การศึกษาเพื่อเสนอแนวทางออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยอาศัยแบบจำลองด้วยแรงอัดและแรงดึงภายใน

สุภัค คุณวิริยะ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2539

ISBN 974-633-290-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

i17024092

A STUDY ON DESIGN METHOD FOR REINFORCED CONCRETE MEMBERS USING STRUT AND TIE MODEL

Mr. Supak Kunviriya

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-633-290-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษาเพื่อเสนอแนวทางออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก
โดยอาศัยแบบจำลองด้วยแรงอัดและแรงดึงภายใน
โดย นายสุภัค คุณวิริยะ
ภาควิชา วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร. เอกสิทธิ์ ลิ้มสุวรรณ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดี บัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. วินิต ช่อวิเชียร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร. เอกสิทธิ์ ลิ้มสุวรรณ)

..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. ทักษิณ เทพชาตรี)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. บุญไชย สถิตมั่นในธรรม)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

สุภัค คุณวิริยะ : การศึกษาเพื่อเสนอแนวทางออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยอาศัยแบบจำลองด้วยแรงอัดและแรงดึงภายใน (A STUDY ON DESIGN METHOD FOR REINFORCED CONCRETE MEMBERS USING STRUT AND TIE MODEL)
อ.ที่ปรึกษา : ศ.ดร.เอกสิทธิ์ ลิ้มสุวรรณ , 183 หน้า ISBN 974-633-290-2

วิธีการออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กโดยอาศัยแบบจำลองด้วยแรงอัดและแรงดึงภายใน ได้พิจารณาทดแทนการกระจายของหน่วยแรงภายในที่เกิดขึ้นในโครงสร้างด้วยชิ้นส่วนของแรงอัดและแรงดึงที่มีขนาดจำกัด ให้เกิดสมดุลได้ด้วยแรงในแนวแกนในทำนองเดียวกันกับพฤติกรรมของแรงในชิ้นส่วนโครงข้อหมุน การออกแบบจะพิจารณามิติทางเรขาคณิต การกระจายของแรงภายในและการจำลองให้สอดคล้องกับพฤติกรรมของแรงภายในที่เกิดขึ้นจริง ซึ่งแยกส่วนของโครงสร้างในบริเวณที่มีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ (B-region) และบริเวณที่มีการกระจายแรงภายในสับสน ขาดความต่อเนื่อง(D-region)

การศึกษาในงานวิจัยนี้จะเน้นการกระจายหน่วยแรงภายในตามทฤษฎีอีลาสติกซึ่งวิเคราะห์โดยวิธีไฟไนท์เอลีเมนต์และแสดงผลเป็นกราฟฟิค ทั้งนี้แบบจำลองที่เสนอจะขึ้นอยู่กับตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น มิติของโครงสร้าง , ลักษณะของแรงกระทำจากภายนอก , ขนาดของจุดรองรับและอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โครงสร้างที่ทำการศึกษาประกอบด้วย คาน คานลึก คานมีช่องเปิด ฐานรากและเสา

ผลการศึกษาจะสามารถหาขนาดของแรง (อัด-ดึง) แนวแรง และจุดบรรจบของแรงที่สามารถประเมินขนาดและมิติขององค์อาคารได้ การออกแบบส่วนของแรงอัดจะหาขนาดของแรงที่ยอมให้ตามมาตรฐานการออกแบบ ส่วนของแรงดึงจะสามารถหาปริมาณเหล็กเสริมตามแรงที่เกิดและการทำรายละเอียดเหล็กเสริม จะเน้นการจัดเหล็กตามการกระจายแรงที่เกิดขึ้น

การวิจัยนี้ได้ปรียบเทียบการออกแบบชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กด้วยวิธีการแบบจำลองด้วยแรงอัดและแรงดึงกับวิธีการตามมาตรฐานของ ACI-318-95 พบว่าให้ผลเชิงอนุรักษ์กว่าประมาณ 2-20% ซึ่งสามารถใช้ได้ดีในทุกชนิดของโครงสร้างที่ศึกษา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิศวกรรมโครงสร้าง ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2538 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

บทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

C415296 : MAJOR CIVIL ENGINEERING
KEY WORD: STRUT-TIE MODEL/DESIGN METHOD/REINFORCED CONCRETE MEMBERS

SUPAK KUNVIRIYA : A STUDY ON DESIGN METHOD FOR REINFORCED CONCRETE MEMBERS USING STRUT AND TIE MODEL, THESIS ADVISOR: PROF. EKASIT LIMSUWAN,Ph.D.,183 pp. ISBN 974-633-290-2

Strut and tie model is a design method for reinforced concrete member considering internal forces to be equilibrium by uniaxial tension and compression in similar manner as that in truss members. The method is concentrated on parametric study of internal stresses conforming with actual structural behavior of in uniformedly distributed member (B-region) and complex stress field (D-region)

This research study employ elastic analysis of finite element method to represent stress pattern by graphic method varying structural configuration, load patterns, size of supports and any other related parameters. The structural system as study consists of beams, deep beams, beams with opening, pile caps and columns.

The results have shown magnitude of forces, stress pattern and hinge location. In design process, compression forces must be checked to conformed with any design standards, tension can be used to determine area of reinforcement so that detailing can be arranged in accordance with the stress concentration.

The design of structural members has been compared with the current building code(ACI-318-95) to be slightly conservative of 2-20%. It is indicated that this method can be used effectively in every studied case.

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมโครงสร้าง ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2538 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. เอกสิทธิ์ ลิ้มสุวรรณ ที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้ให้ความรู้และคำแนะนำต่างๆตลอดระยะเวลาการเขียนวิทยานิพนธ์นี้ รวมทั้งให้ความกรุณาตรวจสอบและแก้ไขวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงโดยสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์อันประกอบด้วย ศาสตราจารย์ ดร. วินิต ช่อวิเชียร, ศาสตราจารย์ ดร. ทักษิณ เทพชาตรี, และอาจารย์ ดร. บุญไชย สถิตมั่นในธรรม ที่ได้ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์นี้เป็นอย่างมาก นอกจากนี้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ เดชะอำไพ ที่ให้คำแนะนำด้านไฟไนท์เอลีเมนต์ และขอขอบคุณ พี่ชาติชาย ศรีศรันยา ที่ได้ช่วยเหลือด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ท้ายที่สุดนี้คุณประโยชน์อันพึงได้จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้เขียนขอมอบให้แด่บิดา มารดาและครูบาอาจารย์ทุกท่าน เพื่อน้อมรำลึกถึงพระคุณในการอบรมและให้การศึกษาแก่ผู้เขียนมาโดยตลอด

สุภัค คุณวิริยะ

สารบัญ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

รายการตารางประกอบ ..... ฌ

รายการรูปภาพประกอบ ..... ญ

สัญญลักษณ์ ..... ฒ

บทที่

1. บทนำ

- บทนำ 1
- งานวิจัยที่ผ่านมา 2
- วัตถุประสงค์ 5
- ขอบเขตการศึกษา 5
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

2. ทฤษฎีทั่วไป

- บทนำ 6
- ทฤษฎีอีลาสติก 6
  - ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้น-ความเครียด 8
  - ระนาบความเค้น (Plane Stress) 9
  - หน่วยแรงหลัก (Principal Stress) 10
  - พลังงานสะสม (Strain Ennergy) 11
- วิธีการไฟไนท์เอลีเมนต์ 12
- วิธีการแบบจำลองสตรัท-ไท 14
  - ส่วนประกอบในแบบจำลอง 14
  - การแบ่งส่วนโครงสร้างเป็น B-regions, D-regions 16
  - ขั้นตอนการวิเคราะห์ออกแบบ 17
  - ข้อกำหนดการวิบัติ 20

บทที่ หน้า

3. การสร้างแบบจำลอง
- บทนำ..... 24
- คาน..... 25
- คานลึก..... 34
กรณีน้ำหนักกระจายสม่ำเสมอที่ผิวบน..... 36
กรณีน้ำหนักกระจายสม่ำเสมอที่ผิวล่าง..... 37
กรณีน้ำหนักกระทำแบบจุดที่ผิวบน..... 39
กรณีน้ำหนักกระทำแบบจุดที่ผิวล่าง..... 40
กรณีมีช่องเปิด..... 41
- ฐานราก..... 42
- เสา..... 44
4. การให้ขนาด
- โมด..... 47
- สตรัท..... 50
- การยึดรั้งของเหล็กเสริม..... 52
- รายละเอียดการเสริมเหล็ก..... 55
- ทำนายค่ากำลังรับแรงเฉือนและปริมาณเหล็กปลอก..... 59
5. สรุปแนวทางการออกแบบ..... 62
รายการอ้างอิง..... 66
ภาคผนวก ตัวอย่างการออกแบบและเปรียบเทียบกับ ACI Code..... 165
ประวัติผู้เขียน..... 183

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
2.1	แรงดึงตามขวางใต้แผ่นรองรับน้ำหนักกระทำแบบจุด	69
3.1	แสดงค่าความเครียด ε_t และกำลังอัดของสตรัทคอนกรีตที่มุมเอียงต่างๆ	69
3.2	กำลังรับแรงเฉือนของหน้าตัดคานเมื่อสตรัทมีค่ามุมเอียงต่างๆ	70
3.3	ตัวอย่างแสดงการวิเคราะห์พลังงานสะสมและปริมาณเหล็กเสริมในแบบจำลองตามรูปที่ 3.12	71
3.4	สรุปพลังงานสะสมและปริมาณเหล็กที่ต้องการในแต่ละแบบจำลอง	75
3.5	แสดงค่าพารามิเตอร์กำหนดรูปร่างแบบจำลองสตรัท-ไทของคานลึกกรณีได้รับน้ำหนักกระจายสม่ำเสมอที่ผิวบน	76
3.6	แสดงค่าพารามิเตอร์กำหนดรูปร่างแบบจำลองสตรัท-ไทของคานลึกกรณีได้รับน้ำหนักกระจายสม่ำเสมอที่ด้านล่าง	77
3.7	แสดงค่าพารามิเตอร์กำหนดรูปร่างแบบจำลองสตรัท-ไทของคานลึกกรณีได้รับน้ำหนักกระทำแบบจุดที่ผิวบน	78
3.8	แสดงค่าพารามิเตอร์กำหนดรูปร่างแบบจำลองสตรัท-ไทของคานลึกกรณีได้รับน้ำหนักกระทำแบบจุดที่ด้านล่าง	81
3.9	แสดงค่าพารามิเตอร์กำหนดรูปร่างแบบจำลองสตรัท-ไทของฐานราก	84
4.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กปลอกกับกำลังรับแรงเฉือน	86
4.2	เปรียบเทียบกำลังรับแรงเฉือนของคานลึกได้รับน้ำหนักกระจายสม่ำเสมอที่ผิวบน	87

สารบัญภาพประกอบ

รูปที่		หน้า
2.1	วัตถุอีลาสติกสามมิติ	88
2.2	สมดุลของชิ้นส่วนสามมิติ	88
2.3	ผิวของวัตถุสามมิติ	89
2.4	การยืดหดตัวของชิ้นส่วน	89
2.5	หน่วยแรงหลัก	90
2.6	พลังงานสะสมในวัตถุ	90
2.7	เอลีเมนต์สี่เหลี่ยม (Quadrilateral)	90
2.8	องค์ประกอบในแบบจำลองสตรัท-ไท	91
2.9	ลักษณะพื้นฐานของแรงอัด	91
2.10	การกระจายหน่วยแรงอัดสตรัทรูปคอขวด	92
2.11	หน่วยแรงดึงตามขวางใต้น้ำหนักกระทำแบบจุด	93
2.12	ความสัมพันธ์ของขนาดแรงดึงตามขวางกับขนาดแผ่นรองรับ	95
2.13	คานลึกได้รับน้ำหนักกระจายสม่ำเสมอ	95
2.14	แสดงลักษณะของโนดแบบต่างๆ	96
2.15	แบบจำลองสตรัท-ไทของคานคอนกรีตเสริมเหล็ก	96
2.16	แสดงส่วน D-regions	97
2.17	แสดงแนวทิศทางของหน่วยแรงในส่วน B-regions และส่วน D-regions	97
2.18	แสดงการแบ่งส่วนโครงสร้างออกเป็น B-regions และส่วน D-regions โดยใช้หลักการของ Saint Vanant	98
2.19	การกระจายหน่วยแรงหลัก(Principal Stress) จากผลของไฟไนท์เอลีเมนต์	99
2.20	ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงกับความเครียดของคอนกรีตร้าวที่รับแรงอัดแนวทแยง	100
3.1	สมดุลของแรงที่หน้าตัด	101
3.2	แรงดึงในแนวราบจากผลของแรงเฉือนที่หน้าตัด	101
3.3	ขนาดของสตรัทแนวทแยงและช่วงกว้างของแรงดึงแนวดิ่ง	101
3.4	ความเครียดในคอนกรีต	102
3.5	ค่าความเครียดดึง ε_1 เมื่อสตรัทคอนกรีตมีมุมเอียงต่างๆ	102

รูปที่		หน้า
3.6	ความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของสตรัทกับกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตแนวทแยง	103
3.7	หน่วยแรงอัดที่เกิดขึ้นในสตรัทคอนกรีต	103
3.8	ความสัมพันธ์ระหว่างมุมเอียงของสตรัทกับกำลังรับแรงเฉือนที่หน้าตัด	104
3.9	หน่วยแรงที่หน้าตัดและการกำหนดระยะระหว่างคอร์ดบน-ล่าง (z) ในแบบจำลอง	104
3.10	การกระจายของหน่วยแรงอัดรูปพัดบริเวณจุดรองรับ	105
3.11	แบบจำลองเมื่อกำหนดมุมเอียงของสตรัทที่จุดรองรับ $2cot\theta_1 = cot\theta$	105
3.12	การกำหนดมุมเอียงของสตรัทในแต่ละช่วงความยาวคานตามความเหมาะสม	105
3.13	แสดงตัวอย่างแบบจำลองคานเมื่อเปลี่ยนแปลงขนาดมุมเอียงของสตรัท	106
3.14	แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์พลังงานสะสมต่ำสุดและปริมาณเหล็กเสริมต่ำสุดในแต่ละแบบจำลอง	107
3.15	เส้นทางของแรงและแบบจำลองสตรัท-ไท	108
3.16	เส้นทางของแรงกรณีมีแรงวกกลับ(U-turn)	108
3.17	แบบจำลองคานลึกได้รับน้ำหนักกระจายสม่ำเสมอที่ผิวบน	109
3.18	ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กำหนดรูปร่างแบบจำลองของคานลึก(กรณีน้ำหนักกระจายสม่ำเสมอที่ผิวบน)	112
3.19	แรงภายในแบบจำลองของคานลึก(กรณีน้ำหนักกระจายสม่ำเสมอที่ผิวบน)	113
3.20	แบบจำลองคานลึกได้รับน้ำหนักกระจายสม่ำเสมอที่ด้านล่าง	115
3.21	ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่กำหนดรูปร่างแบบจำลองของคานลึก(กรณีน้ำหนักกระจายสม่ำเสมอที่ด้านล่าง)	117
3.22	แรงภายในแบบจำลองของคานลึก(กรณีน้ำหนักกระจายสม่ำเสมอที่ด้านล่าง)	118
3.23	แบบจำลองคานลึกได้รับน้ำหนักกระทำแบบจุดที่ผิวบน	120
3.24	ระยะจากตำแหน่งแรงดึงลัพธ์ถึงผิวล่าง(กรณีน้ำหนักกระทำแบบจุดที่ผิวบน)	122
3.25	ระยะจากตำแหน่งแรงอัดลัพธ์ถึงผิวบน(กรณีน้ำหนักกระทำแบบจุดที่ผิวบน)	123
3.26	แรงภายในแบบจำลอง(กรณีน้ำหนักกระทำแบบจุดที่ผิวบน)	125
3.27	แบบจำลองคานลึกได้รับน้ำหนักกระทำแบบจุดที่ด้านล่าง	127
3.28	ระยะจากตำแหน่งแรงดึงลัพธ์ถึงผิวล่าง(กรณีน้ำหนักกระทำแบบจุดที่ด้านล่าง)	129
3.29	ระยะห่างแขนแรงคู่ควบภายใน(กรณีน้ำหนักกระทำแบบจุดที่ด้านล่าง)	131
3.30	มุมเอียงของสตรัทแนวทแยง(กรณีน้ำหนักกระทำแบบจุดที่ด้านล่าง)	133
3.31	แรงภายในแบบจำลอง(กรณีน้ำหนักกระทำแบบจุดที่ด้านล่าง)	134

รูปที่		หน้า
3.32	กรณีช่องเปิดไม่ขวางเส้นทางของสตรัท	136
3.33	แบบจำลองพื้นฐานกรณีโครงสร้างมีช่องเปิด	137
3.34	กรณีช่องเปิดขวางแนวสตรัทที่พุ่งสู่จุดรองรับ	138
3.35	เมื่อตำแหน่งช่องเปิดอยู่ที่มุมล่าง	140
3.36	เมื่อตำแหน่งช่องเปิดอยู่ใกล้น้ำหนักกระทำด้านบน	141
3.37	แบบจำลองสามมิติของการส่งถ่ายแรงภายในฐานราก	142
3.38	แบบจำลองสตรัท-ไทของฐานรากเมื่อพิจารณาแบบสองมิติ	142
3.39	การแบ่งระนาบเพื่อสร้างแบบจำลองสตรัท-ไทในสองทิศทาง	143
3.40	การกระจายหน่วยแรงหลักในฐานราก	144
3.41	แบบจำลองสตรัท-ไทของฐานราก	146
3.42	ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดรูปร่างแบบจำลองของฐานรากกรณีระนาบที่มีเข็ม 2ต้น	148
3.43	ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดรูปร่างแบบจำลองของฐานรากกรณีระนาบที่มีเข็ม 3ต้น	150
3.44	ค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดรูปร่างแบบจำลองของฐานรากกรณีระนาบที่มีเข็ม 4ต้น	152
3.45	แบบจำลองสตรัท-ไทของเสาที่มีแรงอัดตามแกน, แรงเฉือนและโมเมนต์ดัด	154
3.46	แบบจำลองสตรัท-ไทที่ดีมีระยะของไทสั้นกว่าแบบจำลองที่ไม่ดี	154
4.1	การยึดรั้งของเหล็กตามยาว	155
4.2	ขนาดของสตรัทและโนด	155
4.3	แสดงอัตราส่วนความกว้างของสตรัทต่อความกว้างของจุดรองรับ	156
4.4	แสดงอัตราส่วนของหน่วยแรงอัดบริเวณจุดรองรับต่อหน่วยแรงอัดในสตรัท	156
4.5	ตัวอย่างแสดงการให้ขนาดในแบบจำลอง	157
4.6	ระยะยึดรั้งของเหล็กเสริม	158
4.7	รายละเอียดการเสริมเหล็ก	158
4.8	การใส่เหล็กปลอกที่มีระยะห่างมาก	159
4.9	รายละเอียดการยึดรั้ง(CEB Model Code)	159
4.10	จุดที่แรงมาพบกันบริเวณส่วนล่างของเหล็กปลอก	160
4.11	รายละเอียดการยึดรั้งของเหล็กปลอก(CEB Model Code)	160
4.12	การเพิ่มขาเหล็กปลอกในแนวหน้าตัดคานเพื่อกระจายหน่วยแรงอัด	161
4.13	การเสริมเหล็กในคานลึก	161
4.14	เหล็กเสริมในฐานรากกระจายอยู่บนหัวเสาเข็ม	162
4.15	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กปลอกกับกำลังรับแรงเฉือน	163
4.16	เปรียบเทียบกำลังรับแรงเฉือนของคานลึกไม่มีเหล็กปลอก	164

สัญญลักษณ์

a	ความลึกของการกระจายหน่วยแรงอัดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า, ช่วงการเฉือน
A_c	พื้นที่หน้าตัดคอนกรีต
A_s	พื้นที่หน้าตัดเหล็กเสริมรับแรงดึง
A_v	พื้นที่หน้าตัดเหล็กปลอกรับแรงเฉือน
b	ความกว้างของหน้าตัด
c	ระยะจากแรงอัดลัพธ์ถึงผิวรับแรงอัด
C	แรงอัด, สตรัทรับแรงอัด
C_l	สตรัทรับแรงอัดแนวทแยง
d	ความลึกประสิทธิผลของคาน
d_b	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กเสริม
D	แรงอัดแนวทแยงในคอนกรีต
F_c	แรงที่เกิดขึ้นในคอร์ดรับแรงอัดบน
F_{cw}	แรงที่เกิดขึ้นในคอร์ดรับแรงอัดแนวทแยง
F_t	แรงที่เกิดขึ้นในคอร์ดรับแรงดึงล่าง
F_{tw}	แรงที่เกิดขึ้นในคอร์ดรับแรงดึงแนวดิ่ง
F_{rc}	แรงต้านทานในคอร์ดรับแรงอัดบน
F_{rcw}	แรงต้านทานในคอร์ดรับแรงอัดแนวทแยง
F_{rt}	แรงต้านทานในคอร์ดรับแรงดึงล่าง
F_{rtw}	แรงต้านทานในคอร์ดรับแรงดึงแนวดิ่ง
E_c	โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต
E_s	โมดูลัสยืดหยุ่นของเหล็กเสริม
f_c	หน่วยแรงอัดในคอนกรีต
f'_c	กำลังอัดประลัยของคอนกรีตรูปทรงกระบอก
f_{cd}	กำลังอัดออกแบบของคอนกรีต
f^*_{cd}	กำลังอัดที่อนุญาตสำหรับออกแบบ
f_{ce}	กำลังอัดประสิทธิผลของคอนกรีต
f_d	หน่วยแรงอัดที่เกิดขึ้นในคอนกรีตแนวทแยง
f_s	หน่วยแรงดึงในเหล็กเสริม
f_v	กำลังดึงคลากของเหล็กเสริม
f_{vd}	กำลังดึงออกแบบของเหล็กเสริม

f_2	หน่วยแรงอัดหลักในคอนกรีตแนวทแยง
f_{2max}	กำลังอัดสูงสุดของคอนกรีตแนวทแยง
h	ความลึกของคอนกรีต
I	โมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัด
l	ความยาวของชิ้นส่วน
l_1	ความกว้างของจุดรองรับ
l_2	ความกว้างของน้ำหนักกระทำ
l_b	ระยะยึดรั้ง
$l_{b,net}$	ระยะยึดรั้งสุทธิ
$l_{b,min}$	ระยะยึดรั้งต่ำสุด
M	โมเมนต์ดัด
N_v	แรงตามแกนที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากผลของแรงเฉือนที่หน้าตัด
P	น้ำหนักกระทำ
P_u	น้ำหนักกระทำประลัย
q	น้ำหนักกระจายสม่ำเสมอ
Q	น้ำหนักกระทำทั้งหมด
s	ระยะระหว่างเหล็กปลอก
t	ความหนา, ระยะจากตำแหน่งแรงดึงลัพธ์ถึงผิวล่าง
T	แรงดึง, ไทรับแรงดึง
v	หน่วยแรงเฉือน
V	แรงเฉือน
V_s	แรงเฉือนที่รับโดยเหล็กปลอก
V_u	แรงเฉือนประลัย
z	ระยะแขนของแรงคู่ควบภายใน
$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$	สัมประสิทธิ์ที่เป็นตัวคูณในการหาระยะฝัง
β	ตัวคูณลดกำลังอัดในคอนกรีตร้าว
γ_c	ตัวคูณลดกำลังคอนกรีต
γ_s	ตัวคูณลดกำลังเหล็กเสริม
σ_1, σ_2	หน่วยแรงหลัก
σ_x, σ_y	หน่วยแรงในแกน x, y
θ	มุมเอียงของสตรัทกับแนวราบ
θ_{st}	มุมเอียงระหว่างสตรัทกับไท

ε_c	ความเครียดในคอนกรีต
ε_{cu}	ความเครียดประลัยในคอนกรีต
ε_o	ความเครียดเมื่อคอนกรีตถึงหน่วยแรงอัดสูงสุด
ε_s	ความเครียดในเหล็กเสริมรับแรงดึง
ε_t	ความเครียดในเหล็กตามขวาง
ε_x	ความเครียดตามยาวที่กึ่งกลางความลึกคาน
ε_1	ความเครียดดึงหลักในคอนกรีตร้าว
ε_2	ความเครียดอัดหลักในคอนกรีต
η_1, η_2, η_3	ตัวคูณสำหรับพิจารณาแรงยึดเหนี่ยว