

ETABS

Study Of The Effect Of Opening On The Behaviour Of Composite Steel-Concrete Diaphragms In Low-rise Steel Structures

M. Hejazi ; P. Memarzadeh and M. A. Sobhani

ABSTRACT

The most important function of structural diaphragms is to support and transmit gravity loads to vertical structural elements such as columns. In addition, diaphragms play an important role in collecting lateral loads at specific elevations and distributing them to the lateral resistance system. Thus, in-plane behaviour of diaphragms can be considered for structural analysis and design of structural elements and securing the optimum seismic performance of the structure. In order to investigate structural behaviour of composite steel-concrete diaphragms in low-rise steel structures, one to six storey steel structures with planar aspect ratios of one, three and five with different areas of openings have been analysed by the

/ / :

/ / :

i

m.hejazi@pci.iaun.ac.ir

ii

p-memar@iaun.ac.ir

iii

m.sobhani@sci.iaun.ac.ir

/ / / /

ETABS code. Results from response spectrum dynamic analysis indicate that the assumption of rigid diaphragms in the studied structures, in particular in the lower floors, is inappropriate. Diaphragms with openings of 20 to 50 percent of area have a flexible behaviour. An opening area of more than 20 percent increases the natural frequency of the structure; hence, necessity for an expansion joint.

Keywords

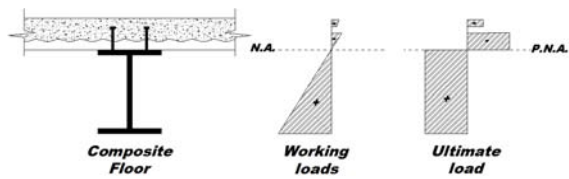
Composite diaphragm; Opening; In-plane behaviour; Rigidity; Response spectrum analysis

.[]

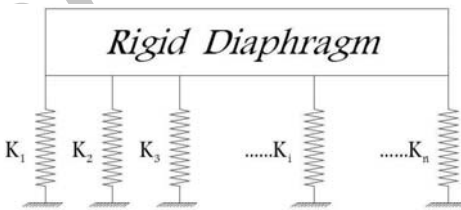
.[] T > / sec

Archive of SID





$\Delta_{Diaphragm} / \Delta_{Storey}$



$\Delta_{Diaphragm} / \Delta_{Storey}$



ETABS

/ × /

[]

)
() ()
() ()

CQC

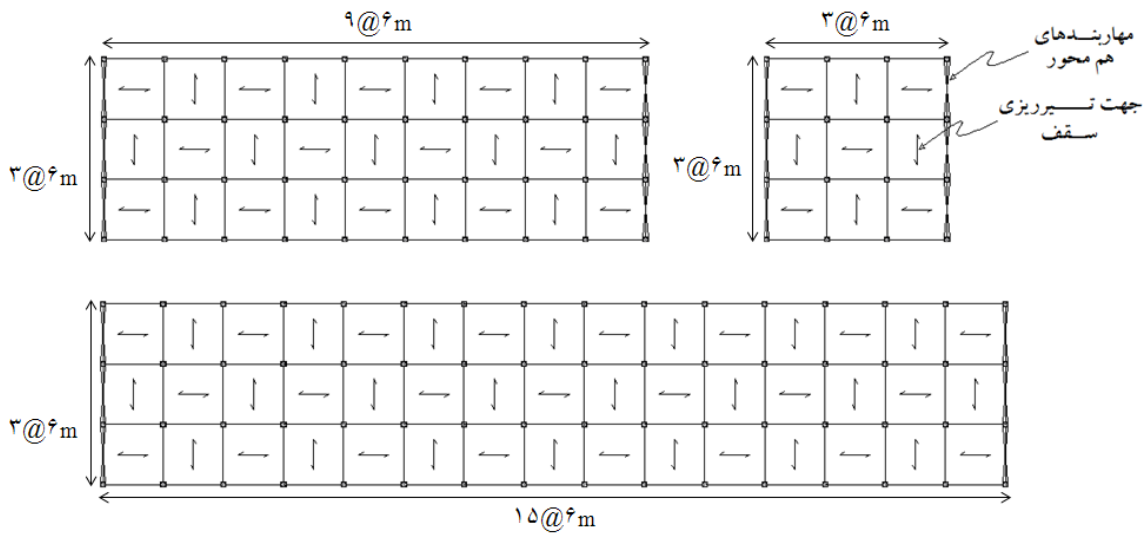
II

:()

	(m)	(m ²)	(m)	(m ²)	(%)	
	×		×			
			×			
			×			
	×		×			
			×			
			×			
	×		×			
			×			
			×			



/ / / /



() ()

kg/m³ kg/m³

ETABS
kg/m²

kg/m²

/ × kg/m² / × kg/m²

IPE 180

()

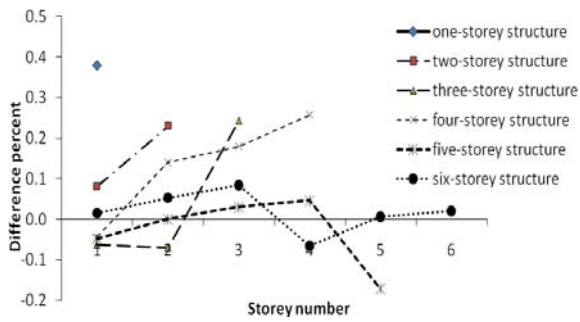
ردیف	مقاطع ستون	مقطع تیرهای اصلی	مقطع تیرچه‌های دیافراگم	مقاطع مهاربند
1	BOX 250x250x8	HE 220 A	IPE 180	2 UPN 80
2	BOX 250x250x8	HE 220 A	IPE 180	2 UPN 80
3	BOX 250x250x10	HE 240 A	IPE 180	2 UPN 100
4	BOX 250x250x12	HE 240 A	IPE 180	2 UPN 100
5	BOX 300x300x12	HE 240 A	IPE 180	2 UPN 120
6	BOX 350x350x12	HE 240 A	IPE 180	2 UPN 120

ETABS

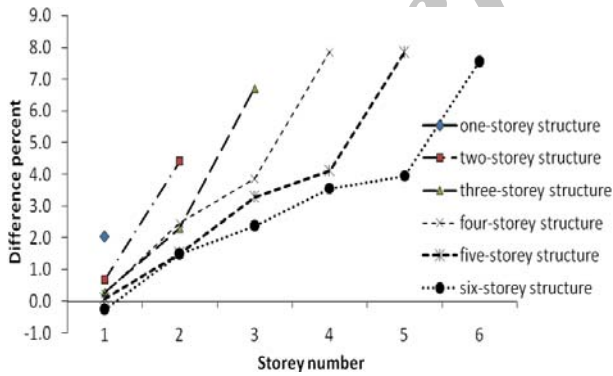
()

$$\frac{\Delta_{Diaphragm}}{\Delta_{Storey}}$$

(() ())

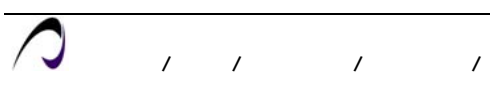


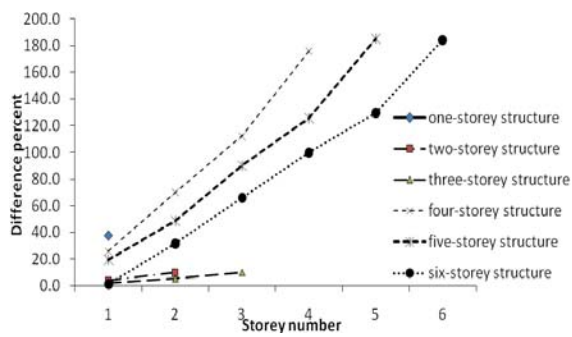
()



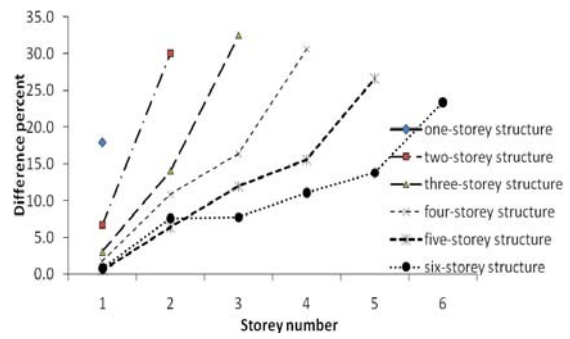
() () ()

() () ()
 () () ()
 () () ()
 () () ()
 () () ()
 () () ()

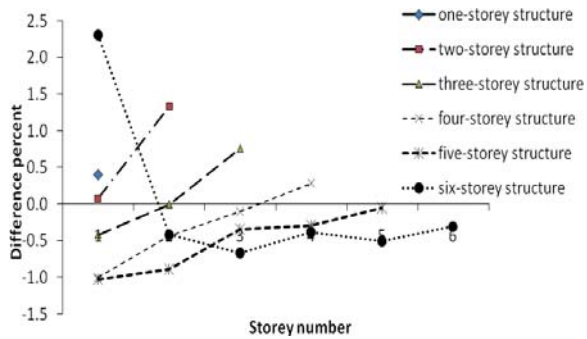




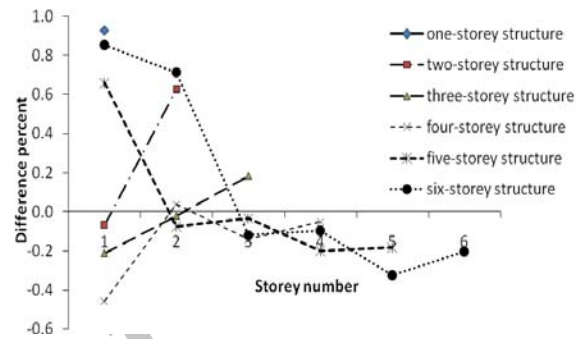
()



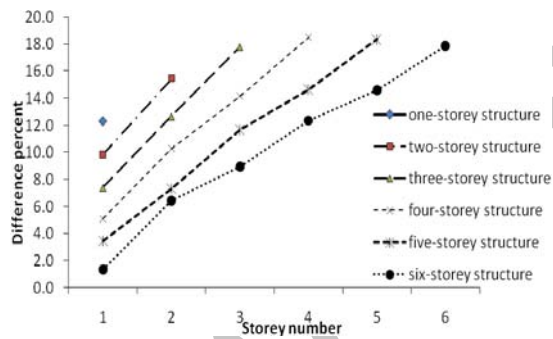
()



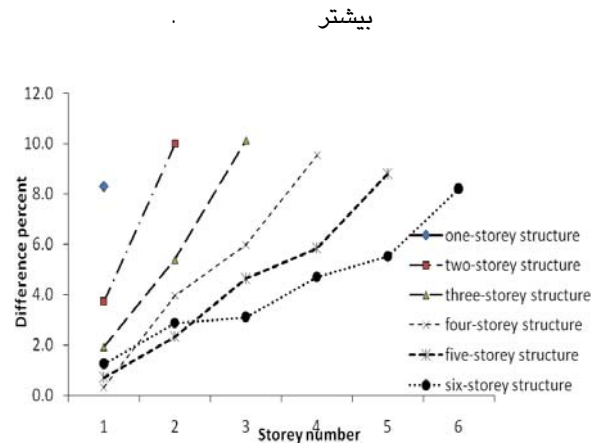
()



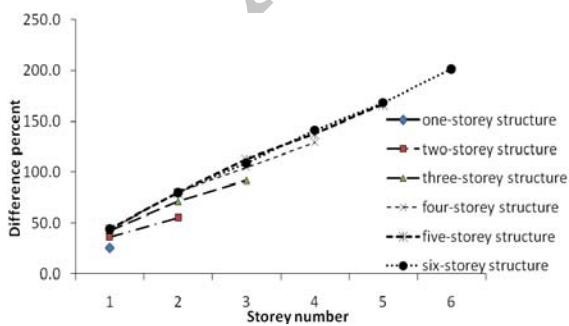
()



()



()



()

() :

گروه اول							
ششم	پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	شماره طبقه ←	تعداد طبقات
-	-	-	-	-	۱/۰۵	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه یک طبقه
-	-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	-	۰/۴۷	۱/۰۲	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه دو طبقه
-	-	-	-	صلب	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	۰/۲۸	۰/۵۵	۱/۰۱	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه سه طبقه
-	-	-	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	۰/۱۹	۰/۳۴	۰/۵۲	۱/۰۰	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه چهار طبقه
-	-	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	۰/۱۵	۰/۲۶	۰/۳۵	۰/۵۸	۱/۰۰	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه پنج طبقه
-	صلب	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
۰/۱۳	۰/۲۰	۰/۲۷	۰/۳۹	۰/۵۶	۱/۰۱	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه شش طبقه
صلب	صلب	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
گروه دوم							
ششم	پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	شماره طبقه ←	تعداد طبقات
-	-	-	-	-	۱/۰۶	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه یک طبقه
-	-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	-	۰/۴۷	۱/۰۲	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه دو طبقه
-	-	-	-	صلب	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	۰/۲۸	۰/۵۵	۱/۰۱	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه سه طبقه
-	-	-	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	۰/۱۹	۰/۳۴	۰/۵۲	۱/۰۰	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه چهار طبقه
-	-	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	۰/۱۵	۰/۲۶	۰/۳۵	۰/۵۸	۱/۰۰	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه پنج طبقه
-	صلب	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
۰/۱۳	۰/۲۰	۰/۲۷	۰/۳۹	۰/۵۶	۱/۰۱	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه شش طبقه
صلب	صلب	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
گروه سوم							
ششم	پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	شماره طبقه ←	تعداد طبقات
-	-	-	-	-	۱/۰۸	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه یک طبقه
-	-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	-	۰/۴۹	۱/۰۳	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه دو طبقه
-	-	-	-	صلب	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	۰/۳۰	۰/۵۶	۱/۰۱	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه سه طبقه
-	-	-	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	۰/۲۱	۰/۳۵	۰/۵۳	۱/۰۱	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه چهار طبقه
-	-	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	۰/۱۶	۰/۲۷	۰/۳۶	۰/۵۹	۱/۰۰	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه پنج طبقه
-	صلب	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
۰/۱۴	۰/۲۱	۰/۲۸	۰/۴۰	۰/۵۶	۱/۰۱	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه شش طبقه
صلب	صلب	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
گروه چهارم							
ششم	پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	شماره طبقه ←	تعداد طبقات
-	-	-	-	-	۱/۲۴	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه یک طبقه
-	-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	-	۰/۶۱	۱/۰۹	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه دو طبقه
-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	۰/۳۷	۰/۶۲	۱/۰۴	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه سه طبقه
-	-	-	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	۰/۲۵	۰/۴۰	۰/۵۷	۱/۰۲	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه چهار طبقه
-	-	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	۰/۱۹	۰/۳۰	۰/۳۹	۰/۶۲	۱/۰۱	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه پنج طبقه
-	صلب	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
۰/۱۶	۰/۲۳	۰/۳۰	۰/۴۲	۰/۶۰	۱/۰۲	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه شش طبقه
صلب	صلب	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	



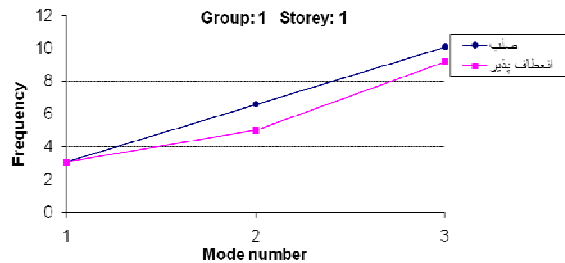
() :

گروه اول							
ششم	پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	شماره طبقه ←	تعداد طبقات
-	-	-	-	-	۱/۲۹	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه یک طبقه
-	-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	-	۰/۷۶	۱/۱۳	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه دو طبقه
-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	۰/۴۹	۰/۷۰	۱/۰۷	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه سه طبقه
-	-	-	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	۰/۳۳	۰/۴۷	۰/۶۳	۱/۰۳	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه چهار طبقه
-	-	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	۰/۲۶	۰/۳۵	۰/۴۵	۰/۶۶	۱/۰۱	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه پنج طبقه
-	صلب	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
۰/۲۱	۰/۲۸	۰/۳۴	۰/۴۶	۰/۶۶	۱/۰۹	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه شش طبقه
صلب	صلب	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
گروه دوم							
ششم	پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	شماره طبقه ←	تعداد طبقات
-	-	-	-	-	۱/۳۰	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه یک طبقه
-	-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	-	۰/۷۷	۱/۱۳	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه دو طبقه
-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	۰/۴۹	۰/۷۰	۱/۰۷	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه سه طبقه
-	-	-	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	۰/۳۳	۰/۴۷	۰/۶۳	۱/۰۲	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه چهار طبقه
-	-	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	۰/۲۶	۰/۳۵	۰/۴۵	۰/۶۶	۱/۰۱	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه پنج طبقه
-	صلب	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
۰/۲۰	۰/۲۸	۰/۳۴	۰/۴۶	۰/۶۶	۱/۱۰	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه شش طبقه
صلب	صلب	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
گروه سوم							
ششم	پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	شماره طبقه ←	تعداد طبقات
-	-	-	-	-	۱/۲۹	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه یک طبقه
-	-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	-	۰/۸۴	۱/۱۷	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه دو طبقه
-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	۰/۵۴	۰/۷۴	۱/۰۹	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه سه طبقه
-	-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	۰/۳۷	۰/۴۹	۰/۶۶	۱/۰۳	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه چهار طبقه
-	-	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	۰/۲۸	۰/۳۷	۰/۴۷	۰/۶۷	۱/۰۱	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه پنج طبقه
-	صلب	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
۰/۲۲	۰/۲۹	۰/۳۶	۰/۴۸	۰/۶۸	۱/۱۰	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه شش طبقه
صلب	صلب	صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
گروه چهارم							
ششم	پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	شماره طبقه ←	تعداد طبقات
-	-	-	-	-	۱/۷۷	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه یک طبقه
-	-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	-	۱/۵۰	۱/۵۹	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه دو طبقه
-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	۱/۲۰	۱/۲۸	۱/۴۵	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه سه طبقه
-	-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	۰/۹۲	۰/۹۹	۱/۰۷	۱/۲۹	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه چهار طبقه
-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	۰/۷۳	۰/۷۹	۰/۸۶	۰/۹۸	۱/۲۰	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه پنج طبقه
-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
۰/۵۸	۰/۶۴	۰/۶۹	۰/۷۷	۰/۸۶	۱/۱۰	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه شش طبقه
انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	

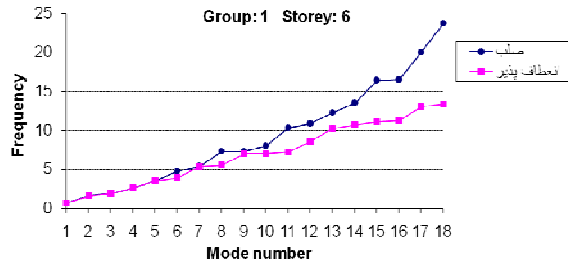
() :

گروه اول							
ششم	پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	شماره طبقه ←	تعداد طبقات
-	-	-	-	-	۱/۴۶	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه یک طبقه
-	-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	-	۱/۱۴	۱/۳۲	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه دو طبقه
-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	۰/۸۷	۰/۹۹	۱/۲۲	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه سه طبقه
-	-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	۰/۶۶	۰/۷۵	۰/۸۵	۱/۱۴	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه چهار طبقه
-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	۰/۵۲	۰/۵۹	۰/۶۷	۰/۸۱	۱/۰۹	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه پنج طبقه
-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
۰/۴۲	۰/۴۸	۰/۵۴	۰/۶۴	۰/۷۵	۱/۰۳	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه شش طبقه
صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
گروه دوم							
ششم	پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	شماره طبقه ←	تعداد طبقات
-	-	-	-	-	۱/۴۷	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه یک طبقه
-	-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	-	۱/۱۶	۱/۳۲	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه دو طبقه
-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	۰/۸۸	۰/۹۹	۱/۲۱	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه سه طبقه
-	-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	۰/۶۶	۰/۷۵	۰/۸۵	۱/۱۲	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه چهار طبقه
-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	۰/۵۲	۰/۵۹	۰/۶۷	۰/۸۱	۱/۰۸	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه پنج طبقه
-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
۰/۴۲	۰/۴۸	۰/۵۴	۰/۶۳	۰/۷۵	۱/۰۶	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه شش طبقه
صلب	صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
گروه سوم							
ششم	پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	شماره طبقه ←	تعداد طبقات
-	-	-	-	-	۱/۶۴	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه یک طبقه
-	-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	-	-	۱/۳۲	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه دو طبقه
-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	۱/۰۳	۱/۱۲	۱/۳۱	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه سه طبقه
-	-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	۰/۷۸	۰/۸۵	۰/۹۴	۱/۱۹	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه چهار طبقه
-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	۰/۶۲	۰/۶۸	۰/۷۵	۰/۸۷	۱/۱۳	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه پنج طبقه
-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
۰/۴۹	۰/۵۵	۰/۶۰	۰/۶۹	۰/۸۰	۱/۰۵	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه شش طبقه
صلب	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
گروه چهارم							
ششم	پنجم	چهارم	سوم	دوم	اول	شماره طبقه ←	تعداد طبقات
-	-	-	-	-	۱/۸۴	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه یک طبقه
-	-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	-	۱/۷۷	۱/۸۰	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه دو طبقه
-	-	-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	-	۱/۶۸	۱/۶۹	۱/۷۴	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه سه طبقه
-	-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	-	۱/۵۱	۱/۵۳	۱/۵۴	۱/۶۳	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه چهار طبقه
-	-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
-	۱/۳۹	۱/۴۱	۱/۴۲	۱/۴۷	۱/۵۷	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه پنج طبقه
-	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	
۱/۲۶	۱/۲۸	۱/۳۰	۱/۳۳	۱/۳۶	۱/۴۸	ΔDiaphragm/ΔStorey	سازه شش طبقه
انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	انعطاف‌پذیر	رفتار دیافراگم	

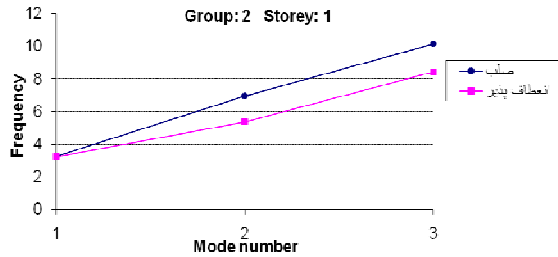




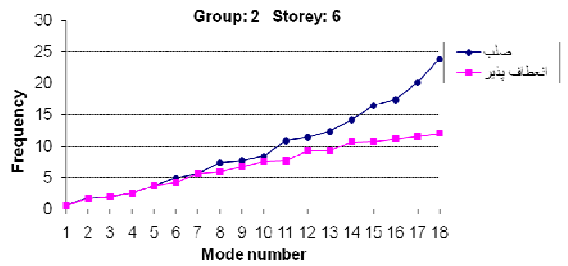
()



() :



[]



() :

دید

یر

()

پایان

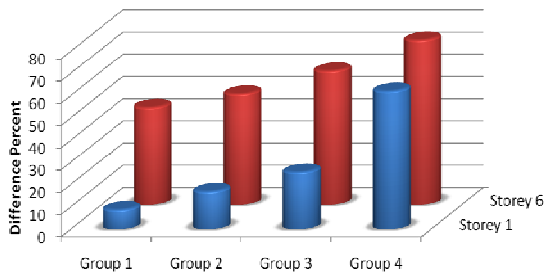
() ()

[]

()

()

دیده

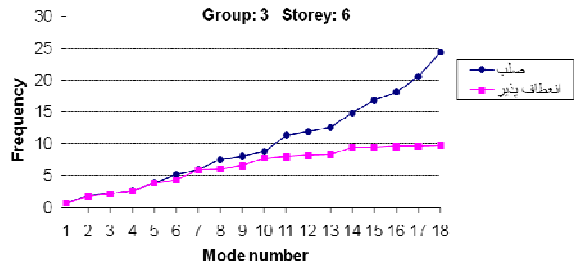
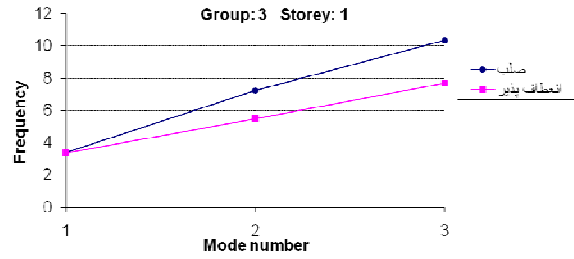


()

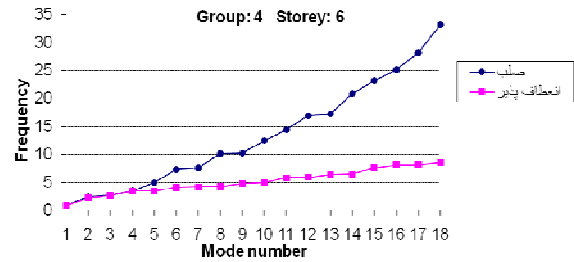
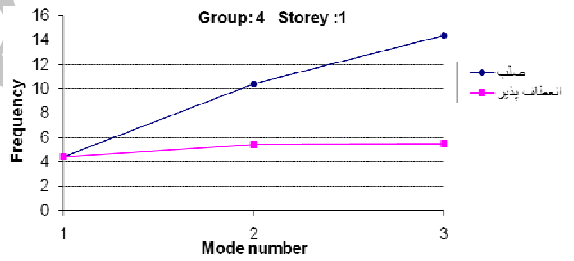
نتیجه گیری

)

(



()



()

دیده



- Tokoro, K. T., Anderson, J. C. and Bertero, V. V., "Uncertainties in Determining Diaphragm Flexibility", Proceeding of the 13th World Conference on Earthquake Engineering, Vol. 1, pp. 565-580, Canada, August 2004. []
- Rodriguez, M. E., Restrepo, J. I., and Carr, A. J., "Earthquake-Induced Floor Horizontal Accelerations in Buildings", Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 31, pp. 643-718, 2002. []
- Salmon C. G., Johnson J. E., "Steel Structures: Design and Behavior", 5th ed., Prentice-Hall, New York, 2009. []
- Muto, K. A., "Seismic Design Analysis of Buildings", Maruzen Ltd., Tokyo, pp. 241-260, 1974. []
- Saffarini, H. S., and Qudaimat, M. M., "In-Plane Floor Deformations in RC Structures", Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol. 118, No. 1, pp. 3098-3102, November 1992. []
- Colina, J. D. L., "In-Plane Floor Flexibility Effects on Torsionally Unbalanced Systems", Earthquake Engineering and Structure Dynamics, Vol. 28, pp. 1705-1715, June 1999. []
- Joel, M. B., Mary, B. D., "Diaphragm Effects in Rectangular Reinforced Concrete Buildings"; ACI Structural Journal, Vol. 101, No.5, pp. 615-624, September-October 2004. []
- Lee, D. G., Kim, D. K. and Ahn, S. K., "Efficient Seismic Analysis of Building Structure Including Floor Slabs", Engineering Structures, Vol.27, pp. 675-684, 2005. []
- Lam, D., and Fu, F., "Experimental Study on Semi-Rigid Composite Joints with Steel Beams and Precast Hollowcore Slabs", Journal of Constructional Steel Research, Vol. 62, pp. 771-782, 2006. []
- Ji, T., and El-Dardiry, E., "Modeling of the Dynamic Behaviour of Profiled Composite Floors", Engineering Structures, Vol. 28, pp. 567-579, 2006. []