

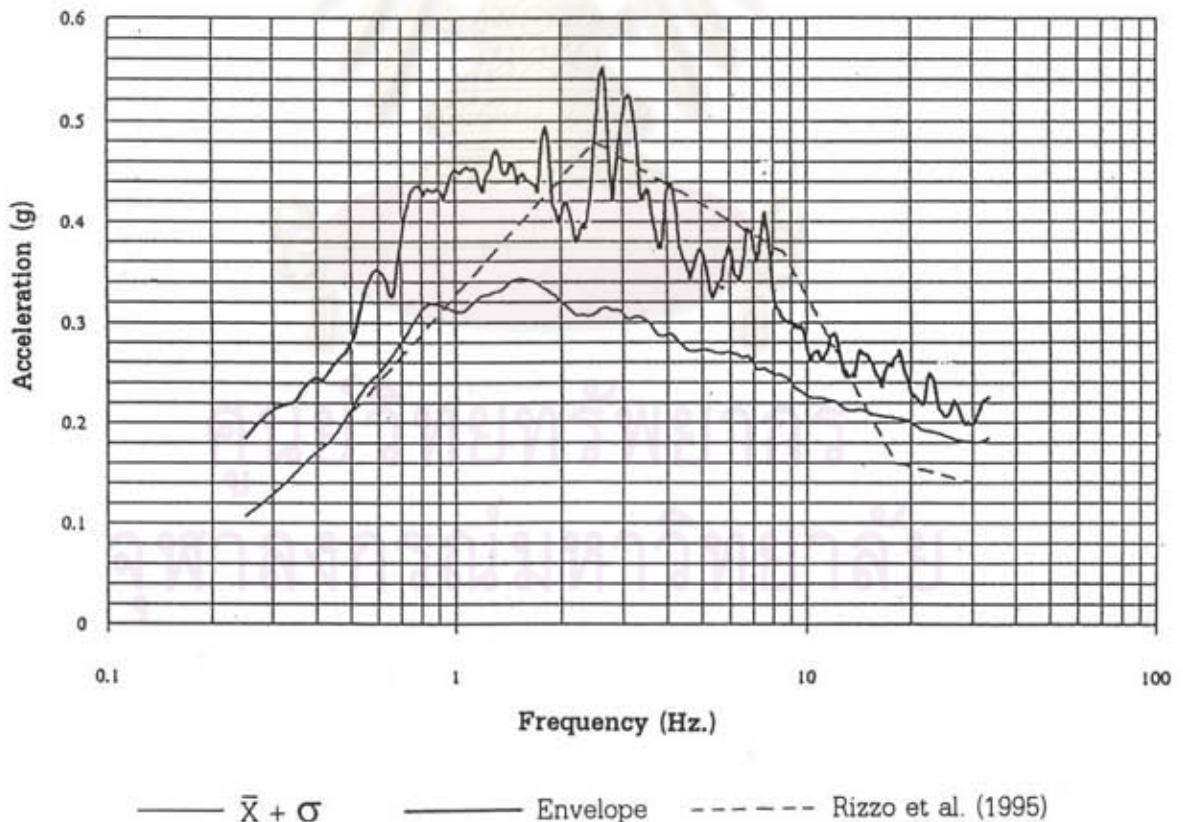
บทที่ 4
ผลการวิจัย และบทวิจารณ์



4.1 สเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอีลาสติก

รูปที่ 4.1 แสดงสเปกตรัมการตอบสนองของอัตราเร่งในช่วงอีลาสติก ทั้งผลการตอบสนองของค่าเฉลี่ยบวกค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean-Plus-One Standard Deviation) และค่าสูงสุด (Envelope) สำหรับอัตราเร่งสูงสุดที่ผิวดิน (PGA.) 140 แกล พร้อมทั้งแสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้กับผลการวิจัยของ Rizzo, Vaidya, Bozan และ Heberling (1995) โดยที่ในการเปรียบเทียบนั้นได้เทียบส่วนผลการวิจัยของ Rizzo และ คณะ ให้อัตราเร่งสูงสุดที่ผิวดินมีค่าเท่ากับ 14%g

Acceleration Response Spectra for PGA. = 140 gals
(Predominant Period = 0.3 - 2 sec.)



รูปที่ 4.1 สเปกตรัมการตอบสนอง ในช่วงอีลาสติก

จากรูปที่ 4.1 ค่าสเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอีลาสติก เมื่อเปรียบเทียบกับ Rizzo และ คณะ (1995) พบว่าในช่วงความถี่ธรรมชาติของโครงสร้างต่ำ (Low Frequency) หรือสูง (High Frequency) ค่าเฉลี่ยบวกค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าใกล้เคียงกัน ขณะที่ในช่วงค่าความถี่ธรรมชาติมีค่าปานกลาง (ประมาณ 2 ถึง 10 เฮิรซ์) ค่าสูงสุดของการจำลองคลื่น 100 ครั้ง มีค่าใกล้เคียงกว่า ทั้งนี้เนื่องจากการวิจัยนี้ได้จำลองคลื่นแผ่นดินไหว โดยคำนึงถึงระยะห่างจากจุดกำเนิดแผ่นดินไหว ทั้งใกล้ (ซึ่งให้ค่าความถี่เด่นของพื้นดิน 3.33 เฮิรซ์) และไกล (ซึ่งให้ค่าความถี่เด่นของพื้นดิน 0.5 เฮิรซ์) จากจุดที่พิจารณา ซึ่งแผ่นดินไหวใกล้และไกลนั้นให้ผลการตอบสนองสูงสุดที่ความถี่ธรรมชาติต่างกัน ดังนั้นผลของค่าเฉลี่ยบวกค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จึงต่ำกว่ากรณีที่เกิดผลการตอบสนองต่อแผ่นดินไหวซึ่งมีส่วนประกอบความถี่ (Frequency Content) ใกล้เคียงกัน สำหรับช่วงความถี่ธรรมชาติของโครงสร้างต่ำ ผลจากค่าสูงสุดของงานวิจัยนี้ให้ค่าสูงกว่าผลการวิจัยของ Rizzo ประมาณ 30% ทั้งนี้เนื่องจากผลการวิจัยของ Rizzo คำนึงถึงผลของแผ่นดินไหวที่เกิดขึ้นในระยะห่างออกไปสูงสุดไม่เกิน 120 กม. ซึ่งเมื่อพิจารณาจากความสัมพันธ์ระหว่างคาบเวลาเด่นของพื้นดินและระยะห่างจากจุดกำเนิดแผ่นดินไหว ในรูปที่ 3.2 ที่เสนอโดย Seed และ Idriss พบว่าสำหรับแผ่นดินไหวขนาด 7 ถึง 7.5 หน่วยริคเตอร์ ในระยะทางดังกล่าวจะมีค่าคาบเวลาเด่นในช่วงราว 0.7 วินาทีเท่านั้น ในขณะที่งานวิจัยนี้พิจารณาผลของแผ่นดินไหวที่ให้คาบเวลาเด่นยาวถึง 2 วินาที ซึ่งเป็นค่าจากแผ่นดินไหวที่มีระยะห่างจากจุดกำเนิดไกลหลายร้อยกิโลเมตร ทำให้โครงสร้างความถี่ต่ำได้รับอิทธิพลจากแผ่นดินไหวระยะไกลมากกว่า

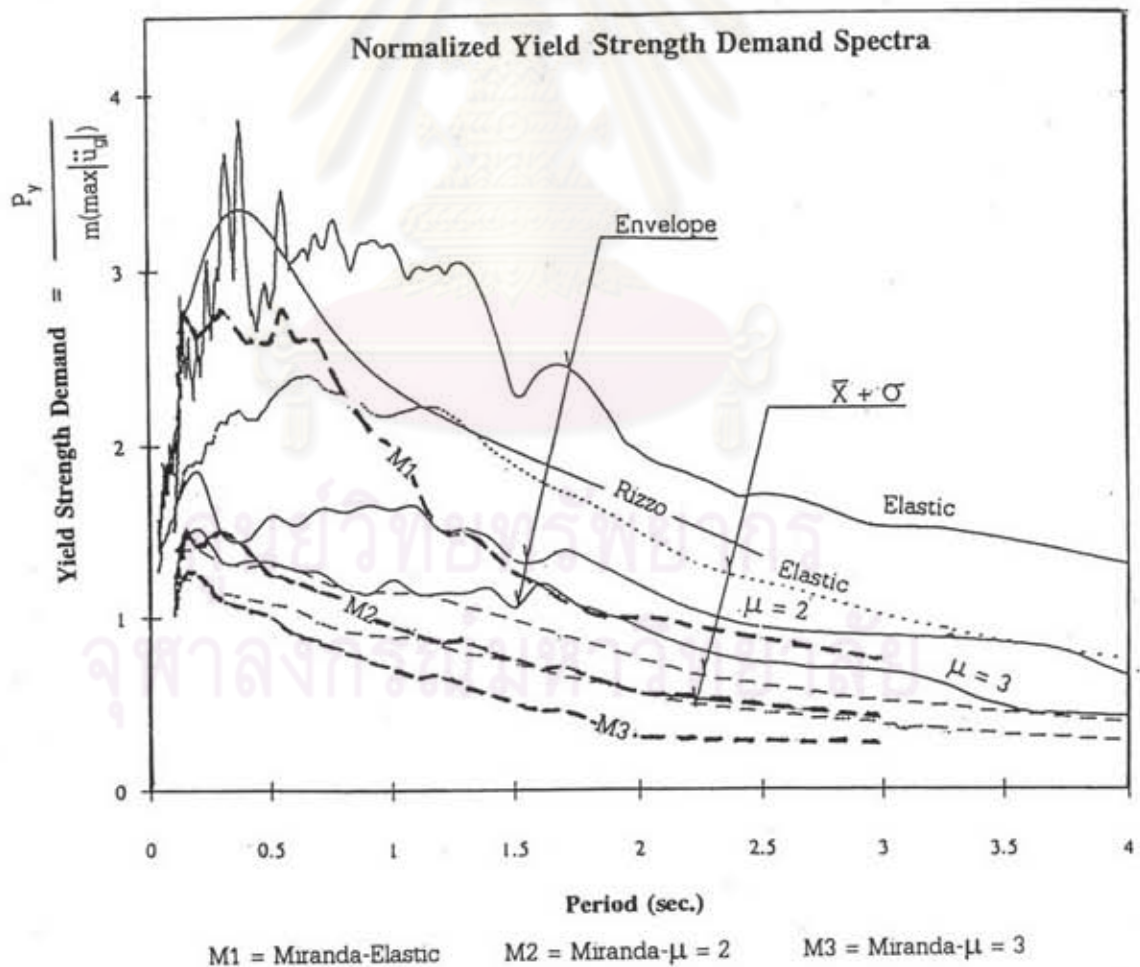
4.2 สเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอินอีลาสติก

ดังที่ได้กล่าวแล้วว่าการสร้างสเปกตรัมการตอบสนองในช่วงอินอีลาสติกนั้น เป็นการสะดวกที่จะกำหนดค่าความต้องการของกำลังคลาก สำหรับระบบดักริความเป็นอิสระเดี่ยว จากผลการวิเคราะห์ที่ได้ความสัมพันธ์ของนอร์มัลไลซ์สเปกตรัมความต้องการของกำลังคลาก (Normalized Yield Strength Demand Spectra) ดังแสดงในรูปที่ 4.2 พร้อมกับผลของ Miranda (1993) ซึ่งสร้างจากข้อมูลแผ่นดินไหวที่ได้บันทึกจากบริเวณพื้นที่ชั้นหินแข็งจำนวน 19 แหล่ง โดยมีระยะห่างจากจุดกำเนิดแผ่นดินไหวตั้งแต่ 4.3 ถึง 135 กิโลเมตร

เมื่อเปรียบเทียบค่าความต้องการของกำลังคลากของค่าเฉลี่ยบวกค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานกับผลการวิจัยของ Miranda (1993) พบว่าในช่วงคาบเวลาธรรมชาติของโครงสร้างต่ำกว่า 0.8 วินาที สำหรับระบบอีลาสติก และต่ำกว่า 0.5 วินาที สำหรับระบบอินอีลาสติก ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ให้ค่าต่ำกว่าผลการวิจัยของ Miranda ประมาณไม่เกิน 15% และในช่วงคาบเวลาธรรมชาติสูงกว่า 0.8 วินาที และ 0.5 วินาที สำหรับระบบอีลาสติกและอินอีลาสติก ตามลำดับ ค่าความต้องการกำลังคลากจากผลการวิจัยนี้ให้ค่าสูงกว่าประมาณ

20% ถึง 50% ทั้งนี้เนื่องจากผลการวิจัยของ Miranda คำนึงจุดกำเนิดแผ่นดินไหวที่อยู่ไกลออกไปสูงสุดเพียง 135 กิโลเมตร ซึ่งจากกราฟความสัมพันธ์ของ Seed และ Idriss (รูปที่ 3.2) จะได้คาบเวลาเด่นประมาณ 0.7 วินาที ขณะที่การวิจัยนี้คำนึงถึงจุดกำเนิดแผ่นดินไหวที่อยู่ห่างไกลออกไปมากกว่าหลายร้อยกิโลเมตรซึ่งให้คาบเวลาเด่นของคลื่นแผ่นดินไหวในช่วงยาวถึง 2 วินาที ทำให้ผลที่ได้ในช่วงคาบเวลายาว (Long Period) ของผลการวิจัยนี้มีค่าสูงกว่าผลจากการวิจัยของ Miranda สำหรับสาเหตุที่ผลในช่วงคาบเวลาสั้น (Short Period) ของผลการวิจัยนี้ให้ค่าต่ำกว่าผลการวิจัยของ Miranda เป็นเหตุผลเดียวกันกับการเปรียบเทียบกับผลการวิจัยของ Rizzo ในหัวข้อที่แล้ว

เมื่อเปรียบเทียบความต้องการของกำลังคลากของค่าสูงสุด (Envelope) ของการวิจัยนี้กับผลการวิจัยของ Miranda พบว่าผลจากการวิจัยนี้ให้ค่าสูงกว่าผลของ Miranda โดยในช่วงคาบเวลาสั้นกว่า 0.7 วินาที ผลจากการวิจัยนี้ให้ค่าสูงกว่าประมาณ 4 ถึง 40% และในช่วงคาบเวลายาวกว่า 0.7 วินาที ผลจากการวิจัยนี้ให้ค่าสูงกว่าประมาณ 40 ถึง 100% ทั้งนี้เนื่องจากเหตุผลที่ได้กล่าวมาแล้ว

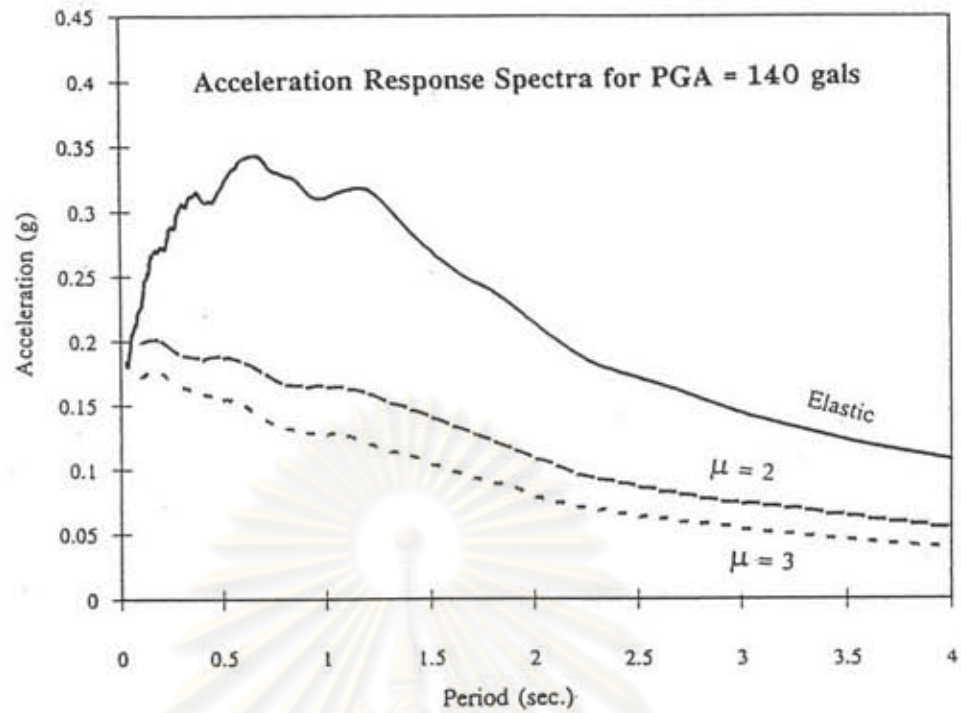


รูปที่ 4.2 สเปกตรัมความต้องการของกำลังคลาก เปรียบเทียบกับผลการวิจัยของ Miranda (1993)

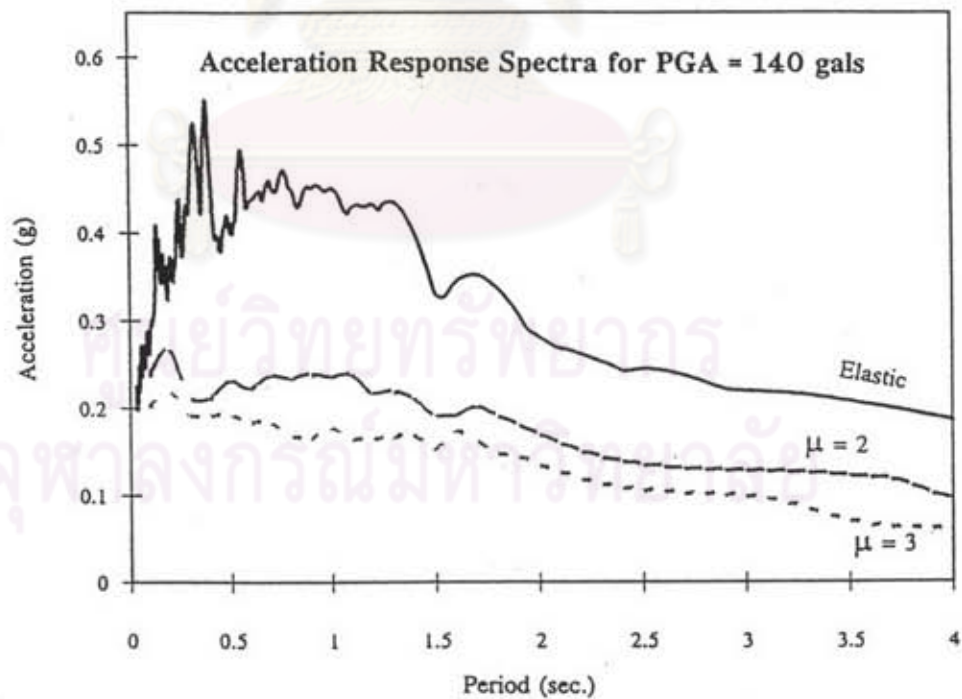
เมื่อพิจารณาความต้องการของกำลังกลางของระบบอิลาสติก และอินอิลาสติก พบว่าสำหรับอัตราส่วนความเหนียว 2 และ 3 ค่าความต้องการของกำลังกลางลดลงเหลือประมาณ 50% และ 40% ของระบบอิลาสติกตามลำดับ ผลที่ได้นี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ Miranda โดยทั่วไป

รูปที่ 4.3 และ 4.4 แสดงสเปกตรัมการตอบสนองของอัตราเร่งในช่วงอิลาสติกและอินอิลาสติกของค่าเฉลี่ยบวกค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าสูงสุด (Envelope) ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้ในช่วงอินอิลาสติกกับผลการตอบสนองในช่วงอิลาสติก พบว่าผลการตอบสนองของอัตราเร่งในช่วงอินอิลาสติกของระบบที่มีอัตราส่วนความเหนียวเท่ากับ 2 จะมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 50% ถึง 60% ของผลการตอบสนองในช่วงอิลาสติก และสำหรับระบบที่มีอัตราส่วนความเหนียวเท่ากับ 3 ผลการตอบสนองของอัตราเร่งจะมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 40% ถึง 50% ของผลการตอบสนองในช่วงอิลาสติก สำหรับสเปกตรัมการตอบสนองของการเคลื่อนที่ที่จุดกลาง (Yield Displacement Response Spectra) ของค่าเฉลี่ยบวกค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและค่าสูงสุด (Envelope) แสดงอยู่ในรูป 4.5 และ 4.6 ตามลำดับ ซึ่งผลการเคลื่อนที่ที่จุดกลางในช่วงอินอิลาสติกสำหรับอัตราส่วนความเหนียวเท่ากับ 2 จะมีค่าประมาณ 45 ถึง 50% ของการเคลื่อนที่ของระบบอิลาสติก และลดลงเหลือประมาณ 35 ถึง 40% สำหรับอัตราส่วนความเหนียวเท่ากับ 3

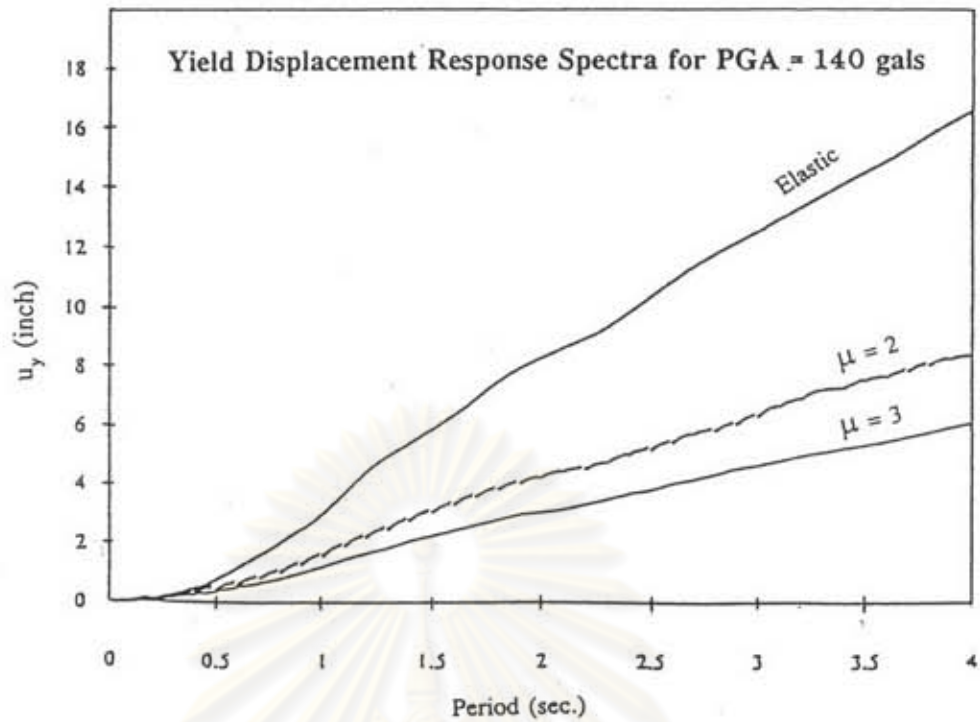
จากข้อสังเกตในการเปรียบเทียบผลการวิจัยนี้กับผลการวิจัยอื่นๆ พบว่า ถ้าใช้ผลที่ได้จากค่าเฉลี่ยบวกค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานในการออกแบบจะได้โครงสร้างในด้านไม่ปลอดภัยนัก ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงใช้ค่าสูงสุดปรับแต่งของผลการตอบสนองเป็นหลักในการสร้างสเปกตรัมการตอบสนองสำหรับการออกแบบ ดังแสดงในรูปที่ 4.7 และ 4.8 โดยที่เส้นสเปกตรัมการตอบสนองที่เสนอสำหรับระบบอิลาสติกจะครอบคลุมการตอบสนองจากคลื่นแผ่นดินไหวร้อยละ 90 ซึ่งหมายความว่า การตอบสนองจากเหตุการณ์แผ่นดินไหวร้อยละ 10 จะเกินค่าที่เสนอ และไม่ยอมให้มีผลการตอบสนองเกินกว่าเส้นที่เสนอสำหรับระบบอินอิลาสติก เนื่องจากการออกแบบในช่วงอินอิลาสติกเป็นการออกแบบที่คำนึงถึงความประหยัดอยู่แล้ว



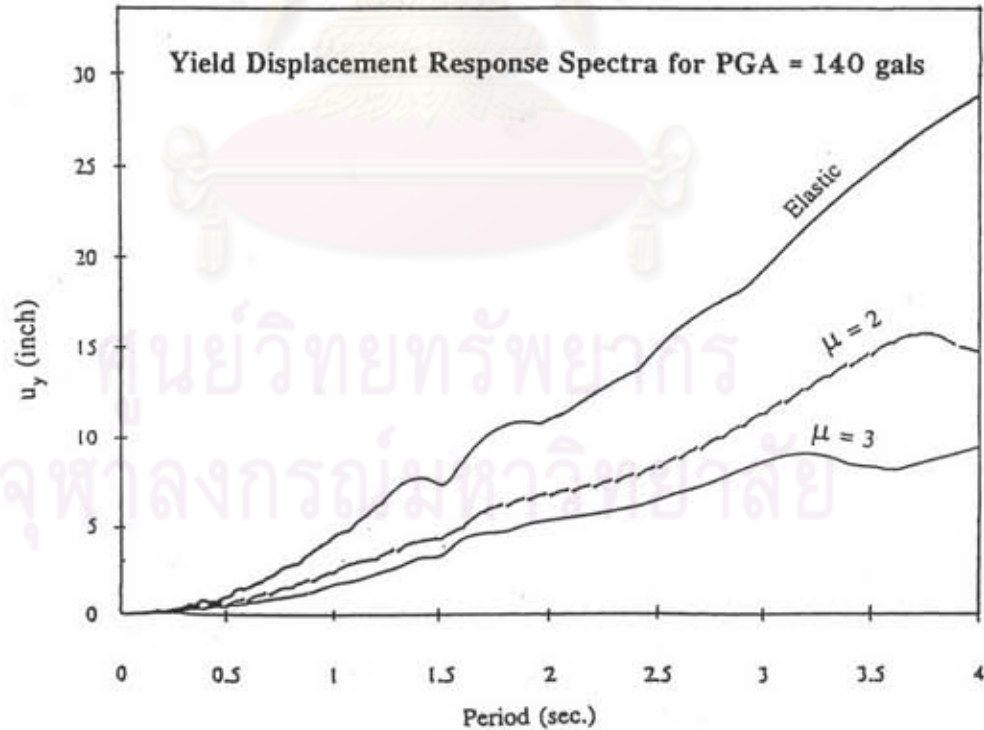
รูปที่ 4.3 สเปกตรัมการตอบสนองของอัตราเร่งในช่วงอินอีลาสติก
สำหรับค่าเฉลี่ยบวกค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการสั่นแผ่นดินไหว 100 ครั้ง



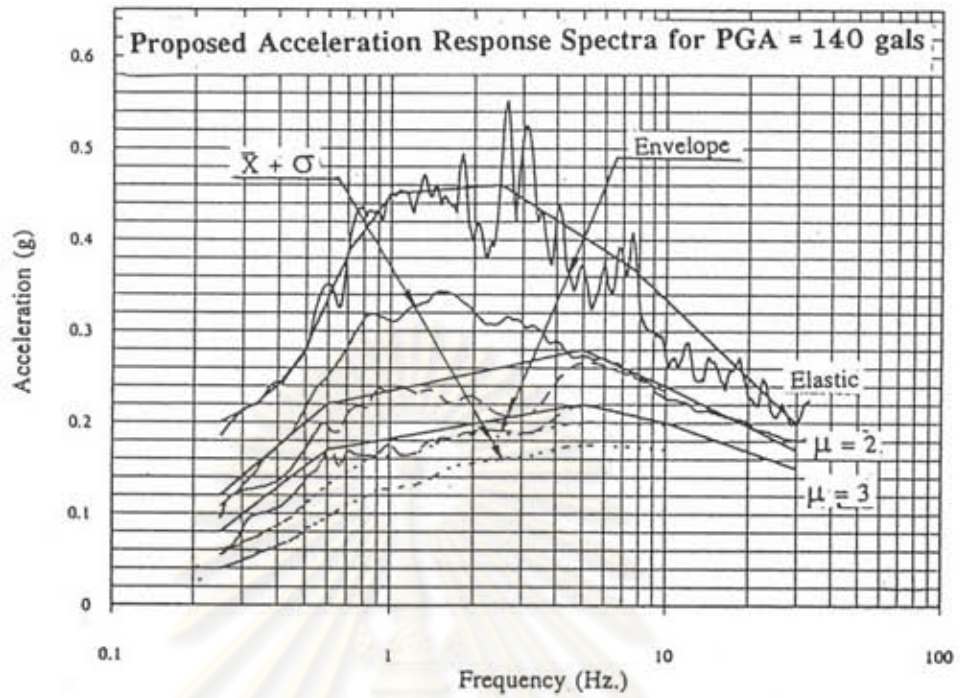
รูปที่ 4.4 สเปกตรัมการตอบสนองของอัตราเร่งในช่วงอินอีลาสติก
สำหรับค่าสูงสุดของการสั่นแผ่นดินไหว 100 ครั้ง



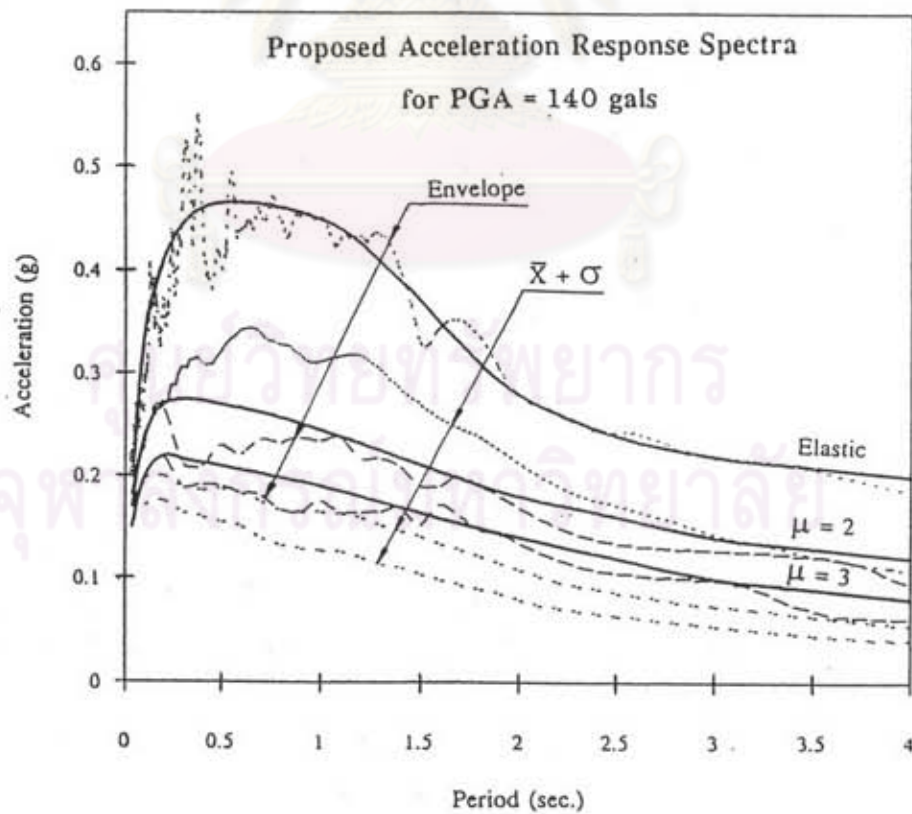
รูปที่ 4.5 สเปกตรัมการตอบสนองของการเคลื่อนที่ที่จุดกลางในช่วงอินอีลาสติก สำหรับค่าเฉลี่ยบวกค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการสั่นแผ่นดินไหว 100 ครั้ง



รูปที่ 4.6 สเปกตรัมการตอบสนองของการเคลื่อนที่ที่จุดกลางในช่วงอินอีลาสติก สำหรับค่าสูงสุดของการสั่นแผ่นดินไหว 100 ครั้ง



รูปที่ 4.7 สเปกตรัมการตอบสนองของอัตราเร่งที่แนะนำให้ใช้ในการออกแบบโครงสร้าง



รูปที่ 4.8 สเปกตรัมการตอบสนองของอัตราเร่งที่แนะนำให้ใช้ในการออกแบบโครงสร้าง