

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 บทนำ

จากผลการทดลองหาค่าโมดูลัสแบบเฉือนด้วยวิธี bender element จะพบว่าค่าโมดูลัสแบบเฉือนด้วยวิธีนี้ไม่ว่าวิธีการทดสอบในทุกลักษณะจะให้ค่าโมดูลัสแบบเฉือนที่ very small strain level หรือให้ค่า initial shear modulus นั้นเอง แตกต่างจากวิธีการหาค่าโมดูลัสที่ได้จากวิธีการทดสอบอื่นๆ นอกจากนี้การทดสอบหาค่าโมดูลัสแบบเฉือนด้วยวิธี bender element ยังสามารถดัดแปลงนำไปใช้กับเครื่องมือทดสอบทางปฐพีต่างๆ เพื่อศึกษาพฤติกรรมที่แตกต่างกันออกไปได้ง่ายและมีราคาที่ไม่สูงมากนัก ดังนั้นการหาค่าโมดูลัสแบบเฉือนด้วยวิธี bender element จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสมอย่างยิ่ง

5.2 ค่าโมดูลัสแบบเฉือนภายใต้หน่วยแรงประสิทธิผล

แนวโน้มของค่าโมดูลัสแบบเฉือนเมื่อหน่วยแรงประสิทธิผลเพิ่มขึ้น จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงเมื่อมองอยู่ในรูปแบบของแกน log-log ของความสัมพันธ์ระหว่าง normalized shear modulus, $G_0/F(e)$ กับค่าหน่วยแรงประสิทธิผล (effective stress, σ'_o) ในช่วง normal consolidation ส่วนในช่วง over consolidation แนวโน้มของค่าโมดูลัสแบบเฉือนยังคงเพิ่มขึ้นเป็นแนวเส้นตรง แต่มีความชันของการเพิ่มขึ้นที่ต่ำกว่าในช่วง normal consolidation ทั้งนี้ทั้งนั้นเป็นผลอันเนื่องมาจาก ค่า OCR และค่า Plasticity Index จำเพาะของดินนั้นๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.3 ผลกระทบของ over consolidation และ Plasticity

ดินเหนียวกรุงเทพฯส่วนใหญ่แล้ว จะมีค่า Plasticity Index สูงกว่า 40 % และจากการทดลองที่ได้พบว่า plasticity จะมีผลกระทบต่อค่าโมดูลัสแบบเฉือน normalized shear modulus, $G_0/F(e)$ กับค่าหน่วยแรงประสิทธิผล (effective stress, σ'_o) ในช่วง over consolidation โดยที่ค่า Plasticity Index สูงกว่า 40 % แนวโน้มของ normalized shear modulus, $G_0/F(e)$ จะเพิ่มขึ้นน้อยมาก ดังเช่นตัวอย่างที่ระดับความลึก 13.50 – 14.20 ม. ส่วนที่ระดับความลึก 7.50 – 8.20 ม. ค่า Plasticity Index 27 % แนวโน้มของ normalized shear modulus, $G_0/F(e)$ จะเพิ่มขึ้นเห็นชัดกว่าในช่วง over consolidation

5.4 ทิศทางของหน่วยแรงประสิทธิผลต่อค่าโมดูลัสแบบเฉือน

การทดลองนี้ได้ทำการวัดคลื่นความเค้นในแนวราบและแนวตั้ง โดยในแนวราบ จะวัดคลื่นความเร็ว V_{hh} โดยที่ทิศทางการแพร่ของคลื่นและระนาบการวิ่งผ่านของคลื่นจะอยู่ในแนวราบ ส่วนอีกแนวหนึ่งจะวัดในแนวตั้ง คลื่นความเร็ว V_{vh} โดยที่ทิศทางการแพร่ของคลื่นจะอยู่ในแนวตั้ง และระนาบการวิ่งผ่านของคลื่นจะอยู่ในแนวราบ

เมื่อทำการทดสอบวิธีที่ 1 โดยจัดให้ตัวอย่างวางตั้งเหมือนกับการทดลองทั่วไป ค่าโมดูลัสแบบเฉือนที่ได้จากแนวราบ (G_{hh}) จะมีค่าสูงกว่าที่วัดได้จากแนวตั้ง (G_{vh}) และเมื่อทดสอบอีกวิธีโดยเปลี่ยนทิศทางของตัวอย่างให้แนวราบ ค่าค่าโมดูลัสแบบเฉือนที่ได้จากแนวราบ (G_{hh}) จะมีค่าต่ำกว่าที่วัดได้จากแนวตั้ง (G_{vh}) ซึ่งสามารถชี้ได้ว่าความแตกต่างของค่าโมดูลัสแบบเฉือนที่ได้เนื่องมาจากคุณสมบัติของดินตามธรรมชาติ (inherent anisotropy) มากกว่าที่จะเกิดจากหน่วยแรงประสิทธิผล (induced stress) ที่ให้กับตัวอย่าง

5.5 ข้อดีข้อเสียและข้อจำกัดในการหาค่าโมดูลัสแบบเฉือนด้วย bender element

วิธีการหาค่าโมดูลัสแบบเฉือนด้วย bender element เป็นวิธีการหา โมดูลัสด้วยวิธีแพร่กระจายของคลื่นก้ำทอน สามารถติดตั้งกับเครื่องมือทดสอบทางปฐพีต่างๆได้ง่าย และสะดวกไม่มีความซับซ้อนในการคำนวณหาโมดูลัสแบบเฉือน จึงเป็นวิธีหนึ่งที่น่าิยมใช้ในการวิจัยเพื่อหาคุณสมบัติทางพลศาสตร์ (dynamic) ของดิน อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองในงานวิจัยนี้ ทำให้พบข้อเสียของวิธีการทดสอบนี้ดังตารางที่ 5.1 ที่ได้แจกแจงข้อดีข้อเสียดังนี้

ตารางที่ 5.1 ข้อดี – ข้อเสียของการหาโมดูลัสแบบเฉือนด้วยวิธี bender element

ข้อดี	ข้อเสีย
<ul style="list-style-type: none"> - ติดตั้งกับเครื่องมือทดสอบต่างๆทางปฐพีได้ง่าย รวดคาถก - ให้ผลการทดลองที่น่าเชื่อถือได้ระดับหนึ่ง - ไม่มีความซับซ้อนในการคำนวณ 	<ul style="list-style-type: none"> - ระดับสัญญาณของคลื่นที่รับอ่อนลงเมื่อสถานะ effective stress สูงทำให้ยากต่อการวิเคราะห์ การมาถึงของคลื่น (time arrival) - สามารถหาค่าโมดูลัสแบบเฉือนได้ที่ initial shear modulus เท่านั้น เพราะให้คลื่นความเค้นที่ small strain เท่านั้น - การหาความเร็วคลื่นความเค้นขึ้นกับ wave-path ตัวอย่าง non homogeneous (เช่นมีเปลือกหอยหรือเศษไม้) จะทำให้ คลื่นเดินทางมาถึงช้ากว่าที่เป็น

5.6 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการศึกษาเพิ่มเติม

1. ศึกษาคุณสมบัติของดินกรุงเทพฯที่ระดับความลึกมากกว่านี้ประมาณ 60 ม. ตามระดับความลึกของเข็มเจาะที่ใช้สำหรับก่อสร้างอาคารสูง เพื่อให้ในการออกแบบต้านทานเนื่องจากแผ่นดินไหว
2. ติดตั้งแผ่น bender element เพิ่มอีกเพื่อศึกษาผลกระทบของคลื่นความเค้นในทิศทางต่างๆกัน
3. นำผลการทดลองที่ได้มาใช้ในโปรแกรมต่างๆแล้วนำมาเปรียบเทียบกับผลที่เกิดขึ้นจริง



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย