



## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- นพดล คุณาหัสณะดีกุล. 2539. สมปฏัติกรรมการตอนสนองในทางอินดิลาตติกสำหรับการออกแบบอาคารต้านแรงแผ่นดินไหวในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นรินทร์ เอื้อศิริวรรณ. 2538. ความเร็วลมออกแบบและหน่วยแรงลมออกแบบ เสนอแนะสำหรับประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

### ภาษาอังกฤษ

- Clough, R.W., and Penzien, J. 1975. Dynamics of structures. New York : McGraw-Hill.
- Davenport, A.G. 1960. Wind load on structures, Technical Paper No.88. Canada : Division of Building Research, National Research council.
- Gasparini, D.A., and Vanmarcke, E.H. 1976. Simulated earthquake motions compatible with prescribed response spectra. SIMQKE. Department of Civil Engineering M.I.T.
- Ohno, T., and Nishioka, T. 1982. Relation between the hysteretic characteristics of structures and the plastic energy dissipation under earthquake motion. Proc. of the 6<sup>th</sup> Earthquake Engr. Symposium. : 1105-1112.
- Ohno, T., and Nishioka, T. 1984. An experimental study on energy absorption capacity of columns in reinforced concrete structures. Proceeding of JSCE. 350/1-2 : 23-33.
- Ohno, T., and Nishioka, T. 1985. Control of input energy for elasto-plastic multi-mass systems subjected to seismic motion. Proceeding of JSCE. 356/1-3 : 247-257.
- Ohno, T., and Nishioka, T. 1986. Optimum distribution of input energy and stiffness in earthquake design for shear multi-mass systems. Proceeding of JSCE. 368/1-5 : 103-113
- National Research Council of Canada. 1990. National Building Code of Canada 1990. Canada

Simiu, E., and Robert, H.S. 1985. Wind effects on structures. 2<sup>nd</sup> Edition. New York :  
John Wiley&Sons Inc.

Xiao, Y. 1982. Analysis of optimum rigidity distribution of tall building under seismic  
motion. developments in structural engineering. Proc. of the Forth Rail Bridge  
Centenary Conference. Vol2. : 861-868



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



**ภาคผนวก**

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ก.

ก.1 คุณสมบัติเชิงตั้งฉากของเวกเตอร์ลักษณะรูปร่างการสั่นไหว (Orthogonality of modal vectors)

พิจารณาสมการปัญหาค่าเฉพาะ 2 สมการ โดยที่  $r \neq s$

$$\mathbf{K}\phi_r = \omega_r^2 \mathbf{M}\phi_r \quad (\text{ก.1})$$

$$\mathbf{K}\phi_s = \omega_s^2 \mathbf{M}\phi_s \quad (\text{ก.2})$$

คูณข้างหน้าสมการ (ก.1) และ (ก.2) ด้วย  $\phi_s^T$  และ  $\phi_r^T$  ตามลำดับ

$$\phi_s^T \mathbf{K}\phi_r = \omega_r^2 \phi_s^T \mathbf{M}\phi_r \quad (\text{ก.3})$$

$$\phi_r^T \mathbf{K}\phi_s = \omega_s^2 \phi_r^T \mathbf{M}\phi_s \quad (\text{ก.4})$$

ทรานสโพส (Transpose) สมการ (ก.4) ได้

$$\phi_s^T \mathbf{K}\phi_r = \omega_s^2 \phi_s^T \mathbf{M}\phi_r \quad (\text{ก.5})$$

นำสมการ (ก.5) ลบจากสมการ (ก.3) จะได้

$$(\omega_r^2 - \omega_s^2) \phi_s^T \mathbf{M}\phi_r = 0 \quad (\text{ก.6})$$

เนื่องจาก  $\omega_r \neq \omega_s$  ดังนั้น

$$\phi_s^T \mathbf{M}\phi_r = 0 \quad (\text{ก.7})$$

แทนค่าสมการ (ก.7) ลงในสมการ (ก.5)

$$\phi_s^T \mathbf{K}\phi_r = 0 \quad (\text{ก.8})$$

เนื่องจาก  $C = 2\omega\xi M$  ดังนั้น

$$\phi_r^T C \phi_r = 0 \quad (\text{ก.9})$$

สมการ (ก.7) (ก.8) และ (ก.9) คือคุณสมบัติเชิงตั้งฉากของเวกเตอร์ลักษณะรูปร่าง-  
การสั่นไหว

ก.2 ผลเฉลยของสมการการเคลื่อนที่ ที่มีดีกรีความอิสระเดียว

พิจารณาสมการการเคลื่อนที่ ที่มีดีกรีความอิสระเดียว (Single degree of freedom) เมื่อ  
รับแรงแบบฮาร์โมนิก

$$F(t) = P_0 e^{i\omega t} = P_0 \cos(\omega t + i \sin \omega t)$$

สมการการเคลื่อนที่เป็น

$$m\ddot{y} + c\dot{y} + ky = P_0 e^{i\omega t} \quad (\text{ก.10})$$

สมมติคำตอบเฉพาะ (Particular solution) ของ (ก.10) เป็น

$$y = y_c e^{i\omega t} \quad (\text{ก.11})$$

แทนค่า (ก.11) ลงใน (ก.10)

$$y_c(-\omega^2 m + i\omega c + k) = P_0$$

$$y_c = \frac{P_0}{(k - \omega^2 m) + i\omega c}$$

ให้  $a = k - \omega^2 m$  และ  $b = -\omega c$

$$y_c = \frac{P_0}{a - bi} \times \frac{a + bi}{a + bi}$$

$$= \frac{(a+bi)P_0}{a^2+b^2} = P_0 e^{-i\theta} / r$$

โดยที่  $a+bi = re^{i\theta}$        $r = \sqrt{a^2+b^2}$        $\tan \theta = \frac{b}{a} = \frac{-\omega c}{k-\omega^2 m}$

$$\begin{aligned} \therefore y &= \frac{P_0 e^{-i\theta}}{r^2} \cdot e^{i\omega t} \\ &= \frac{P_0 e^{i(\omega t - \theta)}}{r^2} \\ &= \frac{P_0 e^{i(\omega t - \theta)}}{\sqrt{(k - \omega^2 m)^2 + \omega^2 c^2}} \end{aligned} \quad (\text{ก.12})$$

เมื่อพิจารณาเฉพาะส่วนจริงของสมการ (ก.12) จะได้

$$y = \frac{(P_0/k) \cos(\omega t - \theta)}{\sqrt{\left[1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right]^2 + 4\xi^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}} \quad (\text{ก.13})$$

โดยที่  $\omega_0 =$  ความถี่ธรรมชาติของโครงสร้าง  
 $= \sqrt{k/m}$

$\xi =$  อัตราส่วนความหน่วง

$\omega =$  ความถี่ของแรงกระทำภายนอก

$\theta =$  ค่ามุมเปลี่ยนแปลง (Phase lag)

สถาบันวิทยบริการ  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## ภาคผนวก ข.

ค่าสตีเฟนสของโครงสร้างรับแรงลม

ค่าสตีเฟนสของโครงสร้างเริ่มต้นของอาคาร 4 ชั้นเมื่อรับแรงลม

$$K_{\text{initial}} = \begin{bmatrix} 242518 & -131921 & 21082 & -1984 \\ & 221791 & -129145 & 18371 \\ & & \text{sym.} & 216238 & -105948 \\ & & & & 89352 \end{bmatrix} \text{ kg/cm.}$$

ค่าสตีเฟนสของโครงสร้างเหมาะสมของอาคาร 4 ชั้นเมื่อรับแรงลม

$$K_{\text{optimize}} = \begin{bmatrix} 225973 & -144061 & 4896 & -16335 \\ & 226850 & -123154 & 22906 \\ & & \text{sym.} & 223074 & -101423 \\ & & & & 94862 \end{bmatrix} \text{ kg/cm.}$$

ค่าสตีเฟนสของโครงสร้างทางปฏิบัติของอาคาร 4 ชั้นเมื่อรับแรงลม

$$K_{\text{practice}} = \begin{bmatrix} 229517 & -129856 & 20978 & -2057 \\ & 221613 & -130215 & 19236 \\ & & \text{sym.} & 222151 & -110855 \\ & & & & 93474 \end{bmatrix} \text{ kg/cm.}$$

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าสติเฟเนสของโครงสร้างเริ่มต้นของอาคาร 10 ชั้นเมื่อรับแรงลม

$$K_{\text{initial}} = \begin{bmatrix} 1996980 & -11496970 & 268683 & -46521 & 11904 & -2687 \\ & 1186080 & -519188 & 139224 & -35625 & 8044 \\ & & 531132 & -324561 & 131654 & -29726 \\ & & & 524229 & -473698 & 171285 \\ & \text{sym.} & & & 894622 & -526287 \\ & & & & & 378791 \end{bmatrix} \text{ kg/cm.}$$

ค่าสติเฟเนสของโครงสร้างเหมาะสมของอาคาร 10 ชั้นเมื่อรับแรงลม

$$K_{\text{optimize}} = \begin{bmatrix} 1894410 & -1200750 & 153985 & -194286 & -83656 & -78240 \\ & 1240820 & -503394 & 178913 & -9834 & 25292 \\ & & 555514 & -307856 & 145393 & -19102 \\ & & & 562274 & -458023 & 177957 \\ & \text{sym.} & & & 910501 & -519299 \\ & & & & & 385079 \end{bmatrix} \text{ kg/cm.}$$

ค่าสติเฟเนสของโครงสร้างทางปฏิบัติของอาคาร 10 ชั้นเมื่อรับแรงลม

$$K_{\text{practice}} = \begin{bmatrix} 1865760 & -1148980 & 277660 & -49062 & 12904 & -2755 \\ & 1235152 & -549114 & 149467 & -39317 & 8395 \\ & & 558855 & -346156 & 142439 & -30418 \\ & & & 561582 & -503100 & 177857 \\ & \text{sym.} & & & 931292 & -341748 \\ & & & & & 388141 \end{bmatrix} \text{ kg/cm.}$$

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ค่าสตีเฟนสของโครงสร้างรับแรงแผ่นดินไหว

ค่าสตีเฟนสของโครงสร้างเริ่มต้นของอาคาร 4 ชั้นเมื่อรับแรงแผ่นดินไหว

$$K_{\text{initial}} = \begin{bmatrix} 242518 & -131921 & 21082 & -1984 \\ & 221791 & -129145 & 18371 \\ & \text{sym.} & 216238 & -105948 \\ & & & 89352 \end{bmatrix} \text{ kg/cm.}$$

ค่าสตีเฟนสของโครงสร้างเหมาะสมของอาคาร 4 ชั้นเมื่อรับแรงแผ่นดินไหว

$$K_{\text{optimize}} = \begin{bmatrix} 236027 & -137741 & 133440 & -8673 \\ & 222632 & -127416 & 20114 \\ & \text{sym.} & 218350 & -103865 \\ & & & 92421 \end{bmatrix} \text{ kg/cm.}$$

ค่าสตีเฟนสของโครงสร้างทางปฏิบัติของอาคาร 4 ชั้นเมื่อรับแรงแผ่นดินไหว

$$K_{\text{practice}} = \begin{bmatrix} 236098 & -130911 & 21059 & -2042 \\ & 221766 & -129930 & 18997 \\ & \text{sym.} & 220514 & -109496 \\ & & & 92332 \end{bmatrix} \text{ kg/cm.}$$

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค่าสติเฟนสของโครงสร้างเริ่มต้นของอาคาร 10 ชั้นเมื่อรับแรงแผ่นดินไหว

$$K_{\text{initial}} = \begin{bmatrix} 1996980 & -11496970 & 268683 & -46521 & 11904 & -2687 \\ & 1186080 & -519188 & 139224 & -35625 & 8044 \\ & & 531132 & -324561 & 131654 & -29726 \\ & & & 524229 & -473698 & 171285 \\ & \text{sym.} & & & 894622 & -526287 \\ & & & & & 378791 \end{bmatrix} \text{ kg/cm.}$$

ค่าสติเฟนสของโครงสร้างเหมาะสมของอาคาร 10 ชั้นเมื่อรับแรงแผ่นดินไหว

$$K_{\text{optimize}} = \begin{bmatrix} 1982830 & -1171000 & 232842 & -91540 & -18815 & -28088 \\ & 1173480 & -536071 & 119952 & -49407 & -4110 \\ & & 557575 & -305478 & 142705 & -20132 \\ & & & 555318 & -467640 & 173873 \\ & \text{sym.} & & & 899193 & -524819 \\ & & & & & 382309 \end{bmatrix} \text{ kg/cm.}$$

ค่าสติเฟนสของโครงสร้างทางปฏิบัติของอาคาร 10 ชั้นเมื่อรับแรงแผ่นดินไหว

$$K_{\text{practice}} = \begin{bmatrix} 1964950 & -1143430 & 275574 & -5041 & 1087 & -2592 \\ & 1195490 & -540740 & 147148 & -3155 & 7569 \\ & & 568087 & -349331 & 137785 & -33054 \\ & & & 554159 & -490531 & 178291 \\ & \text{sym.} & & & 907308 & -531530 \\ & & & & & 380768 \end{bmatrix} \text{ kg/cm.}$$

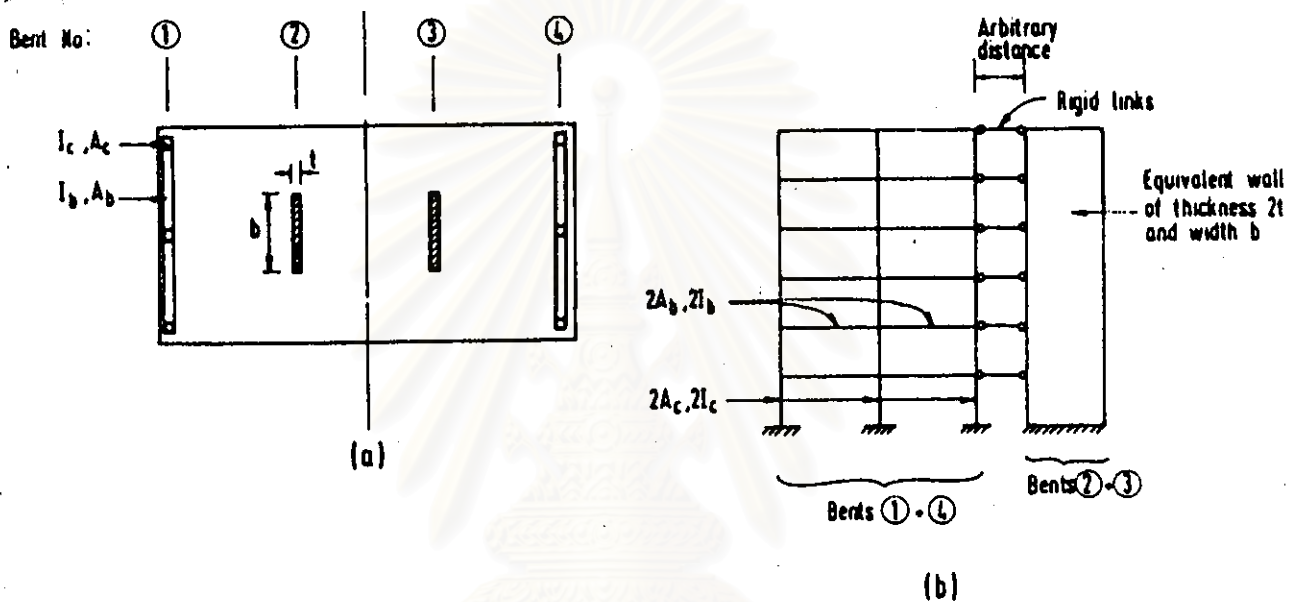
สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## ภาคผนวก ค.

วิธีการรวมโครงสร้างหลายช่วงให้เป็นโครงสร้างทดแทน(Substitute frame) และ  
วิธีการรวมโครงสร้างในแนวตั้ง

โดยทั่วไปแล้ว รูปร่างของอาคารมักเป็นแบบสมมาตร ดังนั้น เพื่อความสะดวกในการ  
วิเคราะห์ เราสามารถลดขนาดของรูปแบบโครงสร้างนั้นลงได้



รูปที่ ค.1 โครงสร้างที่มีรูปร่างแบบสมมาตร

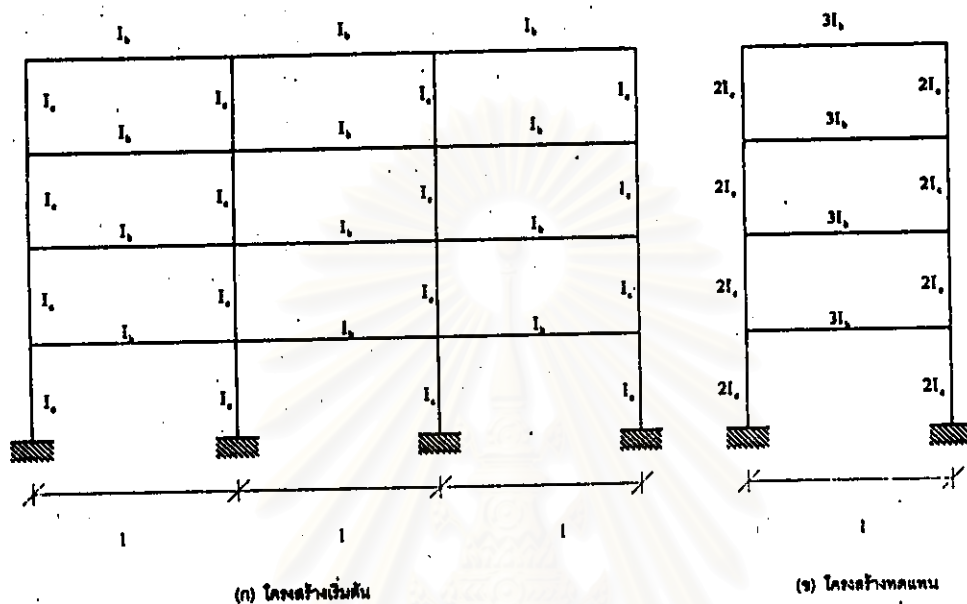
ตัวอย่างเช่น โครงสร้างในรูปที่ ค.1 ประกอบด้วย โครงสร้างข้อแข็ง 2 โครง และกำแพงรับ  
แรงเฉือน 2 กำแพง ซึ่งมีจุดสมมาตรที่กึ่งกลางของโครงสร้าง กำแพงทั้ง 2 สามารถรวมเข้าเป็น  
กำแพงเดียวได้ เช่นเดียวกับโครงสร้างข้อแข็ง ก็สามารถรวมเป็นโครงสร้างข้อแข็งเดียวกันได้ เนื่อง  
จากมีลักษณะการเสียรูปเหมือนกัน จึงสามารถทำการรวมได้

อย่างไรก็ตาม เพื่อลดความยุ่งยากในการคำนวณ เรายังสามารถรวมโครงสร้างหลาย ๆ  
ช่วงให้เป็นโครงสร้างช่วงเดียวได้ ซึ่งเรียกว่า โครงสร้างทดแทน (Substitute frame) ดังรูปที่ ค.2  
โครงสร้างทดแทนจะมีสัดส่วนและคุณสมบัติต่อไปนี้

1. จำนวนชั้นและความสูงเท่าโครงสร้างจริง

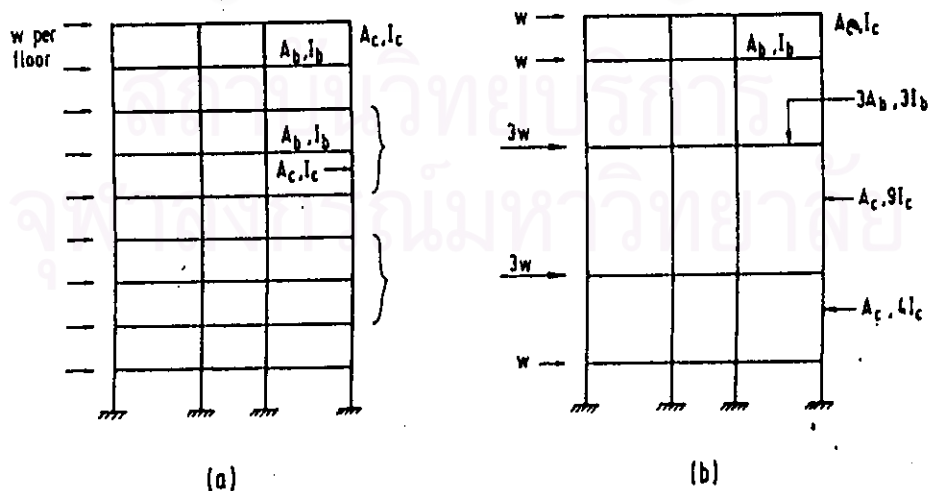
2. คานในแต่ละชั้นของโครงสร้างทดแทนจะมีค่าสติเฟนสเท่ากับผลรวมของคานทุก ๆ ตัวในชั้นเดียวกันของโครงสร้างจริง

3. ผลรวมสติเฟนสของเสาในโครงสร้างทดแทน ณ ชั้นใด ๆ จะเท่ากับผลรวมสติเฟนสของเสาทุกต้นของโครงสร้างจริงในชั้นนั้น ๆ



รูปที่ ค.2 แสดงวิธีการของโครงสร้างทดแทน

นอกจากนี้แล้ว โดยทั่วไปแล้ว ในอาคารสูง มักมีความสูงในแต่ละชั้น และขนาดของคานเท่ากัน เราสามารถทำการรวมในแนวตั้ง (Vertical lumping) ดังแสดงในรูปที่ ค.3



รูปที่ ค.3 การรวมโครงสร้างในแนวตั้ง

การรวมโครงสร้างในแนวตั้งนั้น ควรเหลือคานชั้นบนสุด และล่างสุดในลักษณะเดิม เพื่อคงสภาพของผลกระทบภายใน ซึ่งคุณลักษณะของโครงสร้างที่รวมในแนวตั้ง จะถูกกำหนดโดยดังนี้

1. ความแข็งในการดัดตัว (Flexural rigidity) ของคานที่ถูกรวม จะเท่ากับผลบวกของคานแต่ละตัวในโครงสร้างก่อนรวม

2. ความแข็งในการดัดตัวของเสา ในโครงสร้างรวมในแนวตั้ง หาได้จากการกำหนดค่าอัตราส่วนสติเฟนระหว่างเสากับคานให้มีค่าคงที่

กำหนดให้  $I_c, I_b$  คือ โมเมนต์อินเนอร์เซียของเสาและคานในโครงสร้างก่อนรวม

$I'_c, I'_b$  คือ โมเมนต์อินเนอร์เซียของเสาและคานในโครงสร้างหลังรวม

$l$  คือ ความยาวของคานก่อนและหลังรวมโครงสร้าง ซึ่งมีความยาวเท่ากัน

$h$  คือ ความยาวของเสาในโครงสร้างก่อนรวม

$h'$  คือ ความยาวของเสาในโครงสร้างหลังรวม

จะได้ 
$$\frac{(I'_c/h')}{(I'_b/l)} = \frac{(I_c/h)}{(I_b/l)}$$

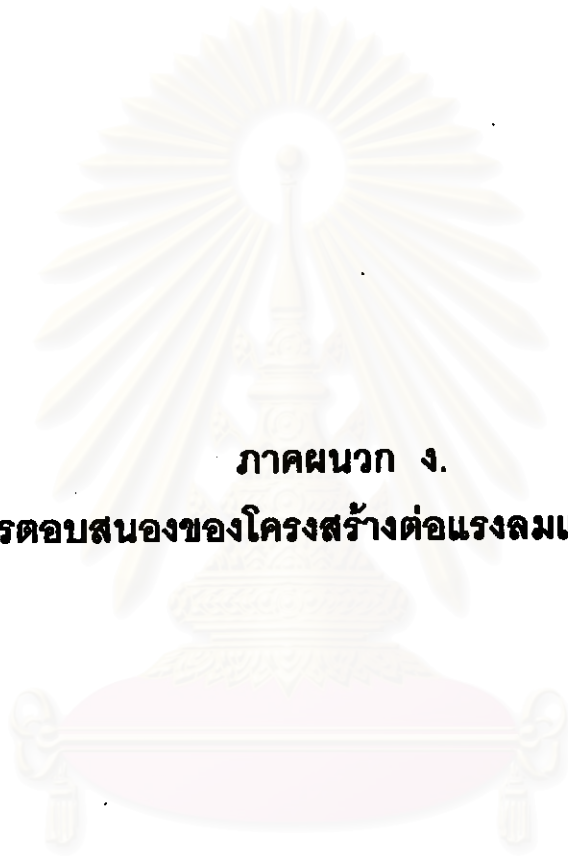
$$I'_c = \left(\frac{I'_b}{I_b}\right) \left(\frac{h'}{h}\right) I_c \quad (\text{ค.1})$$

ถ้า  $h' = 3h$ ,  $I'_b = 3I_b$  ดังนั้น  $I'_c = 9I_c$

3. พื้นที่หน้าตัดของเสายังคงเดิม

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





ภาคผนวก ง.

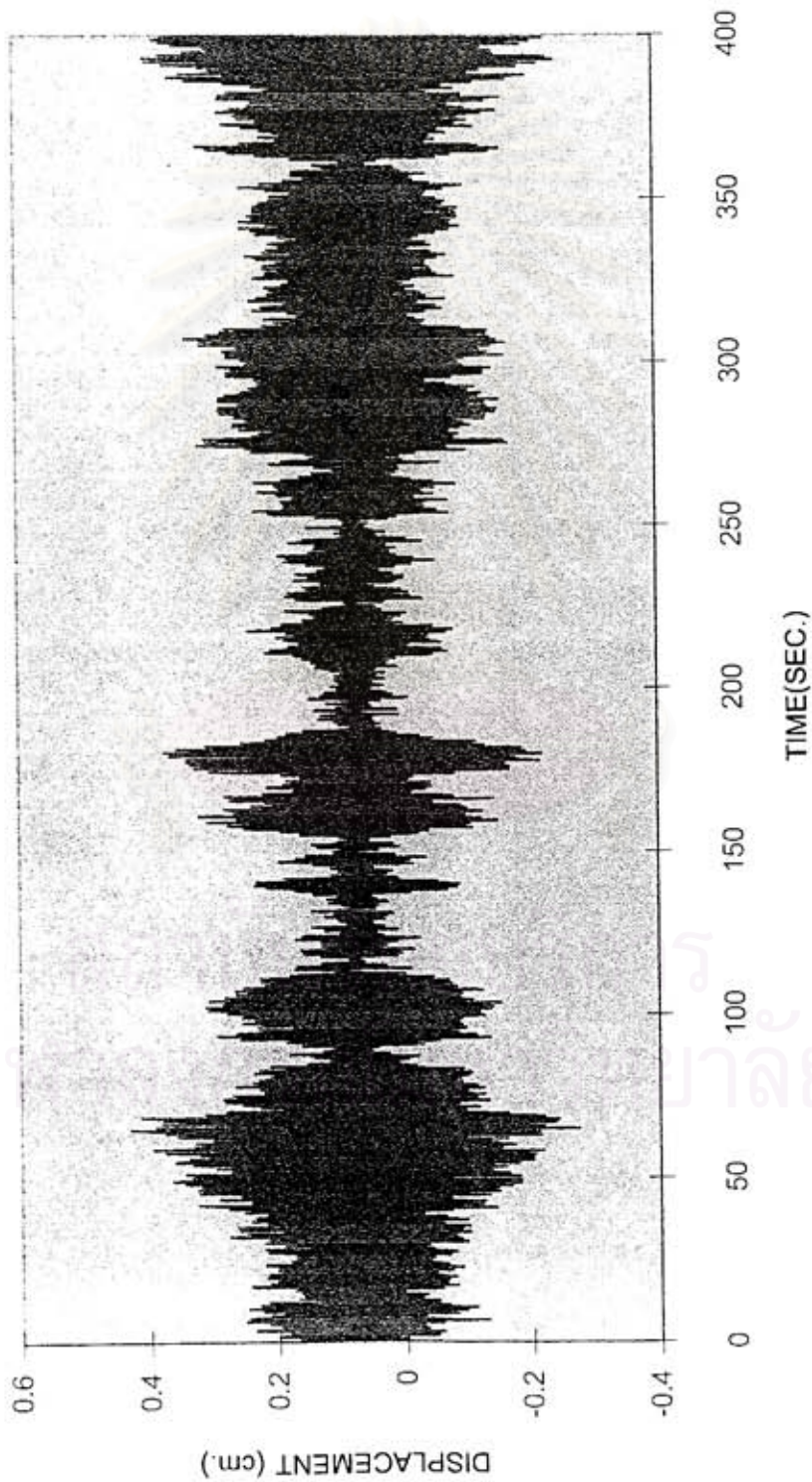
รูปแสดงการตอบสนองของโครงสร้างต่อแรงลมและแรงแผ่นดินไหว

สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



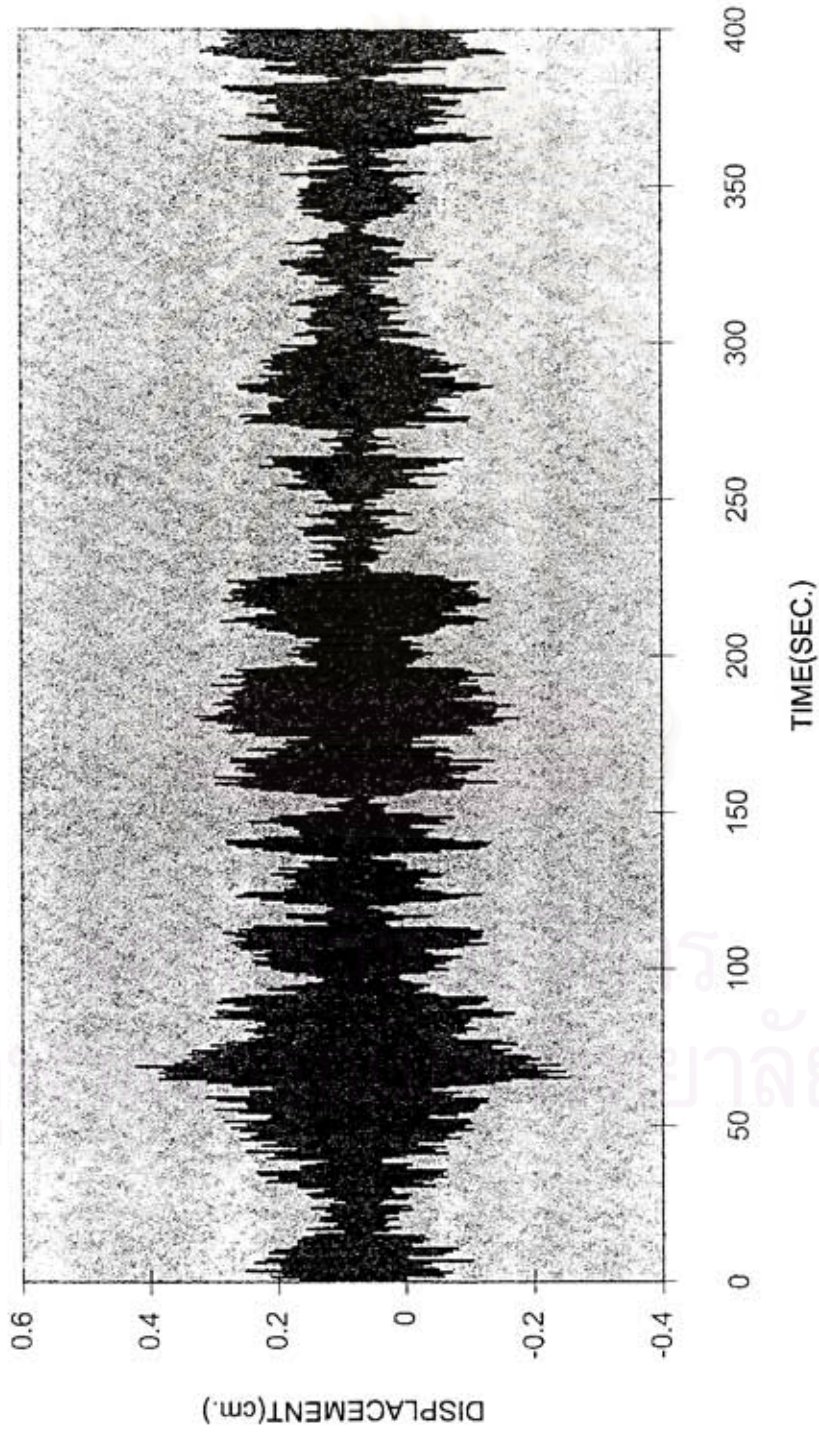
# TOP STORY RESPONSE DUE TO WIND LOAD

## Four Story Building (Initial)



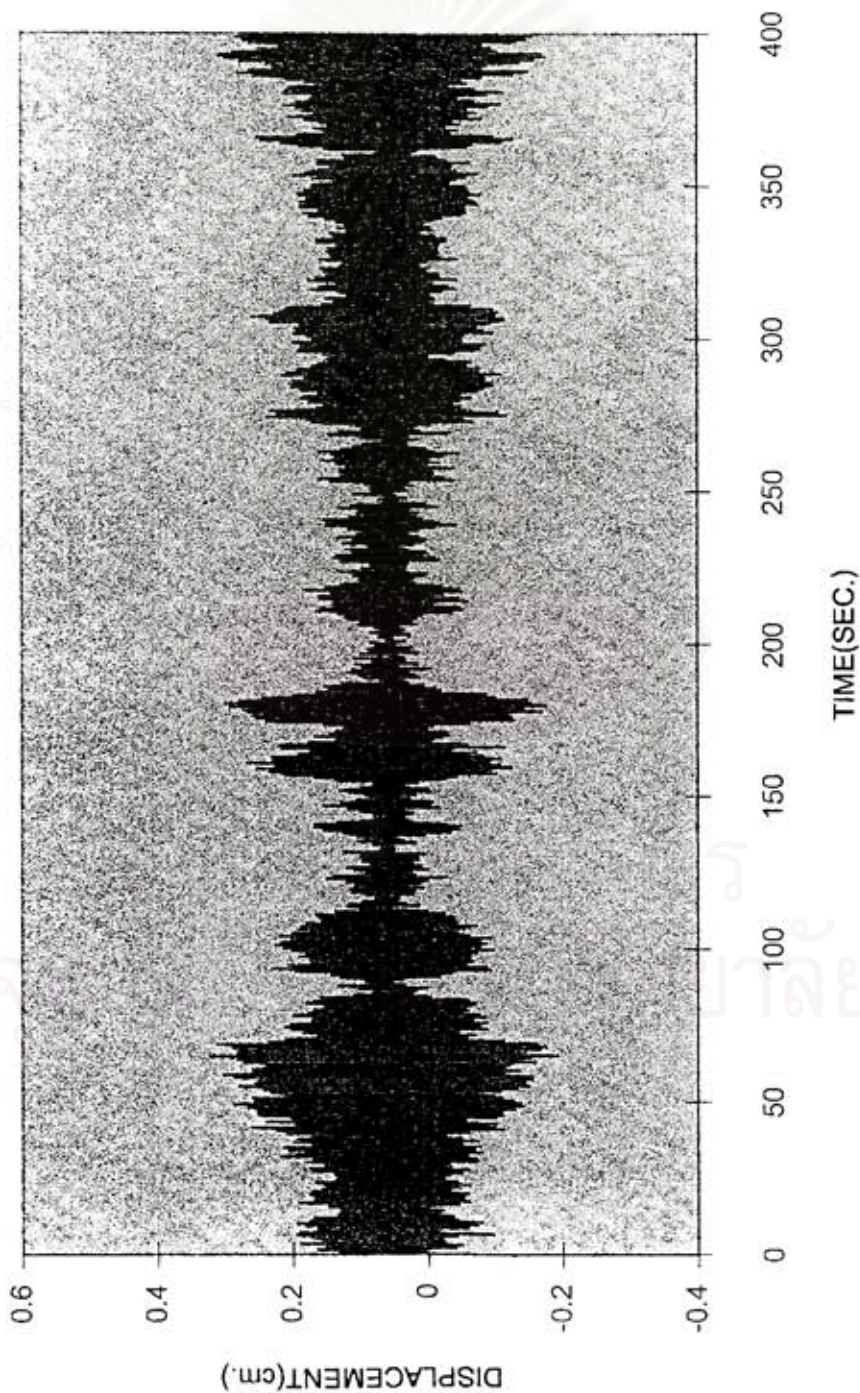
รูปที่ ๓.1 ผลตอบสนองแบบเชิงเส้นที่ชั้นบนสุดของโครงสร้างเริ่มต้น  
ของอาคาร 4 ชั้นรับแรงลม

TOP STORY RESPONSE DUE TO WIND LOAD  
Four Story Building (Practice)



รูปที่ ๓.๒ ผลตอบสนองแบบเชิงเส้นที่ชั้นบนสุดของโครงสร้างทางปฏิบัติ  
ของอาคาร ๔ ชั้นรับแรงลม

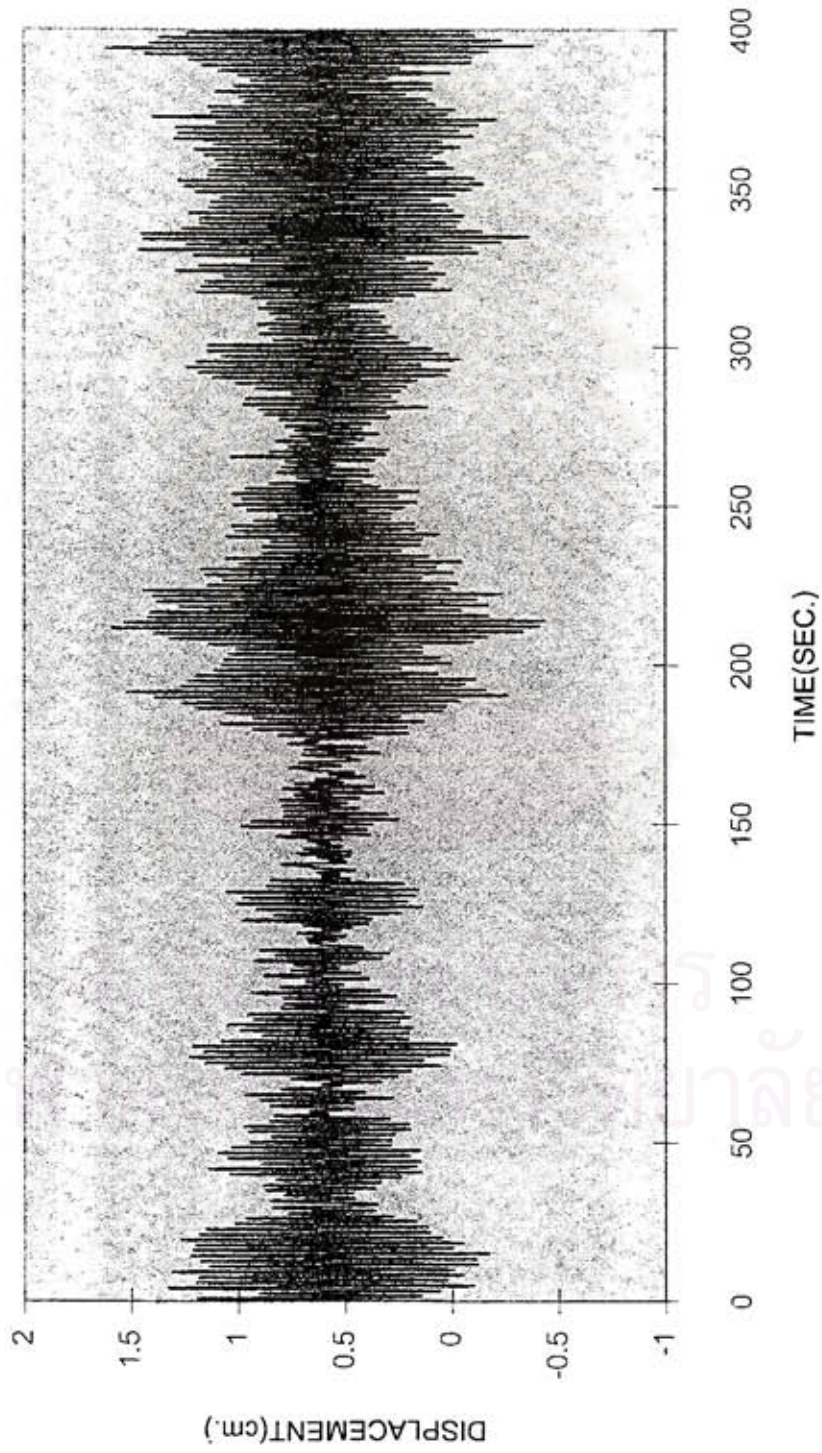
TOP STORY RESPONSE DUE TO WIND LOAD  
Four Story Building (Optimize)



รูปที่ ๓.๓ ผลตอบสนองแบบเชิงเส้นที่ชั้นบนสุดของโครงสร้างเหมาะสม  
ของอาคาร 4 ชั้นรับแรงลม

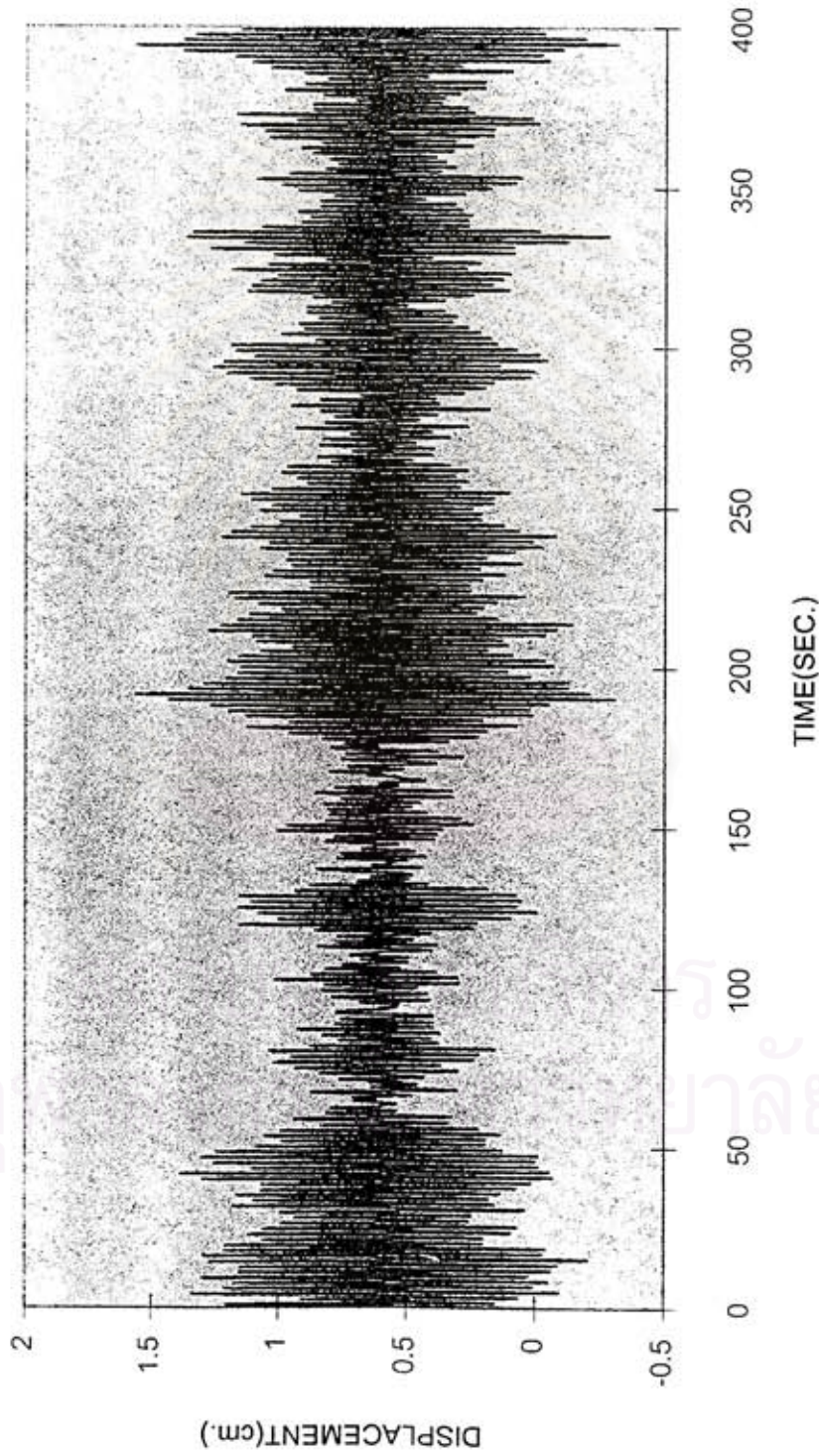
# TOP STORY RESPONSE DUE TO WIND LOAD

Ten Story Building (Initial)



รูปที่ ๔.๔ ผลตอบสนองแบบเชิงเส้นที่ชั้นบนสุดของโครงสร้างเริ่มต้น  
ของอาคาร 10 ชั้นรับแรงลม

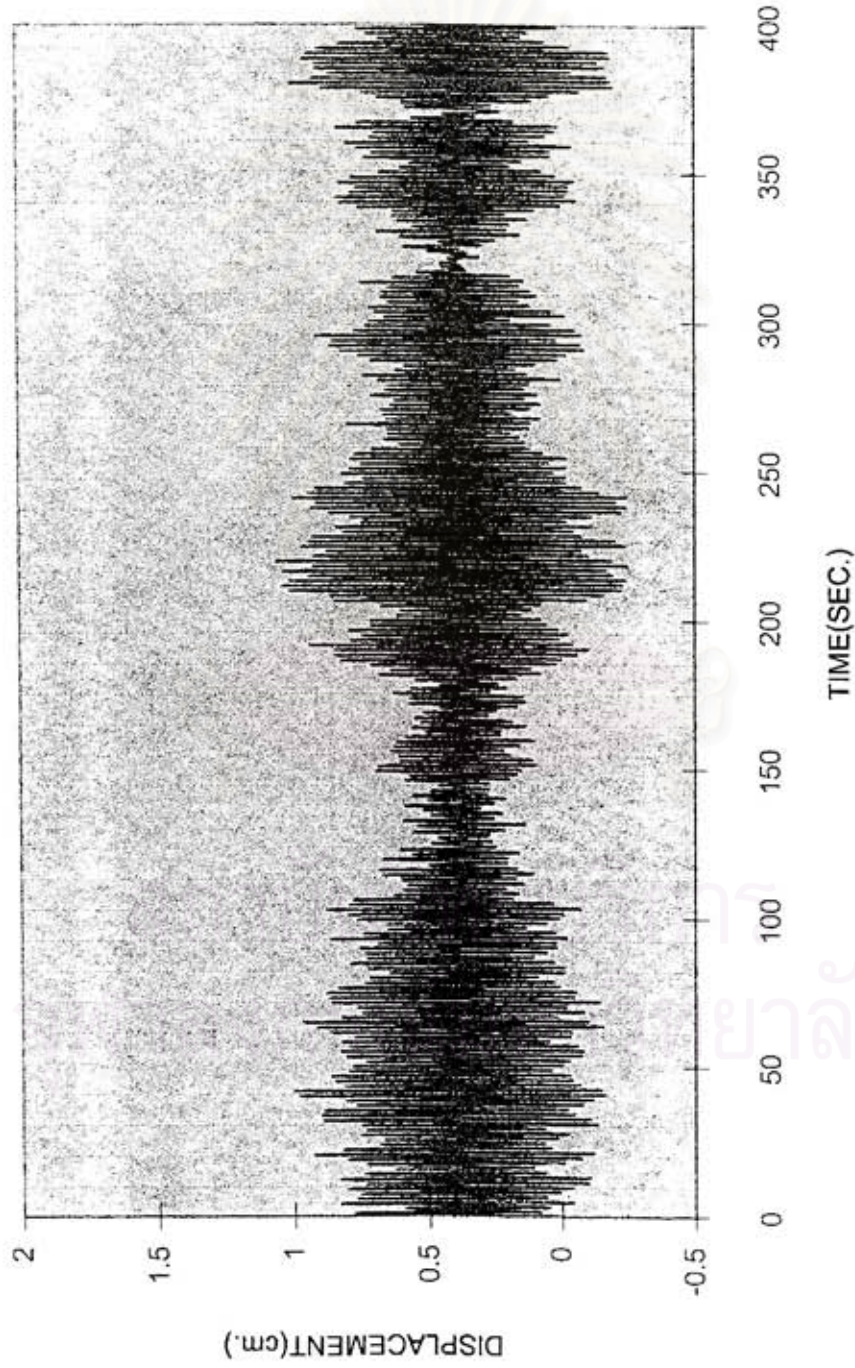
TOP STORY RESPONSE DUE TO WIND LOAD  
Ten Story Building (Practice)



รูปที่ ๓.๕ ผลตอบสนองแบบเชิงเส้นที่ชั้นบนสุดของโครงสร้างทางปฏิบัติ  
ของอาคาร 10 ชั้นรับแรงลม

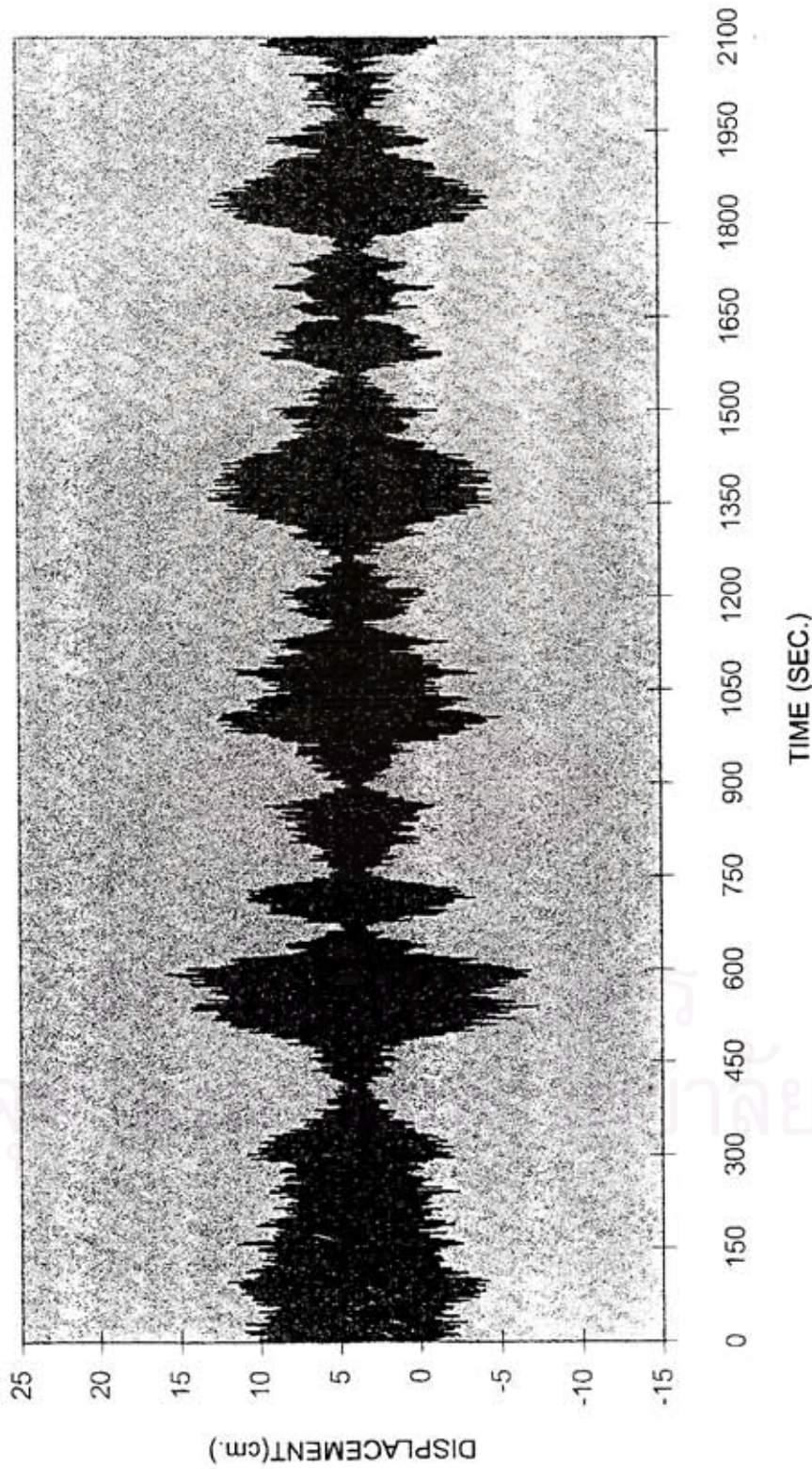
# TOP STORY RESPONSE DUE TO WIND LOAD

Ten Story Building (Optimize)



รูปที่ ๖.๖ ผลตอบสนองแบบเบี่ยงเส้นที่ชั้นบนสุดของโครงสร้างที่เหมาะสม  
ของอาคาร 10 ชั้นรับแรงลม

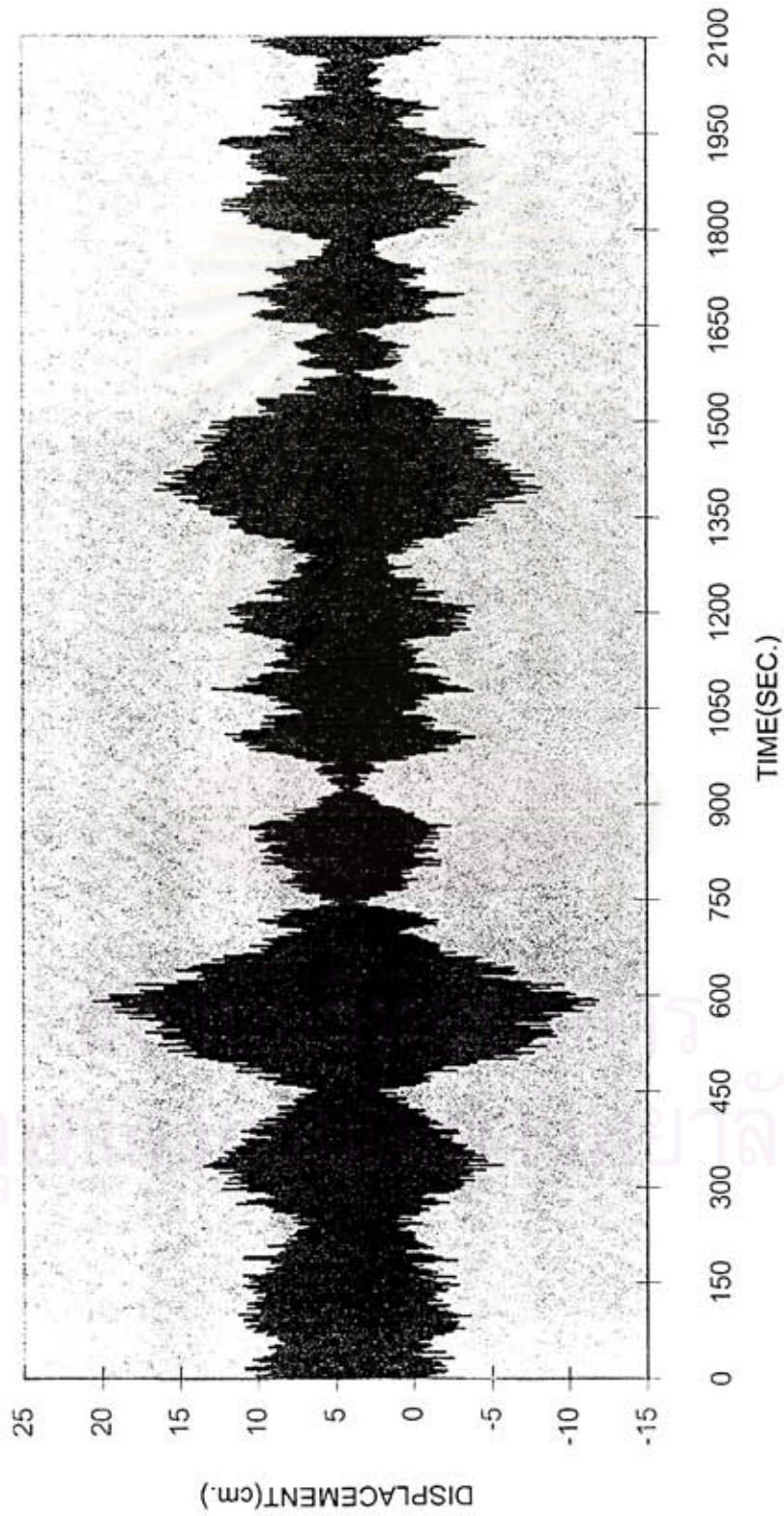
TOP STORY RESPONSE DUE TO WIND LOAD  
Twenty Story Building (Initial)



รูปที่ ๓.๗ ผลตอบสนองแบบเชิงเส้นที่ชั้นบนสุดของโครงสร้างเริ่มต้น  
ของอาคาร 20 ชั้นรับแรงลม

# TOP STORY RESPONSE DUE TO WIND LOAD

Twenty Story Building (Practice)

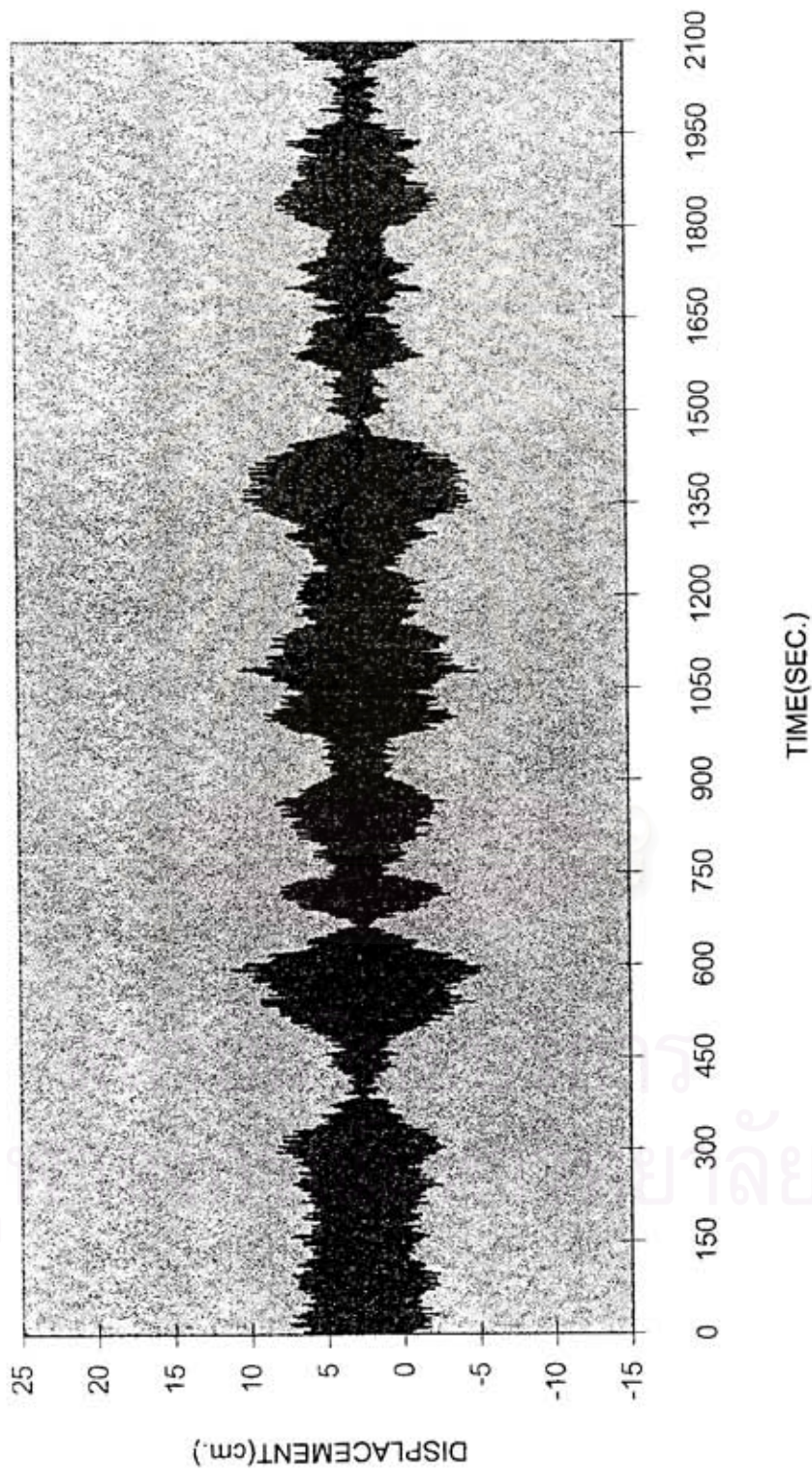


รูปที่ ๙.๘ ผลตอบสนองแบบเชิงเส้นที่ชั้นบนสุดของโครงสร้างทางปฏิบัติ

ของอาคาร 20 ชั้นรับแรงลม



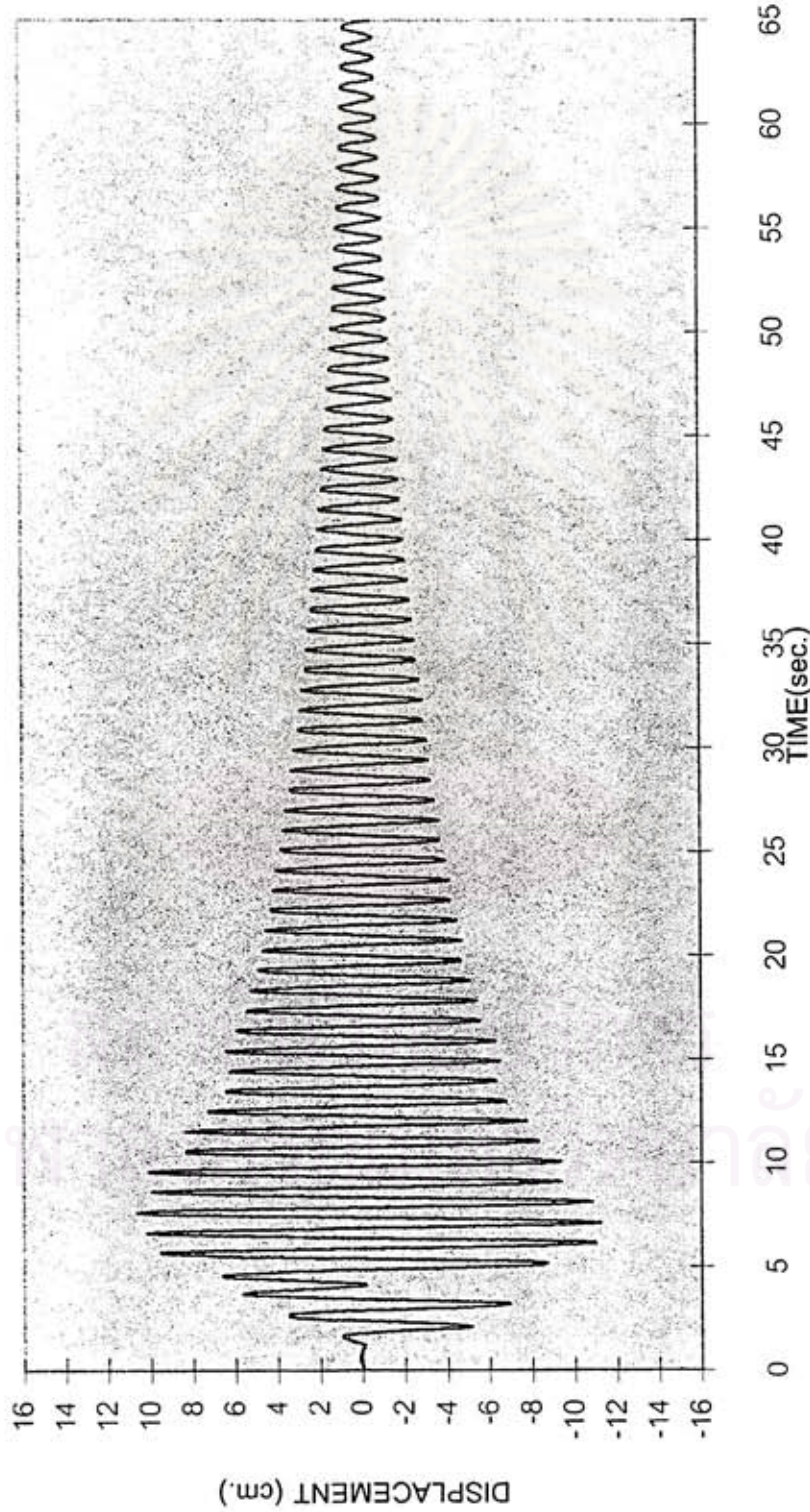
TOP STORY RESPONSE DUE TO WIND LOAD  
Twenty Story Building (Optimize)



รูปที่ ๑.๑ ผลตอบสนองแบบเชิงเส้นที่ชั้นบนสุดของโครงสร้างที่เหมาะสม  
ของอาคาร 20 ชั้นรับแรงลม

# TOP STORY RESPONSE DUE TO E.Q.

## Four Story Building (Initial)

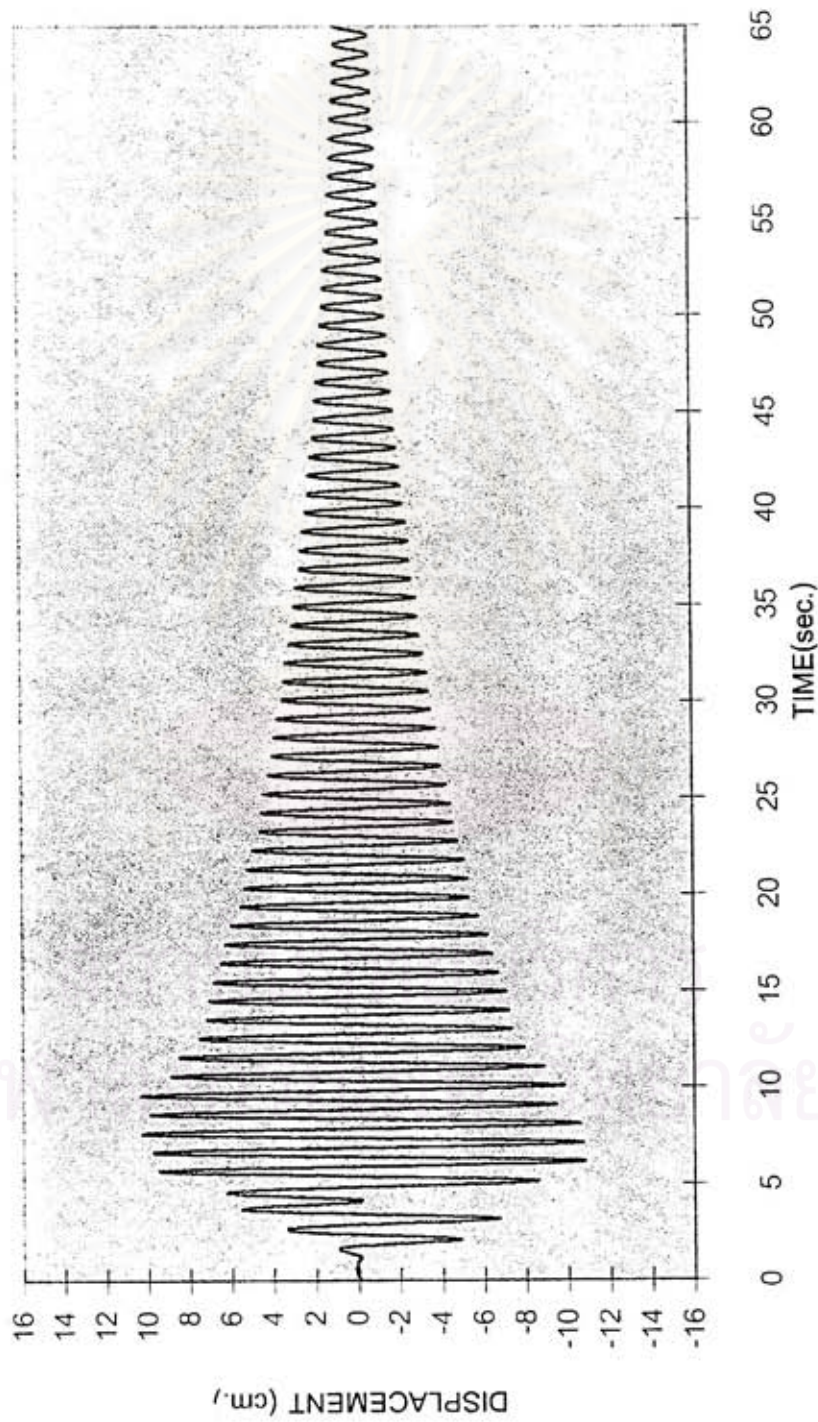


รูปที่ ง.10 ผลตอบสนองแบบเชิงเส้นที่ชั้นบนสุดของโครงสร้างเริ่มต้น

ของอาคาร 4 ชั้นรับแรงแผ่นดินไหว

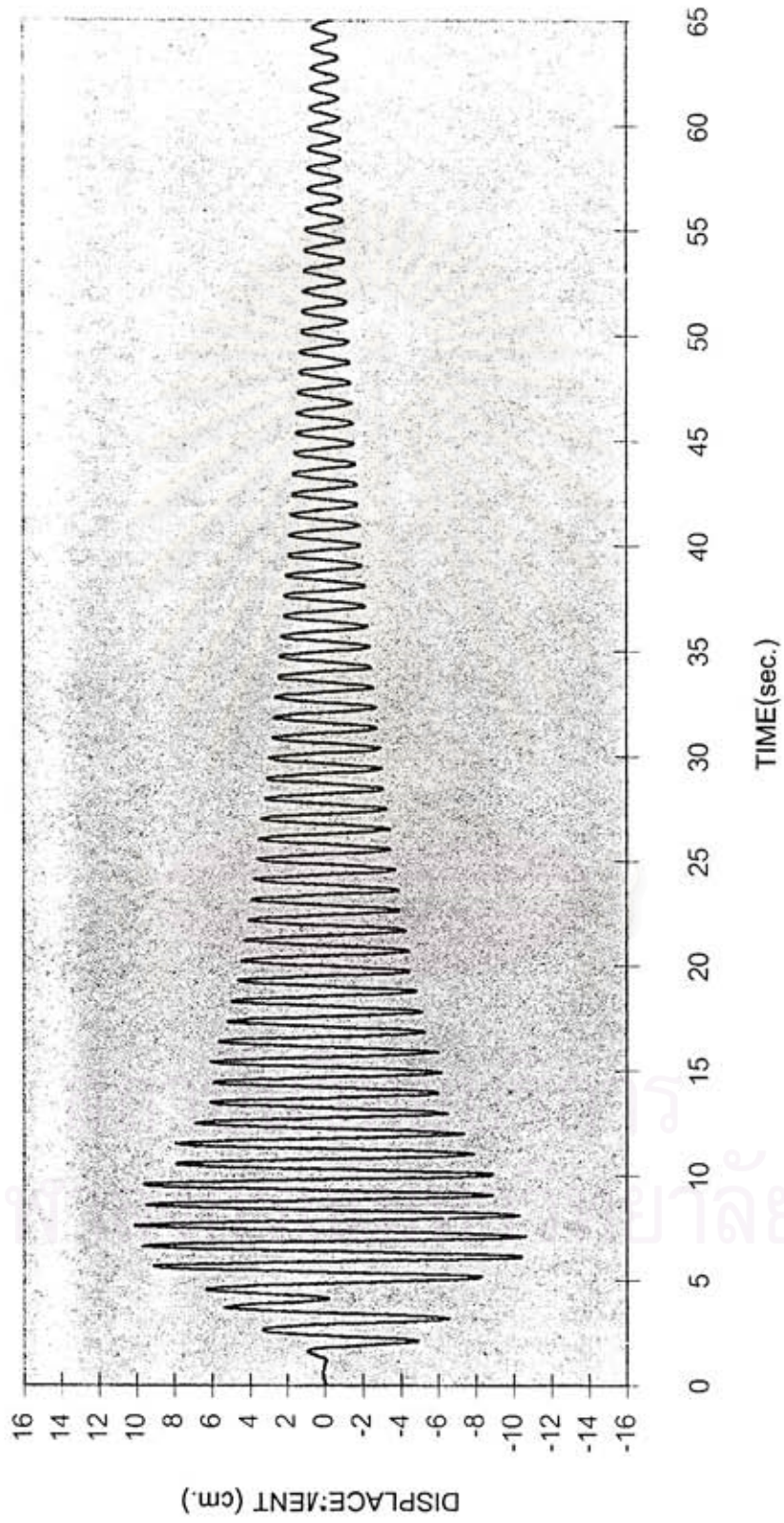
# TOP STORY RESPONSE DUE TO E.Q.

## Four Story Building (Practice)



รูปที่ ง.11 ผลตอบสนองแบบเชิงเส้นที่ชั้นบนสุดของโครงสร้างทางปฏิบัติ  
ของอาคาร 4 ชั้นรับแรงแผ่นดินไหว

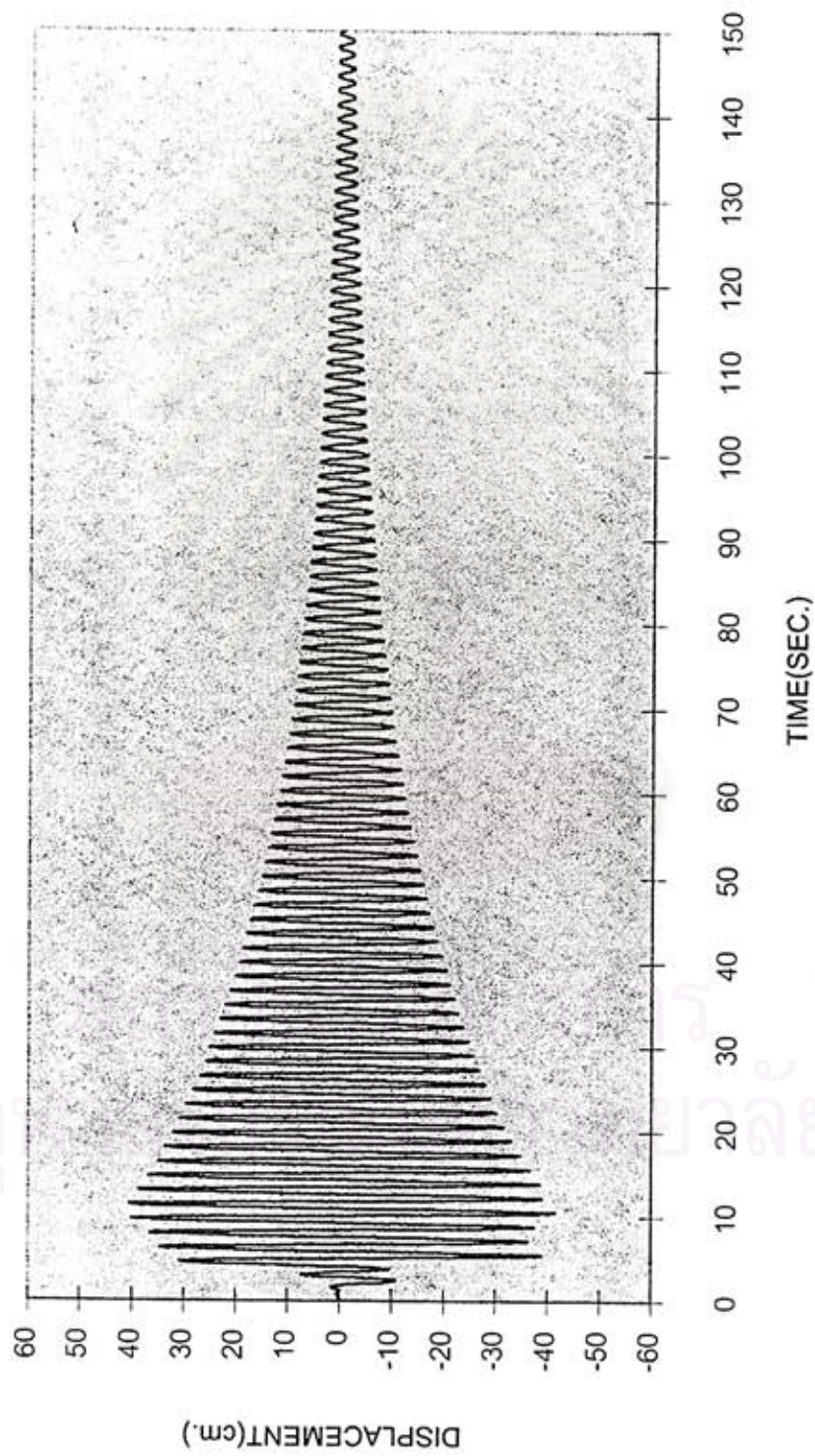
TOP STORY RESPONSE DUE TO E.Q.  
Four Story Building (Optimize)



รูปที่ ง.12 ผลตอบสนองแบบเชิงเส้นของโครงสร้างเหมาะสม  
ของอาคาร 4 ชั้นรับแรงแผ่นดินไหว

# TOP STORY RESPONSE DUE TO E.Q.

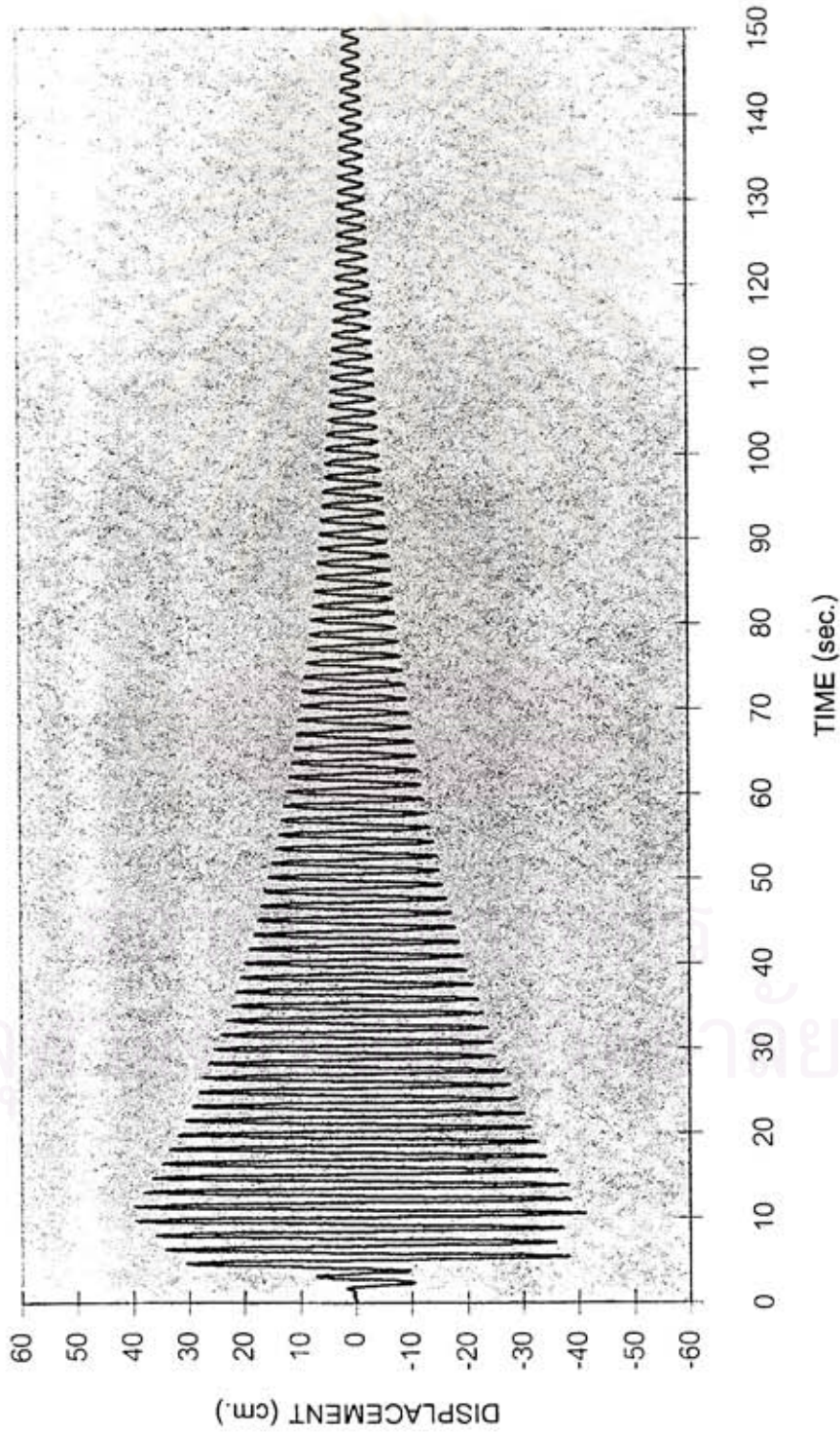
## Ten Story Building (Initial)



รูปที่ ๑.๑๓ ผลตอบสนองแบบเชิงเส้นของโครงสร้างเริ่มต้น  
ของอาคาร 10 ชั้นรับแรงแผ่นดินไหว

# TOP STORY RESPONSE DUE TO E.Q.

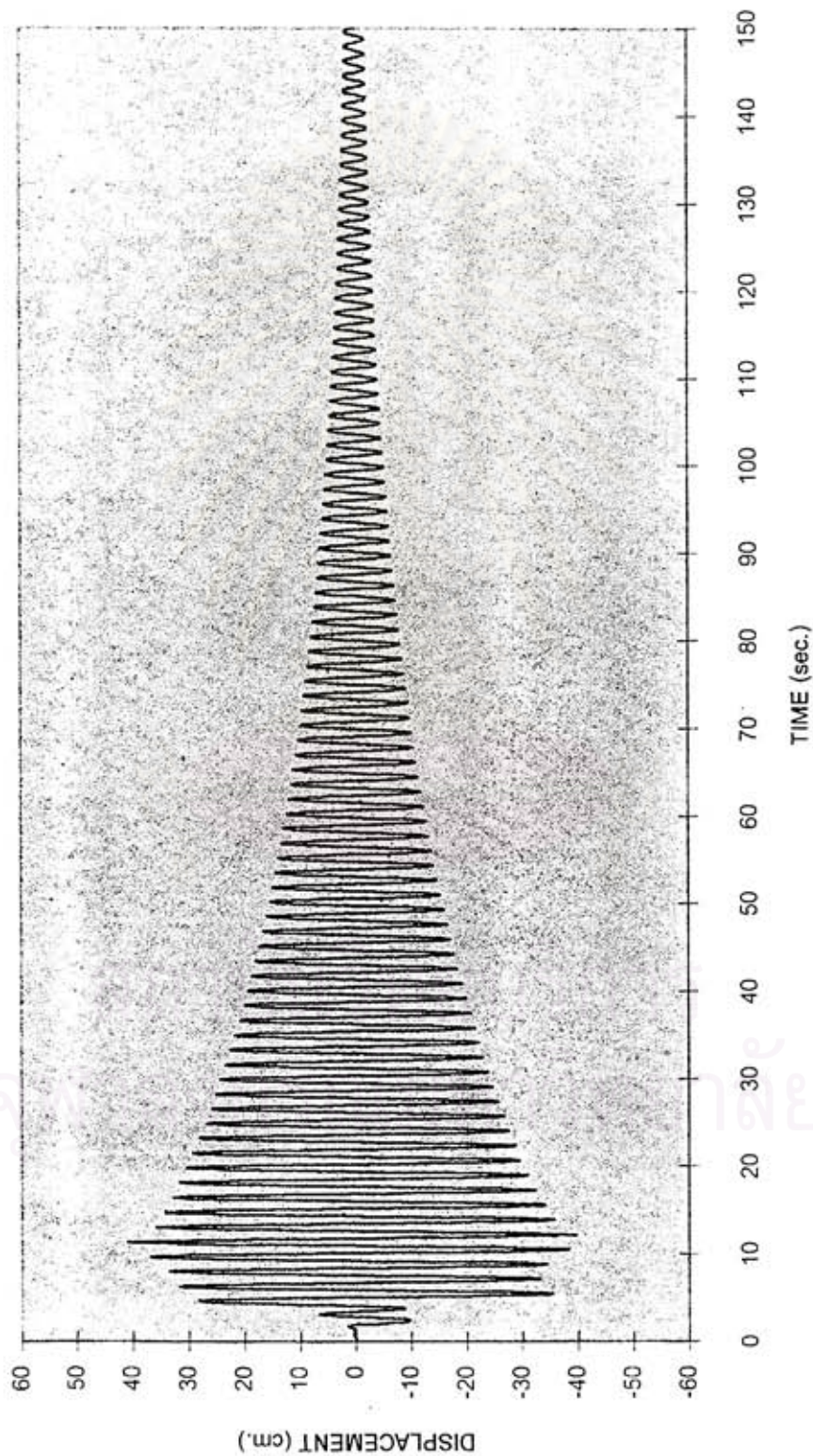
Ten Story Building (Practice)



รูปที่ ๔.๑๔ ผลตอบสนองแบบเชิงเส้นที่ชั้นบนสุดของโครงสร้างทางปฏิบัติ  
ของอาคาร ๑๐ ชั้นรับแรงแผ่นดินไหว

# TOP STORY RESPONSE DUE TO E.Q.

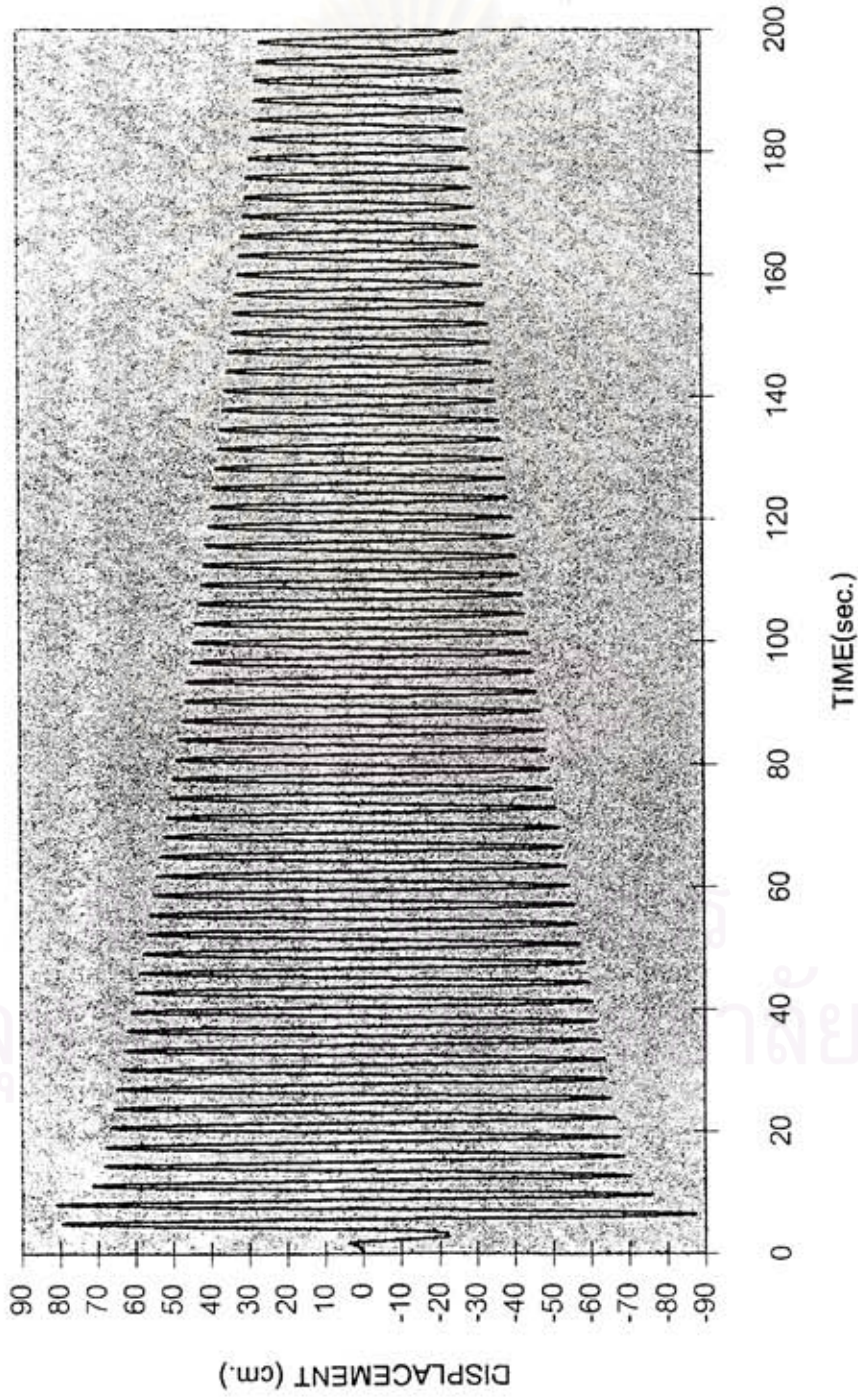
## Ten Story Building (Optimize)



รูปที่ ๑.15 ผลตอบสนองแบบเชิงเส้นที่ชั้นบนสุดของโครงสร้างที่เหมาะสม  
ของอาคาร 10 ชั้นรับแรงแผ่นดินไหว

TOP STORY RESPONSE DUE TO E.Q.

Twenty Story Building (Initial)

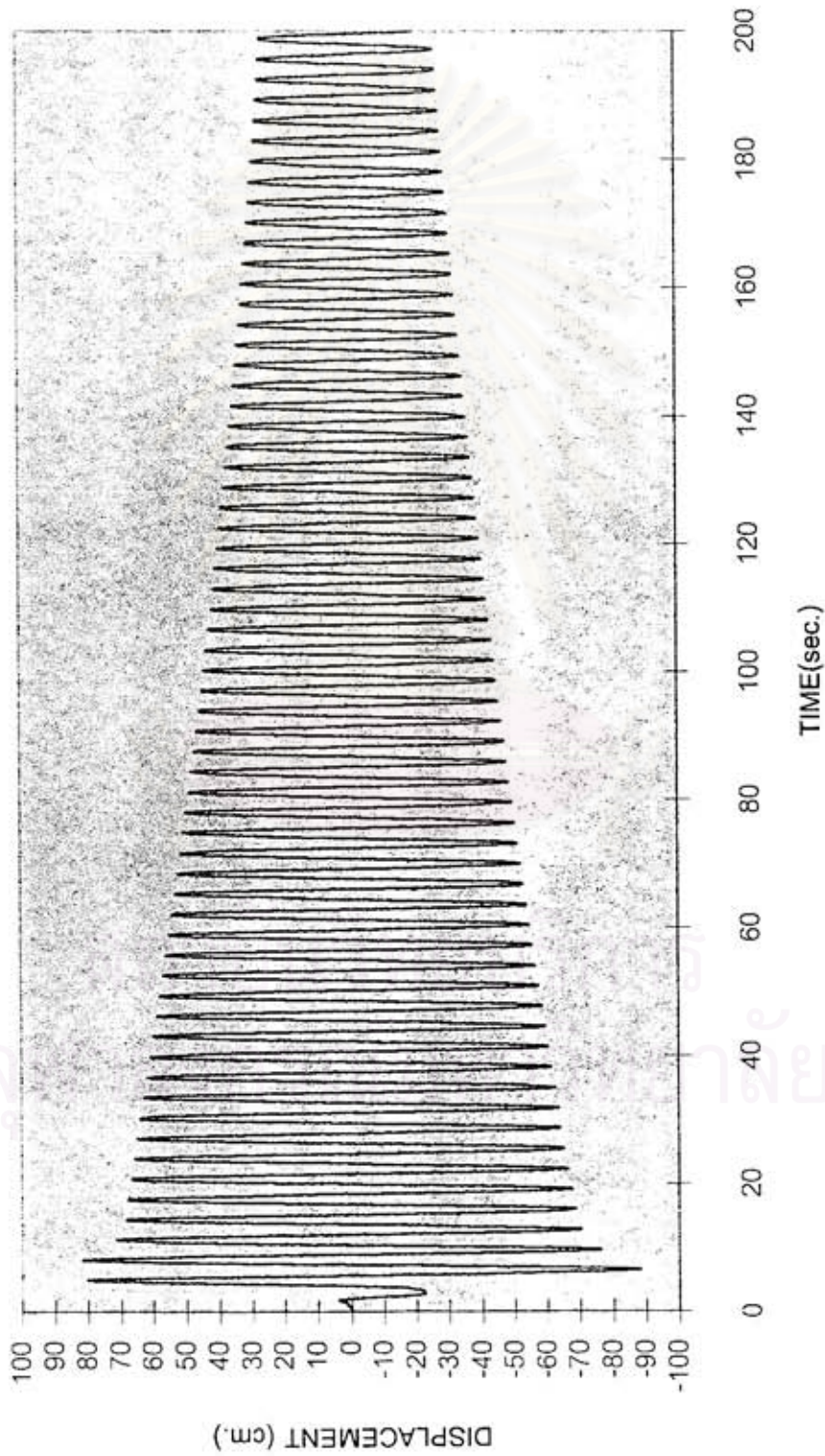


รูปที่ ง.16 ผลตอบสนองแบบเบี่ยงเส้นที่ชั้นบนสุดของโครงสร้างเริ่มต้น  
ของอาคาร 20 ชั้นรับแรงแผ่นดินไหว



TOP STORY RESPONSE DUE TO E.Q.

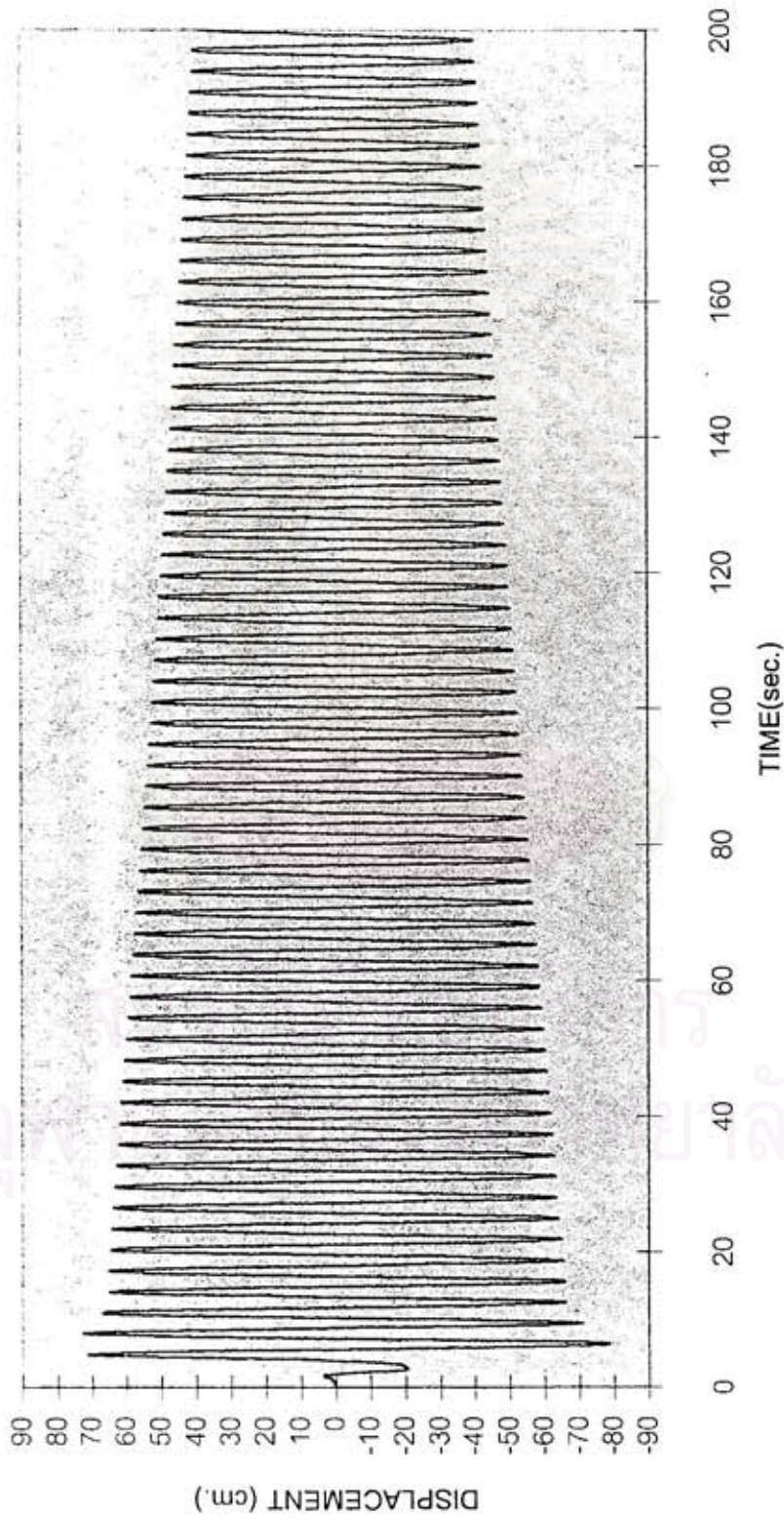
Twenty Story Building (Practice)



รูปที่ ง.17 ผลตอบสนองแบบเชิงเส้นที่ชั้นบนสุดของโครงสร้างทางปฏิบัติ  
ของอาคาร 20 ชั้นรับแรงแผ่นดินไหว

# TOP STORY RESPONSE DUE TO E.Q.

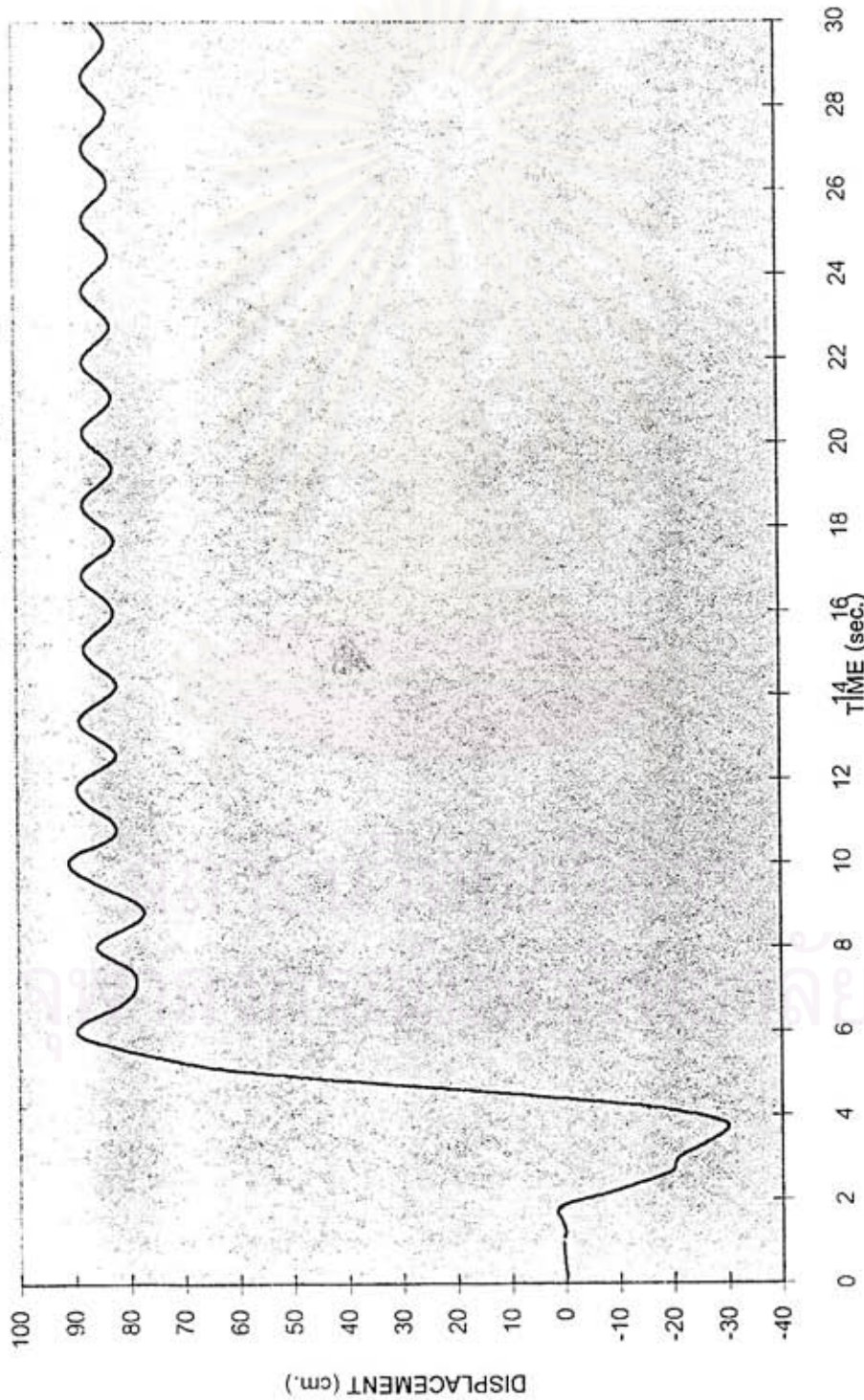
## Twenty Story Building (Optimize)



รูปที่ ง.18 ผลตอบสนองแบบเชิงเส้นที่ชั้นบนสุดของโครงสร้างที่เหมาะสม  
ของอาคาร 20 ชั้นรับแรงแผ่นดินไหว

# TOP STORY INELASTIC RESPONSE DUE TO E.Q.

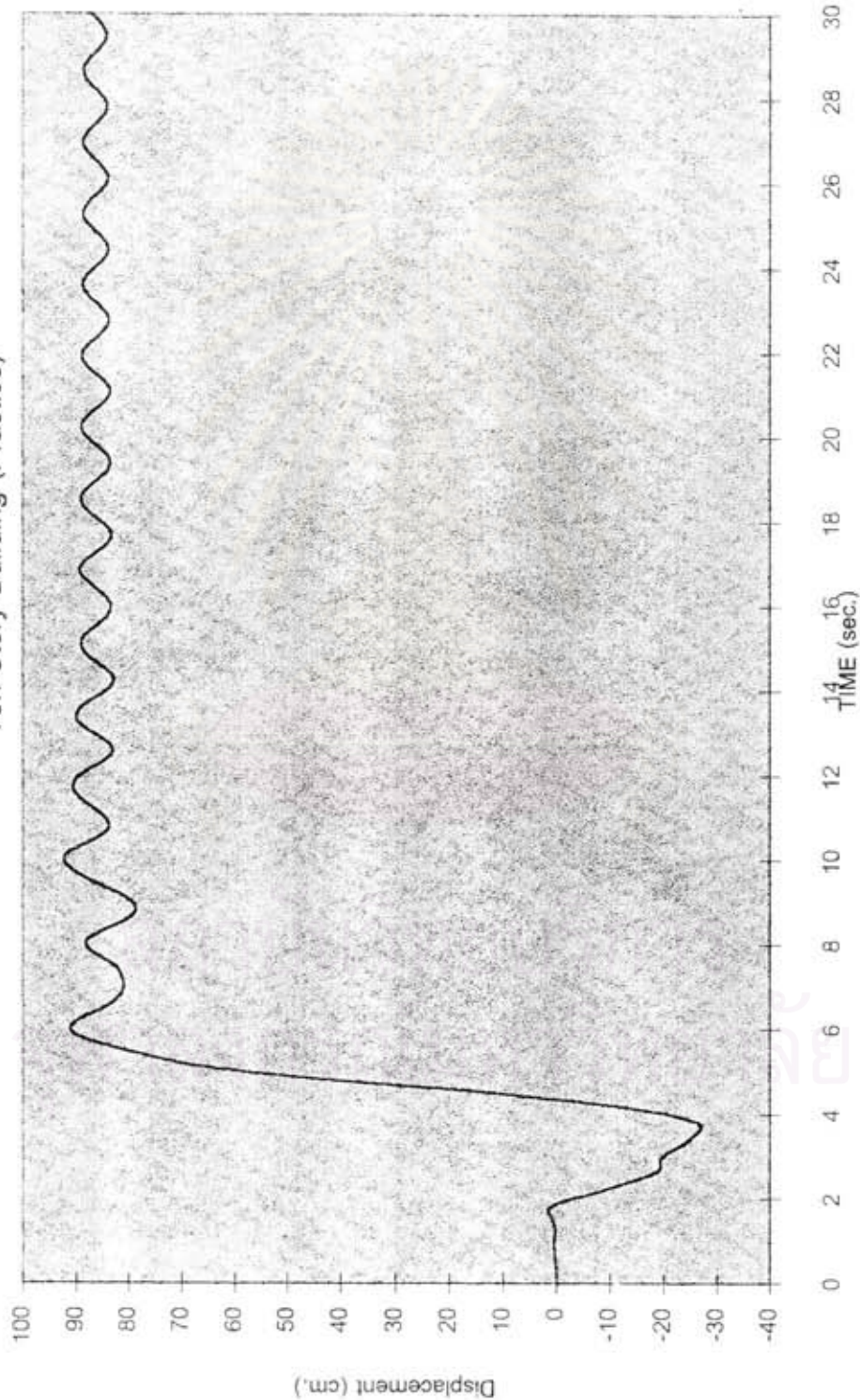
Ten Story Building (Initial)



รูปที่ ง.19 ผลตอบสนองแบบไม่เชิงเส้นที่ชั้นบนสุดของโครงสร้างเริ่มต้น  
อาคาร 10 ชั้นรับแรงแผ่นดินไหว

# TOP STORY INELASTIC RESPONSE DUE TO E.Q.

## Ten Story Building (Practice)

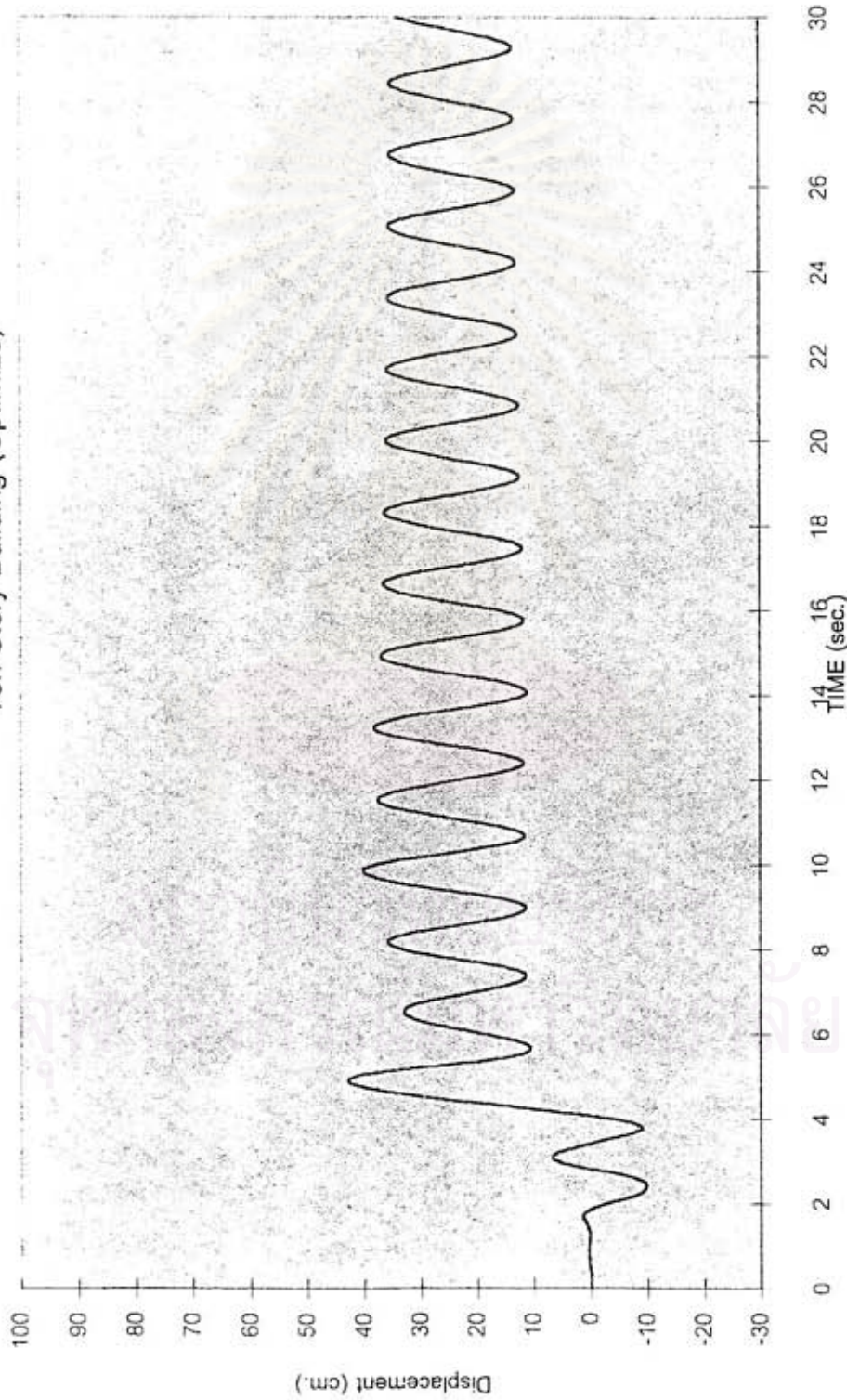


รูปที่ ง.20 ผลตอบสนองแบบไม่เชิงเส้นที่ชั้นบนสุดของโครงสร้างทางปฏิบัติ

อาคาร 10 ชั้นรับแรงแผ่นดินไหว

TOP STORY INELASTIC RESPONSE DUE TO E.Q.

Ten Story Building (Optimize)



รูปที่ ๓.๒๑ ผลตอบสนองแบบไม่เชิงเส้นที่ชั้นบนสุดของโครงสร้างที่เหมาะสม  
อาคาร 10 ชั้นรับแรงแผ่นดินไหว



### ประวัติผู้เขียน

นาย อภิรักษ์ มานะกิจศิริสุทธิ เกิดเมื่อ 24 พฤษภาคม พ.ศ. 2513 ที่กรุงเทพมหานคร จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก ร.ร. ทวีธาภิเศก สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต จากมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ในปีการศึกษา 2534 . และเข้าศึกษาต่อใน หลักสูตรปริญญาโทบริหารธุรกิจ ณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2537



สถาบันวิทยบริการ  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย