การพัฒนาฐานข้อมูลสำหรับความต้านแรงดึงของเหล็กเส้นที่ต่อชนด้วยการเชื่อม

นาย สมเกียรติ จงประสิทธิ์พร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2531

ISBN 974-568-771-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

014369

เกษม365ก

DATA BASE DEVELOPMENT FOR TENSILE STRENGTH OF BUTT WELDED STEEL BARS

Mr. Somkiat Jongprasithporn

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the

Degree of Master of Engineering

Department of Industrial Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1988

ISBN 974-568-771-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาฐานข้อมูลสำหรับความต้านแรงดึงของเหล็กเส้นที่ต่อชนด้วยการเชื่อม
โดย	นาย สมเกียรติ จงประสิทธิ์พร
ภาควิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตติ อินทรานนท์
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปริทรรศน์ พันธุบรรยงก์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

_____ คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____ ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติ อินทรานนท์)

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปริทรรศน์ พันธุบรรยงก์)

_____ กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิตร ตัณฑสุทธิ์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

สมเกียรติ จงประสิทธิ์พร : การพัฒนาฐานข้อมูลสำหรับความต้านแรงดึงของเหล็กเส้นที่ต่อชนด้วยการเชื่อม (DATA BASE DEVELOPMENT FOR TENSILE STRENGTH OF BUTT WELDED STEEL BARS) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร. กิตติ อินทรานนท์ อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.ดร. ปริทรรศน์ พันธุบรรยงก์, 143 หน้า

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อหาวิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการต่อเหล็กเส้นเพื่อใช้ในการประกอบโครงสร้างเหล็กในงานก่อสร้างขนาดใหญ่ด้วยวิธีการต่อชนด้วยการเชื่อมโดยใช้ความต้านแรงดึงสูงสุดเป็นเกณฑ์ พร้อมทั้งหารูปแบบเชิงคณิตศาสตร์ทำนายความต้านแรงดึงของเหล็กเส้นด้วยเปอร์เซนต์คาร์บอนที่ได้จากการตรวจสอบจากภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาค

ผลการวิจัยพบว่าความต้านแรงดึงของเหล็กเส้นที่ต่อชนด้วยการเชื่อมทั้ง 4 แบบใน 3 ชั้นคุณภาพ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% จากการทดสอบโดยวิธีการของดันแคน (Duncan's multiple range test) พบว่าการต่อชนท่าตั้งบากงานทั้งสองด้านเหมาะสมสำหรับท่าตั้ง และการต่อชนท่าขนานนอนบากงานทั้งสองด้านเหมาะสมสำหรับท่าขนานนอน เพราะทั้งสองแบบนี้มีความต้านแรงดึงที่สูงกว่า

ประกอบด้วยผลการทดสอบความต้านแรงดึง ผลการวิเคราะห์ธาตุ ภาพถ่ายสแกนนิ่ง (scaning) ที่รอยขาดของชิ้นทดสอบความต้านแรงดึง จากศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจากโปรแกรม SPSS PC ด้วยคอมพิวเตอร์ 16 บิท รวมทั้งผลการตรวจนับสัดส่วนของโครงสร้างเพียร์ไลท์ในโครงสร้างจุลภาคทั้งหมด

จากผลการทดสอบทั้งหมดสามารถสรุปได้เป็นข้อมูลแรงดึงของการต่อชนด้วยการเชื่อมแบบต่าง ๆ และวิธีการคำนวณหา %C จากภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาค

ภาควิชา ....วิศวกรรมอุตสาหการ.....
สาขาวิชา ....วิศวกรรมอุตสาหการ .....
ปีการศึกษา ...2531.....

ลายมือชื่อนิสิต .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

SOMKIAT JONGPRASITHPORN : DATA BASE DEVELOPMENT FOR TENSILE STRENGTH OF BUTT WELDED STEEL BARS. THESIS ADVISOR : ASSIS. PROF. KITTI INTARANONT, PH.D. THESIS CO-ADVISOR : ASSIS. PROF. PARITUD BHANDHUBANYONG, D.ENG. 143 PP.

This study was to determine an optimum procedure in joinging steel bars for the building steel structure with butt welded joints using maximum tensile strength as a criterion. Additionally, a mathematical model to predict a tensile strength of a steel bar from %carbon obtained from the micrograph was developed.

It was concluded that tensile strength of butt welded steel bars in four types of joints of three grades were significantly different at 95% confidence. From Duncan's multiple range test it was found that a vertical double-V butt joint was suitable for a vertical joint and a horizontal double-V butt joint was also suitable for a horizontal joint. This was due to higher values of maximum tensile strength.

The data of this experiment consisted of tensile strength values, percentage of elements in test steel bars, and scaning micrograph of breaking surface of test specimen from Scientific and Technological Research Equipment Center, Chulalongkorn University. The analysis of variance was performed using SPSS PC package on a micro-computer 16 bits. Results of ratio of pearlite structure within a microstructure frame were also included.

Tables of tensile strength data from butt welded steel bars of four types of joints and a procedure to determine %C from the micrograph were obtained from this experiment.

ภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา 2531 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตติ อินทรานนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปริทรรศน์ พันธุบรรยงก์ และรองศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร ตัณฑสุทธิ์ ซึ่งได้ให้คำปรึกษา แนะนำ แก้ไขข้อบกพร่องตลอดจนให้กำลังใจในการวิจัย รวมทั้งได้รับความกรุณาจากท่านหัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ รองศาสตราจารย์ ดร. วันชัย ริจิรวนิช ที่กรุณาออกหนังสือรับรองการขอตัวอย่างเหล็กเพื่อการวิจัยครั้งนี้และให้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในภาควิชาเพื่อการวิเคราะห์ผลการทดลอง ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาที่ได้รับและขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณแผนกวิชาช่างเชื่อมและโลหะแผ่น วิทยาลัยเทคนิคสมุทรปราการ สังกัดกรมอาชีวศึกษา และ ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บริษัทผลิตเหล็กไทยอินเดีย บริษัทผลิตเหล็กเหนียวไทยพัฒนา บริษัทผลิตเหล็ก จี เอส สตีล บริษัทกรุงเทพผลิตเหล็ก บริษัทเหล็กสยาม ที่ให้ความช่วยเหลือในการทดลองครั้งนี้ และขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่กรุณาให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้

นอกจากนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณเพื่อน ๆ และผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สมเกียรติ จงประสิทธิ์พร

สารบาญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

รายการรูปประกอบ ..... ญ

รายการตารางประกอบ ..... ฏ

รายการกราฟประกอบ ..... ฐ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 กรรมวิธีการผลิตเหล็กเส้น 3

1.2 ความสำคัญของเหล็กเส้นต่องานก่อสร้าง 5

1.3 ปัญหาเกี่ยวกับการใช้เหล็กเส้นในประเทศไทย 7

1.4 วัตถุประสงค์และขอบเขตการวิจัย 8

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย 8

1.6 ทฤษฎีและแนวความคิดที่จะนำมาใช้ในการวิจัย 14

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 18

2. คุณสมบัติเชิงกลของเหล็กเส้นที่มีผลมาจากโครงสร้าง 19

2.1 คุณสมบัติโดยทั่วไปของเหล็กคาร์บอนต่ำ 19

2.2 การเตรียมชิ้นงานทดสอบ 20

2.3 การถ่ายภาพโครงสร้างจุลภาค 22

2.4 การตรวจนับสัดส่วนของโครงสร้างตามวิธีของ Underwood 22

หน้า

2.5 การแปลงสัดส่วนของโครงสร้างเป็น % คาร์บอน
ตามวิธีการของ Rolfe 26
2.6 อิทธิพลของคาร์บอนที่มีต่อคุณสมบัติเชิงกลของเหล็ก 27

3. การเชื่อม 29
3.1 การแบ่งประเภทของการเชื่อม 29
3.2 ความสำคัญของการเชื่อม 30
3.3 การออกแบบงานเชื่อม 32
3.4 ประเภทและคุณสมบัติของรอยต่อ 35
3.5 ผลกระทบของคาร์บอนที่มีต่องานเชื่อม 36

4. การทดลอง 40
4.1 ขั้นตอนและวิธีการทดลอง 41
4.2 การนับสัดส่วนโครงสร้างจุลภาคจากภาพถ่าย 47

5. ผลการทดลอง 71
5.1 ผลทดสอบความต้านแรงดึง 71
5.2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน 78

6. สรุปและข้อเสนอแนะ 85
6.1 สรุปผลการทดลอง 85
6.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต 93

เอกสารอ้างอิง 96

หน้า

ภาคผนวก

ก. ผลการทดสอบความต้านแรงดึง 100

ข. ผลการวิเคราะห์ธาตุจากศูนย์ฯ 125

ค. การนับสัดส่วนโครงสร้างจุลภาคด้วยจุดนับ 126

ง. ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน 136

จ. การ RUN โปรแกรม SPSS PC 139

ประวัติผู้เขียน 143

รายการรูปประกอบ

หน้า

1. แผนผังการผลิตเหล็กเส้น 6
2. แบบต่าง ๆ ของการต่อชนเหล็กเส้น 9
3. ตัวอย่างการกำหนดรหัสชิ้นทดลอง 10
4. การต่อแบบต่าง ๆ เพื่อการทดลอง 12
5. ชิ้นทดสอบความต้านแรงดึง 13
6. แบบต่าง ๆ ของตารางที่ใช้ในการตรวจนับ 23-24
7. ตารางที่ใช้ในการตรวจนับสัดส่วนโครงสร้าง 25
8. แผนภูมิของสารประกอบเหล็กคาร์บอน 26
9. ประเภทของงานเชื่อม 30
10. การต่อเกยเหล็กเส้นที่ผูกด้วยลวด 31
11. แสดงเส้นทางของเส้นแรงที่ผ่านรอยเชื่อมแบบต่อเกย 32
12. แสดงเส้นแรงที่ผ่านไปในรอยต่อชนแบบต่าง ๆ 33
13. โครงสร้างจุลภาคของ A_{50-3} ก่อนเชื่อม 37
14. โครงสร้างจุลภาคของ A_{50-3} หลังเชื่อม 37
15. โครงสร้างจุลภาคของ A_{50-2} ก่อนเชื่อม 38
16. โครงสร้างจุลภาคของ A_{50-2} หลังเชื่อม 38
17. โครงสร้างจุลภาคของ B_{50-1} ก่อนเชื่อม 39
18. โครงสร้างจุลภาคของ B_{50-1} หลังเชื่อม 39
19. แบบของการต่อชนเหล็กเส้น (Rippstien, 1970) 41
20. ชิ้นตัวอย่างที่เตรียมและเชื่อมแบบที่ 1 42
21. ชิ้นตัวอย่างที่เตรียมและเชื่อมแบบที่ 2 43
22. ชิ้นตัวอย่างที่เตรียมและเชื่อมแบบที่ 3 43

หน้า

23. ชิ้นตัวอย่างที่เตรียมและเชื่อมแบบที่ 4 44
24. แบบชิ้นทดสอบความต้านแรงดึงของเหล็กที่ผ่านการเชื่อม
ตามมาตรฐาน JIS Z 3111-1970 44
25. การนับโครงสร้างด้วยการใช้จุดนับ (underwood,1970) 47
26. การนับโครงสร้างด้วยเส้น (underwood,1970) 48
27. วิธีการวัดด้วยเส้นเทียบกับจุดตัดของโครงสร้าง (underwood,1970) 49
28. วิธีการนับด้วยพื้นที่ที่กำหนด (underwood,1970) 50
29. วิธีการวัดด้วยเส้นที่กำหนดตัดกับโครงสร้างด้วยการสุ่ม 51
30. ตารางที่ใช้ในการตรวจนับโครงสร้าง 52
31. ตัวอย่างการวางตารางนับโครงสร้างบนภาพโครงสร้างจุลภาค 54
32. ชิ้นทดสอบความต้านแรงดึงเหล็กเส้นปกติ 75
33. ชิ้นทดสอบความต้านแรงดึงของเหล็กที่ผ่านการเชื่อม 76
34. เปรียบเทียบชิ้นทดสอบที่ผ่านการเชื่อมและไม่ได้เชื่อม 76
35. การต่อแบบที่ 1 ต่อชนท่าตั้งบากงานด้านเดียว 86
36. การต่อแบบที่ 2 ต่อชนท่าตั้งบากงานทั้งสองด้าน 86
37. การต่อแบบที่ 3 ต่อชนท่าขนานนอนบากงานด้านเดียว 88
38. การต่อแบบที่ 4 ต่อชนท่าขนานนอนบากงานทั้งสองด้าน 89
39. ภาพโครงสร้างของ A_{30} (จากภาพถ่าย scaning) 91
40. ภาพโครงสร้างของ B_{30} (จากภาพถ่าย scaning) 91
41. ภาพโครงสร้างของ A_{60} (จากภาพถ่าย scaning) 92
42. ภาพโครงสร้างของ B_{60} (จากภาพถ่าย scaning) 92

รายการตารางประกอบ

หน้า

1. ส่วนประกอบทางเคมี (มอก. 24-2527) 2
2. คุณสมบัติเชิงกล (มอก. 24-2527) 3
3. ผังข้อมูลการทดลอง (Data layout) 11
4. ผลการวิเคราะห์ธาตุจากศูนย์ของตัวอย่าง A_{1-30} 58
5. การเปรียบเทียบปริมาณคาร์บอนจากการคำนวณและจากการวิเคราะห์ 59
6. ผลเฉลี่ยเปรียบเทียบค่าเปอร์เซนต์คาร์บอน 60
7. ตารางเปรียบเทียบความต้านแรงดึงตามวิธีการของ Rolfe และ Underwood ... 62
8. ตารางเปรียบเทียบความต้านแรงดึงของเหล็กเส้นปกติกับเหล็กเส้นที่ผ่านการเชื่อม.. 62
9. ตารางกำหนดอุณหภูมิที่จำเป็นต่อการให้ความร้อนแก่ชิ้นงานก่อนเชื่อม 64
10. ความต้านแรงดึงสูงสุด 68
11. ตารางเปรียบเทียบแรงจากทฤษฎีและจากการทดลอง 69
12. เปรียบเทียบแรงที่กระทำจากการคำนวณตามทฤษฎีด้วยผลจาก สมอ. และการดึงจริง ๆ 70
13. ค่าเฉลี่ยความต้านแรงดึง 72
14. ผลเฉลี่ยความเค้นที่จุดคราก 73
15. เปอร์เซนต์การยืดตัวโดยเฉลี่ย 74
16. ตารางเปรียบเทียบผลการทดสอบความต้านแรงดึง 75
17. ค่า F Value ของตัวแปรต่างๆ 78
18. เปรียบเทียบค่า F Value ระหว่างตัวแปร 2 ตัว 79
19. เปรียบเทียบ F_o กับ $F_{o.05}, V_1, V_2$ 80

รายการกราฟประกอบ

หน้า

1. กราฟแสดงผลการทดสอบเหล็กเส้นปกติ 77
2. กราฟแสดงผลการทดสอบเหล็กเส้นที่ผ่านการเชื่อม 77
3. กราฟระหว่างแบบของการต่อกับเกรดของเหล็ก (บริษัท A) 81
4. กราฟระหว่างแบบของการต่อกับเกรดของเหล็ก (บริษัท B) 82