

## รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กระทรวงอุตสาหกรรม. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่องการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว กระทรวงอุตสาหกรรม, 2540.

กาญจนา ต่วนเทศ. การเปรียบเทียบการทำเสถียรตะกอนนิกเกิลไฮดรอกไซด์ด้วยปูนขาวและการทำให้เป็นก้อนโดยปูนขาวผสมเถ้าลอยลิกไนต์.วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิตภาค วิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

ขวัญเรือน หลีสิน. การสกัดนิกเกิลออกจากตะกอนโลหะหนักโดยใช้เชื้อ Thiobacillus Ferrooxidans. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิตสหสาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

ธัญญา เห่งยมวิจิตร. การสกัดนิกเกิลออกจากตะกอนนิกเกิลไฮดรอกไซด์โดยใช้แบคทีเรีย วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

บริษัทกระจกไทยออสซีมาชนจำกัด. GGBS (แผ่นซีดีรอม) : Apple by Slag Company LTD, 2540.

ประเสริฐ งามเลิศประเสริฐ. การนำซิลิกา-อลูมินาที่ใช้แล้วและปรอทซัลไฟด์มาทำให้เป็นก้อนด้วยปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

ไฉทิพย์ อภิธรรมวิริยะ. การนำซิลิกา-อลูมินาที่ใช้แล้วมาใช้ประโยชน์ในการทำวัสดุปูพื้น. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

สุรพันธ์ ศักดิ์วานิชกุล. การศึกษาการผลิตซีเมนต์จากกากหินน้ำมัน โดยกระบวนการกึ่งแห้ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2524.

## ภาษาอังกฤษ

- American Concrete Institute. Guide to Selection and Use of Hydraulic Cements. ACI 225R-85, ACI Journal. (November-December, 1985) : 901-929.
- American Society for Testing and Material. Standard Test Method for Fineness of Portland Cement by Air Permeability Apparatus. C 204-96, Annual Book of ASTM Standards. 04.02 Section 4. 1996 : 163-169.
- American Society for Testing and Material. Standard Test Method for Density of Hydraulic Cement . C 188-95, Annual Book of ASTM Standards. 04.02 section 4. 1995 : 158-159.
- American Society for Testing and Material. Standard Specification for Flow Table for Use in Test of Hydraulic Cement. C 230-90, Annual Book of ASTM Standards. 04.02 section 4, 1990 : 180-184.
- American Society for Testing and Material. Standard Test Method for Time Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle. C 191-92, Annual Book of ASTM Standards. 04.02 section 4, 1992 : 160-162.
- American Society for Testing and Material. Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars( Using 2-in or 50-mm Cube Specimens). C109/C109M-95, Annual Book of ASTM Standards. 04.02 section 4, 1995 : 69-73.
- Barnes P. Structure And Performance of Cements. 1983 : 417-533.
- Ding J. ; Fu Y. ; and Beaudoin J.J. Stratlingite Formation in High Alumina Cement – Silica Fume Systems(Significance of Sodium Ions). Cement and Concrete Research V25, 1995 : 1311-1319
- Kirk F.O. and Donald F.O. Encyclopedia of Chemical Technology. V5, 1982 : 163-193
- Majumdar A.J. and Singh B. Properties of Some Blended High-Alumina Cements. Cement and Concrete Research V22, 1992 : 1101-1114
- Majumdar A.J. ; Singh B. ; and Edmands R.N. Hydration of Mixture of “Ciment Fondu” Aluminous Cement and Granulated Blast Furnace Slag. Cement and Concrete Research V20, 1990 : 197-208
- Majumdar A.J. ; Singh B. ; and Quillin K . Properties of Brecem Ten-Year Results. Cement and Concrete Research V29. 1999 : 429-433

- Majumdar A.J. and Rayment D.L. Microanalysis of High Alumina Cement Clinker and Hydrated HAC/Slag Mixtures. Cement and Concrete Research V24. 1994 : 335-342
- Majumdar A.J. and Edmons R.N. Hydration of Mixture of Monocalcium Aluminate and Blast Furnace Slag, Cement and Concrete Research V19, 1989 : 779-782
- Majumdar A.J. and Singh S. The Hydration of Calcium Dialuminate and Its Mixture Containing Slag, Cement and Concrete Research V22, 1992 : 1019-1026
- Neville A.M. High Alumina Cement Concrete . 1975 : 9-67
- Redler L. Quantitative X-ray Diffraction Analysis of High Alumina Cements. Cement and Concrete Research V21, 1991 : 873-884
- Robson T.D. High Alumina Cement and Concretes.1962 : 9-45
- Singh M. ; Prasad P.M. ; and Upadhyay S.N. Preparation of Iron Rich Cements Using Red Mud. Cement and Concrete research V27. 1997 : 1037-1046

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

- ชัชวาล เศรษฐบุตร. คอนกรีตเทคโนโลยี บริษัท ผลิตภัณฑ์และวัสดุก่อสร้าง จำกัด(ซีเพค), 2540.
- ปรีดา พิมพ์ขาวขำ วัตถุดิบไฟ. ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538.
- วินิต ช่อวิเชียร คอนกรีตเทคโนโลยี ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

### ภาษาอังกฤษ

- Currie R.J. and Crammond N.J. Assesment of Existing High Alumina Cement Construction in UK. Proceeding of the Institution of Civil Engineers. Structure and Building V. 104 n1 Feb. 1994 : 83-93.
- Douglas E. and Brandstetr J. A Preliminary Study on the Alkali Activation of Ground Granulated Blast-Furnace Slag. Cement and Concrete Research V 20, 1990 :746-756.
- Douglas E. and Zerbio R. Characterization of Granulated and pelletized Blast-Furnace Slag. Cement and Concrete Research V 16, 1986 : 662-670.
- Ghosh S.N. Advances in Cement Technology. New Delhi, India, Cement Research Institute of India 1983 : 658-665.
- Ghosh S.N. Cement and Concrete Scien&Technology.New Delhi, India, Cement Research Institute V.1, 1991 : 1-67.
- Gutcho M.H. Cement and Mortar Technology and Additives. New Jersy, USA, Noyes Dada Corporation, Park Ridge, 1980 : 158-167.

Labahn O.T. Cement Engineering Handbook . Translated by C. Van Ameronger,

A.M.I.C.E. 2 nd Enlarged Edition, 1989 : 103-117.

Neville A.M. and Brook J.J. Concrete Technology. 1987 : 9-34.

Osborne A.J. Brecem : a Rapid Hardening Cement Based on High Alumina Cement.

Proceedings of the Institution of Civil Engineering. Structures and Buildings V

104 n1 Feb. 1994 : 93-100.

Witt J.C. Portland Cement Technology. 2 nd, 1966 : 41-71.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ข้อมูลผลการทดลองปูนซีเมนต์ลูมินาสูงและปูนซีเมนต์ลูมินาสูงผสมตะกรันเหล็ก

ตารางที่ ผ 1 ค่าความถ่วงจำเพาะ ความละเอียด ของ HAC

ปูนขาว/ซิลิกา-อลูมินา	อุณหภูมิที่เผา (C)	เวลาที่เผา (ชม.)	ความถ่วงจำเพาะ	ความละเอียด (ชม <sup>2</sup> /ก.)
40/60	1500	2.5	2.99	4815
40/60	1200	2	2.93	6980
40/60	1300	1.5	2.93	6549
40/60	1300	2.5	2.93	5031
40/60	1300	3.5	2.93	5320
40/60	1300	4.5	2.90	4445
35/65	1300	2.5	2.86	5063
45/55	1300	2.5	2.93	7894
50/50	1300	2.5	2.85	7667
40/60	1400	2.5	2.88	3557
GGBS	-	-	2.91	7606

ตารางที่ ผ 2 ค่าความถ่วงจำเพาะ ความละเอียด ของ HAC+GGBS

ปูนขาว/ซิลิกา-อลูมินา	อุณหภูมิที่เผา (C)	เวลาที่เผา (ชม.)	ความถ่วงจำเพาะ	ความละเอียด (ชม <sup>2</sup> /ก.)
40/60	1500	2.5	2.95	6210
40/60	1200	2	2.92	7293
40/60	1300	1.5	2.92	7078
40/60	1300	2.5	2.92	6319
40/60	1300	3.5	2.92	6463
40/60	1300	4.5	2.90	6026
35/65	1300	2.5	2.89	6335
45/55	1300	2.5	2.92	7750
50/50	1300	2.5	2.88	7637
40/60	1400	2.5	2.9	5582
GGBS	-	-	2.91	7606



ตารางที่ ๓ ค่าระยะเวลาก่อตัว ของ HAC โดยที่  $w/c = 0.65$

ปูนขาว/ซิลิกา-อลูมินา	อุณหภูมิที่เผา (°C)	เวลาที่เผา (ชม.)	ระยะเวลาก่อตัว เริ่มต้น(ชม.)	ระยะเวลาก่อตัว สุดท้าย(ชม.)
40/60	1400	2.5	5.20	5.50
40/60	1300	2.5	1.18	1.40
40/60	1200	2.5	0.21	0.33
40/60	1300	1.5	0.49	1.05
40/60	1300	2.5	1.18	1.40
40/60	1300	3.5	1.02	1.17
40/60	1300	4.5	0.33	0.45
35/65	1300	2.5	1.13	1.25
40/60	1300	2.5	1.18	1.40
45/55	1300	2.5	0.08	0.16
50/50	1300	2.5	0.03	0.11
35/65	1200	2	0.55	1.10
40/60	1200	2	0.21	0.33
45/55	1200	2	0.03	0.15
50/50	1200	2	0.02	0.04

ตารางที่ ๔ ค่าระยะเวลาก่อตัวของ HAC + GGBS โดยที่  $w/c = 0.40$

ปูนขาว/ซิลิกา-อลูมินา	อุณหภูมิที่เผา (°C)	เวลาที่เผา (ชม.)	ระยะเวลาก่อตัว เริ่มต้น(ชม.)	ระยะเวลาก่อตัว สุดท้าย(ชม.)
40/60	1400	2.5	3.10	3.30
40/60	1300	2.5	1.04	1.30
40/60	1200	2.5	0.19	0.43
40/60	1300	1.5	0.48	1.10
40/60	1300	2.5	1.04	1.30
40/60	1300	3.5	0.33	0.45
40/60	1300	4.5	0.10	0.22
35/65	1300	2.5	1.00	1.15
40/60	1300	2.5	1.04	1.30
45/55	1300	2.5	0.05	0.10
50/50	1300	2.5	0.01	0.04
35/65	1200	2	1.30	2.51
40/60	1200	2	0.19	0.43
45/55	1200	2	0.03	0.22
50/50	1200	2	0.10	0.21

ตารางที่ ๕ ค่ากำลังรับแรงอัด ที่สัดส่วน L/S = 40/60 อุณหภูมิเผา 1200 °C เวลาเผา 2.5 ชั่วโมง

อัตราส่วน	กำลังรับแรงอัดของ HAC					กำลังรับแรงอัดของ HAC+GGBS				
	(กก./ตร.ซม.)					(กก./ตร.ซม.)				
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
w/c = 0.5										
วันที่ 3	84.00	64.00	68.00	72.00	10.58	82.00	85.60	80.00	82.53	2.84
7	64.00	72.00	70.00	68.67	4.16	84.00	96.00	96.00	92.00	6.93
28	74.00	52.00	76.00	67.33	13.32	120.00	102.40	100.00	107.47	10.92
w/c = 0.6										
วันที่ 3	104.00	102.00	108.00	104.67	3.06	104.00	98.00	104.00	102.00	3.46
7	94.00	97.20	96.00	95.73	1.62	110.00	94.00	100.00	101.33	8.08
28	94.00	98.00	100.00	97.33	3.06	164.00	152.00	160.00	158.67	6.11
w/c = 0.65										
วันที่ 3	130.00	102.00	128.00	120.00	7.21	102.00	90.00	100.00	97.33	6.43
7	118.00	112.00	120.00	116.67	4.16	88.00	86.00	94.00	89.33	4.16
28	99.60	105.00	92.00	98.87	14.03	130.80	120.00	124.00	124.93	5.46
w/c = 0.7										
วันที่ 3	96.00	104.00	106.00	102.00	5.29	82.00	104.00	96.00	94.00	11.14
7	94.80	94.00	96.00	94.93	1.01	94.00	96.00	98.00	96.00	2.00
28	80.00	120.00	92.00	97.33	20.53	122.00	138.00	140.00	133.33	9.87
w/c = 0.8										
วันที่ 3	70.00	69.20	72.00	70.40	1.44	48.00	56.00	58.00	54.00	5.29
7	80.00	80.00	84.00	81.33	2.31	56.00	48.00	54.00	52.67	4.16
28	59.20	73.60	72.00	68.27	7.89	76.40	76.40	76.00	76.27	0.23

w/c = อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์

L/S = อัตราส่วนปูนขาวต่อซิลิกา-อลูมินาที่ใช้แล้ว

ตารางที่ ๘ ค่าความหนาแน่น ที่สัดส่วน L/S = 40/60 อุณหภูมิเผา 1200 °C เวลาเผา 2.5 ชั่วโมง

อัตราส่วน	ความหนาแน่นของ HAC					ความหนาแน่นของ HAC+GGBS				
	(ก./ลบ.ซม.)					(ก./ลบ.ซม.)				
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
w/c = 0.5										
วันที่ 3	2.23	2.14	2.16	2.18	0.05	2.18	2.24	2.23	2.22	0.03
7	2.22	2.14	2.24	2.20	0.05	2.29	2.21	2.24	2.25	0.04
28	2.30	2.24	2.24	2.26	0.03	2.20	2.26	2.22	2.23	0.03
w/c = 0.6										
วันที่ 3	2.24	2.26	2.25	2.25	0.01	2.26	2.26	2.24	2.25	0.01
7	2.22	2.33	2.28	2.28	0.05	2.17	2.22	2.20	2.20	0.03
28	2.46	2.27	2.36	2.37	0.10	2.46	2.38	2.40	2.42	0.04
w/c = 0.65										
วันที่ 3	2.32	2.36	2.33	2.34	0.02	2.40	2.42	2.39	2.41	0.02
7	2.39	2.32	2.34	2.35	0.04	2.29	2.18	2.24	2.23	0.06
28	2.30	2.40	2.36	2.35	0.05	2.18	2.28	2.24	2.23	0.05
w/c = 0.7										
วันที่ 3	2.14	2.22	2.24	2.20	0.05	2.23	2.10	2.24	2.19	0.08
7	2.15	2.18	2.16	2.17	0.02	2.25	2.24	2.25	2.25	0.00
28	2.15	2.20	2.18	2.18	0.02	2.13	2.16	2.20	2.16	0.04
w/c = 0.8										
วันที่ 3	2.32	2.28	2.30	2.30	0.02	2.24	2.24	2.28	2.25	0.02
7	2.11	2.15	2.08	2.11	0.04	2.21	2.14	2.12	2.15	0.05
28	2.12	2.08	2.06	2.09	0.03	2.12	2.16	2.12	2.13	0.02

w/c = อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์

L/S = อัตราส่วนปูนขาวต่อซิลิกา-อลูมินาที่ใช้แล้ว

ตารางที่ ๗ ค่ากำลังรับแรงอัด ที่อุณหภูมิเผา 1200°C เวลาเผา 2.0 ชั่วโมง

อัตราส่วน	กำลังรับแรงอัดของ HAC ที่ w/c = 0.65					กำลังรับแรงอัดของ HAC+GGBS ที่ w/c = 0.60				
	(กก./ตร.ซม.)					(กก./ตร.ซม.)				
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
L/S = 35/65										
วันที่ 3	129.20	82.00	92.00	101.07	24.87	84.00	82.00	88.00	84.67	3.06
7	68.00	80.00	88.00	78.67	10.07	70.00	74.00	68.00	70.67	3.06
28	76.00	80.00	72.00	76.00	4.00	113.20	110.00	110.00	111.07	1.85
L/S = 40/60										
วันที่ 3	98.00	130.00	120.00	116.00	16.37	80.00	72.00	88.00	80.00	8.00
7	124.80	100.00	110.00	111.60	12.48	58.00	66.00	62.00	62.00	4.00
28	140.00	120.00	116.00	125.33	12.86	68.00	71.20	72.00	70.40	2.12
L/S = 45/55										
วันที่ 3	24.00	30.00	30.00	28.00	3.46	64.00	70.00	72.00	68.67	4.16
7	24.00	28.00	36.00	29.33	6.11	40.00	34.00	40.00	38.00	3.46
28	32.00	16.00	20.00	22.67	8.33	46.00	60.00	48.00	51.33	7.57
L/S = 50/50										
วันที่ 3	10.00	12.00	12.00	11.33	1.15	38.00	54.00	48.00	46.67	8.08
7	22.00	10.00	28.00	20.00	9.17	26.00	20.00	22.00	22.67	3.06
28	4.00	4.00	4.00	4.00	0.00	22.00	60.00	40.00	40.67	19.01

w/c = อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์

L/S = อัตราส่วนปูนขาวต่อซิลิกา-อลูมินาที่ใช้แล้ว

ตารางที่ 8 ค่าความหนาแน่น ที่อุณหภูมิเผา 1200°C เวลาเผา 2.0 ชั่วโมง

อัตราส่วน	ความหนาแน่นของ HAC					ความหนาแน่นของ HAC+GGBS				
	(ก./ลบ.ซม.)					(ก./ลบ.ซม.)				
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
L/S = 35/65										
วันที่ 3	2.18	2.27	2.39	2.28	0.10	2.24	2.25	2.23	2.24	0.01
7	2.25	2.32	2.28	2.28	0.04	2.22	2.22	2.20	2.21	0.01
28	2.00	2.12	2.20	2.11	0.10	2.16	2.18	2.20	2.18	0.02
L/S = 40/60										
วันที่ 3	2.42	2.50	2.40	2.44	0.05	2.28	2.22	2.31	2.27	0.05
7	2.20	2.26	2.34	2.27	0.07	2.51	2.39	2.40	2.43	0.07
28	2.46	2.48	2.40	2.45	0.04	2.25	2.30	2.00	2.18	0.16
L/S = 45/55										
วันที่ 3	2.08	2.15	2.16	2.13	0.04	2.15	2.10	2.12	2.13	0.02
7	2.12	2.08	2.14	2.11	0.03	2.20	2.25	2.16	2.20	0.04
28	1.98	2.06	2.04	2.02	0.04	2.17	2.09	2.12	2.13	0.04
L/S = 50/50										
วันที่ 3	2.10	2.18	2.24	2.17	0.07	2.14	2.28	2.22	2.21	0.07
7	2.08	2.12	2.16	2.12	0.04	2.24	2.29	2.36	2.30	0.06
28	1.84	1.90	1.92	1.89	0.04	2.24	2.10	2.16	2.17	0.07

w/c = อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์

L/S = อัตราส่วนปูนขาวต่อซิลิกา-อลูมินาที่ใช้แล้ว

ตารางที่ ๙ ค่ากำลังรับแรงอัด ที่อุณหภูมิเผา 1300 °C เวลาเผา 2.5 ชั่วโมง

อัตราส่วน	กำลังรับแรงอัดของ HAC ที่ w/c = 0.65					กำลังรับแรงอัดของ HAC+GGBS ที่ w/c = 0.60				
	(กก./ตร.ซม.)					(กก./ตร.ซม.)				
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
L/S = 35/65										
วันที่ 3	168.00	144.00	144.00	152.00	13.86	76.00	70.00	76.00	74.00	3.46
7	140.00	156.00	148.00	148.00	8.00	116.00	116.00	108.00	113.33	4.62
28	96.00	112.00	102.00	103.33	8.08	164.00	154.00	150.00	156.00	7.21
L/S = 40/60										
วันที่ 3	120.00	122.00	128.00	123.33	4.16	78.00	84.00	82.00	81.33	3.06
7	108.00	104.00	108.00	106.67	2.31	114.00	106.00	98.00	106.00	8.00
28	84.00	80.00	80.00	81.33	2.31	170.00	184.00	188.00	180.67	9.45
L/S = 45/55										
วันที่ 3	8.00	28.00	4.00	13.33	12.86	30.00	46.00	66.00	47.33	18.04
7	6.00	4.00	28.00	12.67	13.32	36.00	26.00	24.00	28.67	6.43
28	32.00	12.00	4.00	16.00	14.42	40.00	60.00	70.00	56.67	15.28
L/S = 50/50										
วันที่ 3	46.00	46.00	58.00	50.00	6.93	52.00	60.00	48.00	53.33	6.11
7	44.00	32.00	44.00	40.00	6.93	46.00	56.00	52.00	51.33	5.03
28	38.00	40.00	34.00	37.33	3.06	56.00	68.00	70.00	64.67	7.57

w/c = อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์

L/S = อัตราส่วนปูนขาวต่อซิลิกา-อลูมินาที่ใช้แล้ว

ตารางที่ ผ 10 ค่าความหนาแน่น ที่อุณหภูมิเผา 1300 °C เวลาเผา 2.5 ชั่วโมง

อัตราส่วน	ความหนาแน่นของ HAC					ความหนาแน่นของ HAC+GGBS				
	(ก./ลบ.ซม.)					(ก./ลบ.ซม.)				
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ก้อนที่ 1	ก้อนที่ 2	ก้อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
L/S = 35/65										
วันที่ 3	2.21	2.14	2.36	2.24	0.11	2.24	2.28	2.16	2.23	0.06
7	2.21	2.15	2.25	2.20	0.03	2.12	2.20	2.14	2.15	0.01
28	2.25	2.18	2.11	2.18	0.07	2.10	2.01	2.11	2.07	0.06
L/S = 40/60										
วันที่ 3	2.22	2.09	2.17	2.16	0.06	2.24	2.10	2.08	2.14	0.09
7	2.21	2.08	2.15	2.18	0.04	2.15	2.13	2.08	2.12	0.05
28	2.22	2.08	2.12	2.14	0.07	2.12	2.18	2.04	2.11	0.07
L/S = 45/55										
วันที่ 3	1.82	1.98	1.75	1.85	0.12	2.34	2.26	1.90	2.17	0.24
7	2.05	2.16	1.89	2.03	0.14	2.12	2.04	2.05	2.07	0.04
28	1.56	1.86	1.71	1.71	0.15	1.73	1.96	1.86	1.85	0.12
L/S = 50/50										
วันที่ 3	2.12	2.09	2.18	2.13	0.04	2.19	2.16	2.19	2.18	0.02
7	2.13	2.16	2.06	2.11	0.05	2.17	2.07	2.20	2.15	0.07
28	2.15	2.16	2.06	2.12	0.06	2.11	2.19	2.14	2.15	0.04

w/c = อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์

L/S = อัตราส่วนปูนขาวต่อซิลิกา-อลูมินาที่ใช้แล้ว



ตารางที่ ผ 11 ค่ากำลังรับแรงอัด ที่เวลาเผา 2.5 ชั่วโมง สัดส่วน L/S = 40/60

อุณหภูมิ(°C)	กำลังรับแรงอัดของ HAC ที่ w/c = 0.65					กำลังรับแรงอัดของ HAC+GGBS ที่ w/c = 0.60				
	(กก./ตร.ซม.)					(กก./ตร.ซม.)				
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่2	ก้อนที่3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ก้อนที่ 1	ก้อนที่2	ก้อนที่3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
1200.00										
วันที่ 3	88.00	102.00	92.00	94.00	7.21	104.00	98.00	104.00	102.00	3.46
7	118.00	112.00	120.00	116.67	4.16	110.00	94.00	100.00	101.33	8.08
28	99.60	105.00	92.00	98.87	14.03	164.00	152.00	160.00	158.67	6.11
1300.00										
วันที่ 3	120.00	122.00	128.00	123.33	4.16	78.00	84.00	82.00	81.33	3.06
7	108.00	104.00	108.00	106.67	2.31	114.00	106.00	98.00	106.00	8.00
28	84.00	80.00	80.00	81.33	2.31	170.00	184.00	188.00	180.67	9.45
1400.00										
วันที่ 3	102.00	108.00	110.00	106.67	4.16	48.00	50.00	52.00	50.00	2.00
7	80.00	82.00	84.00	82.00	2.00	56.00	56.00	60.00	57.33	2.31
28	110.00	80.00	84.00	91.33	16.29	32.00	52.00	52.00	45.33	11.55

w/c = อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์

L/S = อัตราส่วนปูนขาวต่อซิลิกา-อลูมินาที่ใช้แล้ว

ตารางที่ ผ 12 ค่าความหนาแน่น ที่เวลาเผา 2.5 ชั่วโมง สัดส่วน L/S = 40/60

อุณหภูมิ(°C)	ความหนาแน่นของ HAC					ความหนาแน่นของ HAC+GGBS				
	(ก./ลบ.ซม.)					(ก./ลบ.ซม.)				
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่2	ก้อนที่3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ก้อนที่ 1	ก้อนที่2	ก้อนที่3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
1200.00										
วันที่ 3	2.32	2.36	2.33	2.34	0.02	2.26	2.26	2.24	2.25	0.01
7	2.39	2.32	2.34	2.35	0.04	2.17	2.22	2.20	2.20	0.03
28	2.30	2.40	2.36	2.35	0.05	2.46	2.38	2.40	2.42	0.04
1300.00										
วันที่ 3	2.22	2.09	2.17	2.16	0.06	2.24	2.10	2.08	2.14	0.09
7	2.21	2.08	2.15	2.18	0.04	2.15	2.13	2.08	2.12	0.05
28	2.22	2.08	2.12	2.14	0.07	2.12	2.18	2.04	2.11	0.07
1400.00										
วันที่ 3	2.15	2.13	2.16	2.15	0.02	2.09	2.08	2.10	2.09	0.01
7	2.20	2.20	2.19	2.20	0.00	2.18	2.30	2.20	2.22	0.06
28	2.26	2.20	2.24	2.23	0.03	1.97	2.04	2.06	2.02	0.05

w/c = อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์

L/S = อัตราส่วนปูนขาวต่อซิลิกา-อลูมินาที่ใช้แล้ว

ตารางที่ ผ 13 ค่ากำลังรับแรงอัด ที่อุณหภูมิเผา 1300 °C สัดส่วน L/S = 40/60

เวลา(ช.ม.)	กำลังรับแรงอัดของ HAC ที่ w/c = 0.65					กำลังรับแรงอัดของ HAC+GGBS ที่ w/c = 0.60				
	(กก./ตร.ซม.)					(กก./ตร.ซม.)				
	ก่อนที่ 1	ก่อนที่ 2	ก่อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ก่อนที่ 1	ก่อนที่ 2	ก่อนที่ 3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
1.50										
วันที่ 3	180.00	132.00	180.00	164.00	27.71	110.00	104.00	102.00	105.33	4.16
7	146.00	162.00	204.00	170.67	29.96	112.00	112.00	104.00	109.33	4.62
28	110.00	134.00	142.00	128.67	16.65	156.00	152.00	176.00	161.33	12.86
2.50										
วันที่ 3	120.00	122.00	128.00	123.33	4.16	78.00	84.00	82.00	81.33	3.06
7	108.00	104.00	108.00	106.67	2.31	114.00	106.00	98.00	106.00	8.00
28	84.00	80.00	84.00	82.67	2.31	170.00	184.00	188.00	180.67	9.45
3.50										
วันที่ 3	172.00	164.00	164.00	166.67	4.62	92.00	90.00	92.00	91.33	1.15
7	170.00	156.00	164.00	163.33	7.02	108.00	124.00	112.00	114.67	8.33
28	146.00	136.00	136.00	139.33	5.77	196.00	220.00	204.00	206.67	12.22
4.50										
วันที่ 3	64.00	64.00	68.00	65.33	2.31	76.00	84.00	96.00	85.33	10.07
7	52.00	52.00	58.00	54.00	3.46	102.00	104.00	108.00	104.67	3.06
28	48.00	32.00	36.00	38.67	8.33	144.00	140.00	124.00	136.00	10.58

w/c = อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์

L/S = อัตราส่วนปูนขาวต่อซิลิกา-อลูมินาที่ใช้แล้ว

ตารางที่ ผ 14 ค่าความหนาแน่น ที่อุณหภูมิเผา 1300°C สัดส่วน L/S = 40/60

เวลา(ช.ม.)	ความหนาแน่นของ HAC					ความหนาแน่นของ HAC+GGBS				
	(ก./ลบ.ซม.)					(ก./ลบ.ซม.)				
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่2	ก้อนที่3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ก้อนที่ 1	ก้อนที่2	ก้อนที่3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
1.50										
วันที่ 3	2.25	2.14	2.11	2.17	0.07	2.28	2.20	2.21	2.23	0.04
7	2.31	2.28	2.20	2.26	0.06	2.15	2.27	2.23	2.22	0.06
28	2.23	2.13	2.22	2.19	0.06	2.05	2.07	2.20	2.11	0.08
2.50										
วันที่ 3	2.22	2.09	2.17	2.16	0.06	2.24	2.10	2.08	2.14	0.09
7	2.21	2.08	2.15	2.18	0.04	2.15	2.13	2.08	2.12	0.05
28	2.22	2.08	2.12	2.14	0.07	2.12	2.18	2.04	2.11	0.07
3.50										
วันที่ 3	2.20	2.22	2.25	2.23	0.04	2.13	2.22	2.14	2.14	0.01
7	2.12	2.20	2.12	2.15	0.05	2.09	2.22	2.15	2.15	0.07
28	2.32	2.26	2.28	2.29	0.03	2.14	2.26	2.26	2.22	0.07
4.50										
วันที่ 3	2.24	2.20	2.30	2.25	0.05	2.28	2.26	2.35	2.30	0.05
7	2.15	2.22	2.22	2.20	0.04	2.15	2.14	2.24	2.18	0.06
28	2.17	2.27	2.16	2.20	0.06	2.09	2.22	2.22	2.18	0.08

w/c = อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์

L/S = อัตราส่วนปูนขาวต่อซิลิกา-อลูมินาที่ใช้แล้ว

ตารางที่ ผ 15 ค่ากำลังรับแรงอัด ที่อุณหภูมิเผา 1300 °C เวลา 3.5 ชั่วโมง

เวลา(ช.ม.)	กำลังรับแรงอัดของ HAC ที่ w/c = 0.65					กำลังรับแรงอัดของ HAC+GGBS ที่ w/c = 0.60				
	(กก./ตร.ซม.)					(กก./ตร.ซม.)				
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่2	ก้อนที่3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ก้อนที่ 1	ก้อนที่2	ก้อนที่3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
L/S = 35/65										
วันที่ 3	154.00	146.00	152.00	150.67	4.16	50.00	52.00	50.00	50.67	1.15
7	130.00	132.00	128.00	130.00	2.00	60.00	64.00	62.00	62.00	2.00
28	114.00	116.00	114.00	114.67	1.15	104.00	112.00	110.00	108.67	4.16
L/S = 40/60										
วันที่ 3	172.00	164.00	164.00	166.67	4.62	92.00	90.00	92.00	91.33	1.15
7	170.00	156.00	164.00	163.33	7.02	108.00	124.00	112.00	114.67	8.33
28	146.00	136.00	136.00	139.33	5.77	196.00	220.00	204.00	206.67	12.22

w/c = อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์

L/S = อัตราส่วนปูนขาวต่อซิลิกา-อลูมินาที่ใช้แล้ว

ตารางที่ ผ 16 ค่าความหนาแน่น ที่อุณหภูมิเผา 1300 °C เวลา 3.5 ชั่วโมง

เวลา(ช.ม.)	ความหนาแน่นของ HAC					ความหนาแน่นของ HAC+GGBS				
	(ก./ลบ.ซม.)					(ก./ลบ.ซม.)				
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่2	ก้อนที่3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ก้อนที่ 1	ก้อนที่2	ก้อนที่3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
L/S = 35/65										
วันที่ 3	2.00	2.04	2.08	2.04	0.04	2.06	2.12	2.08	2.09	0.03
7	2.02	2.00	2.04	2.02	0.02	2.08	2.02	2.06	2.06	0.03
28	2.08	2.04	2.06	2.06	0.02	2.13	2.04	2.14	2.10	0.05
L/S = 40/60										
วันที่ 3	2.20	2.22	2.25	2.23	0.04	2.13	2.22	2.14	2.14	0.01
7	2.12	2.20	2.12	2.15	0.05	2.09	2.22	2.15	2.15	0.07
28	2.32	2.26	2.28	2.29	0.03	2.14	2.26	2.26	2.22	0.07

w/c = อัตราส่วนน้ำต่อปูนซีเมนต์

L/S = อัตราส่วนปูนขาวต่อซิลิกา-อลูมินาที่ใช้แล้ว

ตารางที่ ผ 17 คุณสมบัติของตะกอนนิเกิลที่ผ่านการทำให้เป็นก้อน

คุณสมบัติที่ทดสอบ	Ni ผสม HAC					Ni ผสม (HAC+GGBS)				
	ก้อนที่ 1	ก้อนที่2	ก้อนที่3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน	ก้อนที่ 1	ก้อนที่2	ก้อนที่3	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน
กำลังรับแรงอัด(กก./ตร.ซม.)	9.41	10.30	9.10	9.60	0.62	5.88	5.62	6.03	5.84	0.21
ความหนาแน่น(ตัน./ลบ.ม.)	1.33	1.35	1.40	1.36	0.04	1.27	1.30	1.26	1.28	0.02
พีเอชของน้ำชะ	10.87	11.25	11.05	11.06	0.19	11.04	10.55	10.45	10.68	0.32
ความนำไฟฟ้าของน้ำชะ(มิลลิซีเมนต์/ซม.)	2.74	2.34	2.51	2.53	0.20	1.38	1.76	1.55	1.56	0.19
ปริมาณนิเกิลของน้ำชะ(มก./ล.)	0.48	0.50	0.55	0.51	0.04	0.56	0.60	0.59	0.58	0.02

ปริมาณนิเกิลของBlank = 0.25 มก./ล.

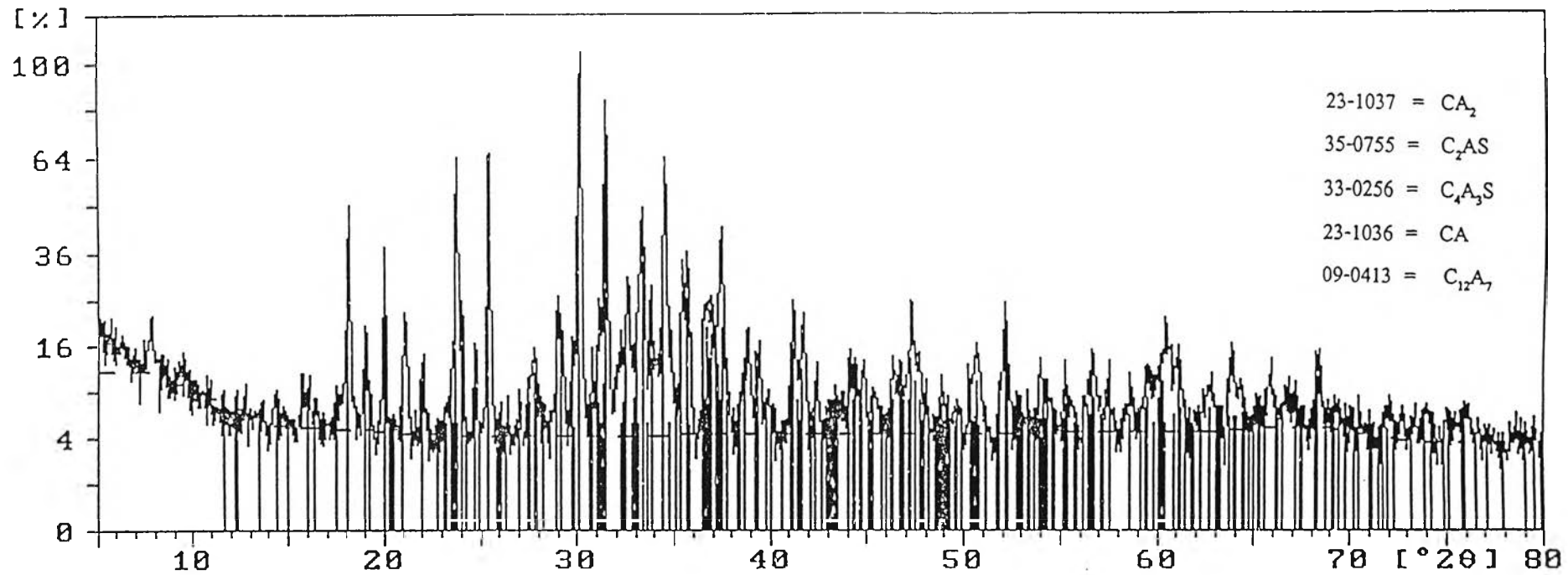
ความนำไฟฟ้าของ Blank = 8.30 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร

ภาคผนวก ข.  
ข้อมูลการวิเคราะห์เฟสด้วย X-Ray Diffraction



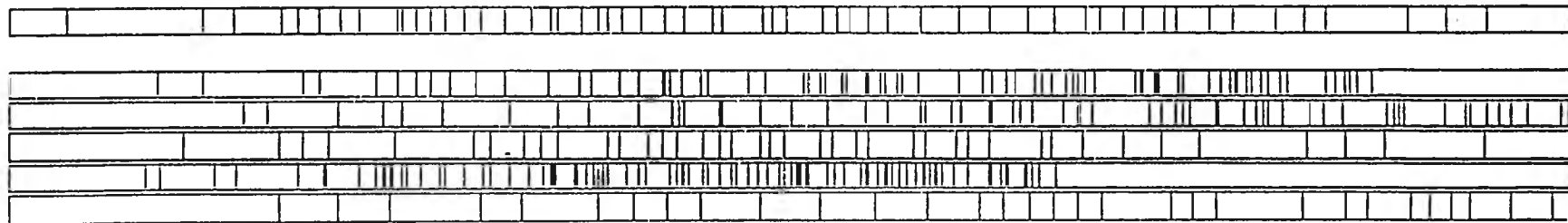
ตารางที่ 18 X-Ray Diffraction Pattern ของ HAC Non-Hydrated, L/S = 40/60, 1300 °C, 3.5 ชั่วโมง

Angle [ $2\theta$ ]	d-value Å1 []	d-value Å2 []	Peak width [ $2\theta$ ]	Rel. int [%]	Signif.
7.785	11.3472	11.3751	0.320	8.0	1.14
14.465	6.1185	6.1336	0.240	2.9	0.79
15.930	5.5590	5.5727	0.640	3.4	1.22
18.155	4.8824	4.8944	0.160	44.9	2.67
19.020	4.6623	4.6737	0.160	12.9	1.20
20.025	4.4305	4.4414	0.160	29.9	2.80
21.085	4.2101	4.2205	0.160	17.2	1.64
22.000	4.0370	4.0470	0.160	9.7	1.43
23.765	3.7410	3.7502	0.120	61.3	1.56
24.060	3.6958	3.7049	0.080	20.9	3.76
24.740	3.5958	3.6046	0.160	11.5	1.47
25.445	3.4977	3.5063	0.200	62.1	6.87
26.045	3.4185	3.4269	0.200	2.9	0.93
26.995	3.3003	3.3084	0.240	3.6	0.84
27.835	3.2026	3.2105	0.480	10.3	3.76
28.990	3.0776	3.0851	0.160	16.8	1.20
30.150	2.9617	2.9690	0.160	100.0	4.64
31.135	2.8703	2.8773	0.120	21.4	1.49
31.490	2.8387	2.8457	0.200	79.5	6.82
32.605	2.7441	2.7509	0.160	26.4	1.52
33.365	2.6833	2.6899	0.200	45.5	2.29
33.800	2.6498	2.6563	0.160	20.9	1.65
34.580	2.5918	2.5982	0.160	59.1	2.30
35.460	2.5295	2.5357	0.120	29.9	3.21
36.560	2.4558	2.4619	0.160	17.6	1.04
37.465	2.3986	2.4045	0.160	38.8	1.43
38.860	2.3156	2.3213	0.160	15.0	0.89
39.370	2.2868	2.2924	0.240	9.4	1.00
41.250	2.1868	2.1922	0.280	18.0	3.38
41.720	2.1632	2.1686	0.200	18.8	1.23
42.385	2.1308	2.1361	0.120	9.1	1.72
44.150	2.0497	2.0547	0.160	11.2	0.81
44.810	2.0210	2.0260	0.120	9.4	1.76
45.380	1.9969	2.0018	0.240	4.3	0.77
46.305	1.9592	1.9640	0.200	6.5	1.00
47.265	1.9216	1.9263	0.160	20.9	1.05
48.815	1.8641	1.8687	0.320	5.1	0.80
50.705	1.7990	1.8034	0.320	10.0	1.33
52.135	1.7530	1.7573	0.200	13.2	1.27
53.975	1.6975	1.7016	0.120	6.5	1.18
55.220	1.6621	1.6662	0.280	5.8	1.66
56.700	1.6222	1.6262	0.120	9.7	0.91
57.450	1.6028	1.6067	0.320	4.9	1.06
58.600	1.5740	1.5779	0.320	3.9	0.83
59.435	1.5539	1.5577	0.240	7.2	1.02
60.490	1.5293	1.5330	0.320	13.5	0.97
61.085	1.5158	1.5195	0.320	9.4	0.92
62.675	1.4811	1.4848	0.640	4.9	1.21
63.770	1.4583	1.4619	0.320	8.0	1.55
65.830	1.4176	1.4211	0.200	7.5	0.78
67.250	1.3910	1.3945	0.800	2.1	0.83
68.305	1.3721	1.3755	0.320	8.6	1.73
72.125	1.3085	1.3118	0.400	3.4	0.84
74.030	1.2795	1.2827	0.400	3.2	0.96
75.970	1.2516	1.2547	0.640	2.7	0.91



E-232

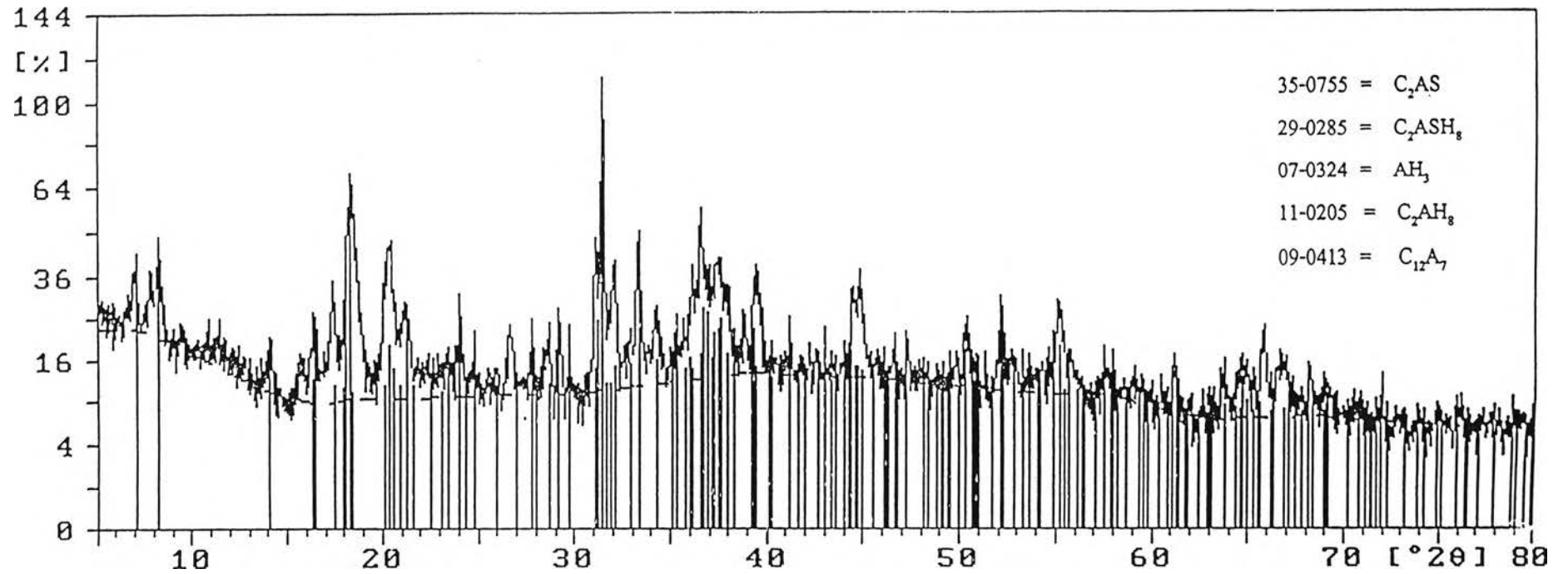
23-1037  
 35-0755  
 33-0256  
 23-1036  
 09-0413



รูปที่ ๗1 X-Ray Diffraction Pattern ของ HAC Non-Hydrated, L/S = 40/60, 1300 °C, 3.5 ชั่วโมง

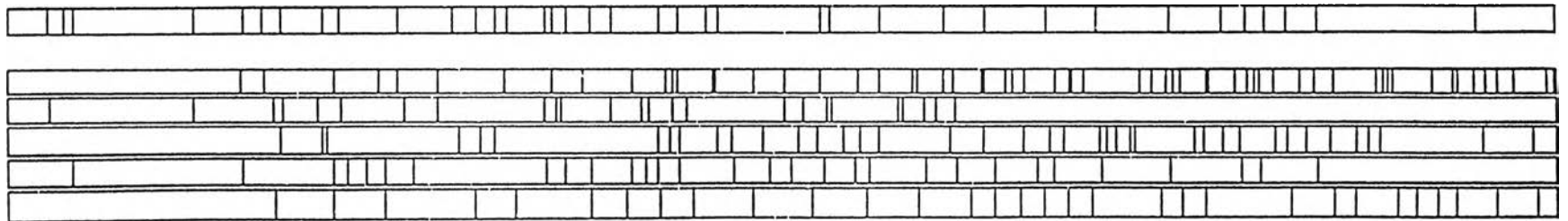
ตารางที่ ๑๑๙ X-Ray Diffraction Pattern ของ HAC Hydrated 3 วัน, L/S = 40/60, 1300 °C, 3.5 ชั่วโมง

Angle [ $2\theta$ ]	d-value Å1	d-value [ ]	d-value Å2	[ ]	Peak width [ $2\theta$ ]	Rel. int [%]	Signif.
7.020	12.5819		12.6129		0.160	14.8	2.29
7.805	11.3182		11.3460		0.160	15.7	0.80
8.255	10.7022		10.7285		0.240	22.7	0.89
14.100	6.2761		6.2915		0.280	9.0	1.84
16.455	5.3828		5.3960		0.160	15.7	0.90
17.385	5.0969		5.1094		0.240	25.3	1.99
18.275	4.8506		4.8626		0.480	50.6	5.88
20.395	4.3509		4.3617		0.120	35.2	0.94
21.195	4.1885		4.1988		0.400	16.5	1.43
24.030	3.7004		3.7095		0.120	18.3	1.76
26.695	3.3367		3.3449		0.320	11.4	1.22
27.790	3.2077		3.2156		0.240	10.6	2.18
28.665	3.1117		3.1194		0.400	9.3	2.03
29.225	3.0533		3.0609		0.160	17.0	2.46
31.105	2.8730		2.8800		0.160	31.5	1.47
31.460	2.8413		2.8483		0.120	100.0	1.41
32.105	2.7857		2.7926		0.240	24.7	2.04
33.315	2.6872		2.6939		0.160	34.0	1.51
34.260	2.6153		2.6217		0.240	14.4	2.12
36.575	2.4549		2.4609		0.120	43.3	2.01
37.465	2.3986		2.4045		0.240	26.4	0.97
38.885	2.3142		2.3199		0.120	10.3	1.02
39.425	2.2837		2.2893		0.400	20.7	2.79
44.425	2.0376		2.0426		0.160	19.7	0.95
44.825	2.0203		2.0253		0.160	25.3	0.75
47.285	1.9208		1.9255		0.160	7.4	0.88
50.325	1.8117		1.8161		0.160	10.0	0.77
52.265	1.7489		1.7532		0.200	15.7	1.22
55.210	1.6624		1.6665		0.320	17.8	1.38
57.680	1.5969		1.6009		0.480	3.5	1.39
61.230	1.5126		1.5163		0.240	7.4	1.65
63.740	1.4589		1.4625		0.320	5.0	1.14
64.800	1.4376		1.4411		0.560	8.3	2.07
65.780	1.4185		1.4220		0.200	13.6	1.25
66.795	1.3994		1.4029		0.480	8.0	0.79
68.275	1.3726		1.3760		0.240	6.6	0.94
76.050	1.2505		1.2536		0.400	1.5	0.79



E-235

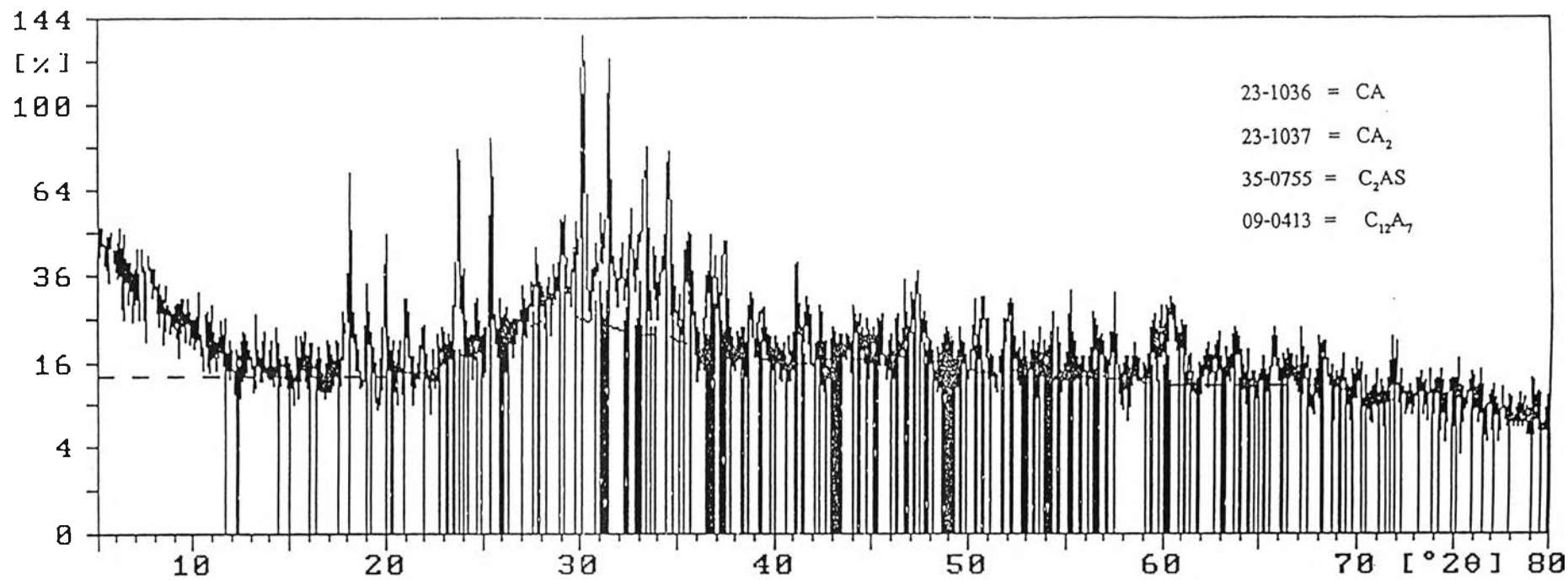
35-0755  
 29-0285  
 07-0324  
 11-0205  
 09-0413



รูปที่ ๗2 X-Ray Diffraction Pattern ของ HAC Hydrated 3 วัน, L/S = 40/60, 1300 °C 3.5 ชั่วโมง

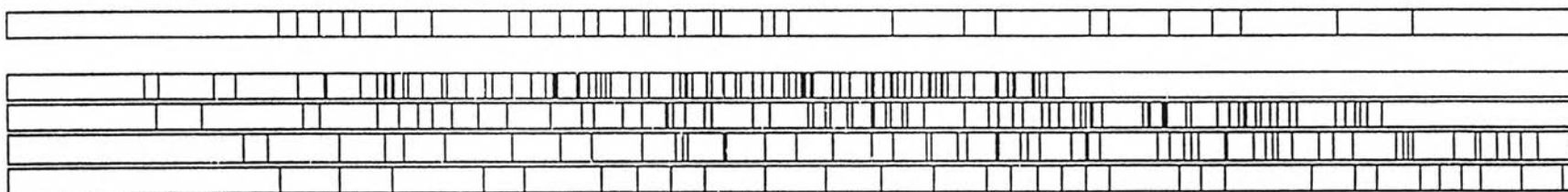
ตารางที่ ๒20 X-Ray Diffraction Pattern ของ HAC+GGBS Non-Hydrated, L/S = 40/60, 1300 °C, 3.5 ชั่วโมง

Angle [ $2\theta$ ]	d-value Å1	d-value Å2	Peak width [ $2\theta$ ]	Rel. int [%]	Signif.
18.090	4.8998	4.9119	0.120	44.4	2.95
19.010	4.6647	4.6762	0.320	14.2	1.40
19.975	4.4415	4.4524	0.120	33.6	2.72
21.105	4.2062	4.2165	0.240	13.7	1.15
21.905	4.0543	4.0643	0.320	8.0	0.88
23.700	3.7512	3.7604	0.120	63.5	1.11
25.410	3.5025	3.5111	0.160	64.7	2.20
29.085	3.0677	3.0753	0.320	23.6	1.43
30.085	2.9680	2.9753	0.160	100.0	2.43
31.435	2.8435	2.8505	0.120	95.7	1.19
32.575	2.7466	2.7533	0.160	34.5	0.76
33.310	2.6876	2.6943	0.240	49.4	2.53
34.515	2.5965	2.6029	0.160	59.0	1.36
35.415	2.5326	2.5388	0.120	26.5	1.12
35.670	2.5150	2.5212	0.160	26.5	0.89
36.685	2.4478	2.4538	0.320	14.2	1.54
37.425	2.4010	2.4069	0.160	26.5	0.81
38.785	2.3199	2.3256	0.160	11.1	1.26
39.135	2.3000	2.3056	0.640	7.2	3.02
41.105	2.1942	2.1996	0.160	22.2	0.97
41.685	2.1650	2.1703	0.240	11.1	0.76
42.340	2.1330	2.1382	0.160	10.6	0.77
47.280	1.9210	1.9257	0.240	17.1	1.03
50.720	1.7985	1.8029	0.320	12.1	0.84
52.185	1.7514	1.7557	0.320	13.1	0.88
56.565	1.6257	1.6297	0.480	7.2	1.03
57.520	1.6010	1.6049	0.320	6.1	0.75
60.425	1.5308	1.5345	0.640	14.2	0.80
62.480	1.4853	1.4889	0.800	3.8	1.09
63.870	1.4563	1.4598	0.480	8.8	1.21
68.345	1.3714	1.3748	0.480	6.4	1.42
71.975	1.3109	1.3141	0.480	4.7	1.00



E-233

23-1036  
 23-1037  
 35-0755  
 09-0413



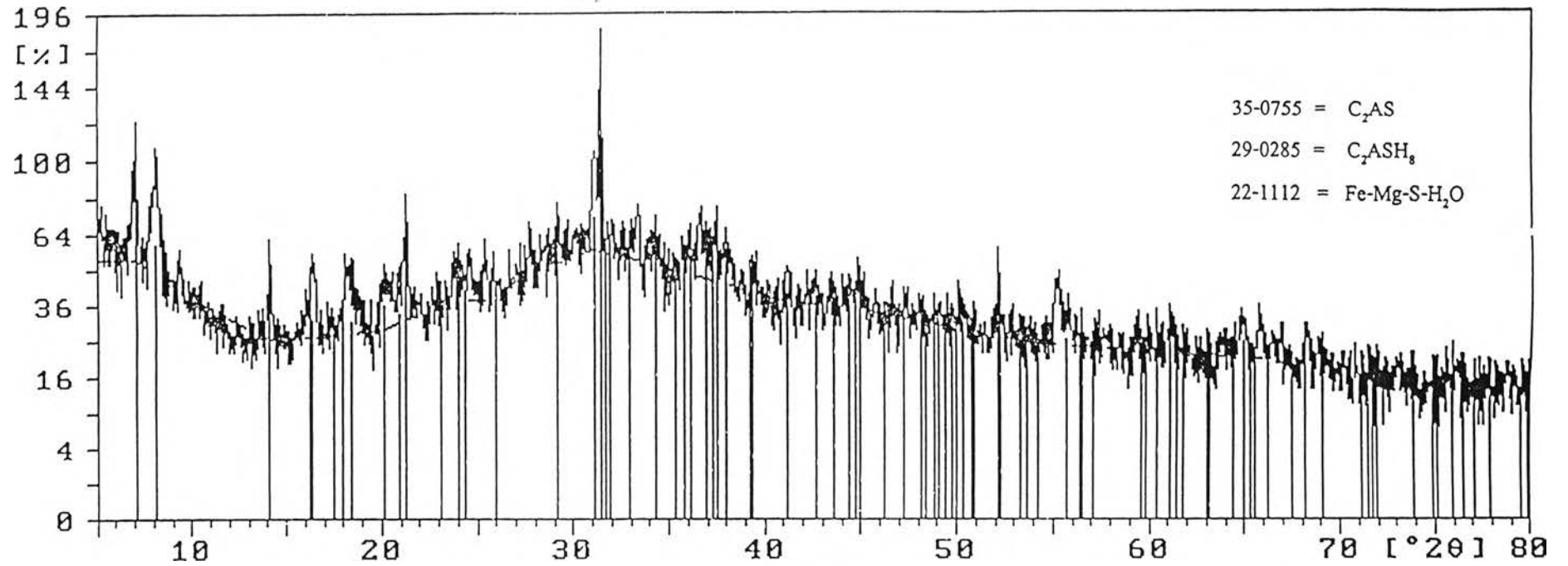
รูปที่ ๘3 X-Ray Diffraction Pattern ของ HAC+GGBS Non-Hydrated, L/S = 40/60, 1300 °C, 3.5 ชั่วโมง

ตารางที่ ๒21 X-Ray Diffraction Pattern ของ HAC+GGBS Hydrated 3 วัน, L/S = 40/60, 1300 °C, 3.5 ชั่วโมง

Angle [ $2\theta$ ]	d-value Å1	d-value [ ]	d-value Å2	[ ]	Peak width [ $\frac{1}{2}\theta$ ]	Rel. int [%]	Signif.
7.035	12.5551		12.5860		0.320	35.4	1.61
8.180	10.8001		10.8267		0.120	51.7	0.89
9.410	9.3910		9.4141		0.240	10.9	0.83
14.145	6.2562		6.2716		0.160	15.1	0.77
16.390	5.4040		5.4173		0.320	25.4	1.38
18.295	4.8454		4.8573		0.640	19.9	1.99
20.205	4.3914		4.4022		0.480	14.5	1.23
21.305	4.1671		4.1774		0.200	36.4	1.59
24.650	3.6087		3.6176		0.200	15.7	0.80
25.410	3.5025		3.5111		0.240	14.5	0.84
27.690	3.2190		3.2269		0.240	13.2	1.14
31.120	2.8716		2.8787		0.200	48.2	1.08
31.455	2.8418		2.8488		0.120	100.0	0.98
33.380	2.6822		2.6888		0.160	25.4	0.83
41.245	2.1871		2.1924		0.320	7.9	0.77
44.890	2.0176		2.0225		0.800	8.9	0.76
52.215	1.7505		1.7548		0.320	19.2	1.03
55.250	1.6613		1.6654		0.240	19.2	1.68
65.805	1.4180		1.4215		0.320	11.5	0.87
68.670	1.3657		1.3691		0.640	2.5	0.87

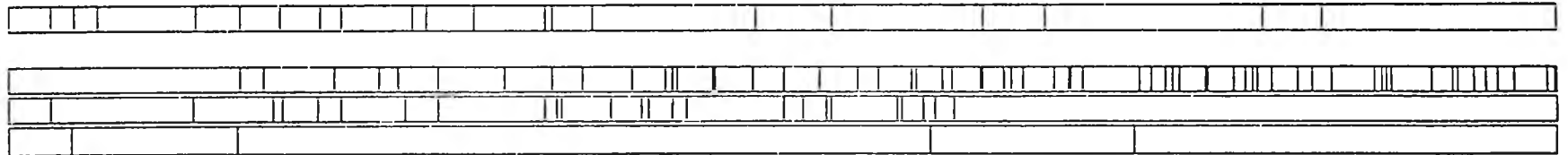
ตารางที่ ๒22 X-Ray Diffraction Pattern ของ HAC+GGBS Hydrated 10 วัน, L/S = 40/60, 1300 °C, 3.5 ชั่วโมง

Angle [ $2\theta$ ]	d-value Å1	d-value [ ]	d-value Å2	[ ]	Peak width [ $\frac{1}{2}\theta$ ]	Rel. int [%]	Signif.
7.080	12.4754		12.5061		0.200	42.0	1.55
7.710	11.4574		11.4856		0.240	11.9	0.86
14.175	6.2431		6.2584		0.160	28.6	1.00
15.840	5.5904		5.6041		0.800	2.4	0.82
18.295	4.8454		4.8573		0.160	29.4	0.88
20.195	4.3936		4.4044		0.320	20.3	0.80
21.335	4.1613		4.1716		0.160	35.8	1.82
23.970	3.7095		3.7186		0.240	9.6	0.80
29.410	3.0346		3.0420		0.120	25.7	0.77
31.090	2.8743		2.8814		0.160	46.7	1.14
31.430	2.8440		2.8510		0.160	100.0	2.32
33.285	2.6896		2.6962		0.120	22.3	0.79
34.325	2.6105		2.6169		0.160	35.8	0.89
36.115	2.4851		2.4912		0.240	21.6	0.78
37.385	2.4035		2.4094		0.240	22.9	0.87
38.125	2.3585		2.3643		0.320	12.9	0.81
39.375	2.2865		2.2921		0.240	12.9	0.77
44.445	2.0367		2.0417		0.200	12.4	0.90
47.930	1.8965		1.9011		0.960	4.8	0.98
50.080	1.8200		1.8244		0.640	9.6	1.43
52.135	1.7530		1.7573		0.240	15.0	1.91
55.445	1.6559		1.6600		0.800	9.6	1.70



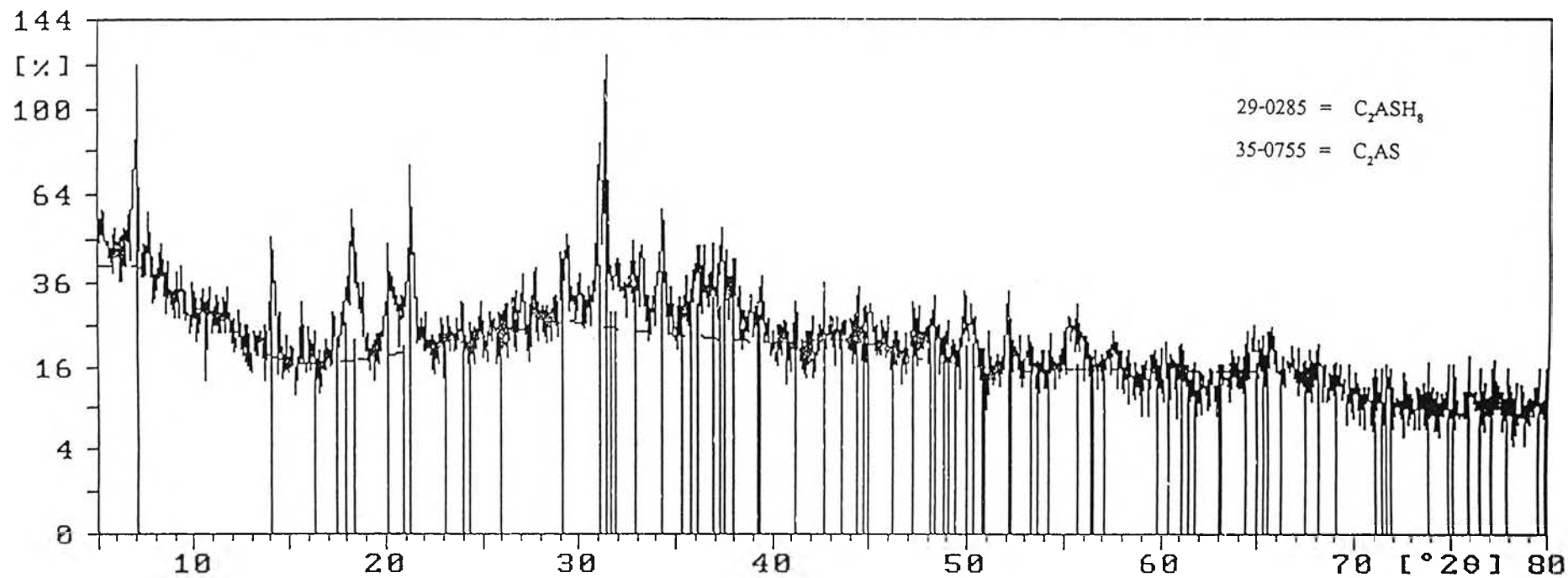
E-236

35-0755  
 29-0285  
 22-1112



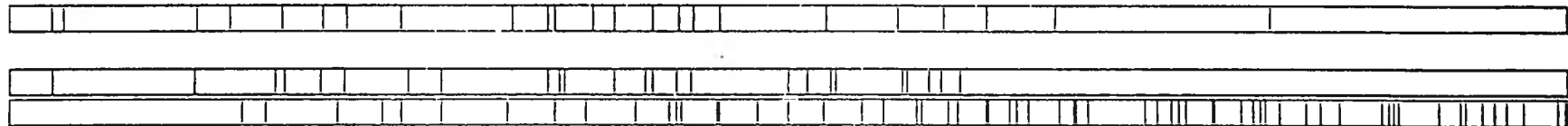
รูปที่ ๓4 X-Ray Diffraction Pattern ของ HAC ผสม GGBS Hydrated 3 วัน, L/S = 40/60, 1300 °C, 3.5 ชั่วโมง





E-234

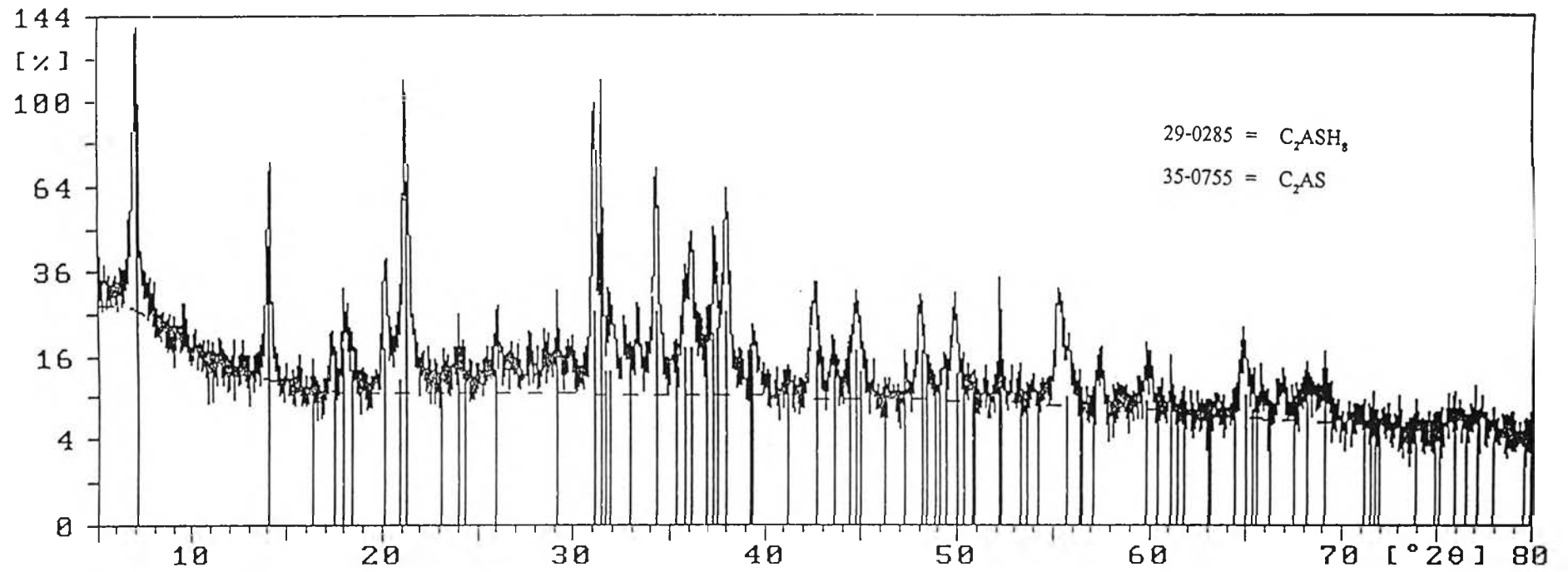
29-0285  
35-0755



รูปที่ ๗5 X-Ray Diffraction Pattern ของ HAC ผสม GGBS Hydrated 10 วัน, L/S = 40/60, 1300 °C, 3.5 ชั่วโมง

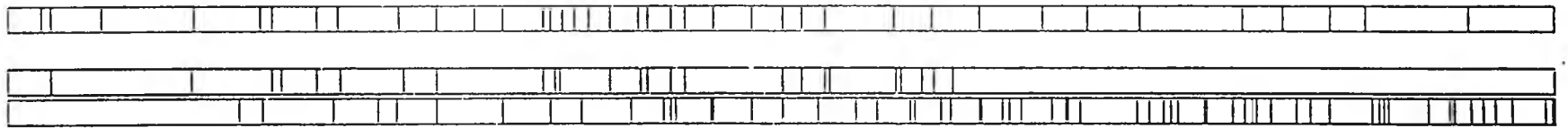
ตารางที่ 23 X-Ray Diffraction Pattern ของ HAC+GGBS Hydrated 30 วัน, L/S=40/60, 1300 °C, 3.5 ชั่วโมง

Angle [ $\frac{1}{2}\theta$ ]	d-value Å1	d-value [ ]	d-value Å2	[ ]	Peak width [ $\frac{1}{2}\theta$ ]	Rel. int [%]	Signif.
6.660	13.2612		13.2938		0.060	25.3	0.76
7.105	12.4316		12.4622		0.100	100.0	2.45
9.625	9.1817		9.2043		0.320	2.9	0.79
14.155	6.2518		6.2672		0.140	55.3	3.88
17.345	5.1086		5.1211		0.200	10.0	1.36
17.950	4.9377		4.9499		0.120	15.7	1.00
20.155	4.4022		4.4130		0.200	28.0	2.88
21.190	4.1895		4.1998		0.080	96.8	0.91
24.110	3.6883		3.6974		0.480	6.1	0.77
25.995	3.4249		3.4334		0.160	14.8	1.08
27.745	3.2128		3.2207		0.240	8.3	1.39
29.170	3.0590		3.0665		0.120	14.8	1.76
31.080	2.8752		2.8823		0.120	88.6	3.47
31.465	2.8409		2.8479		0.100	52.9	1.43
31.975	2.7967		2.8036		0.320	15.2	1.38
32.640	2.7413		2.7480		0.120	12.5	1.12
33.335	2.6857		2.6923		0.200	14.8	1.83
34.265	2.6149		2.6213		0.100	59.3	1.27
35.740	2.5103		2.5165		0.160	22.7	1.39
36.160	2.4821		2.4882		0.160	37.2	1.57
37.325	2.4072		2.4132		0.160	35.2	1.76
37.975	2.3675		2.3733		0.080	53.7	0.82
39.370	2.2868		2.2924		0.320	10.6	1.75
41.175	2.1906		2.1960		0.320	3.1	0.82
42.610	2.1201		2.1253		0.320	21.2	3.04
43.555	2.0763		2.0814		0.240	8.3	1.15
44.730	2.0244		2.0294		0.240	18.3	1.60
48.055	1.8918		1.8965		0.280	17.0	3.59
49.825	1.8287		1.8332		0.200	18.8	1.41
52.145	1.7526		1.7570		0.060	11.4	1.04
55.240	1.6615		1.6656		0.320	21.2	4.02
57.415	1.6037		1.6076		0.320	7.1	1.54
59.940	1.5420		1.5458		0.400	6.9	2.37
64.875	1.4361		1.4396		0.400	10.6	2.73
66.805	1.3992		1.4027		0.400	4.8	1.36
69.115	1.3580		1.3613		0.320	6.6	1.14
70.785	1.3300		1.3333		0.800	1.5	1.00
75.855	1.2532		1.2563		0.640	1.9	1.03



E-239

29-0285  
35-0755



รูปที่ ๗6 X-Ray Diffraction Pattern ของ HAC ผสม GGBS Hydrated 30 วัน, L/S=40/60, 1300 °C, 3.5 ชั่วโมง

ตารางที่ ๒๔ X-RAY Diffraction Pattern ของสารประกอบต่างๆ

CaAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub> (CA)			CaAl <sub>4</sub> O <sub>7</sub> (CA <sub>2</sub> )			Ca <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> SiO <sub>7</sub> (C <sub>2</sub> AS)		
d value	Angle	Rel.Int.	d value	Angle	Rel.Int.	d value	Angle	Rel.Int.
2.9710	30.054	100	3.5000	25.428	100	2.8446	31.423	100
2.9660	30.106	100	2.5990	34.481	60	1.7542	52.095	25
2.5180	35.627	35	4.4400	19.982	55	3.0629	29.132	21
2.5140	35.685	35	3.0800	28.967	30	2.4306	36.954	17
4.6700	18.988	25	2.7530	32.497	25	1.7495	52.247	17
2.5340	35.394	25	2.7120	33.002	25	3.7069	23.987	15

Ca <sub>4</sub> Al <sub>6</sub> O <sub>12</sub> SO <sub>4</sub> (C <sub>4</sub> A <sub>3</sub> S)			Ca <sub>12</sub> Al <sub>14</sub> O <sub>33</sub> (C <sub>12</sub> A <sub>7</sub> )			Fe-Mg-S-H <sub>2</sub> O		
d value	Angle	Rel.Int.	d value	Angle	Rel.Int.	d value	Angle	Rel.Int.
3.7600	23.643	100	2.6800	33.408	100	5.4500	16.251	100
2.6500	33.797	25	4.8900	18.127	95	10.9000	8.105	60
2.1660	41.664	20	2.4470	36.697	50	1.8300	49.787	30
3.2500	27.421	8	2.9980	29.777	45	1.5500	59.599	10
2.9100	30.699	8	2.1890	41.207	40			

Al(OH) <sub>3</sub> (AH <sub>3</sub> )			Ca <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> O <sub>5</sub> *8H <sub>2</sub> O (C <sub>2</sub> AH <sub>8</sub> )			Ca <sub>2</sub> Al <sub>2</sub> SiO <sub>7</sub> *8H <sub>2</sub> O (C <sub>2</sub> ASH <sub>8</sub> )		
d value	Angle	Rel.Int.	d value	Angle	Rel.Int.	d value	Angle	Rel.Int.
4.8500	18.277	100	10.7000	8.257	100	12.5000	7.066	100
4.3700	20.305	16	5.3600	16.525	80	4.1800	21.239	70
4.3200	20.543	8	2.8600	31.249	70	6.2700	14.114	40
2.4540	36.588	8	3.5800	24.851	60	2.8750	31.082	20
2.3880	37.637	8	2.6800	33.408	60	2.6140	34.277	20

## ประวัติผู้เขียน

นางสาวเปรมฤดี กาญจนปิยะ เกิดวันที่ 8 กันยายน พ.ศ. 2521 สำเร็จการศึกษาปริญญา  
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2541  
และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2542

