

ภาคผนวก ค
ตารางแสดงผลการทดลอง

ค.1 ตารางบันทึกผลการทดลองแรงที่ใช้ในการขึ้นรูป

ตารางที่ ค.1 แรงลากขึ้นรูปเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SPCC (JIS) ที่รัศมีบ่าตาย 6 มม.

ชั้นที่	แรง (kN)		คุณภาพชิ้นงาน
	F	F _{BH}	
1	118.35	37.07	สมบูรณ์
2	116.83	37.84	สมบูรณ์
3	116.42	37.84	สมบูรณ์
4	117.76	37.15	สมบูรณ์
5	114.13	36.69	สมบูรณ์
เฉลี่ย	116.70	37.32	สมบูรณ์

ตารางที่ ค.2 แรงลากขึ้นรูปเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SPCC (JIS) ที่รัศมีบ่าตาย 8 มม.

ชั้นที่	แรง (kN)		คุณภาพชิ้นงาน
	F	F _{BH}	
1	113.85	37.21	สมบูรณ์
2	114.93	36.84	สมบูรณ์
3	110.05	36.77	สมบูรณ์
4	113.73	37.61	สมบูรณ์
5	115.33	37.61	สมบูรณ์
เฉลี่ย	113.58	37.21	สมบูรณ์

ตารางที่ ค.3 แรงลากขึ้นรูปเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SPCC (JIS) ที่รัศมีบ่าตาย 10 มม.

ชั้นที่	แรง (kN)		คุณภาพชิ้นงาน
	F	F _{BH}	
1	110.10	37.10	สมบูรณ์
2	112.57	37.23	สมบูรณ์
3	110.59	36.93	สมบูรณ์
4	109.10	36.23	สมบูรณ์
5	112.18	37.08	สมบูรณ์
เฉลี่ย	110.91	36.91	สมบูรณ์

ตารางที่ ค.4 แรงลากขึ้นรูปเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SPCC (JIS) ที่รัศมีบ่าตาย 12 มม.

ชั้นที่	แรง (kN)		คุณภาพชิ้นงาน
	F	F _{BH}	
1	109.57	37.41	สมบูรณ์
2	107.42	37.33	สมบูรณ์
3	106.51	36.83	สมบูรณ์
4	108.07	37.24	สมบูรณ์
5	110.15	37.41	สมบูรณ์
เฉลี่ย	108.34	37.24	สมบูรณ์

ตารางที่ ค.5 แรงลากขึ้นรูปเหล็กกล้ารีดร้อนสำหรับโครงสร้างยานยนต์เกรด SAPH 440 (JIS) ที่รัศมีบ่าตาย 6 มม.

ชั้นที่	แรง (kN)		คุณภาพชิ้นงาน
	F	F _{BH}	
1	178.84	55.75	สมบูรณ์
2	177.22	56.05	สมบูรณ์
3	178.17	55.82	สมบูรณ์
4	175.44	55.43	สมบูรณ์
5	176.35	55.94	สมบูรณ์
เฉลี่ย	177.20	55.79	สมบูรณ์

ตารางที่ ค.6 แรงลากขึ้นรูปเหล็กกล้ารีดร้อนสำหรับโครงสร้างยานยนต์เกรด SAPH 440 (JIS) ที่รัศมีบ่าตาย 8 มม.

ชั้นที่	แรง (kN)		คุณภาพชิ้นงาน
	F	F _{BH}	
1	172.18	55.65	สมบูรณ์
2	173.22	56.12	สมบูรณ์
3	175.54	55.27	สมบูรณ์
4	174.16	55.84	สมบูรณ์
5	173.41	56.20	สมบูรณ์
เฉลี่ย	173.70	55.81	สมบูรณ์

ตารางที่ ค.7 แรงลากขึ้นรูปเหล็กกล้ารีดร้อนสำหรับโครงสร้างยานยนต์เกรด SAPH 440 (JIS)
ที่รัศมีบ่าคาย 10 มม.

ชั้นที่	แรง (kN)		คุณภาพชิ้นงาน
	F	F _{BH}	
1	168.61	55.38	สมบูรณ์
2	170.46	55.11	สมบูรณ์
3	170.81	56.05	สมบูรณ์
4	169.54	55.42	สมบูรณ์
5	172.29	56.14	สมบูรณ์
เฉลี่ย	170.34	55.62	สมบูรณ์

ตารางที่ ค.8 แรงลากขึ้นรูปเหล็กกล้ารีดร้อนสำหรับโครงสร้างยานยนต์เกรด SAPH 440 (JIS)
ที่รัศมีบ่าคาย 12 มม.

ชั้นที่	แรง (kN)		คุณภาพชิ้นงาน
	F	F _{BH}	
1	167.66	56.21	สมบูรณ์
2	166.93	55.68	สมบูรณ์
3	170.84	55.97	สมบูรณ์
4	167.58	55.24	สมบูรณ์
5	168.53	55.59	สมบูรณ์
เฉลี่ย	168.31	55.74	สมบูรณ์

ตารางที่ ค.9 ความกว้างของชิ้นงานรวมปีกเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SPCC (JIS)

ชั้นที่ รัศมีบ่าตาย	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
R 6	89.70	89.87	89.82	89.82	89.91	90.30
	90.63	90.69	90.69	91.01	90.84	
R 8	91.81	91.04	90.89	91.48	90.92	90.88
	90.43	90.15	91.06	90.47	90.58	
R 10	92.86	92.92	91.69	92.57	91.22	91.80
	91.53	91.17	91.74	91.19	91.09	
R 12	92.84	92.76	92.05	90.87	91.71	92.40
	92.80	92.77	93.31	93.21	91.67	

ตารางที่ ค.10 ความกว้างของชิ้นงานรวมปีกแรงลากขึ้นรูปเหล็กกล้ารีดร้อนสำหรับโครงสร้าง

ยานยนต์เกรด SAPH 440 (JIS)

ชั้นที่ รัศมีบ่าตาย	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
R 6	88.04	88.22	87.78	88.20	88.15	88.33
	88.37	88.76	88.30	88.85	88.61	
R 8	89.25	89.10	89.61	89.11	89.23	89.25
	90.00	88.92	89.01	89.16	89.12	
R 10	88.94	90.88	89.87	90.96	89.95	90.34
	92.26	90.07	90.28	89.96	90.27	
R 12	91.45	90.94	91.22	90.39	90.56	90.70
	90.55	90.15	90.27	90.89	90.62	

ค.2 ตารางบันทึกผลการทดลองค่าความเรียบผิวชิ้นงาน (R_a)

ตารางที่ ค.11 แสดงค่าความเรียบผิวชิ้นงาน (R_a) ที่รัศมีบ่าตาย 6 มม.

ชั้นที่	ตำแหน่งที่ 1 (μm)	ตำแหน่งที่ 2 (μm)	ตำแหน่งที่ 3 (μm)	ตำแหน่งที่ 4 (μm)	ค่าเฉลี่ย (μm)
1	0.35	0.30	0.31	0.36	0.330
2	0.37	0.28	0.33	0.34	0.330
3	0.35	0.32	0.32	0.35	0.335
4	0.36	0.30	0.30	0.36	0.330
5	0.36	0.31	0.30	0.36	0.333
ค่าเฉลี่ยรวม					0.332

ตารางที่ ค.13 แสดงค่าความเรียบผิวชิ้นงาน (R_a) ที่รัศมีบ่าตาย 10 มม.

ชั้นที่	ตำแหน่งที่ 1 (μm)	ตำแหน่งที่ 2 (μm)	ตำแหน่งที่ 3 (μm)	ตำแหน่งที่ 4 (μm)	ค่าเฉลี่ย (μm)
1	0.18	0.16	0.18	0.18	0.175
2	0.18	0.16	0.17	0.17	0.170
3	0.18	0.15	0.18	0.16	0.168
4	0.18	0.16	0.17	0.17	0.170
5	0.18	0.16	0.17	0.18	0.173
ค่าเฉลี่ยรวม					0.171

ค.3 ตารางบันทึกผลการทดลองค่าความหนาผนังถ้วยด้านตรงของชิ้นงาน

ตารางที่ ค.15ความหนาผนังถ้วยด้านตรงเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SPCC (JIS) ที่รัศมีปากคาย 6 มม.

ตำแหน่งที่วัด	วัสดุ SPCC			ค่าเฉลี่ย
	ค่าความหนาของชิ้นงาน (mm)			
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	
1	1.39	1.39	1.39	1.39
2	1.38	1.39	1.39	1.387
3	1.38	1.39	1.38	1.383
4	1.37	1.37	1.37	1.37
5	1.38	1.36	1.37	1.37
6	1.34	1.32	1.33	1.33
7	1.39	1.39	1.38	1.387
8	1.40	1.42	1.41	1.41
9	1.44	1.46	1.46	1.453
10	1.47	1.47	1.47	1.47

ตารางที่ ค.16ความหนาผนังถ้วยด้านตรงเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SPCC (JIS) ที่รัศมีปากคาย 8 มม.

ตำแหน่งที่วัด	วัสดุ SPCC			ค่าเฉลี่ย
	ค่าความหนาของชิ้นงาน (mm)			
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	
1	1.39	1.39	1.39	1.39
2	1.39	1.39	1.39	1.39
3	1.39	1.39	1.37	1.383
4	1.37	1.39	1.38	1.38
5	1.38	1.37	1.37	1.373
6	1.33	1.33	1.33	1.33
7	1.39	1.39	1.39	1.39
8	1.41	1.42	1.42	1.417
9	1.45	1.46	1.46	1.457
10	1.49	1.48	1.48	1.483

ตารางที่ ค.17 ความหนาผนังถ้ายด้านตรงเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SPCC (JIS) ที่รัศมีบ่าตาย 10 มม.

ตำแหน่งที่วัด	วัสดุ SPCC			ค่าเฉลี่ย
	ค่าความหนาของชิ้นงาน (mm)			
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	
1	1.40	1.39	1.40	1.397
2	1.40	1.39	1.39	1.393
3	1.39	1.39	1.39	1.39
4	1.40	1.39	1.38	1.39
5	1.38	1.39	1.37	1.38
6	1.33	1.34	1.34	1.337
7	1.39	1.40	1.40	1.397
8	1.42	1.42	1.41	1.417
9	1.47	1.46	1.46	1.463
10	1.48	1.48	1.48	1.48

ตารางที่ ค.18 ความหนาผนังถ้ายด้านตรงเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SPCC (JIS) ที่รัศมีบ่าตาย 12 มม.

ตำแหน่งที่วัด	วัสดุ SPCC			ค่าเฉลี่ย
	ค่าความหนาของชิ้นงาน (mm)			
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	
1	1.40	1.40	1.40	1.40
2	1.40	1.40	1.40	1.40
3	1.39	1.40	1.39	1.393
4	1.39	1.39	1.40	1.393
5	1.38	1.39	1.38	1.383
6	1.34	1.35	1.33	1.34
7	1.40	1.40	1.40	1.40
8	1.42	1.42	1.41	1.417
9	1.48	1.46	1.46	1.47
10	1.50	1.49	1.50	1.497

ตารางที่ ค.19 ความหนาผนังถ้ายด้านตรงเหล็กกล้ารีดร้อนสำหรับ โครงสร้างยานยนต์เกรด SAPH 440 (JIS) ที่รัศมีบ่าคย 6 มม.

ตำแหน่งที่วัด	วัสดุ SAPH 440			ค่าเฉลี่ย
	ค่าความหนาของชิ้นงาน (mm)			
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	
1	1.38	1.38	1.38	1.38
2	1.37	1.37	1.37	1.37
3	1.36	1.36	1.35	1.357
4	1.36	1.35	1.36	1.357
5	1.35	1.35	1.35	1.35
6	1.32	1.31	1.32	1.317
7	1.38	1.37	1.39	1.38
8	1.40	1.40	1.40	1.40
9	1.48	1.48	1.49	1.483
10	1.51	1.51	1.52	1.513

ตารางที่ ค.20 ความหนาผนังถ้ายด้านตรงเหล็กกล้ารีดร้อนสำหรับ โครงสร้างยานยนต์เกรด SAPH 440 (JIS) ที่รัศมีบ่าคย 8 มม.

ตำแหน่งที่วัด	วัสดุ SAPH 440			ค่าเฉลี่ย
	ค่าความหนาของชิ้นงาน (mm)			
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	
1	1.38	1.38	1.38	1.38
2	1.37	1.38	1.38	1.377
3	1.35	1.36	1.36	1.357
4	1.36	1.36	1.36	1.36
5	1.35	1.36	1.36	1.357
6	1.30	1.31	1.31	1.307
7	1.38	1.39	1.38	1.383
8	1.41	1.42	1.41	1.413
9	1.50	1.50	1.49	1.497
10	1.53	1.52	1.54	1.53

ตารางที่ ค.21 ความหนาผนังถ้ายด้านตรงเหล็กกล้ารีดร้อนสำหรับ โครงสร้างยานยนต์เกรด SAPH 440 (JIS) ที่รัศมีบ่าตาย 10 มม.

ตำแหน่งที่วัด	วัสดุ SAPH 440			ค่าเฉลี่ย
	ค่าความหนาของชิ้นงาน (mm)			
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	
1	1.39	1.39	1.39	1.39
2	1.38	1.38	1.38	1.38
3	1.38	1.37	1.38	1.377
4	1.37	1.37	1.37	1.37
5	1.36	1.36	1.36	1.36
6	1.30	1.32	1.32	1.313
7	1.38	1.39	1.40	1.39
8	1.42	1.42	1.41	1.417
9	1.48	1.47	1.48	1.477
10	1.52	1.53	1.52	1.523

ตารางที่ ค.22 ความหนาผนังถ้ายด้านตรงเหล็กกล้ารีดร้อนสำหรับ โครงสร้างยานยนต์เกรด SAPH 440 (JIS) ที่รัศมีบ่าคย 12 มม.

ตำแหน่งที่วัด	วัสดุ SAPH 440			ค่าเฉลี่ย
	ค่าความหนาของชิ้นงาน (mm)			
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	
1	1.40	1.40	1.39	1.397
2	1.40	1.39	1.39	1.393
3	1.38	1.38	1.38	1.38
4	1.38	1.37	1.37	1.373
5	1.38	1.37	1.37	1.373
6	1.33	1.32	1.32	1.323
7	1.40	1.40	1.38	1.393
8	1.43	1.43	1.43	1.43
9	1.50	1.51	1.51	1.507
10	1.54	1.53	1.54	1.537

ค.4 ตารางบันทึกผลการทดลองค่าความหนาผนังด้วยบริเวณมุมกล่องของชิ้นงาน

ตารางที่ ค.23ความหนาผนังบริเวณมุมด้วยเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SPCC (JIS) ที่รัศมีบ่าตาย 6 มม.

ตำแหน่งที่วัด	วัสดุ SPCC			ค่าเฉลี่ย
	ค่าความหนาของชิ้นงาน (mm)			
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	
1	1.40	1.39	1.39	1.393
2	1.40	1.39	1.39	1.393
3	1.36	1.36	1.36	1.36
4	1.28	1.29	1.28	1.283
5	1.33	1.34	1.34	1.337
6	1.35	1.35	1.35	1.35
7	1.35	1.36	1.36	1.357
8	1.39	1.40	1.38	1.39
9	1.45	1.46	1.45	1.453
10	1.41	1.41	1.40	1.407
11	1.40	1.40	1.39	1.397

ตารางที่ ค.24 ความหนาผนังบริเวณมุมด้วยเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SPCC (JIS) ที่รัศมีบาคาย 8 มม.

ตำแหน่งที่วัด	วัสดุ SPCC			ค่าเฉลี่ย
	ค่าความหนาของชิ้นงาน (mm)			
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	
1	1.40	1.40	1.39	1.397
2	1.40	1.40	1.39	1.397
3	1.38	1.37	1.37	1.373
4	1.31	1.31	1.31	1.31
5	1.33	1.34	1.34	1.337
6	1.35	1.35	1.36	1.353
7	1.35	1.36	1.37	1.363
8	1.40	1.39	1.39	1.393
9	1.46	1.46	1.47	1.463
10	1.41	1.41	1.41	1.41
11	1.40	1.40	1.40	1.40

ตารางที่ ค.25 ความหนาผนังบริเวณมุมด้วยเหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SPCC (JIS) ที่รัศมีบ่าคาย 10 มม.

ตำแหน่งที่วัด	วัสดุ SPCC			ค่าเฉลี่ย
	ค่าความหนาของชิ้นงาน (mm)			
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	
1	1.40	1.40	1.40	1.40
2	1.40	1.39	1.40	1.397
3	1.38	1.39	1.39	1.387
4	1.31	1.32	1.32	1.317
5	1.35	1.34	1.35	1.347
6	1.36	1.35	1.36	1.357
7	1.37	1.38	1.37	1.373
8	1.40	1.41	1.41	1.407
9	1.46	1.47	1.47	1.467
10	1.41	1.41	1.41	1.41
11	1.40	1.40	1.40	1.40

ตารางที่ ค.26 ความหนาผนังบริเวณมุมด้วย เหล็กกล้าคาร์บอนเกรด SPCC (JIS) ที่รัศมีปาดาย 12 มม.

ตำแหน่งที่วัด	วัสดุ SPCC			ค่าเฉลี่ย
	ค่าความหนาของชิ้นงาน (mm)			
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	
1	1.40	1.40	1.40	1.40
2	1.40	1.40	1.40	1.40
3	1.39	1.39	1.38	1.387
4	1.33	1.34	1.34	1.337
5	1.35	1.35	1.36	1.353
6	1.35	1.36	1.37	1.36
7	1.39	1.39	1.39	1.39
8	1.41	1.42	1.42	1.417
9	1.47	1.46	1.47	1.467
10	1.42	1.41	1.41	1.413
11	1.40	1.40	1.40	1.40

ตารางที่ ค.27 ความหนาผนังบริเวณมุมด้วยเหล็กกล้ารีดร้อนสำหรับโครงสร้างยานยนต์เกรด SAPH 440 (JIS) ที่รัศมีบาคาย 6 มม.

ตำแหน่งที่วัด	วัสดุ SAPH 440			ค่าเฉลี่ย
	ค่าความหนาของชิ้นงาน (mm)			
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	
1	1.38	1.38	1.38	1.38
2	1.38	1.38	1.38	1.38
3	1.32	1.33	1.33	1.327
4	1.24	1.25	1.24	1.243
5	1.27	1.28	1.26	1.27
6	1.28	1.28	1.27	1.277
7	1.36	1.36	1.37	1.363
8	1.40	1.41	1.40	1.403
9	1.46	1.46	1.47	1.463
10	1.41	1.40	1.41	1.407
11	1.40	1.40	1.40	1.40

ตารางที่ ค.28 ความหนาผนังบริเวณมุมด้วยเหล็กกล้ารีดร้อนสำหรับโครงสร้างยานยนต์เกรด SAPH 440 (JIS) ที่รัศมีบาคาย 8 มม.

ตำแหน่งที่วัด	วัสดุ SAPH 440			ค่าเฉลี่ย
	ค่าความหนาของชิ้นงาน (mm)			
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	
1	1.39	1.39	1.39	1.39
2	1.39	1.39	1.39	1.39
3	1.33	1.34	1.32	1.33
4	1.25	1.26	1.25	1.253
5	1.28	1.28	1.27	1.277
6	1.29	1.28	1.28	1.283
7	1.38	1.37	1.37	1.373
8	1.41	1.41	1.41	1.41
9	1.47	1.48	1.47	1.473
10	1.41	1.41	1.41	1.41
11	1.40	1.40	1.40	1.40

ตารางที่ ค.29 ความหนาผนังบริเวณมุมด้วยเหล็กกล้ารีดร้อนสำหรับโครงสร้างยานยนต์เกรด SAPH 440 (JIS) ที่รัศมีบาคาย 10 มม.

ตำแหน่งที่วัด	วัสดุ SAPH 440			ค่าเฉลี่ย
	ค่าความหนาของชิ้นงาน (mm)			
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	
1	1.40	1.40	1.40	1.40
2	1.40	1.39	1.39	1.393
3	1.34	1.34	1.34	1.34
4	1.26	1.26	1.25	1.257
5	1.28	1.29	1.27	1.28
6	1.30	1.31	1.30	1.303
7	1.38	1.37	1.38	1.377
8	1.42	1.42	1.42	1.42
9	1.49	1.48	1.49	1.487
10	1.41	1.42	1.41	1.413
11	1.40	1.40	1.40	1.40

ตารางที่ ค.30 ความหนาผนังบริเวณมุมด้วยเหล็กกล้ารีดร้อนสำหรับโครงสร้างยานยนต์เกรด SAPH 440 (JIS) ที่รัศมีบาคาย 12 มม.

ตำแหน่งที่วัด	วัสดุ SAPH 440			ค่าเฉลี่ย
	ค่าความหนาของชิ้นงาน (mm)			
	ชั้นที่ 1	ชั้นที่ 2	ชั้นที่ 3	
1	1.40	1.40	1.39	1.397
2	1.40	1.40	1.39	1.397
3	1.36	1.37	1.36	1.363
4	1.27	1.26	1.27	1.267
5	1.31	1.30	1.31	1.307
6	1.33	1.33	1.32	1.327
7	1.38	1.38	1.38	1.38
8	1.43	1.43	1.43	1.43
9	1.49	1.50	1.49	1.493
10	1.42	1.42	1.42	1.42
11	1.40	1.41	1.40	1.403