอบแรงกด	38
ตารางที่	8	การทดสอบการตกจากที่สูง	38
ตารางที่	9	การทดสอบสมรรถนะการดับเพลิงประเภท A ตาม มอก332-2537	39
ตารางที่	10	การทดสอบสมรรถนะการดับเพลิงประเภท A*	40
ตารางที่	11	การทดสอบสมรรถนะการดับเพลิงประเภท B เพลิงที่เกิดจากน้ำมันตามมอก.332-2537	41
ตารางที่	12	การทดสอบสมรรถนะการดับเพลิงประเภท B* การทดสอบการเฝ้าระวังดับเพลิงที่เกิดจากน้ำมัน	41

สารบัญรูป

			หน้า
รูปที่	1	ลูกบอลดับเพลิง	10
รูปที่	2	การทดสอบการทนความร้อน	11
รูปที่	3	การทดสอบแรงอัดที่เกิดจากการทำงานของลูกบอลดับเพลิง	13
รูปที่	4	การทดสอบระดับเสียง	14
รูปที่	5	การทดสอบแรงกด	15
รูปที่	6	การทดสอบการตกจากที่สูง	16
รูปที่	7	การเรียงไม้	17
รูปที่	8	ลักษณะกองไม้	19
รูปที่	9	แผ่นเหล็กกล้าหรือวัสดุทนไฟชนิดอื่น 4 ด้าน	21
รูปที่	10	การทดสอบการเผาระวังดับเพลิงประเภท C*	24

บทที่ 1

บทนำ

1.1.ปัญหาและความเป็นมา

เนื่องจากลูกบอลดับเพลิงเป็นนวัตกรรมใหม่ ที่ประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อช่วยบรรเทาภัยพิบัติที่เกิดจากอัคคีภัย ทำให้ยังไม่มีคู่มืออย่างเป็นทางการ จึงต้องทำการทดสอบทดลองเพื่อให้เกิดความมั่นใจกับผู้ผลิตและผู้ใช้ลูกบอลดับเพลิง และจัดทำเป็นคู่มือที่เป็นทางการ สำหรับใช้ในการทดสอบความสามารถของลูกบอลดับเพลิง เพราะไม่สามารถทดสอบตามแบบเครื่องดับเพลิงยกหิ้วชนิดผงเคมีแห้งได้ เนื่องจากการทำงานที่แตกต่างกัน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1. เพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับใช้ทดสอบลูกบอลดับเพลิง

1.2.2. นำผลการทดลองที่ได้มาเป็นแนวทางในการจัดทำคู่มืออย่างเป็นทางการ

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1. ใช้ลูกบอลดับเพลิงชนิดและขนาดเดียวกัน และผลิตออกมาพร้อมกันในแต่ละครั้งที่ทำการทดสอบ

1.3.2. ทำการทดสอบที่กรมวิทยาศาสตร์บริการ และบริษัทสยาม เซฟตี้ พรีเมียร์ จำกัด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1. ได้วิธีที่เหมาะสมสำหรับใช้ทดสอบลูกบอลดับเพลิง

1.4.2. นำวิธีทดสอบลูกบอลที่ได้มาเป็นแนวทางในการจัดทำคู่มือทดสอบลูกบอลดับเพลิง

1.4.3. สร้างความมั่นใจให้กับผู้ผลิตและผู้ใช้ลูกบอลดับเพลิง

1.5 ระยะเวลาของการศึกษา

สิงหาคม พ.ศ 2545 – กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2546

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การสันดาปและเพลิงไหม้ (Combustion and fire)[2]

การสันดาปเป็นปฏิกิริยาเคมีที่สารเคมีรวมตัวกันอย่างรวดเร็ว จนได้ความร้อนเกิดขึ้นอย่างมากเพียงพอที่จะก่อให้เกิดเปลวไฟ และชักนำให้สารเชื้อเพลิงอื่นๆ ที่อยู่ถัดไปเกิดการลุกไหม้ขึ้นอีกได้

ปฏิกิริยาการสันดาปเกิดจากการรวมตัวกันของสารเคมี 2 ประเภท คือ

1. รีดิวซิงเอเจนท์ (reducing agent) คือสารที่มีคุณสมบัติในการจ่ายอิเล็กตรอนให้กับสารอื่นในปฏิกิริยาการสันดาป ซึ่งเราเรียกสารนี้อย่างสามัญว่า "สารเชื้อเพลิง" (fuels) สารเชื้อเพลิงมีทั้งที่เป็นสารประกอบอย่างง่าย เช่น สารไฮโดรคาร์บอน คาร์บอนโมนอกไซด์ มีเทน เป็นต้น หรือสารประกอบที่มีโครงสร้างที่ซับซ้อนมาก เช่น ไม้ ยาง พลาสติก เป็นต้น

2. ออกซิไดส์ซิงเอเจนท์ (oxidizing agent) คือสารใดๆที่มีคุณสมบัติในการรับอิเลคตรอนจากสารอื่นๆ ใน ปฏิกิริยาการสันดาป ซึ่งอยู่ในรูปของธาตุ อาทิ ออกซิเจน ฟลูออรีน และคลอรีน หรือ สารประกอบอื่นใดที่มีการจ่ายฟลูออรีน ออกซิเจน หรือคลอรีน สำหรับการสันดาป เช่น ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โพแทสเซียมไฮโปคลอเรต ตะกั่วไดออกไซด์ และพวกกรดเข้มข้นต่างๆ อาทิ กรดไนตริก กรดไฮโดรฟลูออริก กรดกำมะถัน หรือ สารประกอบอื่น เช่น โซเดียมไนเตรท

การเผาไหม้ที่เกิดขึ้นทุกครั้ง ไม่จำเป็นว่าจะต้องเกิดจากการที่เชื้อเพลิงทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเพียงอย่างเดียว แต่เกิดได้กับรีดิวซิงเอเจนท์ ทุกชนิด เช่น กำมะถัน หรือ ซัลเฟอร์ และจะเผาไหม้ได้เมื่อสัมผัสกับก๊าซออกซิเจน เกิดเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เป็นต้น

ในทางวิชาการแล้ว ฟลูออรีนเป็นตัวออกซิไดส์ซิงเอเจนท์ ที่ดีที่สุด และรุนแรงที่สุดรองลงไปคือออกซิเจน แต่ในทางปฏิบัติแล้ว ออกซิเจนถือเป็นตัวออกซิไดส์ซิงเอเจนท์ ที่สำคัญที่สุด เพราะพบมากที่สุดในอุตสาหกรรม

เชื้อเพลิงที่จะเผาไหม้ได้ดีอยู่ในรูปของไอหรือก๊าซ ส่วนเชื้อเพลิงเหลวก่อนเผาไหม้จะต้องระเหยเป็นไอเสียก่อนจึงจะรวมตัวเข้ากับออกซิเจน

ปัจจัยสำคัญของการสันดาปและเกิดเพลิงไหม้

การสันดาปที่มีผลต่อการเกิดเพลิงไหม้ โดยทั่วไปเกิดจากปัจจัยสำคัญ 4 ตัว คือ

1. เชื้อเพลิง (ทั้งของแข็ง ของเหลว และก๊าซ)

2. ออกซิเจน
3. อุณหภูมิที่เหมาะสม
4. ปฏิกิริยาลูกโซ่

หากขาดตัวใดตัวหนึ่งไปเพลิงจะไม่เกิดขึ้น

การควบคุมเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงแข็ง โดยปกติสามารถควบคุมได้ง่าย เพราะมองเห็นได้ สามารถตรวจสอบและติดตามการใช้ได้ง่าย

เชื้อเพลิงเหลว เมื่อได้รับความร้อนจะระเหย และกลายเป็นไอเพิ่มขึ้น และหากไอเชื้อเพลิงที่ลอยอยู่เหนือผิวหน้าของเชื้อเพลิง ไม่มีการระบาย ถ่ายเทออก จะเกิดการสะสมตัวจนมีปริมาณความเข้มข้นมากถึงจุดลุกติดไฟ (fire point) ก็จะติดไฟได้เมื่อเกิดประกายไฟ

เชื้อเพลิงก๊าซ ควบคุมได้ยากเพราะมองไม่เห็น เมื่อมีการรั่ว หรือระเหยแล้วไม่อาจควบคุมปริมาณ หรือติดตามควบคุมได้ง่าย โดยเฉพาะก๊าซ ส่วนใหญ่โปร่งใสไม่อาจมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และไม่มีกลิ่น ก๊าซหุงต้มจึงได้ผสมกลิ่นไว้เพื่อความปลอดภัย

สิ่งที่ควรทราบเกี่ยวกับการป้องกันอันตรายจากเชื้อเพลิงเหลว และเชื้อเพลิงก๊าซ ซึ่งมีศัพท์เรียกเฉพาะ ดังนี้

1. **จุดวาบไฟ** (flash point) คือ จุดที่มีอุณหภูมิสูง พอที่จะทำให้เชื้อเพลิงเหลว ระเหยตัวกลายเป็นไอ และถ้ามีปริมาณมากพอ ก็จะลุกติดไฟได้ เมื่อมีประกายไฟ และเมื่อไอเชื้อเพลิงที่อยู่เหนือผิวน้ำมันนั้น ลุกไหม้หมดแล้วไฟก็จะดับ เพราะอัตราการระเหยของไอจากผิวน้ำนั้น น้อยเกินกว่าจะทำให้เกิดเปลวไฟได้อย่างต่อเนื่อง

2. **จุดลุกติดไฟ** (fire point) คือ จุดที่มีอุณหภูมิสูง พอที่จะทำให้ผิวหน้าของน้ำมันนั้นระเหยเป็นไอได้ โดยที่ไอของน้ำมันนั้น มีอัตราที่เร็วพอกับการเกิดเปลวไฟ ที่ลุกต่อเนื่องกันไปโดยไม่ดับหลังจากที่ได้รับการจุดไฟ จากแหล่งจุดไฟจากภายนอก โดยปกติในน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดเดียวกัน จุดลุกติดไฟจะสูงกว่าจุดวาบไฟเสมอ

3. **จุดลุกติดไฟได้เอง** (autoignition temperature หรือ AIT) คือ จุดที่มีอุณหภูมิที่สูงพอที่จะทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงเกิดการจุดติดไฟ และลุกเป็นไฟขึ้นได้เอง โดยปราศจากประกายไฟจากภายนอก

4. **เปอร์เซ็นต์ส่วนผสมของเชื้อเพลิงในอากาศ** (percentage mixture) คือ จำนวนไอของ

เชื้อเพลิงที่แขวนลอยหรือผสมอยู่ในอากาศ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ต่อปริมาตรของไอของเชื้อเพลิงต่อปริมาตรของอากาศ เปอร์เซ็นต์ส่วนผสมที่พอดีเผาไหม้ได้หมดจดสมบูรณ์ เรียกว่า ส่วนผสมได้สัดส่วน (stochiometric mixture)

เชื้อเพลิง ที่ผสมอยู่ในอากาศ จะต้องมีเปอร์เซ็นต์ของส่วนผสมที่พอเหมาะ จึงจะลุกติดไฟได้ ถ้าหากเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมต่ำไป หรือ สูงเกินไป จะไม่ลุกติดไฟ เปอร์เซ็นต์ของส่วนผสมที่แตกต่างกันทำให้มีชื่อเรียกแตกต่างกัน ดังนี้

1. เปอร์เซ็นต์ส่วนผสมต่ำสุดที่ลุกติดไฟได้ (lower flammability limits) ชื่อย่อว่า LFL
2. เปอร์เซ็นต์ส่วนผสมสูงสุดที่ลุกติดไฟได้ (upper flammability limits) ชื่อย่อว่า UFL
3. เปอร์เซ็นต์ส่วนผสมต่ำสุดที่จะเกิดการระเบิด (lower explosive limits) ชื่อย่อว่า LEL
4. เปอร์เซ็นต์ส่วนผสมสูงสุดที่จะเกิดการระเบิด (upper explosive limits) ชื่อย่อว่า UEL

เชื้อเพลิงแต่ละชนิด มีค่า LFL และค่า LEL ไม่เท่ากัน ส่วนค่าที่ควรสนใจและจำเป็นที่จะต้องมีการควบคุมมิให้เกิน คือ ค่า LFL เท่านั้น ส่วนค่า UFL และ UEL ไม่ค่อยได้ใช้ เพราะถ้าสามารถควบคุมเปอร์เซ็นต์ส่วนผสมต่ำสุดได้แล้ว เปอร์เซ็นต์ส่วนผสมสูงสุดก็จะไปไม่ถึง

ค่า LFL และ LEL แปรผกผันกับอุณหภูมิ กล่าวคือ ที่อุณหภูมิยิ่งสูง ค่า LFL และ LEL ยิ่งต่ำ แสดงว่า ที่อุณหภูมิอากาศยิ่งสูง โอกาสลุกติดไฟจะยิ่งมีได้มาก

อันตรายจากเพลิงไหม้

สมาคมป้องกันอัคคีภัยแห่งชาติสหรัฐอเมริกา ได้จัดทำสถิติเกี่ยวกับคนที่เสียชีวิตและบาดเจ็บจากเพลิงไหม้ พบตัวเลขที่น่าสนใจ ดังนี้

ตารางที่ 1 สาเหตุของอันตรายหรือการเสียชีวิตจากเพลิงไหม้

สาเหตุของอันตรายหรือการเสียชีวิต	เสียชีวิต		บาดเจ็บ	
	จำนวน(คน)	%	จำนวน(คน)	%
หมดสติเพราะสำลักควันไฟ	98	64	30	43
ผิวหนังถูกเผาไหม้จากเปลวไฟ	42	27	36	46
สาเหตุอื่นๆ	14	9	16	11

จากตารางพบว่า สถิติผู้เสียชีวิตจากเพลิงไหม้ มาจากการสำลักควันไฟ (สูงถึง 64 %) มิใช่จากเปลวไฟหรือความร้อนจากไฟ ดังที่เข้าใจกัน ดังนั้นในการผจญเพลิงสิ่งที่ต้องพิจารณาเป็นพิเศษ คือ ก๊าซ และควันไฟ เพราะนอกจากจะมีอันตรายต่อคนแล้ว ลักษณะของการเคลื่อนตัวและการแผ่ขยายออก เป็นไปได้อย่างรวดเร็ว

หลักสำคัญในการดับเพลิง ทำได้ 4 วิธีคือ

1. **การกำจัดเชื้อเพลิง** เมื่อขาดเชื้อเพลิงไฟก็จะดับ ซึ่งการกำจัดเชื้อเพลิงทำได้โดย

1.1. นำเชื้อเพลิงออกไปจากบริเวณที่เกิดอัคคีภัย

1.2. ในกรณีขนย้ายเชื้อเพลิงออกไปไม่ได้ ให้ใช้วิธีการนำสารอื่น มาเคลือบผิวของเชื้อเพลิงนี้เอาไว้ เช่น โฟม น้ำละลายเกลือ น้ำละลายด้วยผงซักฟอก หรือสารตัวอื่นเช่น thickening agents ซึ่งเมื่อฉีดลงบนผิววัสดุแล้ว จะปกคลุมอยู่นานตราบเท่าที่น้ำ หรือสารเคมีอื่นๆ ที่ผสมในน้ำยังไม่สลายตัว

2. **การกำจัดออกซิเจน** เมื่อขาดออกซิเจนที่จะไปสัมผัสกับเชื้อเพลิงไฟก็จะดับ วิธีการกำจัดมีหลายวิธี อาทิ ฉีดน้ำ หรือสารปกคลุมอื่นๆ ไปคลุมผิวของเชื้อเพลิง หรือ ฉีดก๊าซเฉื่อย เช่น ไนโตรเจน หรือคาร์บอนไดออกไซด์ไปปกคลุมบริเวณที่เกิดเพลิงไหม้ เพื่อทำให้จำนวนออกซิเจนในอากาศมีปริมาณต่ำลงจนไม่สามารถทำให้เกิดการสันดาปได้อีกต่อไป

3. **การลดอุณหภูมิ** เมื่อทำให้อุณหภูมิของเชื้อเพลิง ต่ำลงไปกว่าจุดวาบไฟ หรือจุดลุกติดไฟ ถึงแม้จะมีเชื้อเพลิง และออกซิเจนผสมกันอยู่ แต่ก็จะไม่เกิดการสันดาป และเพลิงก็จะสงบลง ส่วนวิธีการลดอุณหภูมิที่ผิวสารเชื้อเพลิง ก็ทำได้ด้วยการฉีดด้วยน้ำ

4. **การตัดปฏิกิริยาลูกโซ่** เป็นวิธีการดับเพลิงแบบใหม่ที่ได้ผลมาก ทำได้โดยการใช้สารบางชนิดที่มีความไวต่อออกซิเจนมาก และเมื่อฉีดเข้าไปในเพลิงก็จะไปดึงออกซิเจนจากปฏิกิริยาสันดาปออก ทำให้ปฏิกิริยาลูกโซ่ในการเผาไหม้ขาดลง สารดังกล่าวได้แก่ สารประกอบของไฮโดรคาร์บอนกับฮาโลเจน (halogenated hydrocarbon) สารดับเพลิงประเภทนี้มีชื่อเรียกว่า ฮาลอน (Halon) ต่อท้ายด้วยตัวเลขต่างๆ Halon 1202, Halon 1011 เป็นต้น

การใช้ของแข็งในการดับเพลิง

ของแข็งที่ใช้ดับเพลิง ได้แก่ ทราย สารเคมีบางชนิด และ เศษผงโลหะต่างๆ เหมาะสำหรับการดับเพลิง ที่เกิดจากน้ำมันเชื้อเพลิงหกลงบนพื้นโรงงาน ซึ่งเพลิงประเภทนี้จัดเป็นเพลิงไหม้ประเภทบี มีลักษณะการทำงาน คือ ของแข็งจะไปปิดกั้นผิวหน้าของสารเชื้อเพลิง ทำให้อุณหภูมิลดลง แต่การใช้ของแข็งในการดับเพลิงนี้ไม่สะดวกในการดับเพลิงที่ลุกไหม้ในถังน้ำมัน หรือ ที่ที่มีบริเวณกว้าง

การแบ่งขนาดของเพลิงไหม้ (classification of fire)

ขนาดของเพลิงไหม้ อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ขนาด ดังนี้ คือ

1. **เพลิงไหม้ชนิดเบา** (light hazard) เป็นเพลิงไหม้ขนาดเล็ก ที่เกิดขึ้นในสถานที่ หรือบริเวณที่มีเชื้อเพลิงอยู่ไม่มากในสภาพปกติ อาทิ ในสำนักงาน โรงเรียน สถานศึกษา ห้องเรียน ชุมสายโทรศัพท์ โรงประกอบชิ้นส่วน ห้องประชุม

2. **เพลิงไหม้ชนิดธรรมดา** (ordinary hazard) เป็นเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นในสถานที่ ที่มีเชื้อเพลิงปานกลาง และสามารถทำให้เกิดเพลิงไหม้ขนาดกลางได้ อาทิ ห้องเก็บสินค้าตามร้านค้า ห้องโชว์รูมรถยนต์ โรงจอดรถ โกดังเก็บสินค้า โรงงานขนาดย่อม

3. **เพลิงไหม้ชนิดร้ายแรง** (extra hazard) เป็นเพลิงไม้ขนาดรุนแรงมาก ที่เกิดกับแหล่งสะสมเชื้อเพลิง หรือสารไวไฟสูง อาทิ โรงเก็บกระดาษ โรงกลั่นน้ำมัน ห้องเครื่องจักรกล โรงงานผลิตสี ห้องพ่นสี โรงไม้

การเลือกใช้ชนิดของเครื่องดับเพลิง เช่น CO_2 และ ฮาลอนใช้ดับเพลิงที่เกิดจากสารเคมี โฟม ใช้ดับเพลิงที่เกิดจากน้ำมัน สารเคมีแห้งใช้ดับเพลิงประเภทไม้และน้ำมัน และขนาดของเครื่องดับเพลิงที่ใช้ เช่นจะเลือกใช้ขนาด 5 กก หรือ 9 กก ก็จะต้องสอดคล้องกับขนาดของเพลิงไหม้ดังกล่าวข้างต้น และประเภทของเพลิงไหม้ด้วยจึงจะได้ผล

ลูกบอลดับเพลิง หมายถึง อุปกรณ์ดับเพลิงสำหรับดับเพลิงขั้นต้น สามารถหยิบยกเคลื่อนที่ได้ง่ายมีลักษณะเป็นทรงกลมหรือทรงอื่น ภายในประกอบด้วย**สารดับเพลิง**และ**เชื้อประทุ** มีเปลือกนอกเป็นวัสดุนิ่ม

หลักการทำงานของลูกบอลดับเพลิง[5]

ลูกบอลดับเพลิงจะติดไฟได้ต้องอาศัยองค์ประกอบ 3 อย่าง

1. อุณหภูมิที่ร้อน
2. ออกซิเจน
3. เชื้อไฟ

กระบวนการติดไฟจะเริ่มขึ้น เมื่อตัวที่ทำให้เกิดเปลวเพลิง มีอุณหภูมิที่ร้อนมากขึ้น ทำให้เชื้อเพลิงเกิดความร้อน และปล่อยไอระเหยออกมา เมื่อไอระเหยผสมกับออกซิเจน จะเกิดเปลวไฟ และนำไปสู่ปฏิกิริยาลูกโซ่ จากนั้นเพลิงจากจุดเล็กๆ ก็จะเผาไหม้ไปเรื่อยๆ จากอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้เชื้อเพลิงที่ติดไฟยาก ก็จะติดไฟได้ง่ายขึ้น การดับเพลิงก็ยิ่งจะทำได้ยาก เพราะความร้อนของอุณหภูมิที่สูงขึ้นตามลำดับนั่นเอง

การทำงานของลูกบอลดับเพลิงจะทำงานแบบอัตโนมัติ คือเมื่อลูกบอลสัมผัสกับเปลวเพลิง ฟิวส์หรือเชื้อปะทุที่อยู่ภายใน จะขับดันให้ลูกบอลดับเพลิงแตกตัว 360 องศา แรงที่ขับออกมาไม่มากพอที่จะทำให้คนหรือสิ่งแวดล้อม ที่อยู่ใกล้ในรัศมี 25 ซม เป็นอันตรายจากแรงขับดังกล่าวจะทำหน้าที่ผลักดันไอระเหยของเชื้อเพลิงที่ผสมกับออกซิเจน ให้แยกออกจากอุณหภูมิที่ร้อน ซึ่งอยู่ในระดับที่จะทำให้ไอระเหยนั้นสามารถติดเป็นเปลวเพลิง แรงขับนี้เป็นการตัดกระบวนการลูกโซ่ของการติดไฟได้เป็นอย่างดี ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการดับเพลิงของลูกบอลดับเพลิง จากนั้นสารเคมีที่ไม่เป็นอันตรายกับคนหรือสิ่งแวดล้อม ซึ่งประจุอยู่ในลูกบอลดับเพลิงจะไปรบกวน ปฏิกิริยาลูกโซ่ของเพลิง ทำให้เปลวเพลิงที่มีอยู่ดับลงทันทีเมื่อลูกบอลดับเพลิงแตกตัว เป็นการตัดการเพิ่มของอุณหภูมิ และเปลวเพลิงให้ดับลงภายใน 5 ถึง 10 วินาที

จากปัญหาเพลิงไหม้ทั้งในอดีตและปัจจุบัน ในแต่ละครั้ง จะเกิดความสูญเสียทุกครั้งไม่ว่าผู้คนเสียชีวิต ทรัพย์สินเงินทอง ที่อยู่อาศัย เป็นเพราะเกิดจากการเข้าระงับเพลิงไม่ทันท่วงที ทำให้เพลิงขนาดเล็ก กลายเป็นเพลิงขนาดกลาง และใหญ่ ภายใน 10 - 20 นาที เพราะทำการดับเพลิงขั้นต้นไม่ได้

ลูกบอลดับเพลิงเป็นอุปกรณ์ที่ตัดเปลวเพลิง ที่ลุกลามได้เป็นอย่างดี และเป็นอุปกรณ์ที่สะดวกใช้งานง่าย เช่น ขว้าง ทอย โยน หรือ ติดตั้งไว้กับจุดที่เสี่ยงภัย เมื่อลูกบอลดับเพลิงทำงานจะเป็นอิสระกับผู้ทำการดับเพลิง ซึ่งไม่ต้องเข้าไปผจญกับเปลวไฟของเพลิง ลูกบอลดับเพลิงมีน้ำหนัก 1.3 –1.4 กก เท่านั้น การดับเพลิงของลูกบอลดับเพลิง จะดับเพลิงประเภทเชื้อเพลิง เช่น ไม้ เพลิงประเภท A B และ C คือ กระแสไฟฟ้าลัดวงจร ประสิทธิภาพในการดับเพลิงนี้จะดับได้ดีมากหากลูกบอลได้ใช้ดับเพลิงในห้อง และอาคารสูง ส่วนเพลิงประเภท B เป็นเชื้อเพลิงที่เป็นของเหลว ลูกบอลจะใช้เป็นการติดเฝ้าระวังเพลิง ซึ่งสามารถดับเพลิงได้ 5 B ในที่อับอากาศ ลูกบอล 1 ลูกมีประสิทธิภาพในการเฝ้าระวังเพลิงได้ในพื้นที่ 4 ตร.ม หรือ เพลิงที่เกิดภายใน 1 – 5 นาทีและเพลิงจะดับลงทันที ที่ลูกบอลดับเพลิงแตก หรือ ขณะเดียวกันเมื่อเกิดเพลิงไหม้ลูกบอลดับเพลิงจะทำงานมีเสียงดังในระดับการควบคุมระหว่าง 110-139 เดซิเบล เป็นระดับเสียงตกกระทบ สามารถเป็นไฟอะราม ซึ่งทำให้รู้ว่าตอนนี้เกิดเพลิงไหม้

ดังนั้นลูกบอลดับเพลิงจึงออกแบบมาแก้ไขปัญหาในอดีตที่ผ่านมา คือหากเพลิงเกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจร และเกิดเปลวไฟ ให้ติดลูกบอลดับเพลิงไว้เหนือคัดเอาท์ของวงจรไฟฟ้า เมื่อกระแสไฟฟ้าลัดวงจรและเกิดเปลวไฟมาสัมผัสกับลูกบอลดับเพลิง ลูกบอลจะทำการดับเพลิงโดยอัตโนมัติ และเป็นการป้องกันไม่ให้เพลิงขั้นต้นกลายเป็นเพลิงขนาดกลาง เมื่อมีเพลิงไหม้ซึ่งไม่มีคนอยู่ ลูกบอลดับเพลิงจะแตกตัวดับเพลิง และมีเสียงดังกระทบมากกว่า 120 เดซิเบลทำให้คนที่อยู่ใกล้เคียงเข้ามาทำการระงับเพลิงได้ทันท่วงที

ลูกบอลดับเพลิงเป็นสิ่งประดิษฐ์ใหม่ที่นำมาใช้ในการดับเพลิง แต่เนื่องจากการทำงานของลูกบอลดับเพลิงแตกต่างจากถังดับเพลิง วิธีการที่นำมาใช้ในการดับเพลิงก็แตกต่างกัน จึงไม่

สามารถบอกได้ว่าประสิทธิภาพและการทำงานของลูกบอลดับเพลิงเป็นอย่างไร จึงได้มีการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพที่แท้จริงของลูกบอลดับเพลิง เพื่อจะได้มีการนำลูกบอลดับเพลิงไปใช้อย่างถูกต้องตามประสิทธิภาพ และเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งในการเลือกใช้อุปกรณ์ดับเพลิงนอกเหนือจากถังดับเพลิง

การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของลูกบอลดับเพลิงได้แบ่งเป็น 2 ส่วน

1. **คุณลักษณะที่ต้องการ** ประกอบด้วย

1.1 การทดสอบการระเบิดของลูกบอลดับเพลิง

1.2 การทนความร้อน

ในข้อ 1.1 และ 1.2. ได้แนวทางการทดสอบจากการที่มีผู้นำลูกบอลดับเพลิงไปใช้แล้วกลัวว่าถ้านำลูกบอลดับเพลิงไปไว้ในรถ หรือที่มีความร้อนมากๆ จะเกิดการระเบิดขึ้นได้เองและจะทำให้เกิดความเสียหาย

1.3 แรงอัดที่เกิดจากการทำงานของลูกบอลดับเพลิง เมื่อลูกบอลดับเพลิงทำงาน ผู้ที่นำไปใช้งานเกิดความกลัวว่าเมื่อลูกบอลระเบิดจะเกิดอันตรายต่อผู้ใช้ และจะทำให้ข้าวของที่อยู่ใกล้เคียงเสียหายได้ เพราะคิดว่าลูกบอลเหมือนลูกระเบิด จึงได้หาวิธีการทดสอบดังที่จะได้กล่าวในบทต่อไป ซึ่งวิธีการนี้เป็นแนวคิดของกองตำรวจดับเพลิง

1.4 ระดับเสียง เนื่องจากเมื่อผลิตมาครั้งแรกลูกบอลดับเพลิงมีเสียงดังมาก จนทำให้ผู้ทดสอบตกใจและกลัวว่าเสียงที่ดังนี้จะก่อให้เกิดอันตรายกับผู้ทดสอบและผู้ใช้

1.5. การทนแรงกด เมื่อเปลือกนอกเป็นสารที่ไม่แข็งแรง เมื่อนำลูกบอลมากองกันไว้มากๆ จะเกิดความเสียหายหรือไม่ และเมื่อกระทบกระแทกกับของหนักๆแล้ว จะระเบิดขึ้นเองหรือไม่

1.6. การตกจากที่สูง การทดสอบนี้เกิดขึ้นจากการที่ลูกบอลตกจากมือ เมื่อลูกบอลหลุดจากมือลูกบอลนั้นยังสามารถจะใช้งานได้อีกหรือไม่

2. **สมรรถนะการดับเพลิง** [1]

2.1 เพลิงประเภท A และ A*

2.2 เพลิงประเภท B และ B*

2.3 เพลิงประเภท C และ C*

ความหมายของคำที่ใช้เกี่ยวกับวิธีการทดสอบลูกบอลดับเพลิงมีดังนี้

เพลิงประเภท A หมายถึง เพลิงที่เกิดจากเชื้อเพลิงธรรมดา เช่น ไม้ ผ้า กระดาษ ยาง พลาสติก

เพลิงประเภท B หมายถึง เพลิงที่เกิดจากของเหลวติดไฟ ก๊าซ ไข และน้ำมันต่างๆ

เพลิงประเภท C หมายถึง เพลิงที่เกิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้า หรือ วัตถุที่มีกระแสไฟฟ้า

เพลิงประเภท A* หมายถึง การดับเพลิง เพลิงประเภท A แต่แตกต่างกับเพลิงประเภท A ในมาตรฐานเครื่องดับเพลิงยกหิ้วที่วิธีการเรียงไม้สำหรับการทดสอบสมรรถนะการดับเพลิง

เพลิงประเภท B* หมายถึง การเฝ้าระวังเพลิงประเภท B

เพลิงประเภท C* หมายถึง การเฝ้าระวังเพลิงประเภท C ที่เกิดขึ้นจากสาเหตุไฟฟ้าลัดวงจร

รายละเอียดของการทดสอบเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมสำหรับใช้ทดสอบลูกบอลดับเพลิง จะได้กล่าวต่อไปในบทที่ 3

บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีดำเนินการ

การดำเนินการ

รูปที่ 1 ลูกบอลดับเพลิง

การดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพของลูกบอลดับเพลิงแบ่งเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 ทดสอบคุณลักษณะทั่วไป แบ่งเป็น 5 การทดสอบ ดังต่อไปนี้

3.1 การทดสอบการทนความร้อน ทำการทดสอบดังนี้

3.1.1 ทดสอบการระเบิดของลูกบอลดับเพลิง

เครื่องมือ

1. กล่องเหล็ก ขนาด 300 ลบ.ซม ความหนาของเหล็ก 6 มม
2. แผ่นเซรามิกสำหรับรองลูกบอล
3. เทอร์โมคับเปิล

วิธีทดสอบ

1. นำเทอร์โมคับเปิลต่อเข้าไปในกล่องเหล็กให้ปลายสายอยู่ประมาณกึ่งกลางกล่อง
2. นำแผ่นเซรามิควางลงในกล่องโดยให้อยู่ตรงกลางของกล่อง
3. วางลูกบอลดับเพลิงลงบนแผ่นเซรามิก
4. ปิดฝากล่องเหล็ก
5. ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80 °ซ เป็นเวลา 3 ชม กับกล่องเหล็กโดยการเผา
6. ทำการทดลองซ้ำ ตั้งแต่ข้อ 1 - 5 โดยเปลี่ยนอุณหภูมิ (มีหน่วยเป็น °ซ) จาก 80 เป็น 85, 90, 100, 120, 160, 200 และ 220 ตามลำดับ โดยทำการทดสอบ อุณหภูมิ ละ 10 ซ้ำ
7. บันทึกผลที่ได้ ตามตารางที่ 2 ในภาคผนวก

3.1.2 การทดสอบการทนความร้อน

เครื่องมือ

1. ตู้อบต้องสามารถถ่ายเทอากาศ และควบคุมอุณหภูมิได้ ± 1 °ซ
2. วัสดุที่เป็นฉนวนความร้อน สำหรับวางชิ้นทดสอบ

วิธีทดสอบ

1. เปิดสวิตช์ตู้อบให้อุณหภูมิ เริ่มที่ 200 °ซ
2. วางลูกบอลดับเพลิงบนฉนวนความร้อนในตู้อบ เป็นระยะเวลา 5 ชม
3. นำลูกบอลดับเพลิงออกจากตู้อบ
4. ทำการทดลองซ้ำ ตั้งแต่ข้อ 1 – 4 โดยเปลี่ยนอุณหภูมิ (มีหน่วยเป็น °ซ) จาก 200 เป็น 180, 160, 140, 120, 100 และ 95 ตามลำดับ ใช้เวลาอบ 5 ชม ที่อุณหภูมิ (มีหน่วยเป็น °ซ) จาก 90, 87 และ 85 ตามลำดับ ใช้เวลาอบ 10 ชม และที่อุณหภูมิ 85 °ซ ใช้เวลาอบ (มีหน่วยเป็น ชม) ที่ 15 และ 24 ตามลำดับ ทำการทดลองที่อุณหภูมิต่างๆ อุณหภูมิละ 10 ซ้ำ
5. บันทึกผลการทดลองตามตารางที่ 3 ในภาคผนวก

รูปที่ 2 การทดสอบการทนความร้อน

3.2 การทดสอบแรงอัดที่เกิดจากการทำงานของลูกบอลดับเพลิง ทำการทดสอบ ดังนี้

3.2.1 ทดสอบโดยใช้แก้วน้ำ

เครื่องมือ

แก้วน้ำ

วิธีทดสอบ

1. วางลูกบอลดับเพลิงบนพื้น
2. นำแก้วน้ำไปวางใกล้ลูกบอลในระยะ 1.5 ม
3. ราดน้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 10 – 15 ลบ.ซม ที่ลูกบอลดับเพลิง
4. จุดไฟที่ลูกบอลดับเพลิง
5. เมื่อลูกบอลดับเพลิงทำงานเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจพินิจแก้วน้ำ
6. ทำการทดลองซ้ำ ตั้งแต่ ข้อ 1- 5 โดยเปลี่ยนระยะระหว่างแก้วน้ำกับลูกบอลดับเพลิง (มีหน่วยเป็น มม) จาก 1.5 เป็น 1 , 0.8 , 0.6 , 0.4 และ 0.3 ตามลำดับ ทำการทดสอบในแต่ละระยะ จำนวน 10 ซ้ำ
7. บันทึกผลการทดลองที่ได้ตามตารางที่ 4 ในภาคผนวก

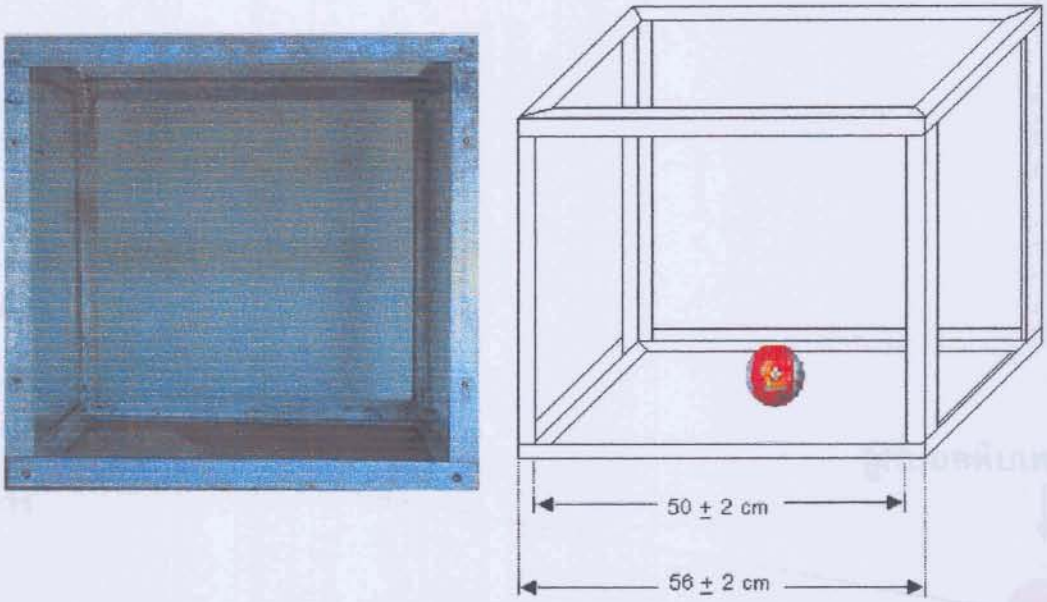
3.2.2 ทดสอบโดยใช้ตู้กระจก

เครื่องมือ

ตู้กระจกมีโครงแข็งแรง ขนาด 56 ซม x 56 ซม x 56 ซม (กว้าง x ยาว x สูง) ปิดด้วยกระจก ธรรมดา ทั้งหมด 4 ด้าน โดยเปิดด้านบนและด้านล่างของตู้ ตามรูปที่ 3

วิธีทดสอบ

1. วางลูกบอลดับเพลิงบนพื้นที่จุดศูนย์กลางของตู้กระจกที่มีความหนา 1 มม
2. ราดน้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 10 – 15 ลบ.ซม ที่ลูกบอลดับเพลิง
3. จุดไฟที่ลูกบอลดับเพลิง
4. เมื่อลูกบอลดับเพลิงทำงานเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจพินิจตู้กระจก
5. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 1– 4 โดยเปลี่ยนความหนาของกระจก (มีหน่วยเป็น มม) จาก 1 เป็น 2 , 3 , 4 , 5 และ 6 ตามลำดับ ทำการทดสอบแต่ละความหนาของกระจกจำนวน 10 ซ้ำ
6. บันทึกผลการทดลองที่ได้ตามตารางที่ 5 ในภาคผนวก



รูปที่ 3 การทดสอบแรงอัดที่เกิดจากการทำงานของลูกบอลดับเพลิง

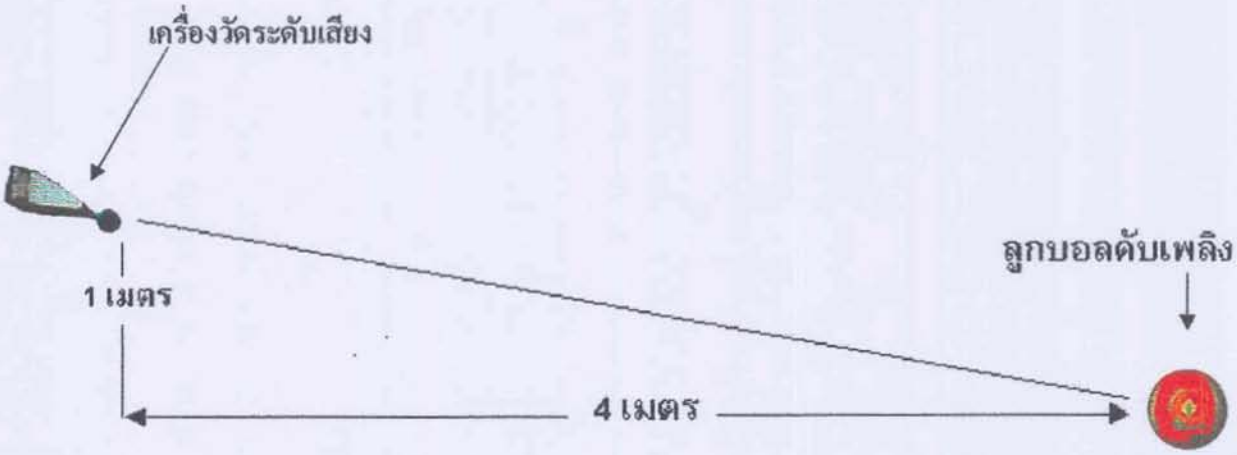
3.3 การทดสอบระดับเสียงที่เหมาะสมกับประสิทธิภาพของลูกบอลดับเพลิงและไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ที่อยู่ในบริเวณนั้น

เครื่องมือ

1. เครื่องวัดระดับเสียง พร้อมอุปกรณ์
2. ตลับเมตร ขนาดความยาวไม่น้อยกว่า 4 ม

วิธีทดสอบ

1. ตั้งเครื่องวัดระดับเสียงไว้ที่ความสูง 1 ม
2. ผลิตลูกบอลดับเพลิงให้มีระดับเสียง 150 เดซิเบลซี
3. ปรับเครื่องวัดระดับเสียงให้ไมโครโฟนชี้ไปที่จุดศูนย์กลางของลูกบอลดับเพลิง
4. ราดน้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ 10 – 15 ลบ.ซม ที่ลูกบอลดับเพลิง
5. จุดไฟที่ลูกบอลดับเพลิง
6. อ่านระดับเสียงสูงสุดที่เครื่องวัดระดับเสียงเป็น เดซิเบลซี
7. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 1–6 แต่เปลี่ยนระดับเสียงของลูกบอลดับเพลิง (มีหน่วยเป็นเดซิเบลซี) จาก 120 เป็น 130 , 140 , 142 , 143 และ 145 ตามลำดับ ทำการทดลอง ระดับเสียงละ 10 ซ้ำ
8. บันทึกผลการทดสอบลูกบอลดับเพลิงลงในตารางที่ 6 ในภาคผนวก



รูปที่ 4 การทดสอบระดับเสียง

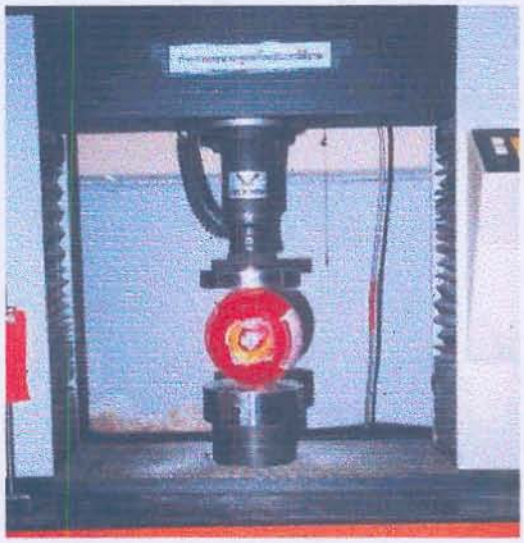
3.4 การทดสอบแรงกด

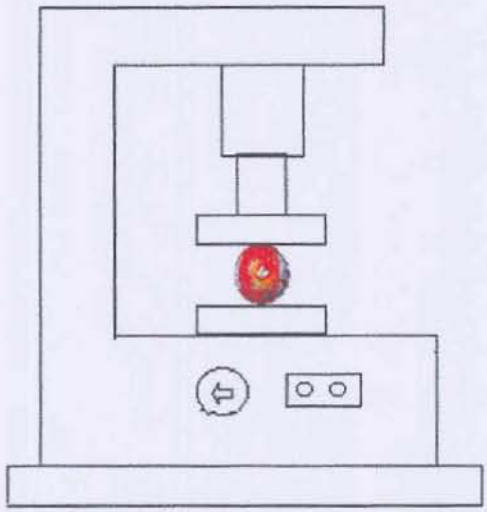
เครื่องมือ

เครื่องทดสอบแรงกดที่สามารถให้แรงกดได้ไม่น้อยกว่า 400 กก และสามารถตั้งความเร็วในการทดสอบได้

วิธีทดสอบ

1. วางลูกบอลดับเพลิง ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของหัวกด ตามรูปที่ 5
2. กดลูกบอลดับเพลิงด้วยความเร็ว 5 มม ต่อนาที โดยใช้แรงกด 400 กก กดลูกบอลดับเพลิงจนกระทั่งแรงกดถึงตามที่กำหนด แล้วคงไว้เป็นเวลา 10 นาที
3. ปล่อยแรงกดและนำลูกบอลดับเพลิงออกมาตรวจพินิจทันที
4. ทำการทดสอบซ้ำตั้งแต่ข้อ 1- 3 โดยเปลี่ยนแรงกด (มีหน่วยเป็น กก) จาก 400 เป็น 300, 200 และ 100 ตามลำดับ ทดสอบแรงกดละ 10 ซ้ำ
5. บันทึกสภาพทั่วไปของลูกบอลดับเพลิงตามตารางที่ 7 ในภาคผนวก





รูปที่ 5 การทดสอบแรงกด

3.5. การทดสอบการตกจากที่สูง

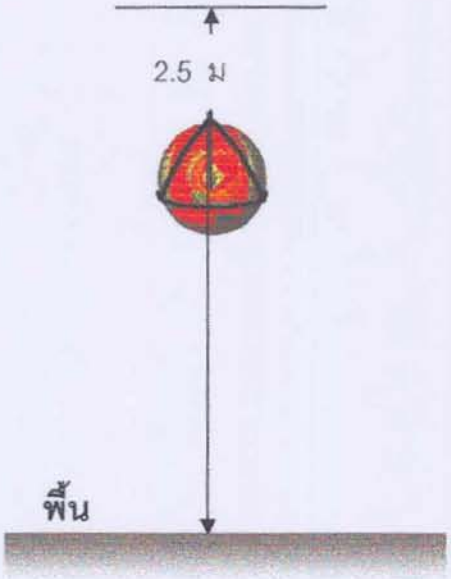
เครื่องมือ

1. ตลับเมตรยาวไม่น้อยกว่า 3 ม
2. เชือกผูกลูกบอลดับเพลิง
3. กรรไกร

วิธีทดสอบ

1. วัดระยะจากพื้นคอนกรีต สูง 2 ม ทำเครื่องหมาย
2. แขวนลูกบอลดับเพลิงลูกที่ 1 ด้วยเชือก โดยให้ขอบล่างของลูกบอลดับเพลิงตรงกับเครื่องหมายที่ทำไว้ แล้วตัดเชือกให้ลูกบอลดับเพลิงตกกระทบพื้นและตรวจพินิจทันทีตามข้อ 1.1
3. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 1 – 3 โดยเปลี่ยนความสูง (มีหน่วยเป็น ม) จาก 2 เป็น 2.5 , 3.0 , 4.0 , 5.0 และ 6.0 ตามลำดับ ทำการทดสอบ 10 ซ้ำในแต่ละความสูง
4. บันทึกผลตามตารางที่ 8 ในภาคผนวก

กรมวิทยาศาสตร์บริการ



รูปที่ 6 การทดสอบการตกจากที่สูง

ส่วนที่ 2 การทดสอบสมรรถนะการดับเพลิง มี 3 การทดสอบ ดังนี้

3.6 การทดสอบดับเพลิงประเภท A และ A*

เครื่องมือ

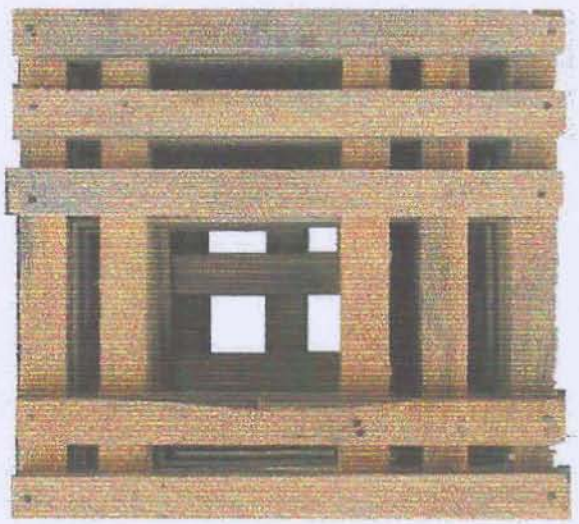
1. ถาดเหล็กสำหรับใส่น้ำมันเชื้อเพลิง ต้องไม่รั่วซึม ขนาด 530 มม x 530 มม x 100 มม
2. ที่ตวงปริมาตรน้ำมันเชื้อเพลิง
3. เหล็กฉากสำหรับรองไม้ 2 ชิ้น ขนาด 50 มม x 50 มม x 5 มม
4. แท่นรอง 4 แท่น ความสูง 400 มม
5. แผ่นกำบังลมตามความเหมาะสม
6. นาฬิกาจับเวลา
7. เครื่องมือวัดความชื้นของไม้

วัสดุ

1. ไม้ยาง (Dipterocarpus spp.) หรือไม้สนเรดิเอต้า (Radiata pine) ความชื้นระหว่าง 9-13 เปอร์เซ็นต์ จำนวนชิ้นไม้ 50 ชิ้น และขนาดภาคตัด 50 มม x 50มม x500 มม และ โดยมีความคลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 5 มม
2. น้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ น้ำมันนอร์มัล-เฮปเทน หรือ น้ำมันนอร์มัล-เฮกเซน ปริมาณน้ำมัน 1 ลบ.ซม

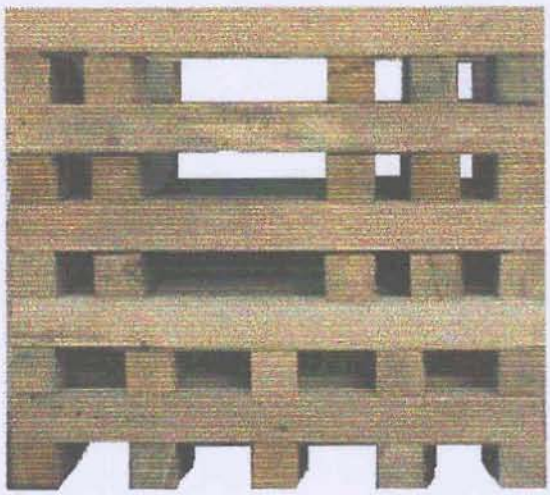
การเรียงไม้

1. การวางชิ้นไม้แบ่งเป็น 2 แบบ คือ แบบแรกวางตาม มอก.332-2537 ตามรูปที่ 6 แบบที่สอง ให้วางเป็นชั้นสลับกันเป็นกองสี่เหลี่ยมจัตุรัสสำหรับ 1-A* เรียงจากฐานถึงชั้นที่สี่ และสำหรับ 2-A* – 6-A* เรียงจากฐานถึงชั้นที่ห้า ส่วนชั้นต่อไปให้เว้นช่องว่างตรงกลาง เพื่อให้ลูกบอลดับเพลิงสามารถตกเข้าไปอยู่ในกองไม้ได้สะดวก เมื่อทำการดับเพลิง
2. ตรึงชิ้นไม้รอบนอกให้ติดกันด้วยตะปู

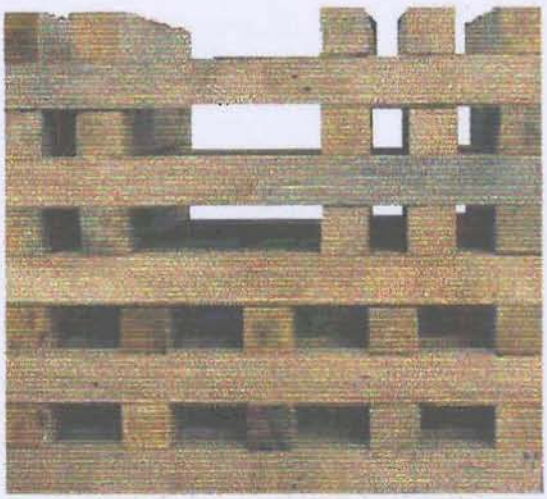


รูปด้านบน
(Top view)

รูปที่ 7 การเรียงไม้



รูปด้านข้าง
(Side view)



รูปด้านหน้า
(Front view)

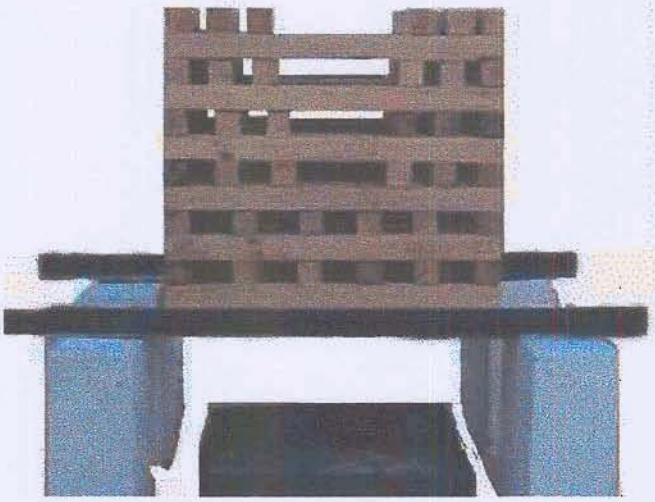
รูปที่ 7 (ต่อ) การเรียงไม้

วิธีทดสอบ

1. ให้ทดสอบในที่โล่งและลมสงบ
2. นำกองไม้ที่จัดเรียงไว้ตั้งบนเหล็กฉากขนาด 50 มม x 50 มม x 5 มม ซึ่งวางบนแท่นรองที่สูงจากพื้น 400 มม
3. จุดไฟเผาชิ้นไม้ด้วย น้ำมันนอร์มัล-เฮปเทน หรือ น้ำมันนอร์มัลเฮกเซน จำนวน 1 ลบ.ซม ที่อยู่ในถาดสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 530 มม x 530 มม x 100 มม ซึ่งวาง

อยู่ใต้กองไม้โดย ให้ไฟติดคลุมทั่วเนื้อไม้ ขยับตำแหน่งถาดตามความเหมาะสม เพื่อให้การลุกไหม้บนเนื้อไม้สม่ำเสมอ และดึงถาดออกได้ หลังจากที่น้ำมันในถาดหมดแล้ว ถ้ามีความจำเป็นอาจใช้แผ่นบังลม เพื่อให้การติดไฟเป็นไปอย่างทั่วถึงแต่ให้เอาแผ่นบังลมออกก่อนทำการดับเพลิงจับเวลา 5 นาที ตั้งแต่ที่เริ่มจุดน้ำมัน เมื่อครบกำหนด เวลา 5 นาที ให้โยนลูกบอลดับเพลิงจำนวน 1 ลูก เข้าไปในช่องว่างตรงกลาง กองไม้ที่เว้นเอาไว้ เมื่อเปลวไฟดับลงให้จับเวลา 2 นาที เปลวไฟที่กองไม้จะต้องไม่ลุกขึ้นมาอีก

4. ทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 1-4 โดยเปลี่ยนขนาดถาด ปริมาณน้ำมัน และจำนวนชิ้นไม้ จนกระทั่งลูกบอลดับเพลิงจำนวน 1 ลูกไม่สามารถที่จะดับเพลิงที่ไหม้กองไม้ได้ ทำการทดลองอย่างน้อย 10 ซ้ำ บันทึกผลลงตามตารางที่ 9 ในภาคผนวก



รูปที่ 8 ลักษณะของกองไม้

3.7 การทดสอบดับเพลิงประเภท B และการเฝ้าระวังดับเพลิงประเภท B*

เครื่องมือ

1. ถาดสี่เหลี่ยมจัตุรัสทำด้วยเหล็กกล้า หนาไม่น้อยกว่า 6 มม ลึกไม่น้อยกว่า 200 มม ขอบบนมีแผ่นเหล็กเสริมโดยรอบเป็นมุมฉากขึ้นออกมากว้างไม่น้อยกว่า 45 มม ขนาดภายในของถาด 480 มม x 480 มม
2. แผ่นเหล็กกล้าหรือวัสดุทนไฟชนิดอื่น สำหรับปิดล้อมบริเวณที่จะทำการดับเพลิงทั้ง 4 ด้าน ขนาดของวัสดุ 1200 มม x 1800 มม ตามรูปที่ 9

3. ตลับเมตร

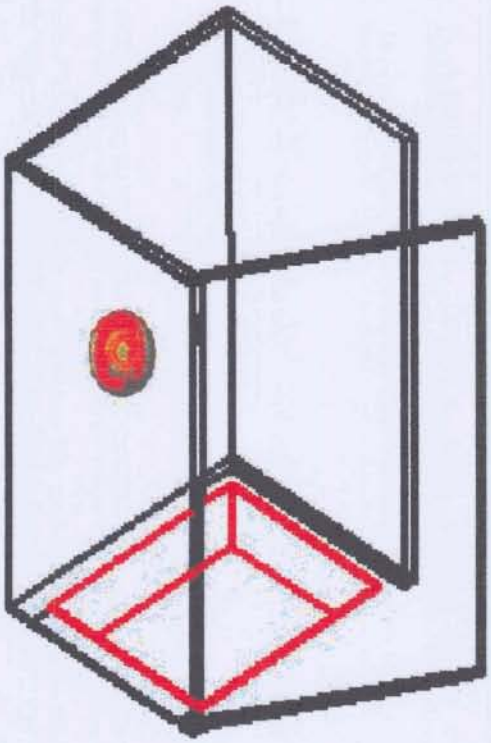
4. นาฬิกาจับเวลา

วัสดุ

ของเหลวติดไฟที่ใช้ในการทดสอบนี้ ให้ใช้น้ำมัน นอร์มัล-เฮปเทน หรือ น้ำมัน นอร์มัล-เฮกเซน

วิธีทดสอบ

1. วางถาดไว้ที่พื้นดินให้ถาดจมลึกเข้าไปในดิน โดยให้ขอบของถาดเสมอกับผิวดิน
2. เทน้ำมันจำนวน 12 ลบ.ดม ลงในถาด
3. นำแผ่นเหล็กกล้า หรือ วัสดุทนไฟชนิดอื่น ปิดล้อมบริเวณที่จะทำการดับเพลิงทั้ง 4 ด้าน
4. ติดลูกบอลดับเพลิงบนแผ่นเหล็กกล้าด้านใน ที่ระดับความสูงจากพื้นดิน 1 ม ตามรูปที่ 9
5. จุดไฟที่ถาดน้ำมันและจับเวลา
6. ปิดแผ่นเหล็กกล้าด้านที่เหลือ
7. ทำการทดลองโดยเปลี่ยนขนาดของถาด ปริมาณน้ำมัน และแผ่นเหล็กกล้าจนกระทั่งลูกบอลดับเพลิง 1 ลูกไม่สามารถทำการดับเพลิงที่ไหม้ได้ ทำการทดลอง อย่างละ 10 ซ้ำ บันทึกผลการทดลองตามตารางที่ 10 ในภาคผนวก



รูปที่ 9 แผ่นเหล็กกล้าหรือวัสดุทนไฟชนิดอื่น 4 ด้าน

3.8 การทดสอบดับเพลิงประเภท C และการเฝ้าระวังดับเพลิงประเภท C*

เครื่องมือ

1. คัทเอาท์ขนาด 100 แอมแปร์
2. ตู้แปลงกระแสที่สามารถปรับกระแสไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 200 แอมแปร์
3. นาฬิกาจับเวลา
4. ตลับเมตร

การเฝ้าระวังดับเพลิงประเภท C*

วัสดุ

1. กล่องไม้อัดหนา 4 มม ขนาด 200 มม x 250 มม เปิดด้านบนและล่าง ตามรูปที่ 9 โครงทำด้วยไม้ขนาด 45 มม x 45 มม (ด้าน x ด้าน)
2. น้ำมันนอร์มัล-เฮปเทน หรือ น้ำมันนอร์มัล-เฮกเซน ปริมาณน้ำมัน 200 ลบ.ซม
3. ขี้กบจำนวน 30 ก

วิธีการทดสอบเพลิงประเภท C

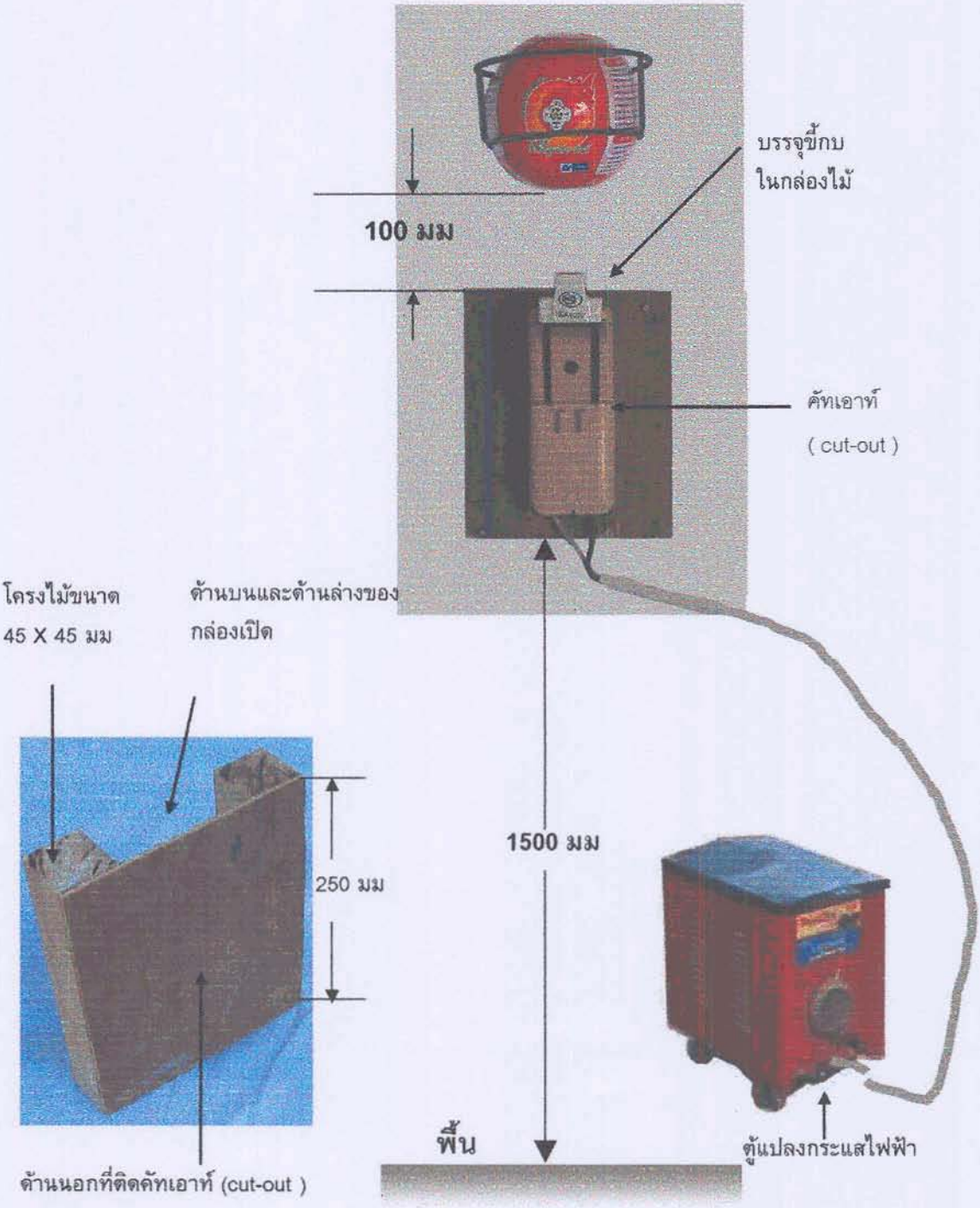
การจัดวงจรไฟฟ้า

1. ใช้หม้อแปลงไฟฟ้าชนิด 50 แฮรตซ์ ขนาด 5 กิโลโวลต์แอมแปร์ 220/100 000 โวลต์ต่อด้านปฐมภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าผ่านอินดักชันเรกูเลเตอร์ ที่สามารถจะทำให้แรงดันไฟฟ้าทางทุติยภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าเปลี่ยนค่าได้อย่างต่อเนื่องตั้งแต่ 0 ถึง 100 000 โวลต์ การวัดแรงดันไฟฟ้าด้านทุติยภูมิให้ต่อเครื่องวัดแรงดันชนิดอ่านค่าได้ตั้งแต่ 1 ถึง 125 โวลต์ และ 1 ถึง 250 โวลต์ ตามลำดับ กับหม้อแปลงเครื่องวัดแรงดันที่มีอัตราส่วนเหมาะสมกับเครื่องวัด อาจใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นสัดวงจรไฟฟ้าที่ให้ผลเช่นเดียวกันก็ได้
2. การป้องกันแรงดันไฟฟ้าทางด้านทุติยภูมิ ของหม้อแปลงไฟฟ้าให้ต่อสเฟียแกป (sphere gap)ขนาด 125 มม ดร่อมไว้ และตั้งระยะให้ห่างกันพอเหมาะสำหรับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ทดสอบทุกครั้งปลายข้างหนึ่งของวงจรไฟฟ้าที่ใช้ทดสอบนี้ให้ต่อลงดินรวมกับสเฟียแกป การวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรระหว่างเครื่องดับเพลิงกับแผ่นเป้าโลหะ อาจใช้เครื่องมิลลิแอมแปร์แบบเทอร์โมคัปเปิล ชนิดระดับความเที่ยงตรงร้อยละ 0.5 สเกลสูงสุดอ่านได้ 10.3 และ 1.5 มิลลิแอมแปร์ มีตัวเก็บประจุขนาด 0.005 ไมโครฟารัด ต่อขนานระหว่างขั้วของเครื่องวัด เพื่อขจัดกระแสคลื่นวิทยุ บรรจุเครื่องวัดไว้ในกล่องทำด้วยตะแกรงลวดทองแดง 2 ชั้น ระหว่างชั้นคั่นด้วยฉนวนไฟฟ้า กล่องชั้นนอกต่อเชื่อมกับสิ่งกำบังคลื่นวิทยุ (shield)ที่สายเครื่องวัดและต่อลงดิน ให้ต่อเครื่องวัดกับวงจรทดสอบทางปลายที่ต่อลงดินโดยตรง ค่าของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านช่องว่างระหว่างลูกบอลดับเพลิงกับแผ่นเป้าโลหะที่อ่านได้จากเครื่องวัด เป็นค่ามีเตอร์แทร์ (meter-tare) กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุที่ต่อขนานระหว่างขั้วของเครื่องวัดไม่ต้องนำมาคิด เพราะเป็นจำนวนน้อยมากเมื่อเทียบกับจำนวนกระแสไฟฟ้าที่อ่านได้ขณะทดสอบ
3. บันทึกผลการทดลอง

วิธีการทดสอบการเฝ้าระวังดับเพลิงประเภท C*

1. ติดคัทเอาท์ที่จุดกึ่งกลางด้านนอกของกล่องไม้ แล้วนำกล่องไม้ไปติดที่ผนังคอนกรีตให้สูงจากพื้น 1.5 ม
2. นำลูกบอลดับเพลิงติดที่ผนังเหนือกล่องไม้ โดยให้ส่วนล่างของลูกบอลดับเพลิง อยู่เหนือกล่องไม้ 100 มม
3. นำขี้กบไม้เนื้ออ่อนแห้งแผ่นบาง ชุบน้ำมันแล้วบรรจุเข้าไปในกล่องไม้

4. ต่อสายไฟเพื่อให้สายไฟ ลัดวงจรจากด้านบนของคัทเอาท์ โดยให้ปลายสายไฟทั้งสองเส้น อยู่กึ่งกลางของขี้กบภายในกล่องไม้
5. ต่อสายไฟจากตู้แปลงกระแสเข้าที่คัทเอาท์ด้านล่าง
6. เปิดสวิตช์ตู้แปลงกระแส แล้วค่อยๆ ปรับกระแสไฟฟ้าให้เพิ่มขึ้นจนสายไฟฟ้าที่ต่อไว้ลัดวงจรลุกไหม้ขี้กบที่บรรจุอยู่ภายในกล่องไม้
7. ปล่อยให้ขี้กบลุกไหม้ จนเปลวไฟลุกขึ้นไปสัมผัสลูกบอลดับเพลิง
8. บันทึกผลการทดลอง



รูปที่ 9 การทดสอบการเฝ้าระวังดับเพลิงประเภท C*

บทที่ 4

ผลการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพของลูกบอลดับเพลิง แบ่งเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 การทดสอบคุณลักษณะทั่วไปของลูกบอลดับเพลิง แบ่งเป็น 5 การทดสอบ

4.1 การทดสอบการทนความร้อน ได้ผลการทดลอง ดังนี้

4.1.1 ทดสอบการระเบิดของลูกบอลดับเพลิง

การเผาลูกบอลดับเพลิงที่อุณหภูมิ 80 –90 °ซ พบว่าสภาพทั่วไปของลูกบอลดับเพลิงไม่มีการเสียหาย ประสิทธิภาพของลูกบอลดับเพลิงที่จะนำไปใช้ในการดับเพลิงยังเหมือนเดิม ที่อุณหภูมิ 100 – 220 °ซ ลูกบอลดับเพลิงเสียสภาพไป และหมดประสิทธิภาพในการดับเพลิง (ผลการทดลองอยู่ในตารางที่ 2 ภาคผนวก)

4.1.2 การทดสอบการทนความร้อน

การอบลูกบอลดับเพลิงในตู้อบที่อุณหภูมิ 120 –200 °ซ ระยะเวลาในการอบ 5 ชม ลูกบอลดับเพลิงเสียสภาพ และหมดประสิทธิภาพในการดับเพลิง ที่อุณหภูมิ 90 – 95 °ซ ระยะเวลาในการอบ 10 ชม ลูกบอลดับเพลิงสภาพเปลี่ยนไป แต่ประสิทธิภาพในการดับเพลิงยังเหมือนเดิม ที่อุณหภูมิ 87 – 100 °ซ ระยะเวลาในการอบ 10 ชม ลูกบอลดับเพลิงสภาพเปลี่ยนไป แต่ประสิทธิภาพในการดับเพลิงยังเหมือนเดิม ที่อุณหภูมิ 85 °ซ ระยะเวลาในการอบตั้งแต่ 10 – 24 ชม ลูกบอลดับเพลิงมีสภาพปกติ และประสิทธิภาพในการดับเพลิงยังเหมือนเดิม (ผลการทดลองอยู่ในตารางที่ 3 ภาคผนวก)

4.2 การทดสอบแรงอัดที่เกิดจากการทำงานของลูกบอลดับเพลิง ได้ผลทำการทดลองดังนี้

4.2.1 ทดสอบโดยใช้แก้วน้ำ

ระยะห่างระหว่างลูกบอลดับเพลิงกับแก้วน้ำที่ 0.3 – 0.4 ม หลังจากที่ทำการทดสอบพบว่า น้ำในแก้วน้ำหกออกมา ที่ระยะห่าง 0.6 – 1.5 ม หลังจากทำการทดสอบพบว่า ทั้งสภาพแก้วน้ำและน้ำในแก้วเป็นปกติ (ผลการทดลองอยู่ในตารางที่ 4 ภาคผนวก)

4.2.2 การทดสอบแรงอัดที่เกิดจากการทำงานของลูกบอลดับเพลิงโดยใช้ตู้กระจก

ที่ความหนาของกระจก 1- 4 มม หลังทำการทดสอบพบว่า กระจก

มีการแตกร้าว ส่วนที่ความหนาของกระจกที่ 5 – 6 มม หลังทำการทดสอบพบว่ากระจกมีสภาพปกติ (ผลการทดลองอยู่ในตารางที่ 5 ภาคผนวก)

4.3 การทดสอบระดับเสียงที่เหมาะสมกับประสิทธิภาพสูงสุดของลูกบอลดับเพลิงและไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ที่อยู่ในบริเวณนั้น

การผลิตลูกบอลดับเพลิงที่มีระดับเสียง 120 – 130 เดซิเบลซี หลังทำการทดสอบพบว่า ลูกบอลดับเพลิงมีการกระจายตัวของสารเคมีไม่ดี ในขณะที่ การผลิตลูกบอลที่มีระดับเสียง 140 – 143 เดซิเบลซี หลังทำการทดสอบพบว่าการกระจายตัวของผงเคมีดีมาก และที่ ระดับเสียง 145 เดซิเบลซี ทำการทดสอบพบว่าการกระจายตัวของผงเคมีดีมากเกินไป (ผลการทดลองอยู่ในตารางที่ 6 ภาคผนวก)

4.4 การทดสอบแรงกด

ที่แรงกด 300 – 400 กก หลังทำการทดสอบพบว่า ลูกบอลดับเพลิงแตก ส่วนที่แรงกด 100 - 200 กก ลูกบอลดับเพลิงบุบเล็กน้อย (ผลการทดลองอยู่ในตารางที่ 7 ภาคผนวก)

4.5 การทดสอบการตกจากที่สูง

การทดสอบที่ระดับความสูง 3 – 6 ม หลังทำการทดสอบพบว่า ลูกบอลแตก ที่ระดับความสูง 2.5 – 2.0 ม หลังทำการทดสอบพบว่าลูกบอลยังอยู่ในสภาพปกติ (ผลการทดลองอยู่ในตารางที่ 8 ภาคผนวก)

ส่วนที่ 2 การทดสอบสมรรถนะการดับเพลิง

การทดสอบสมรรถนะการดับเพลิง มี 3 การทดสอบ ดังนี้

4.6 การทดสอบดับเพลิงประเภท A และ A*

- **การทดสอบดับเพลิงประเภท A**

ที่ ระดับความสามารถของการดับเพลิง 1 – A ขนาดถาด 530 มม x 530 มม x 100 มม ปริมาณน้ำมัน 1.0 ลบ.ดม ขนาดชิ้นไม้ 50 มม x 50 มม x 500 มม จำนวนไม้ 50 ชิ้น มี 10 ชั้น ชั้นละ 5 ชิ้น ทำการทดสอบ 10 ครั้ง ดับ 3 ครั้ง

ที่ ระดับความสามารถของการดับเพลิง 2 – A ขนาดถาด 530 มม x 530 มม x 100 มม ปริมาณน้ำมัน 2.0 ลบ.ดม ขนาดชิ้นไม้ 50 มม x 50 มม x 650 มม จำนวนไม้ 78ชิ้น มี 13 ชั้น ชั้นละ 6 ชิ้น ทำการทดสอบ 10 ครั้ง ดับ 1 ครั้ง

ที่ ระดับความสามารถของการดับเพลิง 3 – A ขนาดถาด 685 มม x 685 มม x 100 มม ปริมาณน้ำมัน 3.0 ลบ.ดม ขนาดชิ้นไม้ 45 มม x 45 มม x 780 มม จำนวนไม้ 98 ชิ้น มี 14 ชั้น ชั้นละ 7 ชิ้น ทำการทดสอบ 10 ครั้ง ไม่ดับทั้งหมด

- **การทดสอบดับเพลิงประเภท A***

ที่ ระดับความสามารถของการดับเพลิง 1 – A* ขนาดถาด 525 มม x 525 มม x 100 มม ปริมาณน้ำมัน 1.0 ลบ.ดม ขนาดชิ้นไม้ 45 มม x 45 มม x 500 มม จำนวนไม้ 50 ชิ้น มี 10 ชั้น ชั้นละ 5 ชิ้น ทำการทดสอบ 10 ครั้ง ดับหมดทุกครั้ง

ที่ ระดับความสามารถของการดับเพลิง 2 – A* ขนาดถาด 525 มม x 525 มม x 100 มม ปริมาณน้ำมัน 2.0 ลบ.ดม ขนาดชิ้นไม้ 45 มม x 45 มม x 600 มม จำนวนไม้ 78ชิ้น มี 13 ชั้น ชั้นละ 6 ชิ้น ทำการทดสอบ 10 ครั้ง ดับ 3 ครั้ง

ที่ ระดับความสามารถของการดับเพลิง 3 – A* ขนาดถาด 680 มม x 680 มม x 100 มม ปริมาณน้ำมัน 3.0 ลบ.ดม ขนาดชิ้นไม้ 45 มม x 45 มม x 750 มม จำนวนไม้ 98 ชิ้น มี 14 ชั้น ชั้นละ 7 ชิ้น ทำการทดสอบ 10 ครั้ง ไม่ดับทั้งหมด

4.7 การทดสอบดับเพลิงประเภท B และ B*

- **การทดสอบดับเพลิงประเภท B**

ที่ ระดับความสามารถของการดับเพลิง 1 – B ขนาดถาดภายใน 480 มม x 480 มม ปริมาณน้ำมัน 12 ลบ.ดม ขนาดแผ่นเหล็กกล้า 1200 มม x 1800 มม ทำการทดสอบ 10 ครั้ง ไม่ดับทั้งหมด

ที่ ระดับความสามารถของการดับเพลิง 2 – B ขนาดถาดภายใน 680 มม x 680 มม ปริมาณน้ำมัน 25 ลบ.ดม ขนาดแผ่นเหล็กกล้า 1200 มม x 1800 มม ทำการทดสอบ 10 ครั้ง ไม่ดับทั้งหมด

ที่ ระดับความสามารถของการดับเพลิง 3 – B ขนาดถาดภายใน 1075 มม x 1075 มม ปริมาณน้ำมัน 60 ลบ.ดม ขนาดแผ่นเหล็กกล้า 1200 มม x 1800 มม ทำการทดสอบ 10 ครั้ง ไม่ดับทั้งหมด

- **การทดสอบดับเพลิงประเภท B***

ที่ ระดับความสามารถของการดับเพลิง 1 – B* ขนาดถาดภายใน 480 มม x 480 มม ปริมาณน้ำมัน 12 ลบ.ดม ขนาดแผ่นเหล็กกล้า 1200 มม x 1800 มม ทำการทดสอบ 10 ครั้ง ดับ 5 ครั้ง

ที่ ระดับความสามารถของการดับเพลิง 2 – B* ขนาดถาดภายใน 680 มม x

680 มม ปริมาณน้ำมัน 25 ลบ.ดม ขนาดแผ่นเหล็กกล้า 1200 มม x 1800 มม ทำการทดสอบ 10 ครั้ง ดับ 3 ครั้ง

ที่ ระดับความสามารถของการดับเพลิง 3 – B* ขนาดถาดภายใน 1075 มม x 1075 มม ปริมาณน้ำมัน 60 ลบ.ดม ขนาดแผ่นเหล็กกล้า 1200 มม x 1800 มม ทำการทดสอบ 10 ครั้ง ไม่ดับทั้งหมด

4.8 การทดสอบดับเพลิงประเภท C และ C*

การทดสอบดับเพลิงประเภท C ลูกบอลไม่สามารถดับเพลิงได้ แต่สามารถดับเพลิงประเภท C* ซึ่งเป็นการเฝ้าระวังเพลิงได้

บทที่ 5

วิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

การทดสอบประสิทธิภาพของลูกบอลดับเพลิง แบ่งเป็น 2 ส่วน

ส่วนที่ 1 การทดสอบคุณลักษณะทั่วไปของลูกบอลดับเพลิง แบ่งเป็น 5 การทดสอบ

5.1 การทดสอบการทนความร้อน ได้ผลการทดลอง ดังนี้

5.1.1 ทดสอบการระเบิดของลูกบอลดับเพลิง การทดสอบการระเบิดของลูกบอลดับเพลิง พบว่าที่ความร้อนสูงๆ พลาสติกที่หุ้มลูกบอลจะหดตัว และแตกออกทำให้สารเคมีที่อยู่ภายในรั่วออกมา แต่ไม่ระเบิด เพราะเชื้อปะทุที่อยู่ข้างในไม่ทำงาน ส่วนที่ความร้อนสูงแต่ไม่มีประกายไฟที่จะมาจุดชนวนทำให้ไม่เกิดการขับและไม่ระเบิด

5.1.2 การทดสอบการทนความร้อน สามารถทนความร้อนได้ไม่เกิน 85 °ซ เป็นเวลา 24 ชม ซึ่งเป็นความร้อนที่สูงที่สุด ที่ไม่ทำให้ลูกบอลเกิดความเสียหาย และประสิทธิภาพในการระเบิดไม่ลดลง

จากการทดสอบการระเบิดและการทนความร้อนของลูกบอลดับเพลิง พบว่าความร้อนที่สูงทำให้ลูกบอลดับเพลิงเสียหาย แต่ลูกบอลดับเพลิงไม่สามารถจะระเบิดเองได้แม้ว่าจะอยู่ในสภาวะที่มีอุณหภูมิสูงแค่ไหนก็ตาม การระเบิดของลูกบอลดับเพลิงจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อมีประกายไฟมาจุดชนวนเท่านั้น ดังนั้นการทำการทดสอบจึงควรทำการทดสอบในส่วนของการทนความร้อนสูงสุดที่ไม่ทำให้ลูกบอลดับเพลิงเสียหายและยังคงมีประสิทธิภาพในการดับเพลิงเหมือนเดิม ซึ่งพบว่าที่อุณหภูมิ 25 °ซ ในตู้อบเป็นเวลา 24 ชม เป็นการทดสอบที่เหมาะสมที่สุดในขณะนี้

5.2 การทดสอบแรงอัดที่เกิดจากการทำงานของลูกบอลดับเพลิง

5.2.1 ทดสอบโดยใช้แก้วน้ำ พบว่าระยะห่างระหว่างลูกบอลดับเพลิงกับแก้วน้ำตั้งแต่ 0.4 – 1.5 ม เมื่อลูกบอลระเบิด แก้วน้ำไม่แตกและน้ำไม่หก

5.2.2 ทดสอบโดยใช้ตู้กระจก พบว่ากระจกมีความหนาได้ 5- 6 มม เมื่อลูกบอลระเบิด กระจกไม่แตกร้าว

จากการทดสอบแรงอัดที่เกิดจากการทำงานของลูกบอลดับเพลิง แสดงให้เห็นว่าในระยะตั้งแต่ 0.4 ม เป็นต้นไป แรงอัดที่เกิดขึ้นไม่สามารถทำอันตรายต่อ คน สัตว์ และสิ่งของได้ แต่เนื่องจากการทดสอบโดยใช้แก้วน้ำนั้นเป็นการทดสอบโดยใช้พื้นที่กว้าง แรงอัดที่เกิดขึ้นลดประสิทธิภาพความแรงลงได้ จึงคิดว่าการทดสอบทดสอบโดยใช้ตู้กระจกน่าจะเป็นการทดสอบที่

ชัดเจนกว่าเพราะแรงอัดที่เกิดขึ้นกระทำกับกระจกโดยตรง และพบว่าการทดสอบโดยใช้กระจกที่มีความหนา 5 มม ซึ่งเป็นความหนาที่ต่ำสุดที่ทำการทดลองแล้วกระจกไม่แตก เพราะยิ่งหนาน้อยเท่าไหร่ ผู้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงก็จะยิ่งปลอดภัยมากขึ้นเท่านั้น

5.3 การทดสอบระดับเสียงที่เหมาะสมกับประสิทธิภาพสูงสุดของลูกบอลดับเพลิงและไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ที่อยู่ในบริเวณนั้น ที่ระดับเสียง 140-143 เดซิเบลซี ประสิทธิภาพการระเบิดของลูกบอลดับเพลิงมีการกระจายตัวของสารเคมีดี ส่วนที่ 145 เดซิเบลซี การกระจายตัวของผงเคมีมากเกินไป ทำให้ประสิทธิภาพในการดับเพลิงลดลง แต่อย่างไรก็ตามระดับเสียงที่เหมาะสมที่สุดที่ไม่ทำอันตรายต่อคน คือต้องไม่เกิน 140 เดซิเบลซี

5.4 การทดสอบแรงกด พบว่าแรงกดสูงสุดไม่เกิน 200 กม เมื่อกดด้วยความเร็ว 5 มม ต่อนาที และกดให้คงที่เป็นเวลา 10 นาที โดยที่ลูกบอลดับเพลิงยังอยู่ในสภาพปกติ ลูกบอลดับเพลิงที่ทนแรงกดได้มากก็ไม่ต้องระวังเรื่องของการเก็บรักษาและไม่ต้องห่วงในเรื่องของประสิทธิภาพการทำงานของลูกบอลดับเพลิงมาก

5.5 การทดสอบการตกจากที่สูง พบว่าระยะจากพื้นคอนกรีตถึงลูกบอลดับเพลิง ไม่เกิน 2.5 ม ลูกบอลดับเพลิงยังอยู่ในสภาพปกติ การที่ลูกบอลตกจากที่สูงแล้วยังไม่เกิดความเสียหายทำให้การเก็บรักษาไม่ต้องระวังมากเช่นกัน

ส่วนที่ 2 การทดสอบสมรรถนะการดับเพลิง

5.6 การทดสอบสมรรถนะในการดับเพลิงประเภท A ลูกบอลไม่สามารถดับเพลิงได้ แต่การทดสอบการดับเพลิงประเภท A* ลูกบอลดับเพลิง 1 ลูกสามารถดับเพลิงได้ 1- A*

5.7 การทดสอบสมรรถนะในการดับเพลิงประเภท B ลูกบอลไม่สามารถดับเพลิงได้ตามเกณฑ์ แต่สามารถดับเพลิงประเภท B* ซึ่งเป็นการเฝ้าระวังเพลิงได้ ลูกบอลดับเพลิง 1 ลูก สามารถดับเพลิงได้ 5- B*

5.8 การทดสอบสมรรถนะในการดับเพลิงประเภท C ลูกบอลไม่สามารถดับเพลิงได้ แต่สามารถดับเพลิงประเภท C* ซึ่งเป็นการเฝ้าระวังเพลิงได้

ในการทดสอบสมรรถนะต่างๆ ของลูกบอลดับเพลิง พบว่าลูกบอลดับเพลิงมีสมรรถนะในการดับเพลิงเฉพาะตัว คือ เหมาะสมที่จะใช้กับการดับเพลิงเบื้องต้น เพราะลักษณะของการใช้ลูกบอล การทำงานและประสิทธิภาพในการดับเพลิงของลูกบอลดับเพลิงแตกต่างจากถังดับเพลิงที่สามารถฉีดเข้าไปทุกซอกทุกมุมได้ แต่นั่นหมายถึงต้องมีคนถือถังดับเพลิงเข้าไป ถังดับเพลิงถึงจะ

มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ดี แต่อันตรายที่เกิดขึ้นกับตัวผู้ใช้ก็มีมาก ในขณะที่ลูกบอลดับเพลิงเป็นทางเลือกใหม่ในการดับเพลิง โดยที่ไม่ต้องนำตัวเองฝ่าเปลวเพลิงเข้าไปเพราะลูกบอลดับเพลิงสามารถที่จะทอย โยน ขว้าง เข้าไปในกองเพลิงได้ ลูกบอล 1 ลูกประสิทธิภาพในการดับเพลิงอาจจะยังน้อยเกินไป แต่ถ้าใช้ลูกบอลหลายลูกในการช่วยดับเพลิงประสิทธิภาพในการดับเพลิงก็จะมากขึ้นและที่สำคัญคือสามารถป้องกันเพลิงได้ โดยลูกบอลดับเพลิงสามารถทำงานได้เอง ในขณะที่เราไม่อยู่ในสถานที่นั้น พร้อมกับเสียงระเบิดของลูกบอลดับเพลิง ยังเป็นการเตือนให้ผู้ที่อยู่ใกล้เคียงตกใจและน่าจะรับทราบถึงการเกิดเพลิงไหม้ได้ เป็นการช่วยลดความเสียหายจากเพลิงไหม้ได้ในระดับหนึ่ง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ทำการทดสอบขอขอบพระคุณคณะทำงานตรวจสอบปรับปรุงแก้ไข คู่มือทดสอบลูกบอลดับเพลิง นักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญทั้งภาครัฐและเอกชนที่ให้การสนับสนุนและให้ความสะดวกในการทดสอบสำเร็จลุล่วง หากมีข้อผิดพลาดประการใดผู้วิเคราะห์ขอน้อมรับเพื่อประโยชน์ในการแก้ไขปรับปรุงในโอกาสต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. มอก. 332-2537 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องดับเพลิงยกหิ้วชนิดผงเคมีแห้ง
2. วิทูรย์ สิมะโชคดี, วีรพงษ์ เฉลิมจิระรัตน์ วิศวกรรมและการบริหารความปลอดภัยในโรงงาน สำนักพิมพ์ สสท.
3. ANSI/UL 711- 1990 Rating and Fire Testing of Fire Extinguishers
4. AS/NZS 1850-1997 Portable Fire Extinguishers-Classification, Rating and Performance Testing
5. Manual Testing Fire Extinguisher Ball by Police Fire Brigade of Thailand Year 2002

ภาคผนวก

ตารางผลการทดสอบ

ตารางผลการทดลอง

ตารางที่ 2 การทดสอบการระเบิดของลูกบอลดับเพลิง

อุณหภูมิที่ใช้เผา (°ซ)	ระยะเวลาที่เผา (ชม)	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	สภาพทั่วไปของลูกบอลดับเพลิง	ทดสอบประสิทธิภาพของลูกบอลดับเพลิง
80	3	10	ไม่เสียหาย	ปกติ
85	3	10	ไม่เสียหาย	ปกติ
90	3	10	ไม่เสียหาย	ปกติ
100	3	10	ไม่เสียหาย	ปกติ
120	3	10	ฟิล์มหด	ปกติ การทำงานไม่ดี
160	3	10	ลูกบอลเหี่ยว	การทำงานไม่ดี
200	3	10	ลูกบอลหดตัว	ไม่ทำงาน
220	3	10	ลูกบอลหดตัวและแตก	ไม่ทำงาน

ตารางที่ 3 การทดสอบการทนความร้อน

อุณหภูมิที่ใช้ (°ซ)	ระยะเวลาที่อบ (ชม)	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	สภาพทั่วไปของลูกบอลดับเพลิง	จำนวนลูกบอลที่ใช้ทดสอบ (ลูก)
200	5	10	เสียหาย ลูกบอลหดตัว	ใช้งานได้ไม่ดี
180	5	10	เสียหาย ลูกบอลหดตัว	ใช้งานได้ไม่ดี
160	5	10	เสียหาย ลูกบอลหดตัว	ใช้งานได้ไม่ดี
140	5	10	เสียหาย ลูกบอลหดตัว	ใช้งานได้ การแตกตัวไม่ดี
120	5	10	เสียหาย ลูกบอลหดตัว	ใช้งานได้ การแตกตัวไม่ดี
100	5	10	ฟิล์มหดตัว	ใช้งานได้
95	5	10	ฟิล์มหดตัว	ใช้งานได้
90	10	10	ฟิล์มหดตัวเล็กน้อย	ใช้งานได้
87	10	10	ฟิล์มหดตัวเล็กน้อย	ใช้งานได้
85	10	10	ปกติ	ปกติ
85	10	10	ปกติ	ปกติ
85	15	10	ปกติ	ปกติ
85	24	10	ปกติ	ปกติ

ตารางที่ 4 การทดสอบแรงอัดที่เกิดจากการทำงานของลูกบอลดับเพลิงทดสอบโดยใช้แก้วน้ำ

ระยะห่างระหว่างลูกบอลดับเพลิงกับแก้วน้ำ (ม)	จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ (ครั้ง)	สภาพของแก้วน้ำ
1.5	10	ปกติ
1.0	10	ปกติ
0.8	10	ปกติ
0.6	10	ปกติ
0.4	10	ปกติ น้ำในแก้วหก
0.3	10	ปกติ น้ำในแก้วหก

ตารางที่ 5 การทดสอบแรงอัดที่เกิดจากการทำงานของลูกบอลดับเพลิงทดสอบโดยใช้ตู้กระจก

ความหนาของกระจก (มม)	จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ (ครั้ง)	สภาพของของกระจกหลังทำการทดสอบ
1	10	แตก 3 ด้าน
2	10	แตก 3 ด้าน
3	10	แตก 1 ด้าน
4	10	ร้าว 1 ด้าน
5	10	ปกติ
6	10	ปกติ

ตารางที่ 6 การทดสอบระดับเสียงที่เหมาะสมกับประสิทธิภาพสูงสุดของลูกบอลดับเพลิง

ระดับเสียงของลูกบอลดับเพลิงตามที่ผลิต (เดซิเบลซี)	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	ประสิทธิภาพของลูกบอลดับเพลิง
120	10	การกระจายตัวของผงเคมีไม่ดี
130	10	การกระจายตัวของผงเคมีไม่ดี
140	10	การกระจายตัวของผงเคมีดี
142	10	การกระจายตัวของผงเคมีดีมาก
143	10	การกระจายตัวของผงเคมีดีมาก
145	10	การกระจายตัวของผงเคมีดีมากเกินไป

ตารางที่ 7 การทดสอบแรงกด

แรงที่ใช้กดลูกบอลดับเพลิง (กก แรง)	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	สภาพโดยทั่วไปของ ลูกบอลดับเพลิง
400	10	ลูกบอลแตก
300	10	ลูกบอลแตก
200	10	ลูกบอลยุบ
150	10	ลูกบอลยุบเล็กน้อย
100	10	ลูกบอลยุบเล็กน้อย

ตารางที่ 8 การทดสอบการตกจากที่สูง

ความสูงของลูกบอลดับเพลิง กับพื้นคอนกรีต (ม)	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	สภาพทั่วไปของ ลูกบอลดับเพลิง
6.0	10	แตกหมด
5.0	10	แตกหมด
4.0	10	แตก 8 ลูก
3.0	10	แตก 2 ลูก
2.5	10	ไม่แตก
2.0	10	ไม่แตก

ตารางที่ 9 การทดสอบสมรรถนะการดับเพลิงประเภท A ตาม มอก332-2537

ระดับความสามารถของการดับเพลิง	จำนวนชิ้นไม้ (ชิ้น)	ขนาดชิ้นไม้ (มม x มม x มม)	จำนวนชั้น และจำนวนชิ้นไม้ในแต่ละชั้น	ขนาดถาด (มม)	ปริมาณน้ำมัน (ลบ.ดม)	ความสูงของแท่นรองกองไม้จากพื้น (มม)	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	ผลการทดสอบ
1-A	50	45 x 45 x 500	10 ชั้น ชั้นละ 5 ชิ้น	525 x 525 x 100	1.0	400	10	ดับ 3 ครั้ง
2-A	78	45 x 45 x 650	13 ชั้น ชั้นละ 6 ชิ้น	525 x 525 x 100	2.0	400	10	ดับ 1 ครั้ง
3-A	98	45 x 45 x 780	14 ชั้น ชั้นละ 7 ชิ้น	680 x 680 x 100	3.0	400	10	ไม่ดับ

ตารางที่ 10 การทดสอบสมรรถนะการดับเพลิงประเภท A*

ระดับความสามารถของการดับเพลิง	จำนวนชิ้นไม้ (ชิ้น)	ขนาดชิ้นไม้ (มม x มม x มม)	จำนวนชั้น และจำนวนชิ้นไม้ในแต่ละชั้น	ขนาดถาด (มม)	ปริมาณน้ำมัน (ลบ.ดม)	ความสูงของแท่นรองกองไม้จากพื้น (มม)	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	ผลการทดสอบ
1-A*	50	45 x 45 x 500	10 ชั้น ชั้นละ 5 ชิ้น	525 x 525 x 100	1.0	400	10	ดับหมด
2-A*	78	45 x 45 x 650	13 ชั้น ชั้นละ 6 ชิ้น	525 x 525 x 100	2.0	400	10	ดับ 3 ครั้ง
3-A*	98	45 x 45 x 780	14 ชั้น ชั้นละ 7 ชิ้น	680 x 680 x 100	3.0	400	10	ไม่ดับ

ตารางที่ 11 การทดสอบสมรรถนะการดับเพลิงประเภท B เพลิงที่เกิดจากน้ำมันตามมอก.332-2537

ระดับความสามารถของการดับเพลิง	ขนาดถาดภายใน (มม)	ปริมาณน้ำมัน (ลบ.ดม)	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	ผลการทดสอบ
1-B	480 x 480	12	10	ไม่ดับ
2-B	680x 680	25	10	ไม่ดับ
5-B	1 075 x 1 075	60	10	ไม่ดับ

ตารางที่ 12 การทดสอบสมรรถนะการดับเพลิงประเภท B* การทดสอบการเฝ้าระวังดับเพลิงที่เกิดจากน้ำมัน

ระดับความสามารถของการดับเพลิง	ขนาดถาดภายใน (มม)	ปริมาณน้ำมัน (ลบ.ดม)	ขนาดแผ่นเหล็กกล้าหรือวัสดุทนไฟชนิดอื่น กว้าง x สูง (มม)	จำนวนครั้งที่ทดสอบ (ครั้ง)	ผลการทดสอบ
1-B*	480 x 480	12	1 200 x 1800	10	ดับหมด
2-B*	680x 680	25	1 200 x 1800	10	ดับหมด
5-B*	1 075 x 1 075	60	1 200 x 1800	10	ดับ 9 ครั้ง