

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์

4.1 บทนำ

การแสดงผลของเส้นอิทธิพล ของโปรแกรมที่เขียนขึ้น ทางคณะผู้จัดทำมีความต้องการให้เห็นการเกิดเส้นอิทธิพลที่ละช่วงเวลา ที่มีน้ำหนักบรรทุกเคลื่อนที่อยู่บนโครงสร้าง และเห็นถึงจุดที่เกิดค่าสูงสุดที่แท้ของผลตอบสนองทางโครงสร้าง ดังนั้นการแสดงผลของโปรแกรม จะแสดงผลออกมา 3 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 การแสดงผลเส้นอิทธิพลที่ละเวลาที่น้ำหนักบรรทุกเคลื่อนที่ ออกมาในแต่ละรูป

กลุ่มที่ 2 การแสดงผลเส้นอิทธิพลทุกเส้นรวมทุกช่วงเวลาในรูปแบบเดียว และเส้นอิทธิพลรวม (เส้นอิทธิพลรวม หมายถึง เส้นอิทธิพลที่เกิดจาก การรวมกันของเส้นอิทธิพลของแต่ละแรงกระทำ ในกลุ่มน้ำหนักบรรทุก ที่เกิดในช่วงเวลาที่ต่างกัน)

กลุ่มที่ 3 การแสดงผลเส้นอิทธิพลรวมเพียงเส้นเดียว รวมถึงแสดงค่าสูงสุดที่แท้จริงและตำแหน่งที่เกิดขึ้น

ซึ่งการแสดงผลดังกล่าวจะทำให้ง่ายต่อการนำไปวิเคราะห์ต่อไป

4.2 ผลการวิเคราะห์โครงสร้าง

4.2.1 ผลการวิเคราะห์โครงสร้างคานช่วงเดียวธรรมดา เมื่อน้ำหนักเคลื่อนที่บนโครงสร้าง ตามตารางที่ 3.1

น้ำหนักบรรทุกแบบที่ 1 (Load case 1) จะได้เส้นอิทธิพลดังรูป 4.1-4.18

กลุ่มที่ 1

รูปที่ 4.1 เป็นรูปเส้นอิทธิพลของการโก่งตัวที่ตำแหน่ง $L/2$ เส้นอิทธิพลมีรูปร่างโค้งลงเหมือนรูปร่างการโก่งตัวของคาน โดยตำแหน่งที่เกิดการโก่งลงต่ำที่สุด คือที่ตำแหน่ง $0.5L$ และโค้งต่ำสุดเป็นระยะ 0.020833 ซึ่งค่านี้คือค่าสูงสุดที่แท้จริงของการโก่งตัว

รูปที่ 4.2 เป็นรูปเส้นอิทธิพลของโมเมนต์คัตที่ตำแหน่ง $L/2$ เส้นอิทธิพลมีรูปร่างเป็นสามเหลี่ยมหน้าจั่ว โดยยอดของสามเหลี่ยมสูง 0.25 ซึ่งค่านี้เป็นค่าสูงสุดที่แท้จริงของโมเมนต์คัตเกิดที่ตำแหน่ง $0.5L$ สาเหตุที่เส้นอิทธิพลมีรูปร่างเป็นสามเหลี่ยม (ดูหัวข้อ 2.1) คือน้ำหนักที่กระทำในช่วงครึ่งแรกของคานค่าโมเมนต์คัตจะเพิ่มตามระยะทางที่น้ำหนักกระทำเคลื่อนที่นับจากจุดเริ่มต้น พอน้ำหนักเคลื่อนที่มาถึงช่วงครึ่งหลังของคานค่าโมเมนต์คัตก็จะลดลงตามค่าแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ A ที่ลดลงเนื่องจากระยะทางที่น้ำหนักกระทำเคลื่อนที่ไกลจากฐานรองรับ A (กล่าวอีกนัยหนึ่งเพิ่มตามค่าแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ C ที่เพิ่มเมื่อน้ำหนักกระทำเคลื่อนที่เข้าใกล้ฐานรองรับ C)

รูปที่ 4.3 เป็นรูปเส้นอิทธิพลของแรงเฉือนที่ตำแหน่งใกล้กับฐานรองรับ A (ประมาณ $0.05L$) ค่าแรงเฉือนของเส้นอิทธิพลจะลดลงเล็กน้อย และมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงค่าสูงสุด คือ 0.95 ที่ตำแหน่งใกล้กับฐานรองรับ A (ตำแหน่งที่ $0.95L$) และจะลดลงจนเท่ากับศูนย์ที่ปลายคาน B

รูปที่ 4.4 เป็นรูปเส้นอิทธิพลของแรงเฉือนที่ตำแหน่งใกล้ฐานรองรับ B (ประมาณ $0.95L$) ค่าแรงเฉือนของเส้นอิทธิพลจะมีค่ามากที่สุดที่หน้าคัตที่ใกล้กับฐานรองรับ B คือที่ตำแหน่งประมาณ $0.95L$ และค่าสูงสุดที่แท้จริงของแรงเฉือน เท่ากับ 0.95

รูปที่ 4.5 เป็นรูปเส้นอิทธิพลของแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ A เส้นอิทธิพลจะสูงสุดที่ตำแหน่งฐานรองรับ A มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งเป็นค่าสูงสุดที่แท้จริงของแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ และจะค่อยๆ ลดลงจนเป็น 0 ที่ฐานรองรับ B ซึ่งการลดลงจนเป็น 0 นี้มีสาเหตุมาจากแรงปฏิกิริยาที่ฐาน มีค่าลดลงเนื่องจากการเคลื่อนที่ออกจากฐานรองรับ A ของน้ำหนักกระทำ

รูปที่ 4.6 เป็นรูปเส้นอิทธิพลของแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ B เส้นอิทธิพลของแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ B จะคล้ายกับที่ฐานรองรับ A แตกต่างกันตรงที่สลับข้างเหมือนการส่องกระจก คือเส้นอิทธิพลจะสูงสุดที่ตำแหน่งฐานรองรับ B มีค่าเท่ากับ 1 และจะค่อยๆ ลดลงจนเป็นศูนย์ที่ฐานรองรับ A

กลุ่มที่ 2 - 3

รูปที่ 4.7 - 4.18 เป็นรูปเส้นอิทธิพลของผลตอบสนองทางโครงสร้าง ที่ขยายขนาดจากรูปที่ 4.1 - 4.6 ทำให้เห็นตำแหน่งที่เกิดค่าสูงสุดที่แท้จริงได้ชัดเจนขึ้น ซึ่งรูปในกลุ่มที่ 2 และ 3 จะให้

รายละเอียดที่ชัดเจนและแตกต่างจากรูปกลุ่มที่ 1 มากขึ้น เมื่อมีน้ำหนักกระทำ มากกว่า 1 น้ำหนัก ตั้งในกรณีน้ำหนักบรรทุก (Load case) แบบที่ 2 – 8

กรณีน้ำหนักบรรทุกแบบที่ 2 จะได้เส้นอิทธิพลดังรูปที่ 4.19 – 4.36

กลุ่มที่ 1

รูปที่ 4.19 เป็นรูปเส้นอิทธิพลของการโก่งตัวที่ตำแหน่ง $0.5L$ ที่เกิดที่ละช่วงเวลาที่มีน้ำหนักบรรทุกเคลื่อนที่เข้ามาบนคาน รูปที่ 1 เป็นเส้นอิทธิพลที่เกิดจากน้ำหนักของล้อหน้าของรถยนต์เท่านั้น รูปร่างของเส้นอิทธิพลจะคล้ายกับรูปที่ 4.1 แตกต่างเพียงแต่ระยะการโก่งตัวสูงสุด รูปที่ 2 จะเป็นเส้นอิทธิพลที่เกิดจากน้ำหนักล้อหลังของรถยนต์ที่เริ่มเคลื่อนที่เข้ามาบนคานสังเกตได้จากเส้นอิทธิพลจะเกิดที่ตำแหน่ง $0.5L$ เนื่องจาก ล้อหน้าและล้อหลังห่างกัน $0.5L$ ฉะนั้นจุดสิ้นสุดของเส้นอิทธิพลจะไปหยุดที่ตำแหน่ง $1.5L$ เพราะตำแหน่งที่ล้อหลังเคลื่อนออกจากคานที่ตำแหน่ง L ล้อหน้าจะอยู่ที่ตำแหน่ง $1.5L$ จากรูปที่ 1 และ 2 เราสามารถรวมเส้นอิทธิพลทั้งสองเป็นเส้นอิทธิพลรวม ดังรูปสุดท้าย ซึ่งรูปนี้จะแสดงค่าสูงสุดที่แท้จริง และตำแหน่งที่เกิดขึ้น พิจารณาช่วง $0 - 0.5L$ เส้นอิทธิพลจะมีรูปร่างเหมือนดังรูปที่ 1 ในช่วง $0 - 0.5L$ เพราะในช่วงนี้ น้ำหนักของล้อหลังรถยนต์ยังไม่เคลื่อนที่เข้ามาบนคาน ช่วงที่ $0.5 - L$ เส้นอิทธิพลจะเกิดจากการรวมรูปที่ 1 และ 2 ในช่วงดังกล่าวเข้าด้วยกัน ช่วงที่ $L - 1.5L$ จะมีรูปร่างเหมือนดังรูปที่ 2 ในช่วงดังกล่าว เพราะน้ำหนักล้อหน้าของรถยนต์เคลื่อนที่ออกจากคานไปแล้ว

รูปที่ 4.20 เป็นรูปเส้นอิทธิพลของโมเมนต์ดัดที่ตำแหน่ง $L/2$ ที่เกิดที่ละช่วงเวลาที่มีน้ำหนักบรรทุกเคลื่อนที่บนคานดังเช่นรูปที่ 4.19 รูปที่ 1 และ 2 เส้นอิทธิพลมีรูปร่างเหมือนกัน แตกต่างเพียงตำแหน่งที่เกิดขึ้น รูปสุดท้ายเป็นเส้นอิทธิพลรวม ที่เกิดจากการรวมเส้นอิทธิพลในรูปที่ 1 และ 2 เข้าด้วยกัน

รูปที่ 4.21 – 4.24 เป็นรูปเส้นอิทธิพลของผลตอบสนองทางโครงสร้าง ที่เกิดที่ละช่วงเวลาที่มีน้ำหนักบรรทุกเคลื่อนที่บนคาน รูปที่ 1 เป็นเส้นอิทธิพลที่เกิดจากน้ำหนักของล้อหน้าของรถยนต์ รูปที่ 2 เป็นเส้นอิทธิพลที่เกิดจากน้ำหนักของล้อหลังรถยนต์ ซึ่งเส้นอิทธิพลจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อน้ำหนักล้อหลังของรถยนต์เคลื่อนที่เข้ามาบนคาน รูปสุดท้าย จะเป็นเส้นอิทธิพลรวม ที่เกิดจากการรวมเส้นอิทธิพลจากรูปที่ 1 และ 2 เข้าด้วยกัน

กลุ่มที่ 2

รูปที่ 4.25 เป็นรูปที่นำเส้นอิทธิพลของการโก่งตัวที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาของรูปที่ 4.19 มาแสดงรวมกันไว้ในรูปเดียวกัน รวมทั้งเส้นอิทธิพลรวมด้วย พร้อมทั้งขยายรูปให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และให้สีแต่ละเส้นแตกต่างกัน เพื่อความชัดเจนในการแสดงผล

รูปที่ 4.26 – 4.30 เป็นรูปรวมของเส้นอิทธิพลที่เกิดในแต่ละช่วงเวลาของผลตอบสนองทางโครงสร้าง รวมถึงเส้นอิทธิพลรวม พร้อมทั้งขยายรูปให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อความชัดเจนในการแสดงผล

กลุ่มที่ 3

รูปที่ 4.31 เป็นรูปเส้นอิทธิพลรวมของการโก่งตัวที่ตำแหน่ง $L/2$ เพียงเส้นเดียวพร้อมทั้งแสดงค่าสูงสุดที่แท้จริงของการโก่งตัวเท่ากับ 0.014323 และตำแหน่งที่เกิด คือ 0.75L

รูปที่ 4.32 – 4.36 เป็นรูปเส้นอิทธิพลรวมของผลตอบสนองทางโครงสร้าง ที่แสดงเพียงเส้นเดียว พร้อมทั้งแสดงค่าสูงสุดที่แท้จริงของการโก่งตัว และตำแหน่งที่เกิด

กรณีน้ำหนักรรทุกแบบที่ 3 จะได้เส้นอิทธิพลดังรูป 4.37-4.42

ความแตกต่างระหว่างกรณีน้ำหนักรรทุกแบบที่ 2 และ 3 คือ กรณีน้ำหนักรรทุกแบบที่ 2 เป็นรถยนต์ธรรมดาที่มีการแบ่งน้ำหนักล้อหน้าและล้อหลังเท่ากัน แต่ กรณีน้ำหนักรรทุกแบบที่ 3 เป็นรถบรรทุก 2 เพลา ที่มีการแบ่งน้ำหนักบรรทุกล้อหลังมากกว่าล้อหน้า เป็นผลให้เส้นอิทธิพลของผลตอบสนองทางโครงสร้าง ในช่วงเวลาที่ล้อหลังของรถบรรทุกเคลื่อนที่เข้ามาบนคาน มีค่าสูงกว่า ในช่วงเวลาที่ล้อหน้าเคลื่อนที่เข้าในคานและยอมส่งผลต่อ ค่าสูงสุดที่แท้จริงของผลตอบสนองทางโครงสร้าง ของกรณีน้ำหนักรรทุกแบบที่ 3 มีค่าสูงกว่า กรณีน้ำหนักรรทุกแบบที่ 2 ทั้งที่กำหนดระยะห่างระหว่างล้อหน้าและล้อหลังห่างเท่ากันรวมถึงตำแหน่งที่เกิดค่าสูงสุดที่แท้จริงนั้น มักเกิดห่างออกมาทางปลายคานจากตำแหน่งเดิมที่เกิดขึ้นในกรณีน้ำหนักรรทุกแบบที่ 2 ทั้งสิ้น นั้นหมายความว่า คานช่วงครึ่งหลังนั้นต้องรับผลตอบสนองทางโครงสร้างที่สูงขึ้น

กรณีน้ำหนักรรทุกแบบที่ 4 จะได้เส้นอิทธิพลดังรูป 4.43-4.48

น้ำหนักรรทุกแบบที่ 4 เป็นรถบรรทุก 3 เพลา ที่มีการแบ่งน้ำหนักบรรทุกลงที่ล้อหน้า น้อยที่สุดล้อกลางและล้อหลังรับน้ำหนักบรรทุกที่เท่ากัน เป็นผลได้เส้นอิทธิพลในช่วงเพลาล้อกลาง และล้อหลังเคลื่อนที่เข้ามาบนคาน มีรูปร่างที่เหมือนกัน แตกต่างเพียงแต่ตำแหน่งที่เกิดเส้นอิทธิพล ก็จะเกิดที่ตำแหน่งตามระยะห่างระหว่างล้อรถ และเส้นอิทธิพลทั้งสองนี้จะมีลักษณะที่สูงกว่าเส้นอิทธิพลที่เกิดในช่วงเพลาล้อหน้าเคลื่อนที่เข้ามาบนคาน จากเหตุปัจจัยข้างต้นส่งผลให้ค่าสูงสุดที่แท้จริงของผลตอบสนองมีค่าลดลง เมื่อเทียบกับกรณีน้ำหนักรรทุกแบบที่ 2 และ 3 และตำแหน่งที่เกิดค่าสูงสุดที่แท้จริงจะอยู่ที่ตำแหน่งระหว่างตำแหน่งที่เกิดค่าสูงสุดที่แท้จริงของกรณีน้ำหนักรรทุกแบบที่ 2 และ 3 ยกเว้นค่าแรงเฉือนที่ใกล้ฐานรองรับ A และค่าแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ A จะเกิดที่ตำแหน่งห่างออกมาทางปลายคานจากตำแหน่งเดิมที่เกิดขึ้นในกรณีน้ำหนักรรทุกแบบที่ 2 และ 3

บรรทุกแบบที่ 2 และ 3 จากผลข้างต้นนี้แสดงให้เห็นว่าคานในช่วงครึ่งหลัง ก็ยังคงต้องรับผลตอบสนองทางโครงสร้างที่สูงกว่าคานในช่วงครึ่งแรก

กรณีน้ำหนักบรรทุกแบบที่ 5 – 7 จะได้เส้นอิทธิพลดังรูป 4.49-4.66

เป็นกรณีของรถไฟที่กำหนดความยาวของรถไฟ มีค่าเท่ากับค่าคงที่ค่าหนึ่ง สมมติให้ความยาวของรถไฟเท่ากับ 0.5 และกำหนดให้น้ำหนักบรรทุกรวมทั้งหมดเป็น 1 หลังจากนั้น กำหนดจำนวนล้อที่จะให้มีการแบ่งน้ำหนัก เช่น กำหนดล้อสำหรับแบ่งน้ำหนักจำนวน 4 ล้อ ก็จะเป็นกรณีน้ำหนักบรรทุกแบบที่ 5 โดยแต่ละล้อมีน้ำหนักแบ่งแต่ละล้อเท่าๆกัน คือ 0.25 และระยะห่างระหว่างล้อแต่ละล้อเท่ากับ 0.167 ซึ่งเส้นอิทธิพลในแต่ละช่วงเวลาที่ล้อแต่ละล้อของรถไฟ เคลื่อนที่เข้ามาบนคาน จะมีรูปร่างที่เหมือนกัน ต่างเพียงแต่ตำแหน่งที่เกิดเส้นอิทธิพล ซึ่งในกรณีน้ำหนักบรรทุกแบบที่ 6 และ 7 ก็เกิดขึ้นเหมือนดังเช่น กรณีน้ำหนักบรรทุกแบบที่ 5 เมื่อยิ่งเพิ่มจำนวนล้อรถไฟมากขึ้น จุดที่ล้อกระทำกับคานก็เพิ่มขึ้นตาม จนมีลักษณะใกล้เคียงกับ น้ำหนักบรรทุกแบบแผ่กระจาย (Distribute Load) ค่าสูงสุดที่แท้จริงของการโก่งตัวและโมเมนต์ดัด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามจำนวนล้อรถไฟที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อจำนวนล้อเพิ่มขึ้น เส้นอิทธิพลก็จะซ้อนทับกันมากขึ้น ทำให้ยอดของกราฟอยู่ใกล้กันมากขึ้น เส้นอิทธิพลรวม จึงสูงขึ้นกว่ากรณีที่เส้นอิทธิพลน้อยกว่าในส่วนค่าแรงเฉือน และแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ มีค่าเท่ากัน และเกิดที่ตำแหน่งเดียวกันทั้ง 3 กรณี

4.2.2 ผลการวิเคราะห์โครงสร้าง คานต่อเนื่อง 2 ช่วง เมื่อมีน้ำหนักเคลื่อนที่บนโครงสร้างตามตารางที่ 3.1

การสร้างเส้นอิทธิพลของคานต่อเนื่อง 2 ช่วง จำเป็นต้องใช้หลักการรวมผล(Principle of Superposition) ร่วมกับกฎผกผันของแม็กเวล โดยให้น้ำหนักบรรทุกหนึ่งหน่วยเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆบนโครงสร้าง หรือ หลักการของ Muller-Breslau คือทำให้โครงสร้างไม่สามารถรับแรงหรือโมเมนต์ ในทิศทางที่ต้องการสร้างเส้นอิทธิพล แล้วให้แรงกระทำหรือโมเมนต์ดัด 1 หน่วยกระทำที่ตำแหน่งดังกล่าว ก็จะได้รูปร่างอย่างคร่าวๆของเส้นอิทธิพลสำหรับฟังก์ชันที่ต้องการ

กรณีน้ำหนักบรรทุกแบบที่ 1 จะได้เส้นอิทธิพลดังรูป 4.67-4.75

รูปที่ 4.67 เป็นเส้นอิทธิพลของการโก่งตัวที่ตำแหน่ง $L/2$ เส้นอิทธิพลมีค่าและรูปร่างเป็นสัดส่วนกับรูปการโก่งตัวของคานต่อเนื่อง 2 ช่วง โดยตำแหน่งที่เกิดค่าสูงสุดที่แท้จริง คือ 0.4805 ซึ่งค่าสูงสุดที่แท้จริงของการโก่งตัว เท่ากับ 0.015012

รูปที่ 4.68 – 4.75 เป็นรูปเส้นอิทธิพลของผลตอบสนองทางโครงสร้าง ที่เกิดจากแรงน้ำหนักบรรทุก 1 หน่วย เคลื่อนที่บนคานต่อเนื่อง 2 ช่วง ซึ่งการวิเคราะห์โครงสร้าง จะพิจารณาให้แรงปฏิกิริยาตัวใดตัวหนึ่งเป็น Redundant ทำให้ได้โครงสร้างที่เรียกว่า Primary Structure รับน้ำหนักบรรทุก P หน่วย กระทำที่หนึ่ง และแรง 1 หน่วยของแรงปฏิกิริยาที่เป็น Redundant กระทำอีกที่หนึ่ง

กรณีน้ำหนักบรรทุกแบบที่ 2 จะได้เส้นอิทธิพลดังรูป 4.76-4.84

เมื่อรถยนต์เคลื่อนที่บนคานต่อเนื่อง 2 ช่วง ย่อมทำให้เกิดเส้นอิทธิพลที่เกิดจากล้อหน้ารถยนต์และล้อหลังรถยนต์ ซึ่งเส้นอิทธิพลทั้ง 2 นี้ มีรูปร่างและขนาดเหมือนกัน เนื่องจากการแบ่งน้ำหนักของรถยนต์ น้ำหนักจะแบ่งลงล้อหน้าและล้อหลังเท่ากัน จะแตกต่างกันตรงที่ช่วงเวลาในการเกิดคือ ในขณะที่ล้อหน้าของรถยนต์เคลื่อนที่บนคานได้ระยะทางเท่ากับระยะห่างระหว่างล้อหน้ากับล้อหลัง ก็จะค่อยเกิดเส้นอิทธิพลของล้อหลังรถยนต์ จากสาเหตุนี้ทำให้ค่าผลตอบสนองทางโครงสร้างต่างๆ มีค่าสูงกว่ากรณีน้ำหนักบรรทุกแบบที่ 1

กรณีน้ำหนักบรรทุกแบบที่ 3 จะได้เส้นอิทธิพลดังรูป 4.85-4.93

ระหว่างรถยนต์ธรรมดา ที่มีการแบ่งน้ำหนักล้อหน้าและล้อหลังเท่ากัน กับ รถบรรทุก 2 เพลาที่น้ำหนักของตัวรถแบ่งลงที่ล้อหน้าน้อยกว่าล้อหลัง เส้นอิทธิพลรวมของฟังก์ชันต่างๆ ย่อมมีความแตกต่างกัน ในส่วนของค่าสูงสุดที่แท้จริงของผลตอบสนองทางโครงสร้างและตำแหน่งที่เกิดขึ้น มีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อล้อหลังของรถบรรทุกเคลื่อนที่เข้ามาบนคาน เส้นอิทธิพลรวมที่ได้จากการรวมเส้นอิทธิพลของล้อหน้าและล้อหลัง มีความสอดคล้องและเหมาะสมกว่าเส้นอิทธิพลที่เกิดจากการรวมเส้นอิทธิพลของล้อหน้าและล้อหลังที่แบ่งน้ำหนักเท่ากัน

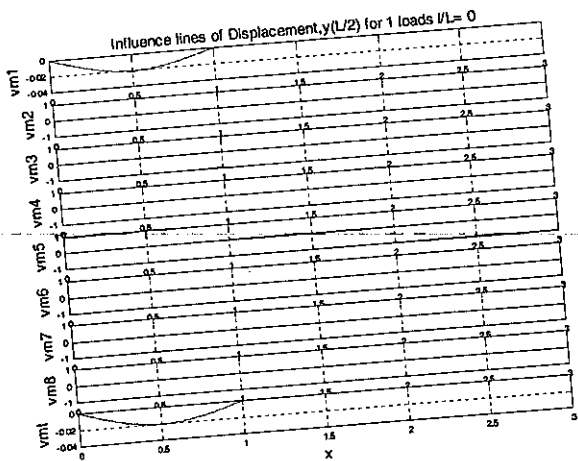
กรณีน้ำหนักบรรทุกแบบที่ 4 จะได้เส้นอิทธิพลดังรูป 4.94-4.102

น้ำหนักบรรทุกแบบที่ 4 เป็นรถบรรทุก 3 เพลา ที่มีการแบ่งน้ำหนักบรรทุกลงที่ล้อหน้า น้อยที่สุด ส่วนล้อกลางและล้อหลังรับน้ำหนักบรรทุกเท่ากัน เป็นผลให้เส้นอิทธิพลในช่วงเวลาที่ล้อกลางและล้อหลังเคลื่อนที่มาบนคานมีรูปร่างเหมือนกัน แตกต่างกันเพียงแค่ตำแหน่งที่เกิดตามระยะห่างระหว่างล้อรถและเส้นอิทธิพลทั้งสองนี้จะมีลักษณะที่สูงกว่าเส้นอิทธิพลที่เกิดในช่วงเวลาที่ล้อหน้าเคลื่อนที่เข้ามาบนคาน เมื่อรวมเส้นอิทธิพลทั้งสามเส้นเป็นเส้นอิทธิพลรวม ค่าสูงสุดที่แท้จริงของผลตอบสนองทางโครงสร้าง ส่วนหนึ่งมีค่าต่ำกว่ากรณีน้ำหนักบรรทุกแบบที่ 2 และ 3

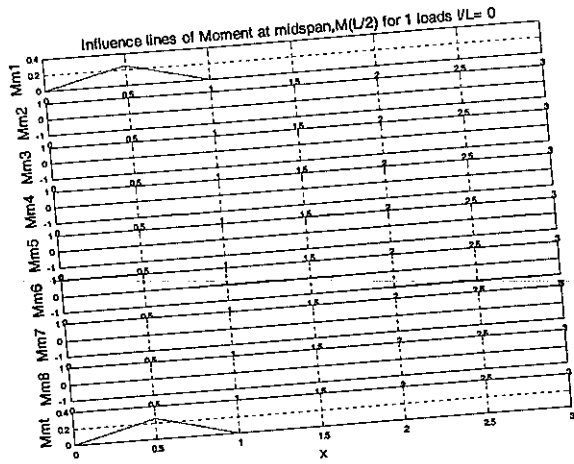
ยกเว้น ค่าโมเมนต์ดัดที่ฐานรองรับ B ,ค่าโมเมนต์ดัดที่ตำแหน่ง 3L/2 และค่าแรงเฉือนที่ตำแหน่ง
ใกล้ฐานรองรับ B มีค่าอยู่ระหว่างกรณีน้ำหนักบรรทุกแบบที่ 2 และ 3

กรณีน้ำหนักบรรทุกแบบที่ 5-7 จะได้เส้นอิทธิพลดังรูปที่ 4.103 - 4.147

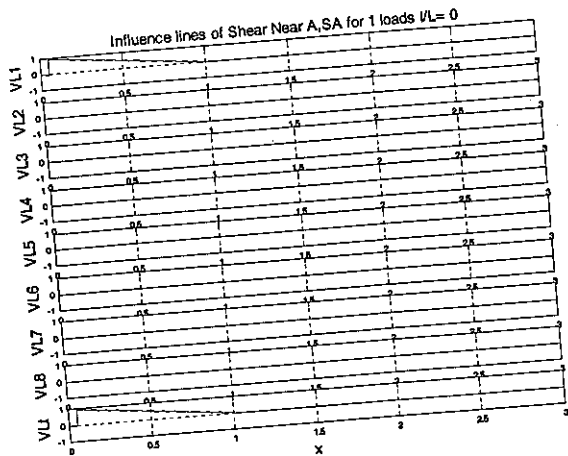
เป็นกรณีของรถไฟที่กำหนดความยาวของรถไฟ ให้มีค่าเท่ากับค่าคงที่ค่าหนึ่ง สมมติให้
ความยาวรถไฟเท่ากับ 0.5 และกำหนดให้น้ำหนักบรรทุกรวมทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 1 หลังจากนั้น
กำหนดจำนวนล้อที่จะทำการแบ่งน้ำหนักบรรทุก เช่น กำหนดจำนวนล้อสำหรับแบ่งน้ำหนัก
จำนวน 4 ล้อ จะเป็นกรณีน้ำหนักบรรทุกแบบที่ 5 โดยแต่ละล้อจะมีน้ำหนักเท่าๆกันคือ 0.25 ซึ่ง
เส้นอิทธิพลในแต่ละช่วงเวลาที่ล้อแต่ละล้อเคลื่อนที่มาบนคานจะมีรูปร่างที่เหมือนกัน แตกต่างกัน
เพียงแต่ตำแหน่งที่เกิดเส้นอิทธิพล ซึ่งในกรณีน้ำหนักบรรทุกแบบที่ 6 และ 7 ก็เกิดขึ้นเหมือนกับ
กรณีน้ำหนักบรรทุกแบบที่ 5 แต่ค่าสูงสุดที่แท้จริงของผลตอบสนองทางโครงสร้างมีแนวโน้มเพิ่ม
ขึ้นตามจำนวนล้อ ยกเว้นค่าแรงเฉือนที่ตำแหน่งใกล้ฐานรองรับ C, ค่าแรงปฏิกิริยาที่ฐานรองรับ A
และ C มีแนวโน้มลดลง



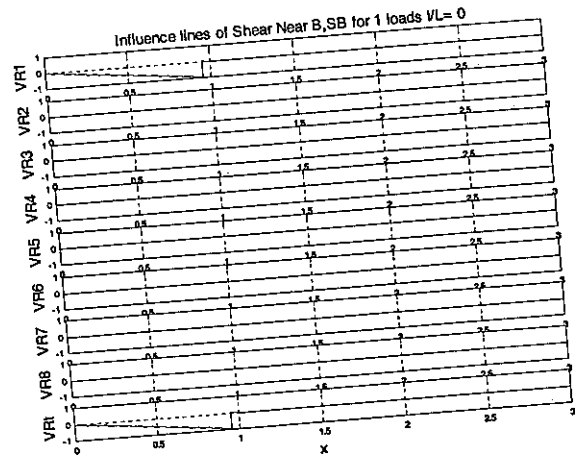
รูปที่ 4.1



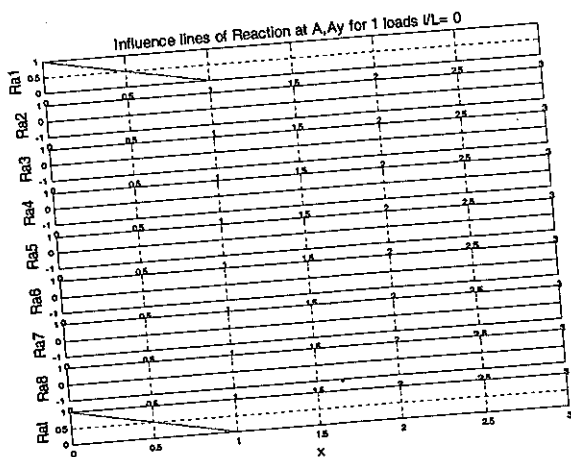
รูปที่ 4.2



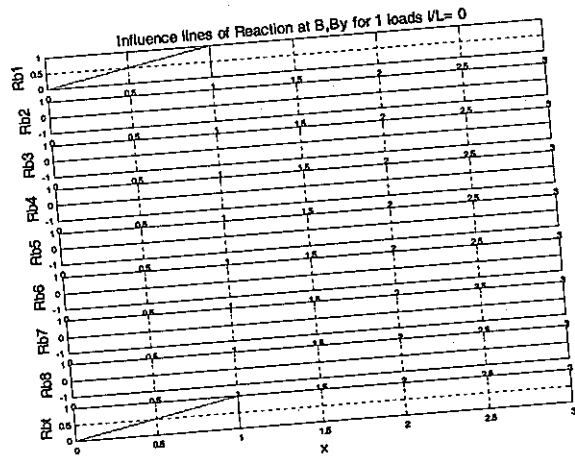
รูปที่ 4.3



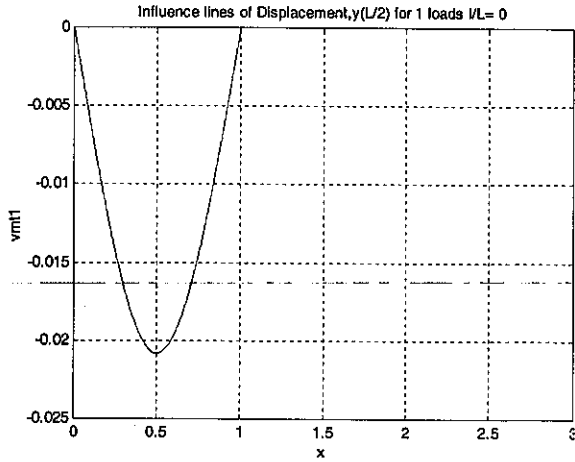
รูปที่ 4.4



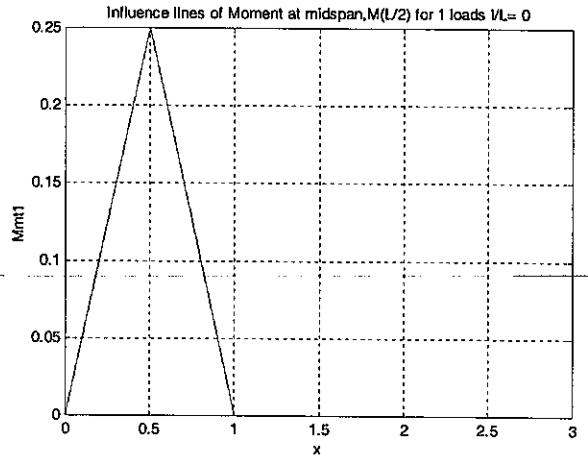
รูปที่ 4.5



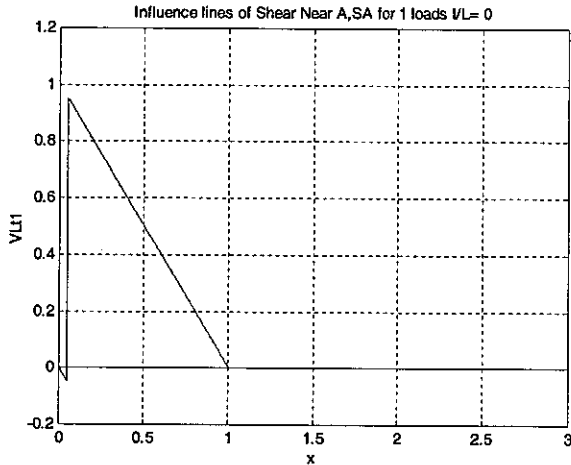
รูปที่ 4.6



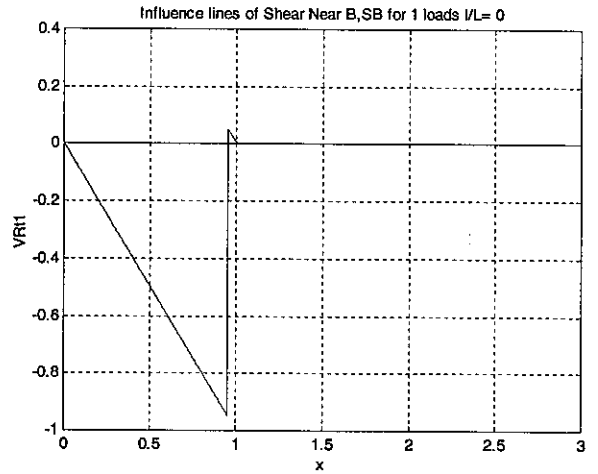
รูปที่ 4.7



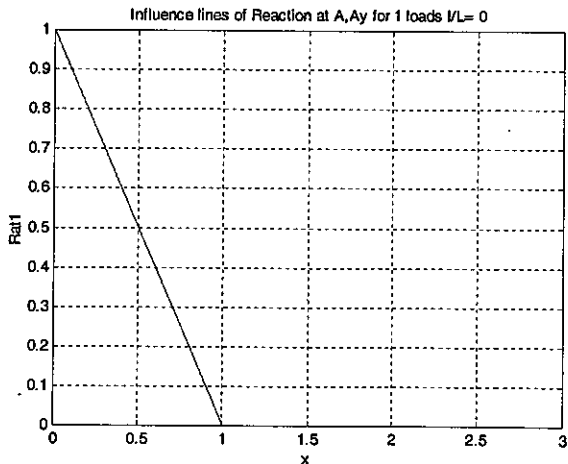
รูปที่ 4.8



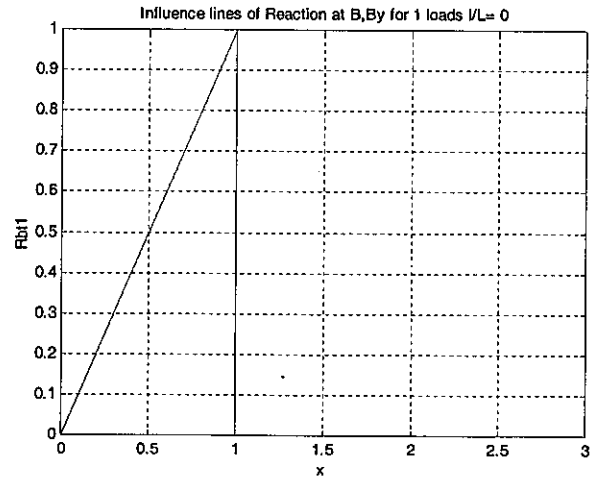
รูปที่ 4.9



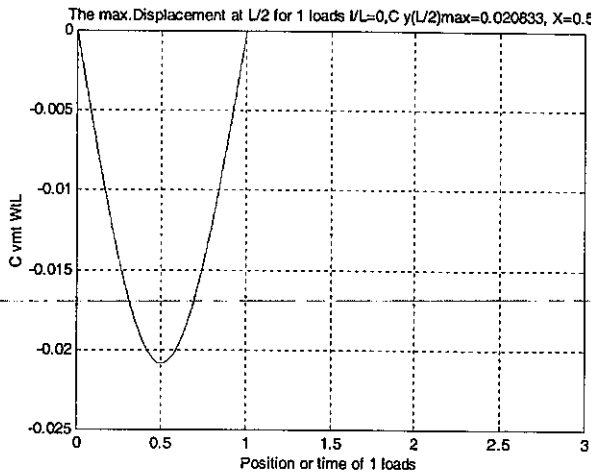
รูปที่ 4.10



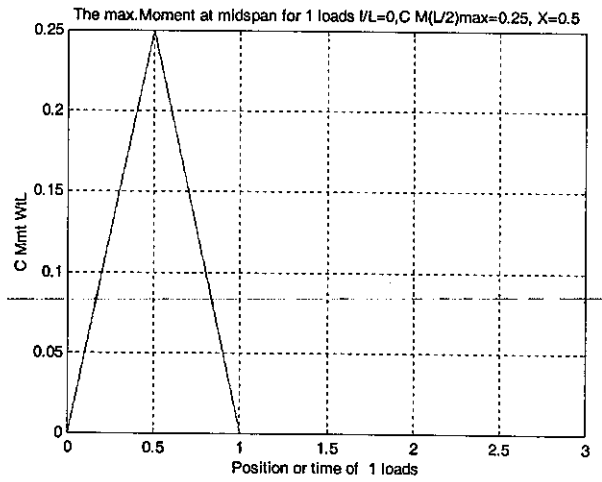
รูปที่ 4.11



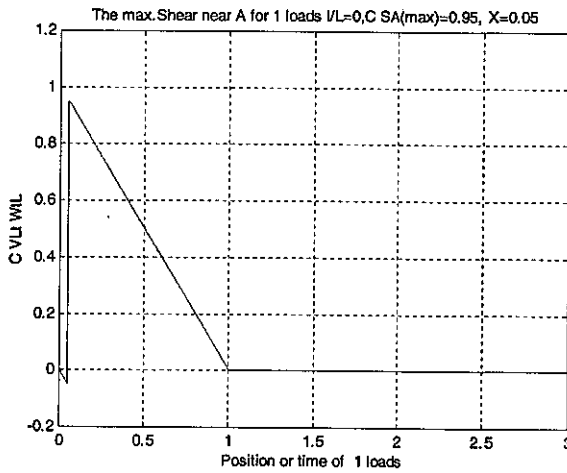
รูปที่ 4.12



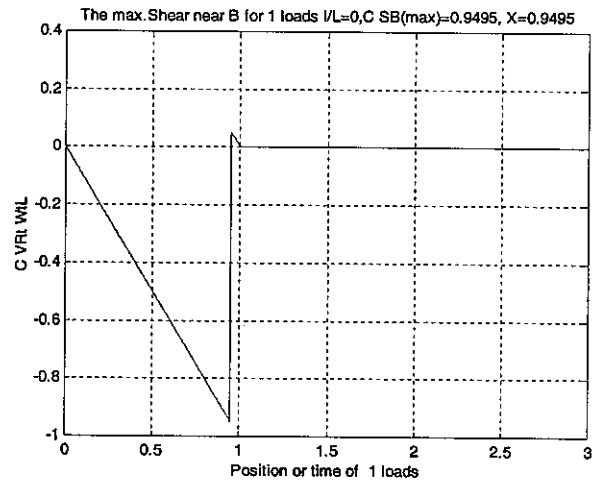
รูปที่ 4.13



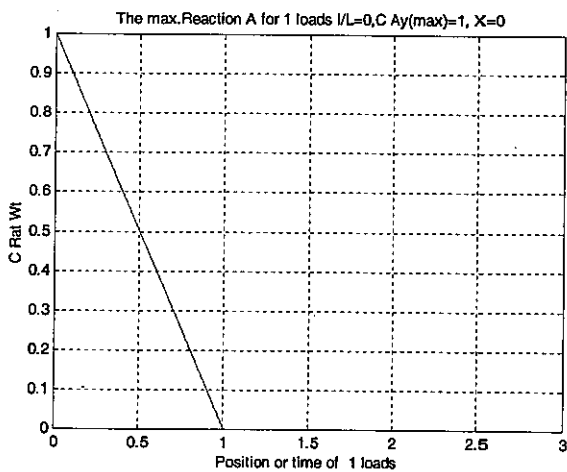
รูปที่ 4.14



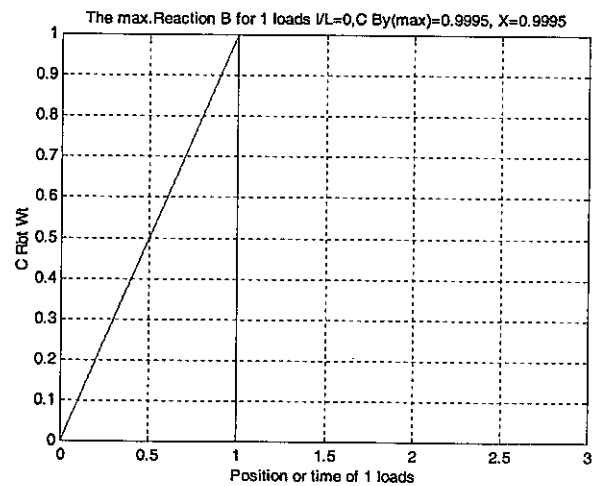
รูปที่ 4.15



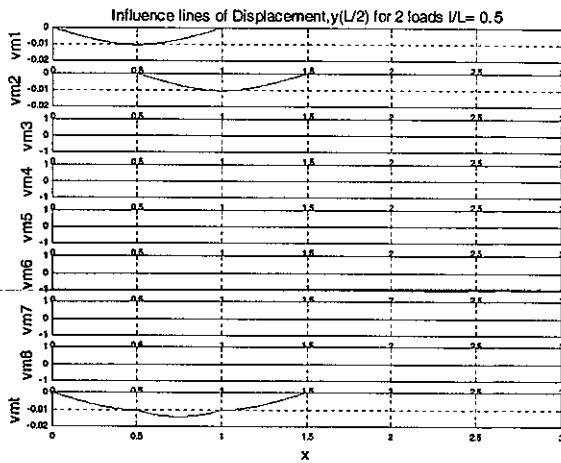
รูปที่ 4.16



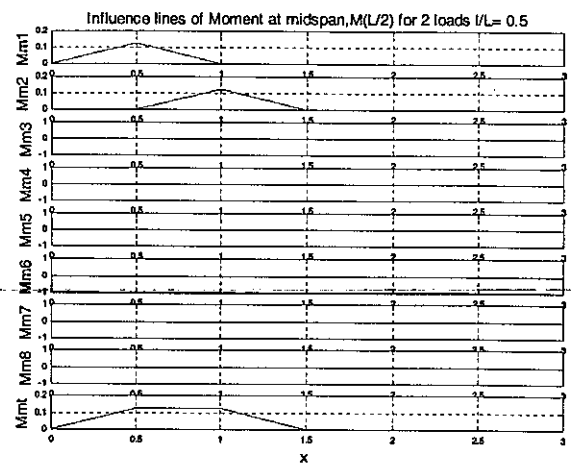
รูปที่ 4.17



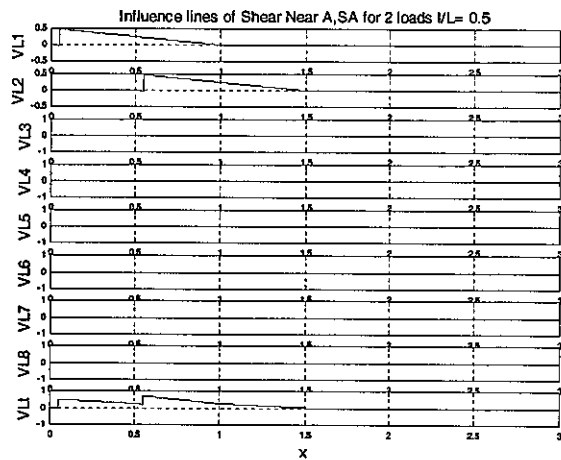
รูปที่ 4.18



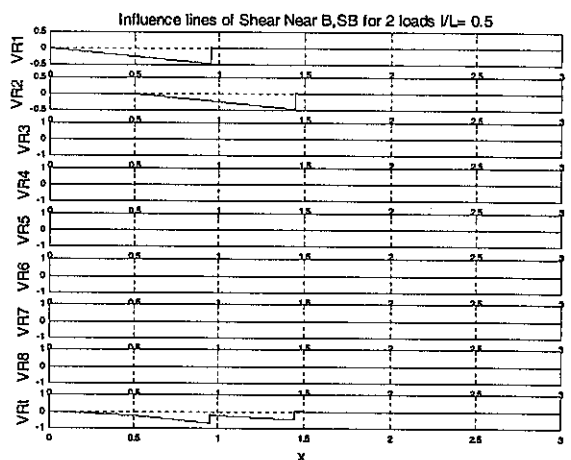
รูปที่ 4.19



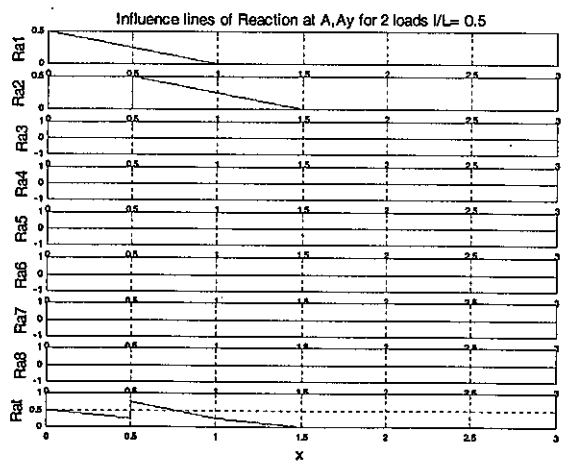
รูปที่ 4.20



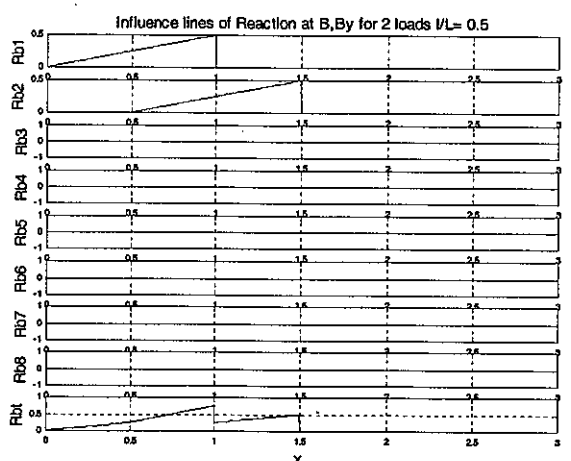
รูปที่ 4.21



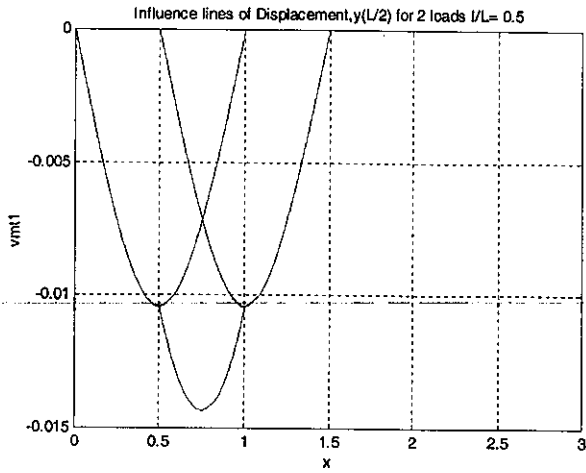
รูปที่ 4.22



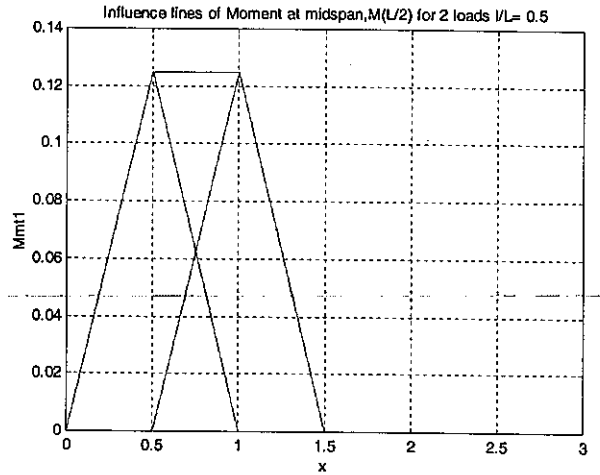
รูปที่ 4.23



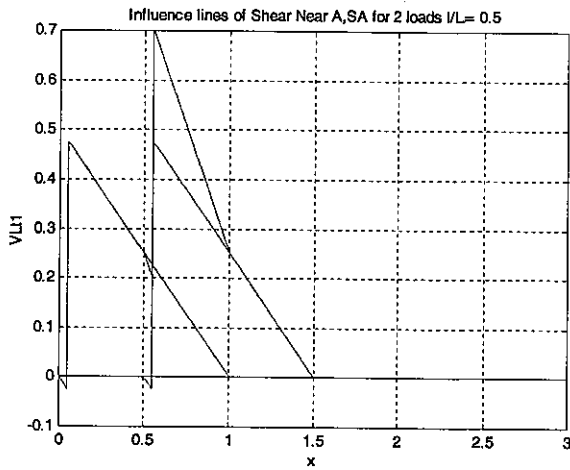
รูปที่ 4.24



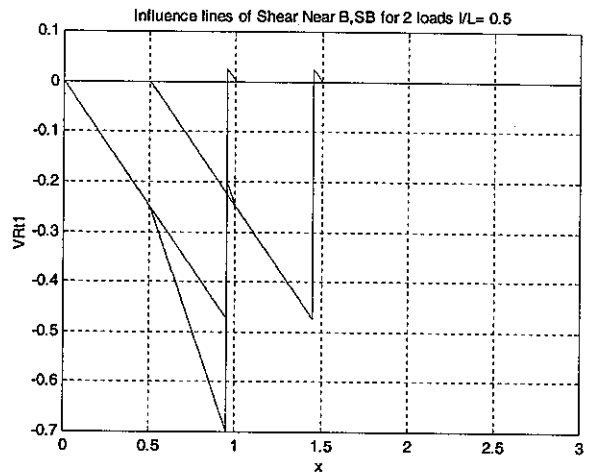
รูปที่ 4.25



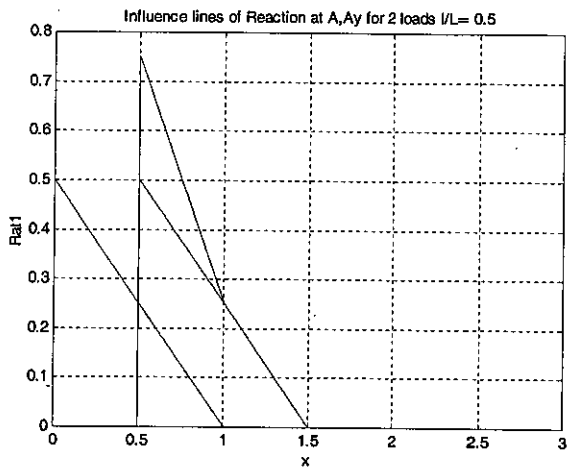
รูปที่ 4.26



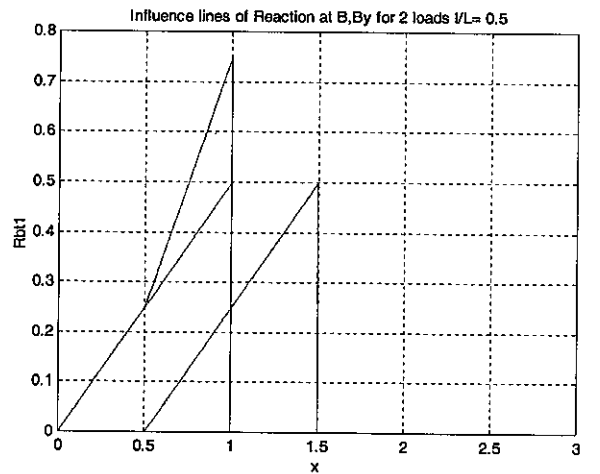
รูปที่ 4.27



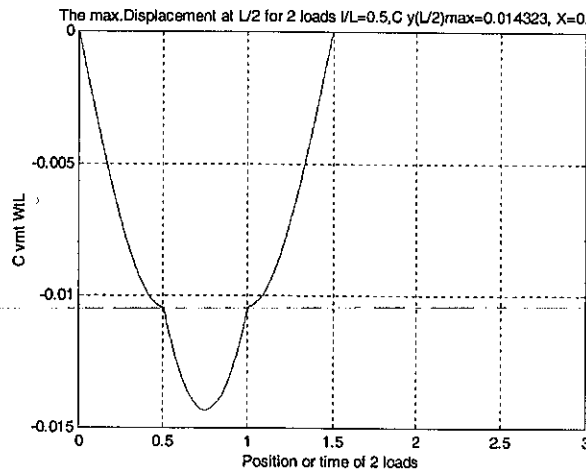
รูปที่ 4.28



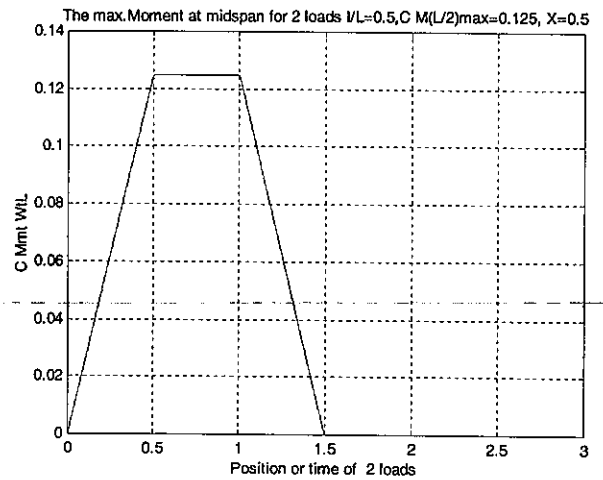
รูปที่ 4.29



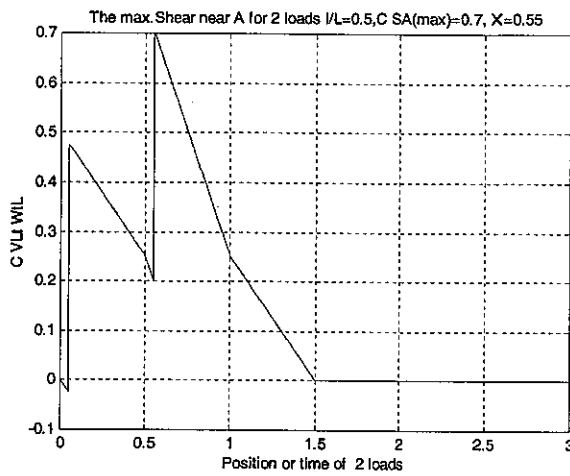
รูปที่ 4.30



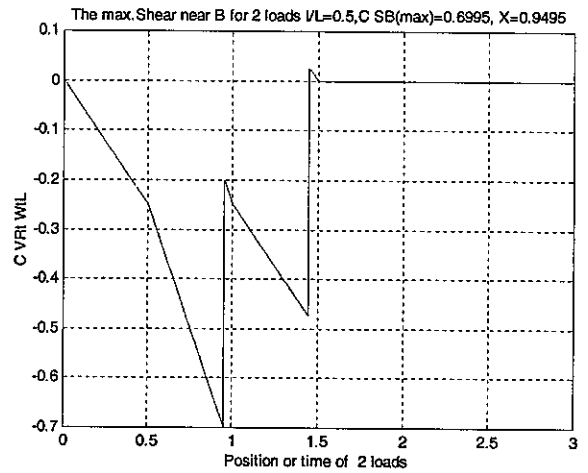
รูปที่ 4.31



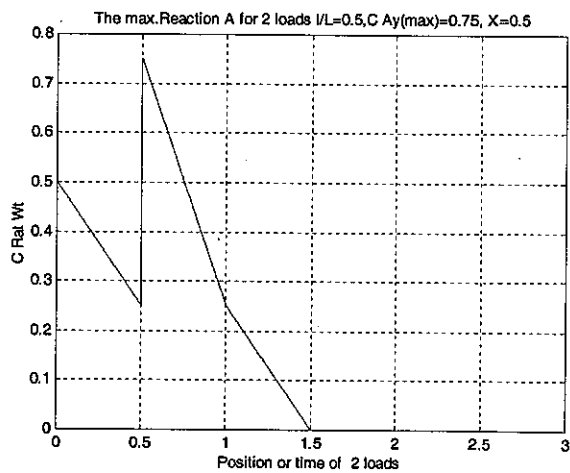
รูปที่ 4.32



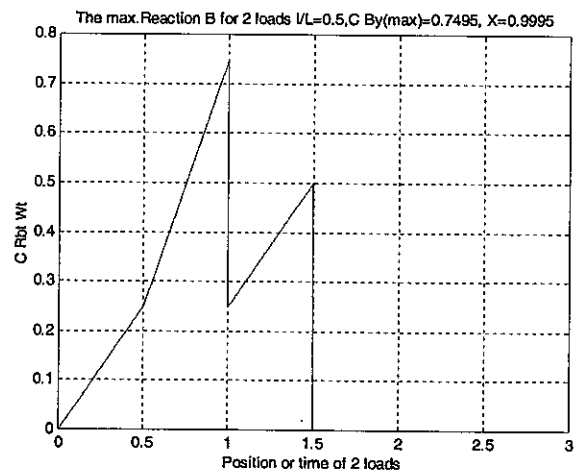
รูปที่ 4.33



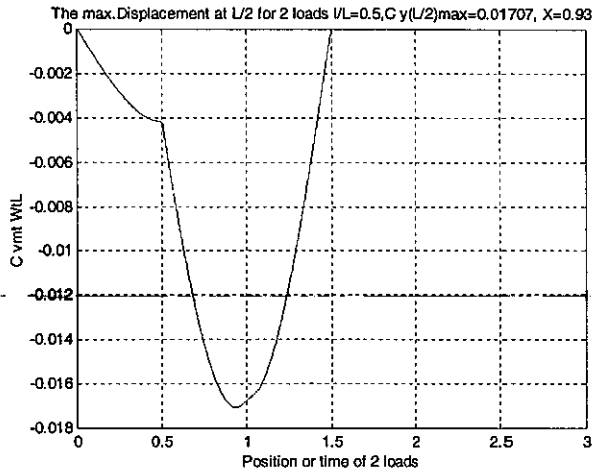
รูปที่ 4.34



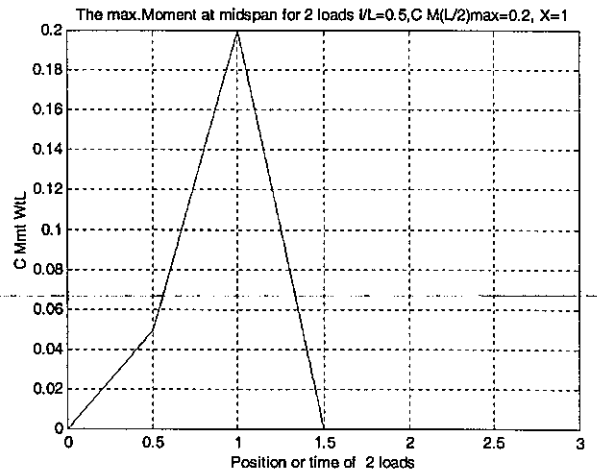
รูปที่ 4.35



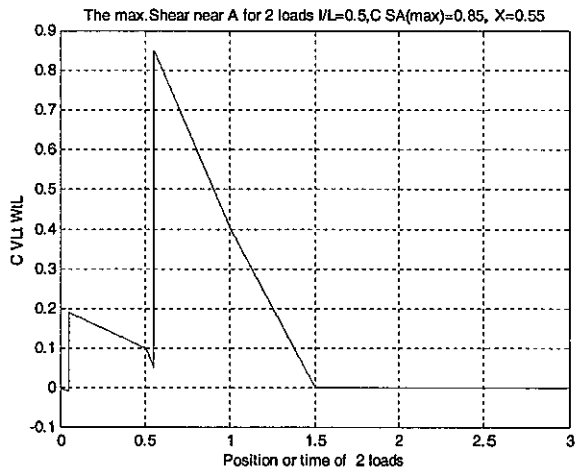
รูปที่ 4.36



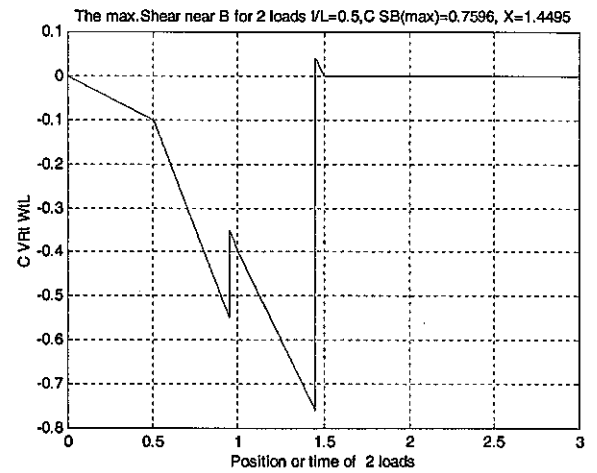
รูปที่ 4.37



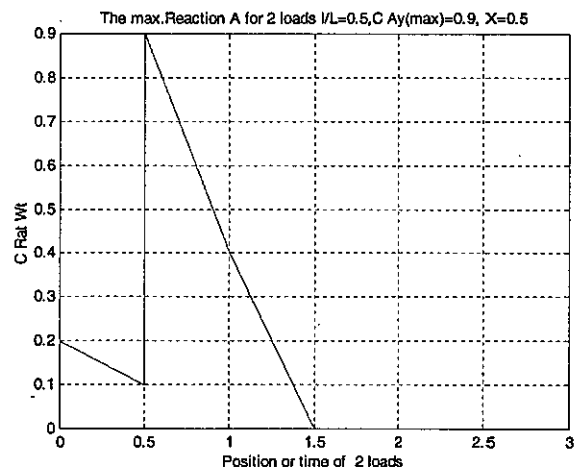
รูปที่ 4.38



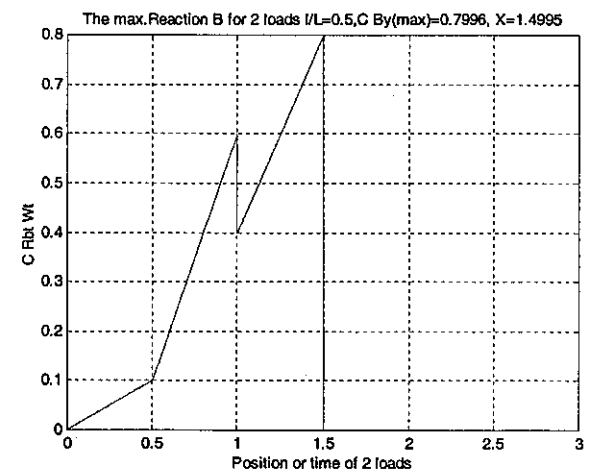
รูปที่ 4.39



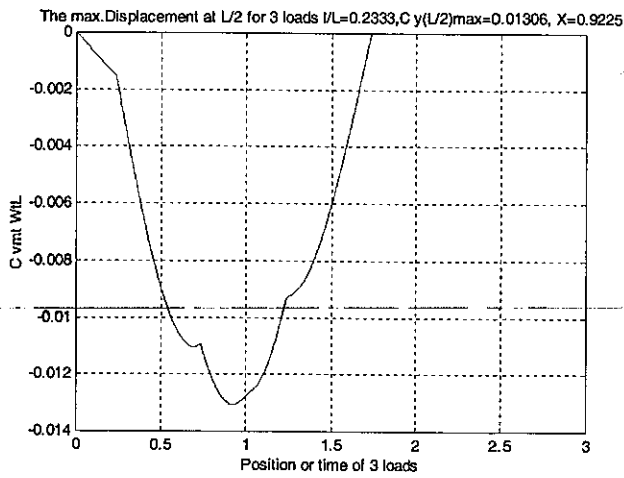
รูปที่ 4.40



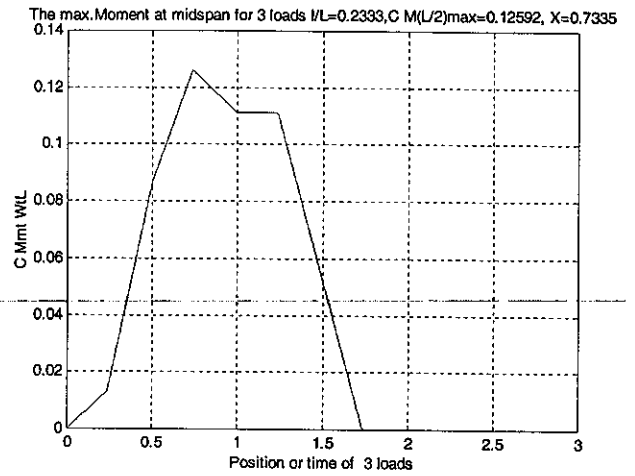
รูปที่ 4.41



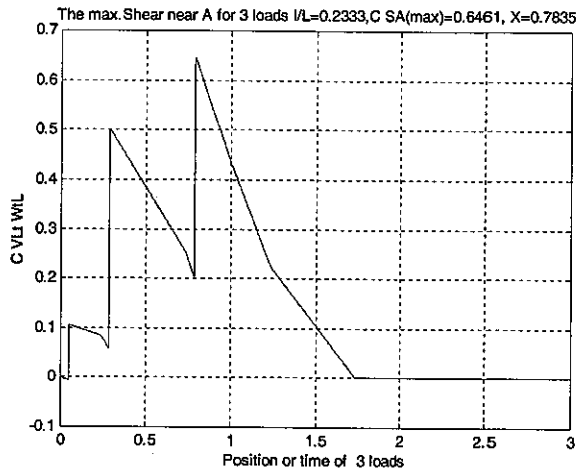
รูปที่ 4.42



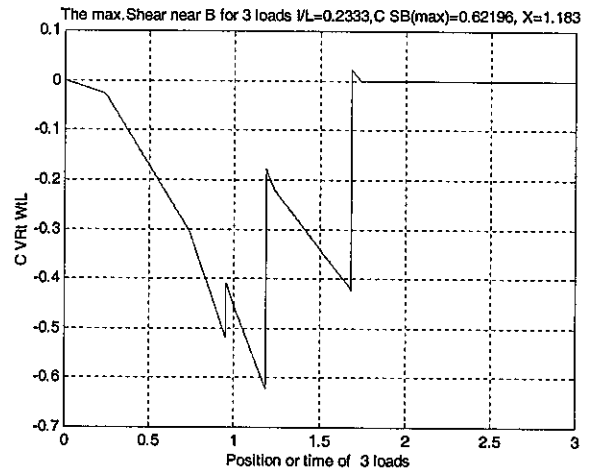
รูปที่ 4.43



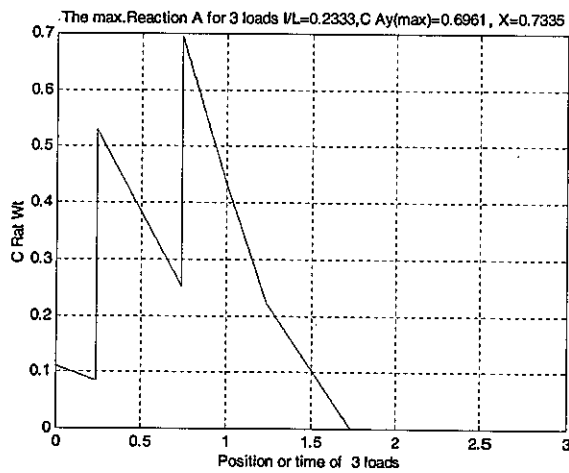
รูปที่ 4.44



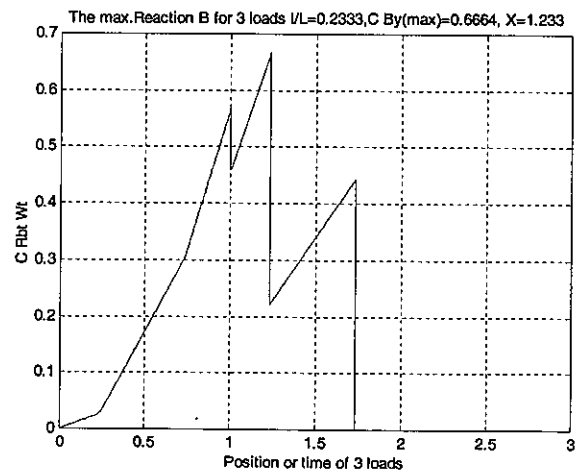
รูปที่ 4.45



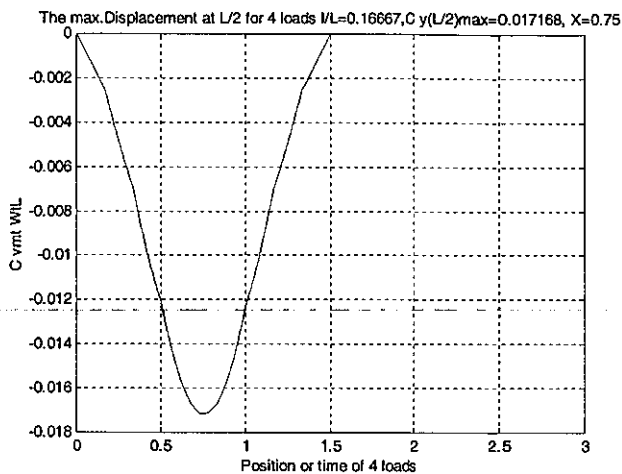
รูปที่ 4.46



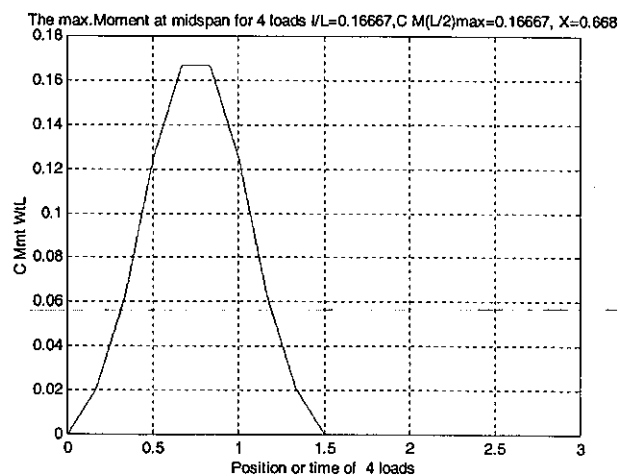
รูปที่ 4.47



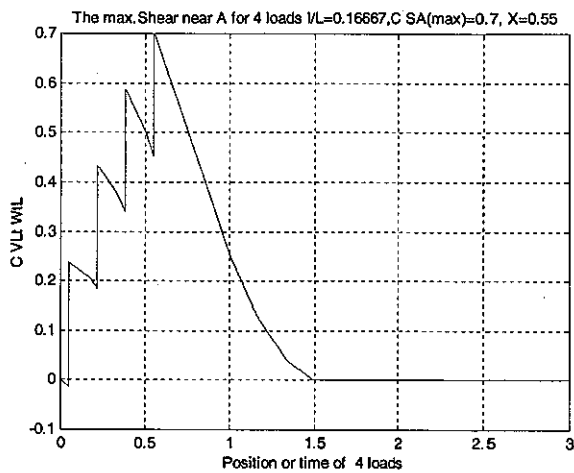
รูปที่ 4.48



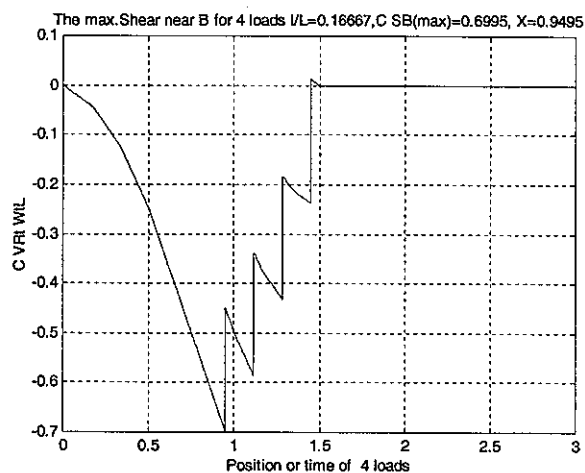
รูปที่ 4.49



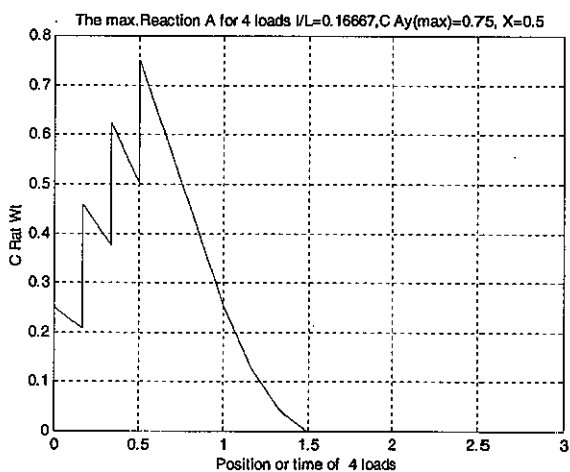
รูปที่ 4.50



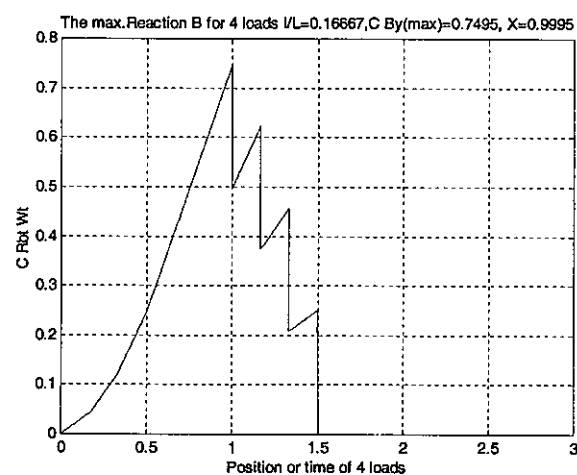
รูปที่ 4.51



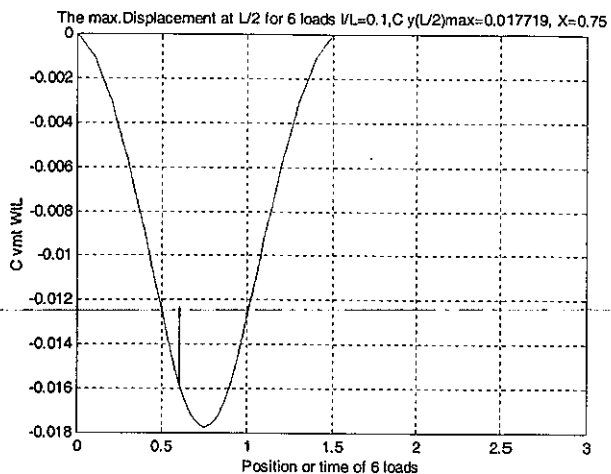
รูปที่ 4.52



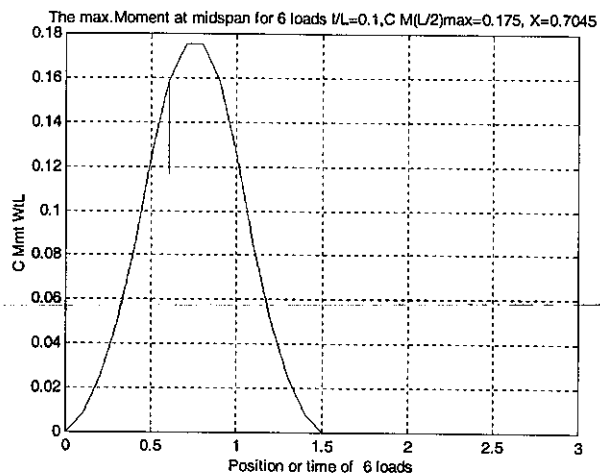
รูปที่ 4.53



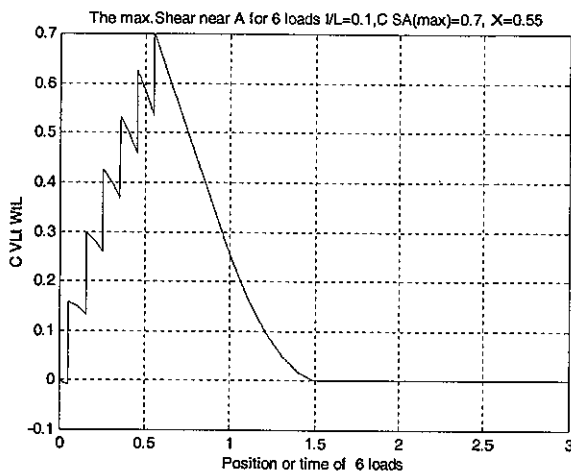
รูปที่ 4.54



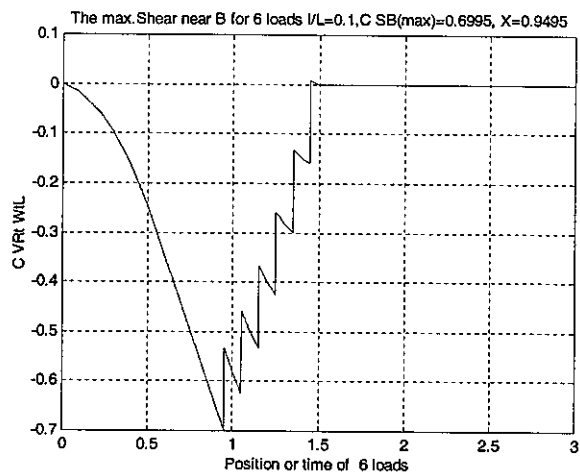
รูปที่ 4.55



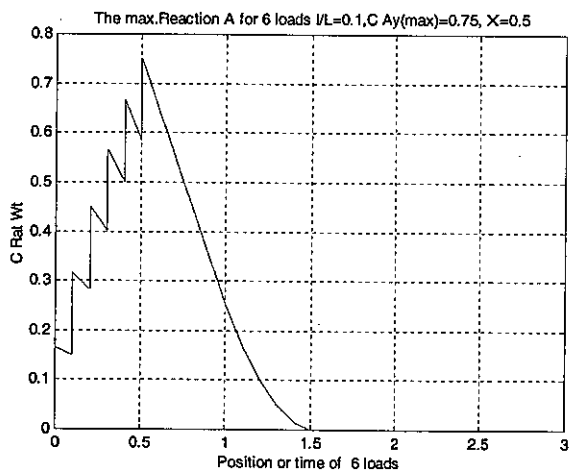
รูปที่ 4.56



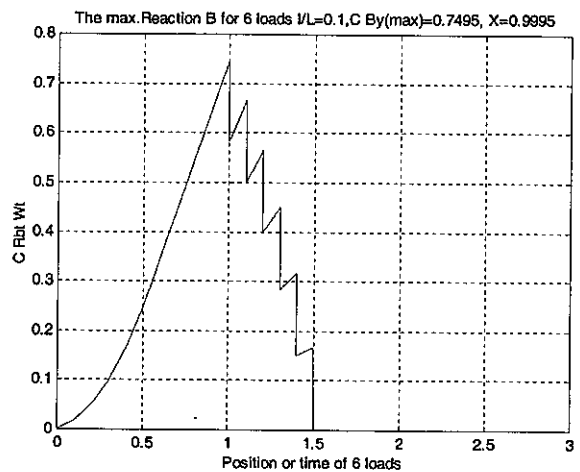
รูปที่ 4.57



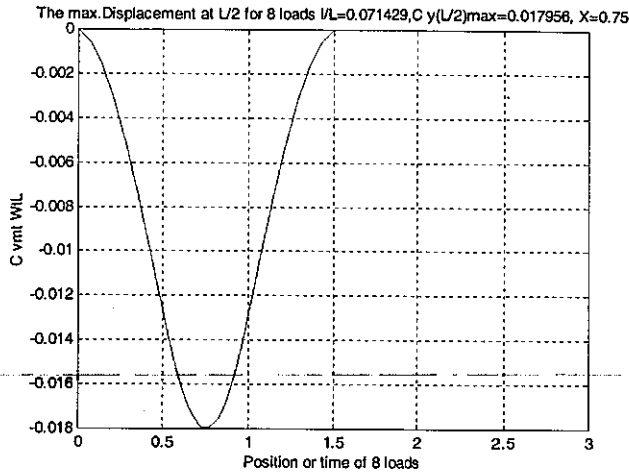
รูปที่ 4.58



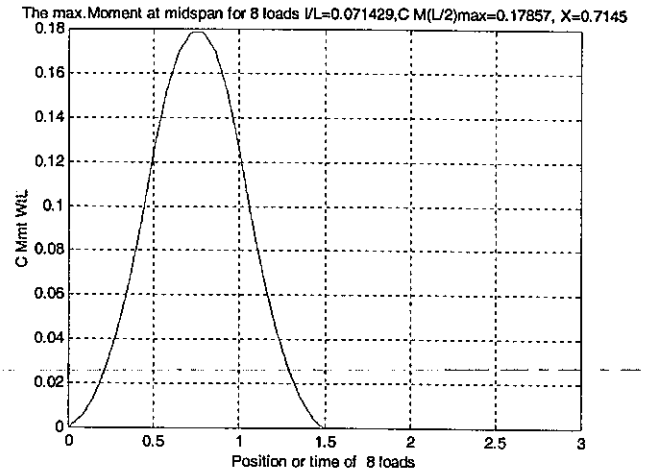
รูปที่ 4.59



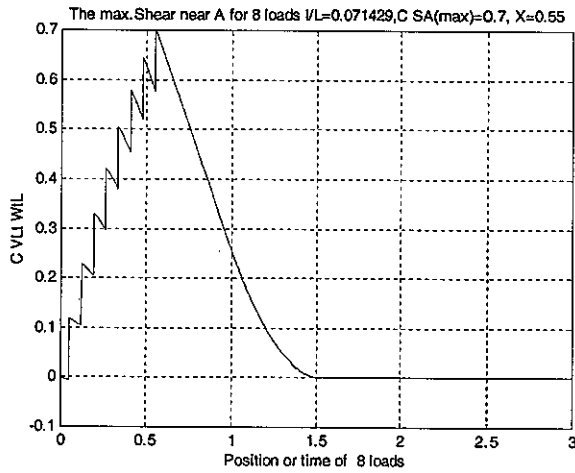
รูปที่ 4.60



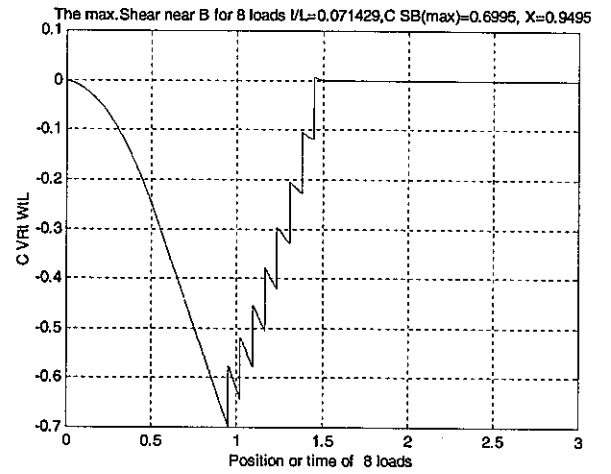
รูปที่ 4.61



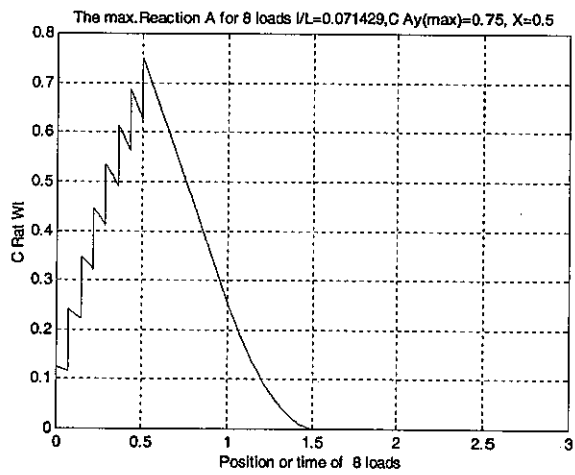
รูปที่ 4.62



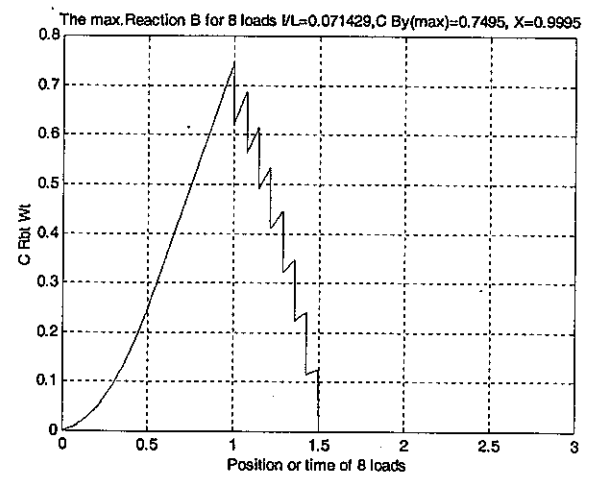
รูปที่ 4.63



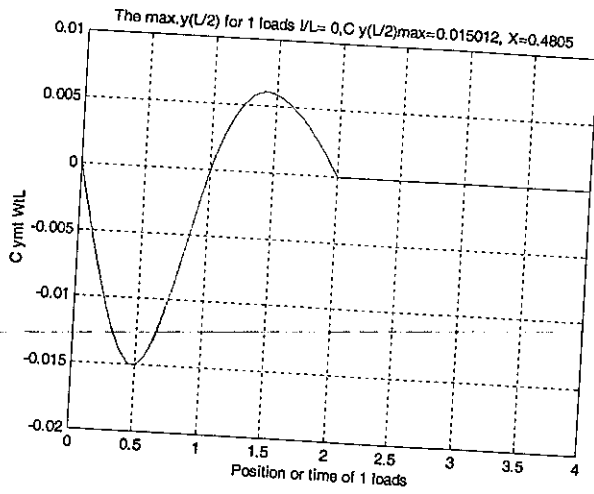
รูปที่ 4.64



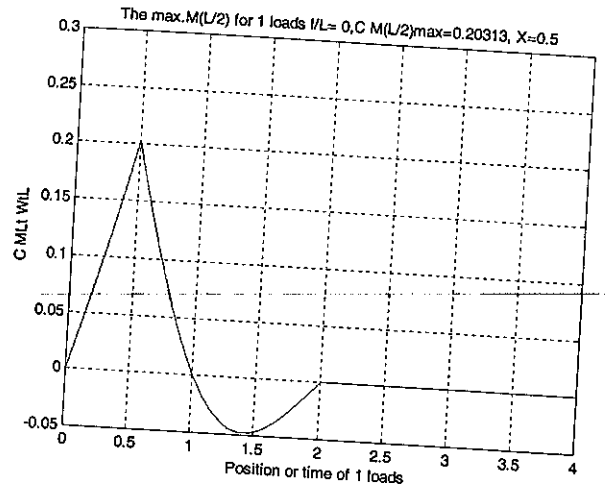
รูปที่ 4.65



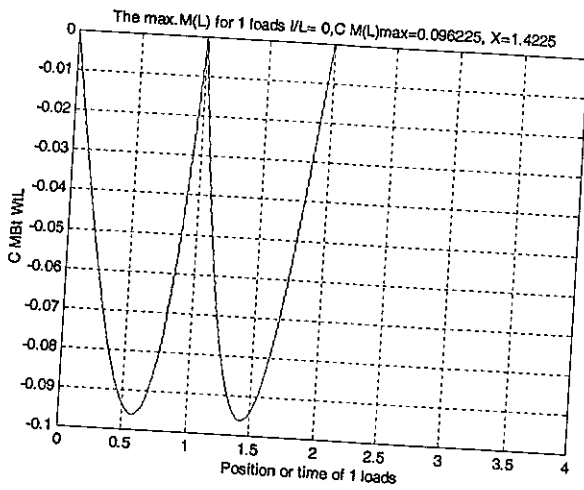
รูปที่ 4.66



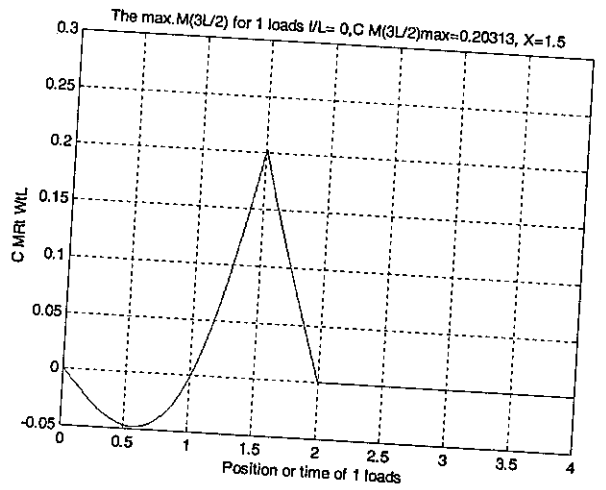
รูปที่ 4.67



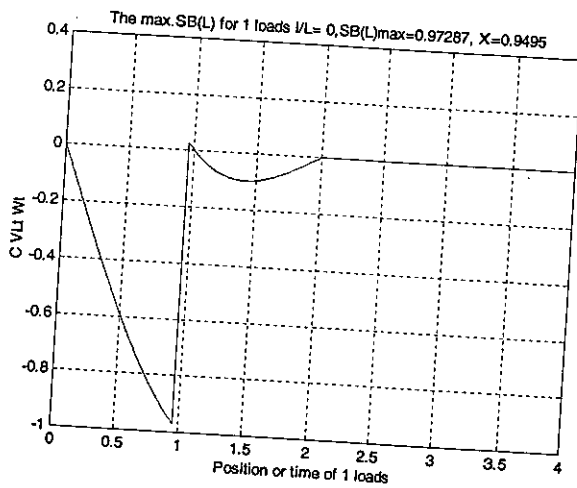
รูปที่ 4.68



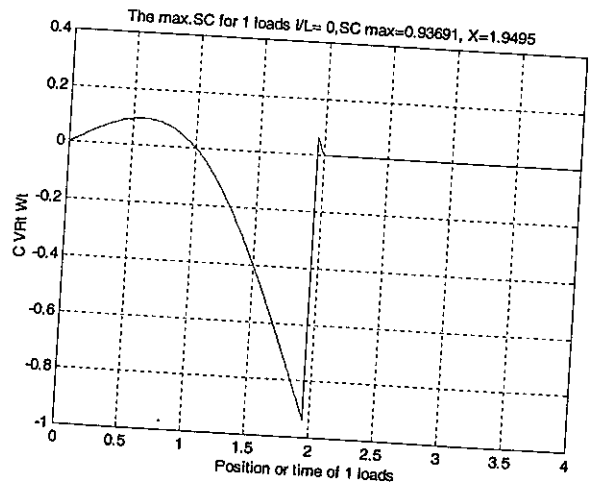
รูปที่ 4.69



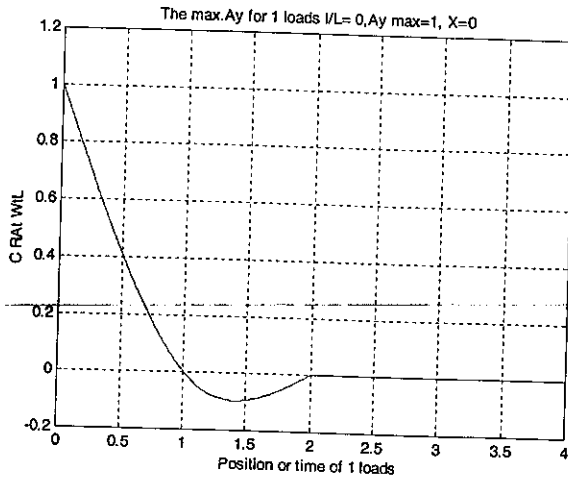
รูปที่ 4.70



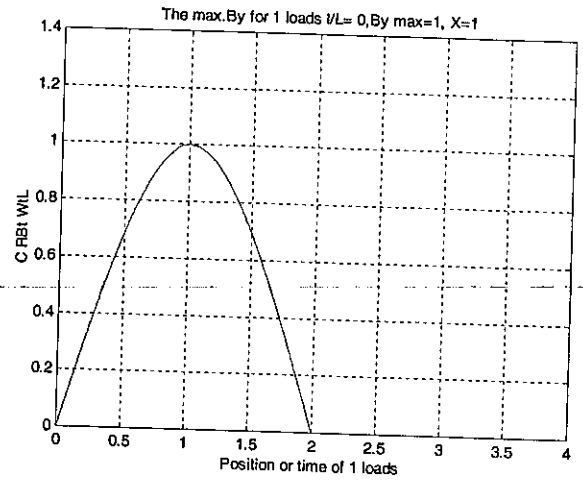
รูปที่ 4.71



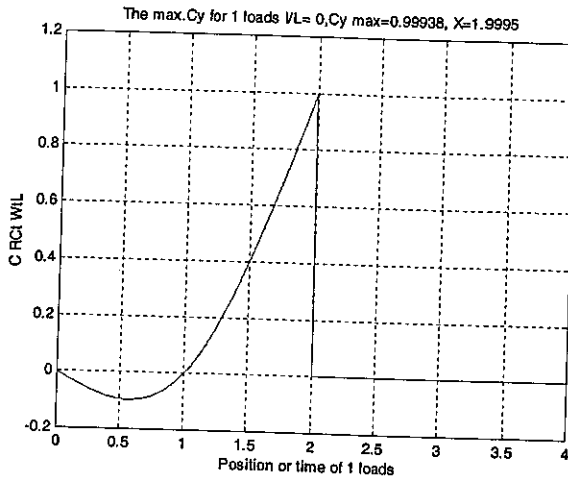
รูปที่ 4.72



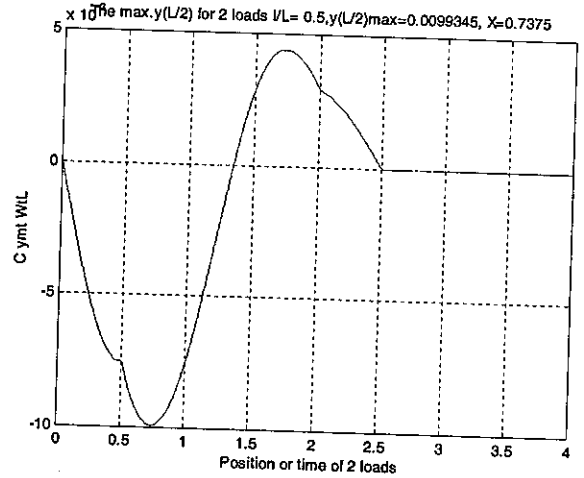
รูปที่ 4.73



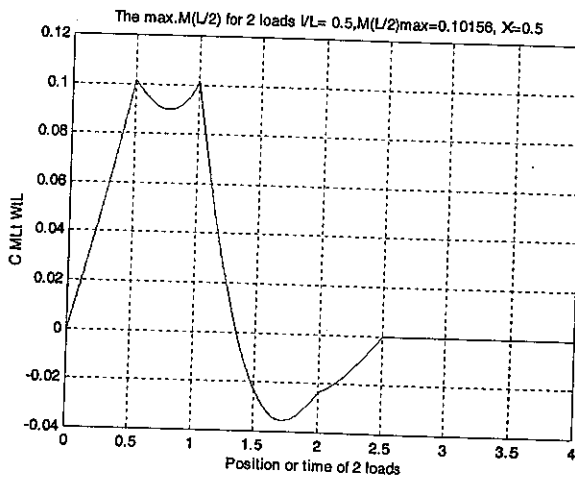
รูปที่ 4.74



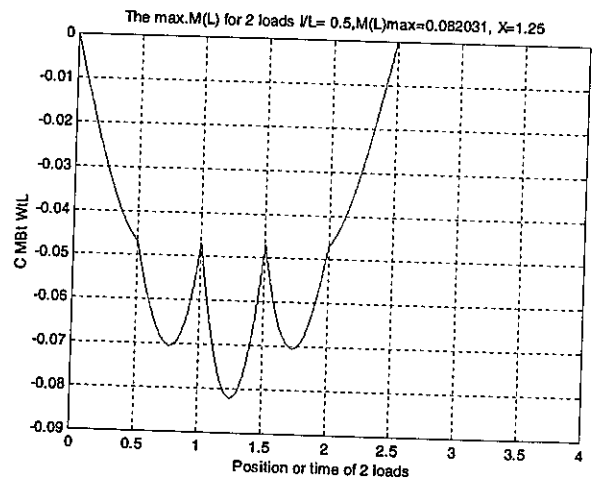
รูปที่ 4.75



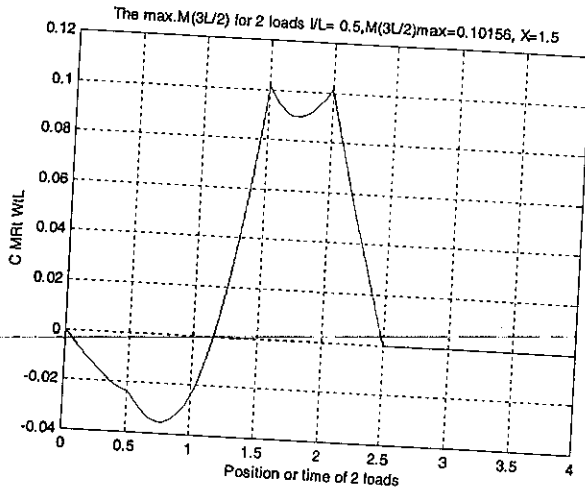
รูปที่ 4.76



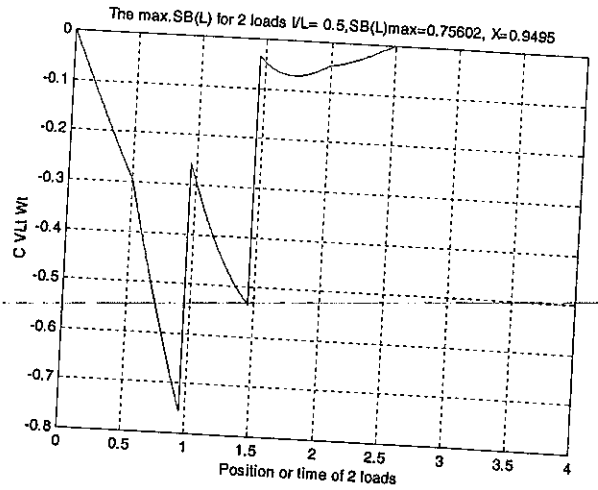
รูปที่ 4.77



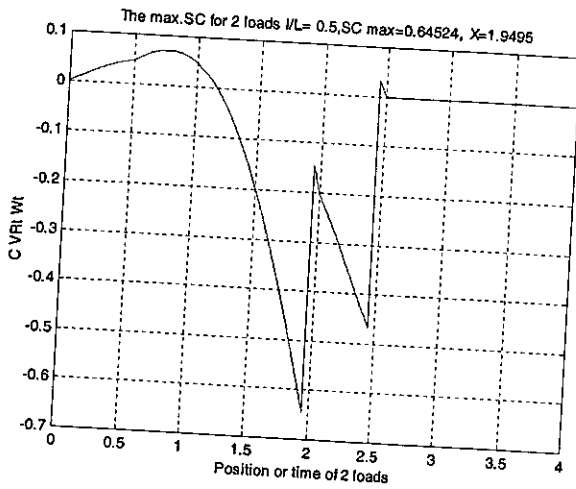
รูปที่ 4.78



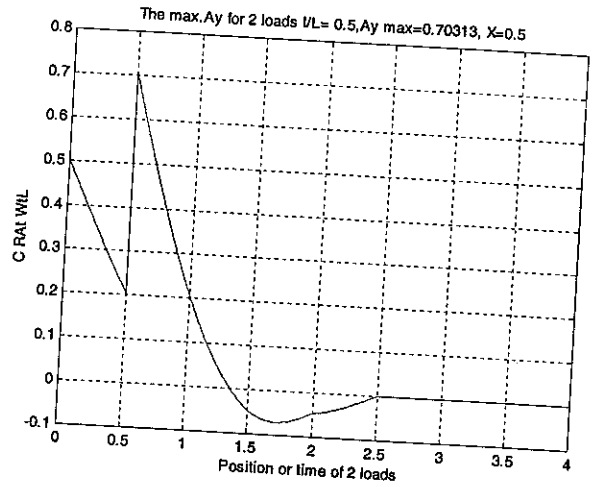
รูปที่ 4.79



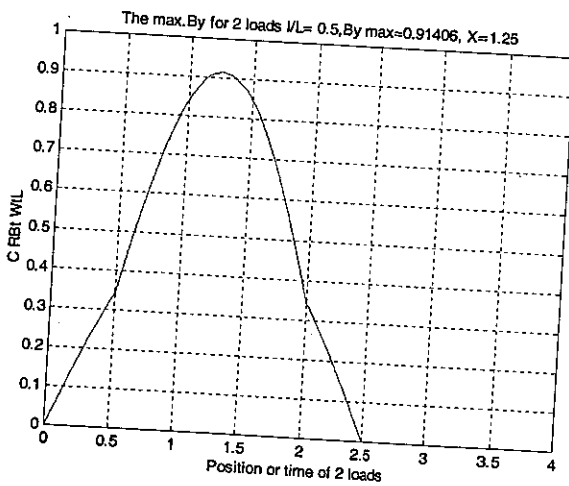
รูปที่ 4.80



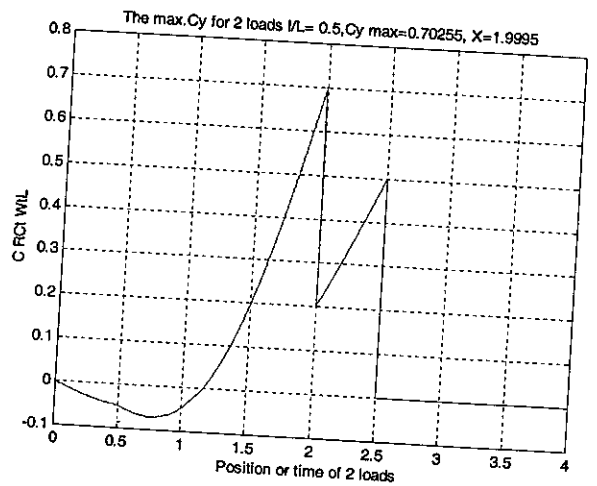
รูปที่ 4.81



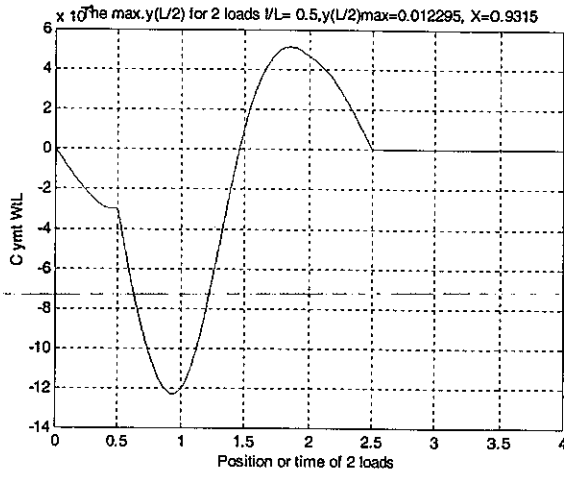
รูปที่ 4.82



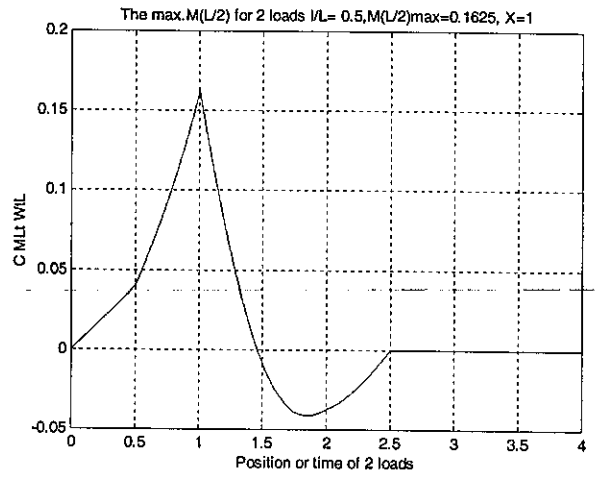
รูปที่ 4.83



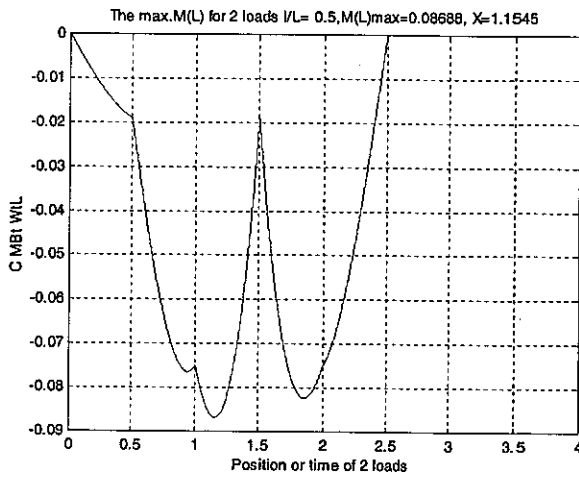
รูปที่ 4.84



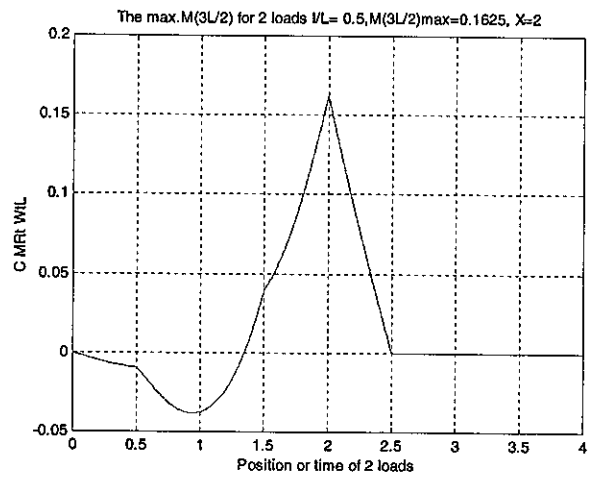
รูปที่ 4.85



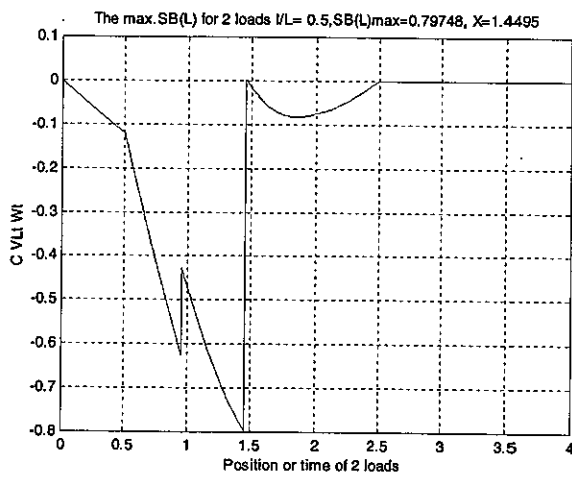
รูปที่ 4.86



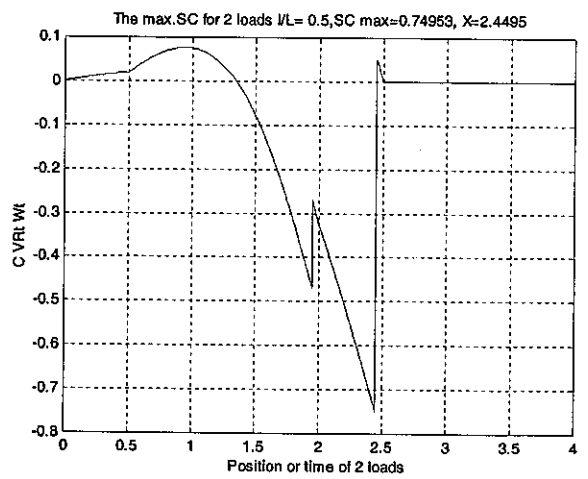
รูปที่ 4.87



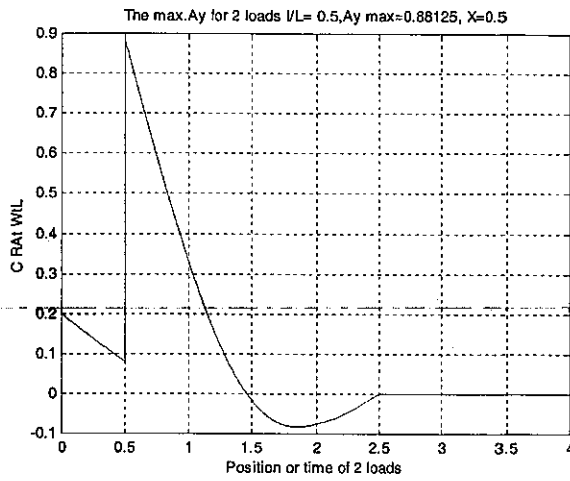
รูปที่ 4.88



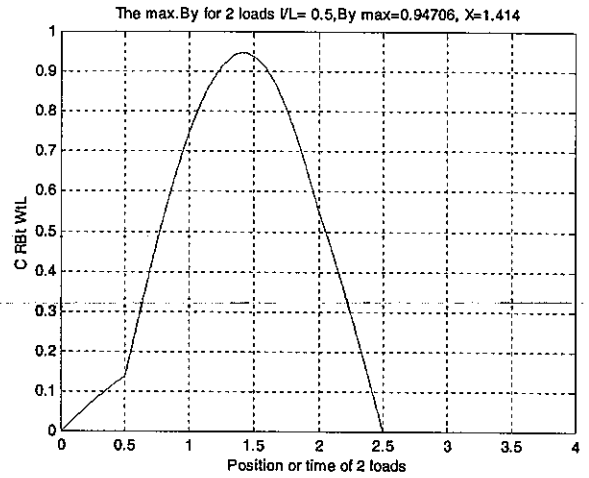
รูปที่ 4.89



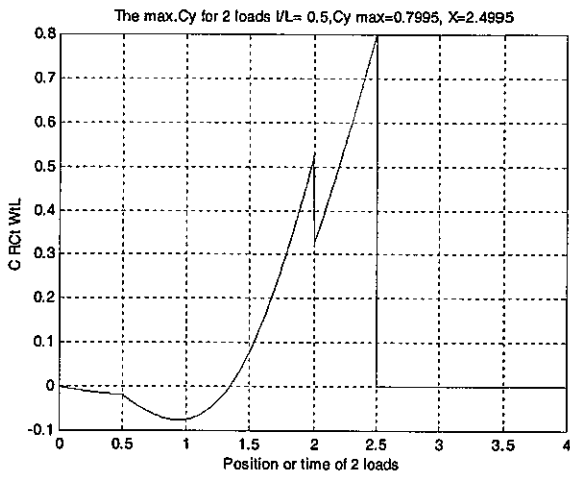
รูปที่ 4.90



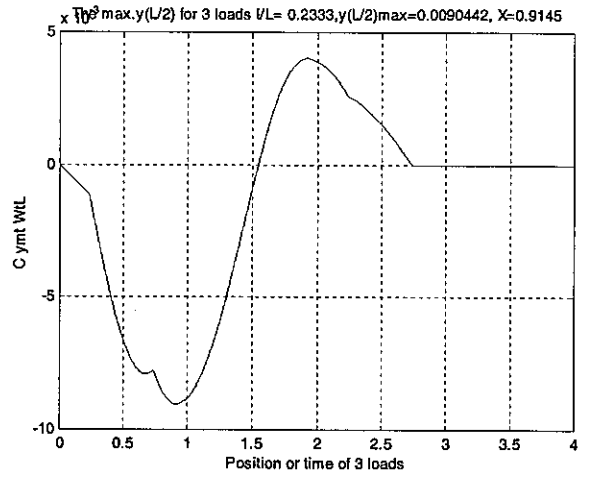
รูปที่ 4.91



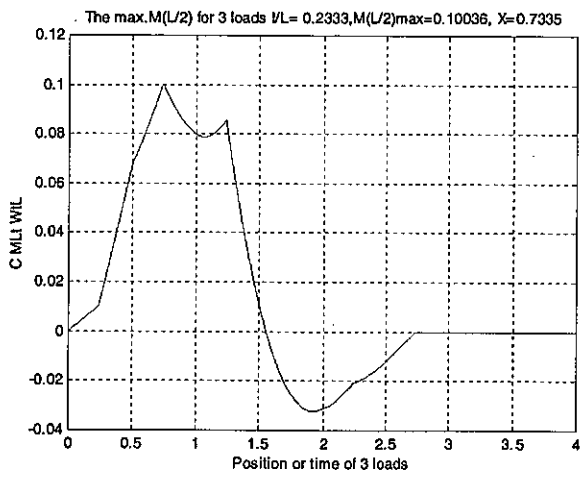
รูปที่ 4.92



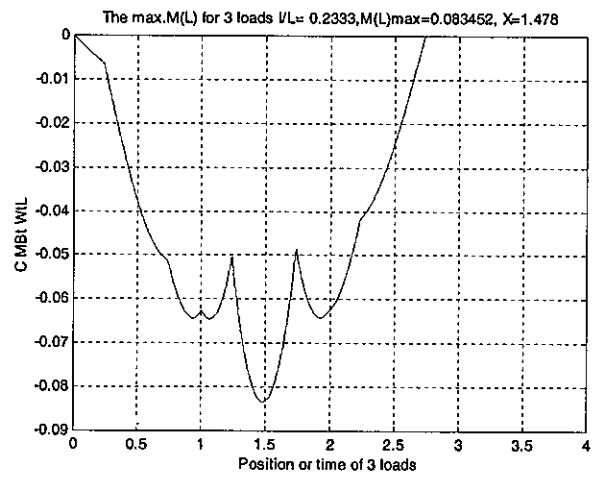
รูปที่ 4.93



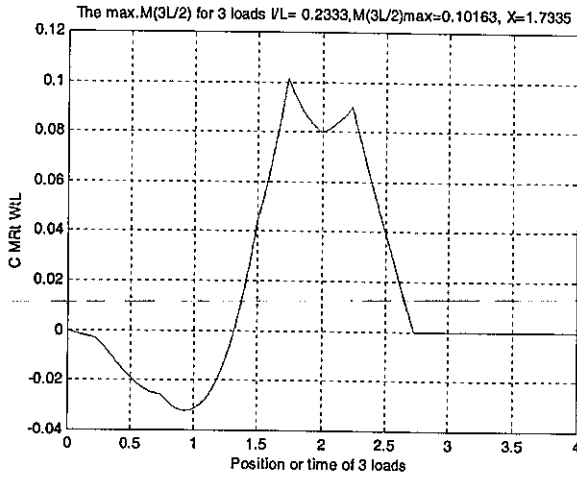
รูปที่ 4.94



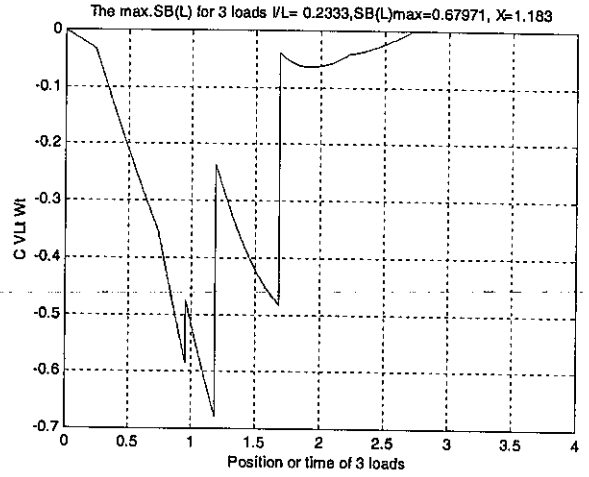
รูปที่ 4.95



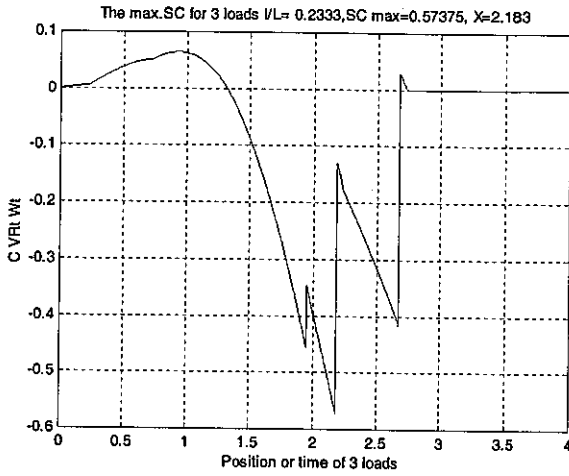
รูปที่ 4.96



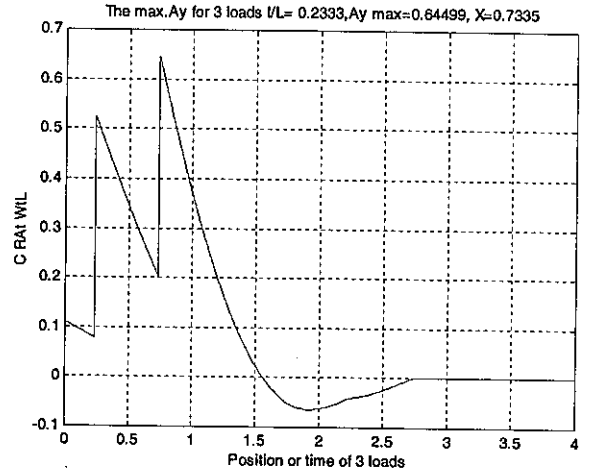
รูปที่ 4.97



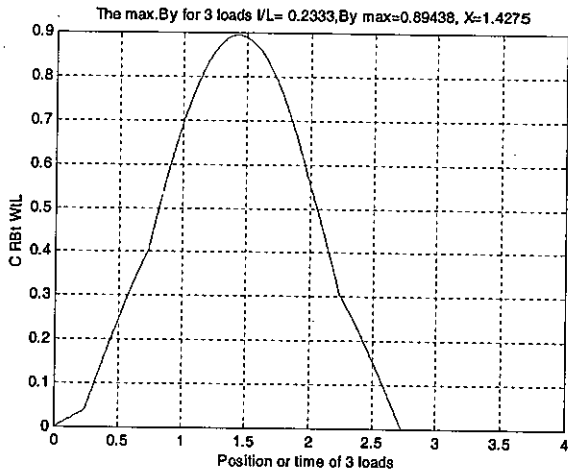
รูปที่ 4.98



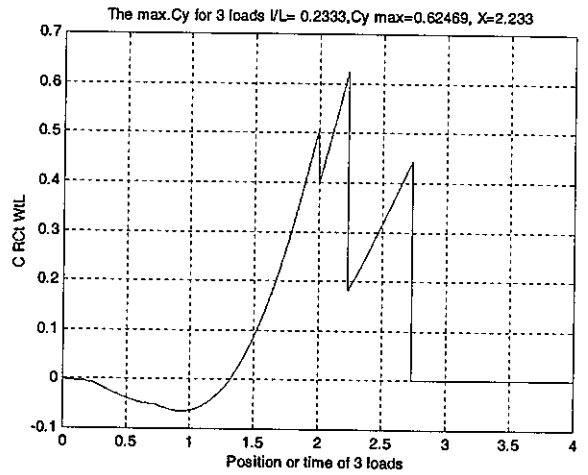
รูปที่ 4.99



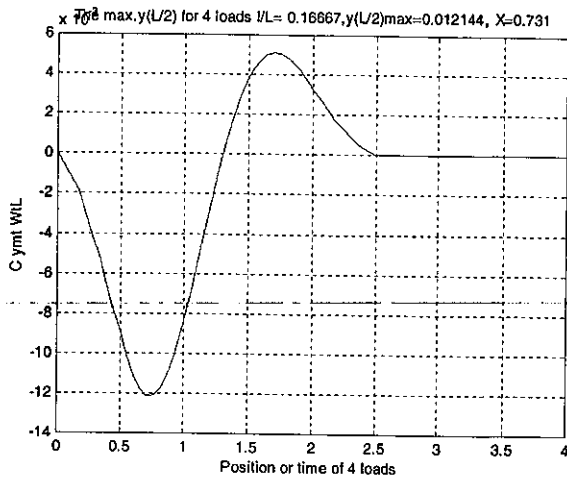
รูปที่ 4.100



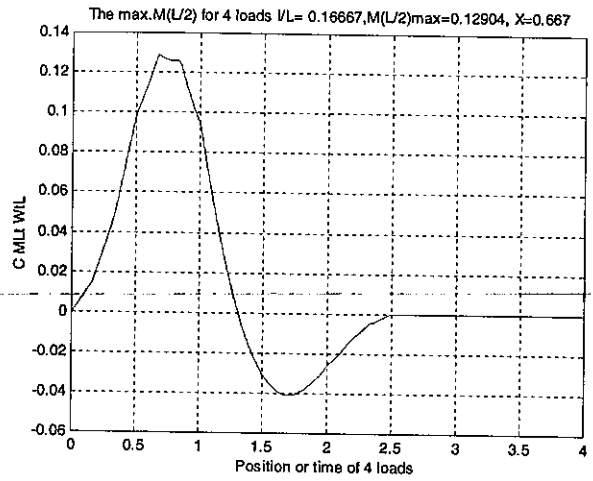
รูปที่ 4.101



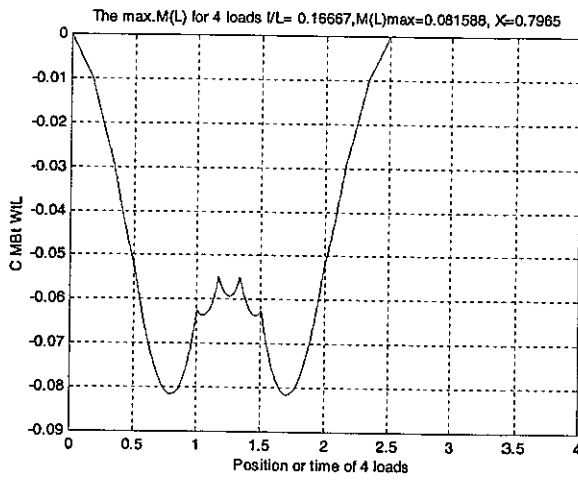
รูปที่ 4.102



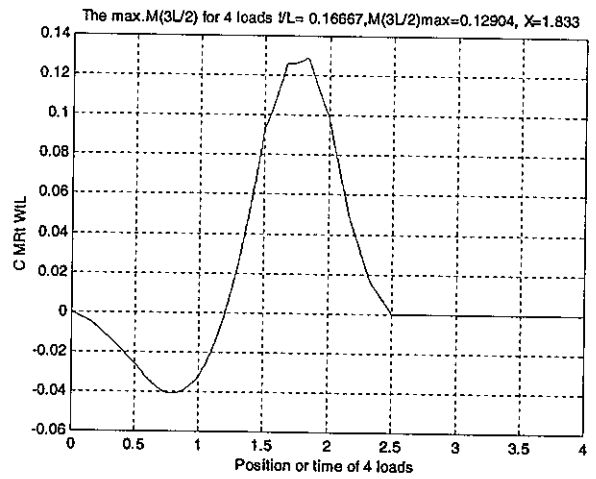
รูปที่ 4.103



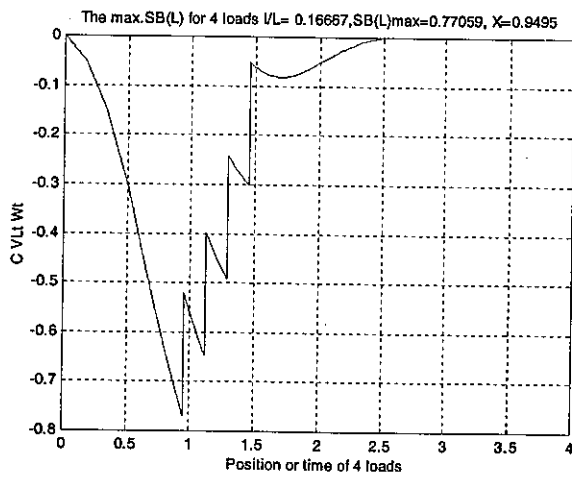
รูปที่ 4.104



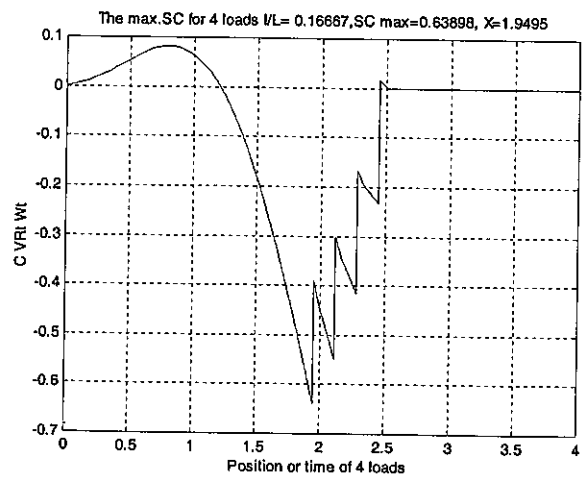
รูปที่ 4.105



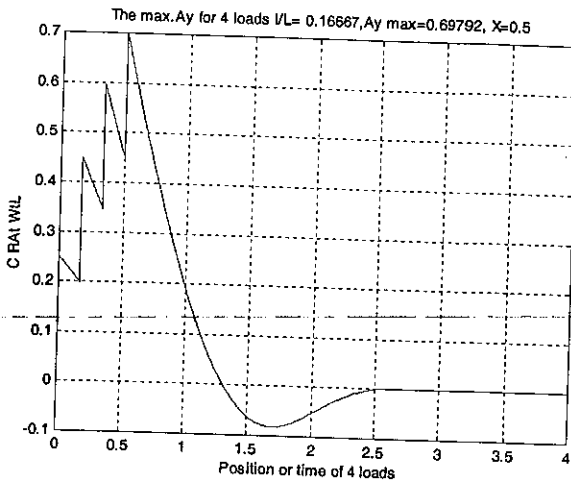
รูปที่ 4.106



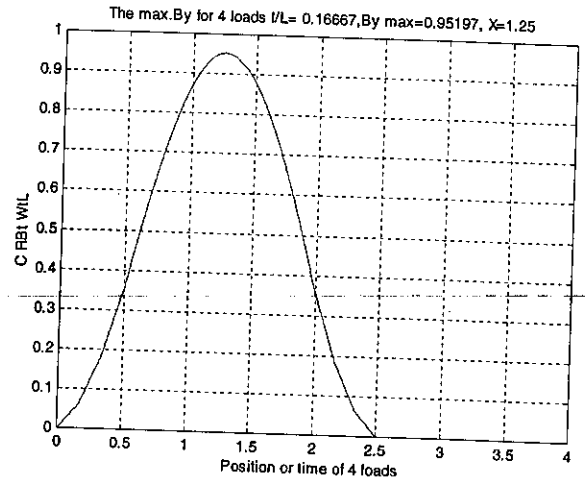
รูปที่ 4.107



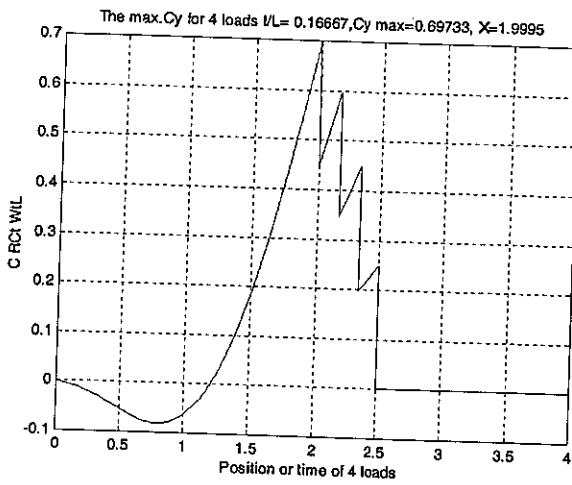
รูปที่ 4.108



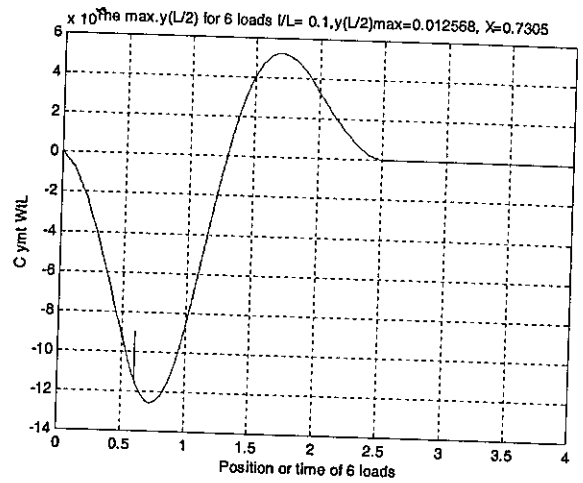
รูปที่ 4.109



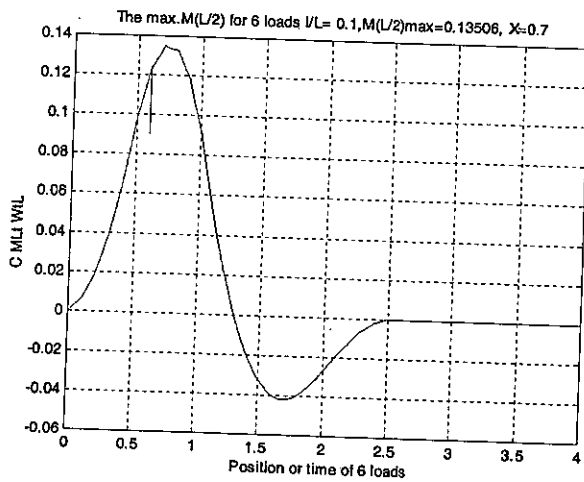
รูปที่ 4.110



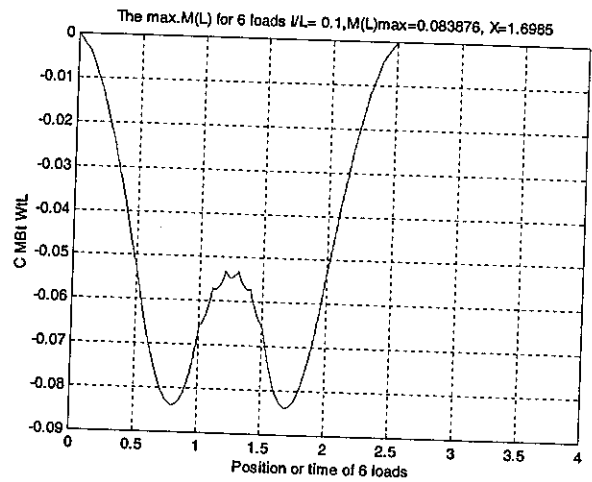
รูปที่ 4.111



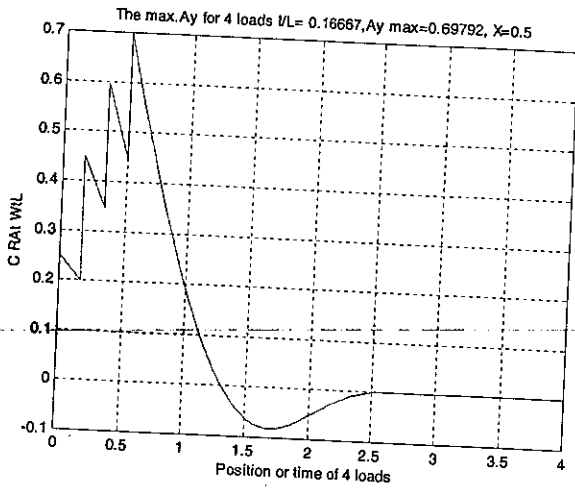
รูปที่ 4.112



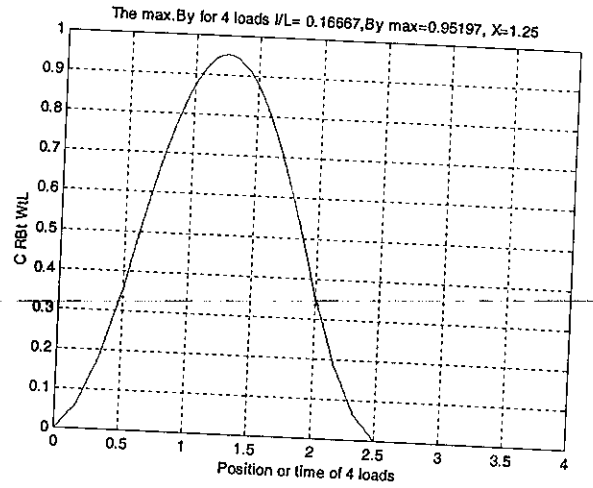
รูปที่ 4.113



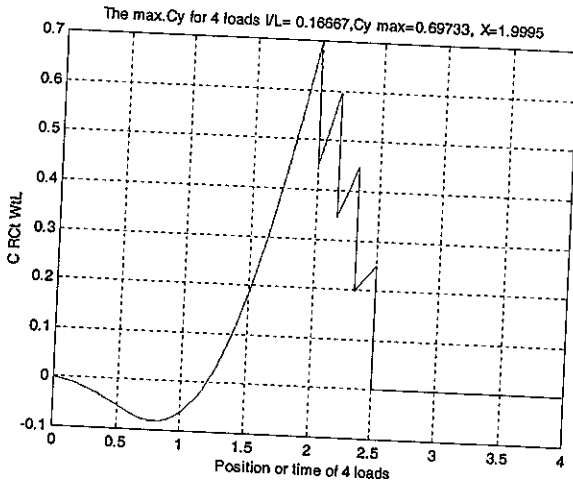
รูปที่ 4.114



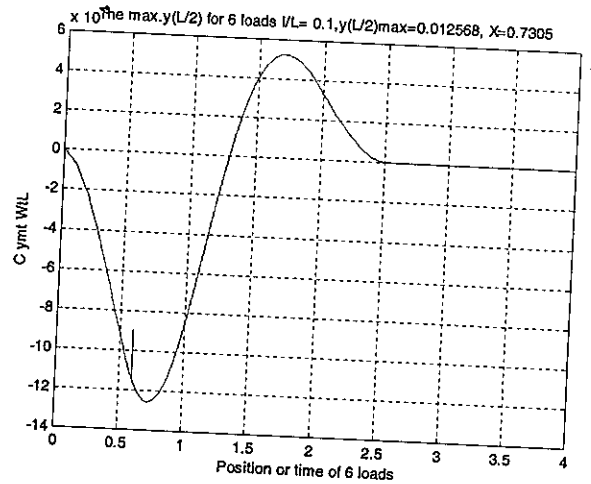
รูปที่ 4.109



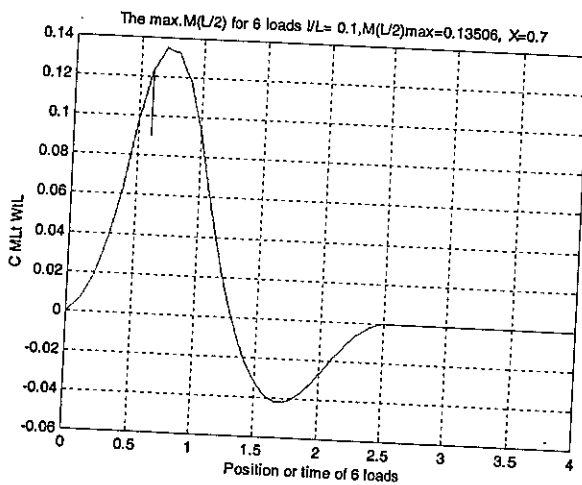
รูปที่ 4.110



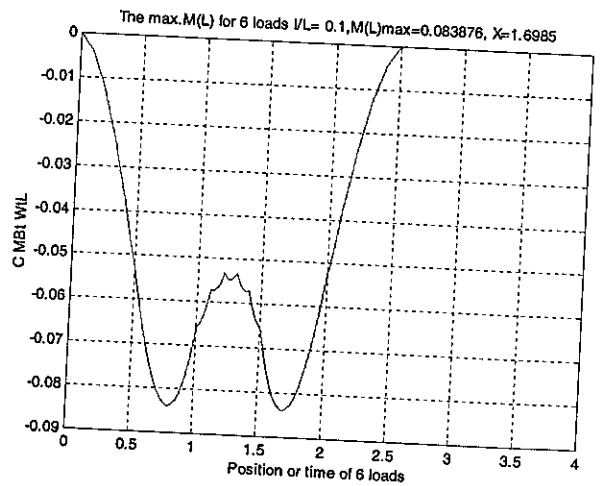
รูปที่ 4.111



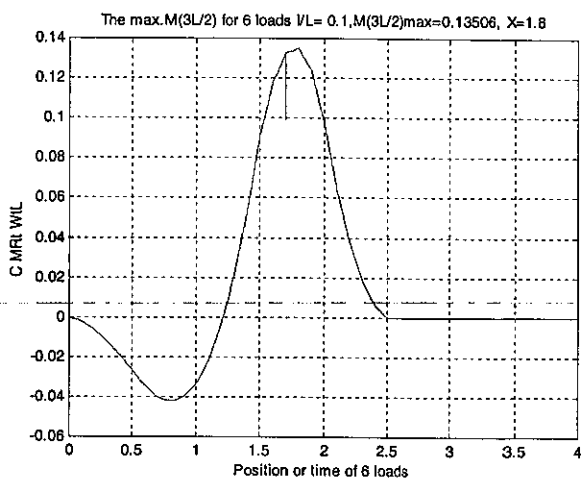
รูปที่ 4.112



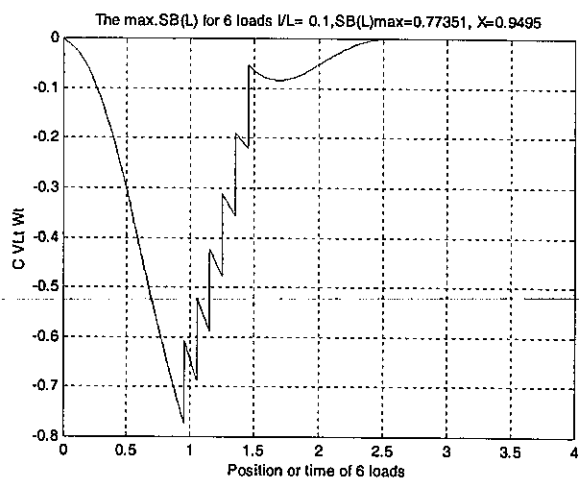
รูปที่ 4.113



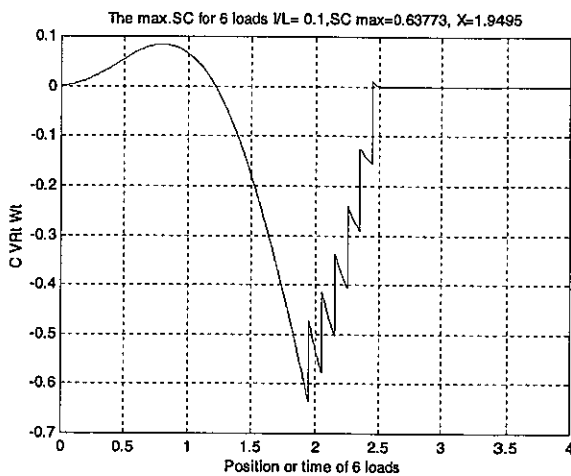
รูปที่ 4.114



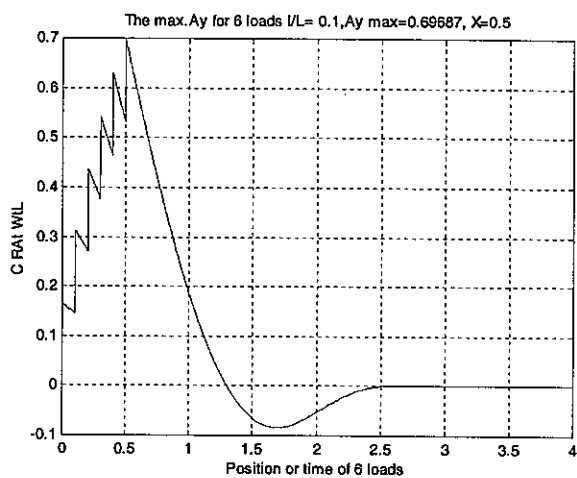
รูปที่ 4.115



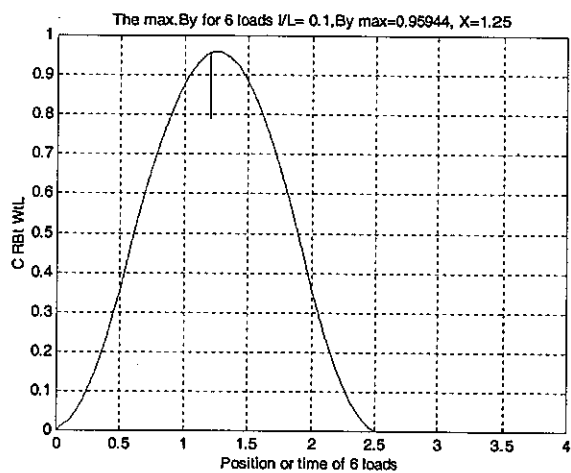
รูปที่ 4.116



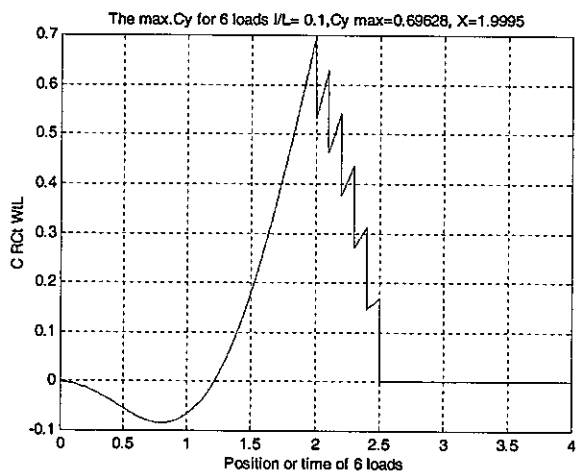
รูปที่ 4.117



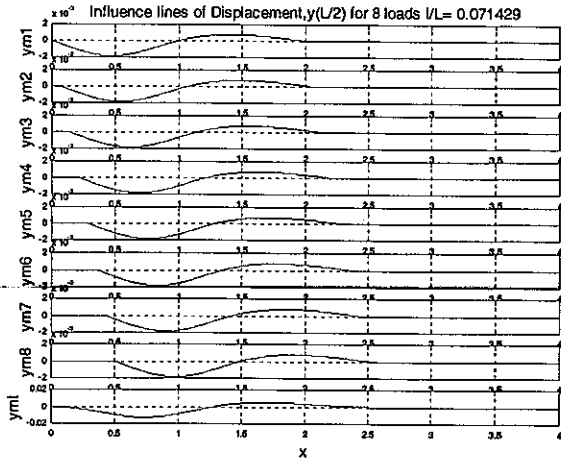
รูปที่ 4.118



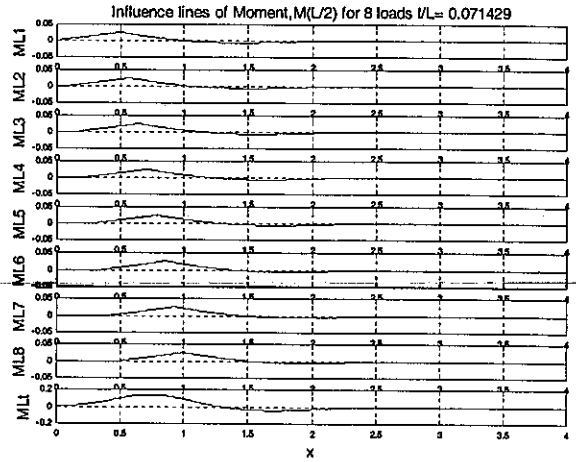
รูปที่ 4.119



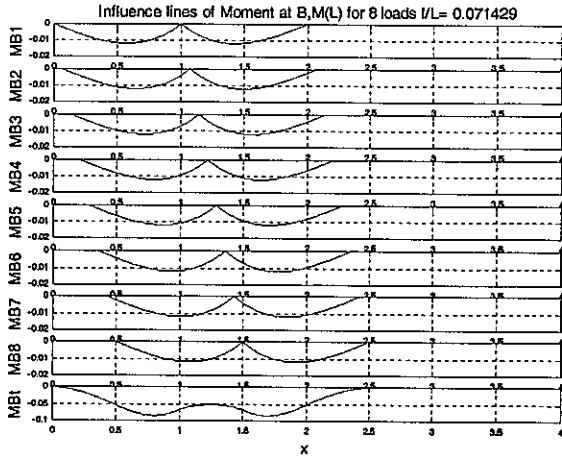
รูปที่ 4.120



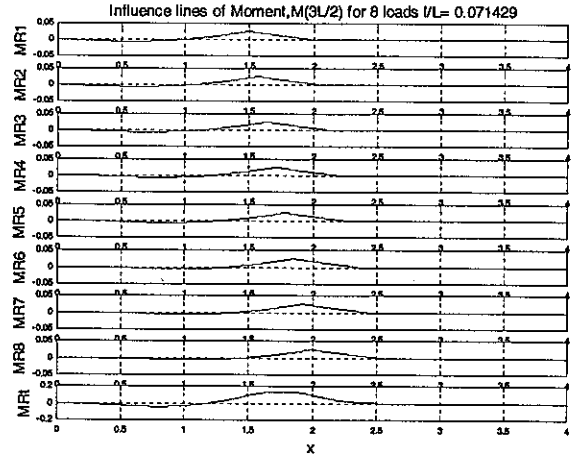
รูปที่ 4.121



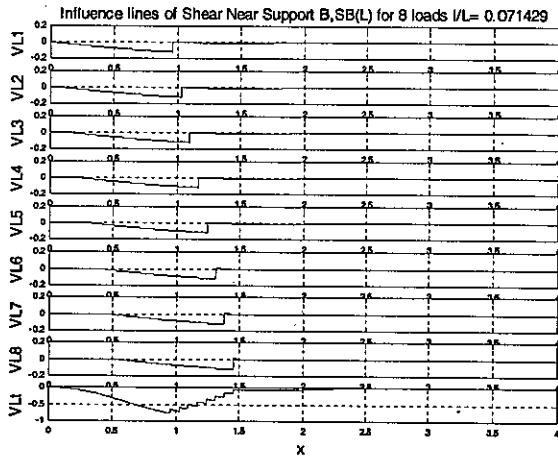
รูปที่ 4.122



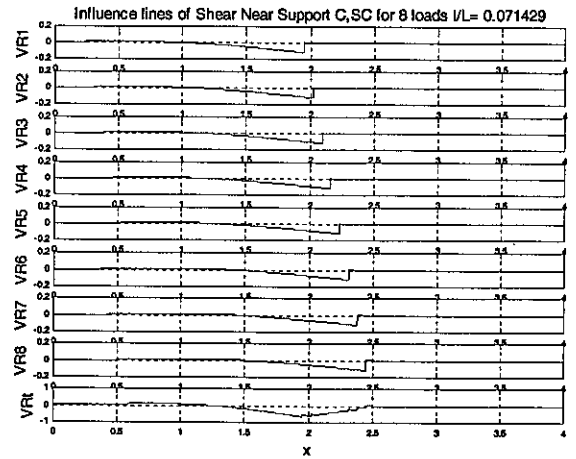
รูปที่ 4.123



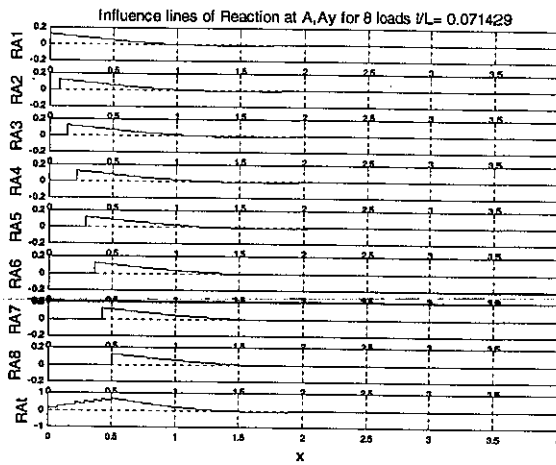
รูปที่ 4.124



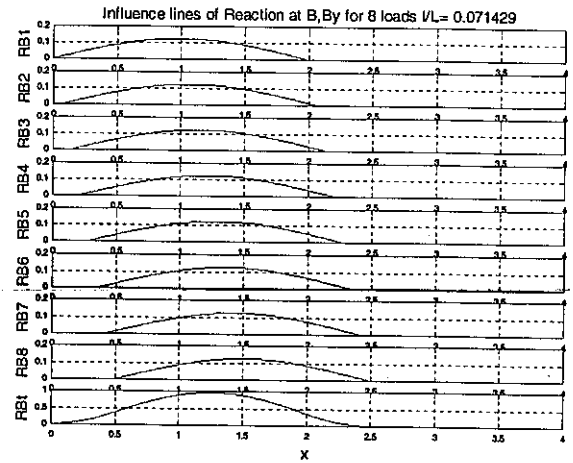
รูปที่ 4.125



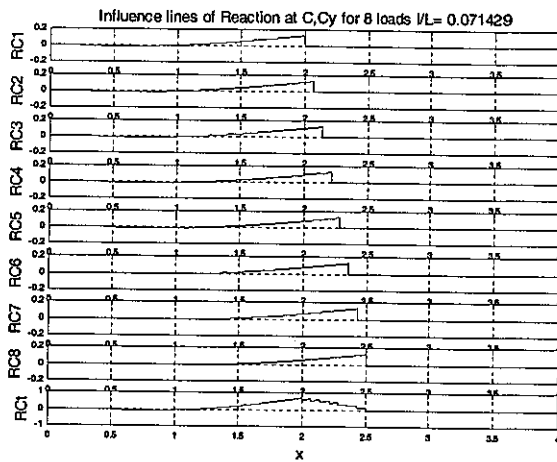
รูปที่ 4.126



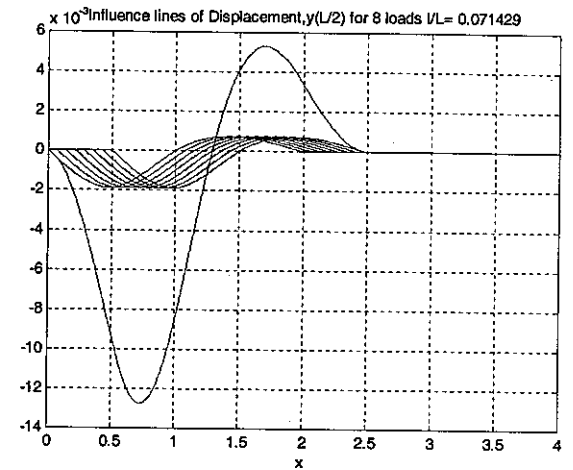
รูปที่ 4.127



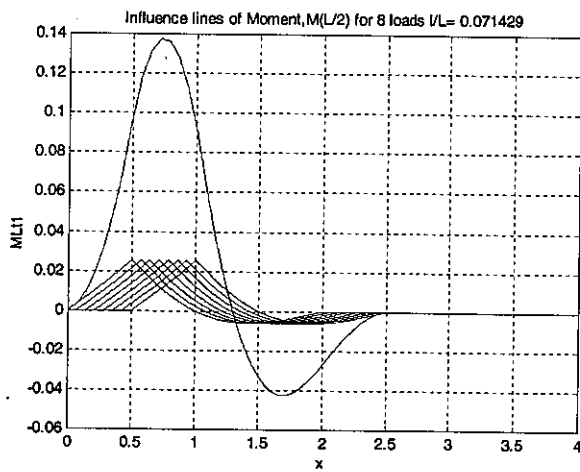
รูปที่ 4.128



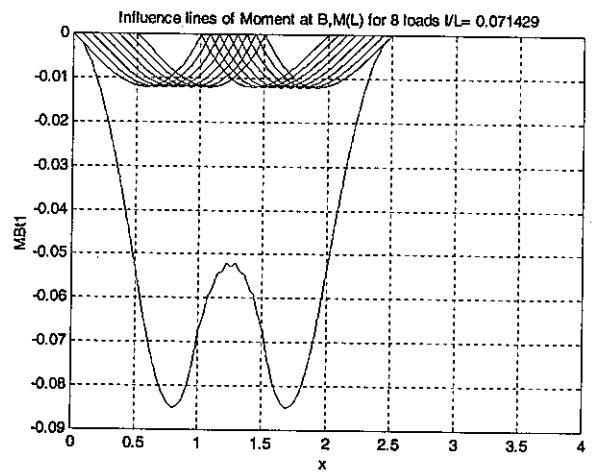
รูปที่ 4.129



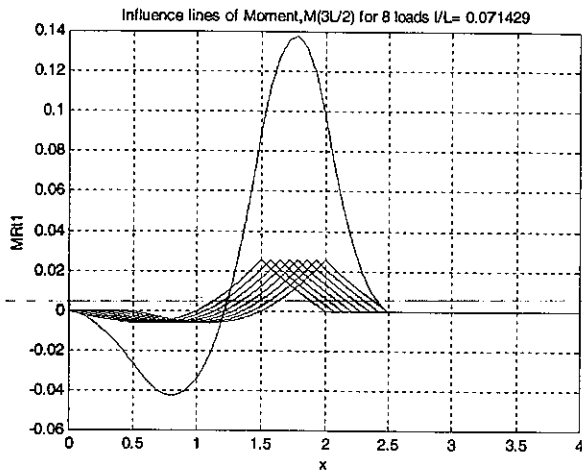
รูปที่ 4.130



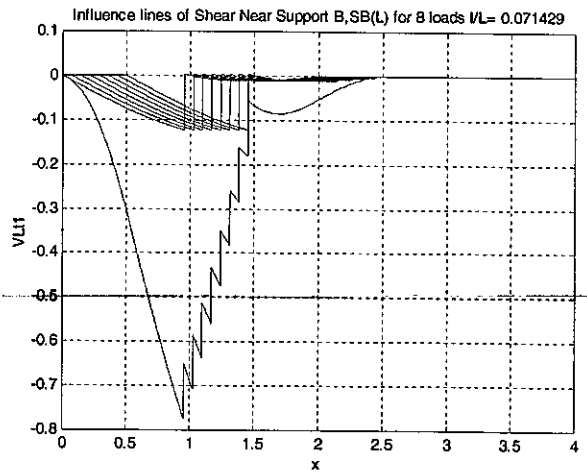
รูปที่ 4.131



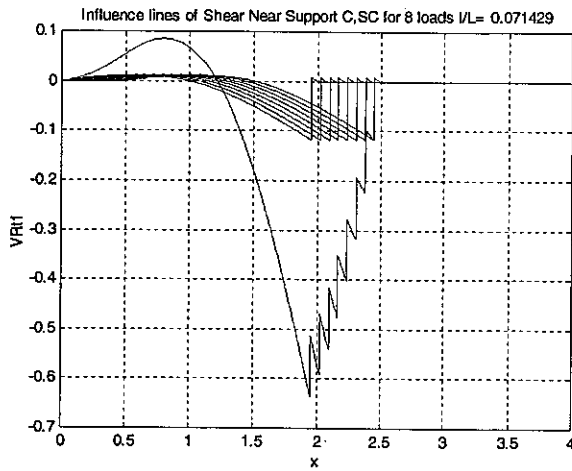
รูปที่ 4.132



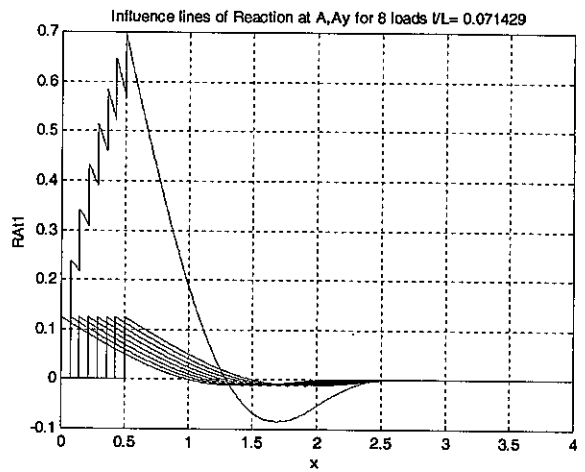
รูปที่ 4.133



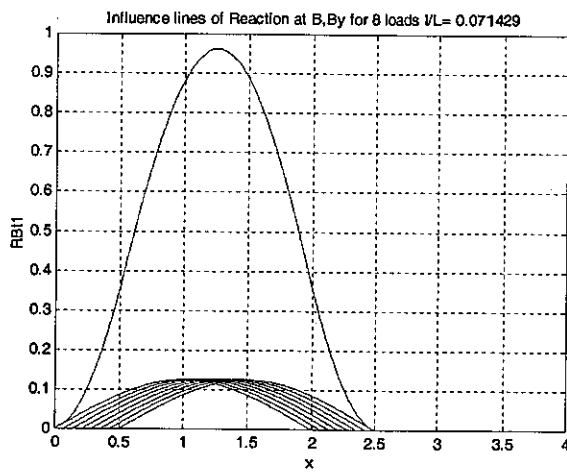
รูปที่ 4.134



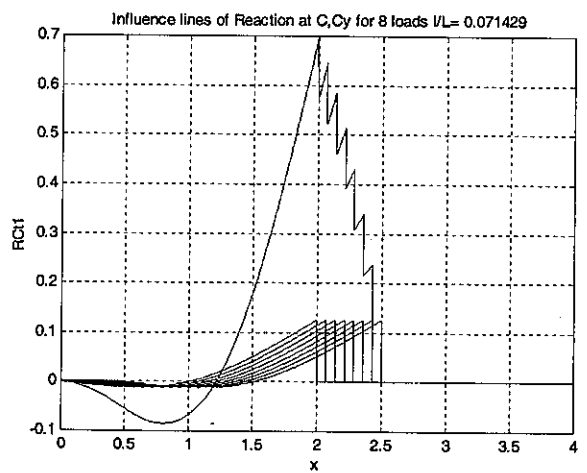
รูปที่ 4.135



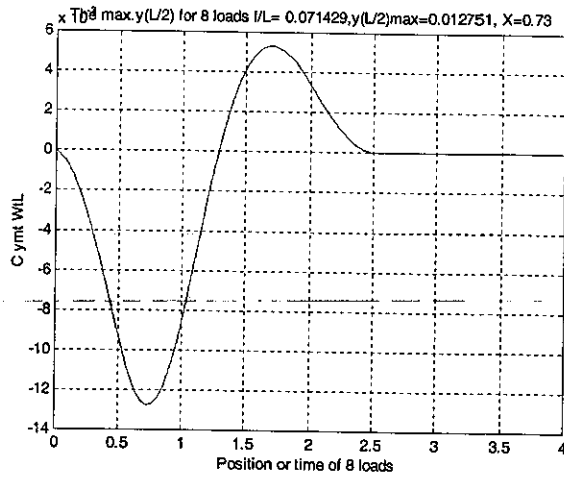
รูปที่ 4.136



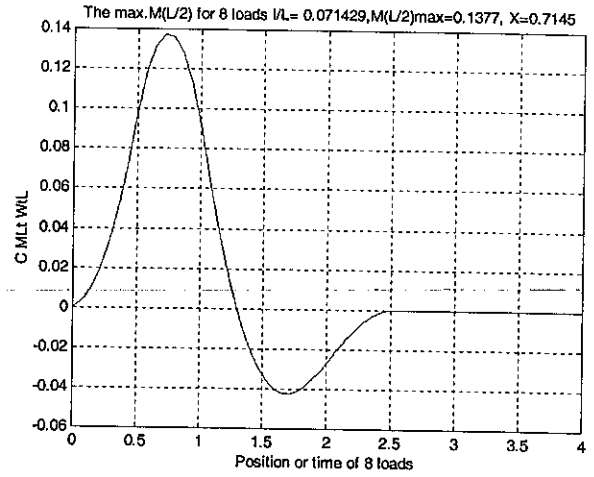
รูปที่ 4.137



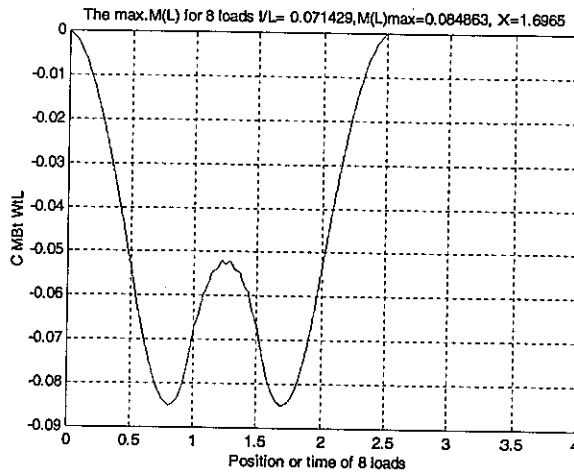
รูปที่ 4.138



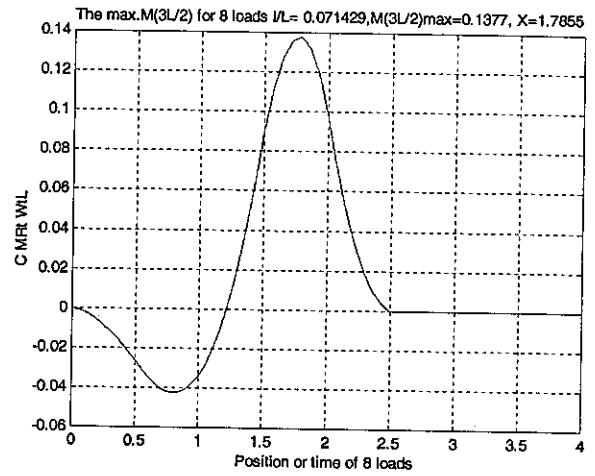
รูปที่ 4.139



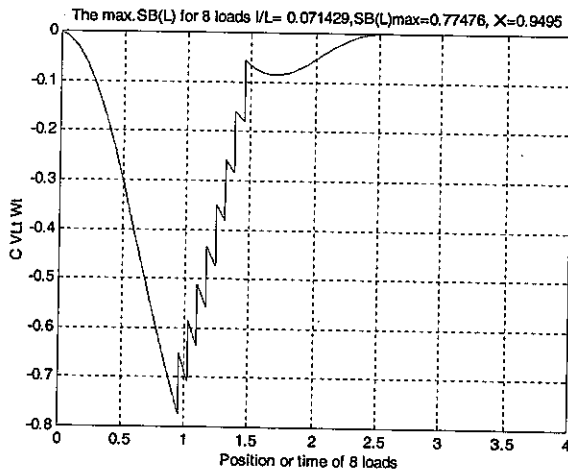
รูปที่ 4.140



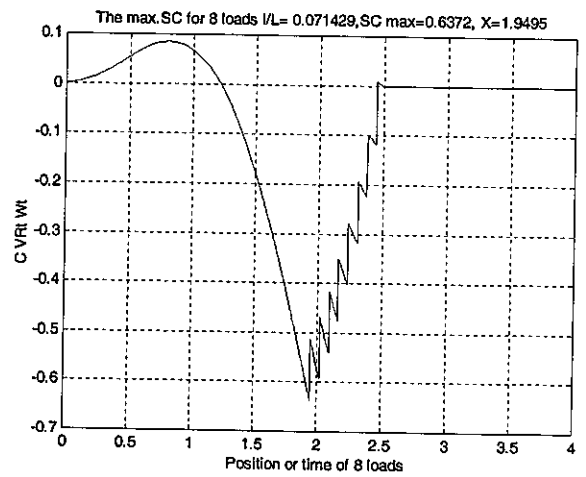
รูปที่ 4.141



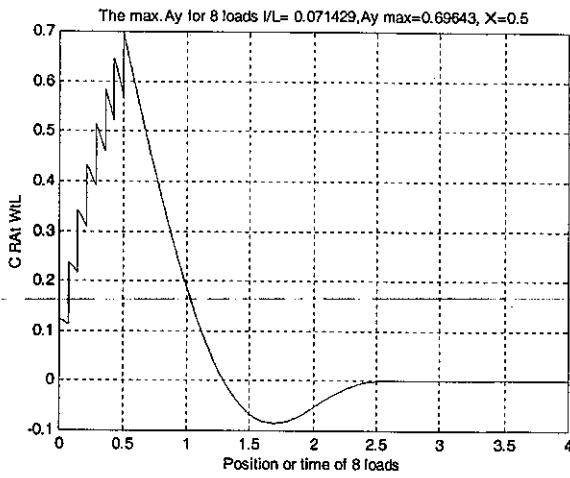
รูปที่ 4.142



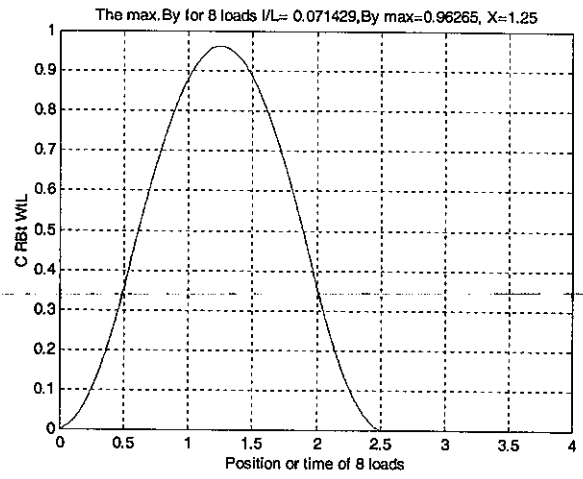
รูปที่ 4.143



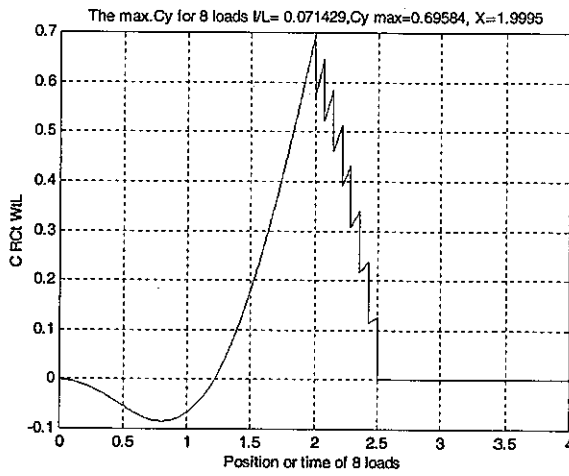
รูปที่ 4.144



รูปที่ 4.145



รูปที่ 4.146



รูปที่ 4.147