

ข้อเท็จจริง

การประเมินความเสี่ยงต่อควันไฟในอาคาร :

วิศวกรรมด้านความปลอดภัยต่อการเกิดเพลิงไหม้ และผลิตภัณฑ์ ผนวกันความร้อนพอลิยูรีเทน

เนื้อความโดยสรุป

สืบเนื่องจากความกังวลในความปลอดภัยของผู้อาศัย จากควันไฟ เมื่อเกิดเพลิงไหม้ และการติดไฟของวัสดุที่สามารถเผาไหม้ได้ เมื่อมีแหล่งเปลวไฟที่มีพลังงานเพียงพอ เนื่องจากสิ่งก่อสร้าง ประเภทอาคารสูง ในทุกวันนี้ มีส่วนประกอบที่เป็นวัสดุที่สามารถติดไฟได้ (อาทิเช่น ฝ้า ที่บุผนัง เพดาน เป็นต้น) เอกสารฉบับนี้ มีเจตนาที่จะแสดงข้อเท็จจริง ที่เป็นข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดควันไฟ และ อธิบาย วิธีการที่จะใช้ในการ ประเมินความเสี่ยงจากควันไฟภายในอาคาร จากวัสดุที่มีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดควันได้มาก ตัวอย่างเช่น โฟมพอลิยูรีเทน ชนิดแข็ง (PUR)

การจัดระดับการเกิดควันไฟของวัสดุที่ใช้ในอาคารเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถที่จะระบุความเป็นอันตรายจากควันไฟในอาคารได้ ผลิตภัณฑ์พอลิยูรีเทน ได้ถูกประเมินตามหลักเกณฑ์ด้านวิศวกรรมความปลอดภัย ต่อการเกิดเพลิงไหม้ และได้ยกตัวอย่างของการแก้ปัญหาดังกล่าว

ผนวกันพอลิยูรีเทน คือผลิตภัณฑ์ ทางเลือก

ผนวกันพอลิยูรีเทนโฟม มักจะถูกเลือกใช้ ในอาคารต่างๆ เนื่องจากคุณสมบัติที่ มีความเป็นผนวกันความร้อนที่ดี, มีความหลากหลายในการใช้งาน, มีน้ำหนักเบา เป็นต้น

อาคารที่มีความเป็นผนวกันความร้อนที่ดีกว่า จะทำให้ประหยัดพลังงาน อย่างมาก และมีผลต่อการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จากการใช้ระบบให้ความเย็น หรือความร้อนต่อตัวอาคาร ซึ่งค่าใช้จ่ายด้านพลังงานก็จะน้อย และใช้พลังงานธรรมชาติน้อยไปด้วย อาคารที่มีความเป็นผนวกันความร้อนที่ดีกว่า เป็นปัจจัยที่สำคัญ ต่ออาคารที่ยั่งยืนมากกว่าอาคารทั่วไป จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ

รูปที่ 1. แผ่นหุ้มอาคารสาธารณะแห่งนี้ เป็นแผ่นเหล็ก ประกบโฟมผนวกันพอลิยูรีเทนและกระจก

รูปที่ 2. แผ่นกระดาน พอลิยูรีเทนปิดทับบนแผ่นเหล็กที่ดลอนของอาคารอุตสาหกรรม

ผลิตภัณฑ์ พอลิยูรีเทน สามารถปรับแต่งให้มีคุณสมบัติต่อการทนไฟที่เหมาะสมต่ออาคารประเภทต่างๆ โดยสูตรการผลิตและการใช้วัสดุปิดผิวที่เหมาะสม และการติดตั้งของ วัสดุพอลิยูรีเทนในการก่อสร้างมีความสำคัญต่อคุณสมบัติด้านการลามไฟ จากปัจจัยดังกล่าว วัสดุ พอลิยูรีเทน สามารถใช้งานในอาคารได้ ตามมาตรฐาน ของความปลอดภัยจากอัคคีภัยทุกวันนี้

ความสำคัญควันไฟเมื่อเกิดเพลิงไหม้

จากสถิติแสดงว่าสาเหตุบ่อยครั้งที่ทำให้ เกิดการสูญเสียชีวิตเมื่อเกิดเพลิงไหม้ เกิดเนื่องจากควันไฟและก๊าซจากการเผาไหม้ (อ้างอิงข้อมูลทางสถิติในอังกฤษ และอเมริกา[5,6,7,8])

ประเด็นหลักจากควันไฟคือการสูญเสียทัศนวิสัยต่อการหนีไฟและการสูดดมก๊าซพิษ เมื่อไม่สามารถมองเห็นได้ดี ทำให้การหนีจากเพลิงไหม้ช้าลง เกิดการรบกวนงงสับสน เวลาที่ได้รับก๊าซจะมากขึ้นตามไปด้วย การสูดดมควันไฟจะทำให้เกิดการระคายเคืองและความบวมพร่องของร่างกาย ซึ่งเป็นสาเหตุของการเสื่อมสมรรถภาพหรือการสูญเสียชีวิต การควบคุมควันไฟจึงสำคัญต่อการก่อสร้าง

ควัน เป็นผลจากการเกิดเพลิงไหม้ ซึ่งขึ้นกับลักษณะของเพลิงที่เกิดขึ้น นั่นคือสาเหตุการเกิดเพลิง รวมถึงระดับการพัฒนา ของเพลิง ระบบระบายอากาศ สถานที่ และ สิ่งแวดล้อม เป็นต้น

รูปที่ 1 ตัวอย่างการเกิดเพลิง และ ลำดับขั้นการพัฒนาของเพลิง

กุญแจสำคัญ

- | | | |
|---|---|--|
| X | = | เวลา |
| Y | = | ความร้อนจากเพลิง |
| 1 | = | การก่อตัวของเพลิง |
| 2 | = | การพัฒนาของเพลิง |
| 3 | = | การลุกไหม้อย่างเต็มที่ |
| 4 | = | เพลิงที่เริ่มต้น |
| 5 | = | อุปกรณ์ดับเพลิงอัตโนมัติทำงาน |
| 6 | = | การลุกลามของเปลวไฟอย่างรวดเร็วเนื่องจากผิวของวัสดุ เข้าสู่อุณหภูมิที่ลุกติดไฟในเวลาใกล้เคียงกัน
(flashover) |
| 7 | = | การควบคุมการระบายอากาศ |
| 8 | = | การควบคุมระบบดับเพลิงอัตโนมัติ |

ขั้นตอนต่อไปนี้ มีความสำคัญและแตกต่างกันอย่างชัดเจน ต่อการเกิดควัน

- เพลิงระอุ (ไม่มีเปลวไฟ)
- เพลิงที่มีการระบายอากาศดี (เพลิงที่กำลังเกิดเปลวไฟ)
- เพลิงที่มีการระบายอากาศไม่ดี
- เพลิงหลังคา การไหม้ของไฟ (flashover)

แต่ละขั้นตอนของการเกิดเพลิงไหม้ เกี่ยวข้องกับอันตรายจากควันที่แตกต่างกัน (รายละเอียดเอกสารอ้างอิงฯ) รูป4. แสดงตัวอย่างของวัสดุ ที่มีควันไฟมากกว่าในช่วงครุกลุ่มของเพลิง เปรียบเทียบกับช่วงที่มีเปลวเพลิง หลังจากการไหมของ เปลวไฟ(flashover) จะเป็นควันไฟที่มีอันตรายสูงสุด ในการเกิดเพลิงไหม้ และเกิดควันไฟใหญ่ เนื่องจากปริมาณของควัน จะเก็บไว้ในห้องอย่างรวดเร็ว และแผ่กระจายไปทั่วอาคาร ปริมาณควันเป็นสัดส่วน โดยตรงต่อขอบเขตของการเกิดเพลิง การ ก่อกำจัดวงกว้างของเพลิง เป็นส่วนสำคัญที่จะควบคุมผลที่ตามมาของเปลวไฟ

รูป4. การเกิดควันของวัสดุ เซลลูโลส (ไม้ play wood) ช่วงระหว่างเปลวไฟ และช่วงที่ไม่มีเปลวไฟ ควันจะเกิดสูงสุด หลังจากแหล่งกำเนิดเพลิงดับแล้ว (ช่วงไม่มีเปลวไฟ หรือช่วงการระอุไฟ)

วัตถุประสงค์หลัก ของข้อกำหนดราคาเกี่ยวกับไฟ คือ ความปลอดภัย จากเพลิงไหม้ การก่อกำจัด การเกิดควันไฟใน อาคารและการสัมผัสควันของผู้อาศัย ทำได้โดยการป้องกันการลุกลามและจำกัดการขยายตัวของเพลิง และ ประสิทธิภาพของ การหนีไฟของผู้อาศัย โดยการออกแบบตึกที่เหมาะสม (เช่นทางหนีไฟ) ในการใช้งานอาคารบางประเภท มีข้อกำหนด เพิ่มเติม ของวัสดุ ต่อสมบัติของควันที่มองเห็น อย่างไรก็ตามโดยทั่วไปแล้ว การจำแนกชนิดของวัสดุ ตามการเกิดควัน ไม่ใช่วิธีที่ดี ต่อ การขจัดอันตรายของควันในอาคาร โดยจำเป็นต้องประเมินความเสี่ยงตามหลักวิศวกรรม FSE อย่างเพียงพอ

อย่างไรก็ตาม มีวิธีการทดสอบเพื่อวัดอัตราการปลดปล่อยควันของวัสดุที่ส่วนใหญ่จะนำไปใช้ได้ สมบัติของ ควัน วัดได้จาก วิธีการทางสถิติ และทางจลน์ (อ้างอิง 11) ในเชิงสถิติจะมีการทดลองการเผาไหม้ในห้องปิด ให้เกิดควันสะสม และใช้ก๊าซ O₂ จนหมด หนึ่งในวิธีการตรวจสอบทางสถิติการเกิดควัน คือ NBS smoke test (ASTM E662 หรือ ISO 5659 – 2) ซึ่งในบางประเทศใช้เป็นข้อกำหนดของอาคาร หรือ XP2 Chamber (ASTM D2843) ที่เคยใช้ ในประเทศเนเธอร์แลนด์ สำหรับวัสดุก่อสร้าง ในทวีปยุโรป การจำแนกวัสดุตามประเภทควัน วัดโดยวิธี SBI (อ้างอิง 12) และ จำแนกชนิดวัสดุ โดยมาตรฐาน EN 13501 – 10(อ้างอิง 13) SBI Test เป็นวิธีการวัดเชิง จลน์ (Dynamic) ทั้งสอง วิธีการ ไม่ว่าจะเป็นการทดสอบแบบสถิติ ที่ไม่มีการถ่ายเทอากาศหรือ มีการถ่ายเทอากาศ จะมีเพียงการจำลอง 1สถานการณ์ เท่านั้น

ใน 2 – 3 ปี การทดสอบโดยใช้แบบจำลองขนาดใหญ่ ได้ถูกคิดค้นขึ้น โดยมีการวัดพลังงานความร้อน ที่ปล่อยจาก การเผาไหม้ เพื่อตรวจสอบ ควันเชิงจลน์ ตัวอย่าง เช่น การจำลองการติดไฟที่มุมห้อง (Room Corner Test) ตาม วิธีการ ISO 9705 ซึ่งทดสอบวัสดุ ที่ประกอบกันเป็นผนัง และเพดานของห้อง ใช้ผ้าครอบปล่องไฟ เก็บก๊าซจากควัน ที่ เกิดขึ้น ระบบดูดอากาศ จะวัดอัตราการไหลของควัน ซึ่งใช้คำนวณการปลดปล่อยควันได้ การทดสอบแบบนี้จะใช้ บังชีถึงอันตรายของควันในอาคารได้ก็ต่อเมื่อ มีการทดสอบในแบบจำลองขนาดใหญ่ ที่ใช้ชิ้นงานทดสอบตามการติดตั้งและใช้ งานจริงเท่านั้น

เครื่องมือเชิงวิศวกรรมด้านความปลอดภัยจากเพลิง และการใช้งานผลิตภัณฑ์ พอลิยูรีเทน ในอาคาร นั้น เจ้าพนักงานที่มีหน้าที่ควบคุมการใช้ในงานอาคาร ในหลายประเทศทั่วโลก ตระหนักถึงคุณประโยชน์ ของพอลิยูรีเทน และ จุดประสงค์ที่กำหนดความปลอดภัยจากเพลิงไหม้ ซึ่งข้อตระหนักนี้ได้ถูกหยิบยก โดยความต้องการเพื่อความยืดหยุ่น ที่จะ ออกแบบอาคาร และยานพาหนะ ที่ประหยัดค่าใช้จ่ายโดยยังคงมาตรฐานความปลอดภัย ทำให้เกิดแรงกระตุ้น ที่จะออกแบบ โดยหลักการทางวิศวกรรม เพื่อความปลอดภัย โดยที่การจำลองการเกิดเพลิง หรือมีวิธีการวิเคราะห์จากการทดสอบปฏิกิริยา ของการเกิดไฟ

ASDA

รูป5. การใช้แผ่นโลหะปิดผิว พอลิยูรีเทน ทำผนังภายนอก และ คลุมคาดฟ้าของอาคารจำหน่ายสินค้าปลีก

ตัวอย่างการประเมิน ของเจ้าหน้าที่ จากสถานะการณ์ทั้งหมด เช่น (The new UK Reform Fire Safety Order 2005, effective since October 2006) การปฏิรูประบียบใหม่ ข้อบังคับความปลอดภัยจากเพลิง ใน ประเทศอังกฤษ ปี 2005 ซึ่งมีผลบังคับในเดือนตุลาคม 2006 ซึ่งเน้นในการป้องกันไฟ ในสถานที่ที่ไม่ใช่บ้าน บุคคลที่มีหน้าที่ จะต้องทำการประเมินความเสี่ยง , EPIC (สมาคมผู้ประกอบการแผ่นเหล็ก ...ของประเทศไทย ได้มีการออกเอกสารแนวทาง ในการประเมินความเสี่ยงของผลิตภัณฑ์ อ้างอิง 14.)

การหาค่าสมบัติของควัน และการตัดสินใจอันตรายในอาคาร ต้องคำนึงถึงสถานะการณ์ที่จะเกิดเพลิงไหม้หลายรูปแบบ การรวบรวมสถานการณ์ ต่างๆ รวมถึงลักษณะของเพลิงไหม้ที่เกิดเรียกว่า การออกแบบเพลิงไหม้ (Design Fire)

การออกแบบเพลิงไหม้นี้ ได้ถูกใช้เพื่อการออกแบบระบบการจัดการควัน

การหาค่าดังกล่าวนี้ คือ การประเมินความเสี่ยง ควัน คือส่วนหนึ่งของการประเมินความเสี่ยงจากเพลิงไหม้ จะ ประเมินโดยครอบคลุมทั้งอาคาร ไม่ใช่เป็นเพียงพิจารณาจากการทดสอบสมบัติสมบัติของควันจากวัสดุในอาคาร

ซึ่งในปัจจุบันนี้มีความพยายามอย่างพร้อมเพรียงกัน ในระดับนานาชาติ โดยการประสานงานของ ISO (international Organization of Standardization) เพื่อจัดทำแนวทางปฏิบัติ ทางเทคนิคสำหรับเกณฑ์ การออกแบบ เพลิงไหม้ และวิธีการป้องกันเพลิงไหม้ในทางวิศวกรรม (อ้างอิง15,16)

ความเสี่ยงจากเพลิงไหม้ เป็นผลรวมของโอกาส การเกิดไฟ หรือ สถานการณ์นี้ อาจเกิดไฟ และการขยายตัวของผลที่ จะตามมา อันตรายจากการเกิดไฟ เป็นแนวโน้ม ที่ทำให้ เกิดความบาดเจ็บ และความเสียหายจากควัน

การออกแบบไฟ เป็นการอธิบายลักษณะ ในเชิงปริมาณ อย่างสำคัญ ของสมมุติฐานของเพลิง เช่น อัตราการปล่อย ความร้อน ขนาดของไฟ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเพลิง อุณหภูมิ โดยการออกแบบสถานการณ์ที่เหมาะสม

สถานการณ์การเกิดไฟ คือ ลักษณะของสาเหตุของไฟ ซึ่งอาจรวมถึง ผลกระทบจากไฟ, ผลกระทบต่อผู้พักอาศัย, ระบบรักษาความปลอดภัยจากเพลิง, แหล่งเกิดการลุกไหม้ และ ขบวนการลุกไหม้, การพัฒนาและการกระจายตัวของเปลวไฟ จากการลุกไหม้ และ การมอดของเพลิง และ การดับไฟ (อ้างอิง 11)

ประโยชน์ของการออกแบบไฟ ทำให้สามารถทำการประเมินความเสี่ยง และ ออกแบบ ส่วนหนีไฟ ระบบระบาย อากาศ, ระบบป้องกัน และ ระวังเหตุ โดยวิธีทางคอมพิวเตอร์ได้ อุปกรณ์นี้ได้ถูกพัฒนามานานกว่าทศวรรษ และยังคงมีการ ปรับปรุงระบบอย่างต่อเนื่อง เช่น คอมพิวเตอร์ที่มีการพัฒนาขึ้น ในเร็ววันนี้ จะสามารถทำนาย ไฟลาม และ พื้นฐานลักษณะของ ควันที่มองเห็นโดยเฉพาะเขม่าที่เกิดขึ้น แต่การเกิดเขม่า ไม่มีค่าในมาตรฐานการทดสอบควัน และต้องเพิ่มค่าทดสอบ ในราคา ที่แพงมาก ในกรณีที่ไม่สามารถใช้ค่าอ้างอิงจากเอกสาร วิชาการ ที่ตีพิมพ์ได้ ข้อมูลจากการจำแนกชนิดของควันอย่างเดียวไม่ เหมาะสม ที่จะใช้ประเมินความเสี่ยง

ISOPA, BING และ BPPF ได้ศึกษาผลกระทบของการระบายอากาศ และการจัดวางชิ้นงานตัวอย่าง ซึ่งจำลองจากการจัดวางจริง กับการเกิดควัน (อ้างอิง 10)

แผ่นกระดาษ PUR หลายชั้น และแผ่นเหล็กปิดผิว PUR ได้ถูกศึกษา ในการทดสอบหลายขนาด โดยวิธี SBI ค่าของควันได้ถูกใช้เป็นตัวแปร ของ CFD

(การจำลอง กลศาสตร์ ของไหล โดยระบบคอมพิวเตอร์ ,Computational Fluid Dynamic))

ผลสรุปคือ ความเสี่ยงแท้จริงที่ประเมิน ของ ควันไฟ ที่เกิดในตึก จะต้องคำนึงถึงระบบ FSE ในตึก การใช้ วัสดุที่จำแนกถ่วง ควันที่เกิด ไม่สามารถให้ค่าที่สมบูรณ์ได้

รูปที่ 6. : a) แบบแปลนอาคารโรงงานอุตสาหกรรมที่มีสำนักงาน ที่ขี้งแห่งเชื้อเพลิง

b) สถานการณ์ก่อนการเกิดเพลิง

c) ชั้นควันหลังจากเกิดเชื้อเพลิง 600 วินาที แสดงขอบเขตของเขม่าที่คสามเข้มข้น 24มก./ม3, สัมประสิทธิ์ การดับ 0.27 ม-1 ระยมองเห็น 30 เมตร

SNPPA สมาคมผู้ผลิต แผ่นแซนวิชพาแนล ของประเทศฝรั่งเศส ได้ศึกษาข้อมูลการทดสอบเพลิง ของแผ่นเหล็กปิดผิว PUR และPIR โฟม ตามมาตรฐานของประเทศฝรั่งเศส ของอาคารสาธารณะ ซึ่งต้องการค่าความเป็นฉนวน

Euro Class A2,SO หรือจะมีส่วนกันความร้อนจาก ภายในอาคาร แผ่นแซนวิช PUR และ PIR ไม่ผ่านมาตรฐาน แต่ถ้ามีการใช้ FSE และสามารถผ่านมาตรฐานได้ ซึ่งผลการศึกษานี้ ได้ผ่านการยอมรับจากเจ้าหน้าที่ประเทศฝรั่งเศส ควันจากการทดสอบ SBI TSP 600 ก็เป็นส่วนหนึ่งของการประเมิน FSE

สรุป

1. ควันเป็นผลจากการ เกิดเพลิงไหม้ ซึ่งขึ้นกับแต่ละสถานการณ์ของการเกิดเพลิง 6
2. ปริมาณของควันขึ้นกับความหนาแน่นของเปลวเพลิง และ การระบายอากาศ การออก แบบตึก และคุณสมบัติ ของ ควัน การจำแนกชนิดวัสดุตามประเภทของควันภายในอาคารได้
3. โดยวิธีการออกแบบในทางวิศวกรรม การกั้นแยก เพื่อความปลอดภัยจากเพลิง ก็สามารถที่จะพัฒนาการก่อสร้างอาคาร ที่มีการประหยัดค่าใช้จ่ายได้