บทที่7
การหาน้ำหนักรถโดยพิจารณาผลการบิดของสะพาน

การหาน้ำหนักรถในบทที่ 6 เป็นการหาน้ำหนักรถโดยไม่พิจารณาผลการบิดของสะพาน ซึ่งมีขีดจำกัดคือ รถจะต้องวิ่งอยู่ในตำแหน่งแนวกลางของสะพานเท่านั้น จึงจะสามารถทำการหาน้ำหนักได้แต่ในความเป็นจริง รถสามารถวิ่งอยู่ที่ตำแหน่งใดๆ ของสะพาน ซึ่งอาจจะมีผลทำให้สะพานเกิดการบิดขึ้นได้ ดังนั้นเพื่อที่จะพัฒนาวิธีการหาน้ำหนักรถโดยคำนึงถึงผลการบิดของสะพาน จึงต้องมีการเปลี่ยนแปลงวิธีการหาน้ำหนักรถโดยวิธีไดนามิคโปรแกรมมิงจากแบบจำลองชิ้นส่วนคาน (beam element) มาเป็นชิ้นส่วนแผ่น (plate element) เพื่อที่จะสามารถจำลองพฤติกรรมการบิดของสะพานได้ใกล้เคียงมากขึ้น

หลังจากนั้นทำการหาน้ำหนักรถจากสัญญาณความเครียดที่ได้จากแบบจำลองในบทที่ 2 โดยสัญญาณความเครียดดังกล่าวสามารถมีผลการบิดของสะพานเข้ามาเกี่ยวข้องได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่รถวิ่งอยู่บนสะพาน การหาน้ำหนักรถในบทนี้จะใช้วิธีไดนามิคโปรแกรมมิงเพียงวิธีเดียวเพราะจากบทที่ 6 ได้เห็นแล้วว่าการหาน้ำหนักรถด้วยวิธีไดนามิคโปรแกรมค่อนข้างมีความถูกต้องมากกว่าวิธียกกำลังสองน้อยที่สุด โดยจะพิจารณาถึงผลการบิดของสะพาน ระดับของความขรุขระของผิวทาง ความเร็วของรถ แล้วหาค่าความคลาดเคลื่อนของน้ำหนักรวมของรถที่หาได้ โดยเปรียบเทียบกับน้ำหนักรวมจริงของรถทางสถิต และน้ำหนักรวมจริงของรถทางพลศาสตร์

7.1 การจำลองรูปแบบสะพานเป็นแบบแผ่น

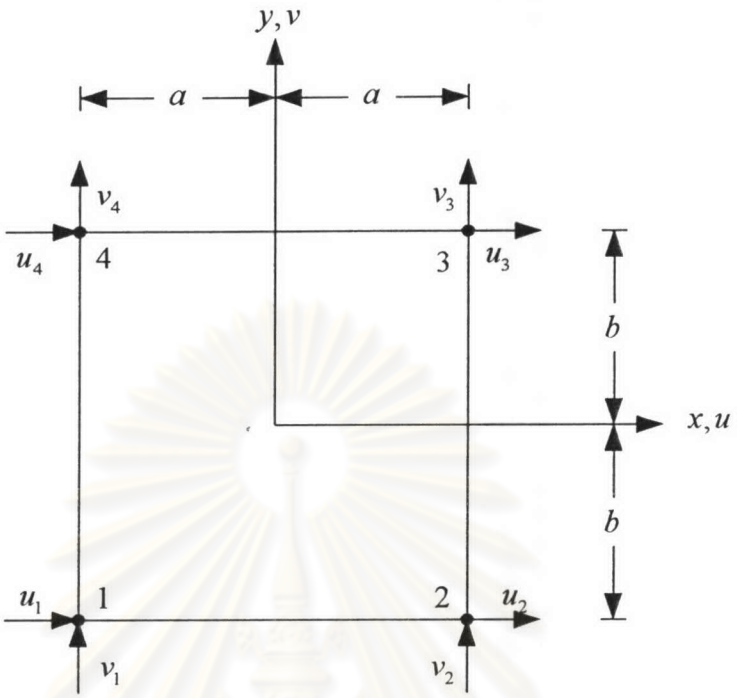
การจำลองรูปแบบสะพานเป็นแบบแผ่นของงานวิจัยนี้จะใช้ทฤษฎี Hybrid Plate Element (Supatana : 2001) โดยที่ค่าฟังก์ชันสันฐาน (shape function) นั้นจะใช้เป็นแบบเดียวกันกับชิ้นส่วน Q4 ดังนี้

$$N_1 = \frac{(a-x)(b-y)}{4ab} \qquad N_2 = \frac{(a+x)(b-y)}{4ab}$$
$$N_3 = \frac{(a+x)(b+y)}{4ab} \qquad N_4 = \frac{(a-x)(b+y)}{4ab} \tag{7.1}$$

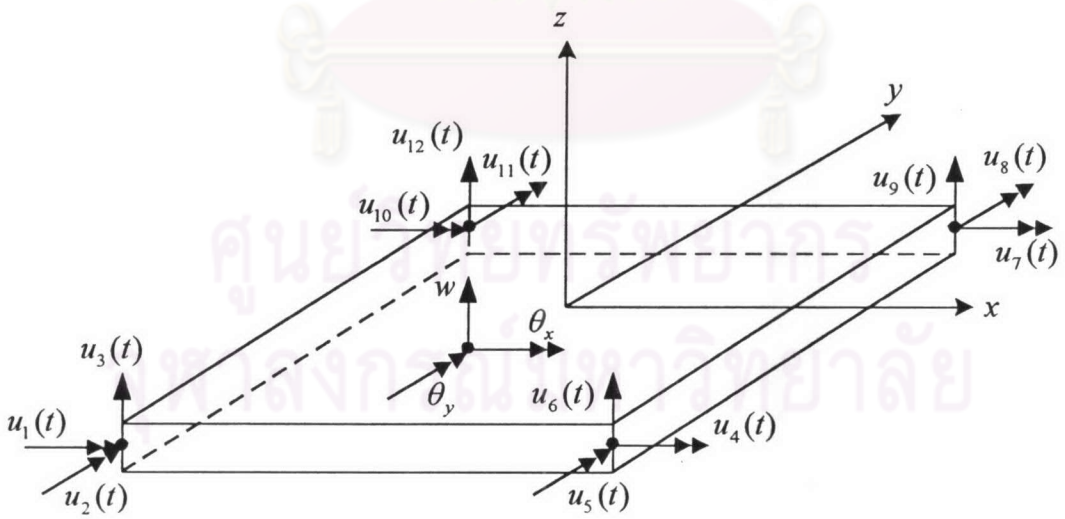
โดยที่ N_1, N_2, N_3, N_4 คือ ฟังก์ชันประมาณของขั้วที่ 1 ถึง 4 ตามลำดับ

จากค่าฟังก์ชันสันฐาน ดังกล่าวสามารถหาการกระจัดในแนวดิ่ง และการกระจัดในการหมุนของชิ้นส่วนแผ่นที่ระยะทาง x, y และเวลา t ใดๆ ให้มีค่าอยู่ในเทอมของการกระจัดเชิงขั้วได้ดังนี้

$$\{\mathbf{u}\} = [\mathbf{N}]\{\hat{\mathbf{u}}\} \tag{7.2}$$



รูปที่ 7.1 ชิ้นส่วน Bilinear quadrilateral (Q4)



รูปที่ 7.2 แบบจำลองชิ้นส่วนของสะพานเป็นแผ่น

$$\begin{Bmatrix}\theta_x\\ \theta_y\\ w\end{Bmatrix}=\begin{bmatrix}N_1 & 0 & 0 & N_2 & 0 & 0 & N_3 & 0 & 0 & N_4 & 0 & 0\\ 0 & N_1 & 0 & 0 & N_2 & 0 & 0 & N_3 & 0 & 0 & N_4 & 0\\ 0 & 0 & N_1 & 0 & 0 & N_2 & 0 & 0 & N_3 & 0 & 0 & N_4\end{bmatrix}\begin{Bmatrix}u_1\\ u_2\\ u_3\\ \vdots\\ u_{10}\\ u_{11}\\ u_{12}\end{Bmatrix} \tag{7.3}$$

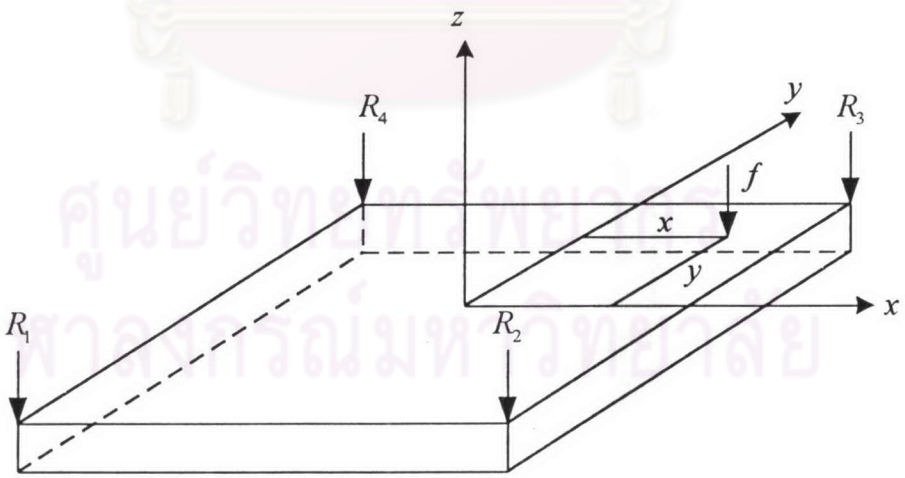
โดยที่ $\{\mathbf{u}\}$ คือ การกระจัดของชิ้นส่วนแผ่นบาง ที่ระยะ x,y และเวลา t ใดๆ

$\{\hat{\mathbf{u}}\}$ คือ การกระจัดเชิงขั้วของชิ้นส่วนแผ่นบาง

$[\mathbf{N}]$ คือ ค่าฟังก์ชันประมาณของชิ้นส่วนแผ่นบาง

จากการกระจัดในแนวดิ่ง และการกระจัดในการหมุนของชิ้นส่วนแผ่น ทำให้สามารถหาค่าเมตริกซ์มวล (mass matrix) และเมตริกซ์สติฟเนส (stiffness matrix) ได้โดยการอินทิเกรทหาพลังงานจลน์และพลังงานความเครียด (strain energy) ตลอดทั้งชิ้นส่วนแผ่นตามลำดับ

เมื่อได้เมตริกซ์มวลและเมตริกซ์สติฟเนสของแต่ละชิ้นส่วนแผ่นแล้ว ทำการรวม (assembly) ชิ้นส่วนแผ่นแต่ละชิ้นส่วนเข้าด้วยกันตามองศาความอิสระที่ตรงกัน ซึ่งจะได้เมตริกซ์มวลและเมตริกซ์สติฟเนสของระบบ



รูปที่ 7.3 แรงที่ขั้วเนื่องจากแรงภายนอกที่มากระทำ

เมื่อมีแรงภายนอก f มากระทำบนชิ้นส่วนแผ่นที่ตำแหน่ง x, y จากแกนอ้างอิง ดังรูปที่ 7.3 จะสามารถหาแรงที่ขั้วที่แต่ละปลายของชิ้นส่วนแผ่นบางได้ดังนี้

$$R_1 = \frac{(a-x)(b-y)}{4ab} f$$

$$R_2 = \frac{(a+x)(b-y)}{4ab} f$$

(7.4)

$$R_3 = \frac{(a+x)(b+y)}{4ab} f$$

$$R_4 = \frac{(a-x)(b+y)}{4ab} f$$

โดยที่ R_1, R_2, R_3, R_4 คือ แรงที่ขั้วในแนวดิ่งของขั้วที่ 1 ถึง 4 ของโครงสร้างตามลำดับ

แรงที่ขั้วดังกล่าวสามารถจัดให้อยู่ในรูปเวคเตอร์ของแรงในพิกัดโครงสร้าง (global force vector) ได้คือ

$$\mathbf{P} = \mathrm{Y}(x, y) \cdot f \tag{7.5}$$

โดยที่ $\mathbf{P}$ คือ เวคเตอร์ของแรงที่ขั้ว (nodal force vector)

$\mathrm{Y}(x, y)$ คือ เวคเตอร์ที่แปลงแรงกระทำภายนอกสู่ระบบแรงที่ขั้ว

7.2 <u>การสร้างสัญญาณความเครียดจากรถที่วิ่งอยู่บนสะพานโดยพิจารณาผลการบิดของสะพาน</u>

สะพานที่ใช้ในการศึกษาจะใช้แบบจำลองสะพาน 3 มิติดังที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 2 ซึ่งมีคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้คือ ความกว้างของสะพาน B = 8.2 เมตร, ความยาวของสะพาน L = 35 เมตร, น้ำหนักของสะพาน m_0 = 332 กิโลกรัม/เมตร^2, EI = 1.71x10^{10} นิวตัน.เมตร^2, ω_1 = 9.59 Hz, ω_2 = 39.14 Hz, ω_3 = 90.65 Hz และ ω_4 = 51.87 Hz (ω_1, ω_2 และ ω_3 คือความถี่เชิงมุมของโหมดการดัดในโหมดที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ส่วน ω_4 คือความถี่ธรรมชาติเชิงมุมของโหมดการบิดในโหมดที่ 1), $\xi_1 = \xi_2 = \xi_3 = \xi_4$ = 0.01 (ξ_1, ξ_2 และ ξ_3 คือ สัดส่วนความหน่วง (damping ratio) ของโหมดการดัดในโหมดที่ 1, 2, และ 3 ตามลำดับ ส่วน ξ_4 คือสัดส่วนความหน่วงของโหมดการบิดโหมดที่ 1) ระยะจากแนวแกนสะเทินถึงท้องสะพานเท่ากับ 0.15 เมตร ซึ่งการศึกษาในบทนี้จะแบ่งการพิจารณาออกเป็น

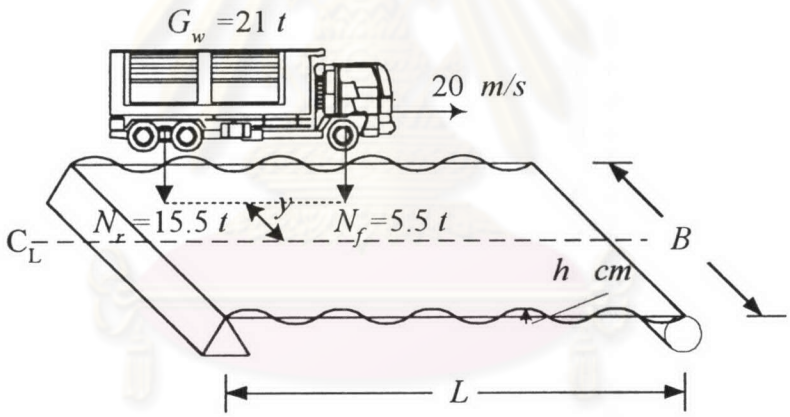
7.2.1 พิจารณาผลของการบิดกับระดับของความขรุขระของผิวทาง

ในกรณีนี้จะกำหนดให้รถ 21 ตัน วิ่งด้วยความเร็ว 20 เมตร/วินาที ที่แนวต่างๆของสะพาน และระดับของความขรุขระของผิวทางที่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 7.4 จากการที่รถวิ่งตามแนวต่างๆของสะพานจะทำให้สะพานเกิดการบิดมากน้อยแตกต่างกันไปซึ่งขึ้นอยู่กับว่ารถจะวิ่งห่างออกจากแนวกลางของสะพานมากน้อยเพียงใด โดยการบิดของสะพานจะคิดออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ ซึ่งนิยามดังสมการ

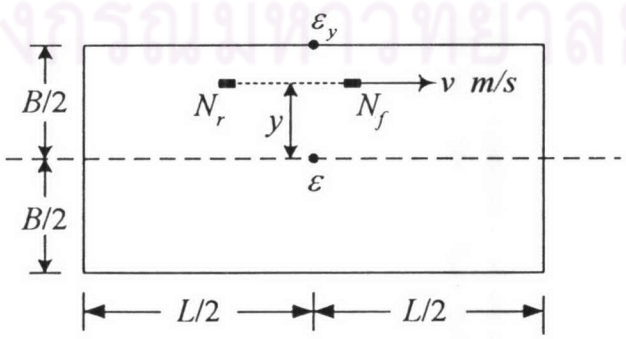
$$\text{การบิด (Torsion : } T \text{)} = \frac{\varepsilon_y - \varepsilon}{\varepsilon} \times 100\% \qquad (7.6)$$

โดยที่ ε_y คือ ค่าความเครียดสูงสุดที่ผิวด้านล่าง ณ ตำแหน่งกึ่งกลางของขอบสะพานอันเนื่องมาจากรถวิ่งห่างจากแนวกลางของสะพานเป็นระยะ y เมตร ดังรูปที่ 7.5

ε คือ ค่าความเครียดสูงสุดที่ผิวด้านล่าง ณ ตำแหน่งกึ่งกลางของแนวกลางสะพานอันเนื่องมาจากรถวิ่งที่แนวกลางของสะพาน ดังรูปที่ 7.5



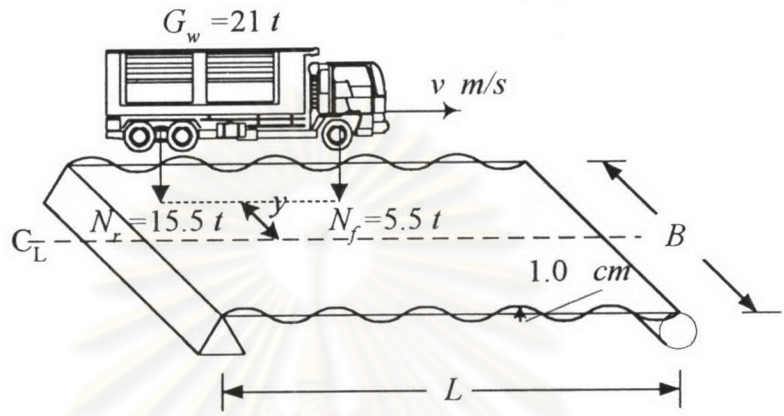
รูปที่ 7.4 การสร้างความเครียดเมื่อพิจารณาผลของการบิดและระดับของความขรุขระของผิวทาง



รูปที่ 7.5 ผังแสดงตำแหน่งที่ใช้หาค่า ε_y และ ε

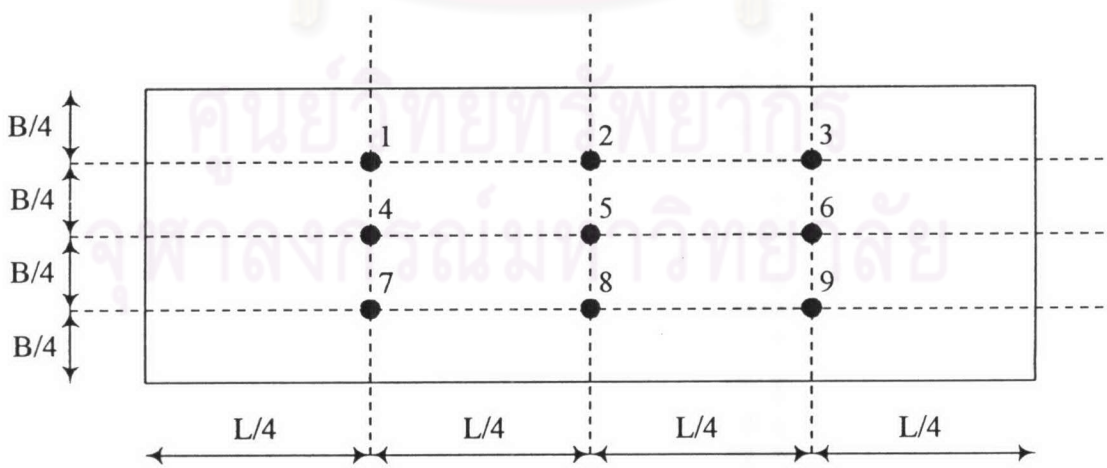
7.2.2 พิจารณาผลของการบิดกับความเร็วของรถ

เช่นเดียวกับหัวข้อ 7.2.1 แต่จะกำหนดให้ระดับของความขรุขระเท่ากับ 1 ซ.ม. โดยให้รถวิ่งที่แนวต่างๆ ของสะพาน และที่ความเร็วต่างๆ กัน ดังรูปที่ 7.6

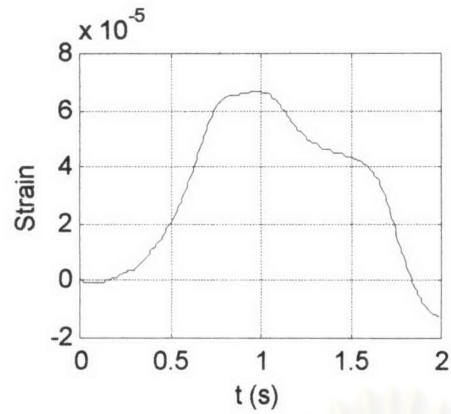


รูปที่ 7.6 การสร้างความเครียดเมื่อพิจารณาผลของการบิดและความเร็วของรถ

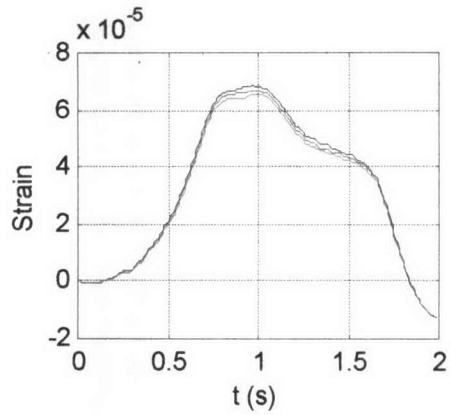
จากการพิจารณาผลต่างๆดังหัวข้อ 7.2.1 และ 7.2.2 แล้วทำการวิเคราะห์เชิงโหมดโดยใช้สมการที่ (2.37) จะสามารถหาการสั่นไหวของสะพานที่ตำแหน่งใดๆได้ หลังจากนั้นหาความเครียดที่ตำแหน่งใดๆของสะพานจากสมการที่ (2.43) ซึ่งความเครียดที่นำมาใช้เป็นข้อมูลในการหาน้ำหนักรถ จะใช้ความเครียดที่ตำแหน่งต่างๆ 9 จุด ดังรูปที่ 7.7 ซึ่งแต่ละจุดจะถูกแบ่งช่วงข้อมูลออกเป็น 250 ช่วงเท่าๆกัน



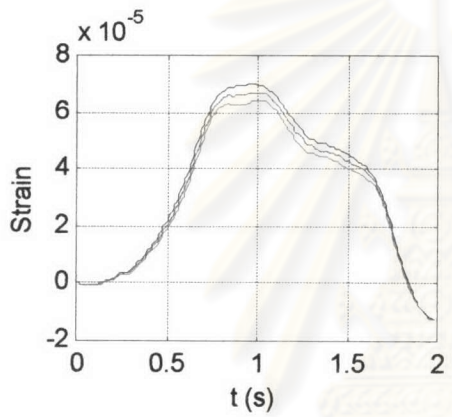
รูปที่ 7.7 ตำแหน่งจุดวัดความเครียดที่นำมาใช้เป็นข้อมูลในการหาน้ำหนักรถเมื่อพิจารณาผลการบิดของสะพาน



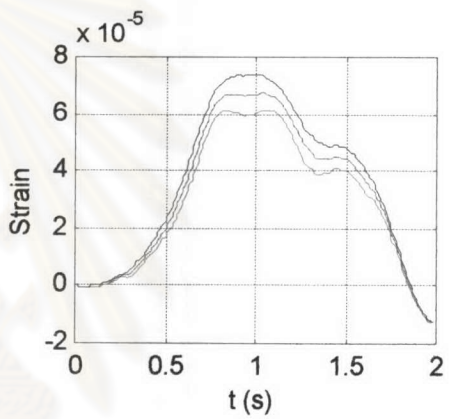
ก. $T = 0\%$



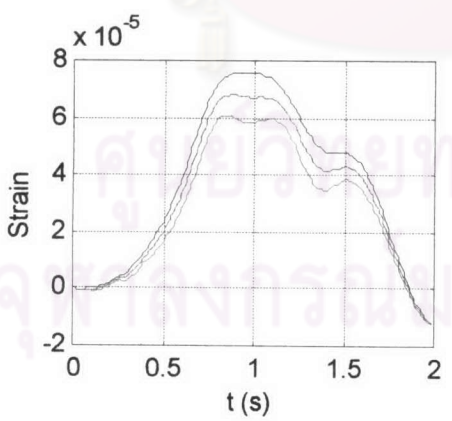
ข. $T = 5\%$



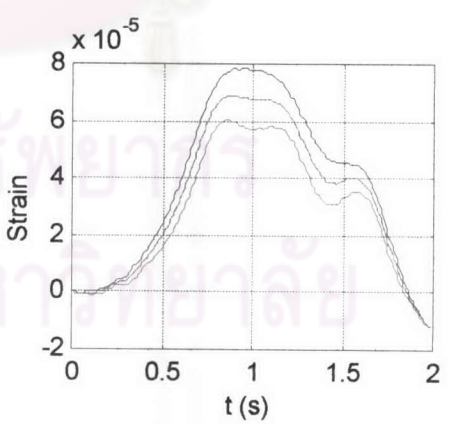
ค. $T = 10\%$



ง. $T = 20\%$

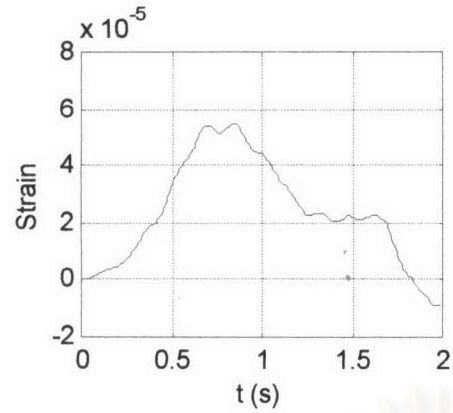


จ. $T = 25\%$

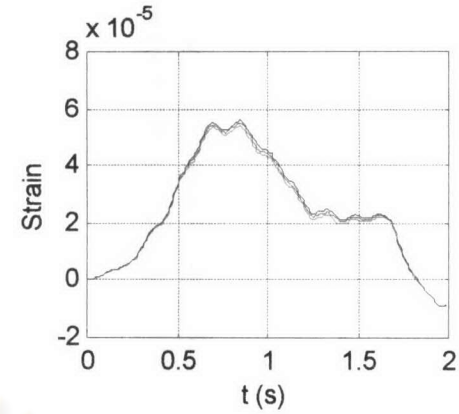


ฉ. $T = 30\%$

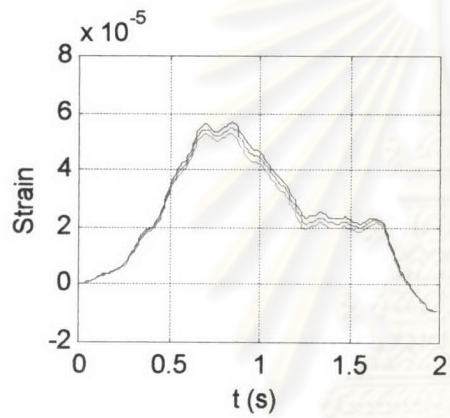
รูปที่ 7.8 สัญญาณความเครียดที่ตำแหน่ง 2,5 และ 8 เนื่องจากความเร็ว 20 เมตร/วินาที ระดับของความขรุขระของผิวทาง 1.0 ซ.ม. และเปอร์เซ็นต์การบิดของสะพานที่ค่าต่างๆกัน
(——, ——, —— คือ สัญญาณความเครียดที่ตำแหน่ง 2,5 และ 8 ตามลำดับ)



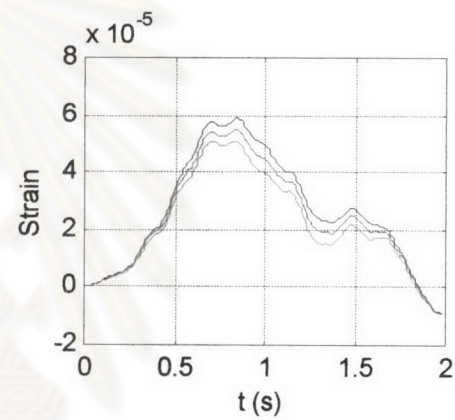
ก. $T = 0\%$



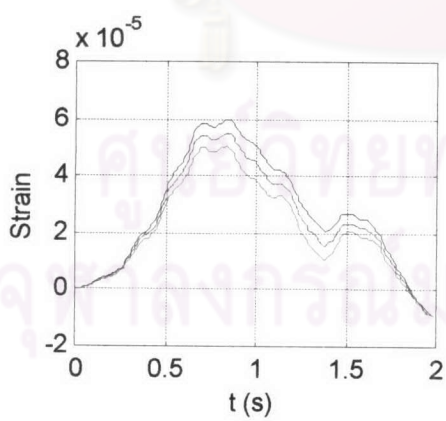
ข. $T = 5\%$



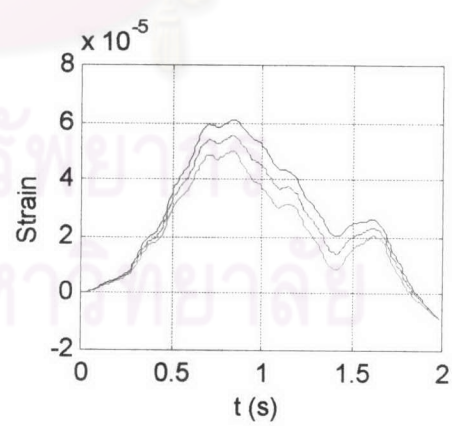
ค. $T = 10\%$



ง. $T = 20\%$

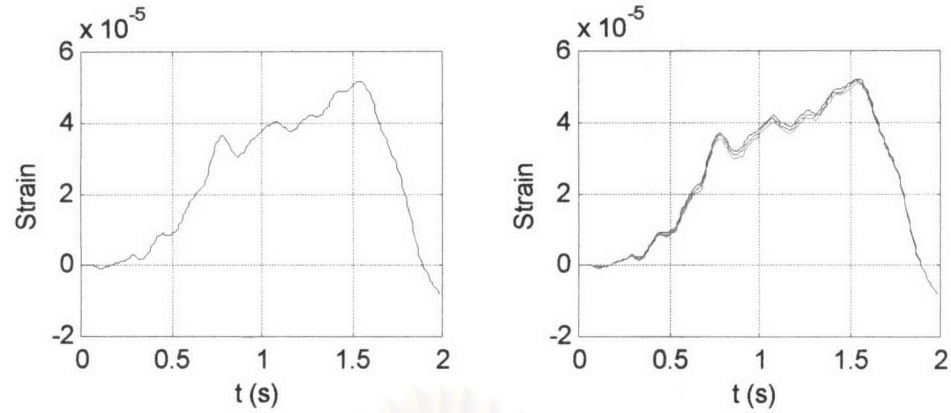


จ. $T = 25\%$

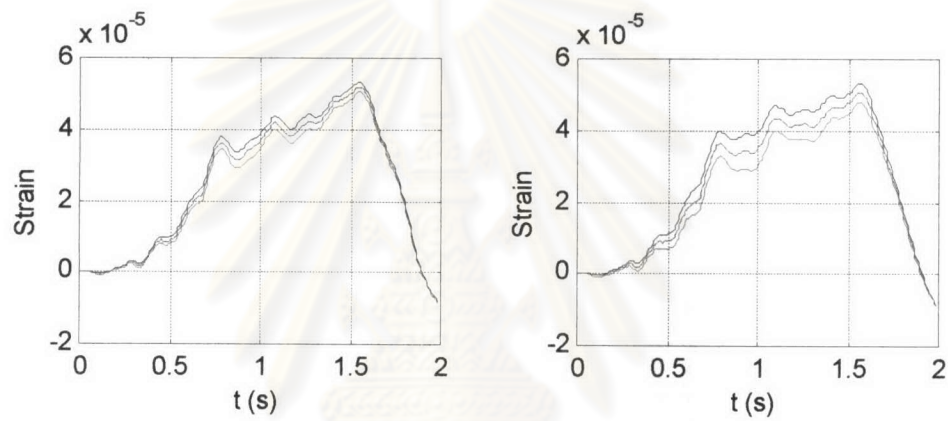


ฉ. $T = 30\%$

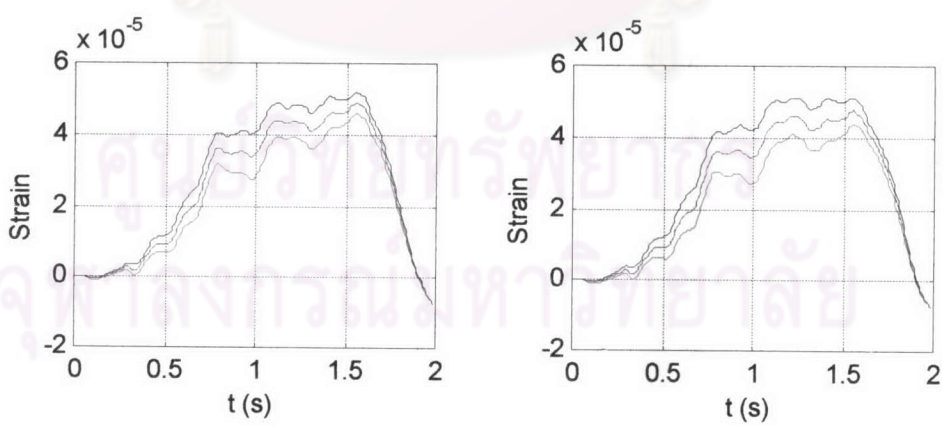
รูปที่ 7.9 สัญญาณความเครียดที่ตำแหน่ง 1,4 และ 7 เนื่องจากความเร็ว 20 เมตร/วินาที ระดับของความขรุขระของผิวทาง 1.0 ซ.ม. และเปอร์เซ็นต์การบิดของสะพานที่ค่าต่างๆกัน
(——, ——, —— คือ สัญญาณความเครียดที่ตำแหน่ง 1,4 และ 7 ตามลำดับ)



ก. $T = 0\%$ ข. $T = 5\%$



ค. $T = 10\%$ ง. $T = 20\%$



จ. $T = 25\%$ ฉ. $T = 30\%$

รูปที่ 7.10 สัญญาณความเครียดที่ตำแหน่ง 3,6 และ 9 เนื่องจากความเร็ว 20 เมตร/วินาที ระดับของความขรุขระของผิวทาง 1.0 ซ.ม. และเปอร์เซ็นต์การบิดของสะพานที่ค่าต่างๆกัน
(——, ——, —— คือ สัญญาณความเครียดที่ตำแหน่ง 3,6 และ 9 ตามลำดับ)

จากรูปที่ 7.8, 7.9 และ 7.10 จะเห็นได้ว่าเมื่อสะพานเกิดการบิดมากขึ้นสัญญาณความเครียดที่ตำแหน่งห่างจากแนวกลางของสะพานทั้งสองข้างจะมีค่าต่างกันมากขึ้น โดยสัญญาณความเครียดที่ตำแหน่งข้างหนึ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่สัญญาณความเครียดที่ตำแหน่งด้านตรงข้ามจะมีค่าลดลง ซึ่งเป็นไปตามฟังก์ชันสันฐานของโหมดการบิด ดังที่ได้กล่าวถึงในบทที่ 3

7.3 การหาน้ำหนักรถโดยวิธีไดนามิคโปรแกรมมิง

หลังจากได้ข้อมูลสัญญาณความเครียดในหัวข้อ 7.2 แล้ว นำข้อมูลดังกล่าวมาหาน้ำหนักด้วยวิธีไดนามิคโปรแกรมมิง ซึ่งใช้แบบจำลองที่เป็นชิ้นส่วนแผ่น (plate element) โดยแบ่งออกเป็น 48 เอลิเมนต์ (ด้านกว้าง 4 เอลิเมนต์ ด้านยาว 12 เอลิเมนต์) และมีระดับขั้นความเสรี (n) เท่ากับ 175

การคำนวณหาน้ำหนักรถ จะทำตามขั้นตอนต่างๆตามหัวข้อที่ 4.9 โดยมีค่า $\mathbf{P}, \mathbf{A}, \mathbf{B}, \mathbf{Z}_j$ และ $\mathbf{Q}$ ดังนี้

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} \mathrm{Y}(x_1) & \mathrm{Y}(x_2) \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} f_1 \\ f_2 \end{Bmatrix} \tag{7.7}$$

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{7.8}$$

$$\mathbf{B} = 0.8 \times 10^{-20} \begin{bmatrix} 7 - 6.6/250 \times j & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}; j = 1, 2, \ldots, 250 \tag{7.9}$$

$$\mathbf{Z}_j = \begin{Bmatrix} \varepsilon_1, j \\ \varepsilon_2, j \\ \vdots \\ \varepsilon_9, j \end{Bmatrix} \tag{7.10}$$

$$\mathbf{Q} = \begin{bmatrix} \quad \end{bmatrix}_{9 \times 350} \tag{7.11}$$

$$s = 4.8m \tag{7.12}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยที่ $\mathbf{Y}(x_1)$ คือ เวคเตอร์แสดงตำแหน่งของน้ำหนักเพลาหน้าซึ่งหาได้จากสมการ (7.4) และ (7.5)

$\mathbf{Y}(x_2)$ คือ เวคเตอร์แสดงตำแหน่งของน้ำหนักเพลาหลังซึ่งหาได้จากสมการ (7.4) และ (7.5)

f_1 คือ น้ำหนักพลศาสตร์ของเพลาหน้าที่จะหา

f_2 คือ น้ำหนักพลศาสตร์ของเพลาหลังที่จะหา

$\mathbf{Z}_j$ คือ เมตริกซ์ของสัญญาณความเครียดที่ตำแหน่งจุดวัดที่ 1 ถึง 9 ของข้อมูลที่ j

$\mathbf{Q}$ คือ เมตริกซ์ที่เชื่อมโยงระหว่างสัญญาณความเครียดที่ตำแหน่งจุดวัดที่ 1 ถึง 9 กับตัวแปรหลัก มีมิติเท่ากับ 9x350

s คือ ระยะห่างระหว่าเพลาหน้าและเพลาหลัง

เวลาที่ใช้ในการคำนวณหาน้ำหนักรถเท่ากับ 360 วินาที สำหรับคอมพิวเตอร์ Pentium III 866 MHz และเท่ากับ 150 วินาที สำหรับคอมพิวเตอร์ Pentium IV 2 GHz

จากรูปที่ 7.11- 7.15 แสดงเห็นได้ว่าการบิดของสะพานไม่มีผลต่อการหาน้ำหนักโดยวิธีไดนามิคโปรแกรมมิงเลย เพราะเมื่อสะพานเกิดการบิดมากขึ้น น้ำหนักรวมทางพลศาสตร์ที่หาได้โดยวิธีไดนามิคโปรแกรมมิงก็ยังคงใกล้เคียงกับน้ำหนักรวมจริงทางพลศาสตร์อยู่เช่นเดิม

7.4 การเปรียบเทียบน้ำหนักรวมของรถที่หาได้กับน้ำหนักรวมจริงทางสถิต

น้ำหนักรวมที่หาได้จากวิธีไดนามิคโปรแกรมมิงจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับน้ำหนักรวมจริงทางสถิต เพื่อหาความคลาดเคลื่อนเมื่อพิจารณาผลของการบิดกับระดับของความขรุขระของผิวทาง และผลของการบิดกับความเร็วของรถ

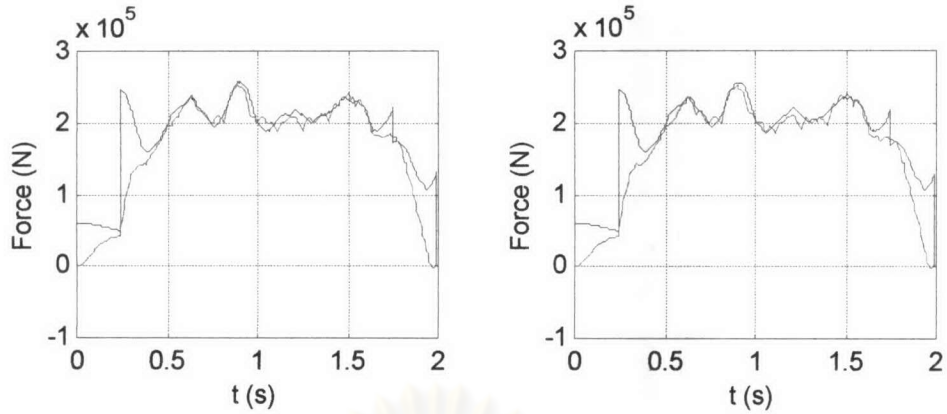
7.4.1 การเปรียบเทียบเมื่อพิจารณาผลของการบิดกับระดับของความขรุขระของผิวทาง

น้ำหนักรวมที่หาได้จากวิธีไดนามิคโปรแกรมมิงจะเป็นน้ำหนักรวมทางพลศาสตร์ ดังนั้นเพื่อที่จะนำมาเปรียบเทียบกับน้ำหนักรวมทางสถิต จึงต้องทำการหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักดังกล่าวเสียก่อน ซึ่งในการหาน้ำหนักรวมของรถ จะใช้ข้อมูลที่ 76 ถึง 175 (รวมทั้งหมด 100 ข้อมูล) ในการหาค่าเฉลี่ย

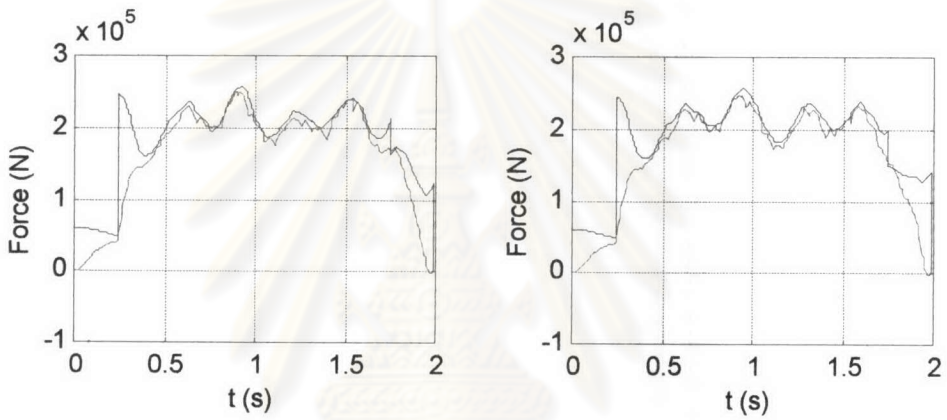
$$E_{s,D} = \frac{\left|P_D - 2.1\times10^5\right|}{2.1\times10^5}\times100\% \qquad (7.13)$$

โดยที่ $E_{s,D}$ คือ ความคลาดเคลื่อนของน้ำหนักรวมทางสถิต

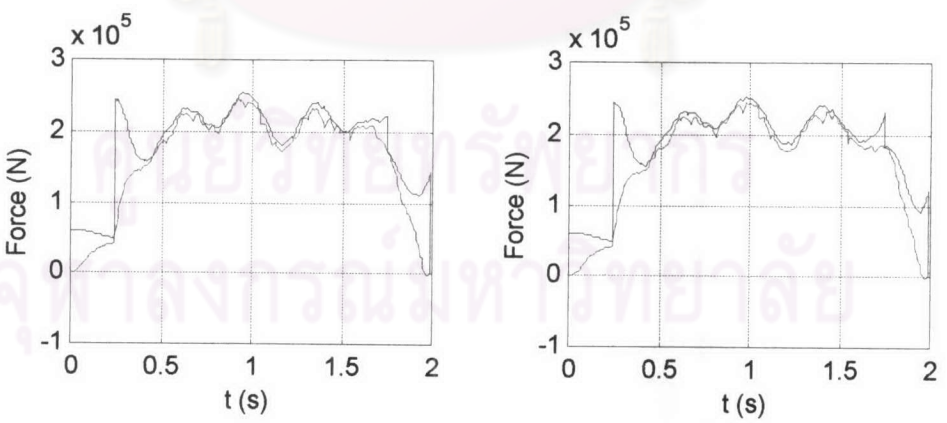
P_D คือ น้ำหนักรวมเฉลี่ยของข้อมูลที่ 76 ถึง 175 จากวิธีไดนามิคโปรแกรมมิง



ก. $T = 0\%$ ข. $T = 5\%$

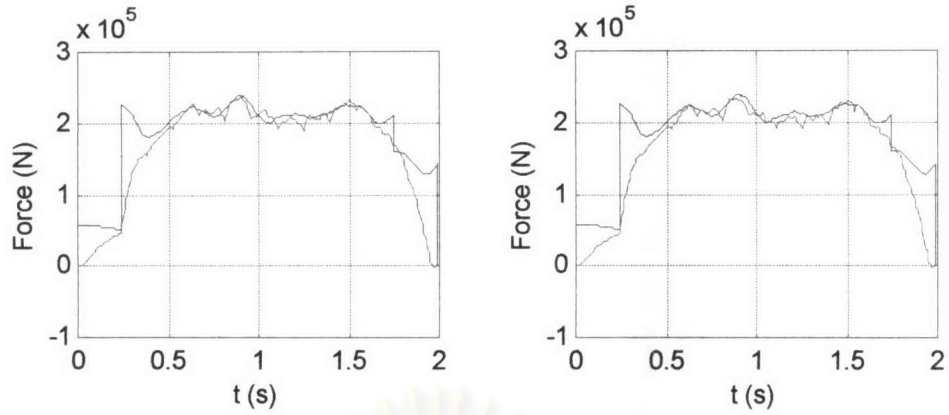


ค. $T = 10\%$ ง. $T = 20\%$

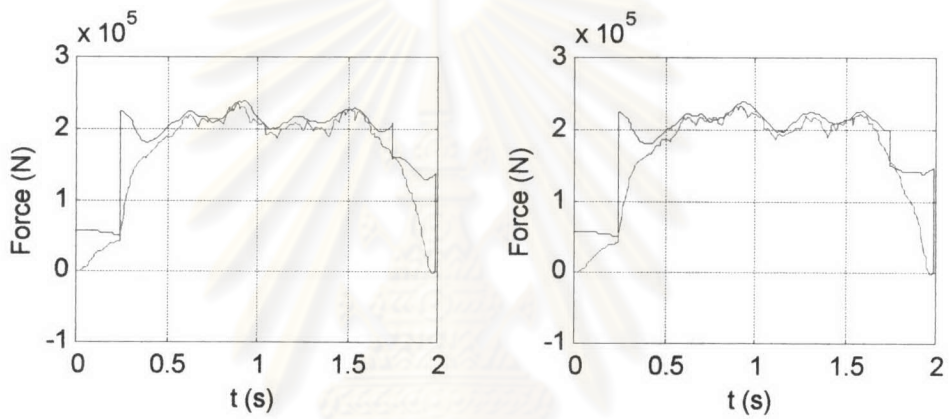


จ. $T = 25\%$ ฉ. $T = 30\%$

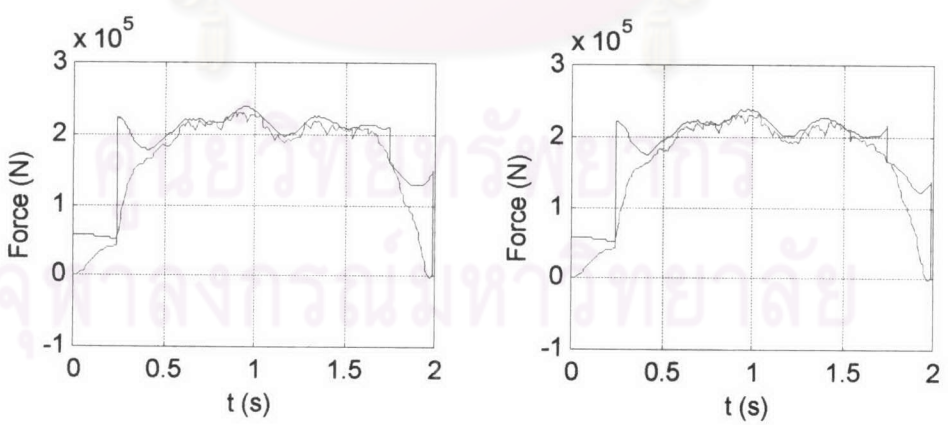
รูปที่ 7.11 น้ำหนักรวมทางพลศาสตร์ เนื่องจากรถหนัก 21 ตัน ความเร็ว 20 เมตร/วินาที ระดับของความขรุขระของผิวทาง 1.0 ซ.ม. และเปอร์เซ็นต์การบิดของสะพานที่ค่าต่างๆกัน
(——,——คือ น้ำหนักรวมทางพลศาสตร์จริง และน้ำหนักรวมทางพลศาสตร์ที่หาได้ ตามลำดับ)



ก. $T = 0\%$ ข. $T = 5\%$

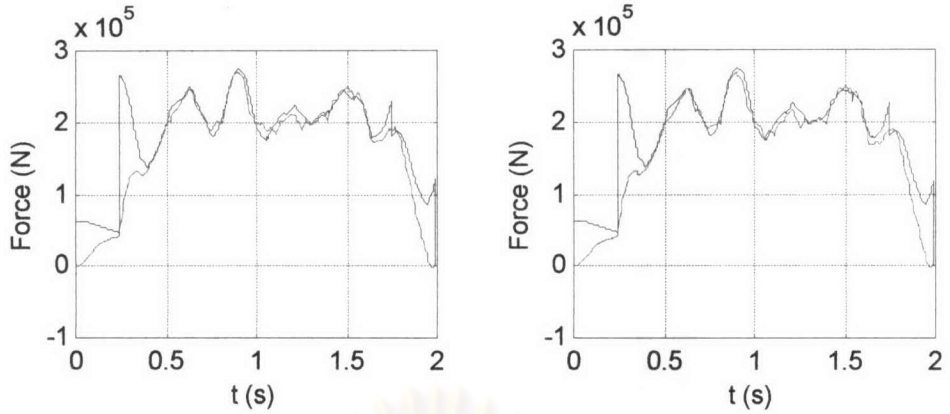


ค. $T = 10\%$ ง. $T = 20\%$

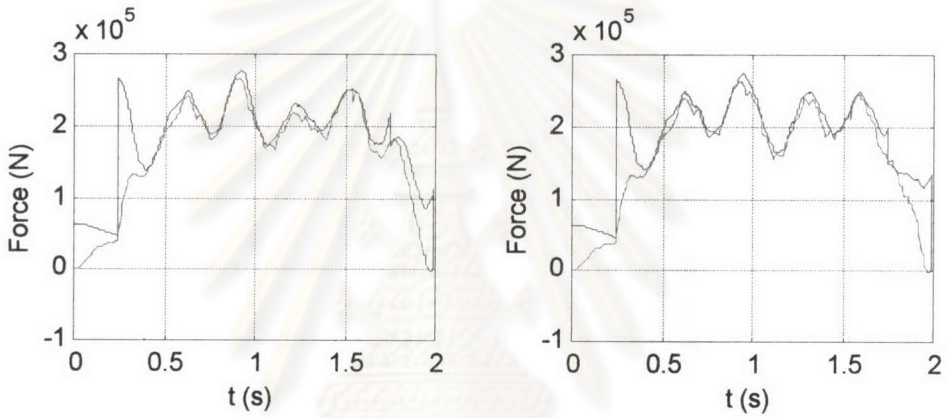


จ. $T = 25\%$ ฉ. $T = 30\%$

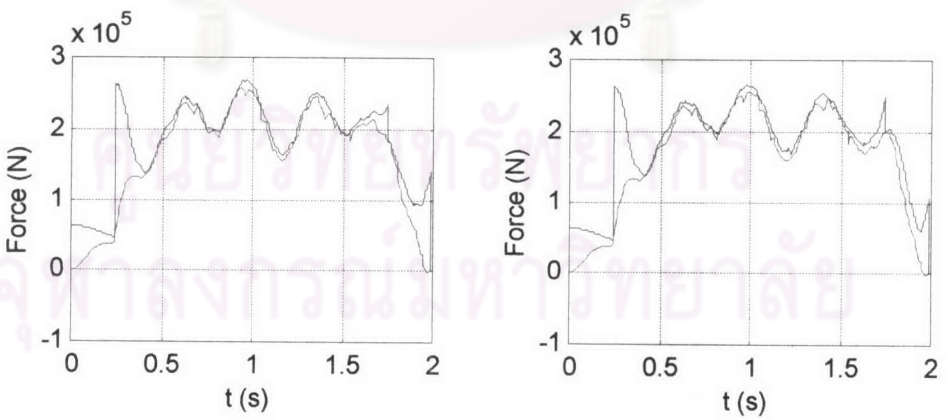
รูปที่ 7.12 น้ำหนักรวมทางพลศาสตร์ เนื่องจากรถหนัก 21 ตัน ความเร็ว 20 เมตร/วินาที ระดับของความขรุขระของผิวทาง 0.5 ซ.ม. และเปอร์เซ็นต์การบิดของสะพานที่ค่าต่างๆกัน
(——,——คือ น้ำหนักรวมทางพลศาสตร์จริง และน้ำหนักรวมทางพลศาสตร์ที่หาได้ ตามลำดับ)



ก. $T = 0\%$ ข. $T = 5\%$

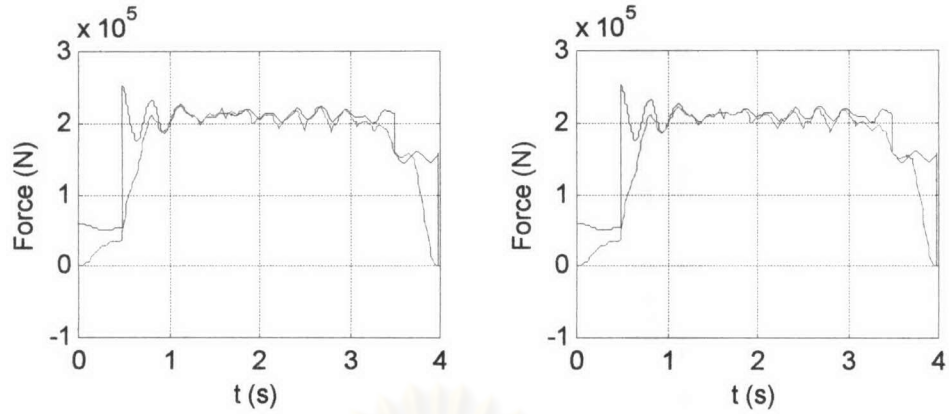


ค. $T = 10\%$ ง. $T = 20\%$

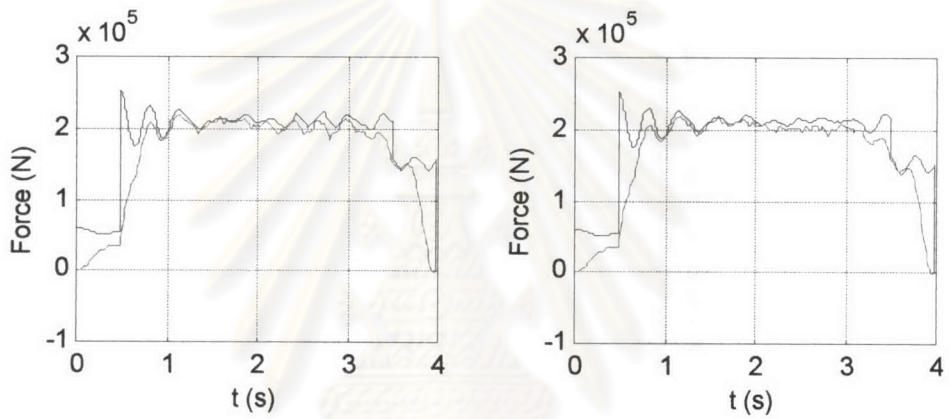


จ. $T = 25\%$ ฉ. $T = 30\%$

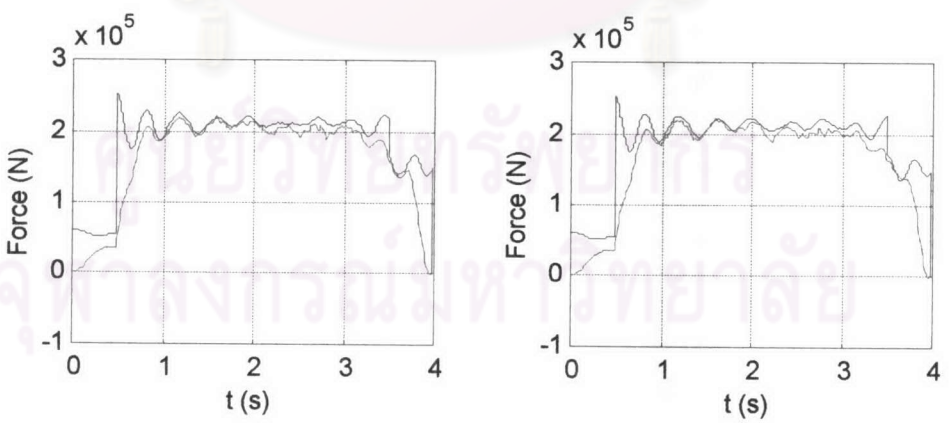
รูปที่ 7.13 น้ำหนักรวมทางพลศาสตร์ เนื่องจากรถหนัก 21 ตัน ความเร็ว 20 เมตร/วินาที ระดับของความขรุขระของผิวทาง 1.5 ซ.ม. และเปอร์เซ็นต์การบิดของสะพานที่ค่าต่างๆกัน
(——, ——คือ น้ำหนักรวมทางพลศาสตร์จริง และน้ำหนักรวมทางพลศาสตร์ที่หาได้ ตามลำดับ)



ก. $T = 0\%$ ข. $T = 5\%$

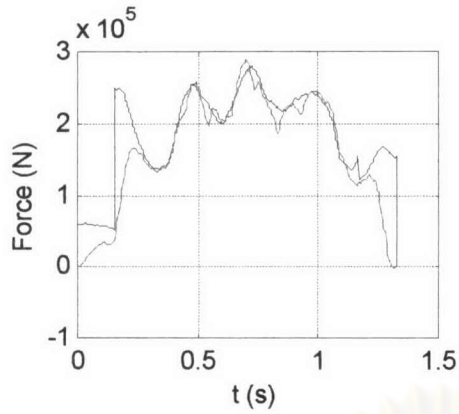


ค. $T = 10\%$ ง. $T = 20\%$

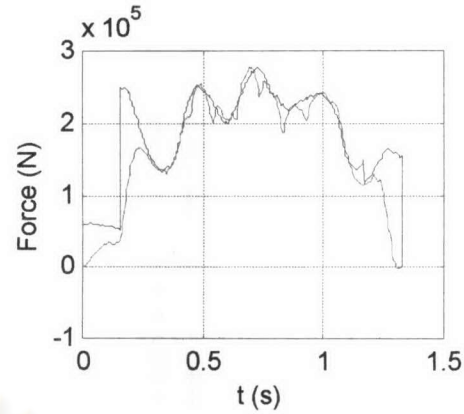


จ. $T = 25\%$ ฉ. $T = 30\%$

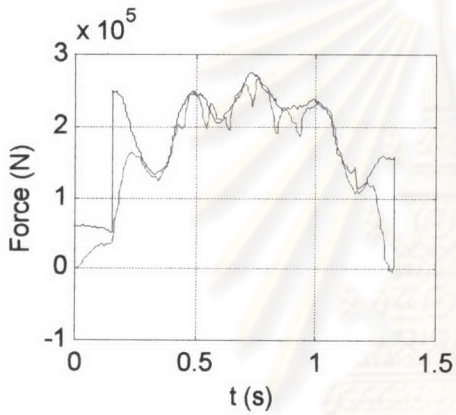
รูปที่ 7.14 น้ำหนักรวมทางพลศาสตร์ เนื่องจากรถหนัก 21 ตัน ความเร็ว 10 เมตร/วินาที ระดับของความขรุขระของผิวทาง 1.0 ซ.ม. และเปอร์เซ็นต์การบิดของสะพานที่ค่าต่างๆกัน
(——, ——คือ น้ำหนักรวมทางพลศาสตร์จริง และน้ำหนักรวมทางพลศาสตร์ที่หาได้ ตามลำดับ)



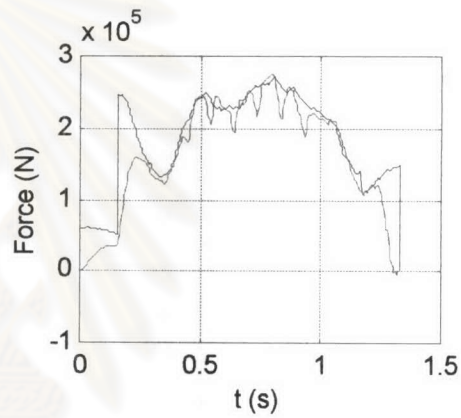
ก. $T = 0\%$



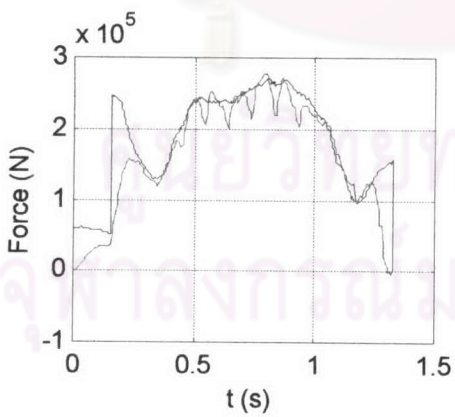
ข. $T = 5\%$



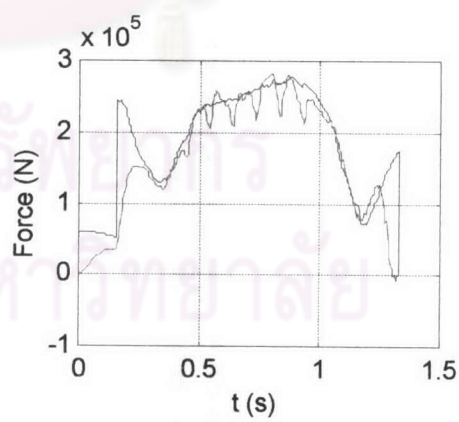
ค. $T = 10\%$



ง. $T = 20\%$



จ. $T = 25\%$



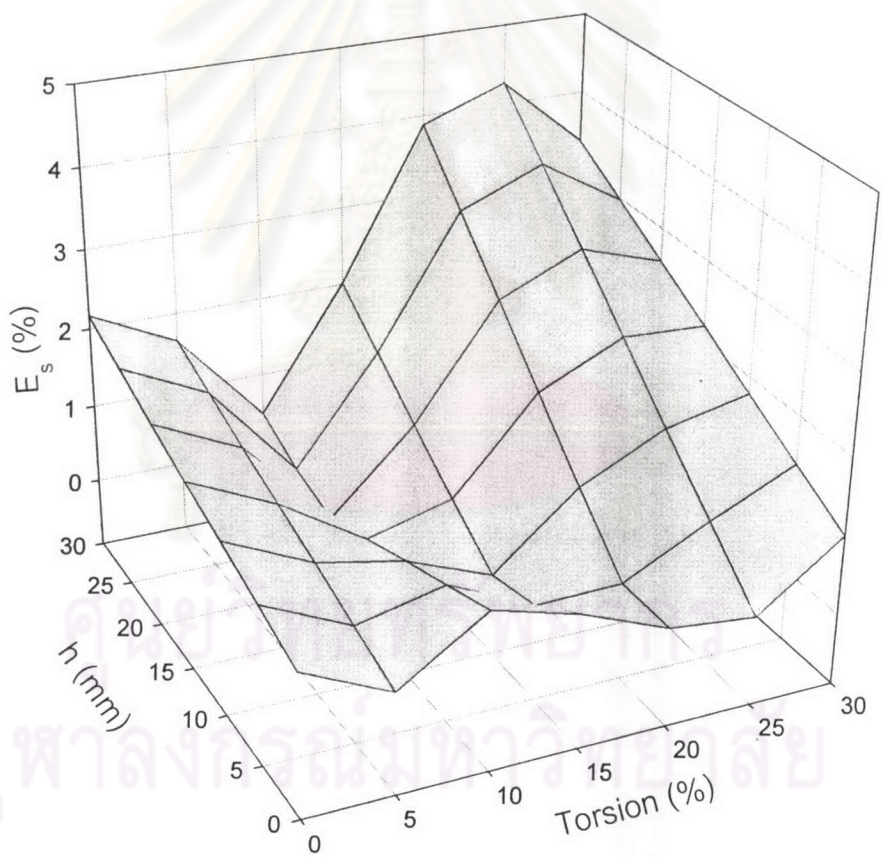
ฉ. $T = 30\%$

รูปที่ 7.15 น้ำหนักรวมทางพลศาสตร์ เนื่องจากรถหนัก 21 ตัน ความเร็ว 30 เมตร/วินาที ระดับของความขรุขระของผิวทาง 1.0 ซ.ม. และเปอร์เซ็นต์การบิดของสะพานที่ค่าต่างๆกัน
(——, —— คือ น้ำหนักรวมทางพลศาสตร์จริง และน้ำหนักรวมทางพลศาสตร์ที่หาได้ ตามลำดับ)

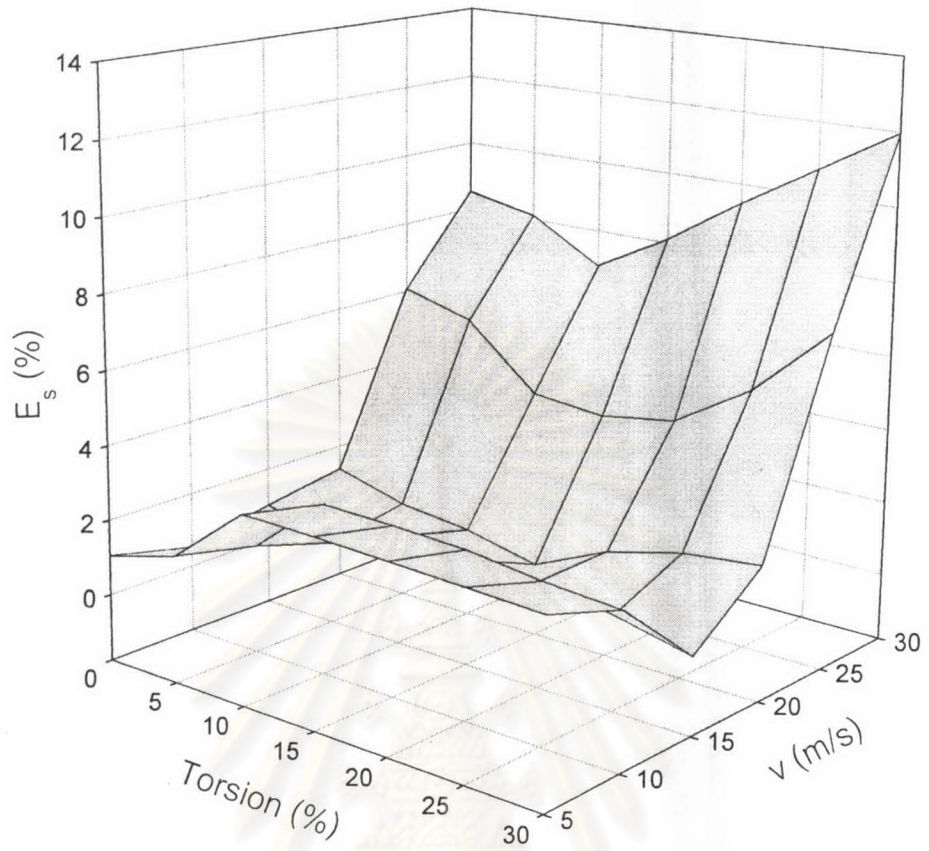
จากรูป 7.16 จะเห็นได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนของน้ำหนักรวมทางสถิตของรถจะมีค่าสูงในช่วงระดับของความขรุขระเท่ากับ 2-3 ซ.ม. และช่วงเปอร์เซ็นต์ของการบิดเท่ากับ 20-30 % แต่ความคลาดเคลื่อนสูงสุดก็น้อยกว่า 5 %

7.4.2 การเปรียบเทียบเมื่อพิจารณาผลของการบิดกับความเร็วของรถ

ทำการเฉลี่ยเพื่อหาน้ำหนักรวมทางสถิตเช่นเดียวกับหัวข้อ 7.4.1 ซึ่งจากรูป 7.17 จะเห็นได้ความคลาดเคลื่อนจะมีค่าสูงถึง 12 % ในกรณีที่ความเร็วรถเท่ากับ 30 เมตร/วินาที และการบิดของสะพานเท่ากับ 30 % แต่จากที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้นว่าการบิดของสะพานไม่มีผลต่อการหาน้ำหนักรถโดยวิธีไดนามิคโปรแกรมมิง ดังนั้นสิ่งที่มีผลต่อความคลาดเคลื่อนมากที่สุดในกรณีนี้คือ ความเร็วของรถ



รูปที่ 7.16 ความคลาดเคลื่อนของน้ำหนักรวมทางสถิตที่ความเร็ว 20 เมตร/วินาที



รูปที่ 7.17 ความคลาดเคลื่อนของน้ำหนักรวมทางสถิติที่ระดับของความขรุขระเท่ากับ 1 ซ.ม.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย