

บทที่ 4

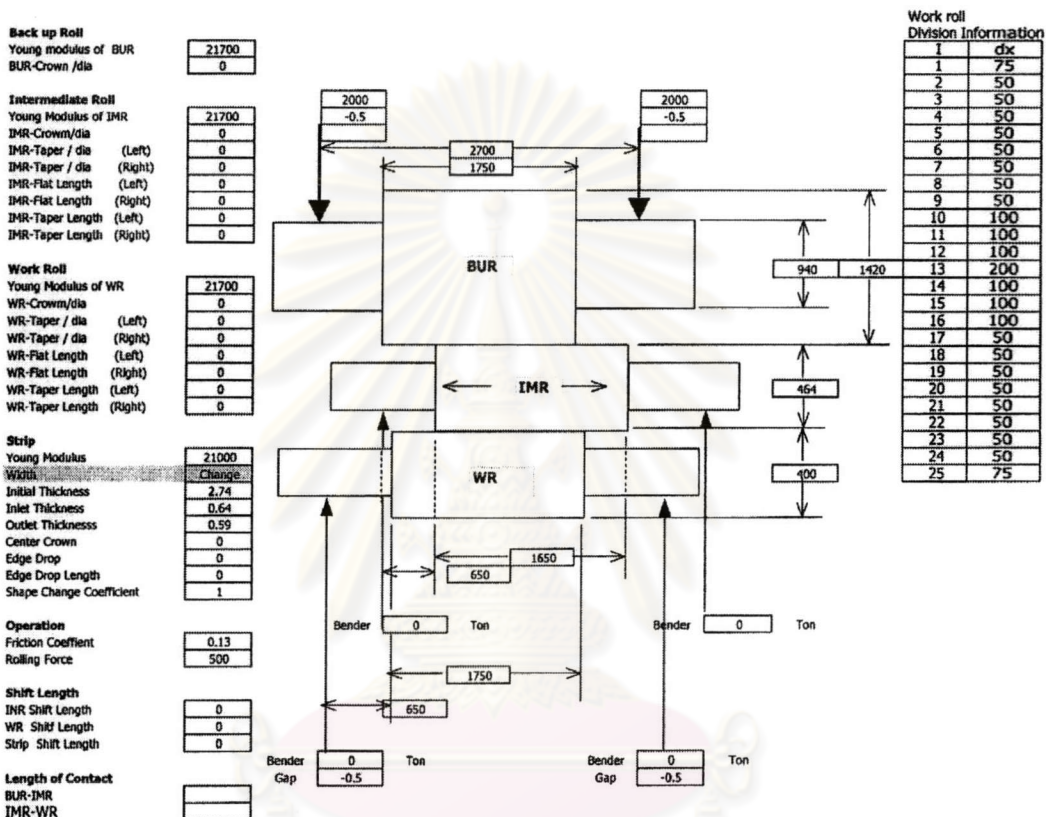
ผลการคำนวณและอภิปราย

4.1 ผลของความกว้างของแผ่นโลหะในการรีดที่มีต่อโพรไฟล์

จากตารางข้อมูลการรีด เป็นข้อมูลพารามิเตอร์ที่ใช้ในการรีดจริงจากโรงงานเหล็กแผ่นรีดเย็นไทย ซึ่งนำมาใช้เป็นข้อมูลเริ่มต้นในการทำแบบจำลอง ในหัวข้อนี้เป็นการศึกษาถึงผลของการเปลี่ยนแปลงความกว้างของแผ่นโลหะโดยที่ตัวแปรอื่นคงที่ และไม่มีการใช้เครื่องมือในการควบคุมรูปร่างเช่น WR- bending IMR-bending หรือ IMR-shifting จากรูปที่4.1.1 พิจารณาที่ความกว้างของแผ่นโลหะที่ขนาดต่างกันโดยเริ่มที่ขนาดความกว้าง 800มม., 1000มม., 1200มม., และ 1500มม..ตามลำดับ จากตารางข้อมูลการรีดที่ขนาดของแรงรีดเท่ากัน (500 ตัน.)และเงื่อนไขการรีดที่เหมือนกัน จะเห็นได้ว่าแผ่นโลหะที่มีความกว้างน้อยกว่าจะถูกรีดลดขนาดได้น้อย เกิดการลดขนาดที่บริเวณขอบมาก แผ่นโลหะมีการเกิดคราบน้ำมากกว่า และเมื่อพิจารณาแผ่นโลหะที่มีความกว้างที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ จะเห็นได้ว่าเมื่อแผ่นโลหะที่ถูกรีดมีความกว้างมากขึ้น ความหนาของแผ่นโลหะจะสม่ำเสมอมากขึ้น และเมื่อแผ่นโลหะมีความกว้างใกล้เคียงกับความยาวของลูกรีด(ที่1500มม.)จะพบว่าคราบน้ำของแผ่นโลหะจะลดลงและแผ่นโลหะจะมีการลดขนาดที่บริเวณขอบน้อยลง เมื่อพิจารณารูปที่4.1.2 พบว่าการกระจายของแรงบนแผ่นโลหะที่มีความกว้างน้อยนั้น แรงที่กระจายบนแผ่นโลหะนั้นจะมีค่ามากกว่าแรงที่กระจายบนแผ่นโลหะที่มีความกว้างและแรงที่กระจายอยู่บนบริเวณส่วนขอบนั้นจะมีค่ามากที่สุด สังเกตได้ว่าเมื่อแผ่นโลหะมีความกว้างเพิ่มมากขึ้น แรงที่กระจายบนแผ่นโลหะนั้นมีค่าน้อยลงและมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอขึ้นเมื่อแผ่นโลหะมีความกว้างใกล้เคียงกับลูกรีด จากรูปที่4.1.1และรูปที่4.1.2 จะเห็นได้ว่าเมื่อไม่มีพารามิเตอร์อื่นในการรีด แผ่นโลหะที่มีขนาดแคบอาจจะทำให้เกิดปัญหาในเรื่องคราบน้ำของแผ่นโลหะได้มากกว่าแผ่นโลหะที่มีขนาดที่กว้างกว่าเมื่อมีการรีดในเงื่อนไขเดียวกัน คือเมื่อมีการรีดลดขนาดที่ใกล้เคียงกัน สาเหตุที่เป็นเช่นนั้นสามารถอธิบายได้คือ คราบน้ำของแผ่นโลหะเกิดจากการแปรรูปของลูกรีด เมื่อมีการรีดลูกรีดจะเกิดการโก่งตัว(Axis roll deformation)และเกิดการยุบตัวในบริเวณที่สัมผัสกัน(Roll indentation) พิจารณาในรูปที่4.1.3 เปรียบเทียบการเกิดการโก่งตัวของ Work roll ในบริเวณที่เกิดการสัมผัสกันระหว่างลูกรีดและแผ่นโลหะ พบว่าเมื่อมีแรงรีดขนาดที่เท่ากัน แผ่นโลหะที่มีขนาดแคบจะทำให้ลูกรีดเกิดการโก่งตัวมากกว่า มีการกระจายแรงรีดไม่สม่ำเสมอและมีค่ามากบริเวณขอบทำให้บริเวณนั้นเกิดการลดขนาดมากกว่าส่วนอื่น แต่ในการรีด

แผ่นโลหะที่มีขนาดความกว้างการเกิดการโค้งตัวของ Work roll มีค่าลดลง การกระจายของแรงบนแผ่นโลหะมีค่ามีค่าสม่ำเสมอแรงที่อยู่ในบริเวณขอบมีค่าลดลงทำให้เกิด edge drop ลดลง

ตารางข้อมูลการวัด

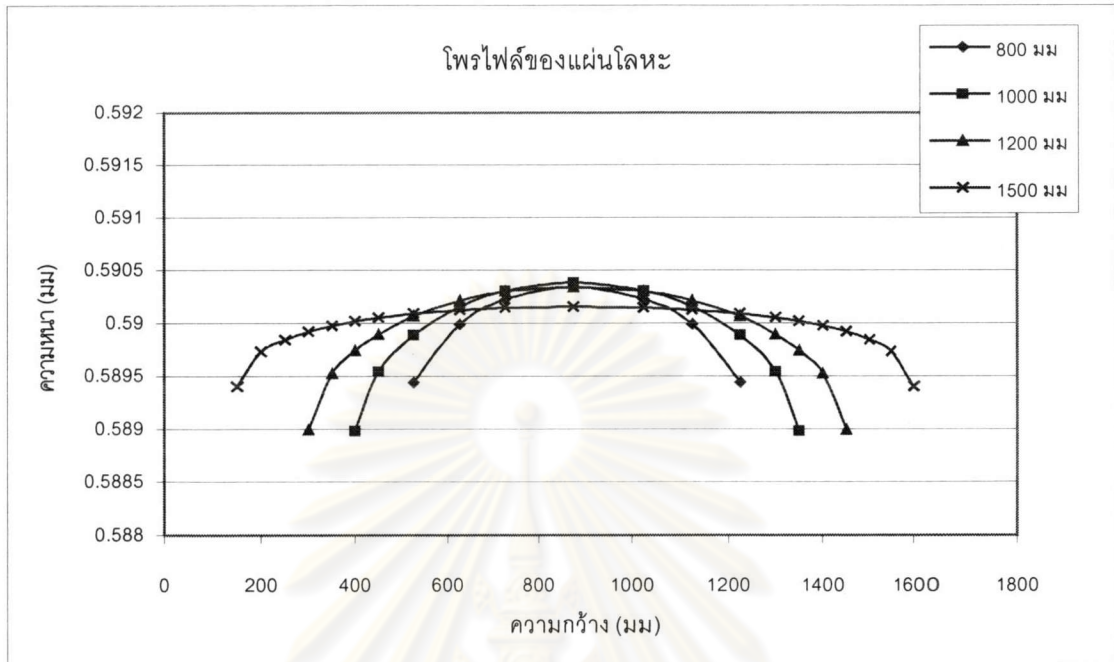


แสดงค่านานเส้นการเปลี่ยนแปลงความกว้างของแผ่นโลหะ

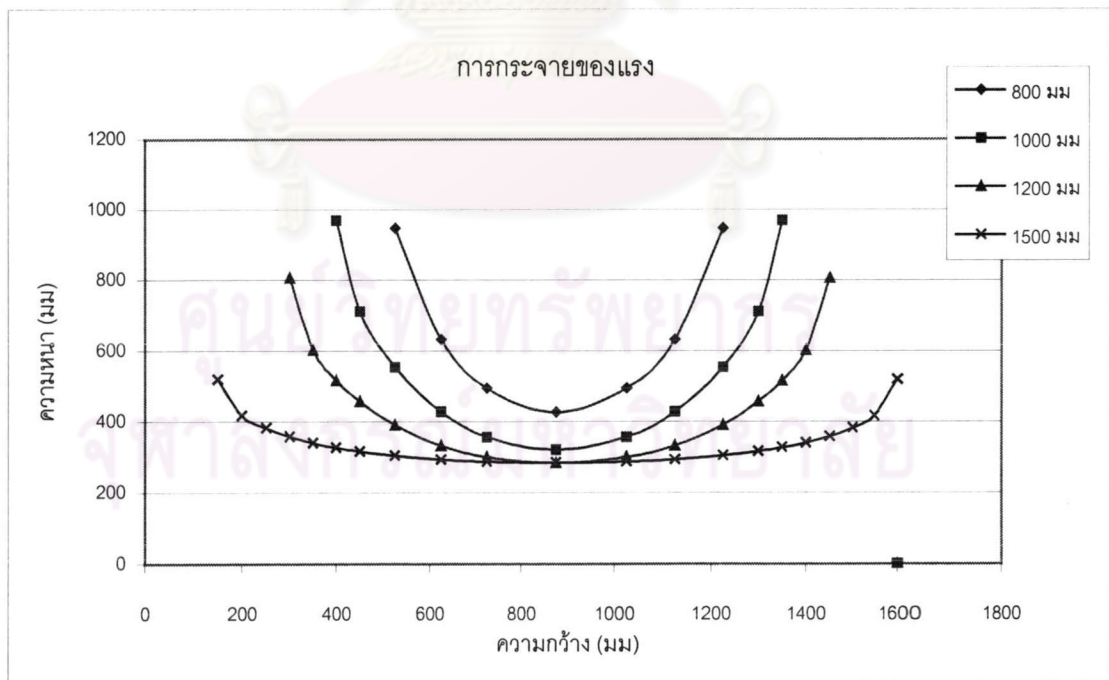
dx	x (i)	Strip width (mm)			
		800	1000	1200	1500
75	37.5				
50	100				
50	150				0.58917
50	200				0.5896
50	235				0.58973
50	260				0.58978
50	300			0.58888	0.58987
50	350			0.58945	0.58996
50	425		0.58925	0.5898	0.59005
100	525	0.58943	0.58987	0.59008	0.59014
100	625	0.58999	0.59016	0.59024	0.59019
100	725	0.59023	0.59032	0.59034	0.59021
200	875	0.59035	0.5904	0.59038	0.59023
100	1025	0.59023	0.59032	0.59034	0.59021
100	1125	0.58999	0.59016	0.59024	0.59019
100	1225	0.58943	0.58987	0.59008	0.59014
50	1325		0.58925	0.5898	0.59005
50	1400			0.58945	0.58996
50	1450			0.58888	0.58987
50	1490				0.58978
50	1515				0.58973
50	1550				0.5896
50	1600				0.58917
50	1650				
75	1712.5				

แสดงค่าการกระจายของแรงในการรีด

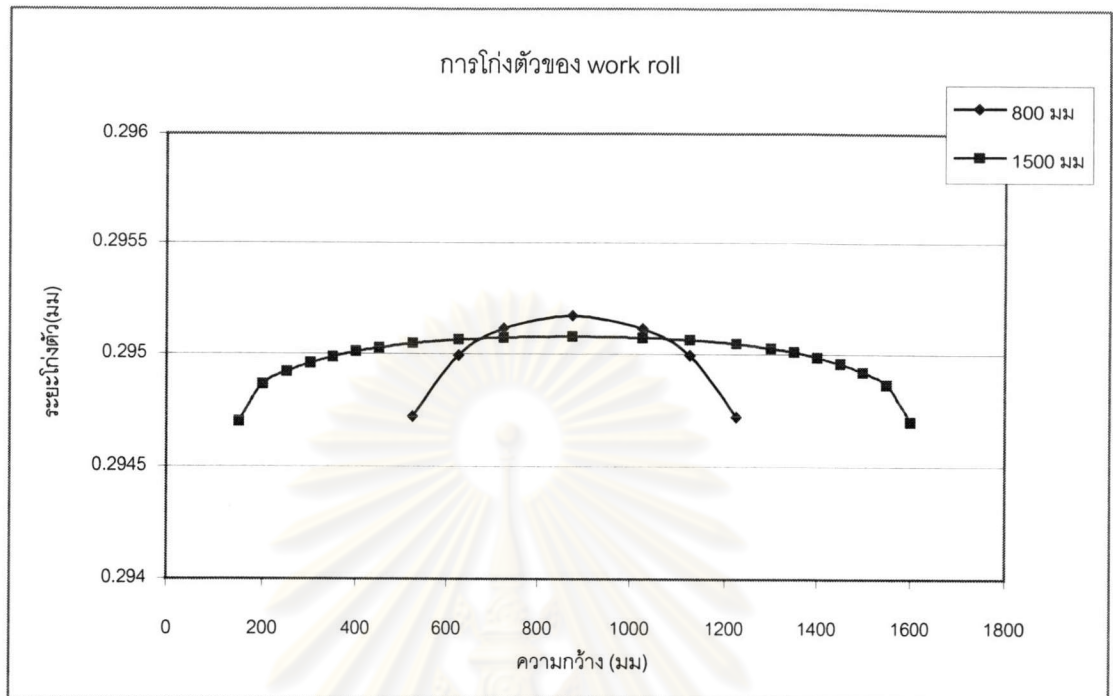
dx	x (i)	Strip width (mm)			
		800	1000	1200	1500
75	37.5				
50	100				
50	150				588.519
50	200				457.23
50	235				407.045
50	260				372.38
50	300			624.5	346.165
50	350			993.966	325.64
50	425			724.242	309.835
100	525	956.265	556.347	388.012	291.358
100	625	631.848	423.344	323.341	275.505
100	725	491.021	349.232	287.173	266.91
200	875	420.866	311.973	269.35	262.821
100	1025	491.021	349.232	287.173	266.91
100	1125	631.848	423.344	323.341	275.505
100	1225	956.265	556.347	388.012	291.358
50	1325		724.242	462.722	309.835
50	1400		993.966	528.957	325.64
50	1450			624.5	346.165
50	1490			848.071	372.38
50	1515				407.045
50	1550				457.23
50	1600				588.519
50	1650				
75	1712.5				



รูปที่ 4.1.1 โพรไฟล์ของแผ่นโลหะที่ความกว้างต่างๆกัน



รูปที่ 4.1.2 การกระจายของแรงที่เกิดขึ้นบนแผ่นโลหะที่ความกว้างต่างกัน



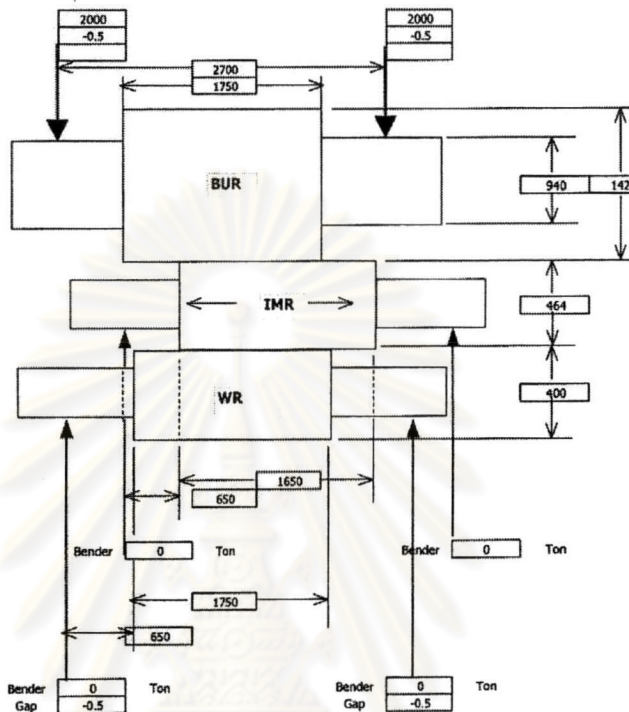
รูปที่ 4.1.3 เปรียบเทียบการเกิดการโค้งตัวของ work roll ในบริเวณที่สัมผัสกับแผ่นโลหะ ที่ความกว้าง 800 มม. และ 1500 มม..

4.2 ผลของความกว้างของแผ่นโลหะที่มีต่อรูปร่างในการรีด

พิจารณาจากรูปที่ 4.2.1 เป็นการเปรียบเทียบค่า I-Unit ในการรีดที่มีความกว้างของแผ่นโลหะ 800, 1000, 1200 และ 1500 มม.. โดยใช้ข้อมูลในตารางข้อมูลการรีด เป็นการพิจารณาโดยที่ไม่มีผลจากปัจจัยอื่น จากรูปได้เห็นว่าค่า I-Unit มีแนวโน้มลดลงเมื่อแผ่นโลหะมีความกว้างเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับความยาวของลูกรีด ในทางปฏิบัติการพิจารณาค่า I-Unit นั้น จะพิจารณาในบริเวณที่เป็นส่วนกลาง (Center zones) ของแผ่นโลหะคือในบริเวณถัดจากบริเวณ Edge drop zones โดยกำหนดให้มีค่า I-Unit มีค่าไม่เกิน 20^{16} ถือว่าอยู่ในช่วงที่แผ่นโลหะมีความเรียบที่ยอมรับได้ จากรูปเมื่อความกว้างเพิ่มขึ้นใกล้เคียงกับความยาวของลูกรีดค่า I-unit มีแนวโน้มที่ลดลงเมื่อพิจารณาในรูปที่ 4.1.1 และ 4.2.1 แล้ว สามารถจะตั้งข้อสังเกตได้ว่าในการรีดนั้นความยาวของลูกรีดกับความกว้างของแผ่นโลหะ ถ้ามีค่าที่ใกล้เคียงกันจะมีการกระจายแรงรีดได้สม่ำเสมอ คราวนของแผ่นโลหะที่เกิดจากการรีดมีค่าลดลง และแผ่นโลหะมีรูปร่างและความเรียบที่ดีขึ้น แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถที่จะเปลี่ยนขนาดของลูกรีดให้ได้พอดีกับความกว้างของแผ่นโลหะ จึงต้องมีเครื่องมือที่เป็นแนวทางในการปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆในการรีดเพื่อหาค่าตัวแปรในการรีดที่เหมาะสมที่สุดเช่น มีการให้แรงดัดที่ Work roll และที่ Intermediate roll หรืออาจมีการใช้ IMR-shifting ช่วยในการควบคุมโพไฟล์และรูปร่างของแผ่นโลหะให้ได้ตามต้องการ

ตารางข้อมูลการวัด

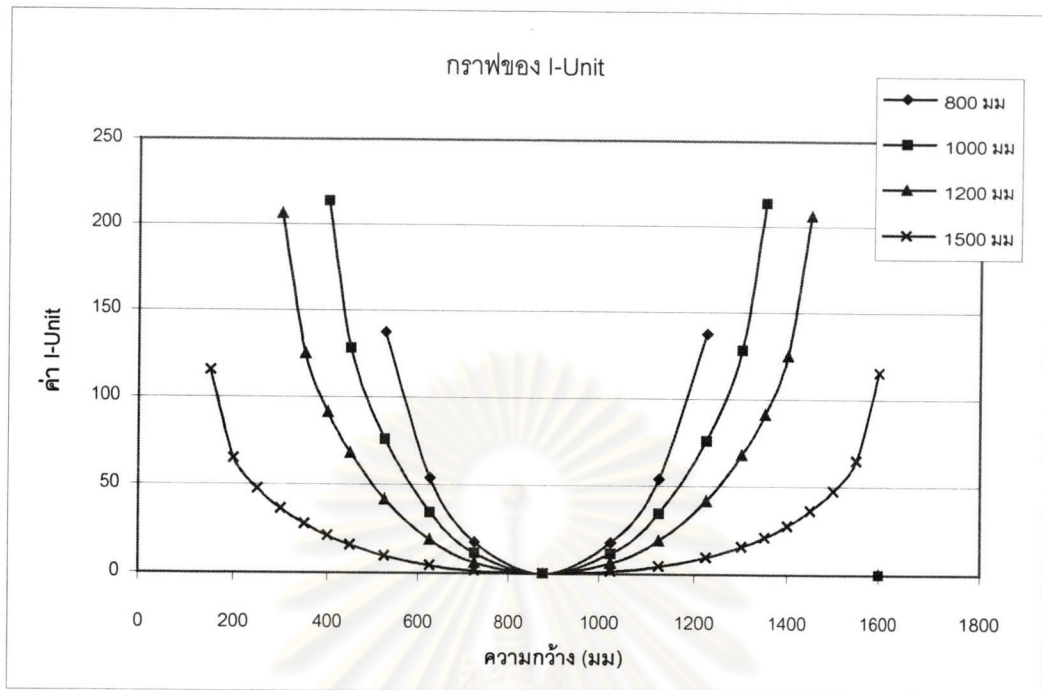
Back up Roll	
Young modulus of BUR	21700
BUR-Crown /dia	0
Intermediate Roll	
Young Modulus of IMR	21700
IMR-Crown/dia	0
IMR-Taper / dia (Left)	0
IMR-Taper / dia (Right)	0
IMR-Flat Length (Left)	0
IMR-Flat Length (Right)	0
IMR-Taper Length (Left)	0
IMR-Taper Length (Right)	0
Work Roll	
Young Modulus of WR	21700
WR-Crown/dia	0
WR-Taper / dia (Left)	0
WR-Taper / dia (Right)	0
WR-Flat Length (Left)	0
WR-Flat Length (Right)	0
WR-Taper Length (Left)	0
WR-Taper Length (Right)	0
Strip	
Young Modulus	21000
Width	Change
Initial Thickness	2.74
Inlet Thickness	0.64
Outlet Thickness	0.59
Center Crown	0
Edge Drop	0
Edge Drop Length	0
Shape Change Coefficient	1
Operation	
Friction Coefficient	0.13
Rolling Force	500
Shift Length	
IMR Shift Length	0
WR Shift Length	0
Strip Shift Length	0
Length of Contact	
BUR-IMR	
IMR-WR	



Work roll Division Information	
I	dx
1	75
2	50
3	50
4	50
5	50
6	50
7	50
8	50
9	50
10	100
11	100
12	100
13	200
14	100
15	100
16	100
17	50
18	50
19	50
20	50
21	50
22	50
23	50
24	50
25	75

ค่า I-Unit ของแม่เหล็กความกว้างต่างๆกัน

dx	x (i)	Strip width (mm)			
		800	1000	1200	1500
75	37.5				
50	100				
50	150				160.758
50	200				95.7199
50	235				76.5566
50	260				67.7271
50	300			229.116	54.338
50	350			141.909	41.5901
50	425		175.005	88.8216	26.9278
100	525	140.863	81.0771	46.4057	13.9368
100	625	55.4828	37.3923	21.293	6.24775
100	725	18.4452	12.5204	7.03271	2.0152
200	875	0	0	0	0
100	1025	18.4452	12.5204	7.03271	2.0152
100	1125	55.4828	37.3923	21.293	6.24775
100	1225	140.863	81.0771	46.4057	13.9368
50	1325		175.005	88.8216	26.9278
50	1400			141.909	41.5901
50	1450			229.116	54.338
50	1490				67.7271
50	1515				76.5566
50	1550				95.7199
50	1600				160.758
50	1650				
75	1712.5				



รูปที่ 4.2.1 เปรียบเทียบค่า I-Unit ของแผ่นโลหะในการรีดที่ความกว้าง 800, 1000, 1200, และ 1500 มม.. ตามลำดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.3 ผลของแรงดัดที่ work roll (Work roll bending force) ต่อโพรไฟล์และรูปร่างของแผ่นโลหะ

โดยใช้ข้อมูลในตารางการรีด ทำการคำนวณหาโพรไฟล์ของแผ่นโลหะโดยมีเงื่อนไขในการรีดคือ มีการให้แรงดัด (bending force) ที่ work roll จากรูปที่ 4.3.1 เมื่อให้ความกว้างของแผ่นโลหะคงที่ (800 มม..) และมีการแปรค่าของแรงดัด ที่ work roll โดยมีค่า 0, 30, 50, 70, และ 90 ตัน. ตามลำดับ พิจารณาได้ว่า เมื่อมีการเพิ่มแรงดัด ที่ work roll คราวนที่เกิดขึ้นมีค่าลดลง จนถึงจุดที่ค่าคราวน์เกิดน้อยลงมากเมื่อ bender มีค่าประมาณ 70 ตัน. แต่เมื่อมีการเพิ่มแรงดัด ขึ้นอีกที่ 90 ตัน. พบว่าแผ่นโลหะมีค่าคราวน์เพิ่มขึ้น ซึ่งการเพิ่มแรงดัดที่ work roll นั้นคือการชดเชยผลที่เกิดจากการเกิดการโก่งตัวของลูกรีด เมื่อทำการรีดแผ่นโลหะที่มีความกว้าง 800 มม. work roll จะเกิดการโก่งตัวมากกว่าในการรีดแผ่นโลหะที่มีความกว้าง 1500 มม. ดังนั้นจึงต้องมีการชดเชยแรงดัดที่มากกว่า โดยที่ในแบบจำลองนี้แสดงให้เห็นถึงค่าของแรงดัดที่เหมาะสมในเงื่อนไขการรีดที่ต่างๆ กัน ในรูปที่ 4.3.2 เป็นการพิจารณาค่า I-Unit หรือพิจารณาถึงผลของการชดเชยการโก่งตัวของลูกรีดโดยการให้แรงดัดที่ work roll เห็นได้ว่าค่า I-Unit ลดลงถึงค่าที่อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้คือ ที่แรงดัดมีค่าประมาณ 70 ตัน. แต่เมื่อมีการเพิ่มแรงดัดมากขึ้นเห็นได้ว่าแผ่นโลหะเริ่มมีรูปร่างเสียไปเมื่อพิจารณาจากค่า I-Unit ในรูปที่ 4.3.1 รูปที่ 4.3.3 และรูปที่ 4.3.5 เป็นการพิจารณาผลของแรงดัดที่ work roll ที่มีต่อโพรไฟล์ของแผ่นโลหะที่ขนาดต่างกัน ที่ 800 มม., 1200 มม., 1500 มม. จะพบว่าแผ่นโลหะที่มีความกว้างน้อยกว่าความยาวของลูกรีดเช่นความกว้างที่ 800 มม.. จะต้องให้แรงดัดมากกว่าในการชดเชยการเกิดการโก่งตัวของลูกรีดเพื่อควบคุมการเกิดคราวน์ของแผ่นโลหะ จากรูปที่ 4.3.1 พบว่าค่าแรงดัดที่เหมาะสมมีค่าประมาณ 70 ตัน. และจากรูปที่ 4.3.3 เมื่อแผ่นโลหะมีความกว้างเพิ่มขึ้นเป็น 1200 มม.. พบว่าค่าแรงดัดที่เหมาะสมที่ work roll มีค่าประมาณ 30 ตัน. และจากรูปที่ 4.3.5 เมื่อแผ่นโลหะมีความกว้างเป็น 1500 มม.. พบว่าค่าแรงดัดที่ต้องการใช้มีค่าน้อยลงมีค่าที่เหมาะสมประมาณ 5 ตัน. และเห็นได้ว่าแผ่นโลหะที่มีความกว้างน้อยเมื่อเทียบกับความยาวของลูกรีด จะต้องใช้แรงดัดในการชดเชยการโก่งตัวของลูกรีดมากกว่า ในขณะที่แผ่นโลหะที่มีความกว้างจะตอบสนองต่อแรงดัดมากกว่าคือ ใช้แรงดัดเพียงเล็กน้อยจะส่งผลต่อโพรไฟล์ของแผ่นโลหะได้มาก และเมื่อพิจารณารูปที่ 4.3.2 รูปที่ 4.3.4 และรูปที่ 4.3.6 ผลของแรงดัดที่ work roll ที่มีต่อค่า I-Unit ของแผ่นโลหะพบว่าเป็นในลักษณะเดียวกับผลของแรงดัดที่มีต่อโพรไฟล์ของแผ่นโลหะ เมื่อแผ่นโลหะมีความกว้างมากขึ้น. ใกล้เคียงกับความยาวของลูกรีดจะตอบสนองต่อแรงดัดได้มากกว่าคือ เมื่อมีแรงดัดเพียงเล็กน้อยจะส่งผลต่อค่า I-Unit หรือรูปร่างของแผ่นโลหะได้ดีกว่าในการรีดแผ่นโลหะที่มีขนาดความกว้างน้อยเมื่อเทียบกับความยาวของลูกรีด

ที่ความกว้าง 1200 mm

แสดงความต้องการเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแรงคัดที่ work roll

dx	x (i)	WORK ROLL BENDING FORCE (ton)				
		0	10	20	30	40
75	37.5					
50	100					
50	150					
50	200					
50	250					
50	300	0.58888	0.58915	0.58941	0.58967	0.58994
50	350	0.58946	0.5896	0.58973	0.58987	0.59
50	400	0.58971	0.58978	0.58985	0.58992	0.58998
50	450	0.58988	0.5899	0.58993	0.58995	0.58997
100	525	0.59007	0.59005	0.59003	0.59	0.58998
100	625	0.59024	0.59018	0.59012	0.59006	0.59
100	725	0.59033	0.59026	0.59018	0.5901	0.59003
200	875	0.59038	0.5903	0.59021	0.59013	0.59005
100	1025	0.59033	0.59026	0.59018	0.5901	0.59003
100	1125	0.59024	0.59018	0.59012	0.59006	0.59
100	1225	0.59007	0.59005	0.59003	0.59	0.58998
50	1300	0.58988	0.5899	0.58993	0.58995	0.58997
50	1350	0.58971	0.58978	0.58985	0.58992	0.58998
50	1400	0.58946	0.5896	0.58973	0.58987	0.59
50	1450	0.58888	0.58915	0.58941	0.58967	0.58994
50	1500					
50	1550					
50	1600					
50	1650					
75	1712.5					

ค่า I-Unit เมื่อมีแรงคัดที่ขนาดต่างๆ

	WORK ROLL BENDING FORCE (ton)				
	0	10	20	30	40
37.5					
100					
150					
200					
250					
300	228.469	175.512	122.572	69.6475	16.7392
350	140.141	106.78	73.4224	40.0674	6.7153
400	102.419	79.1465	55.8733	32.5994	9.32499
450	76.2774	59.9329	43.5868	27.239	10.8896
525	46.8	37.7171	28.6324	19.5462	10.4582
625	21.291	17.7019	14.1119	10.521	6.92925
725	7.02803	5.98005	4.93179	3.88324	2.83441
875	0	0	0	0	0
1025	7.02803	5.98005	4.93179	3.88324	2.83441
1125	21.291	17.7019	14.1119	10.521	6.92925
1225	46.8	37.7171	28.6324	19.5462	10.4582
1300	76.2774	59.9329	43.5868	27.239	10.8896
1350	102.419	79.1465	55.8733	32.5994	9.32499
1400	140.141	106.78	73.4224	40.0674	6.7153
1450	228.469	175.512	122.572	69.6475	16.7392
1500					
1550					
1600					
1650					
1712.5					

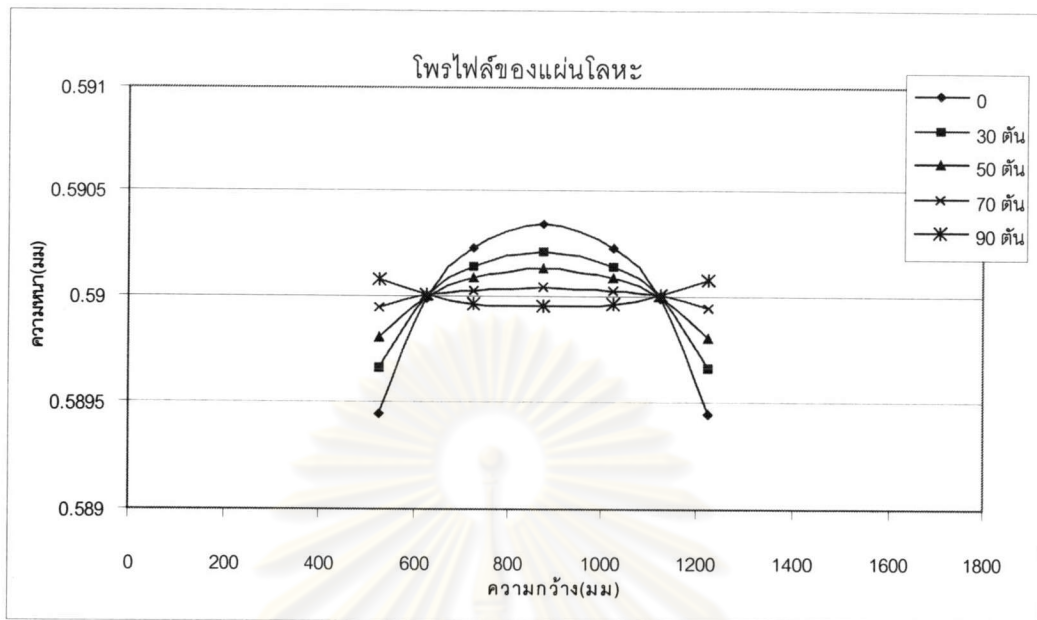
ที่ความกว้าง 1500 mm

แสดงความต้องการเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแรงคัดที่ work roll

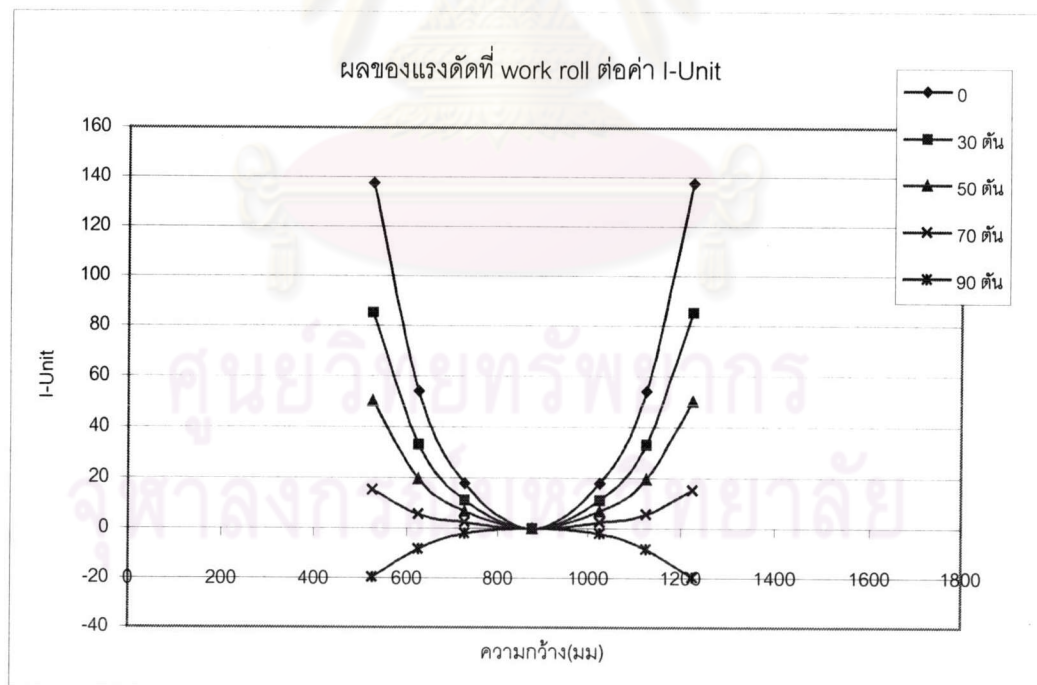
dx	x (i)	WORK ROLL BENDING FORCE (ton)				
		0	5	15		
75	37.5					
50	100					
50	150	0.58917	0.5894	0.58985		
50	200	0.5896	0.58972	0.58996		
50	235	0.58976	0.58983	0.58997		
50	260	0.58987	0.5899	0.58997		
50	300	0.58996	0.58996	0.58997		
50	350	0.59002	0.59001	0.58998		
50	425	0.59008	0.59005	0.58999		
100	525	0.59014	0.59009	0.59001		
100	625	0.59019	0.59014	0.59003		
100	725	0.59021	0.59016	0.59005		
200	875	0.59023	0.59017	0.59007		
100	1025	0.59021	0.59016	0.59005		
100	1125	0.59019	0.59014	0.59003		
100	1225	0.59014	0.59009	0.59001		
50	1325	0.59008	0.59005	0.58999		
50	1400	0.59002	0.59001	0.58998		
50	1450	0.58996	0.58996	0.58997		
50	1490	0.58987	0.5899	0.58997		
50	1515	0.58976	0.58983	0.58997		
50	1550	0.5896	0.58972	0.58996		
50	1600	0.58917	0.5894	0.58985		
50	1650					
75	1712.5					

ค่า I-Unit เมื่อมีแรงคัดขนาดต่างๆ

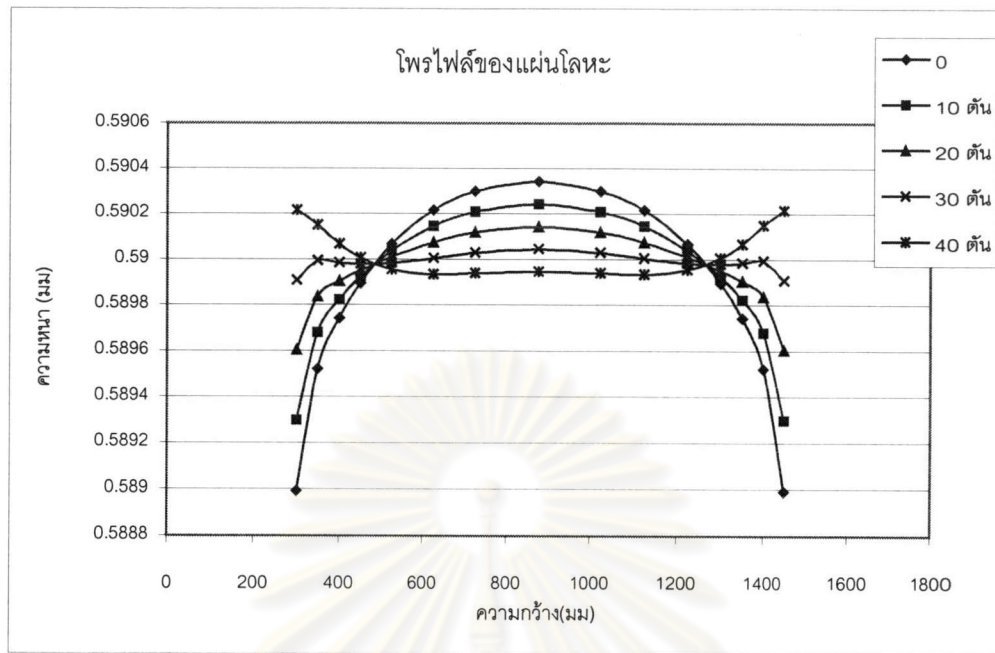
	WORK ROLL BENDING FORCE (ton)				
	0	5	15		
37.5					
100					
150	160.707	118.238	33.3347		
200	95.8937	69.1953	15.8076		
250	71.1305	52.5288	15.3269		
300	54.029	41.1518	15.396		
350	41.0982	32.3699	14.9112		
400	30.9755	25.2428	13.7755		
450	23.1815	19.5246	12.2093		
525	14.0703	12.4258	9.13619		
625	6.25382	5.85321	5.05176		
725	2.01597	1.97207	1.88424		
875	0	0	0		
1025	2.01597	1.97207	1.88424		
1125	6.25382	5.85321	5.05176		
1225	14.0703	12.4258	9.13619		
1300	23.1815	19.5246	12.2093		
1350	30.9755	25.2428	13.7755		
1400	41.0982	32.3699	14.9112		
1450	54.029	41.1518	15.396		
1500	71.1305	52.5288	15.3269		
1550	95.8937	69.1953	15.8076		
1600	160.707	118.238	33.3347		
1650					
1712.5					



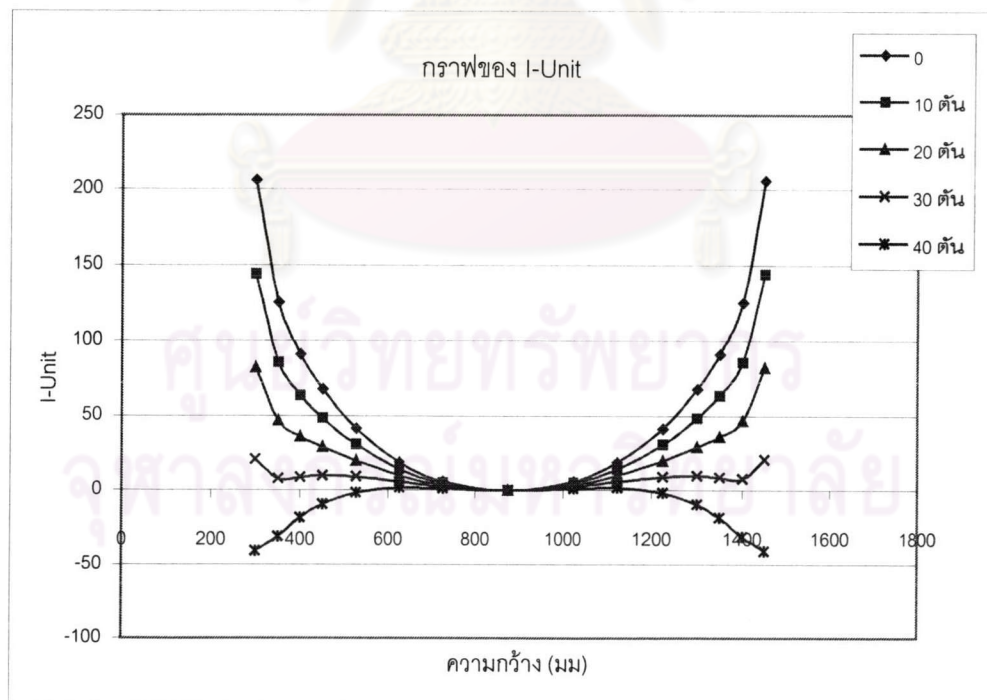
รูปที่ 4.3.1 ผลของการเปลี่ยนแปลงแรงดัดที่มีต่อโพรไฟล์ของแผ่นโลหะความกว้าง 800 มม.



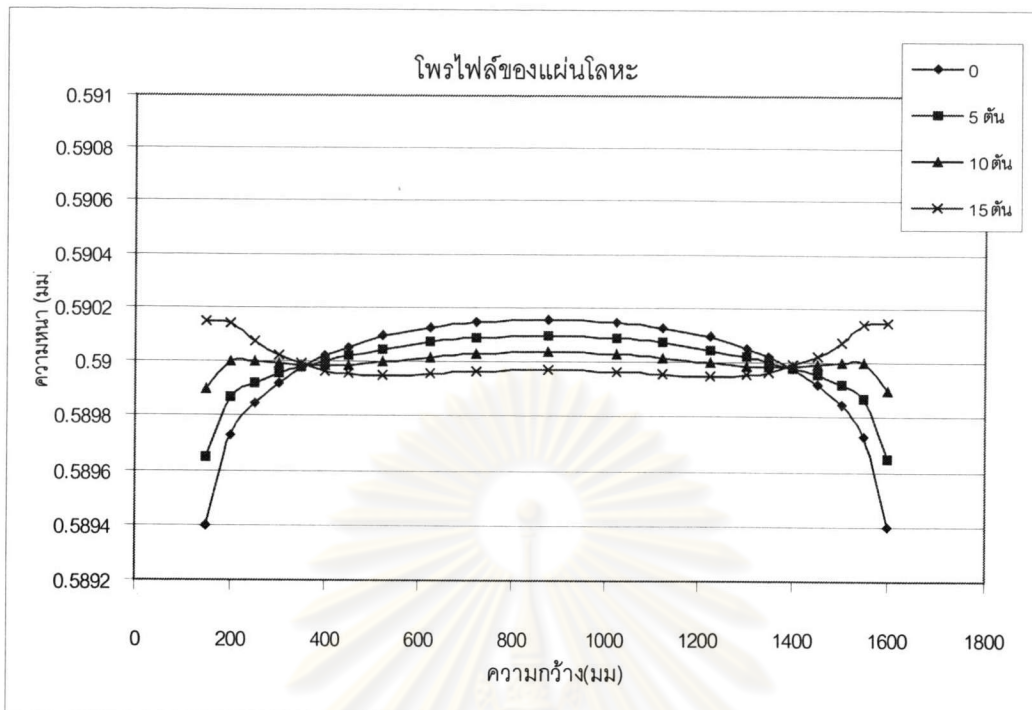
รูปที่ 4.3.2 ผลของการเปลี่ยนแปลงแรงดัดที่มีต่อค่า I-Unit ของแผ่นโลหะที่ความกว้าง 800 มม.



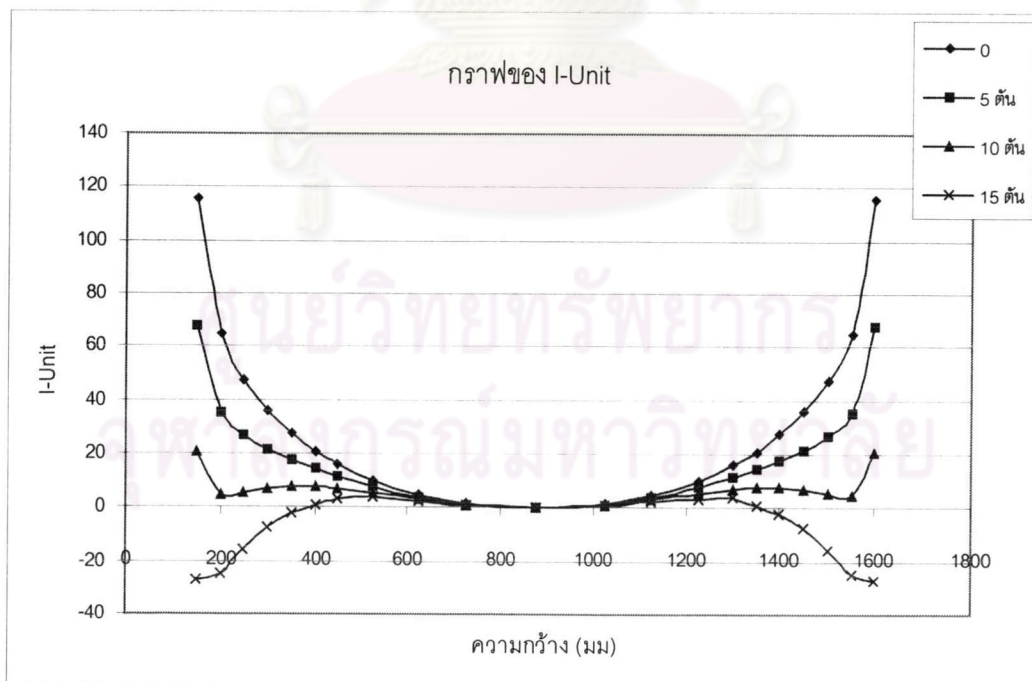
รูปที่ 4.3.3 ผลของการเปลี่ยนแปลงแรงดัดที่มีต่อโพรไฟล์ของแผ่นโลหะความกว้าง 1200 มม.



รูปที่ 4.3.4 ผลของการเปลี่ยนแปลงแรงดัดที่มีต่อค่า I-Unit ของแผ่นโลหะที่ความกว้าง 1200 มม.



รูปที่ 4.3.5 ผลของการเปลี่ยนแปลงแรงดัดที่มีต่อโพรไฟล์ของแผ่นโลหะความกว้าง 1500 มม.



รูปที่ 4.3.6 ผลของการเปลี่ยนแปลงแรงดัดที่มีต่อค่า I-Unit ของแผ่นโลหะที่ความกว้าง 1500 มม.

4.4 ผลของแรงดัดที่ Intermediate roll (Intermediate roll bending force) ต่อโพรไฟล์และรูปร่างของแผ่นโลหะ

การรีดแผ่นโลหะด้วยแท่นรีดแบบ 6 ลูกกรีด นอกจากมีการชดเชยการเกิดการโก่งตัวของลูกกรีดเพื่อลดผลของการเกิดคราบน้ำของแผ่นโลหะเนื่องจากการเกิดการโก่งตัวของลูกกรีดโดยการให้แรงดัดที่ work roll แล้ว ยังมีการออกแบบให้สามารถมีการชดเชยการเกิดการโก่งตัวของลูกกรีดโดยการให้แรงดัดที่ intermediate roll อีกทางหนึ่งด้วย จากรูปที่ 4.4.1 เมื่อใช้เงื่อนไขการรีดเดิมตามตารางการรีด โดยไม่มีการให้แรงดัดที่ work roll แต่มีการให้แรงดัดที่ intermediate roll เพื่อที่จะสังเกตผลของแรงดัดที่มีต่อโพรไฟล์ของแผ่นโลหะเมื่อมีการแปรค่าของแรงดัดตั้งแต่ 0, 30, 50, 70, และ 90 ตัน. ตามลำดับ จากรูปที่ 4.4.1 พบว่าการให้แรงดัดที่ intermediate roll นั้นมีผลต่อโพรไฟล์ของแผ่นโลหะกล่าวคือ เมื่อเพิ่มแรงดัดที่ intermediate roll พบว่าคราบน้ำที่เกิดขึ้นมีค่าลดลงตามรูป ซึ่งสาเหตุของการลดลงของคราบน้ำเมื่อมีแรงดัดเพิ่มขึ้นเนื่องจากการชดเชยการเกิดการโก่งตัวในลูกกรีด แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบผลของการให้แรงดัดที่ work roll ในรูปที่ 4.3.1 พบว่าผลของการลดลงของคราบน้ำในแผ่นโลหะเมื่อมีการให้แรงดัดที่ intermediate roll นั้นมีผลต่อการลดลงของคราบน้ำน้อยกว่าการให้แรงดัดที่ work roll โดยตรง จากรูปที่ 4.3.1 และรูปที่ 4.4.1 เมื่อมีการให้แรงดัดที่ลูกกรีดในขนาดที่เท่ากัน ที่ intermediate roll จะต้องให้แรงดัดที่มากกว่าเพื่อได้ผลในการเปลี่ยนแปลงโพรไฟล์ของแผ่นโลหะ จากรูปที่ 4.3.1 เมื่อให้แรงดัดที่ work roll ประมาณ 70 ตัน. ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมที่ทำให้คราบน้ำของแผ่นโลหะเกิดขึ้นน้อยเมื่อให้แรงดัดที่ work roll เพียงอย่างเดียว แต่เมื่อพิจารณาในรูปที่ 4.4.1 พบว่าเมื่อมีการให้แรงดัด 70 ตัน. หรือมากกว่านั้นที่ intermediate roll สังเกตได้ว่า ผลของแรงดัดที่มีต่อโพรไฟล์ของแผ่นโลหะไม่มากเท่ากับผลที่เกิดขึ้นในการให้แรงดัดที่ work roll สามารถพิจารณาเปรียบเทียบได้ในรูปที่ 4.4.2 จะพบว่า เมื่อให้แรงดัดที่ intermediate roll และ work roll เท่ากันคือ 70 ตัน. พบว่าผลของแรงดัดที่ให้กับ work roll มีมากกว่าผลของแรงดัดที่ให้กับ intermediate roll ซึ่งต้องให้แรงดัดถึง 130 ตัน. ที่ intermediate roll เพื่อลดการเกิดคราบน้ำของแผ่นโลหะ สาเหตุที่ผลของแรงดัดที่ให้กับ intermediate roll มีผลน้อยกว่าแรงดัดที่ให้กับ work roll เพราะการที่ work roll นั้นสัมผัสอยู่กับแผ่นโลหะโดยตรงเมื่อมีแรงที่มากกระทำกับ work roll ย่อมส่งผลถึงแผ่นโลหะโดยตรง แต่ในกรณีของ intermediate roll นั้น จะต้องใช้แรงมากกว่าเนื่องจากจะต้องใช้แรงเพื่อทำให้ work roll นั้นเกิดการโก่งตัวด้วย จึงต้องใช้แรงมากกว่าเพื่อชดเชยการเกิดการโก่งตัวของลูกกรีด และเมื่อพิจารณาผลของการให้แรงดัดที่ intermediate roll ที่มีต่อโพรไฟล์ของแผ่นโลหะเมื่อแผ่นโลหะมีความกว้างต่างๆกัน (ที่ความกว้าง 800, 1200, และ 1500 มม.) จากรูปที่ 4.4.3 และรูปที่ 4.4.4 พบว่าเมื่อแผ่นโลหะมีความกว้างเพิ่ม

มากขึ้นแรงดัดที่ต้องการมีค่าน้อยลง แต่ค่าของแรงดัดที่เหมาะสมนั้นมีความมากกว่ากรณีที่ให้แรงดัดที่ work roll และจากรูปที่ 4.4.5, 4.4.6 และรูปที่ 4.4.7 แสดงผลของการเปลี่ยนแปลง Intermediate roll bender ที่มีต่อค่า I-Unit ของแผ่นโลหะที่มีขนาดความกว้าง 800, 1200, และ 1500 มม. พบว่าเมื่อแผ่นโลหะมีความยาวเพิ่มขึ้น แรงที่ใช้ในการดัดที่ intermediate roll เพื่อให้แผ่นโลหะมีความเรียบในช่วงของ edge drop zones มีค่าที่ยอมรับได้นั้น(ค่า I-Unit ประมาณ 20) มีค่าลดลงคือ เมื่อแผ่นโลหะมีความกว้างเพิ่มมากขึ้นแรงดัดที่ใช้จะมีค่าลดลง จากรูปที่ 4.4.5 แผ่นโลหะที่ความกว้าง 800 มม. ต้องการแรงดัดที่เหมาะสมมากกว่า 90 ตัน. เมื่อโลหะมีความกว้างเพิ่มขึ้นเป็น 1200 มม. ในรูปที่ 4.4.6 ค่าแรงดัดที่เหมาะสมประมาณ 60 ตัน. และเมื่อแผ่นโลหะมีความกว้าง 1500 มม. ในรูปที่ 4.4.7 ค่าของแรงดัดที่เหมาะสมประมาณ 20 ตัน. ตามลำดับ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทิศทางกว้าง 1200 mm

แสดงคานาหนาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแรงดัดที่ Intermediate ro

dx	x (i)	IMR BENDING FORCE (ton)			
		0	30	60	90
75	37.5				
50	100				
50	150				
50	200				
50	250				
50	300	0.58888	0.58922	0.58955	0.58988
50	350	0.58946	0.58965	0.58985	0.59004
50	400	0.58971	0.58982	0.58994	0.59005
50	450	0.58988	0.58994	0.58999	0.59005
100	525	0.59007	0.59006	0.59004	0.59003
100	625	0.59024	0.59016	0.59008	0.59
100	725	0.59033	0.59022	0.5901	0.58998
200	875	0.59038	0.59024	0.59011	0.58997
100	1025	0.59033	0.59022	0.5901	0.58998
100	1125	0.59024	0.59016	0.59008	0.59
100	1225	0.59007	0.59006	0.59004	0.59003
50	1300	0.58988	0.58994	0.58999	0.59005
50	1350	0.58971	0.58982	0.58994	0.59005
50	1400	0.58946	0.58965	0.58985	0.59004
50	1450	0.58888	0.58922	0.58955	0.58988
50	1500				
50	1550				
50	1600				
50	1650				
75	1712.5				

ค่า I-Unit เมื่อมีแรงดัดที่ขนาดต่างๆ

	IMR BENDING FORCE (ton)			
	0	30	60	90
37.5				
100				
150				
200				
250				
300	228.469	156.821	85.1967	13.5963
350	140.141	90.1223	40.1083	-9.9011
400	102.419	64.2211	26.0216	-12.179
450	76.2774	46.9983	17.7152	-11.572
525	46.8	28.2765	9.74827	-8.7847
625	21.291	12.6011	3.90802	-4.7882
725	7.02803	4.10742	1.18557	-1.7376
875	0	0	0	0
1025	7.02803	4.10742	1.18557	-1.7376
1125	21.291	12.6011	3.90802	-4.7882
1225	46.8	28.2765	9.74827	-8.7847
1300	76.2774	46.9983	17.7152	-11.572
1350	102.419	64.2211	26.0216	-12.179
1400	140.141	90.1223	40.1083	-9.9011
1450	228.469	156.821	85.1967	13.5963
1500				
1550				
1600				
1650				
1712.5				

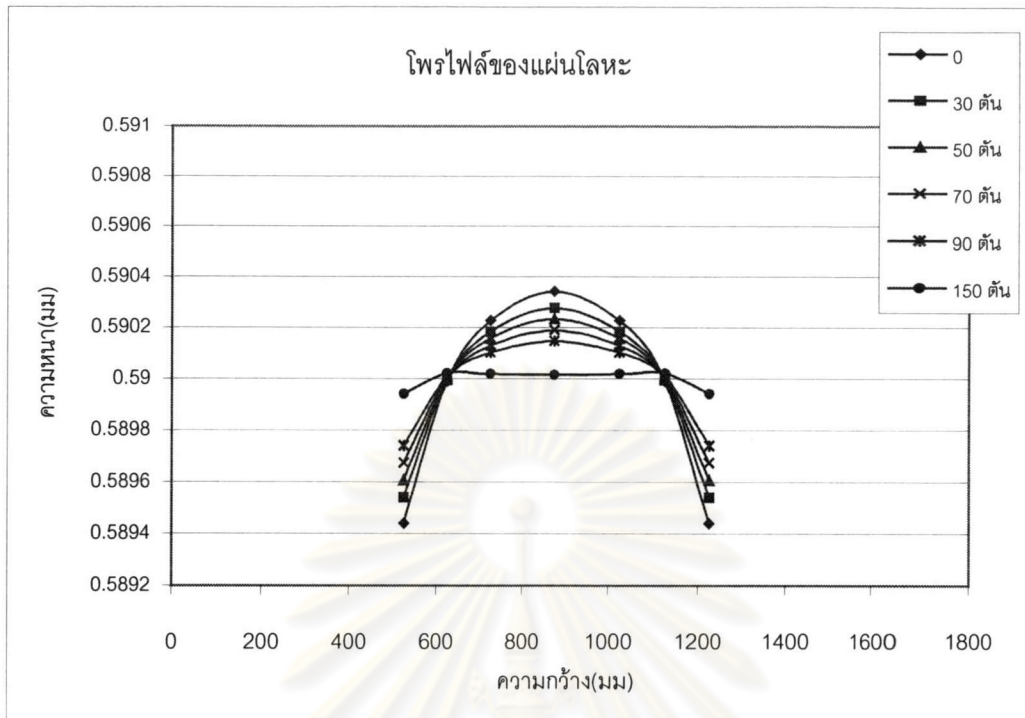
ทิศทางกว้าง 1500 mm

แสดงคานาหนาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแรงดัดที่ Intermediate ro

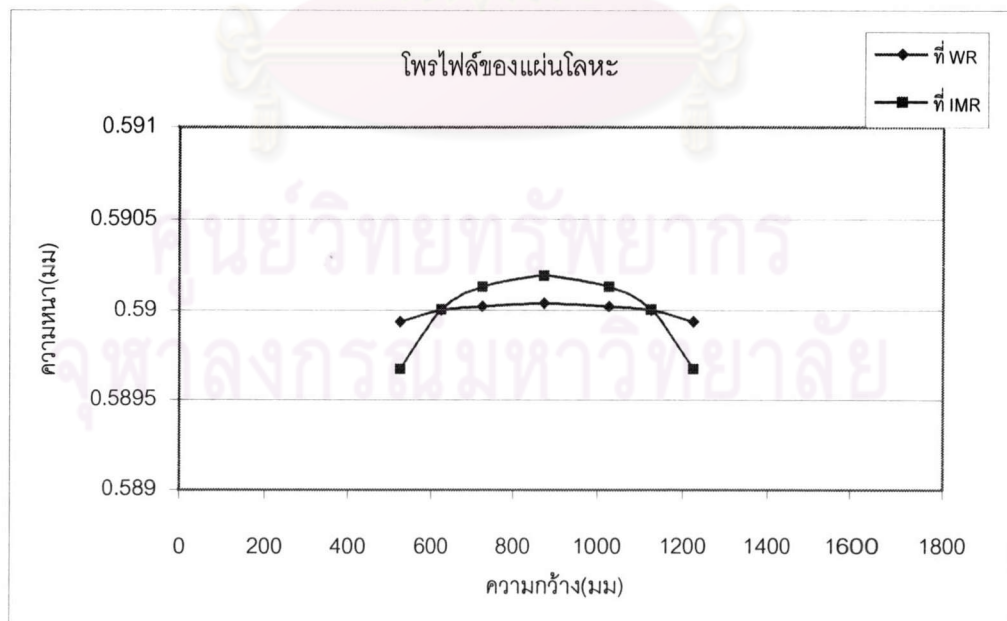
dx	x (i)	IMR BENDING FORCE (ton)		
		0	20	40
75	37.5			
50	100			
50	150	0.58917	0.58946	0.58975
50	200	0.5896	0.58978	0.58997
50	235	0.58976	0.58989	0.59002
50	260	0.58987	0.58996	0.59004
50	300	0.58996	0.59	0.59004
50	350	0.59002	0.59003	0.59004
50	425	0.59008	0.59006	0.59004
100	525	0.59014	0.59008	0.59003
100	625	0.59019	0.5901	0.59002
100	725	0.59021	0.59011	0.59
200	875	0.59023	0.59011	0.59
100	1025	0.59021	0.59011	0.59
100	1125	0.59019	0.5901	0.59002
100	1225	0.59014	0.59008	0.59003
50	1325	0.59008	0.59006	0.59004
50	1400	0.59002	0.59003	0.59004
50	1450	0.58996	0.59	0.59004
50	1490	0.58987	0.58996	0.59004
50	1515	0.58976	0.58989	0.59002
50	1550	0.5896	0.58978	0.58997
50	1600	0.58917	0.58946	0.58975
50	1650			
75	1712.5			

ค่า I-Unit เมื่อมีแรงดัดขนาดต่างๆ

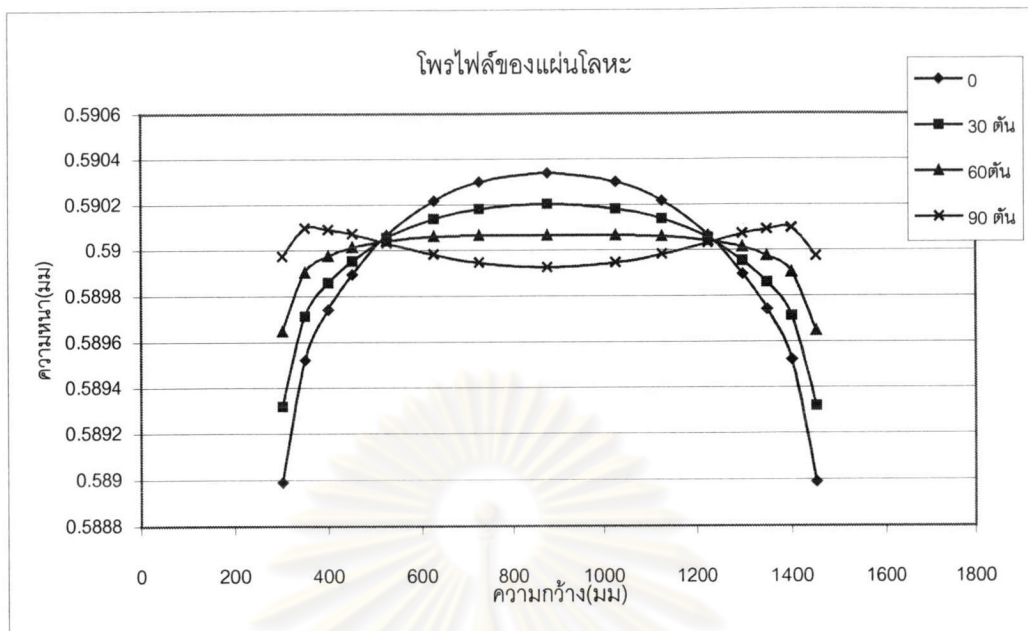
	IMR BENDING FORCE (ton)		
	0	20	40
37.5			
100			
150	160.707	98.9638	37.2383
200	95.8937	50.0413	4.19434
250	71.1305	33.9527	-3.2242
300	54.029	23.8607	-6.3094
350	41.0982	16.8671	-7.3669
400	30.9755	11.8071	-7.3648
450	23.1815	8.20317	-6.7785
525	14.0703	4.42908	-5.2148
625	6.25382	1.66304	-2.9293
725	2.01597	0.46201	-1.0925
875	0	0	0
1025	2.01597	0.46201	-1.0925
1125	6.25382	1.66304	-2.9293
1225	14.0703	4.42908	-5.2148
1300	23.1815	8.20317	-6.7785
1350	30.9755	11.8071	-7.3648
1400	41.0982	16.8671	-7.3669
1450	54.029	23.8607	-6.3094
1500	71.1305	33.9527	-3.2242
1550	95.8937	50.0413	4.19434
1600	160.707	98.9638	37.2383
1650			
1712.5			



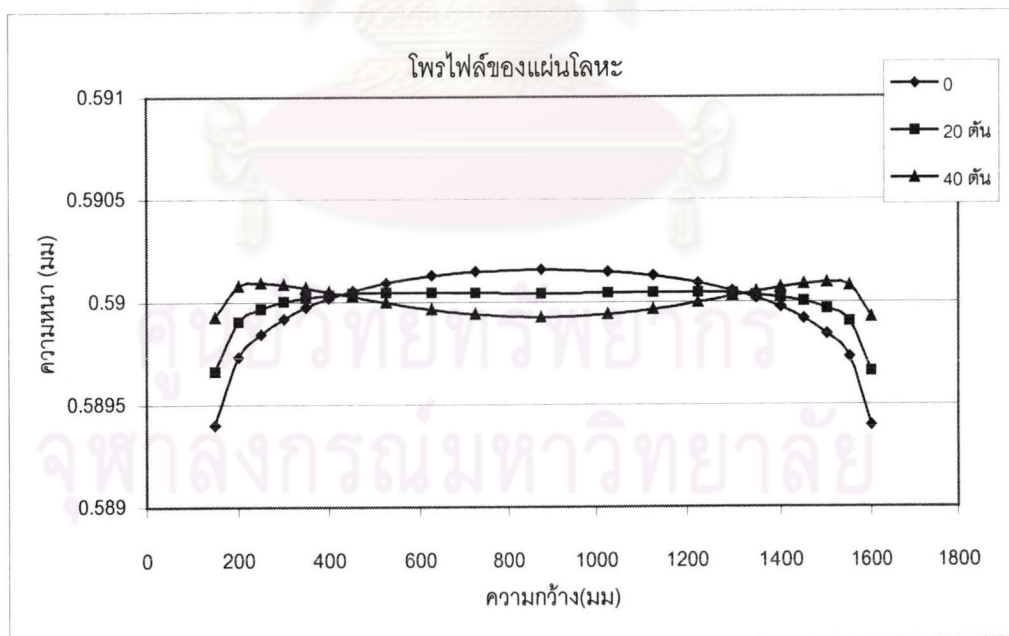
รูปที่ 4.4.1 ผลของการเปลี่ยนแปลงแรงดัดที่ Intermediate roll ต่อโพรไฟล์ของแผ่นโลหะที่ความกว้าง 800 มม..



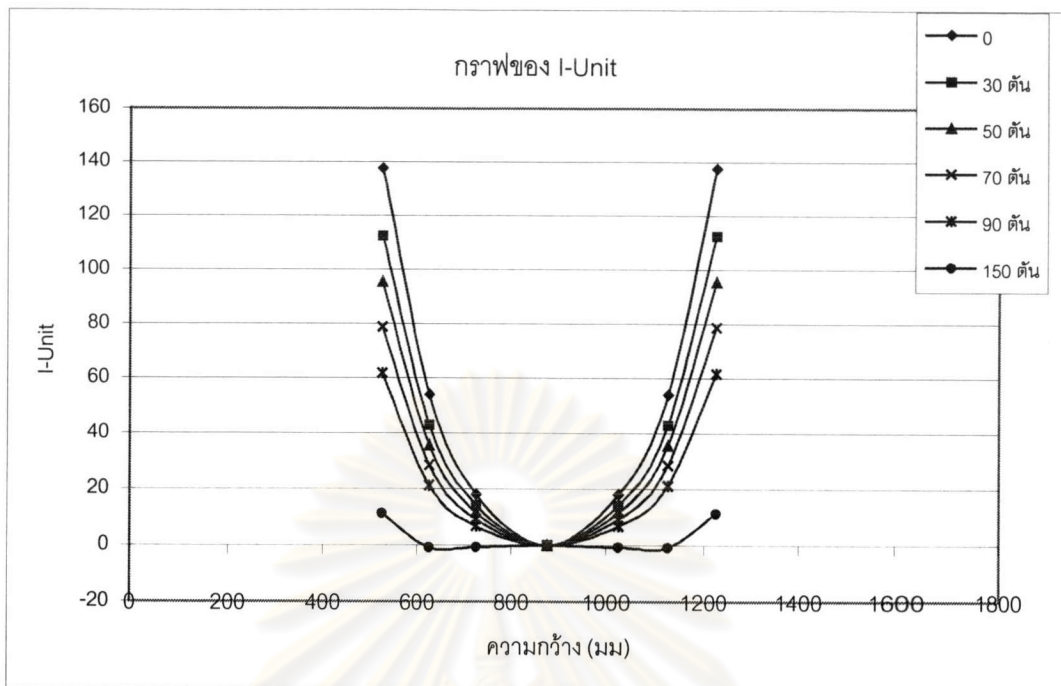
รูปที่ 4.4.2 เปรียบเทียบผลของแรงดัดที่มีต่อโพรไฟล์ของแผ่นโลหะที่ความกว้าง 800 มม. เมื่อมีการให้แรงดัดที่ work roll และ intermediate roll ขนาด 70 ตัน.



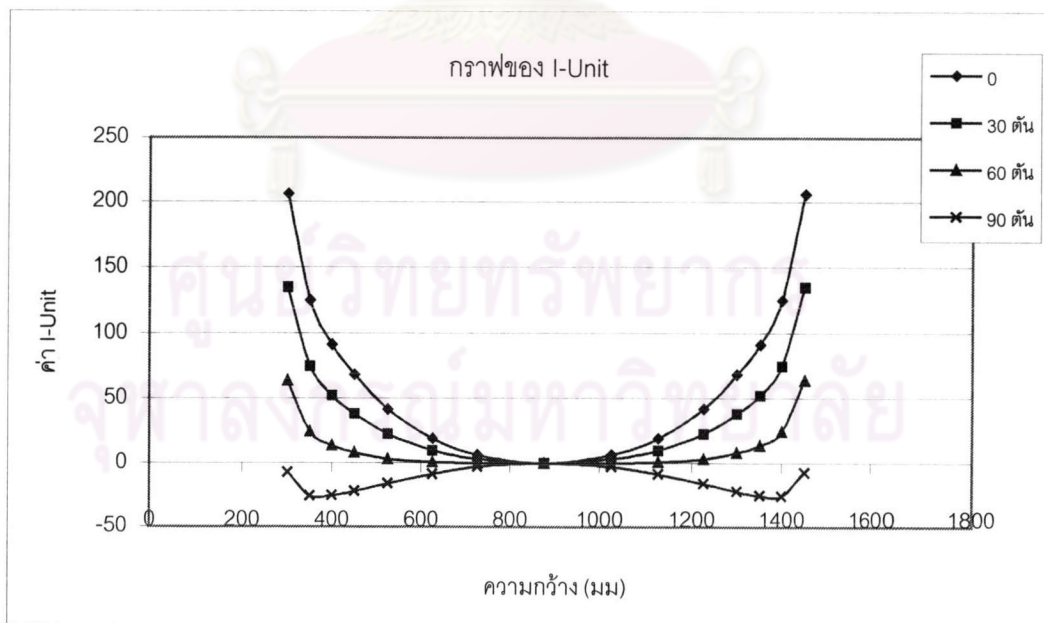
รูปที่ 4.4.3 ผลของการเปลี่ยนแปลงแรงดัดที่ Intermediate roll ต่อโพรไฟล์ของแผ่นโลหะที่ ความกว้าง 1200 มม..



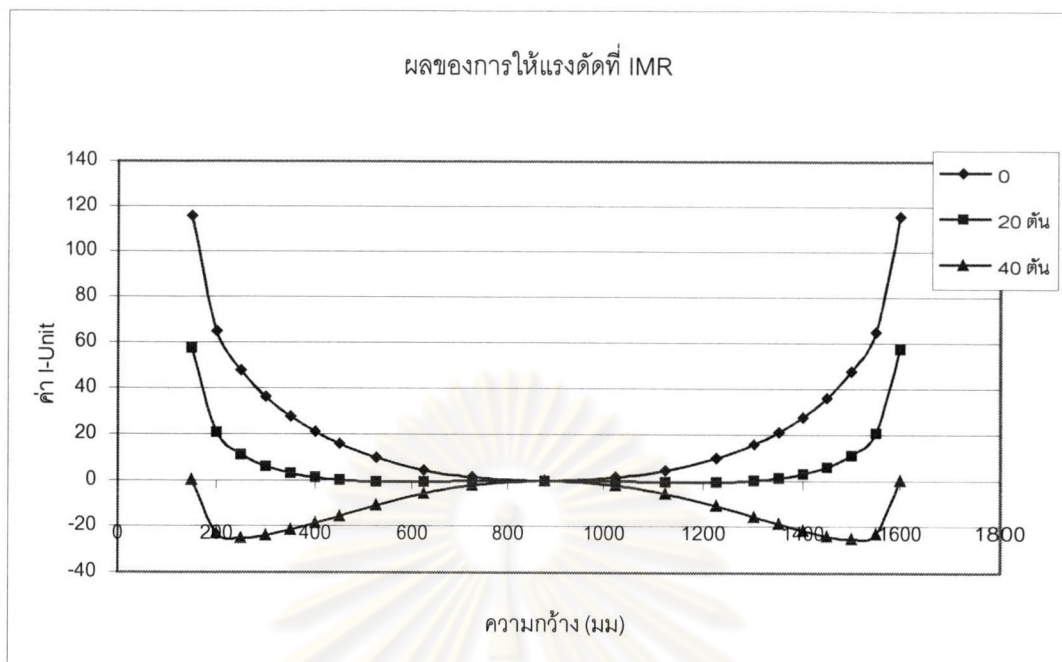
รูปที่ 4.4.4 ผลของการเปลี่ยนแปลงแรงดัดที่ Intermediate roll ต่อโพรไฟล์ของแผ่นโลหะที่ ความกว้าง 1500 มม.



รูปที่ 4.4.5 ผลของการเปลี่ยนแปลงแรงดัดที่ Intermediate roll ต่อค่า I-Unit ของแผ่นโลหะที่ความกว้าง 800 มม.



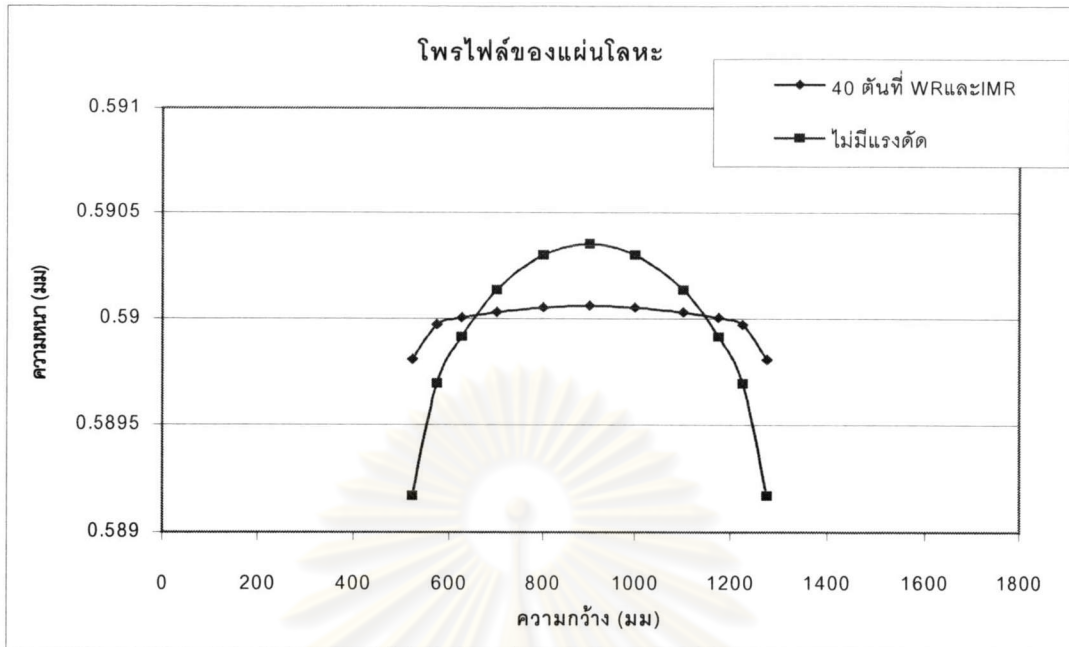
รูปที่ 4.4.6 ผลของการเปลี่ยนแปลงแรงดัดที่ Intermediate roll ต่อค่า I-Unit ของแผ่นโลหะที่ความกว้าง 1200 มม.



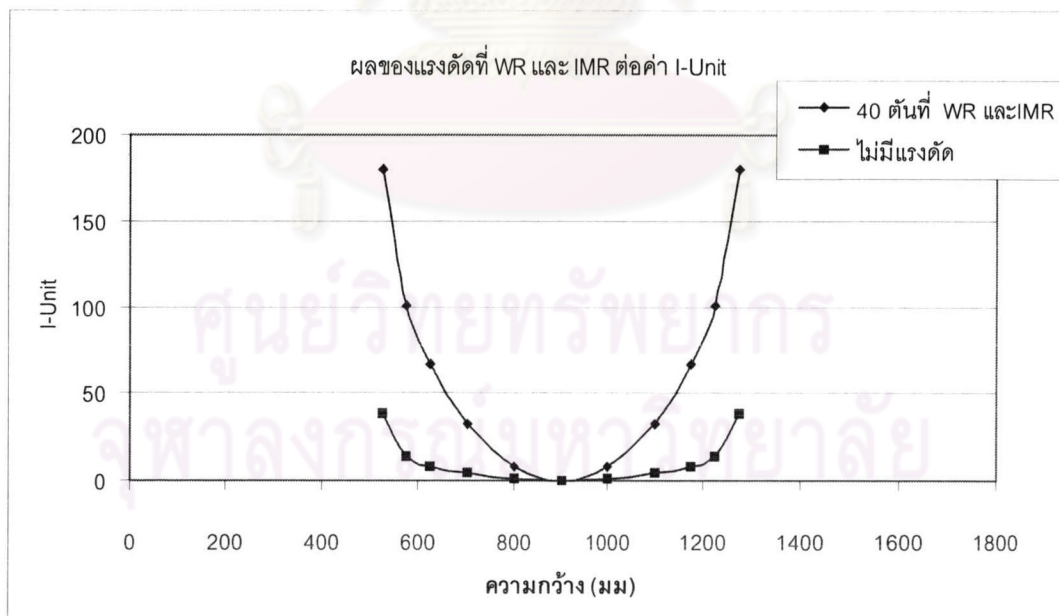
รูปที่ 4.4.7 ผลของการเปลี่ยนแปลงแรงดัดที่ Intermediate roll ต่อค่า I-Unit ของแผ่นโลหะที่ความกว้าง 1500 มม.

4.5 ผลของแรงดัดที่ Work roll และ Intermediate roll ต่อโพรไฟล์และรูปร่างของแผ่นโลหะ

เป็นการพิจารณาถึงผลของการให้แรงดัดที่ work roll และ intermediate roll ในการควบคุมโพรไฟล์และรูปร่างของแผ่นโลหะ จากเงื่อนไขข้อมูลในตารางการรีด เมื่อเงื่อนไขอื่นในการรีดมีค่าคงเดิมแต่มีการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดัดที่ work roll และ intermediate roll เป็น 40 ตัน. เพื่อพิจารณาผลที่มีต่อโพรไฟล์และรูปร่างของแผ่นโลหะเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าแรงดัดที่ work roll และ intermediate roll ร่วมกัน เมื่อพิจารณารูปผลของการเปลี่ยนแปลง work roll bender ที่มีต่อโพรไฟล์และรูปร่างของแผ่นโลหะที่ความกว้าง 800 มม. ในรูปที่ 4.3.1 และ 4.3.2 ค่าแรงดัดที่เหมาะสมในการรีดมีค่าประมาณ 70 ตัน. และจากรูปที่ 4.4.1 ค่าแรงดัดที่เหมาะสมที่ intermediate roll มีค่าประมาณ 130 ตัน. จากรูปที่ 4.5.1 เมื่อให้แรงดัดขนาด 40 ตัน. ที่ work roll และที่ intermediate roll เปรียบเทียบกับการไม่ให้แรงดัดที่ลูกรีดทั้งสอง พบว่าเมื่อมีการให้แรงดัดลูกรีดทั้งสองแผ่นโลหะเกิดคราบน้ำน้อยลงและเมื่อสังเกตที่บริเวณขอบของแผ่นโลหะหรือบริเวณการเกิดการลดความหนาอย่างมากที่ขอบ (edge drop zones) มีค่าลดลง เกิด edge drop น้อยลง และแผ่นโลหะมีความหนาสม่ำเสมอขึ้นโดยแรงดัดที่ให้กับลูกรีดทั้งสองมีค่าน้อยลงกว่าการที่ให้แรงดัดที่ work roll หรือ intermediate roll เพียงอย่างเดียว ซึ่งการให้แรงดัดที่ลูกรีดทั้งสองทำให้ไม่ต้องใช้แรงดัดที่มากกับลูกรีดตัวใดตัวหนึ่งเพราะการให้แรงดัดจะต้องคำนึงผลที่เกิดขึ้นกับลูกรีดเพราะทั้ง work roll และ intermediate roll นั้นมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางที่เล็กกว่า backup roll โดยเฉพาะที่ intermediate roll ต้องใช้แรงดัดมากกว่าที่ work roll เพื่อที่จะลดการเกิดคราบน้ำของแผ่นโลหะ ดังนั้นต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของลูกรีด และความแข็งแรงบริเวณส่วนคอ (neck) ของลูกรีดเพราะถ้าให้แรงดัดกับลูกรีดมากเกินไปอาจจะทำให้เกิดความเสียหายจากการดัดขึ้นกับลูกรีดได้ ดังนั้นการให้แรงดัดที่ทั้ง work roll และ intermediate roll ร่วมกัน ทำให้ลดภาระจากการดัดที่ลูกรีดตัวใดตัวหนึ่งมากเกินไป และในทางปฏิบัติการให้แรงดัดน้อยย่อมทำได้ง่ายกว่าการให้แรงดัดขนาดมากที่ลูกรีดตัวใดตัวหนึ่ง ซึ่งการทำแบบจำลองสามารถทำนายถึงค่าแรงดัดที่เหมาะสมที่ให้กับ intermediate roll และ work roll ในการรีดแต่ละเงื่อนไขที่แตกต่างกันได้ ในรูปที่ 4.5.2 เมื่อพิจารณาค่า I-unit พบว่าเมื่อมีการให้แรงดัดขนาด 40 ตัน. ที่ intermediate roll และที่ work roll ทำให้ค่า I-unit ของแผ่นโลหะบริเวณ edge drop ลดลงอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ (ค่าของ I-unit ประมาณ 20)



รูปที่ 4.5.1 ผลของการให้แรงดัดที่ work roll และ intermediate roll ต่อโพรไฟล์ของแผ่นโลหะที่ความกว้าง 800 มม.

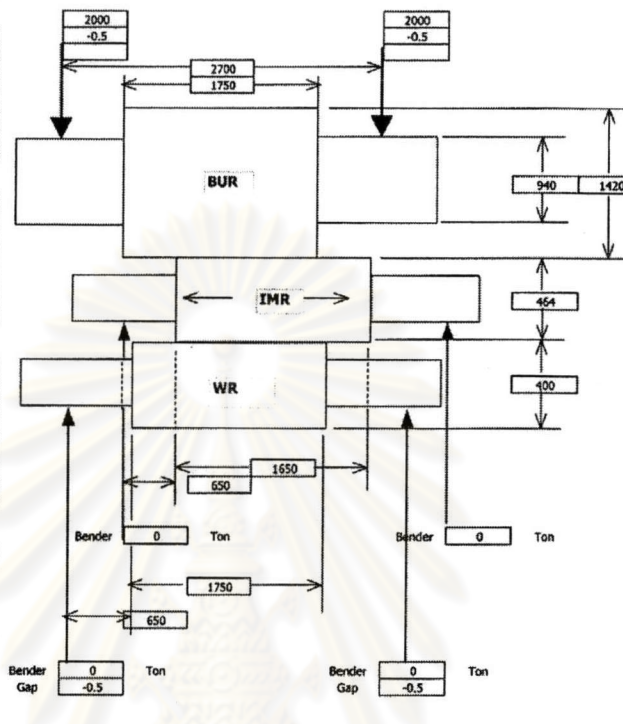


รูปที่ 4.5.2 ผลของการให้แรงดัดที่ work roll และ intermediate roll ต่อรูปร่างของแผ่นโลหะที่ความกว้าง 800 มม.

4.6 ผลของ Intermediate roll shifting ต่อโพรไฟล์และรูปร่างของแผ่นโลหะ

รูปที่ 4.6.1 แสดงผลของการเลื่อนของ intermediate roll ที่ระยะ 200, 400, 500, และ 600 มม. เมื่อทำการรีดแผ่นโลหะกว้าง 800 มม. โดยมีเงื่อนไขการรีดตามตารางการรีด พบว่าเมื่อมีการเพิ่มระยะการเลื่อนของ intermediate roll โดยเฉพาะเมื่อระยะการเลื่อนมีค่าประมาณ 500 มม. แผ่นโลหะเกิดคราวน์และ edge drop น้อยลงเมื่อเทียบกับระยะการเลื่อนที่ 200 และ 400 มม. แต่เมื่อเพิ่มระยะการเลื่อนเป็น 600 มม. แผ่นโลหะเริ่มเกิดคราวน์และ edge drop มากขึ้น และเมื่อพิจารณาค่า I-Unit ในรูปที่ 4.6.2 ร่วมกับการพิจารณาโพรไฟล์ของแผ่นโลหะพบว่าระยะเลื่อนที่เหมาะสมภายใต้เงื่อนไขการรีดตามตารางการรีดมีค่าประมาณ 500 มม. ในรูปที่ 4.6.3 และรูปที่ 4.6.4 เมื่อแผ่นโลหะมีความกว้าง 1200 มม. โดยมีระยะการเลื่อนของ intermediate roll เป็นระยะ 200, 300, 400, และ 500 มม. ตามลำดับ พบว่าเมื่อระยะการเลื่อนของ intermediate roll เพิ่มขึ้นค่าคราวน์และ edge drop ของแผ่นโลหะมีแนวโน้มที่ลดลง และในรูปที่ 4.6.4 ค่า I-Unit มีค่าลดลงเมื่อเพิ่มระยะการเลื่อน intermediate roll จากรูปที่ 4.6.3 และ 4.6.4 ระยะที่เหมาะสมมีค่าประมาณ 300 มม. แต่ไม่ควรเกิน 400 มม. เพราะเมื่อระยะเลื่อน มากกว่า 400 มม. แผ่นโลหะเริ่มเกิดคราวน์ edge drop และ ค่า I-Unit เพิ่มมากขึ้น สังเกตได้ว่าเมื่อแผ่นโลหะมีความกว้างมากขึ้นระยะการเลื่อนของ intermediate roll นั้นมีค่าลดลงเมื่อแผ่นโลหะกว้าง 800 มม. ระยะการเลื่อนที่เหมาะสมประมาณ 500 มม. และเมื่อแผ่นโลหะกว้าง 1200 มม. ระยะที่เหมาะสมประมาณ 300 มม. รูปที่ 4.6.5 และรูปที่ 4.6.6 เมื่อแผ่นโลหะมีความกว้าง 1500 มม. โดยมีระยะการเลื่อนของ intermediate roll เป็น 100, 200, และ 300 มม. ตามลำดับพบว่าเมื่อระยะการเลื่อนเพิ่มขึ้นค่าคราวน์ edge drop และค่าของ I-Unit ลดลง แต่จากรูปที่ 4.6.5 และรูป 4.6.6 จะพบว่าระยะการเลื่อนที่เหมาะสมตามเงื่อนไขการรีดประมาณ 200 มม. เมื่อมีการเพิ่มระยะการเลื่อนเป็น 300 มม. แผ่นโลหะเกิดคราวน์ edge drop และ ค่า I-Unit เพิ่มมากขึ้น จะสังเกตได้ว่าระยะการเลื่อน intermediate ที่เหมาะสมมีค่า 200 มม. ซึ่งน้อยกว่ากรณีที่แผ่นโลหะมีความกว้าง 800 และ 1200 มม.

Back up Roll	
Young modulus of BUR	21700
BUR-Crown / dia	0
Intermediate Roll	
Young Modulus of IMR	21700
IMR-Crown/dia	0
IMR-Taper / dia (Left)	0
IMR-Taper / dia (Right)	0
IMR-Flat Length (Left)	0
IMR-Flat Length (Right)	0
IMR-Taper Length (Left)	0
IMR-Taper Length (Right)	0
Work Roll	
Young Modulus of WR	21700
WR-Crown/dia	0
WR-Taper / dia (Left)	0
WR-Taper / dia (Right)	0
WR-Flat Length (Left)	0
WR-Flat Length (Right)	0
WR-Taper Length (Left)	0
WR-Taper Length (Right)	0
Strip	
Young Modulus	21700
Width	Change
Initial Thickness	2.74
Inlet Thickness	0.64
Outlet Thickness	0.59
Center Crown	0
Edge Drop	0
Edge Drop Length	0
Shape Change Coefficient	0.9
Operation	
Friction Coefficient	0.13
Rolling Force	500
Shift Length	
IMR Shift Length	0
WR Shift Length	0
Strip Shift Length	0
Length of Contact	
BUR-IMR	
IMR-WR	



Work roll Division Information	
dx	
1	75
2	50
3	50
4	50
5	50
6	50
7	50
8	50
9	50
10	100
11	100
12	100
13	200
14	100
15	100
16	100
17	50
18	50
19	50
20	50
21	50
22	50
23	50
24	50
25	75

ที่ความกว้าง 800 mm

แสดงความหนาเมื่อ Intermediate roll shifting

ค่า I-Unit เมื่อมีการ shift ของ Intermediate roll ที่รวม

dx	x (i)	IMR SHIFTING DISTANCE (mm)				
		0	200	400	500	600
75	37.5					
50	100					
50	150					
50	200					
50	235					
50	260					
50	300					
50	350					
50	425					
100	525	0.58943	0.58948	0.58967	0.58986	0.59011
100	625	0.58999	0.58999	0.59	0.59002	0.59004
100	725	0.59023	0.59021	0.59013	0.59006	0.58995
200	875	0.59035	0.59032	0.5902	0.59007	0.58989
100	1025	0.59023	0.59021	0.59013	0.59006	0.58995
100	1125	0.58999	0.58999	0.59	0.59002	0.59004
100	1225	0.58943	0.58948	0.58967	0.58986	0.59011
50	1325					
50	1400					
50	1450					
50	1490					
50	1515					
50	1550					
50	1600					
50	1650					
75	1712.5					

dx	IMR SHIFTING DISTANCE (mm)				
	0	200	400	500	600
37.5					
100					
150					
200					
235					
260					
300					
350					
425					
525	140.849	127.243	80.5723	33.0922	-33.2143
625	55.4781	49.6966	29.5577	8.7785	-22.9212
725	18.4437	16.4534	9.76616	2.63482	-8.22794
875	0	0	0	0	0
1025	18.4437	16.4534	9.76616	2.63482	-8.22794
1125	55.4781	49.6966	29.5577	8.7785	-22.9212
1225	140.849	127.243	80.5723	33.0922	-33.2143
1325					
1400					
1450					
1490					
1515					
1550					
1600					
1650					
1712.5					

ที่ความกว้าง 1200 mm

แสดงความหนาเมื่อมีการ Intermediate roll shifting

dx	x (i)	IMR SHIFTING DISTANCE (mm)				
		0	200	300	400	500
75	37.5					
50	100					
50	150					
50	200					
50	250					
50	300	0.58888	0.58923	0.58957	0.58999	0.59045
50	350	0.58946	0.58966	0.58984	0.59012	0.59042
50	400	0.58971	0.58982	0.58993	0.5901	0.59033
50	450	0.58988	0.58993	0.58998	0.59007	0.59022
100	525	0.59007	0.59005	0.59004	0.59002	0.59004
100	625	0.59024	0.59016	0.59008	0.58997	0.58985
100	725	0.59033	0.59022	0.59011	0.58994	0.58973
200	875	0.59038	0.59025	0.59012	0.58993	0.58967
100	1025	0.59033	0.59022	0.59011	0.58994	0.58973
100	1125	0.59024	0.59016	0.59008	0.58997	0.58985
100	1225	0.59007	0.59005	0.59004	0.59002	0.59004
50	1300	0.58988	0.58993	0.58998	0.59007	0.59022
50	1350	0.58971	0.58982	0.58993	0.5901	0.59033
50	1400	0.58946	0.58966	0.58984	0.59012	0.59042
50	1450	0.58888	0.58923	0.58957	0.58999	0.59045
50	1500					
50	1550					
50	1600					
50	1650					
75	1712.5					

ค่า I-Unit เมื่อมีการ shift ของ Intermediate roll ที่ระยะห่าง

	IMR SHIFTING DISTANCE (mm)				
	0	200	300	400	500
37.5					
100					
150					
200					
250					
300	228.469	155.246	84.2217	-9.14423	-118.718
350	140.141	90.5674	41.6527	-28.5924	-114.082
400	102.419	65.5334	28.5913	-26.4839	-99.7039
450	76.2774	48.6745	20.6174	-21.4047	-83.8571
525	46.8	29.92	12.4035	-14.1855	-55.7541
625	21.291	13.7058	5.61134	-6.94977	-26.9342
725	7.02803	4.54029	1.85059	-2.3253	-9.33474
875	0	0	0	0	0
1025	7.02803	4.54029	1.85059	-2.3253	-9.33474
1125	21.291	13.7058	5.61134	-6.94977	-26.9342
1225	46.8	29.92	12.4035	-14.1855	-55.7541
1300	76.2774	48.6745	20.6174	-21.4047	-83.8571
1350	102.419	65.5334	28.5913	-26.4839	-99.7039
1400	140.141	90.5674	41.6527	-28.5924	-114.082
1450	228.469	155.246	84.2217	-9.14423	-118.718
1500					
1550					
1600					
1650					
1712.5					

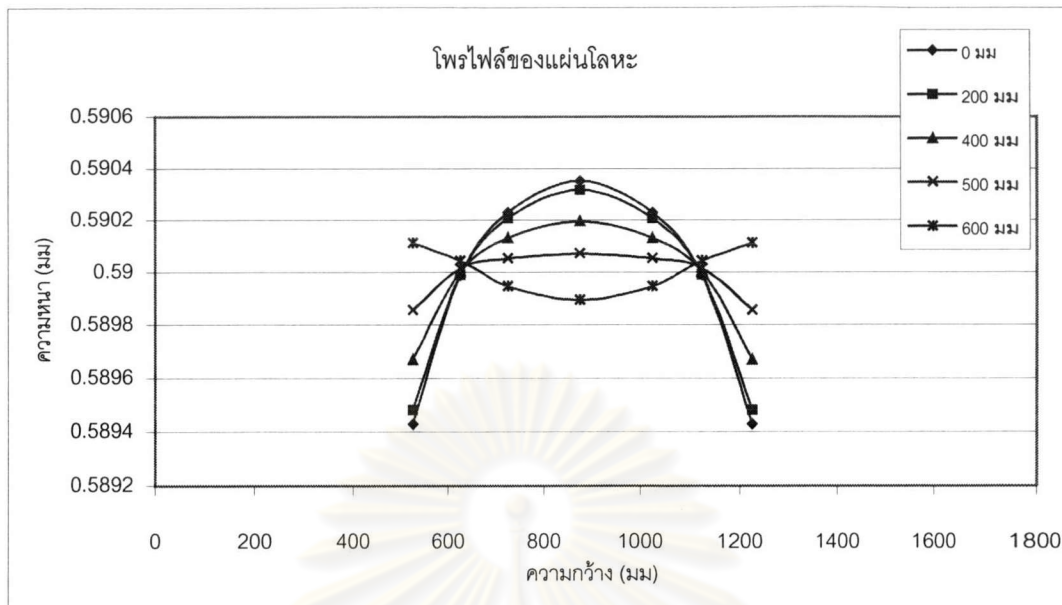
ที่ความกว้าง 1500 mm

แสดงความหนาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงแรงคัตที่ Intermediate rc

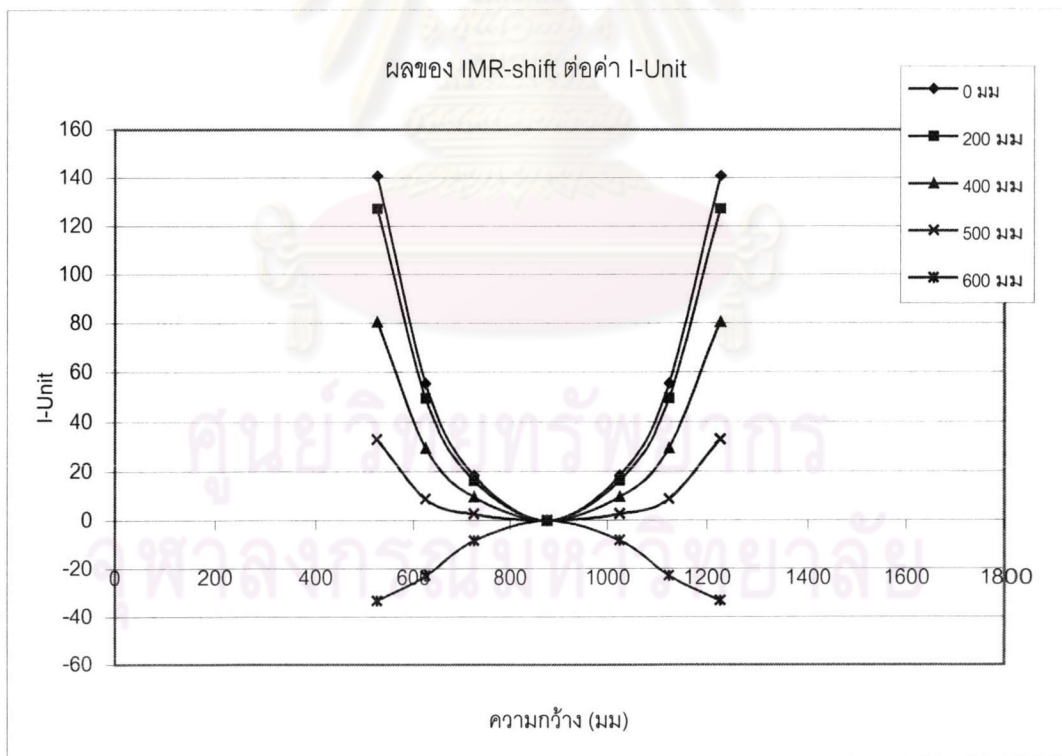
dx	x (i)	IMR SHIFTING DISTANCE (mm)			
		0	100	200	300
75	37.5				
50	100				
50	150	0.58917	0.58944	0.5898	0.5902
50	200	0.5896	0.58975	0.58998	0.59027
50	235	0.58976	0.58986	0.59001	0.59023
50	260	0.58987	0.58993	0.59002	0.59016
50	300	0.58996	0.58998	0.59002	0.59009
50	350	0.59002	0.59002	0.59002	0.59004
50	425	0.59008	0.59005	0.59002	0.58999
100	525	0.59014	0.59009	0.59002	0.58993
100	625	0.59019	0.59012	0.59002	0.58988
100	725	0.59021	0.59014	0.59002	0.58985
200	875	0.59023	0.59014	0.59002	0.58984
100	1025	0.59021	0.59014	0.59002	0.58985
100	1125	0.59019	0.59012	0.59002	0.58988
100	1225	0.59014	0.59009	0.59002	0.58993
50	1325	0.59008	0.59005	0.59002	0.58999
50	1400	0.59002	0.59002	0.59002	0.59004
50	1450	0.58996	0.58998	0.59002	0.59009
50	1490	0.58987	0.58993	0.59002	0.59016
50	1515	0.58976	0.58986	0.59001	0.59023
50	1550	0.5896	0.58975	0.58998	0.59027
50	1600	0.58917	0.58944	0.5898	0.5902
50	1650				
75	1712.5				

ค่า I-Unit เมื่อมีการ shift ของ Intermediate roll ที่ระยะห่าง

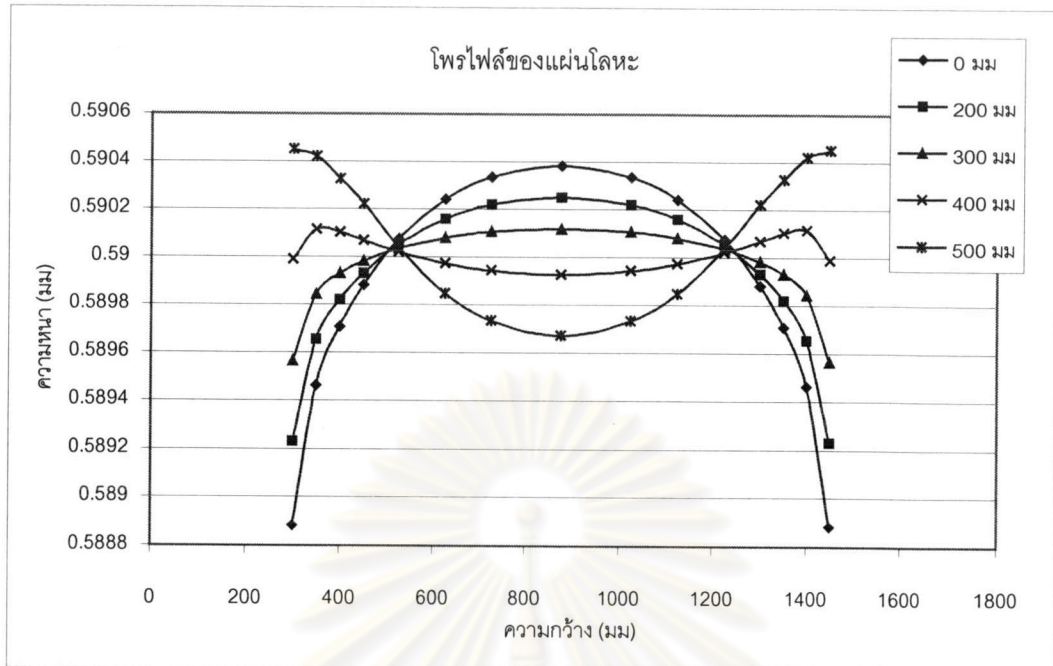
	IMR SHIFTING DISTANCE (mm)			
	0	100	200	300
37.5				
100				
150	160.707	108.02	33.1865	-55.1831
200	95.8937	59.6286	5.46947	-64.9195
250	71.1305	43.5412	1.71805	-58.6881
300	54.029	33.0008	0.52063	-48.8202
350	41.0982	25.2149	0.18358	-38.404
400	30.9755	19.1567	0.16152	-29.7876
450	23.1815	14.4754	0.21311	-22.8396
525	14.0703	8.92987	0.27517	-14.2475
625	6.25382	4.06126	0.25114	-6.49563
725	2.01597	1.33858	0.10817	-2.13883
875	0	0	0	0
1025	2.01597	1.33858	0.10817	-2.13883
1125	6.25382	4.06126	0.25114	-6.49563
1225	14.0703	8.92987	0.27517	-14.2475
1300	23.1815	14.4754	0.21311	-22.8396
1350	30.9755	19.1567	0.16152	-29.7876
1400	41.0982	25.2149	0.18358	-38.404
1450	54.029	33.0008	0.52063	-48.8202
1500	71.1305	43.5412	1.71805	-58.6881
1550	95.8937	59.6286	5.46947	-64.9195
1600	160.707	108.02	33.1865	-55.1831
1650				
1712.5				



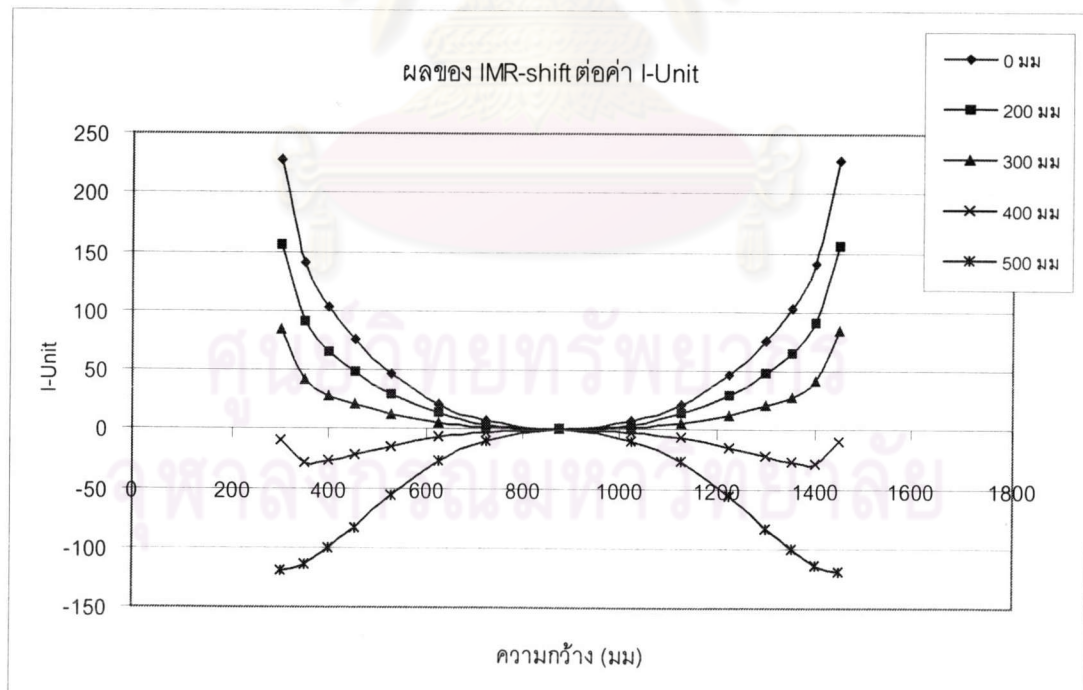
รูปที่ 4.6.1 ผลของ Intermediate roll shifting ต่อโพรไฟล์ของแผ่นโลหะที่ความกว้าง 800 มม.



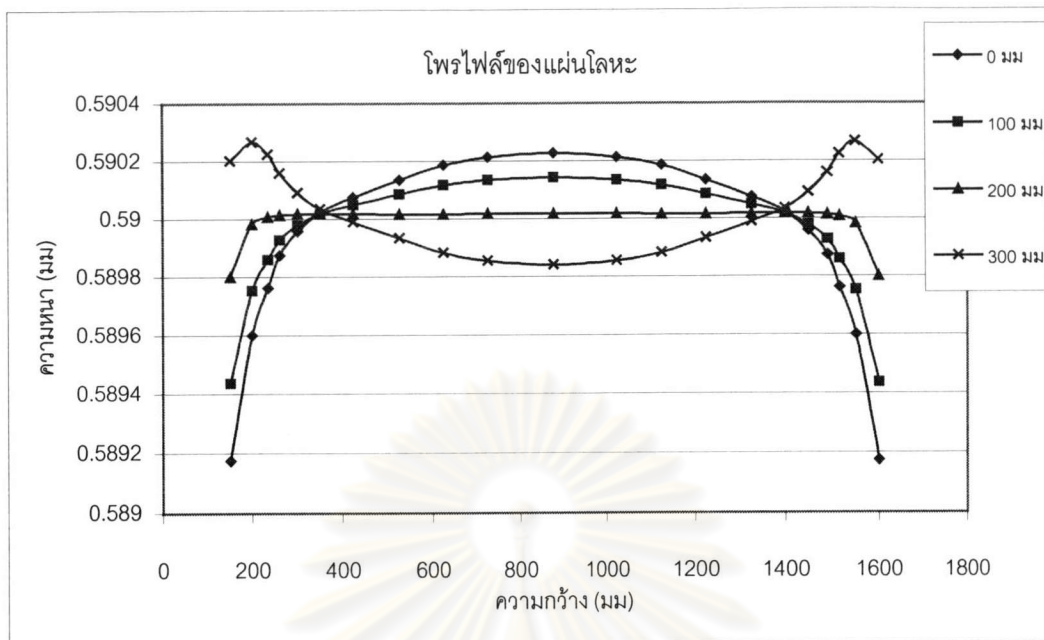
รูปที่ 4.6.2 ผลของ Intermediate roll shifting ต่อค่า I-Unit ของแผ่นโลหะที่ความกว้าง 800 มม.



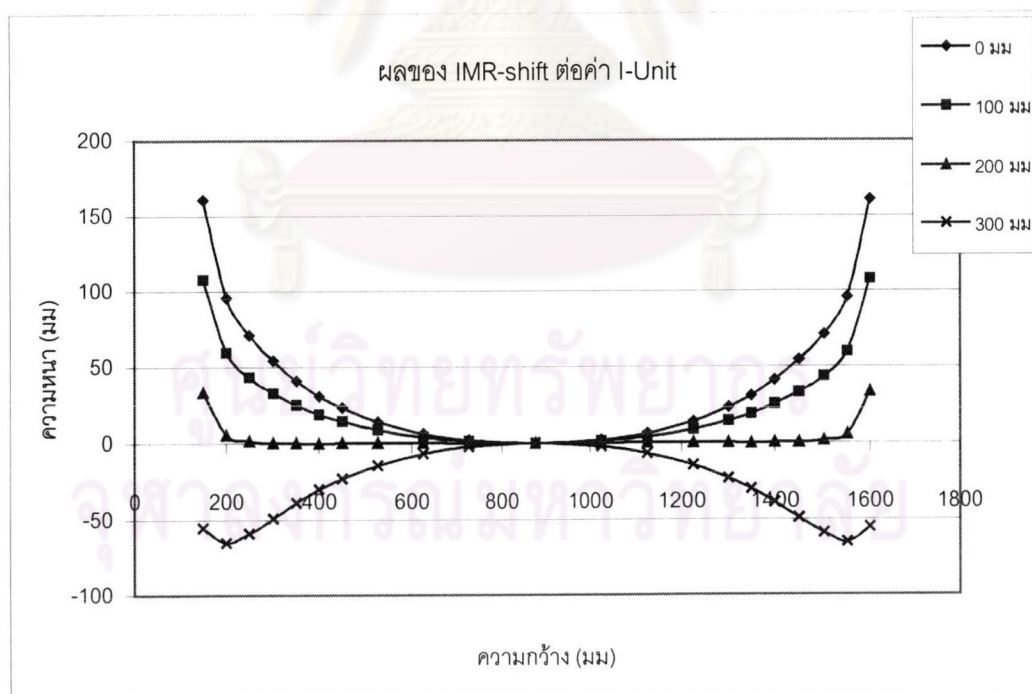
รูปที่ 4.6.3 ผลของ Intermediate roll shifting ต่อโพรไฟล์ของแผ่นโลหะที่ความกว้าง 1200 มม.



รูปที่ 4.6.4 ผลของ Intermediate roll shifting ต่อค่า I-Unit ของแผ่นโลหะที่ความกว้าง 1200 มม.



รูปที่ 4.6.5 ผลของ Intermediate roll shifting ต่อโพรไฟล์ของแผ่นโลหะที่ความกว้าง 1500 มม.



รูปที่ 4.6.6 ผลของ Intermediate roll shifting ต่อค่า I-Unit ของแผ่นโลหะที่ความกว้าง 1500 มม.