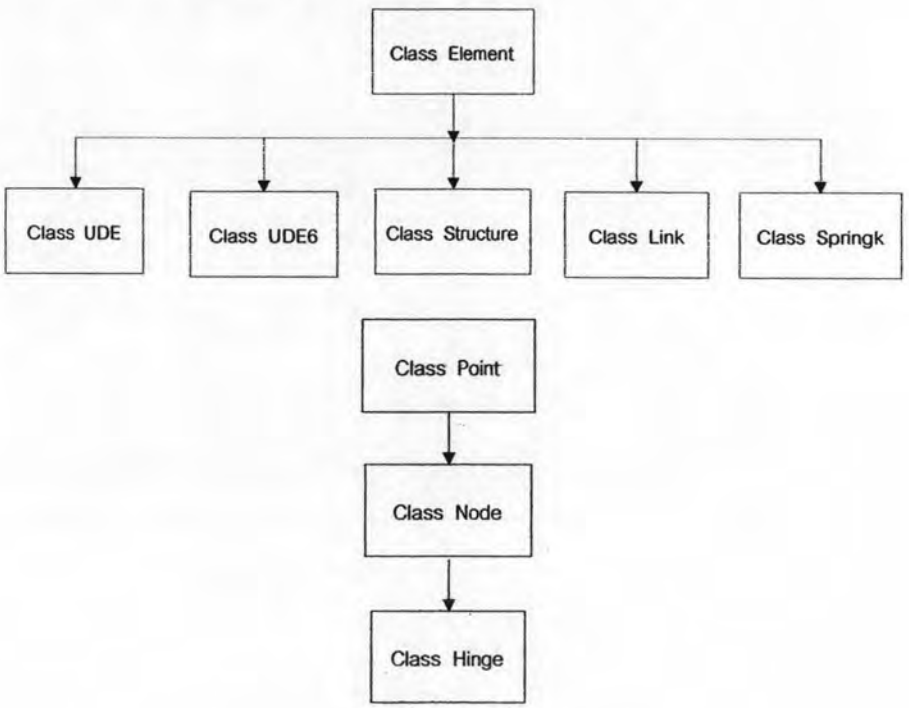
บทที่ 3

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสำหรับการวิเคราะห์กลไกการแตกร้าว ของโครงสร้างในงานวิจัยนี้ ได้พัฒนาโปรแกรมขึ้นโดยใช้ภาษาจาวา โดยที่โปรแกรมนี้ได้พัฒนาต่อจากโปรแกรม JSM ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นโดย วัฒนชัย สมิทธากร(2008) ทั้งนี้อาศัยหลักการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุที่มีคุณสมบัติพื้นฐานที่สำคัญ 3 ประการคือ การป้องกัน (Encapsulation) การสืบทอด (Inheritance) และ การพ้องรูป (Polymorphism) ทำให้การพัฒนาโปรแกรมสามารถทำได้โดยสะดวก สามารถนำส่วนเดิมของโปรแกรม ซึ่งเป็นส่วนหลักมาใช้และมีการเขียนเพิ่มเติมในส่วนของชิ้นส่วนต่างๆ โดยที่ไม่กระทบกับตัวโปรแกรมเดิม และผู้ที่พัฒนาโปรแกรมคนอื่นๆ ส่วนของคลาสหลักๆ ที่นำมาใช้จากโปรแกรม JSM เช่น Node, Element, Structure, Material, Section, Link เป็นต้น และส่วนที่ได้พัฒนาเพิ่มเติมหลักๆมีดังต่อไปนี้ ได้แก่ UDE, UDE6 และ Springk ซึ่งคลาสที่กล่าวเป็นการใช้หลักของการสืบทอดคุณสมบัติต่อจากคลาส Element ซึ่งสามารถแสดงลำดับชั้นของคลาสต่างๆได้ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ผังลำดับชั้นของคลาสที่สำคัญ

3.1 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

การอธิบายขั้นตอนการใช้โปรแกรมดังที่กล่าวมาข้างต้น จะสามารถนำมาเขียนเป็นแผนผังรูปภาพดังแสดงในรูปที่3.2 และอธิบายเป็นขั้นตอนต่างๆได้ดังนี้

1. เริ่มด้วยการกำหนดคุณสมบัติของวัสดุสำหรับชิ้นส่วนต่างๆที่ใช้เช่น คอนกรีตจะต้องกำหนดคุณสมบัติโมดูลัสยืดหยุ่น อัตราส่วนปัวซอง ความหนา เหล็กเสริมรับแรงในคอนกรีตก็ต้องกำหนดขนาดหน้าตัดและความโมดูลัสยืดหยุ่น เป็นต้น

2. ในขั้นตอนที่สองทำการกำหนดขนาดของคานตามขนาดกว้างคูณยาว และกำหนดจำนวนของชิ้นส่วนที่ต้องการในแกน X และแกน Y เมื่อกำหนดทั้งสองส่วนดังข้างต้นแล้วโปรแกรมจะทำการคำนวณขนาดชิ้นส่วน จำนวนชิ้นส่วนและจำนวนระดับขั้นความอิสระเพื่อสร้างโครงข่ายของชิ้นส่วน

3. สร้างโหนดชั่วคราว (Store Nodes) สำหรับชิ้นส่วนปลายรอยร้าว

4. กำหนดจุดรองรับและประเภทของที่รองรับ

5. กำหนดขนาดแรงที่กระทำ

เมื่อจบขั้นตอนนี้ก็จะได้คานคอนกรีตเสริมเหล็กที่ต้องการ สามารถใช้คำนวณหาค่าการแอ่นตัว ความเค้นที่เกิดขึ้นได้เนื่องจากน้ำหนักบรรทุกที่กระทำ ซึ่งจะเรียกโครงสร้างตั้งแต่ข้อที่ 2 จนถึงข้อที่ 4 ว่าเป็นโครงสร้างหลัก (Host Structure)

6. ทำการคำนวณหาความเค้นที่เกิดขึ้นเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกที่กระทำ เพื่อเปรียบเทียบกับค่าความต้านทานแรงเค้นดึงของคอนกรีต ถ้าหากความเค้นที่เกิดขึ้นไม่เกินค่าที่ยอมให้ก็จะทำการเพิ่มน้ำหนักบรรทุก และทำการคำนวณซ้ำจนกว่าความเค้นดึงที่เกิดขึ้นจะเกินค่าที่ยอมให้

7. เมื่อค่าแรงเค้นที่เกิดขึ้นเกินค่าที่ยอมให้ โปรแกรมจะทำการสร้างโครงสร้างรอง (Sub Structure) ขึ้นมาที่เรียกว่าคลาส CrackTip สำหรับจำลองพฤติกรรมชิ้นส่วนปลายรอยร้าว (Crack Tip Element) ไว้ที่ Stroe Nodes ของโครงสร้างหลัก

8. ตรวจสอบว่าต้องเพิ่มจุดเพื่อสร้างรอยร้าวในจุดใดบ้าง ถ้าใช่จะทำการเพิ่มจุดขึ้นมาเท่ากับจำนวนที่ต้องการใช้

9. ทำการสร้างรอยแยกชิ้นส่วนโดยการย้ายบางส่วนของชิ้นส่วนไปไว้บนจุดใหม่ที่สร้างขึ้นตามแนวรอยร้าวที่เกิด

10. ตรวจสอบว่ารอยร้าวอยู่ที่ตำแหน่งใดบ้าง

11. ย้ายชิ้นส่วนปลายรอยร้าวไปที่ปลายของรอยร้าวที่เกิดขึ้น

12. ตรวจสอบว่ารอยร้าวผ่านโหนดของชิ้นส่วน Link หรือไม่ ในกรณีที่รอยร้าวผ่าน Link จะต้องทำการแยกชิ้นส่วนออกตามแนวของรอยร้าวจากนั้นทำการเพิ่มชิ้นส่วน Springk เพื่อจำลองพฤติกรรมของเหล็กเสริมที่บริเวณรอยร้าว

13. ตรวจสอบว่าตำแหน่งใดบ้างที่มีชิ้นส่วน Springk เพื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่าสทิฟเนสของชิ้นส่วน

14. เปลี่ยนค่าความยืดหยุ่นของชิ้นส่วนของโครงสร้างหลัก ที่ถูกทับด้วยโครงสร้างรองให้มีค่าเท่ากับศูนย์

15. ทำการคำนวณหาทิศทางการแพร่ขยายของรอยร้าว

16. ตรวจสอบว่ารอยร้าวมีการขยายตัวหรือไม่ โดยดูค่าตัวประกอบความเข้มข้นความเค้นที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับค่าค่าตัวประกอบความเข้มข้นความเค้นวิกฤต

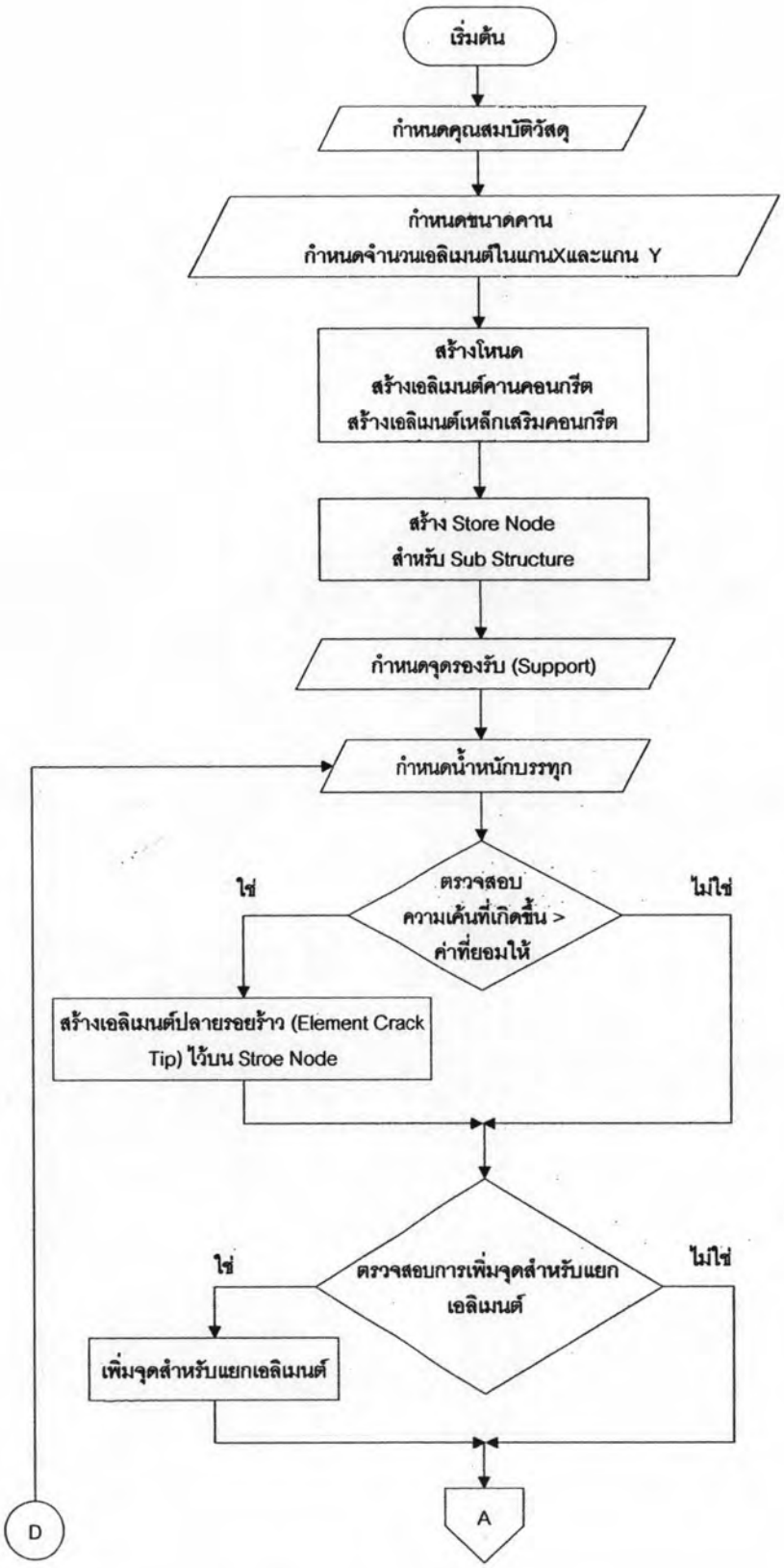
17. คำนวณหาพิกัดของจุดถัดไปของปลายรอยร้าว

18. คืนค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของชิ้นส่วนของโครงร้างหลัก ที่ถูกทับด้วยโครงสร้างรองให้มีค่าเท่ากับค่าเริ่มต้นที่กำหนดให้

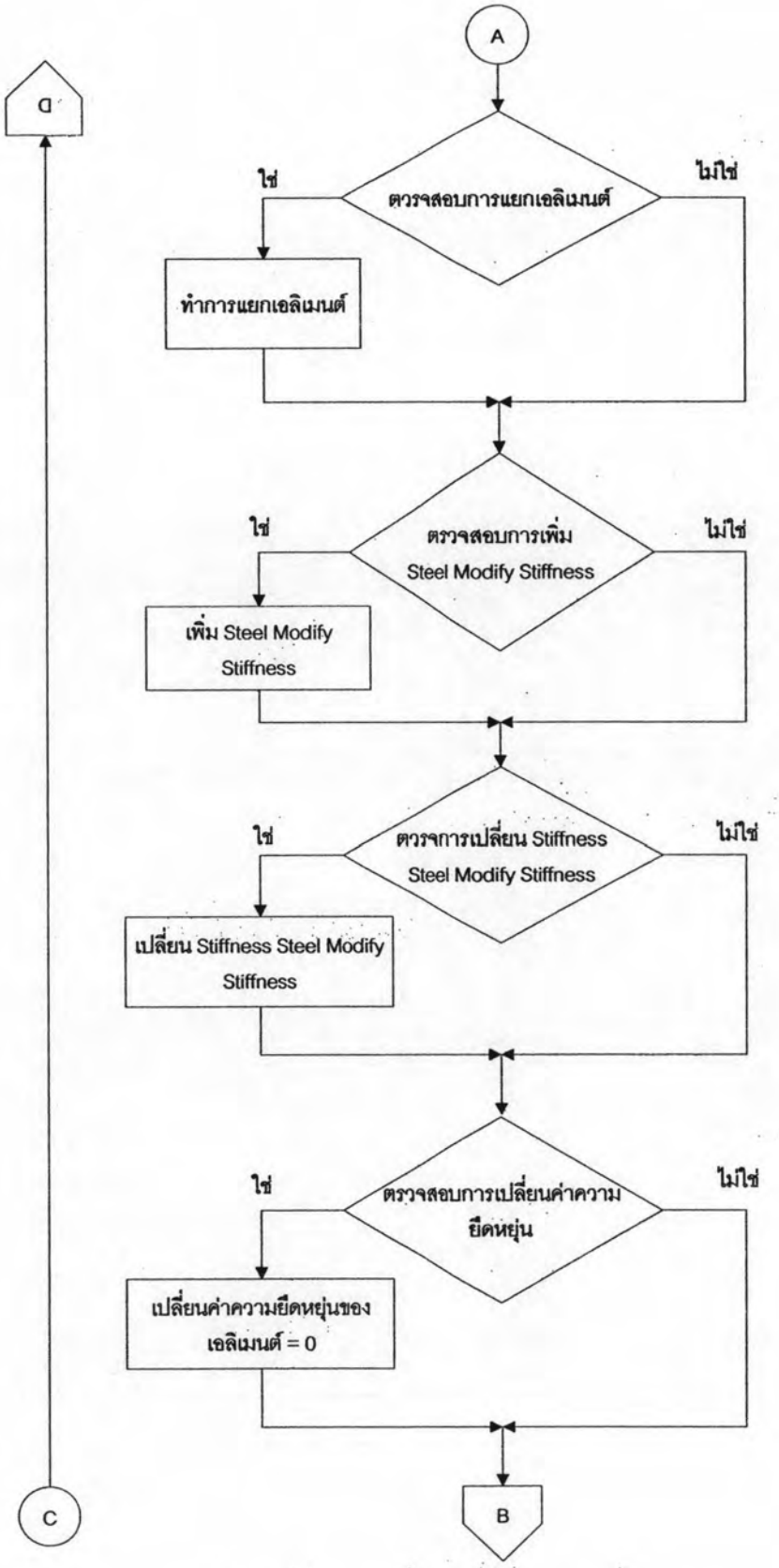
19. ตรวจสอบว่าคานเกิดการวิบัติหรือไม่ การตรวจสอบการวิบัตินี้จะตรวจสอบอยู่ในสามกรณีดังนี้ ในกรณีแรกจะตรวจสอบว่าเหล็กรับแรงดึงถึงจุดครากหรือไม่ ในกรณีที่สองจะตรวจสอบว่าคอนกรีตเกิดการวิบัติเนื่องจากหน่วยแรงอัดหรือไม่ และกรณีที่สามตรวจสอบว่าแผ่นคาร์บอนไฟเบอร์ถึงจุดฉีกขาดหรือไม่ ในกรณีที่คานถึงจุดใดจุดหนึ่งในสามกรณีที่กล่าวมาแล้วนั้นจะถือว่าคานเกิดการวิบัติ และในกรณีที่คานยังไม่เกิดการวิบัติ โปรแกรมจะกลับไปเริ่มในข้อที่5 อีกครั้ง โดยจะทำการเพิ่มน้ำหนักบรรทุก และทำตามขั้นตอนต่างๆ ตามที่กล่าวมาอีกครั้งจนถึงข้อที่ 15 อีกครั้งจนกว่าคานจะเกิดการวิบัติตามเงื่อนไขข้างต้น

20. เมื่อโปรแกรมทำการคำนวณการแพร่ขยายรอยร้าวจนเสร็จสิ้นขั้นตอนนี้จะทำการแสดงรูปการเสียรูปเนื่องน้ำหนักบรรทุกที่กระทำ ค่าผลลัพธ์ของการเคลื่อนที่และความเค้นของชิ้นส่วน

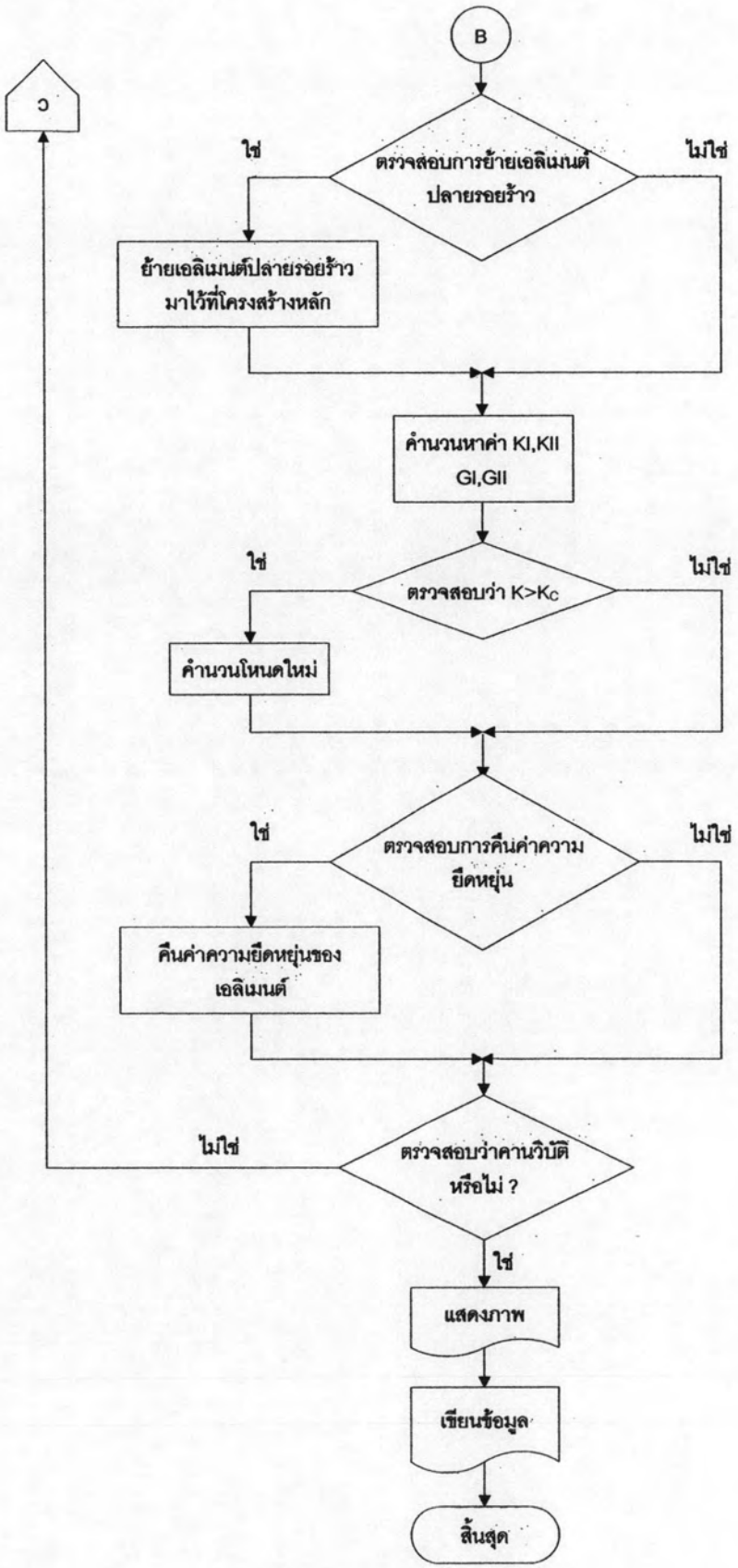
จากขั้นตอนการอธิบายการทำงานของโปรแกรมในบทนี้แล้ว ในบทถัดไปจะทำการตรวจสอบผลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น กับปัญหาที่สามารถหาผลเฉลยแม่นตรงได้ รวมถึงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับผลทดสอบในห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 3.2 แผนผังโปรแกรม



รูปที่ 3.2 แผนผังโปรแกรม(ต่อ)



รูปที่ 3.2 แผนผังโปรแกรม(ต่อ)