

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- สุพจน์ เตชวรสินสกุล. 2541. การออกแบบคานาดูโมงค์ (Tunnel Lining). เอกสารประกอบการ
อบรมเรื่อง ความรู้พื้นฐานงานก่อสร้างอุโมงค์ในดินอ่อน รุ่นที่ 2 (25-26 ตุลาคม 2541).
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
- สุรฉัตร สัมพันธ์รักษ์. 2540. วิศวกรรมปฐพี. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
- ชลธิชา บุญส่ง. 2544. การเสียรูปและเคลื่อนตัวของอุโมงค์ที่ก่อสร้างด้วยวิธีแรงดันดินสมดุลในดิน
กรุงเทพฯ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.,
- ธเนศ ศรีศิริโรจนกร. 2548. เอกสารประกอบการเรียนวิชา Tunnel Engineering: ภาควิชา
วิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สุพจน์ เตชวรสินสกุล. 2547. เอกสารประกอบการเรียนวิชา Earth Structure: ภาควิชาวิศวกรรม
โยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- บุญเทพ นานะรังสรรค์ 2542. Foundation Engineering and Tunnelling. พิมพ์ครั้งที่ 6.
- ฉันทวุฒิ พิษขผล, พิษิต สันติกุลานนท์. 2542. คู่มือเรียน Visual basic 6.0. พิมพ์ครั้งที่ 33.
- กิตติ ภัคดีวัฒนะกุล, จำลอง ครูอุตสาหะ. 2545. Visual basic ฉบับโปรแกรมเมอร์. พิมพ์ครั้งที่ 10.

ภาษาอังกฤษ

- Einstein, H. 1979. Simplified Analysis for Tunnel Supports. Journal of the Journal of
Geotechnical Engineering. April : 499-518
- A.M. Muir Wood, 1975. The circular tunnel in elastic ground . Geotechnique 25. 115-127
- Japanese Standard for Shield Tunneling. 1996 ARTICAL 28: Design Loads. 39
- Anonym, Design of Circular Tunnel Section. 365-428
- Subhash C. Saxena , Tunnel Engineering. 7-19
- www.pbworld.com/library/fellowship/wang/chp4.pdf. Ovaling effect on circular tunnels.
53-82
- T.R. Kuesel, Principles of ground-structure interaction. Tunnel Engineering Handbook. 2nd
Ed., New York, C.&H., 1996

ภาคผนวก

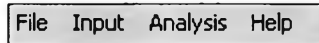
ภาคผนวก ก

AFT-LINER2005 เป็นโปรแกรมวิเคราะห์แรงภายในดาดอุโมงค์หน้าตัดวงกลม ที่พัฒนาขึ้น เพื่อเสนอเป็นทางเลือกหนึ่ง ที่ออกแบบให้มีสภาพการใช้งานที่ง่ายและรวดเร็ว สำหรับผู้ที่ต้องการวิเคราะห์แรงภายใน ที่เกิดขึ้นกับดาดอุโมงค์ ซึ่งวิเคราะห์ได้จาก 3 วิธี คือ Einstein Method , JSCE Method และ Muir Wood Method

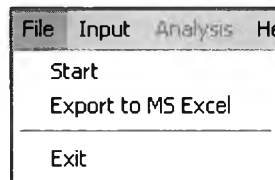
เมนูคำสั่งของโปรแกรม

1. แสดงส่วนของแถบเมนู (Menu bar)

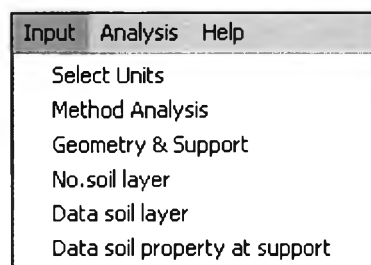
ส่วนนี้ ใช้ในการเลือกคำสั่งของโปรแกรม ดังจะเห็นแถบเมนูนี้อยู่บนหน้าจอหลักของ โปรแกรมเสมอ ซึ่งประกอบไปด้วยหัวข้อบนแถบเมนู ดังรูปที่ ก.1 และแต่ละหัวข้อในเมนูบาร์ ประกอบไปด้วยคำสั่งต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ ก. 2 - ก. 5 และมีคำอธิบายในแต่ละหัวข้อดังตารางที่ ก. 1



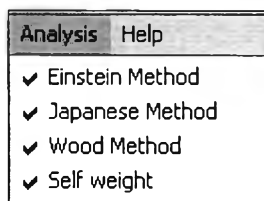
รูปที่ ก.1 แถบเมนูของโปรแกรม AFT-LINER2005



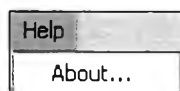
รูปที่ ก.2 คำสั่งใน File



รูปที่ ก.3 คำสั่งใน Input



รูปที่ ก.4 คำสั่งใน Analysis



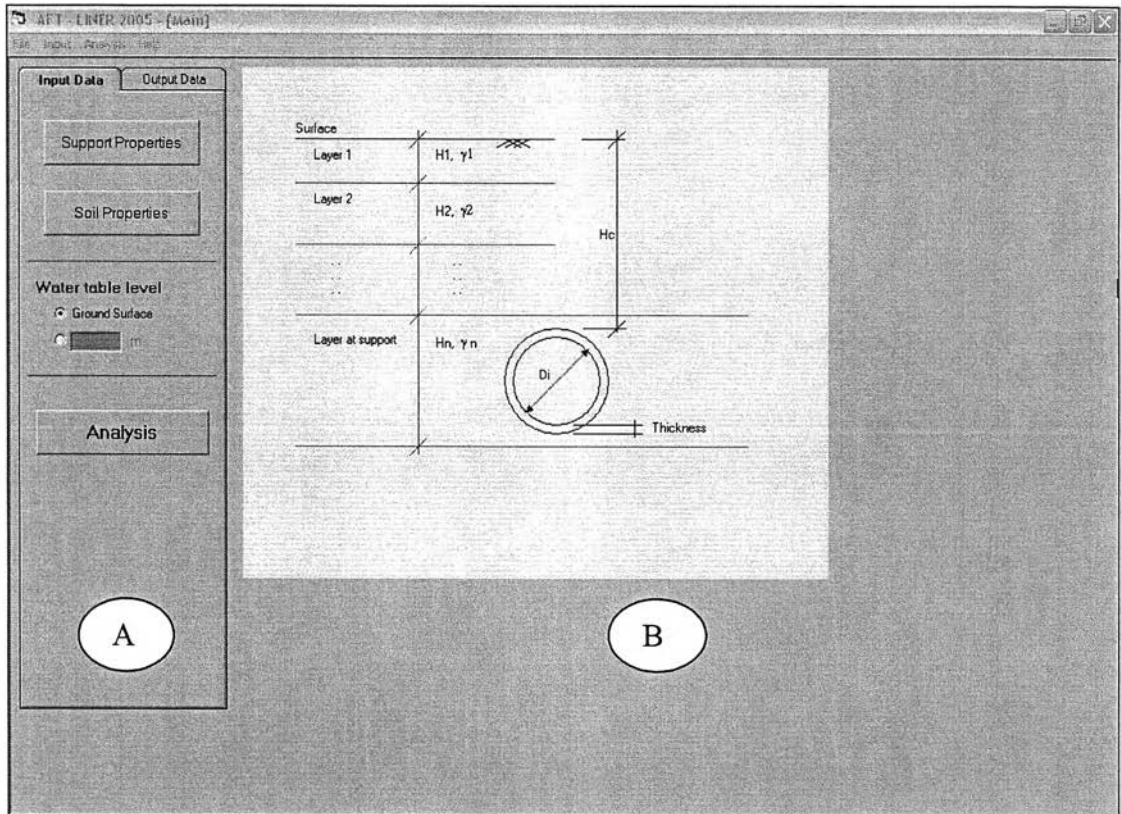
รูปที่ ก.5 คำสั่งใน Help

ตารางที่ ก1. แสดงหน้าที่ของแต่ละเมนูทั้งหมดในโปรแกรม

เมนูหลัก	เมนูย่อย	จุดประสงค์
<i>File</i>	Start	เริ่มการเข้าสู่โปรแกรม
	Export to MS Excel	เชื่อมโยงข้อมูลที่วิเคราะห์แล้วไปเก็บไว้ในไฟล์ Excel
	Exit	ออกจากโปรแกรม
<i>Input</i>	Select Units	กลับเข้าไปยังหน้าของการเลือกหน่วยคำนวณ
	Method Analysis	กลับเข้าไปยังหน้าของการเลือกวิธีคำนวณ
	Geometry & Support	กลับเข้าไปยังหน้าการใส่ข้อมูลของดาดูโมงค์และ Geometry
	No. Soil Layer	กลับเข้าไปยังหน้าการกรอกจำนวนชั้นของดิน
	Data soil layer	กลับเข้าไปยังหน้าการกรอกความสูงและหน่วย นน. ของดินในแต่ละชั้น
	Data soil property at support	กลับเข้าไปยังหน้าข้อมูลดินของชั้นที่อุโมงค์วางตัวอยู่
<i>Analysis</i>	Einstein Method	แสดงให้เห็นผู้ใช้ทราบว่าได้เลือกวิธีใดวิเคราะห์ไปบ้าง
	JSCE Method	
	Wood Method	
	Self weight	
<i>Help</i>	About	ชื่อโปรแกรม

2. แสดงส่วนของหน้าต่างการรับข้อมูลและประมวลผล

- หน้าต่างการรับข้อมูลนั้น จะประกอบไปด้วยปุ่มในการรับข้อมูลดิน, อุโมงค์, ระดับน้ำ และ ปุ่มที่ใช้ในการประมวลผล มีส่วนที่แสดงภาพตัวอย่างเสริมอยู่ด้านขวาของจอ ดังรูปที่ก.6



รูปที่ ก.6 หน้าจอปุ่มคำสั่งการกรอกข้อมูล

- (A) = ด้านของปุ่มคำสั่งในการกรอกข้อมูลทั้งหมด
- (B) = แสดงภาพตัวอย่างหน้าตัดดิน

- หน้าต่างประมวลผล ประกอบไปด้วยปุ่มเพื่อเลือกแสดงผลลัพธ์ ของแต่ละวิธี และ
จอแสดงผลเป็นกราฟ , ตารางและรูปภาพ ดังรูปที่ ก.7

The screenshot shows the APT-LINER 2005 software interface. On the left, there is an 'Input Data' section with 'Select Method' options: Einstein Method (selected), JSCE Method, Muir Wood Method, and Sell weight of concrete segment. A 'Compute' button and a circled 'C' are also present. Below this, a legend defines T as Axial Force (kN/m), M as Bending Moment (kN.m/m), and S as Shear Force (kN/m).

The 'Output Data' section on the right contains a table with columns for Angle (Degree), Full-Slip T (I), Full-Slip T (II), Full-Slip M (I), Full-Slip M (II), No-Slip T (I), No-Slip T (II), No-Slip M (I), and No-Slip M (II). The table lists values for angles from 0 to 180 degrees. Below the table, there is a 'Graph' section with a legend: 'I_o - Moment of inertia (Ring,full-ring)' and 'I - Moment of inertia (Segment,reduce-ring)'. A circled 'D' is located below the graph legend.

Angle (Degree)	Full-Slip T (I)	Full-Slip T (II)	Full-Slip M (I)	Full-Slip M (II)	No-Slip T (I)	No-Slip T (II)	No-Slip M (I)	No-Slip M (II)
0							273.868	-273.868
10	969.798	917.173	107.451	43.908	1325.278	1325.273	-257.351	-257.351
20	967.105	907.9	87.595	35.794	1240.591	1240.586	-209.795	-209.795
30	932.338	893.693	57.173	23.363	1110.843	1110.839	-136.934	-136.934
40	889.63	876.265	19.856	8.114	951.684	951.679	-47.557	-47.557
50	844.304	857.72	-19.856	-8.114	782.31	782.306	47.557	47.557
60	801.656	840.292	-57.173	-23.363	623.151	623.146	136.934	136.934
70	766.889	826.085	-87.595	-35.794	493.403	493.399	209.795	209.795
80	744.196	816.812	-107.451	-43.908	408.716	408.712	257.351	257.351
90	736.315	813.592	-114.347	-46.726	379.305	379.3		
100	744.196	816.812	-107.451	-43.908	408.716	408.712	257.351	257.351
110	766.889	826.085	-87.595	-35.794	493.403	493.399	209.795	209.795
120	801.656	840.292	-57.173	-23.363	623.151	623.146	136.934	136.934
130	844.304	857.72	-19.856	-8.114	782.31	782.306	47.557	47.557
140	889.63	876.265	19.856	8.114	951.684	951.679	-47.557	-47.557
150	932.338	893.693	57.173	23.363	1110.843	1110.839	-136.934	-136.934
160	967.105	907.9	87.595	35.794	1240.591	1240.586	-209.795	-209.795
170	969.798	917.173	107.451	43.908	1325.278	1325.273	-257.351	-257.351
180							273.868	-273.868
Max								
Min	736.315	813.592	-114.347	-46.726	379.305	379.3	-273.868	-273.868

รูปที่ ก.7 หน้าจอส่วนประมวลผล

C

= ด้านการเลือกดูผลของแต่ละวิธี

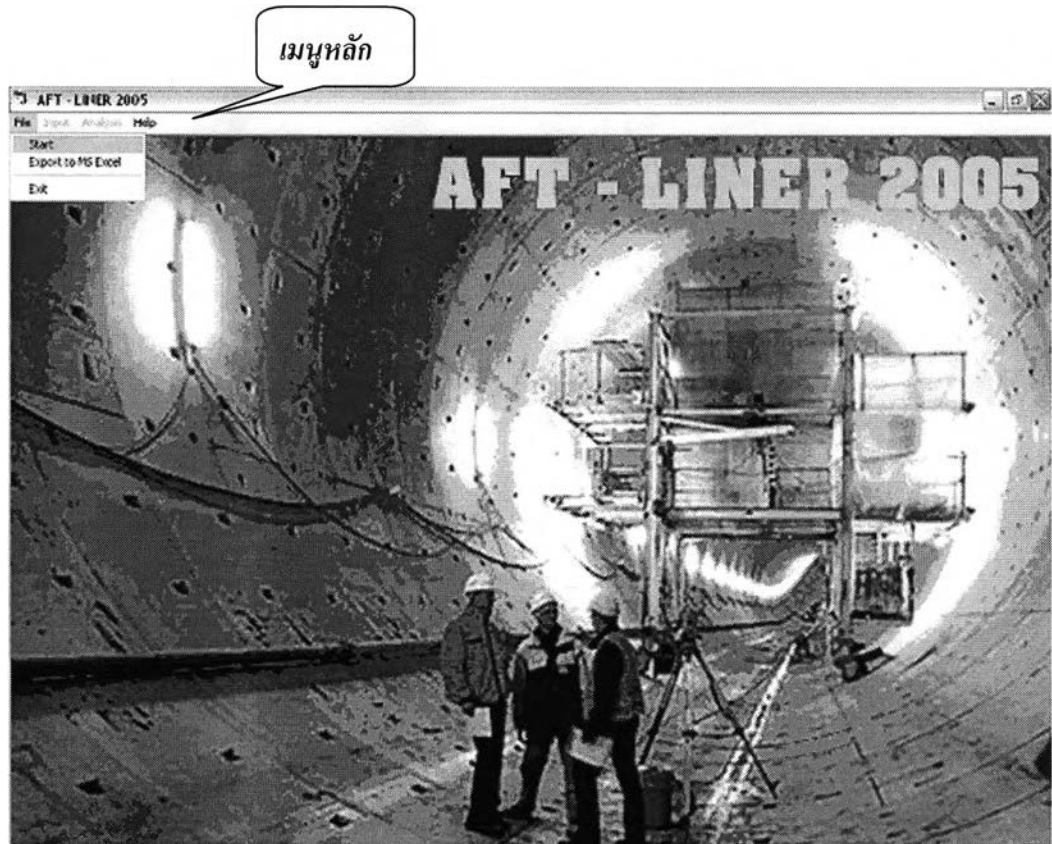
D

= ส่วนแสดงผลทางจอภาพออกมาในรูปแบบตาราง , กราฟ และรูปภาพ

ภาคผนวก ข
การใช้โปรแกรม

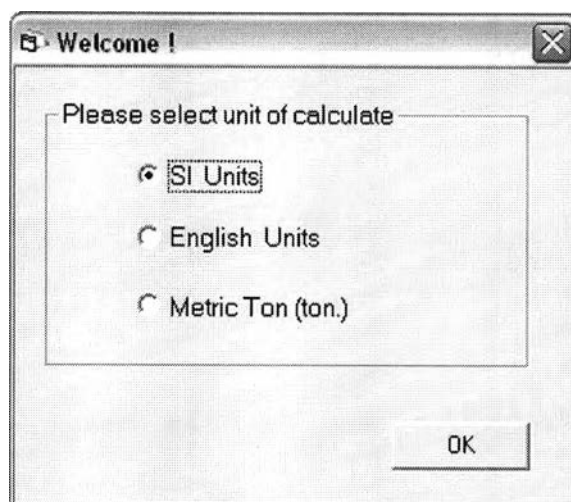
การใช้โปรแกรม

1. ทำการติดตั้งโปรแกรมจากแผ่น CD ROM ลงใน HARDDISK
 2. หลังจากติดตั้งโปรแกรมเสร็จแล้วให้เรียกใช้โปรแกรม โดยคลิกที่ไอคอน Shortcut ของ AFT-LINER2005 หรือเรียกจากโฟลเดอร์ที่ได้ติดตั้งโปรแกรมไว้โดยคลิกที่ AFT-LINER2005.exe
- โปรแกรมจะแสดงหน้าจอหลักดังรูปที่ ข.1



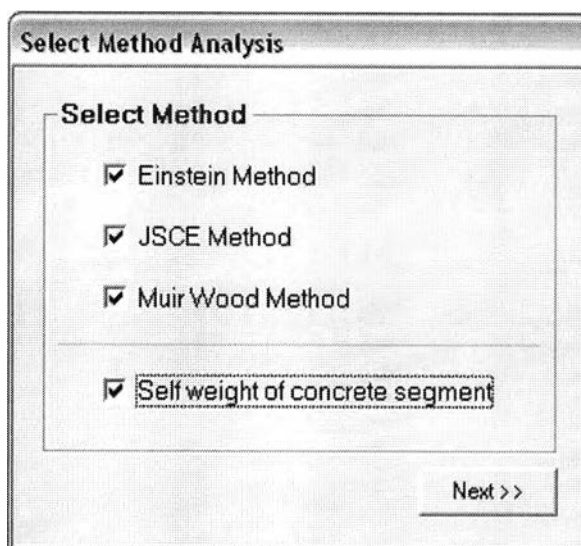
รูปที่ ข.1 หน้าจอหลักของโปรแกรม

3. คลิกที่คำสั่ง Start ในเมนู File จะปรากฏหน้าต่างการเลือกหน่วยในการคำนวณดังรูปที่ ข.2



รูปที่ ข.2 การเลือกหน่วยคำนวณ

4. หลังจากเลือกหน่วยในการคำนวณแล้ว กดปุ่ม OK จะปรากฏหน้าต่างให้เลือกวิธีวิเคราะห์ ดังรูปที่ ข.3



รูปที่ ข.3 การเลือกวิธีการวิเคราะห์

5. เมื่อเลือกวิธีการวิเคราะห์จากขั้นตอนที่ 4 แล้ว โปรแกรมจะนำเข้าสู่หน้าจอแสดงปุ่มคำสั่งการใส่ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ ดังแสดงในรูปที่ ข.4 และจะแสดงหน้าต่างของแต่ละปุ่มคำสั่งเรียงตามหัวข้อจากรูปที่ ข.4

The image shows a software interface with two tabs: "Input Data" (selected) and "Output Data". The interface is divided into several sections:

- Support Properties**: A rectangular box with a line pointing to a circled number 1.
- Soil Properties**: A rectangular box with a line pointing to a circled number 2.
- Water table level**: A section containing two radio buttons. The first is labeled "Ground Surface" and is unselected. The second is selected and is followed by a text input field containing "1.5 m". A line points from this section to a circled number 3.
- Analysis**: A rectangular box with a line pointing to a circled number 4.

รูปที่ ข.4 ส่วนของปุ่มคำสั่งการรับข้อมูล

5.1 เมื่อคลิกที่ปุ่ม **1** จะปรากฏหน้าจอให้กรอกคุณสมบัติทาง Geometry และ คุณสมบัติของดาดอุโมงค์ ดังรูปที่ ข.5

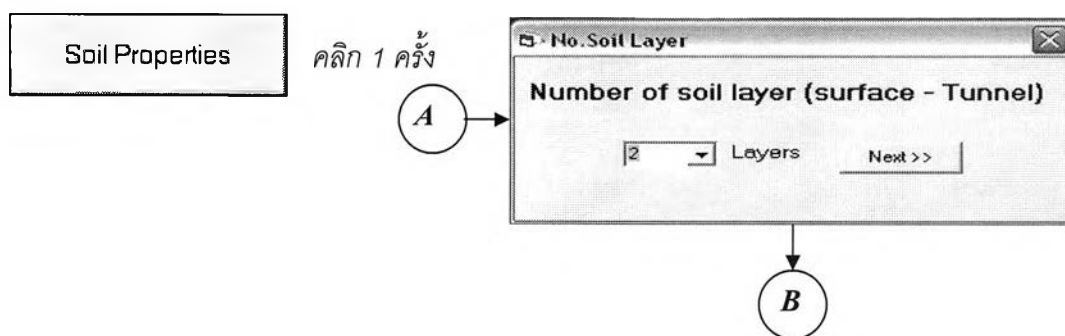
Geometry		
Surcharge load (Q_o)	20	kN/m ²
Elevation of Crown (H_c)	20	m
Inner diameter (D_i)	5	m
Thickness of liner (t)	0.25	m
Number of segment (N)	7	Pieces

Support Properties		
Elastic modulus of support (E_s)	3.024e7	kN/m ²
Poisson's ratio of support (ν_s)	0.2	
Unit weight of support (γ_s)	24	kN/m ³

รูปที่ ข.5 หน้าต่างกรอกข้อมูลดาดอุโมงค์และ Geometry

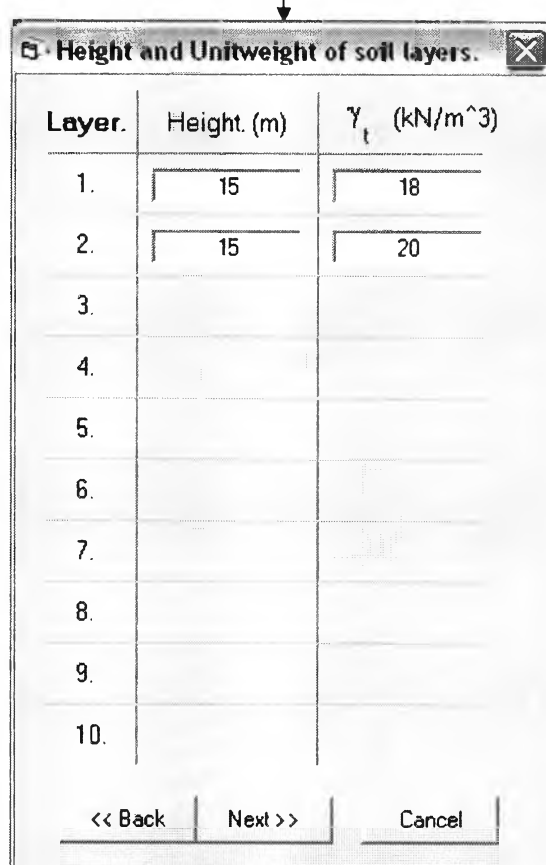
5.2 หลังจากกรอกข้อมูลในหัวข้อ 5.1 จนเสร็จ โปรแกรมจะกลับเข้าสู่หน้าจอปุ่มคำสั่งการรับข้อมูลอีกครั้ง เพื่อให้ผู้ใช้ได้กรอกข้อมูลดินผ่านทางปุ่มคำสั่ง **2** ในรูปที่ ข.4 ดังจะแสดงหน้า การกรอกข้อมูลดินตามขั้นตอนด้านล่างนี้

5.2.1 กรอกจำนวนชั้นดิน จนถึงชั้นที่อุโมงค์อยู่



5.2.2 ใส่ข้อมูลความสูง และหน่วยน้ำหนักของดินในแต่ละชั้น

(B)



The dialog box contains a table with the following data:

Layer.	Height. (m)	γ_t (kN/m ³)
1.	15	18
2.	15	20
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		

(C)

5.2.3 กรอกคุณสมบัติของดิน เฉพาะชั้นดินที่อยู่ใต้อุปกรณ์



Insert Data Soil Layer at Support

Layer at support (Layer 2)

Elastic modulus of ground (E) kN/m²

Poisson's ratio of ground (ν) ...

Coeff. of Lateral Earth Pressure (K) ...

Undrain shear strength (Su) kN/m²

Coeff. of Lateral Subgrade Reaction kN/m²/m

Cohesion (C) kN/m²

Friction Angle (φ) Degree

<< Back Done Cancel

Poisson's Ratio of Soil

▼ (Rocks) = 0.20

▼ (Dense Sands) = 0.25-0.35

▼ (Medium to Loose Sands) = 0.40

▼ (Stiff Sandy or Silty clays) = 0.20-0.30

▼ (Clay, drained) = 0.30

▼ (Clay, undrained) = 0.50

Close

Coeff. of Lateral Earth Pressure (K)

Dense sand, Stiff clay, Medium clay → = 0.45 - 0.55

Loose sand = 0.50 - 0.65

Soft clay = 0.55 - 0.65

Very soft clay = 0.65 - 0.75

Close

Coeff. of Lateral Subgrade Reaction

Very dense sand, Very stiff clay = 3 - 5 (10⁴) KN/m²/m

Dense sand, Very dense sand = 1 - 3 (10⁴) KN/m²/m

Medium clay = 0.5 - 1 (10⁴) KN/m²/m

Loose sand = 0 - 1 (10⁴) KN/m²/m

Soft clay = 0 - 0.5 (10⁴) KN/m²/m

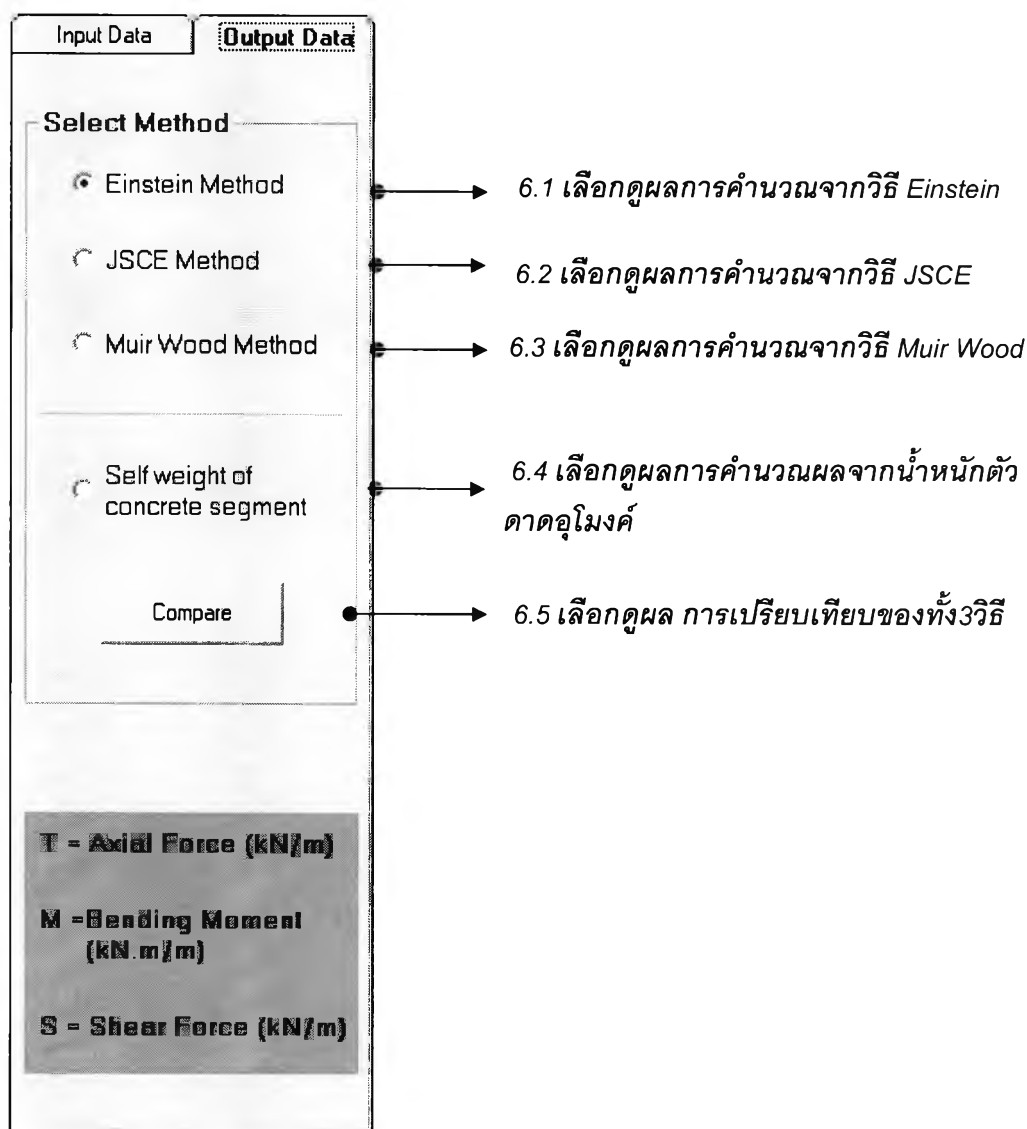
Very soft clay = 0 KN/m²/m

Close

5.2.4 กรอกระดับน้ำในหัวข้อปุ่มคำสั่ง **3** ในรูปที่ ข.4

5.2.5 คลิกที่ปุ่ม **4** ในรูปที่ ข.4 เพื่อทำการประมวลผล

6. เข้าสู่หน้าการประมวลผล โปรแกรมจะทำการนำข้อมูลในหัวข้อ 5. ทั้งหมดมาประมวลผลและแสดงผลออกทางหน้าจอตั้งจะยกตัวอย่างการเลือกแสดงผลของแต่ละวิธีตามหัวข้อในรูปที่ ข.6 ดังนี้



รูปที่ ข.6 ส่วนของการเลือกดูผลการคำนวณของแต่ละวิธี

6.1 เลือกดูผลการคำนวณจากวิธี Einstein

Einstein Method

Angle (Degree)	Full-Slip		Full-Slip		No-Slip		No-Slip	
	T (I _o)	T (I)	M (I _o)	M (I)	T (I _o)	T (I)	M (I _o)	M (I)
0							-273.868	-273.868
10	989.798	917.173	107.451	43.908	1325.278	1325.273	-257.351	-257.351
20	967.105	907.9	87.595	35.794	1240.591	1240.586	-209.795	-209.795
30	932.338	893.693	57.173	23.363	1110.843	1110.839	-136.934	-136.934
40	889.69	876.265	19.856	8.114	951.684	951.679	-47.557	-47.557
50	844.304	857.72	-19.856	-8.114	782.31	782.306	47.557	47.557
60	801.656	840.292	-57.173	-23.363	623.151	623.146	136.934	136.934
70	766.889	826.085	-87.595	-35.794	493.403	493.399	209.795	209.795
80	744.196	816.812	-107.451	-43.908	408.716	408.712	257.351	257.351
90	736.315	813.592	-114.347	-46.726	379.305	379.3		
100	744.196	816.812	-107.451	-43.908	408.716	408.712	257.351	257.351
110	766.889	826.085	-87.595	-35.794	493.403	493.399	209.795	209.795
120	801.656	840.292	-57.173	-23.363	623.151	623.146	136.934	136.934
130	844.304	857.72	-19.856	-8.114	782.31	782.306	47.557	47.557
140	889.69	876.265	19.856	8.114	951.684	951.679	-47.557	-47.557
150	932.338	893.693	57.173	23.363	1110.843	1110.839	-136.934	-136.934
160	967.105	907.9	87.595	35.794	1240.591	1240.586	-209.795	-209.795
170	989.798	917.173	107.451	43.908	1325.278	1325.273	-257.351	-257.351
180	997.679	921.39					-273.868	-273.868
Max	997.679	921.39						
Min	736.315	813.592	-114.347	-46.726	379.305	379.3	-273.868	-273.868

Graph

Moment (Effect of staggered of segment)

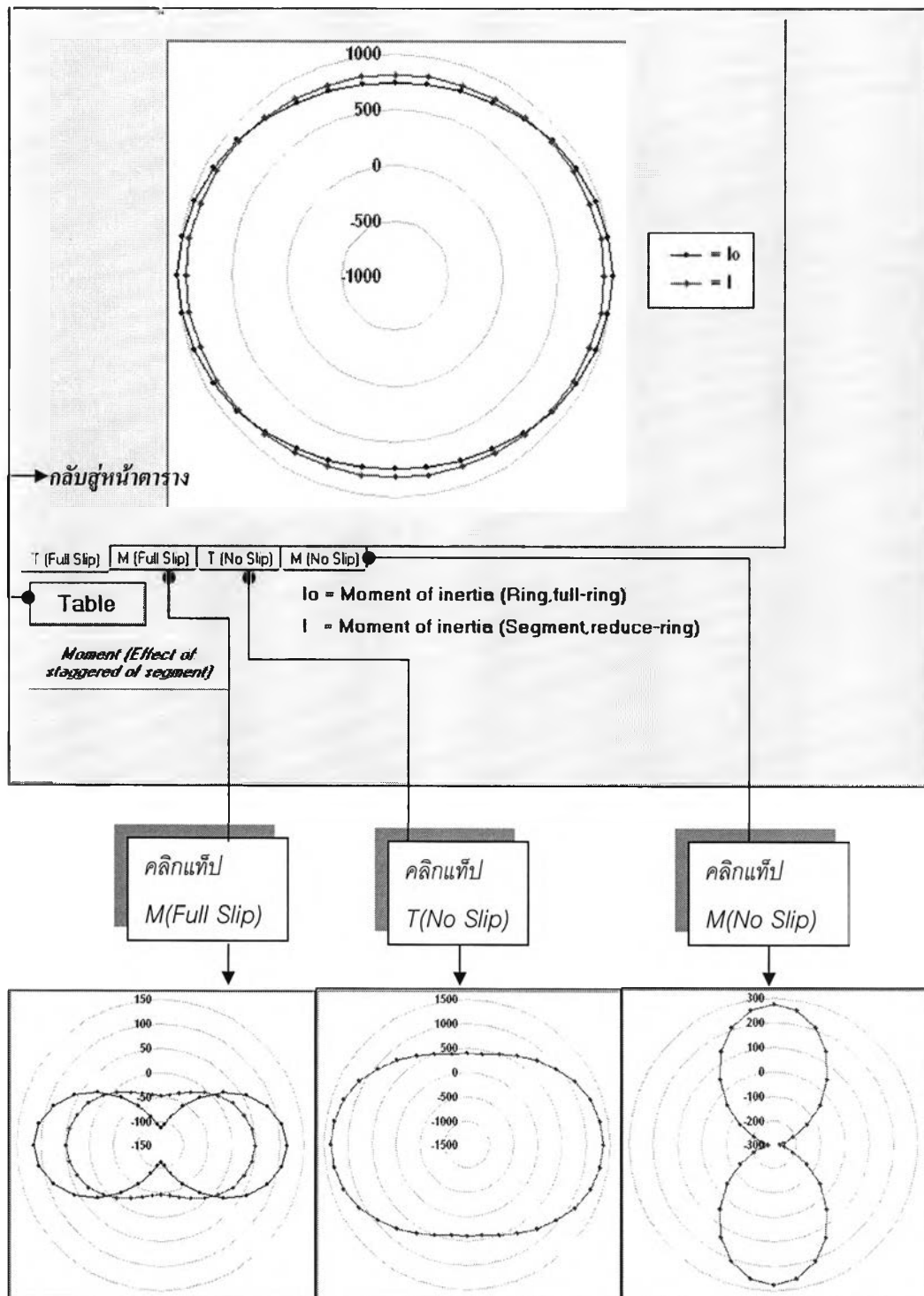
I_o = Moment of inertia (Ring,full-ring)

I = Moment of inertia (Segment,reduce-ring)

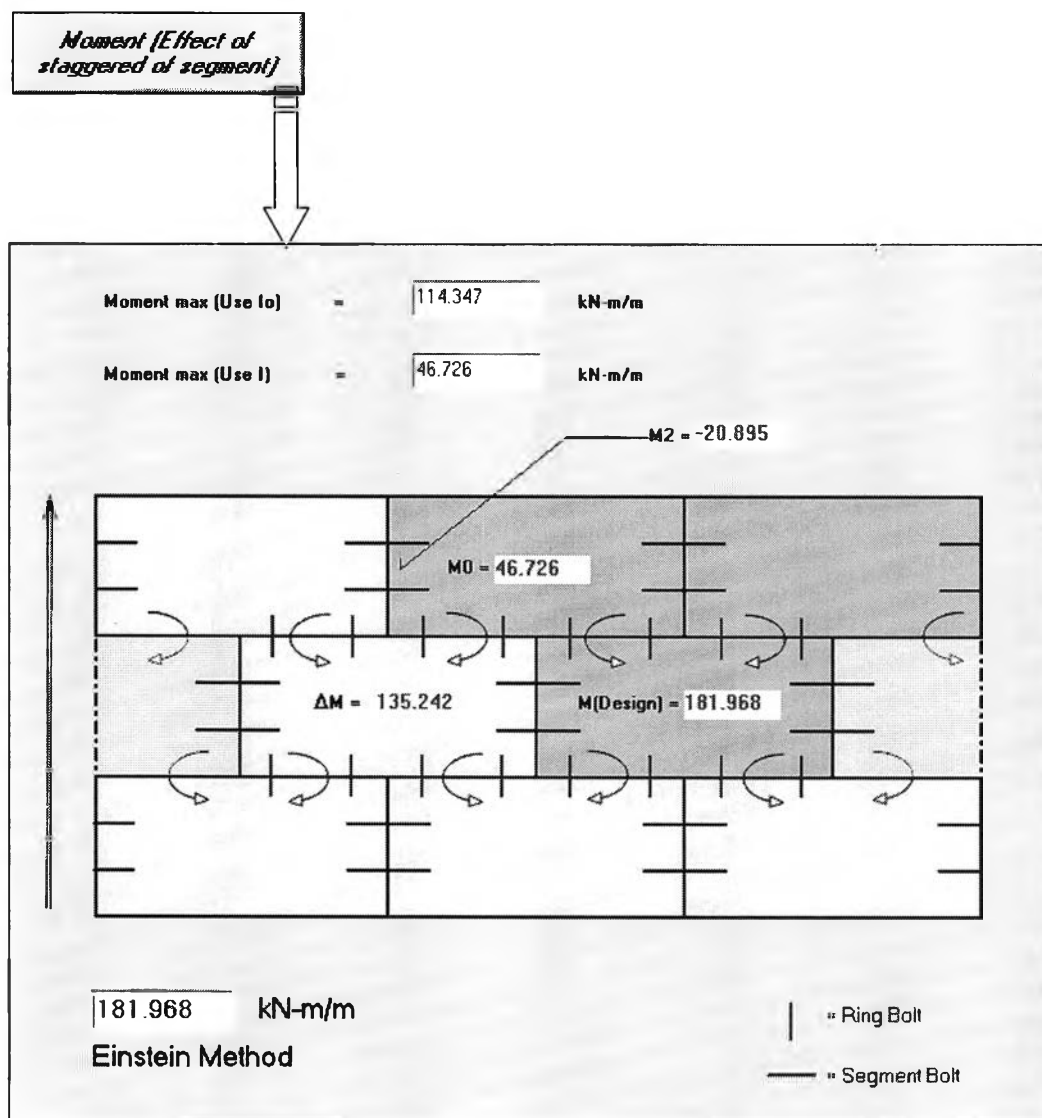
คลิก 1 ครั้ง เมื่อต้องการดูผลเป็น กราฟกระจายของ แรงภายในที่เกิดขึ้น ดังจะแสดงในรูปที่ ข.8

คลิก 1 ครั้ง เมื่อต้องการดูผลการเหลื่อมกันของตาตุ่มองค์ จาก ผลลัพธ์ของค่าโมเมนต์ที่ได้จากวิธี Einsteinแสดงดังรูปที่ ข.9

รูปที่ ข.7 หน้าผลการคำนวณเป็นตารางของวิธี Einstein



รูปที่ ข.8 หน้าผลการคำนวณเป็นกราฟของวิธี Einstein



รูปที่ ข.9 หน้าผลเนื่องจากการเหลื่อมกันของควดคูโมงค์(ใช้ moment วิธี Einstein)

6.2 เลือกลงผลการคำนวณจากวิธี JSCE

JSCE Method

Angle (Degree)	T		M		S	
	Io	I	Io	I	Io	I
0	891.342	917.518			0	0
10	897.099	922.877	60.966	38.885	-24.857	-20.311
20	913.583	938.18	44.763	25.783	-44.64	-35.687
30	938.529	961.198	21.484	7.565	-55.171	-42.088
40	968.473	988.525	-3.975	-11.024	-53.887	-37.061
50	883.316	860.511	-25.993	-24.572	-40.726	-20.842
60	908.09	880.795	-40.325	-29.489	-21.376	-6.654
70	945.791	920.739	-45.662	-25.794	-2.554	15.483
80	993.873	978.2	-43.695	-16.984	9.599	
90			-38.534	-9.133	10.944	10.944
100	994.534	978.861	-34.086	-7.375	9.547	-1.558
110	945.492	920.44	-28.898	-9.03	13.91	-4.128
120	905.3	878.006	-20.805	-9.969	21.744	1.022
130	876.863	854.058	-8.935	-7.515	29.828	9.944
140	957.728	977.78	5.995	-1.054		17.721
150	923.509	946.179	21.621	7.703	32.584	19.496
160	894.95	919.548	34.984	16.003	24.947	15.995
170	876.057	901.835	43.89	21.809	13.446	8.9
180	869.455	895.631	47.007	23.883	0	0
Max						
Min	869.455	854.058	-45.662	-29.489	-55.171	-42.083

Graph

Moment (Effect of staggered of segment)

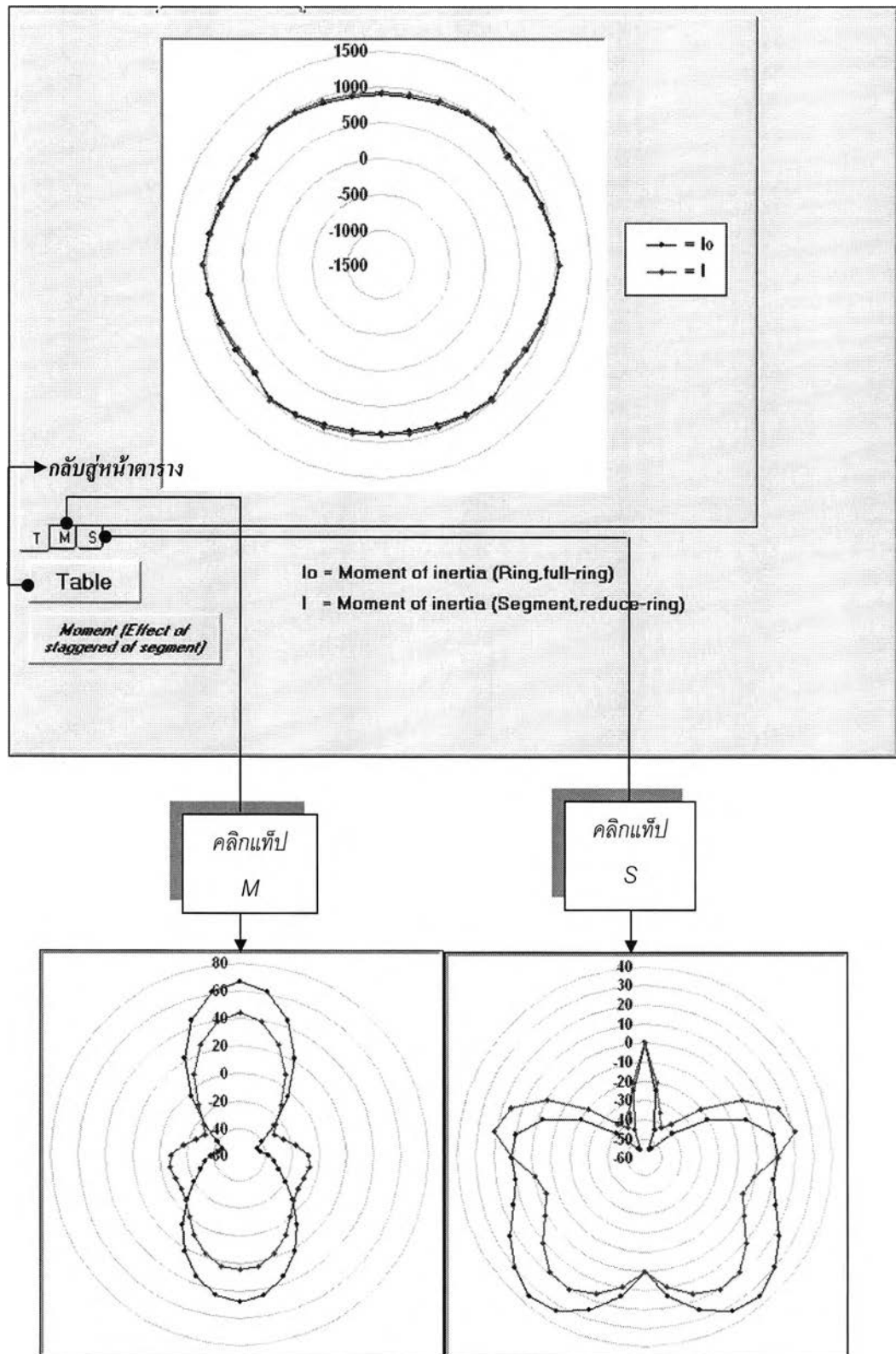
Io = Moment of inertia (Ring,full-ring)

I = Moment of inertia (Segment,reduce-ring)

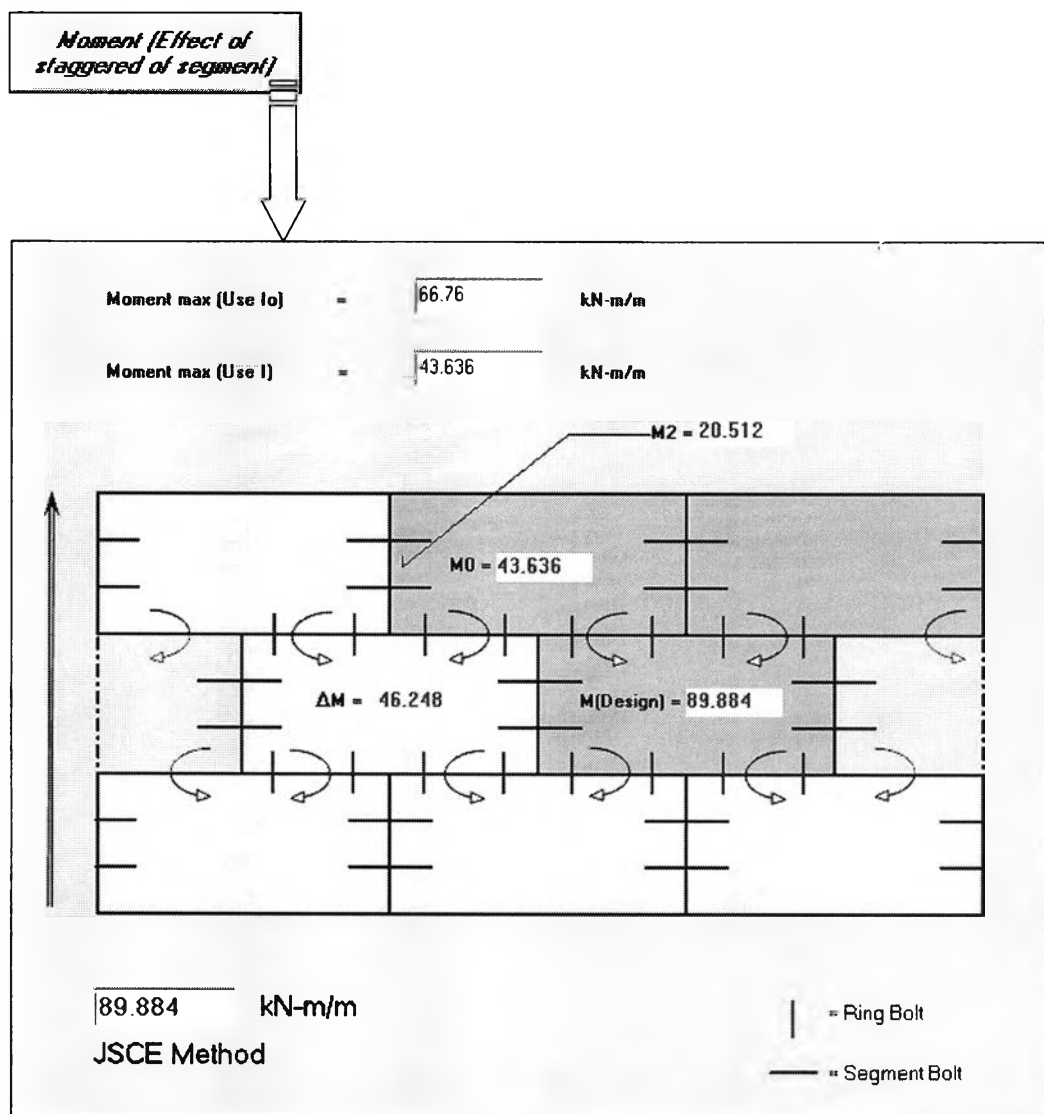
คลิก 1 ครั้ง เมื่อต้องการดูผลเป็น กราฟกระจายของแรงภายในที่เกิดขึ้น ดังจะแสดงในรูปที่ ข.11

คลิก 1 ครั้ง เมื่อต้องการดูผลการหีส่อมกันของดาตาดูโมเมนต์ จากผลลัพธ์ของค่าโมเมนต์ที่ได้จากวิธี JSCEแสดงดังรูปที่ ข.12

รูปที่ ข.10 แสดงหน้าผลการคำนวณเป็นตารางของวิธี JSCE



รูปที่ ข.11 หน้าผลการคำนวณเป็นกราฟของวิธี JSCE



รูปที่ ข.12 หน้าผลเนื่องจากการเหลื่อมกันของดาดอุโมงค์(ใช้ moment วิธี JSCE)

6.3 เลือกดูผลการคำนวณจากวิธี Muir Wood

Muir Wood Method

Angle (Degree)	T		M		S	
	lo	l	lo	l	lo	l
0	1281.855	1298.855	-51.641	-20.475	0	0
10	1290.038	1306.012	48.527	19.24	-12.845	-5.093
20	1313.599	1326.622	39.56	15.685	-24.141	-9.572
30	1349.697	1358.197	25.821	10.238	-32.526	-12.896
40	1393.977	1396.929	8.967	3.555	-36.987	-14.665
50	1441.1	1438.148	-8.967	-3.555	-36.987	-14.665
60	1485.38	1476.881	-25.821	-10.238	-32.526	-12.896
70	1521.478	1508.456	-39.56	-15.685	-24.141	-9.572
80	1545.04	1529.065	-48.527	-19.24	-12.845	-5.093
90	1553.222	1538.222	-51.641	-20.475	0	0
100	1545.04	1529.065	-48.527	-19.24	12.845	5.093
110	1521.478	1508.456	-39.56	-15.685	24.141	9.572
120	1485.38	1476.881	-25.821	-10.238	32.526	12.896
130	1441.1	1438.148	-8.967	-3.555	36.987	14.665
140	1393.977	1396.929	8.967	3.555	36.987	14.665
150	1349.697	1358.197	25.821	10.238	32.526	12.896
160	1313.599	1326.622	39.56	15.685	24.141	9.572
170	1290.038	1306.012	48.527	19.24	12.845	5.093
180	1281.855	1298.855	-51.641	-20.475	0	0
Max	1553.222	1538.222	-51.641	-20.475	-36.987	-14.665
Min	1281.855	1298.855	-51.641	-20.475	-36.987	-14.665

Graph

Moment (Effect of staggered of segment)

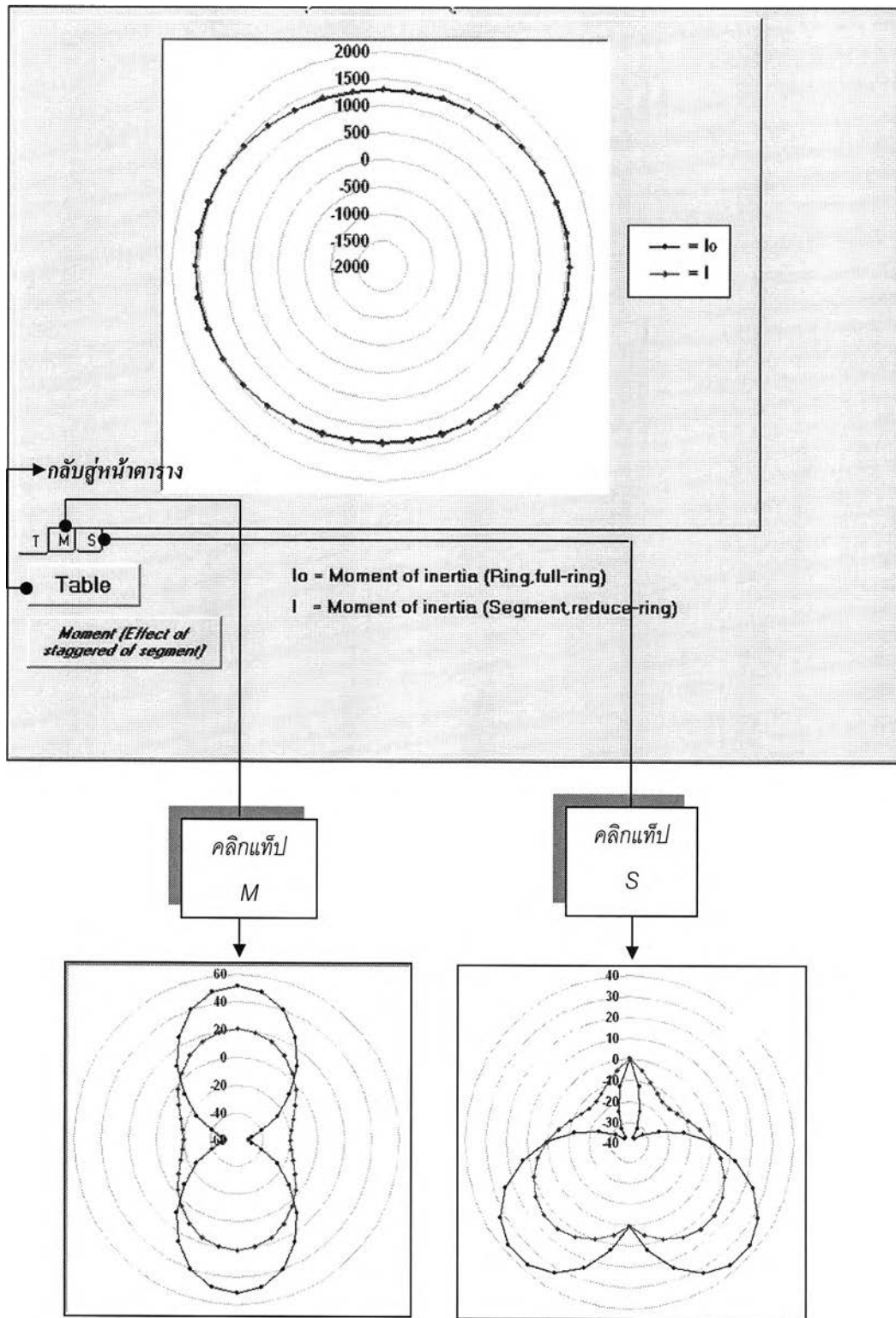
lo = Moment of inertia (Ring,full-ring)

l = Moment of inertia (Segment,reduce-ring)

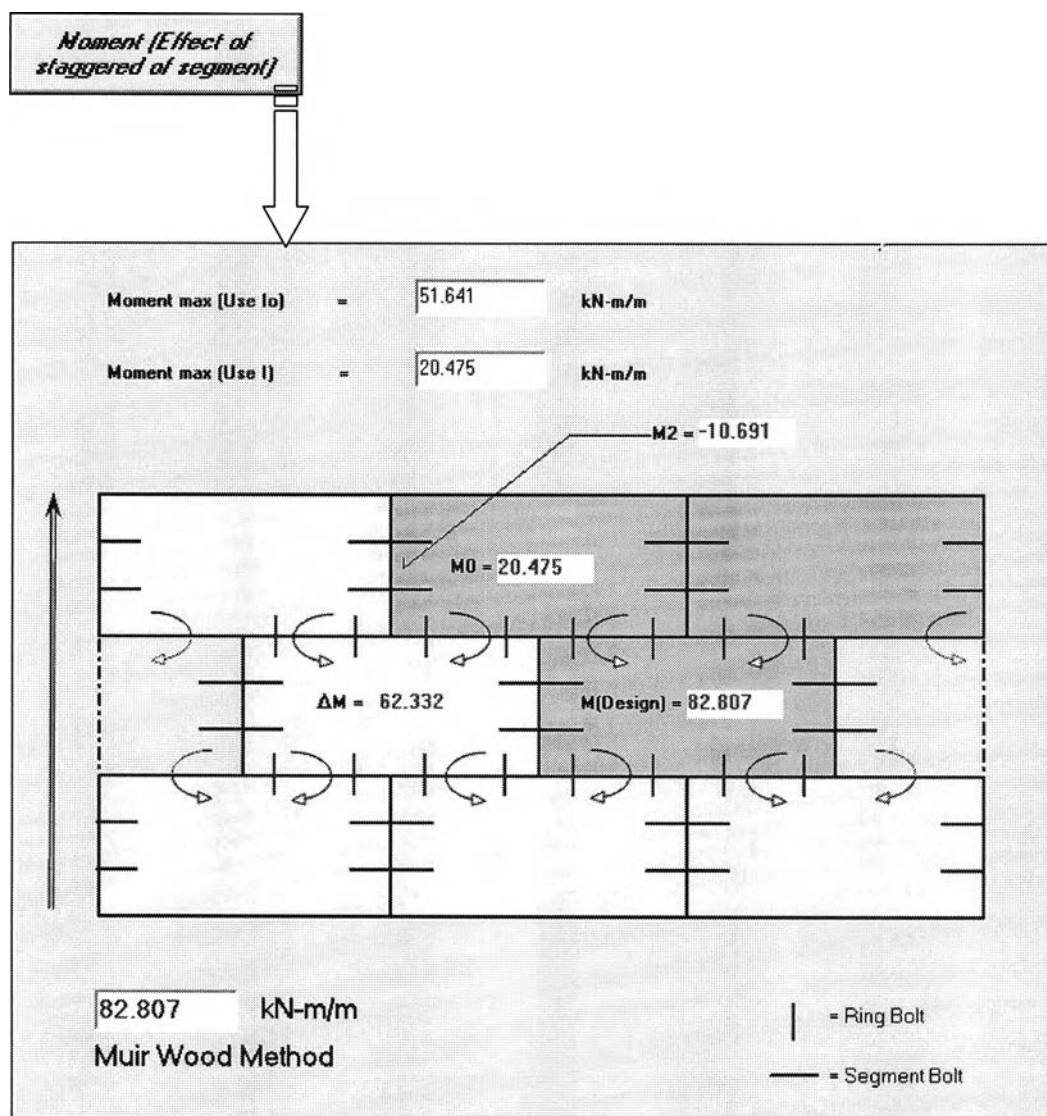
คลิก 1 ครั้ง เมื่อต้องการดูผลเป็น กราฟกระจายของแรงภายในที่เกิดขึ้น ดังจะแสดงในรูปที่ ข.14

คลิก 1 ครั้ง เมื่อต้องการดูผลการเหลื่อมกันของดาตอโมเมนต์ จากผลลัพธ์ของค่าโมเมนต์ที่ได้จากวิธี Muir Wood แสดงดังรูปที่ ข.15

รูปที่ ข.13 หน้าผลการคำนวณเป็นตารางของวิธี Muir Wood



รูปที่ ข.14 หน้าผลการคำนวณเป็นกราฟของวิธี Muir Wood



รูปที่ ข.15 หน้าผลเนื่องจากการเหลื่อมกันของดาดอุโมงค์(ใช้ moment วิธี Muir Wood)

6.4 เลือกดูผลการคำนวณเนื่องจากน้ำหนักของดาตอโมงค์

Self weight of
concrete segment

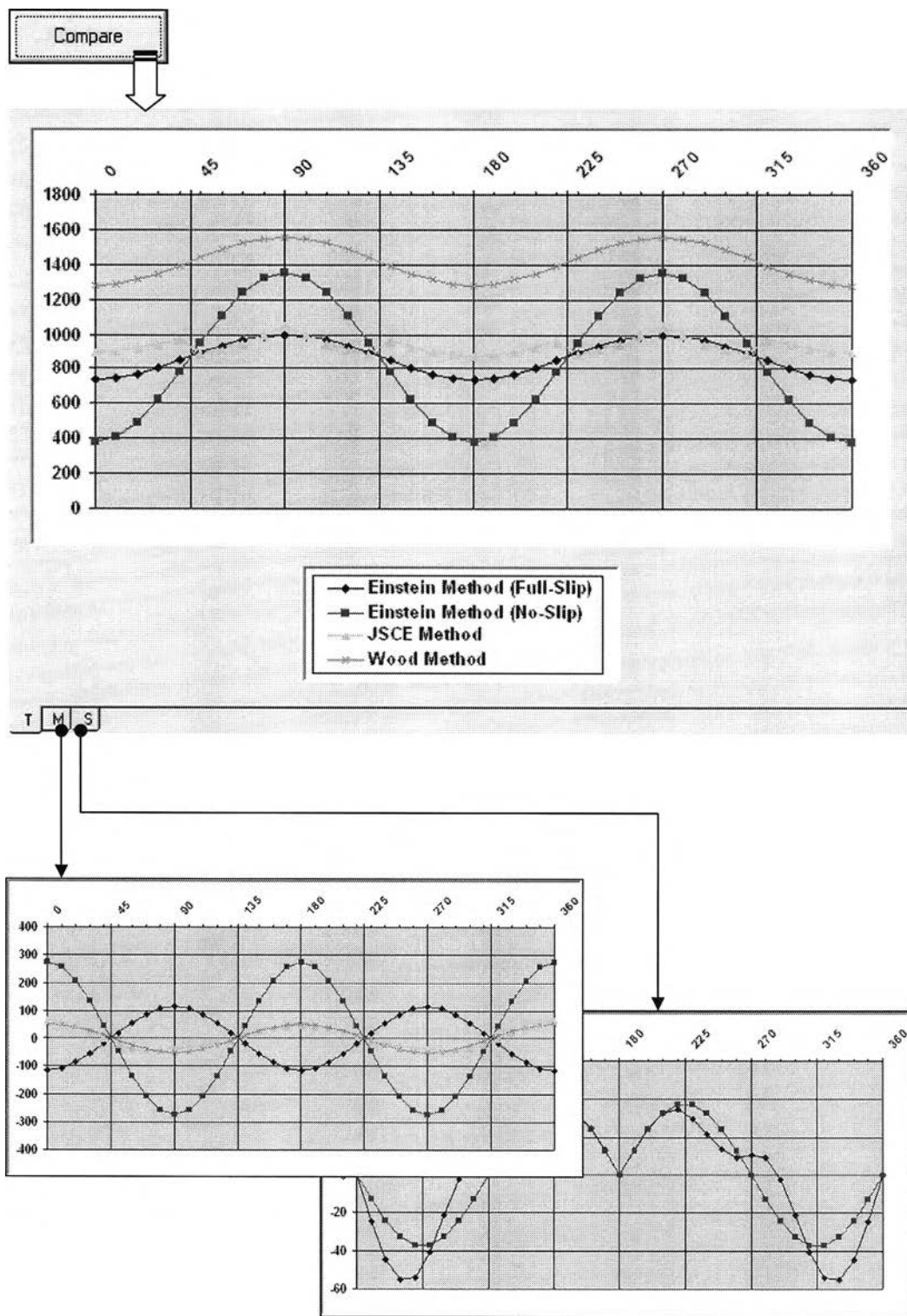
Angle (Degree)	T	M	S
0	-2.506	13.606	0
10	-2.012	12.909	-3.019
20	-.56	10.878	-5.788
30	1.766	7.68	-8.07
40	4.827	3.59	-9.651
50	8.44	-1.028	-10.353
60	12.382	-5.741	-10.042
70	16.403	-10.062	-8.637
80	20.238	-13.483	-6.113
90	23.615	-15.498	-2.506
100	25.53	-15.643	1.964
110	25.303	-13.682	6.543
120	23.042	-9.757	10.41
130	19.277	-4.354	12.904
140	14.688	1.792	12.506
150	10.042	7.817	12.382
160	6.085	12.866	9.391
170	3.436	16.217	5.058
180	2.506	17.388	0
Max	25.53	-15.643	12.904
Min	-2.506	-15.643	-10.353

Graph

คลิก 1 ครั้ง เมื่อต้องการดูผลเป็น กราฟกระจาย
ของแรงภายในที่เกิดขึ้น ดังจะแสดงในรูปที่ ข.17

รูปที่ ข.16 หน้าผลการคำนวณเนื่องจากน้ำหนักดาตอโมงค์

6.5 เลือกดูผลการเปรียบเทียบของทั้ง 3 วิธี ดัง แสดงในรูปที่ ข.18 ด้านล่างนี้



รูปที่ ข.18 หน้าผลการคำนวณเป็นกราฟจากการเปรียบเทียบ 3 วิธี

7. การเชื่อมโยงข้อมูลไปยัง โปรแกรมMS EXCEL

เมื่อต้องการบันทึกข้อมูลการประมวลผล หรือปริ้นผลการคำนวณ จะใช้คำสั่ง Export to MS Excel ในเมนู File ดังได้อธิบายไว้ในหัวข้อ เมนูคำสั่งของโปรแกรม หรือดูได้จากรูปที่ ก.2 แล้ว และเมื่อคลิกที่ปุ่ม Export to MS Excel แล้วโปรแกรมจะขึ้นหน้าต่างให้บันทึกหัวข้อชิ้นงานดังรูปที่ ข.19 เมื่อกรอกข้อมูลเสร็จแล้ว คลิกที่ปุ่ม Export to excel โปรแกรมจะทำการดึงข้อมูลผลการคำนวณทั้งหมดส่งไปยังไฟล์ Excel ที่ชื่อ AFT-LINER2005_result และแสดงผลของแต่ละวิธีออกทางจอโปรแกรม Excel ในรูปตารางและกราฟเส้น ดังจะแสดงในรูปที่ ข.20- ข.26

Project :	Tunnel1		
Location	Bangkok		
Station	km.5.00	to	km.9.00
Date	09-09-2005		

Export to excel

รูปที่ ข.19 หน้าต่างการบันทึกหัวข้องาน

Microsoft Excel - AFT-LINER2005_result [คำนวณเสร็จแล้ว]

เมนู: แก้ไข, ฟอร์แมต, แทรก, ระบุแบบ, เครื่องมือ, ข้อมูล, เครื่องหมาย, 365

Corda New - 14 - B 2 II

SnagIt Window

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Project : Tunnel1													
2	Location : Bangkok				Water table level(-):		1.5	m						
3	Station : km.500		To	km.900		Unit :		SI						
4	Date : 02/2005				Remark :									
5														
6	Geometry & Support Properties :													
7	Surcharge load (Q _s)				=		20		kNm ²					
8	Elevation of crown (Hc)				=		20		m					
9	Inner diameter (D _i)				=		5		m					
10	Thickness of liner (t)				=		0.25		m					
11	Number of segment (N)				=		7		Pieces					
12	Elastic modulus of support (E _s)				=		3.02E+07		kNm ²					
13	Poisision Ratio of support (ν _s)				=		0.2							
14	Unit weight of support (γ _s)				=		24		kNm ³					
15	Soil properdes at support :													
16	Elastic modulus of ground (E)				=		4.00E+04		kNm ²					
17	Poisision Ratio of ground (ν)				=		0.5							
18	Coeff. of Lateral Earth Pressure (K)				=		0.5							

H < > H Einstein / JSCE / Muir Wood / Self weight / Information /
 รูปถ่าย * รูปหน้าจอไฟล์ *

Einstein / JSCE / Muir Wood / Self weight / Information /

รูปที่ ข.20 หน้าต่างข้อมูลในไฟล์ Excel

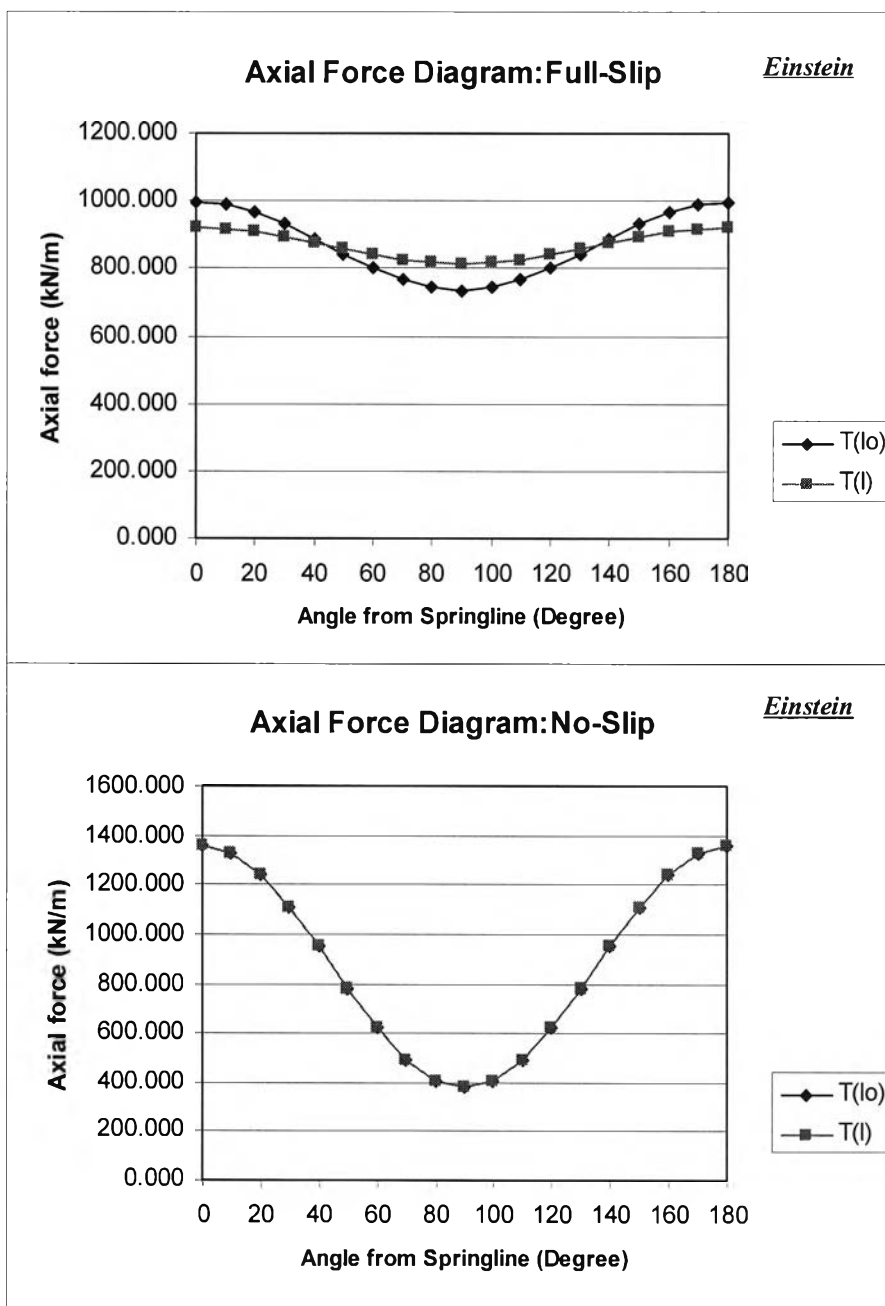
Project	: Tunnel 1			
Location	: Bangkok		Water table level : -1.5 m	
Station	: km.5.00	To km.9.00	Unit : SI	
Date	: 9/9/2005		Remark :	
Geometry & Support Properties :	Surcharge load (Q_s)		20 KN/m ²	
	Elevation of crown (H_c)		20 m	
	Inner diameter (D_i)		5 m	
	Thickness of liner (t)		0.25 m	
	Number of segment (N)		7 Pieces	
	Elastic modulus of support (E_s)		3.02E+07 KN/m ²	
	Poisson Ratio of support (ν_s)		0.2	
	Unit weight of support (γ_s)		24 KN/m ³	
	Soil properties at support :	Elastic modulus of ground (E)		4.80E+04 KN/m ²
		Poisson Ratio of ground (ν)		0.5
		Coeff. of Lateral Earth Pressure (K)		0.5
		Undrain shear strength (S_u)		100 KN/m ²
		Coeff. of Lateral Subgrade		3.00E+04 KN/m ² /m
		Cohesion (C)		0 KN/m ²
Friction Angle (ϕ)		0 Degree		
			Total unit	
Soil layer	Height	weight		
1	15	18		
2	15	20		

รูปที่ ข. 21 หน้าบันทึกข้อมูลหัวขั้วขึ้นงานจากแท็บ Information

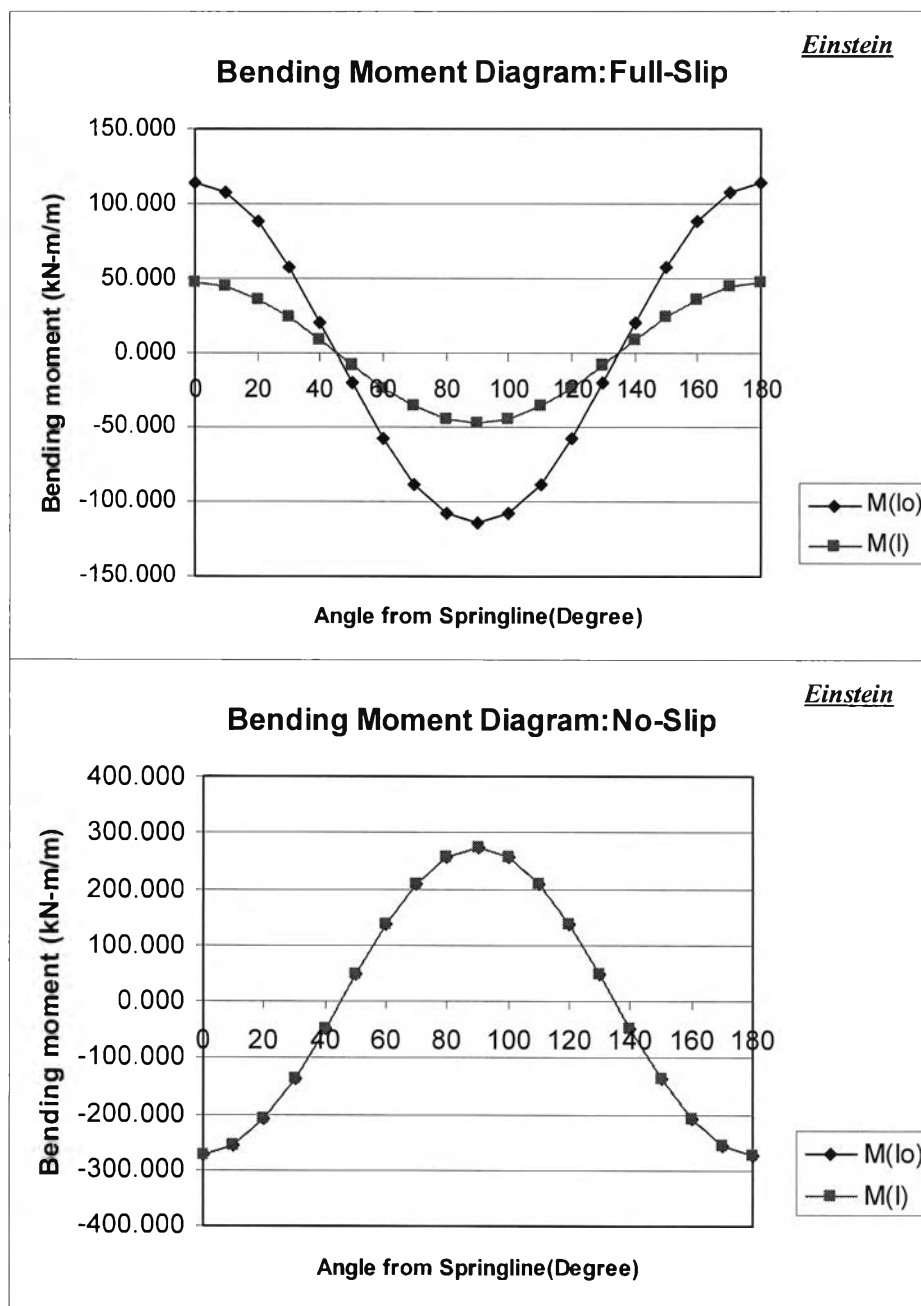
ตารางที่ ข.1 ผลการคำนวณของวิธี Einstein จากแท็บ Einstein

Einstein Method

Angle from spring line (Degree)	T (Full-Slip)		M (Full-Slip) (KN-m/m)		T (No-Slip)		M (No-Slip)	
	lo	l	lo	l	lo	l	lo	l
0	997.679	920.393	114.347	46.726	1354.689	1354.685	-273.868	-273.868
10	989.798	917.173	107.451	43.908	1325.278	1325.273	-257.351	-257.351
20	967.105	907.900	87.595	35.794	1240.591	1240.586	-209.795	-209.795
30	932.338	893.693	57.173	23.363	1110.843	1110.839	-136.934	-136.934
40	889.690	876.265	19.856	8.114	951.684	951.679	-47.557	-47.557
50	844.304	857.720	-19.856	-8.114	782.310	782.306	47.557	47.557
60	801.656	840.292	-57.173	-23.363	623.151	623.146	136.934	136.934
70	766.889	826.085	-87.595	-35.794	493.403	493.399	209.795	209.795
80	744.196	816.812	-107.451	-43.908	408.716	408.712	257.351	257.351
90	736.315	813.592	-114.347	-46.726	379.305	379.300	273.868	273.868
100	744.196	816.812	-107.451	-43.908	408.716	408.712	257.351	257.351
110	766.889	826.085	-87.595	-35.794	493.403	493.399	209.795	209.795
120	801.656	840.292	-57.173	-23.363	623.151	623.146	136.934	136.934
130	844.304	857.720	-19.856	-8.114	782.310	782.306	47.557	47.557
140	889.690	876.265	19.856	8.114	951.684	951.679	-47.557	-47.557
150	932.338	893.693	57.173	23.363	1110.843	1110.839	-136.934	-136.934
160	967.105	907.900	87.595	35.794	1240.591	1240.586	-209.795	-209.795
170	989.798	917.173	107.451	43.908	1325.278	1325.273	-257.351	-257.351
180	997.679	920.393	114.347	46.726	1354.689	1354.685	-273.868	-273.868
Max	997.679	920.393	114.347	46.726	1354.689	1354.685	273.868	273.868
Min	736.315	813.592	-114.347	-46.726	379.305	379.300	-273.868	-273.868



รูปที่ ข. 22 กราฟแสดงการกระจายของแรงในแนวแกนโดยวิธี Full-Slip & No-Slip

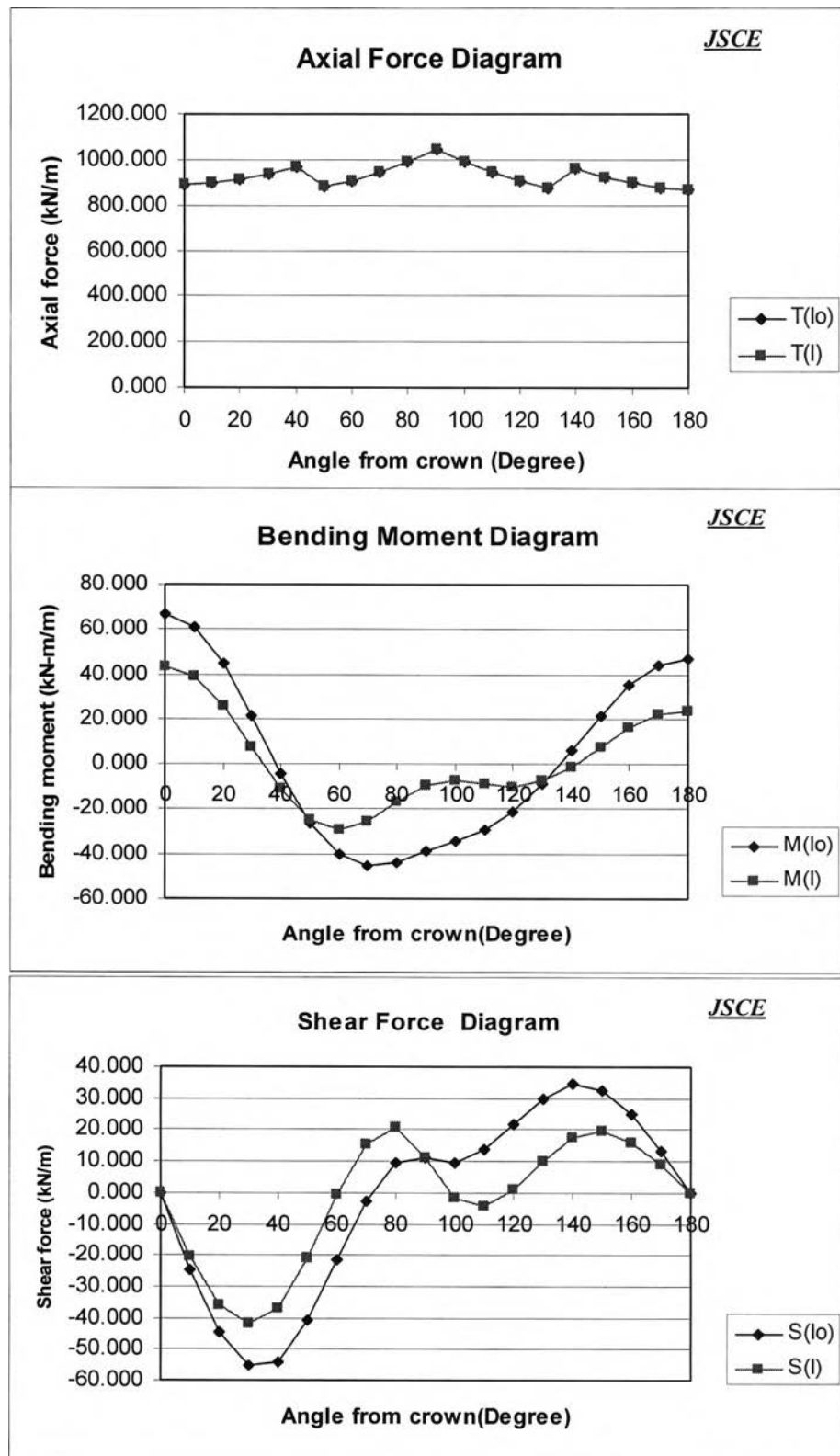


รูปที่ ข.23 กราฟแสดงการกระจายของโมเมนต์โดยวิธี Full-Slip & No-Slip

ตารางที่ ข.2 ผลการคำนวณของวิธี JSCE จากแท็บ JSCE

JSCE Method

Angle from crown (Degree)	T		M		S	
	lo	l	lo	l	lo	l
0	891.342	917.518	66.760	43.636	0.000	0.000
10	897.099	922.877	60.966	38.885	-24.857	-20.311
20	913.583	938.180	44.763	25.783	-44.640	-35.687
30	938.529	961.198	21.484	7.565	-55.171	-42.083
40	968.473	988.525	-3.975	-11.024	-53.887	-37.061
50	883.316	860.511	-25.993	-24.572	-40.726	-20.842
60	908.090	880.795	-40.325	-29.489	-21.376	-0.654
70	945.791	920.739	-45.662	-25.794	-2.554	15.483
80	993.873	978.200	-43.695	-16.984	9.599	20.704
90	1047.365	1047.365	-38.534	-9.133	10.944	10.944
100	994.534	978.861	-34.086	-7.375	9.547	-1.558
110	945.492	920.440	-28.898	-9.030	13.910	-4.128
120	905.300	878.006	-20.805	-9.969	21.744	1.022
130	876.863	854.058	-8.935	-7.515	29.828	9.944
140	957.728	977.780	5.995	-1.054	34.547	17.721
150	923.509	946.179	21.621	7.703	32.584	19.496
160	894.950	919.548	34.984	16.003	24.947	15.995
170	876.057	901.835	43.890	21.809	13.446	8.900
180	869.455	895.631	47.007	23.883	0.000	0.000
Max	1047.365	1047.365	66.760	43.636	34.547	20.704
Min	869.455	854.058	-45.662	-29.489	-55.171	-42.083

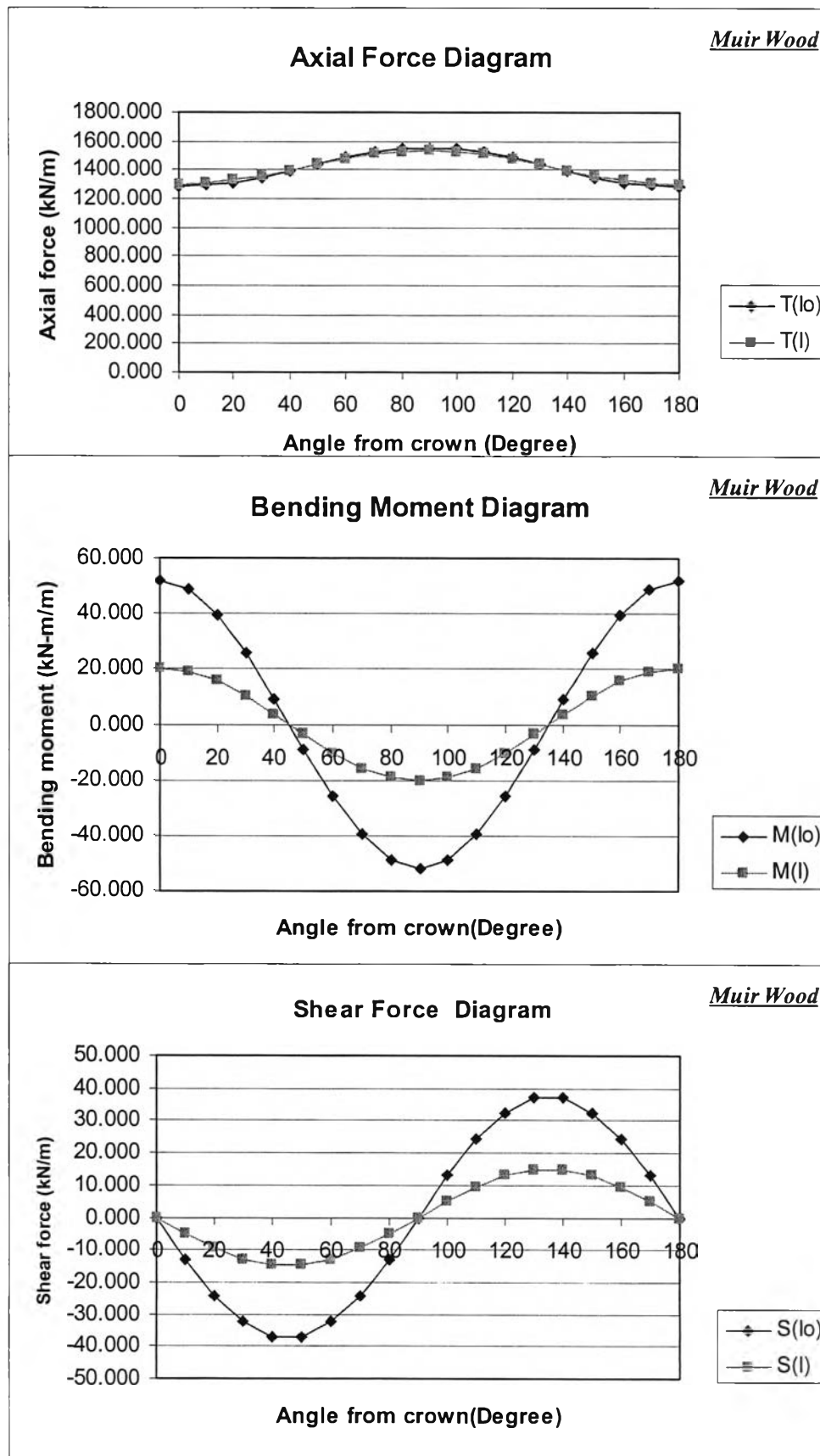


รูปที่ ข.24 กราฟแสดงการกระจายของแรงแนวแกน,โมเมนต์และแรงเฉือนโดยวิธีJSCE

ตารางที่ ข.3 ผลการคำนวณของวิธี Muir Wood จากแท็บ Wood

Wood Method

Angle from crown (Degree)	T		M		S	
	lo	l	lo	l	lo	l
0	1281.855	1298.855	51.641	20.475	0.000	0.000
10	1290.038	1306.012	48.527	19.240	-12.845	-5.093
20	1313.599	1326.622	39.560	15.685	-24.141	-9.572
30	1349.697	1358.197	25.821	10.238	-32.526	-12.896
40	1393.977	1396.929	8.967	3.555	-36.987	-14.665
50	1441.100	1438.148	-8.967	-3.555	-36.987	-14.665
60	1485.380	1476.881	-25.821	-10.238	-32.526	-12.896
70	1521.478	1508.456	-39.560	-15.685	-24.141	-9.572
80	1545.040	1529.065	-48.527	-19.240	-12.845	-5.093
90	1553.222	1536.223	-51.641	-20.475	0.000	0.000
100	1545.040	1529.065	-48.527	-19.240	12.845	5.093
110	1521.478	1508.456	-39.560	-15.685	24.141	9.572
120	1485.380	1476.881	-25.821	-10.238	32.526	12.896
130	1441.100	1438.148	-8.967	-3.555	36.987	14.665
140	1393.977	1396.929	8.967	3.555	36.987	14.665
150	1349.697	1358.197	25.821	10.238	32.526	12.896
160	1313.599	1326.622	39.560	15.685	24.141	9.572
170	1290.038	1306.012	48.527	19.240	12.845	5.093
180	1281.855	1298.855	51.641	20.475	0.000	0.000
Max	1553.222	1536.223	51.641	20.475	36.987	14.665
Min	1281.855	1298.855	-51.641	-20.475	-36.987	-14.665

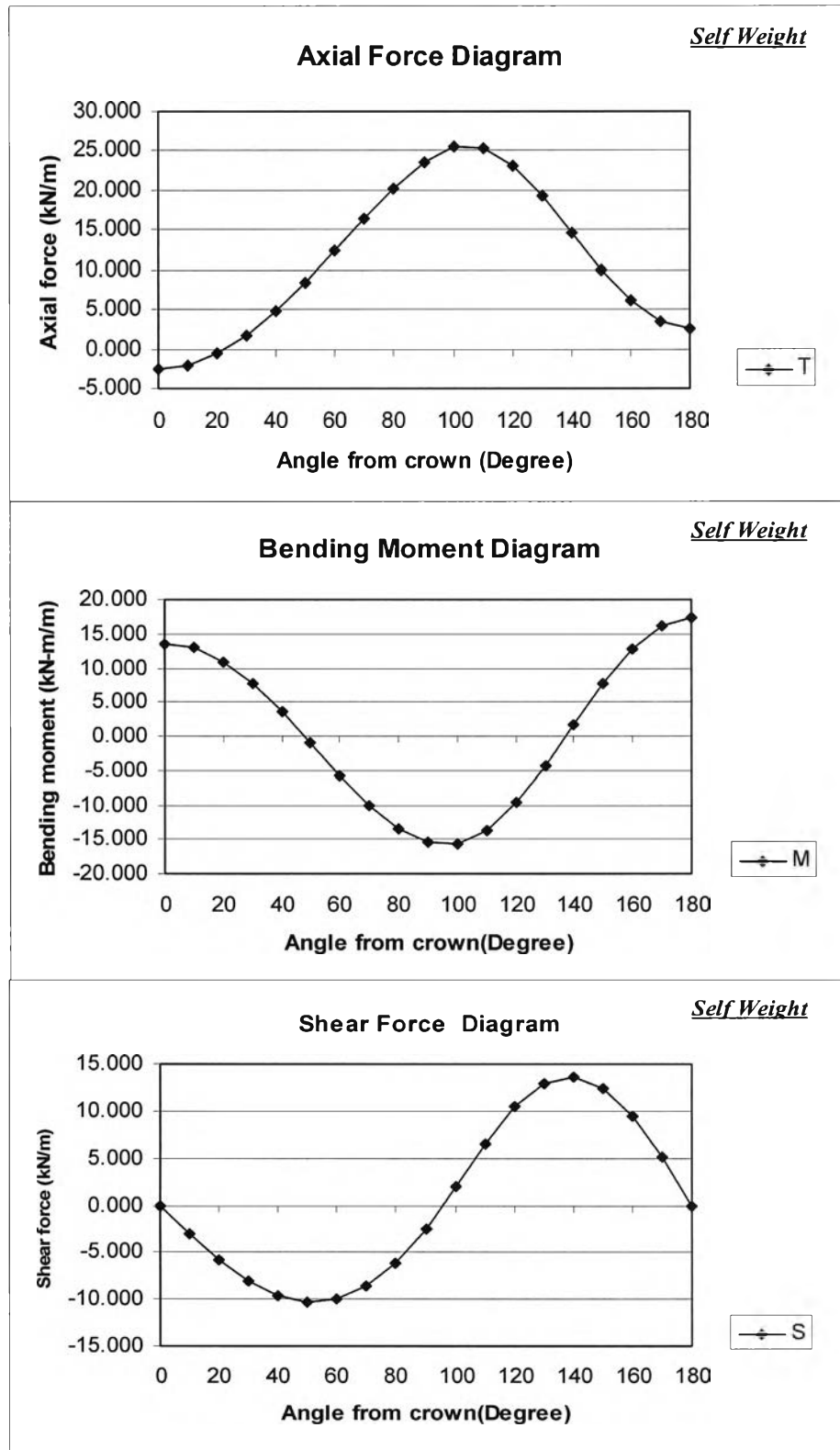


รูปที่ ข.25 กราฟแสดงการกระจายของแรงแนวแกน, โมเมนต์และแรงเฉือนโดยวิธีMuir Wood

ตารางที่ ข.4 ผลการคำนวณของน้ำหนักตัวดาตอโมงค์จากแท็บ Self weight

Self weight of concrete segment

Angle from crown (Degree)	T	M	S
0	-2.506	13.606	0.000
10	-2.012	12.909	-3.019
20	-0.560	10.878	-5.788
30	1.766	7.680	-8.070
40	4.827	3.590	-9.651
50	8.440	-1.028	-10.353
60	12.382	-5.741	-10.042
70	16.403	-10.062	-8.637
80	20.238	-13.483	-6.113
90	23.615	-15.498	-2.506
100	25.569	-15.643	1.964
110	25.303	-13.682	6.543
120	23.042	-9.757	10.410
130	19.277	-4.354	12.904
140	14.688	1.792	13.606
150	10.042	7.817	12.382
160	6.085	12.866	9.391
170	3.436	16.217	5.058
180	2.506	17.389	0.000
Max	25.569	17.389	13.606
Min	-2.506	-15.643	-10.353



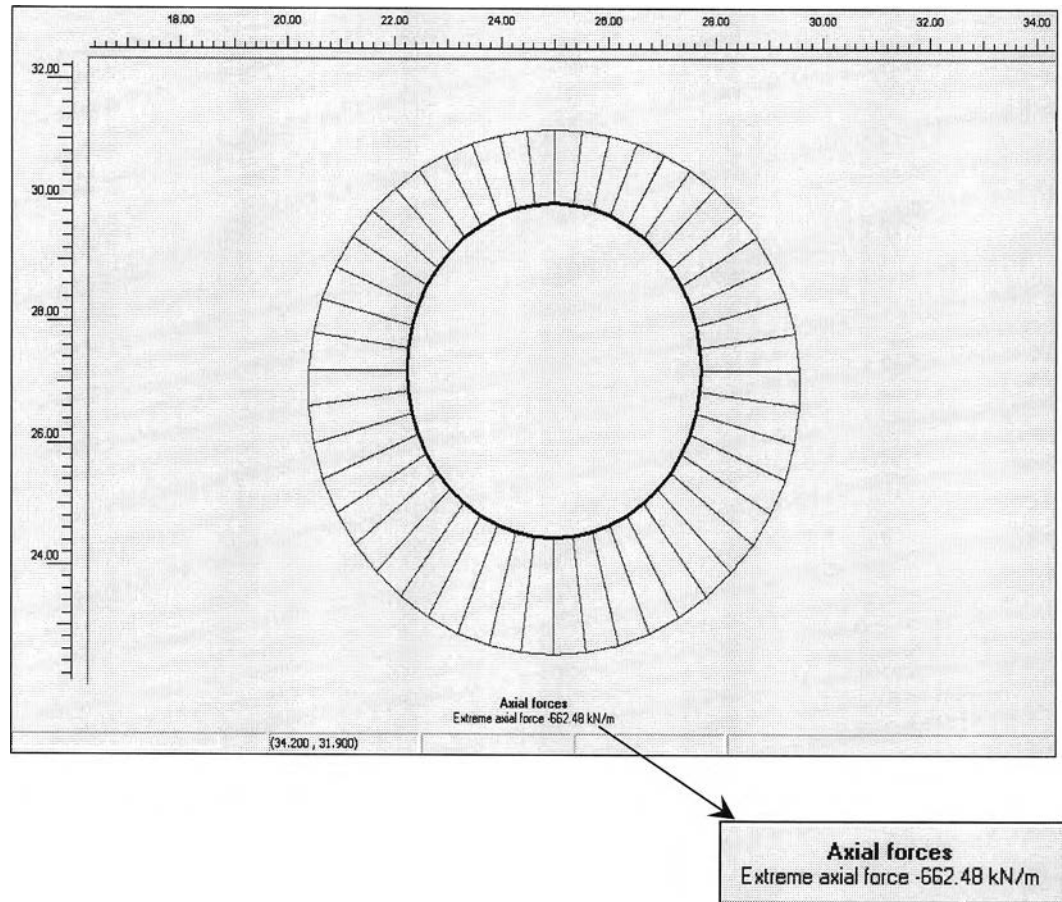
รูปที่ ข.26 กราฟแสดงการกระจายของแรงแนวแกน, โมเมนต์และแรงเฉือนเนื่องจากน้ำหนัก
อุโมงค์

ตารางที่ ๕.5 ผลลัพธ์จากโปรแกรมPlaxis(FEM)

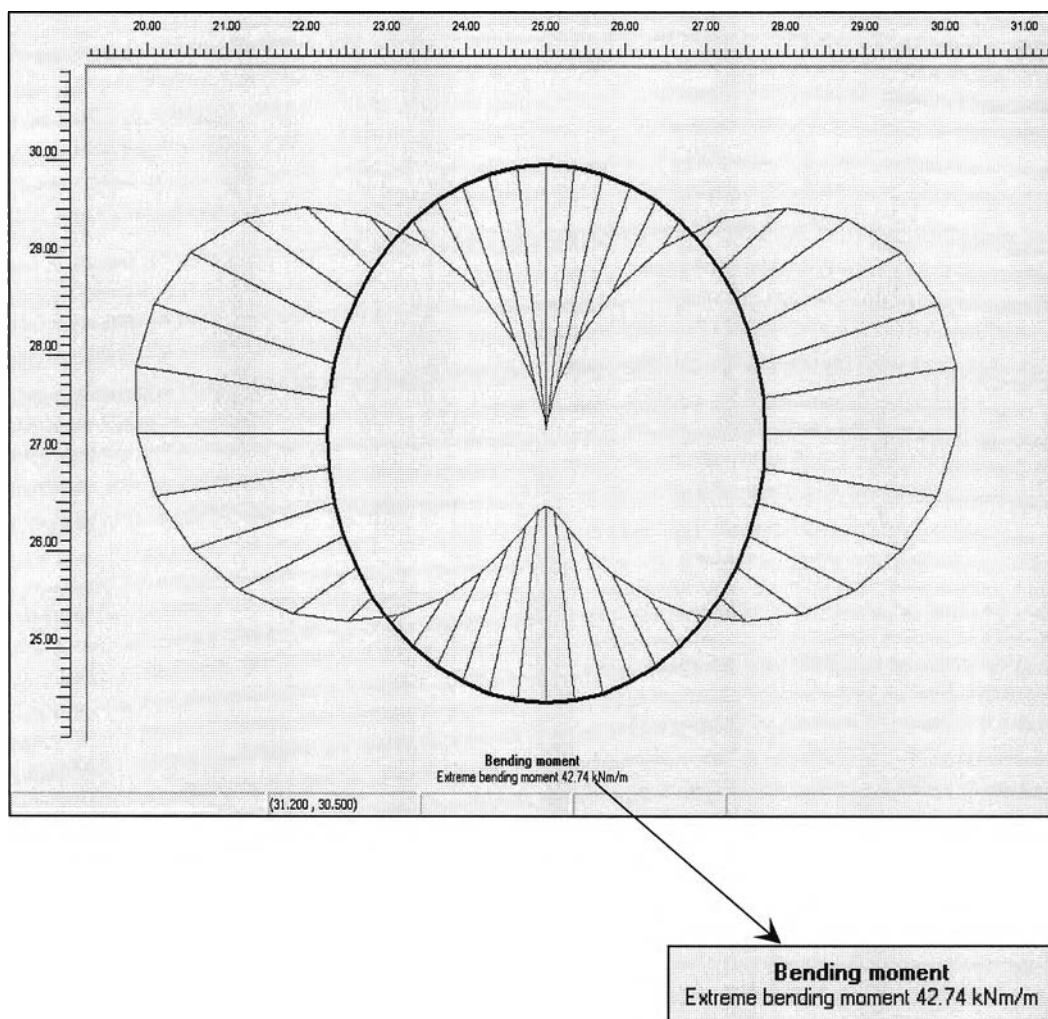
Beam	Element	Node	X [m]	Y [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kNm/m]
1	1 tunnel	16856	25.000	24.463	-654.125	0.277	31.482
		16862	25.359	24.486	-654.472	-5.504	30.473
		16861	25.712	24.556	-655.664	-10.296	27.646
		16860	26.052	24.672	-657.463	-14.576	23.167
		17456	26.375	24.831	-659.632	-18.820	17.148
	2 tunnel	17456	26.375	24.831	-659.677	-18.136	17.148
		17457	26.674	25.031	-661.289	-21.553	9.871
		17458	26.945	25.268	-662.448	-22.993	1.884
		17459	27.182	25.539	-662.476	-23.217	-6.436
		18442	27.382	25.838	-660.693	-22.987	-14.792
	3 tunnel	18442	27.382	25.838	-661.173	-22.037	-14.792
		18443	27.541	26.160	-656.512	-20.526	-22.591
		18444	27.656	26.501	-650.078	-16.680	-29.266
		18445	27.726	26.854	-640.834	-11.542	-34.372
		18928	27.750	27.213	-627.746	-6.154	-37.570
	4 tunnel	18928	27.750	27.213	-628.874	-5.258	-37.570
		18929	27.726	27.572	-612.167	0.932	-38.399
		18930	27.656	27.925	-593.928	8.308	-36.730
		18931	27.541	28.265	-573.251	15.755	-32.445
		18932	27.382	28.588	-549.224	22.158	-25.539
	5 tunnel	18932	27.382	28.588	-550.571	22.473	-25.539
		18915	27.182	28.887	-525.360	27.606	-16.428
		18916	26.945	29.157	-501.166	31.131	-5.842
		18917	26.674	29.394	-477.888	32.396	5.577
		18914	26.375	29.594	-455.423	30.751	17.118
	6 tunnel	18914	26.375	29.594	-456.352	30.738	17.118
		18463	26.052	29.753	-437.559	26.092	27.471
		18464	25.712	29.869	-423.690	19.087	35.608
		18465	25.359	29.939	-415.018	10.144	40.897
		18462	25.000	29.963	-411.817	-0.314	42.742

ตารางที่ ข.5 ผลลัพธ์จากโปรแกรมPlaxis(FEM), (ต่อ)

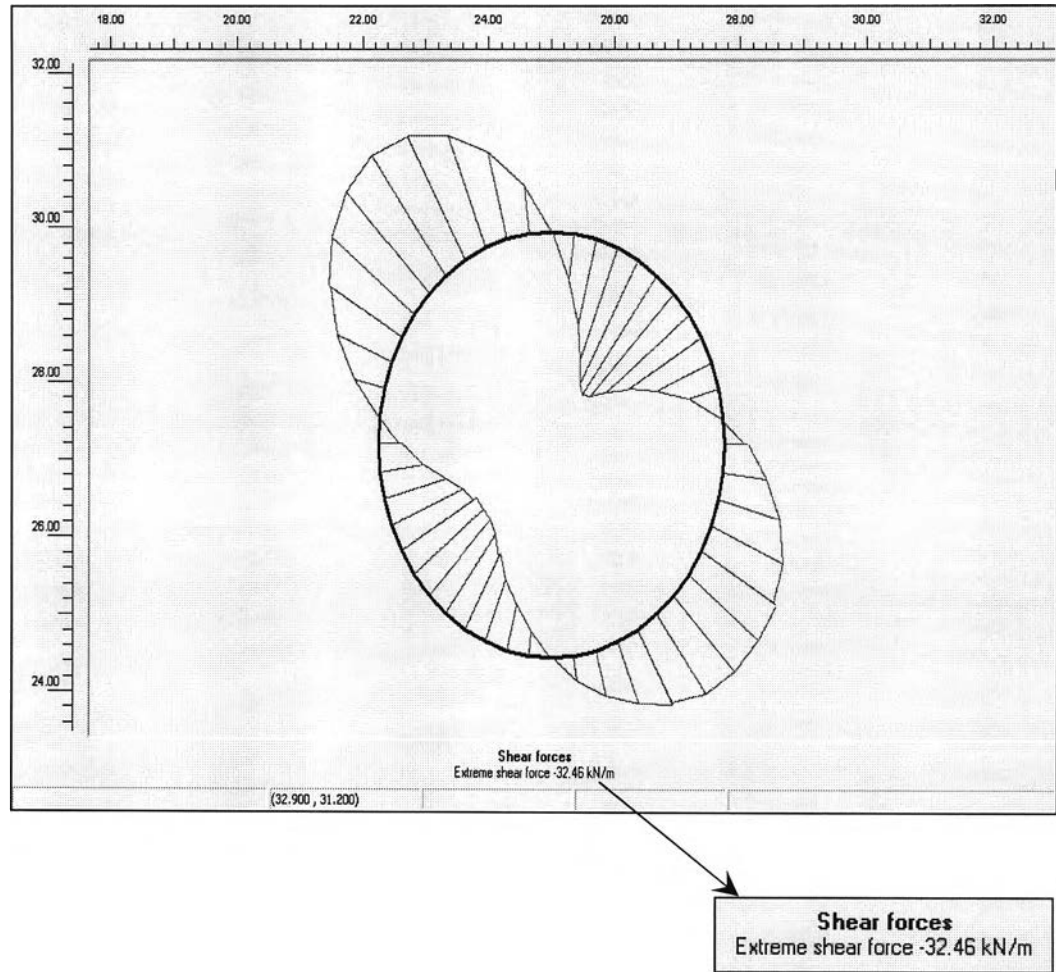
Beam	Element	Node	X [m]	Y [m]	N [kN/m]	Q [kN/m]	M [kNm/m]
	7 tunnel	18462	25.000	29.963	-411.810	0.094	42.742
		18381	24.641	29.939	-415.101	-10.348	40.818
		18382	24.288	29.869	-423.843	-19.248	35.466
		18383	23.948	29.753	-437.759	-26.215	27.277
		18380	23.625	29.594	-456.571	-30.857	16.882
	8 tunnel	18380	23.625	29.594	-455.637	-30.528	16.882
		17849	23.326	29.394	-478.119	-32.457	5.352
		17848	23.055	29.157	-501.405	-31.140	-6.076
		17847	22.818	28.887	-525.584	-27.487	-16.650
		17846	22.618	28.588	-550.743	-22.407	-25.714
	9 tunnel	17846	22.618	28.588	-549.407	-21.776	-25.714
		16816	22.459	28.265	-573.333	-15.641	-32.547
		16815	22.344	27.925	-593.945	-8.179	-36.784
		16814	22.274	27.572	-612.139	-0.745	-38.403
		16810	22.250	27.213	-628.808	5.305	-37.518
	10 tunnel	16810	22.25	27.213	-627.714	6.18	-37.518
		16803	22.274	26.854	-640.729	11.67	-34.287
		16802	22.344	26.501	-649.907	16.798	-29.136
		16801	22.459	26.16	-656.303	20.566	-22.43
		16800	22.618	25.838	-660.969	21.974	-14.636
11 tunnel	16800	22.618	25.838	-660.47	22.979	-14.636	
	16786	22.818	25.539	-662.275	23.218	-6.282	
	16785	23.055	25.268	-662.246	23.004	2.043	
	16784	23.326	25.031	-661.095	21.521	10.027	
	16790	23.625	24.831	-659.533	17.957	17.27	
12 tunnel	16790	23.625	24.831	-659.476	18.843	17.27	
	16780	23.948	24.672	-657.333	14.481	23.271	
	16779	24.288	24.556	-655.575	10.189	27.714	
	16778	24.641	24.486	-654.428	5.418	30.505	
	16856	25	24.463	-654.117	-0.383	31.482	



รูปที่ ข. 27 กราฟการกระจายแรงในแนวแกนจากโปรแกรมPlaxis



รูปที่ ข. 28 กราฟการกระจายค่าโมเมนต์จากโปรแกรมPlaxis



รูปที่ ข. 29 กราฟการกระจายแรงเฉือนจากโปรแกรมPlaxis

ตารางที่ ข. 6 เปรียบเทียบค่าแรงในแนวแกนของแต่ละวิธี (Axial Force , kN/m)

Einstein Method		JSCE	Wood	Plaxis
Full-Slip	No-Slip			
997.679	1354.689	1047.365	1553.222	-662.48

ตารางที่ ข. 7 เปรียบเทียบค่าโมเมนต์ของแต่ละวิธี (Bending Moment , kN-m/m)

Einstein Method		JSCE	Wood	Plaxis
Full-Slip	No-Slip			
114.347	273.868	66.760	51.641	72.74

ตารางที่ ข. 8 เปรียบเทียบค่าแรงเฉือนของแต่ละวิธี (Shear Force, kN/m)

JSCE	Wood	Plaxis
-55.171	-36.987	-32.64

**หมายเหตุ

ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม Plaxis 7.2 คำนวณจากโจทย์เดียวกันกับบทที่ 4 และกรณีนี้ค่าผลลัพธ์ออกมา ในทิศทางที่ต่างกันก็เนื่องจากแต่ละวิธีกำหนดทิศคนละแบบ แต่ค่าที่นำไปใช้ก็จะเลือกค่าที่มากที่สุด ประกอบกับทิศทางที่แต่ละวิธีกำหนดขึ้น

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาววรินทร์ เจียมจุฬาลักษณ์ เกิดวันที่ 21 เมษายน 2524 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ในปีการศึกษา 2545 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2546

