บทที่ 3
วิธีการและขั้นตอนในการทดสอบ

3.1 สถานที่และการเก็บตัวอย่างทดสอบ

3.1.1 สถานที่เก็บตัวอย่าง

สถานที่เก็บตัวอย่างดินที่นำมาใช้ในการทดสอบเพื่อศึกษางานวิจัยคือดินกรุงเทพที่เก็บจากบริเวณเขตตลิ่งชัน ซึ่งอยู่อีกฟากของแม่น้ำเจ้าพระยา

3.1.2 วิธีเจาะสำรวจและการเก็บตัวอย่าง

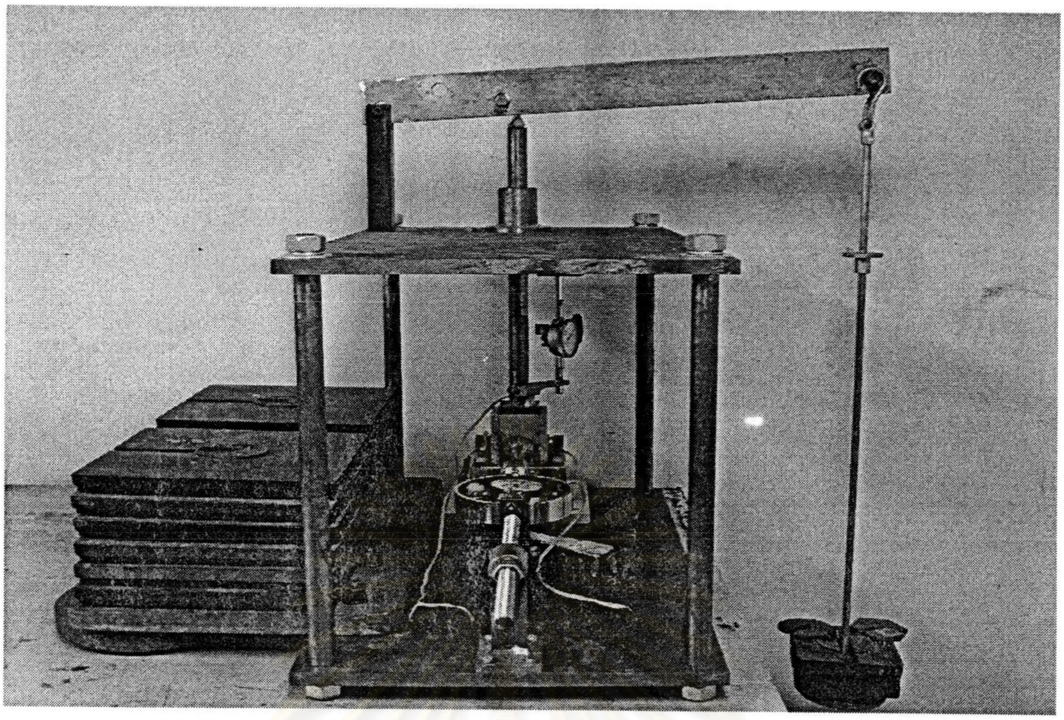
วิธีการเจาะสำรวจและการเก็บตัวอย่างดินสำหรับนำมาทดสอบจะทำการเก็บตัวอย่างด้วยกระบอกบาง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 cm. จะทำการเก็บตัวอย่างทุกๆระดับความลึก 0.7 m. เริ่มเก็บตัวอย่างที่ความลึก 3.5 m. จากผิวดินจนถึงความลึกของชั้นดินเหนียวแข็งปานกลางประมาณ 13.5 m. จากนั้นนำกระบอกตัวอย่างเคลือบด้วยขี้ผึ้งที่ปลายกระบอกทั้งสองด้าน จากนั้นนำไปยังห้องปฏิบัติการอย่างระมัดระวังให้มีการกระทบกระเทือนน้อยที่สุด

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์หลักสำหรับใช้ในการทดสอบงานวิจัย

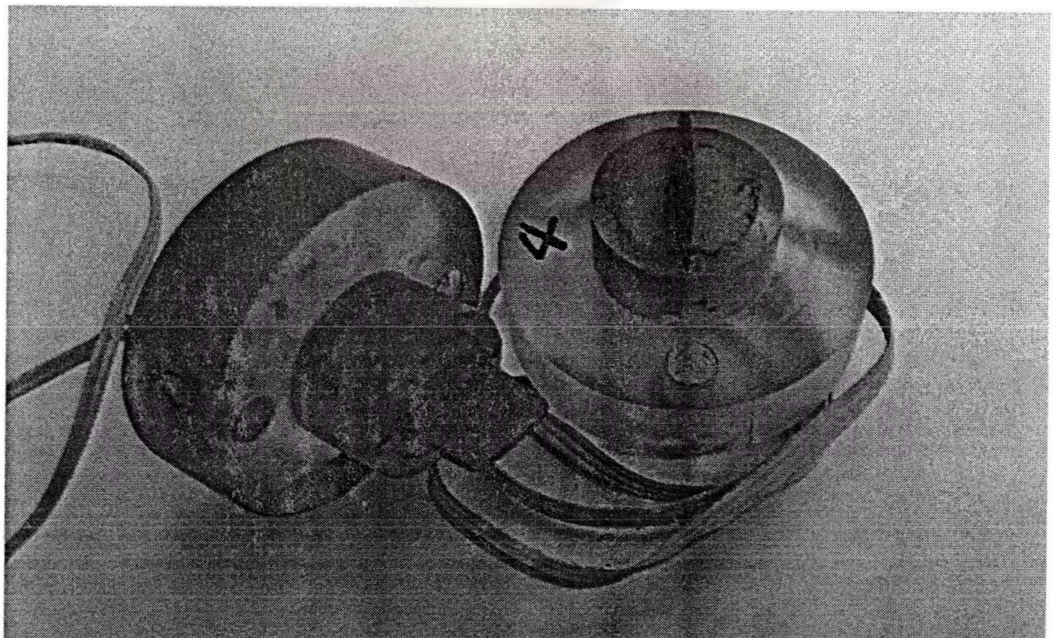
- เครื่องมือทดสอบที่ทำขึ้นมาใหม่ตามที่แสดงดังรูปที่3.1 และรูปที่ 3.3
- Dial gauge เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดการยุบตัวของดินตัวอย่าง
- Prooving ring เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดแรงดันด้านข้างของดินตัวอย่าง
- Bender element เป็นอุปกรณ์ให้กำเนิดและรับสัญญาณ (transmitter and reciever) คลื่นความเค้นในตัวอย่างดังรูปที่ 3.2
- Function generator เป็นเครื่องให้สัญญาณทางไฟฟ้าไปยัง bender element
- Oscilloscope เป็นอุปกรณ์สำหรับบันทึกสัญญาณไฟฟ้า โดยจะนำมาใช้วัดสัญญาณที่เกิดขึ้นของ bender element

โดยอุปกรณ์และเครื่องมือสำคัญที่ใช้สำหรับการทดสอบงานวิจัยนี้แสดงไว้ดังรูปที่ 3.1

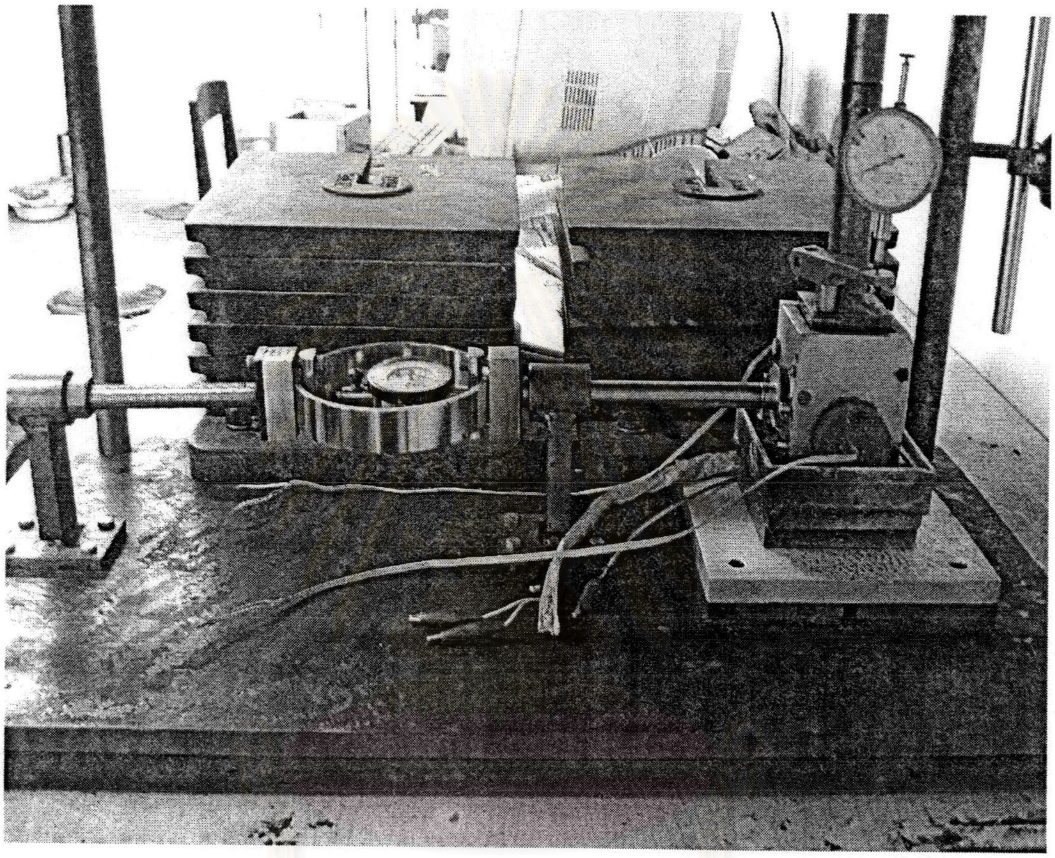
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.1 เครื่องมือทดสอบที่ทำขึ้นใหม่

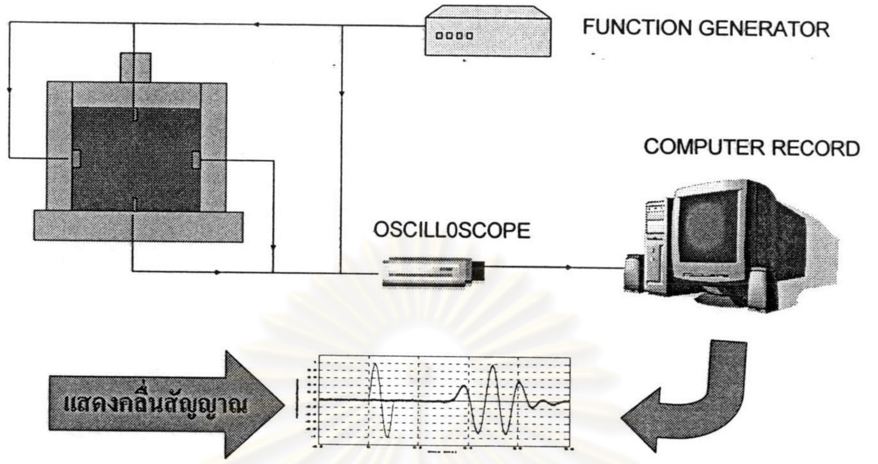


รูปที่ 3.2 bender element ที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 3.3 ติดตั้งอุปกรณ์ทดสอบหาความเร็วของคลื่นความเค้นด้วย bender element

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.4 ผังการติดตั้งเชื่อมต่ออุปกรณ์ทดสอบหาความเร็วของคลื่นความเค้นด้วย bender element

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3 การหาคุณสมบัติของดินทางด้านกายภาพ

3.3.1 พิกัดแอตเตอร์เบอร์ก (Atterberg's limit)

- ขีดเหลว (Liquid limit)
- ขีดพลาสติก (Plastic limit)
- ดัชนีพลาสติก (Plasticity Index)

3.3.2 ปริมาณความชื้นธรรมชาติ (Natural water content)

3.3.3 ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity)

3.4 วิธีการทดสอบ

การทดสอบหาค่าโมดูลัสแบเฉือน โดยวิธี bender element ในงานวิจัยนี้จะทำการทดสอบหลักๆคือ ใส่น้ำหนักกดลงในตัวอย่างเพื่อการอัดตัวคายน้ำ (consolidation) โดยจะต้องเริ่มต้นด้วยความดันที่น้อยกว่า overburden pressure แล้วเพิ่มขึ้นจนมากกว่า แล้วทิ้งไว้ประมาณ 24 ชม. หลังจากนั้นวัดความเร็วคลื่นแรงเฉือน โดยจะทำการทดสอบวิธีที่ 1 ที่ความลึก 7.20–8.50 m. และที่ความลึก 13.50–14.20 m.โดยติดตั้งตัวอย่างให้อยู่ในแนวตั้งตามรูปแบบการทดสอบทั่วๆไป ดังแสดงรูปที่ 3.5 และอีกวิธีคือตัดแต่งดินตัวอย่างให้อยู่ในแนวขวางลักษณะการวางตรงข้ามกับวิธีแรก ดังแสดงรูปที่ 3.6แล้วนำไปติดตั้งในกล่องตัวอย่าง โดยใช้ดินตัวอย่างที่ระดับความลึก 9.00–9.70 m. และที่ความลึก 13.50–14.20 m.

3.5 ขั้นตอนการทดสอบ

การทดสอบหาค่า shear modulus โดยใช้ bender element ในเครื่องมือทดสอบที่ทำขึ้นมาใหม่โดยเฉพาะ จะมีการเตรียมตัวอย่างและขั้นตอนต่างๆ เหมือนกับการทดสอบ consolidation test ต่างกันเพียงรูปร่างของตัวอย่าง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.5.1 การเตรียมตัวอย่างสำหรับทดสอบ

1. นำตัวอย่างดินมาตัดแต่งลงในบล็อกขนาดพื้นที่หน้าตัด 5 x 5 cm. โดยใช้ specimen trimer ช่วย ความสูงตัวอย่างที่ใช้ทดลองคือ 7.0 – 7.5 cm.
2. วัดขนาดตัวอย่างและชั่งน้ำหนักเพื่อจะคำนวณหาความหนาแน่นและ initial void ratio ต่อไป ส่วนดินที่เหลือจากการตัดแต่งนำไปหาความชื้น ซึ่งเป็นความชื้นของตัวอย่างก่อนทดลอง

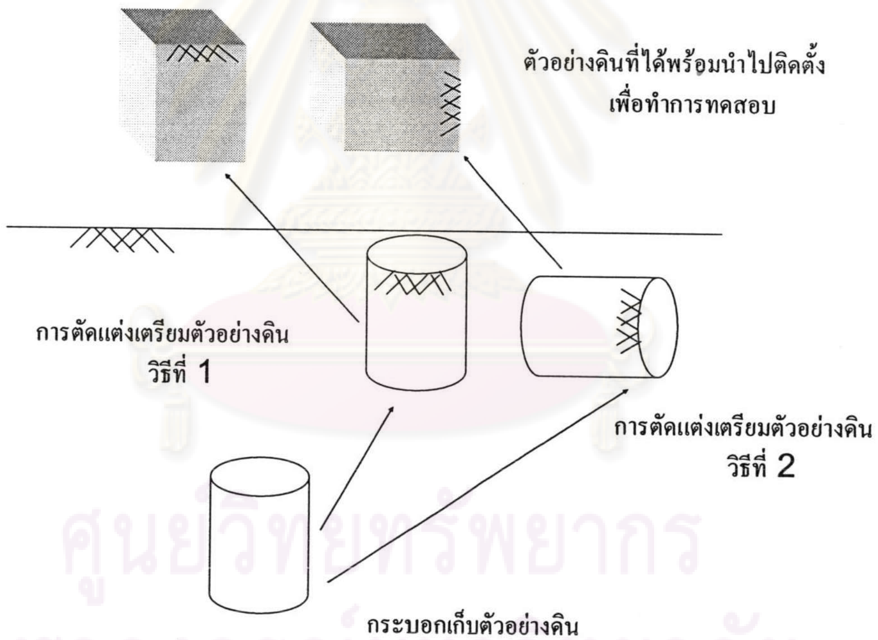
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างดินเพื่อใช้ในการทดสอบแบบที่ 1(ตัวอย่างวางในแนวตั้ง)

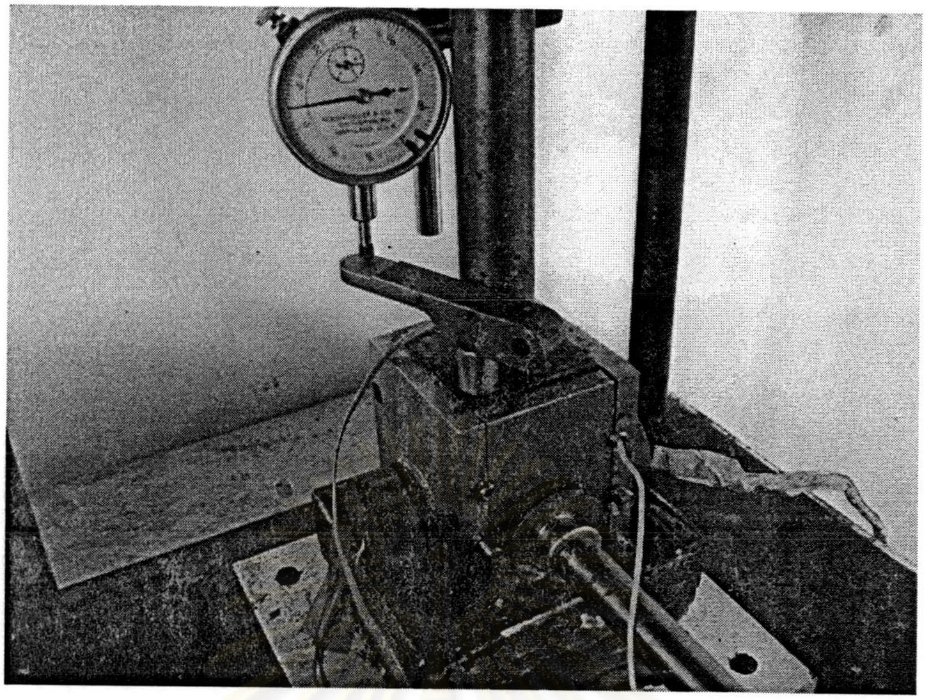
รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างดินเพื่อใช้ในการทดสอบแบบที่ 2 (ตัวอย่างวางในแนวราบ)

รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการตัดแต่งเตรียมตัวอย่างดินเพื่อใช้ในการทดสอบ

3. นำตัวอย่างดินติดตั้งในกล่องตัวอย่าง ซึ่งจะมี porous stone ประกบทั้งด้านบน และด้านล่าง แล้ววางบนแท่นรองรับกล่อง ค่อยๆเสียบแผ่น bender element ลงไปในดิน ถ้าตัวอย่างมีลักษณะค่อนข้างแข็งจะต้องมีการแซะเป็นร่องก่อน
4. นำกล่องตัวอย่างพร้อมแท่นรองรับเข้าติดตั้งใน loading frame ติด dial gauge สำหรับวัดการทรุดตัวของตัวอย่าง และติด prooving ring ที่ด้านข้างของกล่องตัวอย่างเพื่อวัดแรงดันด้านข้างจากการใส่น้ำหนัก
5. หล่อน้ำลงในแท่นรองรับกล่องตัวอย่าง ให้ดินตัวอย่างอุ้มน้ำพอประมาณ
6. ทำการทดลองอีกครั้งโดยเปลี่ยนทิศทางของการวางตัวอย่างให้อยู่ในแนวราบลักษณะวางขวางตรงข้ามกับวิธีที่ 1แล้วปฏิบัติเช่นเดียวกับ ข้อ 2-5



รูปที่ 3.8 การตัดแต่งและเตรียมตัวอย่างดินที่พร้อมจะทำการทดสอบ



รูปที่ 3.9 การติดตั้งกล่องตัวอย่างที่พร้อมจะทำการทดสอบ

3.5.2 ขั้นตอนอัดตัวคายน้ำและการวัดค่าความเร็วคลื่นแรงเฉือน

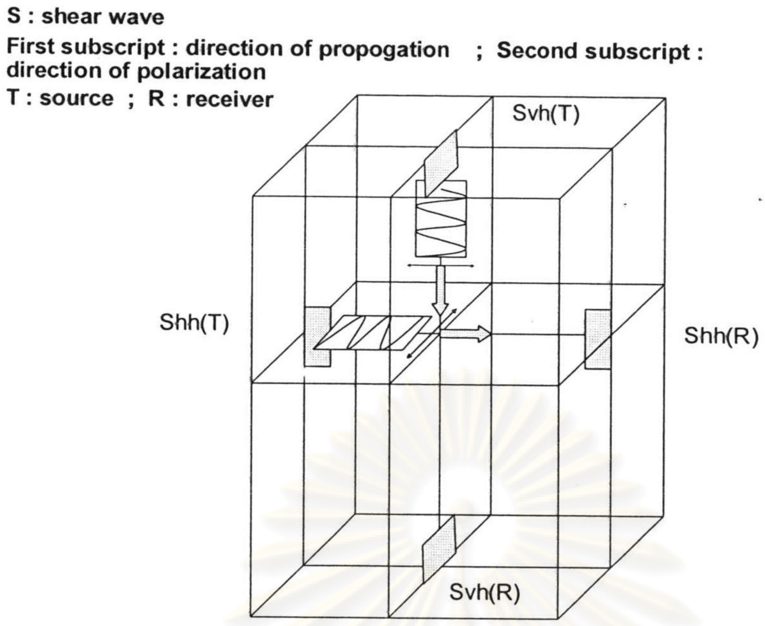
1. วางน้ำหนักชุดแรกซึ่งคานจะขยายน้ำหนักให้กดลงบนตัวอย่างแล้วบันทึกเวลาพร้อมๆกับ dial gauge ที่อ่านได้จากการทรุดตัวในแนวดิ่งและจาก prooving ring ณ. เวลาต่างๆ นับจากเริ่มต้น
2. หลังจากทิ้งไว้ประมาณ 24 ชม. หรือสิ้นสุดการบีบอัดตัวคายน้ำ อ่านค่าการทรุดตัวของตัวอย่างจาก dial gauge และแรงดันด้านข้างจาก prooving ring หลังจากนั้นทำการวัดค่าความเร็วคลื่นแรงเฉือนทั้งแนวราบและแนวดิ่ง หลังจากนั้นเพิ่มน้ำหนักชุดต่อไปเรื่อยๆ จนความดันที่ดินได้รับจากการเพิ่มชุดน้ำหนักมีค่าประมาณ 1000 – 1100 KPa โดยจะมีการลดน้ำหนักออกบางช่วงเพื่อดูการยืดตัวของตัวอย่าง
3. หลังจากเสร็จการทดลองนำตัวอย่างดินมาชั่งหาน้ำหนักแล้วนำเข้าเตาอบเพื่อหาน้ำหนักตัวอย่างดินแห้ง

3.6 การวัดค่าความเร็วคลื่นแรงเฉือน

ในการวิจัยนี้จะทำการวัดหาค่าความเร็วคลื่นแรงเฉือนหลังจากการอัดตัวคายน้ำ (consolidation)สิ้นสุดในแต่ละช่วง โดยวิธีการวัดค่าความเร็วคลื่นแรงเฉือนทั้งในแนวราบและแนวดิ่ง โดยในแนวราบการวัดคลื่นความเร็วจะวัดความเร็วคลื่นที่ระนาบเคลื่อนตัวในแนวราบ Vhh(horizontally polarised shear waves propagating in the horizontal direction) ส่วนในแนวดิ่งการวัดคลื่นความเร็วจะวัดความเร็วคลื่นที่ระนาบเคลื่อนตัวในแนวดิ่งVvh(horizontally polarised shear waves propagating in the vertical direction)มีขั้นตอนดังนี้

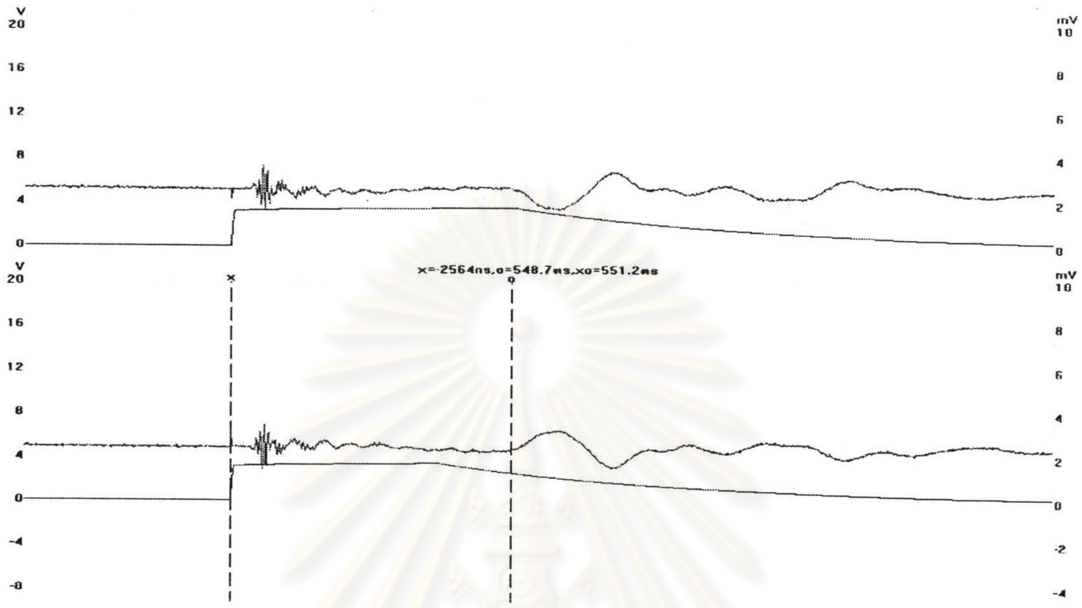
ทำการติดตั้งอุปกรณ์ตามรูปที่ 3.4 การทดสอบจะเริ่มโดยที่ function generator จะให้สัญญาณไฟฟ้าส่งไปยัง oscilloscope และ bender element ตัวส่งสัญญาณ จะแปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นพลังงานกลทำให้เกิดการสั่นไหวในตัว bender element เกิดเป็นคลื่น S wave ลงไปในตัวอย่างดินจากนั้นคลื่น S wave จะแพร่กระจายจากดินไปถึง bender element ตัวรับสัญญาณ ซึ่งจะแปลงสัญญาณทางกลจากคลื่นไปเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเข้าไปใน oscilloscope ผลต่างของเวลาที่ตัวส่งสัญญาณมาถึงตัวรับสัญญาณมาถึงจะเป็นเวลาที่คลื่นแรงเฉือนมาถึง (time arrival)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.10 การติดตั้งแผ่น bender element ในการทดลอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.11 การวัดความเร็วคลื่นความเค้นด้วย bender element

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย