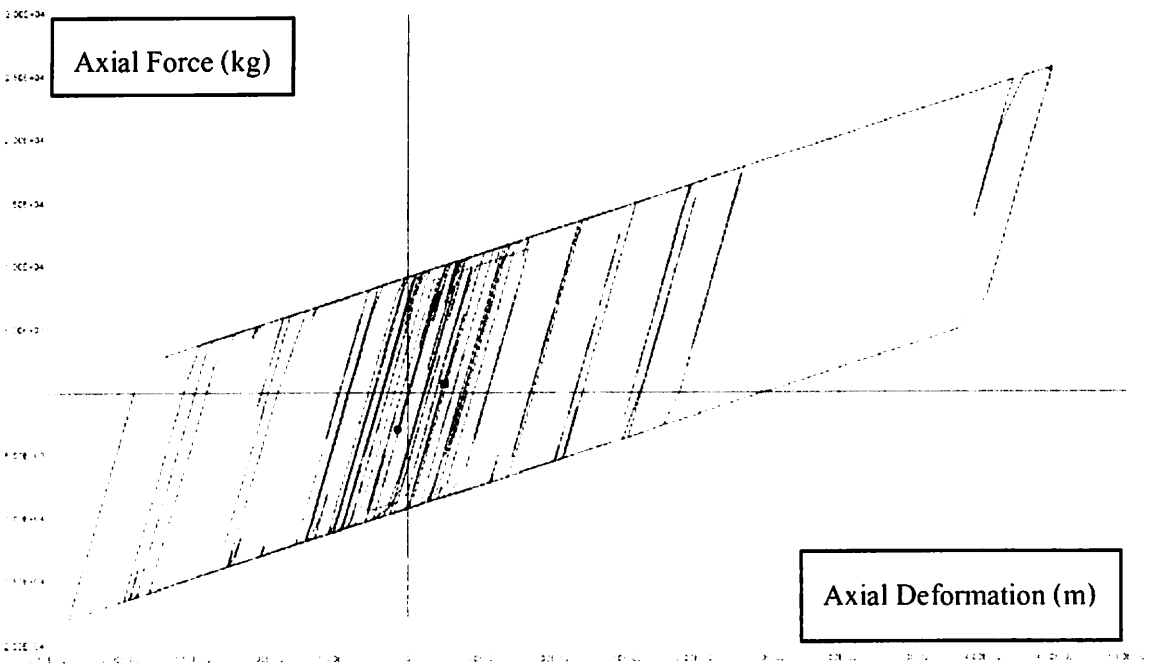
บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ตรวจสอบแรงแนวแกนของ BRB

จากวิเคราะห์โครงสร้างด้วยโปรแกรม Perform 3D ด้วยคลื่นแผ่นดินไหว 7 ชุด จะได้แรงแนวแกนของ BRB สูงสุด เท่ากับ 26,000 กิโลกรัม (P_{ysc}) ตามภาพประกอบที่ 4.1 หน่วยแรงที่จุดคราก (Yield Stress) เท่ากับ 245 MPa หรือ 2,450 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (ตามมาตรฐาน มอก.1228-2529) สามารถคำนวณขนาดหน้าตัด Steel Core เท่ากับ 9.55 ตารางเซนติเมตร เลือกใช้ขนาดหน้าตัด Steel Core เท่ากับ 14 ตารางเซนติเมตรที่ได้จากการคำนวณในหัวข้อ 3.2 ตรวจสอบพฤติกรรมของการรับแรงแนวแกนของ BRB พบว่าแกนของ BRB สามารถตอบสนองได้ดีภายใต้แรงแบบวัฏจักร ดังแสดงตามภาพประกอบที่ 4.1

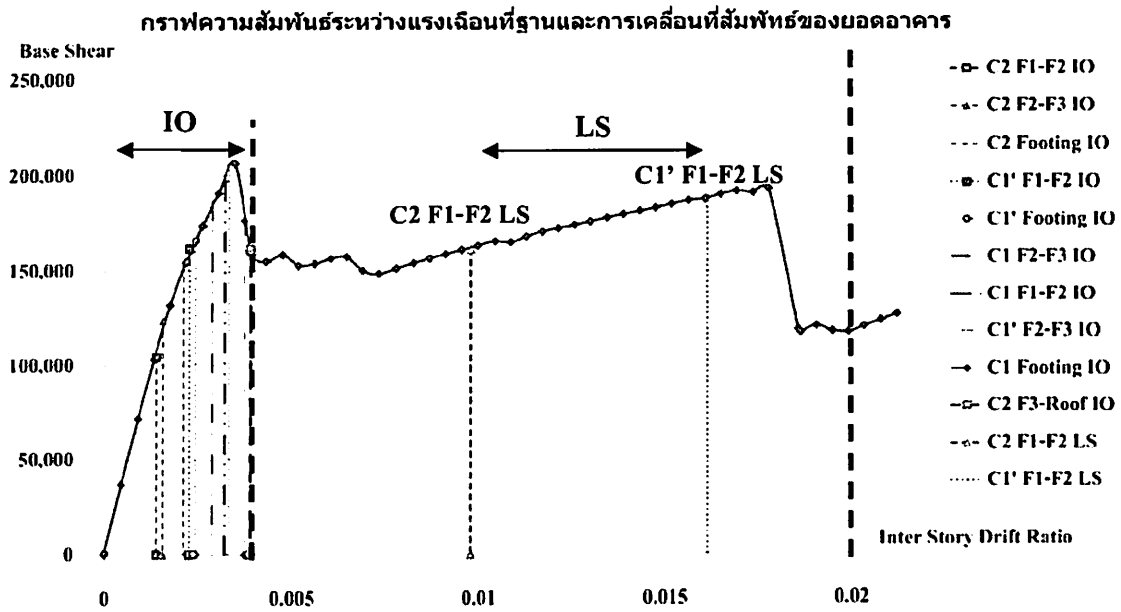


ภาพประกอบที่ 4.1 แรงแนวแกนของ BRB สูงสุด จากวิเคราะห์โครงสร้างด้วยโปรแกรม Perform 3D ด้วยคลื่นแผ่นดินไหว 7 ชุด

4.2 ความเสียหายของโครงสร้างจากการวิเคราะห์การผลักอาคาร

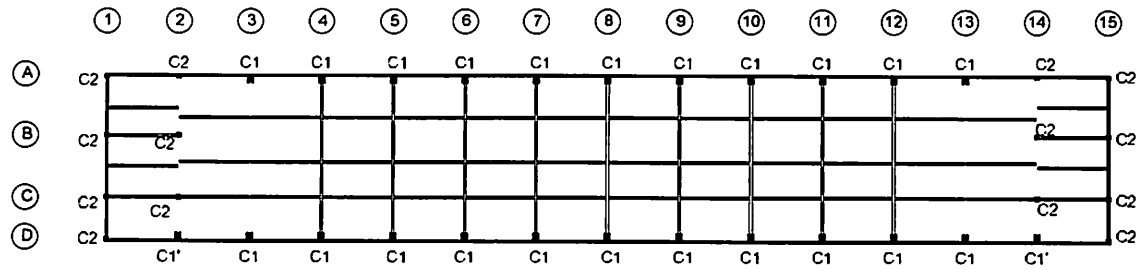
4.2.1 ความเสียหายของโครงสร้างจากการวิเคราะห์การผลักอาคารก่อนเสริมกำลัง

จากการวิเคราะห์การผลักอาคารสำหรับแผ่นดินไหวระดับความรุนแรงมาก (จ. แพร่) แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนที่ฐานและการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของยอดอาคาร แสดงเฉพาะสำหรับโหมดที่ 2 ผลักในทิศทางตามยาว ดังภาพประกอบที่ 4.2 เนื่องจาก การเคลื่อนที่ในโหมดนี้แสดงความเสียหายของโครงสร้างอาคารได้อย่างชัดเจน เนื่องจากเสามีลักษณะแบบชั้นอ่อน (Soft Story) สำหรับตำแหน่งของเสาในผังอาคารแสดงในภาพประกอบที่ 4.3

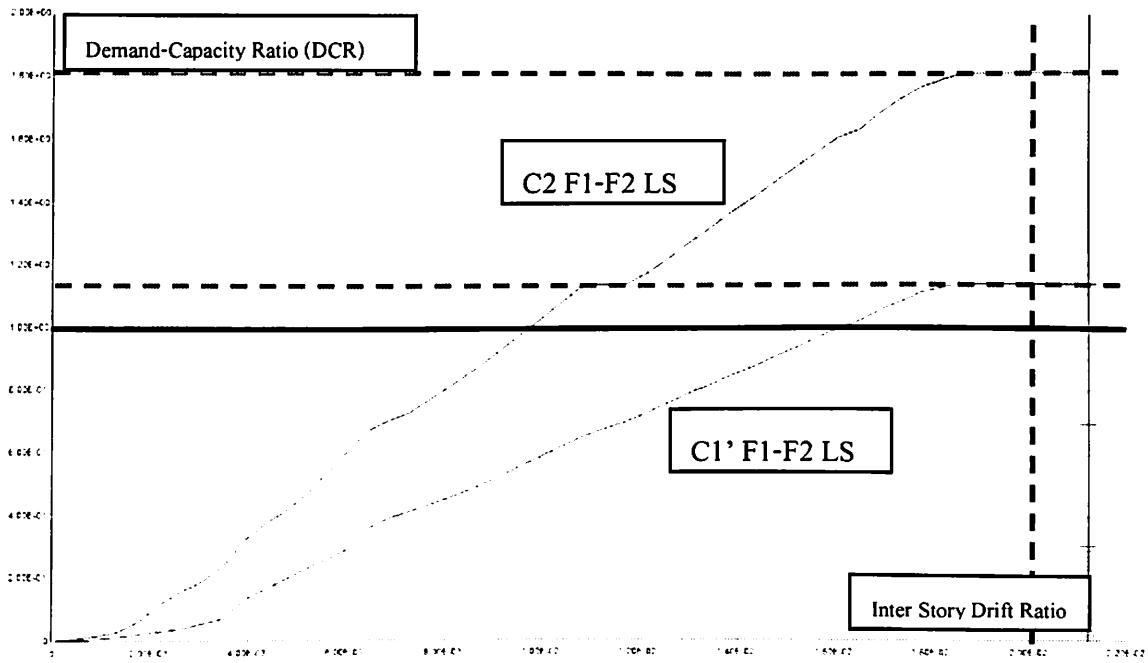


ภาพประกอบที่ 4.2 การผลักอาคารโหมดที่ 2 (200% Drift Limit) ก่อนเสริมกำลัง สำหรับแผ่นดินไหวความรุนแรงมาก (จ. แพร่)

ความเสียหายเฉพาะที่จากผลการผลักอาคารโหมดที่ 2 (200% Drift Limit) สำหรับแผ่นดินไหวความรุนแรงมาก (จ. แพร่) ดังภาพประกอบที่ 4.2 พบว่า 1)เมื่อการเคลื่อนที่สัมพัทธ์เท่ากับ 0.003898 เหล็กเสริมของ C2 ของอาคารเกิดความเสียหายระดับเข้าใช้อาคารได้ทันที (IO) 2) เมื่อการเคลื่อนที่สัมพัทธ์เท่ากับ 0.00978 พบว่า เหล็กเสริมของเสา C2 ในชั้นที่ล่าง ถึงชั้นที่สอง เริ่มถึงจุดคราก 3) เมื่อการเคลื่อนที่สัมพัทธ์เท่ากับ 0.001614 พบว่า เหล็กเสริมของเสา C1'ในชั้นที่ล่าง ถึงชั้นที่สอง เริ่มถึงจุดคราก



ภาพประกอบที่ 4.3 ตำแหน่งของเสาในผังอาคาร

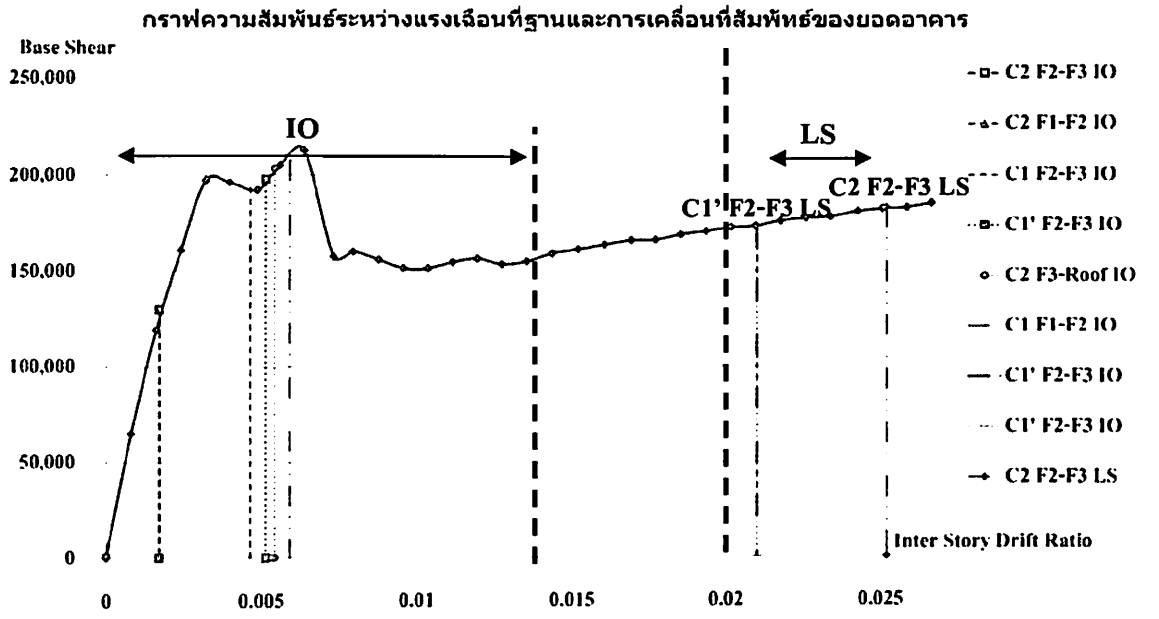


ภาพประกอบที่ 4.4 ค่า Demand-Capacity Ratio (DCR) การวิเคราะห์การผลักอาคาร สำหรับทิศทางตามยาว ก่อนเสริมกำลัง ระดับความปลอดภัยต่อชีวิต (LS)

จากภาพประกอบที่ 4.4 ก่อนเสริมกำลังด้วย BRB สมรรถนะของโครงสร้างเมื่อการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ในช่วงสมรรถนะความปลอดภัยต่อชีวิต (LS Level) ค่า Demand-Capacity Ratio (DCR) ของเสาอาคารทั้งหมด มีค่ามากกว่า 1.0 (เส้นประ) พบว่า ณ ตำแหน่งค่า Inter story Drift Ratio 2 % ค่า DCR ของเสามีค่าสูงสุด 1.15 ที่เสา C-1'ในชั้นที่ล่าง ถึงชั้นที่สอง และ ค่าสูงสุด 1.82 ที่เสา C2 ในชั้นที่ล่าง ถึงชั้นที่สอง ดังนั้น โครงสร้างเสาของอาคาร ไม่มีความปลอดภัยสำหรับ สมรรถนะของโครงสร้างระดับความปลอดภัยต่อชีวิต (LS)

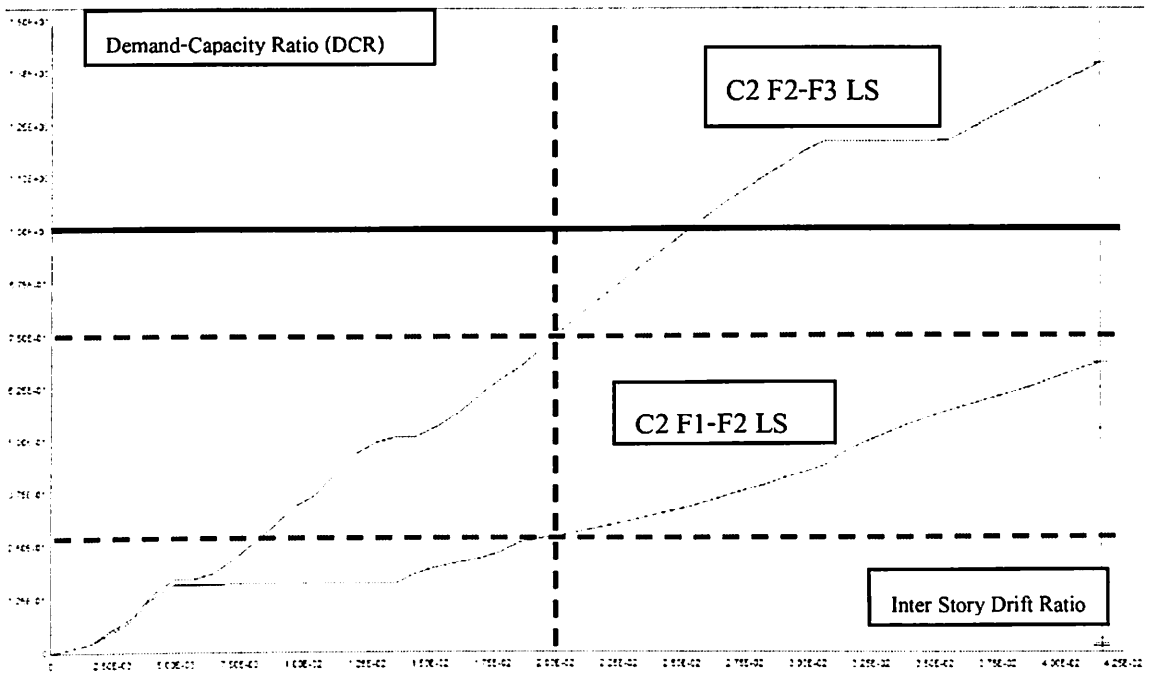
4.2.2 ความเสียหายของโครงสร้างจากการวิเคราะห์การผลักอาคารหลังเสริมกำลัง

จากการวิเคราะห์การผลักอาคารสำหรับแผ่นดินไหวระดับความรุนแรงมาก (จ. แพร่) แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างแรงเฉือนที่ฐานและการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ของยอดอาคาร แสดงเฉพาะสำหรับโหมดที่ 2 ผลักในทิศทางตามขาว ดังภาพประกอบที่ 4.5 เนื่องจาก การเคลื่อนที่ในโหมดนี้แสดงความเสียหายของโครงสร้างอาคารได้อย่างชัดเจน เนื่องจากเสามีลักษณะแบบชั้นอ่อน (Soft Story) สำหรับตำแหน่งของเสาในผังอาคารแสดงในภาพประกอบที่ 4.2



ภาพประกอบที่ 4.5 การผลักอาคารโหมดที่ 2 (200% Drift Limit) หลังเสริมกำลังด้วย BRB สำหรับแผ่นดินไหวความรุนแรงมาก (จ. แพร่)

ความเสียหายเฉพาะที่จากผลการผลักอาคารโหมดที่ 2 (200% Drift Limit) สำหรับแผ่นดินไหวความรุนแรงมาก (จ. แพร่) ดังภาพประกอบที่ 4.5 พบว่า 1)เมื่อการเคลื่อนที่สัมพัทธ์เท่ากับ 0.0252 พบว่า เหล็กเสริมของเสา C2,ในชั้นที่สอง ถึงชั้นที่สาม เริ่มถึงจุดคราก ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ยอมให้ตามมาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว คือ 2% ดังนั้นโครงสร้างเสาของอาคาร มีความปลอดภัยสำหรับ สมรรถนะของโครงสร้างระดับความปลอดภัยต่อชีวิต (LS)

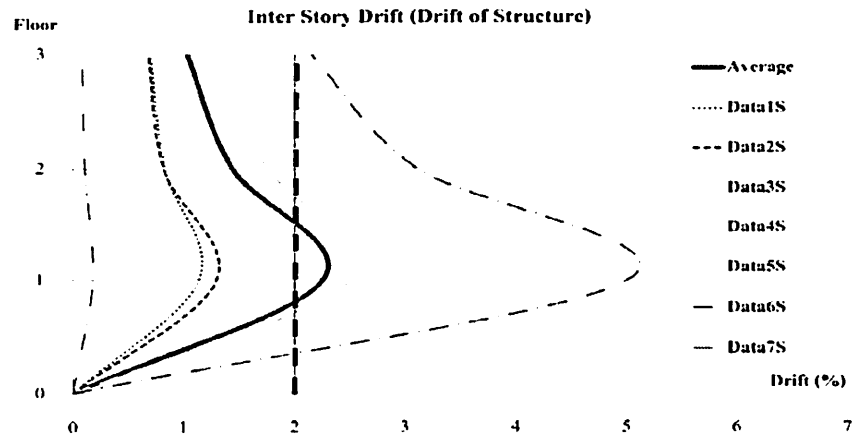


ภาพประกอบที่ 4.6 ค่า Demand-Capacity Ratio (DCR) การวิเคราะห์การผลักอาคาร สำหรับทิศทางตามยาว หลังเสริมกำลังด้วย BRB ระดับความปลอดภัยต่อชีวิต (LS)

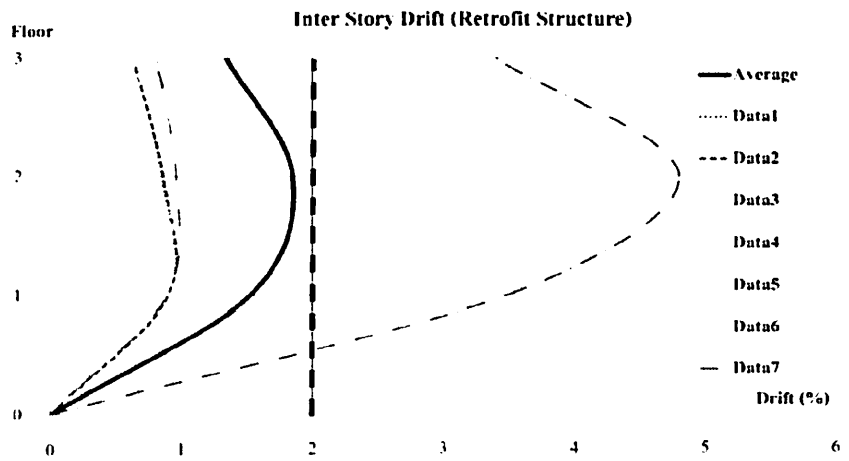
จากภาพประกอบที่ 4.6 หลังจากเสริมกำลังด้วย BRB สมรรถนะของโครงสร้างเมื่อการเคลื่อนที่ไปเกินกว่าการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ในช่วงสมรรถนะความปลอดภัยต่อชีวิต (LS Level) ค่า Demand-Capacity Ratio (DCR) ของเสาอาคารทั้งหมด มีค่าน้อยกว่า 1.0 (เส้นประ) พบว่า พบว่า ณ ตำแหน่งค่า Inter story Drift Ratio 2 % ค่า DCR ของเสามีค่าสูงสุด 0.75 ที่เสา C2,ในชั้นที่สอง ถึงชั้นที่สาม ดังนั้นโครงสร้างเสาของอาคาร มีความปลอดภัยสำหรับ สมรรถนะของโครงสร้างระดับความปลอดภัยต่อชีวิต (LS)

4.3 ความเสียหายระดับชั้นอาคาร (Story Damage)

จากการวิเคราะห์โครงสร้างด้วยวิธีพลศาสตร์ไม่เชิงเส้น สามารถหาค่าการเคลื่อนตัวสูงสุดในแต่ละระดับชั้น โดยวิธีพลศาสตร์ไม่เชิงเส้นโดยคลื่นแผ่นดินไหวทั้ง 7 ชุด ได้ดังภาพประกอบที่ 4.7



(ก) ก่อนเสริมกำลัง



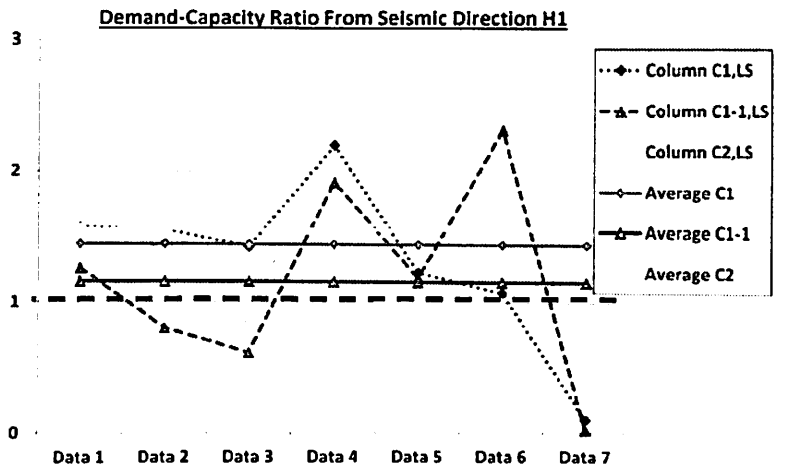
(ข) หลังเสริมกำลังด้วย BRB

ภาพประกอบที่ 4.7 การเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้นอาคารสำหรับทิศทางตามยาว
ก) ก่อนเสริมกำลัง ข) หลังเสริมกำลังด้วย BRB

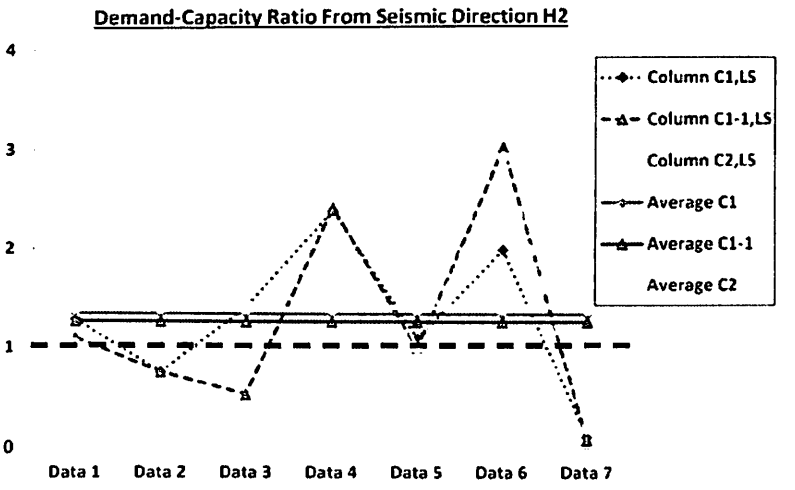
จากภาพประกอบที่ 4.7 พบว่าค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่สัมพัทธ์ระหว่างชั้นอาคารสำหรับทิศทางตามยาว สำหรับคลื่นข้อมูลคลื่นแผ่นดินไหว ก่อนเสริมกำลังมีค่า 2.26% บริเวณชั้นหนึ่ง ถึงชั้นสอง ซึ่งมากกว่าค่าที่ยอมให้ตามมาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว คือ 2% หลังเสริมกำลังมีค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่สัมพัทธ์เท่ากับ 1.5% บริเวณชั้นล่างของอาคาร และ 1.34% บริเวณชั้นบนสุดของอาคาร ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ยอมให้ตามมาตรฐานการออกแบบอาคารต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว

4.4 ความเสียหายจากการวิเคราะห์ตามประวัติเวลาแบบไม่เชิงเส้นด้วยคลื่นแผ่นดินไหว (Nonlinear Time History Analysis)

จากการวิเคราะห์สำหรับคลื่นแผ่นดินไหวระดับความรุนแรงมาก (จ. แพร่) แสดงค่า Demand-Capacity Ratio ของโครงสร้าง สำหรับความปลอดภัยสำหรับสมรรถนะของโครงสร้างระดับความปลอดภัยต่อชีวิต (LS) สำหรับคลื่นแผ่นดินไหว ในทิศทาง H1 ตามยาว มีค่าสูงสุดเฉลี่ย 1.16-1.56 และทิศทาง H2 ตามขวาง ค่าสูงสุดเฉลี่ย 1.27-1.41 มีค่ามากกว่า 1.0 (เส้นประ) แสดงในภาพประกอบที่ 4.8 ดังนั้นโครงสร้างเสาของอาคารไม่ปลอดภัยสำหรับสมรรถนะของโครงสร้างระดับความปลอดภัยต่อชีวิต (LS)

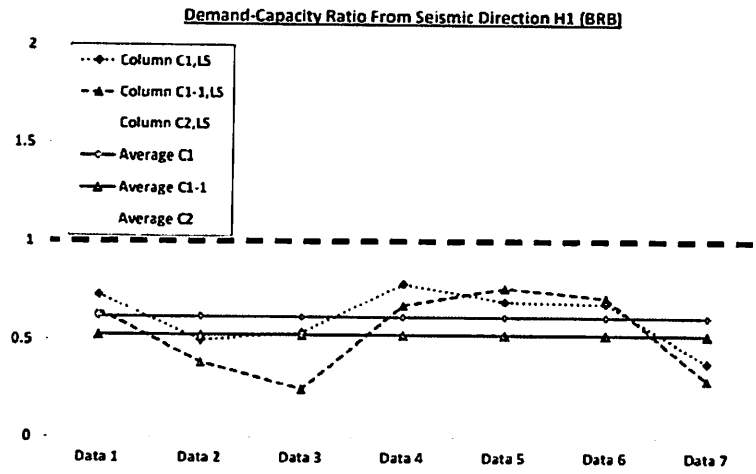


(ก) ก่อนเสริมกำลัง สำหรับทิศทางตามยาว

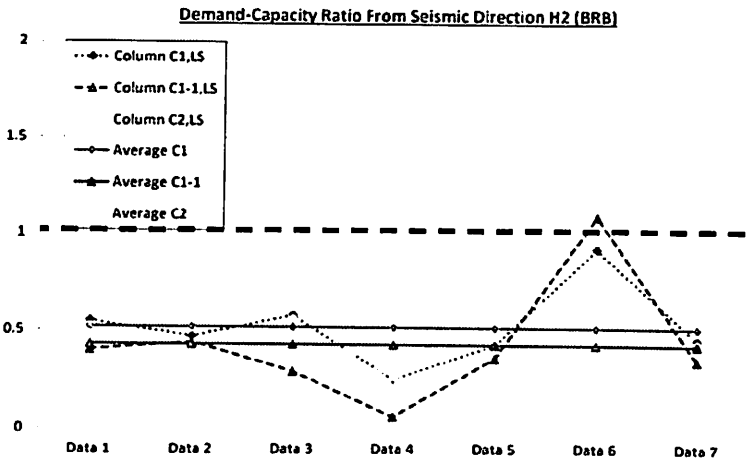


(ข) ก่อนเสริมกำลัง สำหรับทิศทางตามขวาง

ภาพประกอบที่ 4.8 ค่า Demand-Capacity Ratio (DCR) การวิเคราะห์ตามประวัติเวลาแบบไม่เชิงเส้นด้วยคลื่นแผ่นดินไหว (ก) สำหรับทิศทางตามยาว (ข) สำหรับทิศทางตามขวาง



(ก) หลังเสริมกำลัง สำหรับทิศทางตามยาว



(ข) หลังเสริมกำลัง สำหรับทิศทางตามขวาง

ภาพประกอบที่ 4.9 ค่า Demand-Capacity Ratio(DCR) การวิเคราะห์ตามประวัติเวลาแบบไม่เชิงเส้นด้วยคลื่นแผ่นดินไหวหลังเสริมกำลัง (ก) สำหรับทิศทางตามยาว (ข) สำหรับทิศทางตามขวาง

หลังจากเสริมกำลังด้วย BRB แสดงค่า Demand-Capacity Ratio (DCR) เสาอาคารทั้งหมดของโครงสร้าง สำหรับความปลอดภัยสำหรับสมรรถนะของโครงสร้างระดับความปลอดภัยต่อชีวิต (LS) สำหรับคลื่นแผ่นดินไหว มีค่าน้อยกว่า 1.0 (เส้นประ) มีค่า DCR สูงสุด ที่ เสา C2 ในทิศทาง H1 ตามยาว มีค่าสูงสุด 0.96 และในทิศทาง H2 ตามขวาง มีค่าสูงสุด 0.65 ดังนั้นโครงสร้างเสาของอาคารมีความปลอดภัยสำหรับ สมรรถนะของโครงสร้างระดับความปลอดภัยต่อชีวิต (LS)