รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ดำรง ปิ่นภูวดล. การประเมินความเหมาะสมของวิธีการ "แซนแซพ" ในการวัดหาค่าแรงเฉือนแบบอันเดรนของดินเหนียวอ่อนในบริเวณกรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

บัณฑิต วณิชวิชากรกิจ. การประเมินวิธีการวิเคราะห์และพารามิเตอร์ของดินเพื่อการออกแบบบนคันดินอ่อนกรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2529.

พลากร พีรภาคย์.การทดสอบการกดกรวยขนาดเล็กในเครื่องมือแรงอัดสามแกน.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2547.

ยุทธนา กู้โรจนวงศ์. ผลกระทบจากทิศทางต่างๆ ของทางเดินของหน่วยแรงรวมที่มีต่อพฤติกรรมทางด้าน ความเค้น-ความเครียด-กำลังรับแรงเฉือน ในสภาพไม่ระบายน้ำของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ ที่ตกตะกอนในน้ำทะเลและเกิดการอัดแน่นเกินตัวจากอายุของดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

เรืองเดช ศตวิริยะ. แอนไอโซทรอปปี้ของกำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรนของดินอ่อนกรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2525.

วรการ เอมดี. พฤติกรรมและกลไกการทรุดตัวที่เป็นฟังก์ชันกับเวลาของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ สองบริเวณที่มีคุณสมบัติพื้นฐานแตกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2545.

วิโรจน์ บุศยพลากร. พฤติกรรมการอัดตัวคายน้ำของดินเหนียวกรุงเทพฯ สร้างใหม่ จากสถานะเหลวถึงสถานะพลาสติก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2546.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. ข้อมูลสภาพดินบริเวณลุ่มแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง. 2520.

สถาพร คูวิจิตรจารุ. ทดลองปฐพีกลศาสตร์. กรุงเทพฯ : ไลบรารี่ นาย, 2541.

สุรฉัตร สัมพันธารักษ์. วิศวกรรมปฐพี. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ,2540.

อาคม แสวงการ. พฤติกรรมการรับแรงเฉือนและแอนไอโซทรอปปี้ของดินเหนียวอ่อนกรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2542.

ภาษาอังกฤษ

Airey, D.W. and Wood, D.M. (1984) Discussion on Specimen Size Effect in Simple Shear Test, Journal of Geotechnical Engineering Division. ASCE. 110,GT3 : 439-442.

Airey, D.W., Budhu, M. and Wood, D.M. (1985) Some Aspects of the Behavior of Soils in Simple Shear, Development in Soil Mechanics and Foundation Engineering. P.K. Banerjee and R. Butterfield, Eds., Vol.2, Elsevier, London.

Airey, D.W. and Wood, D.M. (1987) An Evaluation of Direct Simple Shear Tests on Clay,. Geotechnique,37,1 : 25-25.

Ansell, P. and Brown, S.F. (1978) A Cyclic Simple Shear Apparatus for Dry Grannular Material, Geotechnical Testing Journal. ASTM, 1,2 : 82-92.

Arthur, J. R. F., Chua K. S. and Dunstan, T. (1977) Induced Anisotropy in Sand. Geotechnique.4.1 : 131-140.

ASTM Standard (1980), Standard Test Method for 1-D Consolidation Properties of Soils, Designation: D 2435 - 80, Annual Book of ASTM Standards, Vol.04.08, pp.378-384

ASTM Standard (2000), Standard Test Method for Consolidated Undrained Direct Simple Shear Testing of Cohesive Soils, Designation: D 6528 - 00, Annual Book of ASTM Standards, Vol.04.08.

Bjerrum, L. and Landva, A. (1966). "Direct Simple Shear Tests on Norwegian Quick Clay." Geotechnique, 16(1): 1-20.

Bjerrum, L. (1972) Embankments on Soft Ground. State-of-the-Art Report : Proceeding ASCE Specialty on Performance of Earth and Earth-Supported Structures,2,1-54. Lafayette : ASCE.

Borin, D.L. (1973) The Behaviour of Saturated Kaolin in the Simple Shear Apparatus, Ph.D. Thesis, Cambridge University.

Budhu, M. (1985), Lateral Stresses Observed in Two Simple Shear Apparatus, Journal of Geotechnical Engineering, ASCE, 111,6 : 698-711.

Budhu, M. (1988), A New Simple Shear Apparatus, Geotechnical Testing Journal, ASTM, 11,4 : 281-287.

Burland, E.W. and Tsai, C.T. (1973). Dissipation of pore pressure during one dimensional consolidation on an Artificial Marine Clay, AIT Research Report No.40.

Casagrande, A. (1979) Liquefaction and Cyclic Deformation of Sands: A critical Review, Harvard Soil Mechanics Series No.88, Harvard University, Cambridge, MA., 51 pp.

Christian, J.T. (1981) Discussion of State of the Art: Laboratory Strength Testing of Soils, Laboratory Shear Strength of Soil, ASTM STP 740, R.N. Yong and F.C. Townsend, Eds. : 638-640.

De Josselin de Jong, G. (1971) Discussion: Session 2. Strain Behaviour of Soils, Proc. Roscoe Memorial Symp. , Ed. Parry, R.H.G., G.T. Foulis&Co., Henley-on-Thamnes : 258-261.

DeGroot, D.J. (1989) The Multidirectional Direct Simple Shear Apparatus With Application to Design of Offshore Arctic Structures, Doctor of Science Thesis, Department of Civil Engineering, MIT, Cambridge, MA, 669 p.

DeGroot, D.J., Germaine, J.T. and Gedney, R. (1991a) An Automated Electropneunatic Control System for Direct Simple Shear Testing, Geotechnical Testing Journal, ASTM,14,4.

DeGroot, D.J., Germaine, J.T. and Ladd, C.C. (1991b) Influence of Nonuniform Stresses Imposed by the Direct Simple Shear Apparatus on Measured Stress-Strain Behavior, submitted to Geotechnique.

DeGroot, D.J., Germaine, J.T. and Ladd, C.C. (1991c) The Multidirectional Direct Simple Shear Apparatus, submitted to ASTM Geotechnical Testing Journal.

DeGroot, D.J., Germaine, J.T. and Ladd, C.C., (1994). " Effect of non-uniform stresses

F22472071

on measured DSS stress-strain behavior. " Journal of Geotechnical Engineering. ASCE. 120(5): 892–912.

DeGroot, D.J., Ladd, C.C., and Germaine, J.T. (1992). Direct simple shear testing of cohesive soils. Research Report No. R92-18, Center for Scientific Excellence in Offshore Engineering, Department of Civil Engineering, M.I.T., Cambridge, MA.

Duncan, J.M. and Dunlop, P. (1969) Behavior of Siols in Simple Shear, Proc. 7th ICSMFE. Mexico : 101-109.

Duncan, J. M. and Seed, H. B. (1966) Strength Variation along Failure Surface in Clay. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division ASCE.92.SM6 : 81-104.

Dyvik, R. and Zimmie, T.F. (1983) Lateral Stress Measurement During Static and Cyclic Direct Simple Shear Testing, NGI Publication No.149 : 1-8.

Eide, O. and Holmberg, S. (1972) Test Fills to Failure on the Soft Bangkok Clay. NR.95 : Norwegian Geotechnical Institute Pub.. 1-12. Norway : NGI.

Fearon, R.E. and Coop, M.R. (2000) Reconstituted: What makes an appropriate reference Material. Geotechnique 50, 4 : 471-477.

Finn, W.D.L., Pickering, D.Y. and Bransby, P.L. (1971) Sand Liquefaction in Triaxial and Simple Shear Tests, ASCE,97,SM4 : 639-659.

Franke, E., Kiekbusch, M. and Schuppener, B. (1979) A New Direct Simple Shear Device, Geotechnical Testing Journal, ASTM,2,4 : 1901-199.

Hill, R. (1950) Plasticity. Oxford University Press, 356 p.

Jamiolkowski, M., Ladd, C. C., Germaine, J. T. and Lancellotta, R. (1985) New Developments in Field and Laboratory Testing of Soils. Theme Lecture No.2 : Proceeding of the 11th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering.1.57-153. Sanfancisco : ASCE.

Kjellman, W. (1951) Testing the Shear Strength of Clay in Sweden, Geotechnique. 2,3 : 225-232.

Lacasse, S. and Vucetic, M. (1981) Discussion of State of the Art: Laboratory Strength Testing of Soils, Laboratory Shear Strength of Soils. ASTM STP 740, R.N. Yong and F.C. Townsend, Edsl, ASTM : 633-637.

Ladd, C. C. (1963) Stress-Strain Behaviour of Anisotropically Consolidated Clay during Undrained Loading. Proceeding of the 6th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering Vol.1, 282-286. ASCE.

Ladd, C. C. (1967) Discussion on "ϕ=0 Concept". Proceeding of the Geotechnical Conference, 112-115. Oslo.

Ladd, C. C. (1975) Foundation Design of Embankments Constructed on Connecticut Valley Varved Clays. Research Report R.75-7 No.343 : Massachusetts Institute of Technology. USA : MIT.

Ladd, C. C., Moh, Z. C. and Gifford, D. G. (1971) Undrained Strength of Soft Bangkok Clay. Proceeding of the 4th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering Vol.1, 135-140. Bangkok, Thailand.

Ladd, C.C., and Edgers, L. (1972) "Consolidated -undrained direct-simple shear tests on saturated clays." MIT Research Report No. R72-82, Department of Civil Engineering, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.

Ladd, C. C. and Foott, R. (1974) New Design Procedure for Stability of Soft Clays. Journal of the Geotechinal Engineering Division ASCE,100,GT7: 763-786.

Ladd, C. C., Foott, R., Ishihara, K. Schlosser, F. and Poulos, H. G. (1977) Stress-Deformation and Strength Characteristics. Proceeding of the 9th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering,2,421-494. Tokyo, Japan : ASCE.

Lamb, T.W. and Whitman, R.W. (1969) Soil Mechanics. New York : Willey.

Lambe, T. W. and Marr, W. A. (1979) Stress Path Method : Second Edition. Journal of the Geotechinal Engineering Division ASCE,105,GT6 : 727-738.

Lambe, T. W. and Whitman, R. V. (1979) Soil Mechanics (SI Version). Singapore : John Wiley and Sons.

Larssons, R. (1980) Undrained Shear Strength in Stability Calculation of Embankments and Foundations on Soft Clays. Canadian Geotechnical Journal,17.4 : 591-602.

Lucks, A.S., Christian, J.T., Brandow, G.E. and Hϕeg, K. (1972) Stress Conditions in NGI Simple Shear Test, JSMFD, ASCE, 98,SM1 : 155-160.

Mathew, P.K. and Rao, S.N. (1997) Influence of cations on compressibility behavior of a Marine Clay. Journal of Geotechnical and Environmental Engineering: 1071-1073.

Mesri, G. (1975) Discussion on "New Design Procedure for Stability of Soft Clays". Journal of the Geotechinal Engineering Division ASCE, 101, GT4: 409-412.

Mishu, R., Ladd, C.C., Martin, R.T. and Spikula, D.R. (1982) Evaluation of Compositional and Engineering Properties of Offshore Veneauelan Soils, Volume 3: Tuy Cariaco Clays, Research Report No. R82-31, No. 735, Department of Civil Engineering, MIT, Cambridge, M.A., 332 p.

Mitchell, J.K. (1993) Fundamental of Soil Behavior. 2nd Edition. USA. : John Wiley & Sons.

Nadarajah, V. (1973) Stress Strain Properties of Lightly Overconsolidated Clays, Ph.D. Thesis, Cambridge University.

Ochiai, H. (1981) A Method for Calculating the Undrained Strength Ratio, c_u/p, of Normally Consolidated Clay Measured in the Simple Shear Apparatus, Soils and Foundation, 21,1 : 109-115.

Oda, M. and Konishi, J. (1974) Rotation of Principal Stress in Granular Material During Simple Shear, Soils and Foundation, 14,4 : 39-53.

Parry, R. H. G. and Nadarajah, V. (1974) Observation on Laboratory Prepared Lightly Overconsolidated Specimens of Kaolin. Geotechnique.24 : 345-357.

Peacock, W.H. and Seed, H.B. (1968) Sand Liquefaction Under Cyclic Loading Simple Shear Conditions. JSMFD,ASCE,94,SM3 : 689-793.

Pinit Phamvan.(1984) Stability Evaluation of Sheet Pile by In Situ Testing. No.GT83-36, M.Eng Thesis, School of Civil Engineering, Asian Institute of Technology.

Prevost, J.H. and Høeg, K. (1976) Re-analysis of Simple Shear Soil Testing, Canadian Geotechnical Journal, 13,4 : 418-429.

Qureshi, M. S. (1973) Anisotropy of Strength Characteristics of Bangkok Clay. No.919, M.Eng Thesis, School of Civil Engineering Asian Institute of Technology.

Randolph, M.F. and Wroth, C.P. (1981) Application of the Failure State in Undrained Simple Shear to the Shaft Capacity of Driven Piles. Geotechnique.31.1 : 143-157.

Roscoe, K.H. (1953) An Apparatus for the Application of Simple Shear to Soil Samples, Proc. 3rd ICSMFE, London,1 : 186-191.

Roscoe, K.H., Bassett, R.H. and Cole, E.R.L. (1967) Principle Axes Observed During Simple Shear of a Sand, Proc. Geotechnical Conf., Olso, 1 : 231-237.

Roscoe, K.H., and Burland, J.B. (1968) On the Generalized Behavior of 'wet' Clay, in Engineering Plasticity, Eds. J. Heyman and F. Leckie, Cambridge University Press, Cambridge : 535-609.

Saada, A.S. and Townsend, F.C. (1981) State of the Art: Laboratory Strength Testing of Soils, Laboratory Shear Strength of Soil, ASTM STP 740, R.N. Yong and F.C. Townsend, Eds. : 7-77.

Sambhandharaksa, S. (1977) Stress-Strain-Strength Anisotropy of Varved Clays. Sc.D Thesis, Department of Civil Engineering, Massachusetts Institute of Technology.

Sambhandharaksa, S. and Taesiri, Y. (1987) Development of Theory and Practice in Geotechnical Engineering. Theme Lecture No.1 : Proceeding of the 8th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering,2.121-146. Kyoto, Japan.

Sambhandharaksa, S., Pinpuvadol, D. and Boontharaksa, P. (1999) The Development of NSP and Its Applications in Practice. Proceeding of the 11th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering,2. 715-718. Seoul, Korea.

Schmidt, B. (1966) Discussion of Earth Pressures at Rest Related to Stress History. Canadian Geotechnical Journal,3.4 : 239-242.

Seah, T.H. (1990) Anisotropy of Resedimented Boston Blue Clay, Doctor of Science Thesis, Deapartment of Civil Engineering, MIT, Cambridge, M.A., 1063 p.

Schofield, A.N. and Wroth, C.P. (1968) Critical State Soil Mechanics, McGraw Hill, London, 310 p.

Shen, C.K., Saligh, K. and Herrmann, L.R. (1978) An Analysis of NGI Simple Shear Apparatus for Cyclic Soil Testing, in Dynamic Geotechnical Testing, ASTM STP 654, ASTM : 148-162.

Sidney, R., Strom, J.A and Pyke, R.M. (1978) Discussion on Measurement of Dynamic Soil Properties. Proc. Specialty Conf. Earthquake and Soil Dynamics. Pasadena, 3 : 1478-1481.

Silver, M.L., Tatsuoka, F., Phukunhaphan, A. and Avramidis, A.S. (1980) Cyclic Undrained Strength of Sand by Triaxial Test and Simple Shear, Proc. 7th World Conference Earthquake Engineering. Istanbul,3 : 281-288.

Skempton, A. W. and Sowa, V. A. (1963) The Behaviour of Saturated Clays during Sampling and Testing. Geotechnique.13,4 : 269-290.

T.H. Seah, and K. C. Lai. (2003). "Strength and Deformation Behavior of Soft Bangkok Clay." Geotechnical Testing Journal. 26,4: 421-431.

Tsuchida, T. (2001) Settlement of Pleistocene Clay Layer in Coastal Area, the Reason, Prediction and Measure. Key Note Lectures No.6 : Soft Soil Engineering. 67-80. Hong Kong : Swets and Zeitlinger.

Vucetic, M. and Lacasse, S. (1982) Specimen Size Effect in Simple Shear Test, Journal of the Geotechinal Engineering Division ASCE. 108,GT12 : 1567-1585.

Vucetic, M. and Lacasse, S. (1984) Specimen Size Effect in Simple Shear Test: Closure, Journal of the Geotechinal Engineering ASCE, 110,GT3 : 439-453.

Wesley, L. D. (1975) Influence of Stress-Path and Anisotropy on the Behaviour of a Soft Alluvial Clay. Ph.D Thesis, Department of Civil Engineering, London University.

Wood, D.M., Drescher, A. and Budhu, M. (1979). On the Determination of the Stress State in the Simple Shear Apparatus. Geotechnical Testing Journal.ASTM. 2,4: 211-222.

Wright, D.K., Gilbert, P.A. and Saada, A.S. (1978) Shear Devices for Determining Dynamic Soil Properties, Proc. ASCE Specialty Conference on Earthquake Engineering and Soil Dynamics. 2 : 1056-1075.

Wroth, C.P. (1984) The Interpretation of In Situ Soil Tests, Geotechnique. 34,4 : 449-489.

Wroth, C.P. (1987) The Behavior of Normally Consolidated Clay as Observed in Undrained Direct Simple Shear Tests, Geotechnique. 37,1 : 37-43.

ภาคผนวก

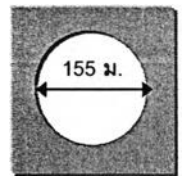
ภาคผนวก ก
วิธีการเตรียมแผ่นหินพรุน (Porous Stone)

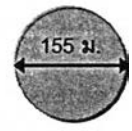
วิธีการเตรียมแผ่นหินพรุน (Porous Stone)

เนื่องจากเครื่องมือที่จัดทำขึ้นสำหรับเตรียมดินเหนียวสร้างใหม่ (Reconstituted Soils) ในงานวิจัยนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในที่ใหญ่มาก คือ 155 มิลลิเมตร ดังนั้นจึงต้องทำแผ่นหินพรุน (Porous Stone) ขึ้นมาเพื่อใช้เองโดยเฉพาะ ซึ่งมีวิธีการง่ายๆ ไม่ซับซ้อน ดังต่อไปนี้ คือ

ก.) วัสดุที่ต้องใช้ :

1.) แบบทำจากแผ่นพลาสติกใส เจาะรูให้ได้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน ของแผ่นหินพรุนที่ต้องการ





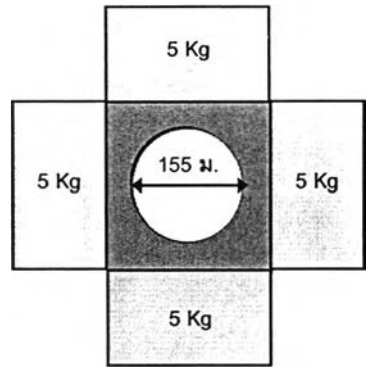
2.) น้ำมันหล่อลื่น (น้ำมันเครื่อง), กระดาษขนาด A4 1 แผ่น และแปรงทาสี

3.) เทปกาวสีน้ำตาล แบบที่ใช้ผนึกกล่องเอกสารสำนักงาน

4.) ทรายร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 30 และค้างบนตะแกรงเบอร์ 50 เสร็จแล้วล้างน้ำจนสะอาด ปราศจากเศษผงต่างๆ และนำเข้าตู้อบให้แห้ง

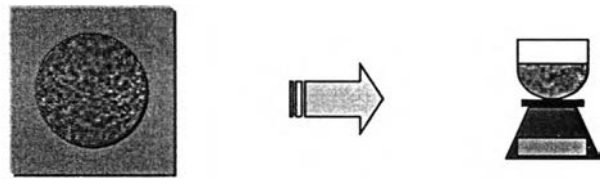
5.) กาว Epoxy สำหรับเป็นตัวเชื่อมประสานเม็ดทราย ที่มีอายุหน่วงการแข็งตัว อย่างน้อย 1 ชั่วโมง เพื่อให้มีเวลาพอที่จะผสมสัดส่วนให้เข้ากันดี ปกติจะมี 2 หลอด (ราคาประมาณชุดละ 110 บาท ซื้อมาจากคลองถม) 1 ชุดทำแผ่นหินพรุนได้ประมาณ 1.5 แผ่น เท่านั้น

6.) แผ่นน้ำหนักขนาด 5 กิโลกรัม จำนวน 3 แผ่น สำหรับกดทับด้านบน (15 กก.) และขนาด 5 กิโลกรัม จำนวน 4 แผ่น สำหรับล็อคด้านข้างกันแผ่นพลาสติกเลื่อน ใช้แผ่นน้ำหนักจากเครื่องมือทดสอบ Consolidation ก็ได้

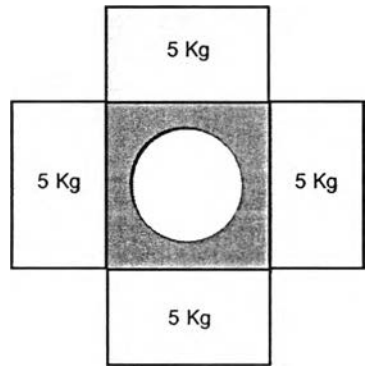


ข.) ขั้นตอนการทำ :

1.) นำแบบพลาสติกมาวางบนพื้นเรียบ ตักทรายที่เตรียมไว้ใส่ให้พอดี แล้วปาดให้เรียบเสมอผิวหน้า จากนั้นกวาดทรายส่วนเกินออกให้หมด นำทรายที่อยู่ในแผ่นพลาสติก ไปชั่งหาน้ำหนักทราย เช่น ชั่งได้ กรัม



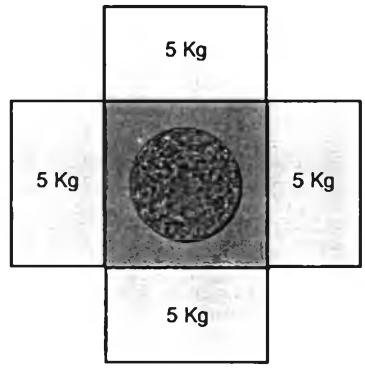
2.) นำกระจกวางลงบนโต๊ะ ตามด้วยกระดาษ A4 และแบบพลาสติกวางทับลงไปอีกครั้งหนึ่ง ยึดทั้ง 4 ด้านของแบบพลาสติกให้แน่น ด้วยเทปกาวสีน้ำตาล จากนั้นใช้แปรงทาน้ำมันหล่อลื่น (น้ำมันเครื่อง) ทาลงบนกระดาษ A4 กับบริเวณด้านในแบบพลาสติกให้ทั่ว และ วางแผ่นน้ำหนักขนาด 5 กิโลกรัม รอบด้านแบบทั้ง 4 ด้านเพื่อป้องกันแบบเลื่อน



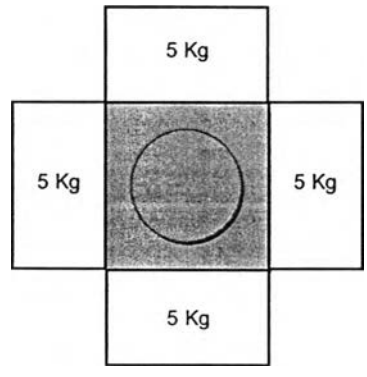
3.) ชั่ง Epoxy โดยที่น้ำหนักที่ใช้ คือ หลอดแรก 5% ของน้ำหนักทราย และหลอดที่สองอีก 5% ของน้ำหนักทราย ดังนั้นน้ำหนัก Epoxy ที่ต้องใช้ทั้งหมดเท่ากับ 10% ของน้ำหนักทรายแห้ง

4.) ผสม Epoxy ทั้งสองส่วนจนเข้ากันเป็นสีเดียวโดยใช้ ที่ปาดดิน (Spatula) จากนั้นนำทรายแห้งโรยลงไป ค่อยๆ ผสมจนกระทั่งเข้ากันดี ต้องทำให้เสร็จภายใน 45 นาที (กรณีที่ ใช้ Epoxy ที่มีอายุหน่วงการแข็งตัว 1 ชั่วโมง) ไม่เช่นนั้นจะกดลงแบบพลาสติกที่เตรียมไว้ไม่ทัน

5.) นำส่วนผสมที่ได้ในข้อ 4.) โดยใช้ที่ปาดดิน (Spatula) ค่อยๆ กดลงในแบบพลาสติกให้เต็มพอดี จากนั้น กด-ปาดให้เรียบ พร้อมตรวจสอบความเรียบของผิวหน้า ซึ่งอาจจะใช้ ไม้บรรทัด วางเอียงเล็กน้อยกับแบบพลาสติกแล้วลากเข้าหาตัว ควรทำใน 2 ทิศทาง คือ เหนือ-ใต้, ออก-ตก



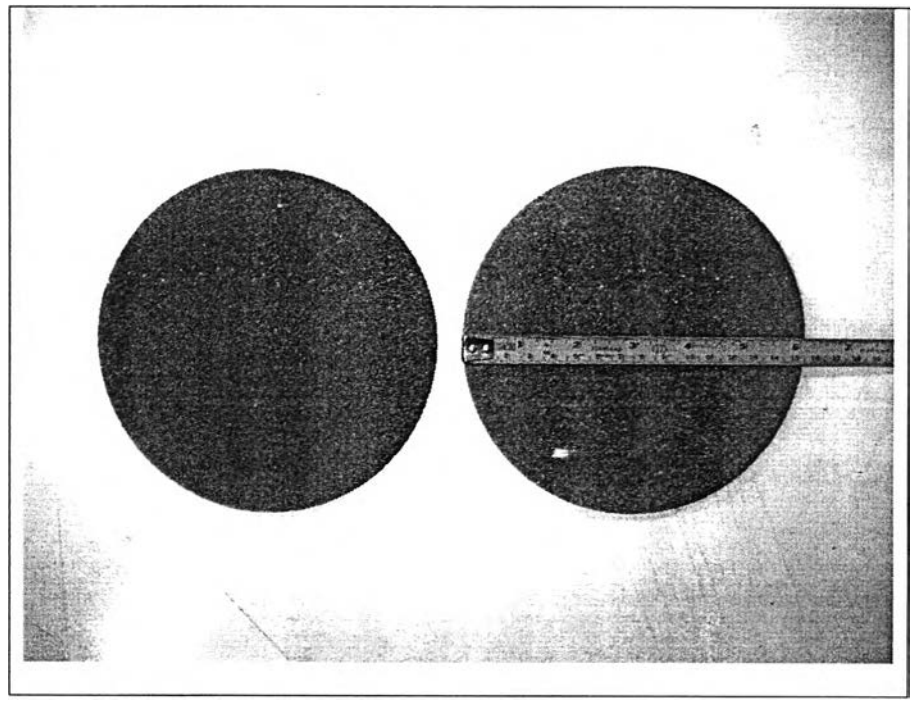
6.) วางแผ่นพลาสติกรูปวงกลมทับผิวหน้าอีก 1 ชั้นตามมา แต่ก่อนวางต้องทาน้ำมันบริเวณด้านที่ติดกับเนื้องาน ก่อนเพื่อป้องกันไม่ให้แผ่นพลาสติก ติดกับทราย



7.) วางแผ่นน้ำหนักขนาด 5 กิโลกรัม จำนวน 3 แผ่น (15 กิโลกรัม) ทับบนแผ่นพลาสติกกลมอีกชั้นหนึ่ง รอประมาณ 2 วัน ก็สามารถใช้งานได้

8.) การแกะแบบ ให้นำน้ำหนักกดทับออกให้หมด แล้วนำแผ่นพลาสติกรูปวงกลมวางลงบนพื้นเรียบๆ ก่อนอันดับแรก จากนั้น ให้นำแผ่นพลาสติกที่มี แผ่นหินพรุน ติดอยู่วางทับซ้อนให้วงกลมทับกันพอดี ค่อยๆ กดบริเวณด้านข้างลงตรงๆ ก็จะได้แผ่นหินพรุนตามต้องการ

9.) นำแผ่นหินพรุนมาล้างให้สะอาด ตรวจสอบรอยแตกร้าว ผิวหน้าทั้งสองด้านให้เรียบร้อย เก็บไว้ใช้งานต่อไป ก่อนใช้งานต้องต้มในน้ำเดือดก่อนเพื่อไล่ฟองอากาศ แต่จากการสังเกตพบว่าหลังจากต้มแล้วแผ่นหินพรุนจะขยายตัวออกประมาณ 1 มิลลิเมตร ซึ่งบางครั้งอาจจะใหญ่กว่า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของเครื่องมือทดสอบ ก็ต้องนำไปเจียร ส่วนที่เกินออก ลักษณะของหินพรุนที่เตรียมแล้วเสร็จแสดงดังรูปด้านล่าง



ภาคผนวก ข
วิธีการเตรียมตัวอย่างดินเหนียวสร้างใหม่ (Reconstituted Soils)

วิธีการเตรียมตัวอย่างดินเหนียวสร้างใหม่ (Reconstituted Soils)

1. บทนำ

ดินเหนียวสร้างใหม่ (Reconstituted Soils) ทำโดยแยกดินธรรมชาติให้แตกออกเป็นอนุภาคเม็ดดินโดยทำลายระนาบเฉือน (Shear Plane) ทั้งกำจัดช่องว่างขนาดใหญ่ และอัดดินขึ้นใหม่ให้โครงสร้างดินเป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด (Fearon & Coop,2000) ในปัจจุบันขบวนการสร้างดินใหม่นั้นมีจุดมุ่งหมายเพื่อแยกดินออกให้เป็นอนุภาคขนาดเล็ก โดยใช้เทคนิคที่แตกต่างกัน Burland (1990) ได้แนะนำว่าตัวอย่างดินสร้างใหม่ควรจะทำจากตัวอย่างดินธรรมชาติ ผสมน้ำให้เป็นของเหลวโดยไม่ใช้ดินแห้งในการผสม ดินเหลวควรมีปริมาณน้ำในดินระหว่างพิกัดเหลว (Liquid Limit) ถึง 1.5 เท่าของพิกัดเหลว จากนั้นนำดินเหลวมาทำการอัดตัวคายน้ำ ให้อยู่ในสภาพ 1 มิติ น้ำที่ใช้ผสมดินควรจะมีคุณสมบัติทางเคมีเหมือนกับของเหลวในช่องว่างดิน Burland เรียกพารามิเตอร์ดินที่เตรียมด้วยวิธีการนี้ว่า "สิ่งที่มีอยู่แต่ดั้งเดิมในธรรมชาติ(Intrinsic)" เนื่องจากพารามิเตอร์เหล่านี้มีแนวโน้มที่จะมีลักษณะพิเศษเฉพาะตัว และมีมาแต่กำเนิดสำหรับดินชนิดนั้นๆ

Fearon & Coop (2000) ได้รายงานว่าพลังงานสูงและต่ำที่ใช้ในการเตรียมตัวอย่างดินสร้างใหม่อาจจะให้พฤติกรรมดินที่แตกต่างกันมาก สำหรับดินเหนียว Argille Scagliose ที่สร้างใหม่โดยไม่ได้เตรียมตัวอย่างจากการปั่นละเอียดซึ่งใช้พลังงานสูง น่าจะเป็นดินอ้างอิงที่เหมาะสมที่สุดเพื่อใช้เปรียบเทียบกับดินธรรมชาติ เพราะดินสร้างใหม่ที่ได้จะเป็นเนื้อเดียวกัน มีโครงสร้างพื้นฐานที่ค่อนข้างจะมีเสถียรภาพ สามารถทำซ้ำใหม่ได้ และมีโครงสร้างผลึกที่ใกล้เคียงกับดินธรรมชาติมากกว่าดินจากการผสมโดยการปั่นละเอียด ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างดินสร้างใหม่ของ Fearon ประกอบด้วย การนำดินธรรมชาติมาตัดเป็นชิ้นๆ ผสมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาณความชื้นในดินประมาณ 1.1 ถึง 1.5 เท่าของพิกัดเหลว และทิ้งไว้ข้ามคืนให้ดินเหนียวบวมตัว จากนั้นนำไปผสมในเครื่องกวนดิน (Mechanical Mixer) ประมาณ 2 ชั่วโมง จนกระทั่งได้ดินเหลว (Soil Slurry) ที่เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วจึงนำดินเหลวไปอัดตัวคายน้ำที่ระดับความเค้นที่ต้องการเพื่อให้ความชื้นในดินลดลง

Mathew and Rao (1997) ได้ศึกษาอิทธิพลของไอออนบวกต่อพฤติกรรมการอัดตัวของดินเหนียวทะเล การศึกษาจากระบบไอออนเชิงเดี่ยวแสดงให้เห็นอย่างชัดเจนถึงอิทธิพลของวาเลนซี และรัศมีวงน้ำของไอออนบวกที่ถูกยึดเกาะไว้ต่อการอัดตัวของดินเหนียว ผลการทดสอบการยุบอัดตัวคายน้ำแบบปกติในเครื่องมือ Oedometer แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของวาเลนซีมีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อการลดลงของดัชนีการอัดตัว (Compression Index) และต่อการเพิ่มขึ้นของหน่วยแรงประสิทธิผลสูงสุดในอดีต (Maximum Past Pressure, σ'_p)

2. ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างดินเหนียวสร้างใหม่โดยละเอียด

ดินเหนียวที่ใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นดินที่ไม่เหมือนกับสภาพดินในธรรมชาติ กล่าวคือ จะนำดิน Remolded Clays โดยไม่สนใจระดับความลึกว่าจะขุดมาจากระดับความลึกใด แล้วนำดินมาปั่นผสมกับน้ำเกลือ จากนั้นใช้น้ำหนักกดทับ คล้ายกับการทดสอบการอัดตัวคายน้ำแบบปกติ (Oedometer Test) แต่ตัวอย่างที่ได้จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในที่ใหญ่กว่ามาก คือ 155 มิลลิเมตร ซึ่งมีขั้นตอนการเตรียมดังต่อไปนี้ คือ

ก) อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ต้องใช้

1.) โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) หรือที่รู้จักกันในชื่อ เกลือแกง หาซื้อได้ทั่วไป เช่น ศึกษาภัณฑ์พาณิชย์ ถ.ราชดำเนินกลาง บวรนิเวศ พระนคร กรุงเทพฯ ขนาด 450 กรัม ราคาขวดละ 30 บาท

2.) ขวดน้ำกลั่น (De-Air water) จำนวน 1 ขวด

3.) กระบอกตวงความจุ 1000 ซี.ซี.(1000 กรัม) สำหรับผสมน้ำเกลือ จำนวน 2 อัน

4.) เครื่องกวนดิน ปกติจะใช้ยี่ห้อ "HOBART" ของแคนาดา จำนวน 1 เครื่อง

5.) กะละมังชุบน้ำ สำหรับใส่ดินหลังจากที่ปั่นเสร็จแล้ว พร้อมแผ่นกระจกปิดด้านบนกันความชื้นระเหย จำนวน 1 ชุด

6.) มีดปาดดิน (Spatula) ขนาดใหญ่ จำนวน 1 อัน

7.) ถ้วยสำหรับตวงเกลือ (ปกติจะใช้ 11 กรัมต่อน้ำ 1000 กรัม) จำนวน 1 ถ้วย

8.) นาฬิกาจับเวลา ขณะปั่นดิน (ปกติจะปั่น 2 ครั้ง/10 นาที) จำนวน 1 เรือน

9.) น้ำมันเครื่องสำหรับทาภายในกระบอกของเครื่อง Reconstituted Soils ก่อนใส่ดิน

10.) แผ่นหินพรุน (Porous stone) ที่ได้เตรียมไว้แล้ว ทั้งแผ่นหินพรุนด้านบน-ล่าง พร้อมกับต้มในน้ำเดือดอย่างน้อย 30 นาที เพื่อไล่ฟองอากาศ จำนวน 2 แผ่น

11.) กระดาษกรองสำหรับแผ่นหินพรุนด้านบน-ล่าง เพื่อป้องกันดินอุดตัน จำนวน 2 แผ่น

12.) กระดาษทิชชู่ หรือผ้าสะอาด 1 ผืน สำหรับทำความสะอาดบริเวณด้านในของเครื่อง Reconstituted Soils หลังจากใส่ดินเสร็จแล้ว (ดินจะสูงประมาณ 25 เซนติเมตร)

13.) กะละมังสำหรับใส่น้ำเกลือที่จะระบายออกมา ขณะกดน้ำหนัก จำนวน 1 ชิ้น

14.) ซิลิโคน (Silicone) สำหรับทาบริเวณ O-Ring หาซื้อได้จากคลองถม หลอดละประมาณ 1,200 บาท ยี่ห้อ MOLYKOTE 111 จำนวน 1 หลอด

15.) ตลับเมตร สำหรับตรวจวัดความสูงของดินในกระบอก จำนวน 1 อัน

16.) เวอร์เนียคาลิปเปอร์ เพื่อตรวจสอบยืนยันความสูงของดินในกระบอก จำนวน 1 อัน

17.) เทปพันเกลียว สำหรับข้อต่อวาล์วน้ำประปา จำนวน 1 ม้วน

18.) ประแจเลื่อน จำนวน 1 อัน

19.) ประแจ 6 เหลี่ยม สำหรับไขน็อตหัวจม ขนาด M6 จำนวน 1 อัน

20.) กระบวยสำหรับตักดิน จำนวน 1 อัน

ข.) ขั้นตอนการทำ สามารถแบ่งออกได้ดังนี้

ข-1) สำหรับดิน Remolded Clays **ต้องทำอะไรบ้าง**

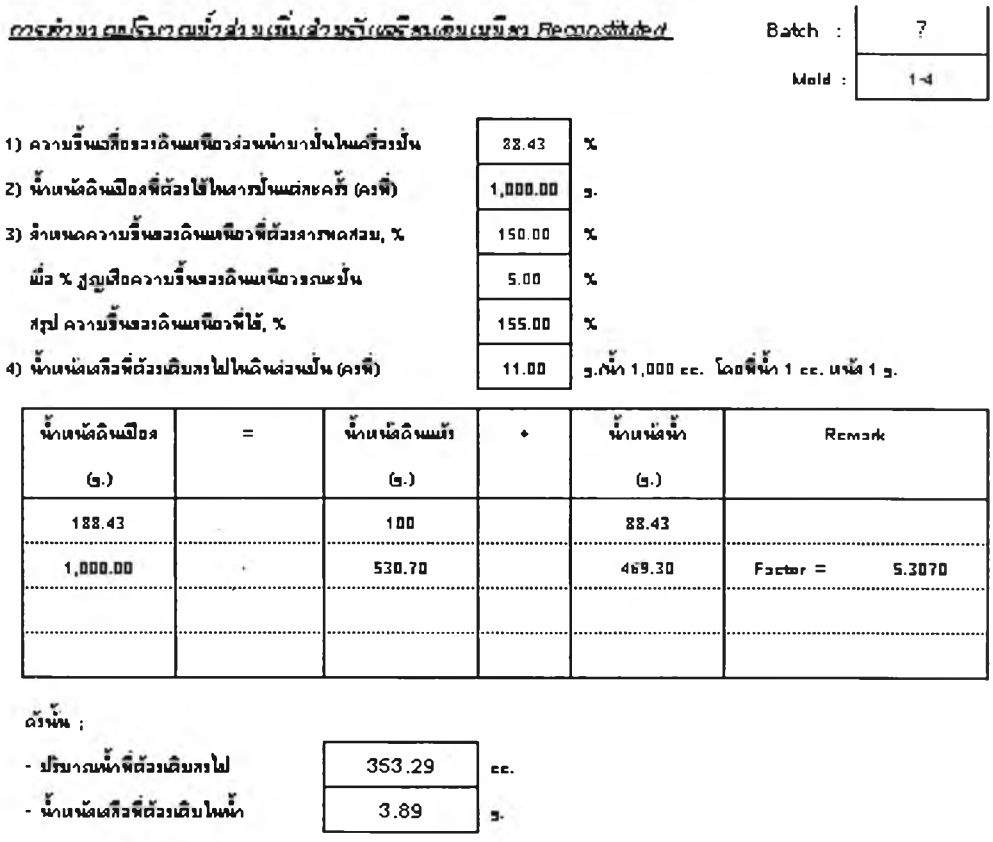
-ในขั้นแรก ต้องนำดินที่ต้องการใช้ ไปอบในตู้อบเพื่อคำนวณหาปริมาณความชื้นเฉลี่ย (Average water content,%) อย่างน้อย 3 ตัวอย่าง

- ชั่งดินเปียกที่ต้องการใช้ ประมาณ 1000.0 กรัม ที่เครื่องชั่งดิจิตอล

- กำหนดความชื้นของดินที่ต้องการ เป็นเปอร์เซ็นต์ เช่น 150% แล้วเผื่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียความชื้น ประมาณ 3-5 % ตามสภาพความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ เช่น ในวันธรรมดาอาจจะใช้ 5% แต่ในวันที่ฝนตกก็สามารถที่จะลดลงได้ เนื่องจากอากาศชื้นมากกว่าปกติ เช่น อาจจะใช้ 3% เป็นต้น

ข-2) การเตรียมสารละลายเกลือ สำหรับผสมดินเปียก

- คำนวณหา ปริมาณน้ำ และเกลือที่ต้องใช้ โดยนำข้อมูลที่ได้ในขั้นตอน ข-1)ข้างต้นไปกรอกลงในโปรแกรม Excel ก็จะได้ปริมาณน้ำ และเกลือที่ต้องใช้ดังรูปที่ 1 โดยที่ปริมาณเกลือที่ใช้ คือ เกลือ 11 กรัมต่อน้ำ 1000 กรัม (ความเข้มข้นคงที่ ตามสัดส่วน)



การคำนวณปริมาณน้ำส่วนเพิ่มสำหรับเตรียมดินเผาชิด Reconstituted

Batch : 7

Mold : 1-4

1) ความชื้นเหนียวของดินเหนียวส่วนน้ำยาปั้นในครั้งปั้น	88.43	%
2) น้ำหนักดินปั้นที่ต้องใช้ในการปั้นแต่ละครั้ง (ครั้ง)	1,000.00	g.
3) กำหนดความชื้นของดินเหนียวที่ต้องการทดสอบ, %	150.00	%
เพิ่ม % สูญเสียความชื้นของดินเหนียวขณะปั้น	5.00	%
สรุป ความชื้นของดินเหนียวที่ใช้, %	155.00	%
4) น้ำหนักเกลือที่ต้องเติมลงไปในดินส่วนปั้น (ครั้ง)	11.00	g.น้ำ 1,000 cc. โดยที่น้ำ 1 cc. หนัก 1 g.

น้ำหนักดินปั้นสด (g.)	=	น้ำหนักดินแห้ง (g.)	-	น้ำหนักน้ำ (g.)	Remark
188.43		100		88.43	
1,000.00		530.70		469.30	Factor = 5.3070

ดังนั้น ;

- ปริมาณน้ำที่ต้องเติมลงไป	353.29	cc.
- น้ำหนักเกลือที่ต้องเติมในน้ำ	3.89	g.

รูปที่ ข-1 แสดงวิธีการคำนวณหาสารละลายเกลือที่ต้องการผสมดิน

วิธีการ คือ ตวงเกลือ โดยใช้เครื่องชั่งความละเอียด ทศนิยม 2 ตำแหน่ง เช่น เกลือ 3.89 กรัม ใส่ในกระบอกตวง ความจุ 1000 กรัม จากนั้นเติมน้ำให้ได้ตามที่คำนวณไว้ เช่น 353.29 กรัม

ก็จะได้สารละลายเกลือตามต้องการ (สำหรับเหตุผลที่ต้องเตรียมสารละลายเกลือลงไปในดินขณะปั้นนั้น ก็เนื่องมาจากว่า ในธรรมชาติ ดินจะมีสัดส่วนของเกลือผสมอยู่ แต่ในขณะที่มีการเก็บตัวอย่างดินมา สัดส่วนของเกลือในดินอาจสูญเสียไป ดังนั้น เพื่อทำให้ดินที่จะเตรียมมีปริมาณเกลือ คล้ายกับในธรรมชาติมากที่สุด จึงมีการเติมเกลือลงไป ในที่นี้ ใช้จำนวน 11 กรัมต่อน้ำ 1000 กรัม)

ข-3) การปั้นดิน

1.) นำดินและสารละลายเกลือที่เตรียมไว้ในข้อ ข - 1) และ ข - 2) ใส่ลงในเครื่องปั่นดิน ใช้ความเร็วรอบต่ำสุด คือ 1 (ปกติที่เครื่องจะมี 3 ความเร็ว คือ 1, 2, 3) ปั่นประมาณ 10 นาที แล้วหยุดเครื่องเพื่อใช้ Spatula ปาดดินในส่วนที่ติดอยู่ข้างๆ หรือที่ใบกวนลงมาในที่ผสมดิน จากนั้นปั่นอีกประมาณ 10 นาที ตักใส่กะละมัง และปิดด้วยแผ่นกระจกกันความชื้นสูญเสียขณะรอ

2.) ชั่งดินอีก 1000 กรัม ที่เครื่องชั่ง แล้วทำตามขั้นตอนเดิมอีกครั้ง ถ้าดินที่ใช้มาจากถุงเดียวกัน ก็สามารถใช้สัดส่วนของ เกลือ และน้ำที่คำนวณได้ในรูปที่ 1 ได้เลย แต่ถ้า ดินมาจากคนละถุงกัน จะต้องคำนวณหาความชื้นเฉลี่ยของดินถุงใหม่ก่อน จากนั้นนำไปกรอกลงในโปรแกรม Excel เพื่อจะได้หาปริมาณเกลือ และน้ำที่ต้องเติมลงไปอีกครั้ง แล้วทำตามขั้นตอนเดิมต่อไป

ข-4) การเตรียมเครื่องมือ Reconsolidated Soil **และดินที่ปั่นแล้ว**

1.) ขณะรอการปั่นดินอยู่ ให้มาเตรียมเครื่องมือให้เรียบร้อย เพราะเมื่อดินปั่นเสร็จแล้วจะได้นำดินมาใส่ลงในเครื่องมือที่เตรียมไว้ได้เลย เพราะว่ายิ่งรอนาน ความชื้นจะยิ่งสูญเสียไปมากขึ้น ถึงแม้ว่าเราจะมีการป้องกันโดยการใช้กระจกปิดทับแล้วก็ตาม

2.) วางแผ่นหินพรุนล่าง (ที่ต้มในน้ำเดือดไล่ฟองอากาศแล้ว) พร้อมกับใส่ O-Ring ที่ฐานของเครื่องมือ จากนั้นนำแผ่นกระดาษกรอง(ผ่านการแช่น้ำแล้ว) 1 แผ่นวางทับด้านบนของแผ่นหินพรุนอีกครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้เม็ดดินเข้าไปอุดตันหินพรุนขณะใส่ดิน หรือขณะใส่น้ำหนักกดทับ (ข้อแนะนำ บางครั้งที่การใส่ O-Ring ทำได้ลำบาก มีวิธีการแก้ไขคือ ให้ใช้กาวยาง มาช่วยในการติด O-Ring กับฐานของเครื่องจะทำให้การทำงานง่ายขึ้น)

ที่ Bottom plate ให้ขันข้อต่อสำหรับระบายน้ำพร้อมสายยางไว้ก่อน ให้ใช้เทปพันเกลียวด้วย จะทำให้น้ำไม่รั่วออกด้านข้าง เสร็จแล้วให้<u>ปิดวาล์ว</u>

3.) ทาน้ำมันเครื่องที่ผิวภายในของกระบอกใส่ดิน(Cylinder) ให้ทั่ว ขันเสา 4 ต้นให้แน่นแล้วใส่กระบอกใส่ดินตามลงไป (กระบอกใส่ดินจะอยู่ระหว่างเสา) โดยที่ปลายของกระบอกฯ จะต้องวางอยู่บน O-Ring พอดีจากนั่นล๊อคกระบอกกับฐานให้แน่นได้ดิ่ง ดูด้วยตา หรือใช้ระดับน้ำช่วยก็ได้ ข้อสำคัญ คือ จะต้องวางให้สนิทพอดี ไม่เช่นนั้นจะมีปัญหา ดินรั่วตอนใส่ดินได้ ถ้าฐานไม่แน่นเพียงพอ

4.) ให้หาแผ่นเหล็กเรียบๆ วางรองใต้ฐานเครื่องมือ Reconsolidated Soil แล้ววางเครื่องมือฯ ในข้อ 3.) ตามลงไป ตรวจสอบระดับฐานรองโดยใช้ลูกน้ำ ให้ตรวจสอบทั้ง 2 ทิศทาง คือ วางลูกน้ำทั้งทางเหนือ-ใต้ ให้ตรวจสอบดูว่า ฐานมั่นคงแข็งแรงหรือไม่ มีการโยกคลอนได้หรือเปล่า ต้องทำให้ฐานรองมีเสถียรภาพมากที่สุด อาจจะมีการใช้แผ่นสังกะสี หรือกระดาษแข็งสอดที่ด้านใต้ของฐานรองช่วย ข้อสำคัญ คือ ฐานรองได้ระดับ ไม่คลอน สถานที่วางไม่มีคนพลุกพล่าน

5.) หลังจากที่เตรียมดินได้ครบจำนวน 5 กิโลกรัม แล้วให้ ใช้มือปาดดิน คลุกดินในกะละมังให้เข้ากันอีกครั้ง แล้วแบ่งดินไปหาปริมาณความชื้นเฉลี่ย อย่างน้อย 3 ตัวอย่าง เพื่อจะตรวจสอบว่า ความชื้นที่ได้ตรงกับที่กำหนดไว้ตอนแรก เช่น 155% หรือไม่ ปกติแล้วผลจะออกมาใกล้เคียงกัน คือ จะได้ประมาณ 150 – 155%

6.) ยกเก้าอี้ 1 ตัว มาวางใกล้ๆ เครื่องมือ Reconstituted Soil แล้วนำกะละมังใส่ดินที่ปั่นเสร็จแล้ววางซ้อนด้านบน วัดความสูงภายในกระบอกใส่ดินด้วย ตลับเมตร จากนั้นค่อยๆ ใช้กระบวยตักดิน ตักดินใส่ลงไปเรื่อยๆ จนได้ระดับความสูงดิน ประมาณ 0.25 เมตร (ข้อแนะนำ ขณะตักดินใส่ ให้ใช้กระบวยตักดินกดขึ้น-ลง ด้วย เพื่อทำให้ดินลงไปสม่ำเสมอ ไม่มีโพรงอากาศด้านในตัวอย่างดิน)

7.) ใช้กระกาษทิชชู่ หรือผ้าสะอาดเช็ดบริเวณด้านข้างของกระบอกใส่ดิน ให้สะอาด วัดความสูงจากผิวดินจนถึงปากกระบอกอีกครั้ง แล้วนำแกนกดดิน (เหมือนลูกสูบ) ใส่แผ่นหินพรุนบน (ที่ต้มในน้ำเดือดไล่ฟองอากาศแล้ว) กับ O-Ring ใส่บริเวณรอบนอก 2 เส้น สำหรับที่ O-Ring หลังจากใส่แล้วให้ทาด้วย ซิลิโคน ให้ทั่วเป็นการลดแรงฝืดขณะใส่ จากนั้นนำแกนกดดินมาวัดความหนา เช่น วัดได้หนา 0.20 เมตร ที่ทำเช่นนี้ เพื่อต้องการที่จะทราบว่า เวลากดแกนกดดินลงไปแล้ว แกนกดดินแตะตัวอย่างหรือยัง

8.) ใส่แกนกดดินที่เตรียมไว้แล้ว กดลงไปตรงๆ ห้ามเอียงซ้าย-ขวา เพราะว่า จะทำให้ดินทะลักออกมาด้านข้างได้ ตอนแกนกดใกล้จะแตะดิน เมื่อคิดว่าแตะแล้ว ให้ใช้ตลับเมตร วัดความสูงจากผิวด้านบนของ แกนกดดิน จนถึงปากกระบอกใส่ดินอีกครั้งว่า ได้ตามที่คำนวณไว้หรือยัง เช่น หลังจากใส่ดินแล้ว วัดความสูงจากผิวดิน ถึงปากกระบอกได้ 0.14 เมตร, วัดความหนาของแกนกดดินได้ 0.02 เมตร ดังนั้น คำนวณหาความสูงที่ต้องวัดได้ เท่ากับ 0.14 – 0.02 = 0.12 เมตร นั่นแสดงว่าแกนกดดินแตะถึงดินแน่นอนแล้ว

9.) ใส่ Top plate ตามลงไป เวลาใส่ระวังจะทำให้ แกนกดดินเอียง แล้วขันน็อตล็อคให้แน่นทั้ง 4 ตัว (ใช้ประแจเลื่อน)

10.) นำที่ล็อคแกนกดทับ (อันกลมๆ) มาขันล็อคไว้ก่อน เพราะว่ายังไม่ต้องการให้มีน้ำหนักมากดดินตอนนี้ แล้วใส่อุปกรณ์อื่นๆ ที่เหลือตามไป คือ แกนสำหรับใส่แผ่นน้ำหนักกดทับ จากนั้น คำนวณหาน้ำหนักที่จะต้องใช้ ขั้นแรกคือ 0.125 ksc. คำนวณดังนี้ คือ

$\therefore$ น้ำหนักที่จะใช้กด = พื้นที่หน้าตัดของดิน x Applied Stress (ksc.)

$$= ((\pi/4)*(155/10)^2)x0.125 = 23.58 \text{ กิโลกรัม}$$

11.) ใส่น้ำหนักกดทับ ตามที่ได้คำนวณไว้ น้ำหนักที่น้อยกว่า 1 กิโลกรัม ให้ใช้แผ่นสังกะสี มาชั่ง แล้วติดตั้ง LVDT สำหรับวัดการทรุดตัวของดิน ให้ก้านยาวที่สุดในตอนแรก (ก่อนการใช้งานต้องมีการ Calibration LVDT เสียก่อนว่าใช้ได้หรือไม่ ขั้นตอนการ Calibrated จะไม่ขอกล่าวรวมในที่นี้)

12.) ที่บริเวณด้านข้างเครื่องมือเตรียมดิน ให้เตรียม กะละมังใส่น้ำเกลือ (น้ำ 500 cc. กับเกลือ 5.50 กรัม) ที่หุ้มด้วยถุงพลาสติกกันน้ำเกลือระเหย วางซ้อนทับบนปากกระป๋องซึ่งใส่น้ำไว้เล็กน้อย (เพื่อกันล้ม) ให้นำปลายที่เหลือของสายระบายน้ำที่ต่อมาจาก Bottom plate มาจุ่มลงในกะละมังน้ำเกลือนี้ เพื่อจะได้ระบายน้ำออกเวลากดน้ำหนักแล้ว น้ำจะระบายออกมาในกะละมังนี้ ที่ปลายสายให้หาอะไรก็ได้ที่หนักๆ มาถ่วงไว้ เพื่อที่ปลายสายจะได้จุ่มอยู่ในน้ำตลอดเวลา

จุดสำคัญ ของขั้นตอนนี้ คือ ระดับน้ำเกลือในกะละมัง <u>จะต้องสูงเท่ากับ</u> ระดับความสูงของดินในเครื่องมือ Reconstituted Soil เหตุผล ก็เพื่อ ไม่ต้องการให้เกิดการไหล (Flow) ของน้ำเกลืออันเนื่องมาจาก Head ของน้ำที่ต่างกัน

ข-5) การปล่อยน้ำหนัก และบันทึกผล

เมื่อได้ทำตามขั้นตอนข้างต้นทั้งหมดแล้ว ถึงตอนนี้ก็พร้อมที่จะปล่อยน้ำหนัก พร้อมกับบันทึกผล แล้ว ในที่นี้จะใช้ ADU เป็นตัวช่วยบันทึกผล จะได้ไม่ต้องเสียเวลามาคอยนั่งจดค่าบ่อยๆ ขั้นตอนการทำมีดังนี้ คือ

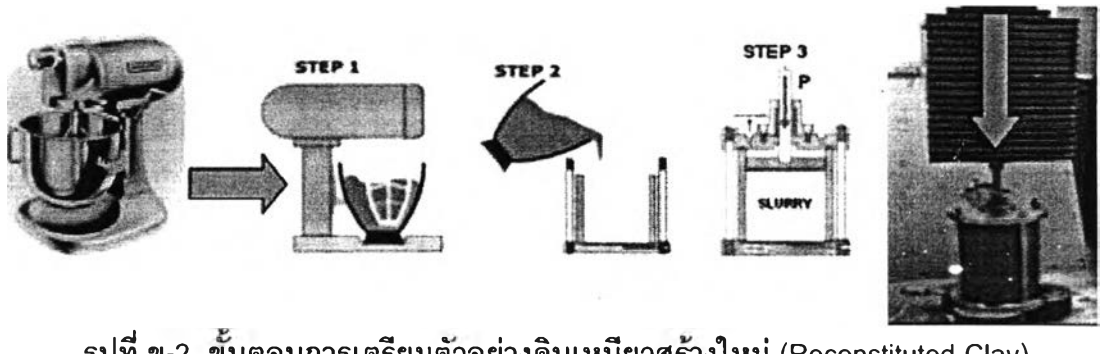
1.) เปิดคอมพิวเตอร์, เปิด ADU ที่สำคัญของ ADU คือ ต้องมีเครื่องจ่ายไฟสำรอง (UPS) กรณีไฟฟ้าดับฉุกเฉิน เข้าโปรแกรม DS6 ซึ่งอยู่ในโหมด DOS เพื่อจะเซ็ต ศูนย์ให้ LVDT และกำหนดโฟลเดอร์ สำหรับเก็บข้อมูล

หมายเหตุ : เครื่อง ADU ที่ใช้เป็นเครื่องที่อยู่ด้านบนห้องทดสอบปฐพีกลศาสตร์ชั้นสูง ติดกับเครื่อง CRS มีความสามารถในการเก็บข้อมูลได้แค่ 3 วัน (72 ชั่วโมง) ถ้าหลังจากนี้แล้วข้อมูลจะเต็ม ดังนั้นต้องมาจดค่าทุกๆ 3 วัน

ทิป : ก่อนที่จะเริ่มเก็บข้อมูลการทรุดตัวจริงๆ มีวิธีการทดสอบ การอ่านค่าของ LVDT อย่างง่ายๆ คือ ให้หาวัสดุที่ไม่หนามาก วัดความหนาด้วยเวอร์เนียคาลิปเปอร์ นำมาสอดใต้ LVDT ดูว่าค่าที่แสดงบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ตรงกับความหนาที่วัดได้หรือไม่ ปกติจะต้องตรงกัน หรือต่างกันเล็กน้อย ประมาณทศนิยมตำแหน่งที่ 3 ก็พอยอมรับได้ ถ้าเท่ากันนั่นแสดงว่า LVDT ใช้การได้!!

2.) หลังจากกำหนดค่าเรียบร้อย ตอนจะเริ่ม **อย่าลืมเปิดวาล์ว**ระบายน้ำที่ Bottom plate แล้วคลายที่ล็อคแกนกดดิน (อันกลมๆ) ออกให้ไว้ที่สุดเท่าที่จะทำได้พร้อมกับสั่งเริ่มเก็บ จดวันที่, เวลา และค่าเริ่มต้นที่ LVDT อ่านได้ไว้ (ค่านี้จะต้องนำไปลบออกจากค่าเริ่มต้น)

3.) ก่อนครบกำหนด 3 วัน (72 ชั่วโมง) เตรียมมาจดค่าแล้วเซ็ต LVDT ให้ยาวเท่าเดิมใหม่อีกครั้ง เนื่องจากขณะดินทรุดตัว LVDT จะหดสั้นลงเรื่อยๆ สำหรับในช่วงแรกต้องคอยมาดูหน่อย เพราะว่า จะมีการทรุดตัวที่ค่อนข้างจะเร็ว บางครั้งอาจจะยังไม่ถึง 3 วัน แต่ LVDT ก็หดสั้นมากแล้วต้อง เซ็ตใหม่ ถ้าผ่านช่วง 72 ชั่วโมงแรกไปแล้ว ก็รอประมาณ 3 วันได้ค่อยไปเปลี่ยน



รูปที่ ข-2 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างดินเหนียวสร้างใหม่ (Reconstituted Clay) **โดยใช้เครื่องมือ** Consolidometer

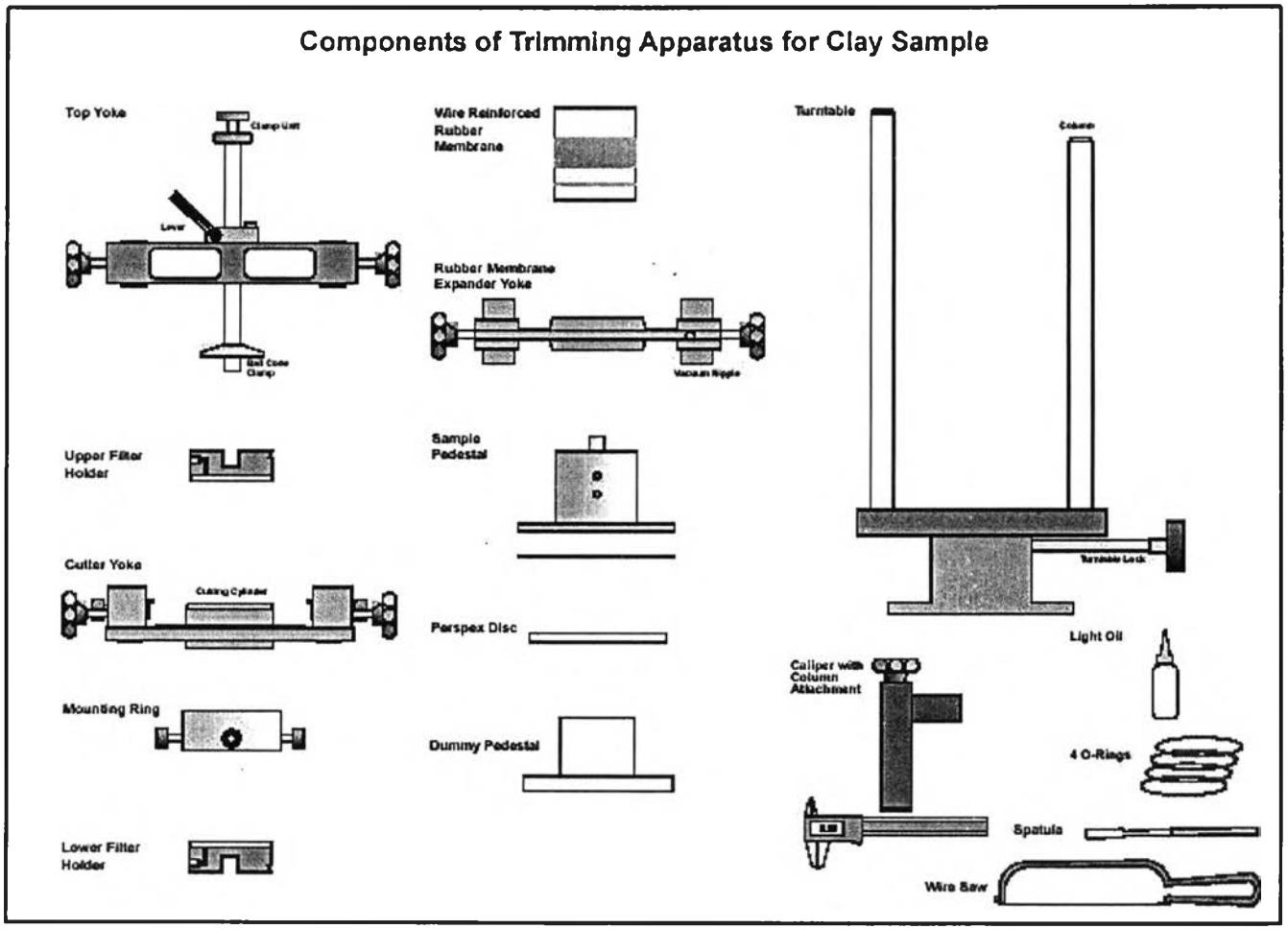
ภาคผนวก ค
วิธีการเตรียมตัวอย่างสำหรับทดสอบด้วยเครื่องมือ Geonor DSS
(Preparation of Clay Specimen for Geonor DSS Apparatus)

วิธีการเตรียมตัวอย่างสำหรับทดสอบด้วยเครื่องมือ Geonor DSS

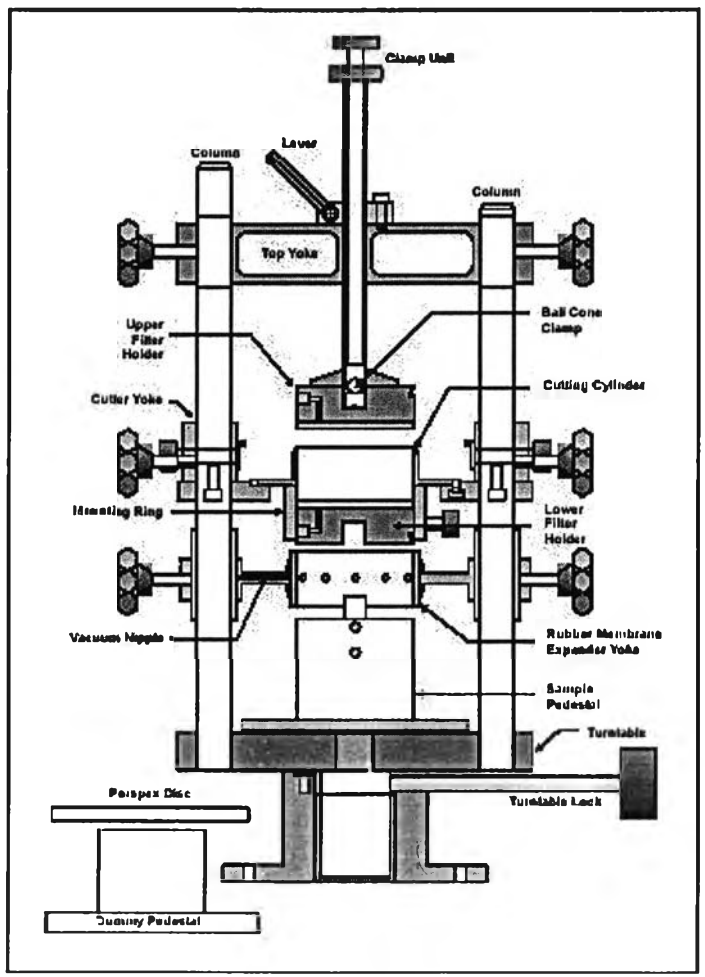
(Preparation of Clay Specimen for Geonor DSS Apparatus)

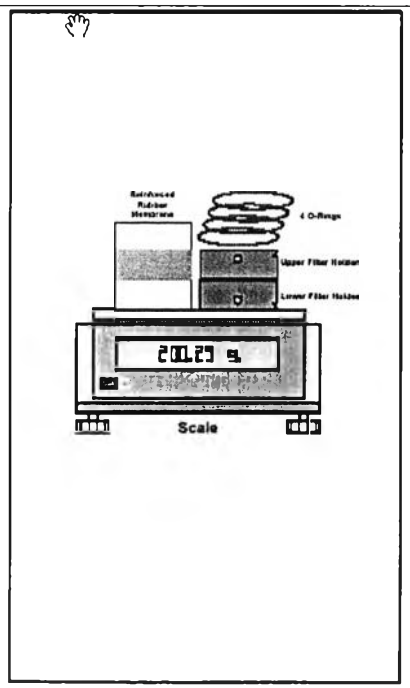
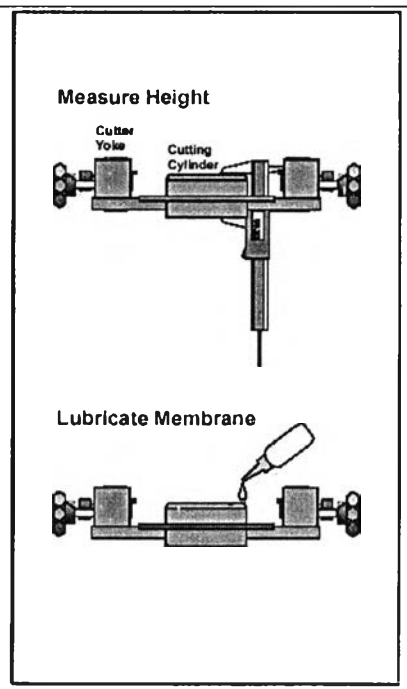
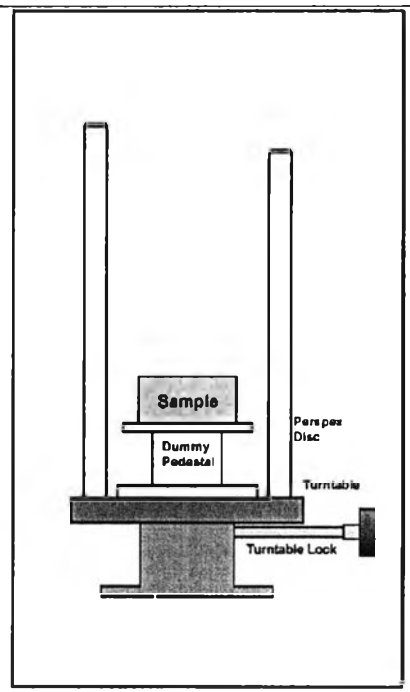
วิธีการทดสอบโดยใช้เครื่องมือ Geonor Direct Simple Shear นี้จะมีเทคนิคการเตรียมตัวอย่างดินที่ซับซ้อนกว่าวิธีการทดสอบอื่นๆ มาก แต่ละขั้นตอนต้องพิถีพิถันในการเตรียมเป็นพิเศษ โดยเฉพาะขั้นตอนการใส่ wire - reinforce rubber membrane เพื่อหุ้มตัวอย่างดิน ในขั้นตอนนี้ถือว่าเป็นขั้นตอนที่ยากที่สุด (ขั้นตอนที่ 24 – 25 ในรูป) และตัวอย่างดินมีโอกาสที่จะเสียหายที่ขั้นตอนนี้มากที่สุด

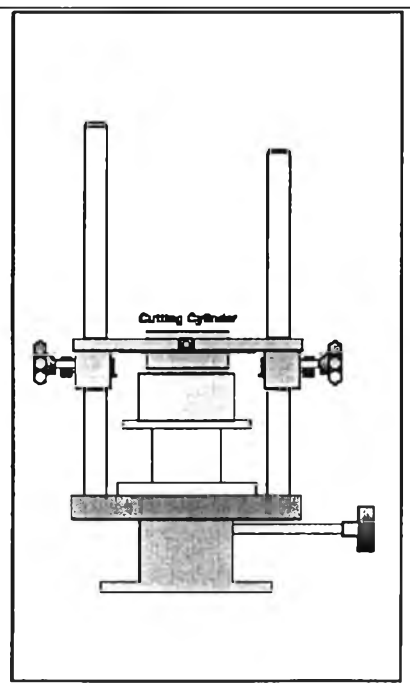
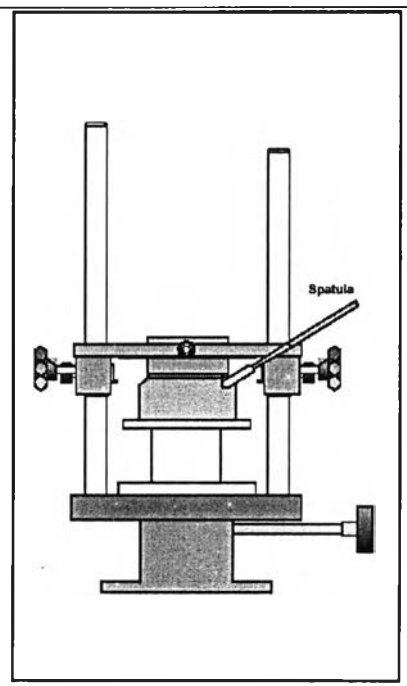
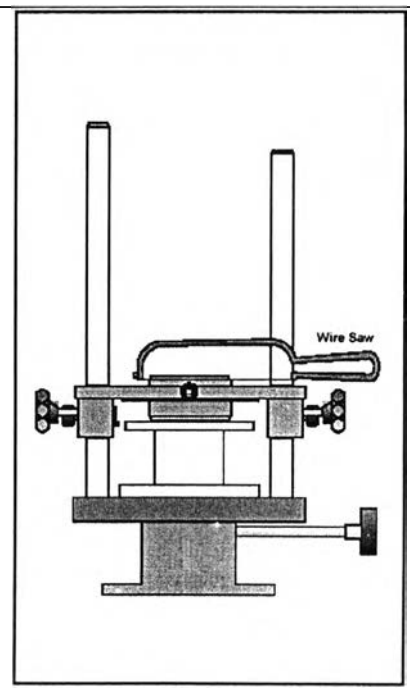
ชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องมือสำหรับเตรียมตัวอย่างดินเหนียว (Trimming Apparatus for Preparation of Clay Specimen)

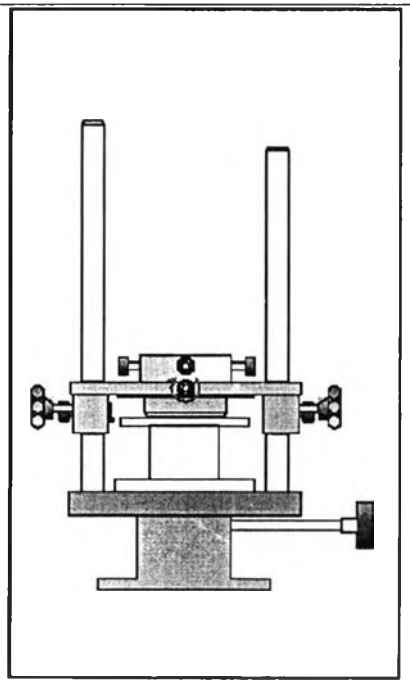
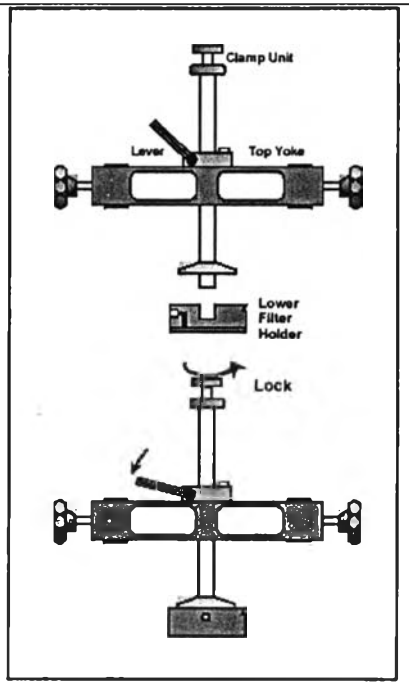
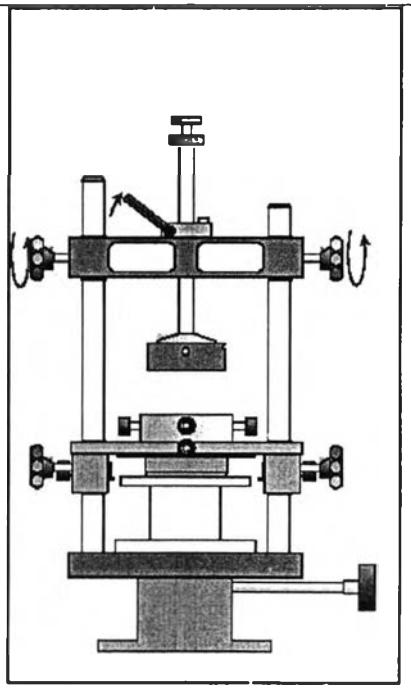


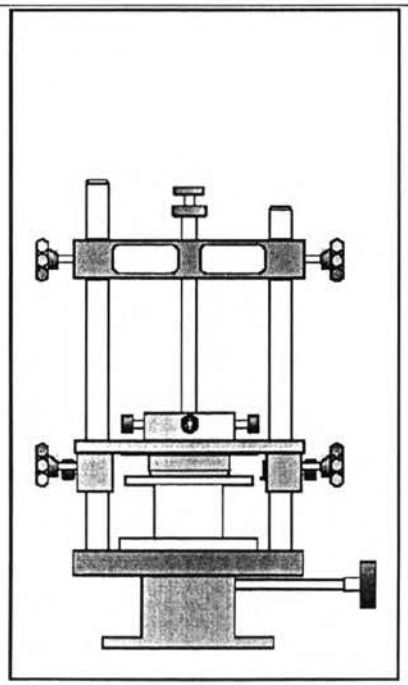
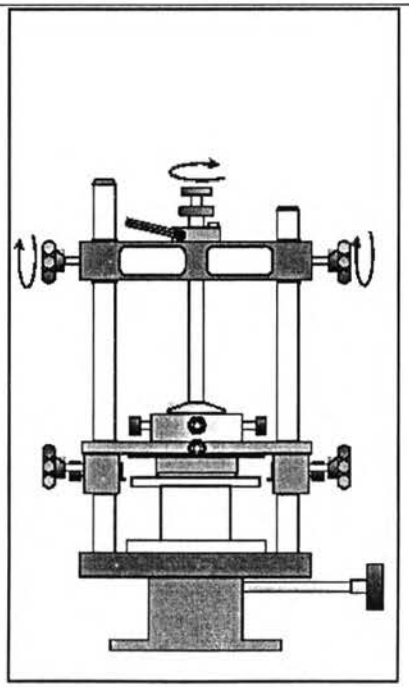
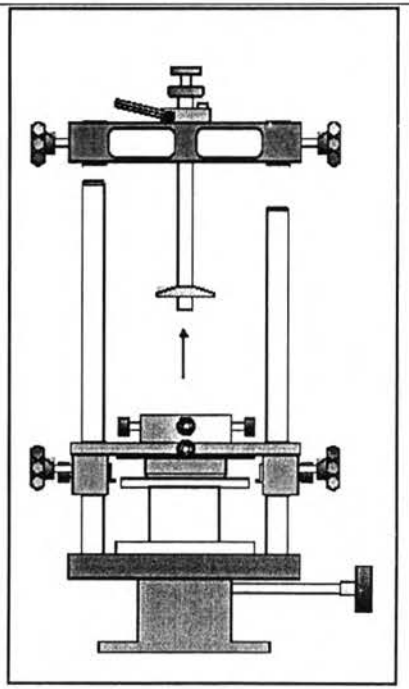
เครื่องมือสำหรับตัดแต่ง และเตรียมตัวอย่างดินเหนียว

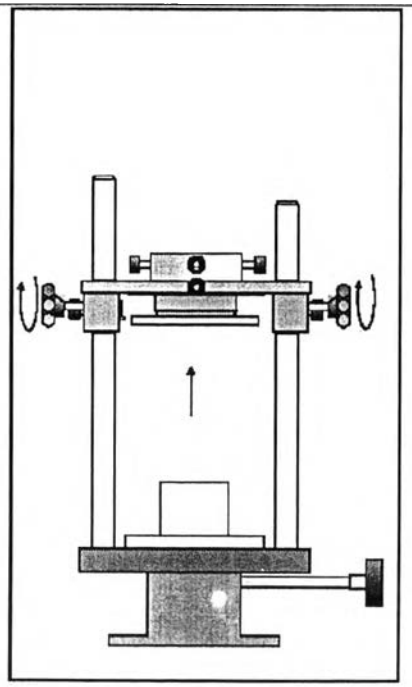
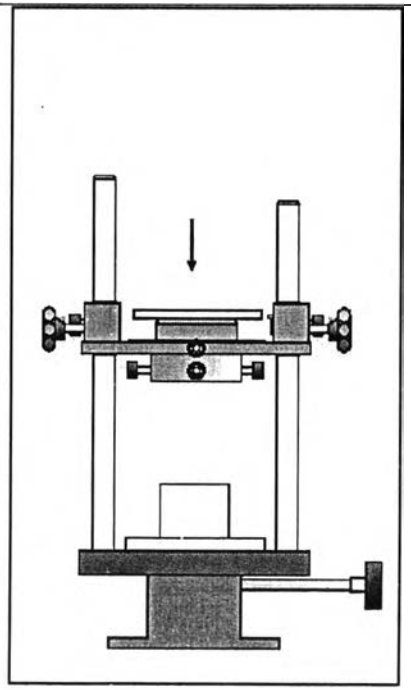
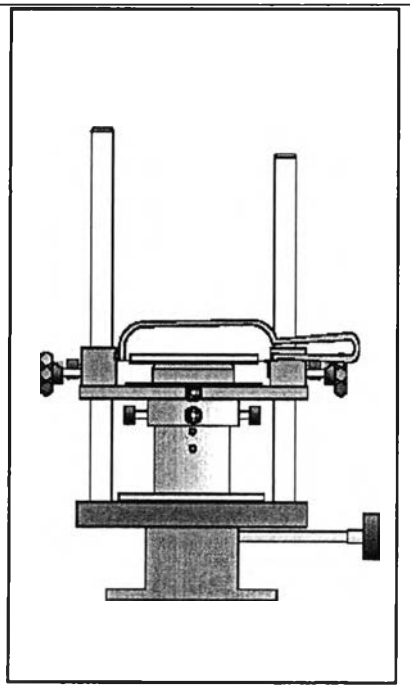


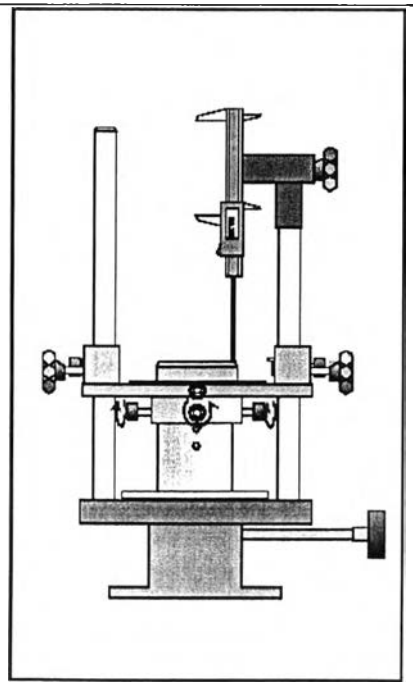
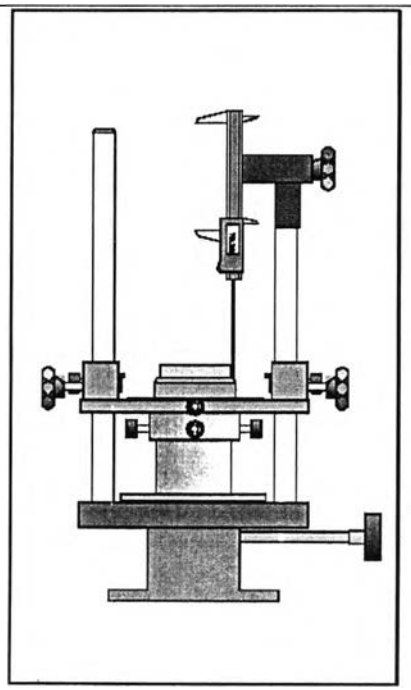
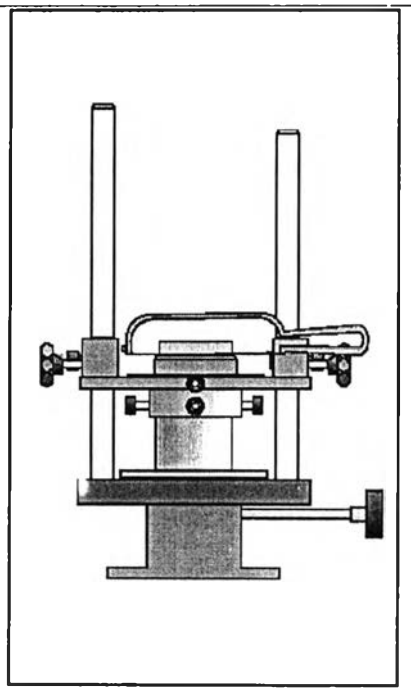
| ขั้นตอนที่ 1 :
ชั่งน้ำหนักของ filter holders ทั้ง 2 ชิ้น (รวมแผ่นหินพรุนที่อยู่ด้านในด้วย), แผ่นยาง และ O-rings ตามรูปพร้อมกับจดบันทึกค่าไว้ | ขั้นตอนที่ 2 :
วัดความสูงที่แท้จริงของ cutting cylinder แล้วทาน้ำมันหล่อลื่น หรือ อาจจะใช้ซิลิโคน (silicone) บริเวณผิวด้านในให้ทั่ว
ปกติจะใช้ silicon ยี่ห้อ MOLYKOTE 111 (ขนาด 100 กรัม) ราคาประมาณ 1,200 บาทต่อหลอด | ขั้นตอนที่ 3 :
ใช้ซิลิโคนทางบริเวณเสาของ turntable ให้ทั่ว แล้วนำตัวอย่างดินเหนียวที่จะทดสอบวางบนแผ่นพลาสติกกลมดังรูป ความสูงเริ่มต้นของตัวอย่างที่จะใช้ให้ตัดเผื่อไว้มากกว่าความสูงที่ต้องการจริงๆ (16 ม.ม.) เล็กน้อย หรือขึ้นอยู่กับ cutting cylinder ที่จะใช้ตัดตัวอย่าง และตัวอย่างที่จะนำมาใช้จะต้องมีเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า cutting cylinder |
|  |  |  |

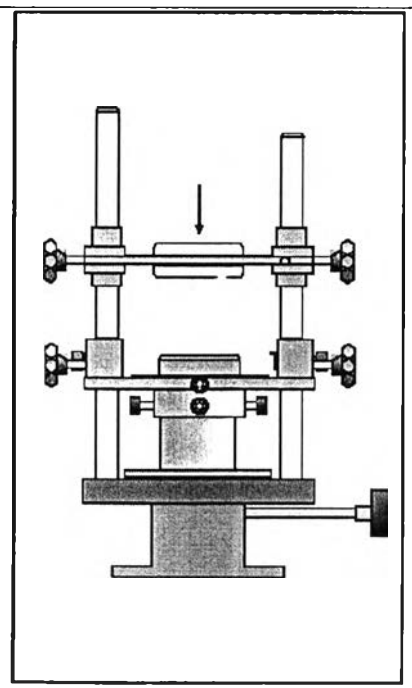
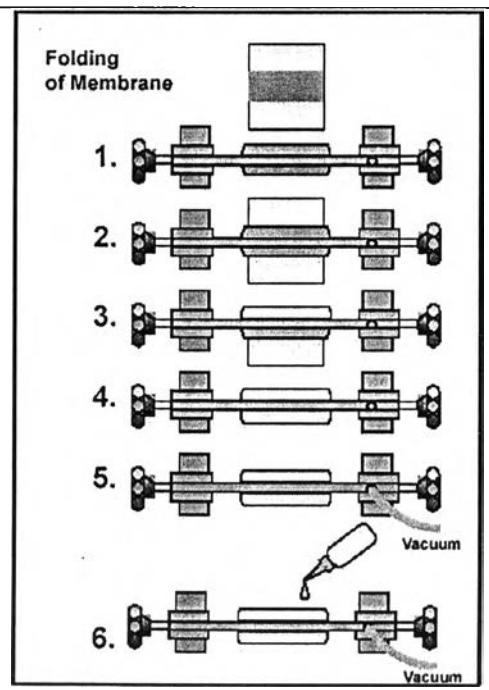
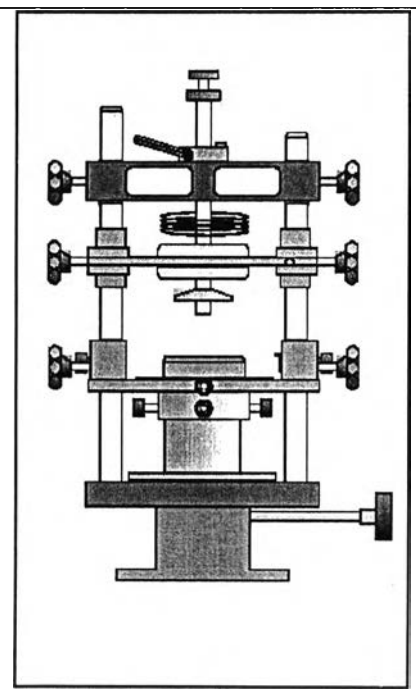
ขั้นตอนที่ 4 :	ขั้นตอนที่ 5 :	ขั้นตอนที่ 6 :
นำ cutting yolk สวมใส่ลงใน Turntable โดยหันให้ด้านที่มีคมลง ค่อยๆ เลื่อน cutting yoke ลงมาจนกระทั่งคมมีดใกล้แตะผิวดิน ตรวจสอบตำแหน่งของตัวอย่างดินว่าถูกต้องหรือไม่ เพื่อขณะที่ตัดตัวอย่าง ตัวอย่างจะเข้าไปอยู่ใน cutting cylinder พอดี	เมื่อได้ตำแหน่งที่ถูกต้องแล้วเริ่มกด cutting cylinder ลงอย่างช้าๆ ทีละน้อย ประมาณ 4-6 มิลลิเมตร ในแต่ละครั้ง จากนั้น ล๊อค cutting yoke ให้แน่นทั้ง 2 ด้าน นำ spatula ขนาดเล็ก ปาดดินส่วนที่เกินออก โดยหมุน turntable ไปรอบๆ ขณะปาด ห้ามปากระดับต่ำกว่าคมมีด เพราะจะไปรบกวนดิน เสร็จแล้ว คลายล๊อคออก กดลงต่อไปอีก 4-6 มิลลิเมตร แล้วทำแบบเดิมใหม่ จนกระทั่งคมมีดแตะแผ่นพลาสติกแล้วล๊อคให้แน่น	ใช้ลวดตัดดิน ตัดแต่งตัวอย่างส่วนที่เกินออก จนผิวหน้าเรียบ ขอแนะนำก่อนการใช้ลวดตัดดิน คือ ให้หมุน Screw A สีดำที่อยู่บริเวณด้านข้างของ cutting yoke ออกอย่างน้อย 2 ตัว หรืออาจจะทั้งหมด 3 ตัวก็ได้ จะทำให้ตัดแต่งตัวอย่างได้ง่ายขึ้น เสร็จแล้วให้ผ้าหรือฟองน้ำชุบน้ำพอหมาดๆ เช็ดบริเวณขอบๆ ให้สะอาด
		

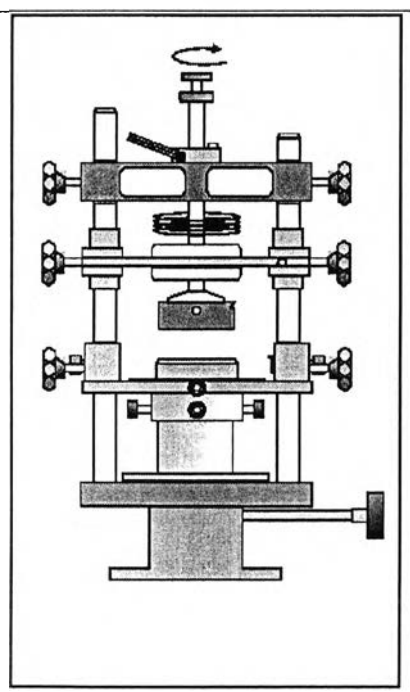
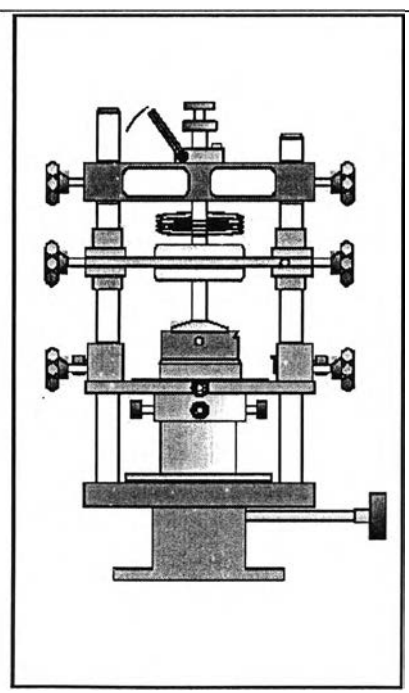
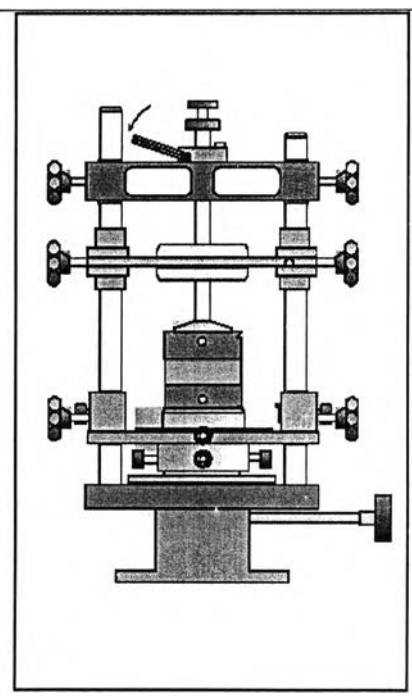
ขั้นตอนที่ 7 :	ขั้นตอนที่ 8 :	ขั้นตอนที่ 9 :
นำ mounting ring วาง ลงบนช่องที่อยู่ด้านบนของ cutting yoke ให้สนิทพอดี แล้วดัน screw A จำนวน 3 ตัว เข้าไปล็อค mounting ring ให้แน่น	นำ Filter Holder สวมเข้ากับ top yoke โดยใช้ Clamp unit ส่วนบนสุดเป็นตัวขันให้แน่น ซึ่งใช้หลักการของ Ball Value 4 ลูก เป็นตัวเบ่งและยึด Lower Filter Holder ไว้ จากนั้นหมุน lever ที่ตัดอยู่กับ top yoke ให้แน่น	นำ top yoke ที่เตรียมเรียบร้อยแล้ว ใส่ลงในเสาของ turntable ล๊อคให้แน่น ให้สังเกต รูที่อยู่ด้านข้างของ lower filter holder ก่อนวางบนบนตัวอย่างดิน ที่สำคัญคือจะต้องจำตำแหน่งของรูนี้ให้ได้ว่า หันไปทางใด เช่น เอ็นรูเข้าหาตัว (เพราะหลังจากที่วาง filter holder ลงไปแล้ว ไม่ควรที่จะไปหมุน filter holder อีก จะไปรบกวนตัวอย่างดิน)
		

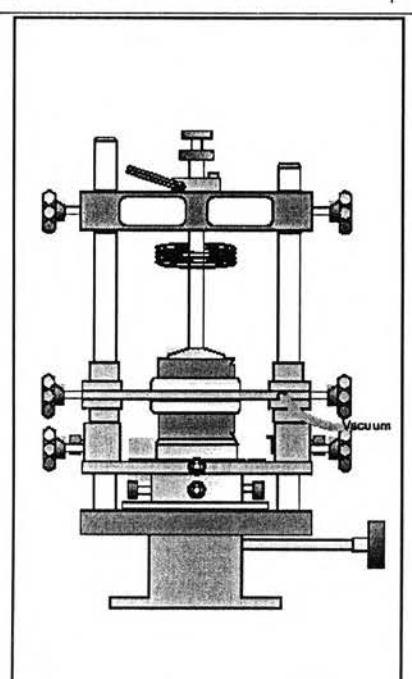
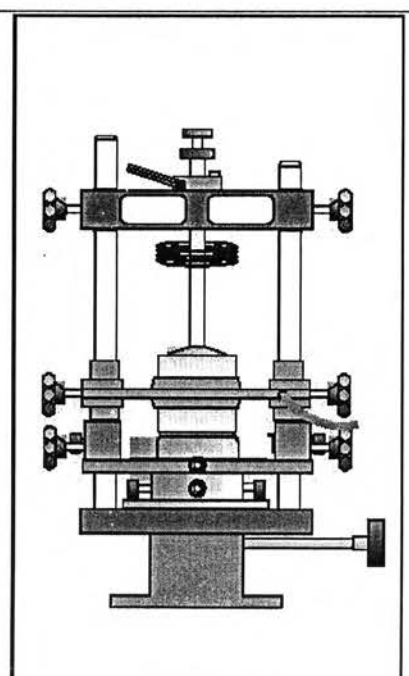
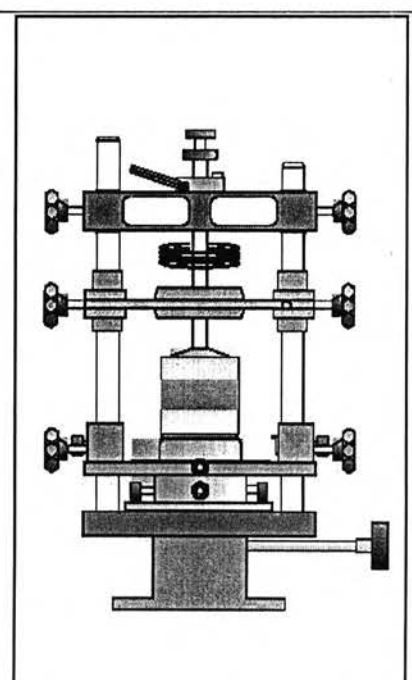
ขั้นตอนที่ 10 :	ขั้นตอนที่ 11 :	ขั้นตอนที่ 12 :
จับก้านของ top yoke ไว้ก่อน แล้วคลาย lever ออก ค่อยๆ หย่อน Filter Holder ลงมา จนสัมผัสกับผิวดิน แล้วขัน screw 4 ตัวที่อยู่บริเวณด้านข้างของ mounting ring ให้แน่น เพื่อทำการล็อค Lower Filter Holder กับ Mounting ring	คลาย clamping nut ตัวบนสุดของ top yoke ออกช้าๆ แล้ว คลาย clamping nut ตัวถัดมาของ top yoke ออกช้าๆ ค่อยๆ หมุนทวนเข็มนาฬิกาขึ้นสู่ด้านบน	ต้องการเอา top yoke ออก โดยคลายล็อคทั้ง 2 ด้านแล้วดึงขึ้น
		

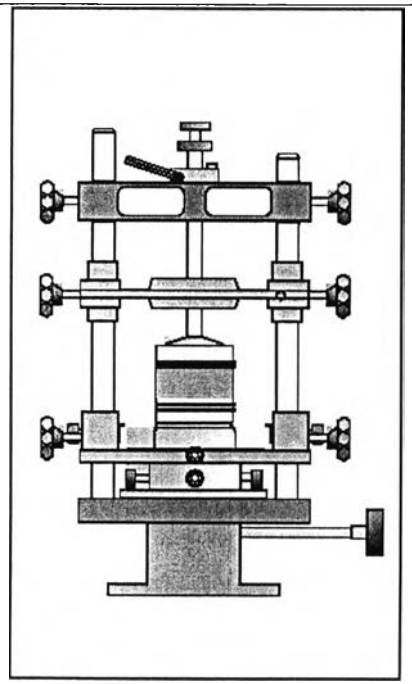
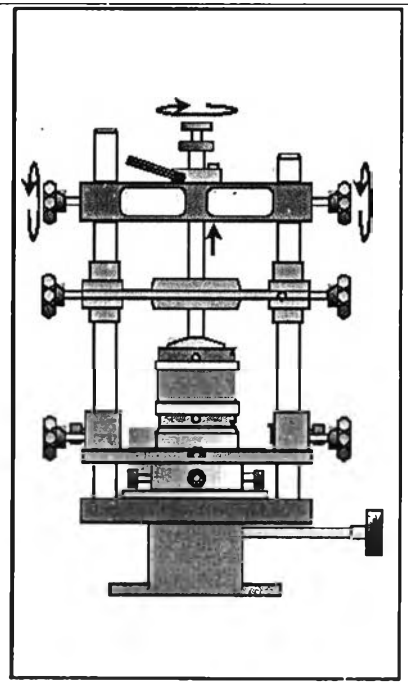
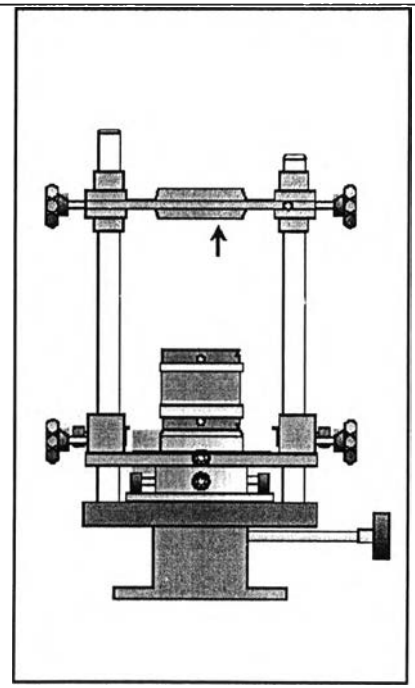
ขั้นตอนที่ 13 :	ขั้นตอนที่ 14 :	ขั้นตอนที่ 15 :
คลายล๊อค cutting yoke ออก รวมทั้งแผ่นพลาสติกด้วย เช่นเดียวกัน เพื่อจะกลับเอาด้าน mounting ring ลงด้านล่างแทน	หมุน cutting yoke ให้ด้านที่เป็นพลาสติกหันขึ้นสู่ด้านบน ใส่กลับลงไปที่เสาของ turntable เหมือนเดิม แล้วล๊อค cutter yoke ไว้ชั่วคราวก่อน เพื่อจะทำการเปลี่ยน Dummy Pedestal ไปเป็น Sample Pedestal ที่จะใช้ทดสอบจริง	เปลี่ยน Dummy Pedestal เป็น Sample Pedestal คลายล๊อค cutter yoke ค่อยๆ หย่อนลงมาให้แกนของ Sample Pedestal ตรงรู กับ lower filter holder พอดี ล๊อค cutting cylinder ให้แน่น เสร็จแล้วใช้ลวดตัดดิน ทำการแยกระหว่างแผ่นพลาสติกกับบริเวณคมมีดของ cutting cylinder ออกจากกัน เสร็จแล้ว ใช้ผ้าชุบน้ำหมาดๆ ทำความสะอาดรอบๆ บริเวณ cutting cylinder อีกครั้งหนึ่ง
		

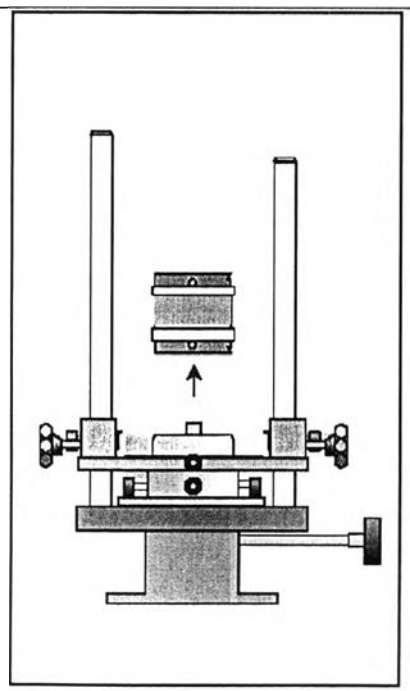
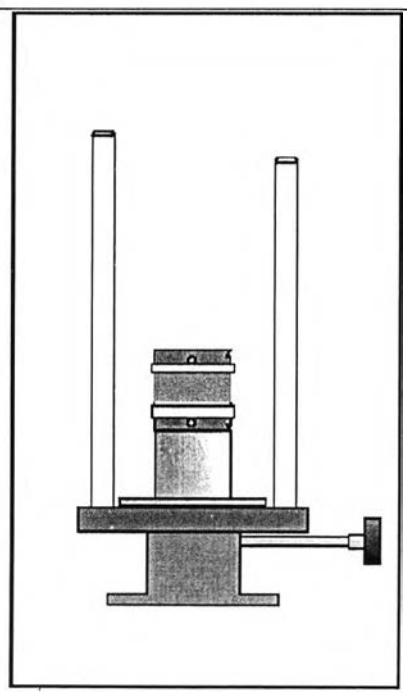
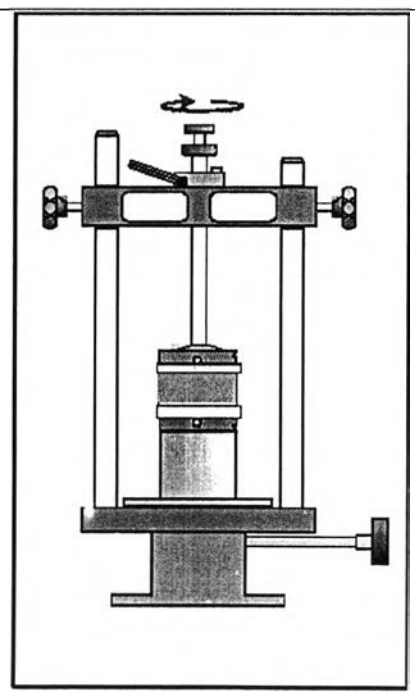
ขั้นตอนที่ 16 : นำ เวอร์เนีย คาลิปเปอร์ มาใส่ที่เสาด้านหนึ่งของ turntable แล้ว ล๊อคให้แน่น ให้หางของ เวอร์เนียฯ ชนกับฐานของ cutting cylinder อ่านเป็นค่าเริ่มต้น จากนั้นคลายล๊อค screw ทั้ง 4 ตัวของ mounting ring ออก เพื่อเตรียมพร้อม ก่อนที่จะกด cutter yoke ลง ให้ได้ความสูงของตัวอย่าง 16 มิลลิเมตร ตามที่ได้คำนวณไว้ จากค่าอ่านของเวอร์เนียฯ ตอนเริ่มต้น เช่น ตอนเริ่มต้นอ่านได้ 43.4 มิลลิเมตร	ขั้นตอนที่ 17 : คลายล๊อคของ cutter yoke ออก แล้วกดลงช้าๆ ขณะกด คอยสังเกตที่ค่าอ่านจากเวอร์เนียฯ จะเพิ่มขึ้นจนกระทั่งได้ค่าตามที่คำนวณไว้ จากขั้นตอนที่ 17 ซึ่งจะเตรียมตัวอย่างได้ที่ความสูง 16-20 มิลลิเมตร เช่น ต้องการเตรียมตัวอย่างดินสูง 16 มิลลิเมตร ดังนั้น ต้องอ่านค่าสุดท้ายจากเวอร์เนียฯ ให้ได้เท่ากับ 43.4+16.0 เท่ากับ 59.4 มิลลิเมตร เป็นต้น หลังจากได้แล้ว ให้ล๊อค cutter yoke ทันที	ขั้นตอนที่ 18 : ใช้ลวดตัดดิน ตัดดินส่วนที่เกินออกมา ให้เรียบ แล้วใช้ผ้าชุบน้ำหมาดๆ ทำความสะอาดรอบๆ บริเวณ cutter cylinder อีกครั้งหนึ่ง
		

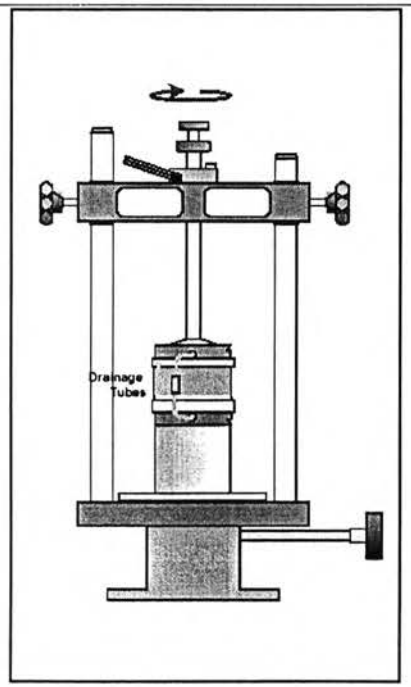
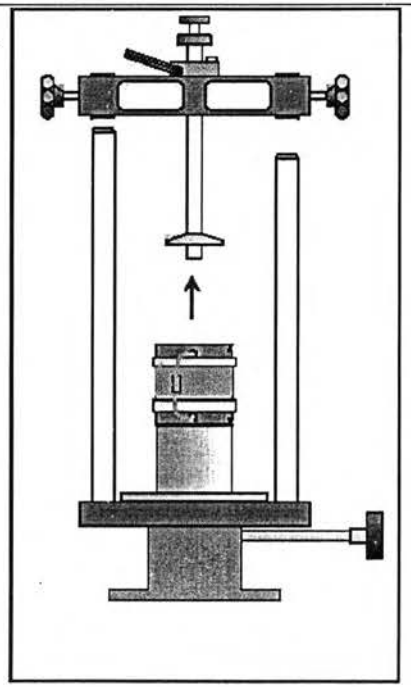
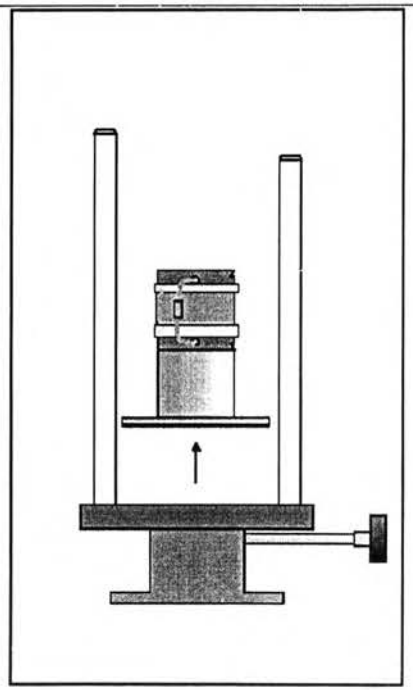
ขั้นตอนที่ 19_1 : นำ Expander yoke สวมลงบนเสาของ turntable ให้อยู่ห่างจาก cutter yoke พอสมควร สำหรับจะจัดแต่ง wire-reinforced rubber membrane ได้สะดวก	ขั้นตอนที่ 19_2 : นำ reinforced rubber membrane มาสอดเข้าที่ expander yoke โดยสังเกตว่าให้ลวดอยู่ภายในทั้งหมด จะเหลือขอบที่เป็นยางโผล่ออกในส่วนบนและส่วนล่าง หลังจากนั้นให้พับยางลงทั้ง 2 ส่วน เสร็จแล้วต่อปั๊มดูดอากาศเข้ากัน ข่วงต่อ (nipple) จัดยางให้ตึงทั้งด้านบนและด้านล่าง เมื่อเรียบร้อยแล้ว ให้ใช้น้ำมันหล่อลื่นหรือซิลิโคน ทาภายในให้ทั่ว	ขั้นตอนที่ 20 : เตรียมใส่ O-ring ที่ก้านของ top yoke จำนวน 2 เส้น แล้วนำไปเกี่ยวไว้กับ lever ชั่วคราวก่อน นำ top yoke สวมลงบนเสาของ turntable แล้วล๊อคให้แน่น ข้อควรระวังก่อนจะล๊อค top yoke ต้องกะระยะห่างที่เพียงพอ หลังจากติด filter holder (ขั้นตอนที่ 22) แล้วสามารถหย่อนก้านของ top yoke จนแตะตัวอย่างดินได้
		

ขั้นตอนที่ 21 :	ขั้นตอนที่ 22 :	ขั้นตอนที่ 23 :
นำ upper filter holder ประกอบเข้ากับก้านของชุด top yoke โดยนำมาใส่บริเวณระหว่าง expander yoke กับตัวอย่างดิน ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะต้องระวังอย่าให้มือไปถูกผิวหน้าของดิน จะทำให้ดินเสียหายได้ การประกอบก็ใช้การขัน clamp nut ตัวบนสุด หันด้านที่มีรู 2 รูที่อยู่บริเวณด้านข้างของ upper filter holder ให้อยู่ด้านเดียวกันกับ lower filter holder ในขั้นตอนที่ 10	ใช้มือจับก้านของ top yoke แล้วคลาย lever ออก ค่อยๆ หย่อนลงมา จน upper filter holder สัมผัสกับตัวอย่างดินแล้ว ล๊อค lever ให้แน่น	คลายล๊อคชุด cutter yoke พร้อมกับกดลงด้านล่างให้สุด แล้วล๊อคอีกครั้ง จะสังเกตว่า บริเวณปลายคมมีดของ cutting cylinder จะอยู่เหนือฐานของ lower filter holder เล็กน้อย เพื่อเป็นการป้องกัน ไม่ให้ชุดตัวอย่างเคลื่อนในขั้นตอนถัดไป เพราะในขณะนี้ชุดตัวอย่างดินไม่มีอะไรมาค้ำด้านข้างเลย ต้องระวังอย่าไปโดนชุดตัวอย่างเด็ดขาด
		

ขั้นตอนที่ 24 :	ขั้นตอนที่ 25 :	ขั้นตอนที่ 26 :
ต่อสายดูดอากาศแล้วเปิดเครื่องดูดอากาศ ทำการจัด membrane อีกครั้งให้ผิวเรียบเสมอ จากนั้น คลายล๊อค Expander yoke ค่อยๆ กดลง (ระวังสายดูดอากาศจะหยุดด้วย ถ้าหยุดก็จะต้องทำใหม่ทั้งหมด) จนกระทั่งลวดของ rubber membrane อยู่กึ่งกลางคลุมตัวอย่างดินพอดี <u>ในขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ยากมากและสำคัญที่สุดในการเตรียมตัวอย่างดิน</u> ต้องระมัดระวังขณะเวลากดให้มากๆ ใจเย็นๆ	พอได้ตำแหน่งกึ่งกลางตัวอย่างดินแล้ว สามารถถอดสายดูดอากาศออกได้ แล้วพับ rubber membrane ทั้งด้านบนและด้านล่างขึ้น เพื่อต้องการจะดึง Expander yoke ขึ้นด้านบน	เลื่อน Expander yoke ขึ้น แล้วล๊อคไว้ก่อน เพื่อเตรียมที่จะใช้ส่วนล่างของ Expander yoke ในการใส่ O-ring
		

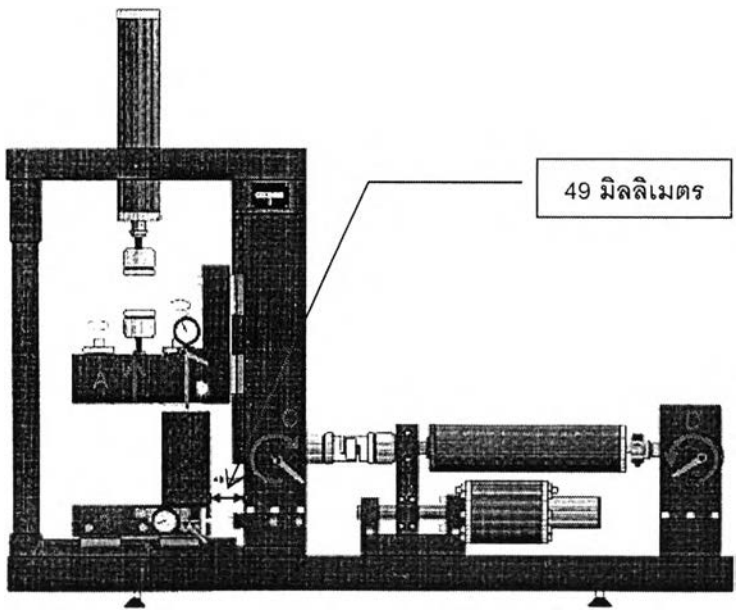
ขั้นตอนที่ 27 :	ขั้นตอนที่ 28 :	ขั้นตอนที่ 29 :
นำ O-Ring ไปสวมไว้บริเวณขอบด้านนอกของ Expander yoke (ส่วนล่างสุด) แล้ว คลายล๊อคค่อยๆ กดลงจน O-Ring ไปอยู่ ณ ตำแหน่ง lower filter holder ปลด O-Ring ออก จาก Expander yoke แล้ว เลื่อนขึ้น ทำเช่นเดียวกันนี้อีกครั้ง แต่คราวนี้ใส่ที่ด้าน upper filter holder แทน เสร็จแล้วยกขึ้น แล้วล๊อค	พับ rubber membrane ลงมาปิด O-ring ทั้งด้านบนและด้านล่าง โดยให้เห็นรู 2 รูที่อยู่ด้านข้างของ filter holder จากนั้น คลายล๊อคซุดของ top yoke ที่ clamp nut ตัวบน ค่อยๆ หมุนออก ต่อมา คลาย clamp nut อันถัดมา ค่อยๆ หมุนออก	คลายล๊อคซุด Expander yoke แล้ว เอาออกจากเสาของ turntable
		

ขั้นตอนที่ 30 :	ขั้นตอนที่ 31 :	ขั้นตอนที่ 32 :
ยกชุดตัวอย่างที่เตรียมเสร็จแล้วทั้งชุดออก นำไปชั่งน้ำหนักเพื่อต้องการจะหาความหนาแน่นของดิน (Initial density) ตอนเริ่มต้น (เวลายกให้ใช้ความระมัดระวัง ให้กระทบกระเทือนตัวอย่างน้อยที่สุด) คลายล๊อคชุด cutter yoke แล้วยกขึ้นนำออกไปวางด้านนอก	หลังจากชั่งน้ำหนักจดบันทึกค่าแล้ว ก็นำชุดตัวอย่างทดสอบมาวางบน Pedestal อีก 1 ครั้ง โดยหมุนให้ตำแหน่งของรู 2 รูของชุดทดสอบ อยู่ตรงข้ามกับรูดของที่วัดการทรุดตัวในแนวดิ่ง (displacement transducer)	นำ top yoke มาสวมเข้ากับเสาของ turntable อีกครั้ง แล้วล๊อค เอามือจับก้านของ top yoke เอาไว้ แล้วคลาย lever ค่อยๆ หย่อนลงมาให้ลงรูตรงกลางพอดี จากนั้นก็ล๊อค lever ให้แน่น แล้วนำ clamp จำนวน 2 ชุด สำหรับ lock บริเวณด้านข้าง ระหว่าง lower filter holder กับ pedestal ให้แน่น
		

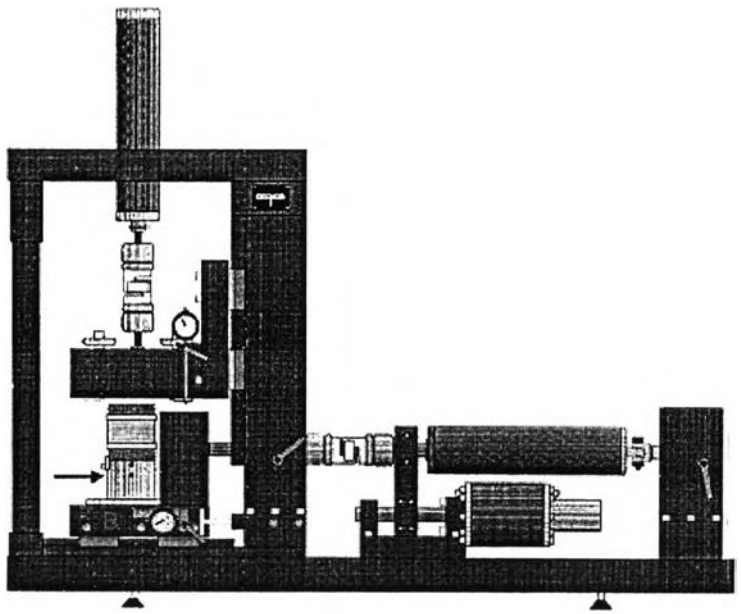
ขั้นตอนที่ 33 :	ขั้นตอนที่ 34 :	ขั้นตอนที่ 35 :
จับบริเวณ upper filter holder แล้วหมุน clamp nut ตัวบนสุดให้แน่น จากนั้น ประกอบสายยาว 4 เส้น (Drainage tube) สำหรับให้น้ำระบายออกได้เข้ากับ รูด้านบนและด้านล่างของ filter holder ให้สังเกตด้วยว่าที่ปลายสายยางจะต้องมี O-ring อันเล็กๆ ติดอยู่ด้วย	ถอดชุดของ top yoke ออกทั้งชุด เป็นอันจบกระบวนการเตรียมตัวอย่างดิน สำหรับทดสอบ DSS	ยกชุดตัวอย่างรวมทั้งแท่นที่เตรียมเสร็จสิ้นแล้วไปวางที่แท่นทดสอบของเครื่อง Geonor-DSS เพื่อทำการทดสอบหาคุณสมบัติของดินที่ต้องการต่อไป
		

ภาคผนวก ง
วิธีการติดตั้งตัวอย่างในเครื่องมือ Geonor DSS

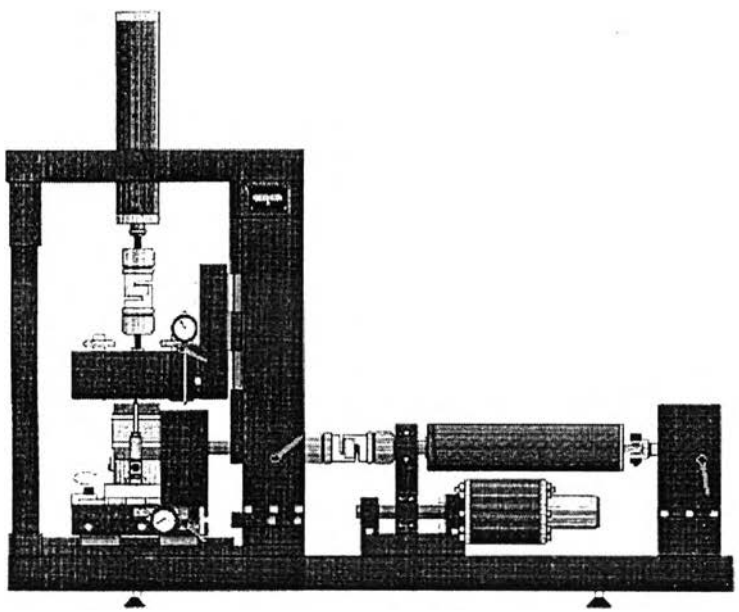
ขั้นตอนที่ 36 :
ยกแท่นกดในแนวดิ่ง (A) ขึ้นด้านบนจนสุด เพื่อให้มีเนื้อที่เพียงพอสำหรับใส่ชุดตัวอย่างทดสอบดินได้ จากนั้นนำดินที่เตรียมได้จากขั้นตอนที่ 35 มาวางบนแท่น B ซึ่งแท่นนี้สามารถเคลื่อนที่ได้ในแนวราบเท่านั้น ข้อควรระวัง คือ อย่าให้เกิดการกระทกกระเทือนกับตัวอย่างทดสอบ โดยเฉพาะบริเวณด้านบนของ Upper Filter Holder อาจจะชนกับแท่นกดในแนวดิ่ง (A) ได้ สำหรับตอนใส่ตัวอย่าง ให้คลาย clamp D ออกตลอดเวลา ส่วน clamp C ให้คลายออกตอนก่อนใส่ตัวอย่างดิน เมื่อได้แนวดิ่งดีแล้วหมุนล็อคให้แน่น (หมุนตามเข็มนาฬิกา)



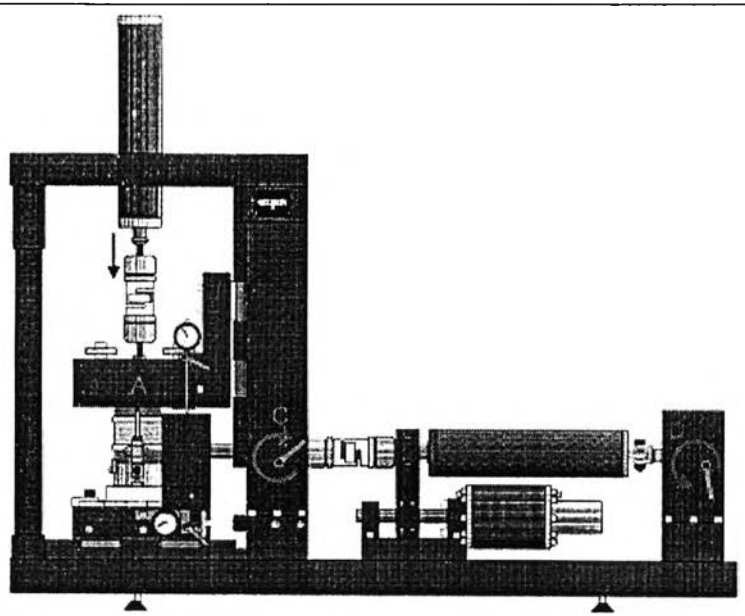
ขั้นตอนที่ 37 :
เวลาวางตัวอย่างดินบนแท่นทดสอบ ให้หันด้านที่มีสายระบายน้ำ 4 สายไว้ด้านหลัง จากนั้นดันฐานของชุดตัวอย่างทดสอบให้ชิดกับขอบของฐาน B ให้สนิท (ด้านที่อยู่ในแนวแกนของมอเตอร์ในแนวราบ) จากนั้นนำ transducer สำหรับวัดการเคลื่อนตัวในแนวดิ่งมาติดตั้งบริเวณด้านหน้าของชุดตัวอย่างทดสอบดิน ข้อควรระวัง เวลาใส่ transducer หรือเอาออกให้ใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ เพราะว่า เป็นอุปกรณ์ที่บอบบาง และมีราคาแพง (ไม่มีอะไหล่ในเมืองไทยขณะนี้)



ขั้นตอนที่ 38 :
ล๊อคฐานของชุดตัวอย่างทดสอบให้แน่น ทั้ง 3 ด้าน โดยครั้งแรกให้ล๊อคด้านที่อยู่ในแนวเดียวกับมอเตอร์ในแนวราบ ให้แน่นด้วยน็อตหัวจม จากนั้นค่อยขันสกรูสีดำแนวดิ่งมี 2 ตัว เป็นลำดับถัดมา เมื่อแน่นดีแล้ว สุดท้ายให้ล๊อคชุดตัวอย่างทดสอบบริเวณด้านหน้า และด้านหลัง ด้วยที่ล๊อครูปตัววาย (Y-shape) มี 2 ชิ้น ทำจากอะลูมิเนียม



ขั้นตอนที่ 39 :
ตรวจสอบดูอีกครั้งว่า ล๊อค clamp C และคลาย clamp D เรียบร้อยแล้ว นั่นหมายความว่าขณะนี้พร้อมจะทำการทดสอบการยุบอัดตัวคายน้ำ (consolidation) แล้ว ต่อมาให้ค่อยๆ กดแท่นกดในแนวดิ่ง (A) ลงมาจนแตะ top cap ของตัวอย่างทดสอบ จากนั้นหมุน transducer ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ขึ้นด้านบน จนแตะใต้แท่น A เพื่อเตรียมวัดค่าการทรุดตัวในแนวดิ่ง

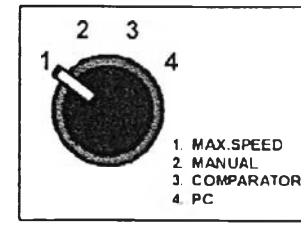
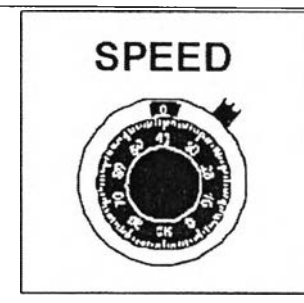
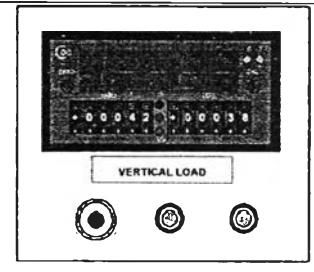
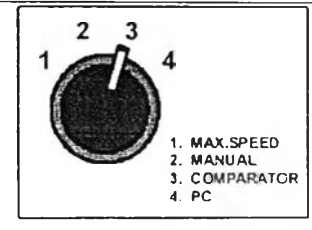


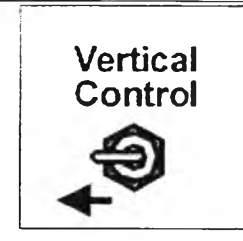
ภาคผนวก จ

ขั้นตอนการทดสอบการยุบอัดตัวคายน้ำ และการ Flushing of Filter Holders

ขั้นตอนการทดสอบการยุบอัดตัวคายน้ำ (Consolidation Stage)

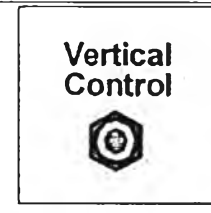
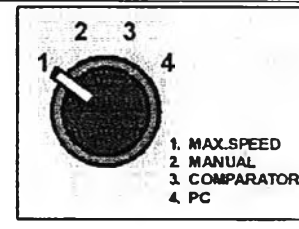
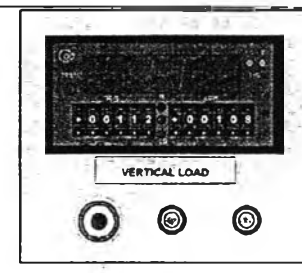
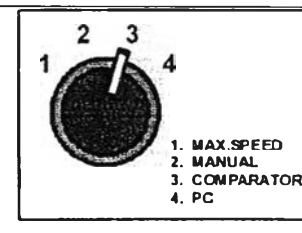
การทดสอบที่หน่วยแรงกดเริ่มแรก (Load increment No.1) สามารถสรุปขั้นตอนได้ดังนี้

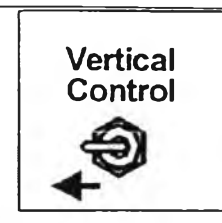
No.	ตำแหน่ง	รายละเอียด ที่ต้องทำ	ภาพประกอบความเข้าใจ
1		คำนวณค่า แรงกดแนวดิ่งที่ต้องการ ในหน่วยโวลต์	
2	SM – V:	ส่วนการควบคุมมอเตอร์ในแนวดิ่ง ให้หมุนปุ่มปรับไปที่ตำแหน่งที่ 1 (Max Speed) หมายเหตุ : ปกติแล้วสามารถปรับได้ 4 ชนิด ดังรูปด้านขวามือ (ปุ่ม 4 PC ตอนนี้ไม่สามารถใช้ได้)	
3	SM – V:	หมุนปุ่มปรับความเร็วของมอเตอร์ในแนวดิ่ง ไปที่ "040" ซึ่งค่าที่ใช้นี้ขึ้นอยู่กับความแข็งของดิน (stiffness of soil) สำหรับดินเหนียวอ่อนอาจจะต้องใช้ค่าที่สูงกว่านี้ และสำหรับดินเหนียวแข็งอาจจะต้องใช้ค่าที่ต่ำกว่านี้ ทั้งนี้ต้องลองทดสอบดู	
4	CM:	ปรับค่าต่ำสุด – สูงสุดของ Ver. load comparator ให้อยู่ภายใน ±2 หน่วยของค่าจากข้อที่ 1 ต.ย. ถ้าค่าแรงดันไฟฟ้าของแรงกดในแนวดิ่งที่ต้องการ คือ 0010 ให้ปรับค่าต่ำสุดที่ +0008 และปรับค่าสูงสุดที่ +0012 เครื่องจะควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในช่วงนี้	
5	SM – V:	หมุนปุ่มในข้อ 2 จากตำแหน่งที่ 1 (Max Speed) ไปตำแหน่งที่ 3 (Comparator) นั่นหมายความว่าเราต้องการให้ควบคุมแรงดันไฟฟ้าด้วยค่าที่เราตั้งไว้ในข้อ 4 ให้อยู่ในช่วง +0008 ถึง +0012 โวลต์เท่านั้น	

6	CM:	บิดก้านที่ Vertical Control ดังรูป ไปทางซ้าย จากนั้นมอเตอร์จะเริ่มทำงานออกแรงกดในแนวดิ่งโดยอัตโนมัติ ภายในช่วงของหน่วยแรงดันไฟฟ้าที่ได้ตั้งไว้ในข้อ 4 คือ +0008 ถึง +0012 โวลต์	
7	Computer:	เปิดโปรแกรม DSS Pro 3.2 เพื่อบันทึกผลทดสอบ	

ขั้นตอนการ Flushing of Filter Holders

หลังจากออกแรงกระทำแนวดิ่งถึง 40% ของค่าความเค้นประสิทธิผลแนวดิ่ง (vertical effective stress) สามารถทำการ flushing of filter holders ได้ โดยจ่ายน้ำจาก burette เพื่อให้เกิดเงื่อนไขการไหลของน้ำขึ้น ตลอดทั้งตัวอย่าง_การเพิ่มหน่วยแรงขั้นต่อไป สามารถทำได้ดังนี้

No.	ตำแหน่ง	รายละเอียด ที่ต้องทำ	ภาพประกอบความเข้าใจ
1		คำนวณค่า แรงกดแนวดิ่งที่ต้องการ ในหน่วยโวลต์	
2	SM – V:	บิดก้าน Vertical Control ดังรูป ให้อยู่ตรงกลาง หรือตำแหน่ง Neutral (center) นั่นคือ ขณะนี้เป็นการหยุดการทำงานของมอเตอร์แนวดิ่งชั่วคราว ก่อน เพราะต้องการที่จะเพิ่ม หน่วยแรงที่สูงขึ้น	
3	SM – V:	ส่วนการควบคุมมอเตอร์ในแนวดิ่ง ให้หมุนปุ่มปรับไปที่ตำแหน่งที่ 1 (Max Speed) ซึ่งจากเดิมจะอยู่ตำแหน่งที่ 3 (Comparator)	
4	CM:	ปรับค่าต่ำสุด – สูงสุดของ Ver. load comparator ให้อยู่ภายใน ±2 หน่วยของค่าที่คำนวณได้จากข้อที่ 1 ซึ่งค่านี้จะต้องมากกว่าจากค่าเดิม ในกรณีที่เพิ่มหน่วยแรงกด ซึ่งมอเตอร์พร้อมที่จะปรับแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นตามที่ได้ตั้งไว้ หลังจากทำขั้นตอนที่ 6 แล้ว	
5	SM – V:	หมุนปุ่มในข้อ 2 จากตำแหน่งที่ 1 (Max Speed) ไปตำแหน่งที่ 3 (Comparator) เป็นการสั่งงานให้มอเตอร์ทำการปรับค่าแรงดันทางไฟฟ้า ให้สูงขึ้นจนอยู่ในช่วงที่ตั้งไว้ในข้อ 4 หลังจากทำขั้นตอนที่ 6 แล้ว	

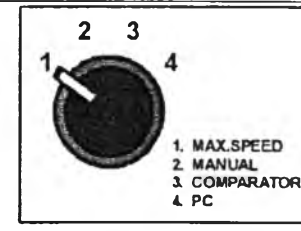
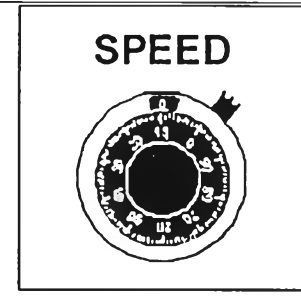
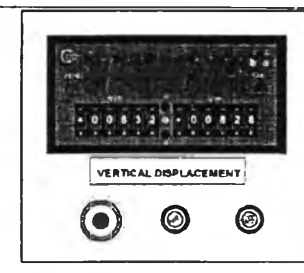
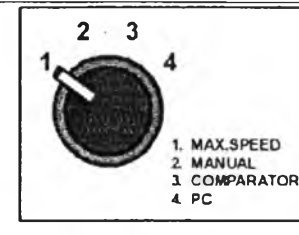
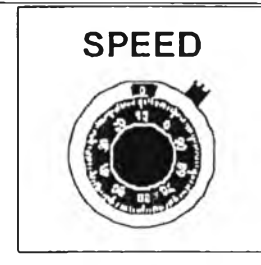
6	CM:	บิดก้านที่ Vertical Control ดังรูป ไปทางซ้าย จากนั้นมอเตอร์จะเริ่มทำงานออกแรงกดในแนวดิ่งโดยอัตโนมัติ ภายในช่วงของหน่วยแรงดันไฟฟ้าที่ได้ตั้งไว้ในข้อ 4	
7	Computer:	เปิดโปรแกรม DSS Pro 3.2 เพื่อบันทึกผลทดสอบ	

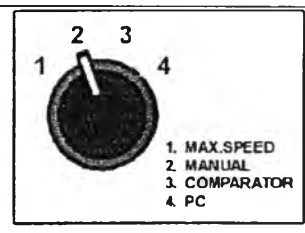
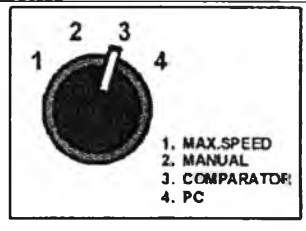
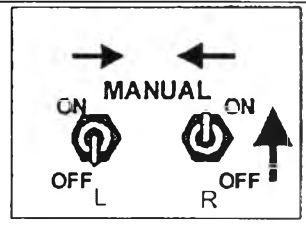
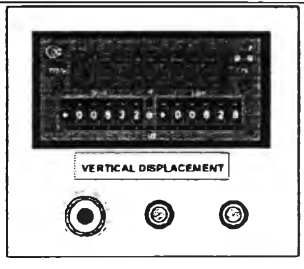
ภาคผนวก ฉ

ขั้นตอนการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของดิน แบบไม่ระบายน้ำ (วิธี Static)

ขั้นตอนการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของดิน *แบบไม่ระบายน้ำ* (วิธี Static)

หลังจากออกแรงกระทำแนวดิ่ง ถึงค่าที่ต้องการทดสอบแล้ว จากนั้นจะทำการทดสอบหากำลังรับแรงเฉือนของดิน แบบไม่ระบายน้ำ (วิธี Static) สามารถทำได้ดังนี้

No.	ตำแหน่ง	รายละเอียด ที่ต้องทำ	ภาพประกอบความเข้าใจ
1	SM – V:	ส่วนการควบคุมมอเตอร์ในแนวดิ่ง ให้หมุนปุ่มปรับไปที่ตำแหน่งที่ 1 (Max Speed)	
2	SM – V:	หมุนปุ่มปรับความเร็วของมอเตอร์ในแนวดิ่ง ไปที่ "010" สังเกตว่าค่าน้อยกว่าช่วง consolidation ซึ่งค่าที่ใช้นี้ขึ้นอยู่กับค่า OCR หรือ ค่าความแข็งของดิน (stiffness of soil) สำหรับดินเหนียวอ่อนอาจจะต้องใช้ค่าที่สูงกว่านี้ และสำหรับดินเหนียวแข็งอาจจะต้องใช้ค่าที่ต่ำกว่านี้ ทั้งนี้ต้องลองทดสอบดู	
3	CM:	ปรับค่าต่ำสุด – สูงสุดของ Ver. displacement comparator ให้อยู่ภายใน ±2 หน่วย ต.ย. ถ้าค่าแรงดันไฟฟ้า ณ ปัจจุบันของการเคลื่อนตัวในแนวดิ่ง (อ่านจากหน้าจอ ณ ขณะนั้น) คือ +0830 ให้ปรับค่าต่ำสุดที่ +0828 และปรับค่าสูงสุดที่ +0832 ตามลำดับ	
4	SM - H:	ส่วนการควบคุมมอเตอร์ในแนวราบ ให้หมุนปุ่มปรับไปที่ตำแหน่งที่ 1 (Max Speed)	
5	SM – H:	หมุนปุ่มปรับความเร็วของมอเตอร์ในแนวราบ ไปที่ความเร็วที่ต้องการทดสอบแรงเฉือน (ให้ดูจากกราฟความเร็วในแนวราบ)	

6	SM – H:	ส่วนการควบคุมมอเตอร์ในแนวราบ ให้หมุนปุ่มปรับจากเดิมอยู่ตำแหน่งที่ 1 (Max Speed) ให้ไปอยู่ตำแหน่งที่ 2 (Manual)	
7	SM – V:	ส่วนการควบคุมมอเตอร์ในแนวดิ่ง ให้หมุนปุ่มปรับจากเดิมอยู่ตำแหน่งที่ 1 (Max Speed) ให้ไปอยู่ตำแหน่งที่ 3 (Comparator)	
8	SM – H:	บิดก้านสำหรับควบคุมมอเตอร์แนวราบ Horizontal Manual ดังรูป เฉพาะตัวที่อยู่ด้านขวา (ชุด R) เท่านั้น โดยให้บิดขึ้นด้านบนจาก OFF เป็น ON จากนั้นมอเตอร์จะเริ่มทำงานออกแรงเฉือนตัวอย่างดินโดยทันที ซึ่งจะมีทิศทางกระทำแรงเฉือนไปทางซ้ายมือ [ส่วน ชุด L ต้องอยู่ที่ OFF เสมอ และมีไว้สำหรับดันมอเตอร์กลับมาที่ตำแหน่งเดิม ตอนดินวิบัติ (Failure) แล้ว]	
9	Computer:	เปิดโปรแกรม DSS Pro 3.2 เพื่อบันทึกผลทดสอบ	
10	SM – V:	ให้สังเกตการณ์ค่าการเปลี่ยนแปลงของการเคลื่อนตัวในแนวดิ่ง (Vertical displacement) ที่หน้าจอแสดงผล ดังรูป ถ้าที่หลอดไฟ เกิดการกะพริบถี่ๆ สลับกัน ขึ้น-ลง แสดงว่ามอเตอร์ในแนวดิ่งปรับตัวไม่ทัน ให้หมุนปุ่มปรับความเร็วของมอเตอร์ในแนวดิ่ง ที่ได้ตั้งไว้ในขั้นตอนที่ 2 ให้น้อยลง จนกว่าไฟจะหยุดกะพริบถี่ๆ ในทางตรงกันข้าม ถ้าการตอบสนองของมอเตอร์ที่ควบคุมแรงแนวดิ่ง ช้าไป ให้เพิ่มความเร็วของมอเตอร์ในแนวดิ่ง ที่ได้ตั้งไว้ในขั้นตอนที่ 2 ให้มากขึ้น	

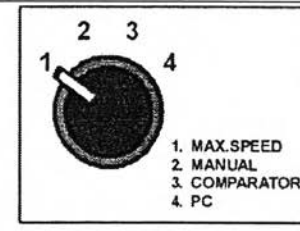
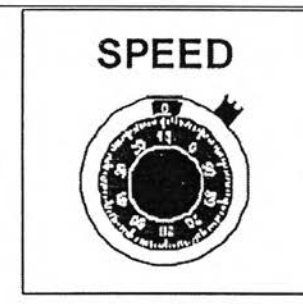
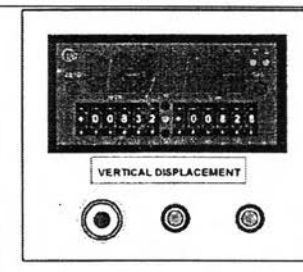
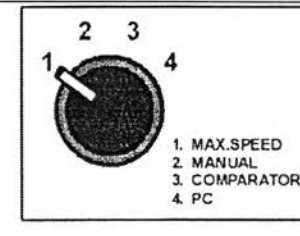
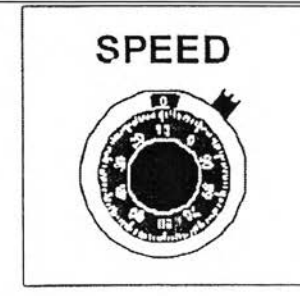
*สำหรับการวิจัยนี้ จะใช้การทดสอบชนิด ไม่ระบายน้ำ (Undrained Tests) เป็นหลัก

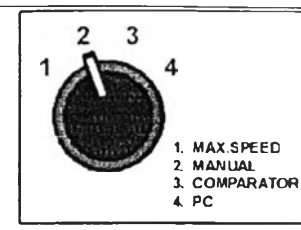
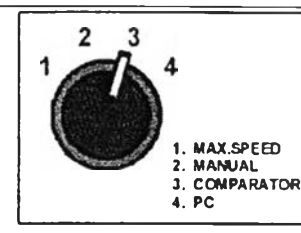
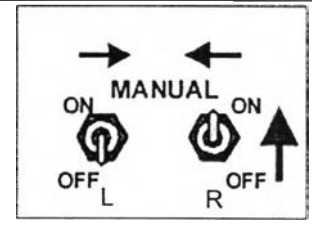
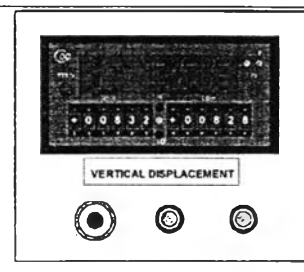
ภาคผนวก ซ

ขั้นตอนการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของดิน แบบระบายน้ำ (วิธี Static)

ขั้นตอนการทดสอบกำลังรับแรงเฉือนของดิน *แบบระบายน้ำ* (วิธี Static)

หลังจากออกแรงกระทำแนวดิ่ง ถึงค่าที่ต้องการทดสอบแล้ว จากนั้นจะทำการทดสอบหากำลังรับแรงเฉือนของดิน แบบระบายน้ำ (วิธี Static) สามารถทำได้ดังนี้

No.	ตำแหน่ง	รายละเอียด ที่ต้องทำ	ภาพประกอบความเข้าใจ
1	SM – V:	ส่วนการควบคุมมอเตอร์ในแนวดิ่ง ให้หมุนปุ่มปรับไปที่ตำแหน่งที่ 1 (Max Speed)	
2	SM – V:	หมุนปุ่มปรับความเร็วของมอเตอร์ในแนวดิ่ง ไปที่ "005" สังเกตว่าค่าน้อยกว่าช่วง consolidation	
3	CM:	ปรับค่าต่ำสุด – สูงสุดของ Ver. load comparator ให้อยู่ภายใน ±2 หน่วย ต.ย. ถ้าค่าแรงดันไฟฟ้า ณ ปัจจุบันของการเคลื่อนตัวในแนวดิ่ง (อ่านจากหน้าจอ ณ ขณะนั้น) คือ +0830 ให้ปรับค่าต่ำสุดที่ +0828 และปรับค่าสูงสุดที่ +0832 ตามลำดับ	
4	SM - H:	ส่วนการควบคุมมอเตอร์ในแนวราบ ให้หมุนปุ่มปรับไปที่ตำแหน่งที่ 1 (Max Speed)	
5	SM – H:	หมุนปุ่มปรับความเร็วของมอเตอร์ในแนวราบ ไปที่ความเร็วที่ต้องการทดสอบแรงเฉือน (ให้ดูจากกราฟความเร็วในแนวราบ)	

6	SM – H:	ส่วนการควบคุมมอเตอร์ในแนวราบ ให้หมุนปุ่มปรับจากเดิมอยู่ตำแหน่งที่ 1 (Max Speed) ให้ไปอยู่ตำแหน่งที่ 2 (Manual)	
7	SM – V:	ส่วนการควบคุมมอเตอร์ในแนวดิ่ง ให้หมุนปุ่มปรับจากเดิมอยู่ตำแหน่งที่ 1 (Max Speed) ให้ไปอยู่ตำแหน่งที่ 3 (Comparator)	
8	SM – H:	บิดก้านสำหรับควบคุมมอเตอร์แนวราบ Horizontal Manual ดังรูป เฉพาะตัวที่อยู่ด้านขวา (ชุด R) เท่านั้น โดยให้บิดขึ้นด้านบนจาก OFF เป็น ON จากนั้นมอเตอร์จะเริ่มทำงานออกแรงเฉือนตัวอย่างดินโดยทันที ซึ่งจะมีทิศทางกระทำแรงเฉือนไปทางซ้ายมือ [ส่วน ชุด L ต้องอยู่ที่ OFF เสมอ และมีไว้สำหรับดันมอเตอร์กลับมาที่ตำแหน่งเดิม ตอนดินวิบัติ (Failure) แล้ว]	
9	Computer:	เปิดโปรแกรม DSS Pro 3.2 เพื่อบันทึกผลทดสอบ	
10	SM – V:	ให้สังเกตการณ์ค่าการเปลี่ยนแปลงของแรงในแนวดิ่ง (Vertical load) ที่หน้าจอแสดงผล ดังรูป ถ้าที่หลอดไฟ เกิดการกะพริบถี่ๆ สลับกัน ขึ้น-ลง แสดงว่ามอเตอร์ในแนวดิ่งปรับตัวไม่ทัน ให้หมุนปุ่มปรับความเร็วของมอเตอร์ในแนวดิ่ง ที่ได้ตั้งไว้ในขั้นตอนที่ 2 ให้น้อยลง จนกว่าไฟจะหยุดกะพริบถี่ๆ ในทางตรงกันข้าม ถ้าการตอบสนองของมอเตอร์ที่ควบคุมการเคลื่อนตัวในแนวดิ่ง ช้าไป ให้เพิ่มความเร็วของมอเตอร์ในแนวดิ่ง ที่ได้ตั้งไว้ในขั้นตอนที่ 2 ให้มากขึ้น	

* ในงานวิจัยนี้ ไม่ได้ทำการทดสอบชนิดระบายน้ำ (Drained Test) เพราะทดสอบเฉพาะดินเหนียว

ภาคผนวก ซ

คู่มือการใช้โปรแกรม DSSPRO 3.2 (ฉบับภาษาไทย)

คู่มือการใช้โปรแกรม DSSPRO 3.2 (ฉบับภาษาไทย)

1. บทนำ

ในการทดสอบหาพฤติกรรม ระหว่างความเค้น-ความเครียด-กำลังของดิน โดยใช้เครื่องมือ Direct Simple Shear นั้น พฤติกรรมต่างๆ จะถูกบันทึก และส่งข้อมูลขณะทดสอบผ่านเครื่องมือแปลงสัญญาณทางไฟฟ้า ไปสู่คอมพิวเตอร์แบบ Real Time ณ เวลาที่ทำการทดสอบ ทั้งขณะการทดสอบการอัดตัวคายน้ำ(Consolidation) และกระทำแรงเฉือนตัวอย่างดิน(Shearing) โดยวัตถุประสงค์ในบทนี้จะได้อธิบายถึงข้อมูลที่จำเป็นในการติดตั้ง data acquisition board และ drivers กับจะได้อธิบายการทำงานของโปรแกรมในส่วนต่างๆ ว่าประกอบด้วยอะไรบ้าง ทำงานอย่างไร เป็นต้น โปรแกรมที่ใช้คือ DSSPRO 3.2 Data Acquisition Program for Monotonic and Cyclic Direct Simple Shear Tests พัฒนาโดย Dr.J-F. Vanden Berghe เริ่มใช้ที่ GEONOR ประเทศนอร์เวย์

สำหรับโปรแกรมนี้เขียนขึ้นมาโดยใช้โปรแกรม LabVIEW หรือ Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench ซึ่งเป็นภาษาโปรแกรมแบบกราฟฟิค มีใช้กันอย่างกว้างขวางทั้งในวงการอวกาศ(NASA), อุตสาหกรรม, การศึกษา, งานวิจัยในห้องทดลอง โดยใช้เป็นมาตรฐานสำหรับประมวลผลข้อมูล(data acquisition,DAQ) และทำโปรแกรมควบคุมอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคต่างๆ โปรแกรม LabVIEW นี้เราเรียกว่า Virtual Instruments(VI) อ่านออกเสียงว่าวีอาย(vee eye) ซึ่งมีบางคนเข้าใจผิดนึกว่าเป็นอักษรตัวเลขโรมัน ที่เป็นเลข 6 แต่ในที่นี้จะไม่ขอกล่าวถึงในรายละเอียดของโปรแกรม LabVIEW เพราะเกินขอบเขตของหัวข้อที่ต้องการนำเสนอ

2. การติดตั้ง Hardware และ Software DSSPRO 3.2

2.1 การติดตั้งแผงประมวลผลข้อมูล(data acquisition board,DAQ board) และ drivers

ในหัวข้อนี้จะได้อธิบายถึงการติดตั้งแผงวงจรสำหรับประมวลผลข้อมูลใน Hard disk ของคอมพิวเตอร์ และการติดตั้ง Drivers เพื่อให้การทำงานของอุปกรณ์เป็นไปอย่างถูกต้องเหมาะสม ดังนี้

1.) ติดตั้งโปรแกรม NI-DAQ จากแผ่น CD (เตรียมแผงวงจรเอาไว้ด้วย) ในกรณีที่คุณใส่แผ่น CD แล้วไม่เห็นหน้าจอของโปรแกรม NI-DAQ แสดงขึ้นมา ให้คลิกไปที่เริ่ม Start แล้วเลือก Run หลังจากนั้นพิมพ์ x:\setup.exe (โดยที่ x คือ CD-ROM Drive)

2.) ปิดคอมพิวเตอร์ และปิดที่จ่ายไฟสำรอง(ยูพีเอส) สำหรับ Hard disk

3.) ถอดฝา Case ของคอมพิวเตอร์ออกแล้วนำ data acquisition board เสียบเพิ่มเข้าไป

4.) เปิดคอมพิวเตอร์อีกครั้ง จะเห็น การติดตั้งส่วนที่สองของ NI-DAQ โดยอัตโนมัติ

5.) เปิดหน้าจอ Measurement & Automation Explorer เพื่อตรวจสอบองค์ประกอบของแผงวงจรเปิดโฟลเดอร์ "Devices and Interfaces" เพื่อตรวจสอบว่ามีรายการอุปกรณ์ที่เราติดตั้งไปปรากฏหรือไม่ แล้วเลือก acquisition board คลิกไปที่ "properties" ของ Measurement & Automation Explorer ยืนยันอีกครั้งว่าจำนวนอุปกรณ์ตั้งไว้อีก 1 แล้ว และการแสดงผลแบบอนาล็อก(analog output) นี้เป็น "referenced single ended"

6.) คลิกบนปุ่ม "Test Panel" เพื่อยืนยันการการใช้งานของอุปกรณ์

2.2 การติดตั้งโปรแกรม DSSPRO 3.2

หลังจากที่เราได้ติดตั้งแผงวงจรควบคุมการประมวลผลข้อมูลแล้ว ในหัวข้อนี้จะได้อธิบายถึงวิธีการติดตั้งโปรแกรม DSSPRO 3.2 ซึ่งจะต้องใช้โปรแกรม LabVIEW ควบคู่กับ hardware key ต่อที่ด้านหลังของ Case ของคอมพิวเตอร์ ในการใช้งาน ถ้าไม่มี 2 อย่างที่กล่าวมานี้ ก็ไม่สามารถใช้งานได้ โดยวิธีการติดตั้งโปรแกรมทำได้ดังต่อไปนี้

1.) ใส่แผ่น CD DSSPRO 3.2 ลงใน CD-ROM Drive ในกรณีที่คุณใส่แผ่น CD แล้วไม่เห็นหน้าจอของการติดตั้งโปรแกรมแสดงขึ้นมาโดยอัตโนมัติ ให้คลิกไปที่เริ่ม Start แล้วเลือก Run หลังจากนั้นพิมพ์ x:\setup.exe (โดยที่ x คือ CD - ROM Drive)

2.) ทำตามคำแนะนำของหน้าจอ(wizard) ที่แสดงบอกเป็นลำดับไปเรื่อยๆ โดยหลังจากที่ติดตั้งโปรแกรม DSSPRO 3.2 แล้วโปรแกรมจะทำการติดตั้ง LabVIEW ให้โดยอัตโนมัติ เพราะเป็นสิ่งที่จำเป็นในการทำงานของโปรแกรม DSSPRO 3.2

3.) ขณะที่ใส่แผ่น CD อยู่ ให้ติดตั้ง driver สำหรับ hardware key โดยเริ่มที่ "keysetup.exe" ติดตั้ง parallel system driver โดยคลิกไปที่เริ่ม Start แล้วเลือก Run หลังจากนั้นพิมพ์ x:\setup.exe (โดยที่ x คือ CD-ROM Drive)

4.) Restart คอมพิวเตอร์ใหม่

5.) ต่ออุปกรณ์ hardware key ที่พอร์ตขนาน(parallel port) ที่ด้านหลังของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะต้องต่อเมื่อโปรแกรมกำลังทำงาน

6.) เริ่มการทำงานของ DSSPRO 3.2.exe เพื่อเริ่มโปรแกรมการประมวลผลข้อมูล(data acquisition program)

7.) ใส่หมายเลขเฉพาะของโปรแกรม(serial number) แล้วตามด้วย key code ตามลิขสิทธิ์ที่ได้รับมา

หมายเหตุ เพื่อให้การมองเห็นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ขณะใช้งานควรจะกำหนดหน้าจอแสดงผลให้มีความละเอียดของ Resolution เท่ากับ 1024 x 768 ถ้าไม่เช่นนั้นอาจจะเกิดปัญหา ไม่สามารถมองเห็นหน้าจอควบคุมจากโปรแกรม DSS ได้

3. วิธีการใช้งาน

3.1 บทนำ

ต่อไปนี้จะได้อธิบายถึงวิธีการใช้งานโปรแกรม DSSPRO 3.2 สำหรับประมวลผลข้อมูล ในการทดสอบ Direct Simple Shear เมื่อเปิดโปรแกรมขึ้นมาใช้งาน จะมีหน้าจอแสดงผลเรียงเป็นลำดับทั้งหมด 3 หน้าจอหลัก เพื่อให้ใส่ค่าพารามิเตอร์ในการทดสอบ ประกอบด้วย

หน้าจอแรก : จะเกี่ยวข้องกับ acquisition parameters ดูอธิบายในหัวข้อ 3.3

หน้าจอที่สอง : จะเกี่ยวข้องกับ ข้อมูลของตัวอย่างดิน หลุมเจาะ เงื่อนไขเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ ฯลฯ ที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบ ดูอธิบายในหัวข้อ 3.4

หน้าจอที่สาม : จะเกี่ยวข้องกับ การเก็บข้อมูลไว้ใน Hard disk ดูอธิบายในหัวข้อ 3.5 ส่วนสุดท้ายในหัวข้อที่ 3.6 คือหน้าจอหลักที่แสดงในระหว่างการทดสอบ และตัวเลือกที่สามารถเปลี่ยนแปลงการแสดงผลข้อมูลในรูปของกราฟได้ตามความต้องการ

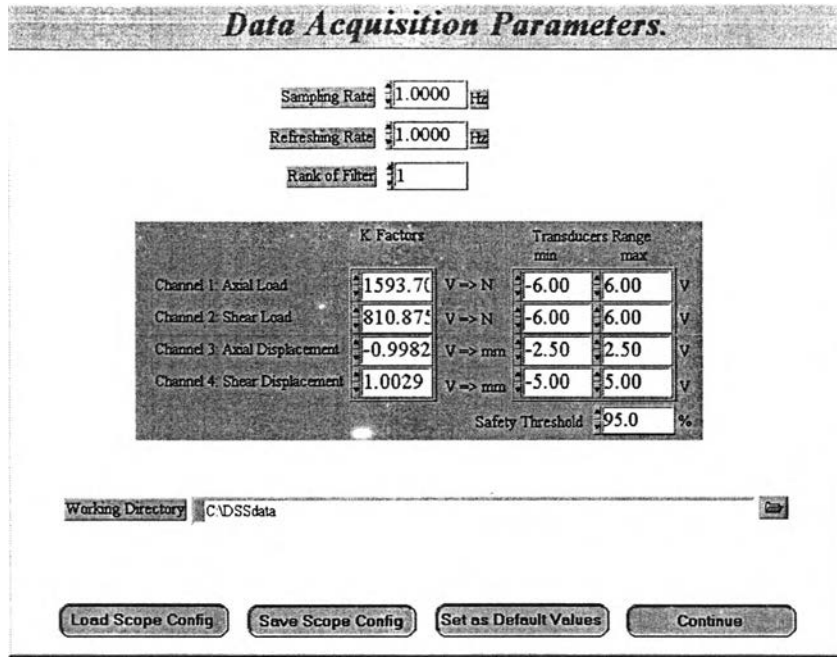
3.2 ข้อกำหนดในการเชื่อมต่อสายไฟฟ้า(Cables Connection)

เพื่อให้การทำงานของโปรแกรม DSSPRO 3.2 เป็นไปอย่างถูกต้องเหมาะสม ดังนั้น ต้องต่อสายไฟฟ้ากับ transducer ให้ถูกต้องดังนี้

- Channel 1 Axial Load(AL) คือ แรงตามแนวแกนดิ่ง ที่กระทำกับตัวอย่างทดสอบ
- Channel 2 Shear Load(SL) คือ แรงเฉือน ที่กระทำกับตัวอย่างทดสอบ
- Channel 3 Axial Displacement(AD) คือ ระยะการเคลื่อนตัวตามแนวดิ่ง
- Channel 4 Shear Displacement(SD) คือ ระยะการเคลื่อนตัวตามแนวราบ

3.3 หน้าจอแรก คือ Data acquisition parameters

วัตถุประสงค์ของ "data acquisition parameters" ดังแสดงตัวอย่างหน้าจอในรูปที่ ซ-1 สำหรับกำหนดค่า พารามิเตอร์ ที่สัมพันธ์กับ acquisition board เช่น sampling rate, rank of filter เป็นต้น และ transducers range เช่น ค่าปรับแก้ทางไฟฟ้า(calibration factors, K Factors) ฯลฯ



รูปที่ ซ-1 หน้าจอแสดงการกำหนดค่า Data Acquisition Parameters

จากรูปที่ ซ-1 ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ หลายส่วนซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1.) Sampling Rate : หน่วยเป็น เฮิร์ต (Hz) หรือรอบต่อวินาที

คือ อัตราการเก็บข้อมูลจากการทดสอบ (sampling rate) ของ data acquisition สำหรับการทดสอบแบบ Monotonic แนะนำให้ใช้ 0.1 Hz และ สำหรับการทดสอบแบบ Cyclic แนะนำให้ใช้ 20 Hz แต่ถึงอย่างไรก็ตามโปรแกรมยังสามารถกำหนดให้ได้ถึง 150 Hz ตามต้องการอีกด้วย

2.) Refreshing Rate : หน่วยเป็น เฮิร์ต (Hz) หรือรอบต่อวินาที

คือ อัตราการกระตุ้นหน้าจอ โดยอัตรานี้คือความถี่ของการประมวลผลข้อมูล,การบันทึกข้อมูล และการแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ ดังนั้นข้อมูลที่วัดออกมาจะขึ้นอยู่กับ sampling rate และการเก็บข้อมูลไว้ในแผงวงจรของคอมพิวเตอร์ เมื่อสิ้นสุดการทดสอบกำหนดโดย refreshing rate ข้อมูลที่วัดมาได้ทั้งหมดระหว่างนั้นจะถูกส่งผ่านมายังหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ ประมวลผล แล้วก็บันทึก หลังจากนั้นก็จะแสดงผลให้ผู้ใช้ทราบ การตรวจพบจุดสิ้นสุดของการทดสอบ รวมถึงขีดจำกัดของตัวแปลงสัญญาณ(transducer) และความผิดพลาดของการประมวลผลนั้น เพียงแต่ควบคุมการกระตุ้นหน้าจอคอมพิวเตอร์เท่านั้น(screen refreshing)

อัตราการกระตุ้นหน้าจอนี้ มีจุดประสงค์เพื่อให้สามารถใช้ sampling rate ที่เร็วๆ ได้ แต่ขอแนะนำให้ใช้ อัตราการกระตุ้นหน้าจอ(refreshing rate) น้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 Hz.(1 ครั้งต่อวินาที) ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง และค่านี้สามารถเพิ่มได้อีก แต่ต้องไม่มากกว่า acquisition rate.

3.) Rank Filter : ไม่มีหน่วย

คือ องค์ประกอบของตัวกรองสัญญาณ(Filter) โดยหลักการทำงานของ Filter นี้ คือจะวัดค่าของข้อมูลออกมาแล้วนำมาจัดเรียงจากน้อยไปมาก (จัดอันดับ) จากนั้นก็จะเลือกค่ากึ่งกลางของข้อมูล(median value) มาใช้แสดงผลของข้อมูลของตัวอย่างแทน ต่อการวัด 1 ครั้ง ดังนั้น ถ้าเรานำ Filter คูณด้วย sampling rate ก็จะได้ จำนวนของ ranks ข้อมูลที่แสดงผลนั้นจะคำนวณค่ากึ่งกลาง(median value) ของแต่ละกลุ่มข้อมูล

ถ้า filter นี้ไม่มีความจำเป็น ค่าของ rank filter เท่ากับ 1(หมายความว่า ไม่มีการ filtering) ซึ่งเป็นค่าที่แนะนำ แต่เมื่อต้องการ filtering ค่าของ rank filter จะต้องไม่เกิน 10 ไม่ว่าในกรณีใดๆ ก็ตาม ในการเลือก Sampling rate หรือ Refreshing rate และ Rank filter ต้องมีความสัมพันธ์กัน ตามสูตรด้านล่างนี้คือ

$$4.\left(\frac{SR}{RR}\right).RF < 1000$$

โดยที่ SR คือ Sampling Rate, RR คือ Refreshing Rate และ RF คือ Rank Filter

4.) K Factors :

คือ ค่าปรับแก้(calibration factors) เพื่อใช้ในการแปลงค่ากระแสไฟฟ้าในหน่วย แรงดันทางไฟฟ้า แบบโวลต์(Volt) เป็นค่าทางกายภาพ ในหน่วยของ นิวตัน(Newton) ซึ่ง อ่านค่ามาจาก load cells และแปลงจากหน่วย Volt เป็นมิลลิเมตร สำหรับ displacement transducers ข้อตกลงของเครื่องหมายในเรื่องการเคลื่อนตัว (displacement) กำหนดให้ แรงอัด(compressive loads) มีค่าเป็นบวก

5.) Transducers Range :

คือ ช่วงของค่าต่ำสุด และมากสุดที่ยอมให้ใช้ได้ในแต่ละ transducer ค่านี้จะมีช่วงอยู่ระหว่าง -10 โวลต์ จนถึง +10 โวลต์ ดูรูปที่ ซ-1 ซึ่งขึ้นอยู่กับ ข้อจำกัดค่าแรงดันทางไฟฟ้าของแผงวงจรที่ใช้

6.) Safety Threshold :

คือ ค่าสัดส่วนความปลอดภัย ที่ตั้งไว้ในหน่วยเปอร์เซ็นต์ เพื่อไม่ให้เกินช่วงของค่ามากสุด และน้อยสุดของ transducer ที่ตั้งไว้ตั้งแต่แรก เช่น ถ้าขีดจำกัดของ transducer ช่องที่ 2 (คือช่องสำหรับวัดค่าแรงเฉือนจาก load cell) นี้ตั้งไว้ระหว่าง -5 โวลต์ ถึง +5 โวลต์ ถ้ากำหนดค่าสัดส่วนความปลอดภัย(safety threshold) มีค่าเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้น โปรแกรม จะควบคุมค่าแรงดันทางไฟฟ้าให้อยู่ระหว่าง -2.5 โวลต์ ถึง +2.5 โวลต์ ซึ่งสามารถอ่านเพิ่มเติมได้จากหัวข้อที่ 3.4 และ 3.6.5 เกี่ยวกับการตั้งค่าให้ ทำงานหรือไม่ทำงานของขีดจำกัดค่าแปลงสัญญาณทางไฟฟ้า(transducer limits)

7.) Working Directory :

คือ ที่เก็บข้อมูลในการทดสอบปกติแล้วถ้าไม่กำหนดเป็นอย่างอื่น ก็จะเก็บไว้ที่ "C:\DSSdata" ซึ่งเราสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงโดยพิมพ์ชื่อใหม่ หรือคลิกที่ ปุ่มบริเวณด้านขวาของตัวอักษร

8.) Load Config :

คือ ไฟล์ข้อมูลที่อยู่ในรูปของ *.con (* คือ ชื่อไฟล์ที่ตั้งไว้) นั่นหมายถึง ไฟล์ทุกไฟล์ที่มีนามสกุลเป็น ".con" จะเก็บไว้ใน "C:\DSSdata\acquiconfig" โดยที่ค่าเริ่มต้นจะเก็บไว้ที่ "iniconfig.con" และค่าที่ผู้ใช้งานกำหนดจะอยู่ใน "dufaultconfig.con"

9.) Save Config :

คือ การบันทึกข้อมูล ณ ปัจจุบัน บนแผ่นดิสก์ โดยแนะนำให้บันทึกในรูปของไฟล์ " *.con " (* คือ ชื่อไฟล์ที่ตั้งไว้) และเก็บข้อมูลไว้ที่ "C:\DSSdata\acquiconfig"

10.) Set as Default Config :

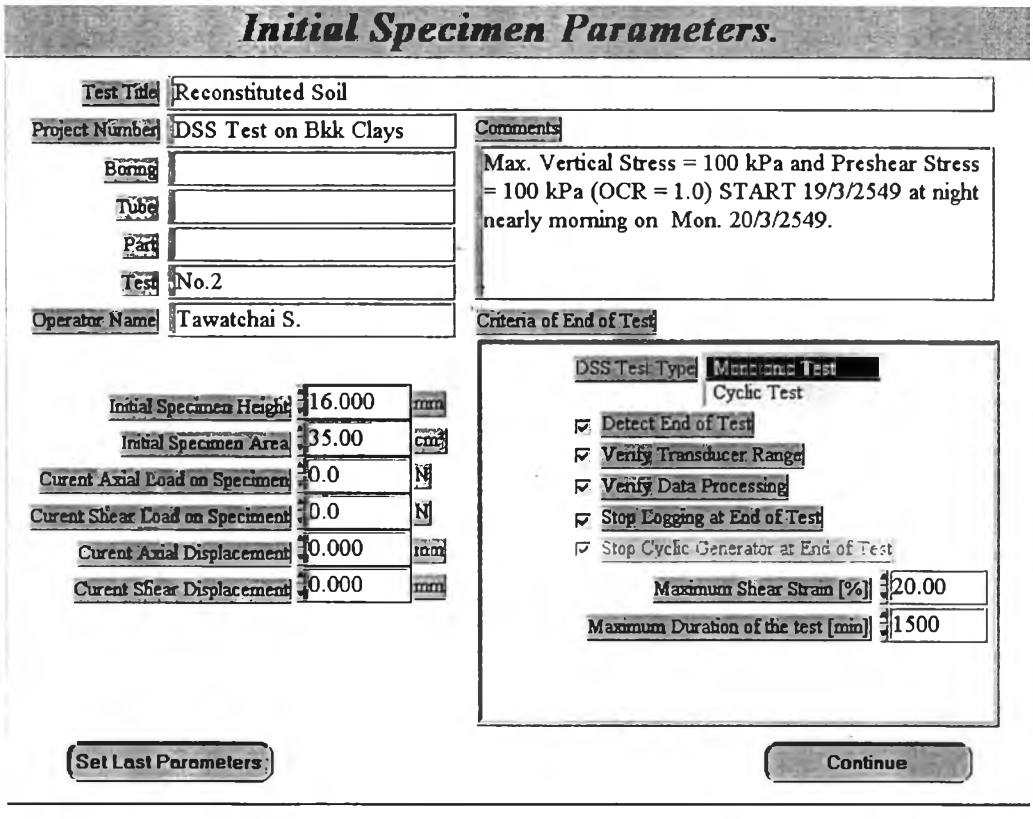
คือ การกำหนดค่าปัจจุบัน ให้เป็นค่าที่กำหนดสำหรับใช้งานครั้งต่อไปได้ ค่านี้จะแสดงทุกครั้งเมื่อเริ่มใช้โปรแกรม ข้อมูลของค่าใหม่ที่กำหนดจะถูกเก็บไว้ในชื่อไฟล์ว่า "dufaultconfig.con" และเก็บไว้ใน ไฟล์ข้อมูลที่ "C:\DSSdata\acquiconfig" ดังรูปที่ ซ-1

11.) Continue :

คือ หลังจากที่ป้อนข้อมูลต่างๆ เรียบร้อยแล้วก็คลิกปุ่มนี้ เพื่อทำงานในส่วนของหน้าจอถัดไป

3.4 หน้าจอที่สอง คือ Initial Specimen Parameters

วัตถุประสงค์ของ "Initial Specimen Parameters" ดังแสดงตัวอย่างหน้าจอในรูปที่ ซ-2 สำหรับป้อนข้อมูลของโครงการ, ตัวอย่างดินที่ทดสอบ, ค่าขนาดเริ่มต้นของตัวอย่างดิน และค่าเริ่มต้นของ consolidation load และขอบเขตของการสิ้นสุดการทดสอบได้แสดงไว้ในหน้าจอนี้



รูปที่ ซ-2 หน้าจอแสดงการกำหนดค่า Initial Specimen Parameters

จากรูปที่ ซ-2 ประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ หลายส่วน ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้

1.) Test Title :

คือ ให้ป้อนชื่อหัวข้อของการทดสอบของโครงการ ซึ่งสามารถใช้ตัวอักษรได้ทุกชนิดไม่จำกัด

2.) Project Number :

คือ หัวข้อโครงการที่ทำการทดสอบ ซึ่งจะแสดงผลอยู่ในหน้าจอ การแสดงผลการทดสอบที่ถูกบันทึกไว้ (recording files) พร้อมกับบันทึกลงคอมพิวเตอร์ สามารถใช้ตัวอักษรได้ทุกชนิด ยกเว้น /, \, : และ ; ไม่สามารถใช้ได้

3.) Boring :

คือ ชื่อของหลุมเจาะที่ ได้จากการเจาะดินในสนาม และจะแสดงผลในหน้าจอการแสดงผลการทดสอบที่ถูกบันทึกไว้ (recording files) พร้อมกับบันทึกลงคอมพิวเตอร์ สามารถใช้ตัวอักษรได้ทุกชนิด ยกเว้น /, \, : และ ; ไม่สามารถใช้ได้

4.) Tube :

คือ ชื่อชนิดกระบอกเก็บตัวอย่างดิน ว่าเก็บมาด้วยกระบอกเก็บตัวอย่างชนิดใด มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่าไรควรจะใส่ด้วย และจะแสดงผลในหน้าจอการแสดงผลการทดสอบที่ถูกบันทึกไว้ (recording files) พร้อมกับบันทึกลงคอมพิวเตอร์ สามารถใช้ตัวอักษรได้ทุกชนิด ยกเว้น /, \, : และ ; ไม่สามารถใช้ได้

5.) Part :

คือ ช่วงความลึกของตัวอย่างดิน ที่นำมาทดสอบ เช่น เก็บดินที่ระดับความลึก 14.0 – 15.5 เมตร มาทดสอบ และจะแสดงผลในหน้าจอการแสดงผลการทดสอบที่ถูกบันทึกไว้ (recording files) พร้อมกับบันทึกลงคอมพิวเตอร์ สามารถใช้ตัวอักษรได้ทุกชนิด ยกเว้น /, \, : และ ; ไม่สามารถใช้ได้

6.) Test :

คือ ชื่อประเภทของการทดสอบ เช่น การทดสอบการยุบอัดตัวคายน้ำ (consolidation) หรือ การทดสอบกระทำแรงเฉือนตัวอย่างดิน(shearing) และจะแสดงผลในหน้าจอการแสดงผลการทดสอบที่ถูกบันทึกไว้ (recording files) พร้อมกับบันทึกลงคอมพิวเตอร์ สามารถใช้ตัวอักษรได้ทุกชนิด ยกเว้น /, \, : และ ; ไม่สามารถใช้ได้

7.) Operator name :

คือ ชื่อของผู้ที่ทำการทดสอบ เช่น นายแอนดรู เจ วิตเทิลส์ เป็นต้น

8.) Comments :

คือ ข้อมูล หรือข้อเสนอที่ต้องการบอกเพิ่มเติมในการทดสอบ ที่น่าสนใจซึ่งสามารถใช้ตัวอักษรได้ทุกชนิดไม่จำกัด

9.) Initial Specimen Height :

คือ ความสูงของตัวอย่างเริ่มต้น หลังจากเตรียมตัวอย่างแล้ว ค่านี้มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร สามารถวัดได้จาก เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์แบบดิจิตอล ตอนเตรียมตัวอย่างดิน

โดยปกติแล้ว โดยความสูงที่ใช้ทดสอบจะอยู่ที่ประมาณ 16 มิลลิเมตร

10.) Initial Specimen Area :

คือ พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างที่ทำการทดสอบ ค่านี้จะขึ้นอยู่กับวงแหวนยางเสริมลวดเหล็ก (Reinforced membrane) ที่จะใช้ซึ่งมีหลายขนาด แต่ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้คือขนาด 35 ตารางเซนติเมตร

11.) Current Axial Load :

คือ แรงกดตามแนวดิ่ง ที่กระทำกับตัวอย่างขณะทดสอบ ค่านี้จะแสดงในหน่วยของ นิวตัน(N) และจะเพิ่มเข้าไปในค่าที่วัดได้ระหว่างการคำนวณหา ความเค้นอัด(axial stress) ให้ดูได้จากหัวข้อที่ 3.5 ดังจะได้อธิบายต่อไป

12.) Current Shear Load :

คือ ค่าแรงเฉือน ที่กระทำกับตัวอย่างขณะทดสอบ ค่านี้จะแสดงในหน่วยของ นิวตัน(N) และจะเพิ่มเข้าไปในค่าที่วัดได้ระหว่างการคำนวณหา ความเค้นเฉือน(shear stress) ให้ดูได้จากหัวข้อที่ 3.5 ดังจะได้อธิบายต่อไป

13.) Current Axial Displacement :

คือ ค่าการเคลื่อนตัว(ยุบตัว) ตามแนวแกนขณะทดสอบ ในตัวอย่างทดสอบวัดการเคลื่อนตัวเทียบจาก ด้านบน ระหว่างตอนเตรียมตัวอย่าง และการเริ่มต้นการทดสอบ ณ ปัจจุบัน ค่านี้จะแสดงในหน่วยของมิลลิเมตร และจะใช้ในการคำนวณเพื่ออ้างอิง ความ

สูงของตัวอย่างระหว่างการคำนวณ เรื่อง ความเครียดตามแนวแกน(axial strain) ให้ดูได้จากหัวข้อที่ 3.5 ดังจะได้อธิบายต่อไป

14.) Current Shear Displacement :

คือ ค่าการเคลื่อนตัวตามแนวราบขณะทดสอบ ในตัวอย่างทดสอบวัดการเคลื่อนตัวเทียบจาก ด้านล่าง ระหว่างตอนเตรียมตัวอย่าง และการเริ่มต้นการทดสอบ ณ ปัจจุบัน ค่านี้จะแสดงในหน่วยของมิลลิเมตร และจะใช้ในการคำนวณเพื่ออ้างอิงความสูงของตัวอย่างระหว่างการคำนวณ เรื่อง consolidation shear strain ให้ดูได้จากหัวข้อที่ 3.5 ดังจะได้อธิบายต่อไป

15.) Criteria of end of test :

คือ การกำหนดค่าเริ่มต้นของชนิดของสิ่งที่ต้องการควบคุมในการทดสอบ ดังรูปที่ ซ-3 ซึ่งสามารถเลือกชนิดของการทดสอบได้ 2 ชนิดการทดสอบ คือ แบบ monotonic หรือการทดสอบแบบ cyclic รวมถึงการกำหนดตัวควบคุมในการทดสอบ และสิ่งที่ต้องการให้โปรแกรมตอบสนองตามความต้องการของผู้ใช้

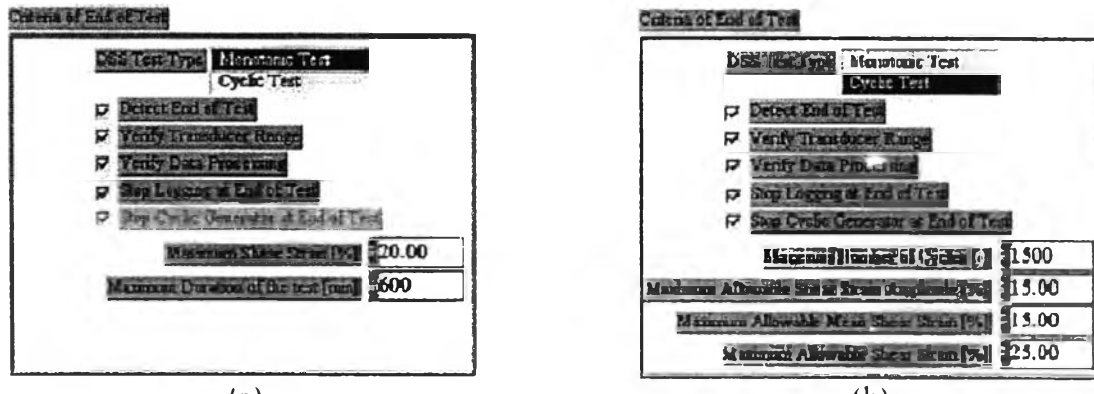
ในการตรวจสอบสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ซึ่งสามารถเลือกได้ เป็นอิสระดังรายการต่อไปนี้

- การตรวจสอบ การสิ้นสุดการทดสอบ
- การยืนยันของ ช่วงตัวแปลงสัญญาณ(transducer range)
- การยืนยันของการประมวลผลข้อมูล(data processing)

การตอบสนองของโปรแกรมทั้ง 3 ชนิดนี้ มีองค์ประกอบดังนี้

- แสดงหน้าจอข้อความเตือนอย่างน้อย 1 อย่าง ก่อนที่จะถึงค่าที่ตั้งไว้(จะทำงานเสมอ)
- หยุดบันทึกเหตุการณ์ (ข้อมูล) ในการวัดข้อมูล
- หยุดการทำงานของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าในการทดสอบแบบ cyclic (จะทำได้ก็ต่อเมื่อเป็นการทดสอบแบบ cyclic เท่านั้น)

การยืนยันนี้ เพียงแต่ดำเนินการในแต่ละครั้งของการ refreshing หน้าจอ โดยที่ความถี่ของการยืนยันนี้ จะเท่ากับ อัตราการกระตุ้นหน้าจอ(refreshing rate) เพื่อหลีกเลี่ยงการตอบสนองอันก่อนหน้านี้ของโปรแกรม ดังนั้นแนะนำว่า ควรจะเลือก refreshing rate กับ sampling rate มีค่าใกล้เคียงกัน



(a) (b)

รูปที่ ซ-3 กำหนดค่าเริ่มต้นที่ต้องการของการสิ้นสุดการทดสอบ

(a) Monotonic Test (b) Cyclic Test

16.) DSS Test Type :

คือ ชนิดของการทดสอบมี 2 แบบ ให้เลือก คือ การทดสอบแบบ monotonic และการทดสอบแบบ cyclic ดังรูปที่ ซ-3

17.) Detect End of Test : *มีอยู่ในทั้งการทดสอบแบบ monotonic และแบบ cyclic*

คือ การป้องกันที่ตั้งไว้ ในขณะสิ้นสุดการทดสอบว่าต้องการให้ทำงาน หรือไม่ทำงาน การป้องกันนี้ตั้งไว้แตกต่างกัน ระหว่างการทดสอบแบบ monotonic และ cyclic ซึ่งการทดสอบแบบ cyclic จะมีการป้องกันมากกว่าแบบ monotonic ดูได้จากรูปที่ ซ-3 ดังนี้

- สำหรับการทดสอบแบบ Monotonic โปรแกรมจะป้องกันอะไรบ้าง เมื่อสิ้นสุดการทดสอบ ประกอบด้วย

- เมื่อค่า ความเครียดเฉือน(shear strain) มากกว่าหรือเท่ากับความเครียดเฉือนมากที่สุด(maximum shear strain) ที่กำหนดไว้ตอนแรก

- เมื่อระยะเวลาของการทดสอบนี้ยาวนานเกินเวลาที่กำหนดไว้ตอนแรก

- สำหรับการทดสอบแบบ Cyclic โปรแกรมจะป้องกันอะไรบ้าง เมื่อสิ้นสุดการทดสอบ ประกอบด้วย

  - เมื่อกำหนด จำนวนรอบของการทดสอบแบบ cyclic ว่าต้องการให้ทำ

    การทดสอบกี่รอบ

  - เมื่อค่า ขนาดของความเครียดเฉือน(shear strain amplitude) ของการทดสอบรอบสุดท้าย มากกว่าหรือเท่ากับ ขนาดของความเครียดเฉือนมากที่สุด(maximum shear strain amplitude) ที่กำหนดไว้ตอนแรก

  - เมื่อค่า ความเครียดเฉือนกึ่งกลาง(mean shear strain) ระหว่างรอบสุดท้ายของการทดสอบ มากกว่าหรือเท่ากับที่กำหนดไว้ตอนแรก

  - เมื่อค่า ความเครียดเฉือน(shear strain) มากกว่าหรือเท่ากับความเครียดเฉือนมากที่สุด(maximum shear strain) ที่กำหนดไว้ตอนแรก

18.) Verify Transducer Range : *มีอยู่ในทั้งการทดสอบแบบ monotonic และแบบ cyclic*

คือ การกำหนดให้ค่าตัวแปลงสัญญาณ(transducer) ยังอยู่ในค่าที่กำหนดทำงาน หรือไม่ทำงานก็ได้ตามต้องการ ช่วงของค่านี้จะเท่ากับขีดจำกัดของค่าของตัวแปลงสัญญาณ(transducer) ที่แสดงไว้ในหน้าจอ "data acquisition parameters" (กลับไปดูรูปที่ ซ-1) คูณด้วยค่าสัดส่วนความปลอดภัย(safety factor) ซึ่งปกติจะอยู่ระหว่าง -10 โวลต์ ถึง +10 โวลต์ (กลับไปดูหัวข้อที่ 3.3)

19.) Verify Data Processing : *มีอยู่ในทั้งการทดสอบแบบ monotonic และแบบ cyclic*

คือ เพื่อกำหนดให้ป้องกันการคำนวณผิดพลาด เช่นการหารด้วย เลขศูนย์ เกิดขึ้นระหว่างการประมวลผลข้อมูล ว่าจะให้ทำงานหรือไม่ทำงาน

20.) Stop Logging at End of Test : *มีอยู่ในทั้งการทดสอบแบบ monotonic และแบบ cyclic*

คือ การบันทึกข้อมูลที่ได้จากการวัดเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ ว่าจะให้ทำงานหรือไม่

21.) Stop Cyclic Generator at End of Test : *มีเฉพาะการทดสอบแบบ cyclic เท่านั้น*

คือ หยุดการทำงานของ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าในการทดสอบแบบ cyclic เมื่อเกิดเหตุการณ์ 1 ใน 3 อย่างต่อไปนี้ คือ สิ้นสุดการทดสอบ, ตัวแปลงสัญญาณเกินค่าที่กำหนด และ เกิดความผิดพลาดในการประมวลผลข้อมูล การดำเนินการนี้จะทำเมื่อ เกิดการกระตุ้นหน้าจอ(screen refreshing)

22.) Maximum Shear Strain : *มีเฉพาะการทดสอบแบบ monotonic เท่านั้น*

คือ ค่าความเครียดเฉือนสูงสุดในการทดสอบแบบ Monotonic ถ้าเลือกข้อ 17 ให้ทำงาน โปรแกรมจะทำการตรวจสอบให้ ค่าความเครียดเฉือนยังอยู่ต่ำกว่าค่านี้ และค่านี้จะแสดงผลเป็น เปอร์เซ็นต์

23.) Maximum Duration of the Test : *มีเฉพาะการทดสอบแบบ monotonic เท่านั้น*

คือ ค่าระยะเวลาการทดสอบที่มากที่สุด ในการทดสอบแบบ Monotonic ถ้าเลือกข้อ 17 ให้ทำงาน โปรแกรมจะทำการตรวจสอบค่าระยะเวลาในการทดสอบตั้งแต่เริ่ม เกินกว่าค่าระยะเวลาในการทดสอบที่มากที่สุด ที่ได้ตั้งไว้หรือไม่ และค่านี้จะแสดงผลในหน่วยของ นาที

ดูรูปที่ ซ-3 (b) การทดสอบแบบ cyclic จะมีการกำหนดค่า ดังนี้

- Maximum Number of Cycles(สำหรับการทดสอบแบบ Cyclic) :

คือ ค่าจำนวนรอบมากที่สุดที่ต้องการสำหรับการทดสอบแบบ cyciic ถ้าเลือกข้อ 17(Detect End of Test) ให้ทำงาน โปรแกรมจะทำการตรวจสอบให้ จำนวนรอบของการทดสอบไม่เกินค่าที่กำหนดไว้ ซึ่งค่าที่ตั้งไว้ตอนแรกจะอยู่ที่ 15 รอบ

- Maximum Allowable Shear Strain Amplitude, % (สำหรับการทดสอบแบบ Cyclic) :

คือ ค่าขนาดความเครียดเฉือนสูงสุดที่ยอมให้ ในการทดสอบแบบ cyclic ถ้าเลือกข้อ 17(Detect End of Test) ให้ทำงาน โปรแกรมจะทำการตรวจสอบให้ ค่าขนาดความเครียดเฉือนของการทดสอบรอบสุดท้ายยังอยู่ต่ำกว่าค่านี้ และค่านี้จะแสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าที่ตั้งไว้ตอนแรกจะอยู่ที่ 15 เปอร์เซ็นต์

- Maximum Allowable Mean Shear Strain, % (สำหรับการทดสอบแบบ Cyclic) :

คือ ค่าความเครียดเฉือนสูงสุดเฉลี่ยที่ยอมให้ ในการทดสอบแบบ cyclic ถ้าเลือกข้อ 17(Detect End of Test) ให้ทำงาน โปรแกรมจะทำการตรวจสอบให้ ค่าความเครียดเฉือนกึ่งกลางของการทดสอบรอบสุดท้ายยังอยู่ต่ำกว่าค่านี้ และค่านี้จะแสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าที่ตั้งไว้ตอนแรกจะอยู่ที่ 15 เปอร์เซ็นต์

- Maximum Allowable Shear Strain, % (สำหรับการทดสอบแบบ Cyclic) :

คือ ค่าความเครียดเฉือนสูงสุดที่ยอมให้ ในการทดสอบแบบ cyclic ถ้าเลือกข้อ 17(Detect End of Test) ให้ทำงาน โปรแกรมจะทำการตรวจสอบให้ ค่าความเครียดเฉือนของการทดสอบทุกขณะยังอยู่ต่ำกว่าค่านี้ และค่านี้จะแสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าที่ตั้งไว้ตอนแรกจะอยู่ที่ 25 เปอร์เซ็นต์

24.) Set Last Parameters :

คือ การนำค่าพารามิเตอร์ที่เคยใช้ก่อนหน้านี้ ครั้งสุดท้ายมาใช้

25.) Continue :

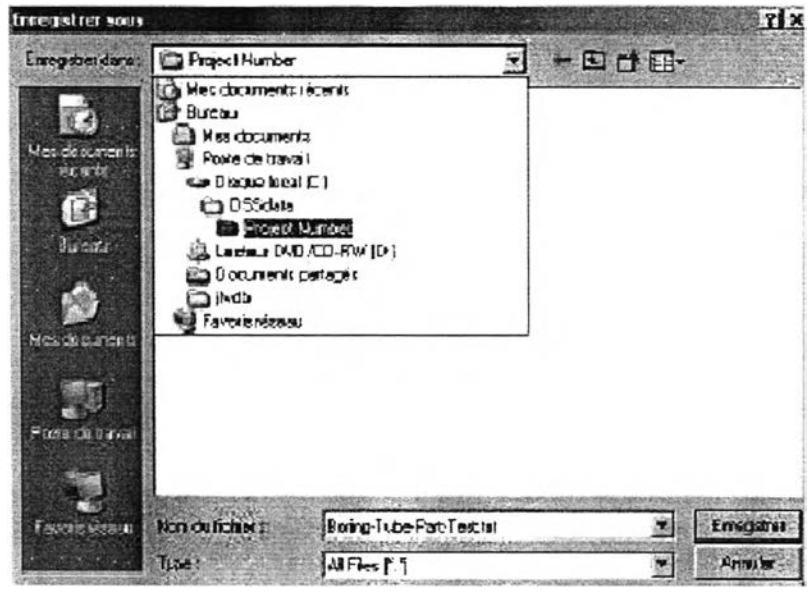
ปิดหน้าจอนี้ แล้วไปทำต่อที่หน้าจอถัดไป

3.5 **หน้าจอที่สาม คือ** Recording File

ก่อนที่จะเริ่มการบันทึกข้อมูล(data acquisition) จะต้องใส่ชื่อไฟล์ และตำแหน่งโฟลเดอร์ที่ต้องการจะบันทึกลงไปก่อน ดังหน้าจอในรูปที่ ซ-4

\Default directory\Project Number\Boring-Tube-Part-Test.txt

ถึงอย่างไรก็ตามเราสามารถที่จะเปลี่ยนชื่อ หรือโฟลเดอร์ที่บันทึกข้อมูลใน Hard disk เป็นอะไรก็ได้ตามที่ต้องการ



รูปที่ ซ-4 หน้าจอแสดงการบันทึกข้อมูล

ตัวอย่างผลการบันทึกข้อมูลแสดงไว้ดังรูปที่ ซ-5 ข้อมูลจะถูกเก็บในรูปของรหัส ASCII (American Standard Code for Information Interchange) ประกอบด้วย

- ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับการทดสอบ เช่น หัวข้อการทดสอบ,ชื่อโครงการ,การทดสอบลำดับที่เท่าไหร่ ฯลฯ
- พารามิเตอร์เริ่มต้นของตัวอย่างทดสอบ เช่น ความสูง, พื้นที่หน้าตัดตัวอย่างทดสอบ ฯลฯ และค่า consolidation stress และ consolidation strain
- พารามิเตอร์ของ acquisition เช่น sampling rate, calibration factors, zero value ฯลฯ

- การวัดในรูปของค่าทางกายภาพ เช่น แรงกระทำในแนวดิ่ง และ ในแนวราบ หรือ การเคลื่อนตัวในแนวดิ่ง หรือ ในแนวราบ

- กระบวนการประมวลผลข้อมูล เช่น ค่า vertical stress และ vertical strain, ค่าแรงดันน้ำเทียบเท่า

ค่าความเค้น และความเครียด ที่แสดงในไฟล์ข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้นั้น สามารถคำนวณมาจากสมการด้านล่างดังนี้คือ

- Shear consolidation strain $\gamma_H^{cons} = \frac{\Delta HD_0}{h_0 - \Delta VD_0}.100$ [%]

- Axial consolidation strain $\varepsilon_V^{cons} = \frac{\Delta VD_0}{h_0}.100$ [%]

- Shear consolidation stress $\tau_H^{cons} = \frac{\Delta HL_0}{A_0}$ [kPa]

- Axial consolidation stress $\sigma_V^{cons} = \frac{\Delta VL_0}{A_0}$ [kPa]

- Shear strain $\gamma_H = \frac{HD}{h_0 - \Delta VD_0}.100$ [%]

- Axial strain $\varepsilon_V = \frac{VD}{h_0 - \Delta VD_0}.100$ [%]

- Shear stress $\tau_H = \frac{HL + \Delta HL_0}{A_0}$ [kPa]

- Axial stress $\sigma_V = \frac{VL + \Delta VL_0}{A_0}$ [kPa]

- Pore pressure $u = -\frac{VL}{A_0}$ [kPa]

โดยที่

γ_H = shear strain

ε_V = vertical strain

τ_H = shear stress

σ_v = total vertical stress

u = deduced pore pressure

HD = horizontal displacement อ้างถึง zero value ใช้สำหรับตอน shearing ดู 3.6.3

VD = vertical displacement อ้างถึง zero value ใช้สำหรับตอน shearing ดู 3.6.3

HL = horizontal load อ้างถึง zero value ใช้สำหรับตอน shearing ดู 3.6.3

VL = vertical load อ้างถึง zero value ใช้สำหรับตอน shearing ดู 3.6.3

h_0 = ค่าความสูงเริ่มต้นของตัวอย่างทดสอบ

A_0 = พื้นที่หน้าตัดของตัวอย่างทดสอบ

ΔHD_0 = การเปลี่ยนรูปในแนวราบเริ่มต้นของตัวอย่างทดสอบ

ΔVD_0 = การเปลี่ยนรูปในแนวดิ่งเริ่มต้นของตัวอย่างทดสอบ

ΔHL_0 = แรงกดที่กระทำในแนวราบเริ่มต้นกับตัวอย่างทดสอบ

ΔVL_0 = แรงกดที่กระทำในแนวดิ่งเริ่มต้นกับตัวอย่างทดสอบ

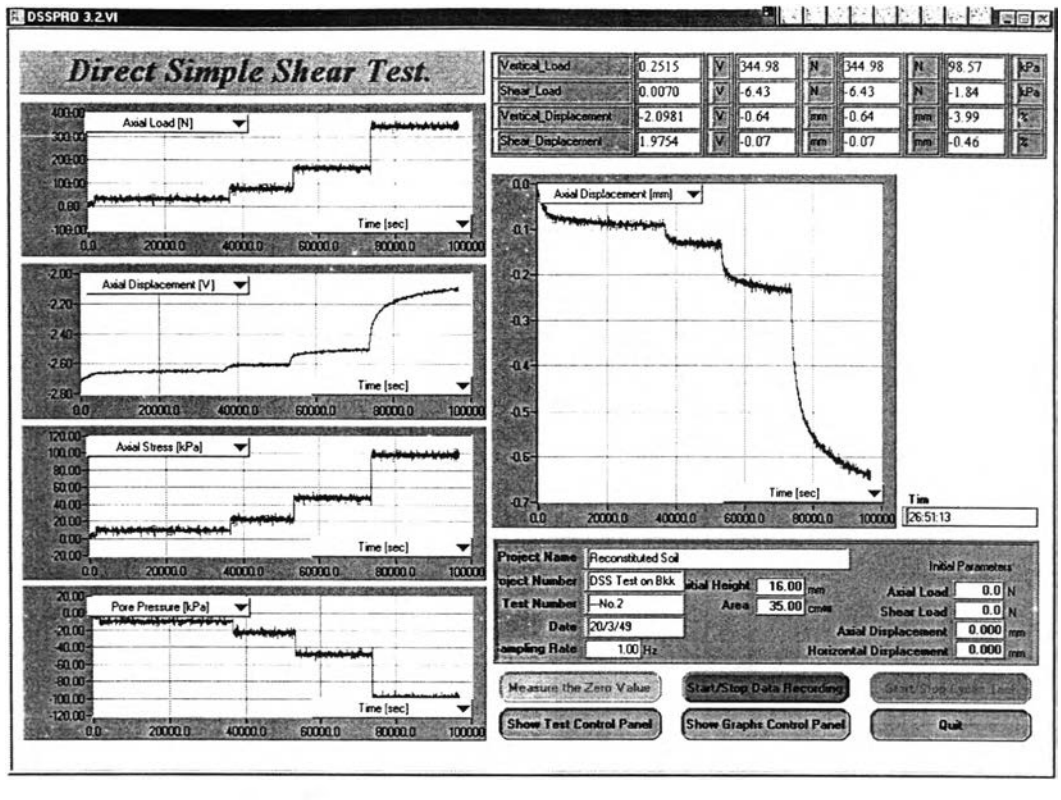
	Test_Title									
Project_number:	Project Number									
Test_number:	Boring-Tube-Part-Test									
Operator_Name:	AL									
Date:	11/05/2002	12:24								
Data_File:	C:\DSSdata\Project Number\Boring-Tube-Part-Test.tst									
Comments:	This is an example									
SPECIMEN_PARAMETERS										
Area of soil specimen:	36	cm²								
Height of soil specimen:	18	mm								
Initial_axial_load:	200	N								
Initial_shear_load:	0	N								
Initial axial displacement:	0	mm								
Initial shear displacement:	0	mm								
Axial consolidation stress:	57.14	kPa								
Shear consolidation stress:	0	kPa								
Axial consolidation strain:	0	%								
Shear consolidation strain:	0	%								
ACQUISITION_PARAMETERS										
Sampling_rate:	1	hz								
Calibration_Factors_is:										
Vertical_Load:	1									
Shear_Load:	1									
Vertical_Displacement:	1									
Shear_Displacement:	1									
Zero_values:										
	Vertical_Load	Shear_Load	Vertical_Displa	Shear_Displacement						
	0	2	3.45	0						
TEST_RESULTS										
Time_hscl	Vertical_Load [N]	Shear_Load_[N\	Vertical_Displacement_[mm]	Shear_Displacement [mm]	Horizontal_shear_strain [%]	Axial_strain_[%]	Horizontal_shear_stress_[k Pa]	Axial_normal_stress [kPa]	Pore_pressure [kPa]	
1	0	0	0	0	0	0	0	57.14286	0	
2	3.82717	0.5749	0	0.10162	0.6384	0	0.16427	58.23634	-1.09348	
3	1.89222	1.12083	0	0.20366	1.27281	0	0.32018	57.82836	-0.48349	
4	2.70836	1.83653	0	0.30547	1.90921	0	0.46815	57.81667	-0.77361	
5	2.08772	2.13008	0	0.4073	2.54581	0	0.60868	57.73935	-0.69649	
6	2.33658	2.99657	0	0.50912	3.18201	0	0.74188	57.81054	-0.66768	
7	2.19454	3.03932	0	0.61096	3.81842	0	0.88838	57.78987	-0.82701	
8	2.274	3.49963	0	0.71277	4.45482	0	0.98644	57.79257	-0.84971	
9	2.32282	3.85836	0	0.8148	5.09122	0	1.10239	57.80646	-0.8636	
10	2.43412	4.29687	0	0.91642	5.72763	0	1.21063	57.83832	-0.89548	

รูปที่ ซ-5 หน้าจอแสดง ไฟล์ที่บันทึกข้อมูล และข้อมูลต่างๆ

3.6 หน้าจอแสดงผลหลัก(Main Widows)

3.6.1 รายละเอียดทั่วๆ ไป

หน้าจอหลักของการแสดงการประมวลผลข้อมูล ของโปรแกรม DSSPRO 3.2 ได้แสดงไว้ดังรูปที่ ซ-6 สามารถที่จะดูผลการทดสอบ แบบ monotonic หรือ cyclic ได้แบบ real time ในหัวข้อถัดไปจะได้อธิบายถึงรายละเอียดของหน้าจอนี้ ทีละส่วนดังนี้



รูปที่ ซ-6 หน้าจอหลักที่จะแสดงระหว่างการทดสอบตลอดเวลาแบบ real time

3.6.2 **หน้าจอแสดงผลการวัดค่าในรูปแบบเชิงตัวเลข**(Numerical Measurement Display)

การวัดค่าในรูปแบบเชิงตัวเลข แสดงไว้ดังรูปที่ ซ-7 ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 4 แถว ดังนี้

Vertical_Load	0.2515	V	344.98	N	344.98	N	98.57	kPa
Shear_Load	0.0070	V	-6.43	N	-6.43	N	-1.84	kPa
Vertical_Displacement	-2.0981	V	-0.64	mm	-0.64	mm	-3.99	%
Shear_Displacement	1.9754	V	-0.07	mm	-0.07	mm	-0.46	%

รูปที่ ซ-7 หน้าจอแสดงผลแบบตัวเลข(Numerical display of measurement)

ช่องที่ 1 (แนวตั้ง) จะแสดงค่าในรูปของ แรงดันทางไฟฟ้า ที่วัดได้จากช่องสัญญาณแต่ละช่อง โดยจะแสดงในหน่วยของ โวลต์(V)

ช่องที่ 2 (แนวตั้ง) คือ การแปลงค่าในหน่วยของ โวลต์(V) จากช่องแรก มาเป็นหน่วยของแรงเป็น นิวตัน(N) หรือหน่วยของการเคลื่อนตัว เป็น มิลลิเมตร(mm.) สูตรที่ใช้ในการแปลงหน่วย คือ

$$MP = K(MV - ZV)$$

โดยที่ :

MP คือ ค่าที่แปลงอยู่ในหน่วยของค่าทางกายภาพ เช่น นิวตัน, มิลลิเมตร

MV คือ ค่าที่วัดได้ในหน่วย โวลต์

ZV คือ ค่าที่วัดได้ของ zero value ในหน่วย โวลต์ และ

K คือ ค่าปรับแก้ (calibration factor)

ช่องที่ 3 (แนวตั้ง) จะแสดงค่าแรงที่กระทำสุทธิ และการเคลื่อนตัวหรือเสียรูปของตัวอย่างทดสอบ เช่น ผลรวมของค่าที่วัดได้ และค่าเริ่มต้นที่กำหนดไว้โดยผู้ใช้งานในหน้าจอของ "Initial Specimen Parameters" กลับไปดูรูปที่ 2

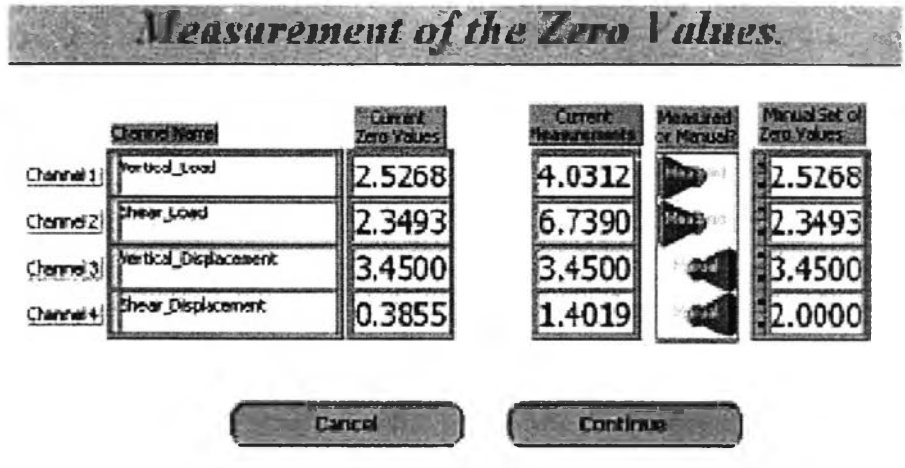
ช่องที่ 4 (แนวตั้ง) จะแสดงค่าที่วัดได้ในหน่วยทางวิศวกรรม(ความเค้น และความเครียด) โดยที่ค่าความเค้น และความเครียดนี้จะคำนวณจากสมการที่อธิบายไว้แล้วในหัวข้อ 3.5

3.6.3 การวัดหาค่า zero value (Measurement of zero value)

ก่อนที่จะเริ่มทำการทดสอบ Direct Simple Shear ทุกครั้ง จะต้องคลิกที่ปุ่ม "Measure Zero Value" เพื่อให้ ตัวแปลงสัญญาณ(transducer) แต่ละตัวอ่านค่าก่อน เป็นค่าเริ่มต้น โดยการคลิกที่ปุ่ม "Measure the zero value" ในรูปที่ ซ-6 หลังจากคลิกแล้วจะได้หน้าจอดังแสดงในรูปที่ ซ-8 ซึ่งค่า zero value นี้สามารถหาได้โดยตรงจากเครื่องวัด หรือจะกำหนดเองตอนเริ่มต้นก็ได้

ข้อควรจำ คือ ถ้ายังไม่มีการกำหนดค่า zero value หรือคลิกที่ปุ่มนี้ก่อน โปรแกรมจะไม่สามารถใช้งานได้ นั่นหมายความว่า ไม่สามารถคลิกที่ปุ่มเริ่มต้นการทำงาน "Start/Stop Data

Recording" และ "Start/Stop Cyclic Test" ได้ ในทางกลับกันถ้าคลิกเริ่มต้นการทำงานได้แล้ว จะไม่สามารถกลับไปตั้งค่า "Measure the zero values" ได้อีก



รูปที่ ซ-8 หน้าจอแสดง การวัดค่า Zero Value

ในหน้าจอ "Measure of the Zero Values" ที่แสดงในรูปที่ ซ-8 มีส่วนประกอบต่างๆ ดังจะได้อธิบายต่อไปนี้

Channel Name :

คือ รายการของช่องสัญญาณต่างๆ ตั้งแต่ช่องที่ 1 ถึง ช่องที่ 4 ตามอุปกรณ์ที่ต่อพ่วงจากตัวแปลงสัญญาณ (transducers)

Current Zero Values :

คือ การแสดงค่า zero value ของช่องสัญญาณ แต่ละช่องที่ใช้ในปัจจุบัน ค่านี้จะยังคงอยู่เสมอแม้ว่าจะคลิกปุ่ม Cancel ก็ตาม

Current Measurements :

คือ การแสดงค่าที่วัดได้ในปัจจุบัน ในหน่วยของ โวลต์(V)

Measured or Manual ? :

คือ การเลือกให้มีการวัดค่าปัจจุบันโดยใช้ค่าที่แสดงในช่องสัญญาณต่างๆ หรือกำหนดใหม่เองโดยผู้ใช้

Manual Set of Zero Values :

คือ ผู้ใช้สามารถที่จะกำหนดค่า zero values เองได้โดยการป้อนเข้าไปทางแป้นพิมพ์

Cancel :

คือ ปิดหน้าจอนี้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงของค่า zero values

Continue :

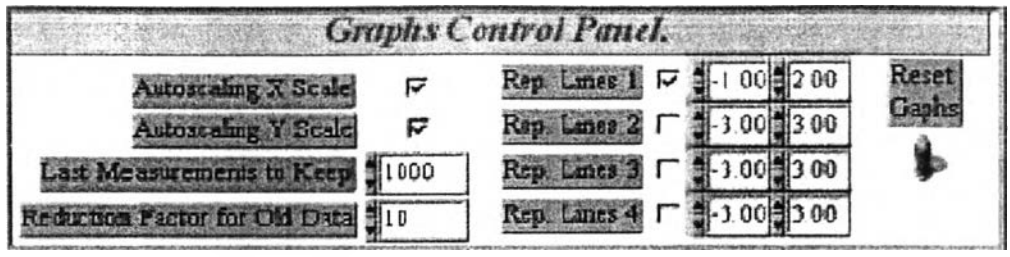
คือ ปิดหน้าจอนี้ หลังจากที่มีการเปลี่ยนแปลงค่า zero values ตามที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว เพื่อไปดำเนินการในหน้าจอถัดไป

จากรูปที่ ซ-8 ค่า zero value ของช่องสัญญาณที่ 1 และ 2 จะเท่ากับที่วัดได้ คือ 4.0312 โวลต์ และ 6.7390 โวลต์ ตามลำดับ ส่วนค่า zero value ในช่องที่ 3 ไม่ได้มีการเปลี่ยนแปลง คือ 3.4500 โวลต์ เท่าเดิม สุดท้ายค่า zero value ในช่องที่ 4 จะเป็นค่าที่กำหนดเองโดยผู้ใช้งาน จากการป้อนเข้าทางแป้นพิมพ์ คือ 2.0000 โวลต์

3.6.4 *กราฟ และการจัดการกับกราฟ*

ผลการทดสอบจะแสดงแบบ real time ในหน้าจอเป็น 5 กราฟ โดยด้านซ้ายของหน้าจอจะแสดงการอ่านค่าจากตัวแปลงสัญญาณ ทั้ง 4 ตัว ในหน่วยโวลต์ เทียบกับเวลา ส่วนกราฟด้านขวามือ จะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นเฉือนในแนวราบ(horizontal shear stress) ความเค้นอัดในแนวดิ่ง(vertical normal stress) ผู้ใช้สามารถปรับกราฟแต่ละกราฟให้เหมาะสมตามความต้องการได้ โดยคลิกปุ่มที่อยู่ใน drop down list box ด้านบนติดกับแกน Y และด้านล่างติดกับแกน X ตามลำดับ ได้โดยอิสระ ว่าต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าใด

นอกจากนี้ ยังสามารถควบคุม กราฟให้มีความแตกต่างจากรูปแบบเดิม เพิ่มเข้าไปได้อีก โดยคลิกที่ปุ่ม “Show Graphs Control Panel” ดังแสดงไว้ในรูปที่ ซ-9 ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบของกราฟได้ตามต้องการ แต่ถ้าเราคลิกที่ปุ่ม “Hide Graphs Control Panel” อีกครั้งหนึ่ง หน้าจอนี้ก็จะหายไป



รูปที่ ซ-9 หน้าจอแสดง Graph Control Panel

ในหน้าจอ "Graphs Control Panel" มีรายละเอียด ดังนี้

1.) Autoscaling X Scale :

คือ เป็นการกำหนดว่า ต้องการให้ปรับสเกลตามแนวแกน X เป็นแบบอัตโนมัติหรือไม่ ถ้าไม่คลิกในช่องนี้ สามารถที่จะปรับสเกลในแนวแกน X ได้อย่างอิสระ

2.) Autoscaling Y Scale :

คือ เป็นการกำหนดว่า ต้องการปรับสเกลตามแนวแกน Y เป็นแบบอัตโนมัติหรือไม่ ถ้าไม่คลิกในช่องนี้ สามารถที่จะปรับสเกลในแนวแกน Y ได้อย่างอิสระ

3.) Last Measurement to Keep :

คือ การกำหนดจำนวนค่าที่วัดได้ ว่าจะให้วาดลงในกราฟเท่าไร ค่านี้สามารถเลือกได้ตั้งแต่ 1 – 2000

4.) Reduction Factor for Old Data :

คือ ค่าปรับลด ของข้อมูลที่เก่ากว่าในข้อ 3.) "last measurements to keep" ยกตัวอย่างเช่น ถ้าค่าใน "last measurement to keep" เท่ากับ 1000 และถ้ามีการกำหนดค่า "Reduction Factor for Old Data" เท่ากับ 10 ดังนั้น 1000 ข้อมูลสุดท้ายที่วัดได้จะถูกนำมาวาดกราฟให้ และจะมีเพียง 1 ค่าใน 10 ค่าของข้อมูลเก่ากว่า 1000 เท่านั้นที่จะถูกวาดลงในกราฟ

ถ้าเรากำหนดให้ค่านี้เท่ากับ ศูนย์ แล้ว ข้อมูลเก่าจะไม่มีการนำมาวาดให้อีก จำนวนมากที่สุดที่สามารถวาดลงในกราฟแต่ละอันได้คือ 3000 ในกรณีที่ค่าอ่านสุดท้ายที่ต้องการจะเก็บ รวมกับข้อมูลเก่านี้เกินกว่า 3000 แล้ว ข้อมูลที่เก่าที่สุดก็จะไม่ถูกเก็บ การดำเนินการเหล่านี้ ขึ้นอยู่กับ ประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เราใช้งาน การที่จะวาดกราฟโดยใช้ข้อมูลจำนวนมากจะเปลืองทรัพยากรของเครื่องทำให้เครื่องทำงานมากเกินไป และอาจเป็นสาเหตุทำให้

เกิดการ block ของการประมวลผลข้อมูลได้ ดังนั้นจำนวนที่เหมาะสมที่ต้องการจะวาดลงบนกราฟนั้นจึงขึ้นอยู่กับ ประสิทธิภาพของเครื่องเป็นหลัก

5.) Rep. Lines 1 :

คือ การกำหนดเส้นอ้างอิง(ในกราฟจะเป็นเส้นสีแดง) ในแนวนอน 2 เส้น เหมือนเส้นขอบเขตบน และเส้นขอบเขตล่าง ของกราฟชุดที่ 1 ที่อยู่ด้านซ้ายมือ ตำแหน่งในแนวดิ่งของเส้นนี้สามารถที่จะปรับแก้ โดยเปลี่ยนค่าใน กล่องควบคุม 2 กล่อง บริเวณแกนของกราฟ ได้

6.) Rep. Lines 2 :

คือ การกำหนดเส้นอ้างอิง(ในกราฟจะเป็นเส้นสีแดง) ในแนวนอน 2 เส้น เหมือนเส้นขอบเขตบน และเส้นขอบเขตล่าง ของกราฟชุดที่ 2 ที่อยู่ด้านซ้ายมือ ตำแหน่งในแนวดิ่งของเส้นนี้สามารถที่จะปรับแก้ โดยเปลี่ยนค่าใน กล่องควบคุม 2 กล่อง บริเวณแกนของกราฟ ได้

7.) Rep. Lines 3 :

คือ การกำหนดเส้นอ้างอิง(ในกราฟจะเป็นเส้นสีแดง) ในแนวนอน 2 เส้น เหมือนเส้นขอบเขตบน และเส้นขอบเขตล่าง ของกราฟชุดที่ 3 ที่อยู่ด้านซ้ายมือ ตำแหน่งในแนวดิ่งของเส้นนี้สามารถที่จะปรับแก้ โดยเปลี่ยนค่าใน กล่องควบคุม 2 กล่อง บริเวณแกนของกราฟ ได้

8.) Rep. Lines 4 :

คือ การกำหนดเส้นอ้างอิง(ในกราฟจะเป็นเส้นสีแดง) ในแนวนอน 2 เส้น เหมือนเส้นขอบเขตบน และเส้นขอบเขตล่าง ของกราฟชุดที่ 4 ที่อยู่ด้านซ้ายมือ ตำแหน่งในแนวดิ่งของเส้นนี้สามารถที่จะปรับแก้ โดยเปลี่ยนค่าใน กล่องควบคุม 2 กล่อง บริเวณแกนของกราฟ ได้

9.) Reset Graphs :

คือ การลบข้อมูลทั้งหมดจาก กราฟ และลบหน่วยความจำของข้อมูลกราฟทั้งหมด

3.6.5 การควบคุมการทดสอบ(Test Control)

การควบคุมสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ดังนี้

ก) การควบคุมการบันทึกข้อมูล(Recording Control)

สามารถทำได้โดย คลิกที่ปุ่ม "Start/Stop Data Recording" ถ้าต้องการบันทึกข้อมูล หรือคลิกที่ปุ่มนี้ซ้ำอีกครั้งถ้าต้องการหยุดการบันทึกข้อมูลในการทดสอบ ลงใน Hard disk ค่าที่วัดได้ คือ การบันทึกข้อมูลทุกครั้งที่มีการกระตุ้นของหน้าจอ(refreshing of the screen)

จากหัวข้อ 3.6.3 ที่กล่าวมาข้างต้น ปุ่มนี้จะไม่สามารถใช้งานได้ ถ้ายังไม่ได้คลิกที่ปุ่ม เพื่อวัดค่า zero value เมื่อคลิกที่ปุ่ม "Start/Stop Data Recording" ในครั้งแรก เวลาจะถูกกำหนดให้เป็น ศูนย์ และข้อมูลทั้งหมดจะถูกลบออกจากกราฟก่อนเพื่อเตรียมรับข้อมูลค่าใหม่ หลังจากคลิกแล้ว ปุ่ม "Measure Zero Value" จะไม่ทำงาน คือ ไม่สามารถเลือก หรือเปลี่ยนแปลงได้อีกสำหรับค่า zero value

เมื่อเราคลิกปุ่มนี้อีกครั้งให้ปิด คือ ไม่ใช้งาน การบันทึกข้อมูลจะหยุดการทำงาน แต่ว่า logging time จะยังคงทำงานต่อไป ถ้าปุ่มนี้เกิดเปิดขึ้นมาอีกครั้ง การบันทึกข้อมูลก็จะเริ่มทำงานต่อจากที่ได้บันทึกมาก่อนหน้า และไม่มีการเปลี่ยนแปลง ใดๆ ในกราฟที่ได้วาดมาก่อนหน้า

ข) การควบคุมการทดสอบแบบ cyclic(Control of Cyclic Test)

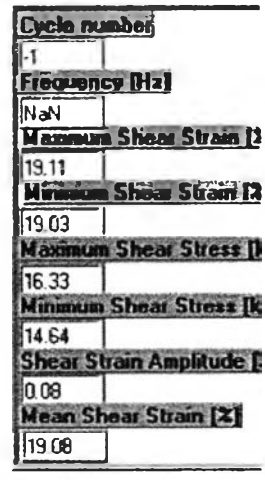
เมื่อคลิกที่ปุ่ม "Start/Stop Cyclic Test" ให้ทำงาน จะมีการส่งสัญญาณให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำหรับควบคุม เครื่องอัดลม(Air compressor) ให้ทำงาน เพื่อควบคุมระบบ Cyclic เมื่อปุ่มนี้เปิด แสดงว่าต้องการที่จะทำการทดสอบแบบ cyclic loading ที่ การกระตุ้นหน้าจอถัดไป (next screen refreshing) แต่ถ้าเราปิด สัญญาณจะรออยู่ในตำแหน่งที่ การกระตุ้นหน้าจอถัดไป จนกว่าจะกดปุ่มเปิดอีกครั้ง ก็จะทำงานต่อเหมือนเดิม

ปุ่มนี้จะไม่สามารถใช้งานได้ระหว่างการทดสอบแบบ monotonic หรือถ้าเรายังไม่คลิกเพื่อวัดหาค่า zero values เมื่อคลิกปุ่มนี้ในครั้งแรก เวลาจะถูกกำหนดให้เป็น ศูนย์ และข้อมูลทั้งหมดจะถูกลบออกจากกราฟก่อนเพื่อเตรียมรับข้อมูลค่าใหม่ ดังนั้นปุ่ม "Measure Zero Value" จะไม่ทำงาน และไม่สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงได้อีกสำหรับค่า zero value

ระหว่างการทดสอบแบบ cyclic จะมีหน้าจอแสดงไว้ดังรูปที่ ซ-10 แสดงค่าต่างๆ ดังจะได้อธิบายต่อไป ดังนี้

1.) Cycle Number :

คือ จะแสดงจำนวนรอบของรอบการทดสอบปัจจุบัน



รูปที่ ซ-10 หน้าจอแสดง พารามิเตอร์ในการทดสอบ ระหว่างการทดสอบแบบ Cyclic

2.) Frequency :

คือ การแสดงการคำนวณความถี่ของการทดสอบรอบสุดท้าย การดำเนินการนี้มาจากพื้นฐานของการวิเคราะห์สัญญาณที่วัดได้จากแรงในแนวราบ(horizontal load) ของ load cell เพื่อให้แน่ใจว่าเราพิจารณาความถี่ได้ถูกต้อง ผู้ใช้ควรจะตรวจสอบลักษณะของค่าสัญญาณ ว่าชัดเจน ไม่มีการรบกวนทางไฟฟ้า(electrical noise) ใดๆ

3.) Maximum Shear Strain :

คือ แสดงค่ามากที่สุดของความเครียดเฉือนที่วัดได้ระหว่างรอบสุดท้าย

4.) Minimum Shear Strain :

คือ แสดงค่าน้อยที่สุดของความเครียดเฉือนที่วัดได้ระหว่างรอบสุดท้าย

5.) Maximum Shear Stress :

คือ แสดงค่ามากที่สุดของความเค้นเฉือนที่วัดได้ระหว่างรอบสุดท้าย

6.) Minimum Shear Stress :

คือ แสดงค่าน้อยที่สุดของความเค้นเฉือนที่วัดได้ระหว่างรอบสุดท้าย

7.) Shear strain amplitude :

คือ แสดงค่าขนาดของความเครียดเฉือนที่พิจารณาจากการวัดระหว่างการทดสอบรอบสุดท้าย

8.) Mean Shear Strain :

คือ แสดงค่ากึ่งกลางของความเครียดเฉือนที่คำนวณจากข้อมูลในการวัดระหว่างการทดสอบรอบสุดท้าย

ค) การป้องกันเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ(Detection of end of test)

เมื่อการทดสอบเริ่มต้นขึ้น เช่น เมื่อเราคลิกที่ปุ่ม "Start/Stop Data Recording" และ/หรือ คลิกที่ปุ่ม "Start/stop Cyclic Test" โปรแกรมจะถูกควบคุมโดยอัตโนมัติ การดำเนินการทดสอบ อยู่บนพื้นฐานของ 3 องค์ประกอบ ประกอบด้วย

- การป้องกันเมื่อสิ้นสุดการทดสอบ อยู่บนพื้นฐานของพารามิเตอร์ ซึ่งกำหนดโดยผู้ใช้
- การตรวจสอบช่วงของตัวแปลงสัญญาณ(transducer range)
- การตรวจสอบการประมวลผลข้อมูล(data processing)

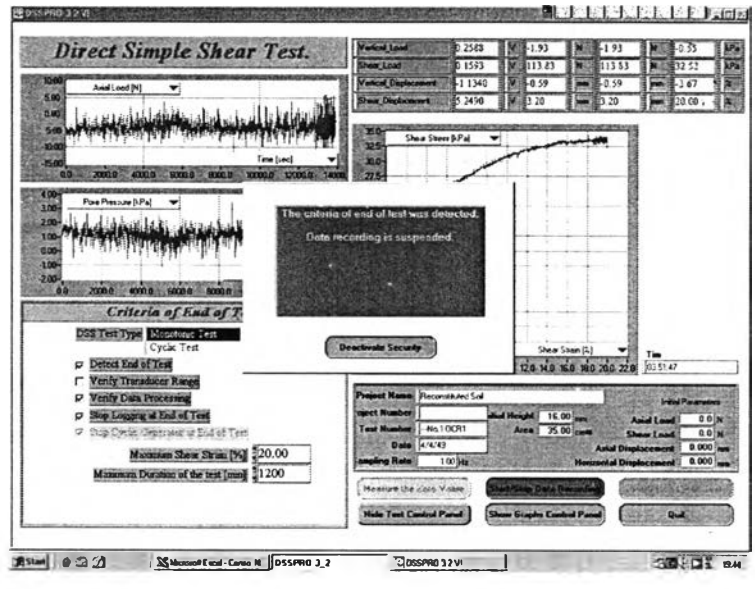
การตอบสนองของโปรแกรมมีแนวทางที่เป็นไปได้ใน 3 แนวทางคือ

- แสดงหน้าจอข้อความแจ้งว่า ค่าใดค่าหนึ่งอย่างน้อย 1 ค่า ถึงค่าที่ระบุไว้แล้ว(จะกระทำเสมอ เมื่อโปรแกรมทำงาน)
- หยุดการทำงาน(Stop logging) ของการวัด
- หยุดการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ที่จ่ายให้ตอนทดสอบแบบ cyclic (จะทำก็ต่อเมื่อมีการทดสอบแบบ Cyclic เท่านั้น)

การตรวจสอบ จะดำเนินการเมื่อมีการกระตุ้นของหน้าจอ(screen refreshing) ในแต่ละครั้ง ในกรณีที่หลีกเลี่ยงการตอบสนองของโปรแกรมอันก่อนหน้านี้ จะต้องเลือก refreshing rate ให้มีค่าใกล้เคียงกับ sampling rate

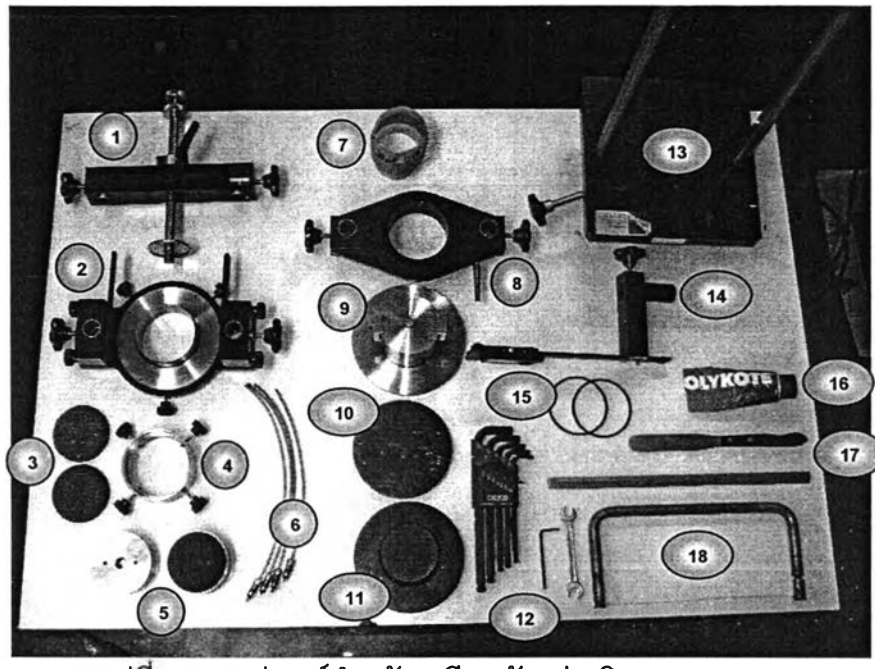
หน้าจอ "Criteria of end of test" สามารถที่จะแสดงได้ตลอดเวลาเมื่อใดก็ได้ สำหรับชนิดของการควบคุมที่ต้องการสำหรับการทดสอบ หน้าจอนี้ จะแสดงเมื่อ เราคลิกปุ่ม "Show Test Control Panel" สำหรับการกำหนดชนิดของการทดสอบซึ่งมีทั้งแบบ Monotonic และ Cyclic, สิ่งที่ต้องการให้ป้องกัน และความต้องการการตอบสนองของโปรแกรม กรุณากลับไปดูในหัวข้อที่ 3.4 อีกครั้ง ในรายละเอียดสำหรับหน้าจอนี้

เมื่อค่าที่วัดได้มาถึงเงื่อนไขที่กำหนด เช่น สิ้นสุดการทดสอบ, ค่าอ่านจากตัวแปลงสัญญาณเกินค่าที่กำหนดไว้ หรือเกิดความผิดพลาดในการประมวลผลข้อมูล หน้าจอ "Criteria of end of test" จะแสดงออกมา พร้อมข้อความแสดงสิ่งผิดปกติที่เกิดขึ้น ถ้าต้องการที่จะกำหนดค่าใหม่ให้คลิกปิดที่ปุ่ม "Start/Stop Data Recording" และ/หรือ คลิกปิดที่ปุ่ม "Start/stop Cyclic Test" ดังรูปที่ ซ-11 หน้าจอที่แสดงข้อความนี้ จะแสดงเมื่อค่าที่วัดได้มาถึงค่าที่กำหนดไว้ ตอนแรกซึ่งเป็นการตอบสนองของโปรแกรม และถ้าต้องการจะปิดหน้าจอนี้ ให้คลิกที่ปุ่ม "Deactivate Security" ถ้าปิดแล้วเราสามารถที่จะแก้ไขเงื่อนไขต่างๆ ใหม่ได้ ถ้าจำเป็น เช่น threshold values, type of test ฯลฯ



รูปที่ ซ-11 หน้าจอหลักแสดงข้อความเตือนถ้า ค่าวัดได้บางค่าเกินขอบเขตที่กำหนด

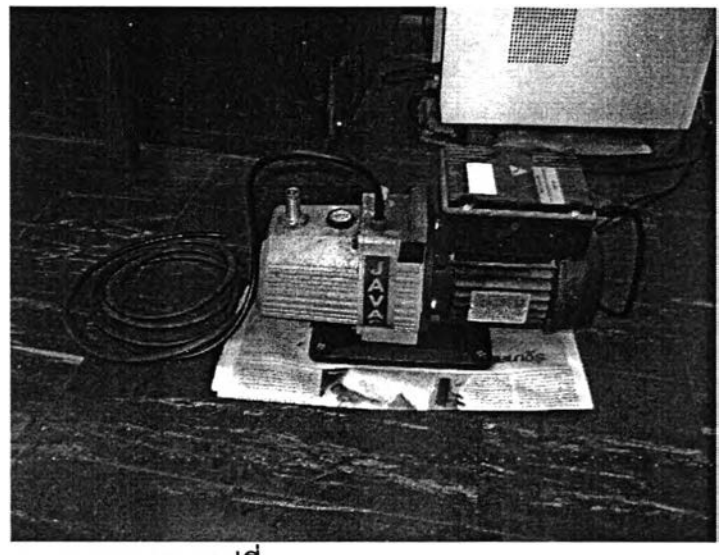
ภาคผนวก ฌ
รูปถ่ายเครื่องมือเตรียมดิน และเครื่องมือทดสอบ DSS



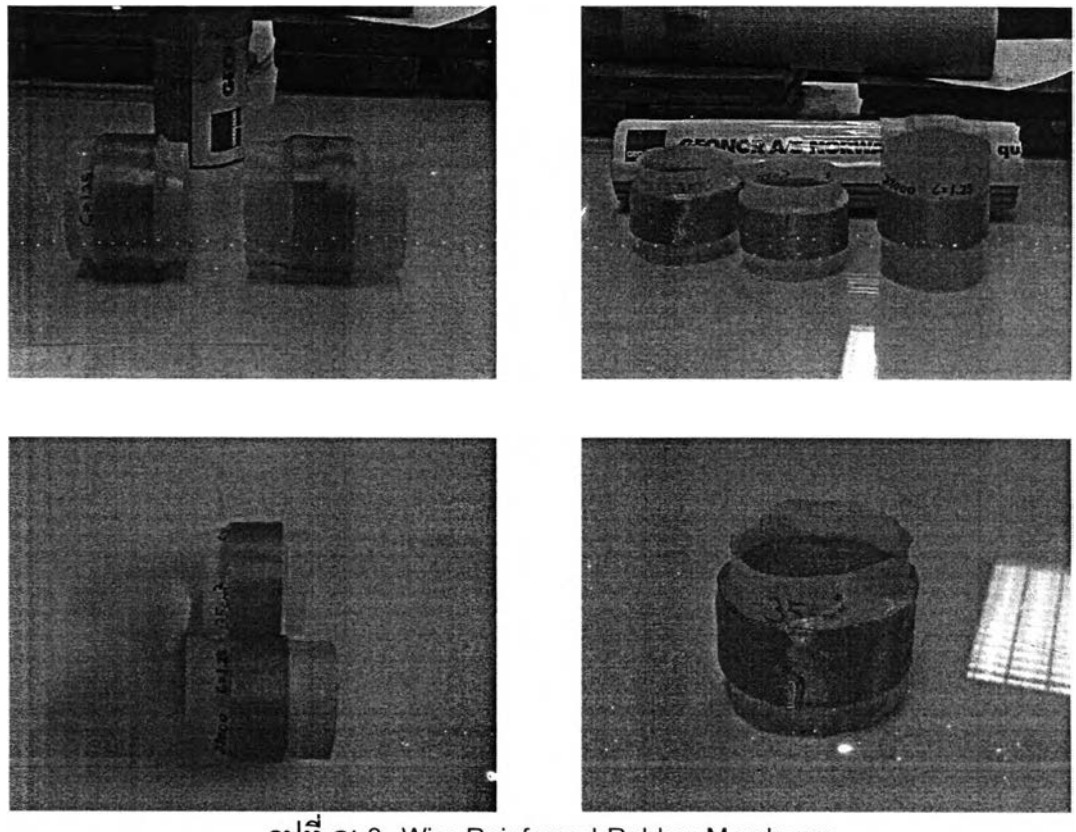
รูปที่ ฌ-1 อุปกรณ์สำหรับเตรียมตัวอย่างดิน 18 รายการ

จากรูปที่ ฌ-1 ประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้

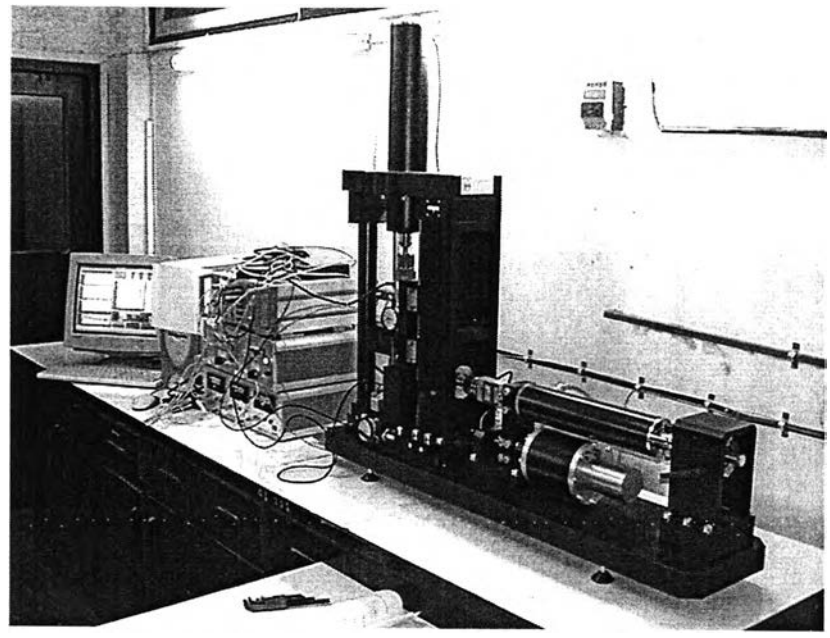
1) Top Yoke
2) Cutter Yoke
3) Porous Stone
4) Mounting Ring
5) Upper and Lower Filter Holder
6) Drainage Hose
7) Wire Reinforced Rubber Membrane
8) Rubber Membrane Expander Yoke
9) Sample Pedestal
10) Perspex Disc
11) Dummy Pedestal
12) ประแจหกเหลี่ยม และประแจปากตาย
13) Turntable
14) Caliper with Column Attachment
15) O-Rings
16) Light Oil or Grease
17) Spatula
18) Wire Saw



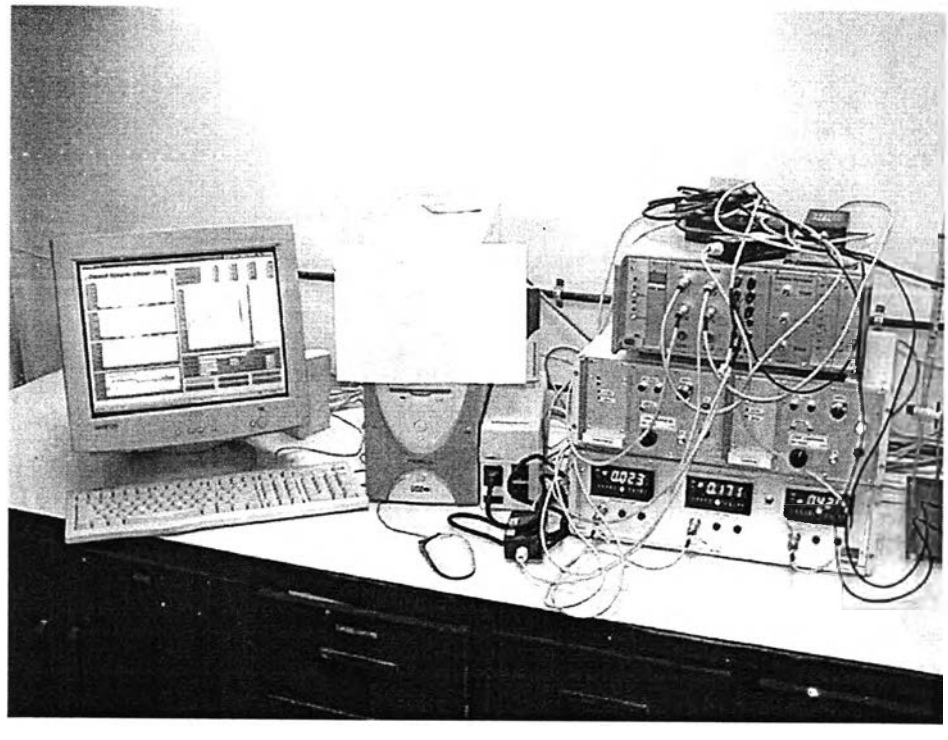
รูปที่ ฌ-2 Vacuum Pump



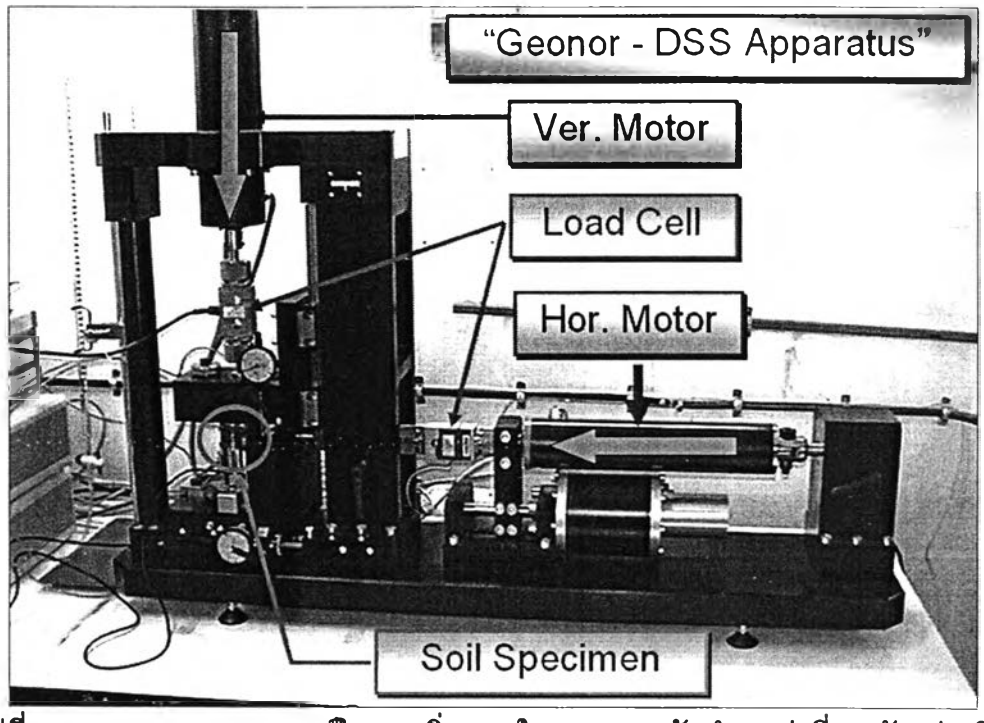
รูปที่ ฌ-3 Wire Reinforced Rubber Membrane



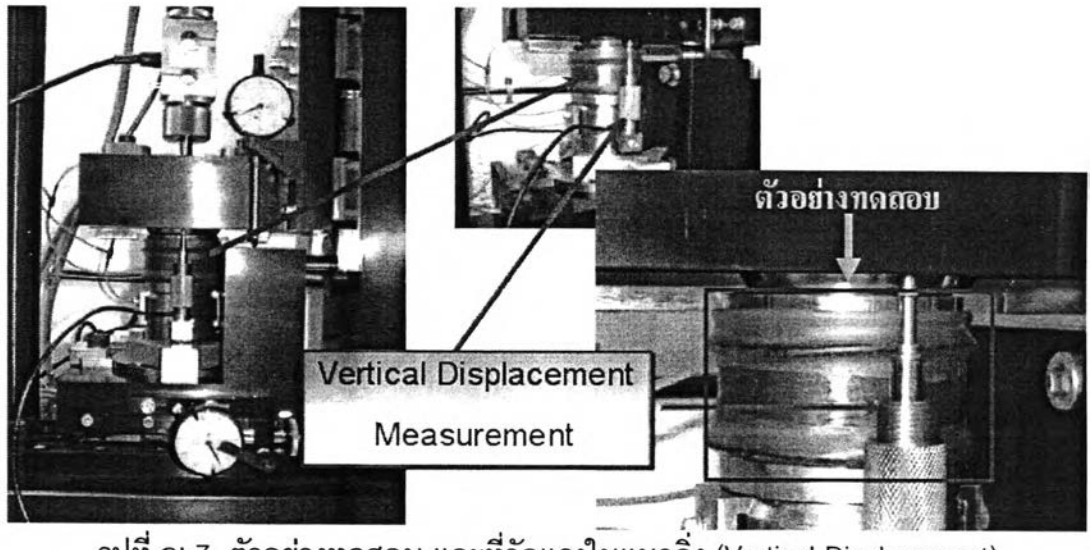
รูปที่ ฌ-4 ชุดเครื่องมือทดสอบการเฉือนแบบตรง



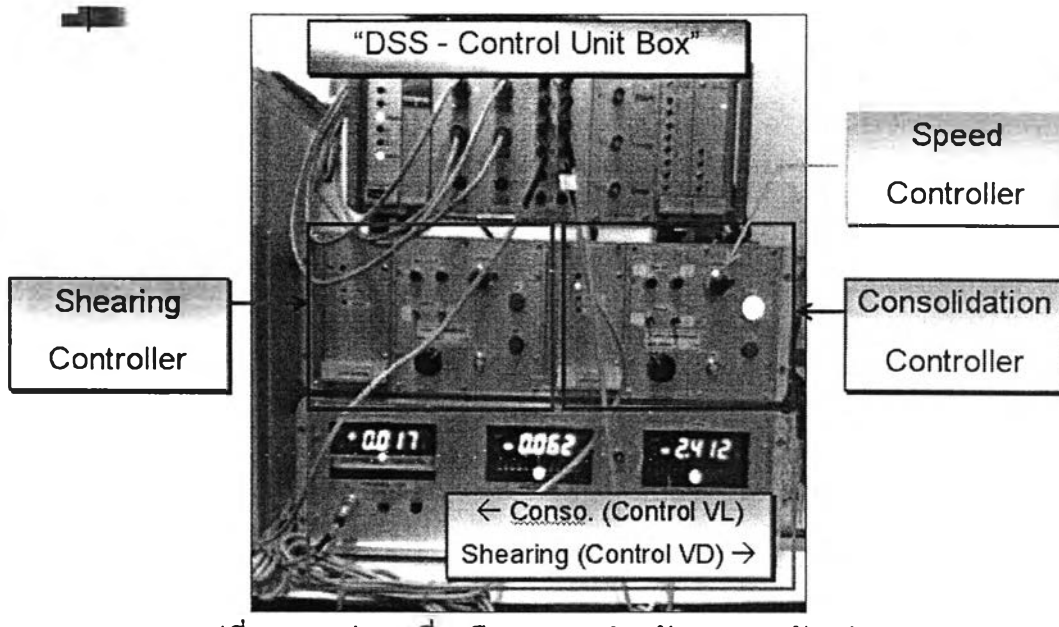
รูปที่ ฌ-5 คอมพิวเตอร์ และกล่องเครื่องมือควบคุมในการทดสอบ



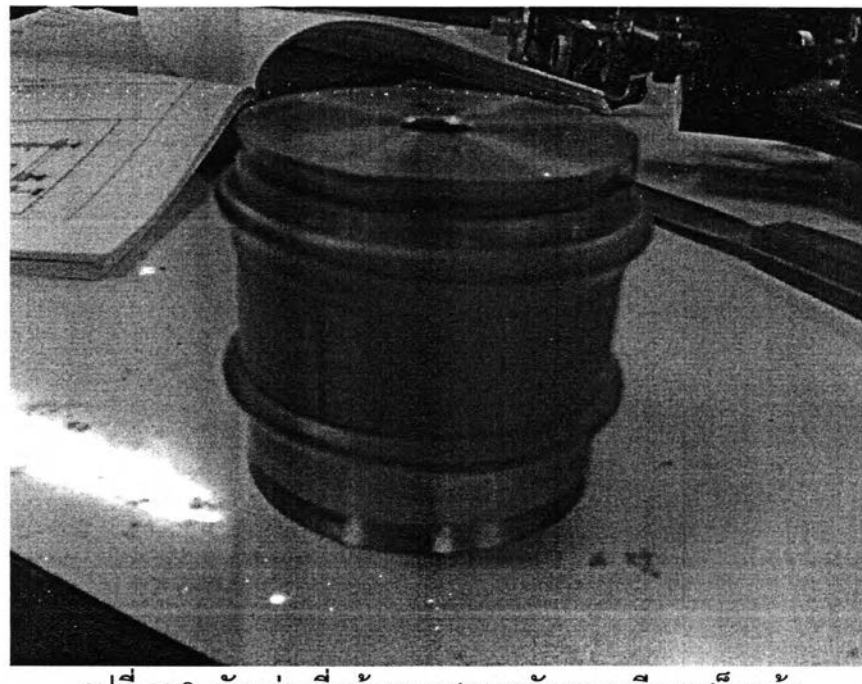
รูปที่ ฌ-6 Load Cell, มอเตอร์ในแนวดิ่ง และในแนวราบ กับตำแหน่งที่วางตัวอย่างดิน



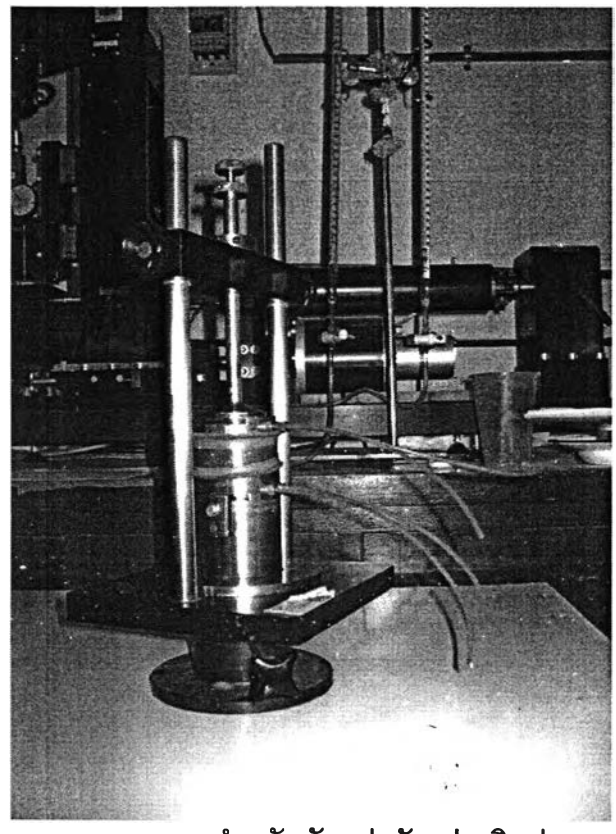
รูปที่ ฌ-7 ตัวอย่างทดสอบ และที่วัดแรงในแนวดิ่ง (Vertical Displacement)



รูปที่ ณ-8 กล่องเครื่องมือควบคุมสำหรับทดสอบตัวอย่าง



รูปที่ ณ-9 ตัวอย่างที่พร้อมทดสอบหลังจากเตรียมเสร็จแล้ว



รูปที่ ฌ-10 Turntable สำหรับตัดแต่งตัวอย่างดินก่อนทดสอบ
และสำหรับนำ Wire Reinforced Rubber Membrane ออกหลังจากทดสอบเสร็จ

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายธวัชชัย สังขะวิไล เกิดวันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2519 ที่กรุงเทพมหานคร และสำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา จากมหาวิทยาลัยรังสิต ปีการศึกษา 2539 และเข้าศึกษาต่อในสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2545

รางวัลทางวิชาการ และทุนการศึกษา (บางส่วน)

ระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ได้รับทุนการศึกษาตลอดหลักสูตร 4 ปี และได้รับเงินรางวัล พร้อมโลห์เกียรติยศและใบประกาศเกียรติคุณ รางวัลปริญญานิพนธ์ยอดเยี่ยม (งานวิจัยยอดเยี่ยม) ประจำปี 2540 จากองคมนตรี ฯพณฯ พลอากาศตรีกำธน สินธุวานนท์

ระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ได้รับทุนผู้ช่วยสอน ปี 2546 – 2548 จากคณะวิศวกรรมศาสตร์ และทุนผู้ช่วยวิจัย จากกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ของศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านวิศวกรรมแผ่นดินไหวและการสั่นสะเทือน คณะวิศวกรรมศาสตร์ และได้รับรางวัล นิสิตดีเด่นระดับบัณฑิตศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ปีการศึกษา 2547 จากคณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลงานทางวิชาการ (บางส่วน)

[1] Ukritchon B. and Sangkhawilai T. (2004) "Effect of Earthquake to Liquefaction Potential of Sand Layers in Bangkok Soil Profile" The Fifteenth Southeast Asian Geotechnical Conference (SEAGC,15th), Nov.22-26, The Sofitel Central Plaza Lad Phrao, Bangkok, pp.611 - pp.616

[2] Ukritchon B. and Sangkhawilai T. (2004) "An Efficient Finite Difference Method for One - Dimensional Consolidation of Multi-Clay Layers" The Seventeenth KKCNN Symposium on Civil Engineering, Dec.13-15 , Krungsri River Hotel, Ayuddhaya, Thailand pp.569 - pp.574

[3] บุญชัย อุกฤษฎชน และธวัชชัย สังขะวิไล (2548), "แนะนำพื้นฐานการใช้โปรแกรม PLAXIS" และ "ปฏิบัติการที่ 1 – ฐานรากตื้น" เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ การประยุกต์ใช้โปรแกรม PLAXIS ไฟไนต์เอลิเมนต์เพื่องานด้านวิศวกรรมธรณีเทคนิค, 3-4 มิถุนายน 2548 จัดโดยสาขาวิชาวิศวกรรมธรณีเทคนิค ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[4] บุญชัย อุกฤษฎชน และธวัชชัย สังขะวิไล (2546, 2547, 2548) "การวิเคราะห์พฤติกรรมกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มขณะเกิดแผ่นดินไหว (An Analysis of Piles Bearing Capacity Behavior when Subjected to Earthquake)" เอกสารประกอบการอบรม *การออกแบบโครงสร้างต้านทานแผ่นดินไหว ครั้งที่ 1, 2 และ 3* จัดโดยศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านวิศวกรรมแผ่นดินไหวและการสั่นสะเทือน (CU-EVR) ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รวม 74 หน้า

ประสบการณ์ทำงาน (บางส่วน)

1.) โครงการรถไฟฟ้าใต้ดินสายเฉลิมรัชมงคลส่วนเหนือ (รัชดา–บางซื่อ) ฝ่ายงานอุโมงค์ส่วนที่ 2 (IO Tunnel II) หน่วยงาน Obayashi Corporation ปีพ.ศ. 2541 – 2544 (ตั้งแต่เริ่มขุดเจาะ จนกระทั่งเจาะเสร็จ)

2.) โครงการก่อสร้างสนามบินสุวรรณภูมิ ส่วนงานก่อสร้างทางวิ่งและทางขับของสนามบินสุวรรณภูมิ (Airfield Pavement) IOT Joint Venture หน่วยงาน Obayashi Corporation ปี พ.ศ. 2547

สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย