การนำคอนกรีตเสริมไม้ไผ่มาใช้สร้างบ้านราคาถูก

นายเทวินทร์ ผาติอุดมภาพ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2521

001003

I 15849010

UTILIZATION OF BAMBOO-REINFORCED CONCRETE IN LOW-COST HOUSING

Mr. Tewin Patiutamaparp

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Civil Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1978

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การนำคอนกรีตเสริมไม้ไผ่มาใช้สร้างบ้านราคาถูก
โดย	นายเทวินทร์ ผาติอุดมภาพ
แผนกวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. มานะ วงศ์พิวัฒน์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... ผู้รักษาราชการแทนคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.นิวัตต์ ดารานันทน์)

..... กรรมการ
(ศาสตราจารย์ อรุณ ชัยเสรี)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดอตระกูล ยมนาค)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มานะ วงศ์พิวัฒน์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การนำคอนกรีตเสริมไม้ไผ่มาใช้สร้างบ้านราคาถูก
ชื่อนิสิต นายเทวินทร์ ผาติอุดมภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. มานะ วงศ์พิวัฒน์
แผนกวิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2520

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์ที่จะช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับที่อยู่อาศัยสำหรับประชาชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับผู้มีรายได้น้อย ซึ่งโอกาสที่จะมีที่อยู่อาศัยเป็นของตัวเองน้อยมาก เนื่องจากวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ มีราคาแพงและมีแนวโน้มที่จะมีราคาสูงขึ้นอีก จึงทำให้มีการอยู่อาศัยกันอย่างแออัดยัดเยียด ก่อให้เกิดปัญหานานาประการ สุขภาพจิตเสื่อมโทรม เพื่อที่จะแก้ปัญหาเรื่องที่อยู่อาศัยนี้ จึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าออกแบบบ้านราคาถูกสำหรับผู้มีรายได้น้อย โดยพยายามใช้วัสดุก่อสร้างที่ผลิตได้ภายในประเทศเพื่อทดแทนการนำเข้า มีราคาถูกและหาได้ง่าย ใช้วิธีการก่อสร้างแบบธรรมดาง่าย ๆ ไม่ต้องใช้ช่างที่มีฝีมือหรือชำนาญงาน

ไม้ไผ่เป็นวัสดุอย่างหนึ่งที่หาได้ง่าย มีราคาถูกและมีทั่วไปในประเทศไทย สามารถที่จะใช้งานแทนเหล็กได้อย่างดี เนื่องจากมีกำลังรับแรงดึงได้สูงเกือบเท่าเหล็ก นอกจากนี้ไม้ไผ่ยังสามารถปลูกขยายพันธุ์ได้ง่ายและเจริญเติบโตแพร่พันธุ์ได้รวดเร็วกว่าไม้ชนิดอื่น ไม้ไผ่มีมากมายหลายชนิด และชนิดที่จะนำมาใช้ในงานวิจัยนี้มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Thyrsostachys Oliveri Gamble หรือในประเทศไทยเราเรียกตามภาษาท้องถิ่นว่า ไผ่รวก โดยได้ทดลองหากลสมบัติต่าง ๆ ของไม้ไผ่และได้ออกแบบบ้านพักราคาถูกสำหรับผู้มีรายได้น้อย โดยใช้เข็มไม้ไผ่แทนเข็มไม้เบญจพรรณในงานฐานรากใช้ไม้ไผ่แทนเหล็กเสริมในคอนกรีตในองค์อาคารของบ้านพัก และออกแบบผนังคอนกรีตสำเร็จรูปเสริมไม้ไผ่

บ้านพักราคาถูกสำหรับผู้มีรายได้น้อยได้ทดลองจัดสร้างขึ้นตามที่ออกแบบไว้ที่หมู่บ้านปัญญา คลองตัน กรุงเทพฯ เป็นบ้านชั้นเดียว ประกอบด้วยห้องทานอาหาร-พักผ่อน, ห้องนอน, ห้องครัว และห้องน้ำ-ส้วม มีขนาดกว้าง 8.84 เมตร ยาว 7.10 เมตร เนื้อที่ใช้สอยทั้งหมดประมาณ 60 ตารางเมตร ขนาดของเนื้อที่แต่ละห้องมากกว่าข้อกำหนดต่ำสุดของมาตรฐานที่อยู่อาศัยแห่งประเทศไทย ราคาค่าก่อ-สร้างทั้งค่าวัสดุและค่าแรงรวมทั้งไฟฟ้า ประปา และสุขภัณฑ์ ไม่รวมค่าที่ดิน (เป็นราคาเมื่อเดือนตุลาคม – พฤศจิกายน 2520) เท่ากับ 36,956.– บาท หรือเฉลี่ยค่าก่อสร้างตารางเมตรละ 616.– บาท บ้านราคาขนาดนี้เหมาะสำหรับผู้มีรายได้น้อยอยู่ระหว่าง 1,000.– บาท ถึง 1,500.– บาท ต่อเดือน ต่อไปเมื่อผู้อยู่อาศัยมีทุนทรัพย์มากขึ้น ก็สามารถที่จะตกแต่งบ้านให้สวยงามขึ้นโดยการ ตีฝ้าเพดาน, ทาสีผนังและฝ้าเพดาน, กรุกระเบื้องห้องน้ำ และทำผิวพื้นตามแต่ชอบ เป็นต้น

ผลจากการวิจัยนี้ยังสามารถนำไปดัดแปลงออกแบบเป็นบ้านพักราคาถูกสำหรับผู้มีรายได้ปานกลาง โดยทำเป็นบ้านสองชั้น องค์อาคารใช้เป็นคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ล้วน และยังคงใช้เข็มไม้ไผ่ในงานฐานราก

Thesis Title	Utilization of Bamboo-Reinforced Concrete in Low-Cost Housing
Name	Mr. Tewin Patiutamaparp
Thesis Advisor	Assistant Prof. Mana Vongpivat
Department	Civil Engineering
Academic Year	1977

ABSTRACT

The objectives of this thesis are to help solve housing problems for people. Especially, for low-income families who have low chance to have their own houses, because the cost of construction materials are expensive and its trend of increasing is expected to continue in the future. This causes over crowding and sub-standard living conditions. In order to solve these problems, low-cost housing has been designed and constructed by using local construction materials, which can be easily found and are very cheap. Simple methods of construction are used with the employment of low-skilled labour.

Bamboo one of the most common materials available in many parts of Thailand, may be proved to be a good substitute for steel because of its high tensile strength and its low-cost. Besides it can be easily grown, and its growth is more rapid than other woods. In the investigation a variety of bamboo scientifically called Thyrsostachys Oliveri Gamble, known locally as Pai Ruak in Thailand, was used. The test results also

showed the mechanical properties of bamboo. The experimental low-cost house was constructed according to the designed drawings, by using bamboo piles in stead of wooden piles in the foundation work, bamboo reinforcement in stead of steel reinforcement in the concrete members and design precast bamboo reinforced concrete walls.

The experimental low-cost house was constructed at Mooban Punya, Klongton, Bangkok. It's a one-story house consisting of a living-dining room, a bed room, a kitchen and a bath room. It's 8.84 m. wide and 7.10 m. long with a total usable area of around 60 m^2. The size of each room exceeds the minimum requirements of Thai National Standard Specifications. The cost of construction, including electicity and sanitary, excluding land cost is about ฿ 36,956 or ฿ 616 per m^2. This cost is feasible for low-income families earning ฿ 1,000 to ฿ 1,500 per month. In the future when additional funds become available to the families, they can improve their houses by installing the ceiling, painting, tiling the bathroom and finishing the surface of the floor.

The results of this research can be adapted to desinging low-cost housing for medium-income families by constructing two-story houses with all concrete members that are bamboo reinforced concrete, Bamboo piles in foundation can also be used.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลงด้วยดี ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในบุญคุณของ ผศ. มานะ วงศ์พิวัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ ชี้แนวทางและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนแก้ไขตรวจทานวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อย จึงขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ และรู้สึกสำนึกในบุญคุณของบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ศาสตราจารย์ ดร.นิวัตน์ ดารานันทน์ ศาสตราจารย์ อรุณ ชัยเสรี และอาจารย์ต่อตระกูล ยมนาค ที่ได้กรุณาตรวจสอบวิทยานิพนธ์เล่มนี้

อนึ่ง ผู้เขียนขอขอบคุณ คุณชูศักดิ์ ทรัพย์รุ่งเรือง ที่ได้เอื้อเฟื้อสถานที่ในการจัดทำบ้านพักตัวอย่าง คุณมนัส สกุลเมฆา ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการจัดทำบ้านพักตัวอย่างจนเสร็จเรียบร้อยด้วยดี ตลอดจนเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการวิจัยนี้.

เทวินทร์ ผาติอุดมภาพ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย . . . . . ฆ

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ . . . . . จ

กิตติกรรมประกาศ . . . . . ช

รายการตารางประกอบ . . . . . ฎ

รายการรูปประกอบ . . . . . ฏ

สัญญลักษณ์ที่ใช้ . . . . . ค

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1

1.2 การสำรวจการวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องซึ่งได้กระทำมาแล้ว 1

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย 3

1.5 วิธีดำเนินการวิจัย 4

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้จากการวิจัยนี้ 4

2. ภาคทฤษฎี 6

2.1 เข็มไม้ไผ่ 6

2.1.1 การรับน้ำหนักของเข็มเดี่ยว 7

2.1.2 การรับน้ำหนักของเข็มกลุ่ม 8

2.1.3 ประสิทธิภาพของเข็มกลุ่ม 9

2.1.4 ข้อแนะนำในการออกแบบ 10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ หน้า

2.2 คานและพื้นคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ 13
2.2.1 การขยายและหดตัวของไม้ไผ่มีผลต่อแรงยึดเหนี่ยว . . . 13
2.2.2 การดงรูป แรงยึดเหนี่ยวและการผุของไม้ไผ่ 14
2.2.3 กำลังรับแรงดัด การแตก และการโก่งตัว 15
2.2.4 การออกแบบโดยทฤษฎีอีลาสติก 15
2.2.5 หลักในการออกแบบและก่อสร้าง 17
2.2.6 ข้อสรุปคานคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ 18
2.3 เสาคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ 19
2.3.1 สมมุติฐานเบื้องต้น 20
2.3.2 น้ำหนักประลัยที่เสาสั้นปลอกเดี่ยวรับได้ (วิธีที่ 1). . . . 21
2.3.3 วิธีประมาณหาน้ำหนักประลัยที่เสาสั้นปลอกเดี่ยวรับได้(วิธีที่ 2) 24
2.3.4 ข้อกำหนดปลอกเดี่ยวสำหรับเสา 26
2.3.5 ข้อแนะนำในการออกแบบและหลักในการก่อสร้าง 28
3. การทดลองหากลสมบัติ 29
3.1 การเตรียมวัสดุและตัวอย่างที่จะทำการทดลอง 29
3.2 การทดลองหาแรงดึงของไม้ไผ่ 29
3.3 การทดลองหาแรงอัดของลำไม้ไผ่ 30
3.4 การทดลองหาแรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับไม้ไผ่ 31
3.5 การทดลองหาแรงอัดประลัยของคอนกรีตทรงกระบอก 32
3.6 การทดลองหาแรงดัดของผนังคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ 33
4. การออกแบบบ้านราคาถูก 34
4.1 ข้อพิจารณาโดยทั่วไป 34
4.2 มาตรฐานที่อยู่อาศัย 35

บทที่ หน้า

4.3 ส่วนประกอบการพิจารณาออกแบบ 36
4.4 บ้านราคาถูกคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ 36
4.4.1 แบบสถาปัตย์และแบบโครงสร้าง 37
4.4.2 หลังคา 37
4.4.3 องค์อาคารคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ 37
4.4.4 เข็มไม้ไผ่ 39
4.5 เปรียบเทียบราคา 40
4.5.1 ผนังบ้าน 40
4.5.2 ราคาค่าก่อสร้างทั้งหมด 42
5. การก่อสร้างบ้านพักตัวอย่าง 43
5.1 วัสดุก่อสร้างและการเตรียมงาน 43
5.2 ฐานรากและการตอกเข็ม 45
5.3 การหล่อคานและเสาคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ 45
5.4 การเทพื้นคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ 46
5.5 การติดตั้งหลังคา 46
5.6 การหล่อและติดตั้งผนังคอนกรีตสำเร็จรูปเสริมไม้ไผ่ 46
5.7 การติดตั้งวงกบ บานประตูหน้าต่าง 47
5.8 จำนวนช่างและระยะเวลาทำการก่อสร้าง 47
6. สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ 48
6.1 สรุปการวิจัย 48
6.2 ข้อเสนอแนะ 49

บรรณานุกรม 51
ประวัติผู้เขียน 121

รายการตารางประกอบ

ตารางที่ หน้า

1. เปรียบเทียบบ้านตัวอย่างกับข้อกำหนดบ้านราคาถูกในประเทศไทย. . 54
2. รายละเอียดค่าก่อสร้างบ้านพักตัวอย่างทั้งค่าวัสดุและค่าแรงงาน . . 55
3. จำนวนช่างและระยะเวลาทำการก่อสร้างบ้านพักตัวอย่าง. 57
4. ผลการทดลองแรงดึงของไม้ไผ่ตัวอย่าง 58
5. ผลการทดลองแรงอัดของไม้ไผ่ตัวอย่าง 59
6. ผลการทดลองแรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับไม้ไผ่ 60
7. ผลการทดลองคอนกรีตทรงกระบอก 61
8. ผลการทดลองรับแรงดัดของผนังกอนกรีตสำเร็จรูปเสริมไม้ไผ่ . . . 62
9. ส่วนขนาดคละของทรายหยาบที่ใช้ 63

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
1.	แปลนพื้น	64
2.	รูปตั้งด้านหน้า	65
3.	รูปตั้งด้านข้าง	66
4.	รูปตัด A - A	67
5.	ขยายรายละเอียด ก.	68
6.	รูปตัด B - B	69
7.	ขยายรายละเอียด ข.	70
8.	ขยายรายละเอียด ค.	70
9.	หน้าตัดกระเบื้องราง	71
10.	ขยายหน้าตาง $น_1$	71
11.	ขยายหน้าตาง $น_2$	72
12.	ขยายหน้าตาง $น_3$	72
13.	ขยายประตู	73
14.	ขยายรายละเอียด ง.	74
15.	ขยายรายละเอียดวงกบติดผนัง	74
16.	ผังไฟฟ้า - ประปา	75
17.	แปลนคาน พื้น ฐานราก	76
18.	แปลนคานหลังคา	77
19.	เสาคอนกรีตเสริมไม้ไผ่	78
20.	ฐานรากคอนกรีตเสริมไม้ไผ่	78
21.	พื้นคอนกรีตเสริมไม้ไผ่	79
22.	ผนังคอนกรีตเสริมไม้ไผ่	79

รูปที่ หน้า

23. คานคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ 80
24. เริ่มงานปักผัง 81
25. ขุดหลุมฐานรากและผ่าไม้ไผ่ 81
26. เจาะรูเข็มไม้ไผ่ 82
27. ขนาดหลุมฐานราก 82
28. ตอกเข็มไม้ไผ่ 83
29. ตอกเข็มไม้ไผ่ 83
30. กลุ่มเข็มไม้ไผ่ฐานรากตอกเสร็จแล้ว 84
31. ตะแกรงไม้ไผ่ฐานรากและโครงเสาไม้ไผ่ 84
32. ฐานรากเมื่อเทคอนกรีตแล้ว 85
33. โครงเสาไม้ไผ่เสริมในเสาคอนกรีต 85
34. ผูกไม้ไผ่เสริมในคานคอดิน 86
35. ไม้ไผ่ก่อนใช้งานแช่น้ำไว้ก่อน 86
36. ประกอบแบบข้างคานคอดิน 87
37. เทคอนกรีตคานคอดิน 87
38. ตั้งแบบเสาและเทคอนกรีตเสา 88
39. ผูกไม้ไผ่คานรับหลังคา 88
40. คานรับหลังคากับกลางหลังคานทำเป็นรางระบายน้ำฝนในตัว 89
41. จำนวนช่างที่ทำงาน 89
42. ขนทรายเข้าถมภายใน 90
43. เทคอนกรีตพื้นคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ 90
44. ติดตั้งหลังคาโดยใช้คน 4 คน 91
45. รูปด้านหน้าเมื่อติดตั้งหลังคาได้บางส่วน 91

รูปที่ หน้า

46. ก่ออิฐมอญฉาบปูนปิดลอนกระเบื้องหลังคา 92
47. ลอนกระเบื้องหลังคาเมื่อก่ออิฐฉาบปูนแล้ว 92
48. ผนังคอนกรีตสำเร็จรูปเสริมไม้ไผ่ใช้คน 4 คนยกไปติดตั้ง 93
49. ขณะติดตั้งผนังคอนกรีตสำเร็จรูปเสริมไม้ไผ่ 93
50. ทำแบบหล่อผนังคอนกรีตสำเร็จรูปเสริมไม้ไผ่ 94
51. ขณะเทคอนกรีตผนัง 94
52. ใช้เกรียงไม้ตบหน้าปูนดึงให้เป็นหนาม 95
53. รูปด้านข้างเมื่อติดตั้งผนังแล้ว 95
54. รูปด้านหน้าเมื่อติดตั้งผนัง 96
55. รูปด้านหน้าเมื่อติดตั้งวงกบประตูหน้าต่าง 96
56. รูปด้านหน้าเมื่อเสร็จเรียบร้อย 97
57. ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงอัดและหน่วยการหดตัวของคอนกรีต 98
58. ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและหน่วยการยืดหดตัวของไม้ไผ่ 98
59. หน้าตัดสี่เหลี่ยมรับแรงอัดตามแกน 99
60. ความสามารถรับน้ำหนักประลัยเมื่อแรงอัดเป็นหลัก (วิธีที่ 1). . . 99
61. ความสามารถรับน้ำหนักประลัยเมื่อแรงดึงเป็นหลัก (วิธีที่ 1). . . 100
62. สภาวะสมดุลย์ (วิธีที่ 1) 100
63. ความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างหน่วยแรงและหน่วยการหดตัวของ
คอนกรีต 101
64. สภาวะสมดุลย์ (วิธีที่ 2) 101
65. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและโมเมนต์ 101
66. ความสามารถรับน้ำหนักประลัยเมื่อแรงดึงเป็นหลัก (วิธีที่ 2). . . 102

รูปที่ หน้า

67. ความยาวและพื้นที่หน้าตัดประสิทธิผลของปลอก 102
68. ขนาดของตัวอย่างไม้ไผ่ที่ทดลอง 103
69. ทดลองหาแรงดึงของไม้ไผ่ 104
70. ตัวอย่างไม้ไผ่ทดลองหาแรงดึงภายหลังพิบัติ 104
71. ทดลองหาแรงอัดของลำไม้ไผ่ 105
72. ตัวอย่างไม้ไผ่ทดลองหาแรงอัดภายหลังพิบัติ 105
73. ทดลองหาแรงยึดเหนี่ยวระหว่างคอนกรีตกับไม้ไผ่ 106
74. ทดลองหาแรงอัดประลัยของคอนกรีตทรงกระบอก 106
75. ทดลองหาแรงดัดของผนังคอนกรีตเสริมไม้ไผ่ 107
76. การโก่งตัวของผนังคอนกรีตเมื่อเกิดพิบัติ 107
77. รอยแตกของผนังคอนกรีตภายหลังพิบัติ 108
78. ก. ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและหน่วยการยืดตัวของไม้ไผ่เมื่อรับแรงดึง 109
78. ข. ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและหน่วยการยืดตัวของไม้ไผ่เมื่อรับแรงดึง 110
78. ก. ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและหน่วยการยืดตัวของไม้ไผ่เมื่อรับแรงดึง 111
79. ก. ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและหน่วยการหดตัวของไม้ไผ่เมื่อรับแรงอัด 112
79. ข. ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและหน่วยการหดตัวของไม้ไผ่เมื่อรับแรงอัด 113
79. ก. ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงและหน่วยการหดตัวของไม้ไผ่เมื่อรับแรงอัด 114

รูปที่ หน้า

80. ก. ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงอัดและหน่วยการหดตัว
ของคอนกรีต 115
80. ข. ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงอัดและหน่วยการหดตัว
ของคอนกรีต 116
80. ค. ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงอัดและหน่วยการหดตัว
ของคอนกรีต 117
81. ก. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการโก่งตัวของผนังคอนกรีต
เสริมไม้ไผ่ 118
81. ข. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการโก่งตัวของผนังคอนกรีต
เสริมไม้ไผ่ 119
81. ค. ความสัมพันธ์ระหว่างแรงและการโก่งตัวของผนังคอนกรีต
เสริมไม้ไผ่ 120

สัญญลักษณ์ที่ใช้

A' = พื้นที่หน้าตัดประสิทธิผลของปลอก

A_b, A'_b = พื้นที่หน้าตัดของไม้ไผ่เสริมตามยาว

A_t = พื้นที่หน้าตัดจริง ๆ ของปลอก

b = ความกว้างของเสา

b' = ความยาวประสิทธิผลของปลอก

b_1 = ขนาดของแกนคอนกรีต

C = สัมประสิทธิ์การยึดปลาย

C_b, C'_b = แรงต้านโดยไม้ไผ่

C_c = แรงต้านโดยคอนกรีต

d = ความลึกประสิทธิผลของหน้าตัดเสา

d' = ระยะจากขอบริมสุดถึงจุดศูนย์ถ่วงของไม้ไผ่

d'' = ระยะห่างของไม้ไผ่จากศูนย์ถ่วงแกนสะเทินพลาสติก

d^* = เส้นผ่าศูนย์กลางเฉลี่ยของลำไม้ไผ่

e = ระยะเยื้องศูนย์วัดจาก A'_b

e' = ระยะเยื้องศูนย์จากศูนย์ถ่วงแกนสะเทินพลาสติก

e_b = ค่าสมดุลย์ของระยะเยื้องศูนย์

E_b = โมดูลัสยืดหยุ่นของไม้ไผ่เมื่อรับแรงอัด

E'_b = โมดูลัสยืดหยุ่นของไม้ไผ่เมื่อรับแรงดึง

E_c = โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีต

f = หน่วยแรงในคอนกรีต

f_b, f'_b = หน่วยแรงในไม้ไผ่

f_{by} = หน่วยแรงอัดประลัยของไม้ไผ่

f'_{by} = หน่วยแรงดึงประลัยของไม้ไผ่

f'_c = กำลังประลัยของคอนกรีตเมื่อรับแรงอัด

l = ระยะห่างของปลอก

n = อัตราส่วนของโมดูลัสยืดหยุ่นของไม้ไผ่ต่อคอนกรีต , E_b/E_c

p = เปอร์เซนต์ของไม้ไผ่

P_b = น้ำหนักกระทำที่สภาวะสมดุลย์

P_o = น้ำหนักประลัยกระทำตามแกนเสา

P_u = น้ำหนักประลัยกระทำเยื้องศูนย์เสา

r = รัศมีไจเรชั่น

t = ความหนาของหน้าตัดเสา

t' = ความหนาของลำไม้ไผ่

T_b = แรงดึงในไม้ไผ่

ε = หน่วยการยืดหดตัวในคอนกรีต

$\varepsilon_b, \varepsilon'_b$ = หน่วยการยืดหดตัวในไม้ไผ่

$\varepsilon_{by}, \varepsilon'_{by}$ = หน่วยการยืดหดตัวประลัยในไม้ไผ่

$\varepsilon_c, \varepsilon'_c$ = หน่วยการยืดหดตัวในคอนกรีตที่หน้าตัดเสา

ε_{cr} = หน่วยการยืดตัวประลัยในคอนกรีต

ε_o = หน่วยการหดตัวที่ค่า f'_c

ε_u = หน่วยการหดตัวประลัยของคอนกรีต

λ_b = อัตราส่วนของ $\varepsilon_{by}/\varepsilon_o$

λ_c = อัตราส่วนของ $\varepsilon_c/\varepsilon_o$

β = อัตราส่วนของ $\varepsilon_u/\varepsilon_o$