บทที่ 5
อาคารตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ต้องการศึกษาพฤติกรรมและรูปแบบความเสียหายของอาคารที่ไม่ได้ออกแบบเพื่อรับแรงแผ่นดินไหว ดังนั้นอาคารตัวอย่างที่ใช้จึงออกแบบโดยใช้ข้อกำหนดของสถาบันคอนกรีตแห่งอเมริกา ปี 1995 (American Concrete Institute, ACI 318-95) และไม่ได้คิดผลของแรงแผ่นดินไหว ซึ่งอาคารลักษณะดังกล่าวเป็นอาคารส่วนมากที่ก่อสร้างในประเทศไทย

สำหรับบทนี้จะอธิบายเกี่ยวกับรูปร่างของอาคารตัวอย่าง การจำลองโครงสร้างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ตัวแปรต่างๆ และคลื่นแผ่นดินไหวที่ใช้ในการศึกษา

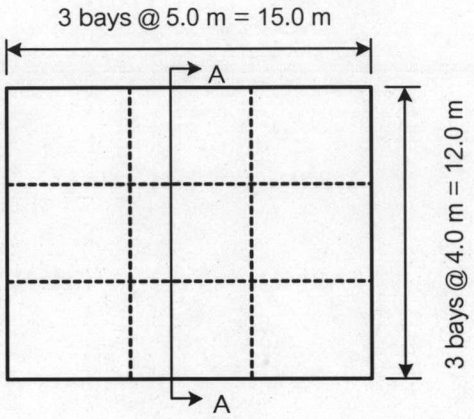
5.1 อาคารตัวอย่าง

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ในการศึกษานี้ต้องการศึกษาพฤติกรรมของอาคารที่ก่อสร้างส่วนใหญ่ของประเทศ ซึ่งไม่ได้ออกแบบเพื่อรับแรงแผ่นดินไหว อาคารตัวอย่างที่ใช้นี้จึงได้ออกแบบตามข้อกำหนดของสถาบันคอนกรีตแห่งอเมริกา ปี 1995 และไม่ได้คำนึงถึงแรงแผ่นดินไหว รูปแปลนและรูปด้านหน้าของอาคารตัวอย่างแสดงในรูปที่ 5.1 มีความสูง 10 ชั้น การออกแบบใช้น้ำหนักบรรทุกจรเท่ากับ 300 กก./ม.^{2} คำนวณแรงลมตามข้อเทศบัญญัติของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2522 และมีผนังก่ออิฐครึ่งแผ่นรอบอาคาร คิดเป็นน้ำหนัก 180 กก. / ม.^{2} คอนกรีตที่ใช้มีกำลังอัด (f_c') 300 กก. / ซม.^{2} ใช้เหล็กที่มีกำลังคราก (f_y) เท่ากับ 4000 กก. / ซม.^{2} (SD40) สำหรับรายละเอียดของหน้าตัด แสดงดังรูปที่ 5.2

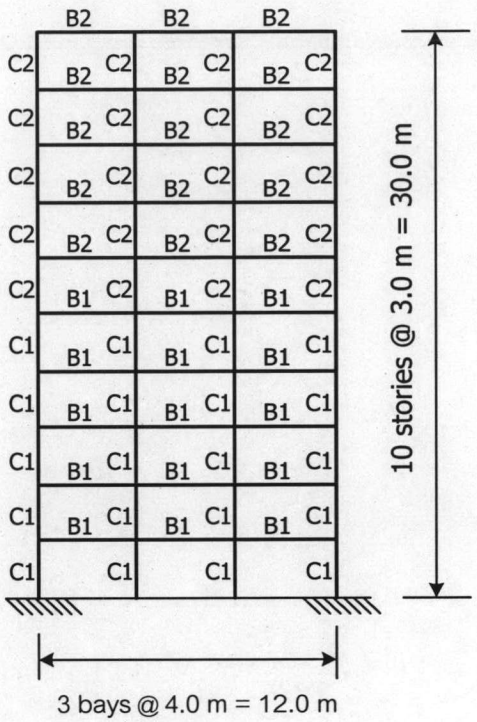
สำหรับการคำนวณแรงลมตามข้อเทศบัญญัติของกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2522 ได้กำหนดแรงลมที่กระทำต่ออาคารตามความสูง โดยเมื่อความสูงเพิ่มขึ้นแรงลมที่กระทำต่ออาคารจะเพิ่มขึ้นด้วย แรงลมตามข้อเทศบัญญัติแสดงในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แรงลมสำหรับอาคารตามเทศบัญญัติกรุงเทพมหานคร พ.ศ. 2522

ความสูงของอาคาร	แรงลมที่กระทำต่ออาคาร (กก. / ม.^{2})
- ที่สูงไม่เกิน 10 เมตร	50
- ที่สูงกว่า 10 เมตร แต่ไม่เกิน 20 เมตร	80
- ที่สูงกว่า 20 เมตร แต่ไม่เกิน 40 เมตร	120
- ที่สูงเกิน 40 เมตร	160

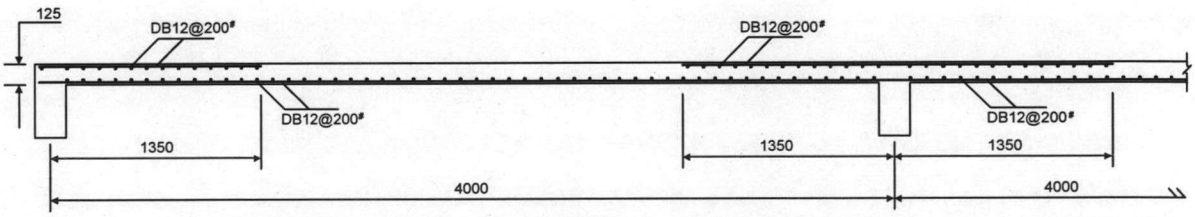


(ก) รูปแปลน

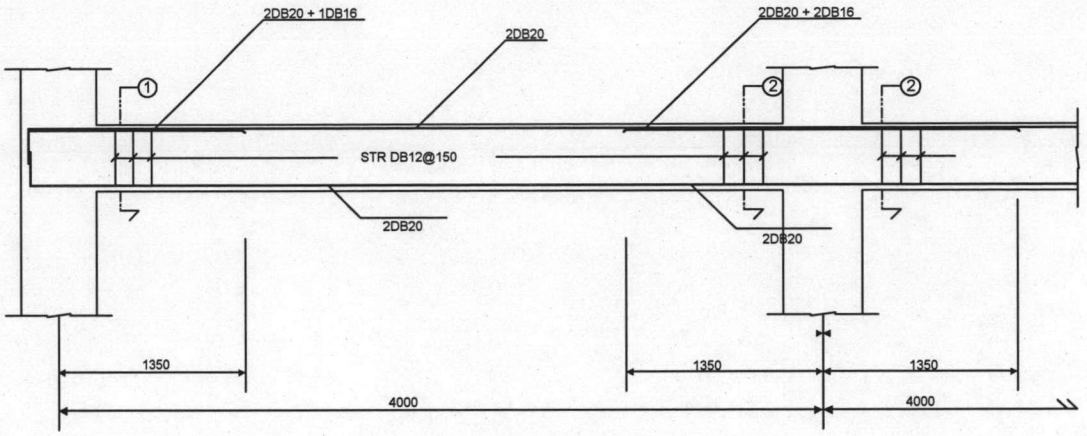


(ข) รูปด้านหน้า

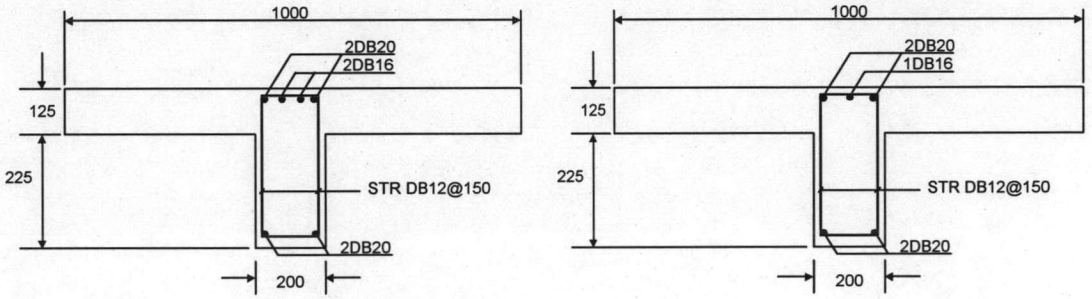
รูปที่ 5.1 รูปแปลนและรูปด้านหน้าของอาคารตัวอย่าง



(ก) หน้าตัดของแผ่นพื้น และการเสริมเหล็ก

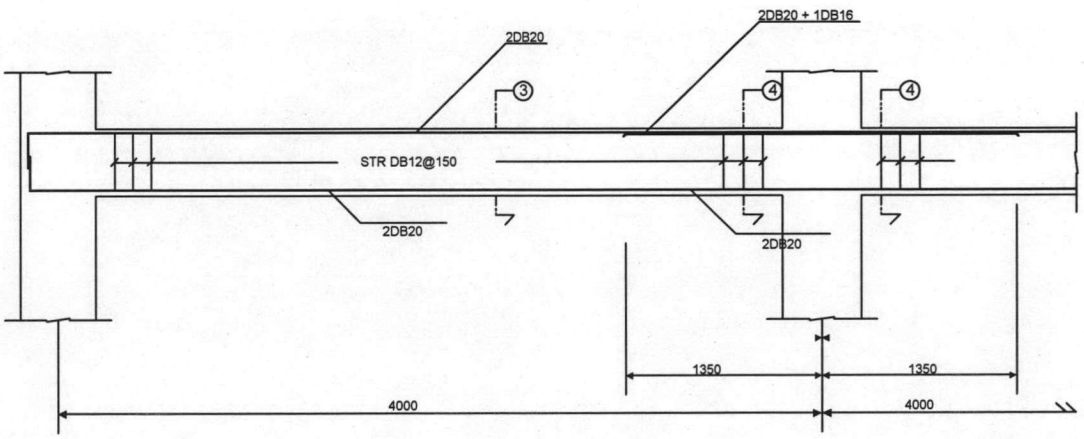


(ข) การเสริมเหล็กในคาน B1

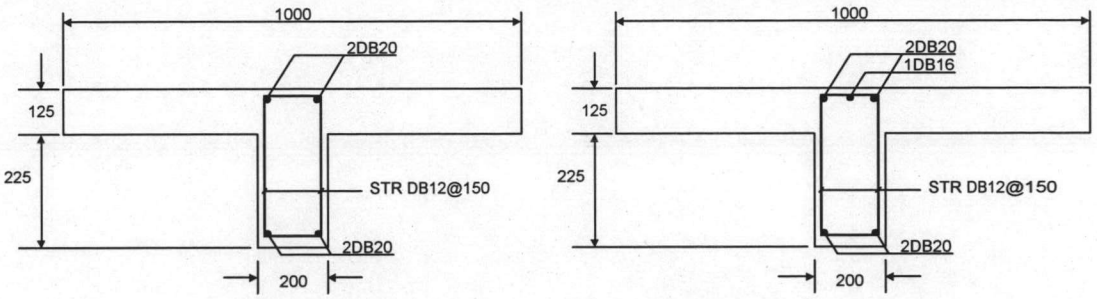


หน้าตัด 1-1 หน้าตัด 2-2

(ค) การเสริมเหล็กในหน้าตัดคาน B1

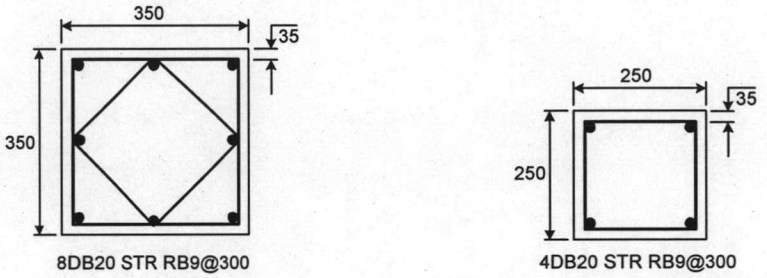


(ง) การเสริมเหล็กในคาน B2



หน้าตัด 1-1 หน้าตัด 2-2

(จ) การเสริมเหล็กในหน้าตัดคาน B1



หน้าตัดเสาชั้น 1-5,C1 หน้าตัดเสาชั้น 6-10,C2

(ฉ) การเสริมเหล็กในหน้าตัดเสา C1 และC2

รูปที่ 5.2 รายละเอียดเหล็กเสริมในชิ้นส่วนของอาคารตัวอย่าง

5.2 การจำลองอาคารตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์

5.2.1 การจำลองอาคารตัวอย่าง

ในงานวิจัยนี้ใช้คอมพิวเตอร์โปรแกรม IDARC ในการวิเคราะห์ ซึ่งวิเคราะห์ได้เฉพาะโครงสร้างแบบ 2 มิติเท่านั้น ดังนั้นต้องจำลองให้เป็นโครงสร้างตัวอย่างเป็นฯ 2 มิติ โดยในงานวิจัยได้กำหนดให้แผ่นดินไหวกระทำตั้งฉากกับด้านสั้นของอาคารตัวอย่าง นั่นก็คือหากพิจารณาตามรูป 5.1(ก) แผ่นดินไหวจะกระทำในทิศใต้ไปเหนือนั่นเอง จากรูปแปลนของอาคารตัวอย่าง จะเห็นได้ว่าอาคารตัวอย่างเป็นโครงข้อแข็งมีความกว้าง 3 ช่วงคาน มีความสูง 10 ชั้น มีการเปลี่ยนหน้าตัดของเสาและคานที่ชั้นที่ 5 ในการคิดค่ามวลของโครงสร้างใช้วิธีการรวมน้ำหนักครึ่งชั้นบนและล่างไว้ที่ชั้น ดังนั้นสำหรับอาคารตัวอย่างนี้ก็จะมีจำนวนดีกรีของความอิสระเท่ากับ 20 สำหรับค่าอัตราส่วนความหน่วงของโครงสร้างเท่ากับ 2 เปอร์เซ็นต์ของความหน่วงวิกฤติ ค่าความหน่วงเป็นแบบอัตราส่วนตามมวล (mass proportion)

5.2.2 แบบจำลองฮีสเทอเรติค (Hysteretic model)

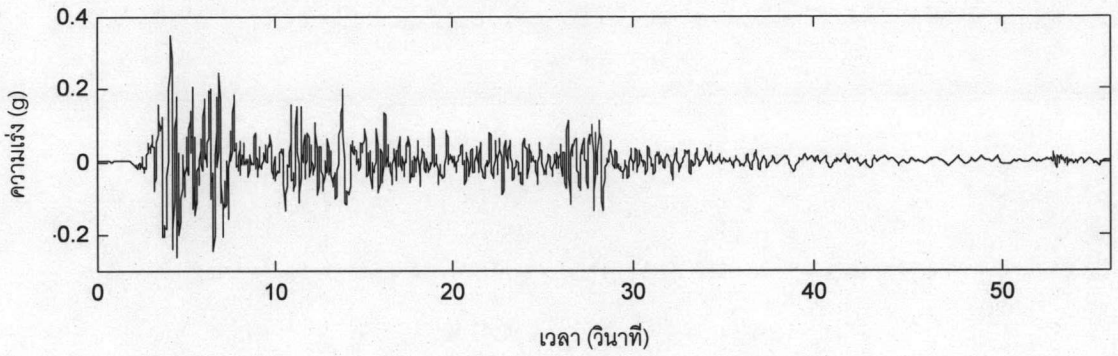
ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่า โครงสร้างภายใต้แรงแผ่นดินไหว และมีพฤติกรรมเป็นแบบไม่ยืดหยุ่น จะมีการลดลงของกำลังและสติฟเนส และจากโปรแกรม IDARC ได้สร้างแบบจำลองดังกล่าวขึ้นมาเพื่อใช้อธิบายพฤติกรรม เนื่องจากค่าดังกล่าวเป็นค่าที่ได้จากการทำการทดลอง ซึ่งต้องใช้ค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูงมากและในประเทศไทยยังไม่มีงานวิจัยทางด้านนี้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้อ้างอิงค่าดังกล่าวจากงานวิจัยในต่างประเทศ โดยพิจารณาเงื่อนไขของชิ้นส่วนให้ใกล้เคียงกัน ค่าตัวแปรดังกล่าวแสดงในตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 คุณสมบัติของฮีสเทอเรติคที่ใช้ในการวิเคราะห์

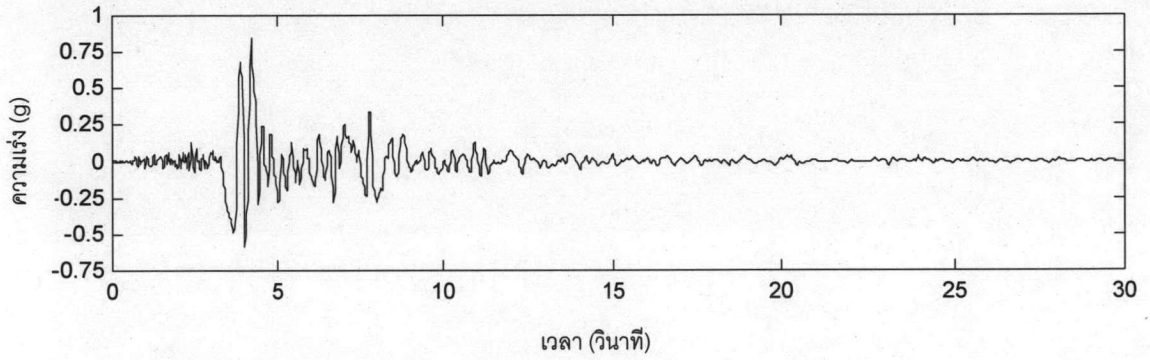
ชิ้นส่วน	HC	HBD	HBE	HS	หมายเหตุ
คาน (ภายนอก)	1.5	0.0	0.150	0.3	REAL: Kunnath และคณะ (1995)
คาน (ภายใน)	1.5	0.0	0.150	0.5	CPR: Kunnath และคณะ (1995)
เสา	0.5	0.0	0.040	0.7	Bracci และคณะ (1995)

5.3 คลื่นแผ่นดินไหวที่ใช้ในการศึกษา

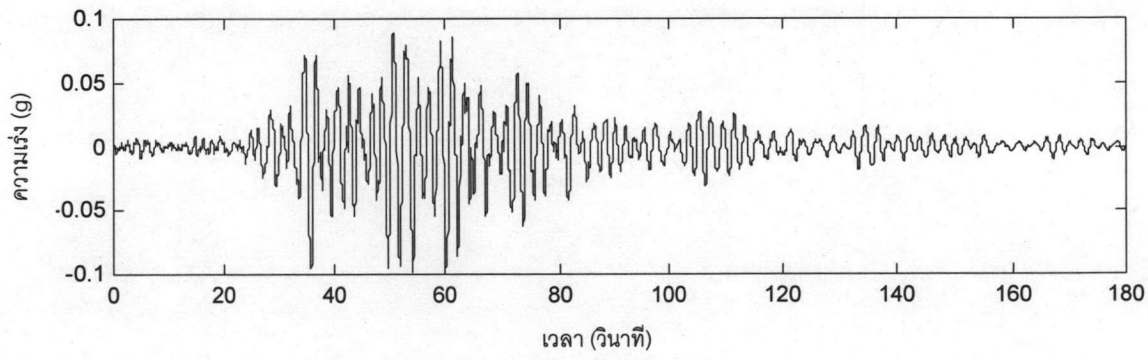
ในงานวิจัยนี้ ได้เลือกคลื่นแผ่นดินไหวที่มีค่าความถี่เด่นชัดใกล้เคียงกับความถี่ในโหมดแรกของโครงสร้าง โดยที่โหมดแรกมีความถี่เท่ากับ 0.63 เฮิรซ์ท ซึ่งได้มาจากการวิเคราะห์อาคารตัวอย่างกับโปรแกรม IDARC ส่วนคลื่นแผ่นดินไหวที่เลือกใช้ได้แก่ คลื่นแผ่นดินไหว El Centro (1940) มีความถี่เด่นชัดที่ 1.40 เฮิรซ์ท คลื่นแผ่นดินไหว Northridge (1994) มีความถี่เด่นชัดที่ 0.70 เฮิรซ์ท และคลื่นแผ่นดินไหว SCT S00E (1985) มีความถี่เด่นชัดที่ 0.48 เฮิรซ์ท ซึ่งได้มาจากการทำ FFT คลื่นแผ่นดินไหวแสดงในรูปที่ 5.3-5.8



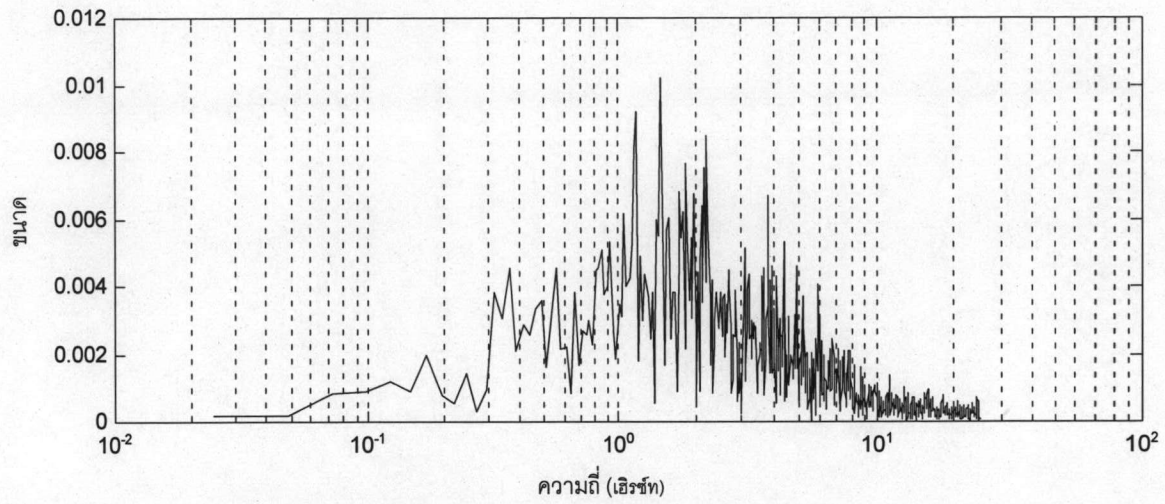
รูปที่ 5.3 คลื่นแผ่นดินไหว El Centro ปี 1940



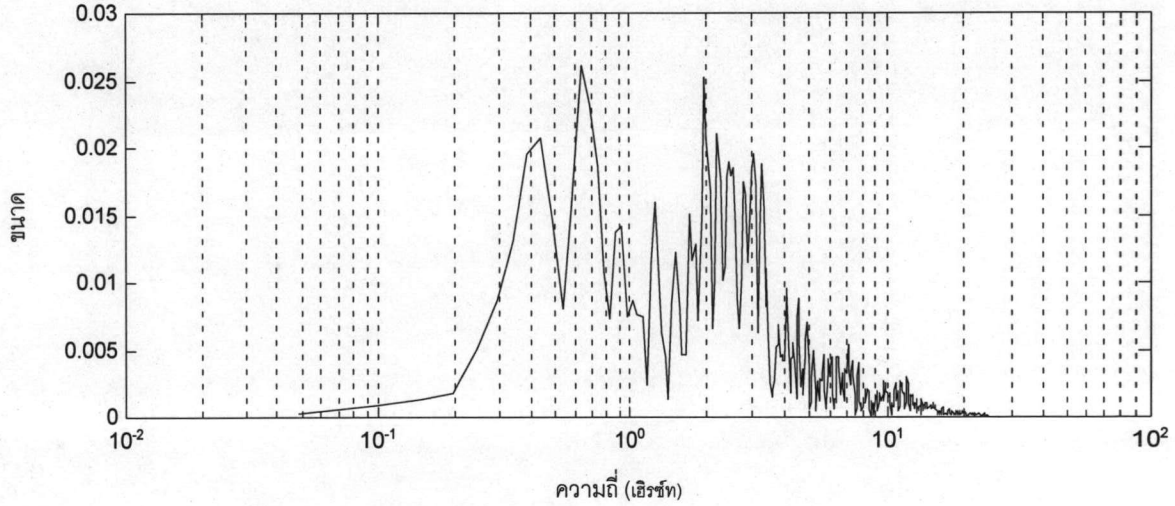
รูปที่ 5.4 คลื่นแผ่นดินไหว Northridge ปี 1994



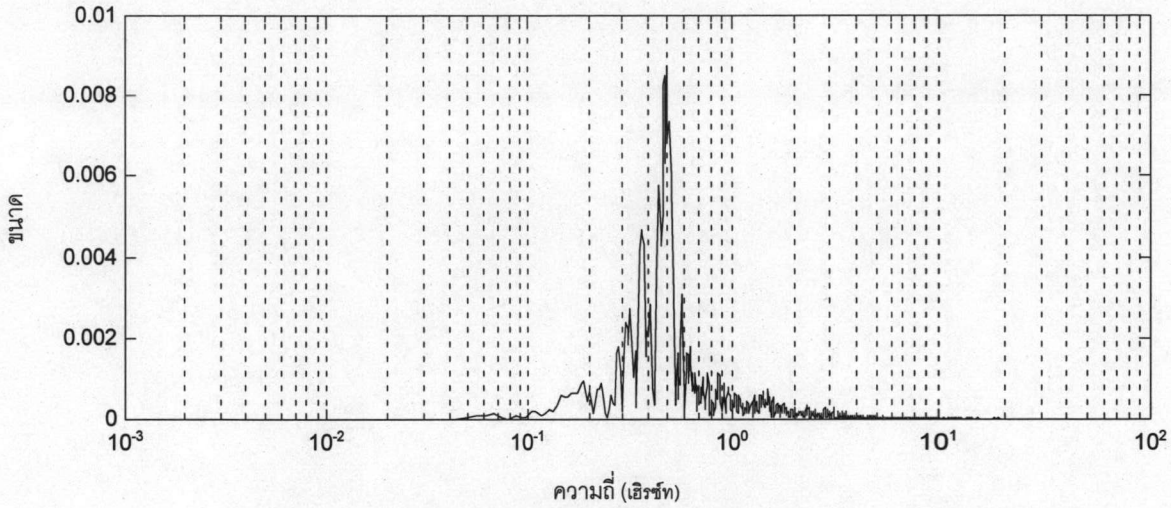
รูปที่ 5.5 คลื่นแผ่นดินไหว SCT S00E ปี 1984



รูปที่ 5.6 ความถี่ของคลื่นแผ่นดินไหว El Centro



รูปที่ 5.7 ความถี่ของคลื่นแผ่นดินไหว Northridge



รูปที่ 5.8 ความถี่ของคลื่นแผ่นดินไหว SCT S00E