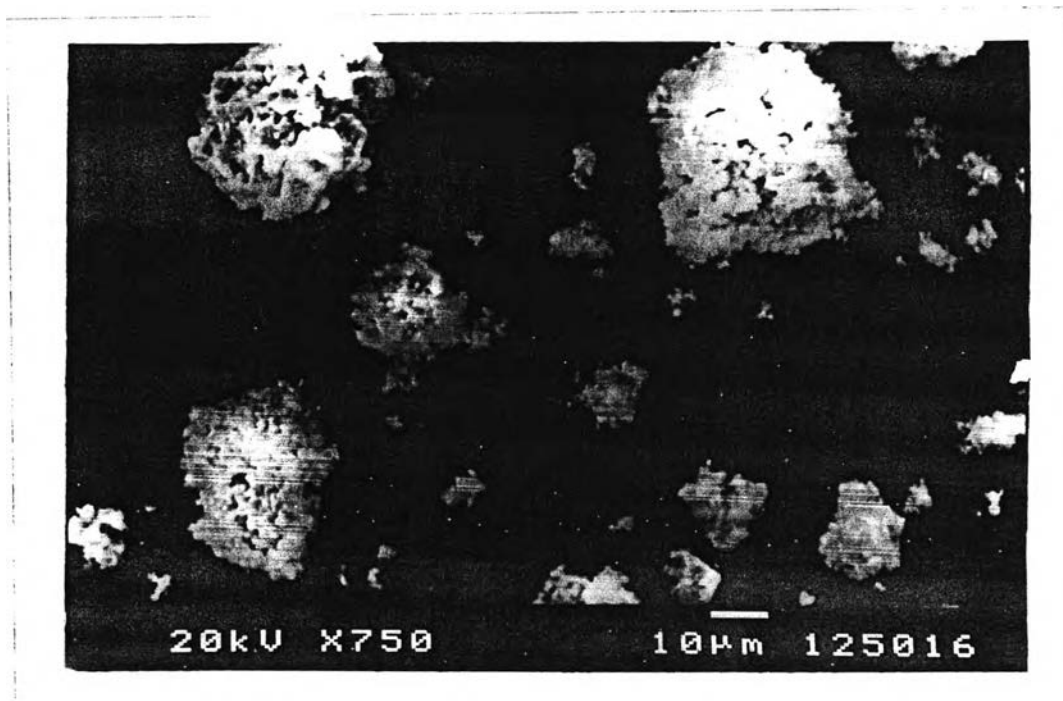


ผลการทดลองและอภิปราย

5.1 ผุ่นเตาอาร์กไฟฟ้า

ผุ่นเตาอาร์กไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลองนี้เกิดจากกระบวนการผลิตแผ่นเหล็กกล้าคาร์บอนรีดร้อนชนิดมีววนของบริษัท ไทยสตริปมีล จำกัด (มหาชน) หลังจากชักตัวอย่างด้วยเครื่องโจนส์รีเฟลอร์แล้ว ได้ตรวจวัดการกระจายขนาดด้วยวิธี Homogenous Suspension โดยใช้เครื่อง SA-CP2 ตารางที่ 5.1 แสดงขนาดและการกระจายตัวของผุ่น พบว่าผุ่นทั้งหมดมีขนาดเล็กกว่า 70 ไมโครเมตร (ประมาณ 200 เมช) ผุ่นที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ไมโครเมตรลงมามากกว่า 60% โดยน้ำหนัก จากการตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกวาด พบว่ารูปร่างของผุ่นโดยส่วนใหญ่มีลักษณะค่อนข้างกลมมีขนาดต่ำกว่า 50 ถึง 60 ไมโครเมตรและมีการกระจายตัวไม่เกาะติดกันดังรูปที่ 5.1

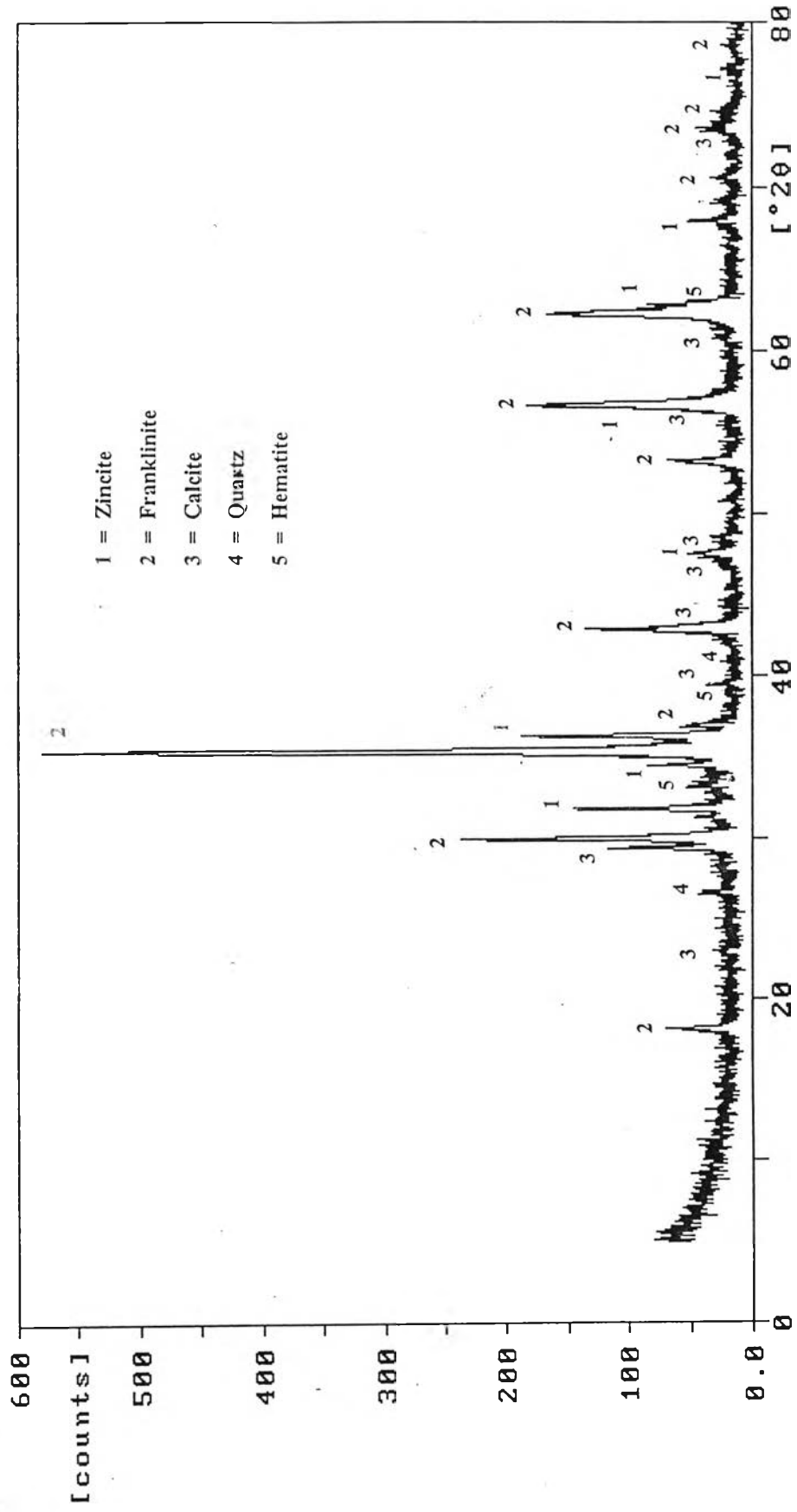


รูปที่ 5.1 ลักษณะรูปร่างของผุ่นเตาอาร์กของบริษัท ไทยสตริปมีล จำกัด (มหาชน)

ตารางที่ 5.1 การกระจายขนาดของฝุ่นเตาอาร์กของบริษัทนครไทยสตีล จำกัด (มหาชน)

เส้นผ่านศูนย์กลาง (ไมโครเมตร)	เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก	เปอร์เซ็นต์สะสม
70	0	0
60	5.7	5.7
50	0	5.7
40	10.1	15.8
30	7.6	23.4
20	13.2	36.6
10	24.1	60.7
8	0	60.7
6	0	60.7
5	4.9	65.6
4	5.8	71.4
3	7.7	79.1
2	7	86.1
1	7.5	93.6
<1	6.4	100

จากการตรวจวิเคราะห์ด้วยเครื่องเอกซเรย์ดิฟแฟรคโตมิเตอร์ เฟสสำคัญที่พบในฝุ่นเตาอาร์กไฟฟ้า ได้แก่ ซิงก์ไคต์หรือสังกะสีออกไซด์ (ZnO) แฟรงคลินต์หรือซิงก์เฟอร์ไรต์ (ZnO.Fe₂O₃), เฮมาไทต์ (Fe₂O₃), แคลไซต์ (CaCO₃) และควอร์ตส์ (SiO₂) ดังที่แสดงในรูป 5.2 ดังนั้นสังกะสีในฝุ่นจะอยู่ในรูปซิงก์ไคต์และซิงก์เฟอร์ไรต์ ส่วนเหล็กอยู่ในรูปเฮมาไทต์และซิงก์เฟอร์ไรต์ ตารางที่ 5.2 เป็นผลวิเคราะห์ทางเคมีของฝุ่นเตาอาร์กที่ใช้ในการทดลอง ฝุ่นดังกล่าวไม่แตกต่างจากฝุ่นเตาอาร์กทั่วไปตามที่มีการศึกษามาก่อน⁽⁹⁾ นอกจากนี้มีปริมาณสังกะสีที่ต่ำกว่า กล่าวคือ มีสังกะสี 13.6% โดยน้ำหนักและมีเหล็ก 29.8% โดยน้ำหนัก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเศษเหล็กที่ป้อนเข้าสู่เตาหลอม



รูปที่ 5.2 X-Ray Pattern ของฝุ่นเตาอาร์กของบริษัทนครไทยสตริปมิล จำกัด(มหาชน)

ตารางที่ 5.2 แสดงผลวิเคราะห์ทางเคมีของฝุ่นเตาอาร์กที่ใช้ในการทดลอง

ธาตุ	ร้อยละโดยน้ำหนัก
Zn	13.6
Fe	29.8
Cr	0.09
Cd	0.02
Pb	0.69

5.2 การละลายฝุ่นเตาอาร์กไฟฟ้าด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

5.2.1 ผลของอัตราการกวน

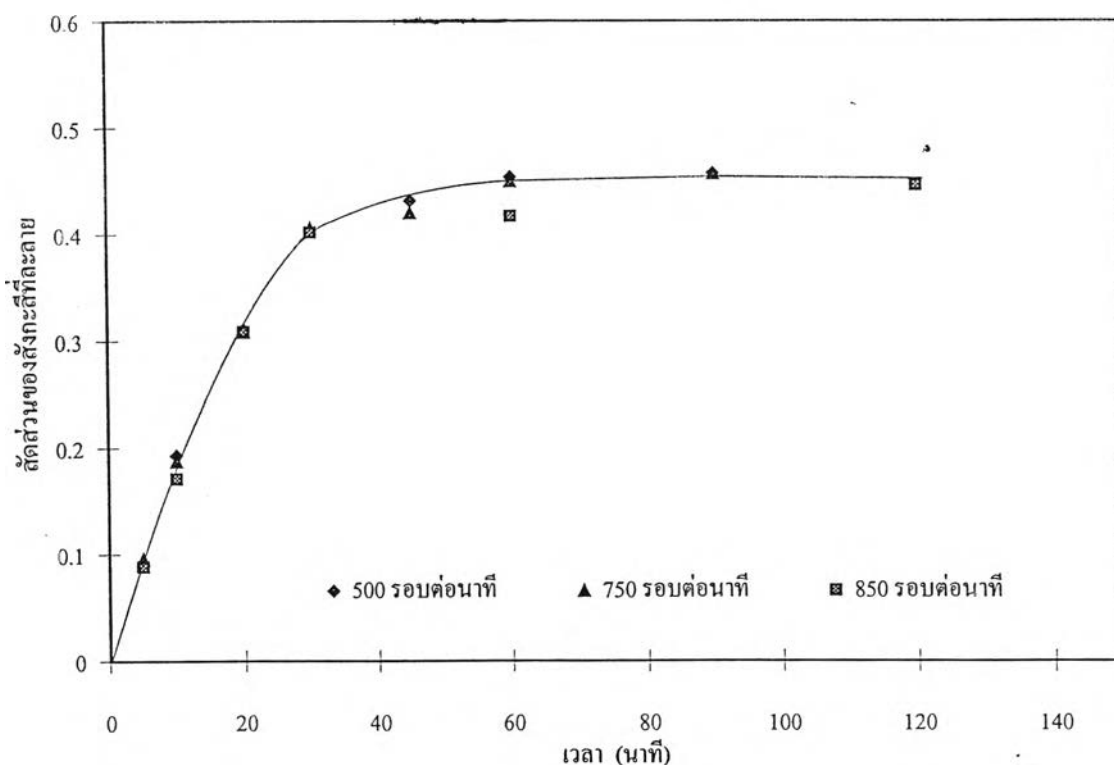
ในการศึกษาผลของอัตราการกวนต่อความเร็วในการละลายของสังกะสีจากฝุ่นเตาอาร์ก ได้ใช้สภาวะดังต่อไปนี้ ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.5 M, อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และเปอร์เซ็นต์ของแข็งเท่ากับ 0.2 สารละลายถูกกวนด้วยอัตราการกวน 500, 750 และ 850 รอบต่อนาที ได้ผลของสัดส่วนของสังกะสีที่ละลายออกจากฝุ่นต่อเวลาดังรูปที่ 5.3 เห็นได้ชัดเจนว่าอัตราการกวนไม่มีผลต่อความเร็วในการละลายของสังกะสีที่อัตราการกวนตั้งแต่ 500 รอบต่อนาทีขึ้นไป ดังนั้นในการศึกษาผลกระทบของตัวแปรอื่นจึงได้ใช้อัตราการกวนคงที่ที่ 850 รอบต่อนาทีตลอดเพื่อตัดผลกระทบของอัตราการกวนต่อความเร็วของปฏิกิริยาออกไป

5.2.2 ผลของความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์

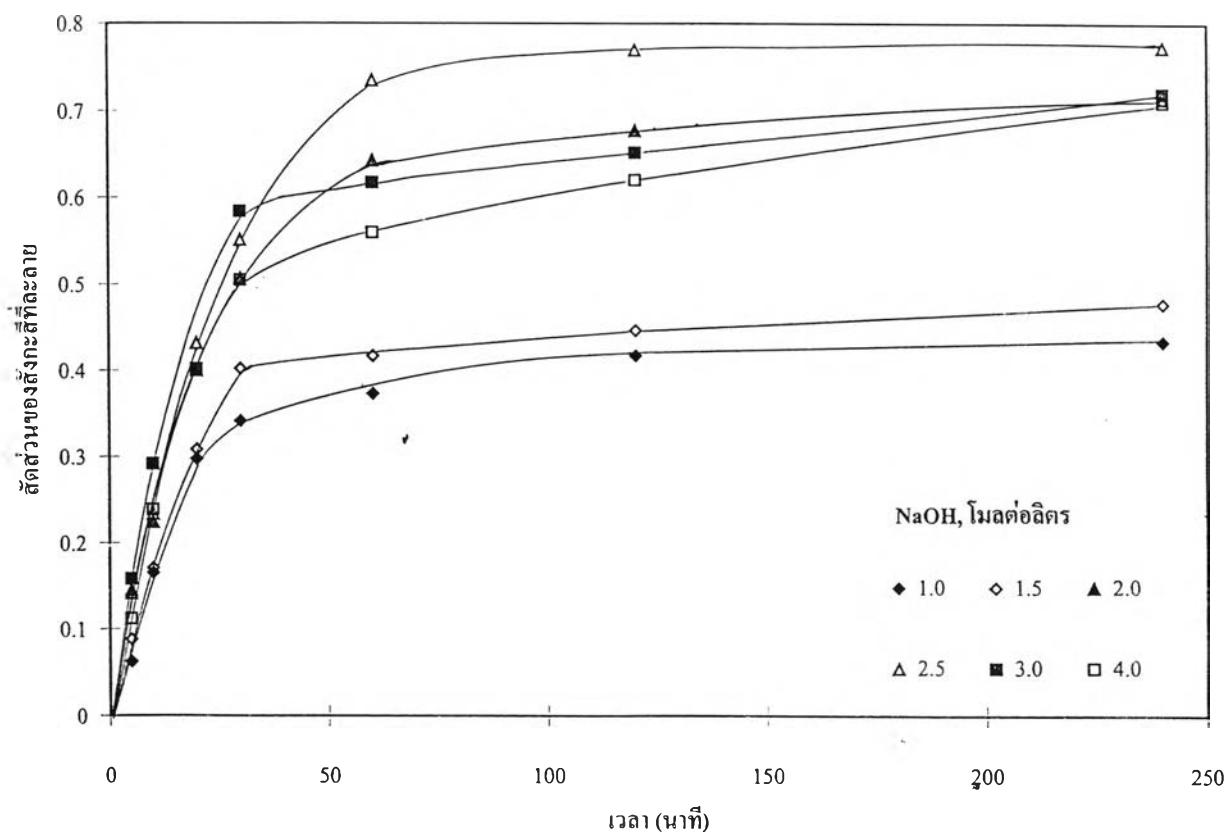
ในการศึกษาผลของความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ละลายสังกะสีจากฝุ่นเตาอาร์ก ได้ทำการทดลอง 2 ชุดที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และ 75 องศาเซลเซียส สภาวะอื่นกำหนดให้เปอร์เซ็นต์ของแข็งเท่ากับ 0.2 และอัตราการกวน 850 รอบต่อนาที โดยใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 และ 4.0 โมลต่อลิตร ผลการทดลองปรากฏตาม

รูปที่ 5.4 สำหรับการละลายที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสและรูปที่ 5.5 สำหรับการละลายที่ 95 องศาเซลเซียส

ในการละลายที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส พบว่าเมื่อความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์สูงขึ้นความเร็วในการละลายสังกะสีจากฝุ่นเตาอาร์กจะสูงขึ้น พิจารณาที่โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.0 และ 1.5 โมลต่อลิตรจะเห็นว่าสามารถละลายสังกะสีได้ประมาณ 42 เปอร์เซ็นต์และ 45 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับในเวลา 2 ชั่วโมง ในขณะที่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็น 2.0 และ 2.5 โมลต่อลิตร สังกะสีถูกละลายออกมาได้มากขึ้นเป็น 68 เปอร์เซ็นต์และ 77 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับในเวลา 2 ชั่วโมง อย่างไรก็ตามที่ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 3.0 และ 4.0 โมลต่อลิตร พบว่าในเวลา 2 ชั่วโมงสังกะสีถูกละลายออกมาจากฝุ่นได้น้อยลงเมื่อเทียบกับผลการ



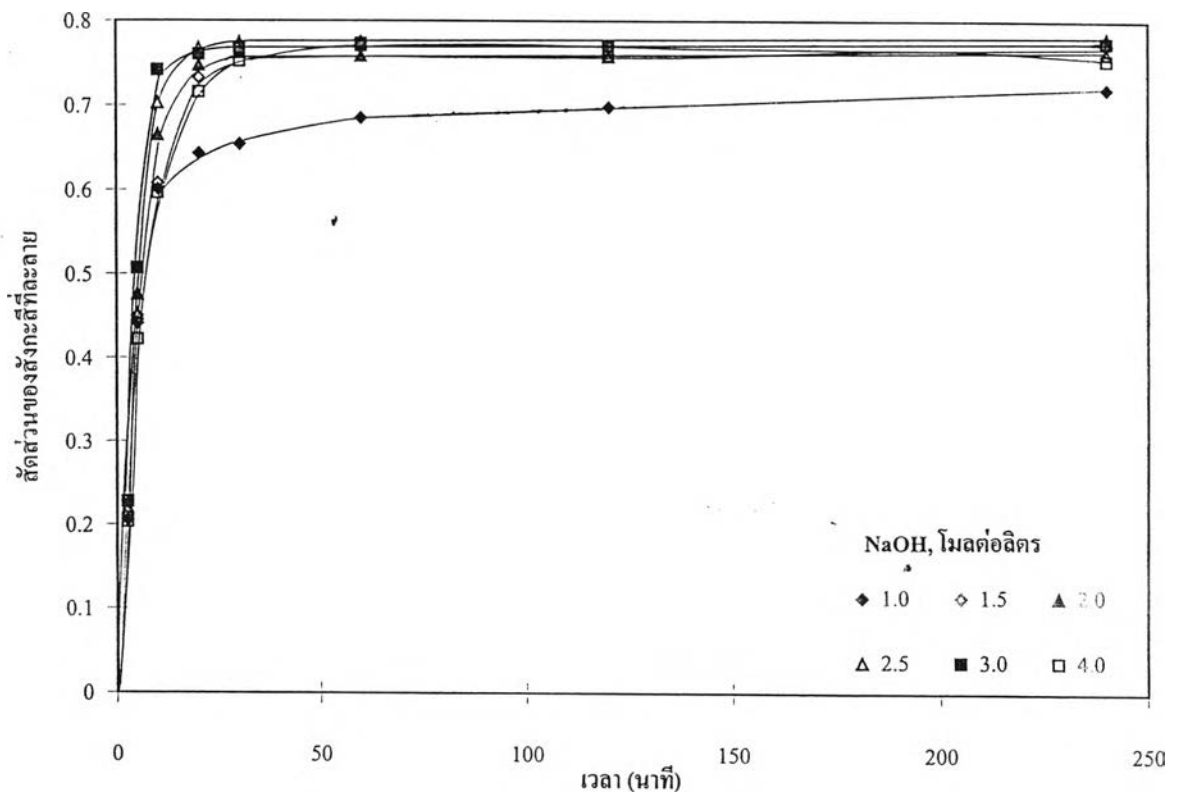
รูปที่ 5.3 สัดส่วนของสังกะสีที่ละลายจากฝุ่นเตาอาร์กเป็นฟังก์ชันของเวลาที่อัตราการกวนต่างๆ, อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส, ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.5 โมลต่อลิตรและเปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 5.4 สัดส่วนของสังกะสีที่ละลายจากฝุ่นเตาอาร์กเป็นฟังก์ชันของเวลาที่ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่างๆ, อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส, อัตราการกวน 850 รอบต่อนาทีและเปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2 เปอร์เซ็นต์

ละลายที่ความเข้มข้นโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 โมลต่อลิตร ทั้งนี้เป็นเพราะเมื่อสารละลายมีความเข้มข้นสูงขึ้นอาจทำให้สารละลายมีความหนืดมากขึ้นซึ่งมีแนวโน้มทำให้อัตราการแพร่ของไอออนทั้งหมดในสารละลายลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าเหล็กซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในฝุ่นถูกละลายออกมาในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์นี้เล็กน้อย (ข้อมูลในภาคผนวก ข-2) ในการละลายที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียสได้ผลเช่นเดียวกับการละลายที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส กล่าวคือเมื่อใช้ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์สูงขึ้นความเร็วในการละลายสังกะสีจะสูงขึ้นโดยตลอด ตั้งแต่ NaOH 1.0 M. ถึง 3.0 M. ความเร็วในการละลายสังกะสีที่ 95 องศาเซลเซียสสูงกว่าที่ 60 องศาเซลเซียสมาก ที่ความเข้มข้นของ NaOH 1.5 ถึง 3.0 M. พบว่าสังกะสีถูกละลายออกมาได้สูงสุดประมาณ 77 เปอร์เซ็นต์ประมาณ 30 นาที การใช้เวลาในการละลายมากกว่านี้ก็ไม่มีผลให้ละลายสังกะสีได้มากขึ้น ผลการทดลองชี้ว่าอุณหภูมิของสารละลายมีผลต่อการละลายของสังกะสี

จากฝุ่นเตาอาร์กมากกว่าความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Merrill และ Lang⁽²⁶⁾ การละลายของสังกะสีที่ความเข้มข้น NaOH 4.0 M. ได้อัตราเร็วในการละลายต่ำกว่าที่ 2.5 และ 3.0 M. เล็กน้อย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสารละลาย NaOH 4.0 M. ที่ 95 องศาเซลเซียส มีความหนืดทำให้การแพร่ของไอออนต่างๆ ในสารละลายช้าลงดังที่ได้กล่าวมาแล้ว



รูปที่ 5.5 สัดส่วนของสังกะสีที่ละลายเป็นฟังก์ชันของเวลาที่ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ต่างๆ, อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส, อัตราการกวน 850 รอบต่อนาทีและเปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2 เปอร์เซ็นต์

5.2.3 อันดับของปฏิกิริยา (Reaction Order)

อันดับของปฏิกิริยาหาได้จากผลของความเข้มข้นของ NaOH ต่ออัตราเร็วของการละลายสังกะสี อัตราเร็วของการละลายเริ่มต้น (V) ที่แสดงในตารางที่ 5.3 หากจากผลการทดลองที่ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้สมการโพลีโนเมียลที่สอดคล้องกับเส้นกราฟที่ได้จากการพล็อตระหว่างสัดส่วนของสังกะสีที่ละลายกับเวลาที่ความเข้มข้นของ NaOH เริ่มต้น (C_0) ที่ค่าต่างๆ (ดังรูปที่ 5.4)

$$\text{สัดส่วนของสังกะสีที่การละลาย} \quad (F) = a + bt + ct^2 \quad (5.1)$$

เมื่อ a, b, c เป็นค่าคงที่

$$\text{อัตราเร็วของการละลาย,} \quad \frac{dF}{dt} = b + 2ct \quad (5.2)$$

ดังนั้นในอัตราเร็วของการละลายเริ่มต้นที่เวลา $t = 0$ จะเท่ากับ b นั่นเอง

เมื่อนำข้อมูลในตารางที่ 5.3 มาพล็อตระหว่าง $\log V$ กับ $\log C_0$ และจากเส้นกราฟเป็นเส้นตรง จะได้ผลดังรูปที่ 5.6 จะเห็นว่าอัตราเร็วของการละลายเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มข้นของ NaOH ในสารละลายสูงขึ้น ความชันของเส้นตรงที่ได้หรืออันดับของปฏิกิริยามีค่าเท่ากับ 0.76 ในแง่ของความเข้มข้นของ NaOH

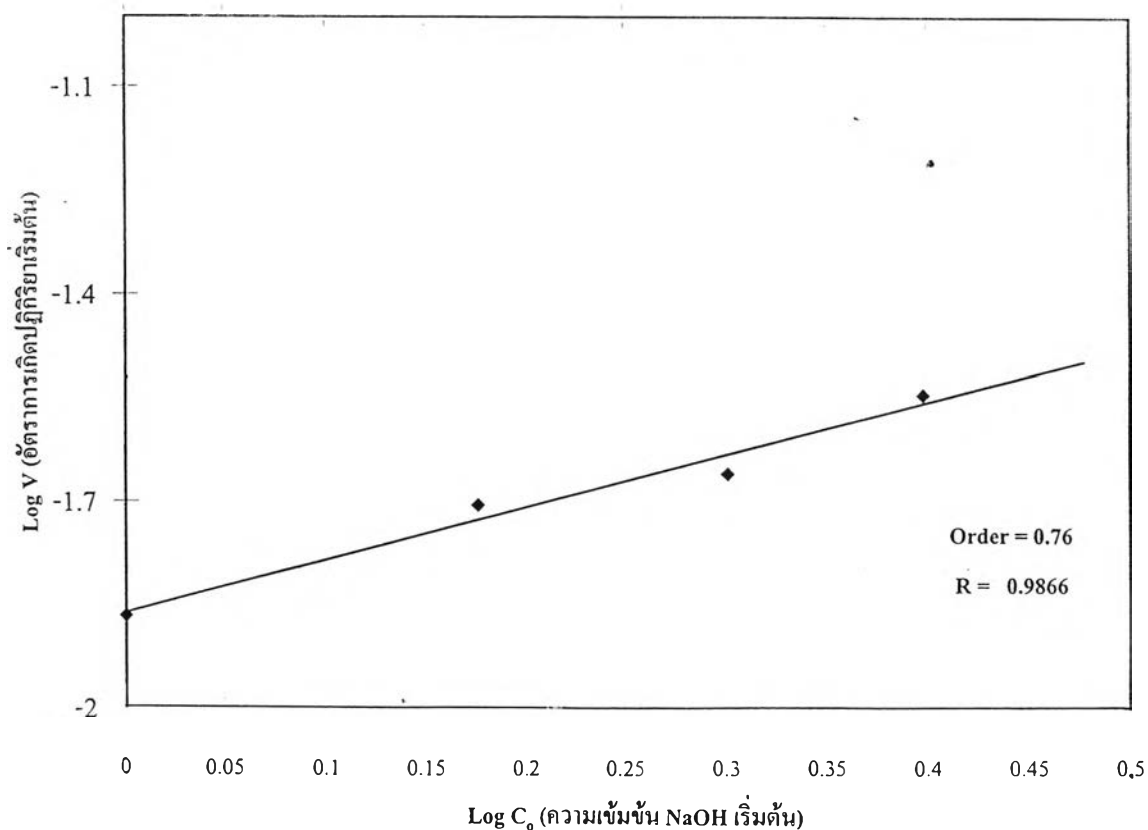
อันดับของปฏิกิริยาที่ 95 องศาเซลเซียสมีค่าต่ำกว่าที่ 60 องศาเซลเซียสมวก เนื่องจากที่อุณหภูมิสูงความเข้มข้นของ NaOH มีผลต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยาน้อยดังที่ได้กล่าวมาแล้ว Cruells และคณะ⁽¹⁾ รายงานอันดับของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากการละลายฝุ่นเตาอาร์คด้วยกรดซัลฟูริกว่ามีค่าเป็นศูนย์ เนื่องจากอัตราเร็วของการละลายสังกะสีไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของกรดซัลฟูริกในช่วง 0.1 ถึง 2.0 M ที่ 95 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 5.3 อัตราเร็วของการละลายเริ่มต้นที่ความเข้มข้นของ NaOH ต่างๆ ที่ 60 องศาเซลเซียส, เปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2 และอัตราการกวาด 850 รอบต่อนาที

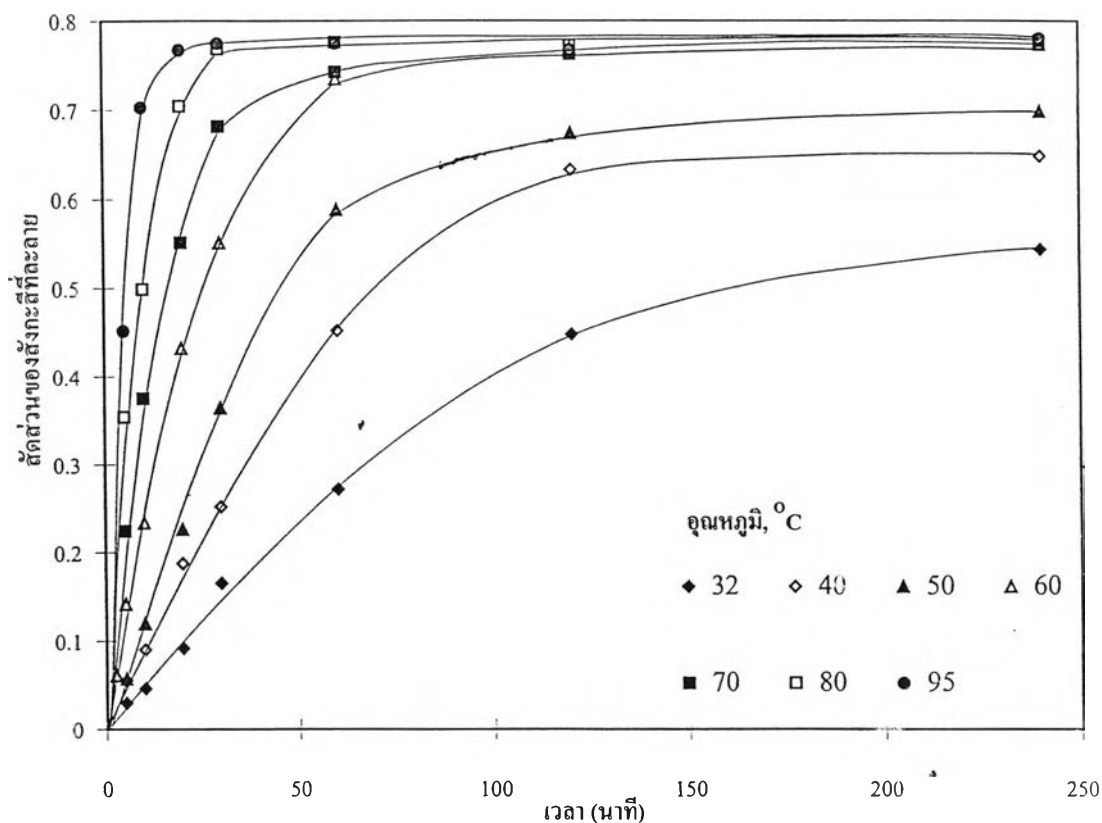
ความเข้มข้น NaOH, C_0 (M)	อัตราเร็วของการละลายเริ่มต้น, V (นาที ⁻¹)
1	0.0136
1.5	0.0197
2	0.0219
2.5	0.0285

5.2.4 ผลของอุณหภูมิ

การศึกษาผลของอุณหภูมิต่อการละลายสังกะสีได้ดำเนินการที่ความเข้มข้น NaOH 2.5 M, เปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2, อัตราการกวน 850 รอบต่อนาที โดยปรับอุณหภูมิตั้งแต่อุณหภูมิห้องจนถึง 95 องศาเซลเซียสปรากฏผลตามรูปที่ 5.7 ซึ่งแสดงสัดส่วนของสังกะสีที่ละลายเป็นฟังก์ชันกับเวลาที่อุณหภูมิต่างๆ จะเห็นว่าอัตราเร็วของการละลายสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิที่ใช้สูงขึ้นที่ 32 องศาเซลเซียส สังกะสีในฝุ่นละลายได้เพียง 16 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 30 นาที แต่เมื่อเพิ่มอุณหภูมิเป็น 95 องศาเซลเซียสจะละลายสังกะสีได้ 77 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นปริมาณการละลายสูงสุดที่ทำได้ในงานวิจัยนี้อัตราเร็วของการละลายสังกะสีเริ่มต้นที่อุณหภูมิต่างๆซึ่งหาโดยใช้สมการโพลีโนเมียล



รูปที่ 5.6 ความสัมพันธ์ Van't Hoff สำหรับผลของความเข้มข้นของ NaOH เริ่มต้นต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยาเริ่มต้น

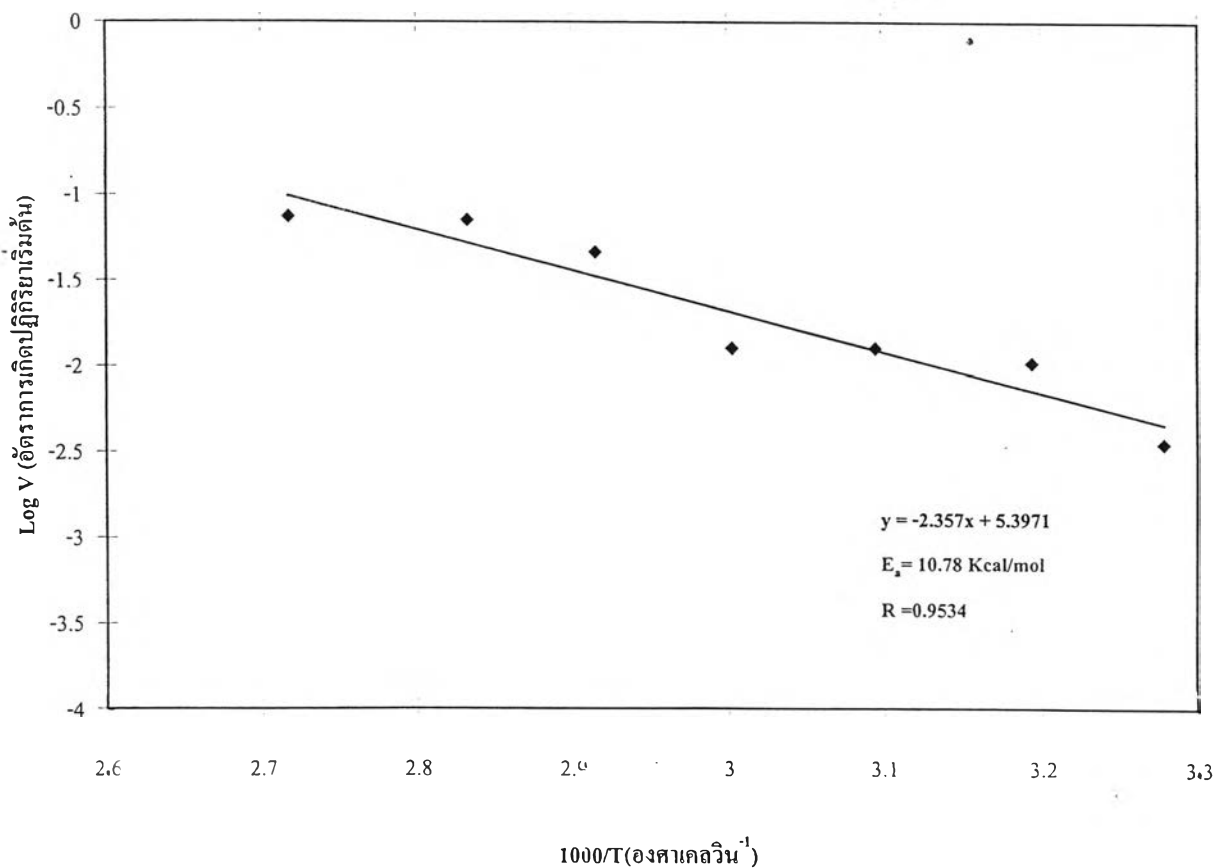


รูปที่ 5.7 สัดส่วนของสังกะสีที่ละลายเป็นฟังก์ชันกับเวลาที่อุณหภูมิ 32 ถึง 95 องศาเซลเซียส สภาวะอื่น ได้แก่ ความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ 2.5 โมลต่อลิตร, อัตราการกวน 850 รอบต่อนาทีและเปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2 เปอร์เซ็นต์

ที่สอดคล้องกับข้อมูลระหว่างสัดส่วนของสังกะสีที่ละลายตามเวลาในรูปที่ 5.7 ได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.4 จากข้อมูลที่ได้ในตารางที่ 5.4 นำมาพล็อตระหว่าง $\log V$ กับ $\frac{1}{T}$ และลากเส้นกราฟให้เป็นเส้นตรงปรากฏผลดังรูปที่ 5.8 ความชันของเส้นคือ $-\frac{E_a}{2.303 R}$ เมื่อคำนวณหาพลังงานกระตุ้น (Activation energy, E_a) แล้วจะได้เท่ากับ 10.78 kcal/mol (45.28 kJ/mol) ซึ่งชี้ว่าปฏิกิริยการละลายด้วย NaOH ถูกควบคุมโดยปฏิกิริยาเคมี (Chemical reaction controlled) เนื่องจากมีค่า E_a สูงกว่า 10.0 kcal/mol⁽²⁷⁾

ตารางที่ 5.4 อัตราเร็วของการละลายเริ่มต้นที่อุณหภูมิต่าง , ความเข้มข้น NaOH 2.5M.,
เปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2 และอัตราการกวน 850 รอบต่อนาที

อุณหภูมิ(T)		$\frac{1}{T}$	อัตราเร็วของการละลายเริ่มต้น V (นาที ⁻¹)
เซลเซียส	เคลวิน		
32	305	0.0033	0.0036
40	313	0.0032	0.0106
50	323	0.0031	0.0129
60	333	0.0030	0.0129
70	343	0.0029	0.0463
80	353	0.0028	0.0713
95	368	0.0027	0.0743



รูปที่ 5.8 Arrhenius plot สำหรับปฏิกิริยาการละลายสังกะสีด้วย NaOH ความเข้มข้น 2.5M,
เปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2 และอัตราการกวน 850 รอบต่อนาที

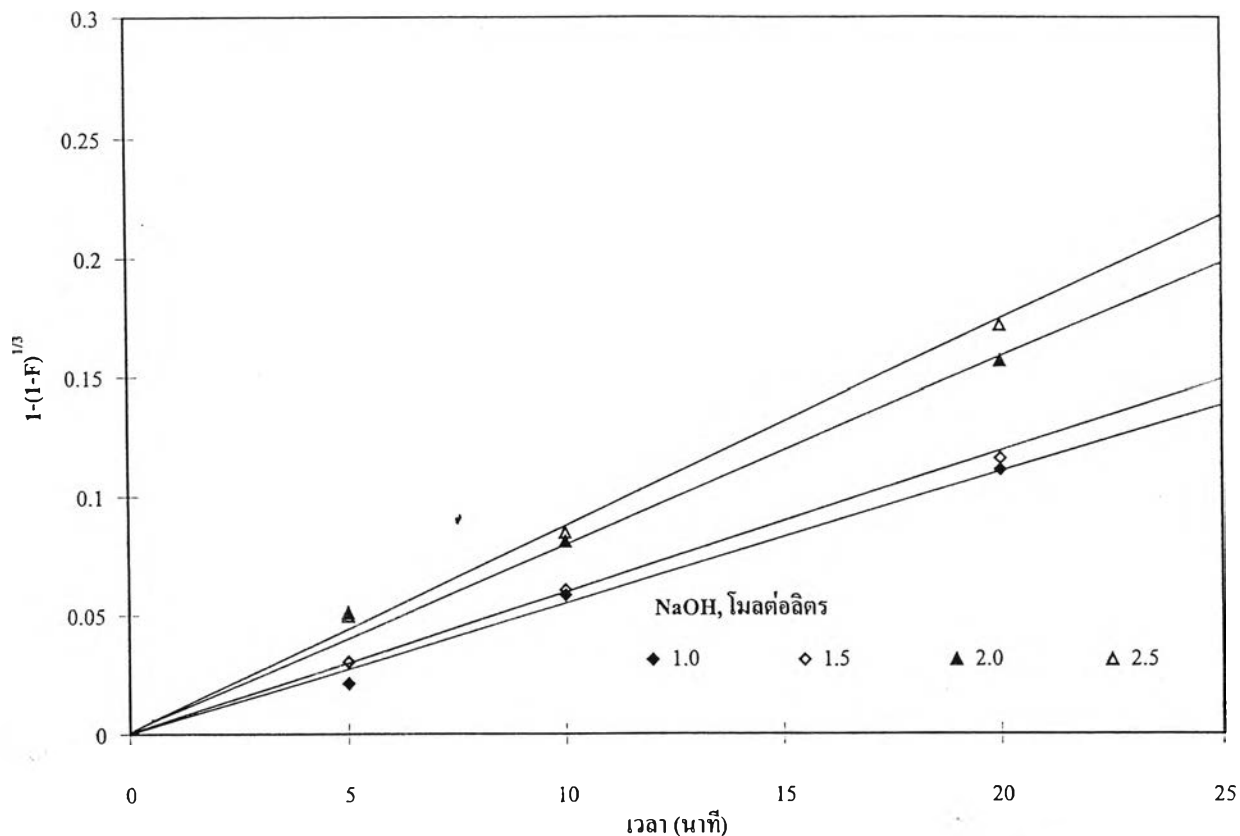
5.2.5 กลไกการเกิดปฏิกิริยา (Reaction Mechanism)

ข้อมูลจากการทดลองที่ 60 องศาเซลเซียสและ 95 องศาเซลเซียสที่ความเข้มข้นของ NaOH ต่างๆ ได้นำมาพล็อตระหว่าง $1-(1-F)^{1/3}$ กับเวลา (ดูภาคผนวกที่ ข-2 และ ข-3) ได้ผลดังรูปที่ 5.9 และรูปที่ 5.10 ตามลำดับ ความสัมพันธ์ที่เป็นเส้นตรงชี้ว่ากลไกการละลายสังกะสีจากฝุ่นเตาอาร์กด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ถูกควบคุมด้วยปฏิกิริยาเคมีซึ่งเกิดที่พื้นที่ผิวของเม็ดฝุ่นเตาอาร์กซึ่งเป็นรูปทรงกลมและปฏิกิริยานี้ไม่มีชั้นของผลผลิตที่เกิดขึ้น รูปที่ 5.11 เป็นการพล็อตสำหรับการทดลองที่ความเข้มข้น NaOH 2.5 M ที่อุณหภูมิต่างๆตั้งแต่ 32 ถึง 95 องศาเซลเซียส (ดูภาคผนวกที่ ข-4) ซึ่งก็ได้ความสัมพันธ์เป็นเส้นตรงเช่นเดียวกัน ปฏิกิริยาเคมีจึงเป็นขั้นตอนที่ควบคุมอัตราเร็วของปฏิกิริยา (Rate controlling step)

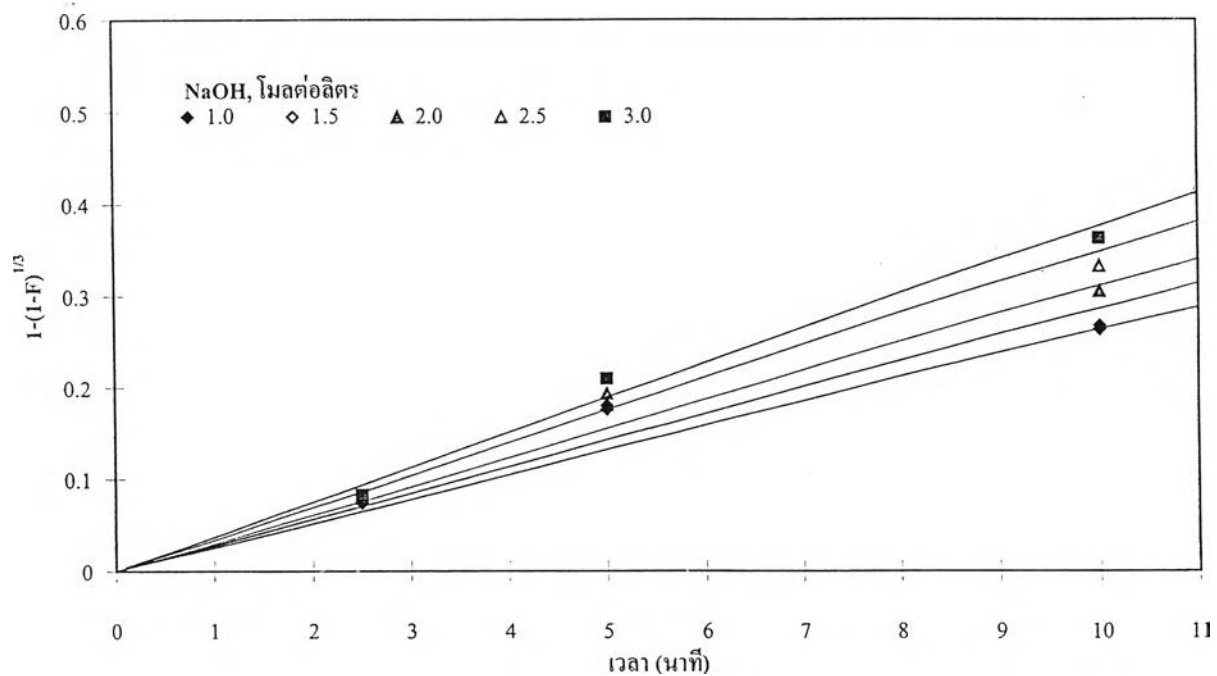
ถ้าคำนวณเวลาที่ใช้ในการละลายสังกะสีออกจากฝุ่นได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ($t_{0.5}$) จากผลการทดลองในแต่ละครั้งแล้วหาค่า reduced time หรือ $t/t_{0.5}$ เพื่อทำการพล็อต (Affine plot) ระหว่างสัดส่วนของสังกะสีที่ละลายกับ reduced time จะได้ผลดังรูปที่ 5.12 สำหรับการทดลองที่ความเข้มข้น NaOH ต่างๆ ที่ 95 องศาเซลเซียส (ดูภาคผนวกที่ ค-1) และรูปที่ 5.13 สำหรับการทดลองที่อุณหภูมิต่างๆที่ ความเข้มข้น NaOH 2.5 M (ดูภาคผนวกที่ ค-2) เห็นได้ชัดเจนว่าจุดข้อมูลในรูป 5.12 อยู่ใกล้กันอย่างน่าพอใจจนถึงสัดส่วนการละลายที่ 0.5 สำหรับการปรับเปลี่ยนความเข้มข้นของ NaOH และจุดข้อมูลในรูป 5.13 อยู่ใกล้กันจนถึงสัดส่วนการละลายที่ 0.6 สำหรับการปรับเปลี่ยนอุณหภูมิซึ่งสามารถสรุปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ NaOH และอุณหภูมิไม่มีผลกระทบต่อกลไกการละลายที่ได้⁽²⁹⁾

5.2.6 ผลของเปอร์เซ็นต์ของแข็ง

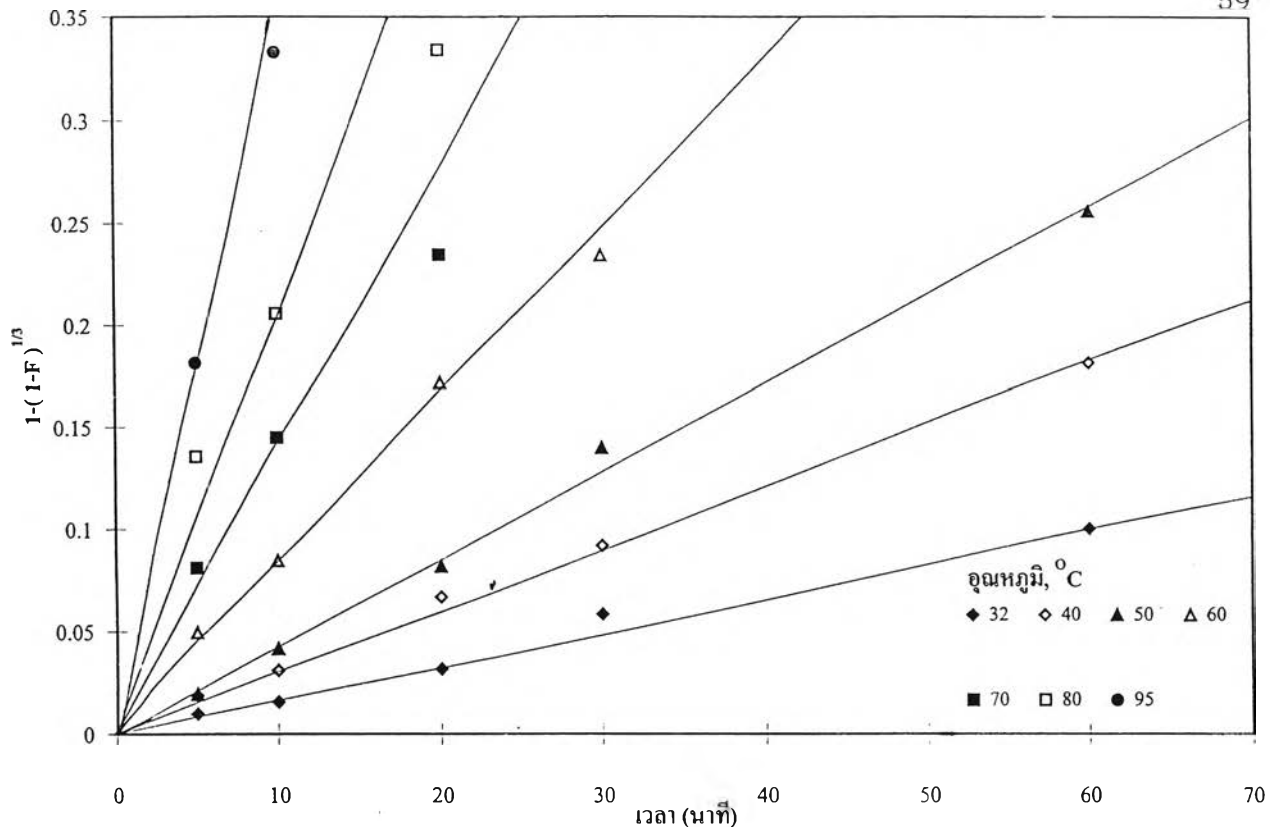
ในที่นี้กำหนดให้เปอร์เซ็นต์ของแข็งเท่ากับ $\frac{\text{น้ำหนักของฝุ่น} \times 100}{\text{ปริมาตรสารละลาย}}$ โดยให้ทดลองที่เปอร์เซ็นต์ของแข็ง 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้น NaOH 3.0 และ 4.0 M ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส และอัตราการกวน 850 รอบต่อนาที ผลการทดลองปรากฏตามรูปที่ 5.14 ซึ่งมีผลการละลายที่เปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2 อยู่ด้วยเพื่อการเปรียบเทียบ



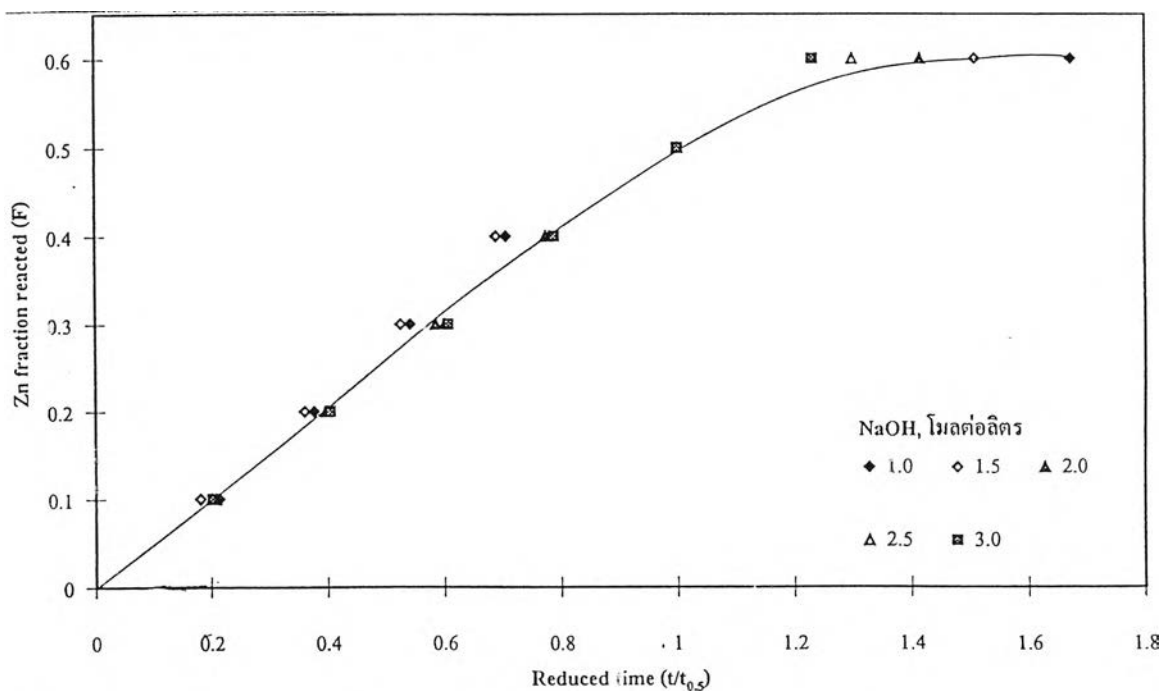
รูปที่ 5.9 กราฟของ $1 - (1-F)^{1/3}$ กับเวลาสำหรับการละลายสังกะสีที่ความเข้มข้น NaOH ต่างๆ, อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส, อัตราการกวน 850 รอบต่อนาทีและเปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2 เปอร์เซ็นต์



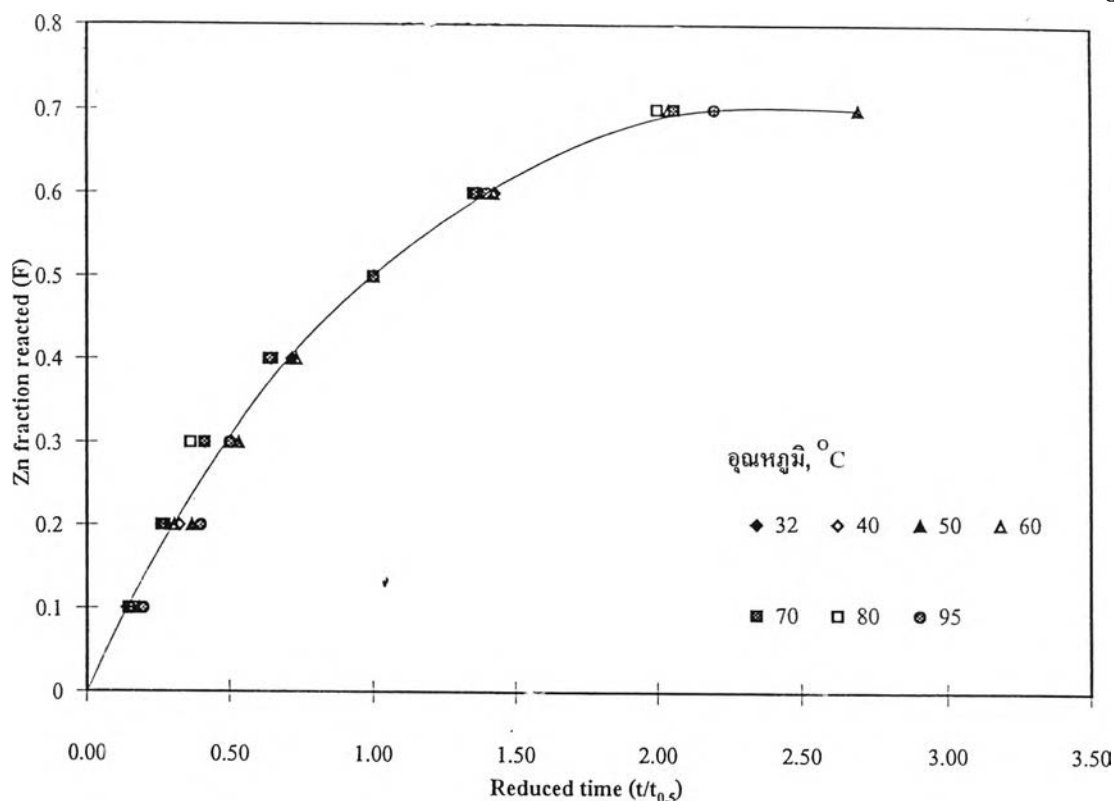
รูปที่ 5.10 กราฟของ $1 - (1-F)^{1/3}$ กับเวลาสำหรับการละลายสังกะสีที่ความเข้มข้น NaOH ต่างๆ, อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส, อัตราการกวน 850 รอบต่อนาทีและเปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 5.11 กราฟของ $1 - (1-F)^{1/3}$ กับเวลาสำหรับการละลายสังกะสีที่อุณหภูมิตั้งแต่ 32 ถึง 95 องศาเซลเซียส, ความเข้มข้น NaOH 2.5 M, อัตราการกวน 850 รอบต่อนาทีและเปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2 เปอร์เซ็นต์



รูปที่ 5.12 Affine plot ระหว่างสัดส่วนของสังกะสีที่ละลายกับ Reduced time สำหรับการละลายสังกะสีที่ความเข้มข้น NaOH ต่างๆ, อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส, อัตราการกวน 850 รอบต่อนาทีและเปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2 เปอร์เซ็นต์

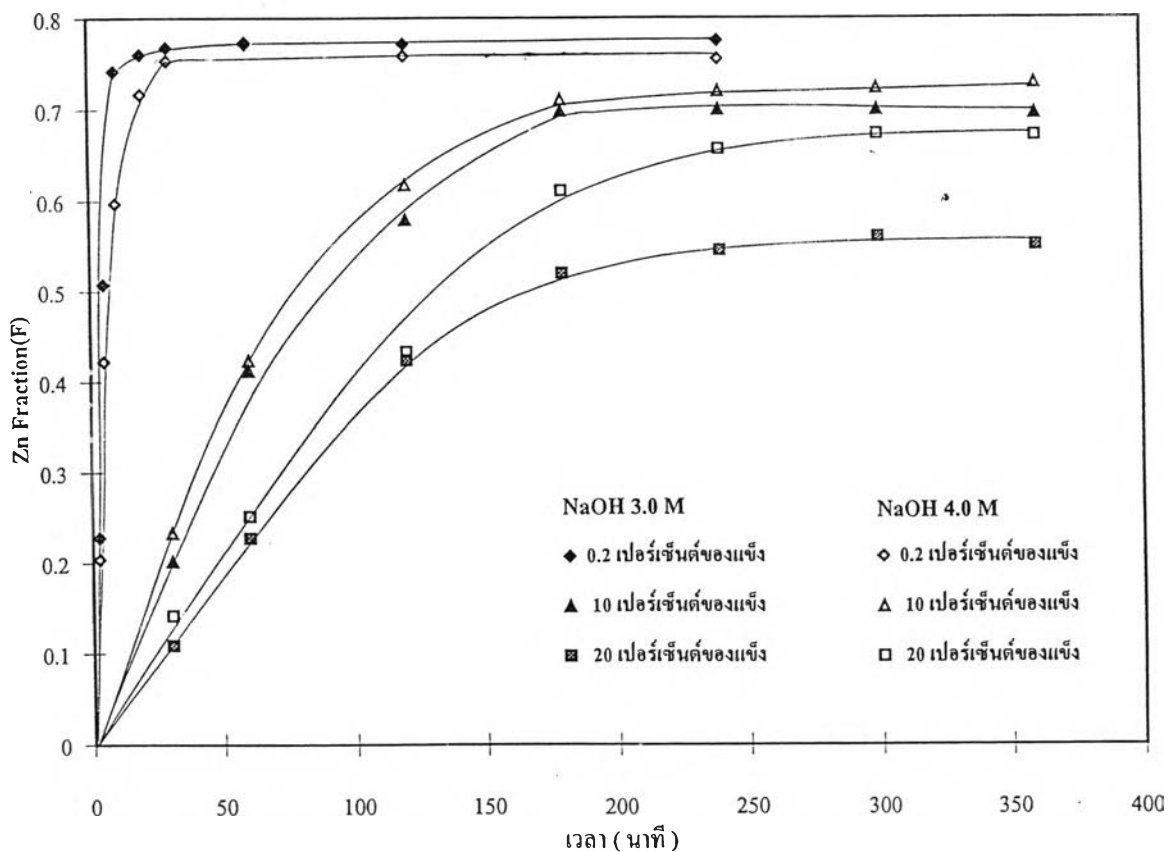


รูปที่ 5.13 Affine plot ระหว่างสัดส่วนของสังกะสีที่ละลายกับ Reduced time สำหรับการละลายสังกะสีที่อุณหภูมิตั้งแต่ 32 ถึง 95 องศาเซลเซียส, ความเข้มข้น NaOH 2.5 M, อัตราการกวน 850 รอบต่อนาทีและเปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2 เปอร์เซ็นต์

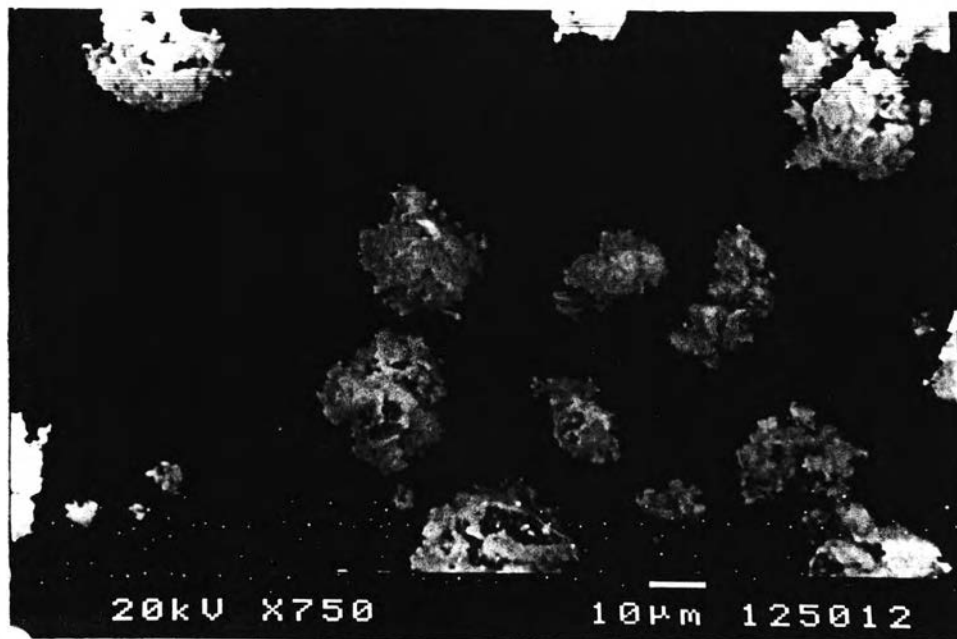
แม้ว่าการละลายที่เปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2 ความเข้มข้น NaOH เริ่มต้น 4.0 M จะช้ากว่าที่ 3.0 M ตามที่ได้อภิปรายมาแล้ว แต่ก็ได้ผลการละลายของสังกะสีไม่แตกต่างกันเมื่อใช้เวลานานขึ้น หากพิจารณาความคลาดเคลื่อนในการทดลองเป็นไปตามที่คาด เมื่อใช้เปอร์เซ็นต์ของแข็งสูงขึ้น อัตราเร็วของปฏิกิริยาจะช้าลงอัตราเร็วเริ่มจะคงที่ที่เวลาในการละลาย 180 นาที ที่เปอร์เซ็นต์ของแข็ง 10 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้น NaOH 3.0 ถึง 4.0 M สามารถละลายสังกะสีจากฝุ่นได้สูงสุดประมาณ 70 ถึง 73 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคาดว่าสังกะสีที่ละลายได้ในโซเดียมไฮดรอกไซด์น่าจะถูกละลายออกมาหมดแล้ว ส่วนที่เปอร์เซ็นต์ของแข็ง 20 เปอร์เซ็นต์สังกะสีถูกละลายออกมาได้สูงสุดที่ NaOH 3.0 ถึง 4.0 M เพียง 56 และ 67 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ทั้งนี้เนื่องจากความเข้มข้นของ NaOH เริ่มต้นลดต่ำลงในระหว่างการทำปฏิกิริยา ความเข้มข้น NaOH ที่เหลืออยู่ในสารละลายมีผลต่อความสามารถในการละลาย (Solubility) ของสังกะสีในสารละลาย NaOH กล่าวคือ สารละลายที่มีความเข้มข้น NaOH ต่ำกว่าจะมีความสามารถในการละลายของสังกะสีในสารละลายต่ำกว่า⁽²⁶⁾

5.3 การตรวจสอบฝุ่นเตาอาร์กหลังผ่านการละลายหรืออาก

ฝุ่นเตาอาร์กที่ผ่านการละลายแล้วยังคงสภาพเป็นทรงกลม รูปที่ 5.15 เป็นกากที่เหลือจากการละลายที่ 95 องศาเซลเซียส ความเข้มข้น NaOH 2.5 M และ เปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากการตรวจสอบกากด้วยเครื่องเอ็กซเรย์ดิฟแฟรกชัน (รูปที่ 5.16) พบเฟสซิงก์เฟอร์ไรต์ เฮมาไทต์ แคลไซต์และควอร์ตส์ แต่ไม่ปรากฏเฟสของสังกะสีออกไซด์ สังกะสีที่เหลือในกากจึงอยู่ในรูปซิงก์เฟอร์ไรต์ทั้งหมด แสดงว่าซิงก์เฟอร์ไรต์ละลายได้ค่อนข้างยากที่สภาวะดังกล่าว



รูปที่ 5.14 ผลของเปอร์เซ็นต์ของแข็งต่อสัดส่วนของสังกะสีที่ละลายที่ความเข้มข้น NaOH 3.0 และ 4.0 M, อัตราการกวน 850 รอบต่อนาทีและอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส

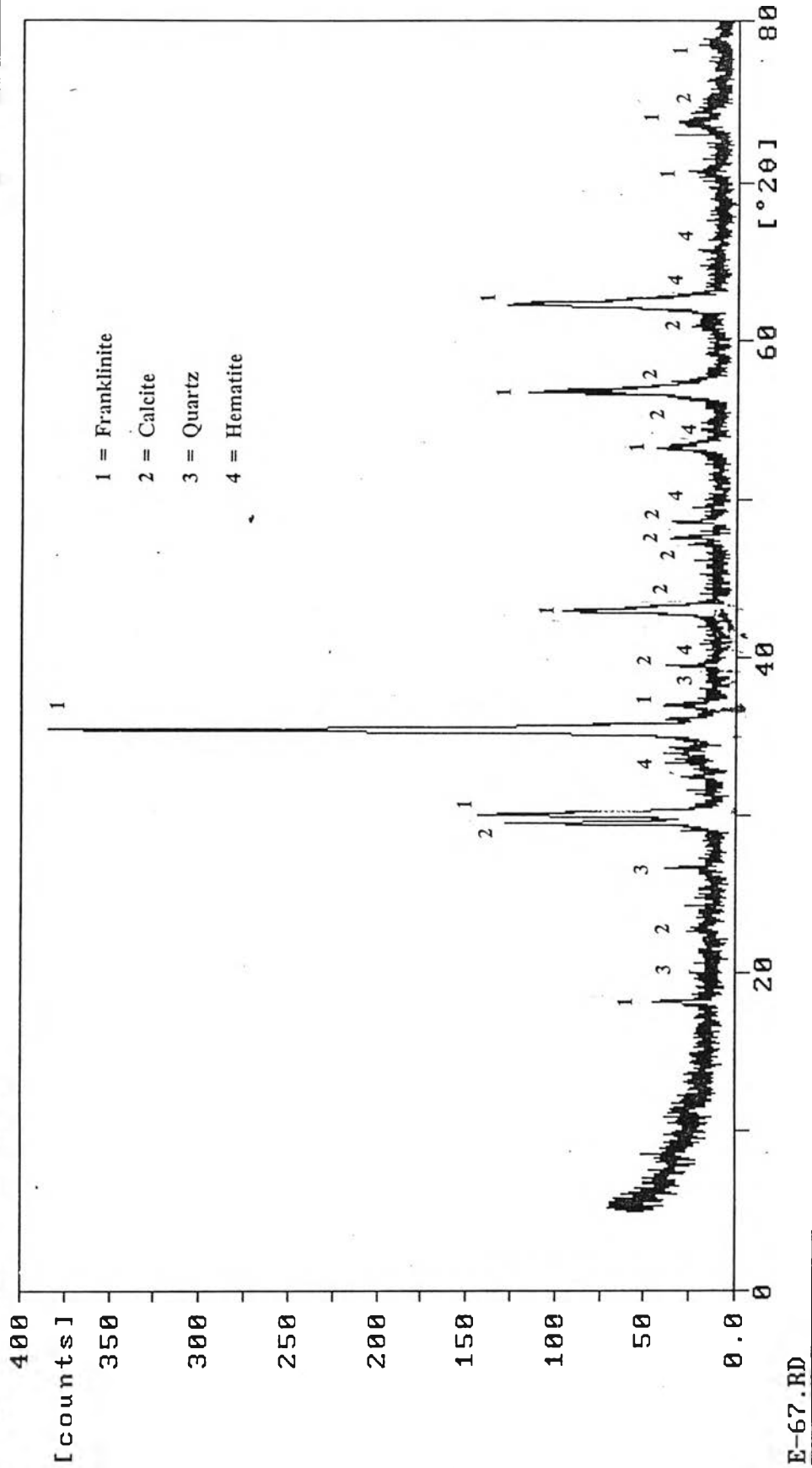


รูปที่ 5.15 ภาพที่ได้จากการละลายที่สารละลาย NaOH 2.5 M, อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส, อัตราการกวน 850 รอบต่อนาทีและเปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 5.5 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของกากที่ได้จากการละลายฝุ่นเตาอาร์กเป็นเวลา 4 ชั่วโมงที่สภาวะต่างๆ ส่วนตารางที่ 5.6 แสดงผลวิเคราะห์สารละลายที่ได้จากการละลายฝุ่นเตาอาร์กที่ NaOH 2.5 M อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส และเปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2 เป็นเวลา 4 ชั่วโมงจะเห็นว่าโครเมียมและแคดเมียมในฝุ่นบางส่วนจะถูกละลายออกมาด้วย

ตารางที่ 5.5 องค์ประกอบทางเคมีของกากที่ได้จากการละลายด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์

หมายเลขตัวอย่าง	สภาวะการทดลอง	องค์ประกอบทางเคมี				
		สังกะสี (%)	เหล็ก (%)	โครเมียม (ppm.)	แคดเมียม (ppm.)	ตะกั่ว (ppm.)
M1	2.5 โมล/ลิตร, 60 องศาเซลเซียส, 850 รอบ/นาที	5.5	34.7	0.08	0.01	0.07
J1	2.5 โมล/ลิตร, 95 องศาเซลเซียส, 850 รอบ/นาที	4.7	33.8	0.08	0.01	0.09



รูปที่ 5.16 ผล XR-D ของกากที่ได้จากการละลายที่สารละลาย NaOH 2.5 M, อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส, อัตราการวน 850 รอบต่อนาทีและเปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 5.6 ผลวิเคราะห์สารละลายที่ได้จากการละลายฝุ่นเตาอาร์กที่ 95 องศาเซลเซียส, สารละลาย NaOH 2.5 M, เปอร์เซ็นต์ของแข็ง 0.2 เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

หมายเลขตัวอย่าง	ผลวิเคราะห์สารละลาย (ppm.)		
	โครเมียม	แคดเมียม	ตะกั่ว
J18	0.02	0.02	trace