

การศึกษาสภาพชั้นดินและพารามิเตอร์ในการทรุดตัวของชั้นดิน บริเวณท่าอากาศยานแห่งใหม่ในจังหวัดพิษณุโลก

The study of a soil profile and the consolidation parameters at new airport in Phitsanulok

ทิพย์วิมล แทะกระโทก (Tipwimol Taekratok)

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000

โทร.055-261000 ต่อ 4064 แฟกซ์ 055-261062 E-mail : tipwimolt_t@hotmail.com

บทคัดย่อ : การศึกษานี้เป็นการศึกษาสภาพชั้นดิน พารามิเตอร์ของการทรุดตัว และการคาดการณ์พฤติกรรมทรุดตัวของดิน บริเวณท่าอากาศยานแห่งใหม่ในจังหวัดพิษณุโลก ตั้งอยู่ที่ตำบลอรุณภูมิ อำเภอมะหาเมือง ห่างจากตัวเมืองพิษณุโลกไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ประมาณ 3 กิโลเมตร พฤติกรรมทรุดตัวประกอบไปด้วยขนาดการทรุดตัว ผลการทดสอบจะคาดคะเนขนาดการทรุดตัวในบริเวณต่างๆภายในสนามบิน โดยใช้ทฤษฎีการทรุดตัวแบบทิศทางเดียวของ Terzaghi (One-dimension consolidation theory)

การศึกษาพบว่า สภาพชั้นดินที่ทดสอบตั้งแต่ความลึก 0-10 เมตร สามารถจำแนกประเภทเป็น A-2 ซึ่งมีความเหมาะสมต่องานสนามบิน ขนาดการทรุดตัวในเวลา 21 วันของอาคารที่พักอยู่ระหว่าง 4-7 มิลลิเมตร และครรชนิการทรุดตัวน้อยกว่าดินเหนียวกรุงเทพฯ โดยที่ ค่า Compression Index (Cc) มีค่าน้อยกว่าของดินเหนียวกรุงเทพฯประมาณ 2-3 เท่า และ Recompression index (Cr) น้อยกว่าถึงประมาณ 10 เท่า

คำสำคัญ : ดินเหนียวกรุงเทพฯ, ดินพิษณุโลก, การทรุดตัว, สนามบิน

Abstract : The study is studied soil profile, consolidation parameters and estimated consolidation behaviour of new Phitsanulok airport soils, located on Tumbon Aranyik, Muang district at a distance of 3 kilometers southeast of downtown Phitsanulok. Consolation behavior is composed of a magnitude of consideration and rate of consolidation. The result will be estimated the magnitude of consolidation at twenty-one days settlement by Terzaghi's one dimension consolidation theory

This study shows that soil profiles at depth 0-10 meters can be classified as A-2 group, which is suitable for airport, the consolidation settlement of resident area is about 4-7 millimeters and consolidation parameters are smaller than those of Bangkok clay. Compression index (Cc) of airport soil is fewer than that of Bangkok clay and recompression index (Cr) of airport soil is smaller than ten folds of that of Bangkok clay.

Keywords : Bangkok Clays, Phitsanulok soils, Consolidation, Airport

1. ความสำคัญและที่มาของโครงการ

จังหวัดพิษณุโลก เป็นเมืองที่มีการขยายตัวทางเศรษฐกิจสูง มีแหล่งท่องเที่ยวดึงดูดทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ ห่างจากกรุงเทพเป็นระยะทาง 370 กิโลเมตร รูปแบบการเดินทางมาสู่จังหวัดนี้ประกอบด้วยทางอากาศ ทางบก เช่น รถยนต์ รถไฟ เป็นต้น การเดินทางทางอากาศของจังหวัด เป็นที่ต้องการของประชาชนเนื่องจากมีความสะดวก จึงจำเป็นต้องมีการขยายสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่ประชาชน เช่น มีการก่อสร้างสนามบินแห่งใหม่ขึ้น ณ ตำบลอรัญญิก อำเภอเมือง ห่างจากตัวเมืองพิษณุโลกไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 3 กิโลเมตร ซึ่งในขณะนี้ได้เปิดการใช้งานและมีนโยบายขยายสิ่งก่อสร้างบนส่วนต่างๆ ของสนามบิน เพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติพื้นฐาน และพฤติกรรมการหยุดตัวเพื่อเป็นข้อมูลช่วย ในการพิจารณาถึงปัญหาเกี่ยวกับการหยุดตัว และเตรียมความพร้อมรับปัญหาเรื่องการหยุดตัวของสนามบินในเวลาต่อไป

2. ลักษณะโดยทั่วไปของพื้นที่ศึกษา (อ้างอิง ท่าอากาศยานพิษณุโลก)

ตั้งอยู่ตำบลอรัญญิก อำเภอเมือง ห่างจากตัวเมืองพิษณุโลกไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ประมาณ 3 กิโลเมตร

ท่าอากาศยานพิษณุโลกเดิม เป็นสนามบินของกองบินที่ 46 กองทัพอากาศ ได้ก่อตั้งเมื่อปี 2485 เป็นสนามบินสำหรับขับไล่และทิ้งระเบิด ในสงครามเอเชียบูรพา หลังจากนั้นได้ใช้สำหรับฝึกซ้อมบินและกิจกรรมอื่นๆของกองทัพอากาศ ต่อมาในปี พ.ศ.2496 สำนักงานการบินพลเรือน กรมการขนส่ง กระทรวงคมนาคมได้รับอนุญาตจากกองทัพอากาศ ให้ใช้พื้นที่ดังกล่าวเป็นสนามบินในเชิงพาณิชย์ได้ เพื่อเปิดให้บริการแก่เครื่องบินพาณิชย์ โดยขอพื้นที่จากกองทัพอากาศเป็นที่ก่อสร้างอาคารที่พักผู้โดยสารและหอบังคับการบิน และใช้พื้นที่ทำประโยชน์อื่นๆ เป็นพื้นที่ประมาณ 70 ไร่ พร้อมได้ดำเนินการบริหารกิจการด้านการบินพาณิชย์ โดยใน

ระยะแรก บริษัทเดินอากาศไทย จำกัด ได้ทำเครื่องบิน DC 3 ทำการบินขนส่งผู้โดยสาร โดยกำหนดเป็นสนามบินอนุญาต เมื่อวันที่ 13 ธันวาคม 2497 พร้อมทั้งประกาศเป็นสนามบินศุลกากร เมื่อวันที่ 1 กันยายน 2534 ท่าอากาศยานพิษณุโลก ถือว่าเป็นท่าอากาศยานชุมทางภาคเหนือตอนล่าง สำหรับผู้ที่เดินทางต่อไปยังท่าอากาศยาน ดาก แม่สอด และเชียงใหม่ หรือไปยัง แพร่ น่าน และเชียงใหม่ และยังเป็นจุดผ่านของสายการบินต่างๆ ไม่น้อยกว่า 120 เที่ยวบินต่อวัน ซึ่งเป็นเที่ยวบินจากเอเชียไปสู่ยุโรป กับจังหวัดพิษณุโลกได้ถูกกำหนดให้เป็นศูนย์กลางคมนาคมทางบกที่เรียกกันว่า “สี่แยกอินโดจีน” ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการขนส่งสินค้าทั้งภาคเกษตร และอุตสาหกรรมอย่างมากมาย จึงทำให้จังหวัดพิษณุโลก จะต้องเตรียมการรองรับในภาคการขนส่งทางอากาศด้วย เพื่อสามารถจัดส่งผลผลิต และสินค้าไปสู่แหล่งผู้บริโภคต่างๆ ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ ให้ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ รวมทั้งยังเป็นการส่งเสริมให้มีการท่องเที่ยวโดยใช้การคมนาคมทางอากาศให้มากยิ่งขึ้นกรมการขนส่งทางอากาศ จึงได้จัดทำแผนพัฒนาท่าอากาศยานพิษณุโลก เพื่อเป็นการรองรับการขยายตัวอย่างรวดเร็ว ของจังหวัดพิษณุโลก โดยจะต้องสามารถรองรับบริการ การขนส่งสินค้าและผู้โดยสารทั้งภายในประเทศ และระหว่างประเทศให้ได้รับความปลอดภัย ความสะดวกรวดเร็ว ตามมาตรฐานของ องค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (ICAO) เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพทางการบริการตามมาตรฐานของท่าอากาศยานสากลทั่วโลก และให้ได้ผลคุ้มค่าทางเศรษฐกิจมากที่สุด และยังเป็นภาระระดับให้การบริการของท่าอากาศยานพิษณุโลก เป็นท่าอากาศยานนานาชาติ และเป็นท่าอากาศยานภายในประเทศขนาดใหญ่ โดยสามารถให้บริการกับประชาชนที่มาใช้บริการอย่างสะดวกสบายและทันสมัย โดยกรมขนส่งทางอากาศได้จัดแผนพัฒนาท่าอากาศยานพิษณุโลก ตั้งแต่ปี 2540 – ปี 2546

3. ทฤษฎีการทรุดตัวใน 1 มิติของ Terzaghi

(อ้างอิง Hotlz และ Kovacs, 1981)

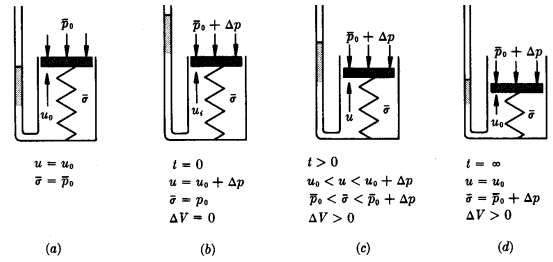
การยุบตัวสามารถแบ่งออกเป็นสามส่วนคือ

ก. การทรุดตัวของมวลดินโดยใช้ทฤษฎี Elastic เรียกส่วนนี้ว่า การทรุดตัวแบบทันทีทันใด (immediate settlement) ซึ่งอาจเกิดการทรุดตัวแบบบิด (distortion settlement) พร้อมกันด้วย

ข. การทรุดตัวเนื่องจากน้ำไหลออกไปจากช่องว่างระหว่างเม็ดดิน โดยสมมติว่าในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ประกอบไปด้วยน้ำเท่านั้น เรียก primary consolidation

ค. การทรุดตัวแบบ Secondary consolidation เป็นการทรุดตัวเนื่องจาก โครงสร้างของดิน (โครงข่าย) การเปลี่ยนแปลงปริมาตร ของมวลดินในการ “Consolidation” เนื่องจากการลดลงของปริมาตรในช่องว่างโดยทฤษฎีของ Terzaghi ตั้งอยู่บนพื้นฐานการพิจารณาดินที่อิ่มตัวด้วยน้ำ ดังนั้นอัตราการยุบตัว (rate of consolidation) จึงเป็นอัตราการไหลออกของน้ำในช่องว่าง

ขบวนการนี้ สามารถอธิบายโดยอาศัยการศึกษา ขบวนการของระบบประกอบดังรูปที่ 1 ระบบนี้ประกอบไปด้วยสปริง น้ำในระบบปิด ซึ่งสามารถใช้สปริงในการอธิบายพฤติกรรมความเค้น ที่เม็ดดินรับสุทธิ (Effective stress) และ น้ำในระบบใช้อธิบายพฤติกรรมความดันน้ำในช่องว่าง โดยเริ่มจากสถานะสถิต (Hydrostatic pore-water pressure), u_0 , ในรูป a ส่วนรูป b เป็นการแสดงสถานะหลังจากน้ำหนักกระทำต่อระบบทันทีทันใด ซึ่งในขณะนั้นน้ำยังไม่ไหลออกจากกระบบ การเปลี่ยนแปลงปริมาตรเท่ากับศูนย์ และความเค้นที่เม็ดดินรับสุทธิ (effective stress) มีค่าเท่าเดิม (ยังไม่มี การเคลื่อนที่ของสปริง ในที่นี้ต้องเข้าใจว่าเมื่อสปริงไม่มีการเคลื่อนที่ ก็ยังไม่มีแรงกระทำต่อสปริง เพราะทั้งสองมีความสัมพันธ์แบบแปรผันตรง) หมายความว่าน้ำรับแรงกระทำทั้งหมด ทำให้น้ำมีความดันเพิ่มขึ้น เนื่องจากแรงกระทำภายนอก หรือเรียกว่าความดันน้ำส่วนเกิน (Excess pore water pressure) มีค่าเท่ากับ Δp ดังรูป b ความดันน้ำทั้งหมดในขณะนี้คือ $u = u_0 + \Delta p$



รูปที่ 1 แบบจำลองอธิบายพฤติกรรมเวลาในการยุบตัวของดิน

ที่มา: Hotlz และ Kovacs (1981)

เมื่อเวลาผ่านไป ถ้ายอมให้น้ำไหลออกนอกระบบดังในรูป c ค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่าน (k) ของดินแต่ละชนิดมีค่าไม่เท่ากัน ดินเหนียวมีค่าสัมประสิทธิ์ความซึมผ่านน้อยกว่าค่าสัมประสิทธิ์ของดินทราย ระยะเวลาในการระบายน้ำออกจากมวลดินเหนียว ย่อมใช้เวลามากกว่าในดินทราย ความดันน้ำส่วนเกินค่อย ๆ ระบายออกทำให้เกิดการลดปริมาตรของระบบ จึงทำให้สปริงรับน้ำหนักบางส่วนซึ่งมีค่าเท่ากับความดันน้ำที่ระบายออกไป เริ่มเกิดขบวนการถ่ายน้ำหนักจากน้ำไปสู่สปริง นั่นก็คือความดันน้ำที่ระบายออกไปเท่ากับ ความดันที่เม็ดดินรับสุทธิ (Effective stress) เพิ่มขึ้นดังแสดงในรูป d ความดันที่เกิดจากแรงกระทำภายนอก Δp_0 จะถ่ายไปสู่สปริงทั้งหมด ซึ่งในขณะนี้ความดันน้ำในช่องว่างกลับมีค่าเท่าเดิม (u_0) ที่สถานะเริ่มแรกดังรูปที่ 1

ขบวนการยุบตัว ณ ที่เวลา t สามารถแสดงได้ดังสมการข้างต้น

$$U_z = \frac{\Delta V}{\Delta V_{t=\infty}} \quad (1)$$

โดยที่

U_z คือ ระดับการยุบตัว (degree of consolidation) ซึ่งมักจะ

อยู่ในรูปเปอร์เซ็นต์

ΔV คือ การเปลี่ยนแปลงปริมาตร ณ ที่เวลาใด ๆ

$\Delta V_{t=\infty}$ คือ การเปลี่ยนแปลงปริมาตรทั้งหมดที่เกิดขึ้น

ในขบวนการ Consolidation ซึ่ง Degree of Consolidation อาจอยู่ในรูป

$$U_z = \frac{\Delta V}{\Delta V_{t=\infty}} = \frac{\Delta u}{\Delta u_{t=\infty}} = \frac{u_i - u}{u_i - u_o} \quad (2)$$

โดยที่

Δu = การเปลี่ยนแปลงของความดันน้ำใน
ช่องว่างหลังจาก

เวลาผ่านไป t

$\Delta u_{t=\infty}$ = การเปลี่ยนแปลงของความดันน้ำใน
ช่องว่าง

หลังที่เวลาผ่านไป ∞

u_i = ความดันน้ำทันทีทันใดในช่องว่างหลังจาก
ให้น้ำหนัก

กระทำ Δp

u = ความดันน้ำในช่องว่าง หลังจากเวลาผ่านไป t
ใดๆ

u_o = ความดันน้ำที่เกิดจาก Hydrostatic pressure

ซึ่งอาจหาความสัมพันธ์ของความเค้นแบบ
effective และ การเปลี่ยนแปลงความดันน้ำได้ดังนี้

$$\frac{\Delta V}{V} = m_v \Delta \bar{\sigma} = -m_v \Delta u \quad (3)$$

โดยที่

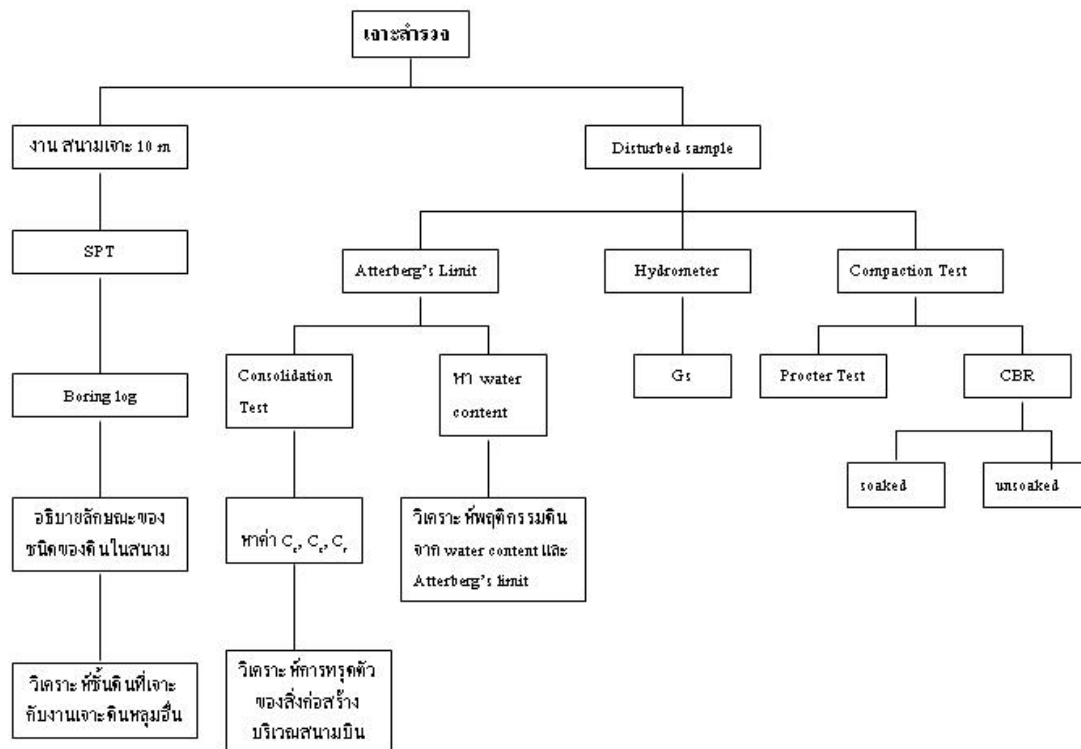
m_v คือ ค่าคงที่

4. ขั้นตอนการสำรวจและทดสอบสภาพชั้นดิน

การสำรวจสภาพชั้นดิน ประกอบไปด้วยการเจาะ
สำรวจ การทดสอบในสนามและการทดสอบใน
ห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของ
ดิน และความเหมาะสมในการใช้ดินในงานสนามบิน
ประกอบไปด้วย

- การทดสอบ Standard Penetration Test
- การทดสอบ Consolidation Test
- การทดสอบ Atterberg's Limit
- การทดสอบการบดอัด

โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานแสดงได้ดัง
รูปที่ 2



รูปที่ 2 รายละเอียดขั้นตอนการสำรวจและการทดสอบคุณสมบัติของดิน

5. ผลการทดสอบ

สภาพทางธรณีของดิน ในแถบจังหวัดภาคเหนือตอนล่างส่วนใหญ่ มีต้นกำเนิดมาจากการพัดพาของตะกอนแม่น้ำ และมักประกอบไปด้วยดินเหนียว (Clay) ดินทราย (Sand) ดินตะกอนทราย (Silt)

สำหรับดินในบริเวณสำรวจ ประกอบไปด้วยดินเหนียวผสมตะกอนทราย หรือ ทรายละเอียด เป็นผล

ให้การเก็บตัวอย่างเป็นไปด้วยความลำบาก ตัวอย่างดินที่เก็บได้ได้แก่ ความลึกในระดับ 1.50-2.20 เมตร และตัวอย่างความลึกในระดับ 2.20-2.90 เมตร สภาพของชั้นดินบริเวณความลึกจากระดับผิวดิน 0-1.5 เมตร เป็นดินถมจึงไม่ได้สำรวจคุณสมบัติทางวิศวกรรม รายละเอียดการสำรวจในสนาม และในห้องปฏิบัติการแสดงรายละเอียดดังรูปและตารางที่ 1-4

Depth m	Sampling method	Soil Description	Natural Moisture Content				SPT, N, Blows/ft				Sieve Analysis			Atterberg's		AASHTO Group
			W _p (%)								#10	#40	#200	Limit		
			10	20	30	40	10	20	30	40				LL	PL	
1																
2	ST	ตะกอนทราย														
	ST	ผสมดินเหนียว									60.98	28.53	6.46	30.50	16.70	A-2-6
3	SS	สีน้ำตาล														
	SS															
4	SS	ตะกอนทราย														
	SS	ดินเหนียว									65.89	27.55	7.82	50.50	18.30	A-2-7
5	SS	สีเหลือง														
	SS	ตะกอนทราย														
6	SS	ผสมดินเหนียว														
	SS	สีเหลืองอ่อน														
7	SS										74.30	41.17	11.03	37.00	13.30	A-2-6
	SS	ตะกอนทราย														
8	SS	ผสมดินเหนียว														
	SS	สีเทา									72.82	32.78	14.27	42.00	17.50	A-2-7
9	SS															
	SS															
10																

Remark; ST = Shelby Tube

 ST = Split Spoon

รูปที่ 3 สภาพชั้นดินบริเวณสนามบินแห่งใหม่ในจังหวัดพิษณุโลก

ตารางที่ 1 ผลการทดลอง California Bearing Ratio (C.B.R.)

ระดับความลึก (m)	มาตรฐาน	%ABSORPTION	%C.B.R
0.00-3.90	Soaked	0.33	2.09
	Unsoaked	NO	4.18

ตารางที่ 2 ผลการทดลองการทรุดตัว (Consolidation Test)

ระดับความลึก (m)	C _c	C _s	C _v cm ² /sec(×10 ⁻³)	e ₀	P _M (kg/cm ²)
1.50-2.20	0.05	0.03	5.42	0.58	3.05
2.20-2.90	0.06	0.03	2.30	0.86	2.50

หมายเหตุ C_c คือ Compression index และ C_s คือ Swelling index

ตารางที่ 3 ผลการทดลองการบดอัด (Compaction Test)

ระดับความลึก (เมตร)	มาตรฐาน	W _{OPT} (%)	γ _{dmax} (kN/m ³)
0.00-3.90	Standard Proctor	23.5	15.43
	Modified Proctor	18.5	16.2

ตารางที่ 4 ผลการทดลองการคำนวณค่าความถ่วงจำเพาะ

(Specific Gravity Test)

ระดับความลึก(เมตร)	ค่าความถ่วงจำเพาะ
0.00-3.90	2.97
3.90-5.40	2.45
5.40-7.40	2.47
7.40-9.90	2.71

ถ้านำผลการทดสอบพารามิเตอร์ ของการทรุดตัว ที่ได้ในสนามบินแห่งใหม่ มาเปรียบเทียบกับพารามิเตอร์ การทรุดตัวของดินเหนียวกรุงเทพฯ อ้างอิงจากกรมชล ประมาณ (2543) พบว่าดินเหนียวกรุงเทพฯความลึกใน ระดับเท่ากันมีค่า C_c ประมาณ 1-1.8 และ C_r ประมาณ

0.1-0.2 ซึ่งพารามิเตอร์การทรุดตัวของดินเหนียวกรุงเทพฯ มีขนาดมากกว่าพารามิเตอร์ C_c ของดินเหนียวที่ทดสอบ ได้ประมาณ 2-3 เท่า ส่วนพารามิเตอร์ C_r ประมาณ 10 เท่า
รายละเอียดการศึกษาลักษณะสภาพชั้นดิน และ ตรวจสอบความเหมาะสมในการใช้งานพบว่า

1. ระดับความลึก 1.50-3.90 เมตร เป็นดินที่ผ่านการบดอัดแล้ว แต่มีลักษณะของดินเหนียวปนอยู่ค่อนข้างมาก แต่จากการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการนำไปใช้งานต่าง ๆ ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้งานจำพวก ผิวถนน แต่สามารถนำไปใช้เป็น subgrade ได้

2. ระดับความลึกที่ 3.90-5.40 เมตร เป็นดินที่มีความแข็งแรงมากและ มีส่วนผสมของดินเหนียวปานกลางเหมาะที่จะนำไปใช้งานจำพวกผิวถนน ซึ่งค่า GI ที่ได้ในระดับความลึกนี้สามารถที่จะนำไปใช้เป็น subgrade ได้ดี เพราะมีเสถียรภาพค่อนข้างมาก

3. ระดับความลึก 5.40-7.40 เมตร เป็นดินที่มีความแข็งแรงมาก และมีส่วนผสมของดินเหนียวปานกลางเมื่อบดอัดแล้ว เหมาะสำหรับนำไปใช้งานจำพวกผิวถนน เชื่อนดินถม

4. ระดับความลึก 7.40-9.90 เมตร เป็นดินที่มีความแข็งแรงมาก โดยส่วนมากประกอบด้วยทรายเป็นส่วนใหญ่และมีพวก clay ปนอยู่บ้างเล็กน้อยเพื่อทำหน้าที่เป็น ตัวประสาน ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็น subgrade ได้

6. วิเคราะห์ผล

การศึกษาพฤติกรรมทรุดตัว พบว่าดินในบริเวณดังกล่าวเป็นประเภท Overly consolidated soil ที่มีความเค้นสูงสุดที่เคยกระทำในอดีต (Maximum past pressure) มีค่ามากกว่าความเค้นเนื่องมาจากน้ำหนักของดินและน้ำหนักภายนอกที่กระทำ ณ.ปัจจุบัน จึงสามารถหาความสัมพันธ์ได้จากความสัมพันธ์ดังนี้

$$S_c = C_s \frac{H_o}{1+e_o} \log \frac{\sigma'_p}{\sigma'_{vo}} + C_c \frac{H_o}{1+e_o} \log \frac{\sigma'_p + \Delta\sigma'}{\sigma'_p} \quad (4)$$

โดยที่

σ'_p คือ ค่าความเค้นสูงสุดในอดีต (Maximum Past Pressure)

σ'_{vo} คือ ความเค้นแบบ overburden pressure

$\Delta\sigma'$ คือ ความเค้นเนื่องมาจากน้ำหนักกระทำภายนอก

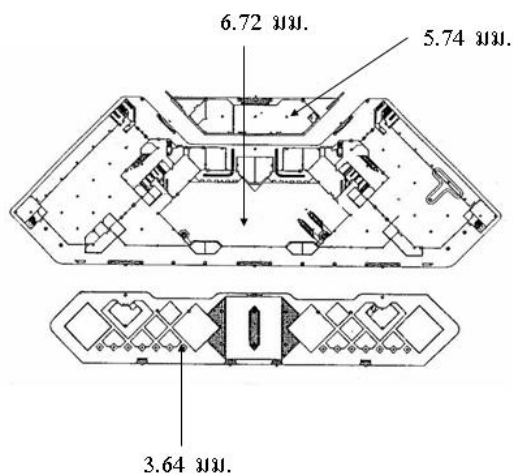
เช่น ตัวอาคาร น้ำหนักของทางวิ่งของเครื่องบิน

1. ดินบริเวณสนามบินจัดอยู่ในกลุ่ม A-2 ตามมาตรฐาน AASHTO Classification ซึ่งแสดงว่าเหมาะสมในการก่อสร้างสนามบิน

2. ณ เวลาเดียวกันที่ 21 วัน มีขนาดการทรุดตัวดังนี้

- อาคารที่ทำการดับเพลิงและกู้ภัย มีขนาดการทรุดตัว 3.64 มิลลิเมตร
- อาคารศุลกากรมีขนาดการทรุดตัว 5.74 มิลลิเมตร
- อาคารที่พักผู้โดยสารหลังใหม่มีขนาดการทรุดตัว 6.72 มิลลิเมตร

3. แผนที่แสดงขนาดการทรุดตัว ณ บริเวณต่างๆ ในสนามบิน ณ เวลา 21 วัน



รูปที่ 4 ขนาดการทรุดตัวบริเวณสนามบิน

7. สรุปผล

สภาพชั้นดินบริเวณท่าอากาศยานแห่งใหม่ มีความเหมาะสมในการใช้เป็นชั้นดินสำหรับสร้างสนามบินซึ่งขนาดการทรุดตัวดังกล่าวไม่ก่อให้เกิดปัญหาต่อการใช้งานของสนามบิน

8. ข้อเสนอแนะ

การคำนวณพฤติกรรมทรุดตัวได้แก่ ขนาดและระยะเวลาการทรุดตัวเป็นการคำนวณตามทฤษฎีการทรุดตัวแบบ 1 มิติแต่เพียงอย่างเดียว ซึ่งขนาดที่คำนวณได้มีการตรวจสอบ กับเครื่องมือวัดการทรุดตัวแต่อย่างใด เนื่องจากผู้ทำวิจัยคิดปัญหาเกี่ยวกับการขออนุญาตทางสนามบินแห่งใหม่เพื่อขุดติดตั้งเครื่องมือ

เอกสารอ้างอิง

- [1] วรากร ไม้เรียง, จิรพัฒน์ โชติไกร และ ประทีป ดวงเดือน.(2525). ปลูกพิภพศาสตร์ทฤษฎีและปฏิบัติการ, พิมพ์ครั้งที่ 3. ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ การพิมพ์.
- [2] กรมชลประทาน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. (2543). รายงานการสำรวจ และทดสอบทางธรณีเทคนิคเพื่อออกแบบแนวอุโมงค์ระบายน้ำ Shaft และสถานีสูบน้ำ.
- [3] Hotlz,R.D, and Kovacs,W.D. (1981). Introduction to Geotechnical Engineering. Civil Engineering and Engineering Mechanics Series.
- [4] Wu, T.H.(1996). Soil Mechanics. Revised&Enlarge, Taipai , Taiwan.