

<b>Thesis Title</b>	Deformation Characteristics of Bangkok Subsoils due to Tunnelling	
<b>Author</b>	Mr. Dacha Luangpitakchumpol	
<b>Degree</b>	Doctor of Philosophy (Geology)	
<b>Thesis Advisory Committee</b>	Assoc. Prof. Dr. Sampan Singharajwarapan	Chairperson
	Assoc. Prof. Dr. Wanchai Teparaksa	Member
	Emeritus Prof. Dr. Tavisakdi Ramingwong	Member
	Mr. Chukiat Photayanuvat	Member

### ABSTRACT

According to the assessment of surface settlement by an empirical method proposed by Peck (1969) and O'Reilly & New (1982) during Earth Pressure Balance shield tunnelling of the Klong Premprachakorn Diversion and the Mass Rapid Transit Projects, it was found that the transverse distance from the tunnel center line to the point of inflexion (i) is 8 – 12 meters, the coefficient of earth pressure (K) is 0.34 – 0.50 and ground loss is 1.0 – 2.6 %.

This study discovered a new correlation for assessing subsurface ground settlement at various depths of interest based on actual field measurements and proposed a new equation of maximum subsurface settlement ( $S_{max,z}$ ) at a certain depth (Z) for a tunnel with a radius  $r_o$  and depth  $Z_o$  as follows:

$$\frac{S_{max,z}}{r_o} = 3.04 \ln\left(\frac{r_o}{Z_o - Z}\right) + 9.93$$

During shield tunnelling, it was found that the maximum surface and subsurface settlements took place at the shield tail void and were measured at 60-70% of the total ground settlement.

Surface and subsurface settlement analyses during tunnelling below the obstructions by finite element method using Mohr-Coulomb model were carried out. It was found that the ratio between the elastic modulus of soil and undrained shear strength ( $E_u/S_u$ ) is approximately 240 and 480 for soft clay and stiff clay respectively. The drained elastic modulus of sand ( $E'$ ) in relation to the standard penetration test  $N$ -values with 60% total energy ( $N_{60}$ ) is approximately  $2,000 N_{60}$  ( $\text{kN/m}^2$ ).

The analysis of internal forces in tunnel reinforced concrete segmental linings including bending moment and axial force indicates that the Approximate method proposed by the Japan Society of Civil Engineers (1996) agrees well with the finite element method.

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์

ลักษณะการแปรรูปของชั้นดินในบริเวณกรุงเทพมหานคร

เนื่องจากการขุดเจาะอุโมงค์

ผู้เขียน

นายเดชา หลวงพิทักษ์ชุมพล

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ดุสิตบัณฑิต (ธรณีวิทยา)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

รศ. ดร. สัมพันธ์ สิงหาราชวรพันธ์

ประธานกรรมการ

รศ. ดร. วันชัย เทพรักษ์

กรรมการ

ศ. เกียรติคุณ ดร. ทวีศักดิ์ ระมิงวงศ์

กรรมการ

นายชูเกียรติ โภชยานุวัตร

กรรมการ

บทคัดย่อ

การประเมินการทรุดตัวที่ผิวดินระหว่างการขุดเจาะอุโมงค์ด้วยหัวเจาะแรงดันดินสมดุลในโครงการก่อสร้างอุโมงค์ผันน้ำคลองเปรมประชากรและโครงการก่อสร้างอุโมงค์รถไฟฟ้าใต้ดินในดินเหนียวด้วยวิธีเอนไพร์กัลที่เสนอโดย Peck (1969) และ O'Reilly & New (1982) พบว่าระยะห่างจากจุดกึ่งกลางอุโมงค์ถึงจุดเปลี่ยนแปลงความโค้ง มีค่าเท่ากับ 8 -12 เมตร ค่าสัมประสิทธิ์แรงดันดิน (K) เท่ากับ 0.35-0.50 และค่าการสูญเสียมวลดิน ประมาณ 1.0-2.6 เปอร์เซ็นต์

การศึกษาครั้งนี้ได้ค้นพบวิธีการประเมินการทรุดตัวที่ระดับความลึกต่างๆ จากการตรวจวัดในกรณีที่อุโมงค์เจาะผ่านอุปสรรคและได้เสนอสมการแสดงการทรุดตัวมากที่สุด ( $S_{\max, z}$ ) ที่ความลึกใด ๆ (Z) สำหรับอุโมงค์ที่มีรัศมี  $r_o$  และความลึก  $Z_o$  คือ

$$\frac{S_{\max, z}}{r_o} = 3.04 \ln\left(\frac{r_o}{Z_o - Z}\right) + 9.93$$

ในขณะที่ดำเนินการขุดเจาะอุโมงค์พบว่าพฤติกรรมการทรุดตัวของผิวดินและที่ระดับความลึกใดๆ จะเกิดมากที่สุดที่บริเวณช่วงท้ายของหัวเจาะ ซึ่งมีค่าการทรุดตัว ประมาณ 60-70 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการทรุดตัวทั้งหมด

การวิเคราะห์การทรุดตัวของผิวดิน การทรุดตัวที่ความลึกใดๆ และพฤติกรรมขณะขุดเจาะอุโมงค์ตลอดอุปสรรคด้วยวิธีไฟไนท์เอลิเมนต์โดยใช้แบบจำลองมอร์-คูลอมบี้ พบว่าค่าอัตราส่วนระหว่างโมดูลัสยืดหยุ่นและกำลังเฉือนของดิน ( $E_u/S_u$ ) มีค่าประมาณ 240 และ 480 สำหรับชั้นดินเหนียวอ่อนและดินเหนียวแข็งตามลำดับ ในขณะที่ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นแบบระบายน้ำของชั้นทราย ( $E'$ ) เมื่อเทียบกับค่าตอกทดลองที่พลังงาน 60 เปอร์เซ็นต์ ( $N_{60}$ ) มีค่าประมาณ  $2000 N_{60}$  กิโลนิวตันต่อตารางเมตร

ผลการวิเคราะห์แรงภายในที่เกิดขึ้นในคานผนังอุโมงค์ ซึ่งได้แก่ โมเมนต์คัตและแรงในแนวแกนนั้น พบว่า วิธีประมาณที่เสนอโดยสมาคมวิศวกรโยธาแห่งประเทศไทย (1996) ให้ผลใกล้เคียงกับการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไนท์เอลิเมนต์