

تأثير فتحات النوافذ على انتقالات جدران القص في الجمال الإنشائية الجدارية

د.م عبد الرحمن عيسى¹ م. محمد السليمان²

الملخص

يقدم البحث دراسة تحليلية لسلوك جدران القص الحاوية على انواع متعددة من الفتحات وذلك من ناحية الانتقالات الحاصلة في الجدران بتأثير وجود هذه الفتحات والتي يمكن أن تكون (نوافذ أو أبواب) وخاصة عند توزيع جدران القص ضمن أي مسقط للبناء على المحيط الخارجي لهذا المسقط وذلك لتحقيق أكبر مقاومة للفشل ضمن هذا المبنى كما يقدم هذا البحث دراسة تأثير الزيادة التدريجية لسماكة جدران القص على مقاومة الانتقالات التي تسببها الفتحات علماً بأنه تم اعتماد جملة جدران القص هي الجملة المقاومة للأحمال الزلزالية فقط لتقاوم جدران القص القوى الزلزالية وعدم مشاركة الاطارات الموجودة ضمن المبنى بأي أحمال زلزالية و تم التطرق لتأثير دور المبنى وعلاقته بشكل وتوزع الفتحات ضمن جدران القص.

¹ أستاذ في قسم الهندسة الإنشائية- كلية الهندسة المدنية- جامعة البعث- حمص- سوريا

² طالب دراسات عليا (ماجستير) في قسم الهندسة الإنشائية- كلية الهندسة المدنية- جامعة البعث- حمص- سوريا

Effect of window openings on the displacements of shear wall in the shear wall system

Dr. Eng Abd Alrahman Issa¹

Eng. Mohamad AL-Seluman²

Abstract

This paper provides an analytical study of the behavior of shear walls several types of openings in terms of the transitions occurring in those walls due to the effect of the presence of these openings, which may be window or door openings, especially when distributing shear walls Within any projection of the building on the outer perimeter of the building, In order to achieve the best twisting resistance within this building, this research also studies the effect of the gradual increase in the thickness of the shear walls on the resistance of the transitions caused by the openings, noting that the whole of the shear walls was adopted which is the system resistant to seismic loads only, so that the shear walls take all the building's role was affected by any seismic loads and its relationship to the shape and distribution of openings within the shear walls. **Key words:** Shear wall, Displacements, Openings, Seismic, Drifts, Period, Frames.

¹ Professor, Structural Engineering Department, Faculty of Civil Engineering, AL-Baath University, Homs, Syria.

² Postgraduate Student, Structural Engineering Department, Faculty of Civil Engineering, AL-Baath University, Homs, Syria.

-مقدمة:

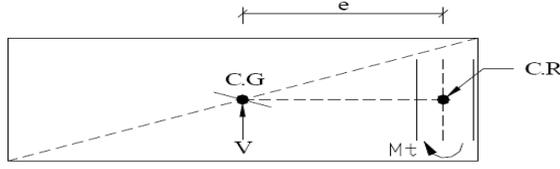
تعد دراسة الابنية العالية من القضايا الهامة التي تشغل فكر المهندسين الانشائيين والمصممين وتتركز جل بحوثهم بمقاومة هذه الابنية للكوارث الزلزالية وأحمال الرياح الجانبية وبعد عدة أبحاث توصل المهندسون والباحثون لاستخدام بعض العناصر ضمن المبنى تساهم بشكل كبير في مقاومة الاحمال الزلزالية نذكر منها :

✚ جدران القص بأنواعها كافة

✚ الاطارات المستخدمة ضمن المباني وبأنواعها كافة

✚ الجمل المختلطة (جدران قص+اطارات)

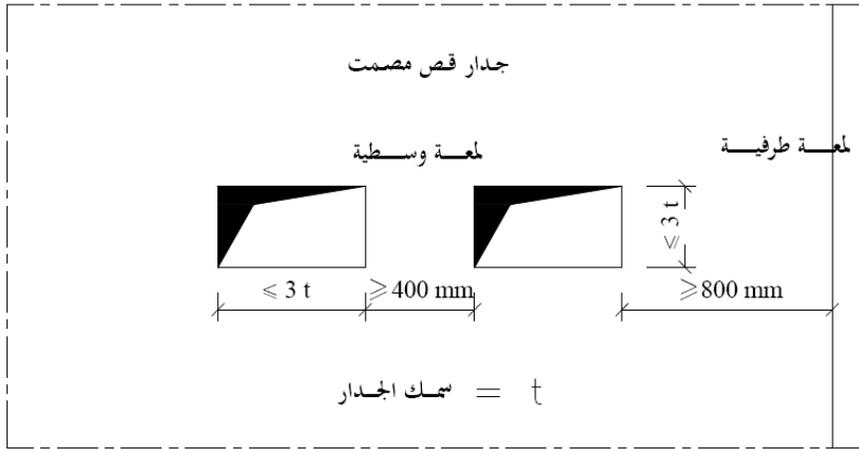
حيث يعود استخدام كل جملة من الجمل السابقة تبعاً لنوع المبنى وارتفاعه وحسب رأي المهندس الانشائي وظروف العمل التي يعلمها المهندس . ولإستخدام جملة جدران القص لمقاومة الاحمال الزلزالية لابد من وضع بعض الضوابط من حيث التباعد المسموح بين جدران القص ضمن المسقط وعدد الجدران الادنى والاعظمي وأطوال الجدران الدنيا المسموح استخدامها ضمن المساقط وطريقة توزيع هذه الجدران ,يعد توزيع جدران القص على محيط المسقط أو المبنى يحقق الغاية المطلوبة من استخدامها لناحية تحقيق أفضل مقاومة للقوى الزلزالية للتقليل من حدوث ظاهرة الفتل عند توزيع جدران القص ضمن المسقط مما يسبب ابتعاد مركز الصلابة عن مركز ثقل المبنى كما هو مبين بالشكل المرفق(1) (2):



الشكل 1/ توزيع الجدران بشكل غير منتظم



الشكل (2) التوزيع المفضل لجدران القص ضمن المسقط وفق [1] الكود العربي السوري و التوزيع السابق لجدران القص ضمن المسقط يضعنا أما مشكلة وجود بعض الفتحات الضرورية لاستثمار المبنى كالنوافذ ووقوعها في بعض الحالات ضمن جدار القص مما يؤثر على عملها لمقاومة الاحمال الزلزالية وعلى التشوهات والاجهادات الحاصلة فيها والانتقالات الناتجة. وذكر الكود العربي السوري بملحقه الخاص بالزلازل [2] في البند /1-10-7/ الخاص بالاشتراطات البعدية لجدران القص بعض التفاصيل والاشتراطات ووجود الفتحات ضمن جدران القص كما هو مبين بالشكل (3)



الشكل (3) الاشتراطات أبعاد الفتحات واللمعات ضمن جدران القص

تعتبر الاشتراطات السابقة مثالية لحالة وجود فتحة ضمن جدار القص ولا تنطبق عليها كل الحالات .

و انطلاقا مما سبق لا بد من اجراء دراسة بحثية عن سلوك جدران القص بوجود الفتحات ومدى تأثيرها على انتقالات جدران القص والتشوهات الحاصلة فيها وتوزع قوى القص في تلك الجدران

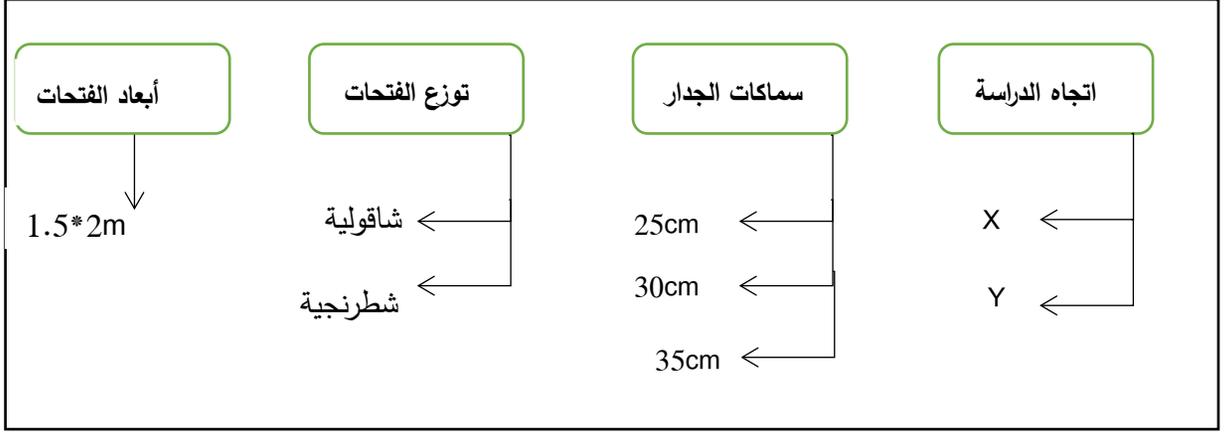
2-هدف البحث:

الهدف من البحث دراسة سلوك جدران القص بوجود فتحات النوافذ ومدى تأثيرها على انتقالات جدران القص والتشوهات الحاصلة فيها وتوزع قوى القص في تلك الجدران ودراسة تأثير زيادة سماكات الجدار تدريجيا" على انتقالات الجدران المزودة بفتحات ومقارنتها مع النماذج الاخرى.

3-مواد و طرق البحث:

تأثير فتحات النوافذ على انتقالات جدران القص في الجمل الإنشائية الجدارية

تمت دراسة مجموعة من النماذج بالاستعانة ببرنامج ETABS 16.2.1 وفق المتغيرات في الشكل (4). البلاطة المستخدمة هي بلاطة هوردي عاملة باتجاه واحد ، ويبين الجدول (1) مواصفات المبنى المدروس، والشكل (5) يبين مسقط المبنى المدروس ويبين الشكل (6) نماذج توزع الفتحات ضمن جدار القص.



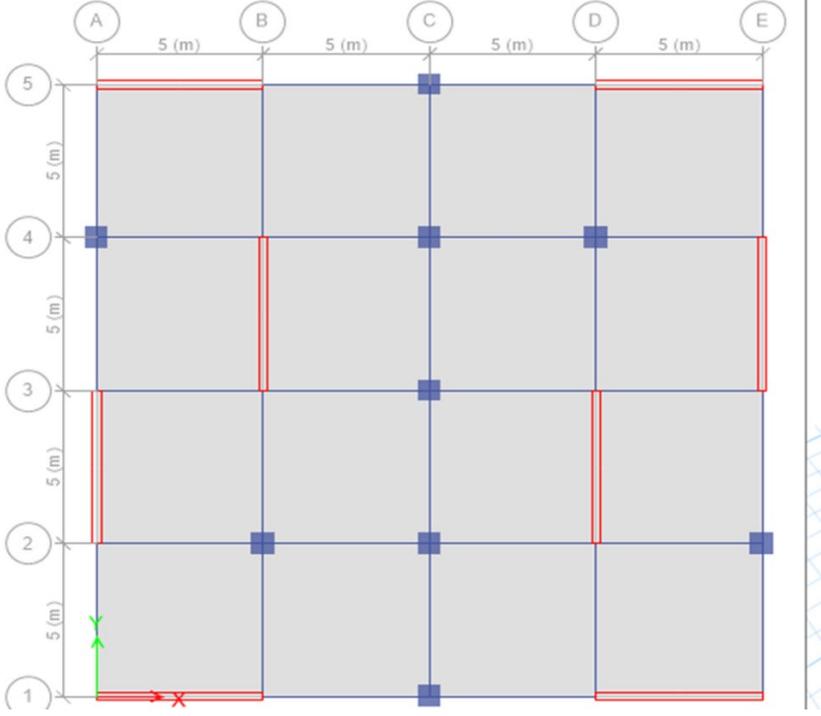
الشكل (4) المتغيرات المدروسة في البحث

الجدول (1) مواصفات المبنى المدروس

(20*20) m	أبعاد المبنى
8	عدد الطوابق
3.2m	الارتفاع الطابقي
25 Mpa	المقاومة المميزة على الضغط لبيتون الأعمدة وجدران القص F'c
25 Mpa	المقاومة المميزة على الضغط لبيتون البلاطات والجوائز F'c
400 Mpa	إجهاد الخضوع لفولاذ التسليح
240 Mpa	إجهاد الخضوع لفولاذ التسليح العرضي
حسب النموذج	سماكة جدران القص في كافة الطوابق

3 KN/m ²	أحمال التغطية على البلاطة
2 KN/m ²	الأحمال الحية على البلاطة
30cm	سماكة بلاطة الهوردي
50*50 60*60 70*70	أبعاد مقاطع الاعمدة
B30*80cm	أبعاد مقطع جوائز الهوردي الرئيسية
B30*80cm	أبعاد مقطع جوائز الهوردي العريضة (نفس مقاطع الجوائز الرئيسية كون الدراسة تتعلق بجدران القص) ولا يؤثر هذا الموضوع على موضوع الدراسة بما أن الديافرامات صلبة
1.5*2m=3m ²	أبعاد فتحات النوافذ المختارة للدراسة
5m	طول جدران القص بالاتجاهين
5*3.2=16m ²	مساحة الجدار المدروس في الطابق الواحد
18.75%	نسبة أبعاد الفتحة بالنسبة لابعاد الجدار المدروس في الطابق الواحد

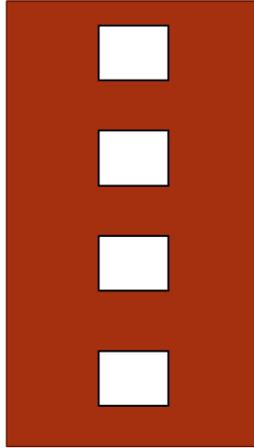
تأثير فتحات النوافذ على انتقالات جدران القص في الجمل الإنشائية الجدارية



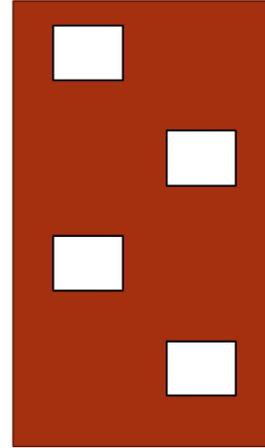
الشكل (5) مسقط المبنى مبيناً عليه توزيع جدران القص



جدار قص دون فتحات



فتحات شاقولية



فتحات شطرنجية

الشكل (6) نماذج توزع الفتحات ضمن جدران القص وحالات الدراسة

مع الاشارة الى أنه تم تقسيم النماذج وفق عدة مجموعات بما يتناسب مع سماكة الجدار ونذكر من هذه النماذج: X,Y,المدرّوس واتجاه الدراسة

- 1- الاتجاه المدرّوس X والجدار مصمت بسماكة 25cm
- 2- الاتجاه المدرّوس X والجدار مزود بفتحات شاقولية بسماكة 25cm
- 3- الاتجاه المدرّوس X والجدار مزود بفتحات شطرنجية بسماكة 25cm
- 4- الاتجاه المدرّوس X والجدار مصمت بسماكة 30cm
- 5- الاتجاه المدرّوس X والجدار مزود بفتحات شاقولية بسماكة 30cm
- 6- الاتجاه المدرّوس X والجدار مزود بفتحات شطرنجية بسماكة 30cm
- 7- الاتجاه المدرّوس X والجدار مصمت بسماكة 35cm
- 8- الاتجاه المدرّوس X والجدار مزود بفتحات شاقولية بسماكة 35cm
- 9- الاتجاه المدرّوس X والجدار مزود بفتحات شطرنجية بسماكة 35cm

وينفس الامر بالنسبة للاتجاه المدرّوس الاخر حيث اعتمدنا على توحيد السماكة في النموذج الواحد واختيار تغيير السماكة في نموذج اخر وذلك لأخذ تأثير زيادة السماكة بشكل كامل على المنشأ. تم إجراء التحليل الستاتيكي بالطريقة الستاتيكية المكافئة، والتحليل الديناميكي بطريقة طيف الاستجابة وفق الملحق رقم 2 للكود العربي السوري الخاص بالزلازل-2013 وبيّن الجدول (2) المعطيات الزلزالية المفروضة.

الجدول (2) المعطيات الزلزالية المفروضة

حماة	المدينة
S_c	صنف الموقع
0.3	Z
0.45	CV

تأثير فتحات النوافذ على انتقالات جدران القص في الجمل الإنشائية الجدارية

0.33	ca
4.5	R
1	I
2.5	Ω_0

4- النتائج ومناقشتها:

قمنا في بداية الامر بنمذجة البناء باستخدام جدران قص بسماكة 25cm وبدون فتحات كونها احدى حالات المقارنة وبعد الانتهاء من عملية النمذجة و اختيار الجملة الحاملة وتعريف القوة الزلزالية واجراء التخصيصات اللازمة على عناصر المنشأ . تم تحليل المنشأ لاستخراج النتائج حيث تم دراسة هذا النموذج والذي يعتبر نموذج مرجعي وتم التأكد من انتظام المبنى وفق حالات المعايير اللازمة لمقاومة الزلازل وهي :

- حساب مركز الصلابة والكتلة واللامركزية كما هو موضح بالجدول /3/

مركز الكتلة ومركز الصلابة				اللامركزية											
الطاق	الديفرام	m_x	m_y	مركز الكتلة		مركز الصلابة		اللامركزية		بعد البناء		ex/Dx		ey/Dy	
				X_m	Y_m	X_r	Y_r	e_x	e_y	Dx	Dy	%	%		
Story8	D1	560232.08	560232.08	10.00	10.00	10.00	10.00	0.00	0.00	20	20	0.0		0.0	
Story7	D1	579606.68	579606.68	10.00	10.00	10.00	10.00	0.00	0.00	20	20	0.0		0.0	
Story6	D1	581982.62	581982.62	9.99	10.00	10.00	10.00	0.01	0.00	20	20	0.0		0.0	
Story5	D1	585806.56	585806.56	9.99	10.00	10.00	10.00	0.01	0.00	20	20	0.1		0.0	
Story4	D1	586703.91	586703.91	10.00	10.00	10.00	10.00	0.00	0.00	20	20	0.0		0.0	
Story3	D1	590497.25	590497.25	10.00	10.00	10.00	10.00	0.00	0.00	20	20	0.0		0.0	
Story2	D1	595269.52	595269.52	10.00	10.00	10.00	10.00	0.00	0.00	20	20	0.0		0.0	
Story1	D1	625861.01	625861.01	10.00	10.00	10.00	10.00	0.00	0.00	20	20	0.0		0.0	

الجدول /3/ اللامركزية المحسوبة ومركز الصلابة ومركز الكتلة

تحقيق علم الانتظام من ناحية المساواة (الطابق اللين)

الطابق	فساوة	K_i	التحقق	$K_{mi} = \text{avg}(K_{1,1,2,1,3})$	K_i	التحقق	فساوة	K_i	التحقق	$K_{mi} = \text{avg}(K_{1,1,2,1,3})$	K_i	التحقق	
	الطابق	K_{i+1}			K_{mi}			الطابق			K_{i+1}		K_{mi}
	باتجاه x	0.7			0.8			باتجاه y			0.7		0.8
Story8	98100.87	.	.				121471.73	.	.				
Story7	169389.44	1.73	منظم				207957.81	1.71	منظم				
Story6	237548.94	1.40	منظم				288533.88	1.39	منظم				
Story5	310751.14	1.31	منظم	168346.42	1.85	منظم	372953.75	1.29	منظم	205987.81	1.81	منظم	
Story4	402881.26	1.30	منظم	239229.84	1.68	منظم	477447.61	1.28	منظم	289815.14	1.65	منظم	
Story3	546378.69	1.36	منظم	317060.45	1.72	منظم	638990.89	1.34	منظم	379645.08	1.68	منظم	
Story2	850932.42	1.56	منظم	420003.70	2.03	منظم	980796.88	1.53	منظم	496464.08	1.98	منظم	
Story1	2194255.11	2.58	منظم	600064.12	3.66	منظم	2473216.75	2.52	منظم	699078.46	3.54	منظم	

- التأكد من عدم الانتظام من ناحية المساواة (الطابق اللين)

وبيين الجدول /4/ التحقق من هذا الشرط

الجدول /4/ انتظام المنشأ من ناحية المساواة

- دراسة الانتظام على القتل بالاتجاهين (x.y)

تأثير فتحات النوافذ على انتقالات جدران القص في الجمل الإنشائية الجدارية

دراسة الانتظام على القتل باتجاه X

الطبق	D _x	باتجاه E _{x1}						باتجاه E _{x2}					
		δmax	δavg	النسبة	التحقق	A _{x1}	اللامركزية	δmax	δavg	النسبة	التحقق	A _{x2}	اللامركزية
Story8	20	0.005434	0.005163	1.053	محقق			0.005433	0.005162	1.052	محقق		
Story7	20	0.005391	0.005122	1.053	محقق			0.005391	0.005122	1.053	محقق		
Story6	20	0.005222	0.00496	1.053	محقق			0.005222	0.00496	1.053	محقق		
Story5	20	0.004875	0.00463	1.053	محقق			0.004875	0.00463	1.053	محقق		
Story4	20	0.004306	0.004089	1.053	محقق			0.004306	0.004089	1.053	محقق		
Story3	20	0.003479	0.003303	1.053	محقق			0.003479	0.003303	1.053	محقق		
Story2	20	0.002365	0.002245	1.053	محقق			0.002365	0.002245	1.053	محقق		
Story1	20	0.000942	0.000894	1.054	محقق			0.000942	0.000894	1.054	محقق		

وفي حالة الجمل الإنشائية التي تحوي عدم انتظام في القتل (اللي)، كما هو معرف في الجدول

فإن تأثيرات ذلك يجب أن تؤخذ بالحسبان في زيادة القتل الطارئ عند كل منسوب، بمعامل تكبير

(A_x) محدد من العلاقة الآتية:

$$A_x = \left[\frac{\delta_{max}}{1.2 \delta_{avg}} \right]^2$$

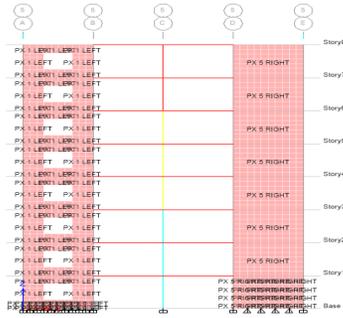
ففي حال كانت $1.2 < \frac{\delta_{max}}{\delta_{avg}}$ يجب تعديل قيمة اللامركزية الطارئة بالمعامل A وبحيث

تصبح قيمة اللامركزية الطارئة :

$$e = 0.05 * A_x * D$$

ونقوم بمعيرة القوى الزلزالية في الاتجاهين /X,Y/ وبناء على ما سبق نبين في الجدول

/5/ التحقق من الحاجة لاستخدام معامل التكبير AX



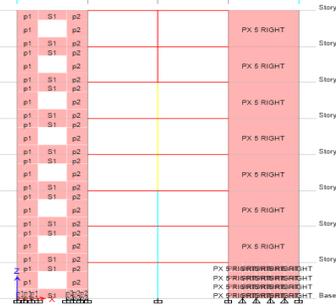
الجدول 5/ التحقق من الحاجة لاستخدام
معامل التكبير AX (الانتظام على الفتل)

ومن خلال ما سبق تبين ان استخدام جدران
القص وفق الحالة التوزيع السابق في المسقط

ووفق السماكة المبدئية /25cm/ للجدران يحقق كفاءة ومقاومة زلزالية وفق المعطيات
السابقة وبعد الانتهاء من نمذجة الحالة الأولى والتي لا تحوي فتحات في جدران القص
ننتقل الى الحالة الثانية والتي تحتوي فتحات شاقولية ضمن جدار القص حيث اصبحنا
امام خيارين لنمذجة الفتحات في جدار القص:

1- نمذجة فرعي الجدار واستخدام الجائز الرباط

- نمذجة الجدار وتفرغ الفتحات ضمنه بالابعاد والشكل المطلوب كما هو مبين بالشكل



المرفق

وبعد النمذجة قمنا بايجاد الانتقالات وفق اتجاه الدراسة المفروض ولذلك لكلا الحالتين
المذكورتين أعلاه. كما هو مبين في الجدول (6) و(7)

تأثير فتحات النوافذ على انتقالات جدران القص في الجمل الإنشائية الجدارية

Drift X	Displacement Y	Displacement X	Load Case/Combo	Unique Name	Label	Story
	mm	mm				
0.005625	10.308	108.237	EX 1	82	53	Story8
0.005609	8.62	90.236	EX 1	85	53	Story7
0.005466	6.934	72.286	EX 1	110	53	Story6
0.00514	5.286	54.794	EX 1	135	53	Story5
0.004579	3.732	38.346	EX 1	160	53	Story4
0.003742	2.339	23.693	EX 1	185	53	Story3
0.002589	1.185	11.718	EX 1	210	53	Story2
0.001073	0.364	3.434	EX 1	32	53	Story1

الجدول (6) الانتقالات الناتجة عند النقطة المدروسة في الجدار المدروس وفق حالة

التحميل الزلزالية EX باستخدام SPANDRAL BEAM

Drift X	Displacement X	Load Case/Combo	Unique Name	Label	Story
	mm				
0.005631	107.919	EX 1	85	53	Story8
0.005597	89.95	EX 1	110	53	Story7
0.005453	72.039	EX 1	135	53	Story6
0.005125	54.591	EX 1	160	53	Story5
0.004563	38.192	EX 1	185	53	Story4
0.003727	23.588	EX 1	210	53	Story3
0.002577	11.662	EX 1	32	53	Story2
0.001067	3.416	EX1	32	53	Story1

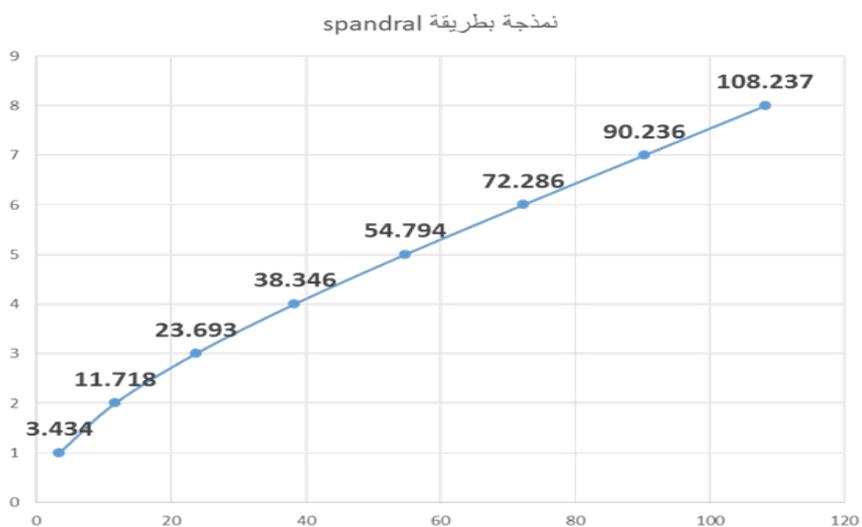
الجدول (7) الانتقالات الناتجة عند النقطة المدروسة في الجدار المدروس وفق حالة

التحميل الزلزالية EX باستخدام الفتحات الشاقولية نتيجة تفريغ جدار القص

وبمقارنة النتائج المبينة أعلاه نجد أن قيم الانتقالات الناتجة نتيجة استخدام الفتحات

الشاقولية أقل من الانتقالات في حالة استخدام الجوائز الرابطة بمقدار بسيط جدا" وتصل

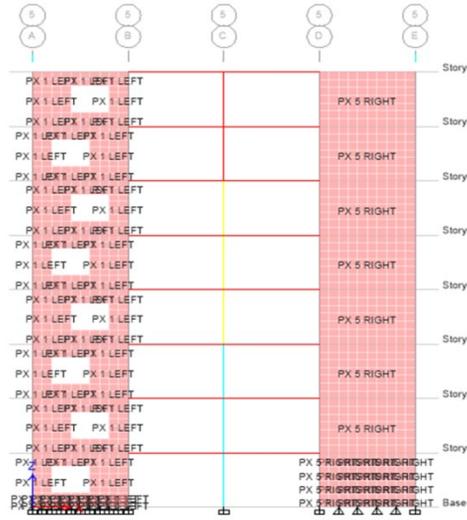
نسبة الانخفاض حوالي 1% فقط كما هو مبين في الشكل (7)



الشكل (7) الفرق في الانتقالات باختلاف طريقة نمذجة الجدار

تأثير فتحات النوافذ على انتقالات جدران القص في الجمل الإنشائية الجدارية

ونتيجة الفرق القليل بين الحالتين حيث يمكن اهمال هذا الفرق كونه يعتبر تطابق في النتائج أي أن طريقة النمذجة في هذه الحالة لا تؤثر على قيم الانتقالات فتم اعتماد النمذجة باستخدام اسلوب التفريغ ضمن الجدران وتم الانتقال لحالة توزيع الفتحات الشطرنجية كما هو مبين في الشكل (8)



الشكل (8) حالة توزيع الفتحات بشكل شطرنجي

وبالتالي أصبح لدينا ثلاثة حالات للدراسة عند أول سماكة للجدار (25cm) وهي:

1- جدار قص مصمت (/No open/ (NO)

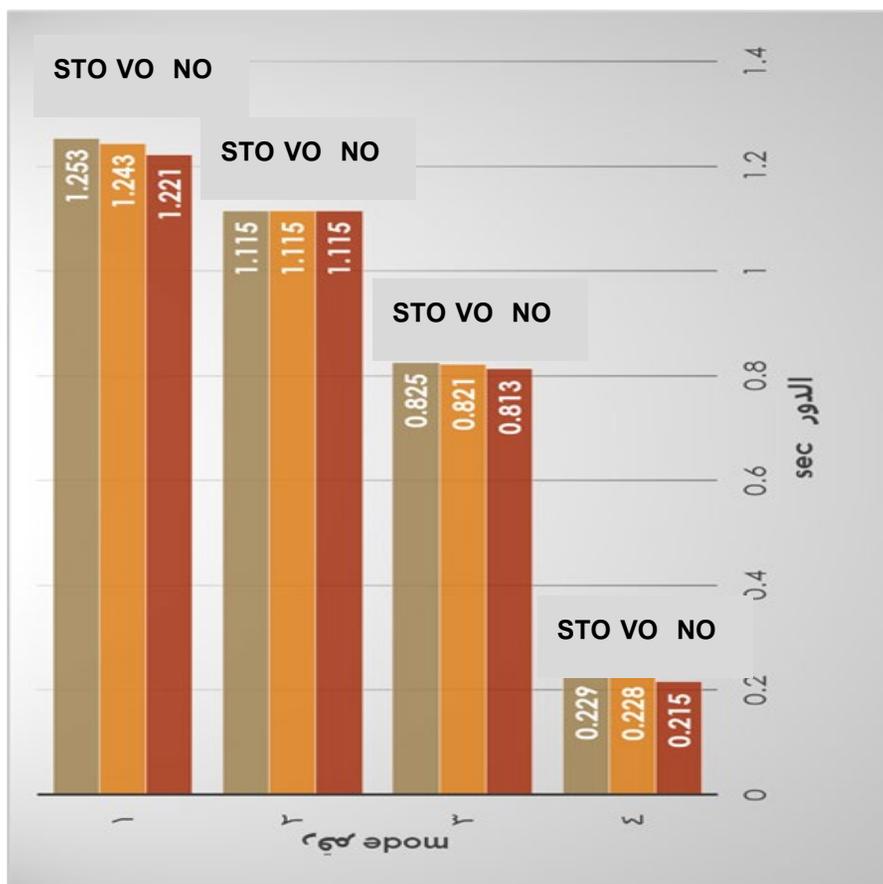
2- جدار قص مزود بفتحات شاقولية (/Vertical open/ (V O)

3- جدار قص مزود بفتحات شطرنجية (St O)

وسنقوم الآن بعرض نتائج المعايير التي اختلفت باختلاف الحالة:

1-4 نتائج دور الاهتزاز بالاتجاه X:

يبين الشكل (9) نتائج دور الاهتزاز بالاتجاه Y، للنماذج المدروسة المذكورة أعلاه



الشكل (9) نتائج الدور لأنماط الاهتزاز الأربعة الاولى بالاتجاه X

من خلال الشكل السابق يلاحظ أن قيم دور البناء بالاتجاه X تكون أعلى قيمة لها عند استخدام الفتحات الشطرنجية وأخفض منها عند استخدام الفتحات الشاقولية وأخفض قيمة عند عدم استخدام فتحات ويفسر هذا الموضوع بأن قيمة الدور تتناسب عكسا مع

تأثير فتحات النوافذ على انتقالات جدران القص في الجمل الإنشائية الجدارية

كتلة الجدار وقساوته بشكل رئيسي فعند عدم استخدام فتحات يكون وزن الجدار بأعلى قيمة له وكذلك الامر بالنسبة للقساوة وبالتالي تكون قيمة الدور بأقل قيمة ويفسر زيادة الدور في حالة التوزيع الشطرنجي عن حالة التوزيع الشاقولي بأن الجدار ذو الفتحات الشاقولية يعمل بشكل مشابه لعمل جداري قص مصمتين مرتبطين بجزء متناظر مما يكسب جدار القص قساوة أكبر وبالتالي دور أقل على عكس جدار القص المزود بفتحات شطرنجية اذ ان عمله بعيد نوعاً ما عن جدار القص بسبب اختلاف الطول الفعال للجزء المصمت لجدار القص وكما في الشكل السابق فقد تم استنتاج بان الدور في حالة جدار القص المزود بفتحات شطرنجية يزيد عن الدور في نموذج الفتحات الشاقولية بحدود 1% ويزيد دور النموذج الشطرنجي عن دور النموذج المصمت بحدود 3% ونبين في الجدول (5) قيم الدور للحالات السابقة المدروسة وفق النماذج التي تم ذكرها مسبقاً من ناحية وجود وتوزيع الفتحات ضمن جدار القص:

mode	no	v o	st o
4	0.215	0.228	0.229
3	0.813	0.821	0.825
2	1.115	1.115	1.115
1	1.221	1.243	1.253

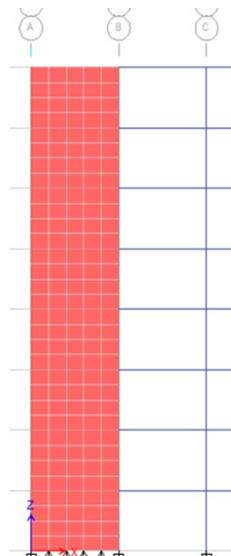
الجدول (8) قيم الدور لأنماط الاهتزاز الاربعة الاولى

ويمكن تفسير تساوي الدور في نمط الاهتزاز الثاني هو انه نمط اهتزازي على الاتجاه الاخر والذي لم يحدث اي انقطاع في الصلابة فيه. ويعود الفرق القليل بدور الاهتزاز وفق انماط الاهتزاز المدروسة الى نسبة مساحة الفتحة الى مساحة الجدران مجتمعة في الطابق الواحد حيث تمثل نسبة قليلة جداً لا تتجاوز مساحتها الى مساحة الجدران/2% وهذا يؤدي الى فرق مهملاً تقريباً في وزن المبنى بين الحالات الثلاثة وينعكس بذلك الى فروقات قليلة بالنسبة لدور الاهتزاز الخاص بالبناء المدروس

4-2 نتائج الإزاحة الطابقية الأعظمية بالاتجاه x:

توضّح الجداول (9) و(10) و(11) على الترتيب، قيم الانتقالات الحاصلة والازاحة الناتجة لكل نموذج من النماذج المدروسة:

Drift X	Displacement X	load case	نقطة المقارنة		الطابق
	mm				
0.005434	102.444	EX 1	82	45	Story8
0.005391	85.056	EX 1	85	45	Story7
0.005222	67.805	EX 1	110	45	Story6
0.004875	51.096	EX 1	135	45	Story5
0.004306	35.496	EX 1	160	45	Story4
0.003479	21.717	EX 1	185	45	Story3
0.002365	10.583	EX 1	210	45	Story2
0.000942	3.014	EX 1	32	45	Story1

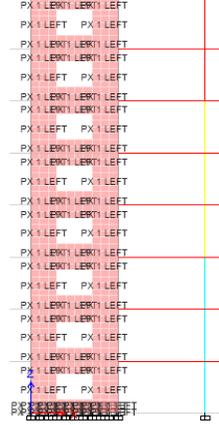


الجدول (9) قيم الانتقالات وفق نموذج الجدار المصمت

وهنا تجدر الإشارة الى أنه تم اعتماد نقطة المقارنة في الزاوية العلوية اليسرى من كل جدار في كل طابق حيث وجدنا ان تسمية هذه النقطة على البرنامج وفق البادئة /45.

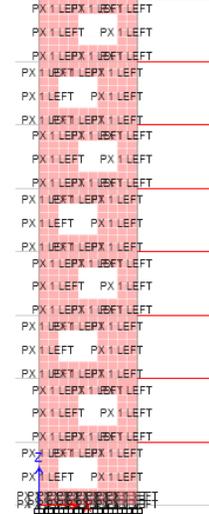
تأثير فتحات النوافذ على انتقالات جدران القص في الجمل الإنشائية الجدارية

Drift X	Displacement X	Load Case/Co mbo	نقطة المقارنة		الطابق
	mm				
0.005631	107.919	EX 1	85	53	Story8
0.005597	89.95	EX 1	110	53	Story7
0.005453	72.039	EX 1	135	53	Story6
0.005125	54.591	EX 1	160	53	Story5
0.004563	38.192	EX 1	185	53	Story4
0.003727	23.588	EX 1	210	53	Story3
0.002577	11.662	EX 1	32	53	Story2
0.001067	3.416	EX1	32	53	Story1



الجدول (10) قيم الانتقالات وفق نموذج الجدار المزود بفتحات شاقولية

Drift X	Displacement X	Load Case/Co mbo	نقطة المقارنة		الطابق
	mm				
0.005813	111.005	EX 1	82	53	Story8
0.005782	92.404	EX 1	85	53	Story7
0.005622	73.902	EX 1	110	53	Story6
0.005271	55.913	EX 1	135	53	Story5
0.004683	39.046	EX 1	160	53	Story4
0.003814	24.061	EX 1	185	53	Story3
0.002619	11.856	EX 1	210	53	Story2
0.001086	3.476	EX 1	32	53	Story1



الجدول (11) قيم الانتقالات وفق نموذج الجدار المزود بفتحات شطرنجية

ويبين الشكل (10) قيم الانتقالات الناتجة عن الحالات المدروسة كما هو مبين ادناه displacement



الشكل (10) قيم الانتقالات الناتجة والازاحة

ومن خلال الجداول والاشكال السابقة تبين بأن قيم الانتقالات في حالة الفتحات الشطرنجية اعلى منها من حالة الفتحات الشاقولية وحالة الجدار المصمت ويفسر هذا الموضوع بسبب الانقطاع في المساواة والصلابة بالنسبة لجدران القص حيث بينت النتائج ان الازاحة في حالة الفتحات الشطرنجية اعلى من الازاحة في حالة الفتحات الشاقولية بحدود 3% واعلى من الازاحة في حالة الجدار المصمت بحدود 8% وتتناقص هذه النسب كلما انخفض ارتفاع المبنى واقترينا من الطوابق السفلى حيث يمكن ان ينعدم هذا الفرق وتطبق القيم عند الطابق الاول ويعود سبب الفرق القليل بنسب الاختلاف الى نسبة مساحة الفتحة بالمقارنة مع مساحة الجدران في الطابق الواحد وهي 2% .

3-4 نتائج صلابات الطوابق بالاتجاه x:

كما هو معروف فان الصلابات ترتبط ارتباط وثيقا بالانتقالات فعند دراسة الانتقالات يجب التطرق لموضوع الصلابات ودراستها وبيان التغيرات التي تحصل لصلابات

تأثير فتحات النوافذ على انتقالات جدران القص في الجمل الإنشائية الجدارية

الطوابق نتيجة استخدام هذه الفتحات ضمن جدار القص. وتبين الجداول (12) (13) (14) على التتابع قيم الصلابات الطابقية بالاتجاه X وفق الحالات السابقة .

Stiffness X kN/m	Shear X kN	Load Case	Story
98243.262	1511.6565	EX 1	Story8
169489.805	2591.4587	EX 1	Story7
237748.852	3520.7975	EX 1	Story6
311055.846	4300.3351	EX 1	Story5
403292.245	4924.9204	EX 1	Story4
546942.645	5396.3881	EX 1	Story3
851794.934	5713.2401	EX 1	Story2
2196025.997	5863.5244	EX 1	Story1

الجدول (12) قيم الصلابات الطابقية في حالة الجدار المصمت

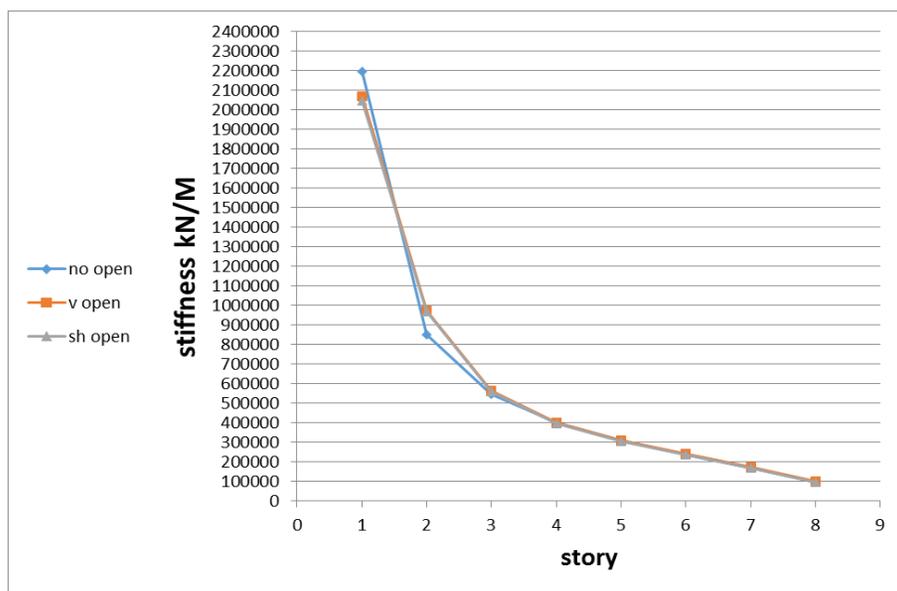
Stiffness X kN/m	Shear X kN	Load Case	Story
100715.489	1629.6016	EX 1	Story8
172955.018	2784.7887	EX 1	Story7
240849.845	3778.7532	EX 1	Story6
312717.83	4612.1591	EX 1	Story5
402028.638	5279.8416	EX 1	Story4
563013.528	5783.6403	EX 1	Story3
972516.084	6122.0531	EX 1	Story2
2066473.321	6289.1044	EX 1	Story1

الجدول (13) قيم الصلابات الطابقية في حالة الجدار المزود بفتحات شاقولية

Stiffness X kN/m	Shear X kN	Load Case	Story
98314.546	1629.6282	EX 1	Story8
169198.354	2784.8336	EX 1	Story7
236122.242	3778.8139	EX 1	Story6
307075.109	4612.2331	EX 1	Story5
395354.331	5279.9262	EX 1	Story4
560121.712	5783.7329	EX 1	Story3
969980.897	6122.1256	EX 1	Story2
2043267.812	6289.2159	EX 1	Story1

الجدول (14) قيم الصلابات الطابقية في حالة الجدار المزود بفتحات شطرنجية

ويبين الشكل (11) قيم الصلابات الطابقية وفق الحالات المدروسة كما هو مبين ادناه:



الشكل (11) قيم الصلابات الطابقية

تأثير فتحات النوافذ على انتقالات جدران القص في الجمل الإنشائية الجدارية

الجدول	V2	Location	Load Case	Pier	Story	ومن
تبيين أن	371.743	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story8	السابقة
الطابقية	653.2241	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story7	الصلابة
الاول وفق	903.7629	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story6	للطابق
لحالة	1112.563	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story5	الاتجاه x
	1280.078	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story4	
الجدار	1408.251	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story3	استخدام
	1495.631	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story2	
أعلى منها	1546.205	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story1	المصمت

من حالة استخدام الفتحات الشاقولية بحدود 6% واعلى من حالة استخدام فتحات شطرنجية بحدود 7% أما عند الانتقال الى الطابق الثاني تختلف هذه القاعدة بحيث تصبح الصلابة الطابقية في حالة استخدام الفتحات الشاقولية اعلى قيمة من حالة الجدار المصمت بحدود 13% وابتداء" من الطابق الثالث فما فوق تعود الصلابات لتتطابق نوعا" ما بمختلف حالات الدراسة

4-4 نتائج قوى القص المؤثرة على جدران القص بالاتجاه x:

وقمنا بعد ذلك بدراسة القوى القاصة المؤثرة على جدران القص المدروسة لبيان تأثير وجود الفتحات على حصة جدار القص من القوى الزلزالية وتبين الجداول (15) (16) (17) على التتابع قيم قوى القص المؤثرة على جدران القص وفق الحالات السابقة.

الجدول (15)

V2 kN	Location	Load Case	Pier	Story
496.0653	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story8
686.9077	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story7
885.9139	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story6
1065.024	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story5
1196.618	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story4
1250.143	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story3
1163.385	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story2
894.112	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story1

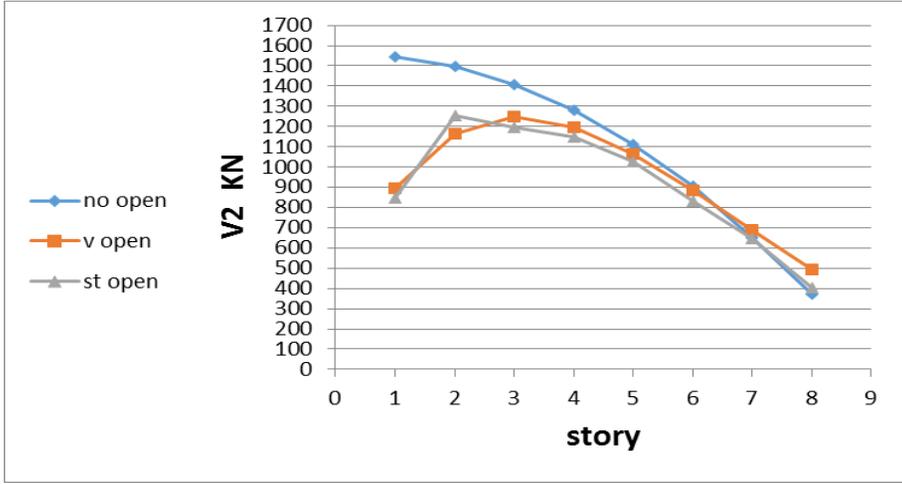
الجدول (16)

V2 kN	Location	Load Case	Pier	Story
403.658	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story8
646.5607	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story7
832.9255	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story6
1028.692	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story5
1147.331	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story4
1196.96	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story3
1251.754	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story2
845.7652	Bottom	EX 1	PX 5 LEFT	Story1

الجدول (17)

ويبين الشكل (12) قوى القص المؤثرة على الجدران في الحالات المدروسة :

تأثير فتحات النوافذ على انتقالات جدران القص في الجمل الإنشائية الجدارية



الشكل (12) قوى القص المؤثرة على الجدران

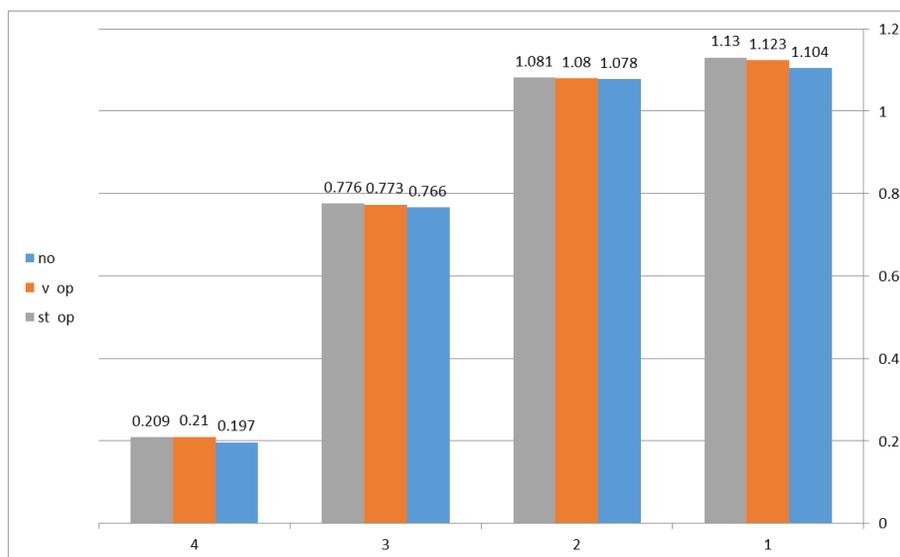
نستنتج من الجداول السابقة بأن توزيع قوى القص المؤثرة على الجدار المصمت شبه منتظم ولا يوجد به اي تغيرات على عكس حالة الجدران الحاوية على فتحات شاقولية وشطرنجية ومن خلال التدقيق في المخطط المرفق نجد أن قوى القص المؤثرة على الجدران الحاوية على فتحات بنوعها وخصوصا" في الطابق الاول أخفض من قوى القص المؤثرة على الجدار المصمت وفي نفس الطابق بحدود 45% ويتناقص هذا الفرق مع الارتفاع في الطوابق مع ملاحظة موضوع مهم وهو التغير في قوى القص التي تتلقاها جدران القص الحاوية على فتحات في مستوي الطابق الثالث مع أفضلية بسيطة للجدران التي تحوي فتحات شاقولية إذ إن قوى القص تزداد حتى مستوي الطابق الثالث ثم تعود للانخفاض مع زيادة عدد الطوابق وتكون حصة الجدار عند مستوي الطابق الثالث والمزود بفتحات اخفض من حصة الجدار المصمت عند نفس المنسوب بحدود 15%.

- بارامترات المقارنة بين النماذج المدروسة لنموذج الجدار 30cm اي بعد زيادة السماكة الخاصة بالجدران :

قمنا بزيادة سماكة الجدران المستخدمة في المنشأ لبيان تأثير تغيير سماكة الجدار بوجود الفتحات على الانتقالات والصلابات وباقي البارامترات المدروسة. حيث تواجه نفس حالات الدراسة جدار قص مصمت وجدار قص مزود بفتحات شاقولية وجدار قص مزود بفتحات شطرنجية

دور الاهتزاز بالاتجاه X

يبين الشكل (13) نتائج دور الاهتزاز بالاتجاه X، للنماذج المدروسة المذكورة



الشكل (13) دور الاهتزاز بالاتجاه X وذلك لعدة أطوار من أطوار الاهتزاز

وكما هو مذكور بحالة الجدار ذو السماكة 25cm فقد لوحظ أن قيم دور البناء بالاتجاه X تكون أعلى قيمة لها عند استخدام الفتحات الشطرنجية وأخفض منها عند استخدام الفتحات الشاقولية وأخفض قيمة عند عدم استخدام فتحات ويفسر هذا الموضوع بأن قيمة

تأثير فتحات النوافذ على انتقالات جدران القص في الجمل الإنشائية الجدارية

الدور تتناسب عكسا" مع كتلة الجدار وقساوته بشكل رئيسي فعند عدم استخدام فتحات يكون وزن الجدار بأعلى قيمة له وكذلك الامر بالنسبة للقساوة وبالتالي تكون قيمة الدور بأقل قيمة ويفسر زيادة الدور في حالة التوزيع الشطرنجي عن حالة التوزيع الشاقولي بأن الجدار ذو الفتحات الشاقولية يعمل بشكل مشابه لعمل جداري قص مصمتين مرتبطين بجزء متناظر مما يكسب جدار القص قساوة أكبر وبالتالي دور أقل على عكس جدار القص المزود بفتحات شطرنجية اذ ان عمله بعيد نوعا" ما عن جدار القص بسبب اختلاف الطول الفعال للجزء المصمت لجدار القص ويبين الجدول /18/ قيم دور المنشأ لهذه الحالة

mode	T (sec)		
	no	v op	st op
1	1.104	1.123	1.13
2	1.078	1.08	1.081
3	0.766	0.773	0.776
4	0.197	0.21	0.209

الجدول (18) قيم الدور لأنماط الاهتزاز الاربعة الاولى

الإزاحة المطلقة لجدار القص بالاتجاه X

توضّح الجداول (19) و(20) و(21) على الترتيب، قيم الانتقالات الحاصلة والإزاحة الناتجة لكل نموذج من النماذج المدروسة:

story	Label	Unique Name	Load Case	Displacement X	Drift X
Story8	45	82	EX 1	84.418	0.004455
Story7	45	85	EX 1	70.162	0.004426
Story6	45	110	EX 1	55.997	0.004295
Story5	45	135	EX 1	42.252	0.004018
Story4	45	160	EX 1	29.394	0.003557
Story3	45	185	EX 1	18.01	0.002881
Story2	45	210	EX 1	8.79	0.001964
Story1	45	32	EX 1	2.507	0.000783

الجدول (19) قيم الانتقالات وفق نموذج الجدار المصمت (no open)

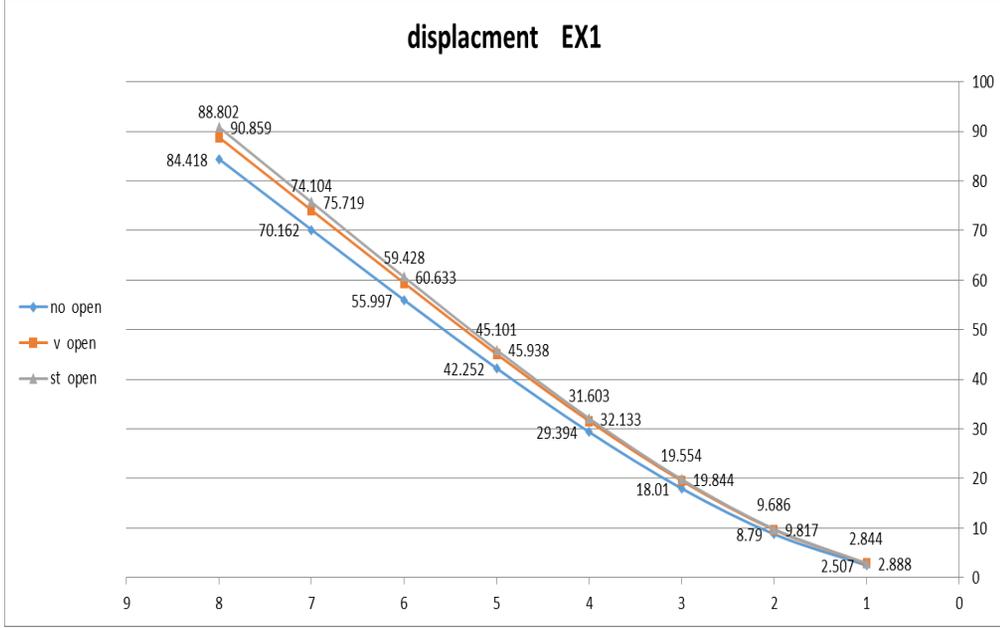
story	Label	Unique Name	Load Case	Displacement X	Drift X
Story8	45	82	EX 1	88.802	0.004593
Story7	45	85	EX 1	74.104	0.004586
Story6	45	110	EX 1	59.428	0.004477
Story5	45	135	EX 1	45.101	0.004218
Story4	45	160	EX 1	31.603	0.003765
Story3	45	185	EX 1	19.554	0.003084
Story2	45	210	EX 1	9.686	0.002138
Story1	45	32	EX 1	2.844	0.000889

الجدول (20) قيم الانتقالات وفق نموذج الجدار المزود بفتحات شاقولية

story	Label	Unique Name	Load Case	Displacement X	Drift X
Story8	45	82	EX 1	90.859	0.004731
Story7	45	85	EX 1	75.719	0.004714
Story6	45	110	EX 1	60.633	0.004592
Story5	45	135	EX 1	45.938	0.004314
Story4	45	160	EX 1	32.133	0.00384
Story3	45	185	EX 1	19.844	0.003133
Story2	45	210	EX 1	9.817	0.002165
Story1	45	32	EX 1	2.888	0.000902

الجدول (21) قيم الانتقالات وفق نموذج الجدار المزود بفتحات شطرنجية (sh open)

ويبين الشكل(14) قيم الانتقالات الناتجة عن الحالات المدروسة:



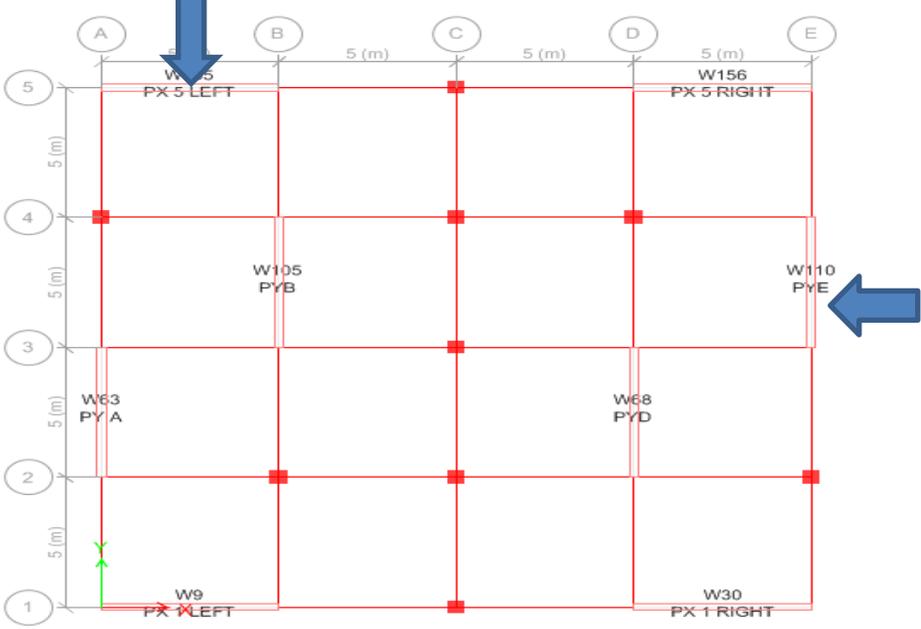
الشكل(14) قيم الانتقالات الناتجة في جدار القص المدروس وفق نماذج الفتحات

ومن خلال الشكل والجدول السابقة نجد أن قيم الانتقالات في حالة الفتحات الشطرنجية اعلى منها من حالة الفتحات الشاقولية بحدود/3% وحالة الجدار المصمت بحدود 7% ويفسر هذا الموضوع بسبب الانقطاع في التساوة والصلابة بالنسبة لجدران القص حيث أن الانتقال يتناسب عكسا" مع الصلابة ويعود سبب الفرق الصغير في النسب الى أن التغير الناتج عن حالة الفتحة والتي تشكل مساحتها نسبة صغيرة جدا" من مساحة الجدران في الطابق الواحد فلو أردنا معرفة حد التأثير الواضح فعلينا زيادة مساحة الفتحة أو زيادة عدد الفتحات وهذه حالة دراسة أخرى لسنا بصددنا الان. وبعد الانتهاء من

دراسة جدار القص المختار (PX5LEFT) وفق اتجاه الدراسة الاول X والاكتفاء بسماكتين فقط /25cm,30cm/ على سبيل المقارنة سننتقل لدراسة جدار قص وفق الاتجاه Y وذلك لحاجتنا الماسة لمعرفة سلوك الجملة وجدران القص بالاتجاه الاخر المتمثل بالإحداثي Y حيث قمنا باختيار جدار القص (PYE) لدراسة سلوك هذا الجدار وفق المعطيات السابقة المدروسة للاتجاه الاول كما هو مبين بالشكل /15/ وكان اختيار هذا الجدار لعدة اسباب نذكر منها :

- 1- وقوع الجدار على طرف المبنى وامكانية وجود نوافذ فيه كونه طرفي
- 2- الرغبة بدراسة جدار طرفي بالاتجاه الاخر كون الجدار المدروس بالاتجاه (X) ركني
- 3- امكانية تغير القوى المؤثرة على الجدار كونه طرفي
- 4- اختلاف التغيرات الحرارية في موقع هذا الجدار عن الجدار المدروس في الاتجاه الاخر

تأثير فتحات النوافذ على انتقالات جدران القص في الجمل الإنشائية الجدارية



الشكل /15/ الجدار PYE المدروس بالاتجاه Y

وقبل البدء بدراسة الحالات المختلفة للنماذج نود الإشارة الى أن حالة الجدار المصمت المستخدمة لا تحتاج الى أي تعديل كون الجدار المصمت وهي حالة مدروسة في الاتجاه الاخر مع فرق بسيط وهو اختلاف النتائج التي نود الحصول عليها من النموذج الحاسوبي لحالة الجدار المدروس .

بارامترات المقارنة بين النماذج المدروسة لنموذج الجدار 25cm للجدار PYE:

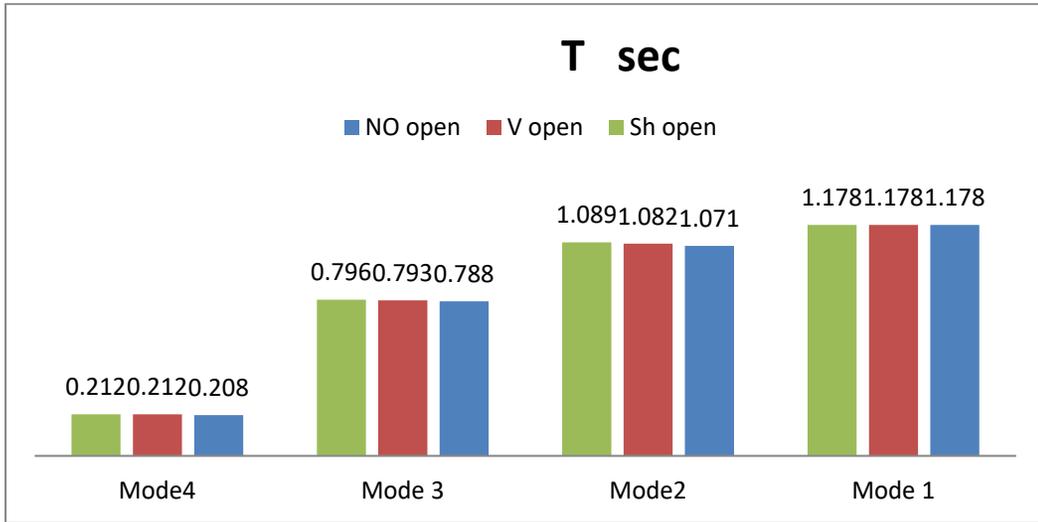
- دور الاهتزاز

يبين الجدول /22/ دور الاهتزاز لأنماط الاهتزاز الاربعة الاولى وفق اتجاه الدراسة Y/

Mode4	Mode 3	Mode2	Mode 1	حالة الدراسة
-------	--------	-------	--------	--------------

0.208	0.788	1.071	1.178	NO open
0.212	0.793	1.082	1.178	V open
0.212	0.796	1.089	1.178	ST open

الجدول /22/ دور الاهتزاز لأنماط الاهتزاز الاربعة الاولى



ومن خلال الجدول والشكل السابق نلاحظ وجود تغير طفيف في دور الاهتزاز الثاني الموافق لاتجاه الحركة (Y) وفق حالات الدراسة الثلاثة حيث وجد أن استخدام فتحات شطرنجية أدى الى زيادة دور الاهتزاز عن حالة الجدار المصمت والجدار المزود بفتحات شاقولية ويفسر هذا الموضوع بأن قيمة الدور تتناسب عكسا مع كتلة الجدار وقساوته بشكل رئيسي فعند عدم استخدام فتحات يكون وزن الجدار بأعلى قيمة له وكذلك الامر بالنسبة للقساوة وبالتالي تكون قيمة الدور بأقل قيمة ويفسر زيادة الدور في حالة التوزيع الشطرنجي عن حالة التوزيع الشاقولي بأن الجدار ذو الفتحات الشاقولية يعمل بشكل مشابه لعمل جداري قص مصمتين مرتبطين بجزء متناظر مما يكسب جدار

تأثير فتحات النوافذ على انتقالات جدران القص في الجمل الإنشائية الجدارية

القص قساوة أكبر وبالتالي دور أقل على عكس جدار القص المزود بفتحات شطرنجية
اذ ان عمله بعيد نوعاً ما عن جدار القص بسبب اختلاف الطول الفعال للجزء المصمت
لجدار القص.

الازاحة المطلقة لجدار القص بالاتجاه Y

توضّح الجداول (23) و(24) و(25) على الترتيب، قيم الانتقالات الحاصلة والازاحة
الناجمة لكل نموذج من النماذج المدروسة:

displacementY mm	Load Case/Combo	Unique Name	Label	Story
80.21	EY 1	72	44	Story8
66.976	EY 1	96	44	Story7
53.739	EY 1	121	44	Story6
40.786	EY 1	146	44	Story5
28.555	EY 1	171	44	Story4
17.619	EY 1	196	44	Story3
8.671	EY 1	221	44	Story2
2.503	EY 1	51	44	Story1

الجدول /23/ انتقال الجدار في حالة الجدار المصمت/NO/

displacementY mm	Load Case/Combo	Unique Name	Label	Story
82.645	EY 1	72	44	Story8
69.227	EY 1	96	44	Story7
55.75	EY 1	121	44	Story6
42.501	EY 1	146	44	Story5
29.925	EY 1	171	44	Story4
18.611	EY 1	196	44	Story3
9.274	EY 1	221	44	Story2
2.745	EY 1	51	44	Story1

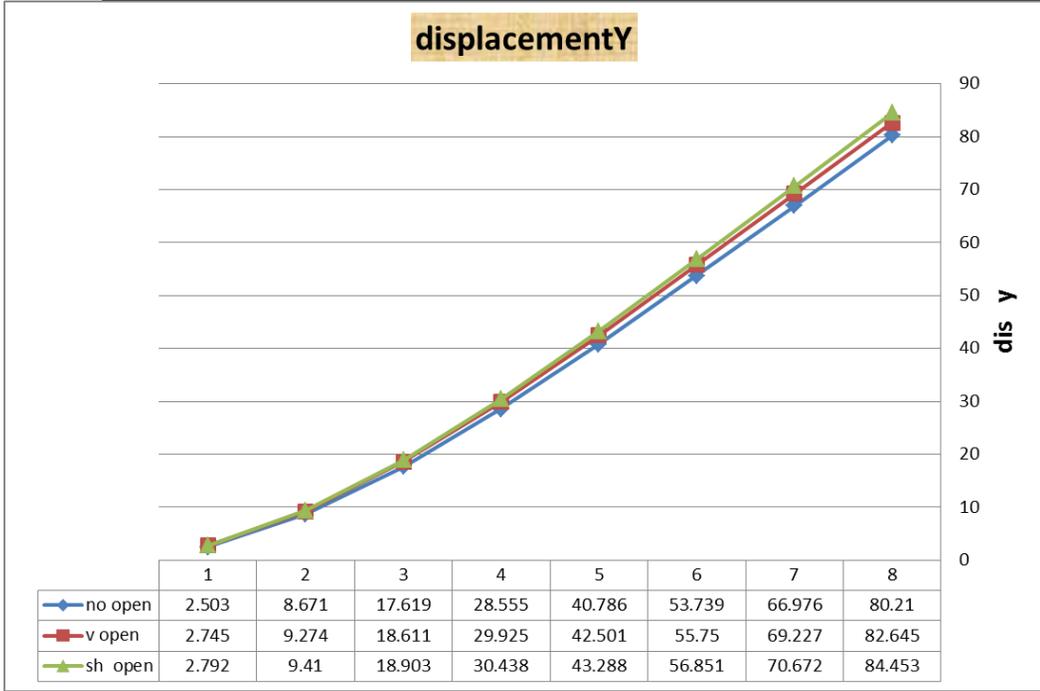
الجدول /24/ انتقال الجدار في حالة الجدار المزود بفتحات شاقولية/V O/

displacementY mm	Load Case/Combo	Unique Name	Label	Story
84.453	EY 1	72	44	Story8
70.672	EY 1	96	44	Story7
56.851	EY 1	121	44	Story6
43.288	EY 1	146	44	Story5
30.438	EY 1	171	44	Story4
18.903	EY 1	196	44	Story3
9.41	EY 1	221	44	Story2
2.792	EY 1	51	44	Story1

الجدول /25/ انتقال الجدار في حالة الجدار المزود بفتحات شطرنجية/ST O/

ويبين الشكل /16/ قيم الانتقالات الناتجة في جدار القص المدروس وفق نماذج الفتحات

تأثير فتحات النوافذ على انتقالات جدران القص في الجمل الإنشائية الجدارية



الشكل /16/ قيم الانتقالات الناتجة في جدار القص المدروس PYE

ومن خلال المخطط السابق فإننا نلاحظ أن عمل الجدار بالاتجاه Y بوجود أنواع الفتحات المدروسة مشابه لعمل الجدار بالاتجاه X وفق نفس الحالات. حيث نجد أن انتقالات الجدار المزود بفتحات شطرنجية أعلى من الحالتين الباقيتين وبشكل مشابه لما ذكرناه في حالة الجدار بالاتجاه X.

5-- نتائج البحث

(1) تم استنتاج بأن الدور في حالة جدار القص المزود بفتحات شطرنجية يزيد عن الدور في نموذج الفتحات الشاقولية بحدوده 1% ويزيد دور النموذج

الشطرنجي عن دور النموذج المصمت بحدود 3% وهو فرق شبه مهمل كما ذكرنا سابقا"

(2) أن قيم الانتقالات و الاراحة في حالة الفتحات الشطرنجية اعلى من الاراحة في حالة الفتحات الشاقولية بحدود 3% واعلى من الاراحة في حالة الجدار المصمت بحدود 8% وتتناقص هذه النسب كلما انخفض ارتفاع المبنى واقتربنا من الطوابق السفلى .

(3) أن الصلابة الطابقية للطابق الاول وفق الاتجاه x لحالة استخدام الجدار المصمت أعلى منها من حالة استخدام الفتحات الشاقولية بحدود 6% واعلى من حالة استخدام فتحات شطرنجية بحدود 7% و في حالة استخدام الفتحات الشاقولية اعلى قيمة من باقي الحالات بحدود 13% .

(4) إن قوى القص المؤثرة على الجدران الحاوية على فتحات بنوعيتها وخصوصا" في الطابق الاول أخفض من قوى القص المؤثرة على الجدار المصمت وفي نفس الطابق بحدود 45% ويتناقص هذا الفرق مع الارتفاع في الطوابق

(5) ان زيادة السماكة تؤثر بشكل طفيف على انتقالات جدران القص ولكنها تحافظ على الشكل العام لتغير هذه الانتقالات وفق حالات الدراسة المفروضة

(6) ان وجود نماذج الفتحات لا يغير بشكل كبير من النتائج السابقة وبمعنى أوضح استجابة الجدار المدروس بالاتجاه y مشابهة لاستجابة الجدار المدروس بالاتجاه X.

6-المراجع:

- [1] Syrian Arabic code for design and execute structures by reinforced concrete, 2012
- [2] Appendix no.2 of Syrian Arabic code for design and execute structures by reinforced concrete, , 2013- **Design and Check Buildings and Structures That Resist Earthquakes**. Syndicate of Engineers, Version 2 Damascus, 271p. (In Arabic).
- [3] AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS, 2013- **Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures (ASCE/SEI 7-10)**. Structural Engineering Institute, 595p.
- [4] ADEGHE, L. N. and COLLINS, M. P., (1986), "**A Finite Element Model for Studying Reinforced Concrete Detailing Problems**
- [5] YANIZ,R and POULAY,T1992- **Seismic behavior of walls with irregular openings**. Bulkema,Rotterdam.
- [6] KHATAMI,S and BARROS,S 2012-**Comparing Effects of Openings in Concrete Shear Walls under Near-Fault Ground Motions**. Porto, Portugal.
- [7] HYUN,K and DONG,L 2005 Efficient three-dimensional seismic analysis of a high-rise building structure with shear walls, **Engineering Structures**, Vol. 27. 963–976.

