

## รายการอ้างอิง

1. Varano sand sculpture company. Sand sculpture 101. <http://www2.gdi.net/~sandude/edu.html>. 22 May 2000.
2. Nelson, L. Human touch: Engineering for sand sculptors, part 1. <http://sandhands.com/library/engineer/sediment.htm>. 22 May 2000.
3. Sandscapes company. Sandscapes homepage, <http://www.sandscapes.com/how.htm>. 22 May 2000.
4. Kowalczyk, D.; and Slomkowski. S. Adsorption of aminopropyltriethoxy silane on quartz: an XPS and contact angle measurements study. International Journal of Adhesion and Adhesives. Vol.16. (1996) : 227-232.
5. สง่า ตั้งชวาล. ธรณีวิศวกรรมชั้นพื้นฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 4 ฉบับปรับปรุงแก้ไข. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
6. American Society for Testing and Materials. Annual Book of ASTM Standard. Standard terminology relating to soil, rock and contained fluids. ASTM D653-90e1. Vol. 4.08. 1998.
7. Watson, A. Searching for the sand-pile pressure dip. Science. Vol. 273. (Aug 1996) : 579-580.
8. Peterson, I. Dry sand, wet sand. Science News. Vol. 152. (Sep 1997) : 186-187.
9. Yablokov, M.Y.; and Andronova, A.V. A model of take-off processes of desert sand aerosols in windless conditions. Journal of Aerosol Science. Vol.28. No.1. (1997) : s563-s564.
10. Brown, T.L.; Lemay, H.E.Jr.; and Bursten, B.E. Chemistry the Central Science. 6 ed. New Jersey : Prentice Hall, 1994.
11. Lahalih, S.M.; and Ahmed, N. Effect of new soil stabilizers on the compressive strength of dune sand. Construction and Building Material. Vol. 12. (1998) : 321-328.
12. Ding, G.; Zhang, Q.; and Zhou, Y. Strengthening of cold-setting resin sand by the additive method. Journal of Materials Processing Technology. Vol. 72. (1997) : 239-242.
13. Weggel, C.R. Sand composition having improved adhesion. US.Patent No.

- 5718750, 17 Feb 1998.
14. Mackey, J.D. Malleable play material compound resembling loose soil.  
US.Patent No.5873933, 23 Feb 1999.
  15. Browning, J.D. Compressible and moldable toy sand composition. US.Patent No. 5711795, 27 Jan 1998.
  16. Lahallh, S.M. Method and composition for stabilizing soil and process for making the same. US.Patent No. 5824725, 20 Oct 1998.
  17. Telysheva, G.; and Shulga, G. Silicon-containing polycomplexes for protection against wind erosion of sandy soil. Journal Agriculture Engineering Research. Vol. 62. (1995) : 221-227.
  18. Persoff, P.; Apps, J.; Moridis, G.; and Whang, J.M. Effect of dilution and contaminants on sand grouted with colloidal silica. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. Vol.25. No.6. June (1999) : 461-469.
  19. Ata, A.; and Vipulanadan, C. Factors Affecting Mechanical and Creep Properties of Silicate-Grouted Sands. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineer. Vol.125. No.10. (Oct 1999) : 868-876.
  20. Michael, L. Plastic Engineering Handbook, 5 ed. New York : Berins Chapman & Hall, 1991.
  21. Charneau, J.Y. Effects of film structue on mechanical and adhesion properties of latex films. International Journal of Adhesion and Adhesives. Vol. 17. (1997) : 169-176.
  22. Kelen, T. Polymer Degradation. New York : VNR, 1983.
  23. Noshinari, K.; and Doi, E. Food Hydrocolloids: Structure, Properties, and Functions. New York : Plenum Press, 1994.
  24. A Sigma-Aldrich Company. Catalogue Information. Switzerland : Fluka Chemie AG, 1997/98.
  25. Barabàsi, A.L.; Albert, R.; and Schiffer, P. The physics of sand castles: maximum angle of stability in wet and dry granular media. Physica A. Vol. 226. (1999) : 366-371.

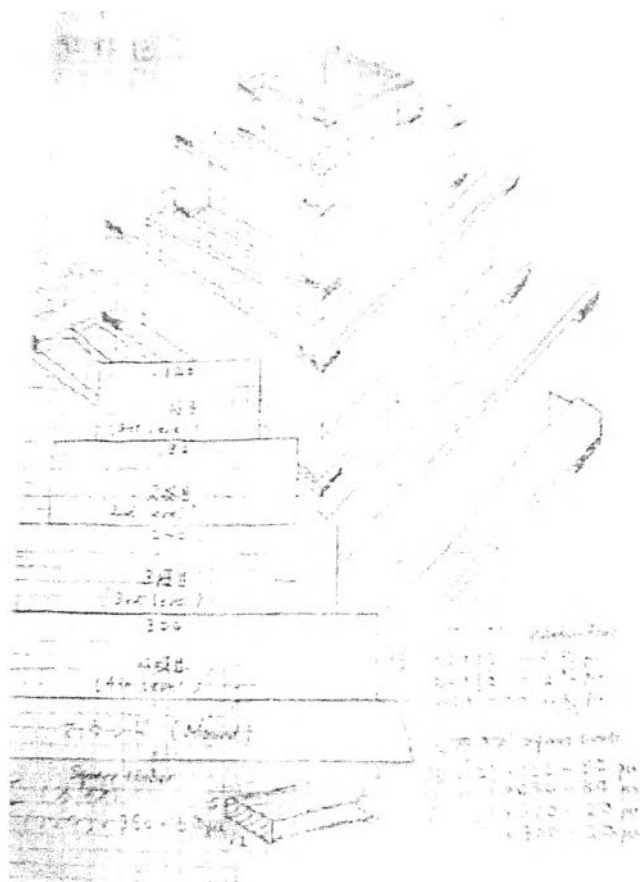
26. Hornbaker, D.L.; Albert, R.; Albert, I.; Barabasi, A.L.; and Shiffer, P. What keeps sandcastles standing? Nature. Vol. 1387. (June 1997) : 765
27. Legget, R.F. Canadian building digest.: CBD-3. Soil and building. <http://fox.cisti.nrc.ca/irc/cbd/cbd003e.html>. 22 May 2000.
28. Bauer, E.; and Wu, W. A hypoplastic constitutive model for cohesive powders Journal of Powder Technology. Vol. 85. (1995) : 1-9.
29. Liu, J. Investigation of the stress-strain relationship of sand. Journal of Terramechanics. Vol.32. No.5. (1995) : 221-230.
30. Alsop, S.; Matchett, A.J.; Coulthard, J.M.; and Peace, Elastic and cohesive properties of wet particulate materials. Journal of Powder technology. Vol. 91. (1997) :157-164.
31. American Society for Testing and Materials. Annual Book of ASTM Standard. Standard Practice for Description and Identification of Soils (Visual -Manual Procedure) ASTM D2488-93. Vol.4.08. 1998.
32. American Society for Testing and Materials. Annual Book of ASTM Standard. Standard terminology relating to methods of mechanical testing. Vol 4.08 ASTM E6-89(reapproved 1994)e1. 1998.
33. Frost, J.D.; and Jang, D.J. Evolution of sand microstructure during shear. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineer. Vol.126. No.2. (Feb 2000) : 116-130.
34. Lemon, P.H.R.B., et. al. Sand properties and the hot curing processes for the production of cores. Foundryman. (April 1993) : 94-103.
35. Katz, H.S.; and Milewski, J.V. Handbook of Fillers for Plastics. New York : Van Nostrand Reinhold, 1987.
36. Internet Center for Sand (ISC). Sand studies. <http://www.netaxs.com/people/sparky/answers.html>. 22 May 2000.
37. Sandhand company. About sand. <http://sandhands.com/library/faqhow/abtsand.htm>. 22 May 2000.
38. American Society for Testing and Materials. Annual Book of ASTM Standard. Standard terminology of adhesives. ASTM D907-96. Vol.15.06. 1998.

39. Higgins, R.A. Properties of engineering materials. 2<sup>nd</sup> ed. London : Edward Arnold, 1995.
40. Carrier, W.D.; and Fellow. Compressibility of a compacted sand. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering. Vol.126. No.3. (Mar 2000) : 273-275.
41. Skeist, I. Handbook of Adhesives. 2<sup>nd</sup> ed. New York : Van Nostrand Reinhold, 1977.
42. Davidson, R.L. Handbook of Water-Soluble Gums and Resins. New York : McGraw-Hill, 1980.
43. American Society for Testing and Materials. Annual Book of ASTM Standard. Standard Test Method for particle-size analysis of soil. ASTM D422. 1998.

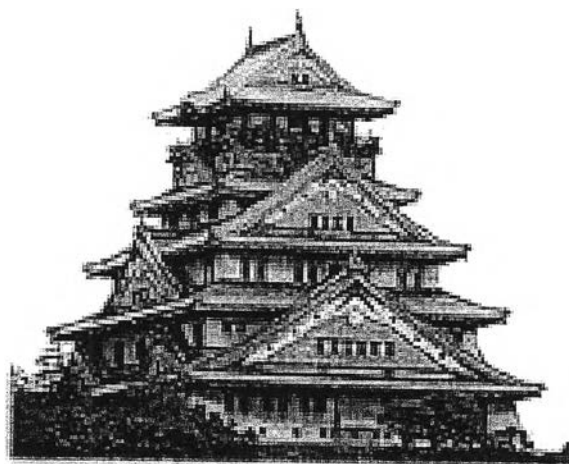
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

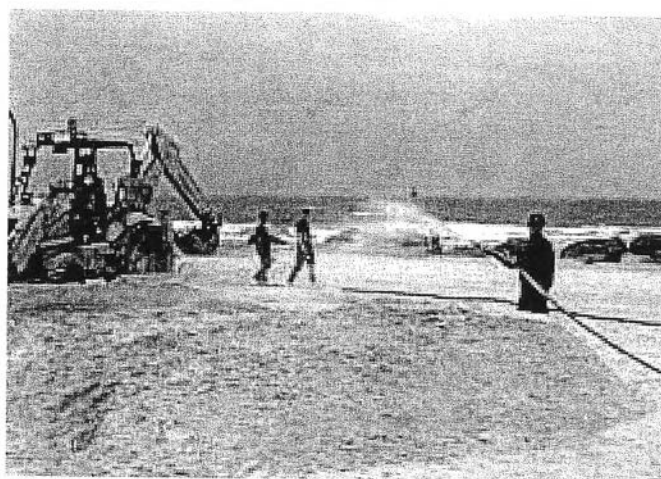
การสาธิตเทคนิคการสร้างประติมากรรมทรายโดยทีมเทศบาลเมืองคาเซตะ



รูปที่ ก-1 แบบร่างของแม่แบบที่ใช้ขึ้นรูปทราย

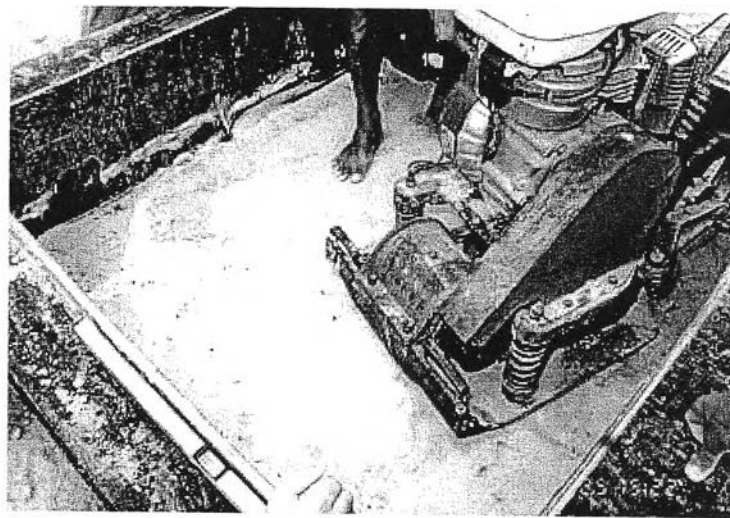
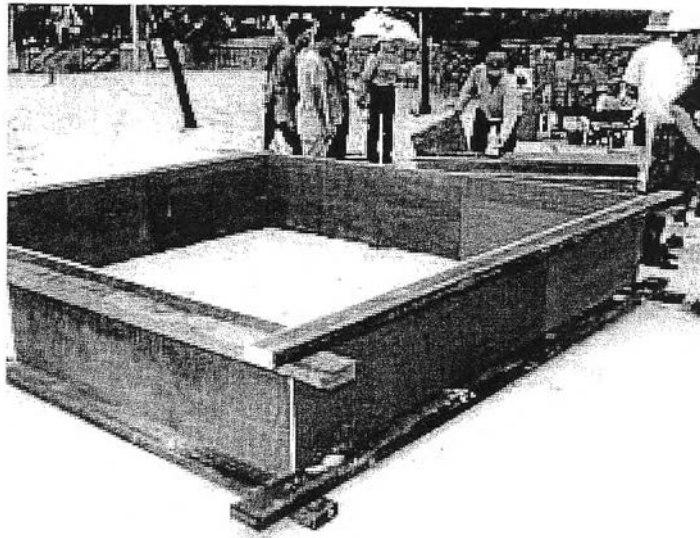


รูปที่ ก-2 ปราสาทหินเมจิ

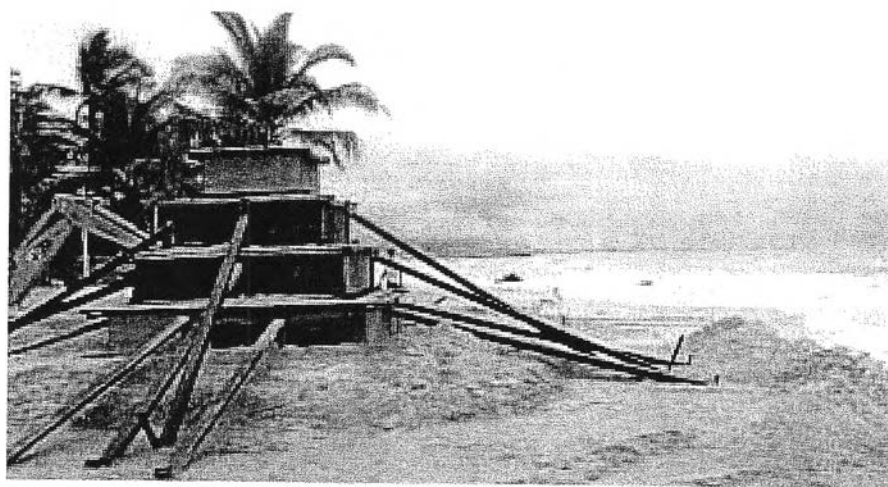


รูปที่ ก-3 การเตรียมฐานชั้นล่าง

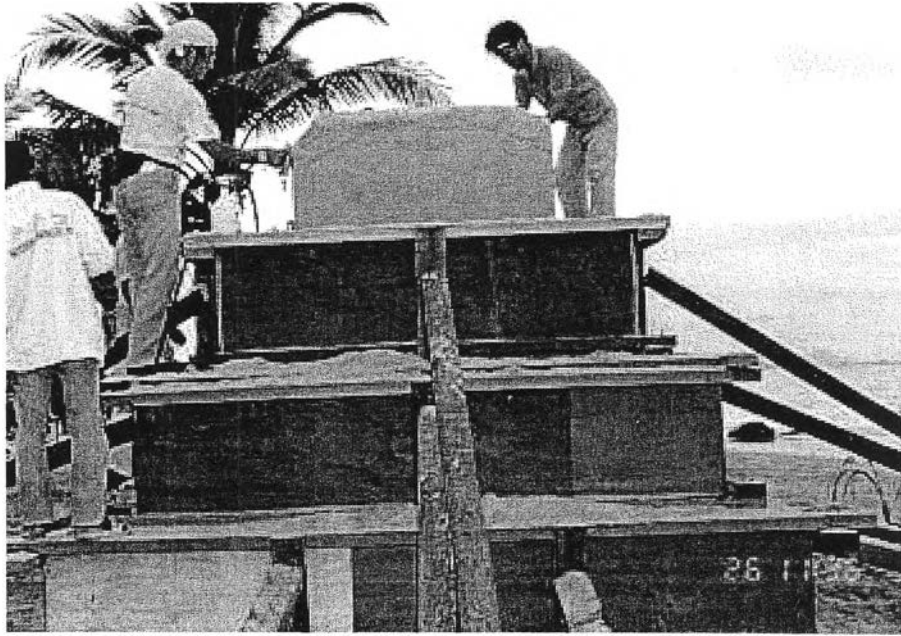




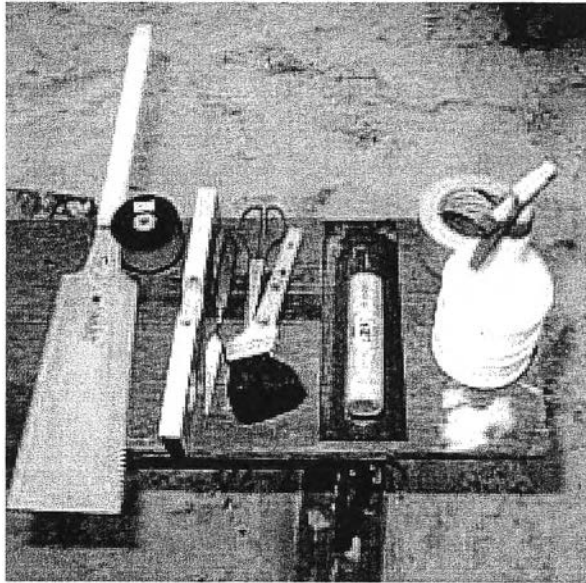
รูปที่ ก-4 การอัดทรายในแม่แบบ



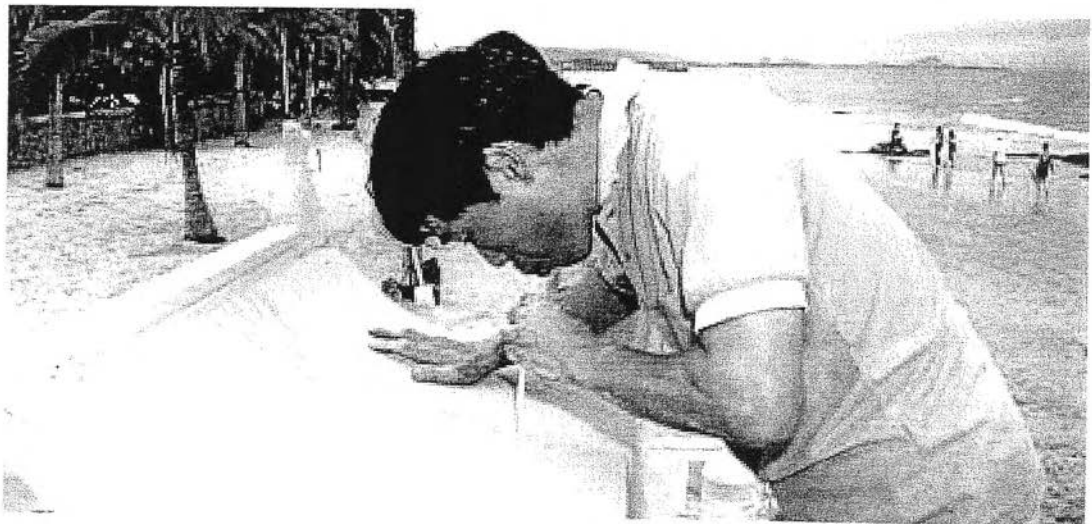
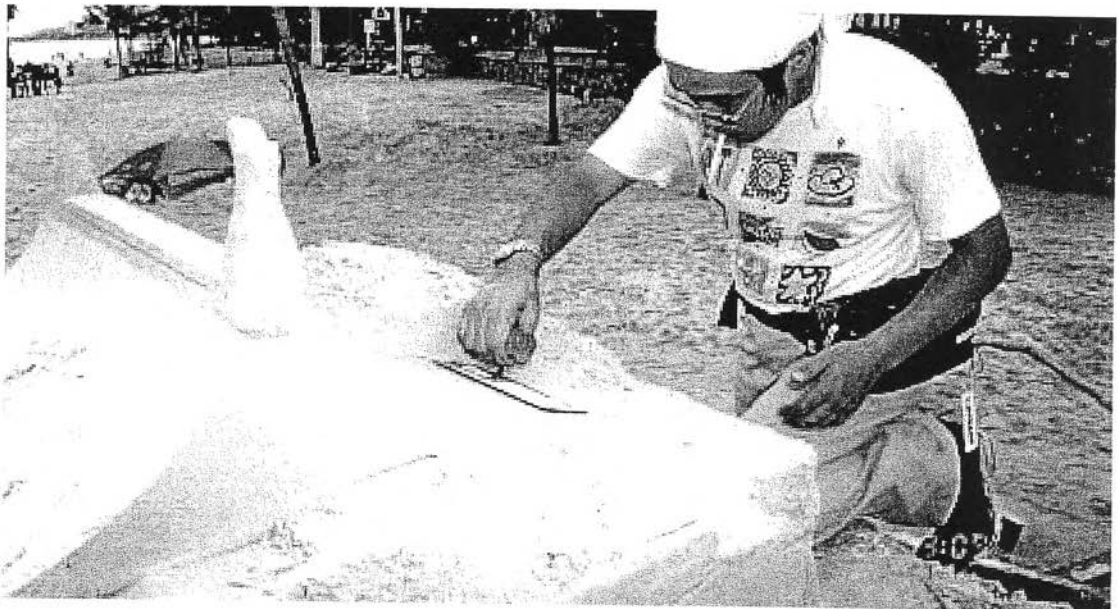
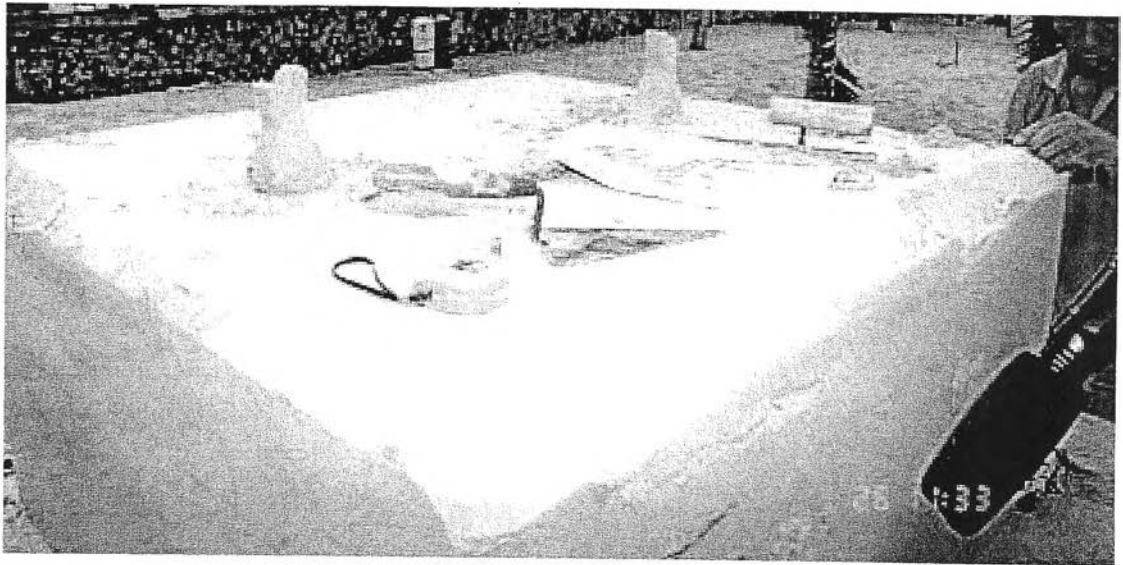
รูปที่ ก-5 การสร้างโครงสร้างหลักทรายด้วยแม่แบบที่เสร็จแล้ว



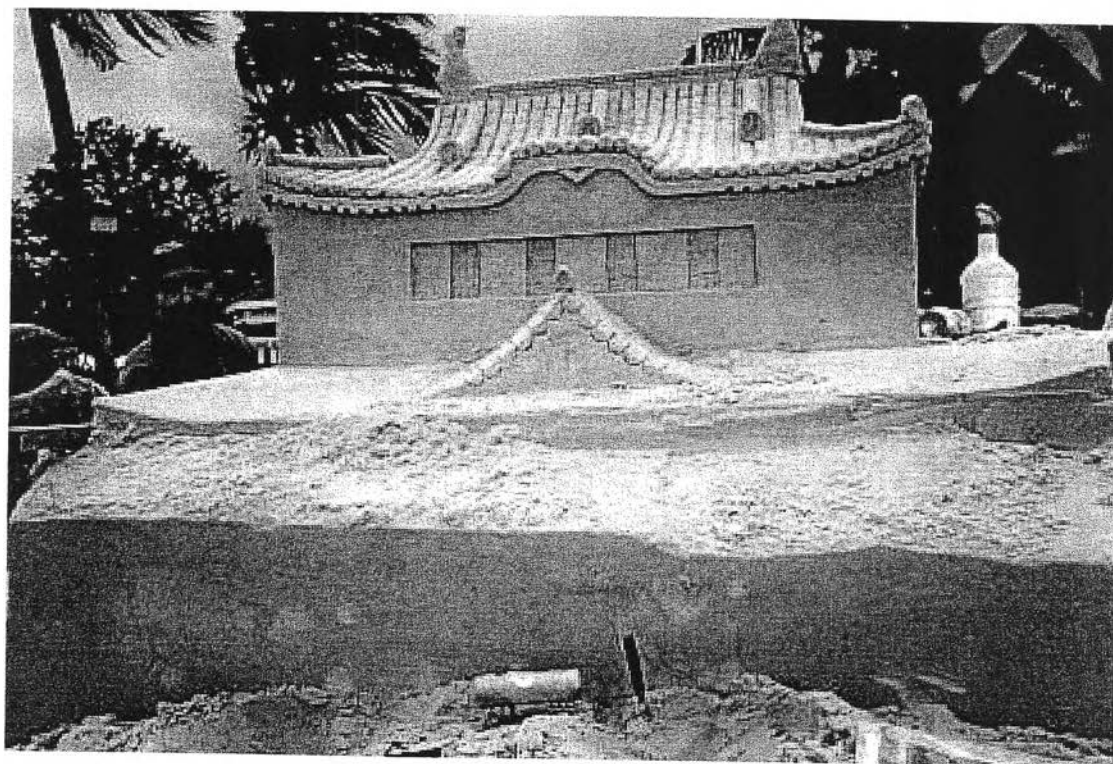
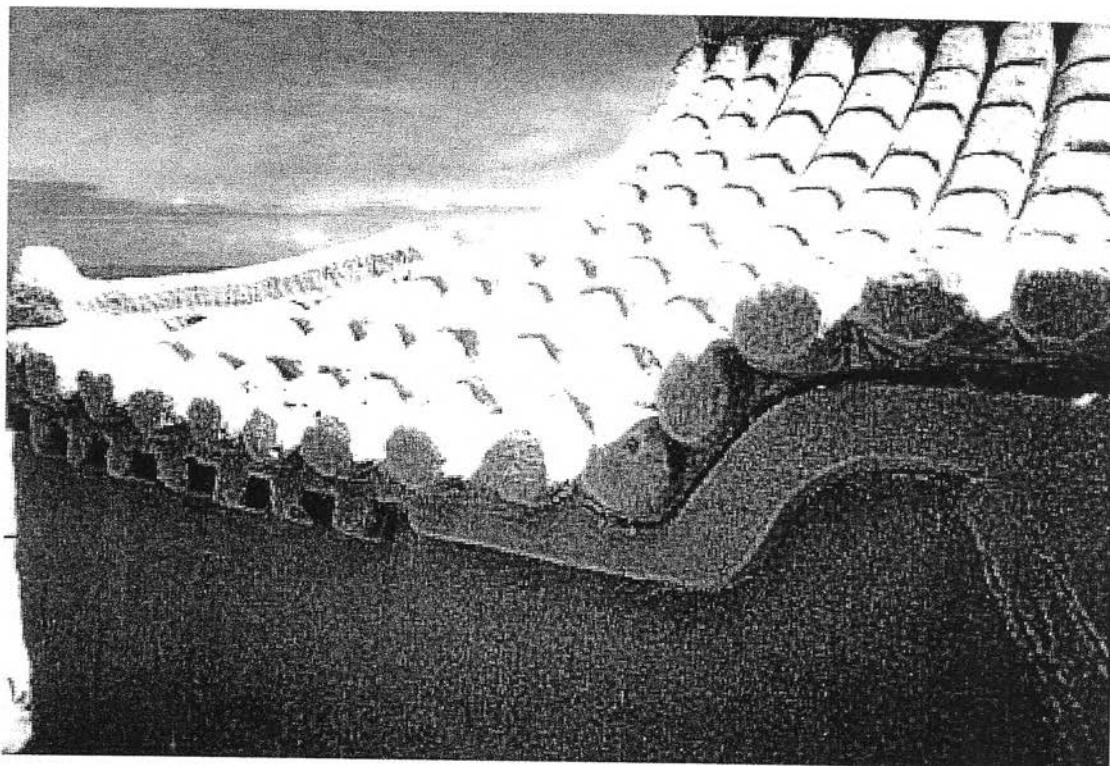
รูปที่ ก-6 แกะแบบชั้นบนสุดออก



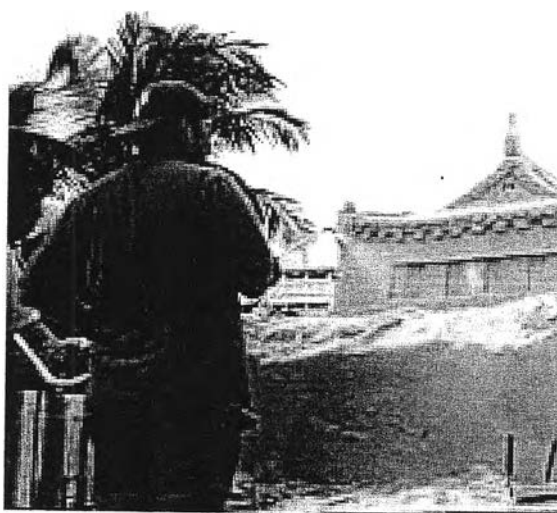
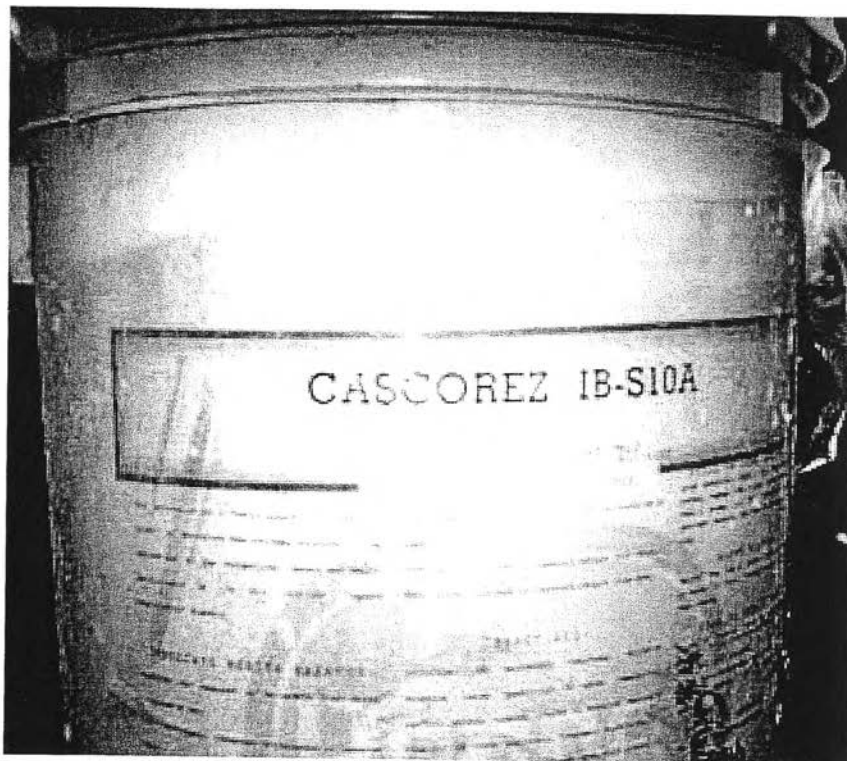
รูปที่ ก-7 เครื่องมือที่ใช้ในการแกะลวดลาย



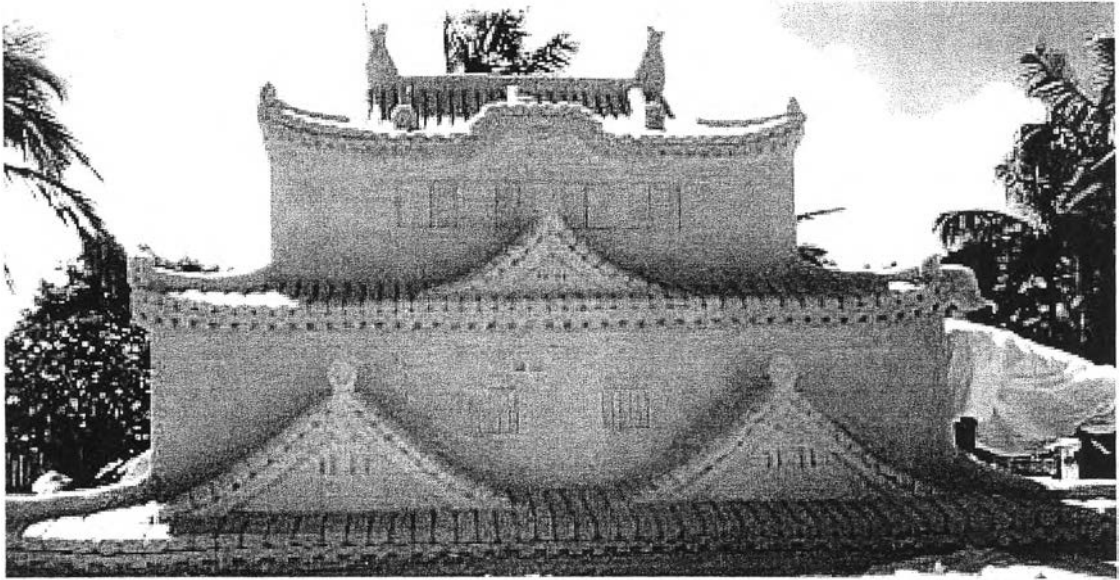
รูปที่ ก-8 การปาดทรายทำโครงร่างคร่าวๆ และ การแกะรายละเอียด



รูปที่ ก-9 ลวดลายที่แกะแล้ว



รูปที่ ก-10 การพ่นสารทับผิวหน้าเพื่อรักษาลวดลายไว้



รูปที่ ก-11 ประติมากรรมทรายที่เสร็จสมบูรณ์ โดยชุดทีมสาธิตจากญี่ปุ่น ที่ชายหาดหัวหิน



รูปที่ ก-12 ประติมากรรมทรายสร้างโดยคนไทยที่ชายหาดบางแสน

ภาคผนวก ข

ข้อมูลผลการทดสอบการหาค่าความต้านทานแรงกด

ตาราง ข-1 ค่าความต้านทานแรงกดของชิ้นงานทดสอบที่ใช้พอลิไวนิลอะซิเตทมาตรฐาน  
(กาวงานไม้) ยึดทราย

ความเข้มข้น ของน้ำกาว (g/100ml)	ชิ้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกาว ในชิ้นงาน (g)	เนื้อกาว (g)	เนื้อกาว ในชิ้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
1	1	36.52	33.86	2.66	0.03	0.08	0.0596
1	2	37.48	33.96	3.52	0.04	0.10	0.0941
1	3	37.72	33.42	4.30	0.04	0.13	0.1576
1	4	38.52	33.49	5.03	0.05	0.15	0.2558
1	5	37.24	33.75	3.49	0.03	0.10	0.1037
1	6	36.24	33.33	2.91	0.03	0.09	0.1019
1	7	37.28	33.63	3.65	0.04	0.11	0.1021
1	8	38.04	33.84	4.20	0.04	0.12	0.1297
1	9	37.74	33.31	4.43	0.04	0.13	0.1352
5	1	36.76	33.67	3.09	0.15	0.46	0.2715
5	2	36.33	33.07	3.26	0.16	0.50	0.1781
5	3	36.72	33.41	3.31	0.17	0.50	0.2674
5	4	36.60	33.38	3.22	0.16	0.48	0.2390
5	5	36.57	33.46	3.11	0.16	0.47	0.2627
5	6	37.33	34.01	3.32	0.17	0.49	0.2895
5	7	36.34	33.15	3.19	0.16	0.48	0.2062
5	8	36.53	33.20	3.33	0.17	0.50	0.2908
5	9	36.68	33.27	3.41	0.17	0.51	0.2893
6	1	36.78	33.35	3.43	0.21	0.62	0.4987
6	2	37.00	33.60	3.40	0.20	0.61	0.4776
6	3	37.16	33.77	3.39	0.20	0.61	0.4215
6	4	36.74	33.48	3.26	0.20	0.59	0.4467
6	5	37.08	33.72	3.36	0.20	0.60	0.4075
6	6	36.98	33.57	3.41	0.20	0.61	0.4659



ตาราง ข-1 (ต่อ)

ความเข้มข้น ของน้ำกาว (g/100ml)	ชิ้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกาว ในชิ้นงาน (g)	เนื้อกาว (g)	เนื้อกาว ในชิ้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
6	7	36.39	33.11	3.28	0.20	0.60	0.3844
6	8	37.06	33.82	3.24	0.19	0.58	0.4629
6	9	36.53	33.27	3.26	0.20	0.59	0.4030
7	1	36.29	33.11	3.18	0.22	0.68	0.5389
7	2	36.56	33.48	3.08	0.22	0.65	0.7534
7	3	36.96	33.82	3.14	0.22	0.65	0.7299
7	4	36.60	33.47	3.13	0.22	0.66	0.6741
7	5	36.24	33.29	2.95	0.21	0.63	0.4892
7	6	36.71	33.64	3.07	0.21	0.64	0.6395
7	7	36.28	33.25	3.03	0.21	0.64	0.7383
7	8	36.56	33.43	3.13	0.22	0.66	0.7712
7	9	36.76	33.55	3.21	0.22	0.67	0.7468
8	1	36.83	33.63	3.20	0.26	0.77	0.7895
8	2	36.52	33.41	3.11	0.25	0.75	0.8616
8	3	37.55	34.34	3.21	0.26	0.75	0.7442
8	4	36.96	33.79	3.17	0.25	0.76	0.7984
8	5	37.02	33.97	3.05	0.24	0.72	0.7020
8	6	36.60	33.53	3.07	0.25	0.74	0.6540
8	7	36.45	33.38	3.07	0.25	0.74	0.7267
8	8	36.53	33.43	3.10	0.25	0.75	0.9137
8	9	37.15	33.86	3.29	0.26	0.78	1.0780
9	1	36.73	33.62	3.11	0.28	0.84	0.9199
9	2	36.36	33.33	3.03	0.27	0.82	1.1140
9	3	36.83	33.86	2.97	0.27	0.80	1.0040
9	4	36.64	33.60	3.04	0.27	0.82	1.0120

ตาราง ข-1 (ต่อ)

ความเข้มข้น ของน้ำกาว (g/100ml)	ชั้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกาว ในชั้นงาน (g)	เนื้อกาว (g)	เนื้อกาว ในชั้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
9	5	36.07	33.17	2.90	0.26	0.79	0.8020
9	6	36.66	33.64	3.02	0.27	0.81	0.9540
9	7	36.46	33.48	2.98	0.27	0.81	0.7267
9	8	36.83	33.73	3.10	0.28	0.83	0.9137
9	9	36.72	33.59	3.13	0.28	0.85	1.0780
10	1	36.63	33.50	3.13	0.31	0.94	1.1570
10	2	36.53	33.44	3.09	0.31	0.93	1.0960
10	3	36.96	33.87	3.09	0.31	0.92	1.0930
10	4	36.71	33.60	3.10	0.31	0.93	1.1150
10	5	37.13	34.09	3.04	0.30	0.90	0.9960
10	6	36.32	33.31	3.01	0.30	0.91	1.1470
10	7	36.28	33.24	3.04	0.30	0.92	1.2040
10	8	36.39	33.34	3.05	0.31	0.92	1.0480
10	9	36.36	33.22	3.14	0.31	0.95	1.1150

ตาราง ข-2 ค่าความต้านทานแรงกดของชิ้นงานทดสอบที่ใช้  
ไฮเดียมคาร์บอเนตซีเมนต์เซลลูโลสยัดทราย

ความเข้มข้น ของน้ำกา (g/100ml)	ชิ้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกา ในชิ้นงาน (g)	เนื้อกา (g)	เนื้อกา ในชิ้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
1	1	37.24	33.30	3.94	0.04	0.12	0.3610
1	2	39.56	33.96	5.60	0.06	0.17	0.5715
1	3	40.06	33.61	6.45	0.06	0.19	0.4682
1	4	39.90	33.66	6.24	0.06	0.19	0.5710
1	5	38.95	33.62	5.33	0.05	0.16	0.4669
1	6	37.57	33.43	4.14	0.04	0.12	0.4405
1	7	37.96	33.15	4.81	0.05	0.15	0.6296
1	8	38.30	33.51	4.79	0.05	0.14	0.4895
1	9	38.58	33.15	5.43	0.05	0.16	0.5824
2	1	35.78	33.62	2.16	0.04	0.13	0.4733
2	2	35.56	33.16	2.40	0.05	0.14	0.7917
2	3	35.34	33.23	2.11	0.04	0.13	0.5305
2	4	35.56	33.34	2.22	0.04	0.13	0.5985
2	5	36.37	33.60	2.77	0.06	0.16	0.8256
2	6	36.28	33.24	3.04	0.06	0.18	0.8443
2	7	36.57	33.31	3.26	0.07	0.20	0.8624
2	8	36.97	33.57	3.40	0.07	0.20	0.8476
2	9	37.26	33.68	3.58	0.07	0.21	0.8921
3	1	36.86	33.68	3.18	0.10	0.28	1.2390
3	2	37.55	34.05	3.50	0.11	0.31	0.9970
3	3	37.29	33.95	3.34	0.10	0.30	1.2540
3	4	37.82	33.87	3.96	0.12	0.35	1.1180
3	5	36.75	33.71	3.04	0.09	0.27	1.1050
3	6	37.08	33.92	3.16	0.09	0.28	1.0490

ตาราง ข-2 (ต่อ)

ความเข้มข้น ของน้ำกาว (g/100ml)	ชิ้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกาว ในชิ้นงาน (g)	เนื้อกาว (g)	เนื้อกาว ในชิ้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
3	7	36.81	33.46	3.35	0.10	0.30	1.1760
3	8	37.13	33.63	3.50	0.10	0.31	1.1860
3	9	37.15	33.44	3.71	0.11	0.33	1.2540

ตาราง ข-3 ค่าความต้านทานแรงกดของชิ้นงานทดสอบที่ใช้พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ยี่ห้อทราย

ความเข้มข้น ของน้ำกาว (g/100ml)	ชิ้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกาว ในชิ้นงาน (g)	เนื้อกาว (g)	เนื้อกาว ในชิ้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
1	1	34.45	32.73	1.72	0.02	0.05	0.0350
1	2	33.03	31.10	1.93	0.02	0.06	0.0156
1	3	35.26	33.30	1.96	0.02	0.06	0.2370
1	4	34.25	32.38	1.87	0.02	0.06	0.0959
1	5	33.05	31.91	1.14	0.01	0.04	0.0388
1	6	33.98	32.37	1.61	0.02	0.05	0.0197
1	7	34.89	33.08	1.81	0.02	0.05	0.0726
1	8	33.96	32.14	1.82	0.02	0.06	0.0641
1	9	34.86	32.47	2.39	0.02	0.07	0.0675
5	1	36.78	33.58	3.20	0.16	0.48	0.4379
5	2	36.97	33.89	3.08	0.15	0.46	0.5246
5	3	36.88	33.74	3.14	0.16	0.47	0.4813
5	4	36.58	33.55	3.03	0.15	0.45	0.8972
5	5	36.59	33.57	3.02	0.15	0.45	0.5864
5	6	36.52	33.46	3.06	0.15	0.46	0.6651
5	7	36.83	33.63	3.20	0.16	0.48	0.4865
5	8	37.13	33.81	3.32	0.17	0.49	0.6582
5	9	37.08	33.79	3.29	0.16	0.49	0.8778
6	1	31.96	29.46	2.50	0.15	0.51	1.0200
6	2	32.94	30.58	2.36	0.14	0.47	1.5420
6	3	33.02	30.39	2.63	0.16	0.52	1.1990
6	4	32.64	30.14	2.50	0.15	0.50	1.2530
6	5	32.71	30.28	2.43	0.15	0.48	1.1890
6	6	32.42	29.97	2.45	0.15	0.49	0.9879
6	7	32.47	29.92	2.55	0.15	0.51	1.2980
6	8	32.87	30.24	2.63	0.16	0.52	1.6540
6	9	33.20	30.53	2.67	0.16	0.53	1.5740

ตาราง ข-3 (ต่อ)

ความเข้มข้น ของน้ำกา (g/100ml)	ชิ้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกา ในชิ้นงาน (g)	เนื้อกา (g)	เนื้อกา ในชิ้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
7	1	36.59	34.05	2.54	0.18	0.52	2.5620
7	2	33.86	31.27	2.59	0.18	0.58	1.4200
7	3	32.98	30.47	2.51	0.18	0.58	1.0640
7	4	34.48	31.93	2.55	0.18	0.56	1.6820
7	5	34.91	32.44	2.47	0.17	0.54	1.6540
7	6	34.33	31.82	2.51	0.18	0.55	1.7520
7	7	33.74	31.23	2.51	0.18	0.57	1.7650
7	8	34.20	31.58	2.62	0.18	0.59	1.7650
7	9	33.88	31.25	2.63	0.18	0.59	1.8430

ตาราง ข-4 ค่าความต้านทานแรงกดของชิ้นงานทดสอบที่ใช้กัมมะอะราบิกยึดทราย

ความเข้มข้น ของน้ำกาว (g/100ml)	ชิ้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกาว ในชิ้นงาน (g)	เนื้อกาว (g)	เนื้อกาว ในชิ้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
1	1	37.73	33.61	4.12	0.04	0.12	0.0188
1	2	36.69	33.21	3.48	0.03	0.10	0.0107
1	3	36.98	33.46	3.52	0.04	0.11	0.0134
1	4	37.38	33.54	3.84	0.04	0.11	0.0177
1	5	37.78	33.94	3.84	0.04	0.11	0.0185
1	6	37.78	33.57	4.21	0.04	0.13	0.0041
1	7	37.22	33.68	3.54	0.04	0.11	0.0073
1	8	36.57	33.41	3.16	0.03	0.09	0.0026
1	9	36.37	33.33	3.04	0.03	0.09	0.0085
5	1	36.75	33.81	2.94	0.15	0.44	0.3068
5	2	37.08	33.73	3.35	0.17	0.50	0.1457
5	3	35.48	33.06	2.42	0.12	0.37	0.2051
5	4	36.43	33.53	2.90	0.15	0.43	0.2192
5	5	35.66	33.36	2.30	0.11	0.35	0.2865
5	6	35.68	33.26	2.42	0.12	0.36	0.2745
5	7	35.87	33.19	2.68	0.13	0.41	0.1978
5	8	36.53	33.68	2.85	0.14	0.42	0.1885
5	9	36.30	33.28	3.02	0.15	0.46	0.3155
6	1	37.41	34.26	3.15	0.19	0.55	0.8824
6	2	36.87	33.94	2.93	0.18	0.52	0.8365
6	3	35.65	33.17	2.48	0.15	0.45	0.8295
6	4	36.64	33.79	2.85	0.17	0.51	0.8595
6	5	36.37	33.57	2.80	0.17	0.50	0.5451
6	6	36.70	33.75	2.95	0.18	0.53	0.7851
6	7	36.64	33.65	2.99	0.18	0.54	0.6743
6	8	36.84	33.73	3.11	0.19	0.56	0.8648
6	9	36.49	33.31	3.18	0.19	0.58	0.7953

ตาราง ข-4 (ต่อ)

ความเข้มข้น ของน้ำกาว (g/100ml)	ชั้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกาว ในชั้นงาน (g)	เนื้อกาว (g)	เนื้อกาว ในชั้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
7	1	37.10	34.07	3.03	0.21	0.63	1.2030
7	2	36.84	33.83	3.01	0.21	0.63	1.1230
7	3	37.47	34.33	3.14	0.22	0.64	1.0920
7	4	37.14	34.08	3.06	0.21	0.63	1.1390
7	5	36.91	34.04	2.87	0.20	0.59	1.1680
7	6	36.73	33.78	2.95	0.21	0.61	1.2840
7	7	37.13	33.98	3.15	0.22	0.65	1.2140
7	8	36.80	33.81	2.99	0.21	0.62	1.1870
7	9	36.76	33.83	2.93	0.20	0.61	1.1950
8	1	36.97	33.95	3.02	0.24	0.71	1.3550
8	2	36.73	33.89	2.84	0.22	0.67	1.5640
8	3	34.92	32.5	2.42	0.19	0.59	0.8592
8	4	36.30	33.44	2.85	0.22	0.68	1.2590
8	5	36.40	33.67	2.73	0.22	0.65	1.1850
8	6	36.67	33.89	2.78	0.22	0.66	1.2870
8	7	36.33	33.51	2.82	0.22	0.67	1.3480
8	8	36.83	33.96	2.87	0.22	0.68	1.1650
8	9	35.79	32.88	2.91	0.23	0.71	1.3780
9	1	36.85	34.01	2.84	0.25	0.75	1.8940
9	2	35.47	33.06	2.41	0.21	0.66	1.5280
9	3	35.38	33	2.38	0.21	0.65	0.8896
9	4	35.89	33.35	2.54	0.22	0.69	1.3910
9	5	36.33	33.63	2.70	0.24	0.72	1.4330
9	6	36.73	33.97	2.76	0.24	0.73	1.6890
9	7	35.87	33.16	2.71	0.24	0.74	1.5950
9	8	36.85	34.03	2.82	0.25	0.75	1.6840
9	9	35.94	33.2	2.74	0.24	0.74	1.7410
10	1	36.7	33.98	2.72	0.272	0.80	2.1050



ตาราง ข-4 (ต่อ)

ความเข้มข้น ของน้ำกว (g/100ml)	ชั้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกว ในชั้นงาน (g)	เนื้อกว (g)	เนื้อกว ในชั้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
10	2	35.66	33.34	2.32	0.23	0.70	0.9072
10	3	35.92	33.32	2.6	0.26	0.78	1.8440
10	4	36.09	33.54	2.54	0.25	0.76	1.4370
10	5	35.83	33.47	2.36	0.23	0.71	1.2890
10	6	36.05	33.66	2.39	0.23	0.71	1.8140
10	7	35.89	33.35	2.54	0.25	0.76	1.8410
10	8	35.97	33.37	2.60	0.26	0.78	1.8640
10	9	36.37	33.7	2.67	0.26	0.80	1.9480

ตาราง ข-5 ค่าความต้านทานแรงกดของชิ้นงานทดสอบที่ใช้เจลาตินยึดทราย

ความเข้มข้น ของน้ำกาว (g/100ml)	ชิ้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกาว ในชิ้นงาน (g)	เนื้อกาว (g)	เนื้อกาว ในชิ้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
1	1	37.73	33.75	3.98	0.04	0.12	0.0140
1	2	37.29	33.68	3.61	0.04	0.11	0.0172
1	4	35.84	33.26	2.58	0.03	0.08	0.0091
1	4	36.62	33.56	3.05	0.03	0.09	0.0134
1	5	36.62	33.45	3.17	0.03	0.09	0.0116
1	6	36.79	33.34	3.45	0.03	0.10	0.0225
1	7	37.16	33.42	3.74	0.04	0.11	0.0164
1	8	36.47	32.81	3.66	0.04	0.11	0.0035
1	9	36.30	32.46	3.84	0.04	0.12	0.0135
5	1	36.68	33.87	2.81	0.14	0.42	0.2148
5	2	35.82	33.41	2.41	0.12	0.36	0.0647
5	3	36.25	33.64	2.61	0.13	0.39	0.1397
5	4	36.10	33.54	2.56	0.13	0.38	0.1163
5	5	36.15	33.46	2.69	0.13	0.40	0.3024
5	6	36.26	33.56	2.70	0.14	0.40	0.2547
5	7	35.87	33.14	2.73	0.14	0.41	0.1994
5	8	36.33	33.44	2.89	0.14	0.43	0.2264
5	9	36.51	33.54	2.97	0.15	0.44	0.3504
6	1	35.12	32.79	2.33	0.14	0.43	0.3111
6	2	35.72	33.29	2.43	0.15	0.44	0.3122
6	3	36.33	33.68	2.65	0.16	0.47	0.4506
6	4	35.72	33.25	2.47	0.15	0.45	0.3579
6	5	36.03	33.64	2.39	0.14	0.43	0.2759
6	6	35.91	33.48	2.43	0.15	0.44	0.3045
6	7	36.09	33.51	2.58	0.15	0.46	0.3749
6	8	35.52	32.98	2.54	0.15	0.46	0.3487
6	9	35.43	33.13	2.30	0.14	0.42	0.3174

ตาราง ข-5 (ต่อ)

ความเข้มข้น ของน้ำกาว (g/100ml)	ชั้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกาว ในชั้นงาน (g)	เนื้อกาว (g)	เนื้อกาว ในชั้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
7	1	34.45	32.24	2.21	0.15	0.48	0.3710
7	2	34.55	32.39	2.16	0.15	0.47	0.2858
7	3	34.22	32.14	2.08	0.15	0.46	0.2221
7	4	34.61	32.26	2.35	0.16	0.51	0.2929
7	5	34.67	32.51	2.16	0.15	0.47	0.4615
7	6	34.72	32.48	2.24	0.16	0.49	0.3645
7	7	34.46	32.16	2.30	0.16	0.50	0.3848
7	8	34.75	32.34	2.41	0.17	0.52	0.4013
7	9	34.65	32.24	2.41	0.17	0.53	0.4268
8	2	34.03	31.82	2.21	0.18	0.56	0.4566
8	3	35.36	32.73	2.63	0.21	0.65	0.9303
8	3	36.70	33.63	3.07	0.25	0.74	1.4040
8	4	34.87	32.64	2.23	0.18	0.55	0.3866
8	5	34.38	32.11	2.27	0.18	0.57	0.3478
8	6	35.21	32.85	2.36	0.19	0.58	0.4896
8	7	34.84	32.41	2.43	0.19	0.60	0.4544
8	8	34.91	32.45	2.46	0.20	0.61	0.7113
8	9	35.98	33.38	2.60	0.21	0.63	0.9721
9	1	33.98	31.70	2.28	0.21	0.65	0.8413
9	2	34.09	31.91	2.18	0.20	0.62	0.5726
9	3	36.62	33.80	2.82	0.25	0.76	1.6480
9	4	34.89	32.47	2.42	0.22	0.68	1.0210
9	5	35.10	32.81	2.29	0.21	0.63	1.0600
9	6	34.83	32.52	2.31	0.21	0.64	1.1460
9	7	34.84	32.51	2.33	0.21	0.65	1.1210
9	8	35.24	32.84	2.40	0.22	0.66	0.9374
9	9	35.02	32.60	2.42	0.22	0.67	1.2470
10	1	35.89	33.55	2.34	0.23	0.70	1.4620

ตาราง ข-5 (ต่อ)

ความเข้มข้น ของน้ำกว (g/100ml)	ชั้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกว ในชั้นงาน (g)	เนื้อกว (g)	เนื้อกว ในชั้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
10	2	36.94	34.25	2.69	0.27	0.79	1.8230
10	3	35.69	33.32	2.37	0.24	0.72	1.5640
10	4	35.84	33.43	2.41	0.24	0.73	1.4360
10	5	35.61	33.16	2.45	0.25	0.75	1.6450
10	6	36.24	33.74	2.50	0.25	0.75	1.5640
10	7	36.46	33.92	2.54	0.25	0.75	1.4320
10	8	36.41	33.87	2.54	0.25	0.76	1.6870
10	9	36.77	34.17	2.60	0.26	0.77	1.5890

ตาราง ข-6 ค่าความต้านทานแรงกดของชิ้นงานทดสอบที่ใช้พอลิไวนิลอะซิเตด  
(สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ) ยึดทวาย

ความเข้มข้น ของน้ำกาว (g/100ml)	ชิ้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกาว ในชิ้นงาน (g)	เนื้อกาว (g)	เนื้อกาว ในชิ้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
1	1	36.87	33.55	3.32	0.03	0.10	0.0315
1	5	37.19	33.70	3.49	0.03	0.10	0.0891
1	6	37.07	33.28	3.79	0.04	0.11	0.0673
1	8	37.84	33.79	4.05	0.04	0.12	0.0614
1	7	37.73	33.58	4.15	0.04	0.12	0.0512
1	4	38.52	33.48	5.04	0.05	0.15	0.0650
1	2	38.49	33.65	4.84	0.05	0.14	0.0852
1	9	38.07	33.26	4.81	0.05	0.14	0.0625
1	3	38.43	33.25	5.18	0.05	0.16	0.0785
5	5	36.47	33.41	3.06	0.15	0.46	0.2551
5	7	36.18	33.10	3.08	0.15	0.47	0.2472
5	6	37.14	33.96	3.18	0.16	0.47	0.2526
5	8	36.29	33.15	3.14	0.16	0.48	0.2693
5	1	37.14	33.86	3.28	0.16	0.49	0.3208
5	2	37.10	33.82	3.28	0.16	0.49	0.2507
5	4	37.07	33.78	3.29	0.16	0.49	0.2857
5	3	36.97	33.67	3.30	0.17	0.49	0.2846
5	9	36.54	33.22	3.32	0.17	0.50	0.2739
6	5	36.83	33.72	3.11	0.19	0.56	0.3920
6	6	36.69	33.57	3.12	0.19	0.56	0.3264
6	7	36.26	33.11	3.15	0.19	0.57	0.3265
6	8	37.08	33.82	3.26	0.20	0.58	0.4181
6	9	36.49	33.27	3.22	0.19	0.58	0.4564
6	3	37.16	33.84	3.32	0.20	0.59	0.6309
6	4	36.76	33.46	3.30	0.20	0.60	0.6033
6	2	36.36	33.09	3.27	0.20	0.60	0.5318
6	1	36.77	33.46	3.31	0.20	0.60	0.6473

ตาราง ข-6 (ต่อ)

ความเข้มข้น ของน้ำกา (g/100ml)	ชั้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกา ในชั้นงาน (g)	เนื้อกา (g)	เนื้อกา ในชั้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
7	5	36.24	33.29	2.95	0.21	0.63	0.5292
7	7	36.28	33.25	3.03	0.21	0.64	0.5738
7	6	36.71	33.64	3.07	0.21	0.64	0.7803
7	2	36.56	33.48	3.08	0.22	0.65	0.6156
7	3	36.96	33.82	3.14	0.22	0.65	0.6498
7	8	36.56	33.43	3.13	0.22	0.66	0.7155
7	4	36.60	33.47	3.13	0.22	0.66	0.8218
7	9	36.76	33.55	3.21	0.22	0.67	0.6572
7	1	36.29	33.11	3.18	0.22	0.68	0.8942
8	5	37.02	33.97	3.05	0.24	0.72	0.7825
8	6	36.60	33.53	3.07	0.25	0.74	0.6891
8	7	36.45	33.38	3.07	0.25	0.74	0.7254
8	8	36.53	33.43	3.10	0.25	0.75	0.8693
8	2	36.52	33.41	3.11	0.25	0.75	0.8433
8	3	37.55	34.34	3.21	0.26	0.75	0.9912
8	4	36.96	33.79	3.17	0.25	0.76	0.9795
8	1	36.83	33.63	3.20	0.26	0.77	0.8506
8	9	37.15	33.86	3.29	0.26	0.78	0.9737
9	5	36.07	33.17	2.90	0.26	0.79	0.9550
9	3	36.83	33.86	2.97	0.27	0.80	0.9462
9	7	36.46	33.48	2.98	0.27	0.81	1.0310
9	6	36.66	33.64	3.02	0.27	0.81	0.9774
9	4	36.64	33.60	3.04	0.27	0.82	1.0540
9	2	36.36	33.33	3.03	0.27	0.82	0.8975
9	8	36.83	33.73	3.10	0.28	0.83	0.9852
9	1	36.73	33.62	3.11	0.28	0.84	0.9746
9	9	36.72	33.59	3.13	0.28	0.85	1.0260
10	5	37.13	34.04	3.09	0.31	0.92	0.9832

ตาราง ข-6 (ต่อ)

ความเข้มข้น ของน้ำกา (g/100ml)	ชั้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกา ในชั้นงาน (g)	เนื้อกา (g)	เนื้อกา ในชั้นงาน (% wt.)	ค่าความดัน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
10	3	36.72	33.62	3.10	0.31	0.93	1.0700
10	6	36.34	33.26	3.08	0.31	0.93	1.0970
10	7	36.27	33.19	3.08	0.31	0.94	1.0340
10	2	36.26	33.16	3.10	0.31	0.94	1.0720
10	4	36.52	33.40	3.13	0.31	0.95	1.0370
10	8	36.45	33.29	3.16	0.32	0.96	1.1840
10	1	36.59	33.41	3.18	0.32	0.96	0.9698
10	9	36.33	33.17	3.16	0.32	0.96	1.1640

ตาราง ข-7 ค่าความต้านทานแรงกดของชิ้นงานทดสอบที่ใช้  
พอลิอะคริลิกเอสเทอร์โคพอลิเมอร์ (ตัวยึดในสีทาบ้าน) ยึดทราย

ความเข้มข้น ของน้ำกาว (g/100ml)	ชิ้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกาว ในชิ้นงาน (g)	เนื้อกาว (g)	เนื้อกาว ในชิ้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
1	1	35.78	33.32	2.46	0.02	0.07	0.0361
1	2	37.41	33.28	4.13	0.04	0.12	0.0199
1	3	37.00	33.58	3.42	0.03	0.10	0.0110
1	4	36.73	33.39	3.34	0.03	0.10	0.0223
1	5	37.01	33.33	3.68	0.04	0.11	0.0275
1	6	36.60	33.63	2.97	0.03	0.09	0.0127
1	7	37.75	33.42	4.33	0.04	0.13	0.0133
1	8	36.72	34.02	2.70	0.03	0.08	0.0204
1	9	39.02	33.78	5.24	0.05	0.16	0.0284
5	1	36.74	33.59	3.15	0.16	0.47	0.2625
5	2	36.50	33.73	2.77	0.14	0.41	0.2116
5	3	36.11	33.25	2.86	0.14	0.43	0.2183
5	4	36.45	33.52	2.93	0.15	0.44	0.2308
5	5	36.56	33.47	3.09	0.15	0.46	0.2887
5	6	36.48	33.64	2.84	0.14	0.42	0.2424
5	7	36.40	33.53	2.87	0.14	0.43	0.1945
5	8	37.34	34.15	3.19	0.16	0.47	0.2354
5	9	36.42	33.61	2.81	0.14	0.42	0.1688
6	1	35.97	33.32	2.65	0.16	0.48	0.2464
6	2	35.68	33.08	2.60	0.16	0.47	0.2547
6	3	35.23	33.11	2.12	0.13	0.39	0.1870
6	4	36.57	33.81	2.76	0.17	0.49	0.2712
6	5	36.01	33.50	2.51	0.15	0.45	0.2224
6	6	35.63	33.17	2.46	0.15	0.45	0.2294
6	7	36.36	33.69	2.67	0.16	0.48	0.2798
6	8	36.36	33.77	2.59	0.16	0.46	0.1965
6	9	36.24	33.78	2.46	0.15	0.44	0.2317



ตาราง ข-7 (ต่อ)

ความเข้มข้น ของน้ำกาว (g/100ml)	ชั้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกาว ในชั้นงาน (g)	เนื้อกาว (g)	เนื้อกาว ในชั้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
7	1	36.44	33.70	2.74	0.19	0.57	0.2404
7	2	35.98	33.30	2.68	0.19	0.57	0.2979
7	3	36.56	33.71	2.85	0.20	0.60	0.4428
7	4	36.33	33.57	2.76	0.19	0.58	0.3270
7	5	36.61	33.80	2.81	0.20	0.59	0.2916
7	6	36.32	33.78	2.54	0.18	0.53	0.1948
7	7	36.33	33.69	2.64	0.18	0.55	0.3063
7	8	36.14	33.53	2.61	0.18	0.55	0.2873
7	9	36.83	33.91	2.92	0.20	0.61	0.4285
8	1	35.72	33.65	2.07	0.17	0.49	0.3060
8	2	35.37	33.49	1.88	0.15	0.45	0.2960
8	3	35.55	33.45	2.10	0.17	0.50	0.2388
8	4	35.55	33.53	2.02	0.16	0.48	0.2802
8	5	36.00	33.86	2.14	0.17	0.51	0.2925
8	6	35.79	33.60	2.19	0.18	0.52	0.2587
8	7	35.70	33.48	2.22	0.18	0.53	0.3218
8	8	35.82	33.58	2.24	0.18	0.54	0.3735
8	9	35.47	33.32	2.15	0.17	0.52	0.2927
9	1	35.29	33.29	2.00	0.18	0.54	0.2871
9	2	36.25	33.89	2.36	0.21	0.63	0.4023
9	3	36.87	33.97	2.90	0.26	0.77	0.4838
9	4	36.13	33.72	2.42	0.22	0.65	0.3911
9	5	35.44	33.39	2.05	0.18	0.56	0.3294
9	6	35.96	33.76	2.20	0.20	0.59	0.3461
9	7	36.01	33.72	2.29	0.21	0.61	0.4406
9	8	36.33	34.01	2.32	0.21	0.62	0.3538
9	9	35.95	33.54	2.41	0.22	0.65	0.3774
10	1	36.68	34.07	2.61	0.26	0.77	0.4962

ตาราง ข-7 (ต่อ)

ความเข้มข้น ของน้ำกา (g/100ml)	ชิ้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกา ในชิ้นงาน (g)	เนื้อกา (g)	เนื้อกา ในชิ้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
10	2	36.02	33.70	2.32	0.23	0.69	0.4924
10	3	36.61	34.14	2.47	0.25	0.73	0.4236
10	4	36.44	33.97	2.47	0.25	0.73	0.4707
10	5	36.53	34.00	2.54	0.25	0.75	0.5029
10	6	36.22	33.84	2.38	0.24	0.71	0.4619
10	7	36.65	34.08	2.57	0.26	0.76	0.5233
10	8	36.02	33.62	2.40	0.24	0.72	0.4983
10	9	36.51	33.99	2.52	0.25	0.75	0.4372

ตาราง ข-8 ค่าความต้านทานแรงกดของชิ้นงานทดสอบที่ใช้อัลจีเนทียึดทราย

ความเข้มข้น ของน้ำกาว (g/100ml)	ชิ้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกาว ในชิ้นงาน (g)	เนื้อกาว (g)	เนื้อกาว ในชิ้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
1	1	38.49	34.35	4.14	0.04	0.12	0.3065
1	2	39.80	34.29	5.51	0.06	0.16	0.4309
1	3	40.98	34.43	6.55	0.07	0.19	0.5211
1	4	39.76	34.36	5.40	0.05	0.16	0.4195
1	5	38.78	34.13	4.65	0.05	0.14	0.3821
1	6	39.07	33.15	5.92	0.06	0.18	0.4775
1	7	38.08	34.15	3.93	0.04	0.12	0.3134
1	8	38.96	34.09	4.87	0.05	0.14	0.3962
1	9	39.65	33.88	5.77	0.06	0.17	0.5063
2	1	37.47	34.02	3.45	0.07	0.20	0.5426
2	2	37.69	34.09	3.60	0.07	0.21	0.5294
2	3	37.57	33.97	3.60	0.07	0.21	0.3764
2	4	37.58	34.03	3.55	0.07	0.21	0.4828
2	5	37.34	34.08	3.26	0.07	0.19	0.4170
2	6	37.40	33.92	3.48	0.07	0.21	0.4696
2	7	37.72	34.06	3.66	0.07	0.22	0.5696
2	8	37.32	33.83	3.49	0.07	0.21	0.4839
2	9	36.92	33.81	3.11	0.06	0.18	0.4470
3	1	36.89	34.06	2.83	0.08	0.25	0.4922
3	2	35.43	33.71	1.72	0.05	0.15	0.2531
3	3	36.16	33.89	2.27	0.07	0.20	0.4726
3	4	36.62	33.93	2.69	0.08	0.24	0.5862
3	5	36.34	33.86	2.48	0.07	0.22	0.5794
3	6	36.68	34.12	2.57	0.08	0.23	0.5315
3	7	36.53	34.02	2.51	0.08	0.22	0.5478
3	8	35.96	33.91	2.05	0.06	0.18	0.5265
3	9	36.51	34.02	2.49	0.07	0.22	0.5455

ตาราง ข-9 ค่าความต้านทานแรงกดของชิ้นงานทดสอบที่ใช้  
อะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) ยึดทราย

ความเข้มข้น ของน้ำกาว (g/100ml)	ชิ้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกาว ในชิ้นงาน (g)	เนื้อกาว (g)	เนื้อกาว ในชิ้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
1	1	36.04	34.17	1.87	0.02	0.05	0.0040
1	2	36.31	33.81	2.50	0.03	0.07	0.0099
1	3	37.08	33.79	3.29	0.03	0.10	0.0094
1	4	37.86	33.98	3.88	0.04	0.11	0.0128
1	5	37.97	33.92	4.05	0.04	0.12	0.0094
1	6	38.10	33.95	4.15	0.04	0.12	0.0110
1	7	38.32	33.85	4.47	0.04	0.13	0.0134
1	8	38.43	33.72	4.71	0.05	0.14	0.0186
1	9	39.52	33.86	5.66	0.06	0.17	0.0094
2	1	36.64	34.17	2.47	0.05	0.14	0.0040
2	2	36.76	33.81	2.95	0.06	0.17	0.0099
2	3	37.29	33.79	3.50	0.07	0.21	0.0094
2	4	37.58	33.98	3.60	0.07	0.21	0.0128
2	5	37.62	33.92	3.70	0.07	0.22	0.0094
2	6	37.83	33.95	3.88	0.08	0.23	0.0110
2	7	37.78	33.85	3.93	0.08	0.23	0.0134
2	8	37.83	33.72	4.11	0.08	0.24	0.0186
2	9	38.56	33.86	4.70	0.09	0.28	0.0094
5	1	37.04	33.75	3.29	0.16	0.49	0.1646
5	2	36.99	33.70	3.29	0.16	0.49	0.1530
5	3	37.31	33.78	3.53	0.18	0.53	0.1703
5	4	37.17	33.98	3.19	0.16	0.47	0.1506
5	5	37.00	33.84	3.16	0.16	0.47	0.1530
5	6	36.76	33.69	3.07	0.15	0.46	0.1603

ตาราง ข-9 (ต่อ)

ความเข้มข้น ของน้ำกาว (g/100ml)	ชั้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกาว ในชั้นงาน (g)	เนื้อกาว (g)	เนื้อกาว ในชั้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
5	7	37.68	34.11	3.57	0.18	0.53	0.1674
5	8	36.84	33.53	3.31	0.17	0.50	0.1585
5	9	36.68	33.80	2.88	0.14	0.43	0.1440
6	6	36.34	33.78	2.56	0.15	0.46	0.0817
6	5	36.61	33.79	2.82	0.17	0.50	0.0998
6	7	36.52	33.69	2.83	0.17	0.51	0.0887
6	4	36.76	33.81	2.95	0.18	0.53	0.0908
6	3	37.00	33.99	3.01	0.18	0.53	0.0804
6	2	36.58	33.58	3.00	0.18	0.54	0.0968
6	1	36.83	33.74	3.09	0.19	0.55	0.0952
6	9	36.88	33.78	3.10	0.19	0.55	0.0968
6	8	36.93	33.77	3.16	0.19	0.56	0.0943
7	5	36.07	33.80	2.27	0.16	0.47	0.0793
7	1	36.46	34.12	2.34	0.16	0.48	0.0653
7	3	36.52	34.15	2.37	0.17	0.49	0.0933
7	8	35.86	33.53	2.33	0.16	0.49	0.1189
7	6	36.14	33.78	2.36	0.17	0.49	0.0898
7	2	35.64	33.30	2.34	0.16	0.49	0.1527
7	7	36.12	33.69	2.43	0.17	0.51	0.1037
7	4	36.31	33.86	2.45	0.17	0.51	0.0961
7	9	36.44	33.91	2.53	0.18	0.52	0.1447
8	2	35.79	33.78	2.01	0.16	0.48	0.1106
8	1	36.22	34.04	2.18	0.17	0.51	0.0569
8	4	35.96	33.77	2.19	0.18	0.52	0.1263
8	9	36.22	34.00	2.22	0.18	0.52	0.0855

ตาราง ข-9 (ต่อ)

ความเข้มข้น ของน้ำกา (g/100ml)	ชิ้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกา ในชิ้นงาน (g)	เนื้อกา (g)	เนื้อกา ในชิ้นงาน (% wt.)	ค่าความตัน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
8	7	36.18	33.96	2.22	0.18	0.53	0.1043
8	6	36.14	33.88	2.26	0.18	0.54	0.1464
8	8	36.47	34.11	2.36	0.19	0.56	0.1196
8	3	36.60	34.18	2.42	0.19	0.57	0.1454
8	5	36.28	33.82	2.46	0.20	0.59	0.1569
9	3	36.03	34.01	2.02	0.18	0.54	0.1371
9	4	35.70	33.66	2.04	0.18	0.55	0.1789
9	2	35.81	33.75	2.06	0.19	0.55	0.2356
9	5	35.82	33.72	2.10	0.19	0.56	0.1821
9	8	35.66	33.57	2.09	0.19	0.56	0.2053
9	7	36.29	34.13	2.16	0.19	0.57	0.1905
9	9	35.94	33.76	2.18	0.20	0.58	0.2231
9	1	35.43	33.22	2.21	0.20	0.60	0.2553
9	6	36.14	33.81	2.33	0.21	0.62	0.2093
10	7	36.19	34.08	2.11	0.21	0.62	0.2860
10	3	36.22	34.06	2.16	0.22	0.64	0.3349
10	8	36.34	34.16	2.18	0.22	0.64	0.2861
10	2	36.41	34.18	2.23	0.22	0.66	0.2968
10	4	36.31	34.07	2.24	0.22	0.66	0.2722
10	6	35.96	33.71	2.25	0.22	0.67	0.3275
10	5	36.24	33.94	2.30	0.23	0.68	0.2560
10	1	36.30	33.96	2.34	0.23	0.69	0.2763
10	9	36.59	34.20	2.39	0.24	0.70	0.3026

ตาราง ข-10 ค่าความต้านทานแรงกดของชิ้นงานทดสอบที่ใช้  
ไวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (กาว) ยึดทราย

ความเข้มข้น ของน้ำกาว (g/100ml)	ชิ้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกาว ในชิ้นงาน (g)	เนื้อกาว (g)	เนื้อกาว ในชิ้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
1	1	35.98	33.51	2.47	0.02	0.07	0.0121
1	2	36.82	33.44	3.38	0.03	0.10	0.0180
1	3	37.69	33.67	4.02	0.04	0.12	0.0148
1	4	37.85	33.15	4.70	0.05	0.14	0.0078
1	5	36.83	33.54	3.29	0.03	0.10	0.0150
1	6	36.03	33.46	2.57	0.03	0.08	0.0212
1	7	37.30	33.73	3.57	0.04	0.11	0.0243
1	8	38.12	33.67	4.45	0.04	0.13	0.0105
1	9	37.97	33.42	4.55	0.05	0.14	0.0233
5	1	36.47	33.15	3.32	0.17	0.50	0.0806
5	2	36.49	33.31	3.18	0.16	0.48	0.0701
5	3	36.48	33.23	3.25	0.16	0.49	0.0754
5	4	36.46	33.48	2.98	0.15	0.45	0.0717
5	5	36.57	33.46	3.11	0.16	0.47	0.0728
5	6	36.50	33.27	3.23	0.16	0.49	0.0789
5	7	36.45	33.16	3.29	0.16	0.50	0.0794
5	8	36.58	33.29	3.29	0.16	0.50	0.0771
5	9	36.55	33.20	3.35	0.17	0.51	0.0782
6	1	37.14	33.63	3.51	0.21	0.63	0.1166
6	2	37.02	33.72	3.30	0.20	0.59	0.1174
6	3	36.86	33.84	3.02	0.18	0.54	0.1098
6	4	37.01	33.73	3.28	0.20	0.59	0.1146
6	5	36.98	33.86	3.12	0.19	0.56	0.1101
6	6	36.57	33.39	3.18	0.19	0.57	0.1324
6	7	36.96	33.74	3.22	0.19	0.58	0.1243
6	8	36.94	33.58	3.36	0.20	0.60	0.1154
6	9	37.20	33.79	3.41	0.20	0.61	0.1255

ตาราง ข-10 (ต่อ)

ความเข้มข้น ของน้ำกา (g/100ml)	ชั้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกา ในชั้นงาน (g)	เนื้อกา (g)	เนื้อกา ในชั้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
7	1	36.87	33.56	3.31	0.23	0.70	0.0976
7	2	37.33	34.07	3.26	0.23	0.67	0.0974
7	3	37.27	34.03	3.24	0.23	0.67	0.1158
7	4	37.16	33.89	3.27	0.23	0.68	0.1036
7	5	36.83	33.72	3.11	0.22	0.65	0.1213
7	6	37.35	34.14	3.21	0.22	0.66	0.1385
7	7	36.87	33.59	3.28	0.23	0.69	0.1139
7	8	37.05	33.68	3.37	0.24	0.71	0.1208
7	9	37.05	33.61	3.44	0.24	0.72	0.0996
8	1	37.11	33.86	3.25	0.26	0.77	0.1363
8	2	37.08	33.84	3.24	0.26	0.77	0.1657
8	3	37.13	33.93	3.20	0.26	0.76	0.1168
8	4	37.11	33.88	3.23	0.26	0.77	0.1396
8	5	37.48	34.16	3.32	0.27	0.78	0.1661
8	6	37.02	33.74	3.28	0.26	0.78	0.1439
8	7	37.00	33.70	3.30	0.26	0.79	0.1870
8	8	37.25	33.82	3.43	0.27	0.82	0.1905
8	9	37.27	33.89	3.38	0.27	0.81	0.1785
9	1	36.91	33.79	3.12	0.28	0.84	0.1991
9	2	37.29	34.13	3.16	0.28	0.84	0.1935
9	3	37.21	34.07	3.14	0.28	0.84	0.2016
9	4	37.14	34.00	3.14	0.28	0.84	0.1981
9	5	37.31	34.22	3.09	0.28	0.82	0.1822
9	6	37.08	33.98	3.10	0.28	0.83	0.2058
9	7	36.98	33.89	3.09	0.28	0.83	0.1931
9	8	37.28	34.10	3.18	0.29	0.85	0.1993
9	9	36.88	33.70	3.18	0.29	0.86	0.2571
10	1	36.40	33.66	2.74	0.27	0.82	0.2914



ตาราง ข-10 (ต่อ)

ความเข้มข้น ของน้ำกว (g/100ml)	ชิ้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกว ในชิ้นงาน (g)	เนื้อกว (g)	เนื้อกว ในชิ้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
10	2	36.94	34.03	2.91	0.29	0.86	0.2642
10	3	37.06	34.12	2.94	0.29	0.87	0.2604
10	4	36.56	33.94	2.62	0.26	0.78	0.2720
10	5	36.94	34.09	2.85	0.28	0.84	0.2221
10	6	36.70	33.84	2.86	0.29	0.85	0.2623
10	7	36.66	33.77	2.89	0.29	0.86	0.2726
10	8	36.83	33.93	2.90	0.29	0.86	0.2881
10	9	37.16	34.20	2.96	0.30	0.87	0.2812

ตาราง ข-11 ค่าความต้านทานแรงกดของชิ้นงานทดสอบที่ใช้

ตรวจสอบสิ่งอัลคิโนลอะคริลิกพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) ยึดทราย

ความเข้มข้น ของน้ำกาว (g/100ml)	ชิ้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกาว ในชิ้นงาน (g)	เนื้อกาว (g)	เนื้อกาว ในชิ้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
1	1	37.64	33.06	4.58	0.0458	0.14	0.1406
1	2	37.25	33.33	3.92	0.0392	0.12	0.0968
1	3	39.01	33.43	5.58	0.0558	0.17	0.2572
1	4	36.4	33.2	3.2	0.032	0.10	0.1031
5	1	36.67	33.45	3.22	0.161	0.48	0.1535
5	2	36.37	33.22	3.15	0.1575	0.48	0.1549
5	3	36.94	33.62	3.32	0.166	0.50	0.2134

ตาราง ข-12 ค่าความต้านทานแรงกดของชิ้นงานทดสอบที่ใช้  
โวนิลอะคริลิกโคพอลิเมอร์ (สารเพิ่มความหนืดในงานสิ่งทอ) ยืดทหาย

ความเข้มข้น ของน้ำกา (g/100ml)	ชิ้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกา ในชิ้นงาน (g)	เนื้อกา (g)	เนื้อกา ในชิ้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
1	1	35.02	33.60	1.42	0.01	0.04	0.0037
1	2	35.87	33.37	2.50	0.03	0.07	0.0070
1	3	36.39	33.29	3.10	0.03	0.09	0.0080
1	4	37.43	33.58	3.85	0.04	0.11	0.0040
1	5	37.24	33.50	3.74	0.04	0.11	0.0062
1	6	36.74	33.13	3.61	0.04	0.11	0.0059
1	7	35.76	33.42	2.34	0.02	0.07	0.0062
1	8	36.68	33.41	3.27	0.03	0.10	0.0049
1	9	37.41	33.55	3.86	0.04	0.12	0.0056
5	1	34.47	32.45	2.02	0.10	0.31	0.0159
5	2	35.19	33.12	2.07	0.10	0.31	0.0420
5	3	34.83	32.79	2.04	0.10	0.31	0.0289
5	4	35.17	33.35	1.82	0.09	0.27	0.0179
5	5	34.79	32.93	1.86	0.09	0.28	0.0303
5	6	35.05	33.20	1.85	0.09	0.28	0.0235
5	7	35.13	33.24	1.89	0.09	0.29	0.0289
5	8	35.10	33.09	2.01	0.10	0.30	0.0218
5	9	35.41	33.31	2.10	0.10	0.32	0.0408
6	1	34.32	32.66	1.66	0.10	0.31	0.0329
6	2	34.85	33.29	1.56	0.09	0.28	0.0156
6	3	34.97	33.31	1.66	0.10	0.30	0.0234
6	4	35.07	33.37	1.70	0.10	0.31	0.0296
6	5	34.81	33.25	1.56	0.09	0.28	0.0251
6	6	34.71	33.09	1.63	0.10	0.30	0.0239
6	7	34.45	32.89	1.56	0.09	0.29	0.0156
6	8	34.97	33.13	1.84	0.11	0.33	0.0482
6	9	35.22	33.47	1.75	0.11	0.32	0.0353

ตาราง ข-12 (ต่อ)

ความเข้มข้น ของน้ำกาว (g/100ml)	ชั้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกาว ในชั้นงาน (g)	เนื้อกาว (g)	เนื้อกาว ในชั้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
7	1	34.90	33.21	1.69	0.12	0.36	0.0315
7	2	34.97	33.05	1.92	0.13	0.41	0.0423
7	3	34.85	33.13	1.72	0.12	0.36	0.0531
7	4	34.91	33.13	1.78	0.12	0.38	0.0423
7	5	35.25	33.52	1.73	0.12	0.36	0.0493
7	6	34.76	32.96	1.80	0.13	0.38	0.0359
7	7	35.06	33.24	1.82	0.13	0.39	0.0475
7	8	34.90	33.08	1.82	0.13	0.39	0.0485
7	9	35.27	33.34	1.93	0.14	0.41	0.0520
8	1	34.93	33.14	1.79	0.14	0.43	0.0434
8	2	35.37	33.52	1.85	0.15	0.44	0.0488
8	3	34.91	33.06	1.85	0.15	0.45	0.0507
8	4	35.07	33.24	1.83	0.15	0.44	0.0476
8	5	35.57	33.82	1.75	0.14	0.42	0.0476
8	6	35.60	33.88	1.72	0.14	0.41	0.0458
8	7	35.77	33.96	1.81	0.14	0.43	0.0442
8	8	35.94	34.11	1.83	0.15	0.43	0.0408
8	9	35.84	34.00	1.84	0.15	0.43	0.0468
9	1	34.47	32.74	1.73	0.16	0.48	0.0350
9	2	34.71	33.03	1.68	0.15	0.46	0.0345
9	3	35.10	33.23	1.87	0.17	0.51	0.0439
9	4	34.76	33.00	1.76	0.16	0.48	0.0378
9	5	34.50	32.84	1.66	0.15	0.46	0.0469
9	6	34.67	32.97	1.70	0.15	0.47	0.0428
9	7	34.92	33.14	1.78	0.16	0.49	0.0496
9	8	34.86	33.02	1.84	0.17	0.50	0.0452
9	9	34.42	32.89	1.53	0.14	0.42	0.0501
10	1	34.38	32.80	1.58	0.16	0.48	0.0512

ตาราง ข-12 (ต่อ)

ความเข้มข้น ของน้ำกาว (g/100ml)	ชั้นงาน ทดสอบที่	น้ำหนักเปียก (g)	น้ำหนักแห้ง (g)	น้ำกาว ในชั้นงาน (g)	เนื้อกาว (g)	เนื้อกาว ในชั้นงาน (% wt.)	ค่าความต้าน ทานแรงกด (N/mm <sup>2</sup> )
10	2	34.07	32.46	1.61	0.16	0.50	0.0554
10	3	34.60	32.86	1.74	0.17	0.53	0.0596
10	4	34.35	32.71	1.64	0.16	0.50	0.0539
10	5	34.46	32.76	1.70	0.17	0.52	0.0550
10	6	34.78	33.11	1.67	0.17	0.51	0.0511
10	7	34.24	32.58	1.66	0.17	0.51	0.0587
10	8	34.67	32.97	1.70	0.17	0.52	0.0596
10	9	34.95	33.20	1.75	0.17	0.53	0.0604

ภาคผนวก ค

การคำนวณสูตรการเตรียมน้ำกาวสำหรับประติมากรรมทราย

พื้นที่โดยประมาณของกองทรายที่เข้าแบบไม้ ชั้นล่างสุดกว้างด้านละ 3 เมตร สูง 60 เซนติเมตร ชั้นถัดมาความกว้างจะลดลงข้างละ 30 เซนติเมตร มีทั้งหมด 4 ชั้น คำนวณพื้นที่ผิวโดยประมาณได้ดังนี้



$$\begin{aligned}
 \text{ชั้นที่ 4 บนสุด} &= (1.2 \times 1.2) + [(1.2 \times 0.6) \times 4] &= 4.32 \text{ m}^2 \\
 \text{ชั้นที่ 3} &= [(1.8 \times 1.8) - (1.2 \times 1.2)] + [(1.8 \times 0.6) \times 4] &= 6.12 \text{ m}^2 \\
 \text{ชั้นที่ 2} &= [(2.4 \times 2.4) - (1.8 \times 1.8)] + [(2.4 \times 0.6) \times 4] &= 8.28 \text{ m}^2 \\
 \text{ชั้นที่ 1 ล่างสุด} &= [(3 \times 3) - (2.4 \times 2.4)] + [3 \times 0.6] \times 4 &= 10.44 \text{ m}^2 \\
 \text{พื้นที่ทั้งหมดของกองทรายโดยประมาณ} & &= 29.16 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

### ค่าเนื่อการมาตรฐาน

ค่าความถ่วงจำเพาะของกาวยพอลิไวนิลอะซิเตตมาตรฐาน (กาว) Cascorez IB-Z10A คือ 1.06. มีเนื่อการอยู่ 43 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

มีการใช้ Cascorez IB-Z10A ทั้งหมด 20 ลิตรทั้งกองทรายพื้นที่ผิว 29.16 ตารางเมตร

หรือมีการใช้ Cascorez IB-Z10A ทั้งหมด 20 ลิตร. x 1.06 = 21.2 กิโลกรัม.

Cascorez IB-Z10A ที่ใช้ มีเนื่อการอยู่ 21.2 กิโลกรัม. x 43% = 9.116 กิโลกรัม

ดังนั้นประมาณการใช้เนื่อการต่อพื้นที่มีค่าเท่ากับ 9.116 กิโลกรัม ÷ 29.16 ตารางเมตร

หรือประมาณการใช้เนื่อการต่อพื้นที่มีค่าเท่ากับ = 0.013443 กรัม/ตารางเซนติเมตร

### ค่าที่ต้องรู้เพื่อนำมาคำนวณสูตร

1. พื้นที่ผิวประติมากรรมทรายโดยประมาณ (ตารางเซนติเมตร)
2. เปอร์เซ็นต์เนื่อการในกาวเริ่มต้น
3. ความถ่วงจำเพาะของกาวเริ่มต้น
4. ความเข้มข้นของเนื่อการที่สามารถฉีดพ่นละอองกาวให้กระจายตัวได้ดี (%wt.)

## สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

กาวเริ่มต้นที่ต้องจัดหา

1. หน่วยเป็นกรัม หาได้จาก

$$\frac{(\text{ค่าเนื้อกาวมาตรฐาน} \times \text{พื้นที่ผิวประติมากรรมทรายโดยประมาณ})}{\text{เปอร์เซ็นต์เนื้อกาวในกาวเริ่มต้น}}$$

2. หน่วยเป็นมิลลิลิตร หาได้จาก

$$\frac{(\text{ค่าเนื้อกาวมาตรฐาน} \times \text{พื้นที่ผิวประติมากรรมทรายโดยประมาณ})}{\text{เปอร์เซ็นต์เนื้อกาวในกาวเริ่มต้น} \times \text{ค่าความถ่วงจำเพาะของกาวเริ่มต้น}}$$

ค่าเนื้อกาวมาตรฐานเท่ากับ 0.013 กรัม/ตารางเซนติเมตร

อัตราส่วนของน้ำทะเลที่ใช้ผสมน้ำกาวต่อกาวเริ่มต้น 1 ส่วน

หาได้จาก

$$\frac{(\text{ค่าความถ่วงจำเพาะของกาวเริ่มต้น} \times 100)}{\text{ความเข้มข้นของเนื้อกาวที่สามารถฉีดพ่นละอองกาวให้กระจายตัวได้ดี} (\%wt.)}$$



ตารางที่ ค-1 สูตรการเตรียมน้ำกาวสำหรับงานประติมากรรมทราย

กาวเริ่มต้น	ปริมาณเนื้อกาว (%)	ถ.พ.	ความเข้มข้นสูงสุดที่ฉีดได้ % โดยน้ำหนัก	การเริ่มต้นที่ต้องจัดหา		อัตราส่วนของน้ำทะเล ต่อกาว 1 ส่วน	จำนวนครั้งที่ฉีดพ่น ต่อบริเวณ
				มิลลิลิตร	กรัม		
พอลิไวนิลอะซิเตดมาตรฐาน (กาวงานไม้) อัตราส่วนตามที่ญี่ปุ่นมาสาริต	42.99	1.20	N/A	9118.35	7598.63	9	4
กัมอะราบิก	100	1.58	20.00	2481.00	3919.98	8	2
เจลาติน	100	1.20	18.18	3266.65	3919.98	7	2
พอลิไวนิลอะซิเตดมาตรฐาน (กาวงานไม้)	42.99	1.20	22.93	9118.35	7598.63	6	3
พอลิไวนิลอะซิเตด (สารเพิ่มเนื้อให้ผ้าในงานสิ่งทอ)	37.53	1.20	22.08	104444.92	8704.10	6	3
พอลิไวนิลแอลกอฮอล์	100	1.25	4.00	3135.98	3919.98	32	6
อัลจีเนท	100	1.59	2.00	2465.40	3919.98	80	10
ไซเดียมคาร์บอเนตเมทิลเซลลูโลส	100	1.59	1.74	3919.98	3919.98	92	12

\* เมื่อ พื้นที่ผิวประติมากรรมทรายโดยประมาณคือ 291600 ตารางเซนติเมตร

ค่ากาวมาตรฐานคือ 0.013443 กรัม / ตารางเซนติเมตร.

ปริมาณน้ำกาวที่ได้จากการฉีดพ่นเท่า 0.8 มิลลิลิตรต่อการฉีดพ่น 1 ครั้ง

เมื่อปากกระบอกฉีดอยู่ห่างจากพื้นผิว 1 ฟุต พื้นผิวที่ละของกาวครอบคลุมเท่ากับ 12 ตารางเซนติเมตร

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวกรรณา นครชัย เกิดเมื่อวันที่ 5 ธันวาคม พ.ศ.2514 ที่จังหวัดนครราชสีมา จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาโพลีเมอร์และสิ่งทอจากภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2537 เริ่มศึกษาในระดับปริญญาโทในสาขาวิทยาศาสตร์โพลีเมอร์ประยุกต์และเทคโนโลยีสิ่งทอ ภาควิชาวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน ปีการศึกษา 2540 และสำเร็จการศึกษาในเดือนตุลาคมปีการศึกษา 2543

