บทที่ 5
สรุป

งานวิจัยครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการประยุกต์ใช้วิธี Fault Tree Analysis (FTA) ร่วมกับวิธี Analytical Hierarchy Process (AHP) ในการวิเคราะห์ Safety Index ของการดำเนินงานก่อสร้าง เนื่องจากเครื่องมือทั้งสองมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน และมีความเหมาะสมกับการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน การประยุกต์ใช้ทั้งสองร่วมกันจึงเป็นการลดข้อจำกัดของเครื่องมือแต่ละประเภทได้

ในกระบวนการวิเคราะห์ด้วย FTA เป็นการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุจากแผนภูมิแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ โดยทำการวิเคราะห์ Safety Index จากความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุกับความสูญเสียจากผลของอุบัติเหตุ ส่วนกระบวนการวิเคราะห์ด้วย AHP เป็นการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของสาเหตุของอุบัติเหตุจากค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุดังกล่าวต่อการเกิดอุบัติเหตุ

5.1 สรุปขั้นตอนการวิเคราะห์ Safety Index

ในกระบวนการวิเคราะห์ Safety Index ด้วยการประยุกต์ใช้กระบวนการวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วย FTA มีขั้นตอนดังนี้

1) การสังเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุ
2) การสร้าง Fault Tree Diagram
3) การวิเคราะห์ Safety Index
4) การเลือกมาตรการความปลอดภัย

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดให้ค่าความน่าจะเป็นของสาเหตุใดๆ ที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุคำนวณจากค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุดังกล่าวต่อการเกิดอุบัติเหตุ โดยมีขั้นตอนในการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้ สร้างแผนภูมิแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกับอุบัติเหตุ สร้าง Payoff Matrix วิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ และวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

5.1.1 การวิเคราะห์อุบัติเหตุด้วย Fault Tree Analysis

1) การสังเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุ

ในกระบวนการของวิธี FTA ได้สังเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุโดยอาศัยหลักตรรกศาสตร์เรื่องการสร้างการแยกออก โดยทำการสร้างโครงสร้างลำดับความสำคัญจากสาเหตุหลักไปยังสาเหตุย่อยที่เกี่ยวข้อง โดยการควบคุมให้รายละเอียดของแต่ละสาเหตุใกล้เคียงกันและเชื่อมโยงกันตามลำดับความสำคัญ และมีสัญลักษณ์แทนสาเหตุย่อยแต่ละประเภท ดังแสดงในภาคผนวก ข. ทำให้วิเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุได้สะดวกรวดเร็ว และลดการละเลยไม่พิจารณาสาเหตุบางสาเหตุได้

ข้อมูลสาเหตุของอุบัติเหตุในกิจกรรมก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้านรวบรวมจากคู่มือความปลอดภัย และการสัมภาษณ์ เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยของหน่วยงาน โดยข้อมูลจากคู่มือความปลอดภัยได้แบ่งประเภทของสาเหตุตามลักษณะกิจกรรมก่อสร้างและชนิดของนั่งร้าน ส่วนข้อมูลจากการสัมภาษณ์เป็นผลการวิเคราะห์สาเหตุเบื้องต้นของอุบัติเหตุ โดยข้อมูลดังกล่าวอ้างอิงจากรายงานผลการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพ(จป.3) ดังนั้นความถูกต้องของผลการวิเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุขึ้นกับประสบการณ์ และความรู้ด้านความปลอดภัยของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย

ผลการสังเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุในงานก่อสร้างในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้านได้สาเหตุทั้งหมด 143 สาเหตุ แบ่งเป็น 3 หมวดคือ สาเหตุภายใน สาเหตุภายนอก สาเหตุจากโครงสร้างนั่งร้าน โดยโครงสร้างลำดับความสำคัญของสาเหตุมี 9 ลำดับชั้น และแบ่งกลุ่มของสาเหตุเป็น 48 กลุ่ม

2) การสร้าง Fault Tree Diagram

ในกระบวนการของวิธี FTA เป็นการสร้าง Fault Tree Diagram ของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ โดย Fault Tree Diagram เป็นแผนภูมิแสดงสาเหตุและเงื่อนไขของสาเหตุทั้งหมดที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ ในกระบวนการของ FTA ได้สร้างสัญลักษณ์แทนเงื่อนไขแต่ละประเภท เพื่อความสะดวก รวดเร็วในการวิเคราะห์อุบัติเหตุ

ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดให้เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยพิจารณาสาเหตุ และ

เงื่อนไขของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุในหน่วยงานที่ตนรับผิดชอบ โดยเงื่อนไขของอุบัติเหตุใน Fault Tree Diagram เป็นเงื่อนไขที่ทำให้อุบัติเหตุมีโอกาสเกิดขึ้นได้สูงสุด ในกระบวนการของวิธี FTA ได้คำนวณค่าความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุจาก Fault Tree Diagram โดยค่าความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุจะเปลี่ยนแปลงไปตามเงื่อนไขของสาเหตุของอุบัติเหตุ

3) การวิเคราะห์ Safety Index

ในกระบวนการของวิธี FTA ได้เสนอการวิเคราะห์ค่า Safety Index ของกิจกรรมก่อสร้างแต่ละประเภท จากความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุ โดยคำนวณจาก Fault Tree Diagram และความสูญเสียของอุบัติเหตุโดยคำนวณจากจำนวนวันที่คนงานหยุดงานเนื่องจากผลของอุบัติเหตุ ในกรณีที่คนงานพิการหรือเสียชีวิตให้วิเคราะห์ความสูญเสียจากจำนวนวันสูญเสียเทียบเท่ากับการหยุดงานของคนงาน (ตารางที่ 3.1)

ในงานวิจัยครั้งนี้ทำการวิเคราะห์อุบัติเหตุในกิจกรรมก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน พบว่าความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุเท่ากับ 0.078 ครั้งต่อ 200,000 ชั่วโมงทำงาน ค่าความรุนแรงของอุบัติเหตุเท่ากับ 10.24 วันต่อครั้งของการเกิดอุบัติเหตุ และค่า Safety Index เท่ากับ 0.803 วันต่อ 200,000 ชั่วโมงทำงาน เป็นความเสี่ยงในระดับต่ำ แสดงว่าการดำเนินงานก่อสร้างในกิจกรรมก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้านมีความปลอดภัยสูง

ผลการวิเคราะห์ค่า Safety Index ของแต่ละกิจกรรมก่อสร้างสามารถใช้เปรียบเทียบระดับความเสี่ยงของแต่ละกิจกรรมก่อสร้างได้ โดยมาตรการความปลอดภัยสำหรับป้องกันอุบัติเหตุในกิจกรรมก่อสร้างที่มีความเสี่ยงในระดับสูงจะถูกเลือกมาปฏิบัติก่อน

ปัจจัยที่มีผลต่อการวิเคราะห์ค่า Safety Index ด้วยวิธี FTA คือ เงื่อนไขของสาเหตุ ตำแหน่งของสาเหตุใน Fault Tree Diagram จำนวนสาเหตุ ค่าความน่าจะเป็นของสาเหตุ ค่าความรุนแรงจากผลของอุบัติเหตุ และจำนวนชั่วโมงทำงานทั้งหมดของคนงานตลอดช่วงระยะเวลาที่เก็บข้อมูลอุบัติเหตุ

เนื่องจากการวิเคราะห์ค่า Safety Index ด้วยวิธี FTA ไม่ได้อาศัย Subjective methodเป็นหลักในการวิเคราะห์เช่นเดียวกับวิธีประเมินความเสี่ยง จึงทำให้ผลกระทบจากระดับความเชื่อมั่นได้ของผู้ประเมิน มีน้อยกว่าวิธีประเมินความเสี่ยง

อุบัติเหตุ โดยกระบวนการของ AHP ได้สร้างแผนภูมิแสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุกับอุบัติเหตุดังแสดงในรูปที่ 3.3 ในกระบวนการของ AHP เป็นการเปรียบเทียบสัดส่วนความสำคัญของสาเหตุด้วยวิธี Pairwise Comparison เทียบเคียงกับเกณฑ์การตัดสินใจที่กำหนดไว้และทำการสร้าง Payoff Matrix ของค่าสัดส่วนความสำคัญของสาเหตุของอุบัติเหตุ

ค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุที่นำมาเปรียบเทียบกันเป็นค่าใน Eigenvector ที่สอดคล้องกับ Maximum Eigenvalue ของ Payoff Matrix โดยทำการคำนวณค่าใน Eigenvector จากโปรแกรมคอมพิวเตอร์พิเศษ MATLAB

ในการวิจัยครั้งนี้กำหนดให้เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยวิเคราะห์ค่าสัดส่วนความสำคัญของสาเหตุต่อการเกิดอุบัติเหตุภายในหน่วยงาน โดยควบคุมความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ด้วยค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio)

3) ผลการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของสาเหตุ

ผลจากการวิเคราะห์ด้วย AHP พบว่าลำดับของสาเหตุที่มีค่าความน่าจะเป็นของสาเหตุสูงสุด คือ ความประมาท การไม่มีอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ การขาดการอบรมและศึกษาเพิ่มเติมด้านความปลอดภัย และการขาดผู้ควบคุมดูแล ตามลำดับ

5.2 สรุปประโยชน์ของแบบจำลองวิเคราะห์ Safety Index

ในกระบวนการวิเคราะห์สิ่งที่เป็นอันตราย (Hazard Analysis) สำหรับประเมินระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นภายในหน่วยงานก่อสร้าง เป็นการวิเคราะห์ความเสี่ยงของอุบัติเหตุจากค่า Safety Index โดยใช้วิธีประเมินความเสี่ยงของอุบัติเหตุโดยอาศัย Subjective method ทำให้ความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ขึ้นอยู่กับ ประสบการณ์ ความรู้ด้านความปลอดภัยในงานก่อสร้าง และจิตวิสัยในการให้คะแนนของผู้วิเคราะห์เป็นหลัก

ในการวิจัยครั้งนี้ได้สร้างแบบจำลองการวิเคราะห์ Safety Index ของงานก่อสร้าง โดยการประยุกต์ใช้วิธี FTA ร่วมกับวิธี AHP ในการประเมินความเสี่ยงของอุบัติเหตุ โดยกระบวนการของวิธี FTA เป็นการวิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุจาก Fault Tree Diagram ของสาเหตุทั้งหมดที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ และวิเคราะห์ค่าความสูญเสียของอุบัติเหตุจากจำนวนวัน

ที่คนงานหยุดงานเนื่องจากผลของอุบัติเหตุ ส่วนกระบวนการของวิธี AHP เป็นการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของสาเหตุของอุบัติเหตุด้วยค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุต่อการเกิดอุบัติเหตุ

ในกระบวนการวิเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุ และเงื่อนไขของสาเหตุดังกล่าวเป็นการสร้าง Fault Tree Diagram จึงทำให้การวิเคราะห์อุบัติเหตุสะดวก รวดเร็ว และลดความผิดพลาดจากการละเลยไม่พิจารณาสาเหตุบางสาเหตุลงได้ Fault Tree Diagram สามารถใช้วิเคราะห์เฉพาะสาเหตุหลักของอุบัติเหตุ และสามารถใช้วิเคราะห์เฉพาะสาเหตุของอุบัติเหตุในกิจกรรมก่อสร้างที่สนใจได้ อีกทั้งผู้วิเคราะห์สามารถแก้ไข หรือเพิ่มเติมสาเหตุและเงื่อนไขของสาเหตุได้ตามวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์อุบัติเหตุ

ในกระบวนการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุด้วย AHP ทำให้จำนวนครั้งของอุบัติเหตุที่เกิดจากสาเหตุของอุบัติเหตุ A_i ใดๆ สามารถวัดค่าได้ โดยกระบวนการของ AHP เป็นการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุต่อการเกิดอุบัติเหตุ ค่าความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุคำนวณจากค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุดังกล่าวในช่วงเวลา t ใดๆหารด้วยจำนวนครั้งที่ทำการวิเคราะห์ในช่วงเวลา t เดียวกัน

5.3 ข้อจำกัดในการศึกษา

เนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยมาจากการสำรวจโครงการก่อสร้างอาคารเพียง 8 โครงการ และเป็นหน่วยงานที่ดำเนินงานอยู่ในเขตกรุงเทพมหานครเท่านั้น จึงทำให้ผลการวิเคราะห์ไม่สามารถใช้อธิบายผลการดำเนินงานด้านความปลอดภัยของหน่วยงานก่อสร้างทั้งหมดได้

เนื่องจากผลการวิเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุ ค่าสัดส่วนความสำคัญของสาเหตุต่อการเกิดอุบัติเหตุ และเงื่อนไขของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุเป็นการวิเคราะห์โดยเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย จึงทำให้ความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ขึ้นกับประสบการณ์ ความรู้ด้านความปลอดภัย และจิตวิสัยในการให้คะแนนของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยเป็นหลัก

ในการวิจัยครั้งนี้ได้สมมติให้เงื่อนไขของสาเหตุใน Fault Tree Diagram เป็นเงื่อนไขที่ทำให้อุบัติเหตุมีโอกาสเกิดขึ้นมากที่สุด (OR Gate) จึงทำให้ผลการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของ

อุบัติเหตุคลาดเคลื่อนจากค่าที่แท้จริง และได้สมมติให้คนงานดำเนินงานวันละ 8 ชั่วโมง ไม่มีการทำงานล่วงเวลา จึงทำให้จำนวนครั้งที่ทำการวิเคราะห์อุบัติเหตุคลาดเคลื่อนจากค่าที่แท้จริง

ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดให้ค่าความรุนแรงของอุบัติเหตุคำนวณจากจำนวนวันที่คนงานหยุดงานเนื่องจากผลของอุบัติเหตุเท่านั้น โดยไม่พิจารณาผลของอุบัติเหตุที่ไม่ทำให้คนงานหยุดงานและความสูญเสียทางอ้อมจากผลของอุบัติเหตุ จึงทำให้ค่าความรุนแรงที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าค่าที่แท้จริง

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ข้อเสนอแนะในการกำหนดมาตรการความปลอดภัย

ในกระบวนการกำหนดมาตรการความปลอดภัยเกี่ยวกับงานก่อสร้าง ควรพิจารณาลักษณะของโครงการ ลักษณะอุบัติเหตุ เพื่อให้มาตรการความปลอดภัยที่ระบุในกฎหมายสามารถใช้ป้องกันและแก้ไขอุบัติเหตุภายในหน่วยงานก่อสร้างได้จริง และควรจัดทำคู่มือความปลอดภัยเพื่ออธิบายวิธีการดำเนินงานอย่างปลอดภัย และเป็นแนวทางในการเลือกอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุให้เหมาะสมกับลักษณะโครงการ และประเภทของกิจกรรมก่อสร้าง

เจ้าของงานควรตระหนักถึงความสำคัญของการป้องกันอุบัติเหตุ และสนับสนุนให้หน่วยงานปฏิบัติมาตรการความปลอดภัยอย่างเคร่งครัด โดยการวางแผนการลงทุนด้านความปลอดภัย และตรวจสอบกระบวนการดำเนินงานให้ปลอดภัยอยู่เสมอ และควรกำหนดให้มีการสอบสวนหาสาเหตุของอุบัติเหตุ และรายงานผลการสอบสวน เพื่อเป็นข้อมูลในการป้องกันและแก้ไขอุบัติเหตุต่อไป

5.4.2 ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการศึกษาและวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ควรวิเคราะห์ผลของอุบัติเหตุจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุ ยกตัวอย่างเช่น คนงาน วิศวกรผู้ควบคุมงาน ผู้ออกแบบ เจ้าของงาน เป็นต้น เพื่อให้ผลการวิเคราะห์ไม่ขึ้นอยู่กับระดับความเชื่อมั่นได้ของบุคคลเพียงคนเดียว

ในกระบวนการเลือกมาตรการความปลอดภัยควรพิจารณามูลค่าการลงทุนสร้างมาตรการความปลอดภัยทั้ง การจัดหาอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ และการจัดการความปลอดภัย เช่น ค่าแรงของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย หรือค่าแรงของวิศวกรส่วนงานด้านความปลอดภัย ค่าฝึกอบรมคนงานและค่าประชุมด้านความปลอดภัย เป็นต้น และควรพิจารณาความรุนแรงของอุบัติเหตุจากความสูญเสียทางตรงและความสูญเสียทางอ้อม เพื่อให้ค่าความรุนแรงของอุบัติเหตุใกล้เคียงกับค่าที่แท้จริงยิ่งขึ้น

ผลจากการนำเสนอแบบจำลองวิเคราะห์ Safety Index สามารถใช้วิเคราะห์อุบัติเหตุในกิจกรรมก่อสร้างประเภทอื่น และโครงการก่อสร้างลักษณะอื่นได้ เพื่อวิเคราะห์ผลการดำเนินงานด้านความปลอดภัยของหน่วยงาน และเปรียบเทียบระดับความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุของแต่ละกิจกรรมก่อสร้าง สำหรับเป็นแนวทางในการเลือกมาตรการความปลอดภัยให้เหมาะสมกับลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในหน่วยงานก่อสร้าง