

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- เจนยุกต์ โล่ห์วัชรินทร์, พงศธร สุนธิประสาธ, พัดชา หันตรา และ อัมภา ถังมณี, ความแม่นยำในการใช้สูตร Blow Count กับชั้นดินกรุงเทพฯ, รายงาน CE project. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.
- ปิณะ รุจิวิวัฒน์, มงคล เขียมกิจการ และ วิทิต ปานสุข, การควบคุมการก่อสร้างเสาเข็มตอกด้วยวิธี PDA, รายงาน CE project. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.
- พิทยา ทวีเลิศ. การประเมินการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีพลศาสตร์ในชั้นดินกรุงเทพฯและระยอง. วิทยานิพนธ์สำหรับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.
- สนิท พิพิธสมบัติ. สูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่ารับน้ำหนักของเสาเข็มที่ตอกในชั้นดินกรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์สำหรับบัณฑิตศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2523.
- สุรฉัตร สัมพันธ์รักษ์, การใช้และความน่าเชื่อถือของสูตร Pile Driving Formula เอกสารประกอบการบรรยายพิเศษ เสนอที่ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (เอกสารไม่ตีพิมพ์เผยแพร่)

### ภาษาอังกฤษ

- Abu-Kiefa, M. A. General regression neural networks for driven piles in cohesionless soils. J. Geotech. & Geoenv. Engrg., ASCE. 124, 12 (1998) : 1177-1185.
- Broms, B. B. Methods of Calculating the Ultimate Bearing Capacity of Piles-A Summary. Sols-Sols, 18-19 (1966) : 21-32.
- Coyle, H. M. and Reese, L. C. Load Transfer for Axially Loaded Piles in Clay. Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division. ASCE. 92, SM 2 (1966) : 1-26.
- Davisson, M. T. High Capacity Piles. Proceedings Lecture Series, Innovations in Foundation Construction. ASCE. The U. of Michigan, Ann Arbor, 1972.
- Fellenius B. H. The analysis of results from routine pile loading tests. Ground Engineering, 13, 6 (1980) : 19-31.

- Flood, I., & Kartam, N. Neural networks in civil engineering. I: Principles and understanding. Journal of Computing in Civil Engineering. ASCE, 8(2) (1994) : 131-148.
- Goh, A. T. C. Pile driving records reanalyzed using neural networks. J. Geotech. Engrg., ASCE, 122, 6 (1996) : 492-495.
- Lee, I. M. and Lee, J. H. Prediction of pile bearing capacity using artificial neural networks. Computers and Geotechnics. 18, 3 (1996) : 189-200.
- Meyerhof, G. G. The Ultimate Bearing Capacity of Foundations. Geotechnique, 2 (1951) : 301-332.
- Meyerhof, G. G. Bearing capacity and settlement of pile foundations. Journal of the Geotechnical Engineering Division. ASCE. 102, GT 3 (1976) : 197-228.
- Ng Kim Cheng. The construction problems and performance of large bored piles in second sand layer. AIT Master Thesis, 1983.
- Nordlund, R. L. Bearing capacity of piles in cohesionless soils. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division. ASCE. 89, SM 3 (1963) : 1-35.
- Peck, R. B. A Study of the Comparative Behavior of Friction Piles. Special Report No. 36, 1958.
- Peck, R. B., Hanson, W. E., and Thorburn, T. H. Foundation Engineering. 2<sup>nd</sup>. New York : John Wiley & Sons, 1974.
- Poulos, H.G. and Davis, E.H. Pile foundation analysis and design. New York : John Wiley & Sons, 1980.
- Shahin, M. A., Jaksa, M. B., and Maier, H. R. Artificial neural network applications in geotechnical engineering. <http://www.civeng.adelaide.edu.au/staff/mjaksa01/pdf/Ausgeo2001-Shahin.pdf> (2001).
- Teh, C. I., Wong, K. S., Goh, A. T. C., and Jaritngam, S. Prediction of pile capacity using neural networks. J. Computing in Civil Engineering, ASCE. 11, 2 (1997) : 129-138.
- Terzaghi, K. Theoretical Soil Mechanics. New York : John Wiley & Sons, 1943.


- Thasnanipan, N., Teparaksa W., Maung A. W., and Baskaran, G. Design, Construction and Behaviour of Bored Cast In-Situ Concrete Piles in Bangkok Sub Soil. Proceedings: Fourth International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering, March 9-12, Missouri, 1998.
- Van der Veen, C. The Bearing Capacity of a Pile. Proc., III ICOSOMEFE, Zurich, 2, 84-90, 1953.
- Vesic, A. S. Bearing capacity of shallow foundations. Foundation Engineering Handbook, H. F. Winterkorn and H.-Y. Fang (eds.). New York : Van Nostrand Reinhold., 121-147, 1975.
- Vesic, A. S. Design of Pile Foundations. National Cooperative Highway Research Program Synthesis of Highway Practice, 42, pp. 68, 1977.
- Whitaker, T. and Cooke, R. W. An Investigation of the Shaft and Base Resistance of Large Bored Piles on London Clay. Proceedings of the Symposium on Large Bored Piles, 7-49, London, 1966.
- Woodward, R. J., Lundgren, R. and Boitano, J. D. Pile Loading Tests in Stiff Clays. Proceedings 5<sup>th</sup> International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering. 2, 177-184, Paris, 1961.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ก

รายละเอียดของตัวแปรด้านเข้าของแบบจำลองเสถียรหมุดของแบบจำลอง MDP1

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ ก.1 ข้อมูลเสาเข็มตอกที่ใช้ในงานวิจัย

A (m <sup>2</sup> )	Perimeter (m)	L (m)	W Ram (T)	h (cm)	Hammer type	S	Pile Tip	Capacity (T)
0.2827	1.884	26	9	80	Hydraulic	0.21	SAND	213
0.2827	1.884	26	14	15	Hydraulic	0.17	SAND	500
0.1159	1.571	24.1	7.5	48	Hydraulic	0.42	SAND	220.0
0.1159	1.571	25.6	7.5	48	Hydraulic	0.44	SAND	215.0
0.1159	1.571	22.9	7	48	Hydraulic	0.49	SAND	218.0
0.2827	1.571	23.2	10	40	Hydraulic	0.54	SAND	210.0
0.1159	1.884	20.5	7	48	Hydraulic	0.45	SAND	275.0
0.1159	1.571	22.3	10	36	Hydraulic	0.31	SAND	218.0
0.1571	1.884	25.5	8	90	Hydraulic	0.04	SAND	478
0.1571	1.884	24	9	90	Hydraulic	0.35	SAND	490
0.1571	1.884	20	8	70	Hydraulic	0.03	CLAY	325.0
0.1159	1.571	30	10	100	Hydraulic	0.13	CLAY	237.5
0.2564	2.513	28	10	120	Hydraulic	0.03	CLAY	283.3
0.1571	1.884	30	7	80	Hydraulic	0.08	CLAY	170.0
0.1571	1.884	30	7	80	Hydraulic	0.01	CLAY	180.0
0.1571	1.884	30	7	80	Hydraulic	0.06	CLAY	174.0
0.582	0.9424	32	4.37	50	Drop Hammer	0.02	CLAY	78.4
0.582	0.9424	31	4.37	50	Drop Hammer	0.1	CLAY	54.5
0.1571	1.884	33	7	80	Hydraulic	0.12	CLAY	287.5
0.2756	2.1	32	9.3	80	Drop Hammer	0.03	CLAY	414.6
0.2025	1.8	32	9.3	60	Drop Hammer	0.04	CLAY	352.4
0.1225	1.4	32	9.41	50	Drop Hammer	0.05	CLAY	270.0
0.033	1.06	15	4.2	20	Drop Hammer	0.17	CLAY	8.9
0.033	1.06	22.5	4.2	20	Drop Hammer	0.13	CLAY	13.1
0.1571	1.884	38	7	80	Hydraulic	0.12	CLAY	110.5
0.0404	1.2	21	4.5	30	Drop Hammer	0.14	CLAY	90.0
0.0404	1.2	16	4.7	40	Drop Hammer	0.08	CLAY	90.0
0.0404	1.2	16	4.7	30	Drop Hammer	0.44	CLAY	40.0

A (m <sup>2</sup> )	Perimeter (m)	L (m)	W Ram (T)	h (cm)	Hammer type	S	Pile Tip	Capacity (T)
0.0545	1.4	20	3.4	50	Drop Hammer	0.14	CLAY	90.0
0.0545	1.4	20	5	30	Drop Hammer	0.05	CLAY	107.0
0.0929	1.4	20	5	90	Drop Hammer	0.07	CLAY	112.5
0.0929	1.64	22	4.7	30	Drop Hammer	0.11	CLAY	84.0
0.1233	1.8	23	4	30	Drop Hammer	0.04	CLAY	175.0
0.1225	1.4	21	3.5	60	Drop Hammer	0.1	CLAY	130.0
0.1225	1.4	21	4.3	40	Drop Hammer	0.05	CLAY	150.0
0.1225	1.4	21	4.7	60	Drop Hammer	0.14	CLAY	170.0
0.1225	1.4	23	5.2	80	Drop Hammer	0.07	CLAY	200.0
0.0879	1.79	25	9.1	35	Drop Hammer	0.03	SAND	223
0.12417	1.83	25	9.1	35	Drop Hammer	0.02	SAND	253.4
0.0582	1.09	27	6	50	Drop Hammer	0.03	SAND	188.9
0.1159	1.571	27	6	60	Drop Hammer	0.2	SAND	297.4
0.1159	1.571	27	6	60	Drop Hammer	0.02	SAND	294.7
0.1159	1.571	27	6	50	Drop Hammer	0.05	SAND	292.3
0.1159	1.571	27	6	50	Drop Hammer	0.1	SAND	296.1
0.1159	1.571	27	6	60	Drop Hammer	0.02	SAND	272
0.0879	1.83	25	9.1	35	Drop Hammer	0.03	SAND	234.7
0.12417	1.09	25	9.1	35	Drop Hammer	0.3	SAND	256.1
0.0766	1.257	25	8	50	Drop Hammer	0.02	SAND	223
0.1159	1.571	27	6	60	Drop Hammer	0.1	SAND	263
0.1159	1.571	25	6	60	Drop Hammer	0.02	SAND	241.4
0.1159	1.571	25	8	50	Drop Hammer	0.03	SAND	242.7
0.1571	1.884	28	8.75	70	Drop Hammer	0.03	SAND	329.4
0.1571	1.884	28	8.75	70	Drop Hammer	0.03	SAND	306.8
0.1571	1.884	28	8.75	70	Drop Hammer	0.03	SAND	327.8
0.1571	1.884	28	8.75	70	Drop Hammer	0.2	SAND	309.6
0.1571	1.884	28	8.75	70	Drop Hammer	0.2	SAND	315
0.048	0.9424	27	6	30	Drop Hammer	0.03	SAND	148.9


A (m <sup>2</sup> )	Perimeter (m)	L (m)	W Ram (T)	h (cm)	Hammer type	S	Pile Tip	Capacity (T)
0.048	0.9424	27	6	30	Drop Hammer	0.02	SAND	150.6
0.0582	1.1	27	6	50	Drop Hammer	0.3	SAND	197.9
0.0879	1.83	25	8.5	35	Drop Hammer	0.03	SAND	235.2
0.12417	1.09	25	9.1	35	Drop Hammer	0.07	SAND	284.4
0.0879	1.83	25	9.1	30	Drop Hammer	0.04	SAND	227.4
0.12417	1.09	25	9.1	35	Drop Hammer	0.02	SAND	278.3
0.1225	1.4	28	5.65	60	Drop Hammer	0.03	SAND	154.5
0.16	1.6	24	8	100	Drop Hammer	0.02	SAND	188
0.1571	1.884	28	7	80	Drop Hammer	0.1	SAND	295.65
0.2564	2.5132	44	12	100	Drop Hammer	0.08	SAND	1100
0.12417	1.83	31	8.66	60	Drop Hammer	0.06	SAND	222.5
0.1159	1.571	33	8	90	Drop Hammer	0.3	SAND	464
0.1159	1.571	33	8	80	Drop Hammer	0.03	SAND	467.8
0.1159	1.571	33	8	80	Drop Hammer	0.03	SAND	449.7
0.067	1.49	21	4	30	Hydraulic	0.04	SAND	81.7
0.0766	1.257	35	8	50	Drop Hammer	0.06	SAND	259
0.1159	1.571	33	8	60	Drop Hammer	0.05	SAND	275.86
0.093	1.413	33	8	55	Drop Hammer	0.04	SAND	256.06
0.0766	1.257	36	8	70	Drop Hammer	0.05	SAND	342.8
0.1159	1.571	36	8	80	Drop Hammer	0.05	SAND	324
0.0766	1.257	33	8	50	Drop Hammer	0.05	SAND	292.86
0.2564	2.5132	28	14	90	Drop Hammer	0.06	SAND	790
0.2564	2.513	36	9	100	Hydraulic	0.45	SAND	500.0
0.0766	1.257	27	6	50	Hydraulic	0.34	SAND	200.0
0.0766	1.257	28	6.04	50	Hydraulic	0.31	SAND	210.0
0.1571	1.884	31	7	45	Hydraulic	0.6	CLAY	450.0
0.16	1.6	24	6	70	Hydraulic	0.2	CLAY	235.0
0.1225	1.4	28	5.4	70	Hydraulic	0.45	SAND	200.0
0.067	1.49	19	12	30	Hydraulic	0.1	CLAY	101.0



A (m <sup>2</sup> )	Perimeter (m)	L (m)	W Ram (T)	h (cm)	Hammer type	S	Pile Tip	Capacity (T)
0.2564	2.513	34	10	126	Hydraulic	0.6	SAND	630.0
0.1571	1.884	30	7	60	Hydraulic	0.24	SAND	345.0
0.16	1.6	27	6	120	Drop Hammer	0.55	SAND	105.0
0.12417	1.83	25	6	40	Drop Hammer	0.34	CLAY	135.0
0.1571	1.884	34	8.2	100	Hydraulic	0.23	SAND	276.0
0.0766	1.257	25	6.3	80	Hydraulic	0.2	SAND	136.0
0.4225	2.6	23	7.34	100	Hydraulic	0.2	CLAY	420.0
0.2025	1.8	23	6.7	60	Hydraulic	0.1	SAND	225.0
0.09	1.2	22	5.3	35	Drop Hammer	0.25	CLAY	110.0
0.0518	1.24	20	6	25	Drop Hammer	0.15	SAND	82.0
0.16	1.6	26.5	6	100	Hydraulic	0.4	SAND	128.0
0.16	1.6	26.5	6	100	Hydraulic	0.45	SAND	119.0
0.16	1.6	25	5.3	50	Hydraulic	0.14	SAND	146.0
0.1571	1.884	30.4	7	60	Hydraulic	0.8	SAND	358.0
0.0879	1.83	24	5.5	50	Hydraulic	0.21	SAND	155.0
0.16	1.6	24	5.4	35	Hydraulic	0.3	CLAY	286.0
0.2564	2.513	30	12	60	Hydraulic	0.15	SAND	242.0
0.16	1.6	23.45	8.8	90	Hydraulic	0.2	SAND	102.0
0.1571	1.884	24.3	10	114	Hydraulic	0.35	SAND	359.0
0.067	1.49	22	4	40	Drop Hammer	0.2	CLAY	100.0
0.0766	1.257	29.03	5	50	Hydraulic	0.26	SAND	200.0
0.0766	1.257	29.15	5	50	Hydraulic	0.31	SAND	196.0
0.067	1.49	23.32	4.5	30	Drop Hammer	0.33	CLAY	90.0
0.16	1.6	23.1	9.7	40	Drop Hammer	0.13	SAND	330.0
0.0879	1.83	22	5	50	Hydraulic	0.3	CLAY	130.0
0.0518	1.24	20	5	50	Hydraulic	0.3	CLAY	77.0
0.15	2.19	26.5	7.5	50	Hydraulic	0.33	SAND	213.0
0.1159	1.571	21	7	50	Drop Hammer	0.56	CLAY	123.0
0.16	1.6	20	8	60	Hydraulic	0.1	SAND	238.0

A (m <sup>3</sup> )	Perimeter (m)	L (m)	W Ram (T)	h (cm)	Hammer type	S	Pile Tip	Capacity (T)
0.12417	1.83	21	7.9	50	Hydraulic	0.66	SAND	199.0
0.1225	1.4	21	4.8	30	Hydraulic	0.15	SAND	143.0
0.582	0.9424	25	4.2	40	Hydraulic	0.6	SAND	165.0
0.582	0.9424	26	4.5	40	Hydraulic	0.1	CLAY	196.0
0.0518	1.24	22	3.8	30	Drop Hammer	0.24	CLAY	100.0
0.09	1.2	23	5	50	Drop Hammer	0.2	CLAY	182.0
0.0879	1.83	21	3.7	45	Drop Hammer	0.38	CLAY	185.0
0.1571	1.884	30	8	100	Drop Hammer	0.42	CLAY	386.0
0.0545	1.4	22	4.2	40	Drop Hammer	0.9	SAND	85.0
0.1159	1.571	26	8	80	Drop Hammer	0.48	CLAY	260.0
0.0766	1.257	24	6	60	Drop Hammer	0.25	SAND	300.0
0.1571	1.884	26	4.2	40	Drop Hammer	0.1	CLAY	220.0
0.2349	2.28	21	8	80	Drop Hammer	0.16	SAND	220.0
0.0879	1.83	21	6	60	Drop Hammer	0.25	CLAY	140.0
0.582	0.9424	25	8	120	Drop Hammer	0.35	CLAY	220.0
0.1571	1.884	32	10	100	Drop Hammer	0.8	SAND	318.0
0.275625	2.1	30	8	50	Drop Hammer	0.35	SAND	125.0
0.2025	2.39	30	8	70	Drop Hammer	0.15	SAND	422.0
0.1225	1.4	24	4.5	50	Drop Hammer	0.4	CLAY	109.0
0.275625	2.1	27	8.3	50	Drop Hammer	0.58	SAND	365.0
0.1159	1.571	28	8	100	Drop Hammer	0.85	CLAY	205.0
0.067	1.49	15.5	4.2	30	Drop Hammer	0.6	SAND	50.0
0.0518	1.24	15.5	4.2	30	Drop Hammer	0.7	SAND	49.0
0.16	1.6	24.5	5.2	60	Drop Hammer	0.15	CLAY	182.0
0.1225	1.4	24	7	30	Drop Hammer	0.25	SAND	165.0
0.1225	1.4	23	7	30	Drop Hammer	0.32	SAND	160.0
0.0879	1.83	32.5	5.7	40	Drop Hammer	0.25	SAND	156.0
0.1159	1.571	24	2.5	18	Drop Hammer	0.19	CLAY	220.0
0.067	1.49	24.85	4.2	40	Drop Hammer	0.33	CLAY	84.0

A (m <sup>2</sup> )	Perimeter (m)	L (m)	W Ram (T)	h (cm)	Hammer type	S	Pile Tip	Capacity (T)
0.12417	1.83	23	5	60	Drop Hammer	0.38	CLAY	270.0
0.2025	1.8	30	9	40	Hydraulic	0.07	SAND	150.0
0.067	1.49	19	4.3	35	Hydraulic	0.11	SAND	107.0
0.0518	1.24	28	4	30	Hydraulic	0.2	CLAY	30.0
0.16	1.6	21	8.2	40	Hydraulic	0.29	SAND	220.0
0.1225	1.4	21	8.2	40	Hydraulic	0.1	SAND	176.0
0.1571	1.884	30	10.5	50	Hydraulic	0.15	SAND	265.0
0.093	1.413	25	6.05	50	Hydraulic	0.3	SAND	330.0
0.0484	0.88	17	3	20	Hydraulic	0.15	CLAY	37.0
0.067	1.49	23	5	40	Hydraulic	0.25	SAND	102.0
0.0879	1.83	23	5	50	Hydraulic	0.3	SAND	144.0
0.12417	1.83	22	5.5	40	Hydraulic	0.18	CLAY	166.0
0.09	1.2	28	6.05	50	Hydraulic	0.12	SAND	116.0
0.1571	1.884	22	4.5	50	Hydraulic	0.12	SAND	250.0
0.0879	1.83	22	6	30	Hydraulic	0.3	CLAY	105.0
0.0582	1.09	20	8	60	Hydraulic	0.45	CLAY	136.0
0.0879	1.83	23	6	40	Hydraulic	0.35	SAND	136.0
0.0582	1.09	29	3	25	Hydraulic	0.35	SAND	187.0
0.0518	1.24	23	6	30	Hydraulic	0.9	CLAY	86.0
0.1225	1.4	27	5	50	Hydraulic	0.4	CLAY	228.0
0.0879	1.83	23	7	30	Hydraulic	0.27	CLAY	164.0
0.0879	1.83	18	8.5	40	Hydraulic	0.23	CLAY	125.0
0.1571	1.884	30	9	30	Hydraulic	0.25	SAND	250.0
0.1225	1.4	19.6	7	40	Hydraulic	0.2	CLAY	250.0
0.0518	1.24	18	4.5	30	Hydraulic	0.41	CLAY	84.0
0.0582	1.09	25.8	4.2	50	Hydraulic	0.17	CLAY	160.0
0.1571	1.884	26	7	60	Hydraulic	0.56	SAND	270.0
0.1571	1.884	25	8.855	100	Drop Hammer	0.01	SAND	250.0
0.1571	1.884	26	8.78	100	Drop Hammer	0.29	SAND	345.0



ภาคผนวก ข

รายละเอียดของตัวแปรด้านเข้าของแบบจำลองเสถียรภาพของแบบจำลอง MBP1

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ ข.1 ข้อมูลเสาเข็มเจาะที่ใช้ในงานวิจัย

Diameter (10*cm)	P Length (m)	Capacity (T)	L/6	ชั้น 1	ชั้น 2	ชั้น 3	ชั้น 4	ชั้น 5	ชั้น 6	ชั้น 7	SPT 1	SPT 2	SPT 3	SPT 4	SPT 5	SPT 6	SPT 7
5	28	235	4.67	C	C	C	C	C	C	C	2.88	2.88	4.81	10	19	22.33	16
6	28	288	4.67	C	C	C	C	C	C	C	2.88	2.88	4.81	10	19	22.33	16
6	22	176	3.67	C	C	C	C	C	C	C	2	2	3.8	3.8	6.7	20	20
12	55.8	2000	9.30	C	C	S	S	C	S	S	4.8	20	42	36	16	55	60
8	31.5	600	5.25	C	C	C	C	C	C	C	4.8	4.8	16	18	30	20	16
6	24	166	4.00	C	C	C	C	C	C	C	2.65	2.65	2.65	10	15	20	25
6	31.3	318	5.22	C	C	C	C	S	S	S	4.8	4.8	20	25	35	50	30
6	25	147	4.17	C	C	C	C	C	C	S	4.8	4.8	4.8	20	22	25	35
6	30	285	5.00	C	C	C	C	S	S	S	4.8	4.8	20	24	32	48	30
10	32.57	597	5.43	C	C	C	C	C	C	S	2.88	2.88	2.88	10	20	25	38
4.5	21	119	3.50	C	C	C	C	C	C	C	4.8	3.8	3.8	4.8	11.5	18	16
6	20.45	172	3.41	C	C	C	C	C	C	C	4.8	3.8	3.8	4.8	11.5	18	16
8	37.62	624	6.27	C	C	C	C	S	S	S	3.8	3.8	3.8	3.8	20	46	55
8	29.73	475	4.96	C	C	C	C	C	S	S	2.88	2.88	2.88	14	28	45	5
8	40	594	6.67	C	C	C	C	S	S	S	2.88	2.88	3	20	45	60	70

Diameter (10*cm)	P Length (m)	Capacity (T)	L/6	ชั้น 1	ชั้น 2	ชั้น 3	ชั้น 4	ชั้น 5	ชั้น 6	ชั้น 7	SPT 1	SPT 2	SPT 3	SPT 4	SPT 5	SPT 6	SPT 7
8	56.82	1000	9.47	C	C	S	S	S	S	S	4.8	10	25	40	50	65	70
10	39.3	1247	6.55	C	C	C	C	C	S	S	4.5	2	13	28	40	45	50
3.5	16	77	2.67	C	C	C	C	C	C	C	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	10
6	31.6	215	5.27	C	C	C	C	S	S	S	4.5	4.8	10	20	25	40	38
8	48	1010	8.00	C	C	C	S	C	C	S	3.8	4.8	20	25	20	35	45
5	18.5	110	3.08	C	C	C	C	C	C	S	2.88	3	3	3	4	20	23
8	45	919	7.50	C	C	C	S	S	S	S	2.88	3	25	30	45	60	70
4.7	22	129	3.67	C	C	C	C	C	C	C	2.88	3	3	3	12	12	23
8	32	400	5.33	C	C	C	C	C	S	S	2.88	2.88	9	15	20	20	30
6	23.6	220	3.93	C	C	C	C	C	C	S	2.88	4.88	9	20	23	27	35
6	21	116	3.50	C	C	C	C	C	C	C	2	2.88	2.88	2.88	2.88	9	10
6	23.2	156	3.87	C	C	C	C	C	C	C	2.88	4.88	4.88	5	8	12	23
8	29.9	536	4.98	C	C	C	C	C	S	S	4	5	10	22	35	40	50
4.7	22	79	3.67	C	C	C	C	C	C	C	2.88	3	3	3	14	20	20
6	25.32	250	4.22	C	C	C	C	C	C	S	2.88	4.88	9	20	25	27	35
6	34.9	400	5.82	C	C	C	C	C	C	C	2.88	4	2.88	16	30	30	30

Diameter (10*cm)	P Length (m)	Capacity (T)	L/6	ชั้น 1	ชั้น 2	ชั้น 3	ชั้น 4	ชั้น 5	ชั้น 6	ชั้น 7	SPT 1	SPT 2	SPT 3	SPT 4	SPT 5	SPT 6	SPT 7
5	21.5	80	3.58	C	C	C	C	C	C	S	2.88	3	3	3	4	20	23
5	22	147	3.67	C	C	C	C	C	C	S	2.88	4.88	9	20	25	27	35
8	28.63	450	4.77	C	C	C	C	C	S	S	2.88	2.88	9	10	20	25	40
6	27	309	4.50	C	C	C	C	C	C	C	3	3	9	15	13	25	25
15	46	1371	7.67	C	C	C	S	S	S	S	2.88	2.88	3	20	26	45	45
6	31	1200	5.17	C	C	C	C	C	S	S	2.88	2.88	3	4	20	20	40
6	21	180	3.50	C	C	C	C	C	C	C	2.88	4.88	4.88	5	8	12	23
10	55	1400	9.17	C	C	C	S	S	S	S	2.8	10	20	30	30	35	35
10	56	1400	9.33	C	C	C	C	C	S	S	2.8	2.8	15	27	30	30	35
12	46.5	1520	7.75	C	C	C	C	C	C	C	2.8	2.8	15	27	30	30	30
6	23.4	218	3.90	C	C	C	C	C	C	C	2.8	2.8	4	20	25	25	30
6	23	188	3.83	C	C	C	C	C	C	C	2.88	2.88	2.88	20	25	25	30
6	22	280	3.67	C	C	C	C	C	C	C	2.88	2.88	5	8	15	23	25
6	22	92	3.67	C	C	C	C	C	S	S	2.88	4.88	4.88	7.69	40	45	37
12	56	1600	9.33	C	C	C	C	S	C	S	2.88	9	15	25	40	30	50
8	32.4	730	5.40	C	C	C	C	S	S	S	2.88	4.88	7.69	20	25	35	45

Diameter (10*cm)	P Length (m)	Capacity (T)	L/6	ชั้น 1	ชั้น 2	ชั้น 3	ชั้น 4	ชั้น 5	ชั้น 6	ชั้น 7	SPT 1	SPT 2	SPT 3	SPT 4	SPT 5	SPT 6	SPT 7
12	41	1083	6.83	C	C	C	S	S	C	C	2.88	4.88	10	20	35	20	15
10	55	1200	9.17	C	C	C	C	S	C	S	2.88	9	15	25	40	30	50
10	53	1210	8.83	C	C	C	C	S	C	S	2.88	9	15	25	40	30	50
10	53	1554	8.83	C	C	C	C	S	C	S	2.88	9	15	25	40	30	50
6	23.5	180	3.92	C	C	C	C	C	C	C	2.88	2.88	2.88	9	15	20	27
6	27	330	4.50	C	C	C	C	C	C	C	2.88	2.88	2.88	9	15	20	27
5	21	85	3.50	C	C	C	C	C	C	C	2.88	4.88	9	20	25	25	20
6	30	272	5.00	C	C	C	C	C	S	S	2	2.88	5	16	25	25	30
6	23	315	3.83	C	C	C	C	C	S	S	2	2.88	5	16	25	25	25
12	42	1520	7.00	C	C	C	S	S	C	S	2.8	2.8	12	25	30	30	35
10	47	873	7.83	C	C	C	C	C	C	C	2.88	2.88	9	27	30	40	50
8	50	720	8.33	C	C	C	S	S	S	S	2.88	2.88	10	40	30	50	60
12	58	2580	9.67	C	C	S	S	C	S	S	4.88	10	20	35	16	50	50
12	61	1790	10.17	C	C	S	S	C	S	S	4.88	10	20	35	16	50	50
12	61	1746	10.17	C	C	S	S	C	S	S	4.88	10	20	35	16	50	50
6	37	223	6.17	C	C	C	C	S	S	S	6	2.8	4.88	20	26	30	40




Diameter (10*cm)	P Length (m)	Capacity (T)	L/6	ชั้น 1	ชั้น 2	ชั้น 3	ชั้น 4	ชั้น 5	ชั้น 6	ชั้น 7	SPT 1	SPT 2	SPT 3	SPT 4	SPT 5	SPT 6	SPT 7
6	24	215	4.00	C	C	C	C	C	C	S	4.88	4.88	10	20	25	35	40
6	28	94	4.67	C	C	C	C	C	C	C	4	4.88	5	10	16	24	30
10	51	900	8.50	C	C	C	C	C	C	S	4	10	15	25	35	40	37
10	47	1539	7.83	C	C	C	S	S	C	S	4	6	20	30	30	20	60
12	62	1095	10.33	C	C	C	C	C	S	S	2.88	12	27	35	40	50	60
8	50	779	8.33	C	C	S	C	S	S	S	5	22	40	20	50	60	60
6	24	306	4.00	C	C	C	C	C	C	S	4.8	4.8	4.8	22	22	25	27
6	20	94	3.33	C	C	C	C	C	C	S	4	4.8	4.8	10	15	15	24
6	22	190	3.67	C	C	C	C	C	S	S	4	3	4	4	10	20	25
6	21.4	200	3.57	C	C	C	C	C	C	C	5	2	2	4	4	20	20
8	33	540	5.50	C	C	C	C	C	C	S	3	4.88	6	16	33	30	32
10	23.02	1248	3.84	C	C	C	C	C	C	S	3	9	20	27	32	50	60
10	47	1443	7.83	C	C	C	S	S	C	S	4	10	25	40	35	15	50
6	21	173	3.50	C	C	C	C	C	S	C	2	4.88	4.88	10	15	35	35
10	47	1400	7.83	C	C	C	C	C	C	C	4	4.88	20	22	40	50	60
12	48	1600	8.00	C	C	C	C	C	C	C	4	4.88	20	22	40	50	60

Diameter (10*cm)	P Length (m)	Capacity (T)	L/6	ชั้น 1	ชั้น 2	ชั้น 3	ชั้น 4	ชั้น 5	ชั้น 6	ชั้น 7	SPT 1	SPT 2	SPT 3	SPT 4	SPT 5	SPT 6	SPT 7
6	21	132	3.50	C	C	C	C	C	C	C	4	4.88	5	6	22	30	30
12	49.9	1554	8.32	C	C	C	S	S	C	S	4	10	25	40	35	16	50
6	22	177	3.67	C	C	C	C	C	S	C	2	4.88	4.88	10	15	35	35
20	30	1800	5.00	C	C	C	C	C	S	S	4.88	3	10	20	23	20	60
15	45.7	860	7.62	C	C	C	S	S	S	S	3	3	16	40	55	60	60
6	27	300	4.50	C	C	C	C	C	C	S	2.88	2.88	2.88	12	20	20	18
8	27	300	4.50	C	C	C	C	C	C	S	2.88	2.88	2.88	12	20	20	18
8	50	779	8.33	C	C	C	S	S	C	S	4	10	20	40	40	16	40
10	57	1800	9.50	C	C	C	S	S	C	S	4	10	20	40	40	16	40
5	21	85	3.50	C	C	C	C	C	C	C	4	4	4	10	20	20	20
10	35	950	5.83	C	C	C	C	C	S	S	4.88	3	10	20	23	20	60
6	23.6	220	3.93	C	C	C	C	C	C	S	2.88	2.88	2.88	12	20	20	18
6	22	140	3.67	C	C	C	C	C	C	S	2.88	4	4.88	10	12	15	30
6	30	500	5.00	C	C	C	C	C	S	S	2.88	2.88	2.88	15	20	40	40
10	41.1	1300	6.85	C	C	C	S	S	S	S	2.88	4	17	20	40	50	60
10	41.1	1444	6.85	C	C	C	S	S	S	S	2.88	4	17	20	40	50	60

Diameter (10*cm)	P Length (m)	Capacity (T)	L/6	ชั้น 1	ชั้น 2	ชั้น 3	ชั้น 4	ชั้น 5	ชั้น 6	ชั้น 7	SPT 1	SPT 2	SPT 3	SPT 4	SPT 5	SPT 6	SPT 7
6	35.68	600	5.95	C	C	C	C	S	S	S	2.88	2.88	2.88	17	40	50	50
6	30.31	500	5.05	C	C	C	C	C	S	S	2.88	2.88	2.88	15	20	40	40
6	35.1	550	5.85	C	C	C	C	S	S	S	2.88	2.88	2.88	17	40	50	50
10	41.08	1801	6.85	C	C	C	S	S	S	S	2.88	4	17	20	40	50	60
6	30.9	439	5.15	C	C	C	C	C	S	S	2.88	2.88	2.88	15	20	40	40
6	30.28	489	5.05	C	C	C	C	C	S	S	2.88	2.88	2.88	15	20	40	40





ภาคผนวก ก

รายละเอียดของตัวแปรด้านเข้าของแบบจำลองเสถียรหมัดดอก ของแบบจำลอง MDP2

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ ก.1 ข้อมูลเสาเข็มตอกที่ใช้ในงานวิจัย

Pile A (m <sup>2</sup> )	Pile per (m)	L (m)	S	Capacity (T)	ชั้น 1	ชั้น 2	ชั้น 3	ชั้น 4	ชั้น 5	ชั้น 6	ชั้น 7	SPT 1	SPT 2	SPT 3	SPT 4	SPT 5	SPT 6	SPT 7
0.2827	1.884	26	0.21	213	C	C	C	C	C	C	S	2	3	4	4	15	20	23
0.2827	1.884	26	0.17	500	C	C	C	C	C	C	S	2	3	4	4	15	20	23
0.1159	1.571	24.1	0.42	220.0	C	C	C	C	C	S	S	5	3	4	5	30	40	30
0.1159	1.571	25.6	0.44	215.0	C	C	C	C	C	S	S	5	3	4	5	30	40	30
0.1159	1.571	22.9	0.49	218.0	C	C	C	C	C	S	S	5	3	4	5	30	40	30
0.2827	1.571	23.2	0.54	210.0	C	C	C	C	C	S	S	5	3	4	5	30	40	30
0.1159	1.884	20.5	0.45	275.0	C	C	C	C	C	S	S	5	3	4	5	30	40	30
0.1159	1.571	22.3	0.31	218.0	C	C	C	C	C	S	S	5	3	4	5	30	40	30
0.1571	1.884	25.5	0.04	478	C	C	C	C	C	C	S	2	3	4	4	15	20	23
0.1571	1.884	30	0.08	170.0	C	C	C	C	C	S	S	3	3	12	16	22	24	40
0.1571	1.884	30	0.01	180.0	C	C	C	C	C	S	S	3	3	12	16	22	24	40
0.1571	1.884	30	0.06	174.0	C	C	C	C	C	S	S	3	3	12	16	22	24	40
0.1571	1.884	33	0.12	287.5	C	C	C	C	C	S	S	3	3	12	16	22	24	40
0.033	1.06	15	0.17	8.9	C	C	C	C	C	C	C	3	3	3	3	3	5	10
0.033	1.06	22.5	0.13	13.1	C	C	C	C	C	C	C	3	3	3	5	10	16	20
0.0404	1.2	16	0.08	90.0	C	C	C	C	C	S	S	4	4	4	4	5	20	30

Pile A (m <sup>2</sup> )	Pile peri (m)	L (m)	S	Capacity (T)	ថ្នល់ 1	ថ្នល់ 2	ថ្នល់ 3	ថ្នល់ 4	ថ្នល់ 5	ថ្នល់ 6	ថ្នល់ 7	SPT 1	SPT 2	SPT 3	SPT 4	SPT 5	SPT 6	SPT 7
0.0404	1.2	16	0.44	40.0	C	C	C	C	C	S	S	4	4	4	4	5	20	30
0.0545	1.4	20	0.14	90.0	C	C	C	C	C	C	S	3	4	4	5	10	12	20
0.0545	1.4	20	0.05	107.0	C	C	C	C	C	C	C	4	3	5	10	20	20	20
0.0929	1.4	20	0.07	112.5	C	C	C	C	C	C	C	4	3	5	10	20	20	20
0.0929	1.64	22	0.11	84.0	C	C	C	C	C	C	C	4.88	3	3	3	3	10	17
0.1233	1.8	23	0.04	175.0	C	C	C	C	C	C	C	3	3	3	3	10	16	30
0.1225	1.4	21	0.05	150.0	C	C	C	C	C	C	S	5	3	3	10	17	20	20
0.1225	1.4	21	0.14	170.0	C	C	C	C	C	C	S	5	3	3	10	17	20	20
0.1225	1.4	23	0.07	200.0	C	C	C	C	C	C	C	3	3	3	3	10	16	30
0.1225	1.4	28	0.03	154.5	C	C	C	C	C	C	C	5	4	4	10	17	20	35
0.067	1.49	21	0.04	81.7	C	C	C	C	C	C	S	4	3	4	4	10	18	20
0.2564	2.513	36	0.45	500.0	C	C	C	C	C	S	S	2	2	2	17	30	30	30
0.16	1.6	24	0.2	235.0	C	C	C	C	C	C	C	3	3	4	10	20	20	15
0.067	1.49	19	0.1	101.0	C	C	C	C	C	C	C	3	3	3	3	5	12	10
0.2564	2.513	34	0.6	630.0	C	C	C	S	S	S	S	4.88	3	4.88	20	30	22	35
0.1571	1.884	30	0.24	345.0	C	C	C	C	C	S	S	2.88	2.88	4.88	17	15	20	40
0.16	1.6	27	0.55	105.0	C	C	C	C	C	S	C	3	2	2	2	17	30	20

Pile A (m <sup>2</sup> )	Pile peri (m)	L (m)	S	Capacity (T)	ชั้น 1	ชั้น 2	ชั้น 3	ชั้น 4	ชั้น 5	ชั้น 6	ชั้น 7	SPT 1	SPT 2	SPT 3	SPT 4	SPT 5	SPT 6	SPT 7
0.1571	1.884	34	0.23	276.0	C	C	C	C	C	S	S	5	2.8	5	20	20	30	50
0.2025	1.8	23	0.1	225.0	C	C	C	C	C	C	S	2	2	2	4	20	20	25
0.09	1.2	22	0.25	110.0	C	C	C	C	S	S	S	4.88	3	4	10	20	30	30
0.0518	1.24	20	0.15	82.0	C	C	C	C	C	C	C	3	4.8	3	10	10	15	17
0.16	1.6	26.5	0.4	128.0	C	C	C	C	S	S	S	5	2	2	2	10	30	40
0.16	1.6	26.5	0.45	119.0	C	C	C	C	S	S	S	5	2	2	2	10	30	40
0.16	1.6	25	0.14	146.0	C	C	C	C	S	S	S	5	2	2	2	10	30	40
0.16	1.6	24	0.3	286.0	C	C	C	C	C	C	C	2	2	2	2	10	20	20
0.2564	2.513	30	0.15	242.0	C	C	C	C	C	S	S	2.88	2.88	4.88	17	15	20	40
0.16	1.6	23.45	0.2	102.0	C	C	C	C	C	C	C	2	2	2	2	10	20	20
0.1571	1.884	24.3	0.35	359.0	C	C	C	C	S	S	S	3	3	10	20	40	30	50
0.067	1.49	22	0.2	100.0	C	C	C	C	C	C	C	2	2.88	2	10	15	20	20
0.0766	1.257	29.03	0.26	200.0	C	C	C	C	S	S	S	2	2	2	10	20	20	40
0.0766	1.257	29.15	0.31	196.0	C	C	C	C	S	S	S	2	2	2	10	20	20	40
0.067	1.49	23.32	0.33	90.0	C	C	C	C	C	C	C	4	2	4	4	10	20	30
0.16	1.6	23.1	0.13	330.0	C	C	C	C	C	C	C	2	2	2	2	10	20	20
0.0879	1.83	22	0.3	130.0	C	C	C	C	S	S	S	4.88	3	4	10	20	30	30

Pile A (m <sup>2</sup> )	Pile peri (m)	L (m)	S	Capacity (T)	ခိုင်ခံ့ 1	ခိုင်ခံ့ 2	ခိုင်ခံ့ 3	ခိုင်ခံ့ 4	ခိုင်ခံ့ 5	ခိုင်ခံ့ 6	ခိုင်ခံ့ 7	SPT 1	SPT 2	SPT 3	SPT 4	SPT 5	SPT 6	SPT 7
0.0518	1.24	20	0.3	77.0	C	C	C	C	S	S	S	4.88	3	4	10	20	30	30
0.1159	1.571	21	0.56	123.0	C	C	C	C	C	C	C	2	3	4	5	10	20	20
0.16	1.6	20	0.1	238.0	C	C	C	C	S	S	S	4.88	4.88	4.88	10	20	30	30
0.12417	1.83	21	0.66	199.0	C	C	C	C	S	S	S	4.88	4.88	4.88	10	20	30	30
0.582	0.9424	25	0.6	165.0	C	C	C	C	S	S	S	4.88	3	3	10	30	40	40
0.582	0.9424	26	0.1	196.0	C	C	C	C	C	C	S	3	4	4	10	15	25	30
0.09	1.2	23	0.2	182.0	C	C	C	C	C	S	S	4	4	4	10	25	30	35
0.1571	1.884	30	0.42	386.0	C	C	C	C	C	S	C	5	3	5	20	20	40	30
0.0545	1.4	22	0.9	85.0	C	C	C	C	C	C	C	2	3	4	4	10	20	20
0.1159	1.571	26	0.48	260.0	C	C	C	C	C	C	C	3	4	4	4	15	15	20
0.0766	1.257	24	0.25	300.0	C	C	C	C	C	S	S	7	2	3	5	10	30	40
0.1571	1.884	26	0.1	220.0	C	C	C	C	C	C	C	3	3	3	3	10	15	20
0.2349	2.28	21	0.16	220.0	C	C	C	C	C	C	S	7	3	3	3	3	5	20
0.0879	1.83	21	0.25	140.0	C	C	C	C	C	C	C	3	4	10	20	20	25	27
0.582	0.9424	25	0.35	220.0	C	C	C	C	C	C	C	3	3	3	3	10	15	20
0.1571	1.884	32	0.8	318.0	C	C	C	C	C	C	S	3	3	3	13	20	20	30
0.27562	2.1	30	0.35	125.0	C	C	C	C	S	S	S	2.88	2.88	2.88	10	20	40	40

Pile A (m <sup>2</sup> )	Pile peri (m)	L (m)	S	Capacity (T)	ชั้น 1	ชั้น 2	ชั้น 3	ชั้น 4	ชั้น 5	ชั้น 6	ชั้น 7	SPT 1	SPT 2	SPT 3	SPT 4	SPT 5	SPT 6	SPT 7
0.2025	2.39	30	0.15	422.0	C	C	C	C	C	S	S	2.88	2.88	4	20	30	40	50
0.1225	1.4	24	0.4	109.0	C	C	C	C	C	C	S	2.88	3	4	4	10	20	20
0.27562	2.1	27	0.58	365.0	C	C	C	C	C	C	C	2.88	4.88	4.88	15	15	30	26
0.1159	1.571	28	0.85	205.0	C	C	C	C	C	C	C	2.88	4	4	4	20	20	30
0.067	1.49	15.5	0.6	50.0	C	C	C	C	C	S	S	4	4	4	10	20	30	30
0.0518	1.24	15.5	0.7	49.0	C	C	C	C	C	S	S	4	4	4	10	20	30	30
0.16	1.6	24.5	0.15	182.0	C	C	C	C	S	S	S	4	4	4	4	4	10	20
0.1225	1.4	24	0.25	165.0	C	C	C	C	S	S	S	4	4	10	10	30	40	35
0.1225	1.4	23	0.32	160.0	C	C	C	C	S	S	S	4	4	10	10	30	40	35
0.0879	1.83	32.5	0.25	156.0	C	C	C	C	C	C	C	4	5	10	15	20	25	25
0.1159	1.571	24	0.19	220.0	C	C	C	C	C	C	C	4	4	4	4	5	14	23
0.067	1.49	24.85	0.33	84.0	C	C	C	C	C	C	C	4	4	4	4	16	30	30
0.12417	1.83	23	0.38	270.0	C	C	C	C	C	S	S	7	4.88	2.88	5	10	30	40
0.2025	1.8	30	0.07	150.0	C	C	C	C	C	C	S	4.88	3	3	3	16	20	30
0.067	1.49	19	0.11	107.0	C	C	C	C	C	C	C	4.88	4.88	4.88	4.88	10	18	21
0.0518	1.24	28	0.2	30.0	C	C	C	C	C	C	C	4	5	10	15	20	25	25
0.16	1.6	21	0.29	220.0	C	C	C	C	C	S	S	4	5	5	10	20	40	30




Pile A (m <sup>2</sup> )	Pile peri (m)	L (m)	S	Capacity (T)	ชั้น 1	ชั้น 2	ชั้น 3	ชั้น 4	ชั้น 5	ชั้น 6	ชั้น 7	SPT 1	SPT 2	SPT 3	SPT 4	SPT 5	SPT 6	SPT 7
0.1225	1.4	21	0.1	176.0	C	C	C	C	C	S	S	4	5	5	10	20	40	30
0.1571	1.884	30	0.15	265.0	C	C	C	C	C	C	C	5	4	4	10	20	30	30
0.093	1.413	25	0.3	330.0	C	C	C	C	C	S	S	4	4	4	10	20	30	40
0.067	1.49	23	0.25	102.0	C	C	C	C	S	S	S	4	2	2	10	15	40	40
0.0879	1.83	23	0.3	144.0	C	C	C	C	S	S	S	4	2	2	10	15	40	40
0.12417	1.83	22	0.18	166.0	C	C	C	C	C	C	C	4	3	3	4	10	20	20
0.09	1.2	28	0.12	116.0	C	C	C	S	S	S	S	4	3	10	30	35	40	50
0.1571	1.884	22	0.12	250.0	C	C	C	S	S	S	C	4	4	4	16	30	30	35
0.0879	1.83	22	0.3	105.0	C	C	C	C	C	S	S	4	4	5	10	15	30	35
0.0582	1.09	20	0.45	136.0	C	C	C	C	C	C	C	2.88	2.88	2.88	3	10	25	30
0.0879	1.83	23	0.35	136.0	C	C	C	C	C	C	S	2.88	3	3	6	10	20	20
0.0582	1.09	29	0.35	187.0	C	C	C	S	S	S	S	3	3	20	30	30	30	30
0.0518	1.24	23	0.9	86.0	C	C	C	C	C	C	S	6	3	3	10	20	20	40
0.1225	1.4	27	0.4	228.0	C	C	C	C	S	S	S	4.88	5	6	20	28	35	40
0.0879	1.83	23	0.27	164.0	C	C	C	C	C	C	S	4.88	3	3	3	3	17	45
0.0879	1.83	18	0.23	125.0	C	C	C	C	C	C	C	10	3	3	3	3	10	30
0.1571	1.884	30	0.25	250.0	C	C	C	C	S	S	S	3	3	10	20	30	40	40

Pile A (m <sup>2</sup> )	Pile peri (m)	L (m)	S	Capacity (T)	ชั้น							SPT 1	SPT 2	SPT 3	SPT 4	SPT 5	SPT 6	SPT 7
					1	2	3	4	5	6	7							
0.1225	1.4	19.6	0.2	250.0	C	C	C	C	S	S	S	4	4	10	10	30	40	35
0.0518	1.24	18	0.41	84.0	C	C	C	C	C	C	C	4	4	4	4	10	13	20
0.0582	1.09	25.8	0.17	160.0	C	C	C	C	C	C	C	4	4	4	10	25	30	30
0.1571	1.884	26	0.56	270.0	C	C	C	C	C	S	S	7	4.88	2.88	5	10	30	40



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
 วิทยาลัยทรัพยากร



ภาคผนวก ง

วิธีใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ MATLAB v6.1 สำหรับสร้างแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทเทียม

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

### ตัวอย่างโปรแกรมจาก MATLAB v6.1

```

%
% ----- Control Parameter -----
%
EPH = 2000;      % - Epochs
ATF = 'mytf';   % - Activate Function
TTG = 'traingd'; % - Type of Training
%
% ----- Set Min&Max Data -----
%
MAP = 0.6;      % - Max Area of Pile
IAP = 0;       % - Min Area of Pile
MPP = 2.7;     % - Max Perimeter of Pile
IPP = 0;       % - Min Perimeter of Pile
MLP = 50;     % - Max Length of Pile
ILP = 10;     % - Min Length of Pile
MWR = 15;     % - Max Weight of Ram
IWR = 2;      % - Min Weight of Ram
MHG = 130;    % - Max Height Drop
IHG = 10;     % - Min Height Drop
MHY = 1;     % - Max Hydraulic Hammer ( 1 = Yes, 0 = No )
IHY = 0;     % - Min Hydraulic Hammer ( 1 = Yes, 0 = No )
MHD = 1;     % - Max Drop Hammer ( 1 = Yes, 0 = No )
IHD = 0;     % - Min Drop Hammer ( 1 = Yes, 0 = No )
MLB = 1;     % - Max Last 10 Blow
ILB = 0;     % - Min Last 10 Blow
MST = 1;     % - Max Sand Tip ( 1 = Yes, 0 = No )
IST = 0;     % - Min Sand Tip ( 1 = Yes, 0 = No )
MCT = 1;     % - Max Clay Tip ( 1 = Yes, 0 = No )
ICT = 0;     % - Min Clay Tip ( 1 = Yes, 0 = No )
MPC = 1100;  % - Max Pile Capacity
IPC = 0;     % - Min Pile Capacity

```

```

%
% ----- CODE PROGRAM -----
maxp = [MAP;MPP;MLP;MWR;MHG;MHY;MHD;MLB;MST;MCT];
minp = [IAP;IPP;ILP;IWR;IHG;IHY;IHD;ILB;IST;ICT];
maxt = [MPC];
mint = [IPC];
PTrainMNMX = tramnmx(case1testp,minp,maxp);
TTrainMNMX = tramnmx(case1testt,mint,maxt);
net = newff([-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1],[20 20
1],{'tansig','tansig','purelin'},TTG);
net.trainParam.show = 1000;
net.trainParam.epochs = EPH;
net = init(net);
net = train(net,PTrainMNMX,TTrainMNMX);
% -----
pn = sim(net,PTrainMNMX);
a = postmnmx(pn,mint,maxt);
[m,b,r]= postreg(a,case1testt) % Graph of training
% -----
PTestMNMX = tramnmx(case1trainp,minp,maxp);
pn1 = sim(net,PTestMNMX);
a1 = postmnmx(pn1,mint,maxt);
[m,b,r]= postreg(a1,case1traint) % Graph of testing
% -----
PTestMNMX2 = tramnmx(AA,minp,maxp);
pn2 = sim(net,PTestMNMX2);
a2 = postmnmx(pn2,mint,maxt);
[m,b,r]= postreg(a2,BB) % Graph of validating
% -----

```



### อธิบายโปรแกรมจาก MATLAB v6.1

```
= trannmx(case1testp,minp,maxp);
```

คำสั่งสำหรับการ normalized ข้อมูลที่ใส่เข้าไปในตัวโปรแกรม โดยให้ผลลัพธ์อยู่ในช่วง (-1,1) โดยทำการเปลี่ยนขอบเขตข้อมูลจากมากที่สุด (maxp) ถึง น้อยที่สุด (minp)

```
= newff([-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1],[20 20
```

```
1],{'tansig','tansig','purelin'},'traingd');
```

คำสั่งสำหรับสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาท [-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1] โดยกำหนดข้อมูลด้านเข้า 10 ตัวแปร โดยแต่ละช่วงของตัวแปรอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 [20,20,1] กำหนดเป็นแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม 2 ชั้น โดยมี โดยในแต่ละชั้นมี 20 หน่วยประสาท

{'tansig','tansig','purelin'} กำหนด แอคติเวชันฟังก์ชันแบบ hyperbolic tangent

traingd กำหนดชนิดของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเป็นแบบ Back-propagation

```
net.trainParam.epochs = 2000;
```

กำหนดรอบระยะจำนวนเท่ากับ 2000 รอบ

```
= init(net);
```

ล้างค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบอัสเริ่มต้น

```
= train(net,PTrainMNMX,TTrainMNMX);
```

เริ่มทำการสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาท

```
= sim(net,PTrainMNMX);
```

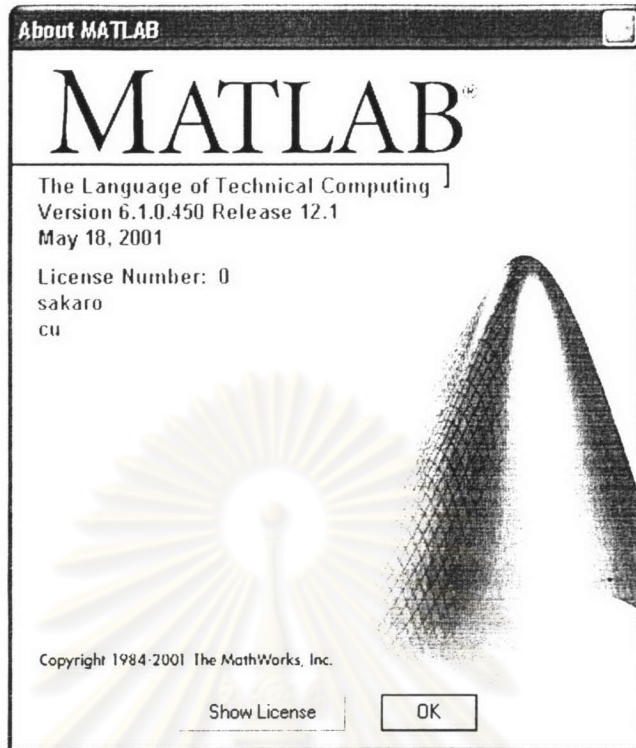
ส่งค่าเข้าตัวแบบจำลองที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเพื่อทำการตรวจสอบ

```
= postreg(a,case1testt)
```

ทำการคำนวณความสัมพันธ์  $R^2$  และแสดงผลในรูปของกราฟความสัมพันธ์

วิธีการใช้งาน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ MATLAB v6.1 ยังมีรายละเอียดปลีกย่อยอีกมากผู้อ่านสามารถ download คู่มือการใช้งาน ได้ที่

[http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/pdf\\_doc/nnet/nnet.pdf](http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/pdf_doc/nnet/nnet.pdf)



รูปที่ ง.1 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ MATLAB v6.1

Array Editor: H2test

File Edit View Web Window Help

Number format: shortG Size: 22 by 56

ข้อมูลเสาเข็มเจาะ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	12	12	12	10	10	12	10	10	15	10	10	8
2	55.8	61	56	53	47	42	47	56	46	39.3	53	47
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0
8	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1
9	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1
10	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
11	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1
12	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0
13	10.846	12.407	10.708	10.048	8.3146	7.8598	9.4167	10.687	8.6341	7.7154	10.068	8.8143
14	25.4	24.435	22.978	23.34	15.4	12.47	19.401	19.626	18.889	12.659	23.34	17.601
15	43.075	45.544	40.716	39.675	29.167	26.671	35.665	41.13	33.46	29.532	39.675	28.868
16	58.825	62.762	56.523	55.185	47.819	44.518	48.931	60.449	48.115	40.625	55.185	47.131
17	66.7	71.371	64.426	62.94	54.594	50.664	55.565	68.956	54.846	46.171	62.94	53.465
18	3.82	5.98	3.61	3.63	3.63	3.97	4.23	3.87	3.37	3.11	3.63	5.06
19	14.6	33.43	14.42	20.75	18.62	12.57	12.38	21.62	16.66	18.53	20.79	17.91
20	26.16	28.3	26.84	33.46	33.47	22.8	43.49	37.13	34.48	46.6	33.46	31.54
21	42.44	59.18	56	60.31	50.68	27.6	26.46	59.13	22.9	30	60.31	41.75
22	42.5	75.1	41.04	56.5	70	40	68	49	52	46	56.5	59.9

Ready

net = newt(1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22);

net.trainParam.show = 1000;

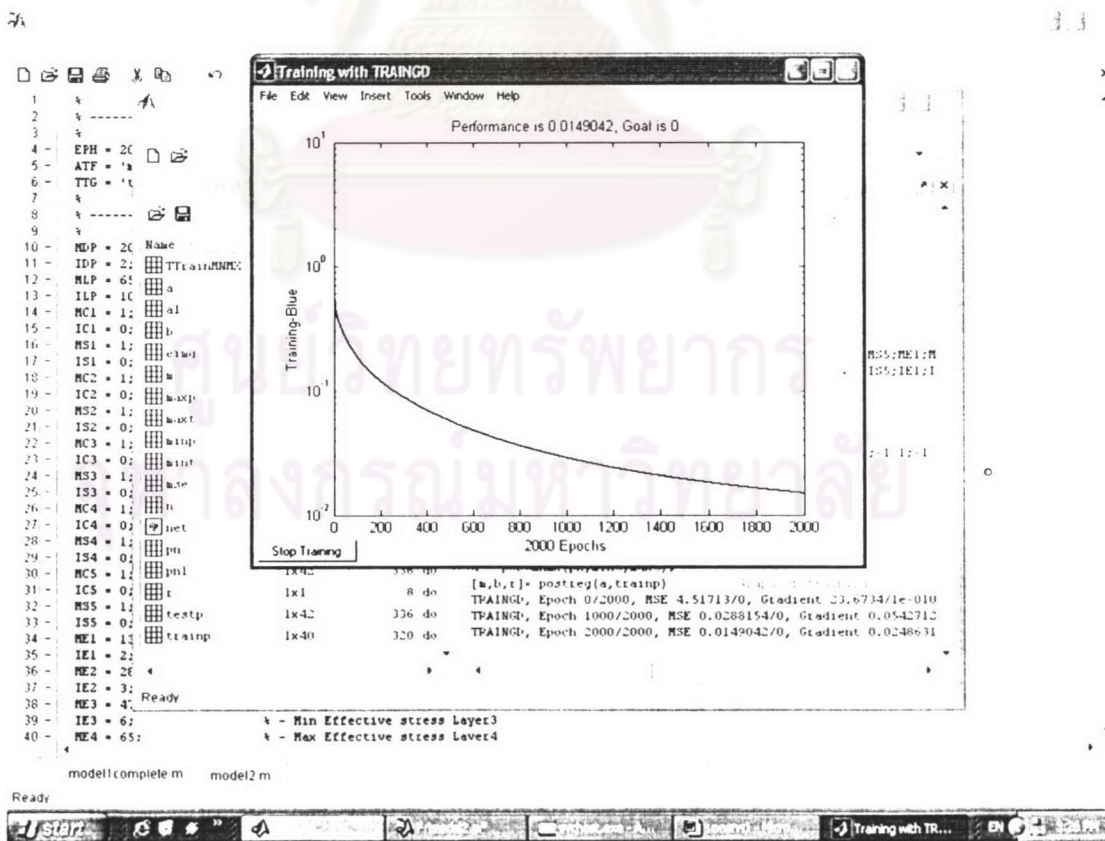
รูปที่ ง.2 ข้อมูลตัวแปรด้านเข้าของแบบจำลอง กรอกข้อมูลโดยใช้ MATLAB

```

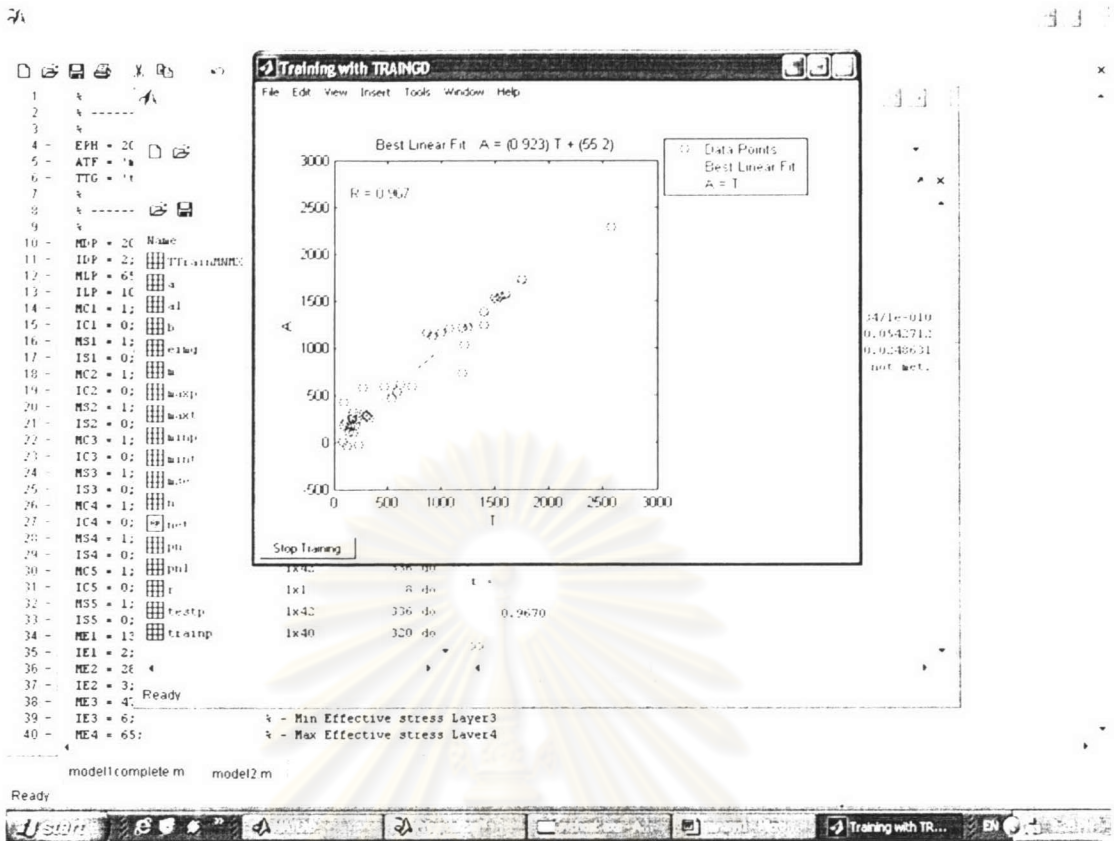
F:\model\complete.m
File Edit View Text Debug Breakpoints Web Window Help
16- MUR = 15;
17- IWR = 2;
18- MHC = 130;
19- IHG = 10;
20- MHY = 1;
21- IHY = 0;
22- MHD = 1;
23- IHD = 0;
24- MLB = 1;
25- ILB = 0;
26- MST = 1;
27- IST = 0;
28- MCT = 1;
29- ICT = 0;
30- MPC = 1100;
31- IPC = 0;
32-
33-
34- maxp = [MAP:MPP:MLP:MUR:MHC:MHY:MHD:MLB:MST:MCT];
35- minp = [IAP:IPP:ILP:IUR:IHG:IHY:IHD:ILB:IST:ICT];
36- maxt = [MPC];
37- mint = [IPC];
38- PTrainMNNX = trainmax(caseltstp,minp,maxp);
39- TTrainMNNX = trainmax(caseltstt,minp,maxt);
40- net = newnet([-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1;-1 1],[20 20 1],{'tansig','tansig','purelin'},TTG);
41- net.trainParam.show = 1000;
42- net.trainParam.epochs = 2000;
43- net = init(net);
44- net = train(net,PTrainMNNX,TTrainMNNX);
45-
46-
47- pn = sim(net,PTrainMNNX);
48- a = postmax(pn,minp,maxt);
49- [a,b,t] = postreg(a,TTRAIN);
50-
51- PTestMNNX = trainmax(caseltstnp,minp,maxp);
52- pnl = sim(net,PTestMNNX);
53- al = postmax(pnl,minp,maxt);
54- [a,b,t] = postreg(al,TTEST);
55-
56- PTestMNNX2 = trainmax(AA,minp,maxp);

```

รูป 3.3 ตัวโปรแกรมแบบจำลองโครงข่ายประสาทที่เขียนจาก MATLAB



รูป 3.4 ขณะทำการสร้างแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม



รูป ง.5 ทดสอบแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทเทียม

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ภาคผนวก จ

ตารางสรุปผลการทดสอบแบบจำลองโครงข่ายใยประสาทเทียม

ศูนย์วิจัยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ตารางที่ จ.1 ผลการทดสอบหาค่าลึกรับน้ำหนักของเสาเข็มตอก

วิธีการทดสอบ	Training Set		Testing Set		Validation Set	
	$R^2$	RMSE(t)	$R^2$	RMSE(t)	$R^2$	RMSE(t)
Engineering News Formula	0.378	80.22	0.249	284.29	0.247	251.73
Janbu's Formula	0.371	53.20	0.361	269.37	0.485	163.31
Hiley's Formula	0.392	50.52	0.408	298.08	0.603	132.21
MDP1	0.957	40.32	0.893	80.06	0.786	81.31
MDP2	0.971	35.61	0.885	91.66	0.840	72.46

ตารางที่ จ.2 ผลการทดสอบหาค่าลึกรับน้ำหนักของเสาเข็มตอก กับข้อมูลทั้งหมด


วิธีการทดสอบ	$R^2$	RMSE (t)
Engineering News Formula	0.252	232.57
Janbu's Formula	0.425	177.56
Hiley's Formula	0.487	173.75
MDP1	0.861	73.52
MDP2	0.887	70.99

ตารางที่ จ.3 ผลการทดสอบหาค่าลึกรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะ

วิธีการทดสอบ	Training Set		Testing Set		Validation Set	
	$R^2$	RMSE(t)	$R^2$	RMSE(t)	$R^2$	RMSE(t)
Static Calculation	0.947	161.19	0.898	271.53	0.910	257.61
MBP1	0.975	151.00	0.916	317.64	0.913	238.91

ตารางที่ จ.4 ผลการทดสอบหาค่าลึกรับน้ำหนักของเสาเข็มเจาะ กับข้อมูลทั้งหมด

วิธีการทดสอบ	$R^2$	RMSE (t)
Static Calculation	0.915	247.70
MBP1	0.932	254.28



ภาคผนวก ฉ

สร้างกราฟ load-settlement curve โดยใช้แบบจำลองโครงข่ายใยประสาทเทียม

ศูนย์วิทยพัทยาการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ฉ.1 สร้างกราฟ load-settlement curve โดยใช้โครงข่ายใยประสาทเทียม

การใช้แบบจำลองโครงข่ายใยประสาทเทียม ทำให้เราสามารถวิเคราะห์หาค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มได้ ดังนั้นจึงเกิดความพยายามสร้างแบบจำลองสำหรับ สร้างกราฟ load-settlement curve โดยใช้ตัวแปรด้านเข้าคือตัวแปรด้านเข้าของ MDP2 กับตัวแปรด้านออกคือ  $Q/Q_{max}$  ที่ %S/D โดยทดลองสร้างแบบจำลองกับ ข้อมูล static load test จำนวน 16 ต้น โดยแบ่งเป็น 8 ข้อมูลสำหรับสร้างแบบจำลอง และ 8 ข้อมูลสำหรับทดสอบแบบจำลอง

### ฉ.1.1 แบบจำลองสำหรับสร้างกราฟ load-settlement curve

ข้อมูลผลการทดสอบเสาเข็มแบบ static load test โดยทำการ normalize ค่า  $Q$  (น้ำหนักที่ทำการทดสอบ) ด้วยค่า  $Q_{max}$  (ค่าน้ำหนักที่เกิดการวิบัติ หรือค่าน้ำหนักที่ประมาณมาจากวิธีหาค่ากำลังรับน้ำหนักสูงสุดของ Mazurkiewicz) ที่ตำแหน่งแต่ละ % ของ S/D (settlement/pile diameter) ใช้เป็นตัวแปรด้านออกของแบบจำลอง ส่วนตัวแปรด้านเข้าของแบบจำลองใช้ค่าของ ตัวแปรด้านเข้าของแบบจำลองหาค่ากำลังรับน้ำหนักเสาเข็มตอกแบบใช้ชั้นดิน

ตารางที่ ฉ.1 แบบจำลองสำหรับสร้าง load-settlement curve

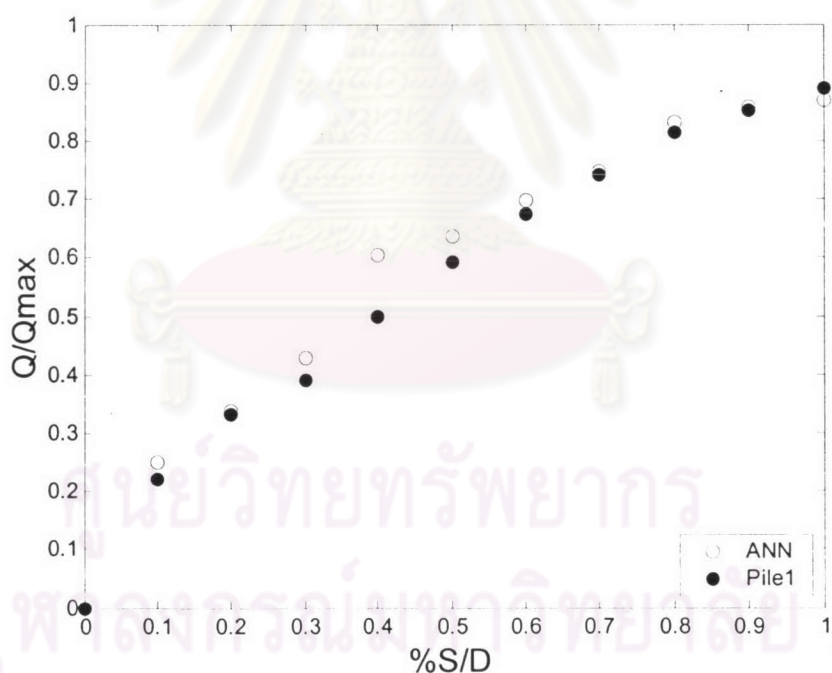
Input parameter	Node No.	Output	Node No.
ตัวแปรด้านเข้าจาก MDP2	1	$Q_1/Q_{max}$ 0% S/D	1
		$Q_2/Q_{max}$ 0.1% S/D	2
		$Q_3/Q_{max}$ 0.2% S/D	3
		$Q_4/Q_{max}$ 0.3% S/D	4
		$Q_5/Q_{max}$ 0.4% S/D	5
		$Q_6/Q_{max}$ 0.5% S/D	6
		$Q_7/Q_{max}$ 0.6% S/D	7
		$Q_8/Q_{max}$ 0.7% S/D	8
		$Q_9/Q_{max}$ 0.8% S/D	9
		$Q_{10}/Q_{max}$ 0.9% S/D	10
		$Q_{10}/Q_{max}$ 1.0% S/D	11

### ฉ.1.2 ทดสอบแบบจำลองสร้างกราฟ load-settlement curve

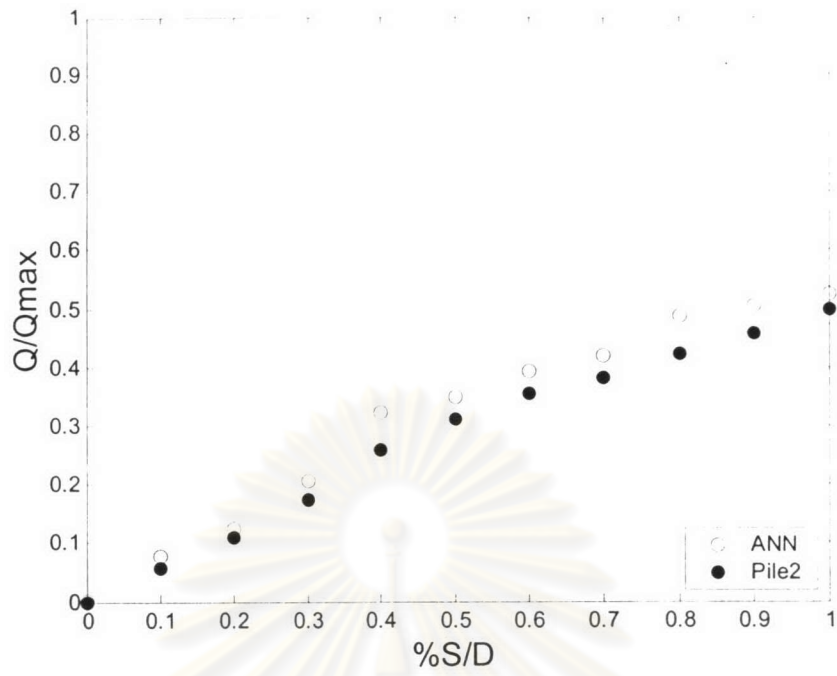
จากการทดสอบ พบว่าแบบจำลอง Back-propagation ที่มีจำนวนชั้นซ่อน 2 ชั้น และมีหน่วยประสาทในชั้นซ่อน 400 หน่วยประสาท และมีรอบการคำนวณ 16000 รอบ ให้ผลและสร้างกราฟของ load-settlement ได้ดีที่สุดดังแสดง

ตารางที่ ฉ.2 สรุปค่า  $R^2$  สำหรับแบบจำลองสร้างกราฟ load-settlement curve

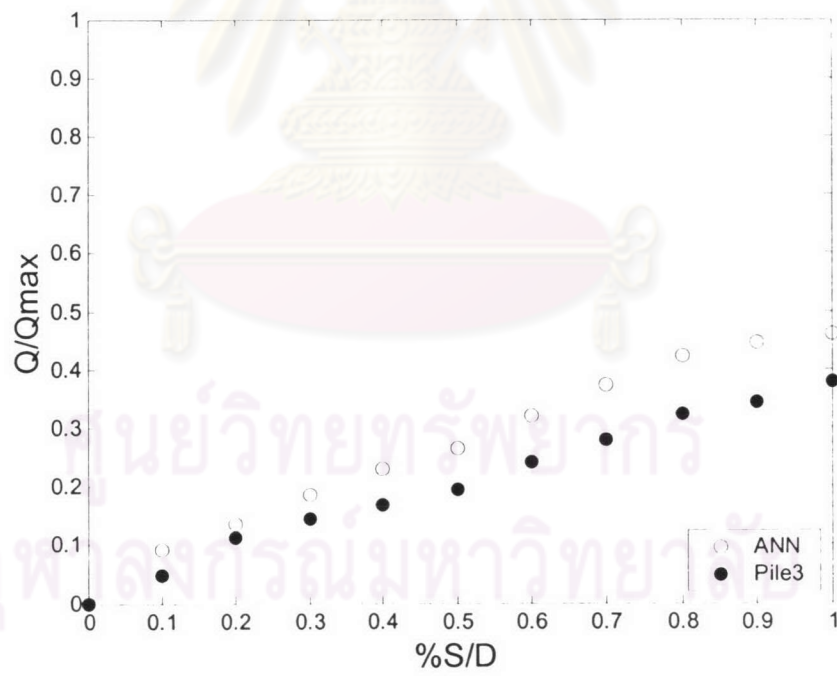
Network	$R^2_1$	$R^2_2$	$R^2_3$	$R^2_4$	$R^2_5$	$R^2_6$	$R^2_7$	$R^2_8$	$R^2_9$	$R^2_{10}$	$R^2_{11}$
ANN(20-20)	NAN	0.97	0.90	0.94	0.87	0.92	0.77	0.90	0.93	0.89	0.86



รูป ฉ.1 load-settlement curve สร้างจาก ANN ของ Pile1

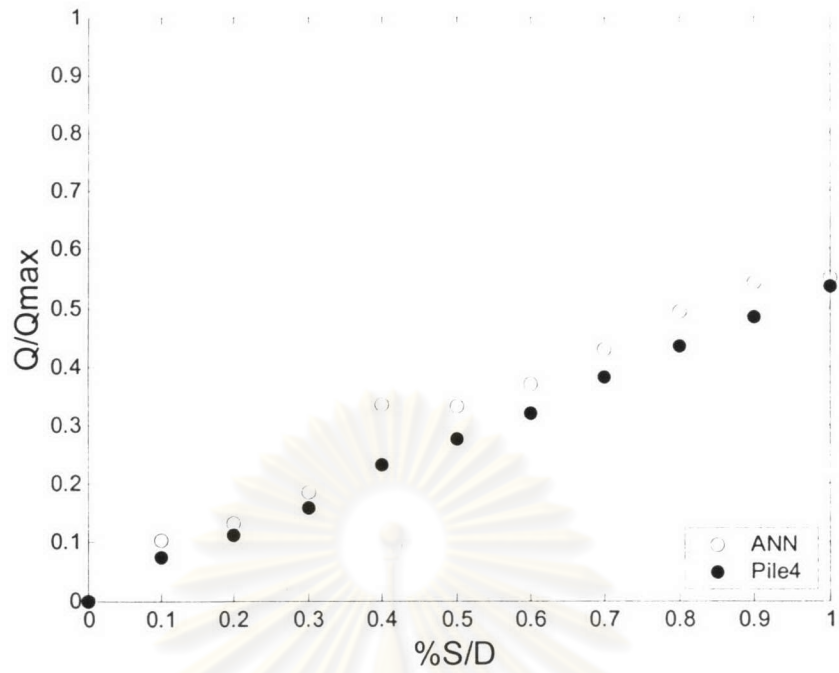


รูป ๓.2 load-settlement curve สร้างจาก ANN ของ Pile2

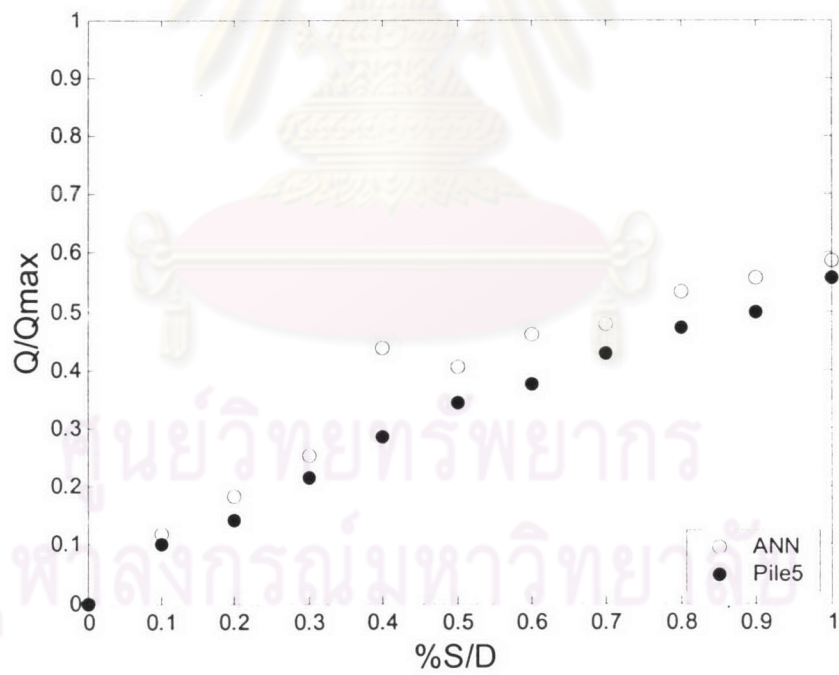


รูป ๓.3 load-settlement curve สร้างจาก ANN ของ Pile3

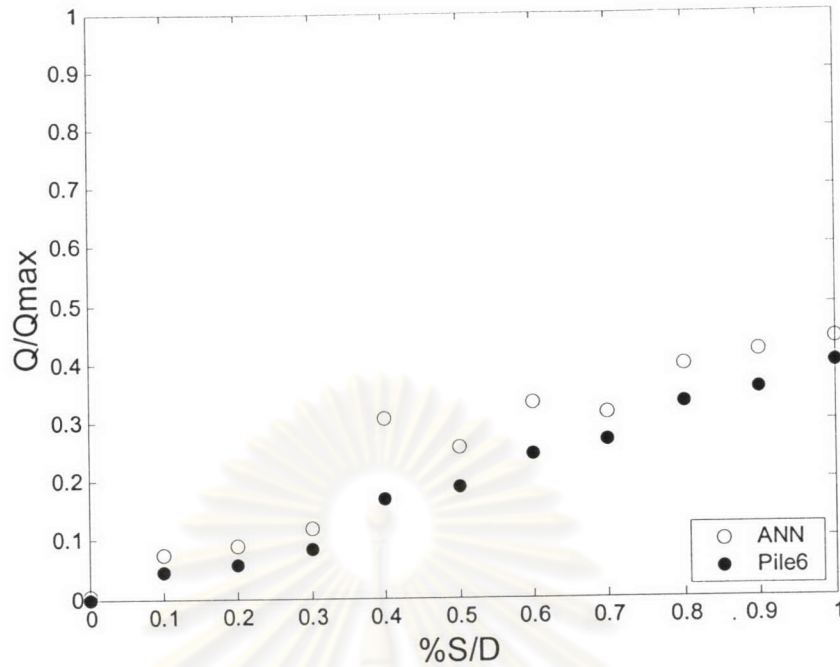




รูป ๓.๔ load-settlement curve สร้างจาก ANN ของ Pile4



รูป ๓.๕ load-settlement curve สร้างจาก ANN ของ Pile5



รูป ๖.6 load-settlement curve สร้างจาก ANN ของ Pile6

### ๖.2.1 แบบจำลองสำหรับสร้างกราฟ load-settlement curve

ข้อมูลผลการทดสอบเสาเข็มแบบ static load test โดยทำการ normalize ค่า  $Q$  (น้ำหนักที่ทำการทดสอบ) ด้วยค่า  $Q_{max}$  (ค่าน้ำหนักที่เกิดการวิบัติ หรือค่าน้ำหนักที่ประมาณมาจากวิธีหาค่ารับน้ำหนักสูงสุดของ Mazurkiewicz) ที่ตำแหน่งแต่ละ % ของ  $S/D$  (settlement/pile diameter) ใช้เป็นตัวแปรด้านออกของแบบจำลอง ส่วนตัวแปรด้านเข้าของแบบจำลองใช้ค่าของ  $\%S/D$

ตารางที่ จ.3 แบบจำลองสำหรับสร้าง load-settlement curve

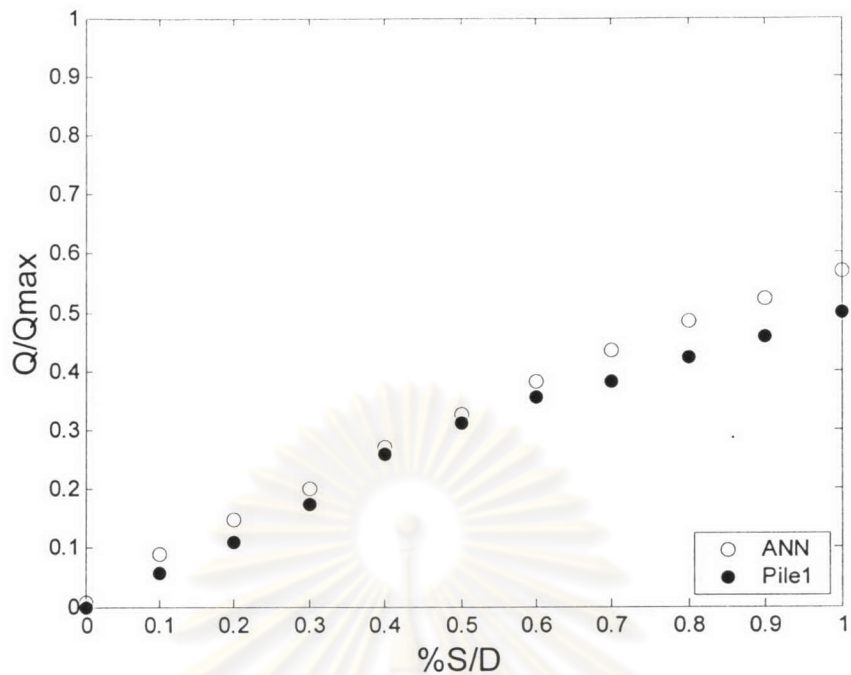
Input parameter	Node No.	Output	Node No.
0% S/D	1	$Q_1/Q_{max}$ 0% S/D	1
0.1% S/D	2	$Q_2/Q_{max}$ 0.1% S/D	2
0.2% S/D	3	$Q_3/Q_{max}$ 0.2% S/D	3
0.3% S/D	4	$Q_4/Q_{max}$ 0.3% S/D	4
0.4% S/D	5	$Q_5/Q_{max}$ 0.4% S/D	5
0.5% S/D	6	$Q_6/Q_{max}$ 0.5% S/D	6
0.6% S/D	7	$Q_7/Q_{max}$ 0.6% S/D	7
0.7% S/D	8	$Q_8/Q_{max}$ 0.7% S/D	8
0.8% S/D	9	$Q_9/Q_{max}$ 0.8% S/D	9
0.9% S/D	10	$Q_{10}/Q_{max}$ 0.9% S/D	10
1.0% S/D	11	$Q_{10}/Q_{max}$ 1.0% S/D	11

## จ.2.2 ทดสอบแบบจำลองสร้างกราฟ load-settlement curve

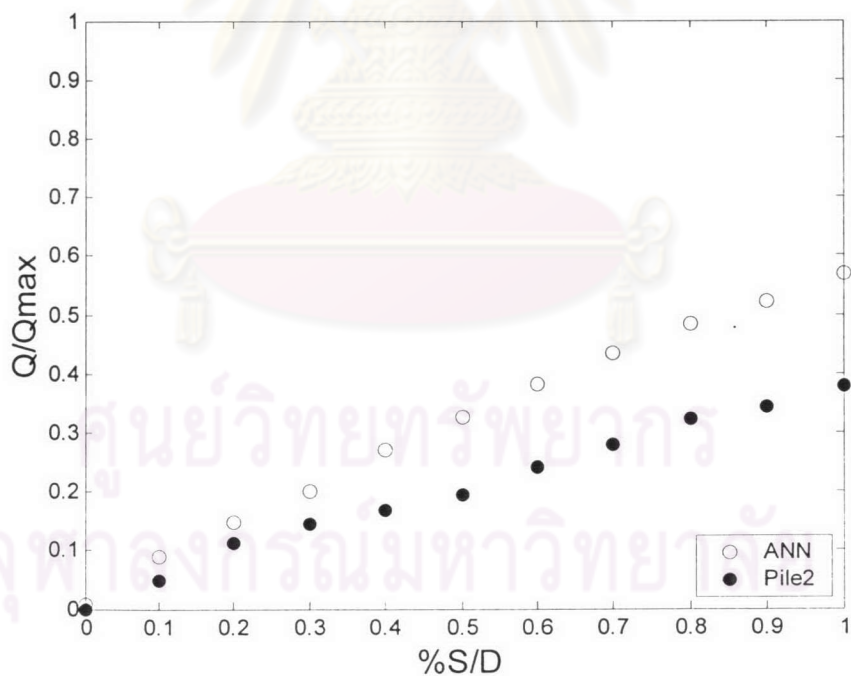
จากการทดสอบ พบว่าแบบจำลอง Back-propagation ที่มีจำนวนชั้นซ่อน 2 ชั้น และมีหน่วยประสาทในชั้นซ่อน 30 หน่วยประสาท และมีรอบการคำนวณ 3000 รอบ ให้ผลและสร้างกราฟของ load-settlement ได้ดีที่สุดดังแสดง

ตารางที่ จ.4 สรุปค่า  $R^2$  สำหรับแบบจำลองสร้างกราฟ load-settlement curve

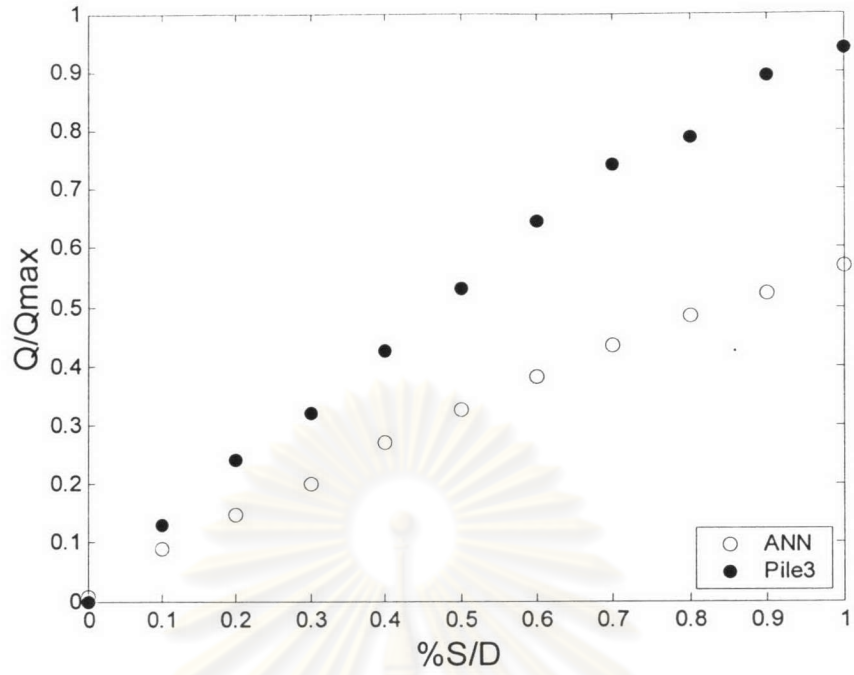
Network	$R^2_1$	$R^2_2$	$R^2_3$	$R^2_4$	$R^2_5$	$R^2_6$	$R^2_7$	$R^2_8$	$R^2_9$	$R^2_{10}$	$R^2_{11}$
ANN(20-20)	NAN	0.87	0.79	0.73	0.71	0.68	0.65	0.62	0.65	0.58	0.57



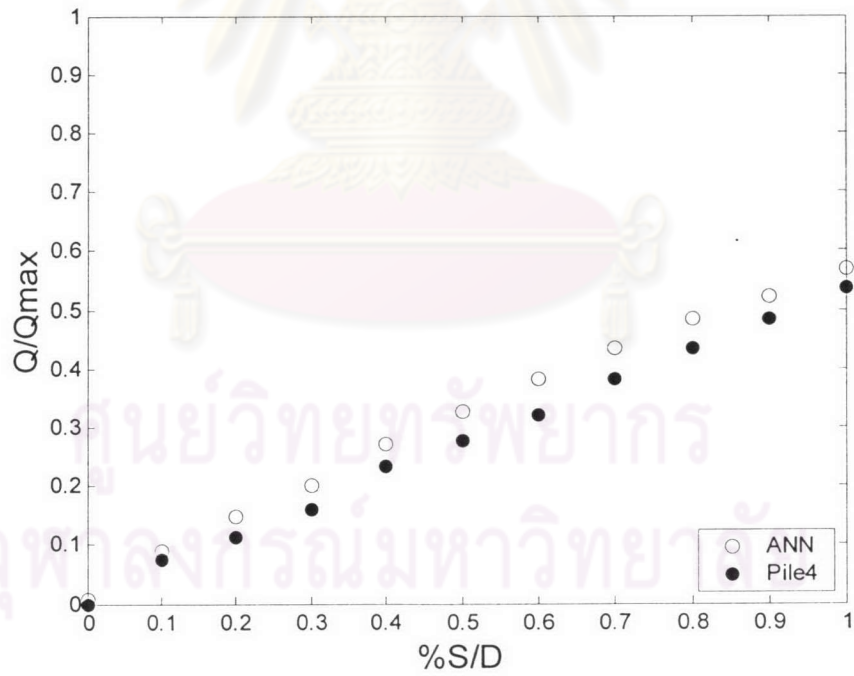
รูป ๗.7 load-settlement curve สร้างจาก ANN ของ Pile1



รูป ๗.8 load-settlement curve สร้างจาก ANN ของ Pile2

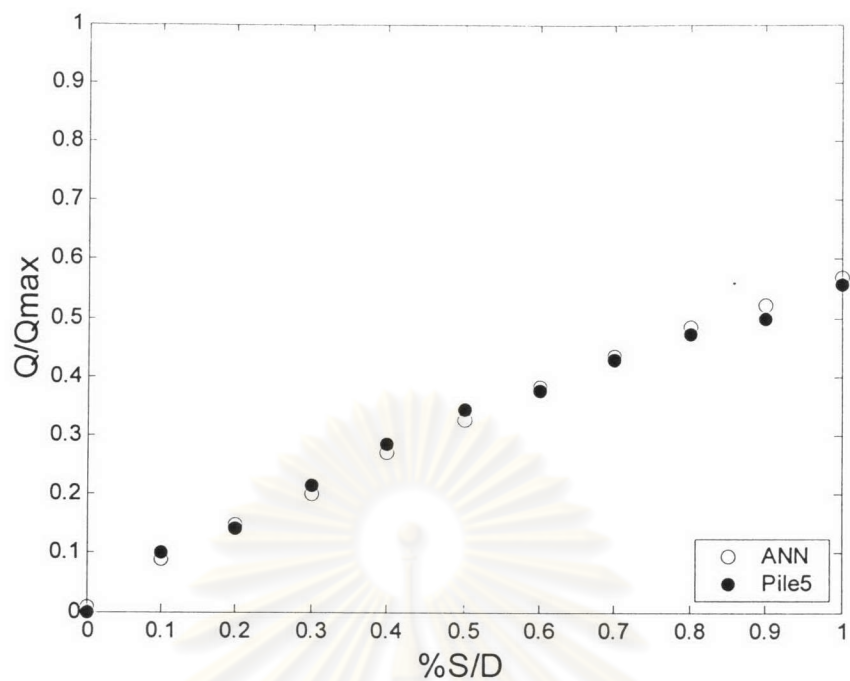


รูป ๙.9 load-settlement curve สร้างจาก ANN ของ Pile3

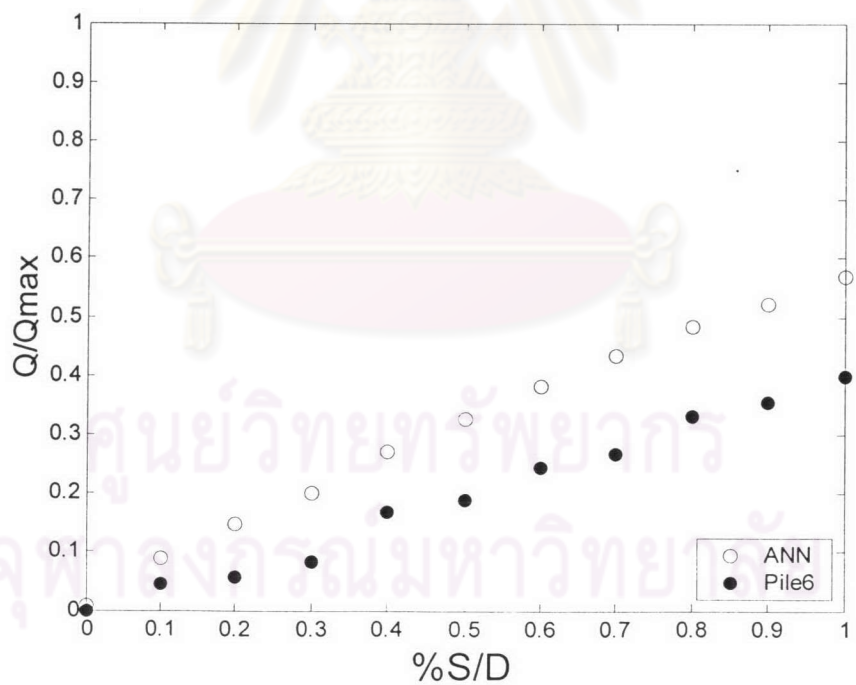


รูป ๙.10 load-settlement curve สร้างจาก ANN ของ Pile4





รูป ๑.11 load-settlement curve สร้างจาก ANN ของ Pile5



รูป ๑.12 load-settlement curve สร้างจาก ANN ของ Pile6

## ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายอาชว์ นิยมไทย เกิดวันที่ 2 เมษายน พุทธศักราช 2523 ที่จังหวัด กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (ภาควิชาวิศวกรรมโยธา) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2543 จากนั้นเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีการศึกษา 2544



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย