

ผลของช่องเปิดในผนังต้านแรงเฉือนภายใต้แรงกระทำด้านข้าง



นายวิมล เจียรสถาวงค์

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2529

ISBN 974-566-861-3

013682

1 173 68 066

EFFECTS OF OPENINGS IN SHEAR WALLS  
SUBJECTED TO LATERAL LOADING

Mr. Winich Chiarasathawong

A Thesis Submitted in Partial Fullfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Engineering  
Department of Civil Engineering  
Graduate School  
Chulalongkorn University

1986

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ผลของช่องเปิดในผนังด้านแรงเฉือนภายใต้แรงกระทำด้านข้าง

โดย

นายวินิจ เจียรสถาวงค์

ภาควิชา

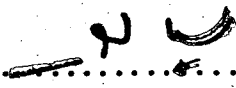
วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ทักษิณ เทพชาตรี



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

.....  


(รองศาสตราจารย์ ดร.สรชัย พิศาลบุตร)

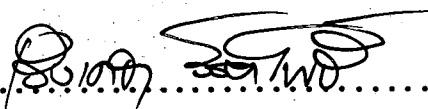
รักษาการในตำแหน่งรองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนรักษาการในตำแหน่งคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....  


(รองศาสตราจารย์ ดร.การุญ จันทรางศุ)

.....  


(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เริ่งเดชา รัชตโพธิ์)

.....  


(รองศาสตราจารย์ ดร.ทักษิณ เทพชาตรี)



สำหรับผลของช่องเปิดในผนังด้านแรงเฉือนแบบมีช่องเปิดแถวเดียวนั้นพบว่า ถึงแม้ช่องเปิดจะมีขนาดเล็ก แต่พฤติกรรมของผนังด้านแรงเฉือนไม่เข้าใกล้ผนังด้านแรงเฉือนแบบไม่มีช่องเปิด และในกรณีที่ช่องเปิดมีขนาดกว้างไม่เกินครึ่งหนึ่งของความกว้างผนัง พฤติกรรมของผนังด้านแรงเฉือนก็ไม่เข้าใกล้โครงข้อแข็ง ส่วนในกรณีตำแหน่งของช่องเปิดในผนังด้านแรงเฉือนนั้นจะมีผลต่อการวิเคราะห์ด้วยวิธี Shear Connection เมื่อ  $\lambda_2 < 5$  โดยไม่มีผลต่อการวิเคราะห์โดยการจำลองโครงสร้างเป็นโครงข้อแข็ง

เกี่ยวกับการทรุดตัวของฐานรากในผนังด้านแรงเฉือนแบบมีช่องเปิดนั้น พบว่าหน่วยแรงในผนังและหน่วยแรงเฉือนจะขึ้นอยู่กับอัตราส่วนการทรุดตัวของฐานรากต่อระยะระหว่างศูนย์กลางผนังทั้งสอง,  $\Delta/l$  อัตราส่วนความกว้างของช่องเปิดต่อความกว้างผนัง,  $S$  และอัตราส่วนสตีฟเนสของผนังต่อสตีฟเนสของคาน,  $\lambda_2$  โดยไม่ขึ้นอยู่กับความสูงของผนัง



The results show that the behavior of the shear walls with a small single row of openings do not close to a normal shear walls without openings, especially the stresses in the two walls at the base and in the case that the opening width is equal or less than half of the shear wall width the behavior of the structure is not similar to that of rigid frame. The position of the openings have an effect on the analysis by shear connection method where  $\lambda_2 < 5$ , and have no effect on the analysis by using rigid frame method.

Considering the settlement of foundation of the shear walls with openings it is shown that the stresses and shear forces are depending upon the ratio of the settlement to the distance between centroidal axes of the two walls,  $\Delta/\ell$ , the ratio of openings width to the width of the shear walls,  $S$ , and the ratio of wall stiffness to beam stiffness,  $\lambda_2$  but not depending on the height of the shear walls.



## กิตติกรรมประกาศ

ในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ทักษิณ เทพชาตรี ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ และคำปรึกษาแนะนำต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างมากในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนได้ให้ความกรุณาตรวจสอบแก้ไข วิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อย

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อันประกอบด้วย รองศาสตราจารย์ ดร.การุญ จันทรางศุ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เริงเดชา รัชตโพธิ์ ที่ได้กรุณาตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จเรียบร้อย



สารบัญ



หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ .....	ช
สารบัญ .....	ฅ
สัญลักษณ์ .....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ .....	1
1.1 ความนำ .....	1
1.2 ความเป็นมาของปัญหา .....	1
1.3 ภูมิหลังของงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	5
1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	7
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	7
2. การวิเคราะห์หนึ่งด้านแรง เดือนแบบมีช่อง เปิดโดยวิธีจำลอง โครงสร้าง เป็นโครงสร้างข้อแข็ง .....	9
2.1 ความนำ .....	9
2.2 สถิติฟ เนสของชิ้นส่วนที่คิดผลของการ เคลื่อนที่ เนื่องจากแรง เดือนและส่วนปลายที่มีความแข็งอนันต์ .....	9
2.3 สถิติฟ เนส เมตริกซ์ของโครงสร้างและการแก้สมการสมดุลง ของแรง .....	16
2.4 เวกเตอร์ของแรงรวม .....	16
2.5 การแก้ไขสถิติฟ เนส เมตริกซ์และ เวกเตอร์ของแรงให้สอดคล้อง กับสภาพ เงื่อนไขที่จุดรองรับ .....	18
2.6 การแก้ไขสถิติฟ เนส เมตริกซ์และ เวกเตอร์ของแรงให้สอดคล้อง กับสภาพ เงื่อนไขที่จุดรองรับ .....	18

3.	วิธีการพرونทัล .....	23
3.1	ความนำ .....	23
3.2	วิธีการพرونทัลในการวิเคราะห์โครงสร้าง .....	23
3.3	โปรแกรมการวิเคราะห์ด้วยวิธีการพرونทัล .....	35
4.	ผลการวิเคราะห์ผนังด้านแรงเฉือนแบบมีช่องเปิด .....	79
4.1	ความนำ .....	79
4.2	ผนังด้านแรงเฉือนแบบมีช่องเปิดแถวเดียว .....	79
4.3	ผนังด้านแรงเฉือนแบบมีช่องแบบสองแถว .....	88
4.4	ผนังด้านแรงเฉือนที่มีความกว้างไม่เท่ากันตลอดความสูง	91
4.5	การทรุดตัวของฐานรากในผนังด้านแรงเฉือนแบบมีช่องเปิด แถวเดียว	99
5.	ผลของช่องเปิดในผนังด้านแรงเฉือนแบบมีช่องเปิดแถวเดียว...	100
5.1	ความนำ .....	100
5.2	ขนาดของช่องเปิดต่อการโค้งตัวด้านข้างและหน่วยแรงใน ผนังด้านแรงเฉือน .....	100
5.3	ตำแหน่งของช่องเปิดในผนังด้านแรงเฉือนต่อผลการวิเคราะห์ ด้วยวิธีจำลองโครงสร้างเป็นโครงข้อแข็ง .....	103
5.4	การทรุดตัวของฐานรากที่มีต่อผนังด้านแรงเฉือนแบบมีช่อง เปิดแถวเดียว .....	106
6.	วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย .....	114
6.1	ความแม่นยำของวิธีการวิเคราะห์ผนังด้านแรงเฉือนแบบมีช่อง เปิดโดยวิธีจำลองโครงสร้างเป็นโครงข้อแข็ง .....	114
6.2	ผลของช่องเปิดในผนังด้านแรงเฉือน .....	114
6.3	การทรุดตัวของฐานรากในผนังด้านแรงเฉือนแบบมีช่องเปิด	115
6.4	สรุป .....	115

	หน้า
เอกสารอ้างอิง .....	117
ภาคผนวก ก .....	121
ภาคผนวก ข .....	145
ประวัติ .....	180

สัญลักษณ์



A	พื้นที่หน้าตัดของชิ้นส่วนย่อย
$A_{c1}, A_{c2}, A_{c3}$	พื้นที่หน้าตัดของผนังที่ 1 ผนังที่ 2 ผนังที่ 3
AMOC	แถวลำดับสำหรับใช้เก็บหมายเลขข้อในพรอนต์ปัจจุบัน
Ar	พื้นที่รับแรงเฉือนประสิทธิผล (Effective Shear Area)
BMOC	แถวลำดับสำหรับใช้เก็บหมายเลขข้อในพรอนต์ต่อไป
b	อัตราส่วนระหว่างความกว้างของส่วนปลายที่มีความแข็งอนันต์ด้านขวา คือความยาวของชิ้นส่วน
b	ขนาดของช่องเปิดในผนังด้านแรงเฉือน
c	อัตราส่วนความยาวของชิ้นส่วนไม่คิดส่วนปลายที่มีความแข็งอนันต์คือความยาว ของชิ้นส่วน
C	ความกว้างของผนังด้านแรงเฉือน
{ D }	เวกเตอร์การเคลื่อนที่ที่ข้อในพิกัดของโครงสร้าง X, Y, Z
{ DM }	เวกเตอร์การเคลื่อนที่ที่ข้อของชิ้นส่วนย่อยในพิกัดของชิ้นส่วนย่อย x, y, z
{ DJ }	เวกเตอร์การเคลื่อนที่ที่ข้อของชิ้นส่วนย่อยในพิกัดของโครงสร้าง X, Y, Z
{ D* }	เวกเตอร์การเคลื่อนที่ที่ข้อของชิ้นส่วนย่อยในกรณีที่คิดความแข็งอนันต์ที่ปลาย
d	อัตราส่วนระหว่างความกว้างของส่วนปลายที่มีความแข็งอนันต์ด้านซ้ายต่อ ความยาวชิ้นส่วน
E	โมดูลัส
$E_c$	โมดูลัสของผนัง
$E_b$	โมดูลัสของคาน
e	ระยะเยื้องศูนย์กลางของผนังด้านแรงเฉือนแบบมีช่องเปิดแถวเดียว (จากขอบด้านซ้าย)
{ F }	เวกเตอร์ของแรงรวมในพิกัดของโครงสร้าง X, Y, Z
$\{ F \}_{EM}$	เวกเตอร์ของแรงที่ข้อที่ได้จากแรงภายในชิ้นส่วนในพิกัดของชิ้นส่วนย่อย x, y, z
$\{ F \}_J$	เวกเตอร์ของแรงที่ข้อของชิ้นส่วนย่อยในพิกัดของโครงสร้าง X, Y, Z
$\{ F \}_S$	เวกเตอร์ของแรงรวมที่ข้อของชิ้นส่วนย่อยในพิกัดของโครงสร้าง X, Y, Z
$\{ F \}_M$	เวกเตอร์ของแรงลัพธ์ที่ข้อของชิ้นส่วนย่อยในพิกัดของชิ้นส่วนย่อย x, y, z

G	โมดูลัสแรงเฉือน
H	ความสูงผนังด้านแรงเฉือน
h	ความยาวชิ้นส่วนย่อย ความสูงระหว่างชั้น (ช่องเปิด) ในผนังด้านแรงเฉือน
I	โมเมนต์อินเนอร์เซีย
$I_b$	โมเมนต์อินเนอร์เซียของคาน
$I_{b1}, I_{b2}, I_{b3}$	โมเมนต์อินเนอร์เซียของผนังที่ 1 ผนังที่ 2 ผนังที่ 3
$I_{c1}, I_{c2}$	โมเมนต์อินเนอร์เซียของคานแถวที่ 1 แถวที่ 2
[K]	สติฟเนสเมตริกซ์ของโครงสร้างรวม
LE	แถวลำดับทำหน้าที่พิจารณาข้อของชิ้นส่วนที่จะเข้ามาในพرونต์ปัจจุบัน
LF	แถวลำดับทำหน้าที่พิจารณาข้อที่ไม่ได้ถูกกำจัดในพرونต์ปัจจุบัน
$l$	ระยะระหว่างศูนย์กลางผนังที่ 1 กับผนังที่ 2
M	จำนวนข้อที่ถูกกำจัดออกในพرونต์
MOC	แถวลำดับที่แสดงว่าแต่ละพرونต์มีข้อหมายเลขใด
MQ	ระดับชั้นความ เสรีที่ถูกกำจัดออกในพرونต์
MR	ระดับชั้นความ เสรีทั้งหมดในพرونต์ต่อไป
M2	จำนวนข้อที่ถูกกำจัดออกในพرونต์ต่อไป
m	อัตราส่วนระหว่างระยะเยื้องศูนย์กลางของผนังด้านแรงเฉือนต่อความกว้าง ด้านแรงเฉือน
N	จำนวนข้อทั้งหมดในพرونต์
NQ	ระดับชั้นความ เสรีทั้งหมดในพرونต์
NR	ระดับชั้นความ เสรีทั้งหมดในพرونต์ต่อไป
N2	จำนวนข้อทั้งหมดในพرونต์ต่อไป
[RT]	ทรานฟอร์มเมชัน เมตริกซ์
[S]	สติฟเนส เมตริกซ์ของชิ้นส่วนย่อยในพิกัดของชิ้นส่วนย่อย $x, y, z$
[S*]	สติฟเนส เมตริกซ์ของชิ้นส่วนย่อยที่คิดผลของการเคลื่อนที่เนื่องจากแรงเฉือน และความแข็งอนันต์ที่ปลายในพิกัดของชิ้นส่วนย่อย $x, y, z$

$[S^*]_M$	สตีฟเนส เมตริกซ์ของชิ้นส่วนย่อยที่คิดผลของการเคลื่อนที่เนื่องจากแรงเฉือน และความแข็งอนันต์ที่ปลายในทิศทางของโครงสร้าง X,Y,Z
t	ความหนาของผนังด้านแรงเฉือน
W	น้ำหนักบรรทุกทุกกระจายสม่ำเสมอ
x,y,z	ระบบพิกัดของชิ้นส่วนย่อย
X,Y,Z	ระบบพิกัดของโครงสร้าง
$\gamma$	$= \frac{12EI}{h^2 GA_r}$
$\lambda_2$	อัตราส่วนสตีฟเนสของผนังที่ 1 คือสตีฟเนสของคาน $= \frac{E_c I_c l}{h} / \frac{E_b I_b}{b}$
$\nu$	อัตราส่วนพอยซอง (Poisson's Ratio)
$\Delta$	ค่าการทรุดตัวของฐานราก