บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาขนาดแรงที่กระทำต่อฟันหน้าบนในแนวระนาบและแนวดิ่งของลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ที่ทำจากลวดเหล็กกล้าไร้สนิม ขนาด 0.016 X 0.016 และ 0.016 X 0.022 นิ้ว แบบ Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop กลุ่มละ 30 เส้น โดยมีระยะการปรับลวดเป็น 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 และ 3.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ ทำการทดลองบนแบบจำลองฟันบนที่มีขนาดตามการวิจัยของ วิรัช พัฒนาภรณ์ (2526) และดัดลวดตามขนาด Arch form chart ของDr. George Boone โดยมีฟันเขี้ยว, ฟันกรามน้อยซี่ที่สองและฟันกรามแท้ซี่แรกเป็นหลักยึดแบบ Maximum anchorage นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของขนาดแรงในแนวระนาบและแนวดิ่งที่กระทำต่อฟันหน้าบนกับระยะการปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ของทุกกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1.1 ใช้ค่ามัชฌิมเลขคณิต (Mean, $\bar{X}$) เพื่อวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลางและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation, S.D.), ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard Error, S.E.) และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (Coefficient of Variation, C.V.) เพื่อวัดการกระจายของข้อมูล (ตารางที่ 10-17) (n=30)

1.1.1 ลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 x 0.016 นิ้ว

ก. แบบ Simple closed loop พบว่า ขนาดแรงในแนวระนาบมีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการปรับลวดเพิ่มขึ้น โดยขนาดแรงในแนวระนาบสูงสุด 683.48 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวด 3.0 มม. รองลงมา ได้แก่ 514.45 กรัม ที่ระยะการปรับลวด 2.5 มม.และมีขนาดแรงน้อยที่สุด 54.76 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวดเริ่มต้น 0.5มม. แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนพบว่า ที่ 0.5 มม. มีค่ามากที่สุด 7.58 รองลงมาได้แก่ 7.00 ที่ 1.5 มม. และที่ 3.0 มม. มีค่าน้อยที่สุดคือ 4.52 ส่วนขนาดแรงในแนวดิ่ง

มีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการปรับลวดเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยขนาดแรงในแนวดิ่งสูงสุด 49.47กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวด 3.0มม. รองลงมา ได้แก่ 41.60กรัม ที่ระยะการปรับลวด 2.5มม. และมีขนาดแรงน้อยที่สุด 5.83กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวดเริ่มต้น 0.5มม. แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนพบว่า ที่ 0.5 มม. มีค่ามากที่สุด 28.47 รองลงมา ได้แก่ 18.96 ที่ 1.00 มม.และ ที่ 2.5 มม. มีค่าน้อยที่สุดคือ 6.66 (ตารางที่ 10)

ข. แบบ Closed loop with helix พบว่า ขนาดแรงในแนวระนาบมีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการปรับลวดเพิ่มขึ้น โดยขนาดแรงในแนวระนาบสูงสุด 357.26 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวด 3.0 มม. รองลงมา ได้แก่ 298.25 กรัม ที่ระยะการปรับลวด 2.5 มม. และมีขนาดแรงน้อยที่สุด 37.51กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวดเริ่มต้น 0.5มม. แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนกลับพบว่า ที่ 0.5 มม. มีค่ามากที่สุด 15.01 รองลงมา ได้แก่ 8.39 ที่ 2.0 มม. และ ที่ 3.0 มม. มีค่าน้อยที่สุด คือ 3.13 ส่วนขนาดแรงในแนวดิ่งมีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการปรับลวดเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยขนาดแรงในแนวดิ่งสูงสุด 113.83 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวด 3.0 มม. รองลงมา ได้แก่ 79.80 กรัม ที่ระยะการปรับลวด 2.5 มม. และมีขนาดแรงน้อยที่สุด 14.57 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวดเริ่มต้น 0.5 มม. แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนพบว่า ที่ 0.5 มม. มีค่ามากที่สุด 10.64 รองลงมา ได้แก่ 8.61 ที่ 3.0 มม.และ ที่ 2.0 มม. มีค่าน้อยที่สุดคือ 3.48 (ตารางที่ 11)

ค. แบบ T loop พบว่า ขนาดแรงในแนวระนาบมีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการปรับลวดเพิ่มขึ้น โดยขนาดแรงในแนวระนาบสูงสุด 191.11กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวด 3.0 มม. รองลงมาได้แก่ 138.11 กรัม ที่ระยะการปรับลวด 2.5 มม. และมีขนาดแรงน้อยที่สุด 2.48 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวดเริ่มต้น 0.5 มม. แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนกลับพบว่า ที่ 0.5 มม. มีค่ามากที่สุด 16.13 รองลงมา ได้แก่ 14.25 ที่ 1.0 มม.และที่ 3.0 มม. มีค่าน้อยที่สุดคือ 5.07 ส่วนขนาดแรงในแนวดิ่งมีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการปรับลวดเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยขนาดแรงในแนวดิ่งสูงสุด 76.07 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวด 3.0 มม. รองลงมาได้แก่ 56.83 กรัม ที่ระยะการปรับลวด 2.5 มม. และมีขนาดแรงน้อยที่สุด 9.17 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวดเริ่มต้น 0.5 มม. แต่ค่าสัมประสิทธิ์

ความแปรปรวน กลับพบว่า ที่ 0.5 มม. มีค่ามากที่สุด 27.37 รองลงมา ได้แก่ 17.73 ที่ 1.0 มม. และ ที่ 3.0 มม. มีค่าน้อยที่สุดคือ 6.61 (ตารางที่ 12)

ง. แบบ Double delta loop พบว่า ขนาดแรงในแนวระนาบมีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการปรับลวดเพิ่มขึ้น โดยขนาดแรงในแนวระนาบสูงสุด298.37 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวด 3.0 มม. รองลงมาได้แก่ 212.79 กรัม ที่ระยะการปรับลวด 2.5 มม. และมีขนาดแรงน้อยที่สุด 2.47 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวดเริ่มต้น 0.5มม. แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนกลับพบว่า ที่ 1.0 มม. มีค่ามากที่สุด 18.95 รองลงมา ได้แก่ 15.79 ที่ 0.5 มม. และ ที่ 3.0 มม.มีค่าน้อยที่สุด คือ 5.45 ส่วนขนาดแรงในแนวดิ่งมีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการปรับลวดเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยขนาดแรงในแนวดิ่งสูงสุด 86.47 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวด 3.0 มม. รองลงมาได้แก่ 64.70 กรัม ที่ระยะการปรับลวด 2.5 มม. และมีขนาดแรงน้อยที่สุด 3.57 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวดเริ่มต้น 0.5 มม. แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนพบว่า ที่ 0.5 มม. มีค่ามากที่สุด 27.17 รองลงมา ได้แก่ 11.10 ที่ 2.0 มม.และ ที่ 2.5 มม. มีค่าน้อยที่สุดคือ 4.23 (ตารางที่ 13)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระยะปรับลวด(มม.)	Mean(กรัม)	S.D.(กรัม)	S.E.	C.V.(%)
ขนาดแรงในแนวระนาบ				
0.5	54.76	4.15	0.76	7.58
1.0	142.96	8.75	1.60	6.12
1.5	259.14	18.13	3.31	7.00
2.0	370.36	17.58	3.21	4.75
2.5	514.45	32.24	5.89	6.27
3.0	683.48	30.89	5.64	4.52
ขนาดแรงในแนวดิ่ง				
0.5	5.83	1.66	0.30	28.47
1.0	14.93	2.83	0.52	18.96
1.5	24.30	4.21	0.77	17.33
2.0	33.47	5.36	0.98	16.01
2.5	41.60	2.77	0.51	6.66
3.0	49.47	4.19	0.77	8.47

ตารางที่ 10 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(S.E.)และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน(C.V.) ของขนาดแรงในแนวระนาบ และแนวดิ่ง ของลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 x 0.016 นิ้ว แบบ Simple closed loop เมื่อปรับระยะลวด 0.5,1.0,1.5,2.0,2.5 และ3.0 มิลลิเมตรตามลำดับ มีหน่วยเป็นกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระยะปรับลวด(มม.)	Mean(กรัม)	S.D.(กรัม)	S.E.	C.V.(%)
ขนาดแรงในแนวระนาบ				
0.5	37.51	5.63	1.03	15.01
1.0	78.47	5.35	0.98	6.82
1.5	138.00	7.68	1.40	5.57
2.0	207.33	17.39	3.18	8.39
2.5	298.25	13.51	2.47	4.53
3.0	357.26	11.20	2.05	3.13
ขนาดแรงในแนวดิ่ง				
0.5	14.57	1.55	0.29	10.64
1.0	28.47	1.48	0.27	5.20
1.5	38.47	1.63	0.30	4.24
2.0	56.07	1.95	0.36	3.48
2.5	79.80	5.41	0.99	6.78
3.0	113.83	9.80	1.79	8.61

ตารางที่ 11 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(S.E.)และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน(C.V.) ของขนาดแรงในแนวระนาบและแนวดิ่ง ของลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 x 0.016 นิ้ว แบบ Closed loop with helix เมื่อปรับระยะลวด 0.5,1.0,1.5,2.0, 2.5 และ 3.0 มิลลิเมตรตามลำดับ มีหน่วยเป็นกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระยะปรับลวด(มม.)	Mean(กรัม)	S.D.(กรัม)	S.E.	C.V.(%)
ขนาดแรงในแนวระนาบ				
0.5	2.48	.40	0.07	16.13
1.0	21.05	3.00	0.55	14.25
1.5	47.44	6.75	1.23	14.23
2.0	91.76	6.57	1.20	7.16
2.5	138.11	10.36	1.89	7.50
3.0	191.11	9.68	1.77	5.07
ขนาดแรงในแนวดิ่ง				
0.5	9.17	2.51	0.46	27.37
1.0	18.33	3.25	0.59	17.73
1.5	26.27	4.54	0.83	17.28
2.0	39.33	5.22	0.95	13.27
2.5	56.83	5.93	1.08	10.43
3.0	76.07	5.03	0.92	6.61

ตารางที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(S.E.)และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน(C.V.) ของขนาดแรงในแนวระนาบ และแนวดิ่ง ของลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 x 0.016 นิ้ว แบบ T loop เมื่อปรับระยะลวด 0.5,1.0,1.5,2.0,2.5 และ3.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ มีหน่วยเป็นกรัม

ระยะปรับลวด(มม.)	Mean(กรัม)	S.D.(กรัม)	S.E.	C.V.(%)
ขนาดแรงในแนวระนาบ				
0.5	2.47	.39	0.07	15.79
1.0	23.27	4.41	0.81	18.95
1.5	86.06	6.58	1.20	7.65
2.0	153.44	8.37	1.53	5.45
2.5	212.79	13.13	2.40	6.17
3.0	298.37	18.23	3.33	6.11
ขนาดแรงในแนวดิ่ง				
0.5	3.57	.97	0.18	27.17
1.0	16.53	1.70	0.31	10.28
1.5	32.47	2.62	0.48	8.07
2.0	48.40	5.37	0.98	11.10
2.5	64.70	2.74	0.50	4.23
3.0	86.47	3.80	0.69	4.39

ตารางที่ 13 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(S.E.)และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน(C.V.) ของขนาดแรงในแนวระนาบ และแนวดิ่ง ของลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 x 0.016 นิ้ว แบบ Double delta loop เมื่อปรับระยะลวด 0.5,1.0,1.5,2.0,2.5 และ3.0 มิลลิเมตรตามลำดับ มีหน่วยเป็นกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.1.2 ลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว

ก. แบบ Simple closed loop พบว่า ขนาดแรงในแนวระนาบมีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการปรับลวดเพิ่มขึ้น โดยขนาดแรงในแนวระนาบสูงสุด 961.33 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวด 3.0 มม. รองลงมา ได้แก่ 752.24 กรัม ที่ระยะการปรับลวด 2.5 มม.และมีขนาดแรงน้อยที่สุด 76.80 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวดเริ่มต้น 0.5 มม. แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนพบว่า ที่ 0.5มม. มีค่ามากที่สุด 9.77 รองลงมา ได้แก่ 5.47 ที่ 3.0 มม.และ ที่ 2.0 มม. มีค่าน้อยที่สุดคือ 3.18 ส่วนขนาดแรงในแนวดิ่งมีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการปรับลวดเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยขนาดแรงในแนวดิ่งสูงสุด 79.47กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวด 3.0มม. รองลงมาได้แก่ 63.37กรัม ที่ระยะการปรับลวด 2.5มม. และมีขนาดแรงน้อยที่สุด 13.87 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวดเริ่มต้น 0.5 มม. แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน พบว่า ที่ 3.0 มม. มีค่ามากที่สุด 9.51 รองลงมา ได้แก่ 9.40 ที่ 1.0 มม. และ ที่ 2.5 มม. มีค่าน้อยที่สุดคือ 5.95 (ตารางที่ 14)

ข. แบบ Closed loop with helix พบว่า ขนาดแรงในแนวระนาบมีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการปรับลวดเพิ่มขึ้น โดยขนาดแรงในแนวระนาบสูงสุด 729.83 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวด 3.0 มม. รองลงมาได้แก่ 557.78 กรัม ที่ระยะการปรับลวด 2.5 มม. และมีขนาดแรงน้อยที่สุด 54.35กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวดเริ่มต้น 0.5 มม. แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนกลับพบว่า ที่ 0.5 มม. มีค่ามากที่สุด 7.23 รองลงมา ได้แก่ 6.63 ที่ 2.0 มม. และ ที่ 3.0 มม. มีค่าน้อยที่สุด คือ 3.61 ส่วนขนาดแรงในแนวดิ่งมีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการปรับลวดเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยขนาดแรงในแนวดิ่งสูงสุด 117.57 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวด 3.0 มม. รองลงมาได้แก่ 86.17 กรัม ที่ระยะการปรับลวด 2.5 มม. และมีขนาดแรงน้อยที่สุด 16.10 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวดเริ่มต้น 0.5 มม. แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนพบว่าที่ 0.5 มม. มีค่ามากที่สุด 12.36 รองลงมา ได้แก่ 10.41 ที่ 1.5 มม. และ ที่ 2.0 มม. มีค่าน้อยที่สุด คือ 6.92 (ตารางที่ 15)

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค. แบบ T loop พบว่า ขนาดแรงในแนวระนาบมีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการปรับลวดเพิ่มขึ้น โดยขนาดแรงในแนวระนาบสูงสุด 366.30กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวด 3.0 มม. รองลงมาได้แก่ 276.29 กรัม ที่ระยะการปรับลวด 2.5 มม. และมีขนาดแรงน้อยที่สุด 9.47 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวดเริ่มต้น 0.5 มม. แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนพบว่า ที่ 1.0 มม. มีค่ามากที่สุด 9.96 รองลงมาได้แก่ 9.23 ที่ 1.5 มม. และ ที่ 3.0 มม. มีค่าน้อยที่สุด คือ 3.87 ส่วนขนาดแรงในแนวดิ่งมีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการปรับลวดเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยขนาดแรงในแนวดิ่งสูงสุด 113.33 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวด 3.0 มม. รองลงมาได้แก่ 86.53 กรัม ที่ระยะการปรับลวด 2.5 มม.และมีขนาดแรงน้อยที่สุด 6.90กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวดเริ่มต้น0.5มม. แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนพบว่า ที่ 0.5 มม. มีค่ามากที่สุด 15.80 รองลงมาได้แก่ 10.93 ที่ 1.0 มม.และ ที่ 2.5 มม. มีค่าน้อยที่สุด คือ 4.44 (ตารางที่ 16)

ง. แบบ Double delta loop พบว่า ขนาดแรงในแนวระนาบมีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการปรับลวดเพิ่มขึ้น โดยขนาดแรงในแนวระนาบสูงสุด 560.81 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวด 3.0 มม. รองลงมาได้แก่ 433.24 กรัม ที่ระยะการปรับลวด 2.5 มม. และมีขนาดแรงน้อยที่สุด 42.72 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวดเริ่มต้น 0.5 มม. แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนพบว่า ที่ 0.5 มม. มีค่ามากที่สุด 19.12 รองลงมา ได้แก่ 6.78 ที่ 1.0 มม.และ ที่ 2.0 มม.มีค่าน้อยที่สุด คือ 4.20 ส่วนขนาดแรงในแนวดิ่งมีขนาดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการปรับลวดเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยขนาดแรงในแนวดิ่งสูงสุด 109.57 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวด 3.0 มม. รองลงมา ได้แก่ 84.77 กรัม ที่ระยะการปรับลวด 2.5 มม. และมีขนาดแรงน้อยที่สุด 9.13 กรัม เมื่อมีระยะการปรับลวดเริ่มต้น 0.5 มม. แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนพบว่า ที่ 0.5 มม. มีค่ามากที่สุด 15.99 รองลงมา ได้แก่ 9.92 ที่ 1.0 มม. และ ที่ 2.0 มม. มีค่าน้อยที่สุด คือ 1.42 (ตารางที่ 17)

ระยะปรับลวด(มม.)	Mean(กรัม)	S.D.(กรัม)	S.E.	C.V.(%)
ขนาดแรงในแนวระนาบ				
0.5	76.80	7.50	1.37	9.77
1.0	177.32	8.43	1.54	4.75
1.5	353.34	11.87	2.17	3.36
2.0	554.94	17.64	3.22	3.18
2.5	752.24	28.83	5.26	3.83
3.0	961.33	52.60	9.60	5.47
ขนาดแรงในแนวดิ่ง				
0.5	13.87	1.22	0.22	8.80
1.0	24.80	2.33	0.43	9.40
1.5	41.70	2.89	0.53	6.93
2.0	50.23	4.05	0.74	8.06
2.5	63.37	3.77	0.69	5.95
3.0	79.47	7.56	1.38	9.51

ตารางที่ 14 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(S.E.)และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน(C.V.) ของขนาดแรงในแนวระนาบ และแนวดิ่ง ของลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว แบบ Simple closed loop เมื่อปรับระยะลวด 0.5,1.0,1.5,2.0,2.5 และ 3.0 มิลลิเมตรตามลำดับ มีหน่วยเป็นกรัม

ระยะปรับลวด(มม.)	Mean(กรัม)	S.D.(กรัม)	S.E.	C.V.(%)
ขนาดแรงในแนวระนาบ				
0.5	54.35	3.93	0.72	7.23
1.0	175.05	10.65	1.94	6.08
1.5	290.10	10.78	1.97	3.72
2.0	398.56	26.44	4.83	6.63
2.5	557.78	27.61	5.04	4.95
3.0	729.83	26.32	4.81	3.61
ขนาดแรงในแนวดิ่ง				
0.5	16.10	1.99	0.36	12.36
1.0	30.97	3.16	0.58	10.20
1.5	50.90	5.30	0.97	10.41
2.0	63.90	4.42	0.81	6.92
2.5	86.17	6.69	1.22	7.76
3.0	117.57	8.22	1.50	6.99

ตารางที่ 15 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(S.E.)และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน(C.V.) ของขนาดแรงในแนวระนาบ และแนวดิ่ง ของลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว แบบ Closed loop with helix เมื่อปรับระยะลวด 0.5,1.0,1.5,2.0, 2.5 และ3.0 มิลลิเมตรตามลำดับ มีหน่วยเป็นกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระยะปรับลวด(มม.)	Mean(กรัม)	S.D.(กรัม)	S.E.	C.V.(%)
ขนาดแรงในแนวระนาบ				
0.5	9.47	.82	0.15	8.66
1.0	54.43	5.42	0.99	9.96
1.5	118.62	10.95	2.00	9.23
2.0	194.96	9.92	1.81	5.09
2.5	276.29	19.11	3.49	6.92
3.0	366.30	13.14	2.40	3.87
ขนาดแรงในแนวดิ่ง				
0.5	6.90	1.09	0.20	15.80
1.0	22.23	2.43	0.44	10.93
1.5	38.53	3.68	0.67	9.55
2.0	62.20	3.01	0.55	4.84
2.5	86.53	3.84	0.70	4.44
3.0	113.33	5.77	1.05	5.09

ตารางที่ 16 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(S.E.)และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน(C.V.) ของขนาดแรงในแนวระนาบ และแนวดิ่ง ของลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว แบบ T loop เมื่อปรับระยะลวด 0.5,1.0,1.5,2.0,2.5 และ 3.0 มิลลิเมตรตามลำดับ มีหน่วยเป็นกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระยะปรับลวด(มม.)	Mean(กรัม)	S.D.(กรัม)	S.E.	C.V.(%)
ขนาดแรงในแนวระนาบ				
0.5	42.72	8.17	1.49	19.12
1.0	121.15	8.22	1.50	6.78
1.5	226.24	11.37	2.08	5.03
2.0	335.81	14.12	2.58	4.20
2.5	433.24	23.03	4.21	5.32
3.0	560.81	28.20	5.15	5.03
ขนาดแรงในแนวดิ่ง				
0.5	9.13	1.46	0.27	15.99
1.0	22.27	2.21	0.40	9.92
1.5	45.00	2.72	0.50	6.04
2.0	70.37	3.61	0.66	1.42
2.5	84.77	4.99	0.91	5.89
3.0	109.57	6.48	1.18	5.91

ตารางที่ 17 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน(S.E.)และสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน(C.V.) ของขนาดแรงในแนวระนาบ และแนวดิ่ง ของลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว แบบ Double delta loop เมื่อปรับระยะลวด 0.5,1.0,1.5,2.0,2.5 และ 3.0 มิลลิเมตรตามลำดับ มีหน่วยเป็นกรัม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.2 ใช้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์และการถดถอย (Correlation และ Regression) ของขนาดแรงที่กระทำต่อฟันหน้าบน ในแนวระนาบและแนวดิ่งกับระยะการปรับลวดของทุกกลุ่มตัวอย่าง (n = 180) (ตารางที่ 18 - 21) ดังนี้

1.2.1 หาความสัมพันธ์และสมการถดถอยเชิงเส้น มีลักษณะตามสมการดังต่อไปนี้ $\hat{Y} = aX + c$ (ตารางที่ 18-19, รูปที่ 80-85)

ก. ความสัมพันธ์และสมการถดถอยเชิงเส้นของขนาดแรงที่กระทำต่อฟันหน้าบนในแนวระนาบกับระยะการปรับลวด พบว่า ขนาดแรงในแนวระนาบมีความสัมพันธ์กันสูงมาก (0.94-0.99) ในทุกกลุ่มตัวอย่าง และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของระยะการปรับลวด (B) ในลวดทั้ง 2 ขนาด พบว่า แบบ Simple closed loop มีค่ามากที่สุด โดยลวดขนาด 0.016 x 0.016 และ 0.016 x 0.022 นิ้ว มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของระยะการปรับลวด 203.79 และ 291.00 ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ Closed loop with helix (111.48, 220.59), Double delta loop (82.97, 172.26) และ T loop (52.55, 106.23) ตามลำดับ (ตารางที่ 18)

ข. ความสัมพันธ์และสมการถดถอยเชิงเส้นของขนาดแรงที่กระทำต่อฟันหน้าบนในแนวดิ่งกับระยะการปรับลวด พบว่า ขนาดแรงในแนวดิ่งมีความสัมพันธ์กันสูงมาก (0.97 - 0.99) ในทุกกลุ่มตัวอย่าง และค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของระยะการปรับลวด (B) ในลวดทั้ง 2 ขนาด พบว่า แบบ Closed loop with helix มีค่ามากที่สุด โดยลวดขนาด 0.016x0.016 นิ้ว และ 0.016x0.022นิ้ว มีค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของระยะการปรับลวด(B) 32.82 และ 35.66 ตามลำดับ รองลงมา ได้แก่ Double delta loop (25.71, 34.09), T loop (22.47, 33.59) และ Simple closed loop (16.42, 26.00) ตามลำดับ (ตารางที่ 19)

	Equation	R^2	Sy.x.	B	SE B
ขนาด 0.016x0.016 นิ้ว					
Simple closed loop	$\hat{Hf}$=203.8 Act	.98	53.90	203.79	2.06
Closed loop with helix	$\hat{Hf}$=111.5 Act	.99	26.30	111.48	1.01
T loop	$\hat{Hf}$= 52.6 Act	.94	26.45	52.55	1.01
Double delta loop	$\hat{Hf}$= 83.0 Act	.94	40.55	82.97	1.55
ขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว					
Simple closed loop	$\hat{Hf}$=291.0 Act	.98	79.54	291.00	3.04
Closed loop with helix	$\hat{Hf}$=220.6 Act	.99	51.26	220.59	1.96
T loop	$\hat{Hf}$=106.2 Act	.96	40.31	106.23	1.54
Double delta loop	$\hat{Hf}$=172.3 Act	.99	39.44	172.26	1.51

ตารางที่ 18 แสดงสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear regression equation), ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2), ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า ($S_{y.x}$), ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของระยะการปรับลวด (B), ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความชัน(Standard error of slope, SE B) ระหว่างขนาดแรงในแนวระนาบและการปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 x 0.016 และ 0.016 X 0.022 นิ้ว แบบ Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop

	Equation	R^2	Sy.x.	B	SE B
ขนาด 0.016 x 0.016 นิ้ว					
Simple closed loop	$\hat{Vf}$=16.4 Act	.99	3.85	16.42	.15
Closed loop with helix	$\hat{Vf}$=32.8 Act	.98	10.05	32.82	.38
T loop	$\hat{Vf}$=22.5 Act	.97	7.14	22.47	.27
Double delta loop	$\hat{Vf}$=25.7 Act	.98	7.80	25.71	.30
ขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว					
Simple closed loop	$\hat{Vf}$=26.0 Act	.99	4.43	26.00	.17
Closed loop with helix	$\hat{Vf}$=35.7 Act	.99	7.94	35.66	.30
T loop	$\hat{Vf}$=33.6 Act	.98	10.29	33.59	.39
Double delta	$\hat{Vf}$=34.1 Act	.99	8.10	34.09	.31

ตารางที่ 19 แสดงสมการถดถอยเชิงเส้น (Linear regression equation), ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2), ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า($S_{y.x}$), ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของระยะการดึงปลายลวดถอยหลัง(B) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความชัน (Standard error of slope, SE B) ระหว่างขนาดแรงในแนวดิ่งกับการปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 x 0.016 และ 0.016 X 0.022 นิ้ว แบบ Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop

1.2.2 หาความสัมพันธ์และสมการถดถอยเชิงเส้นโค้ง มีลักษณะตามสมการดังต่อไปนี้ $\hat{Y} = b_1X + b_2X^2 + b_0$ (ตารางที่ 20-21, รูปที่ 80-83และ86-87)

ก. ความสัมพันธ์และสมการถดถอยเชิงเส้นโค้งของขนาดแรงที่กระทำต่อฟันหน้าบนในแนวระนาบกับระยะการปรับลวด พบว่า ขนาดแรงในแนวระนาบมีความสัมพันธ์กันสูงมาก(0.99-1.00) ในทุกกลุ่มตัวอย่าง และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า ($S_{y.x}$) ของลวดขนาด 0.016 x 0.016 นิ้ว พบว่า แบบ Simple closed loop มีค่ามากที่สุด(21.80) รองลงมา ได้แก่ Double delta loop(14.03), Closed loop with helix (13.63) และ T loop (1.46) ตามลำดับ ลวดขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว พบว่า แบบ Simple closed loop มีค่ามากที่สุด (31.62) รองลงมา ได้แก่ Closed loop with helix (22.57), Double delta loop (20.21) และ T loop (13.91) ตามลำดับ (ตารางที่ 20)

ข. ความสัมพันธ์และสมการถดถอยเชิงเส้นโค้งของขนาดแรงที่กระทำต่อฟันหน้าบนในแนวดิ่งกับระยะการปรับลวด พบว่า ขนาดแรงในแนวดิ่งมีความสัมพันธ์กันสูงมาก (0.99 - 1.00) ในทุกกลุ่มตัวอย่าง และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า($S_{y.x}$)ของลวดขนาด 0.016 x 0.016 นิ้ว พบว่า แบบ Closed loop with helix มีค่ามากที่สุด (6.14) รองลงมา ได้แก่ T loop (4.80), Simple closed loop (3.80) และ Double delta loop (3.72) ตามลำดับ ลวดขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว พบว่า แบบ Closed loop with helix มีค่ามากที่สุด (6.17) รองลงมา ได้แก่ Double delta loop (5.34) , Simple closed loop (4.44) และ T loop (3.82) ตามลำดับ (ตารางที่ 21)

	Equation	R^2	$S_{y.x}$	B		SE B	
				Act	Act^2	Act	Act^2
ขนาด 0.016 x 0.016 นิ้ว							
Simple closed loop	$\hat{Hf}$=104.3 Act + 41.0 Act^2	1.00	21.80	104.34	41.04	3.39	1.36
Closed loop with helix	$\hat{Hf}$= 66.1 Act + 18.7 Act^2	1.00	13.63	66.08	18.74	2.12	.85
T loop	$\hat{Hf}$= 1.5 Act + 21.1 Act^2	.99	7.63	1.46	21.09	1.19	.47
Double delta loop	$\hat{Hf}$= 6.2 Act + 31.7 Act^2	.99	14.03	6.23	31.67	2.18	.87
ขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว							
Simple closed loop	$\hat{Hf}$=143.8 Act + 60.8 Act^2	1.00	31.62	143.76	60.77	4.92	1.97
Closed loop with helix	$\hat{Hf}$=127.7 Act + 38.3 Act^2	1.00	22.57	127.74	38.32	3.51	1.40
T loop	$\hat{Hf}$= 29.9 Act + 31.5 Act^2	1.00	13.91	29.91	31.49	2.16	.87
Double delta loop	$\hat{Hf}$=103.9 Act + 28.2 Act^2	1.00	20.21	103.91	28.21	3.14	1.26

ตารางที่ 20 แสดงสมการถดถอยเชิงเส้นโค้ง(Non linear regression equation), ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2), ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า ($S_{y.x}$), ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของระยะการปรับลวด (B), ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความชัน(Standard error of slope, SE B) ระหว่างขนาดแรงในแนวระนาบและการปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ชขนาด 0.016 x 0.016 และ 0.016 X 0.022 นิ้ว แบบ Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop

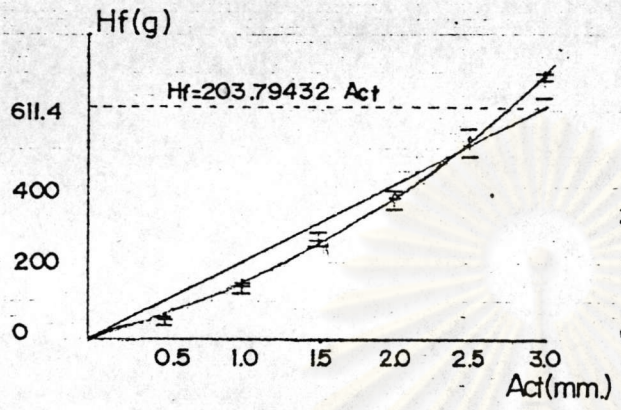
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

	Equation	R^2	$S_{y.x}$	B		SE B	
				Act	Act^2	Act	Act^2
ขนาด 0.016 x 0.016 นิ้ว							
Simple closed loop	$\hat{Vf} = 15.1\ Act + 0.6\ Act^2$	.99	3.80	15.08	.56	.59	.24
Closed loop with helix	$\hat{Vf} = 16.7\ Act + 6.6\ Act^2$	.99	6.14	16.74	6.63	.96	.38
T loop	$\hat{Vf} = 11.8\ Act + 4.4\ Act^2$	.99	4.80	11.78	4.41	.75	.30
Double delta loop	$\hat{Vf} = 11.9\ Act + 5.7\ Act^2$	.99	3.72	11.87	5.71	.58	.23
ขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว							
Simple closed loop	$\hat{Vf} = 25.8\ Act + 0.1\ Act^2$	.99	4.44	25.76	.10	.69	.28
Closed loop with helix	$\hat{Vf} = 25.5\ Act + 4.2\ Act^2$	.99	6.17	25.55	4.17	.96	.38
T loop	$\hat{Vf} = 14.3\ Act + 8.0\ Act^2$	1.00	3.82	14.32	7.96	.59	.24
Double delta loop	$\hat{Vf} = 21.8\ Act + 5.1\ Act^2$	.99	5.34	21.78	5.08	.83	.33

ตารางที่ 21 แสดงสมการถดถอยเชิงเส้นโค้ง (Non linear regression equation), ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2), ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า($S_{y.x}$), ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยของระยะการดึงปลายลวดถอยหลัง(B) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของความชัน (Standard error of slope, SE B) ระหว่างขนาดแรงในแนวดิ่งกับการปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 x 0.016 และ 0.016 X 0.022 นิ้ว แบบ Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop

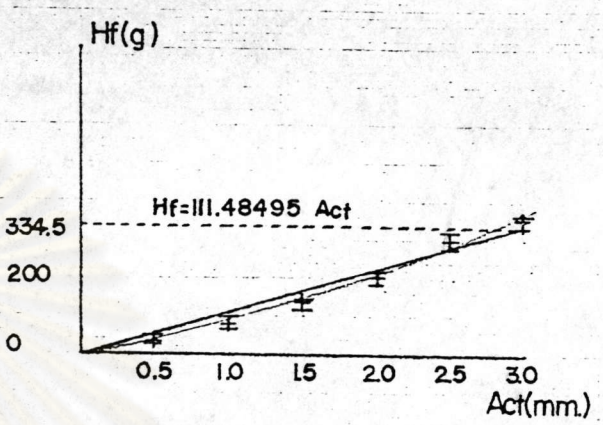
1.2.3 จากข้อมูลค่ามัชฌิมเลขคณิต($\bar{X}$) ของขนาดแรงในแนวระนาบและแนวดิ่ง กับระยะการปรับลวดต่างๆ กัน นำมาแสดงเป็นกราฟ ร่วมกับเปรียบเทียบกราฟเส้นตรงที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นกับกราฟเส้นโค้งที่ได้จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นโค้ง ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแรงในแนวระนาบ (Hf) และแนวดิ่ง(Vf) กับระยะการปรับลวด(Act) พบว่า ขนาดแรงในแนวระนาบและแนวดิ่งเพิ่มขึ้นเมื่อระยะการปรับลวดเพิ่มขึ้น และเปรียบเทียบ Goodness of fit ของข้อมูลที่ได้จากสมการถดถอยเชิงเส้นกับเชิงเส้นโค้ง พบว่า กราฟจากสมการถดถอยเชิงเส้นโค้งใกล้เคียงกับค่ามัชฌิมเลขคณิตของข้อมูลมากกว่ากราฟจากสมการถดถอยเชิงเส้น ยกเว้น ขนาดแรงในแนวดิ่งของลวดทั้งสองขนาด แบบ Simple closed loop พบว่า กราฟจากสมการถดถอยทั้งสองแบบใกล้เคียงกันมาก (รูปที่ 80 - 83)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



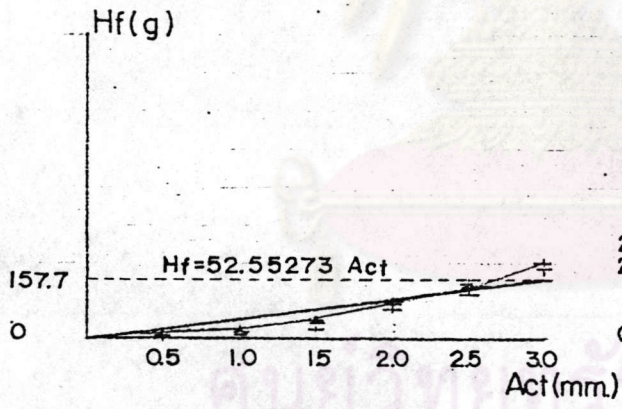
Simple closed loop

S.E. = 53.89807



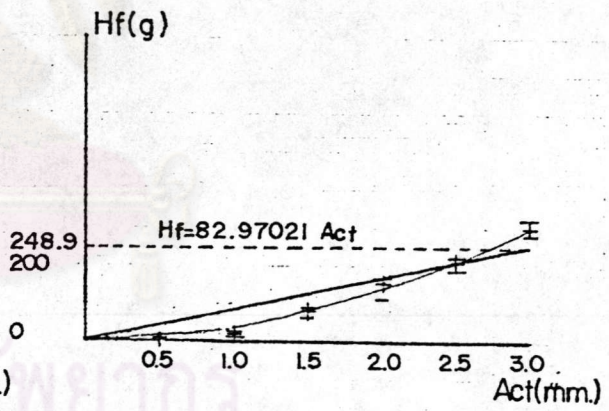
Closed loop with helix

S.E. = 26.30332



T loop

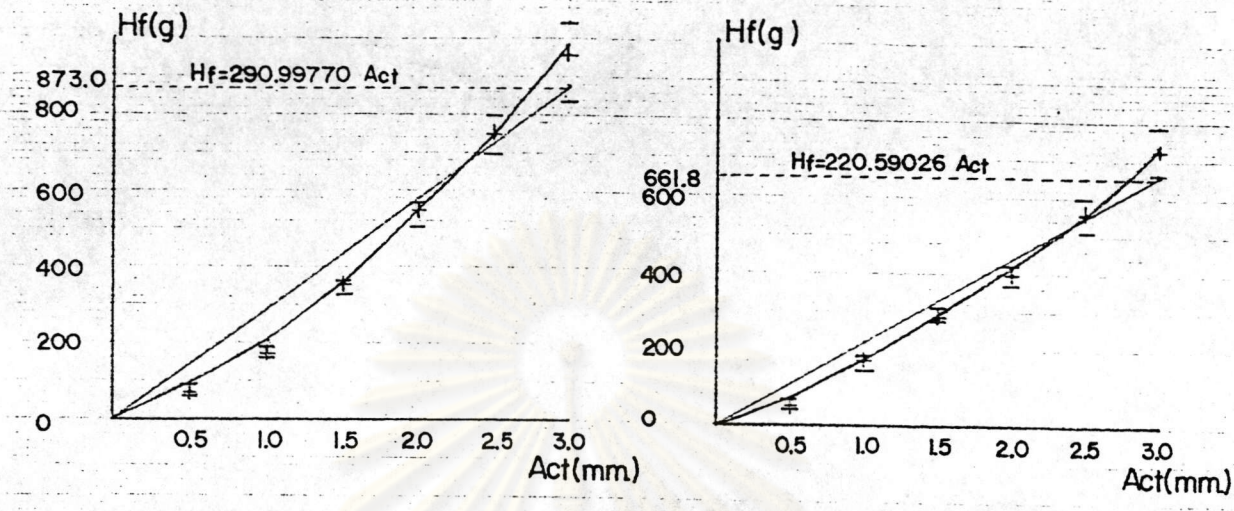
S.E. = 26.45417



Double delta loop

S.E. = 40.54504

รูปที่ 80 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแรงในแนวระนาบ (Hf) กับระยะการปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช (Act) ขนาด 0.016 x 0.016 นิ้ว แบบ Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop

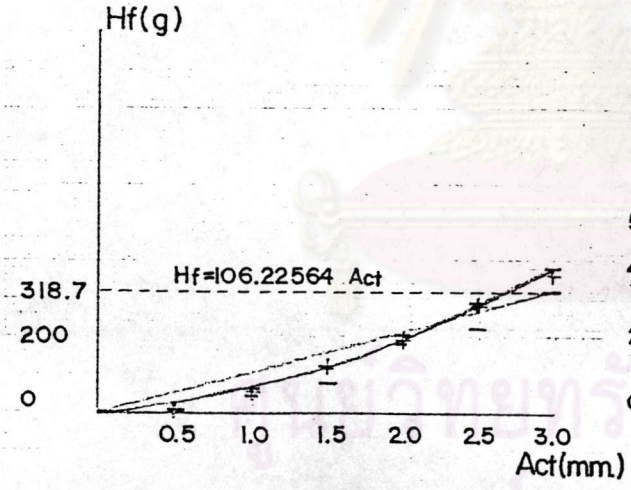


Simple closed loop

S.E. = 79.53526

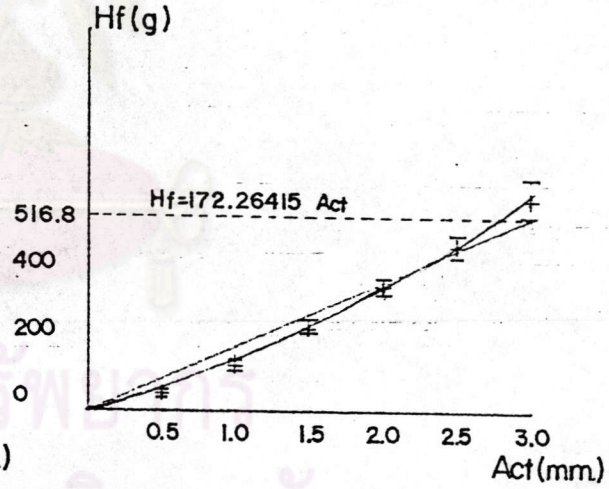
Closed loop with helix

S.E. = 51.25534



T loop

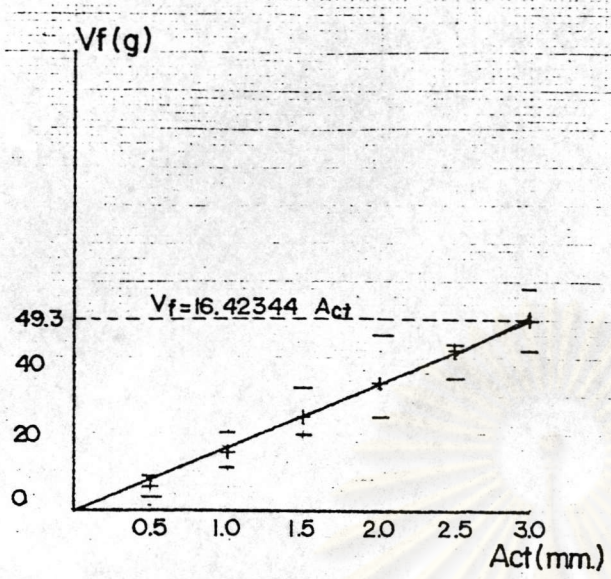
S.E. = 40.30729



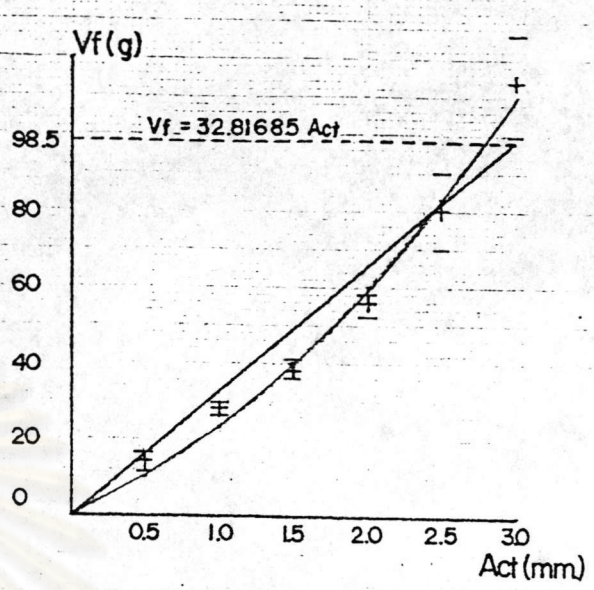
Double delta loop

S.E. = 39.43590

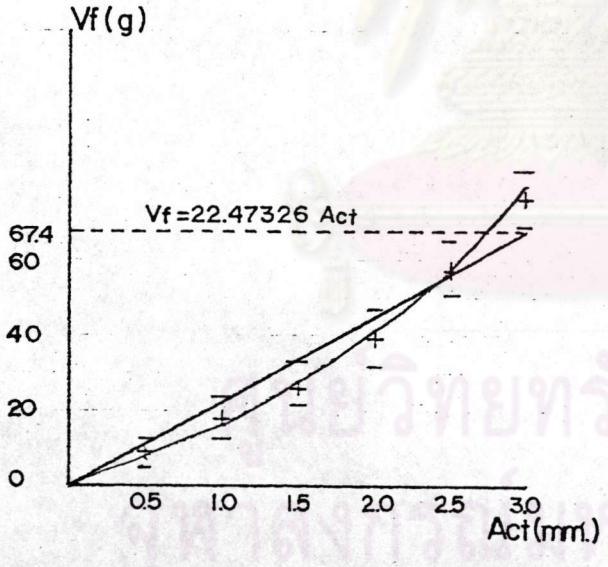
รูปที่ 81 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแรงในแนวระนาบ (Hf) กับระยะการปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช (Act) ขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว แบบ Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop



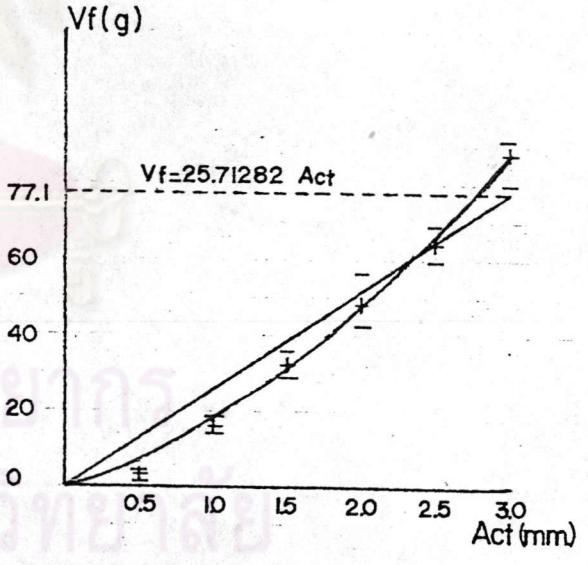
Simple closed loop
S.E.= 3.85029



Closed loop with helix
S.E.= 10.05310

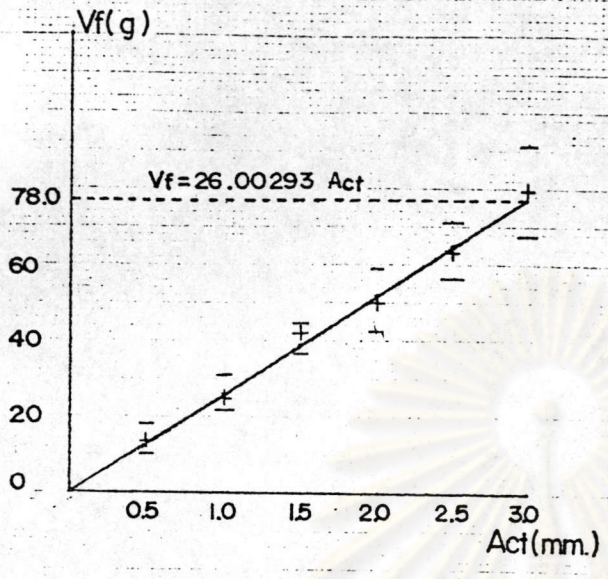


T loop
S.E. = 7.14461



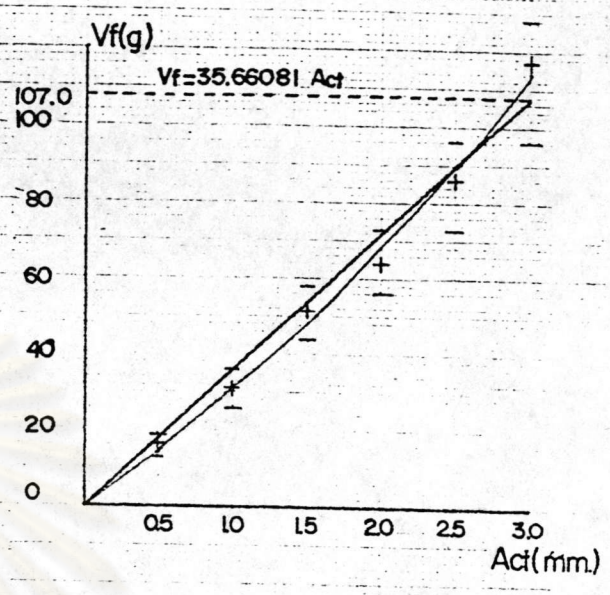
Double delta loop
S.E. = 7.80621

รูปที่ 82 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแรงในแนวดิ่ง (Vf) กับระยะการปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช (Act) ขนาด 0.016 x 0.016 นิ้ว แบบ Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop



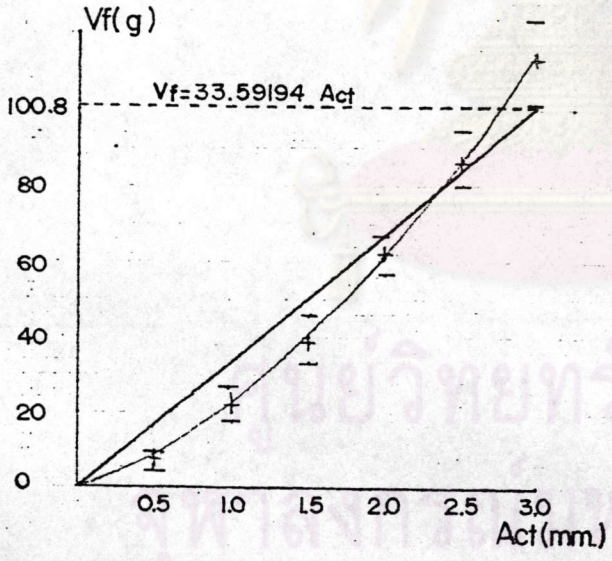
Simple closed loop

S.E.= 4.42883



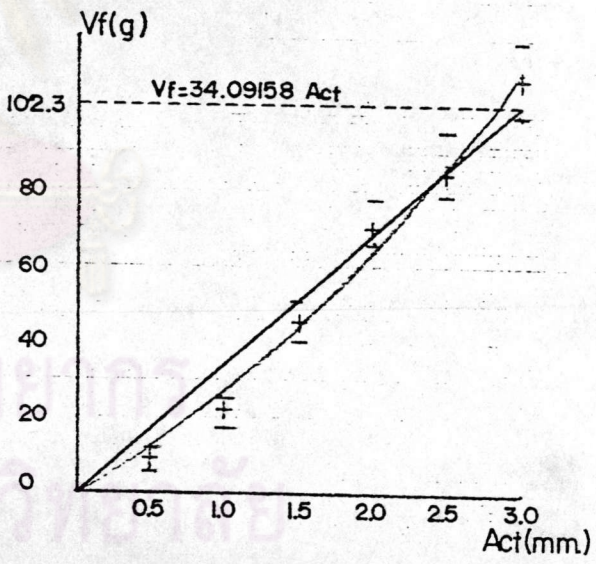
Closed loop with helix

S.E.= 7.93601



T loop

S.E. = 10.28976



Double delta loop

S.E. = 8.10072

รูปที่ 83 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแรงในแนวดิ่ง (Vf) กับระยะการปรับลวดคอนแทรกชัน อาร์ช (Act) ขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว แบบ Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop

1.2.4 แสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของขนาดแรงในแนวระนาบ(Hf)และแนวดิ่ง(Vf) กับระยะการปรับลวด(Act) ของกลุ่มตัวอย่างที่มีแบบของลูปต่าง ๆ กัน

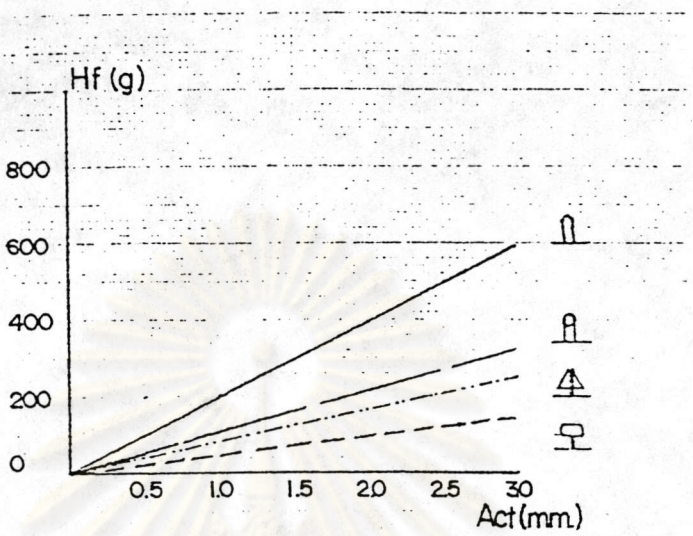
ก. ตามสมการถดถอยเชิงเส้น ในลวดขนาด 0.016x0.016 นิ้ว (ตารางที่ 84) และ ขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว (ตารางที่ 85)

ข. ตามสมการถดถอยเชิงเส้นโค้ง ในลวดขนาด 0.016 x 0.016 นิ้ว (ตารางที่ 86) และ ขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว (ตารางที่ 87)

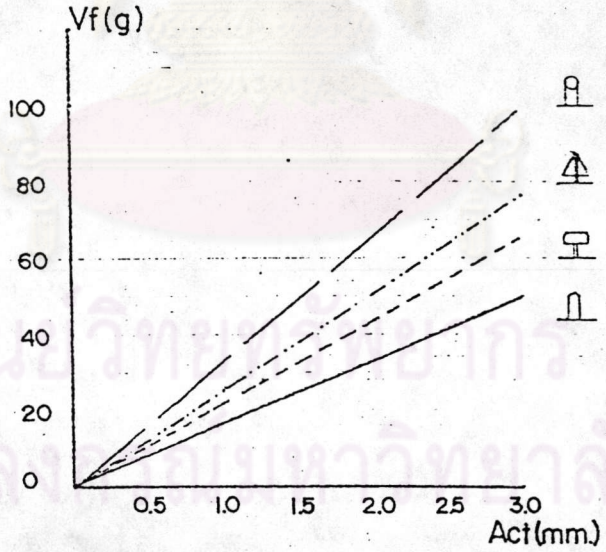
ขนาดแรงในแนวระนาบของลวดทั้งสองขนาด พบว่า Simple closed loop ให้แรงได้มากที่สุด รองลงมา ได้แก่ Closed loop with helix, Double delta loop และ T loop ตามลำดับ ในกราฟจากสมการถดถอยเชิงเส้นและเชิงเส้นโค้ง

ขนาดแรงในแนวดิ่งของลวดทั้งสองขนาดของกราฟจากสมการถดถอยเชิงเส้น และลวดขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว ของกราฟจากสมการถดถอยเชิงเส้นโค้ง พบว่า Closed loop with helix ให้แรงมากที่สุด รองลงมา ได้แก่ Double delta loop, T loop และ Simple closed loop ตามลำดับ แต่กราฟจากสมการถดถอยเชิงเส้นโค้งของลวดขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว กลับพบว่า T loop ให้แรงได้มากกว่า Double delta loop

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

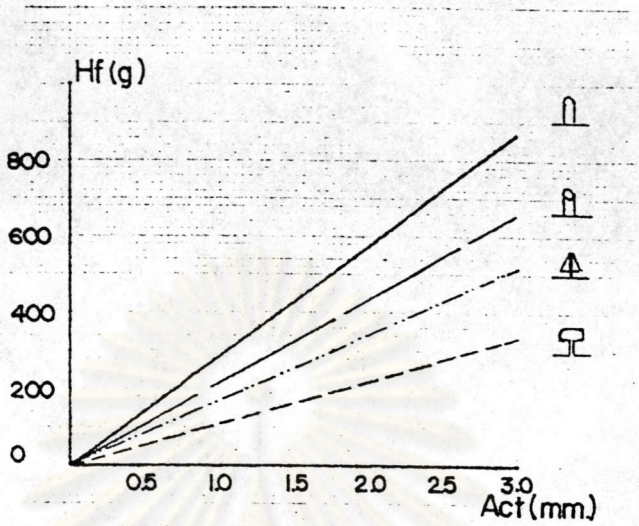


ก

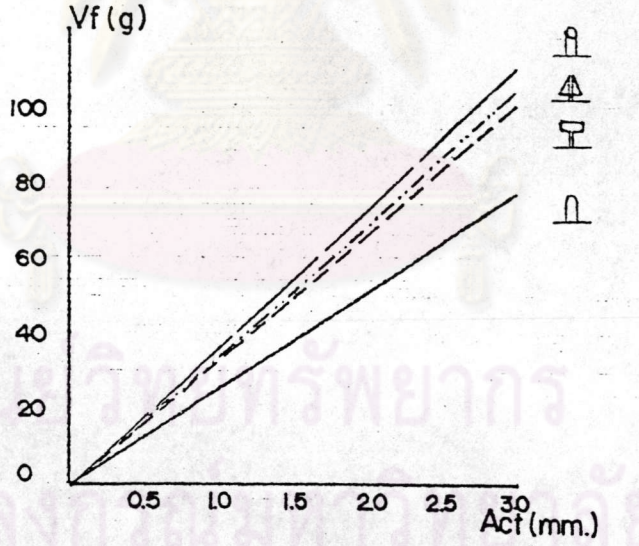


ข

รูปที่ 84 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแรงในแนวระนาบ(Hf) (ก) และแนวดิ่ง(Vf) (ข) กับระยะการปรับลวด (Act) คอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 x 0.016 นิ้ว แบบ Simple closed loop (⌶), Closed loop with helix (⌶), T loop (⊤) และ Double delta loop (⧋) ตามสมการถดถอยเชิงเส้น

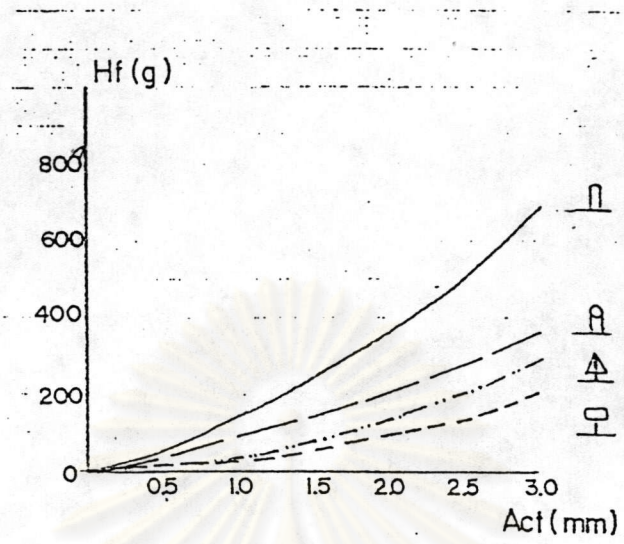


ก

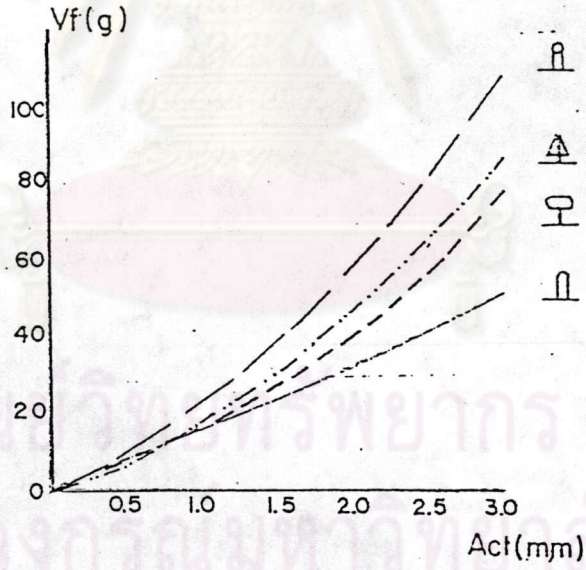


ข

รูปที่ 85 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแรงในแนวระนาบ(Hf) (ก) และแนวดิ่ง(Vf) (ข) กับระยะการปรับลวด (Act) คอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว แบบ Simple closed loop (⊓), Closed loop with helix (⊓), T loop (⊤) และ Double delta loop (⧋) ตามสมการถดถอยเชิงเส้น

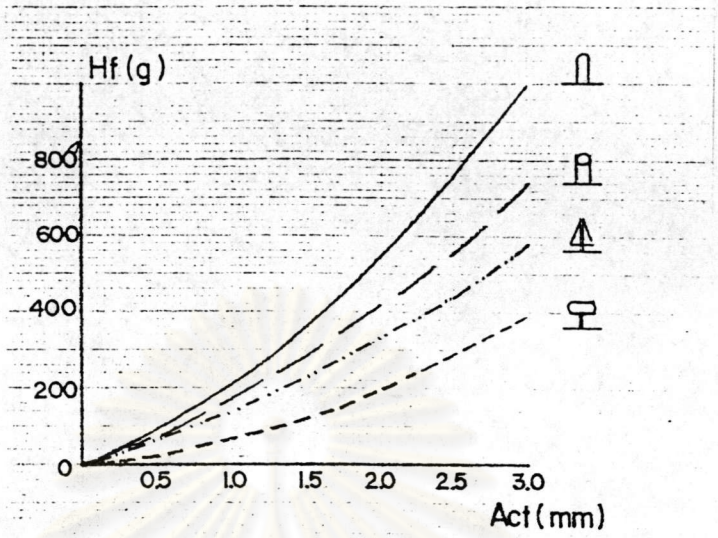


ก

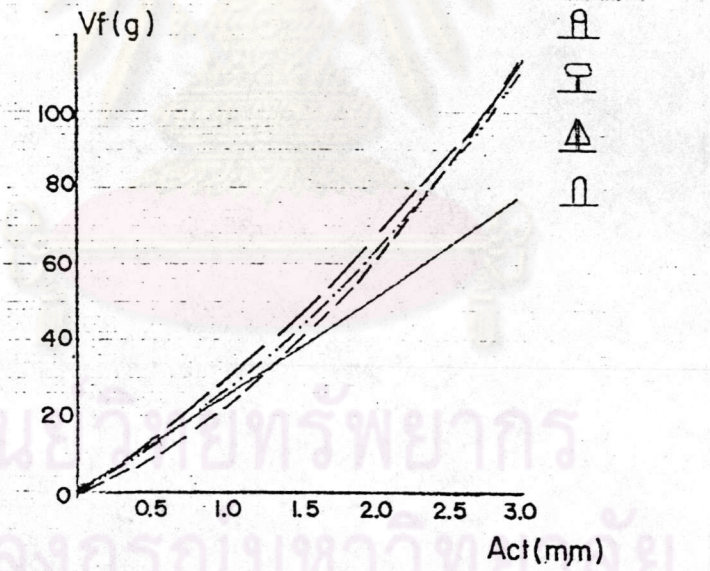


ข

รูปที่ 86 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแรงในแนวระนาบ (Hf) (ก) และแนวดิ่ง (Vf) (ข) กับระยะการปรับลวด (Act) คอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 x 0.016 นิ้ว แบบ Simple closed loop (⊓), Closed loop with helix (⊓), T loop (⊤) และ Double delta loop (⧋) ตามสมการถดถอยเชิงเส้นโค้ง



ก



ข

รูปที่ 87 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดแรงในแนวระนาบ (Hf) (ก) และแนวดิ่ง (Vf) (ข) กับระยะการปรับลวด (Act) คอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว แบบ Simple closed loop (⊓), Closed loop with helix (⊓), T loop (⊤) และ Double delta loop (⧋) ตามสมการถดถอยเชิงเส้นโค้ง

1.2.5 จากผลการศึกษาเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า ($S_{y.x}$) ระหว่างสมการถดถอยเชิงเส้นและเชิงเส้นโค้ง เพื่อทดสอบ Goodness of fit ระหว่าง 2 สมการพบว่า สมการถดถอยเชิงเส้นมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า ($S_{y.x}$) มากกว่าสมการถดถอยเชิงเส้นโค้ง ยกเว้นขนาดแรงในแนวดิ่งของลวดขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว แบบ Simple closed loop ที่มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า($S_{y.x}$)น้อยกว่าสมการถดถอยเชิงเส้นโค้ง (ตารางที่ 22)

ขนาดลวด 0.016 X 0.016 นิ้ว	Linear	Non linear	Differ
Simple closed loop			
Horizontal force			
$S_{y.x}$	53.90	21.80	-32.10
Vertical force			
$S_{y.x}$	3.85	3.80	-0.05
Closed loop with helix			
Horizontal force			
$S_{y.x}$	26.30	13.63	-12.67
Vertical force			
$S_{y.x}$	10.05	6.14	-3.91
T loop			
Horizontal force			
$S_{y.x}$	26.45	7.63	-18.82
Vertical force			
$S_{y.x}$	7.14	4.80	-2.34
Double delta loop			
Horizontal force			
$S_{y.x}$	40.55	14.03	-26.52
Vertical force			
$S_{y.x}$	7.80	3.72	-4.08

ขนาดลวด 0.016 X 0.022 นิ้ว	Linear	Non linear	Differ
Simple closed loop			
Horizontal force			
$S_{y.x}$	79.54	31.62	-47.92
Vertical force			
$S_{y.x}$	4.43	4.44	0.01
Closed loop with helix			
Horizontal force			
$S_{y.x}$	51.26	22.57	-28.69
Vertical force			
$S_{y.x}$	7.94	6.17	-1.77
T loop			
Horizontal force			
$S_{y.x}$	40.31	13.91	-26.40
Vertical force			
$S_{y.x}$	10.29	3.82	-6.47
Double delta loop			
Horizontal force			
$S_{y.x}$	39.44	20.21	-19.23
Vertical force			
$S_{y.x}$	8.10	5.34	-2.75

ตารางที่ 22 แสดงผลการศึกษาเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการประมาณค่า ($S_{y.x}$) ระหว่างสมการถดถอยเชิงเส้นและเชิงเส้นโค้ง

1.2.6 จากผลการศึกษาขนาดแรงในแนวระนาบและแนวดิ่งจากระยะการปรับลวดโดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 8 กลุ่ม เมื่อต้องการขนาดแรงกระทำต่อฟันหน้าบนในแนวระนาบ 200 - 300, 400 - 600 กรัม โดยมีระยะการปรับลวดไม่เกิน 2.0 มิลลิเมตร จากข้อมูล พบว่า

ก. ในลวดขนาด 0.016 x 0.016 นิ้ว Simple closed loop เป็นแบบเดียวที่สามารถให้แรงถึง 407.6กรัม รองลงมาได้แก่ Closed loop with helix (223กรัม), Double delta loop (166.0กรัม) และ T loop (105.1กรัม) ตามลำดับ และมีขนาดแรงในแนวดิ่งที่ต่างกันโดย Closed loop with helix มีขนาดแรงมากที่สุด 65.8 กรัม รองลงมา ได้แก่ Double delta loop (51.4), T loop (45.0) และ Simple closed loop (32.9) ตามลำดับ แต่อัตราส่วนของโมเมนต์-แรงกลับพบว่า T loop มีค่ามากที่สุด 6.0 รองลงมาได้แก่ Double delta loop (4.3), Closed loop with helix (4.1) และ Simple closed loop (1.1) ตามลำดับ

ข. ในลวดขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว Simple closed loop สามารถให้ขนาดแรงได้ถึง 582กรัม รองลงมา ได้แก่ Closed loop with helix (441.2 กรัม), Double delta loop (344.5 กรัม) และ T loop (212.5 กรัม) ตามลำดับ และมีขนาดแรงในแนวดิ่งที่ต่างกันโดย Closed loop with helix ให้ขนาดแรงมากที่สุด 71.3 กรัม รองลงมา ได้แก่ Double delta loop (68.2), T loop (67.2) และ Simple closed loop (52.0) ตามลำดับ แต่อัตราส่วนของโมเมนต์ - แรงกลับพบว่า T loop มีค่ามากที่สุด 4.4 รองลงมาได้แก่ Double delta loop (2.8) , Closed loop with helix (2.3) และ Simple closed loop (1.3) ตามลำดับ (ตารางที่ 23)

	แรงในแนวระนาบ(กรัม)	ระยะการปรับลวด (มิลลิเมตร)	แรงในแนวดิ่ง (กรัม)	โมเมนต์-แรง (มิลลิเมตร)
ขนาด 0.016 x 0.016 นิ้ว				
Simple closed loop	200-300	1.0-1.5	16.1-24.2	1.1
	407.6	2.0	32.9	
Closed loop with helix	200-223	1.8-2.0	58.9-65.6	4.1
T loop	105.1	2.0	45.0	6.0
Double delta loop	166.0	2.0	51.4	4.3
ขนาด 0.016 x 0.022 นิ้ว				
Simple closed loop	200-300	0.7-1.0	17.9-26.8	1.3
	400-582	1.4-2.0	35.7-52.0	
Closed loop with helix	200-300	0.9-1.4	32.3-46.5	2.3
	400-441.2	1.8-2.0	64.7-71.3	
T loop	200-212.5	1.9-2.0	63.3-67.2	4.4
Double delta loop	200-300	1.2-1.7	39.6-59.4	2.8
	344.5	2.0	68.2	

ตารางที่ 23 แสดงขนาดแรงในแนวระนาบ, แนวดิ่ง, ระยะการปรับลวด และอัตราส่วนของโมเมนต์ - แรงของลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ขนาด 0.016 x 0.016 และ0.016 x 0.022 นิ้ว ที่มีแบบของลูปเป็น Simple closed loop, Closed loop with helix, T loop และ Double delta loop เมื่อต้องการแรงในแนวระนาบ 200-300 , 400-600 กรัม และปรับลวดไม่เกินครั้งละ 2 มิลลิเมตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างของขนาดแรงที่กระทำต่อฟันหน้าบนในแนวระนาบและแนวดิ่ง เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงขนาดลวดและแบบของลูปของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 8 กลุ่ม เมื่อปรับระยะลวดต่าง ๆ กัน โดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง (Two way ANOVA) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 พบว่า ขนาดแรงเฉลี่ยในแนวระนาบ และแนวดิ่งระหว่างลวดคอนแทรกชัน อาร์ช แต่ละขนาด และ แต่ละแบบมีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 โดยมีผลกระทบร่วมระหว่างลวดคอนแทรกชัน อาร์ช ที่มีขนาดและแบบของลูปที่ต่างกันต่อขนาดแรงในแนวระนาบและแนวดิ่งเฉลี่ย ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ตารางที่ 24-25) (n = 240)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ระยะการปรับลวด	0.5 มม.		1.0 มม.		1.5 มม.	
Source	F	Sig.F	F	Sig.F	F	Sig.F
Wire size	1180.754*	.000	4969.841*	.000	6395.696*	.000
Design	1752.130*	0.0	3461.778*	0.0	4344.314*	0.0
2-way interactions	124.116*	0.0	387.106*	0.0	177.563*	0.0
Explained	972.785*	0.0	2359.499*	0.0	2851.618*	0.0

ระยะการปรับลวด	2.0 มม.		2.5 มม.		3.0 มม.	
Source	F	Sig.F	F	Sig.F	F	Sig.F
Wire size	6456.372*	.000	5507.417*	.000	5985.753*	.000
Design	4213.739*	0.0	3941.578*	0.0	4271.319*	0.0
2-way interactions	102.161*	0.0	84.490*	0.0	132.226*	0.0
Explained	2772.010*	0.0	2512.231*	0.0	2742.341*	0.0

* มีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง(Two way ANOVA) จากค่า F และ Sig Fของขนาดแรงในแนวระนาบที่กระทำต่อฟันหน้าบนเมื่อใช้ลวดคอนแทรกชันอาร์ช ขนาดและลูปแบบต่าง ๆ กัน

ระยะการปรับลวด	0.5 มม.		1.0 มม.		1.5 มม.	
Source	F	Sig.F	F	Sig.F	F	Sig.F
Wire size	234.805*	.000	291.512*	.000	850.408*	.000
Design	345.014*	0.0	235.792*	0.0	150.482*	0.0
2-way interactions	116.536*	0.0	24.640*	0.0	7.105*	.000
Explained	231.351*	0.0	153.258*	0.0	189.024*	0.0

ระยะการปรับลวด	2.0 มม.		2.5 มม.		3.0 มม.	
Source	F	Sig.F	F	Sig.F	F	Sig.F
Wire size	2986.645*	.000	1020.703*	.000	751.885*	.000
Design	3238.846*	0.0	448.309*	0.0	614.678*	0.0
2-way interactions	38.927*	0.0	63.239*	0.0	70.494*	0.0
Explained	259.995*	0.0	365.049*	0.0	401.057*	0.0

* มีนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 2 ทาง(Two way ANOVA) จากค่า F และ Sig f ของขนาดแรงในแนวดิ่งที่กระทำต่อฟันหน้าบน เมื่อใช้ลวดคอนแทรกชันอาร์ช ขนาดและลูปแบบต่าง ๆ กัน