



جلسه دوازدهم – بخش ۱۹

- ✓ ضوابط عمومی آرماتورگذاری دیوارها
- ✓ مفاهیم مقطع بحرانی و ناحیه المان مرزی
- ✓ دسته‌بندی ضوابط اجزای مرزی در آیین‌نامه

مفاهیم و کارکرد المان مرزی دیوار

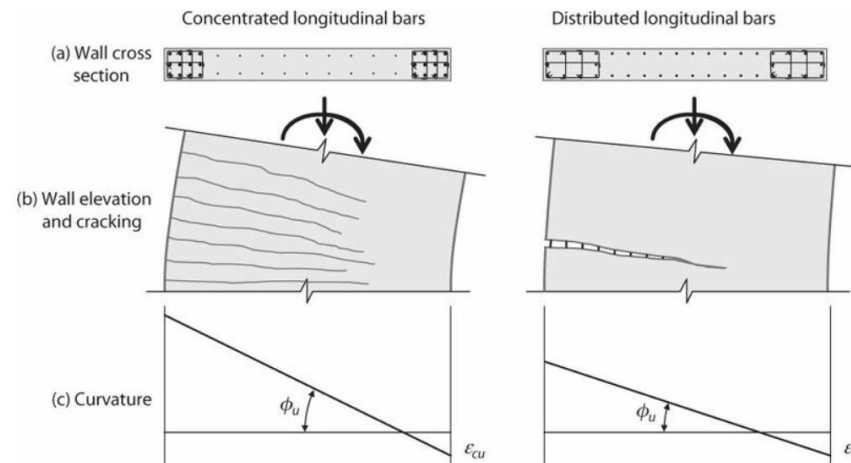
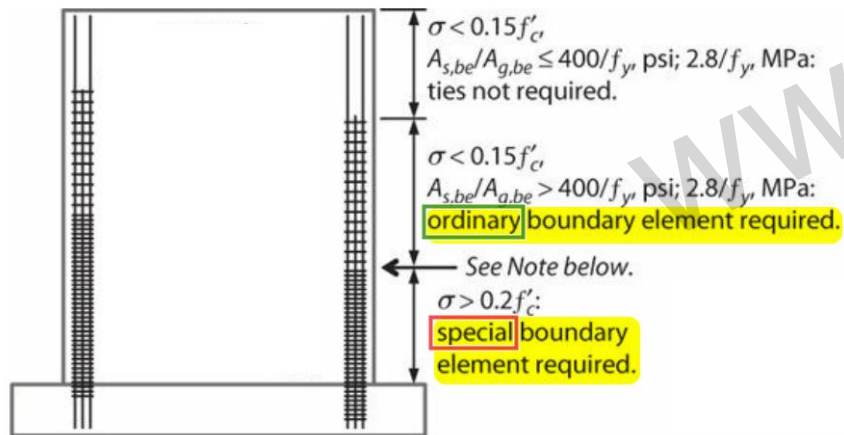


✓ در لبه دیوار (فشار رو تحمل می‌کند)

✓ محصورشدگی جهت بالا بردن مقاومت فشاری

✓ جلوگیری از کمانش آرماتورهای قائم

✓ بالا بردن شکل پذیری و کاهش عرض ترک



چه زمانی نیاز به **المان مرزی ویژه** داریم؟



۴-۷-۲۰-۹ اجزای مرزی در دیوارهای سازه‌ای با شکل پذیری زیاد (ویژه)
۱-۴-۷-۲۰-۹ نیاز به اجزای مرزی ویژه در لبه‌ی دیوارها بر اساس یکی از ضوابط بندهای ۲-۴-۷-۲۰-۹ یا ۳-۴-۷-۲۰-۹ تعیین می‌شود.

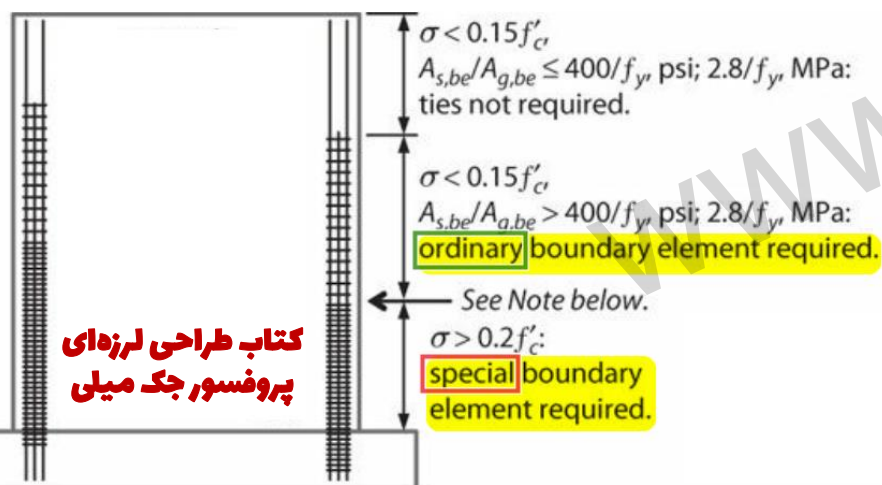
دیوارهای لاغر و پیوسته،
با یک مقطع بحرانی

روش جابه‌جایی
(بند ۲-۴-۷-۲۰-۹)

تشخیص نیاز به
المان مرزی ویژه

در تمامی دیوارها
روش محافظه کارانه

روش تنش‌فشاری
(بند ۳-۴-۷-۲۰-۹)



کتاب طراحی لرزه‌ای
پروفسور جک میلی



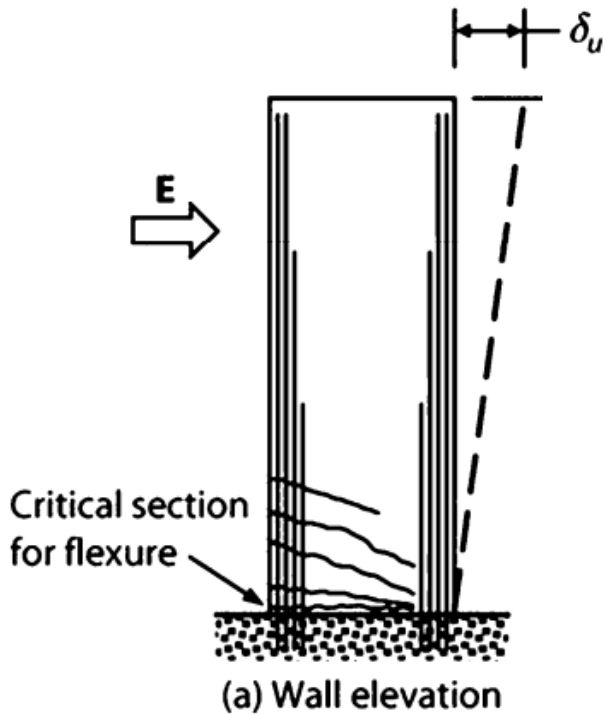
روش مبتنی بر جابه جایی (بند ۲۰-۷-۴-۲)



۲۰-۷-۴-۲-۹ در دیوارها یا دیوار پایه‌هایی که در آنها $\frac{h_{wcs}}{l_w} \geq 2.0$ بوده و از شالوده‌ی سازه تا بالای آن به صورت پیوسته ادامه داشته و در آنها طراحی تنها برای یک مقطع بحرانی در خمش و بار محوری انجام شده باشد، باید ضوابط (الف) و (ب) این بند رعایت گردند:

الف - در مواردی که رابطه‌ی زیر برقرار باشد، نواحی فشاری دیوار باید با اجزای مرزی ویژه تقویت شوند.

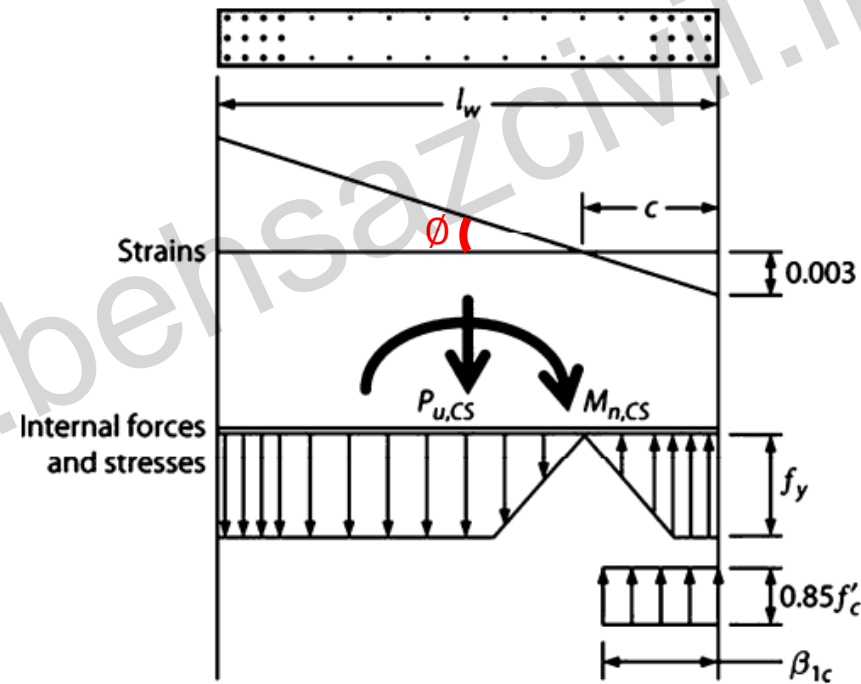
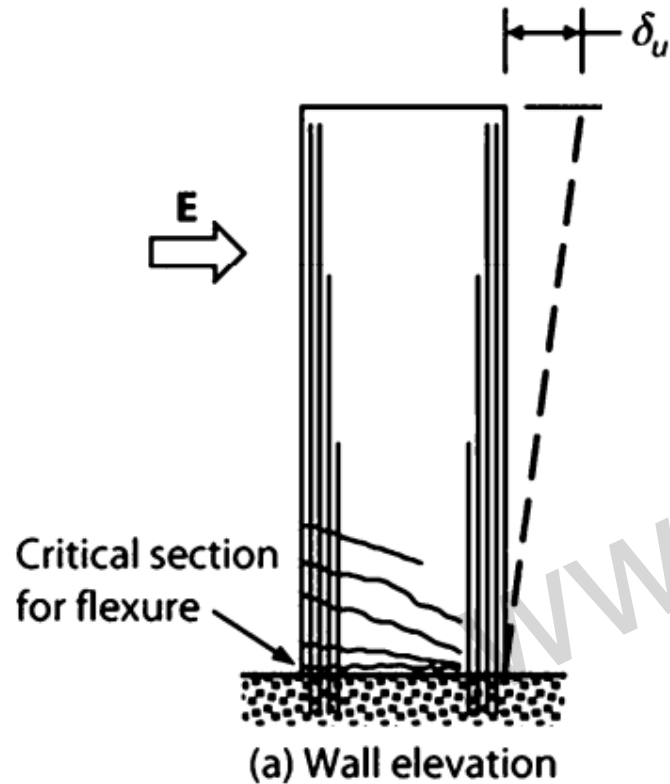
$$\frac{1.5\delta_u}{h_{wcs}} \geq \frac{l_w}{600c}$$



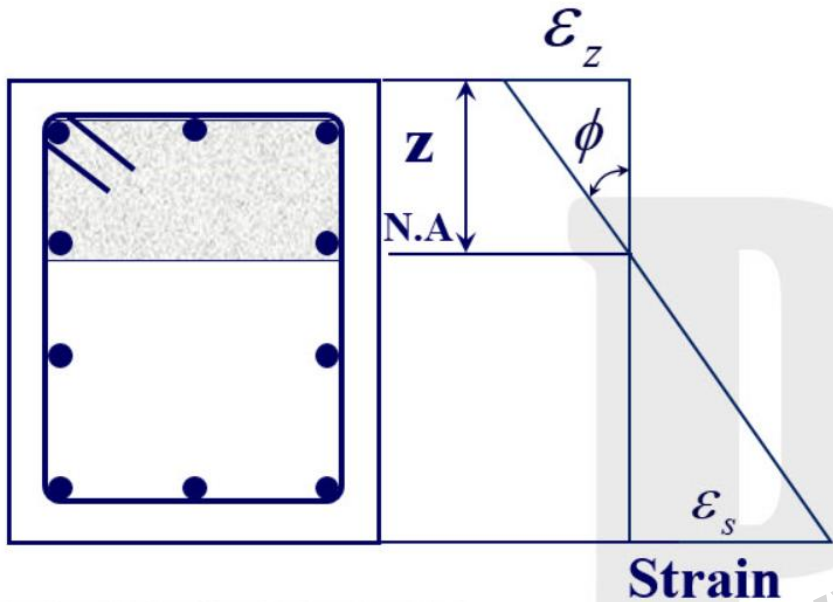
(a) Wall elevation



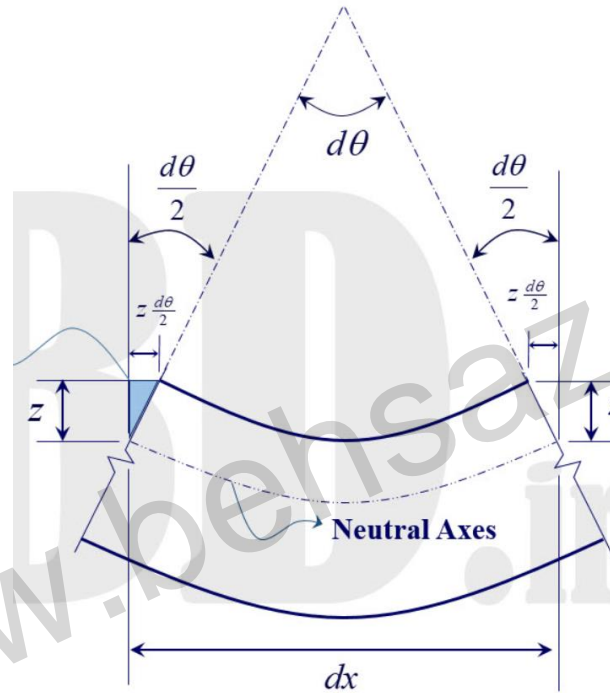
روش مبتنی بر جابه جایی (بند ۲۰-۷-۴-۲)



یادآوری محاسبه انحنای مقطع



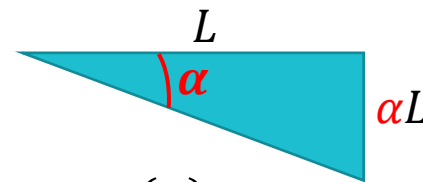
زاویه نمودار کرنش در ارتفاع



✓ انحنای مقطع (Curvature)

نسبت زاویه دوران به طول متناظر

$$\phi = \frac{d\theta}{dx}$$



$$\tan(\alpha) \approx \alpha$$

زوایای کوچک



اثبات رابطه روش مبتنی بر جابه جایی

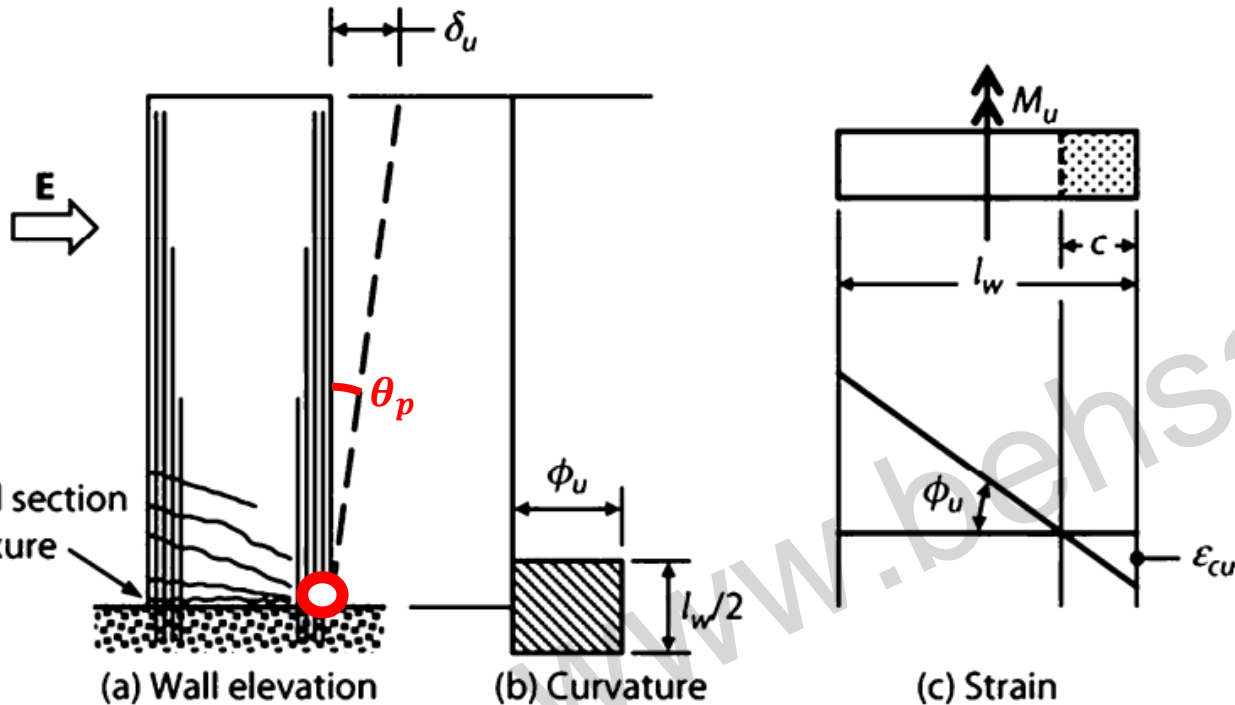


✓ فرض طول مفصل پلاستیک: $\frac{l_w}{2}$

$$\phi = \frac{\theta_p}{\frac{l_w}{2}}$$

$$\theta_p = \frac{1.5\delta_u}{h_w}$$

$$\phi = \frac{\epsilon_{cu}}{c} = \frac{\frac{1.5\delta_u}{h_w}}{\frac{l_w}{2}}$$



انواع سطح خطر زلزله‌ها در طراحی سازه



۱-۷-۲- طیف طرح شتاب

دستورالعمل عمومی این بخش می‌تواند برای تعیین طیف طرح شتاب در مورد هر یک از سطوح خطر زلزله زیر استفاده شود:

۱- سطح خطر ۱: معادل سطحی از حرکت‌های قوی زمین است که احتمال فراگذشت^۱ از آن ۱۰٪ در ۵۰ سال باشد. این سطح خطر معادل دوره بازگشت ۴۷۵ سال است. سطح خطر ۱ در استاندارد ۲۸۰۰ «زلزله طرح» نامیده شده است. **DBE**

۲- سطح خطر ۲: معادل سطحی از حرکت‌های قوی زمین است که احتمال فراگذشت از آن ۲٪ در ۵۰ سال باشد. این سطح خطر معادل دوره بازگشت ۲۴۷۵ سال است. **MCE**

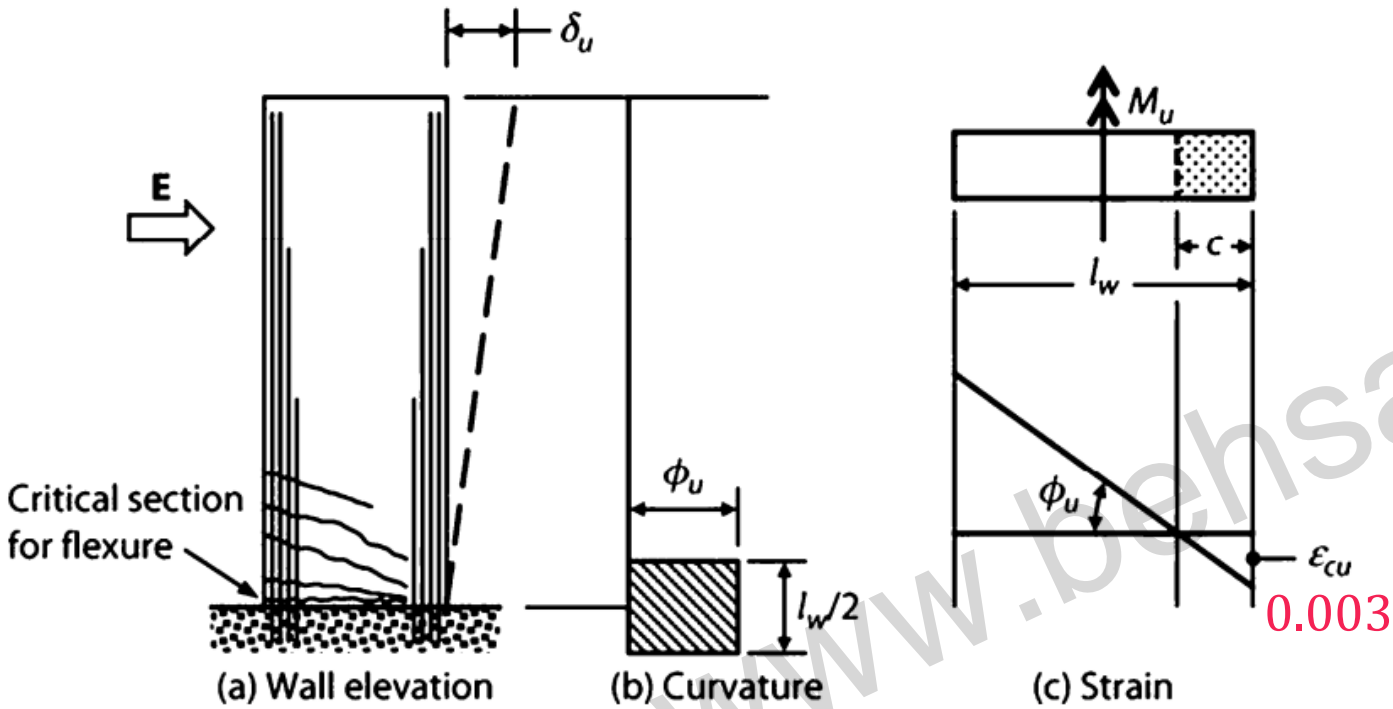
Design Basis Earthquake (DBE)

$$(MCE) = 1.5 \times (DBE)$$

Maximum Considered Earthquake (MCE)



اثبات رابطه روش مبتنی بر جابه جایی



$$\frac{0.003}{c} = \frac{\frac{1.5\delta_u}{h_w}}{\frac{l_w}{2}}$$

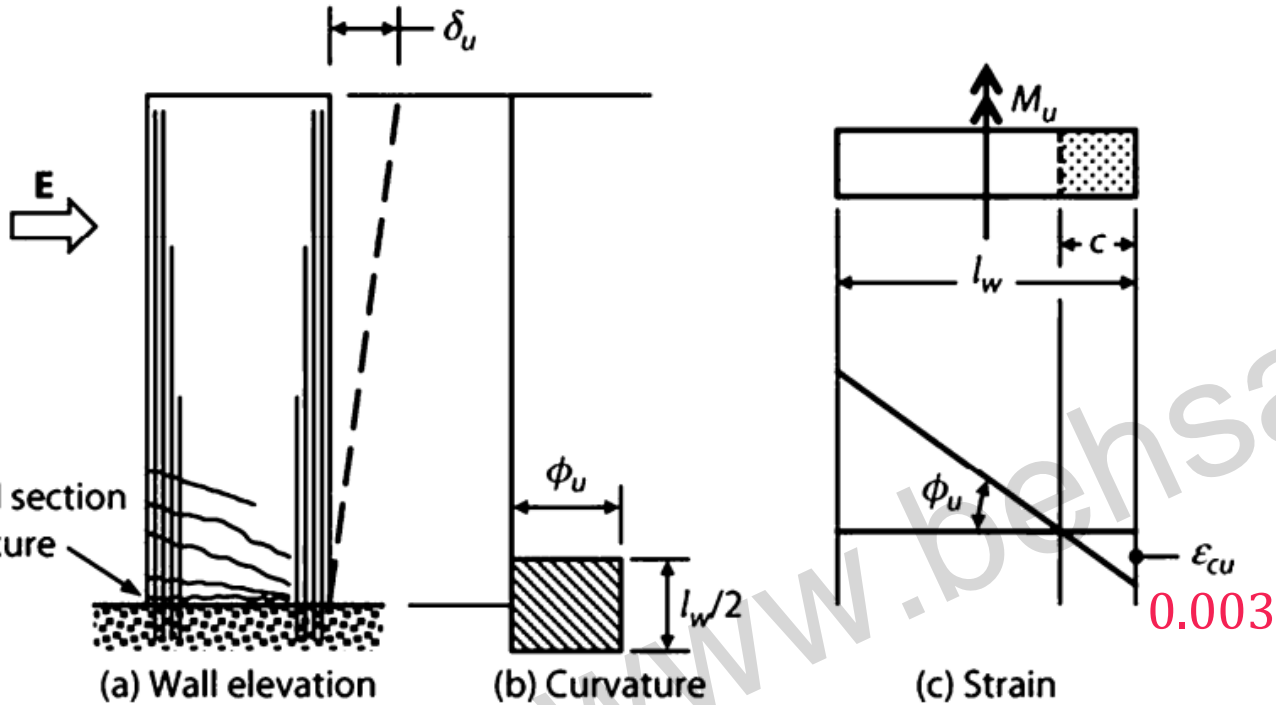
$$\frac{l_w}{667c} = \frac{1.5\delta_u}{h_w}$$

$$C_{critical} = \frac{l_w}{667(\frac{1.5\delta_u}{h_w})}$$

600



اثبات رابطه روش مبتنی بر جابه جایی

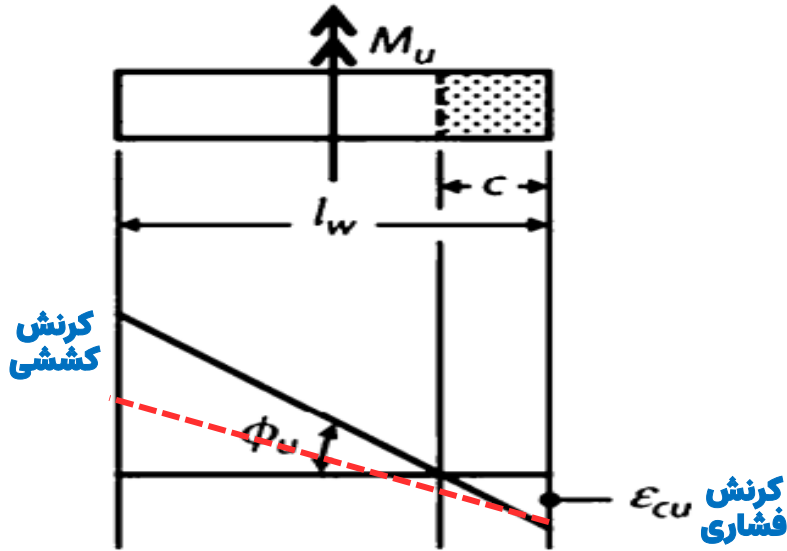


$$C \geq \frac{l_w}{600 \left(\frac{1.5\delta_u}{h_w} \right)}$$

نیاز به المان مرزی ویژه وجود دارد

$$\frac{1.5\delta_u}{h_{wcs}} \geq \frac{l_w}{600c}$$

محدودیت حداقلی دوران نسبی دیوار



الف- در مواردی که رابطه‌ی زیر برقرار باشد، نواحی فشاری دیوار باید با اجزای مرزی ویژه تقویت شوند.

$$\frac{1.5\delta_u}{h_{wcs}} \geq \frac{l_w}{600c}$$

در رابطه‌ی فوق، c فاصله‌ی محور خنثی از دورترین تار فشاری است که برای بار محوری ضریب‌دار به همراه مقاومت خمشی اسمی هم‌ساز با تغییر مکان جانبی طرح، δ_u ، محاسبه می‌شود. **نسبت**

$\frac{\delta_u}{h_{wcs}}$ نباید کمتر از ۰/۰۰۵ منظور شود.

تعیین حد max برای C

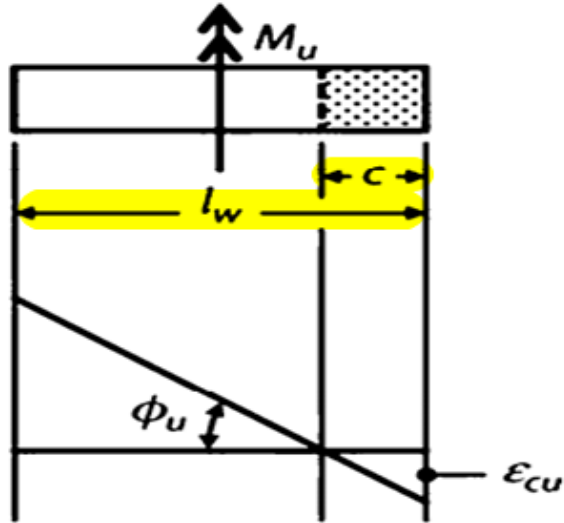
$$C \geq \frac{l_w}{600 \left(\frac{1.5\delta_u}{h_w} \right)}$$

$C_{critical}$

$c \uparrow \Rightarrow$ کرنش کششی $\downarrow \Rightarrow$ فشارکنترل رفتار ترد



محدودیت حداقلى دوران نسبى ديوار



كشش كنترل $\epsilon_t \geq \epsilon_{ty} + 0.003$

$\epsilon_t \geq 0.005$

$$\epsilon_{ty} = \frac{f_y}{E} = \frac{400}{20000} = 0.002$$

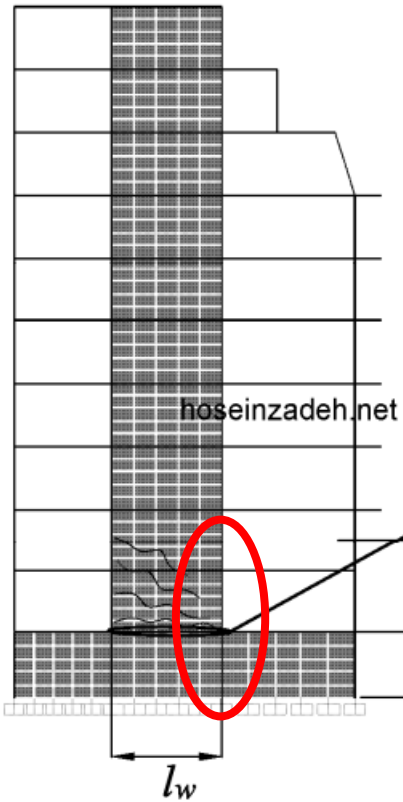
$$\frac{c}{l_w} = \frac{0.003}{0.003 + 0.005} = \frac{3}{8} = 0.375 \rightarrow \boxed{c = 0.375 l_w}$$

$$C_{cr} = \frac{l_w}{600 \left(\frac{1.5 \delta_u}{h_w} \right)} \left. \begin{array}{l} \delta_u / h_w = 0.005 \end{array} \right\} \rightarrow \boxed{C_{cr(max)} = \frac{l_w}{4.5} = 0.22 l_w}$$

دست بالاتر
حدود 2 برابر ϵ_t



موارد تکمیلی روش مبتنی بر جابه جایی (ارتفاع و عرض المان مرزی)



Critical section
مقطع بحرانی

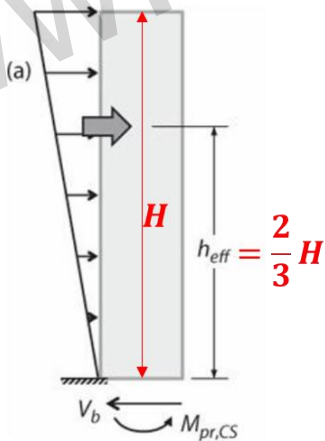
$$\max \left\{ \begin{array}{l} l_w \\ M_u/4V_u \end{array} \right.$$

$$\max \left\{ \begin{array}{l} l_w \\ M_u/4V_u \end{array} \right.$$

ب- در مواردی که بر اساس ضابطه‌ی (الف) به اجزای مرزی ویژه نیاز باشد، آرماتورهای عرضی ویژه در اجزای مرزی باید، به جز در مواردی که در بند ۹-۲۰-۷-۴-۴ (خ) اجازه داده شده اند، در امتداد قائم در بالا و پایین مقطع بحرانی، حداقل به اندازه‌ی بزرگ‌ترین دو مقدار l_w و $\frac{M_u}{4V_u}$ ادامه یابند. علاوه بر آن یا باید $b \geq 4\sqrt{cl_w}$ بوده و یا $\delta_c/h_{wcs} \geq 1.5 \delta_u/h_{wcs}$ صادق باشد.

$$b \geq \sqrt{0.025cl_w}$$

$$\frac{\delta_c}{h_{wcs}} = \frac{1}{100} \left(4 - \frac{1}{50} \left(\frac{l_w}{b} \right) \left(\frac{c}{b} \right) - \frac{V_e}{0.66\sqrt{f'_c}A_{cv}} \right) \geq 0.015$$

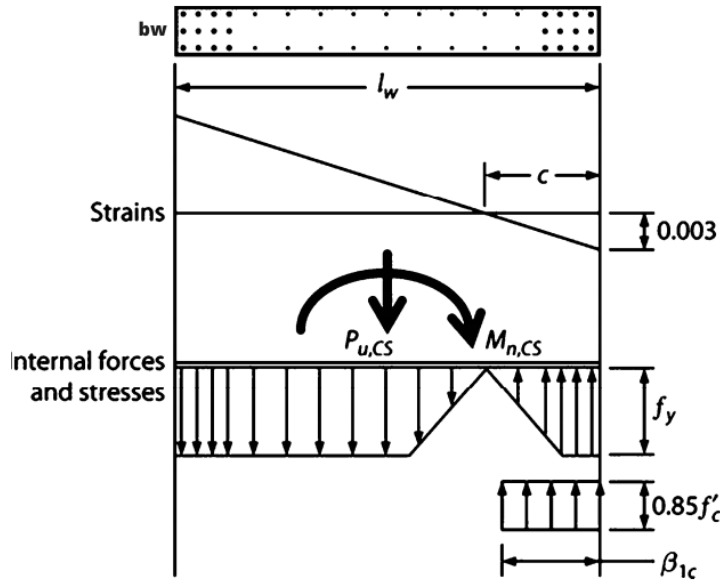


$$\frac{M_u}{4V_u} = \frac{V_u \times \frac{2}{3}H}{4V_u} = \frac{H}{6}$$

در مود اول



روش مبتنی بر تنش فشاری



۳-۴-۷-۲۰-۹ برای طراحی اجزای مرزی ویژه، می‌توان به جای استفاده از ضوابط بند ۲-۴-۷-۲۰-۹، از ضوابط این بند استفاده نمود.

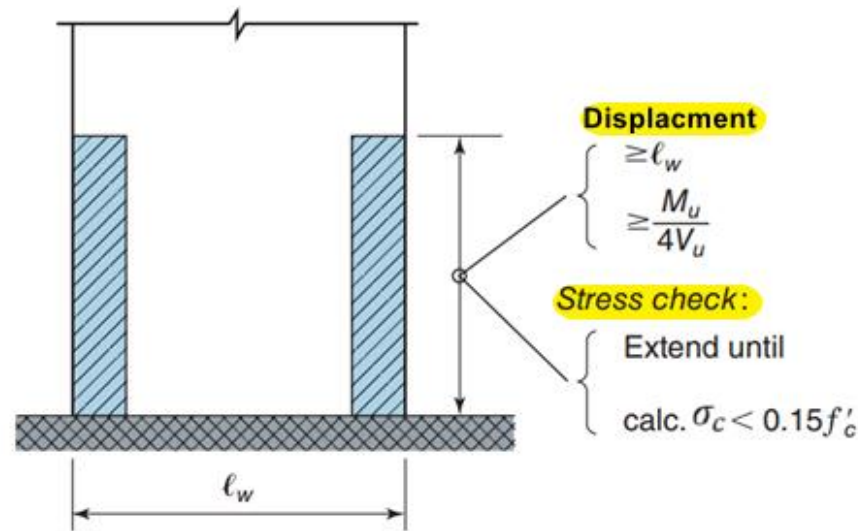
در مواردی که تنش فشاری بتن در دورترین تار فشاری مقطع دیوار تحت اثر ترکیب بارهای ضریب‌دار، شامل اثر زلزله، از $0.2f'_c$ بیش‌تر باشد، باید اجزای مرزی ویژه پیش‌بینی شوند. این اجزا را می‌توان از مقطعی در امتداد ارتفاع دیوار، که تنش فشاری بتن در آن از $0.15f'_c$ کم‌تر باشد، قطع کرد.

نیاز به المان مرزی هست $\sigma_c > 0.2f'_c$

$$\sigma_c = \frac{P_u}{A_g} + \frac{M_u C}{I}$$

طول بخش فشاری C

$$A_g = b_w \times l_w \quad I = \frac{b_w \times l_w^3}{12}$$

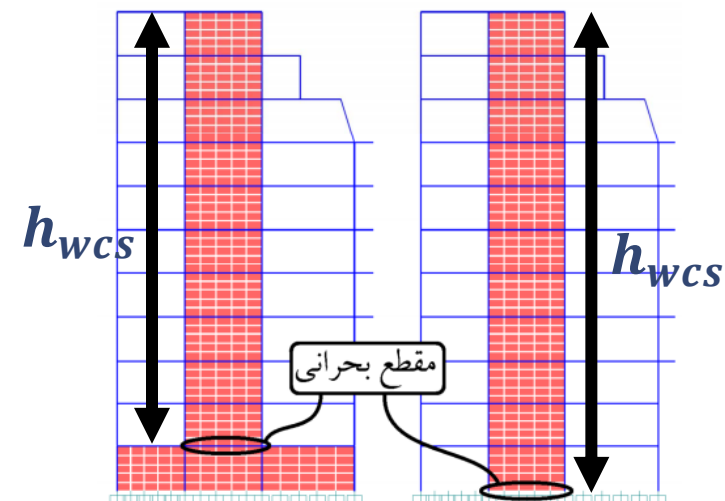


خطاهای ایتبس در طراحی المان مرزی ویژه



✓ روش مبتنی بر جابه جایی

مقطع بحرانی و طبقه آخر دیوار رو تشخیص نمیده



$$h_{wcs} = h_w \quad \text{ارتفاع هر طبقه} \rightarrow \frac{\delta_u}{h_w} \begin{cases} \text{طبقات پایین: دریافت کم} \\ \text{طبقات بالا: دریافت زیادتر} \end{cases}$$

$$C_{limit} = \frac{l_w}{600 \left(\frac{1.5 \delta_u}{h_w} \right)}$$

✓ روش مبتنی بر تنش فشاری

نیاز به المان مرزی رو باید چک کنیم

$$\sigma_c > 0.2 f_c$$

ملاک آیین نامه

$$\sigma_c > 0.15 f_c$$

ملاک ایتبس

