

บทที่ 4

วิเคราะห์และวิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการทดลองที่ได้วิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลในแผ่นพื้นไร้คานห้องเรียบในโครงที่รับแรงทางคานข้าง พบว่าค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลนั้นถูกแบ่งออกเป็นสองช่วงด้วยกัน ช่วงแรกเป็นช่วงที่ค่าสัมประสิทธิ์มีค่าคงที่เป็นช่วงที่วัสดุมีพฤติกรรมแบบอีลาสติกหรือเป็นช่วงที่คอนกรีตยังไม่เกิดการแตกร้าว ส่วนในช่วงที่สองเป็นช่วงที่พฤติกรรมของวัสดุผ่านพ้นความเป็นอีลาสติกหรือเรียกว่าช่วงอินอีลาสติก ซึ่งได้แสดงไว้ด้วยกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าอัตราส่วนโมเมนต์กับค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลดังรูปที่ 3.1 ถึงรูปที่ 3.9 ดังนั้นการจะกล่าวถึงปัจจัยที่มีผลกระทบกับค่าสัมประสิทธิ์นั้นจะแยกออกเป็นสองส่วนด้วยกันโดยส่วนแรกจะกล่าวถึงค่าสัมประสิทธิ์ที่อยู่ในช่วงอีลาสติกและส่วนที่สองนั้นจะกล่าวถึงค่าสัมประสิทธิ์ที่อยู่ในช่วงอินอีลาสติก

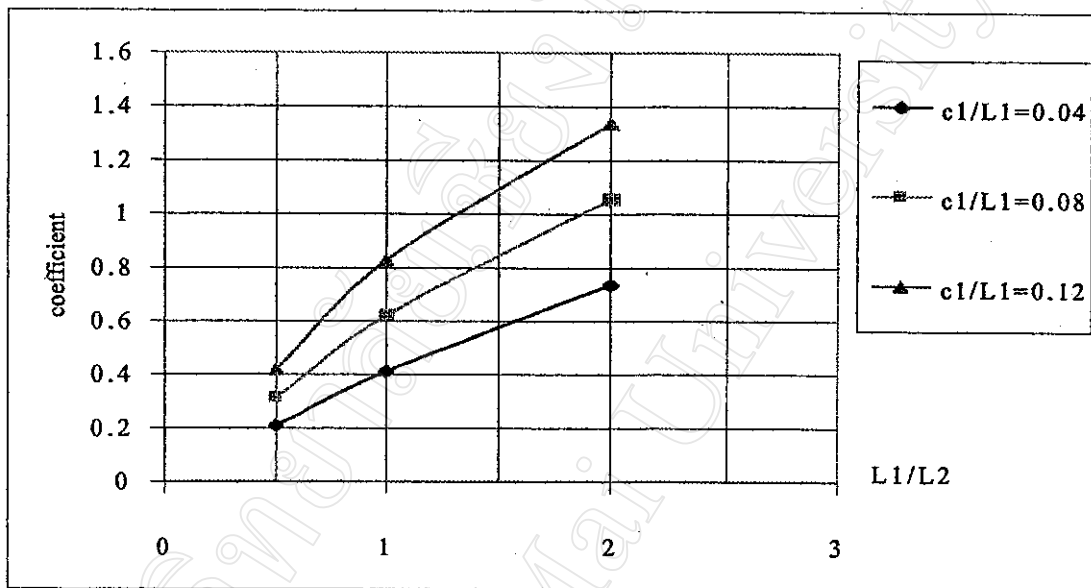
4.1 ค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลของแผ่นพื้นเมื่อคุณสมบัติของวัสดุในแผ่นพื้นอยู่ในช่วงอีลาสติก

ค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลของแผ่นพื้นเมื่อคุณสมบัติของวัสดุในแผ่นพื้นที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กอยู่ในช่วงอีลาสติกนั้นสามารถอธิบายถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าสัมประสิทธิ์ได้ดังนี้

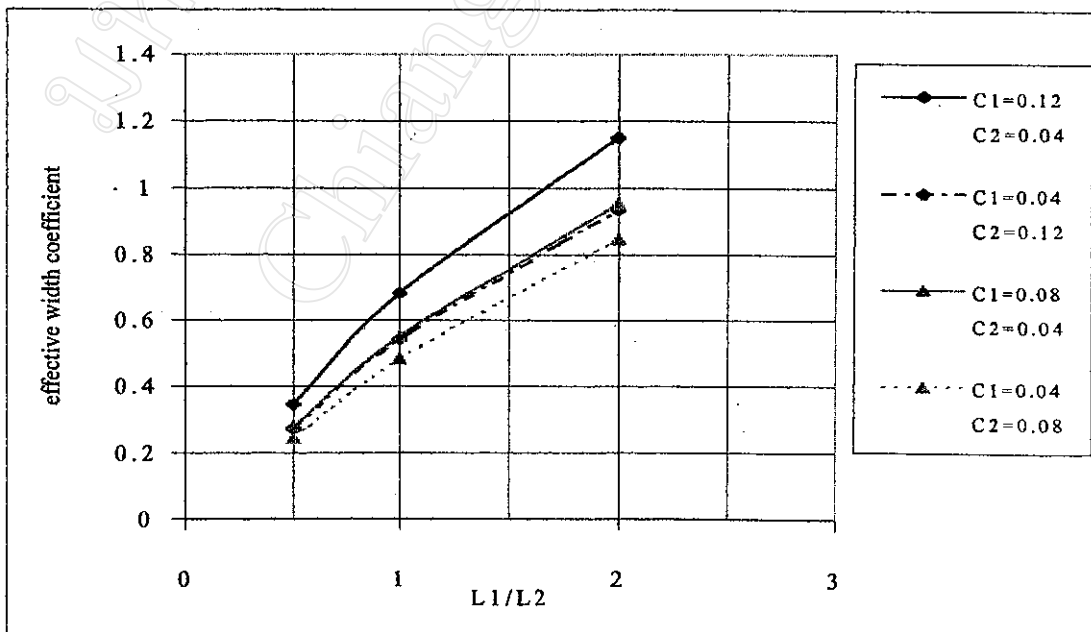
4.1.1 ผลของอัตราส่วนรูปร่างแผ่นพื้น(L_1/L_2)ต่อค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผล

จากตารางที่ 3.1, 3.3 และตารางที่ 3.5 พบว่าในกรณีที่เสามีขนาดเท่ากันเมื่ออัตราส่วนรูปร่างของแผ่นพื้นเปลี่ยนไปจากค่า 0.5, 1 และ 2 จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลเปลี่ยนแปลงไปด้วยเช่นกัน โดยการเปลี่ยนแปลงของค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลนั้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามค่าของอัตราส่วนรูปร่างแผ่นพื้น ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าแผ่นพื้นที่มีรูปร่างยาวจะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลสูงกว่าแผ่นพื้นที่มีรูปร่างกว้าง แสดงว่าถ้ายังแผ่นพื้นมีค่าอัตราส่วนรูปร่างสูงมากเท่าไรจะทำให้มีพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับคานมากเท่านั้น สำหรับการเพิ่มขึ้นของค่าสัมประสิทธิ์เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนรูปร่างของแผ่นพื้นนั้นได้หยาบยกค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลของเสาที่มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัสในแผ่นพื้นที่มีอัตราส่วน L_1/L_2 ต่างๆ กันมาแสดงให้ดูดังรูปที่ 4.1 และสำหรับเสาที่มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าแสดงดังรูปที่ 4.2 จากรูปที่ 4.1 พบว่าผลกระทบของอัตราส่วนรูปร่างแผ่นพื้นต่อค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลจะมี

มากขึ้นในกรณีที่มีขนาดใหญ่มากขึ้น สังเกตได้จากเส้นกราฟของเสาที่มีขนาดใหญ่กว่ามีความชันมากกว่า และจากรูปที่ 4.2 พบว่าเสาเหลี่ยมผืนผ้าที่มีด้านยาวขนานกับด้านยาวของแผ่นพื้นจะมีผลกระทบต่อค่าสัมประสิทธิ์มากกว่าเสาที่มีด้านยาวขนานกับด้านกว้างของแผ่นพื้นเมื่ออัตราส่วนรูปร่างแผ่นพื้นเพิ่มขึ้น



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลกับอัตราส่วนรูปร่างของแผ่นพื้นกรณีเสาเหลี่ยมจัตุรัส



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลกับอัตราส่วนรูปร่างของแผ่นพื้นกรณีเสาเหลี่ยมผืนผ้า

4.1.2 ผลของอัตราส่วนสัมพันธของขนาดเสาเทียบกับพื้น (C1/L1และC2/L1) ต่อค่า

สัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผล

จากผลการวิเคราะห์ที่แสดงดังรูปที่ 3.10 และรูปที่ 3.11 พบว่าการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วน C1/L1 และ C2/L1 จะมีผลทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลเพิ่มขึ้นและการเพิ่มขึ้นของค่าสัมประสิทธิ์นั้นแปรผันโดยตรงกับค่าของอัตราส่วน C1/L1 และ C2/L1 ที่เพิ่มขึ้นสังเกตได้จากเส้นกราฟที่มีลักษณะเป็นเส้นตรง นอกจากนี้แล้วยังพบว่าผลกระทบของอัตราส่วน C1/L1 ต่อค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลมีมากกว่าอัตราส่วนของ C2/L1 สังเกตได้จากความชันของเส้นกราฟในรูปที่ 3.10 มีมากกว่าในรูปที่ 3.11 ซึ่งจากข้อความข้างต้นนั้นหมายความว่าเสาที่มีขนาดใหญ่จะให้ค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลสูงกว่าเสาที่มีขนาดเล็กในกรณีที่แผ่นพื้นมีขนาดเท่ากัน และการเพิ่มขนาดเสาด้าน C1 จะทำให้ค่าสัมประสิทธิ์เพิ่มมากกว่าการเพิ่มขนาดเสาด้าน C2 เมื่อแผ่นพื้นรับโมเมนต์ดัดทางเดียว โดยแกนหมุนของโมเมนต์ตั้งฉากกับด้าน C1

4.1.3 ผลกระทบของปริมาณเหล็กเสริมต่อค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผล

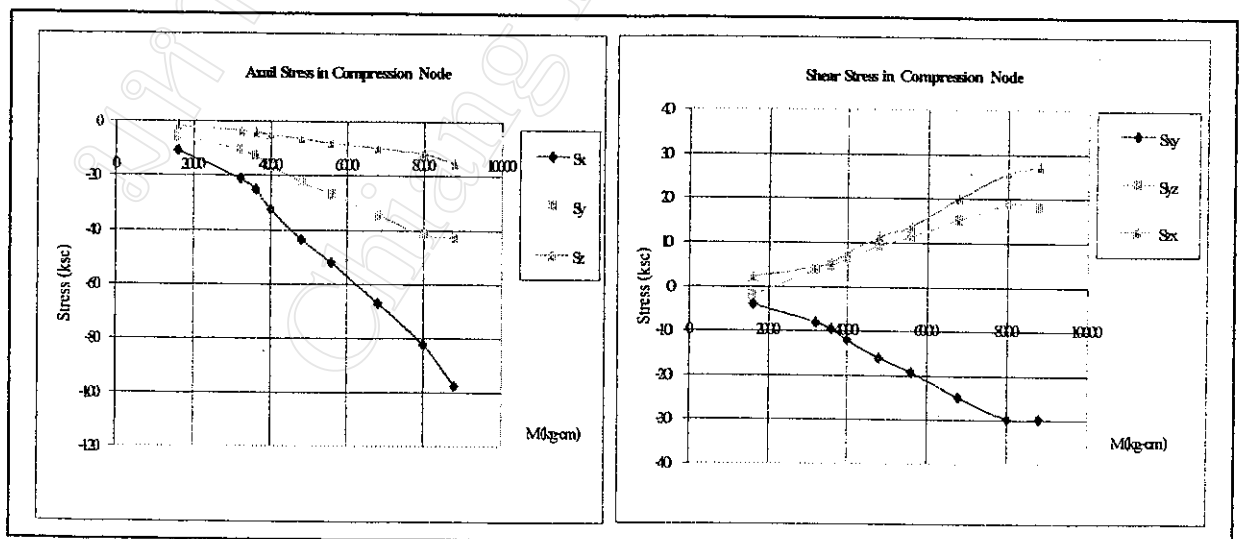
การศึกษาผลกระทบที่เกิดจากปริมาณเหล็กเสริมในแผ่นพื้นต่อค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลนั้นได้ทดลองทำการปรับเปลี่ยนเปอร์เซ็นต์การเสริมเหล็กในแผ่นพื้นในทิศทางแกน X และ Y จากค่า 0%-4% ซึ่งได้สรุปผลของค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลที่อยู่ในช่วงอีลาสติก ไว้ในตารางที่ 3.7 และรูปที่ 3.18 ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าเมื่อปริมาณเหล็กเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลเพิ่มขึ้น โดยการเพิ่มขึ้นของค่าสัมประสิทธิ์นั้นจะเพิ่มขึ้นอย่างคงที่ตามปริมาณการเสริมเหล็กที่เพิ่มขึ้นสังเกตได้จากเส้นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กเสริมกับค่าสัมประสิทธิ์ที่เป็นเส้นตรงในรูปที่ 3.18 และจากข้อมูลที่ได้พบว่าค่าเฉลี่ยของอัตราค่าการเพิ่มขึ้นของค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลเมื่อมีการเสริมเหล็กเพิ่มขึ้นทุก 1% จะมีค่าอยู่ระหว่าง 3.5%-4.5% ของค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลในแผ่นพื้นที่ไม่มีการเสริมเหล็ก นอกจากนี้แล้วยังพบว่าปริมาณเหล็กเสริมที่เพิ่มขึ้นยังช่วยขยายช่วงที่แผ่นพื้นมีพฤติกรรมแบบอีลาสติกออกไป แต่ผลกระทบที่เกิดขึ้นมีไม่มากนัก สังเกตได้จากผลการวิเคราะห์ในรูปที่ 3.15 - 3.17

จากหัวข้อที่ 4.1.1- 4.1.3 เป็นการกล่าวถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลในช่วงอีลาสติก แต่จากข้อมูลการวิเคราะห์ที่ได้พบว่ามีค่าสัมประสิทธิ์อยู่บางส่วนที่มีค่าเกินหนึ่งซึ่งในความเป็นจริงแล้วไม่น่าที่จะเกิดขึ้นได้ โดยสาเหตุที่ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์มีค่าเกินหนึ่งนั้นเกิดจากการที่ไม่ได้พิจารณาความกว้างของเสาในการคำนวณหาค่ามุมของคาน (θ_{beam}) การพิจารณาความกว้างของเสานั้นจะทำให้ได้ค่ามุมของคานลดลง และทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความ

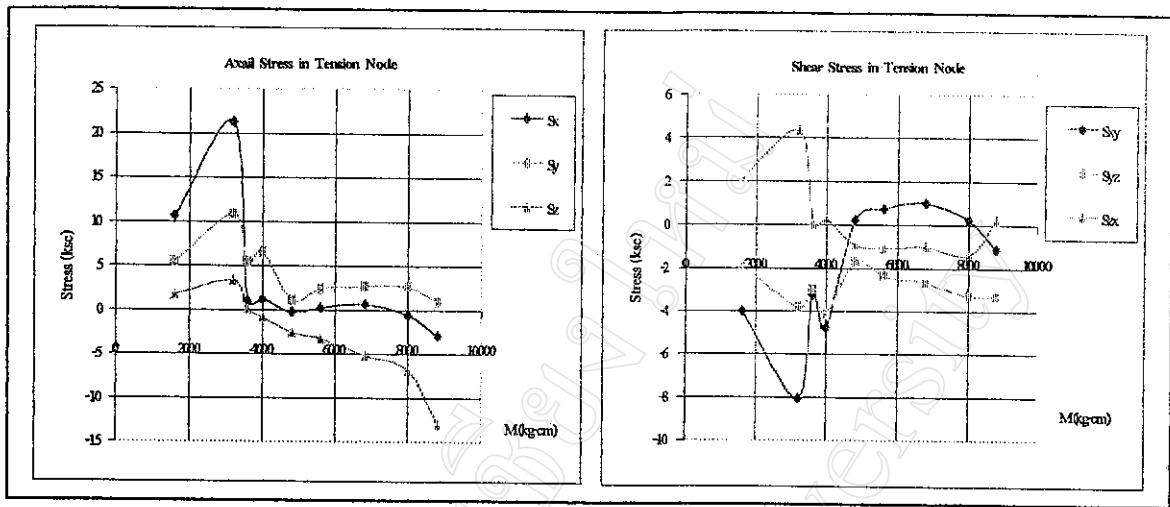
กว้างประสิทธิภาพที่ได้มีค่าน้อยกว่าหนึ่ง เช่นแผ่นพื้น C9 ที่มีขนาด $L1/L2=2.0$, $C1/L1=0.12$ และ $C2/L1=0.12$ เมื่อไม่พิจารณาความกว้างเสามีค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิภาพเท่ากับ 1.337 และเมื่อพิจารณาความกว้างเสาจะมีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.911 การคำนวณหาค่ามุมที่พิจารณาความกว้างเสาแสดงอยู่ในภาคผนวก ข1

4.2 ค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิภาพของแผ่นพื้นเมื่อคุณสมบัติของวัสดุในแผ่นพื้นอยู่ในช่วงอินอีลาสติก

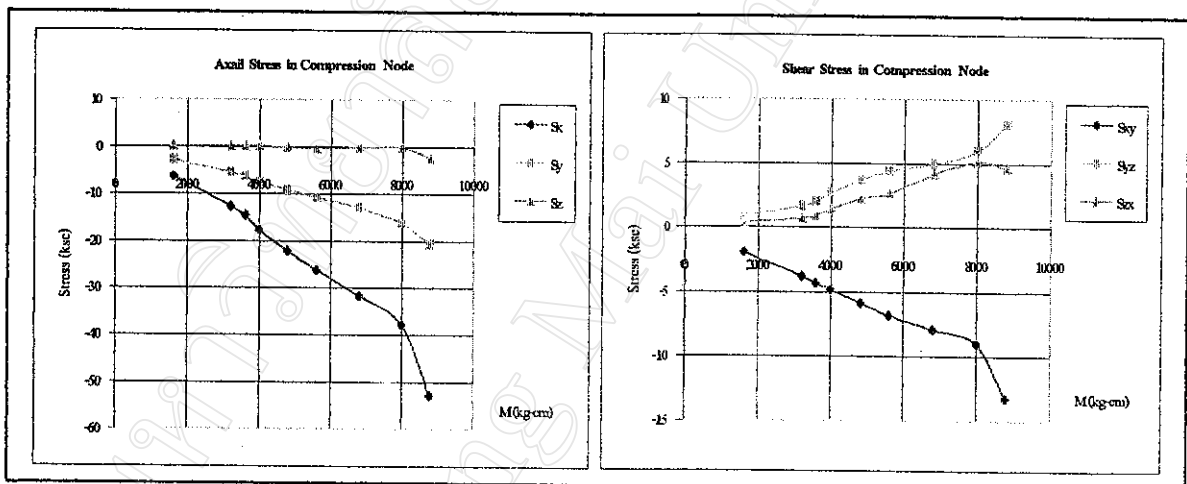
ช่วงอินอีลาสติกเกิดขึ้นพร้อมๆกับการแตกร้าวของคอนกรีตในแผ่นพื้นและทำให้เกิดการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิภาพ จากการวิเคราะห์พบว่าพฤติกรรมการแตกร้าวของคอนกรีตในแผ่นพื้นจะเริ่มเกิดขึ้นบริเวณแผ่นพื้นรอบๆเสาและรอยร้าวจะขยายออกเมื่อแผ่นพื้นรับแรงดัดมากขึ้น เมื่อพิจารณาค่าความเค้นของโหนด 2 โหนดบนอีลีเมนต์ที่ผิว และอีลีเมนต์เป็นอีลีเมนต์ที่อยู่ตรงมุมเสา การพิจารณาจะพิจารณาโหนดที่อยู่ตรงมุมเสาหนึ่งโหนด และที่อยู่ห่างจากมุมเสาออกไปเท่ากับเส้นทแยงมุมของอีลีเมนต์อีก 1 โหนด โดยจะพิจารณาโหนดที่อยู่บนผิวที่เป็นแรงอัดและผิวที่เป็นแรงดึงของแผ่นพื้น แสดงผลความเค้นที่โหนดแต่ละโหนดดังรูปที่ 4.3 - 4.6 (ข้อมูลที่น่ามาเป็นของแบบจำลอง B5)



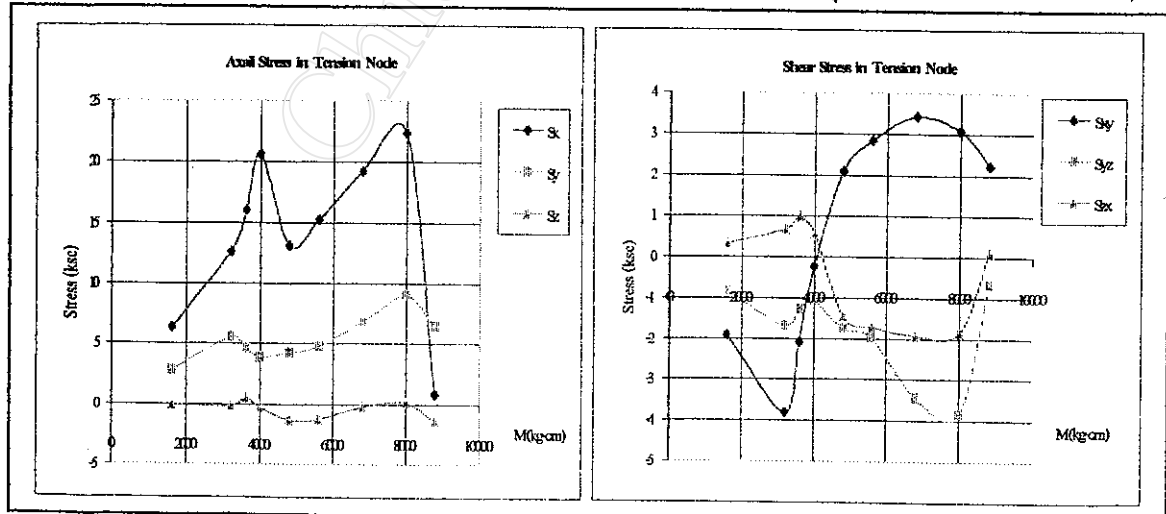
รูปที่ 4.3 ค่าความเค้นในแนวแกนและความเค้นเฉือนของโหนดตรงมุมเสา (บนผิวที่เป็นแรงอัด)



รูปที่ 4.4 ค่าความเค้นในแนวแกนและความเค้นเฉือนของโหนดตรงมุมเสา (บนผิวที่เป็นแรงดึง)



รูปที่ 4.5 ค่าความเค้นในแนวแกนและความเค้นเฉือนของโหนดบริเวณมุมเสา (บนผิวที่เป็นแรงอัด)



รูปที่ 4.6 ค่าความเค้นในแนวแกนและความเค้นเฉือนของโหนดบริเวณมุมเสา (บนผิวที่เป็นแรงดึง)

จากรูปความเค้นของโหนดข้างต้น จะเห็นได้ว่าความเค้นในแนวแกนที่มีปริมาณสูงที่สุดจะเป็นความเค้นในแนวแกน X, (S_x) ซึ่งเป็นทิศทางเดียวกับทิศทางของแรงในแนวระดับที่ก่อให้เกิดแรงคดบนแผ่นพื้น สำหรับการเปลี่ยนแปลงระดับของค่าความเค้นนั้น โหนดที่อยู่บริเวณผิวที่เป็นแรงอัด ความเค้นจะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆตามค่าโมเมนต์แรงคดที่เพิ่มขึ้น โดยที่อัตราการเพิ่มขึ้นของค่าความเค้นอัดนี้จะมีค่าสูงขึ้นเมื่อเกิดการแตกร้าวขึ้นที่ผิวคานตรงข้ามที่เป็นแรงดึง และสำหรับกรณีโหนดที่อยู่บนผิวที่เป็นแรงดึง เมื่อเกิดการแตกร้าวขึ้นในระนาบใดค่าความเค้นในแนวแกนที่ตั้งฉากกับระนาบนั้นจะมีค่าลดลงอย่างมาก ในที่นี้จากผลการวิเคราะห์แบบจำลองแผ่นพื้น B5 ค่าโมเมนต์ที่แผ่นพื้นสามารถรับได้โดยไม่เกิดการแตกร้าวมีค่าเท่ากับ 3,200 กก.-ซม. ซึ่งสอดคล้องกับระดับค่าความเค้นที่เกิดขึ้นของโหนดตรงมุมเสาซึ่งเป็นตำแหน่งสุดท้ายก่อนที่จะค่าความเค้นจะลดลงเนื่องจากเกิดการแตกร้าว ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.3-4.4 และสำหรับโหนดที่อยู่บริเวณมุมเสาจะเกิดการแตกร้าวบนผิวแรงดึงที่ค่าโมเมนต์เท่ากับ 8,000 กก.-ซม. ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.5-4.6 ซึ่งชี้ให้เห็นว่ารอยร้าวเริ่มเกิดที่มุมเสาก่อนและขยายออกไปในบริเวณใกล้เคียง และเมื่อพิจารณาการกระจายความเค้นทั่วแผ่นพื้น พบว่าบริเวณที่ค่าความเค้นมากที่สุดจะอยู่บริเวณเสาและความเค้นจะแผ่กระจายออกไปสู่บริเวณใกล้เคียง รูปการกระจายความเค้นของแผ่นพื้นแสดงอยู่ในภาคผนวก ง5.

นอกจากการศึกษาพฤติกรรมโดยทั่วไปของแผ่นพื้นเมื่อเข้าสู่ช่วงอินอีลาสติกแล้วการศึกษาถึงผลกระทบที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์ยังเป็นเรื่องที่จำเป็น ซึ่งจะได้อธิบายดังหัวข้อต่อไป

4.2.1 ผลกระทบของการแตกร้าวของคอนกรีตต่อค่าสัมประสิทธิ์

การลดลงของค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลของแผ่นพื้นนั้นมีสาเหตุเนื่องมาจากคอนกรีตในแผ่นพื้นเกิดการแตกร้าวทำให้ความแข็งแรงในการรับแรงคดของแผ่นพื้นลดน้อยลงและจะยิ่งลดน้อยลงอีกเมื่อมีการแตกร้าวเพิ่มขึ้น เมื่อความแข็งแรงของแผ่นพื้นมีค่าลดลงจะส่งผลต่อค่ามุม θ_{Plate} โดยจะทำให้ค่ามุม θ_{Plate} ที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าเพิ่มขึ้นและทำให้ผลการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์จากสมการที่ (1.2) มีค่าลดลง ตัวอย่างการแตกร้าวที่เกิดขึ้นของคอนกรีตในแผ่นพื้นจากการรับแรงคดที่เพิ่มมากขึ้นนั้นแสดงอยู่ในภาคผนวก ง. จากภาพของการแตกร้าวที่เกิดขึ้นดังแสดงอยู่ในภาคผนวก ง. พบว่าพฤติกรรมการแตกร้าวมีความสอดคล้องกับพฤติกรรมการลดลงของค่าของสัมประสิทธิ์ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น และพบว่าการแตกร้าวของคอนกรีตจะกระจายอยู่ในบริเวณแผ่นพื้นรอบๆเสาโดยเฉพาะขอบเสาด้านที่ขนานกับแกนหมุนของโมเมนต์คดที่กระทำกับแผ่นพื้น

เมื่อพิจารณาถึงการแตกตัวของคอนกรีตที่เกิดขึ้นในแผ่นพื้นพบว่า เมื่อการแตกร้าวเพิ่มขึ้นจนถึงจุดหนึ่งจะทำให้แผ่นพื้นไม่สามารถที่จะต้านทานแรงคดตรงบริเวณเสาได้อีกต่อไป ซึ่งจากกราฟความสัมพันธ์ดังรูปที่ 3.1 ถึงรูปที่ 3.9 จะเป็นตำแหน่งจุดสุดท้ายของเส้นความสัมพันธ์แต่ละเส้น(โดยประมาณ) และเมื่อหาเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าสัมประสิทธิ์เปรียบเทียบระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ในขณะที่ยังไม่เกิดการแตกร้าวกับค่าสัมประสิทธิ์ในขณะที่ยังไม่เกิดการแตกร้าวจนไม่สามารถต้านทานแรงคดจากเสาได้อีก ได้แสดงผลการเปรียบเทียบไว้ในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 เปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลของแบบจำลองประเภท 1 (เปรียบเทียบระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายก่อนที่แผ่นพื้นจะเสียหายกับค่าสัมประสิทธิ์ในช่วงอีลาสติก)

L1/L2=0.5		C2/L1		
		0.04	0.08	0.12
C1/L1	0.04	34.60 %	31.02 %	30.90 %
	0.08	20.14 %	26.70 %	19.65 %
	0.12	18.21 %	16.88 %	17.66 %

L1/L2=1.0		C2/L1		
		0.04	0.08	0.12
C1/L1	0.04	34.47 %	30.78 %	29.28 %
	0.08	20.00 %	26.77 %	19.50 %
	0.12	17.27 %	19.02 %	16.61 %

L1/L2=2.0		C2/L1		
		0.04	0.08	0.12
C1/L1	0.04	35.05 %	31.87 %	26.25 %
	0.08	18.19 %	26.78 %	18.15 %
	0.12	16.84 %	17.22 %	16.31 %

จากตารางที่ 4.1 พบว่าอัตราส่วนของ $C1/L1$ และ $C2/L1$ มีผลกระทบต่อการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์แตกต่างกัน โดยที่เมื่ออัตราส่วนของ $C1/L1$ มีค่าเพิ่มขึ้นจะมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าสัมประสิทธิ์มีค่าลดลง ซึ่งหมายความว่าเมื่อขนาดเสาในคาน $C1$ มีขนาดใหญ่ขึ้นจะทำให้ช่วงการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์ก่อนที่แผ่นพื้นจะเสียหายมีค่าน้อยลง และกรณีที่เพิ่มอัตราส่วนของ $C2/L1$ จะส่งผลกระทบต่อค่าสัมประสิทธิ์ไม่แน่ชัด แต่โดยรวมแล้วอาจกล่าวได้ว่าไม่ส่งผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิภาพ

4.2.2 ปัจจัยที่มีผลกระทบต่อการแตกร้าวของแผ่นพื้น

สิ่งที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งเมื่อกล่าวถึงผลกระทบของการแตกร้าวคือการแตกร้าวนี้เกิดขึ้นเมื่อใดและมีความสัมพันธ์กับปัจจัยใดบ้าง ซึ่งจากข้อมูลในตารางที่ 3.2, 3.4 และ 3.6 ที่เป็นตารางแสดงข้อมูลของค่าอัตราส่วน M'/M_{cr} ของแผ่นพื้นที่มีรูปร่างต่างกัน โดยที่ค่าอัตราส่วนโมเมนต์ที่แสดงอยู่ในตารางเป็นอัตราส่วนของโมเมนต์ต่อโมเมนต์การแตกร้าวและเป็นค่าอัตราส่วนของโมเมนต์ที่พื้นได้รับต่อความกว้าง 1 ม. พบว่าค่าอัตราส่วนของโมเมนต์ที่ทำให้เกิดการแตกร้าวนี้จะเปลี่ยนแปลงไปตามค่าอัตราส่วนรูปร่างของแผ่นพื้นและค่าอัตราส่วนของขนาดเสาเทียบกับพื้น

- ผลกระทบของอัตราส่วนรูปร่างของแผ่นพื้น ($L1/L2$)

ผลกระทบที่เกิดขึ้นคือ เมื่อค่าอัตราส่วนรูปร่างของแผ่นพื้นเพิ่มขึ้นจะทำให้ค่าอัตราส่วนโมเมนต์ (M'/M_{cr}) ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ทำให้เริ่มเกิดการแตกร้าวในแผ่นพื้นเพิ่มขึ้น เมื่อวิเคราะห์ถึงสาเหตุพบว่าการที่อัตราส่วนโมเมนต์ที่ทำให้เริ่มเกิดการแตกร้าวมีค่าเพิ่มขึ้นนั้นเกิดจากการที่ค่าโมเมนต์ต่อความกว้างพื้น 1 ม. (M') มีค่าเพิ่มขึ้น (เนื่องจากค่าโมเมนต์การแตกร้าว (M_{cr}) มีค่าคงที่เพราะคิดจากความกว้างพื้น 1 ม.) แต่การเพิ่มขึ้นของค่าโมเมนต์ต่อความกว้าง 1 ม. นี้ไม่ได้เพิ่มขึ้นจากความสามารถในการรับโมเมนต์คดได้มากขึ้นแต่เกิดจากความกว้างของแผ่นพื้นลดลง ($M' = M/L2$) ซึ่งการลดความกว้างแผ่นพื้น ($L2$) ลงจะทำให้อัตราส่วนรูปร่างแผ่นพื้นมีค่าเพิ่มขึ้นและทำให้ค่า M'/M_{cr} เพิ่มขึ้นไปด้วย เปรียบเทียบข้อมูลในตารางที่ 3.2, 3.4 และตารางที่ 3.6 ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนรูปร่างพื้นกับค่าอัตราส่วนโมเมนต์ที่ทำให้เริ่มเกิดการแตกร้าวของแผ่นพื้น แสดงดังรูปที่ 4.7

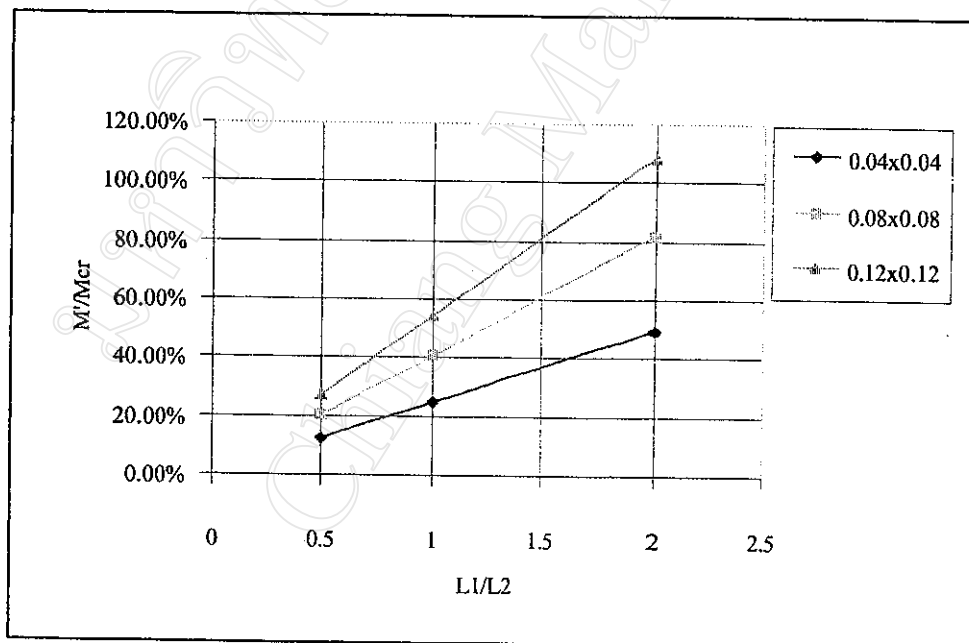
- ผลกระทบของอัตราส่วนสัมพันธ์ของขนาดเสาเทียบกับพื้น

พิจารณาข้อมูลในตารางที่ 3.2, 3.4 และตารางที่ 3.6 พบว่าผลกระทบของอัตราส่วนเสาเทียบกับพื้นด้าน $C1/L1$ และ $C2/L1$ ที่มีผลต่อการทำให้เกิดการแตกร้าวขึ้นในแผ่นพื้นนั้นมีเท่าๆ

กัน การเพิ่มค่าของอัตราส่วนทั้งสองทำให้แผ่นพื้นมีความสามารถรับโมเมนต์ดัดได้มากขึ้นก่อนที่จะเกิดการแตกร้าว แต่ผลที่น่าสนใจอีกอย่างหนึ่งจากข้อมูลในตารางคือกรณีที่เสามีเส้นรอบรูปยาวเท่ากันจะเกิดการแตกร้าวที่โมเมนต์ดัดค่าใกล้เคียงกันมาก เช่นเสาขนาด(C/L) 0.12x0.04, 0.08x0.08 และ 0.04x0.12 เสาขนาด 0.04x0.08 และ 0.08x0.04 ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเส้นรอบรูปเสามีความสัมพันธ์กับความสามารถในการกระจายแรงจากเสาถึงผู้พื้นและสัมพันธ์กับการแตกร้าวที่เกิดขึ้น

- ผลกระทบของสัดส่วนเสา

จากรูปที่ 3.12, 3.13 และรูปที่ 3.14 พบว่าการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนเสา C1/C2 มีผลกระทบต่อค่าอัตราส่วนโมเมนต์ที่ทำให้แผ่นพื้นเริ่มมีการแตกร้าว เมื่อเพิ่มค่าของ C1/C2 ขึ้น จะทำให้ค่าอัตราส่วนโมเมนต์ที่ทำให้แผ่นพื้นเริ่มมีการแตกร้าวมีค่าเพิ่มขึ้น โดยลักษณะการเพิ่มขึ้นนั้นมีแนวโน้มที่จะเพิ่มอย่างคงที่ แต่สำหรับกรณีที่เสามีพื้นที่หน้าตัดที่เท่ากันสัดส่วนของค่า C1/C2 จะมีผลกระทบต่ออัตราส่วนโมเมนต์ที่ทำให้แผ่นพื้นเริ่มมีการแตกร้าวน้อยมาก



รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า M'/M_{cr} ที่ทำให้แผ่นพื้นเริ่มมีการแตกร้าวกับค่าอัตราส่วนรูปร่างพื้น $L1/L2$ ที่เสาขนาดต่างๆกัน (M' เป็นของแผ่นพื้นที่เสริมเหล็ก 2%)

4.2.3 ผลกระทบของปริมาณเหล็กเสริมต่อค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผล

ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเสริมเหล็กในแผ่นพื้นที่มีต่อค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลในช่วงอินอีลาस्टิกนั้น อาจแบ่งออกได้ดังนี้

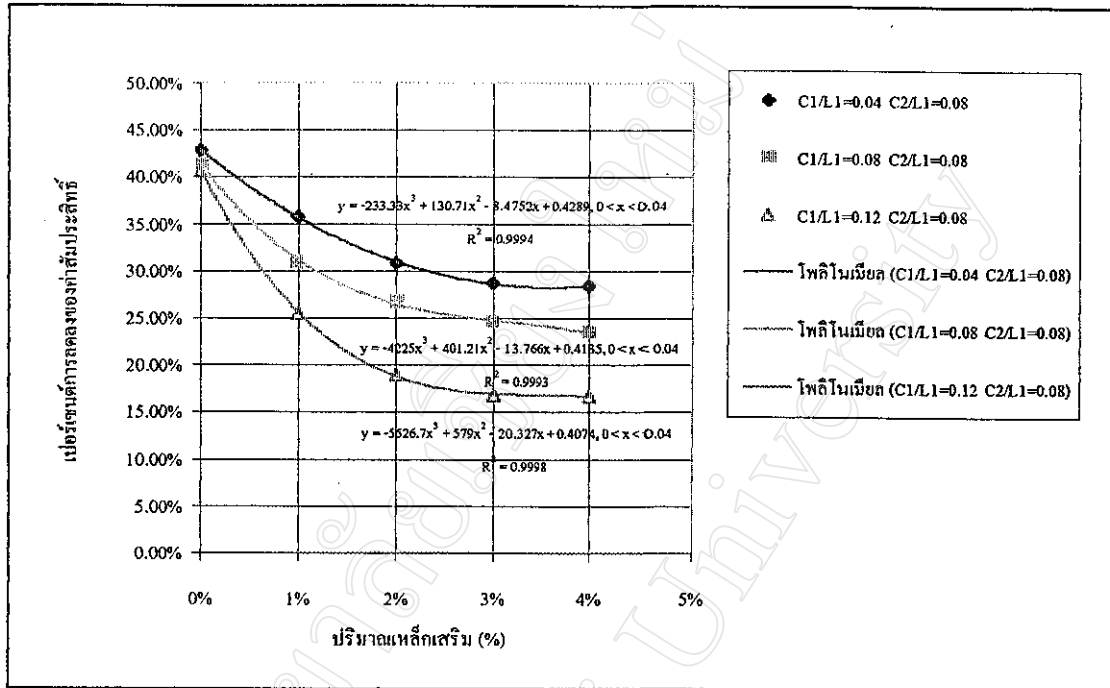
- ผลกระทบต่อการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผล

ปริมาณเหล็กเสริมที่เสริมให้กับแผ่นพื้น มีผลทำให้อัตราการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์หลังจากที่แผ่นพื้นเริ่มแตกร้าวมีค่าแตกต่างกัน จากผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ 3.15, 3.16 และรูปที่ 3.17 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณการเสริมเหล็กเข้าไปในแผ่นพื้น จะมีผลทำให้ช่วยลดอัตราการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์ลงได้ โดยพิจารณาการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์ในแผ่นพื้นที่เสริมเหล็กในปริมาณต่างกัน จะเห็นได้ว่าการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์ในแผ่นพื้นที่มีการเสริมเหล็ก 0% จะมีอัตราสูงมาก (เส้นการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์มีความชันสูง) และเมื่อเพิ่มปริมาณการเสริมเหล็กเป็น 1% ก็จะทำให้อัตราการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์ลดลง (เส้นการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์มีความชันลดลง) และเมื่อเพิ่มปริมาณการเสริมเหล็กเข้าไปอีกก็จะยิ่งทำให้อัตราการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์นี้ลดลงเรื่อยๆ

เมื่อพิจารณาถึงผลกระทบของปริมาณการเสริมเหล็กต่อปริมาณการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์จากค่าในช่วงอีลาสติคจนถึงค่าสุดท้ายก่อนที่แผ่นพื้นจะเสียหาย ได้แสดงผลไว้ในตารางที่ 4.2 และรูปที่ 4.8 จากผลที่ได้พบว่า เมื่อปริมาณเหล็กเสริมเพิ่มขึ้นเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าสัมประสิทธิ์จะลดลง ซึ่งการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์นั้นจะลดลงอย่างมากเมื่อเพิ่มปริมาณการเสริมเหล็กจาก 0% ไปเป็น 1% หลังจากนั้นเมื่อเพิ่มปริมาณเหล็กเสริมเข้าไปเป็น 2%, 3%, หรือ 4% การลดลงของค่าสัมประสิทธิ์จะเริ่มคงที่ (โดยประมาณ)

ตารางที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลของแบบจำลองประเภท 2 ที่ปริมาณการเสริมเหล็กต่างกัน (เปรียบเทียบระหว่างค่าสัมประสิทธิ์ค่าสุดท้ายก่อนที่แผ่นพื้นจะเสียหายกับค่าสัมประสิทธิ์ในช่วงอีลาสติค)

L1=1 L2=1		ปริมาณการเสริมเหล็กในแผ่นพื้นเทียบกับหน้าตัด				
		0%	1%	2%	3%	4%
C1x2	0.04x0.08	42.86%	35.84%	30.78%	28.74%	28.38%
	0.08x0.08	41.40%	30.99%	26.77%	24.57%	23.49%
	0.12x0.08	40.77%	25.51%	19.02%	16.81%	16.73%



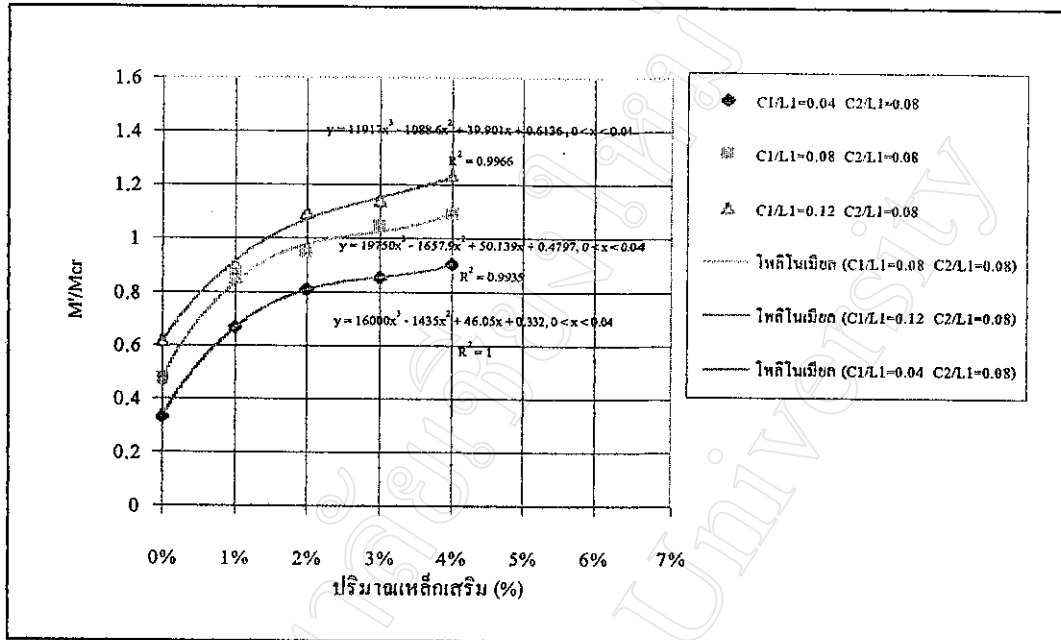
รูปที่ 4.8 เส้นแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเสริมเหล็กกับการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์ก่อนที่แผ่นพื้นจะเสียหาย ในแผ่นพื้นที่มีขนาด $L1/L2=1$

- ผลกระทบต่อความสามารถในรับแรงคดของแผ่นพื้น

จากผลการวิเคราะห์ดังรูปที่ 3.15, 3.16 และรูปที่ 3.17 และจากการนำค่าอัตราส่วน M'/Mcr ที่แผ่นพื้นสามารถรับได้ก่อนที่จะเสียหาย มาแสดงไว้ในตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.9 พบว่าการเพิ่มปริมาณการเสริมเหล็กเข้าไปในแผ่นพื้นนั้น จะทำให้ความสามารถในการรับแรงคดของแผ่นพื้นเพิ่มขึ้น ซึ่งจากเส้นแนวโน้มความสัมพันธ์สามารถประมาณได้ด้วยสมการโพลีโนเมียล

ตารางที่ 4.3 ค่าอัตราส่วน M'/Mcr ที่แผ่นพื้นสามารถรับได้ก่อนที่จะเสียหายของแบบจำลองประเภท 2 ที่ปริมาณการเสริมเหล็กต่างๆ กัน

$L1=1$ $L2=1$		ปริมาณการเสริมเหล็กในแผ่นพื้นเทียบกับหน้าตัด				
		0%	1%	2%	3%	4%
C1x C2	0.04x0.08	0.332	0.665	0.807	0.854	0.902
	0.08x0.08	0.475	0.854	0.949	1.044	1.092
	0.12x0.08	0.617	0.902	1.092	1.139	1.234



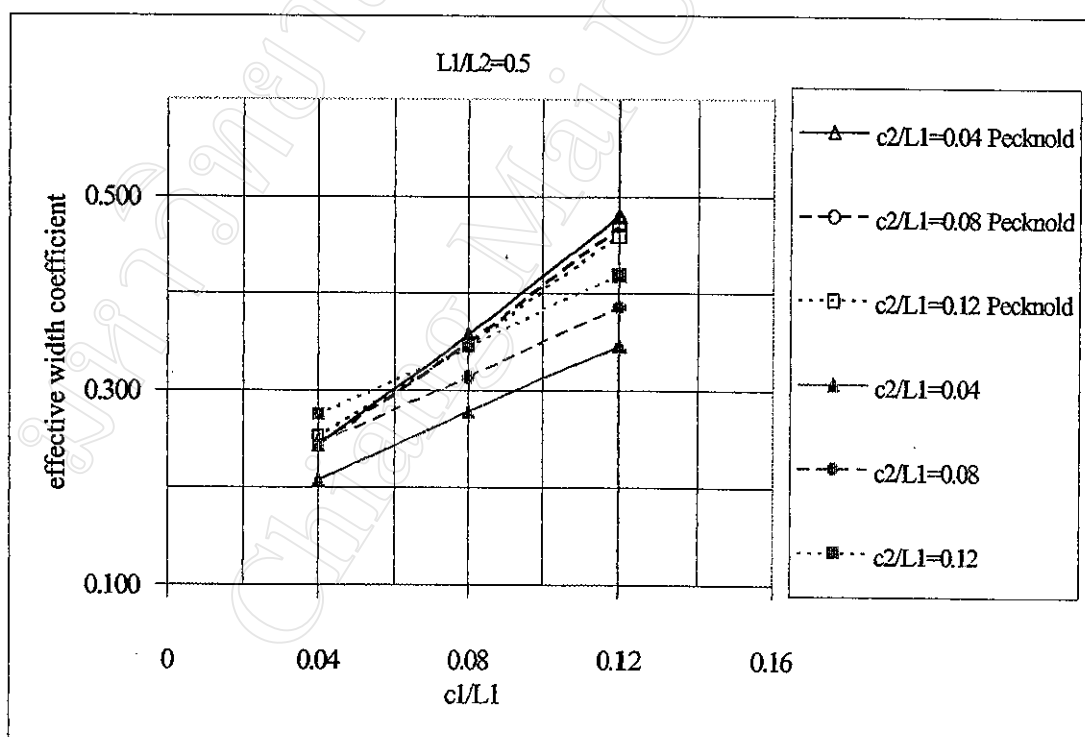
รูปที่ 4.9 เส้นแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการเสริมเหล็กในแผ่นพื้นกับค่าอัตราส่วน M'/M_{cr} ที่แผ่นพื้นรับได้ก่อนที่จะเสียหาย

การเพิ่มปริมาณเหล็กเสริมแล้วทำให้ค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิภาพมีค่าเพิ่มขึ้น ช่วยลดอัตราการลดลงของค่าสัมประสิทธิ์และเพิ่มความสามารถในการรับแรงคั้นนั้นอาจมีสาเหตุมาจากโดยปกติแล้วเหล็กเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงสูงกว่าคอนกรีตอีกทั้งยังมีความสามารถในการกระจายแรงได้ดีกว่าคอนกรีต(เหล็กมีค่าโมดูลัสยืดหยุ่นและอัตราส่วนปัวซองมากกว่าคอนกรีต) ดังนั้นการเพิ่มปริมาณเหล็กเสริมเข้าไปในแผ่นพื้นย่อมทำให้แผ่นพื้นมีความแข็งแรงขึ้นและสามารถกระจายแรงคั้นที่ได้รับจากเสาได้ดีขึ้น อีกทั้งความสามารถในการรับแรงคั้นของคอนกรีตนั้นมีค่าน้อยมากเมื่อเทียบกับเหล็ก การเสริมเหล็กเข้าไปจะช่วยเพิ่มความสามารถในการรับแรงคั้น และยืดระยะเวลาการแตกร้าวได้ดีขึ้น

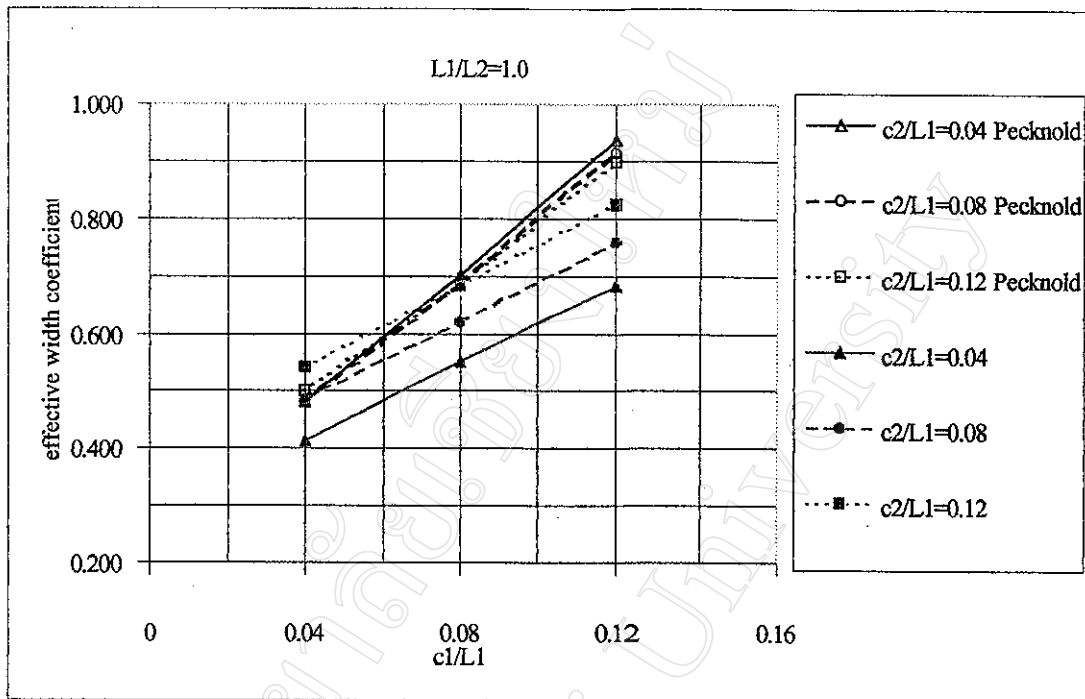
4.3 เปรียบเทียบผลการวิจัยกับงานวิจัยที่มีอยู่เดิม

จากงานวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาหาค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิภาพเฉพาะในกรณีที่คุณสมบัติของวัสดุในแผ่นพื้นเป็นแบบอีลาสติกคั้นนั้นในการเปรียบเทียบผลการวิจัยในครั้งนี้ จึงสามารถเปรียบเทียบผลการวิจัยเฉพาะช่วงที่คุณสมบัติวัสดุในแผ่นพื้นเป็นแบบอีลาสติกเท่านั้น

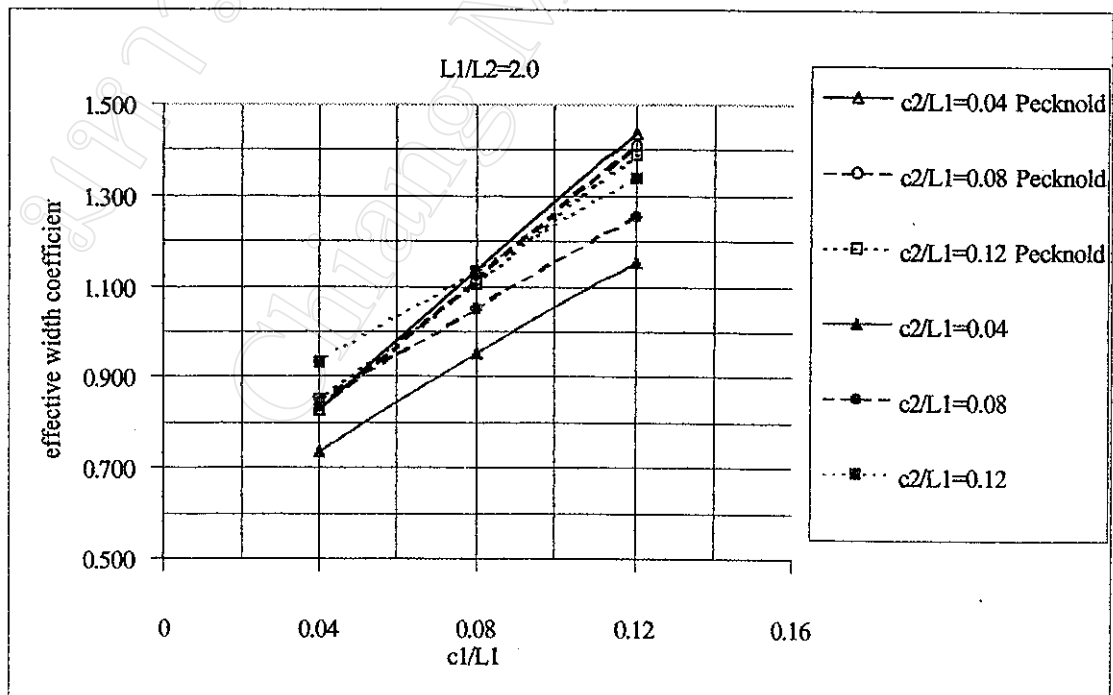
เมื่อได้เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลจากผลงานวิจัยในครั้งนี้กับงานวิจัยของ Pecknold(1975) โดยการแสดงเป็นเส้นกราฟความสัมพันธ์ ดังรูปที่ 4.10, 4.11 และรูปที่ 4.12 ซึ่งในแต่ละรูปนั้นจะเป็นค่าสัมประสิทธิ์ในแผ่นพื้นที่มีอัตราส่วนรูปร่างเท่ากับ 0.5, 1 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากงานวิจัยของ Pecknold(1975) มีความแตกต่างกับค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากงานวิจัยในครั้งนี้โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากงานวิจัยของ Pecknold(1975) เหลือแล้วจะมีค่ามากกว่า ซึ่งงานวิจัยของ Pecknold(1975) นั้นได้กล่าวถึงการหาค่าสัมประสิทธิ์โดยใช้วิธีการทางไฟไนต์อีลิเมนต์ว่าจะให้ค่าที่น้อยกว่าค่าที่ได้จากงานวิจัยของเขาและจะมีค่าต่างกันมากขึ้นเมื่อเสามีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งมีความคล้ายคลึงกับผลงานวิจัยในครั้งนี้แต่สิ่งที่ได้เพิ่มเติมจากการวิจัยในครั้งนี้คือผลกระทบของอัตราส่วน $C1/L1$ ต่อค่าสัมประสิทธิ์นั้นจะมีมากกว่าอัตราส่วนของ $C2/L1$ อยู่มาก ซึ่งต่างจากงานวิจัยของ Pecknold(1975) ที่แสดงให้เห็นว่าผลกระทบของอัตราส่วนของ $C2/L1$ มีผลน้อยมากจนเกือบจะไม่มีนัยสำคัญต่อค่าสัมประสิทธิ์เลย



รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลกับงานวิจัยของ Pecknold(1975) ของแผ่นพื้น $L1/L2=0.5$



รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิภาพกับงานวิจัยของPecknold(1975)
ของแผ่นพื้น $L1/L2=1.0$



รูปที่ 4.12 เปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิภาพกับงานวิจัยของPecknold(1975)
ของแผ่นพื้น $L1/L2=2.0$

สาเหตุที่น่าจะทำให้เกิดความแตกต่างของผลงานวิจัยนั้นน่าจะมาจากเงื่อนไขและขั้นตอนในการวิเคราะห์ที่ต่างกัน ซึ่งวิธีของ Pecknold นั้นใช้ทฤษฎีของ Thin Plate ในการหาค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลในแผ่นพื้น โดยจะมีเงื่อนไขที่กำหนดให้แผ่นพื้นเป็นวัสดุชนิดเดียวกันตลอดทั้งแผ่น แผ่นพื้นมีความบางและไม่คำนึงถึงความเครียดที่เกิดขึ้นในแนวแกนที่ตั้งฉากกับพื้นผิว การกำหนดสภาพแผ่นพื้นที่อยู่ในบริเวณเสาที่มีคุณสมบัติเป็นวัสดุแข็งแรงสูง กระทำโดยกำหนดเงื่อนไขของแรง ซึ่งต่างจากงานวิจัยในครั้งนี้ที่ใช้กระบวนการทางไฟในคัลลิมินต์โดยขั้นตอนการวิเคราะห์กำหนดให้แผ่นพื้นประกอบด้วยวัสดุสองชนิด โดยวัสดุที่อยู่ในบริเวณเสาจะถูกกำหนดให้มีความแข็งแรงสูงและวัสดุในแผ่นพื้นเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งการกำหนดความแข็งแรงสามารถกำหนดได้โดยตรงให้กับวัสดุ รวมไปถึงแผ่นพื้นมีความหนาทำให้เกิดผลกระทบจากความเครียดในแนวแกนที่ตั้งฉากกับผิวแผ่นพื้น มาเกี่ยวข้องและผลกระทบจากแรงเฉือน ซึ่งสิ่งที่กล่าวมานี้อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลกระทบของเสาด้าน C2 มีความแตกต่างกันได้ (สมการที่ใช้คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความกว้างประสิทธิผลของ Pecknold แสดงอยู่ในภาคผนวก ข)