



การดับเพลิงภายในท่านบกกัน (dike area) ด้วยโฟมดับเพลิงแบบการขยายตัวต่ำ

นายชาญวิทย์ เลิศฤทธิ์ วท.บ. (เคมี) ส.บ. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)
วิศวกรประจำส่วนความปลอดภัยและระบบคุณภาพ บริษัท นวโลหะไทย จำกัด

โฟมดับเพลิงมีคุณสมบัติในการสร้างฟองโฟม ที่มั่นคงแข็งแรง โดยมีความหนาแน่นต่ำกว่าน้ำมัน หรือน้ำ และใช้เพื่อครอบคลุมพื้นผิวในแนวราบ ทำให้สามารถปกคลุมเหนือผิวหน้าของเหลวที่กำลังลุกไหม้ พร้อมกับปกคลุมไอระเหยไว้มันให้สัมผัสกับอากาศที่อยู่รอบๆ (ภาพที่ 1) โดยฟองโฟมที่ใช้ในการดับเพลิงมี 3 ส่วนประกอบที่สำคัญด้วยกันคือ อากาศ ซึ่งจะถูกกักเก็บอยู่ภายในฟองโฟม โดยมีน้ำเป็นส่วนผสม ซึ่งในการใช้งานเกิดจากการนำน้ำยาโฟมเข้มข้น (foam concentrate) มาผสมน้ำตามอัตราส่วนที่กำหนด จะได้เป็นสารละลายโฟม (foam solution) แล้วเมื่อนำสารละลายโฟมไปใช้งานโดยการฉีดผ่านหัวฉีดเพื่อผสมกับอากาศ ตามสัดส่วนการผสมที่ได้ออกแบบไว้จะได้เป็นโฟมผสมเสร็จ (nished foam) โดยที่โฟมดับเพลิงสามารถจำแนกได้ตามการขยายตัวของฟองโฟมได้เป็น 3 กลุ่มลักษณะ คือ

1. โฟมแบบการขยายตัวต่ำ (low expansion foam) มีการขยายตัวได้ 20 เท่า
2. โฟมแบบการขยายตัวปานกลาง (medium expansion foam) มีการขยายตัวจาก 20 เท่าถึง 200 เท่า
3. โฟมแบบการขยายตัวสูง (high expansion foam) มีการขยายตัวจาก 200 เท่าถึง 1,000 เท่า

โฟมดับเพลิงที่ใช้ในการดับเพลิงภายในท่านบกกัน (dike area) เป็นโฟมแบบการขยายตัวต่ำ มีข้อจำกัดการใช้งานที่ไม่เหมาะสมสำหรับไปใช้กับป้องกันสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

- สารเคมี เช่น เซลลูโลสไนเตรตที่สามารถปลดปล่อยออกซิเจนหรือสารออกซิไดซ์อื่นๆ
- ของเหลวหรือก๊าซอัดแรงดัน
- อุปกรณ์ไฟฟ้า
- โลหะติดไฟ เช่น อลูมิเนียมและแมกนีเซียม
- โลหะทำปฏิกิริยากับน้ำ เช่น ลิเทียม โซเดียม โพแทสเซียม และโลหะผสมโซเดียมโพแทสเซียม
- สารอันตรายที่ทำปฏิกิริยากับน้ำ เช่น ไตรเอธิลอลูมิเนียม และฟอสฟอรัสเพทโทออกไซด์



ภาพที่ 1 การปกคลุมผิวหน้าของเหลวไวไฟด้วยฟองโฟมดับเพลิง

1. ประเภทของโฟมเข้มข้น (foam concentrate)

โฟมเข้มข้น (foam concentrate) คือน้ำยาโฟมเข้มข้นที่ถูกบรรจุในถังซึ่งส่งมาจากโรงงานผู้ผลิต โดยที่โฟมยังไม่ได้มีการผสมกับน้ำและอากาศเพื่อใช้งาน โฟมเข้มข้นสามารถแบ่งได้เป็นประเภทต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.1 โฟมเข้มข้นชนิดทนแอลกอฮอล์ (alcohol-resistant foam concentrate) ใช้ในการดับเพลิงกับเชื้อเพลิงที่สามารถผสมกับน้ำได้ และเชื้อเพลิงประเภทไฮโดรคาร์บอน โดยทั่วไปทั้งที่เป็นแบบฟิล์มน้ำ (AR-AFFF) และแบบฟิล์มฟลูโอโรโปรตีน (AR-FFFP) โดยไฟที่เกิดจากแอลกอฮอล์หรือสารโพลาร์โซลเวนต์ สามารถทำลายโฟม AFFF หรือ FFFP ธรรมดาโดยการแยกน้ำออกจากส่วนผสมทำให้ชั้นฟิล์มคลุมเชื้อเพลิงเกิดความเสียหาย ดังนั้น การดับไฟประเภทนี้ต้องใช้โฟมที่มีคุณสมบัติต่อต้านแอลกอฮอล์หรือสารโพลาร์โซลเวนต์ เนื่องจากโฟมชนิดดังกล่าวมีสารโพลีเมอร์ที่สามารถป้องกันฟิล์มโฟมไม่ให้ถูกทำลายโดยเชื้อเพลิงโพลาร์โซลเวนต์ ซึ่งมีน้ำหนักสมอยู่โดยทั่วไป โฟม AR-AFFF หรือ AR-FFFP ประกอบด้วยเนื้อโฟม สารสังเคราะห์ ฟลูออโรคาร์บอน และโพลีเมอร์ โดยตัวโพลีเมอร์เหล่านี้จะยังคงอยู่ในส่วนผสมโฟมจนกว่า

จะถูกฉีดออกไปคลุมผิวหน้าสารโพลาร์โซลเวนต์ ขณะที่สารโพลาร์โซลเวนต์จะแยกน้ำออกจากส่วนผสมโฟม ตัวโพลีเมอร์จะช่วยยับยั้งไม่ให้เกิดกระบวนการทำลายโฟมดังกล่าว โฟม AR-AFFF ก็คือโฟม AFFF ที่เพิ่มตัวโพลีเมอร์ซึ่งมีคุณสมบัติต้านทานสารโพลาร์โซลเวนต์เข้ามา เพื่อป้องกันไม่ให้ฟิล์มน้ำ (aqueous film) ที่ฟลูออโรคาร์บอนสร้างขึ้นถูกทำลายลงไปโดยน้ำที่เป็นส่วนผสมของสารโพลาร์โซลเวนต์ ส่งผลดีในเรื่องความคงทนของฟิล์มน้ำระหว่างทำการครอบคลุมเชื้อเพลิง อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของโฟมชนิดนี้จะขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่ใช้ อัตราส่วนผสมกับน้ำ และวิธีการฉีดส่วนใหญ่จะฉีดคลุมผิวหน้าเชื้อเพลิงโพลาร์โซลเวนต์เท่านั้น จะไม่ใช่เป็นตัวรองพื้นแล้วใช้โฟมหรือสารดับเพลิงชนิดอื่นคลุมทับ เนื่องจากเป็นโฟมที่ค่อนข้างอ่อนไหวต่อน้ำและสิ่งแปลกปลอมเป็นพิเศษ

1.2 โฟมเข้มข้นแบบฟิล์มน้ำ (aqueous film-forming foam concentrate หรือ AFFF) เป็นโฟมที่มีการผสมสารสังเคราะห์ฟลูโอรีนและสารสังเคราะห์อื่นๆ เพื่อให้ฟองโฟมมีความคงทน โดยสามารถเลือกความเข้มข้นที่ 1 เปอร์เซ็นต์ 3 เปอร์เซ็นต์ และ 6 เปอร์เซ็นต์ของความเข้มข้น โฟมประเภทนี้สามารถใช้ในการดับเพลิงร่วมกับ



ผงเคมีแห้งดับเพลิงได้ เป็นโฟมที่ระบายน้ำได้เร็ว ทำให้สร้างชั้นเคลือบผิวหน้าไฟ (filming) ได้ในช่วงเวลาสั้นๆ สามารถดับไฟได้เร็วขึ้น เนื่องจากเป็นส่วนผสมของสารลดความตึงผิวและสารสังเคราะห์สร้างฟองโฟมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสร้างชั้นเคลือบผิวหน้าไฟที่มีลักษณะบาง แต่เคลือบผิวหน้าไฟได้เป็นบริเวณกว้างและอย่างรวดเร็ว เมื่อฉีดโฟมชนิดนี้ลงไป ฟิล์มจะคลุมไฟทำให้ดับเกือบจะทันทีในลักษณะเหมือนการล้มน้ำมันไฟซึ่งจะมีประโยชน์ในการดับเพลิงมาก โดยเฉพาะการดับเพลิงจากอุบัติเหตุรถยนต์ หรืออากาศยาน ซึ่งจะจำเป็นจะต้องล้มน้ำมันไฟ (knockdown) ให้ได้ก่อนหน่วยกู้ภัย/ช่วยชีวิต จะเข้าไปช่วยเหลือผู้บาดเจ็บ

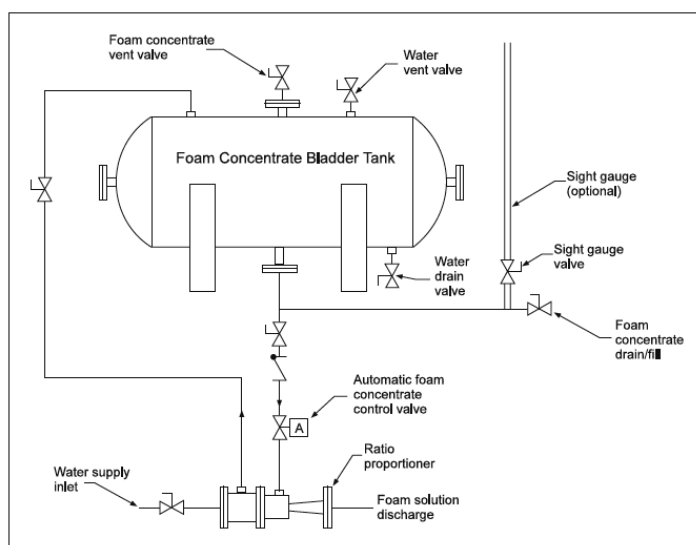
1.3 โฟมเข้มข้นชนิดโปรตีน (protein foam concentrate) เป็นโฟมเข้มข้นที่ผลิตมาจากการหมักซากพืชและซากสัตว์ โดยปกติจะมีความสามารถในการดับเพลิงที่เกิดจากเชื้อเพลิงที่เป็นไฮโดรคาร์บอน และไม่มีสารกัดกร่อนจึงไม่มีปัญหาในการเลือกวัสดุบรรจุโฟม มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน ฟองโฟมมันคง ให้ประสิทธิภาพดีเยี่ยมในการต้านทานความร้อนการป้องกันไฟลุกติดขึ้นมาใหม่ และการระบายน้ำตามปกติแล้ว โฟมโปรตีนจะล้มน้ำมันได้อย่างช้าๆ แต่สามารถคลุมไฟอย่างเหนียวแน่น ให้ความปลอดภัยหลังไฟดับในระดับวางใจได้ อีกทั้งยังมีราคาถูก ประการสำคัญ โฟมโปรตีนจะต้องฉีดด้วยหัวฉีดชนิดมี

รูอากาศ (aspirating nozzles) ห้ามใช้กับหัวฉีดไม่มีรูอากาศ (non-aspirating nozzles) โฟมโปรตีนเป็นโฟมใช้งานชนิดแรกที่มีจำหน่ายอย่างกว้างขวางตั้งแต่สงครามโลกครั้งที่สอง ผลิตขึ้นมาโดยการหมักโปรตีนจากส่วนแข็งของสัตว์ เช่น กีบและเขาสัตว์ ชนไก่ ฯลฯ ซึ่งเมื่อย่อยสลายจะให้เนื้อโฟมคุณภาพสูง โดยมีการเติมสารบางชนิดเพื่อเพิ่มคุณสมบัติพิเศษต่างๆ รวมทั้ง ความต้านทานการกัดกร่อน ความต้านทานการสลายตัวของเบคทีเรีย รวมไปถึงการควบคุมความหนืด ดังที่กล่าวไปแล้วว่า โฟมโปรตีนผลิตมาเพื่อใช้กับไฟที่เกิดจากสารไฮโดรคาร์บอน ดังนั้น จึงไม่ควรใช้ดับไฟที่เกิดจากสารโพลาไรโซลเวนต์ ไม่ว่าจะเป็นใช้รองพื้นหรือปกคลุมเปลวไฟ และห้ามใช้แทนผงเคมีแห้ง ในการเก็บและการจ่ายโฟม สามารถเก็บไว้ในถังบรรจุที่ทำจากวัสดุตามมาตรฐานทั่วไป ยกเว้น ถังเชื่อมที่เป็นสแตนเลส หรือ อะลูมิเนียม รวมทั้งไม่ควรใช้ท่อและข้อต่อชนิดเคลือบสังกะสี (galvanize pipe & fitting) ในระบบจ่ายโฟม

2. ประเภทของระบบผสมโฟม (foam concentrate proportioning)

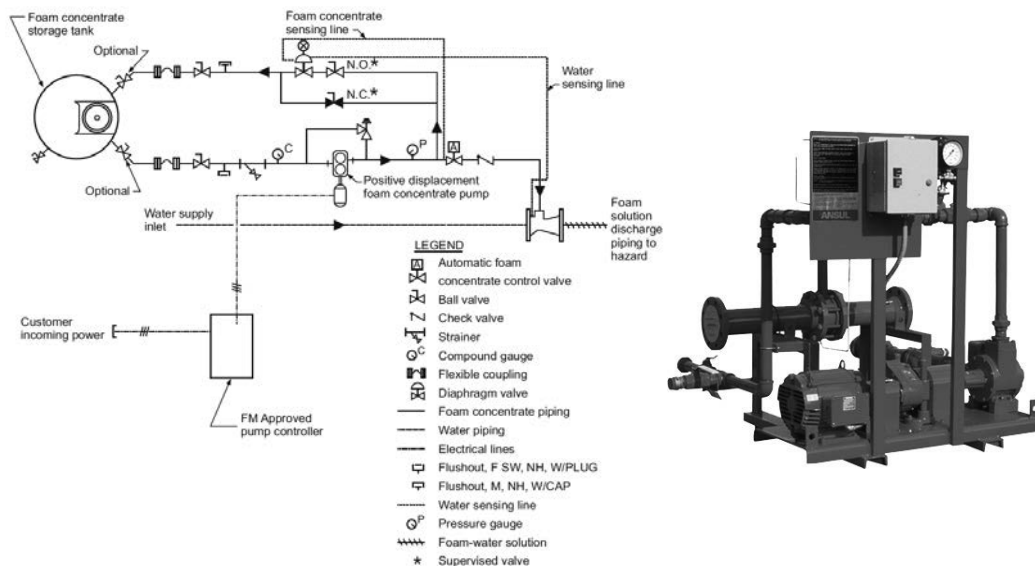
ในการผสมโฟมเข้มข้นให้เข้ากับน้ำเพื่อผลิตเป็นสารละลายโฟมนั้น มีหลากหลายแบบดังต่อไปนี้คือ

2.1 Bladder tank proportioning (ภาพที่ 2)



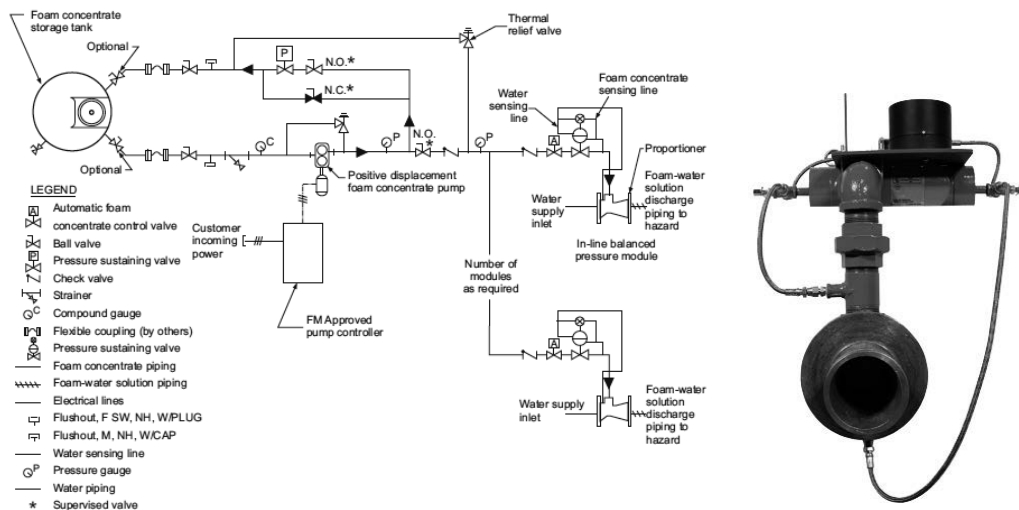
ภาพที่ 2 Diagram ของระบบผสมโฟมแบบ Bladder tank proportioning

2.2 Balanced pressure proportioning (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 Diagram ของระบบผสมโฟมแบบ Balanced pressure proportioning

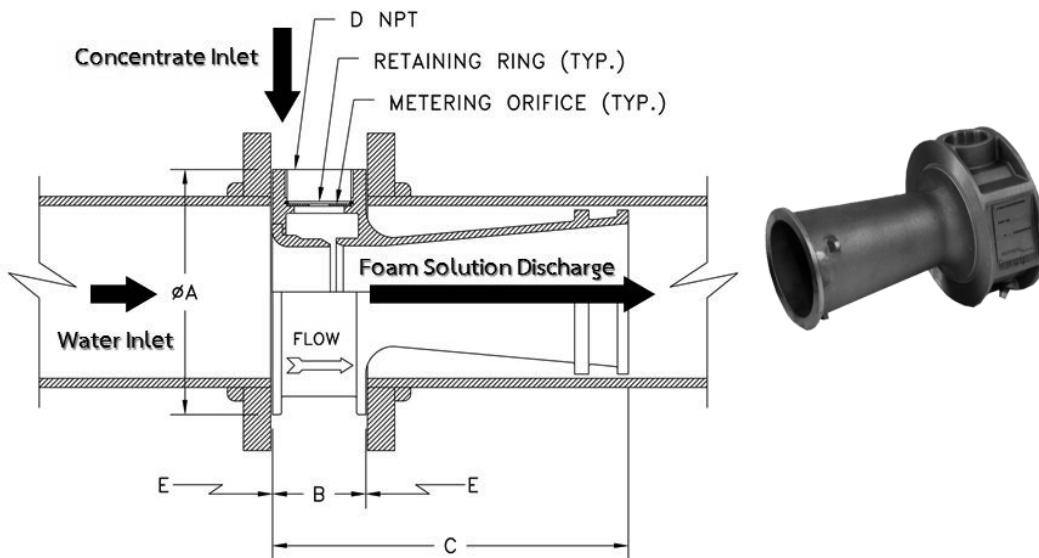
2.3 In-line balanced proportioning (ILBP) (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 Diagram ของระบบผสมโฟมแบบ In-line balanced proportioning (ILBP)



2.4 Venturi proportioner (ภาพที่ 5)

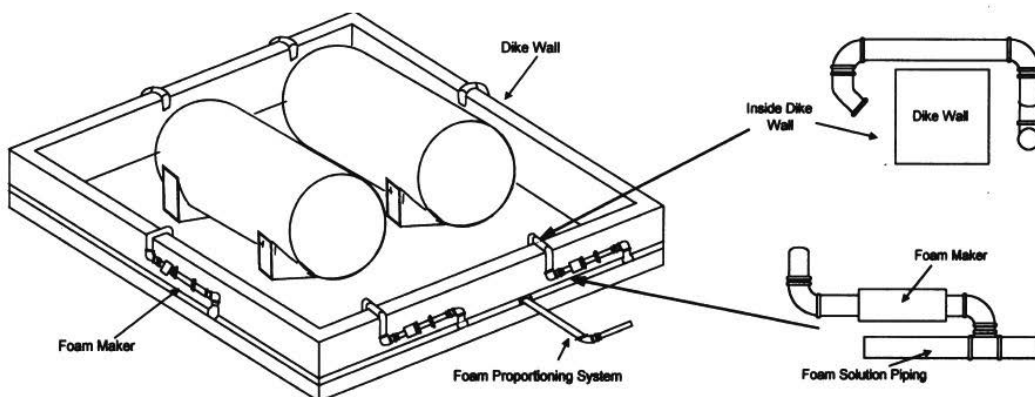


ภาพที่ 5 Diagram ของระบบผสมโฟมแบบ Venturi proportioner

3. อุปกรณ์ในการจ่ายฟองโฟม (foam outlet devices)

ในการดับเพลิงภายในทำนบกั้น (dike area) ด้วย โฟมดับเพลิงแบบการขยายตัวต่ำนั้น ตามมาตรฐาน NFPA

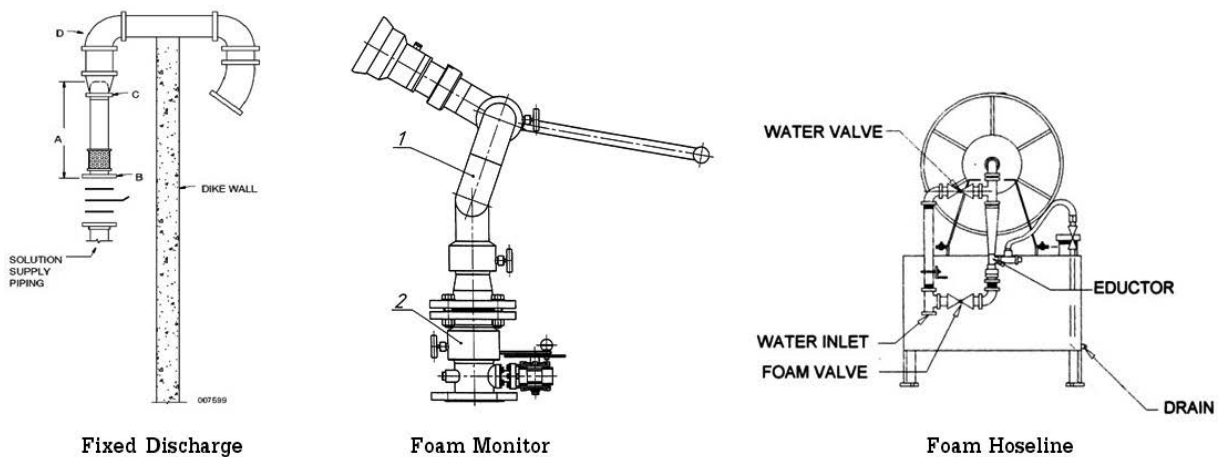
ได้กำหนดนิยามของทำนบกั้น (dike area) ไว้ว่า หมายถึง การกั้นขอบเขตเพื่อกักเก็บของเหลวติดไฟไว้ภายในนั้นโดยที่ มีความลึกมากกว่า 25.4 มิลลิเมตร หรือ 1 นิ้ว (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 รูปแบบการป้องกันแบบ Tank Dike Protection

โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการจ่ายฟองโฟมตามมาตรฐาน NFPA ได้แก่ หัวจ่ายแบบติดตั้งอยู่กับที่ (fixed discharge outlets) ปืนฉีดแบบอยู่กับที่หรือแบบเคลื่อนย้ายได้

(fixed or portable monitors) และสายยางสำหรับฉีด (foam hoselines) (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 อุปกรณ์จ่ายฟองโฟมที่ใช้สำหรับการดับเพลิงภายในท่าอากาศยาน

4. การจัดเก็บ ดูแลรักษา และการเลือกใช้โฟมดับเพลิง

ในการจัดเก็บโฟมที่ซื้อจากผู้ผลิตจะต้องจัดเก็บตามข้อแนะนำ โดยเก็บรักษาภายในอุณหภูมิที่เหมาะสมไม่สูงเกินกว่าที่ผู้ผลิตกำหนด ไม่เช่นนั้นแล้วโฟมจะเสื่อมคุณภาพเร็วกว่าปกติ โดยปกติแล้วจะจัดเก็บโฟมดับเพลิงไว้ในอาคารที่มีหลังคาปกคลุม หลีกเลี่ยงการสัมผัสแสงแดด หากเก็บโฟมไว้หลายชนิดในอาคารเดียวกัน ต้องแบ่งแยกพื้นที่และมีป้ายติดให้ชัดเจน สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก และมีแสงสว่างเพียงพอในเวลากลางคืนพร้อมระบบไฟสำรอง

ในการเลือกใช้โฟมดับเพลิง (ภาพที่ 8) จำเป็นจะต้องทราบถึงชนิดและประเภทของเชื้อเพลิงหรือของเหลวติดไฟก่อน จึงจะสามารถเลือกใช้โฟมได้เหมาะสมกับชนิดของเชื้อเพลิงนั้นๆ โดยส่วนใหญ่แล้ว เราแบ่งของเหลวติดไฟออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ด้วยกันคือ กลุ่มไฮโดรคาร์บอน ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีน้ำเป็นส่วนประกอบ เช่น น้ำมันดิบ น้ำมันเชื้อเพลิง ฯลฯ และกลุ่มโพลาร์โซลูเวนท์ ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะมีน้ำเป็นส่วนผสมหรือสามารถละลายน้ำได้ เช่น แอลกอฮอล์



ภาพที่ 8 ถังบรรจุโฟมดับเพลิงเข้มข้นประเภทต่างๆ



โฟมดับเพลิงจำเป็นจะต้องผสมน้ำก่อนนำไปใช้งาน ซึ่งอัตราส่วนการผสมจะแตกต่างกันไปตามชนิดของโฟม และการออกแบบของผู้ผลิต โดยปกติโฟมดับเพลิงสำหรับเชื้อเพลิงกลุ่มไฮโดรคาร์บอน ไม่ว่าจะเป็นโฟมดับเพลิงชนิด AFFF หรือ ฟลูออโรโปรตีนโฟม จะมีอัตราส่วนผสมเพียงค่าเดียวเท่านั้น เช่น 1%, 3% หรือ 6% นั้นหมายความว่า ถ้าข้างถังระบุว่าเป็นโฟม 3% ต้องใช้โฟมเข้มข้น 3 ส่วนต่อน้ำ 97 ส่วนในการผสมเพื่อให้ได้สารละลายโฟม แต่ถ้าเป็นโฟมดับเพลิงสำหรับเชื้อเพลิงกลุ่มโพลาร์โซลเวนต์ หรืออาจเรียกว่าเป็นกลุ่มที่ทนทานต่อแอลกอฮอล์ จะมี 2 อัตราส่วนผสม เช่น โฟมดับเพลิงชนิด AR-AFFF มีอัตราส่วนผสม 1%/3% นั้นหมายความว่าโฟมดับเพลิงดังกล่าวหากนำไปใช้ดับเพลิงกลุ่มไฮโดรคาร์บอนให้ใช้อัตราส่วนผสมที่ 1% แต่หากนำไปดับเพลิงกลุ่มโพลาร์โซลเวนต์ให้ใช้อัตราส่วนผสมที่ 3%

5. การคำนวณปริมาณโฟมเข้มข้นสำหรับการดับเพลิงภายในท่านบกััน

หลายๆ ครั้งจะพบคำถามว่าเมื่อผู้ออกแบบติดตั้งระบบดับเพลิงสำหรับท่านบกัันโดยใช้โฟมดับเพลิงแบบการขยายตัวต่ำ ของภาชนะบรรจุเชื้อเพลิงต่างๆ เสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้งานหรือเจ้าของพื้นที่ท่านบกัันจะต้องจัดเตรียมปริมาณน้ำยาโฟมเข้มข้นอย่างน้อยเท่าไรจึงจะเพียงพอต่อความต้องการ หรือจำนวนอุปกรณ์ในการจ่ายฟองโฟมนั้นเพียงพอต่อการใช้งานหรือไม่ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากอัตราการใช้งานและระยะเวลาในการปล่อยฟองโฟมที่ถูกกำหนดตามมาตรฐาน NFPA 11 : Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam ซึ่งมีรายละเอียดตามภาพที่ 9

Minimum Application Rates and Discharge Times for Fixed Foam Application on Diked Areas Involving Hydrocarbon Liquids

Type of Foam Discharge Outlets	Minimum Application Rate		Minimum Discharge Time (minutes)	
	L/min · m ²	gpm/ft ²	Class I Hydrocarbon	Class II Hydrocarbon
Low-level foam discharge outlets	4.1	0.10	30	20
Foam monitors	6.5	0.16	30	20

ภาพที่ 9 อัตราการใช้งานและระยะเวลาในการปล่อยของอุปกรณ์จ่ายแบบอยู่กับที่สำหรับการดับเพลิงภายในท่านบกััน

ทั้งนี้ในระบบดับเพลิงที่ใช้ในประเทศไทยส่วนใหญ่ เมื่อพูดถึงอัตราการไหลจะใช้หน่วยวัดแบบอังกฤษ (imperial) ฉะนั้นสำหรับตัวอย่างในการคำนวณสำหรับระบบโฟมนี้ ผู้เขียนจึงขอใช้หน่วยวัดอังกฤษเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและนำไปปฏิบัติจริง ในการออกแบบหรือทวนสอบระบบดับเพลิงสำหรับการดับเพลิงภายในท่านบกััน มีด้วยกันอยู่ 4 ขั้นตอนคือ

5.1 การคำนวณหาพื้นที่ (dike area)

พื้นที่ (A) = ความยาวของท่านบกััน (dike length) x ความกว้างของท่านบกััน (dike width)

5.2 การหาอัตราการใช้งานและระยะเวลาในการปล่อยฟองโฟมที่ถูกกำหนดตามมาตรฐาน NFPA 11

อัตราการใช้งาน (R) = 0.10 gpm/ft² สำหรับหัวจ่ายแบบอยู่กับที่ (fixed discharge outlet)

อัตราการใช้งาน (R) = 0.16 gpm/ft² สำหรับปืนฉีด (foam monitors)

ระยะเวลาในการปล่อยฟองโฟม (T) = 30 นาที สำหรับของเหลวไวไฟ Class I (flash point น้อยกว่า 100°F)

ระยะเวลาในการปล่อยฟองโฟม (T) = 20 นาที
สำหรับของเหลวไวไฟ Class II (flash point มากกว่า
100°F)

5.3 การคำนวณหาอัตราฟองโฟมที่ถูกปล่อย และ
ปริมาณโฟมเข้มข้น

$$D = A \times R$$

$$Q = A \times R \times T \times (\%)$$

โดยที่ Q = ปริมาณโฟมเข้มข้น (แกลลอน)

D = อัตราฟองโฟมที่ถูกปล่อย (gpm)

A = พื้นที่ของท่าบกกัน (คำนวณจาก
ขั้นตอนที่ 1)

R = อัตราการใช้งาน (หาจากขั้นตอน
ที่ 2)

T = ระยะเวลาในการปล่อยฟองโฟม
(หาจากขั้นตอนที่ 2)

% = อัตราส่วนผสมของโฟมเข้มข้นที่นำ
มาใช้ เช่น 0.01 สำหรับ 1% หรือ
0.03 สำหรับ 3%

ตัวอย่าง ถังเก็บน้ำมันเบนซิน ขนาด 20,000 ลิตร
มีการจัดเตรียมท่าบกกันสำหรับการป้องกันการรั่วไหล ซึ่งม
ีความกว้างของท่าบกกัน 100 ฟุต และมีความยาวของท่าบก
กัน 150 ฟุต โดยมีการติดตั้งหัวจ่ายแบบอยู่กับที่ ทั้งหมด
17 ตัว อยู่รอบพื้นที่ โดยใช้โฟมที่มีอัตราการขยายตัวต่ำ
ชนิด AFFF 3% จงคำนวณหาอัตราฟองโฟมที่ถูกปล่อย
(discharge rate) และปริมาณโฟมเข้มข้น

ขั้นตอนที่ 1 คำนวณหาพื้นที่ (dike area)

$$A = L \times W$$

$$A = 150 \text{ ฟุต} \times 100 \text{ ฟุต}$$

$$A = 15,000 \text{ ตารางฟุต}$$

ขั้นตอนที่ 2 อัตราการใช้งาน (R) = 0.10 gpm/ft²
เพราะใช้หัวจ่ายแบบอยู่กับที่และระยะเวลาในการปล่อยฟอง
โฟม (T) = 30 นาที เพราะน้ำมันเบนซินมี Flash point
น้อยกว่า 100°F

ขั้นตอนที่ 3 คำนวณหาอัตราฟองโฟมที่ถูกปล่อย

$$D = A \times R$$

$$D = 15,000 \text{ ft}^2 \times 0.10 \text{ gpm/ft}^2$$

$$D = 1,500 \text{ gpm}$$

ขั้นตอนที่ 4 คำนวณหาปริมาณโฟมเข้มข้น

$$Q = A \times R \times T \times (\%)$$

$$Q = (15,000 \text{ ft}^2) \times (0.10 \text{ gpm/ft}^2) \\ \times (30 \text{ min}) \times (0.03)$$

$$Q = 1,350 \text{ แกลลอน}$$

สรุปแล้วจากตัวอย่างต้องใช้ปริมาณโฟมเข้มข้น
AFFF ชนิด 3% จำนวนอย่างน้อย 1,350 แกลลอน

สุดท้ายแล้วสิ่งสำคัญสำหรับอุปกรณ์ป้องกันและ
ระงับอัคคีภัยนอกจากจะต้องออกแบบและเลือกใช้ให้
เหมาะสมกับเชื้อเพลิง สภาพแวดล้อมและปัจจัยต่างๆ แล้ว
การตรวจสอบและทดสอบการใช้งานอย่างสม่ำเสมอ รวมถึง
การฝึกซ้อมและพัฒนาความรู้ความเข้าใจและทักษะของ
ผู้ปฏิบัติงานที่รับผิดชอบ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการ
ระงับเหตุฉุกเฉินหรือเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การป้องกันและระงับ
อัคคีภัยในโรงงาน พ.ศ. ๒๕๕๒.

มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัย, วิศวกรรมสถานแห่ง
ประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ พ.ศ. ๒๕๕๑.

Design of Special Hazard and Fire Alarm Systems,
Robert M. Gagnon., 1998.

Dike and Spill Protection, Fire Buckeye Equipment.

NFPA 11: Standard for Low-, Medium-, and High-
Expansion Foam 2010.

Storage Tank Fire Protection, Williams Fire &
Hazard Control.

