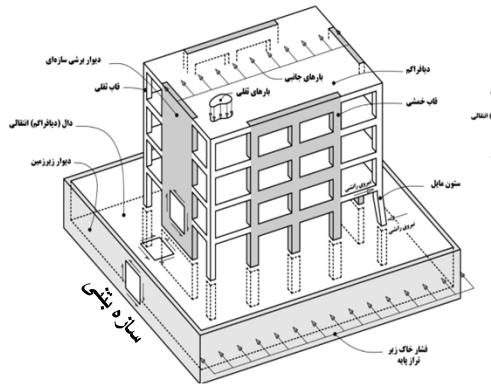
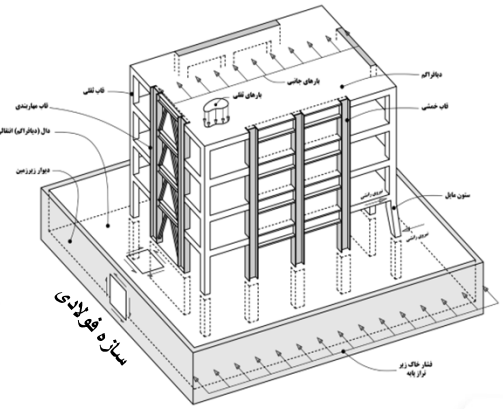
به نام ایزد یکتا

1

- انتقال نیروهای داخل صفحه دیافراگم‌ها
- انتقال نیروهای اتصال دیافراگم
- انتقال نیروهای خارج از صفحه دیافراگم





2

- انتقال نیروها از داخل دیافراگم

(b) **Diaphragm transfer forces**—Vertical elements of the lateral-force-resisting system may have different properties over their height, or their planes of resistance may change from one story to another, creating force transfers between vertical elements. A common location where planes of resistance change is at grade level of a building with an enlarged subterranean plan; at this location, forces may transfer from the narrower tower into the basement walls through a podium diaphragm (refer to Fig. R12.1.1).

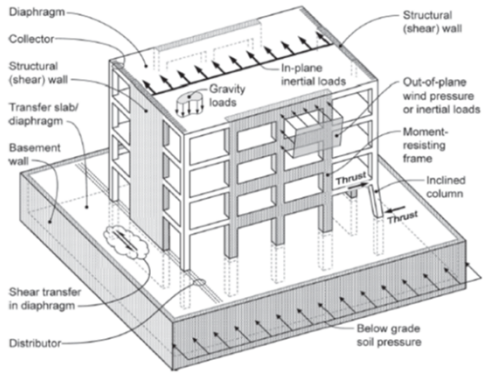
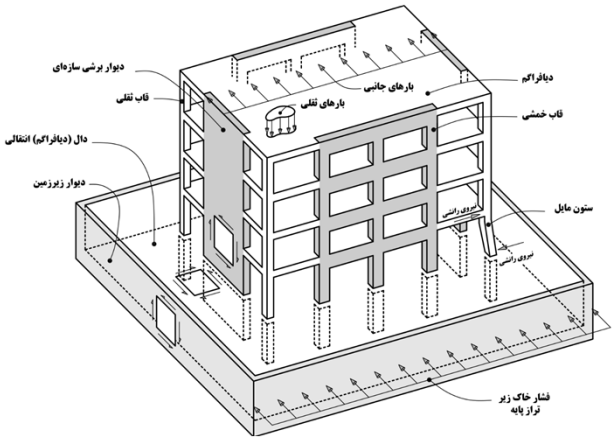


Fig. R12.1.1—Typical diaphragm actions.

3

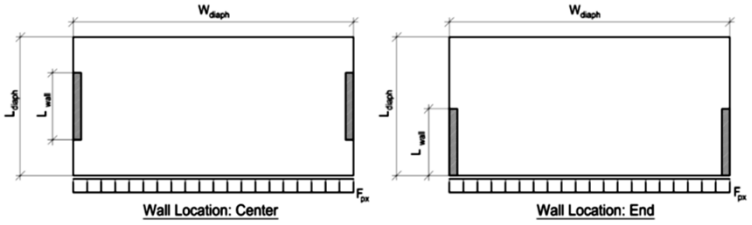
- مقاومت در برابر نیروهای برون‌صفحه توسط اتصالات دیافراگم به دیوار
- تکیه‌گاه برای بار خاک زیر تراز



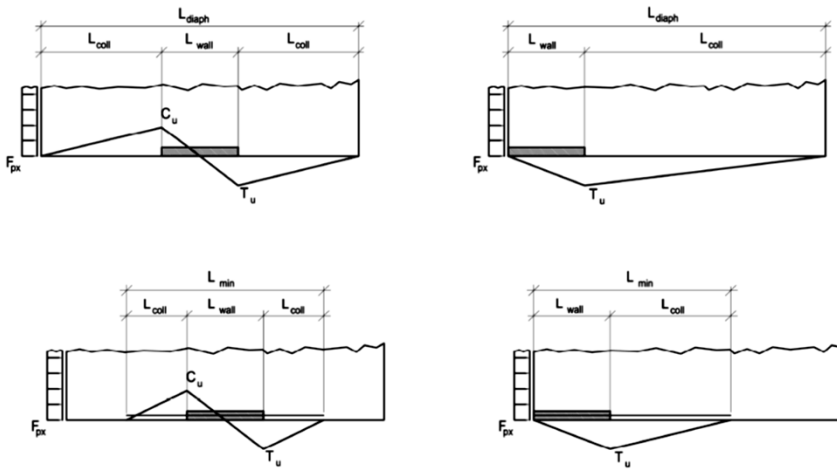
4

Question!

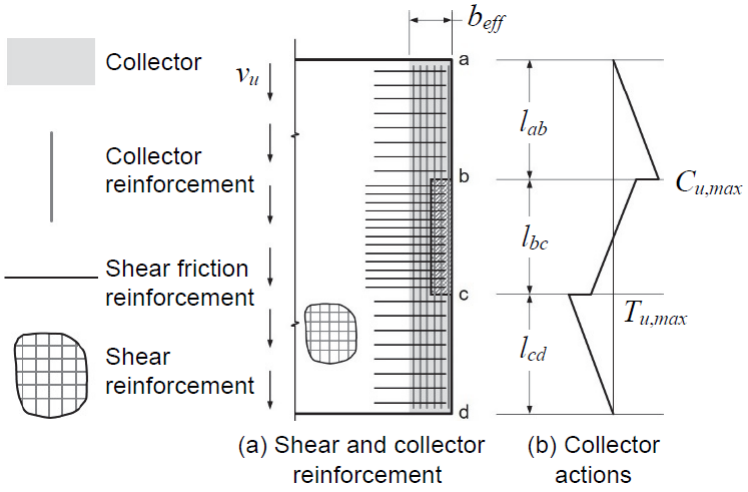
توزیع نیرو در جمع‌کننده های زیر به چه صورتی می باشد؟



5



6



7

Question!

آیا ضرایب کاهش سختی برون‌صفحه و درون‌صفحه باید در تحلیل دیافراگم در نظر گرفته شود؟

8

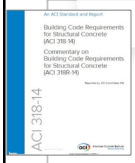
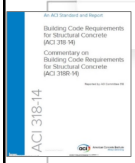


Table 6.6.3.1.1(a)—Moment of inertia and cross-sectional area permitted for elastic analysis at factored load level

Member and condition		Moment of Inertia	Cross-sectional area
Columns		$0.70I_g$	$1.0A_g$
Walls	Uncracked	$0.70I_g$	
	Cracked	$0.35I_g$	
Beams		$0.35I_g$	
Flat plates and flat slabs		$0.25I_g$	

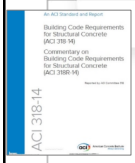
9



1- In Table 6.6.3.1.1(a), where Code specifies 0.7 and 0.35Ig based on the cracking for walls, do these value apply to both in-plane and out-of plane stiffness of the walls or only in-plane behavior and out of plan- behavior shall follow the Slab/flat plate cracking?

1. The value for the moment of inertia to be used for elastic analysis at factored load levels of uncracked walls is 0.70(Ig) and for cracked walls is 0.35(Ig) for both in-plane and out-of-plane stiffnesses. Where “Ig” is the moment of inertia of the gross cross-section of the member.

10



2- In the same table, where Code specifies 0.25Ig for flat slabs and flat plate, does this value apply to in-plane (diaphragm behavior) of the slab in case the diaphragm has to be modeled as semi rigid? Or the in-plane behavior follows the walls behavior and can be modeled using 0.7/or 0.35 based on the in-plane stresses?

2. The value for the moment of inertia to be used for elastic analysis of factored load levels of flat slabs and plates is $0.25(I_g)$ regardless of modeled rigidity. Note that in a connected concrete building designed with flat slabs acting also as a diaphragm that is part of the lateral force resisting system (LRFS), the flat slab will generally deform greater than other LFRS frame members such as shear walls and columns under lateral loading events. To account for this relative difference in stiffness with respect to other LRFS frame members, the flat slab or diaphragm member has a higher reduction in stiffness properties than uncracked walls or columns.

11

Question!

آیا ساختمان های متقارن منظم پیچشی هستند؟

12

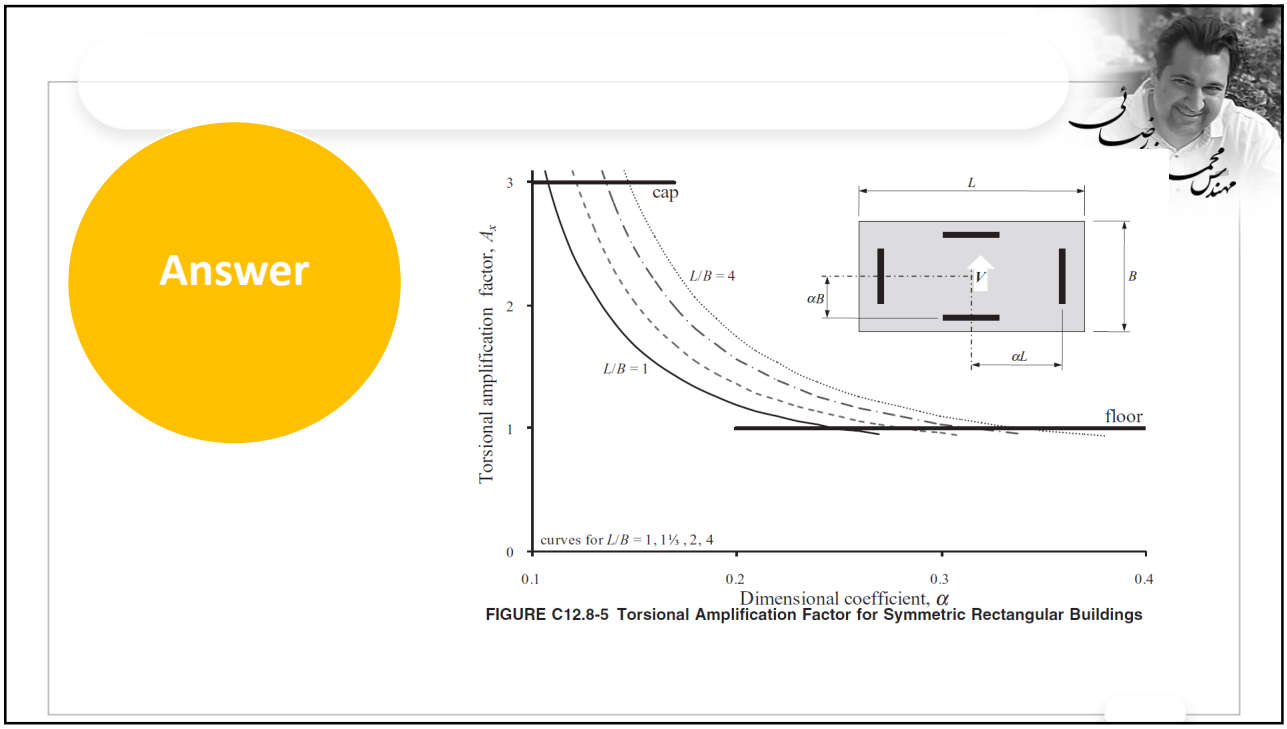
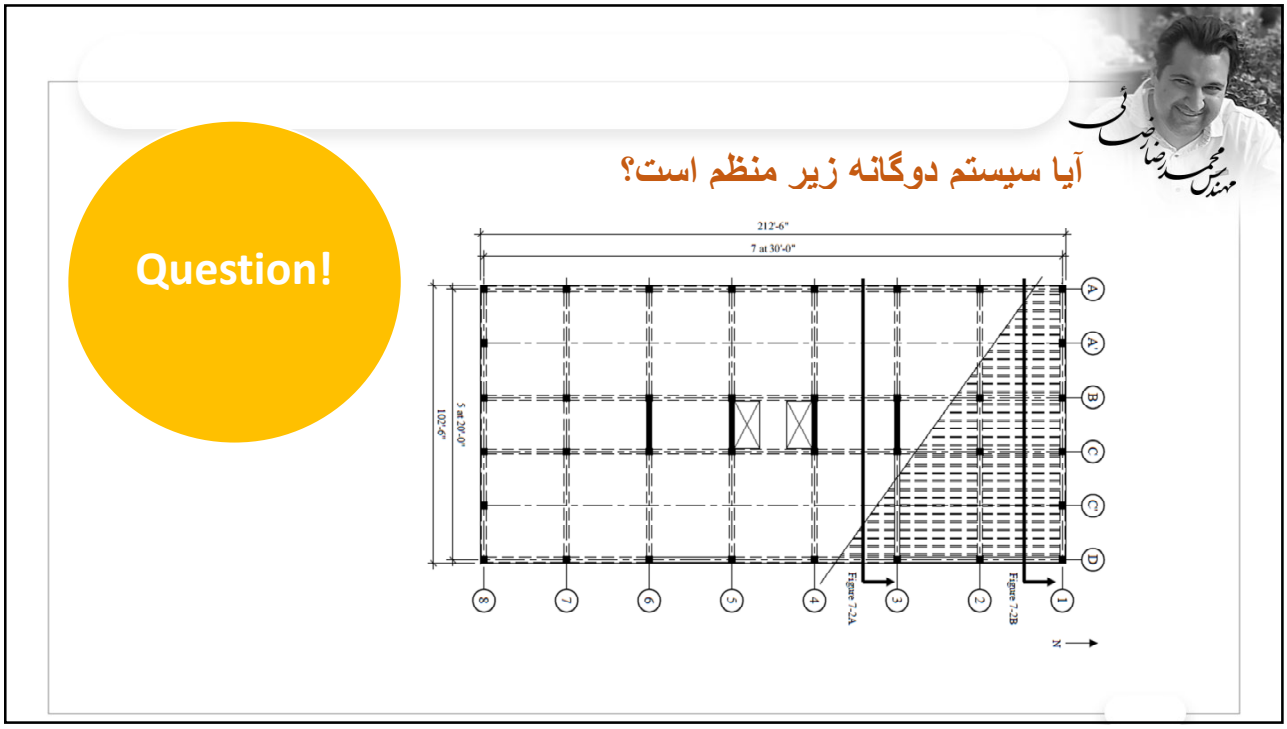


FIGURE C12.8-5 Torsional Amplification Factor for Symmetric Rectangular Buildings

13



14

درست یا اشتباه؟

Question!

هرگاه اثرات ناشی از بارهای باد محاسبه شده بر اساس آیین نامه از اثرات ناشی از بارهای زلزله محاسبه شده بیشتر باشند، نیازی به طراحی برای بارهای زلزله نمی باشد.

15

اشتباه.

Answer

نیروهای زلزله با توجه به پاسخ های غیرخطی سازه و مقدار شکل پذیری مورد نظر تعیین شده اند، پس باید جزئیات بندی سازه برای رسیدن به سطح شکل پذیری مورد نظر، همواره رعایت شود.

$$V = \frac{S_{DS}\, I}{R} W$$

16

درست یا اشتباه؟

Question!

هرگاه برش پایه و لنگر واژگونی زلزله بر اساس آیین نامه از برش پایه و لنگر واژگونی بارهای باد بیشتر باشند، نیازی به طراحی برای بارهای باد نمی باشد.

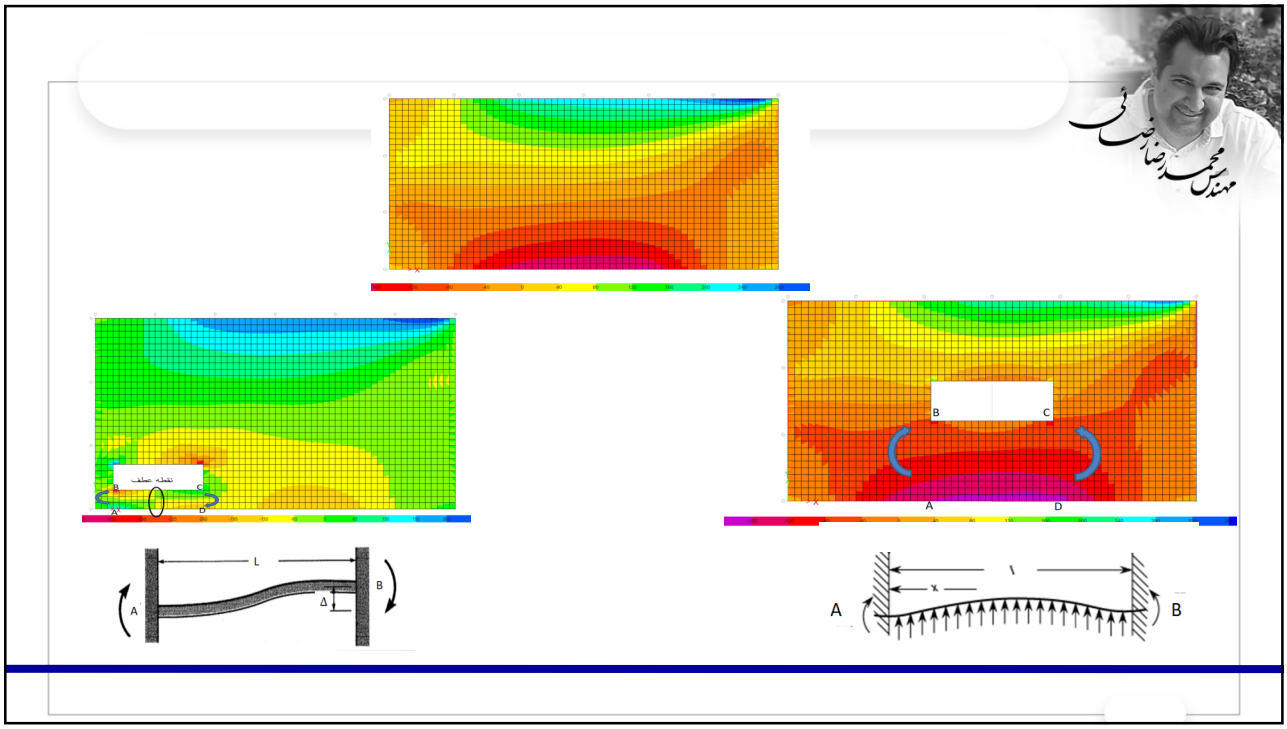
17

اشتباه.

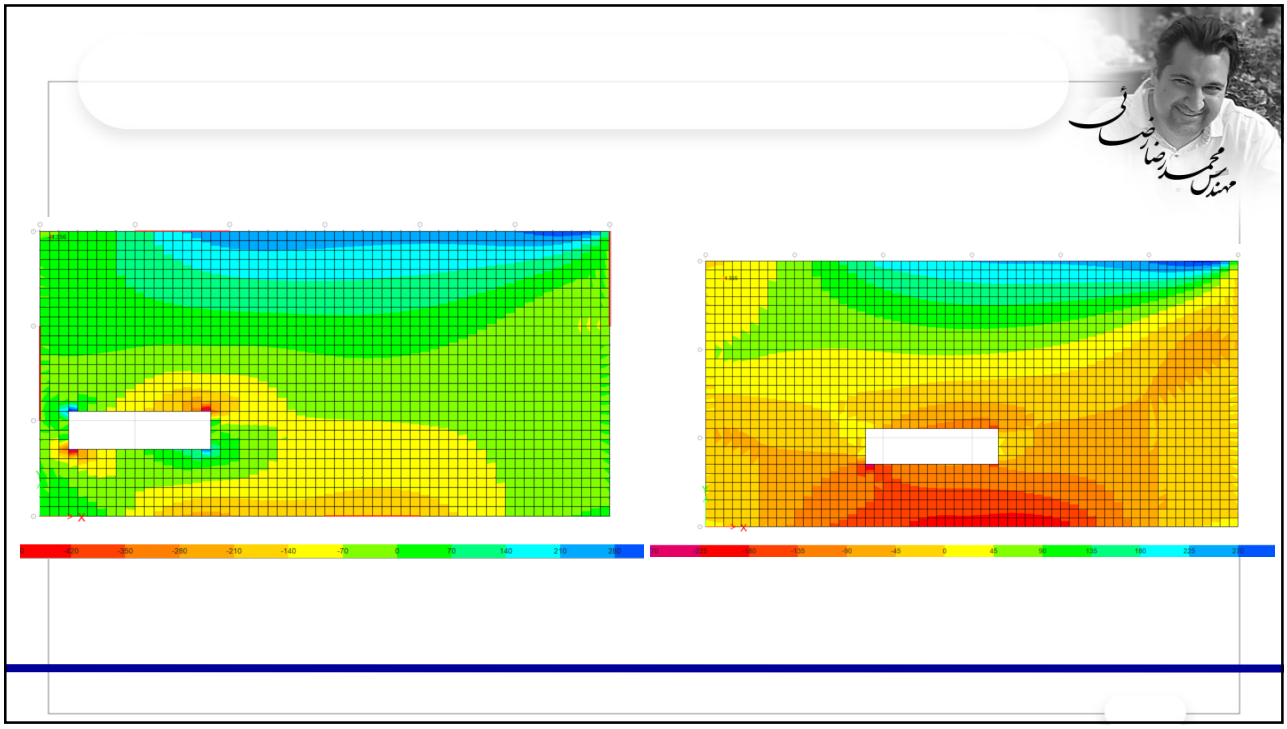
Answer

در برخی سازه ها، بسیاری از اعضاء (تیر، ستون، دال و دیوارک) به عنوان عضو یا سیستم غیرباربر زلزله (قاب ساختمانی) در نظر گرفته شده اند، این اعضا همچنان به عنوان سیستم باربرجانبی برای باد (یا مواردی چون خاک و سیالات) شناخته می شوند و باید برای اثرات ناشی از بار باد طراحی شوند.

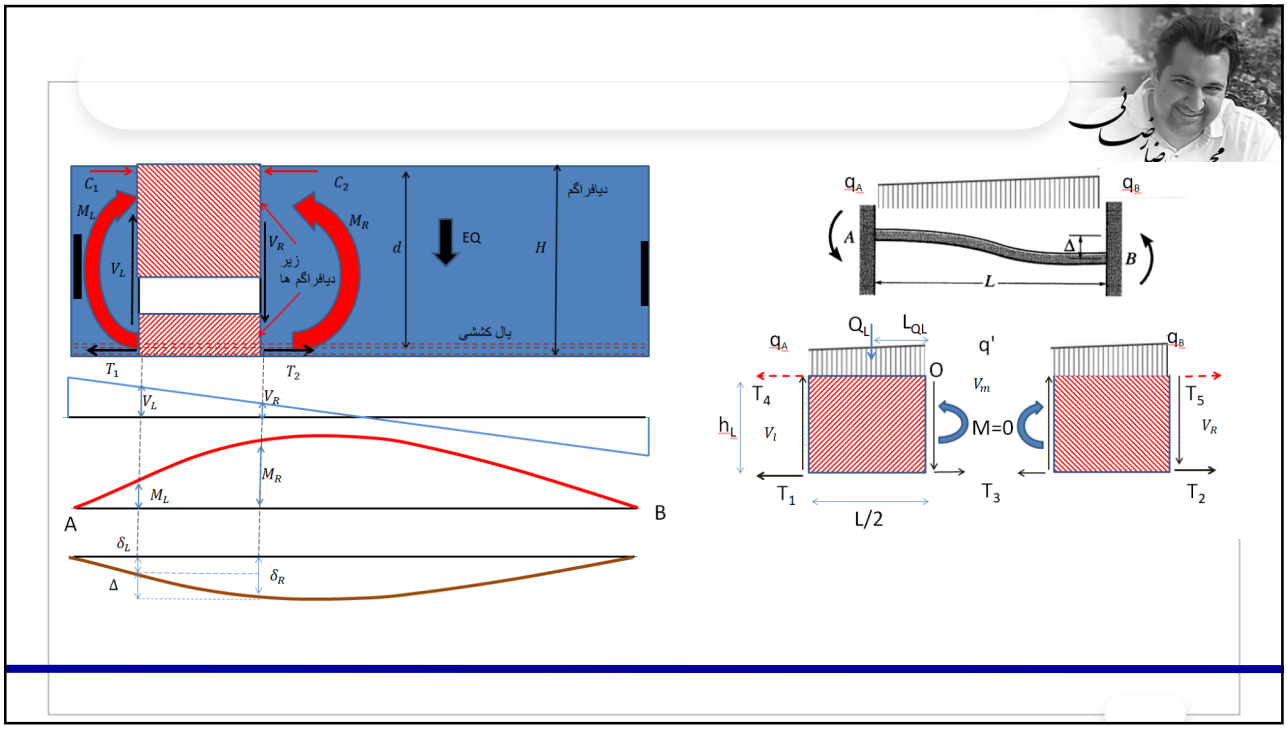
18


مهندس محمدرضا ضیائی
نقطه عطف
A
B
C
D
L
Δ
A
B
A
B
C
D
A
B

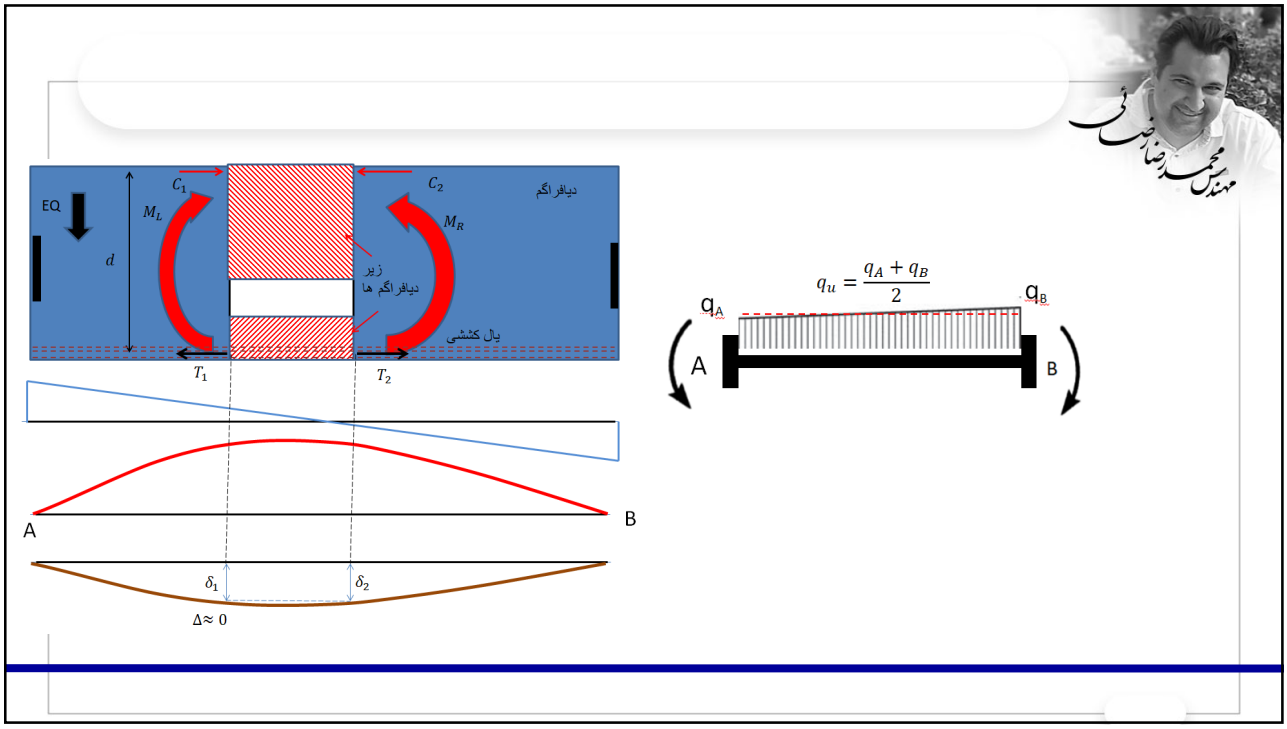
19


مهندس محمدرضا ضیائی

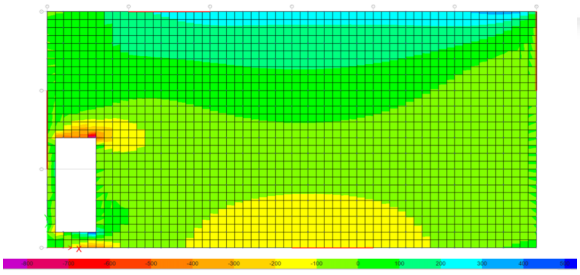
20

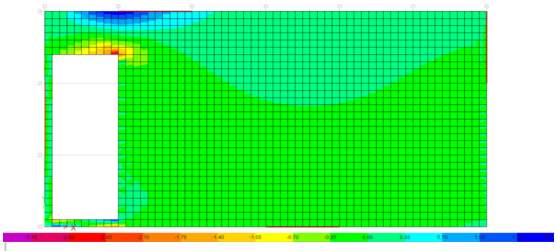

C_1
M_L
V_L
C_2
M_R
V_R
زیر دیافراگم ها
d
EQ
H
دیافراگم
بال کششی
T_1
T_2
M_L
M_R
A
B
δ_L
δ_R
Δ
q_A
q_B
A
B
Δ
L
Q_L
L_{QL}
q'
V_m
M=0
h_L
V_l
T_4
T_5
T_3
L/2

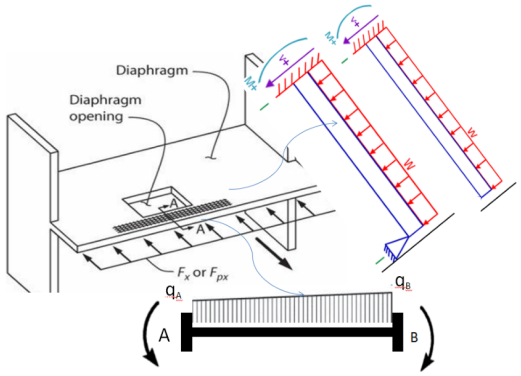
21


EQ
C_1
M_L
d
C_2
M_R
دیافراگم
زیر دیافراگم ها
بال کششی
T_1
T_2
A
B
δ_1
δ_2
Δ≈ 0
$q_u = \frac{q_A + q_B}{2}$
q_A
q_B
A
B

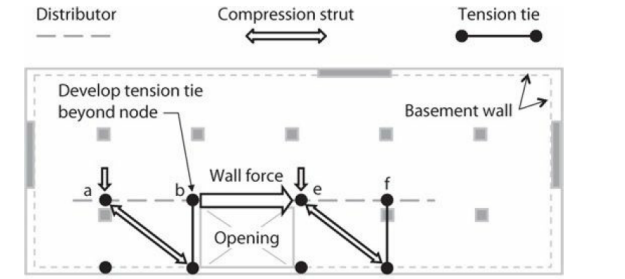
22

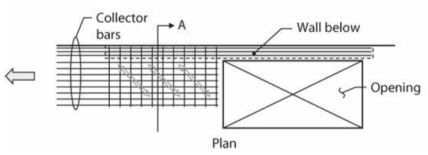


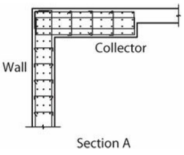


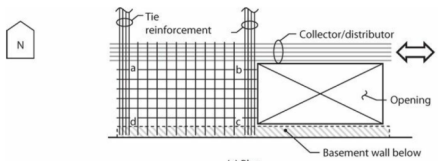

Diaphragm
Diaphragm opening
A
A
F_x or F_{px}
q_A
q_B
A
B

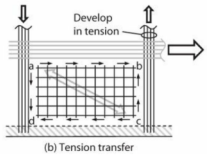
23

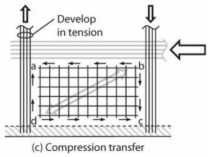

Distributor
Compression strut
Tension tie
Develop tension tie beyond node
Basement wall
Wall force
a
b
e
f
Opening
d
c
h
g


Collector bars
A
Wall below
Opening
Plan


Wall
Collector
Section A

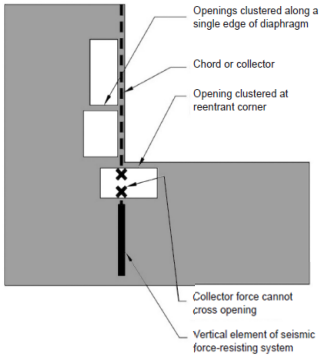

N
Tie reinforcement
Collector/distributor
Opening
Basement wall below
(a) Plan


Develop in tension
(b) Tension transfer

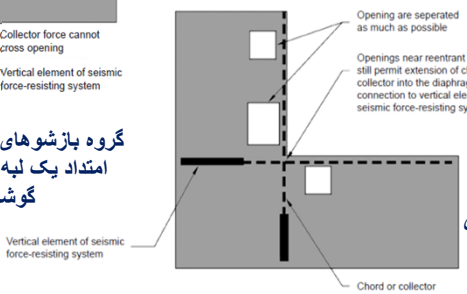

Develop in tension
(c) Compression transfer

24

ناپیوستگی‌ها در دیافراگم

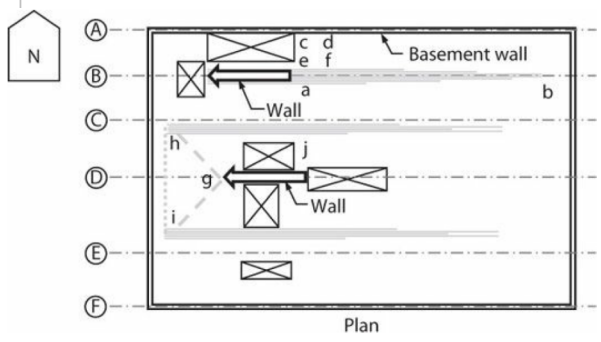


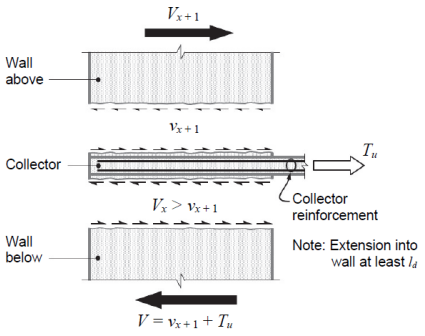
گروه بازشوهای دیافراگمی نامطلوب در امتداد یک لبه‌ی مفرد از دیافراگم یا گوشه‌ی فرورفته



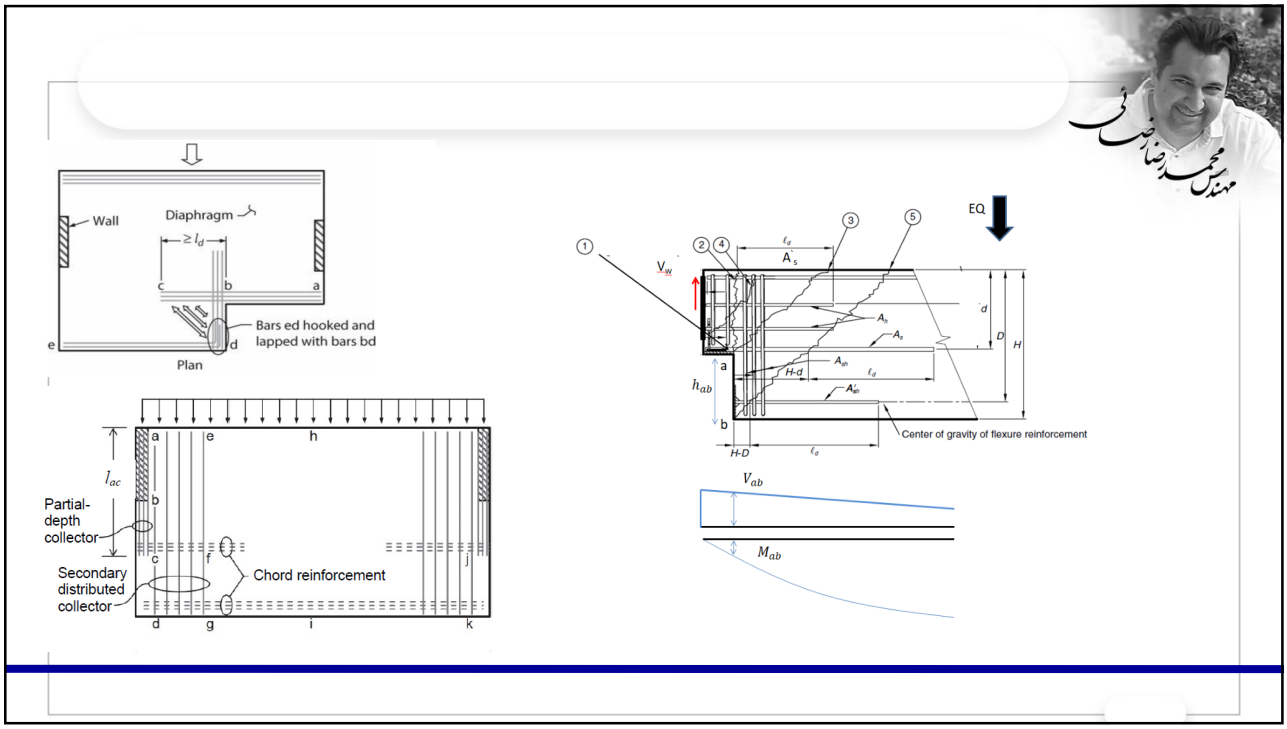
بازشوهای دیافراگمی که به گونه‌ای قرار گرفته‌اند که ناپیوستگی‌های دیافراگمی موضعی را حداقل کنند.

25

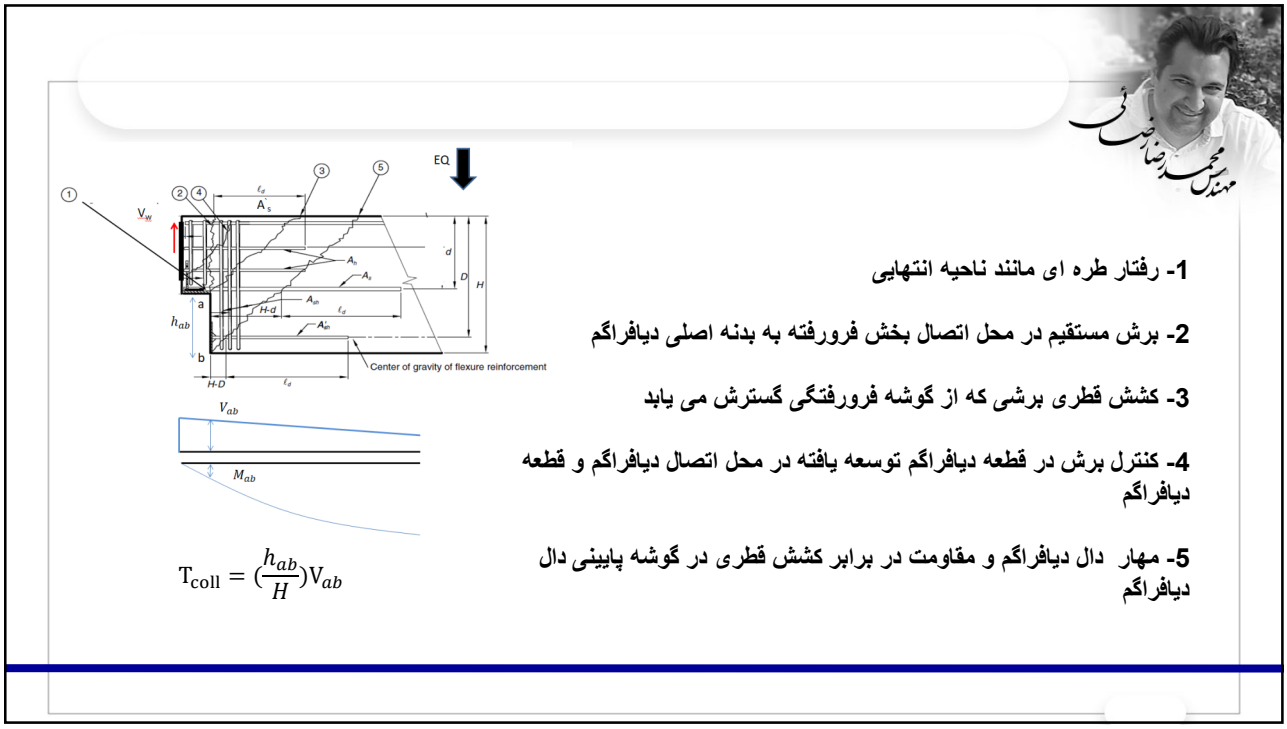




26



27



$$T_{coll} = \left(\frac{h_{ab}}{H}\right)V_{ab}$$

1- رفتار طره ای مانند ناحیه انتهایی

2- برش مستقیم در محل اتصال بخش فرورفته به بدنه اصلی دیافراگم

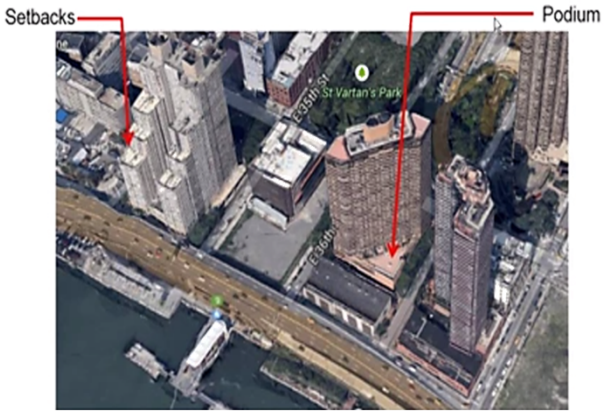
3- کشش قطری برشی که از گوشه فرورفتگی گسترش می یابد

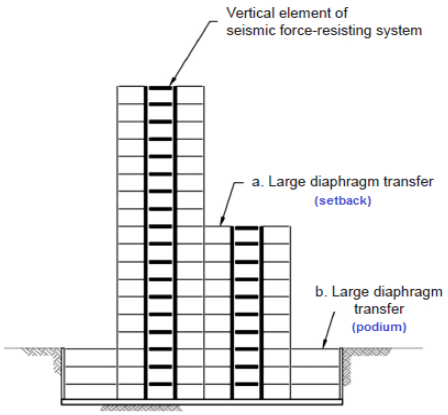
4- کنترل برش در قطعه دیافراگم توسعه یافته در محل اتصال دیافراگم و قطعه دیافراگم

5- مهار دال دیافراگم و مقاومت در برابر کشش قطری در گوشه پایینی دال دیافراگم

28

گاهی بزرگ‌ترین نیروهای انتقالی در جابه‌جایی یا ناپیوستگی‌های المان‌های قائم سیستم باربر جانبی هستند



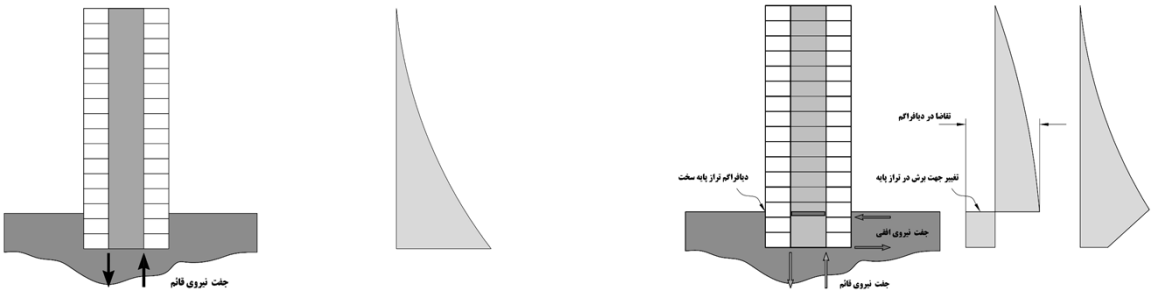


29

اگر دیافراگم به عنوان المانی صلب در تحلیل کامپیوتری ساختمان مدل شود، یک انتقال نیروی بزرگ غیرواقعی ممکن است در سطوح ناپیوستگی محاسبه شود. در چنین موقعیت‌هایی و گاهی برای یک تا چند طبقه زیر ناپیوستگی، مدل‌سازی انعطاف‌پذیری دیافراگم می‌تواند تخمین واقعی‌تری از نیروهای طراحی در دیافراگم‌ها و المان‌های قائم ارائه دهد.

30

18.2.2.3 Structural members extending below the base of structure that are required to transmit forces resulting from earthquake effects to the foundation shall comply with the requirements of Chapter 18 that are consistent with the seismic-force-resisting system above the base of structure.



31

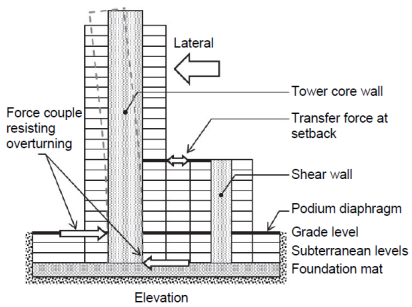


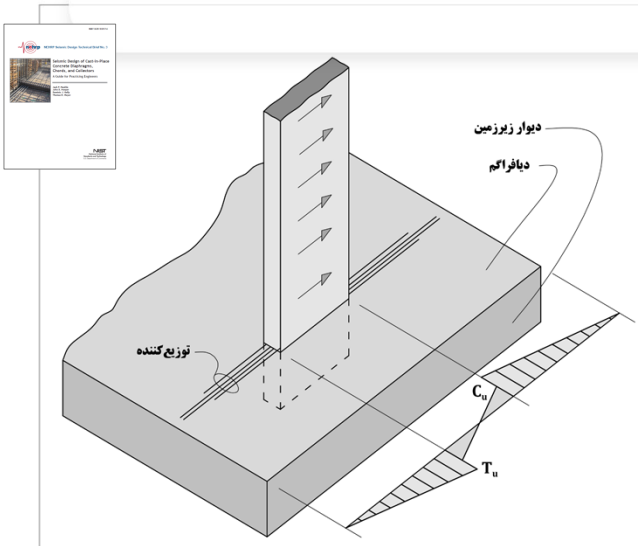
Table A-2 Recommended Stiffness Assumptions for Structural Elements of a Podium and Foundation

Structural element or property	*Assumptions for Case 1*	*Assumptions for Case 2*	*Notes*
Concrete diaphragms/perimeter concrete walls – effective flexural stiffness ($E_c I_{eff}$)	0.5 times gross section properties	0.2 times gross section properties, or fully cracked, transformed section properties.	Flexural stiffness should be reduced for strain penetration effects. Including sources of additional deformation, such as strain penetration, can reduce effective stiffness to a small fraction of gross properties.
Concrete diaphragms/perimeter concrete walls – effective shear stiffness ($G_c A$)	0.5 times gross section properties	0.05 to 0.2 times gross section properties	Shear stiffness should be reduced upon initiation of diagonal cracking (when average shear stress exceeds $3\sqrt{f'_c}$)
Supporting soil/piles – vertical spring stiffness below perimeter concrete walls	Upper-bound soil properties	Lower-bound soil properties	A fixed base assumption can be used in lieu of upper-bound properties.
Supporting soil – horizontal spring stiffness on face of perimeter concrete walls	Lower-bound soil properties (alternatively soil springs can be omitted)	Upper-bound soil properties (will increase overall backstay effect, but will also take force out of diaphragms)	Passive resistance occurs in compression but not tension. The stiffness of passive resistance can be small compared to the stiffness of the perimeter walls, and thus can often be neglected.

Table A-3 Recommended Stiffness Assumptions for Structural Elements of a Tower and Foundation

Structural element or property	*Assumptions for Case 1*	*Assumptions for Case 2*	*Notes*
Concrete core wall – effective flexural ($E_c I_{eff}$) and shear ($G_c A$) stiffness	Values recommended in Chapter 4		In typical cases, these stiffness assumptions are less influential to backstay effects and are not bracketed.
Concrete moment frames – effective flexural ($E_c I_{eff}$)and shear ($G_c A$) stiffness	Values recommended in Chapter 3		In typical cases, these stiffness assumptions are less influential to backstay effects and are not bracketed.
Steel moment frames – effective flexural ($E_s I_{eff}$) and shear ($G_c A$) stiffness	Values recommended in Chapter 3		In typical cases, these stiffness assumptions are less influential to backstay effects and are not bracketed.
Foundation mat/pile cap – effective flexural stiffness ($E_c I_{eff}$)	0.3 times gross section properties, or fully cracked, transformed section properties.		In typical cases, this stiffness is not influential or uncertain, and need not be bracketed.
Foundation mat/pile cap – effective shear stiffness ($G_c A$)	0.3 times gross section properties, or smaller if shear cracking is expected, based on shear stress exceeding $3\sqrt{f'_c}$		In typical cases, this stiffness is not influential, and need not be bracketed.
Supporting soil/piles – vertical spring stiffness	Lower-bound soil properties	Upper-bound soil properties	A fixed base assumption can be used in lieu of upper-bound properties.

32

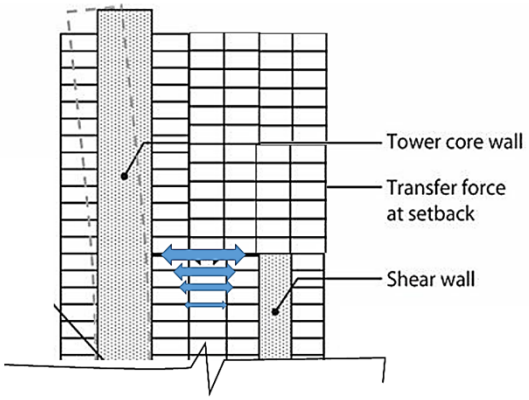


یک جمع‌کننده، المانی است که نیروی توزیع‌شده از دیافراگم را می‌گیرد و به یک المان قائم می‌رساند، در حالی که یک توزیع‌کننده نیرو را از المان قائم می‌گیرد و در دیافراگم توزیع می‌کند.

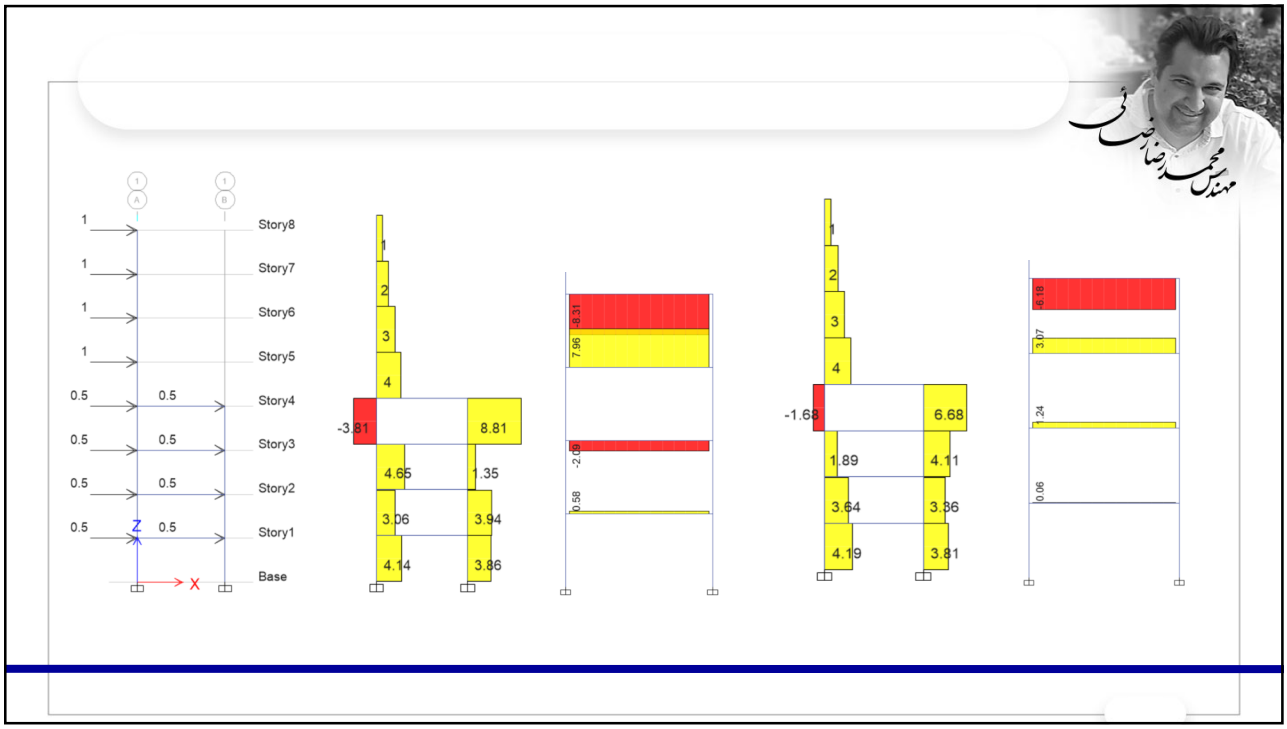
- نامنظمی در خارج از صفحه سیستم‌های باربر جانبی
- ساختمان دارای دال عقب‌نشسته (دیافراگم انتقالی)

33

- عدم امتداد عضوهای باربر در تمام اتفاع سازه



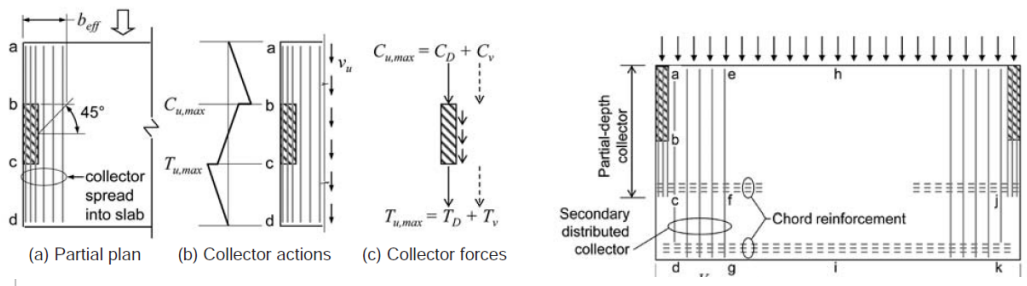
34



35

طراحی دیافراگم ها با استفاده از روش تیر معادل (جمع کننده ها)
(بخش 12-5-2 تا 12-5-4 از آیین نامه ACI)

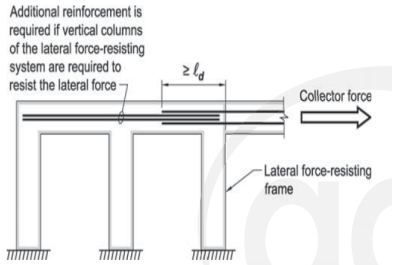
- در حالت کلی، جمع کننده ها باید مانند اعضاء فشاری، کششی یا هردو و بر اساس بخش 22-4 آیین نامه طراحی گردند.
- در حالت کلی باید برای تلاش های داخل و خارج از صفحه در ترکیب بار طراحی گردند
- جمع کننده ها باید محل اعضاء قائم سیستم باربر جانبی در تمامی یا قسمتی از عمق/عرض دیافراگم که برای انتقال نیروی برشی از دیافراگم به اعضاء قائم لازم است، توسعه یابند.

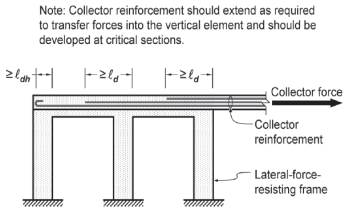


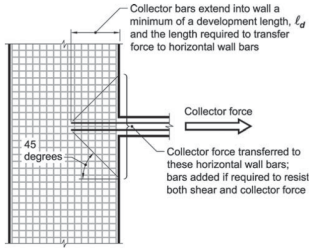
36

طراحی دیافراگم ها با استفاده از روش تیر معادل (جمع کننده ها)
(بخش 12-5-2 تا 12-5-4 از آیین نامه ACI)

- طراح مجاز به قطع جمع کننده در طول اعضاء قائم سیستم بابرجانبی می باشد
  - طول لازم برای مهار آرماتورها در کشش
  - طول لازم جهت انتقال نیروها به اعضا قائم با توجه به مقاومت برش اصطکاک (9-22)
  - طول لازم برای مهارهای مکانیکی یا سایر اتصالات

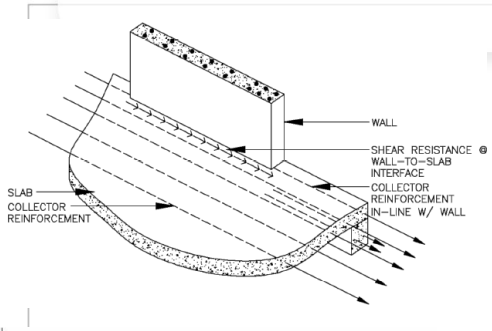


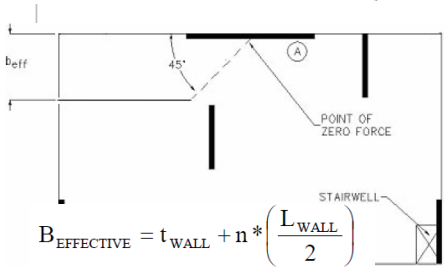




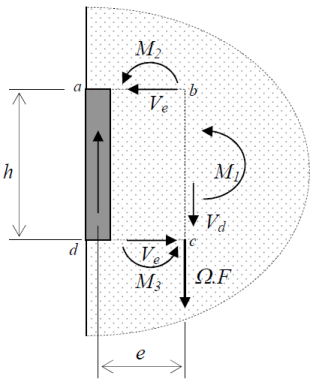
37

جزیات آرماتور بندی
(بخش 18-12-7 از آیین نامه ACI)





$$B_{EFFECTIVE} = t_{WALL} + n * \left(\frac{L_{WALL}}{2} \right)$$



$$Me = V_e.h + M_1 + M_2 + M_3$$

$$M_2 = \varphi F_y . A_{S2}. (j.e)$$

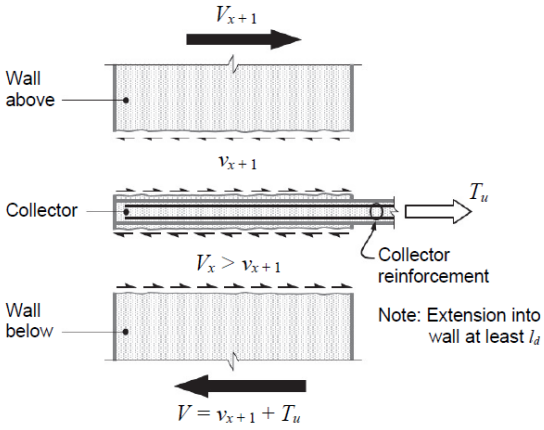
$$V_e = \varphi A_{sv} . F_y$$

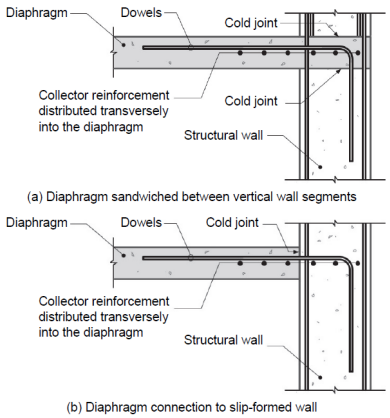
$$M_1 = M_e - (V_e.h + M_2)$$

V_e shall be calculated using only the capacity of shear reinforcing bars and neglecting the contribution of concrete section under tension.

38

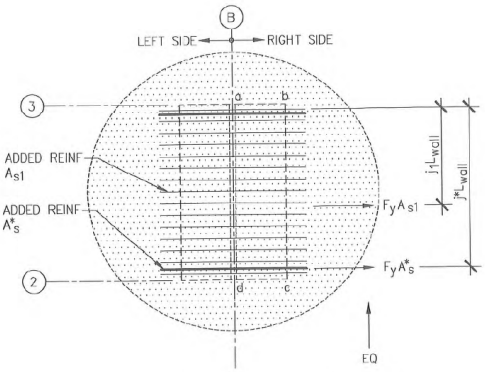
طراحی دیافراگم ها با استفاده از روش تیر معادل (جمع کننده ها)
(بخش 12-5-2 تا 12-5-4 از آیین نامه ACI)

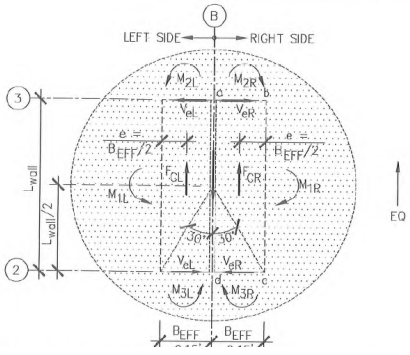


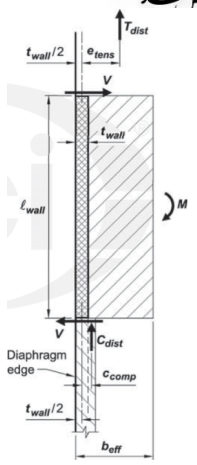


39

جزیات آرماتور بندی
(بخش 12-12-18 از آیین نامه ACI)



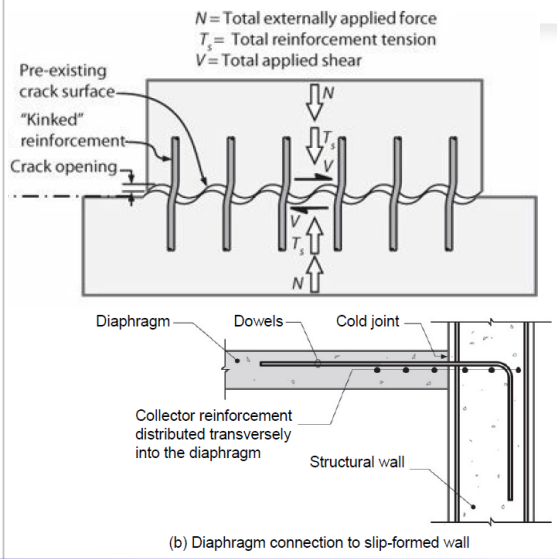




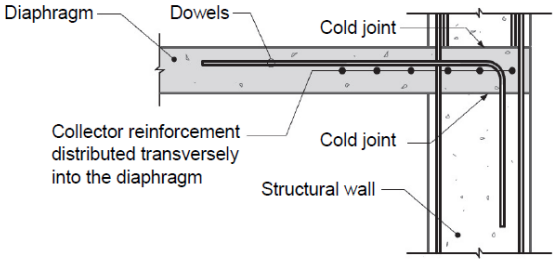
40

برش اصطکاک
(بخش9-22 از آیین نامه ACI)

- درزهای سرد بر اساس برش اصطکاک طرح می شوند
- قطعات یکپارچه نیز باید بر اساس برش اصطکاک کنترل شوند (معمولا بحرانی نمی باشد)



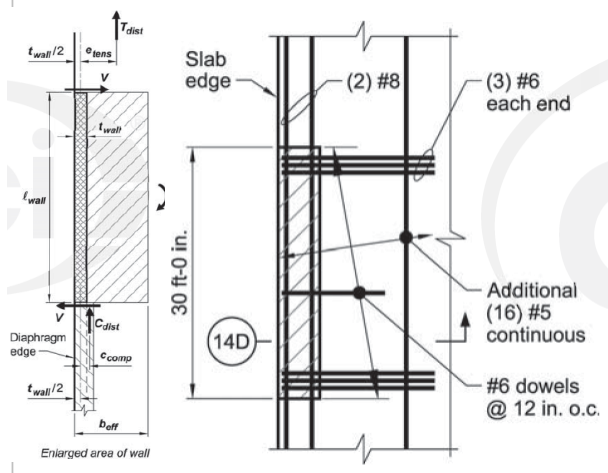
(b) Diaphragm connection to slip-formed wall

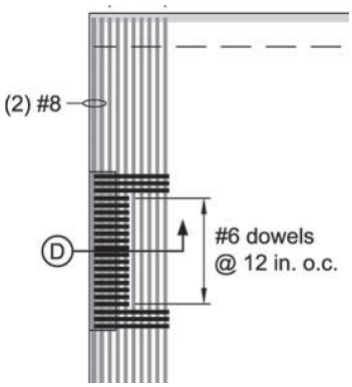


(a) Diaphragm sandwiched between vertical wall segments

41

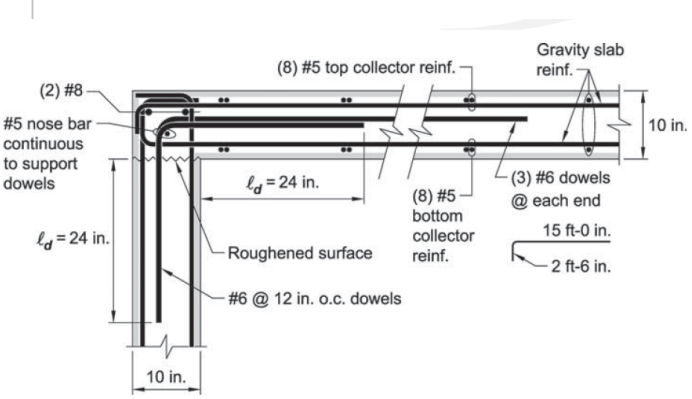
برش اصطکاک
(بخش9-22 از آیین نامه ACI)

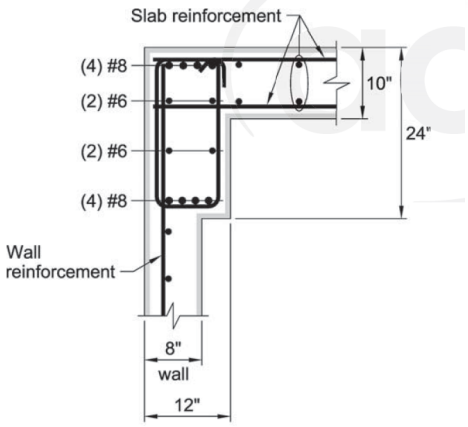




42

برش اصطکاک
(بخش9-22 از آیین نامه ACI)





43

44