บทที่4

ตัวอย่างข้อสอบและผลประเมินการทำแบบทดสอบ

4.1 ข้อสอบที่ได้มาจากการสุ่มทั้งหมด 25 ข้อ

1. จุดประสงค์ของการเสริมเหล็กข้างคานแบบไม่รับแรงกด (Non-bearing stiffener) คือ

1: เพิ่มสติฟเนสให้กับคาน ช่วยลดการโก่งตัว

2: เพิ่มกำลังรับโมเมนต์ให้มากขึ้น

3: เพิ่มกำลังรับแรงเฉือนให้มากขึ้น

4: เพิ่มกำลังรับแรงกดให้มากขึ้น

เฉลย 3: เพิ่มกำลังรับแรงเฉือนให้มากขึ้น

(ถ้าอัตราส่วน h/tw < 260 แสดงว่าไม่จำเป็นต้องใช้เหล็กเสริมข้างคาน

แต่ถ้าอัตราส่วน h/tw > 260 แสดงว่าจะต้องเสริมเหล็กข้างคาน แบบไม่รับแรงกด)

2. หน่วยแรงกดที่กระทำต่อเหล็กเสริมข้างคานของคานเหล็กประกอบขนาดใหญ่ตามวิธี AISC/ASD ต้องมีค่าไม่เกินเท่าใด

1: $0.50F_y$

2: $0.60F_y$

3: $0.70F_y$

4: $0.90F_y$

เฉลย 4: 0.90Fy

(เพื่อให้การออกแบบง่ายขึ้นโดยไม่ต้องพิจารณาเกี่ยวกับการคลาก การยู่ หรือ

การเซออกทางข้างของเหล็กแผ่นตั้ง)

3. คานเหล็กซึ่งเป็นเหล็กโครงสร้าง A36 เมื่อทำการตรวจสอบแล้วพบว่าเป็นหน้าตัดอัดแน่นและมีค้ำยันด้านข้างเพียงพอ ต้องรับโมเมนต์กระทำเท่ากับ 18,000 kg-m ท่านจะใช้หน้าตัดขนาดเท่าไหร่จึงจะปลอดภัยและประหยัดที่สุด ตามวิธี ASD

1: W250 x 72.4, S_x = 867 ซม.^{3}

2: W300 x 94, S_x = 1,360 ซม.^{3}

3: W350 x 49.6, S_x = 775 ซม.^{3}

4: W400 x 66, S_x = 1,190 ซม.^{3}

เฉลย 4: W400 x 66, S_x = 1,190 ซม.^{3}

-หาหน่วยแรงดัดที่ยอมให้ F_b รอบแกนหลัก

เนื่องจากเป็นหน้าตัดอัดแน่นและมีค้ำยันเพียงพอ

F_b = $0.66F_y$, หน่วยแรงดึงที่จุดคลากของเหล็ก (F_y) = 2,500 ksc

แทนค่าจะได้ F_b = 0.66×2,500 = 1,650 ksc

-หาโมดูลัสอีลาสติกของหน้าตัดรอบแกนหลัก (S_x)

S_x = M/F_b , M = 18,000 kg-m

แทนค่าจะได้ว่า S_x = 18,000/1650

= 1,091 cm^3

เพราะฉะนั้นเลือกหน้าตัดขนาด W400×66 , S_x ดูจากตารางเหล็กจะเท่ากับ 1,190 cm^3

4. สำหรับโครงสร้างหลัก (Main member) ขององค์อาคารเหล็กรูปพรรณรับแรงดึง ค่า Slenderness ratio ใช้ไม่เกินกว่า

1: 120

2: 240

3: 300

4: 360

เฉลย 3: 300

(ค่าอัตราส่วนความชะลูด = 300 ใช้ได้ทั้งวิธี ASD และ LRFD)

TG
260
ท155ป
2551

สำนักหอสมุด

1.4513042

15 มี.ค. 2557

5. ถ้ารอยเชื่อมต้องรับแรงดึงได้ 12 ตัน หากใช้รอยเชื่อม 6 มม. ต้องเชื่อมยาวทั้งหมดเท่าใด (ลวดเชื่อมมีกำลัง 1,470 ksc)

1: 5 cm

2: 10 cm

3: 15 cm

4: 20 cm

เฉลย 4: 20 cm

- แรงที่ยอมได้ต่อ เซนติเมตร = 0.707×0.6×1,470

= 624

- (12×1,000) /624 =19.23 cm

6. ตามมาตรฐานของ ว.ส.ท.กำหนดให้เนื้อที่หน้าตัดสุทธิมากที่สุดขององค์อาคารเหล็กรับแรงดึงที่มีรูเจาะมีค่าไม่เกินกี่เปอร์เซนต์ของเนื้อที่หน้าตัดทั้งหมด

1: 50%

2: 65%

3: 80%

4: 85%

เฉลย 4: 85%

7. จะต้องใช้ขาเชื่อมขนาดเท่าใด เพื่อให้รับแรงดึง 26,000 kg โดยเชื่อมแบบฟิลเลทยาวด้านละ 20 cm ทั้ง 2 ด้าน เมื่อใช้ลวดเชื่อม E60 (กำลังรับแรงดึงประลัยของลวดเชื่อม F_{EXX} เท่ากับ 4,200 ksc)

1: 5 mm

2: 6 mm

3: 7 mm

4: 8 mm

เฉลย 4: 8 mm

ขนาดขาเชื่อม = 26,000 / [20×2×0.707× (0.3×4,200)]

= 8 mm

8. คานหน้าตัดขนาด W500x89.7 จะสามารถต้านทานโมเมนต์ดัดใช้งานสูงสุดได้ประมาณเท่าใด เมื่อหน้าตัดนี้มี b_f = 200 mm, t_f = 16 mm, S_x = 1,910 cm^3, F_y = 2,500 ksc, E = $2x10^6$ ksc สมมติมีการค้ำยันด้านข้างคานเพียงพอ

1: 27,300 kg-m

2: 29,300 kg-m

3: 30,100 kg-m

4: 31,500 kg-m

เฉลย 4: 31,500 kg-m

โดยวิธี ASD

-ตรวจสอบประเภทหน้าตัด

$(b_f) / (2t_f)$ = 20/(2×1.6)

= 6.25

$0.38\times(E/F_y)^{0.5}$ = $0.38\times(2,000,000/2,500)^{0.5}$

= 10.75

จะเห็นว่า $(b_f) / (2t_f) < 0.38\times(E/F_y)^{0.5}$ แสดงว่าเป็นหน้าตัดแบบคอมแพค

- หากำลังโมเมนต์ดัด (M)

$M = 0.66\times F_y \times S_x$

$= (0.66\times 2,500\times 1,910)/ 100$

$= 31,515$ kg-m

9. คานเหล็กหน้าตัดขนาด W 600x106 จะสามารถต้านทานโมเมนต์ดัดปลอดภัยได้ประมาณเท่าใด โดยใช้วิธี Allowable stress design สมมติมีการค้ำยันด้านข้างอย่างเพียงพอ

กำหนดให้ $b_f = 200$ mm., $t_f = 17$ mm., $S_x = 2,590$ cm^3 $F_y = 2,520$ ksc.

1: 31,500 kg-m

2: 43,000 kg-m

3: 53,400 kg-m

4: 61,300 kg-m

เฉลย 2: 43,000 kg-m

โดยวิธี ASD

-ตรวจสอบประเภทหน้าตัด

$= (b_f) / (2t_f)$

$= 200/(2\times 17) = 5.88 < 437.7/(2,520)^{0.5} = 8.71$

แสดงว่าเป็นหน้าตัดแบบคอมแพค

-หน่วยแรงดัดที่ยอมให้

$F_b = 0.66\times F_y$

$= 0.66\times 2,520$

$= 1,663$ ksc

-กำลังรับโมเมนต์ดัด

$M = F_b \times S_x$

$=1,663\times 2,590/100 = 43,072$ kg-m

10 .ในการออกแบบคานเหล็กประกอบขนาดใหญ่ ถ้า b/tw > 200 จะต้องทำอย่างไร

1: เสริมเหล็กปีกคาน

2: เสริมข้างคานแบบรับแรงกด

3: เสริมข้างคานแบบไม่รับแรงกด

4: เสริมข้างคานแบบรับแรงเฉือน

เฉลย 3: เสริมข้างคานแบบไม่รับแรงกด

11. ในการออกแบบคานเหล็กประกอบขนาดใหญ่ (Plate girder) กรณีจำกัดความลึก จะต้องทำอย่างไร

1: เสริมเหล็กข้างคาน

2: เสริมเหล็กปีกคาน

3: เสริมเหล็กปีกคานด้านรับแรงดึง

4: เสริมเหล็กแผ่นตั้ง

เฉลย 4: เสริมเหล็กแผ่นตั้ง

12. คานเหล็กโครงสร้างชนิด A36 เป็นหน้าตัดอัดแน่น ปีกรับแรงอัดมีค้ำยันเพียงพอ หน้าตัดคานนี้ มีค่า S_x = 1,670 ซม.^{3} ถามว่าคานนี้จะสามารถรับโมเมนต์สูงสุดได้เท่าไหร่ ตามวิธี ASD

1: 23,545 kg-m

2: 25,050 kg-m

3: 27,555 kg-m

4: 28,835 kg-m

เฉลย 3: 27,555 kg-m

โดยวิธี ASD

-หน่วยแรงดัดที่ยอมให้รอบแกนหลัก

$F_b = 0.66 \times F_y$

$= 0.66 \times 2,500$

$= 1,650$ ksc

-หา S_x จาก

$= M \times F_b$

$= 1,670\ cm^3 \times 1,650$ ksc

$= 27,555$ ksc

13. คานเหล็กรับแรงเฉือนขนาด 35,000 kg หน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้ของหน้าตัดคานนี้เท่ากับ $0.4F_y$ ถามว่าคานเหล็กนี้จะสามารถรับแรงเฉือนได้อย่างปลอดภัยหรือไม่ และแรงเฉือนที่ยอมให้มีขนาดเท่าไร เมื่อ $F_y = 2,500$ ksc d = 300 มม. $b_f = 300$ มม. $t_w = 10$ มม. $t_f = 15$ มม. A = 119.8 ซม.^{2} ตามวิธี ASD

1: ปลอดภัย และ V = 119,800 kg

2: ปลอดภัย และ V = 52,000 kg

3: ไม่ปลอดภัย และ V = 45,000 kg

4: ไม่ปลอดภัย และ V = 30,000 kg

เฉลย 4: ไม่ปลอดภัย และ V = 30,000 kg

โดยวิธี ASD

-หาหน่วยแรงเฉือนที่ยอมให้

$$F_v = 0.4 \times F_y \times A_w$$

$$= 0.4 \times 2,500 \times 1 \times 30$$

$$= 30,000 \text{ kg}$$

14. เสาเหล็กรูปพรรณ W250 x 72.4 $r_x = 10.8$ cm $r_y = 6.29$ cm A = 92.18 cm^2 เป็นเหล็กชนิด A36 ($F_y = 2,500$ ksc) ปลายทั้งสองข้างเป็นแบบยึดหมุน จงประมาณความยาวสูงสุดของเสา โดยที่เสายังคงโก่งเดาะในช่วงอินอีลาสติก ตามวิธี ASD

1: 7.00 ม.

2: 8.00 ม.

3: 9.00 ม.

4: 10.00 ม.

เฉลย 2: 8.00 ม.

$$C_c = (2 \times \pi^2 \times E / F_y)^{0.5}$$

$$= (2 \times 3.14^2 \times 2,000,000 / 2,500)^{0.5}$$

$$= 126$$

เพราะฉะนั้นความยาวสูงสุดเท่ากับ 126

15. เสาเหล็กต้นหนึ่งทำจากเหล็ก ที่มีกำลังจุดคราก F_y=3,000 ksc. จงประมาณค่าอัตราส่วนความชะลูด C_c ที่ทำให้เสาเปลี่ยนจากการโก่งเดาะในช่วงอีลาสติกเป็นการโก่งเดาะในช่วงอินอิลาสติก กำหนดให้โมดูลัสยืดหยุ่น E = 2 x 10^6 ksc.

1: 100

2: 110

3: 115

4: 120

เฉลย 3: 115

$C_c = (2\times\pi^2\times E/F_y)^{0.5}$

$= (2\times3.14^2\times2000000/3000)^{0.5}$

$= 115$

16. ค่า KL/r ของแกนที่แข็งแรง และแกนที่อ่อนแอของหน้าตัดเสาเหล็กรูปพรรณ W200 x 21.3 ที่มีคำยันบนแกนที่แข็งแรงเท่ากับ 6 ม. และบนแกนที่อ่อนแอเท่ากับ 4 ม. มีค่าเท่าไร เมื่อ I_x = 1,840 cm^4 I_y = 134 cm^4 r_x = 8.24 cm r_y = 2.22 cm และจุดยึดรั้งเป็น Pinned

1: 65,180

2: 73,185

3: 65,185

4: 73,180

เฉลย 4: 73,180

วิธีทำ แกนที่แข็งแรง คือแกน x

และแกนที่อ่อนแอคือแกน y เนื่องจากค่า $I_x > I_y$

ดังนั้น $KL_x / r_y = (1)(600) / 8.24 = 73$

$KL_y / r_y = (1)(400) / 2.22 = 180$

17. องค์อาคารต่อโดยใช้เหล็กฉากเดี่ยว ขนาด 50 x 50 x 6 mm มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 5.64 ตร.ซม. ใช้สลักเกลียวแถวเดียวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 mm เผื่อรูเจาะ 3 mm ยึดกับเหล็กประกับหนา 6 mm เพียงขาเดียว จงหาพื้นที่หน้าตัดสุทธิประสิทธิผลของเหล็กฉาก

1: 2.5

2: 3.0

3: 3.5

4: 4.0

เฉลย 3: 3.5

A_{eff} = 0.75 [5.64-(1.5x0.6)]

= 3.5

18. ถ้าหน้าตัดเหล็กสี่เหลี่ยมตันขนาด 50 x100 mm จงหาค่า Radius of gyration ที่น้อยที่สุด

1: 1.44 cm

2: 2.89 cm

3: 5.78 cm

4: 11.54 cm

เฉลย 1: 1.44 cm

โดยวิธี ASD

- หาโมเมนต์อินเนอร์เชีย (I)

$I = bh^3/12$

$= 10\times5\times5\times5/12$

$= 104.18\ cm^3$

$A = 10\times5$

$= 50\ cm$

- หารัศมีไจเรชั่นจาก

$r = (I/A)^{0.5}$

$= (104.18/50)^{0.5}$

$= 1.44\ cm$

19. เหล็กโครงสร้าง ASTM A36 จัดอยู่ในประเภทใด

1: เหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon steel)

2: เหล็กกล้าประสมบาง - กำลังสูง (High strength low - Alloy steel)

3: เหล็กกล้าประสม - ชุบแข็ง (Heat - Treated constructional alloy steel)

4: ไม่มีคำตอบที่ถูก

เฉลย 1: เหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon steel)

(เป็นเหล็กโครงสร้างแบบรีดร้อน มีปริมาณคาร์บอนสูงไม่เกิน 1.70%

มีกำลังที่จุดคลากประมาณ 2,500 ksc)

20. อุปกรณ์ยึดไม้ชนิดใดที่ใช้รับแรงด้านข้างอย่างเดียว

1: ตะปู

2: ตะปูเกลียว

3: แหวนยึด

4: สลักเกลียว

เฉลย 4: สลักเกลียว

21. กำหนดให้ กำลังของรอยเชื่อมเท่ากับ 450 kg/ความยาว 1 cm ถ้ามีแรงดึงกระทำเท่ากับ 2,000 kg และไม่มีการเชื่อมอ้อมปลาย จงหาความยาวทั้งหมดของรอยเชื่อม

1: 3.5 cm

2: 4.5 cm

3: 5.5 cm

4: 6.5 cm

เฉลย 2: 4.5 cm

ความยาวของรอยเชื่อมมีค่าเท่ากับ 2,000 kg/450 kg/ความยาว 1 cm

= 4.5 cm

22. จงประมาณความยาวสูงสุดที่ยอมให้ได้ตามข้อกำหนดของ AISC สำหรับองค์อาคารรับแรงดึงซึ่งมีหน้าตัดเป็นเหล็กแบนหนา 25 มม.

1: 1.80 m

2: 2.05 m

3: 2.15 m

4: 2.20 m

เฉลย 3: 2.15 m

23. ในการเชื่อมอ้อมปลาย (End return) ให้ใช้ความยาวอย่างน้อยเท่าใด

1: 1 เท่าขนาดการเชื่อม

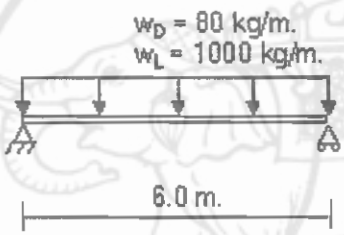
2: 2 เท่าขนาดการเชื่อม

3: 3 เท่าขนาดการเชื่อม

4: 4 เท่าขนาดการเชื่อม

เฉลย 2: 2 เท่าขนาดการเชื่อม

24. จงคำนวณหาค่าโมเมนต์ใช้งานโดยวิธี AISC-ASD



1: 4,860 kg-m

2: 5,000 kg-m

3: 5,329 kg-m

4: 5,520 kg-m

เฉลย 1: 4,860 kg-m

โดยวิธี ASD

$$w_T = 80+1,000$$

$$= 1,080 \text{ kg/m}$$

-หาโมเมนต์ใช้งานจาก

$$M = WL^2/8$$

$$= 1,080\times6\times6/8$$

$$= 4,860 \text{ kg-m}$$

25. จงประมาณค่าการโก่งตัวสูงสุดของคานหน้าตัดขนาด W400x107 ที่มีช่วงความยาว 10 เมตรปลายทั้งสองมีการรองรับแบบธรรมดา (Simple support) มีน้ำหนักกระจายสม่ำเสมอตลอดความยาวมีค่าเท่ากับ 2 ตัน/เมตร (รวมน้ำหนักของตัวคาน) และคานมีการค้ำยันด้านข้างตลอดความยาวคานโดยพื้นคอนกรีต

กำหนดให้ W400x107 มีคุณสมบัติหน้าตัดดังนี้ S_x = 1980 cm^3 , I_x = 38700 cm^4 , b_f = 300 mm

t_f = 16 mm , d = 390 mm , t_w = 10 mm , E = 2.1x10^6 ksc

1: 2.80 cm

2: 3.20 cm

3: 4.20 cm

4: 5.00 cm

เฉลย ค่าการโก่งตัวสูงสุด

$= (5wL^4/384EI)$

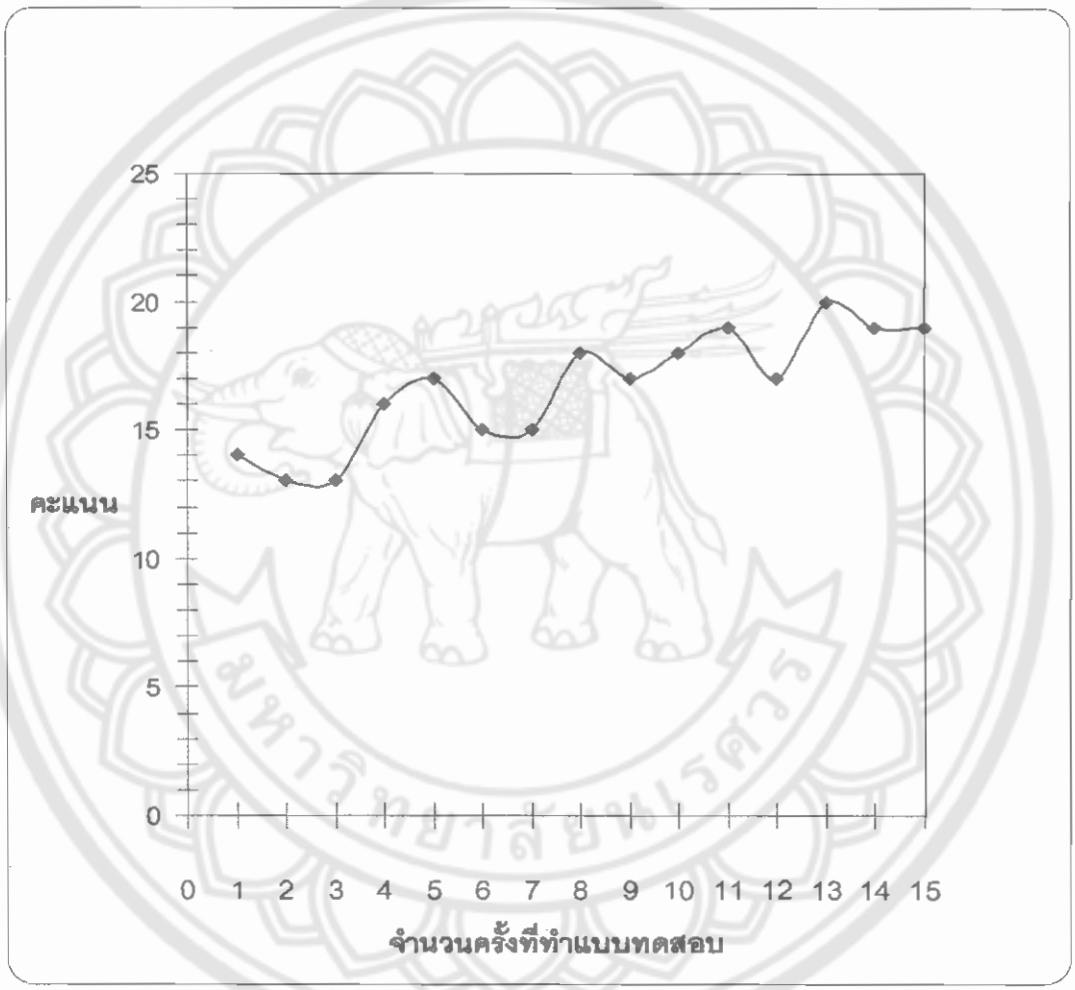
$= (5x20x1000^4)/(384x2.1x10^6x38700)$

= 3.2 cm

4.2 ผลประเมินการทำแบบทดสอบ

เป็นผลที่ได้มาจากการทำแบบทดสอบของนิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมโยธา จำนวน 6 คน ซึ่งได้ผลดังกราฟต่อไปนี้

กราฟแสดงคะแนนรายวิชาการออกแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก

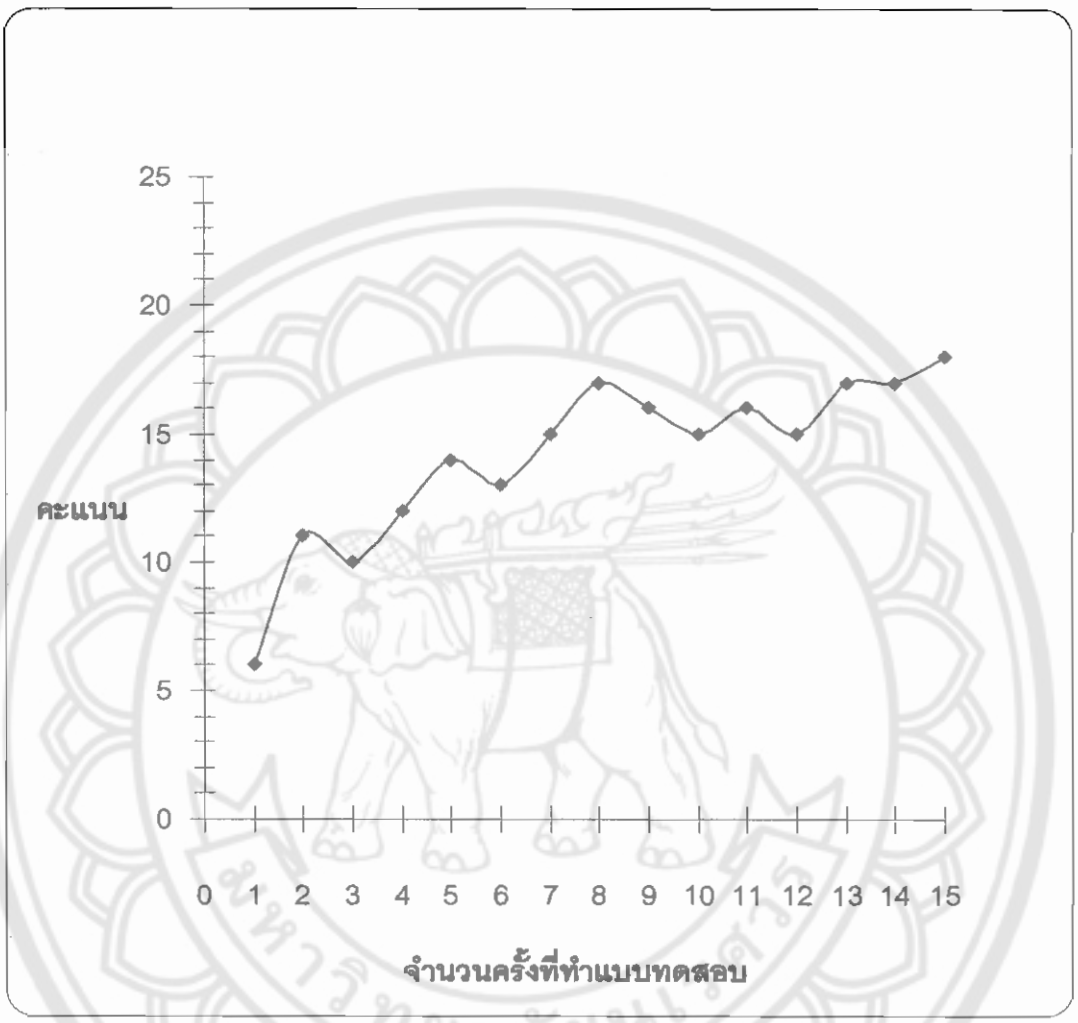


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดสอบคนที่ 1

ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
คะแนน	14	13	13	16	17	15	15	18	17	18	19	17	20	19	19

ตาราง 4.1 แสดงผลคะแนนของผู้ทำแบบทดสอบคนที่ 1

กราฟแสดงคะแนนรายวิชาการออกแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก

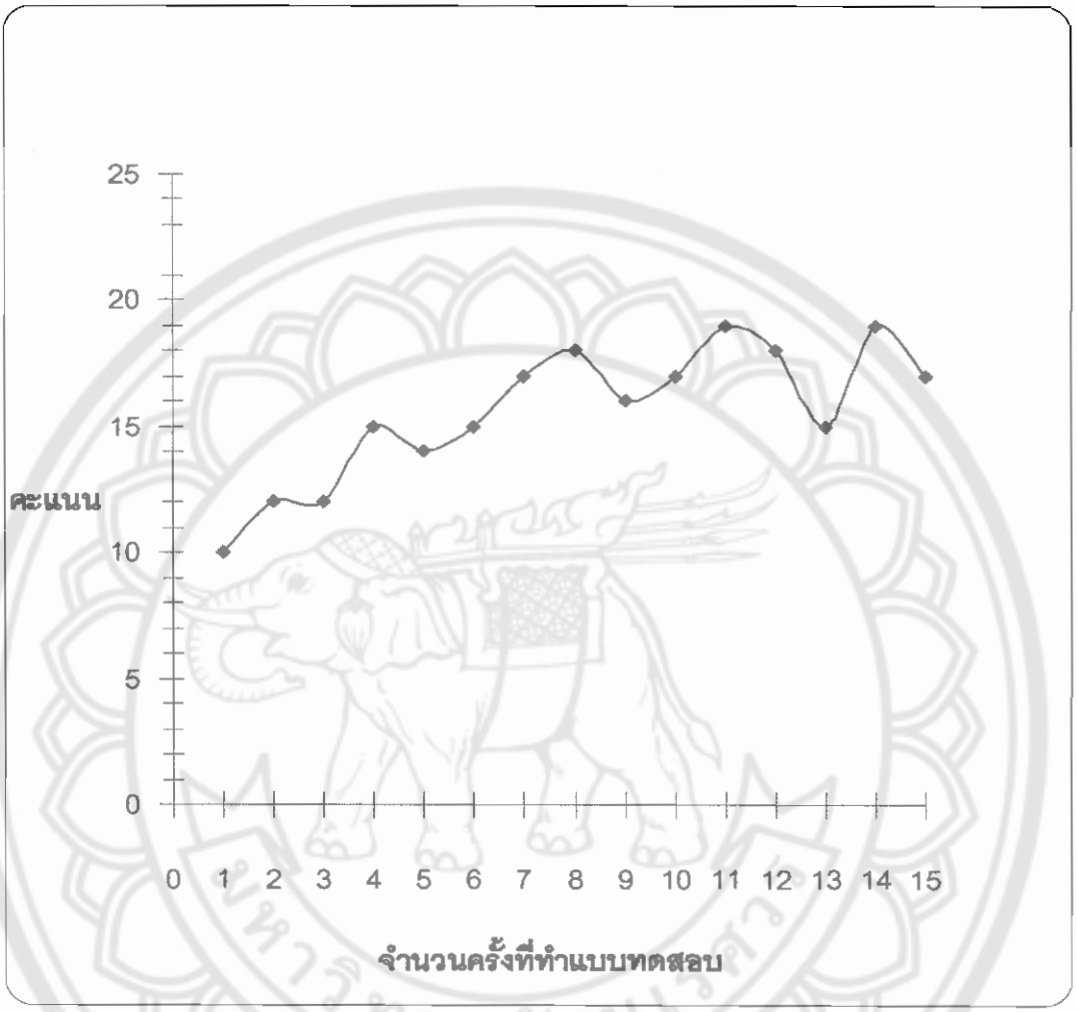


รูปที่ 4.2 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดสอบคนที่ 2

ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
คะแนน	6	11	10	12	14	13	15	17	16	15	16	15	17	17	18

ตาราง 4.2 แสดงผลคะแนนของผู้ทำแบบทดสอบคนที่ 2

กราฟแสดงคะแนนรายวิชาการออกแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก

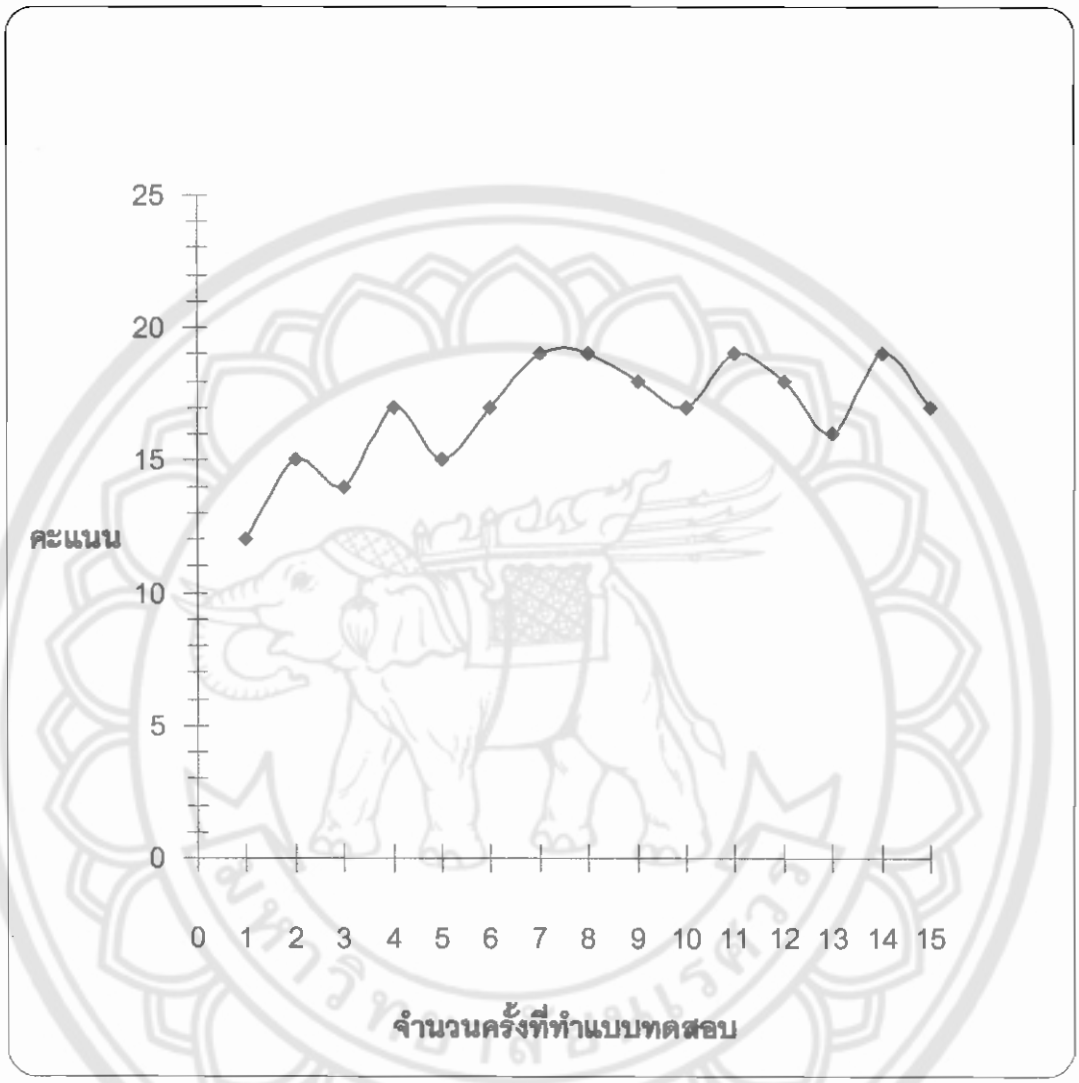


รูปที่ 4.3 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดสอบคนที่ 3

ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
คะแนน	10	12	12	15	14	15	17	18	16	17	19	18	15	19	17

ตาราง 4.3 แสดงผลคะแนนของผู้ทำแบบทดสอบคนที่ 3

กราฟแสดงคะแนนรายวิชาการออกแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก

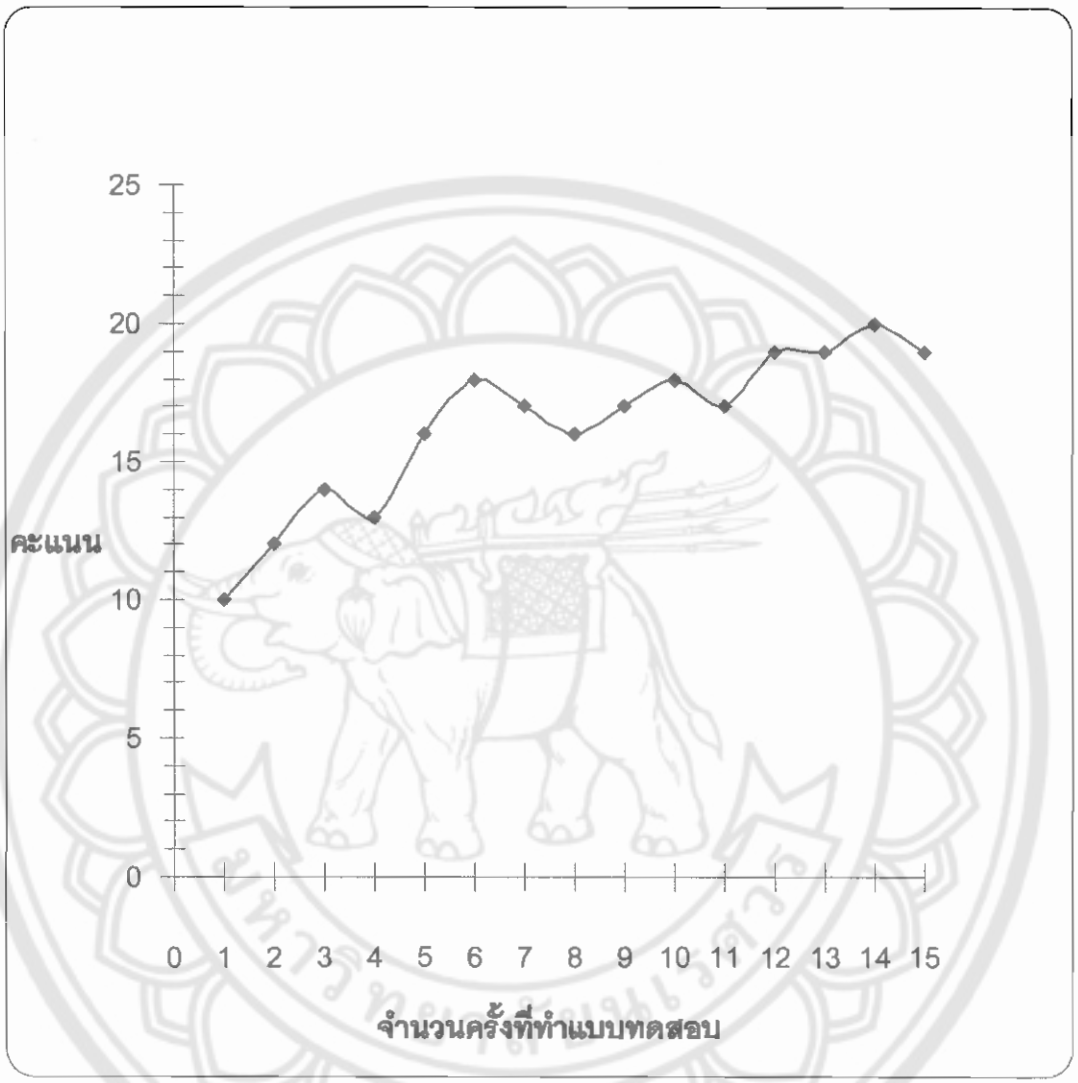


รูปที่ 4.4 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดสอบคนที่ 4

ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
คะแนน	12	15	14	17	15	17	19	19	18	17	19	18	16	19	17

ตาราง 4.4 แสดงผลคะแนนของผู้ทำแบบทดสอบคนที่ 4

กราฟแสดงคะแนนรายวิชาการออกแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก

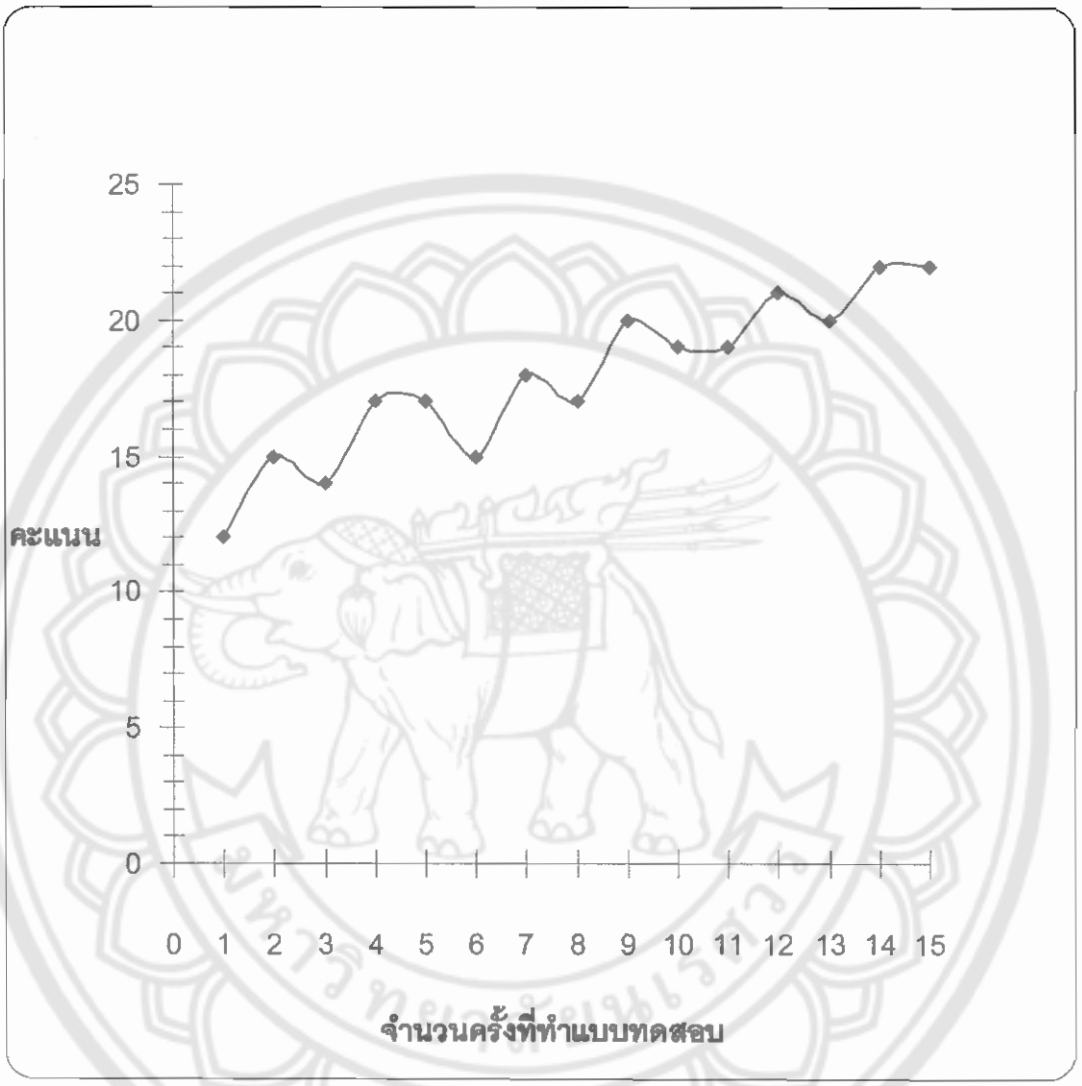


รูปที่ 4.5 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดสอบคนที่ 5

ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
คะแนน	10	12	14	13	16	18	17	16	17	18	17	19	19	20	19

ตาราง 4.5 แสดงผลคะแนนของผู้ทำแบบทดสอบคนที่ 5

กราฟแสดงคะแนนรายวิชาการออกแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก

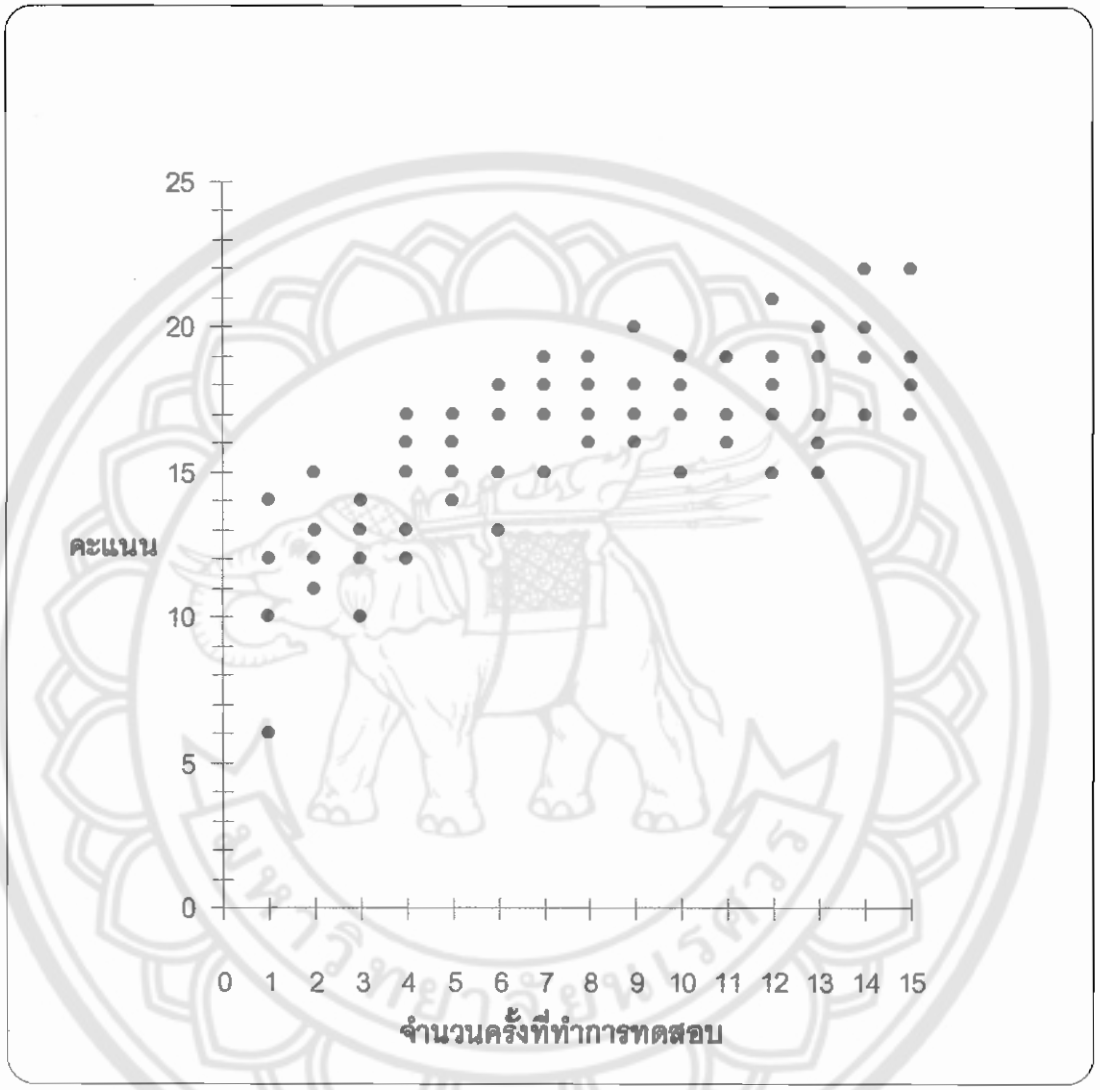


รูปที่ 4.6 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดสอบคนที่ 6

ครั้งที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
คะแนน	12	15	14	17	17	15	18	17	20	19	19	21	20	22	22

ตาราง 4.6 แสดงผลคะแนนของผู้ทำแบบทดสอบคนที่ 6

กราฟแสดงคะแนนรายวิชาการออกแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงผลที่ได้จากการทดสอบทั้งหมด

ครั้งที่	คนที่					
สอบ	1	2	3	4	5	6
1	14	6	10	12	10	12
2	13	11	12	15	12	15
3	13	10	12	14	14	14
4	16	12	15	17	13	17
5	17	14	14	15	16	17
6	15	13	15	17	18	15
7	15	15	17	19	17	18
8	18	17	18	19	16	17
9	17	16	16	18	17	20
10	18	15	17	17	18	19
11	19	16	19	19	17	19
12	17	15	18	18	19	21
13	20	17	15	16	19	20
14	19	17	19	19	20	22
15	19	18	17	17	19	22

ตาราง 4.7 แสดงผลคะแนนของผู้ทำแบบทดสอบทั้งหมด