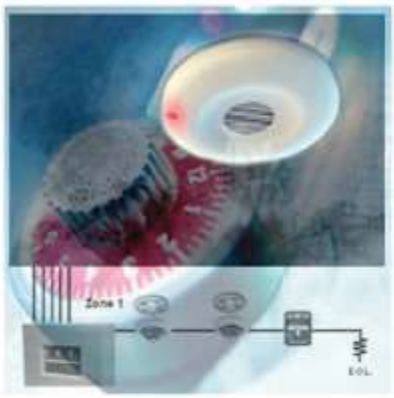
• คุณสุริพงษ์ ศรีสุข

การเลือกข้อมูลเพื่อคำนวณหาระยะห่าง (Listed Spacing: S) ตามแบบสมรรถนะของ Heat/Smoke Detector สำหรับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้



แนวทางที่จักได้อ่านต่อไปนี้เป็นการถอดความที่พอจักเข้าถึงได้และเรียบเรียงขยายความตามที่เข้าใจตามข้อมูลที่พึงมีของผู้เขียน ผู้อ่านสามารถนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ที่จะเข้าใจหลักการบางอย่าง แต่อาจจักยังไม่สามารถนำไปคำนวณในกรอบของการคำนวณตาม Performance-Base ได้จนครบถ้วนเพราะยังมีพื้นฐานบางเรื่องที่ต้องทำความเข้าใจ เช่น Theoretical Background ที่นำเสนอไว้ในหัวข้อ B.3.3.2 เรื่อยไปจนกระทั่งถึงหัวข้อ B.3.3.10 Rate Compensation-Type Heat Detector ทั้งสิ้นอ้างอิงจาก NFPA72-2013 ในฐานะผู้ถอดความยังคาดหวังประโยชน์ต่อผู้อ่านที่จักได้นำไปใช้งานทำให้การออกแบบ การติดตั้ง การตรวจสอบต่างๆ และรวมทั้งจักได้เป็นจุดเริ่มต้นของผู้ที่สนใจนำไปต่อยอดต่อไป

1. หัวข้อการพิจารณาเลือกขนาดของข้อมูลที่ต้องการประกอบด้วยรายการต่างๆ ดังนี้

1.1 อุณหภูมิแวดล้อม (Ambient temperature: *Ta*)

1.2 ความสูงของฝ้าเพดาน หรือระยะห่างเหนือเชื้อเพลิง (*H*)

1.3 ขนาดของอุณหภูมิที่ Detector จะต้องแจ้งเหตุมี 2 แบบได้แก่

1.3.1 ขนาดของอุณหภูมิที่จะทำให้เกิดการแจ้งเหตุ (Detector operating temperature: Ts) สำหรับ Fixed Temperature heat detector

1.3.2 ขนาดของพิกัดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่จะทำให้เกิดการแจ้งเหตุ (Rate of temperature change: *Ts/min*) สำหรับ Rate-of-rise heat detector

1.4 ดัชนีเวลาในการแจ้งเหตุ (Response time index: RTI) สำหรับ Heat Detector เท่านั้น หรือขนาดของระยะห่าง (Listed Spacing: S)

1.5 สัมประสิทธิ์ความหนาแน่นของเชื้อเพลิง (Fuel fire intensity coefficient: α) หรือช่วงเวลาเติบโตของไฟ (Fire growth time: tg)

1.6 ขนาดของเพลิงหรือปริมาณความร้อนที่ Detector จะต้องแจ้งเหตุ *(Qd)* หรือระยะเวลาที่ Detector จะต้องแจ้งเหตุ *(td)*

2. รายละเอียดการพิจารณาเลือกขนาดของข้อมูลที่ต้องการในการคำนวณหาระยะการติดตั้ง Detector ประกอบด้วยรายการต่างๆ ดังนี้

2.1 อุณหภูมิแวดล้อม (Ambient temperature: Ta) สามารถแยกพิจารณาได้ 2 แนวทางดังนี้

2.1.1 อุณหภูมิแวดล้อมสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ฝ้าเพดานจะมีผลโดยตรงกับการเลือกพิกัดอุณหภูมิสำหรับการใช้งาน Fixed-Temperature Heat Detector *ยกตัวอย่างเช่น* ในห้องอบไอน้ำที่มีการสร้างความร้อนมาเพื่อการอบตัวให้ร่างกายขับเหงื่อ จะทำให้ขนาดของอุณหภูมิแวดล้อมสูงสุด 60 องศาเซลเซียส เป็นต้น ในหัวข้อ Operating Temperature แนะนำให้ความแตกต่างระหว่าง Operating Temperature กับขนาดของอุณหภูมิแวดล้อมสูงสุดไม่ควรน้อยกว่า 11 องศาเซลเซียส ดังนั้นกรณีนี้สมควรจะต้องเลือก Fixed-Temperature Heat Detector เท่านั้น ขนาดไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียสเนื่องจากในท้องตลาดมีขายขนาด 90 องศาเซลเซียส (Detector ต้องไม่มีคุณสมบัติของ Rate of Rise Heat Detector) ดังนั้นจึงต้องเลือกขนาด 90 องศาเซลเซียสทั้งที่ความต้องการที่จะเลือกขนาดเท่ากับหรือมากกว่า 70 องศาเซลเซียสไม่มาก เพื่อให้ใกล้ขนาดของอุณหภูมิแวดล้อมสูงสุดมากที่สุด สำหรับกรณีนี้หากขนาดที่มีจำหน่ายมีขนาดอยู่ในช่วง 70-90 องศาเซลเซียสสามารถเลือกได้ทันที

2.1.2 อุณหภูมิแวดล้อมต่ำสุดที่เกิดขึ้นที่ฝ้าเพดานจะมีผลเช่นเดียวกัน เมื่ออุณหภูมิแวดล้อมที่ฝ้าเพดานลดต่ำลง การที่จะทำให้อุณหภูมิรอบๆ Detector เพิ่มขึ้นถึงระดับที่ Detector จะแจ้งเหตุได้จำเป็นต้องได้รับความร้อนจากเพลิงไหม้ในปริมาณที่สูงขึ้น ทำให้เกิดผล 2 อย่าง คือ 1) เวลาที่จะแจ้งเหตุใช้เวลามากขึ้น 2) ขนาดของเพลิงไหม้มีขนาด

ใหญ่ขึ้น (ทำให้คับยากขึ้น) ทั้งสองประการนี้ทำให้ต้องมีการวิเคราะห์ความไวในการแจ้งเหตุ (Sensitivity analysis) ยกตัวอย่างเช่นในห้องทำงานที่มีระบบปรับอากาศจะมีขนาดของอุณหภูมิแวดล้อมจะอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส ขณะที่ในห้องที่ใช้งานเป็นศูนย์คอมพิวเตอร์อาจมีขนาดของอุณหภูมิแวดล้อมจะอยู่ที่ 21-22 องศาเซลเซียส เป็นต้น กรณีนี้อาจต้องลดระยะห่างของ Heat Detector หรือเปลี่ยนชนิดของ Detector เป็นชนิด Smoke Detector แต่ยังคงใช้ระยะตาม Listed Space (S) หรือใช้ Detector ชนิดที่เรียกว่า *"อุปกรณ์ตรวจจับควันชนิดสุ่มตัวอย่างอากาศหลายรูด"*

2.2 ความสูงของฝ้าเพดาน หรือระยะห่างเหนือเชื้อเพลิง (H) โดยทั่วไป Detector สามารถแจ้งเหตุได้เร็วขึ้น เมื่อระยะของ Detector ใกล้เพลิงไหม้ยิ่งขึ้น และเมื่อใดก็ตามที่ฝ้าเพดานมีความสูงเกินกว่า 4.9 เมตร ความสูงฝ้าเพดานนี้มีผลต่อการทำงานของ Detector ให้แจ้งเหตุช้าลง กรณีนี้แก้ไขโดยตัวคูณลด เนื่องจากระยะทาง แต่กรณีของการคำนวณตาม Performance-Base จะต้องใส่ตัวประกอบที่เรียกว่า Dominant Factor ในการพิจารณาทำความเข้าใจเมื่อความสูงของฝ้าเพดานมากขึ้น จะต้องพิจารณา 1) ขนาดของไฟหรือเพลิงไหม้ และ 2) พิกัดการปลดปล่อยความร้อนที่อาจจะพัฒนาเป็นไปก่อนที่การตรวจจับของ Detector จะถึงจุดที่แจ้งเหตุ อย่างไรก็ตาม ในการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดที่ใช้งานความสูงฝ้าเพดานจะต้องไม่สูงกว่า 9.1 เมตรโดยเด็ดขาดสำหรับ Smoke หรือ Heat Detector ชนิดจุด ในการออกแบบจะตั้งสมมติฐานว่า เพลิงไหม้เกิดขึ้นที่พื้น และระยะจนถึง Detector จะวัดจากพื้นจนถึงฝ้าเพดานในแนวดิ่ง (เหตุที่อ้างเช่นนี้เพราะใน Annex B หัวข้อ B.3.2.3.6 แสดงไว้ว่า *"ระยะทางระหว่างฐานของไฟไหม้จนถึงฝ้าเพดานควรจะใช้ที่ใกล้ของความสูงของฝ้าเพดาน"*)

2.3 ขนาดของอุณหภูมิที่ Detector จะต้องแจ้งเหตุมี 2 แบบ ได้แก่

2.3.1 ขนาดของอุณหภูมิที่จะทำให้เกิดการแจ้งเหตุ (Detector operating temperature: Ts) สำหรับ Fixed Temperature heat detector ความแตกต่างระหว่างพิกัดอุณหภูมิของ Fixed-Temperature Detector (Ts) กับอุณหภูมิแวดล้อมสูงสุด (Ta) ที่ฝ้าเพดานควรจะแตกต่างกันน้อยๆ เท่าที่สามารถจะเลือกใช้ได้ อย่างไรก็ตามเพื่อลดโอกาสที่จะเกิด Fault Alarm หรือการแจ้งเหตุที่ผิดพลาด ควรทำให้ความแตกต่างระหว่างขนาดของอุณหภูมิของ Detector ที่จะแจ้งเหตุกับอุณหภูมิแวดล้อมสูงสุดควรไม่น้อยกว่า 11 องศาเซลเซียส

2.3.2 ขนาดของพิกัดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่จะทำให้เกิดการแจ้งเหตุ (Rate of temperature change: Ts/min) สำหรับ Rate-of-rise heat detector ก่อนจะอธิบายแนวคิดของ Rate-of-rise heat detector ขอพูดถึง heat detector ชนิดหนึ่งที่เรียกว่า Combination Heat Detector มีความสามารถตรวจจับความร้อนทั้งแบบ Fixed-Temperature และ Rate-of-rise heat detector ซึ่ง Rate-of-rise heat detector มีการทำงานที่ตรวจจับพิกัดการพัฒนาขนาดของไฟในการใช้งาน Combination Heat Detector ในการกำหนดระยะห่างของการติดตั้ง detector ให้ใช้ความสามารถในการตรวจจับของ Rate-of-rise heat detector เพราะว่า Rate-of-rise เป็นพื้นฐานควบคุมการแจ้งเหตุ (ตรวจจับได้ก่อน) ส่วน Fixed-Temperature จะมีขนาดอุณหภูมิที่กำหนดโดยการกำหนดจากขนาดของอุณหภูมิแวดล้อมสูงสุด ดังนั้นจึงเลือกคุณสมบัติของ Rate-of-rise โดยขนาดพิกัดการทำงานของ Rate-of-rise heat detector มีขนาดเท่ากับ 8.3 องศาเซลเซียสต่อนาที (15 องศาฟาเรนไฮต์ต่อนาที)

2.4 ดัชนีเวลาในการแจ้งเหตุ (Response time index: RTI) สำหรับ Heat Detector เท่านั้น หรือขนาดของระยะห่าง (Listed Spacing: S) เมื่อเกิดเพลิงไหม้จะเกิดการไหลของความร้อนจากฝ้าเพดานส่งไปยัง Heat Detector ที่ตรวจจับโดยจะไม่แจ้งเหตุทันทีที่ใดที่พบความร้อน โดยต้องใช้เวลาช่วงหนึ่ง การวัดความเร็วของการถ่ายเทความร้อนเป็นไปตามค่าของสัมประสิทธิการตอบสนองความร้อนที่จะใช้การประมาณล่วงหน้าเกี่ยวกับการตอบสนองของ heat detector ความเร็วนี้เราเรียกว่า Detector Time Constant (τ_0) ค่า time constant เป็นการวัดความไวของ Detector ความไวของ Heat Detector, τ_0 หรือ RTI ควรพิจารณาด้วย การทดสอบผลเทียบค่าเป้าหมาย (Validated Test) สามารถดูเอกสารนี้ได้จาก FM Approval Standard 3210, Heat Detectors for Automatic Fire Alarm Signaling.(อ้างอิงตามหัวข้อ B.3.2.5 [43, 44, 45]) จะได้ทราบค่า RTI ดังนั้นในการกำหนดระยะการติดตั้ง Heat Detector สามารถกำหนดได้อย่างเหมาะสมเพื่อตอบสนองต่อวัตถุประสงค์ต่างๆ และการประยุกต์ใช้งาน สำหรับ detector รุ่นเก่าในอดีตจะกำหนด ระยะการติดตั้ง (Listed Spacing: S) และพิกัดเวลาคงที่ (Detector time constant: Ts) ที่อุณหภูมิกำหนดทำให้ Detector ตอบสนองเป็นค่าที่กำหนดไว้ล่วงหน้า ดังแสดงในตารางที่ B.3.2.5 (อ้างอิงตามหัวข้อ B.3.3 [10]) ทำให้สามารถทราบขนาดของ detector time constant หรือ *Ts* ซึ่งเกิดจากการกำหนดค่าที่ความเร็วของการเคลื่อนที่ของความร้อนอ้างอิงที่ 1.5 เมตรต่อวินาที (ประเด็นนี้ทำให้ทราบว่า ความร้อนที่ Heat Detector ตรวจจับได้เป็นความร้อนที่มาจากการพาความร้อน ไม่ใช่การแผ่รังสีความร้อน... *เอ!!หรือว่าทั้งสองอย่างเลย น่าขบคิดนะที่วิจัยเรื่องนี้ หากมีงานวิจัยเรื่องนี้อยู่แล้วช่วยโพสให้ได้อ่านด้วยครับ*)

ตารางที่ B.3.2.5 แสดงค่า Time Constant สำหรับ Heat DeOector แต่ละขนาด

750 Annex B • Engineering Guide for Automatic Fire Detector Spacing

TABLE B.3.2.5 Time Constants (τ_d) for Any Listed Heat Detector [at a reference velocity of 1.5 m/sec (5 ft/sec)]

Listed Spacing		Underwriters Laboratories Inc.						Factory Mutual Research Corporation (All Temperatures)
m	*ft*	53.3°C (128°F)	57.2°C (135°F)	62.8°C (145°F)	71.1°C (160°F)	76.7°C (170°F)	91.1°C (196°F)	
3.05	10	400	330	262	195	160	97	196
4.57	15	250	190	156	110	89	45	110
6.10	20	165	135	105	70	52	17	70
7.62	25	124	100	78	48	32	—	48
9.14	30	95	80	61	36	22	—	36
12.19	40	71	57	41	18	—	—	—
15.24	50	59	44	30	—	—	—	—
21.34	70	36	24	9	—	—	—	—

Notes
(1) These time constants are based on an analysis [10] of the Underwriters Laboratories Inc. and Factory Mutual listing test procedures.
(2) These time constants can be converted to response time index (RTI) values by using the equation $RTI = \tau_d (5.0 \text{ ft/sec})^{1/2}$. (See also B.3.3.)

2.5 สัมประสิทธิ์ความหนาแน่นของเชื้อเพลิง (Fuel fire intensity coefficient: α) หรือช่วงเวลาการเติบโตของไฟ (Fire growth time: tg) การพัฒนาการของไฟมีองค์ประกอบจาก 2 ส่วนคือ 1) คุณสมบัติขององค์ประกอบของการเผาไหม้ และ 2) ส่วนประกอบทางกายภาพของเชื้อเพลิง เมื่อเกิดการลุกไหม้ การพัฒนาการของไฟส่วนมากจะเกิดขึ้นด้วยการมีอัตราเร่ง (ยิ่งเวลาผ่านไป ไฟยิ่งพัฒนาในอัตราที่สูงยิ่งขึ้นยิ่งขึ้น) การปล่อยความร้อนหรือ α หรือ *tg* สามารถคำนวณได้ (รายละเอียดขอละไว้ก่อน อ้างอิงตามหัวข้อ B.3.2.6.2 [16])

2.6 ขนาดของเพลิงหรือปริมาณความร้อนที่ Detector จะต้องแจ้งเหตุ *(Qd)* หรือระยะเวลาที่ Detector จะต้องแจ้งเหตุ *(td)* ขนาดของ Threshold fire sizes (Q_{DD} และ Q_{Ds}) สามารถหาได้โดยการอ้างอิงมาจากการเลือกขนาดของ Fire Growth Rate เพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบ

ทั้งสิ้นที่อ่านมาคู่จักเป็นคำจำกัดความหรือความหมายของข้อมูลที่เตรียมไว้ใช้ในการคำนวณหาระยะของ Detector เท่านั้น บางข้อมูลจักเห็นว่าทำให้เราเข้าใจข้อมูลพื้นฐานความคิด ผมคิดว่าน่าจะเป็นประโยชน์บ้างจึงได้ถอดความแลเรียบเรียงดังท่านได้อ่านไปแล้ว สำหรับบางท่านผู้อ่านที่ยังไม่รุ่ใจยังคิดว่ายังไม่พอต้องลงมือคำนวณหาระยะที่ว่าเป็น Performance-Base กันเลยทีเดียว ก็ต้องหาโอกาสศึกษาอาจเริ่มต้นศึกษาจากหัวข้อ B.3.3.2 Theoretical Background ศึกษาไปจนถึงหัวข้อ B.3.3.10 Rate Compensation-Type Heat Detector สำหรับผู้เขียนขอสารภาพเป็นปฐมเลยว่า เรื่องที่ว่านี้ซับซ้อนเกิดกำลัง หากจะทำคงต้องออกแรงคุ้ยแคะความรู้ Thermodynamic ที่มีอยู่อย่างแร้นแค้นแต่ก็ยังตั้งความหวังไว้ว่าจักมีท่านผู้อ่านท่านใดสักคนสักกลุ่มสักคณะได้แลเห็นจุดเริ่มต้นแลนำไปต่อยอดให้ทะลุสุดทางครบถ้วนตามที่ NFPA นำเสนอไว้ **อย่างไรก็ตามผู้เขียนยังมีความพยายามไม่หยุดศึกษาเพียงเท่านี้ แต่ด้วยส่วนแบ่งของเวลา ของเรื่องที่สนใจ เรื่องจำเป็นต้องสนใจและเรื่องที่ต้องดำเนินไปเป็นปกติเหมือนกับทุกท่าน ทำให้ผู้เขียนขอหยุดเรื่องนี้ไว้ที่จุดนี้ก่อนมีโอกาสพร้อมจักสานต่ออย่างไรต้องกลับมาทำต่อไป** สำหรับเรื่องต่อไปเกี่ยวกับระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้นี้ขอกระซิบดังๆ ว่า มาตรฐานใหม่ที่จัดทำโดย วสท.จะออกในอีกไม่กี่อึดใจนี้ ไม่แน่ขณะที่ท่านกำลังอ่านบทความนี้มาตรฐานเล่มนั้นวางจำหน่ายแล้ว ผู้เขียนตั้งใจจักหยิบบางประเด็นที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากมาตรฐานเดิมอย่างเด่นๆ มานำเสนอ...

หนังสืออ้างอิง

*[1] **NFPA., NFPA72-National Fire Alarm and Signaling Code.**, 2013 edition., Annex B Engineering Guide for Automatic Fire Detector Spacing., Page 72-284 to 72-285*

ของแถม ผู้เขียนขอเสนอแนวการนำเสนองานเขียนอีกหนึ่งที่เป็นการเขียนโพสในเฟสบุ๊ค-กลุ่ม TEMCA Magazine Fan club โดยมีการปรับการนำเสนอเล็กน้อย ยกเว้นเนื้อหาที่ยังคงไว้อย่างเดิม ซึ่งขออนุญาตปิดชื่อผู้ชื่นเนื่องเพราะไม่ได้ขออนุญาต หากท่านผู้อ่านมีความเห็นอย่างไรแนะนำได้ในกลุ่มครับ...

Suwit Srisuk June 17 at 11:27pm, Ban Don Muang (1), Edited

ระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ กับการเลือกใช้ Smoke Detector จริงๆคุ้มค่าเป็น Life Safety

จริงทีเดียวที่ Smoke Detector สามารถตรวจจับเหตุเพลิงไหม้ในขั้นที่สองของการเกิดไฟไหม้ ก่อนการเกิดเปลวไฟ และความร้อน

ที่ใช้งานกันอยู่คือแผงควบคุมรู้เหตุ สมมติรับทราบเหตุทันที กรณีที่การแจ้งเหตุเป็นแบบแจ้งพื้นที่เกิดเหตุไม่รู้ว่าห้องไหนต้องใช้เวลาค้นหาห้องที่เกิดเหตุสมมติใช้เวลา 2 นาทีซึ่งนับว่าเร็วมาก เมื่อเข้าถึงเหตุก็เข้าแก้ไขเหตุซึ่งอาจจะเป็นไฟไหม้ขนาดเล็ก ไม่ถึงร้อยถึงโวัตต์

แต่ระหว่างนั้นในช่วง 2 นาที ควันจะมากขึ้นคนในห้องต้องหายใจเอาก๊าซพิษเข้าไปซ่นก๊าซคาร์บอนมอนน็อกไซน์ คนจะง่วงซึมและหลับต่อไป ถ้าโชคดีแค่หมดสติ หากเลวร้ายกว่านั้น ชี...งานนี้มีน้ำตาแน่นอน เพียงแค่เลือกใช้ Smoke Detector ยังไม่น่าจะเพียงพอที่จะเป็น Life Safety

แล้วทำอย่างไรดีล่ะ

ผมมีแนวคิดเพิ่มความเป็น Life Safety โดยเพิ่ม Sounder Base เข้าไปที่ Smoke Detector ทำให้ทันทีที่อุปกรณ์ตรวจจับควันได้ก็จะแจ้งเหตุเป็นเสียงเตือนทันที เจ้าของห้องที่หลับอยู่ตื่นขึ้น หลบหนีออกมาได้ก็จะปลอดภัย

สำหรับห้องที่แก้ไขไม่ได้แล้ว ก็แนะนำให้ใช้ Smoke Detector ชนิดใส่ถ่านมีหนึ่งเปลี่ยนถ่านครั้งหนึ่ง

ทั้งหมดอย่าเข้าใจว่า มุ่งจะแนะนำให้ต้องลงทุนเพิ่มหรือเสียเงินเพิ่ม แต่อยากบอกว่า เมื่อคิดจะต้องลงทุน Smoke Detector กันแล้วก็น่าจะทำให้สุดๆไปให้ถึงชุดที่เรียกว่า Total Solution ตระหนักถึงค่าว่า ชีวิตมีค่า หรือ มีคนมีเงิน แล้วท่านล่ะคิดอย่างไร?...

เห็นด้วยครับ...เพราะมันคือหน้าที่ของ sounder base โดยตรงที่จะคือนผู้ที่กำลังนอนหลับอยู่ในห้องนั้น แต่ถ้าเป็นระบบการแจ้งเหตุเป็นชุด (multiplex หรือ Addressable system) สามารถโปรแกรมให้ห้องติดไปหรือห้องภายในชั้นนั้นเตือนพร้อมกันได้ด้วยครับ...

ส่วนตัวผู้เขียน

นายสุวิทย์ ศรีสุข
วิศวกรไฟฟ้า-ที่ปรึกษาอิสระ
การศึกษา ปริญญาตรี-วิศวกรรมศาสตร์ ไฟฟ้ากำลัง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ปริญญาโท-วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม บางเขน
ประสบการณ์ ทำงานกว่า 29 ปี งานด้านไฟฟ้ากำลัง