به نام خدا

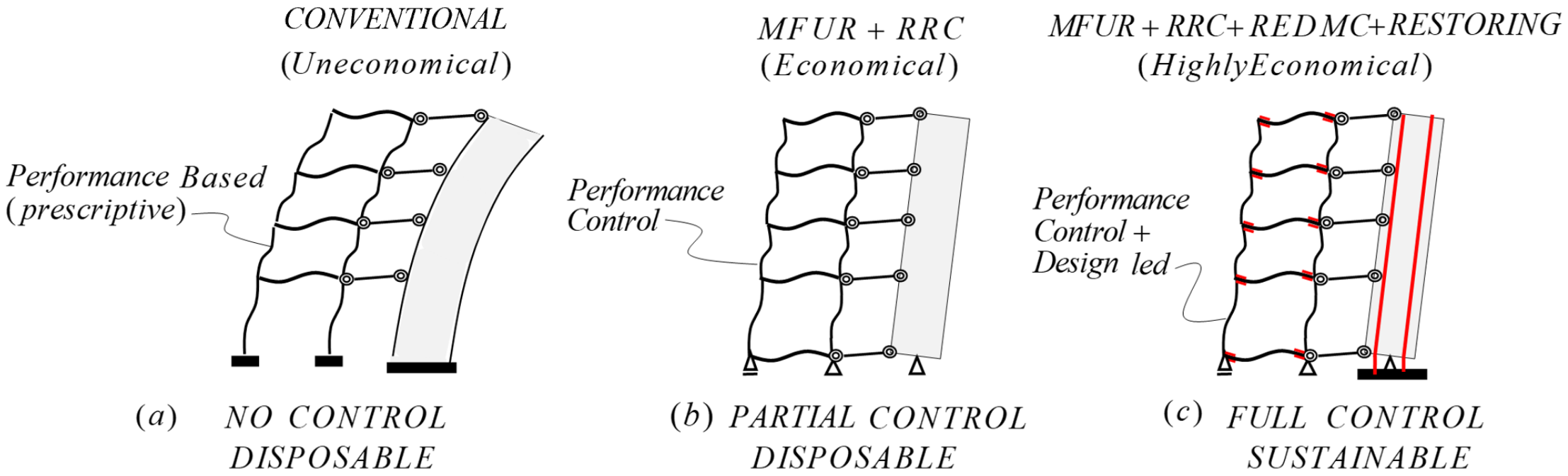
- با تشکر از حضار محترم جهت شرکت در این جلسه
- با تشکر و قدردانی از اعضای کمیته علمی و برگزار کنندگان کنفرانس
- با تشکر از آقای دکتر محمد کاظم جعفری رئیس کنفرانس
- با تشکر از آقایان دکتر عبدالرضا سروقدمقدم و دکتر فرخ پارسی زاده دبیران کنفرانس
- با سپاس و قدردانی فراوان از گروه همکاران در این رشته از تحقیقات، سروقدمقدم، نوید رهگذر، مژگان کمیزی، شاپوردهقانیان، حدیثه محمدی، معصومه فرشباف، محیا مقدسی، زینب مرادی، شایان طاووسی، علی اکبری، آرمن میناسیان
- با تشکر از اجازه ایراد سخن در این جلسه

Lessons from the past, view to the future

آموخته‌هایی از گذشته و نگاهی به آینده

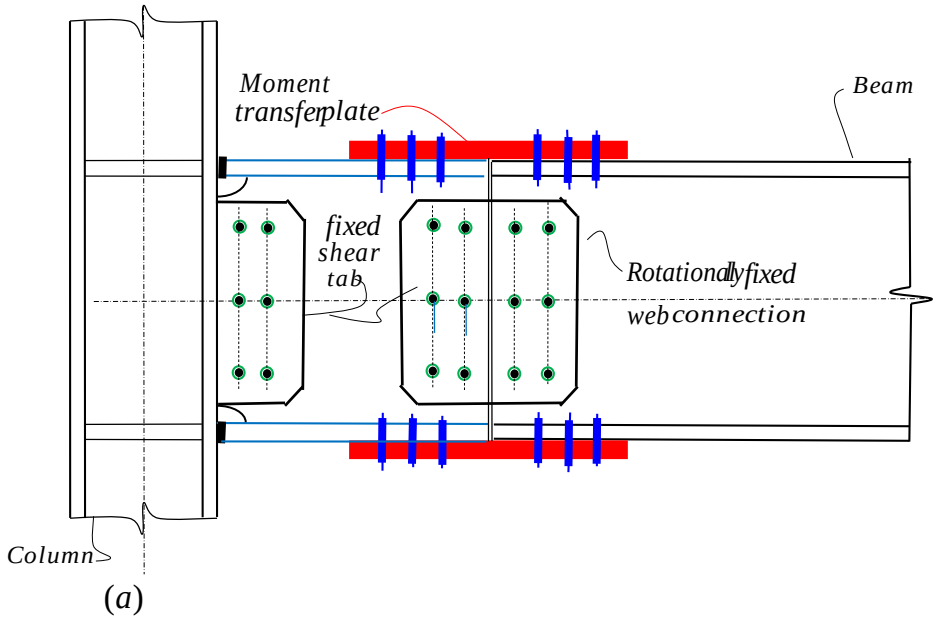
Evolution of Earthquake Sustainable Archetypes

سیرتکاملی سازه های دوام پذیر لرزه ای



Modification of Conventional to Repairable beam- column joint

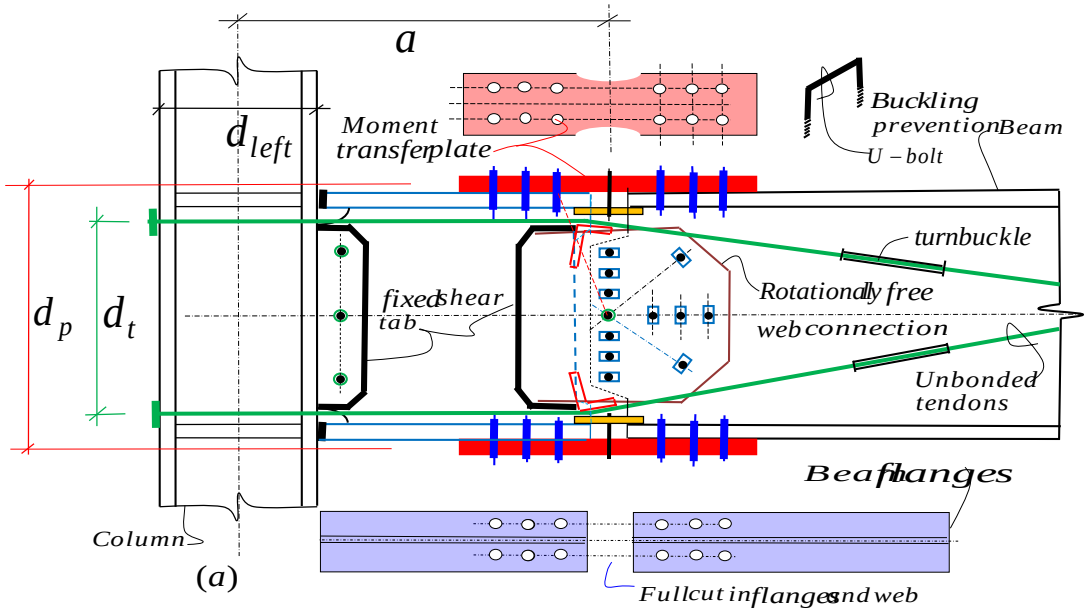
تبدیل اتصال عادی به مستهلک شونده قابل تعویض



Conventional beam- column joint

Beam and joint are damaged

Not re-centering



Repairable/ Replaceable beam- column joint

Damage limited to joint

Re-centerable

Topics of interest selected for this presentation

مطالب مورد بحث

- Philosophy and concepts فلسفه و مفهوم

  Sustainability based not disposability based or Repairability, not damage based

- Training and Education یادگیری و آموزش

  Eastern or Western methods

- Analysis and design تحلیل و طراحی

  Performance control not prescriptive

- Form function and devices شکل، کاربری و ابزار

  Purpose specific (not general)- Introducing a seismically sustainable prototype

- Means and Materials of construction روش ها و مصالح ساخت

Structural Sustainability?

دوام پذیری سازه ای

Principle: All things can be visualized to fail before they can be designed and REPAIRED.

اصل: همه چیز را می توان قبل از طراحی و تعمیرات به گونه ای درنظرگرفت که برمبنای الگوی گسیختگی رفتار نماید.

Question: How to foresee and control the desired failure mechanism for design and REPAIRS?

سوال: چگونه می توان مکانیزم گسیختگی مورد نظر را برای طراحی و تعمیرات پیش بینی و کنترل کرد؟

State of knowledge وضعیت علم مهندسی زلزله

(Knowledge much more important than opinion)

اهمیت دانش بالاتر ازعقیده

? = UNCERTAINTY

عدم قطعیت=؟

? = DON'T KNOW

نمیدانم = ؟

Consequences of uncertainty?

نتایج عدم قطعیت

UNCERTAINTY + APPLICATION = RISK

عدم قطعیت + کاربرد= خطر

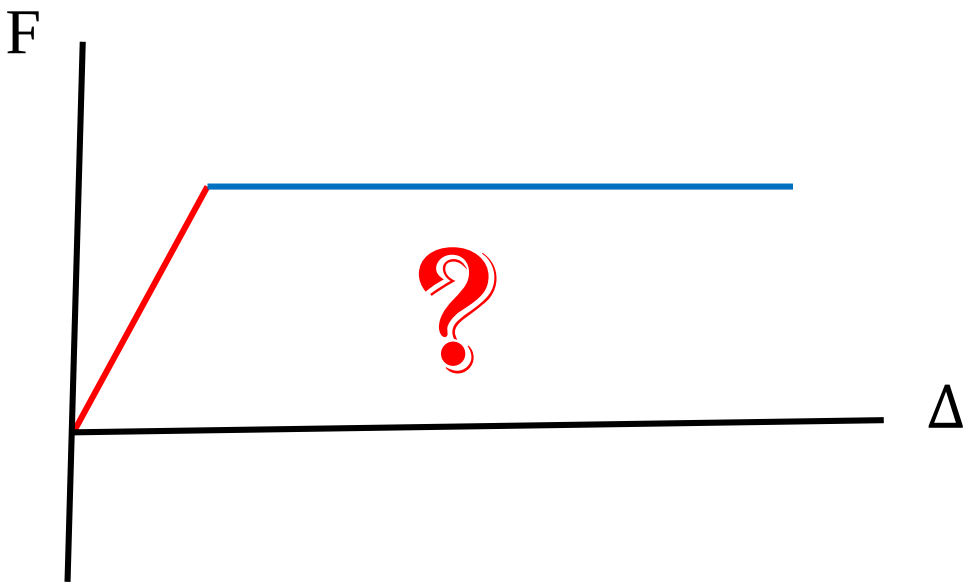
RISK = ? = STILL DON’T KNOW

خطر= هنوز نمی دانم

Despite all uncertainties we have learned a lot but, not enough!

باتوجه به تمام کاستی ها چیزهایی را یاد گرفته ایم !

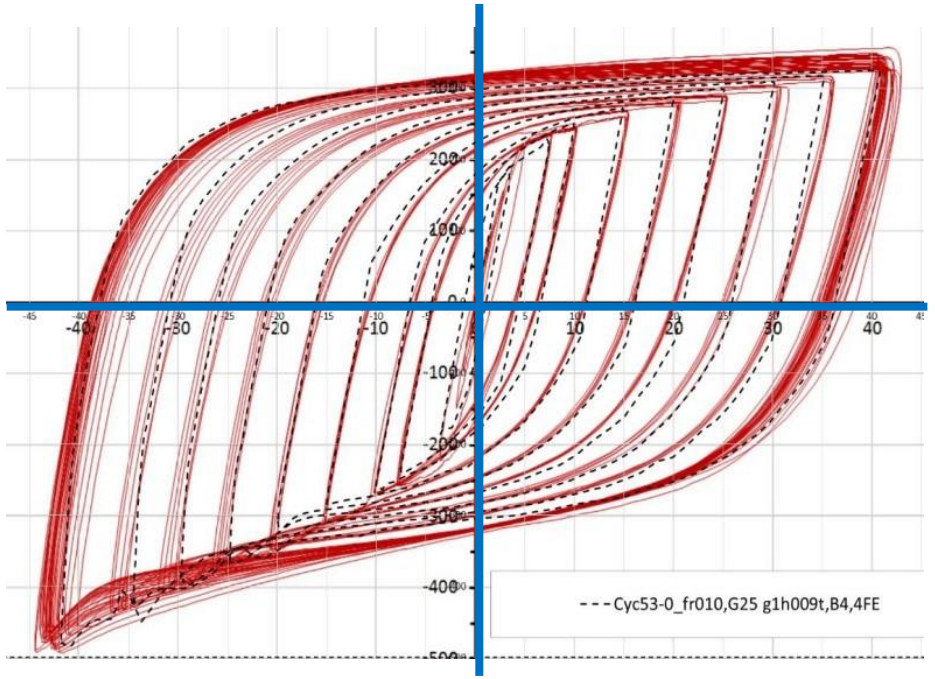
$$= (\text{DON'T KNOW})^{\frac{1}{2}}$$



Evolution Seismic Structural Engineering

سیرتکاملی مهندسی سازه و زلزله

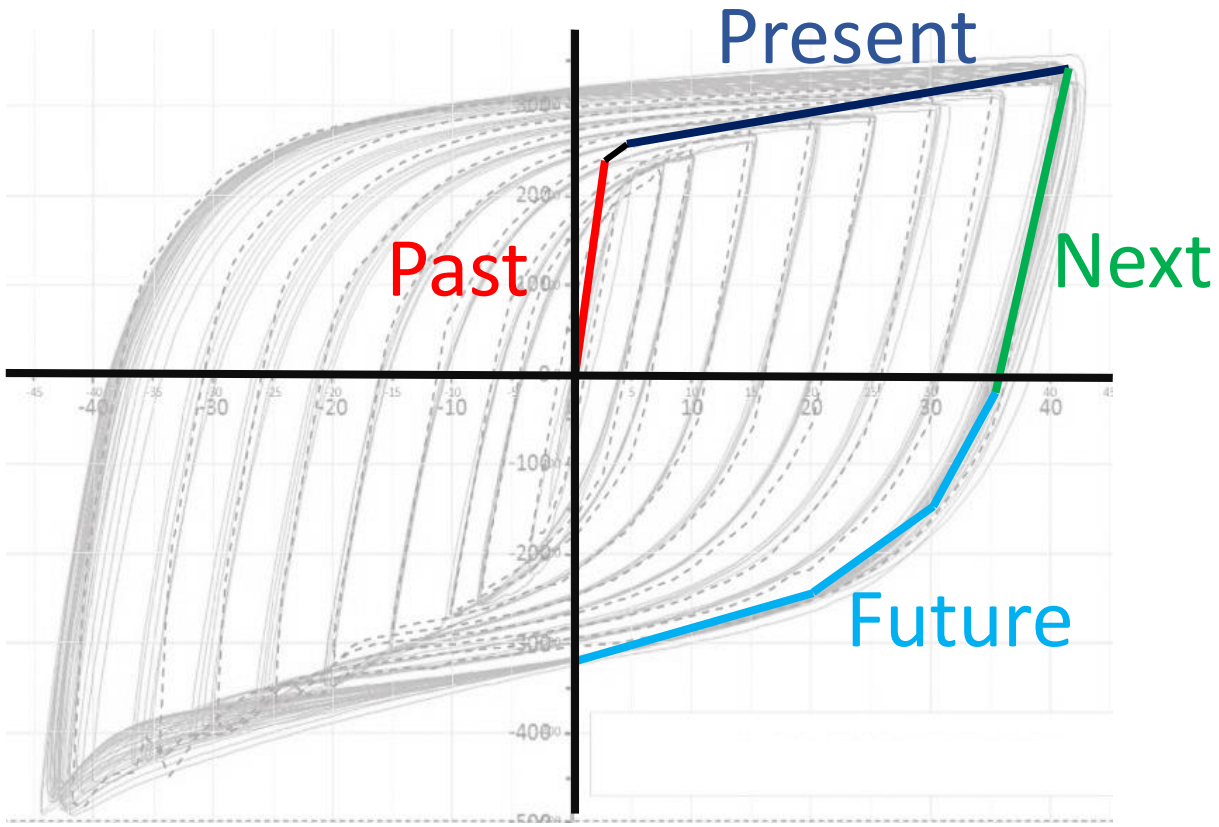
3-D Hysteresis ?



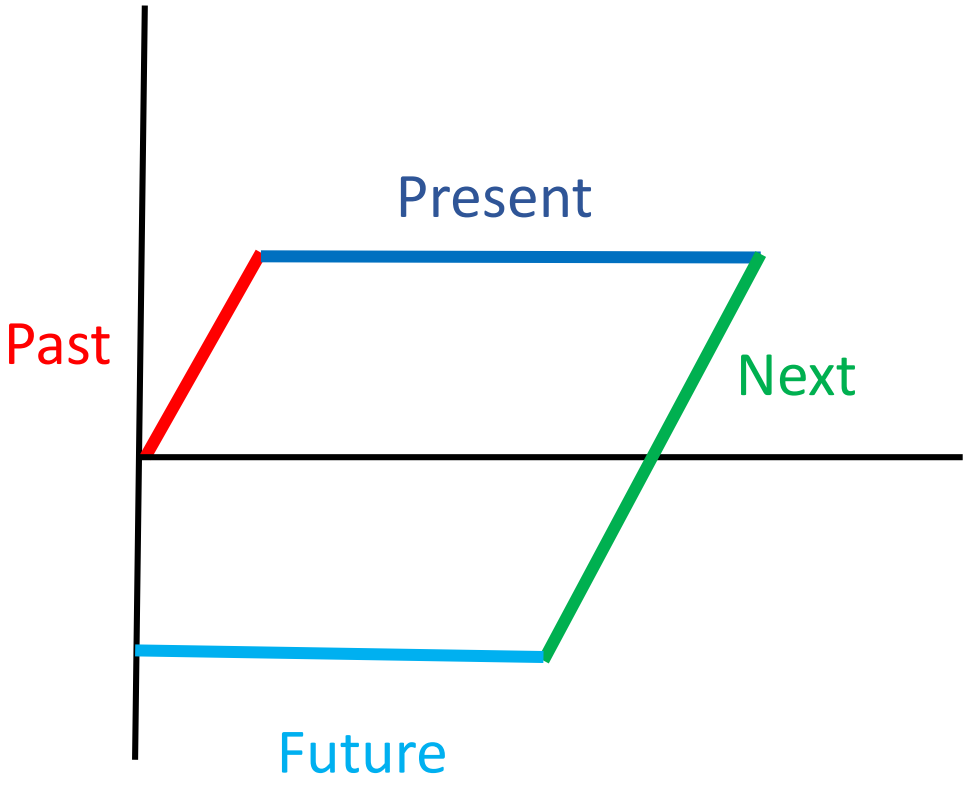
2-D Hysteresis

Evolution Seismic Structural Engineering

سیرتکاملی مهندسی سازه و زلزله



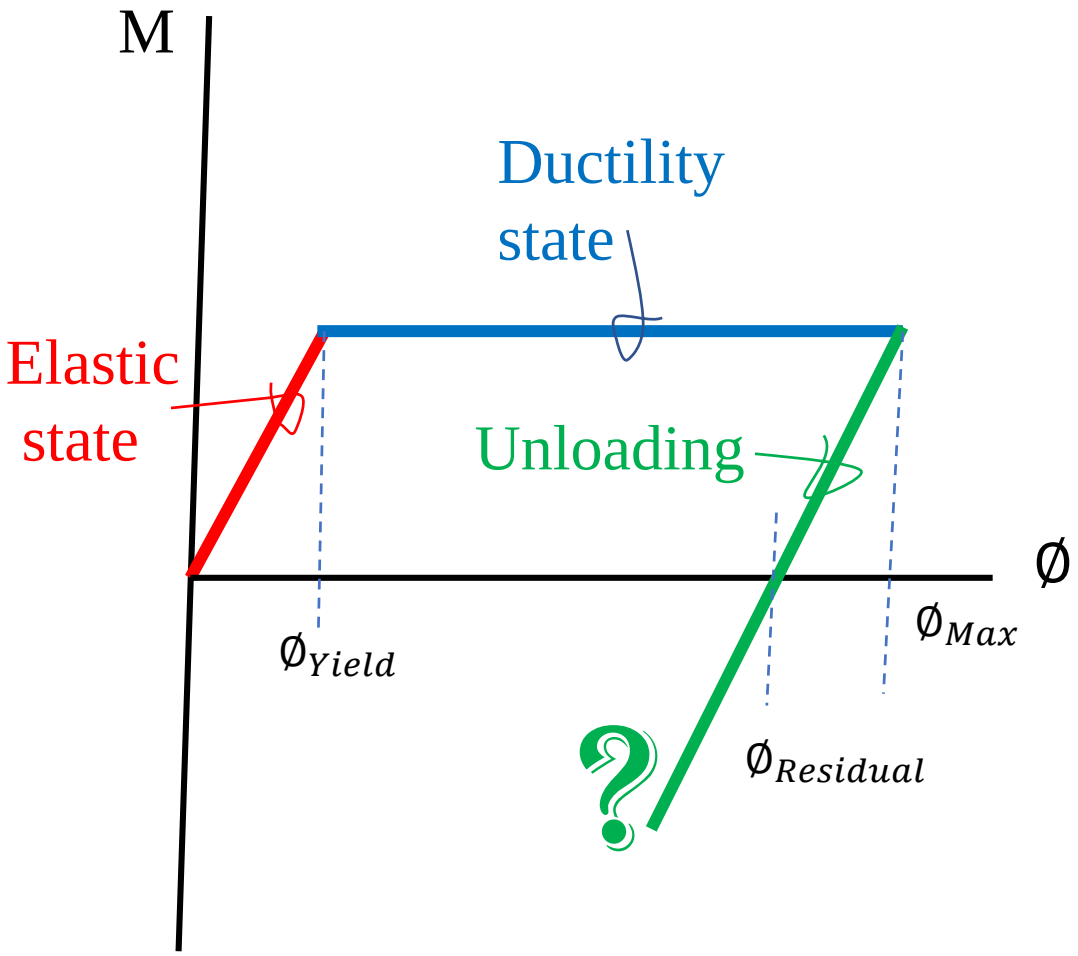
2-D Hysteresis

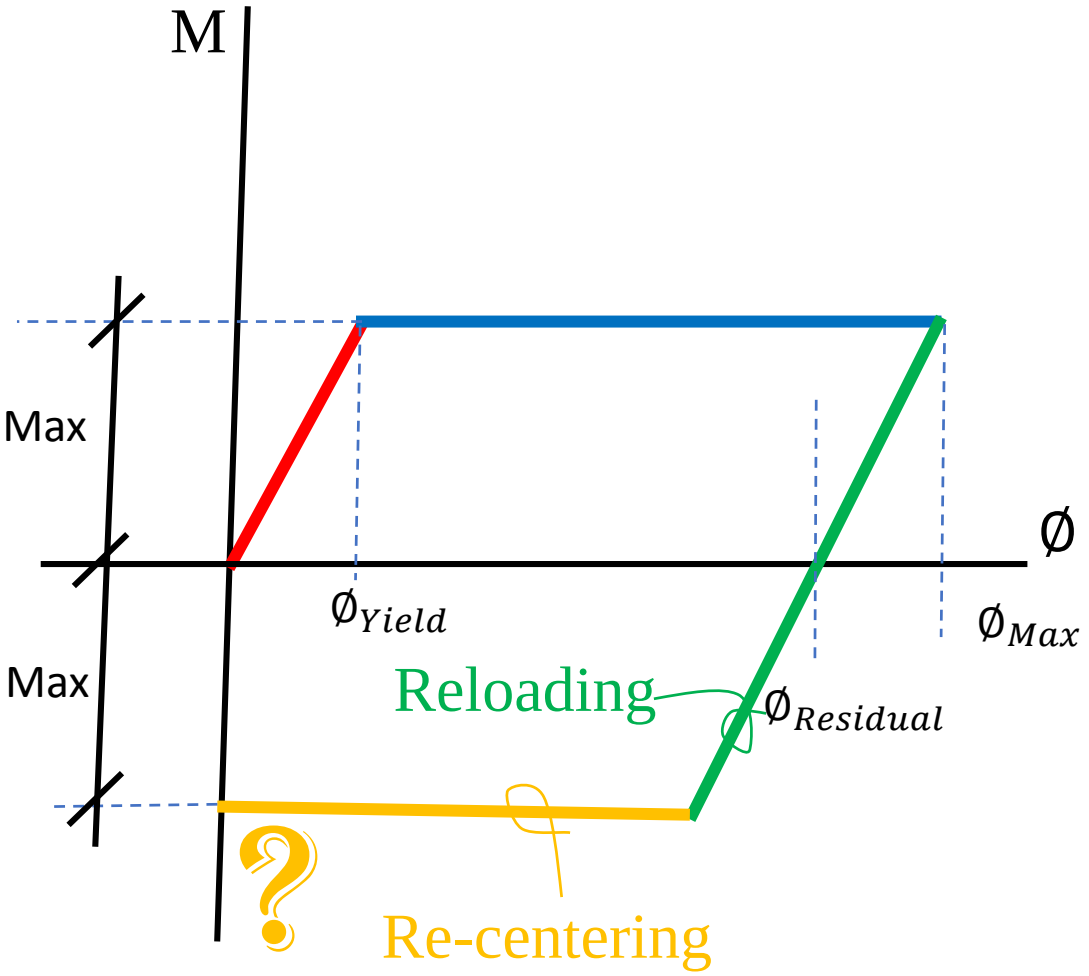


Idealized single loop Response

Theoretical interpretation of single loop response with a view to SS

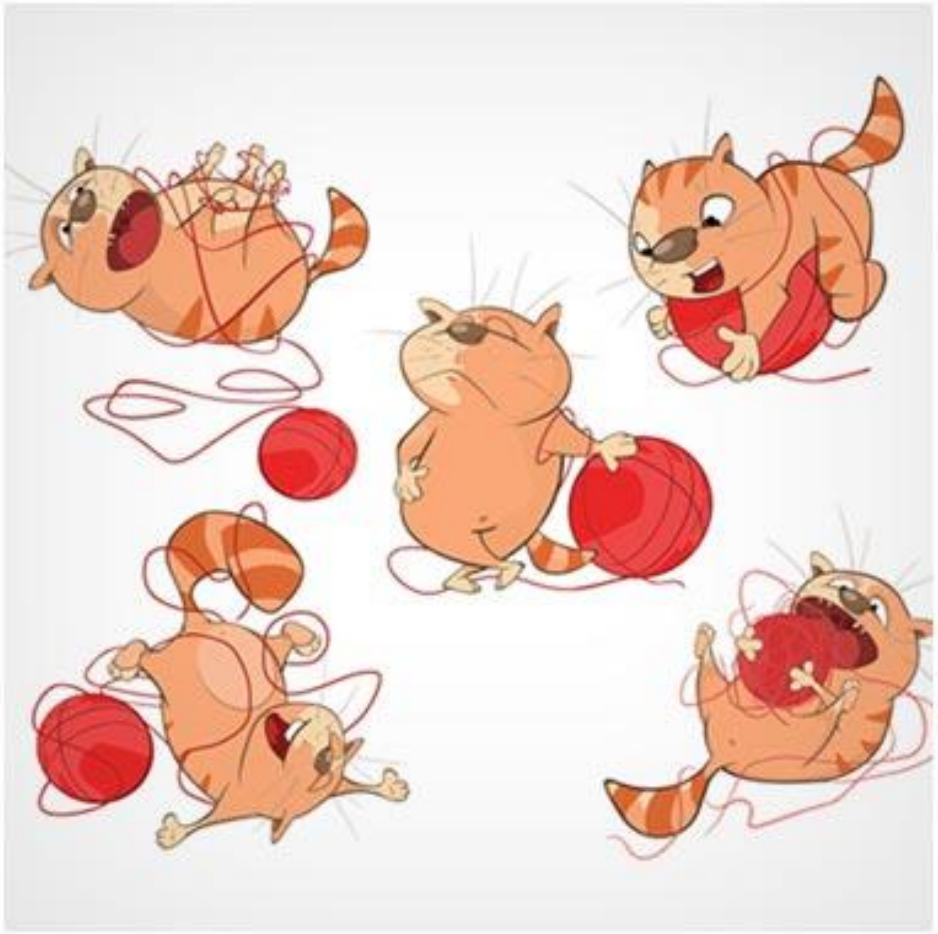
تفسیرنظری چرخه کامل باتوجه به دوام پذیری لرزه ای





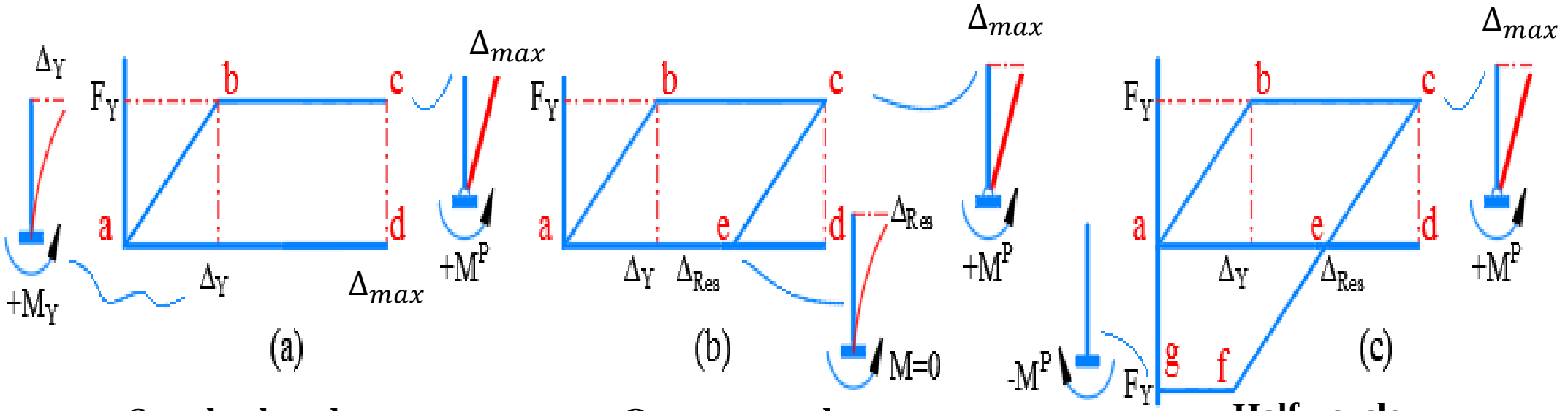
The saga continuous: Struggling to understand seismic design

حماسه سردرگمی ادامه دارد!!



Physical interpretation of single loop response with a view to SS

تفسیرفیزیکی چرخه کامل باتوجه به دوام پذیری لرزه ای



Standard push over curve

Quarter - cycle response

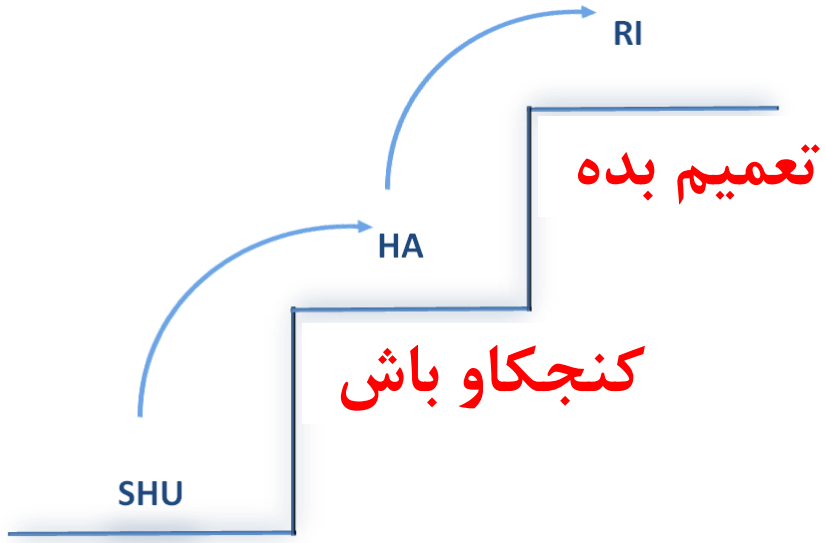
Half - cycle response

A guide to progress

یک روش پیشرفت

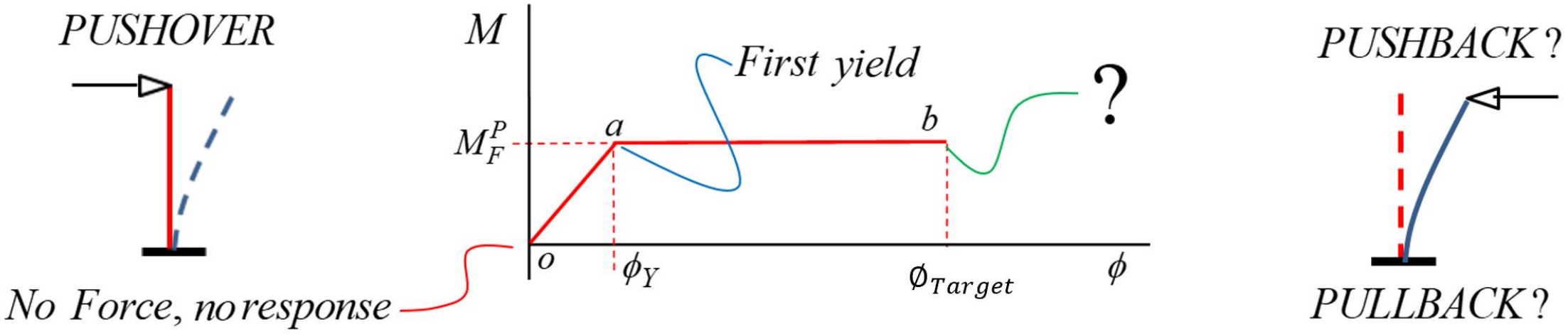
守破離

Shu Ha Ri



APPRECIATE THE OLD AND SEEK THE NEW!

احترام و قدردانی روش های موجود و پذیرش دانش جدید.



PUSHOVER CURVE- THE GREAT AMERICAN INVENTION!

سه اصل مهم در تحقیق و زندگی :

- اطمینان با تائید(طراحی برمبنای عملکرد) ؟
- Trust but verify? (As in performance based design)

- هرآنچه امکان پذیر است امکان هم دارد(طرح نشده گسیخته خواهدشد)
- Anything that can happen will happen (Not design for collapse will collapse)

- کنترل بهتر از اطمینان (کنترل عملکرد و تحلیل برمبنای طراحی)
- Control better than trust (Performance Control and Design Led Analysis)

یادگیری و آموزش

- خاوردور- آموزش و تعلیم مفهومی
- Far East- Teaching and training concepts

- اروپا و خاورمیانه – آموزش و تعلیم ارسطویی (آموزش و تعلیم ازطریق انجام)
- Middle East and Europe- Aristotelian - learning things by doing them

- دنیای جدید (آمریکا- کانادا و...) – آموزش و تعلیم روش (به جای مفهوم و کاربرد)
- North America – Teaching methodology rather than concepts

معرفی کنترل عملکرد و طراحی و تحلیل برمبنای طراحی

INTRODUCTION TO PERFORMANCE CONTROL AND DESIGN LED ANALYSIS

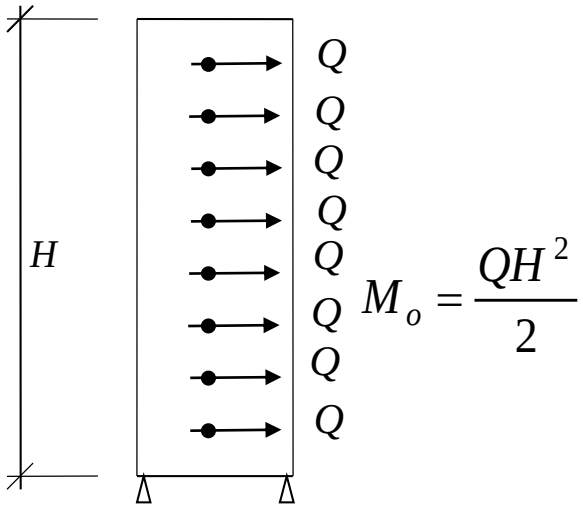
Basic ideas Performance control

ایده اساسی کنترل عملکرد

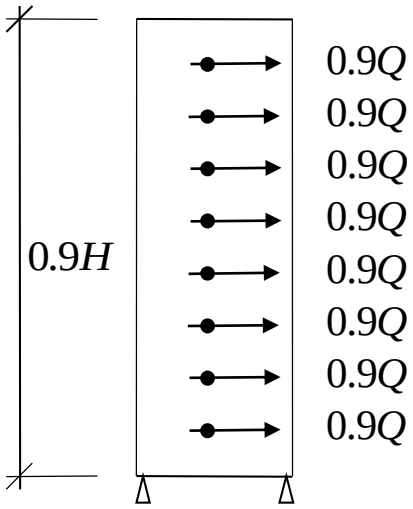
Reducing demand/ increasing capacity= increase safety

کاهش تقاضا / افزایش ظرفیت = افزایش ایمنی

Example 1- Building frame



$$M_o = \frac{QH^2}{2}$$

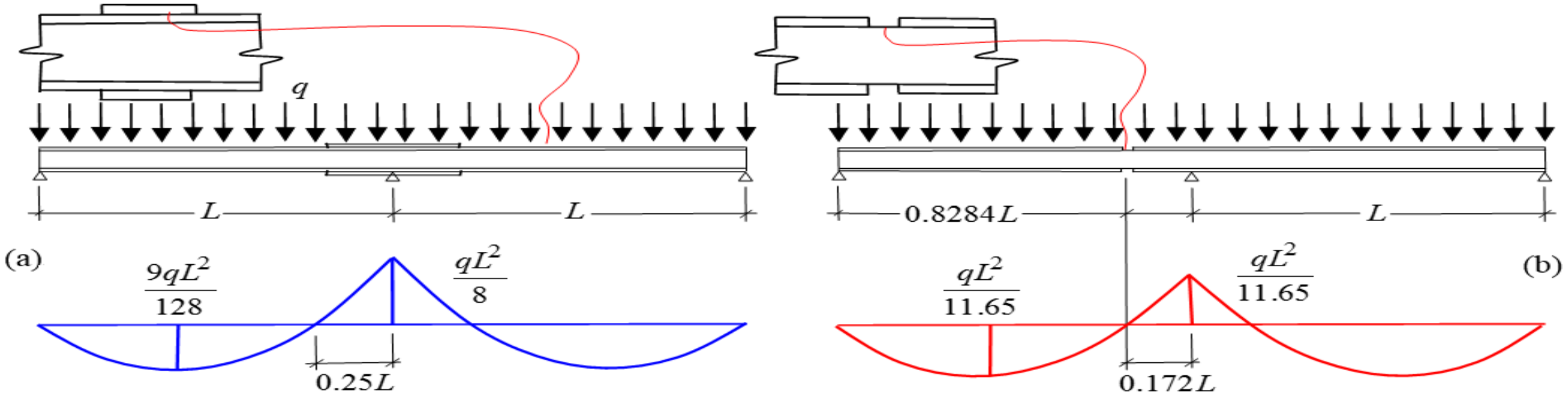


$$M_o = \frac{(0.9Q)(0.9H)^2}{2} = \frac{0.729QH^2}{2}$$

Difference = 30%

Example 2-Continuous beam

مثال ۲ – تیر پیوسته

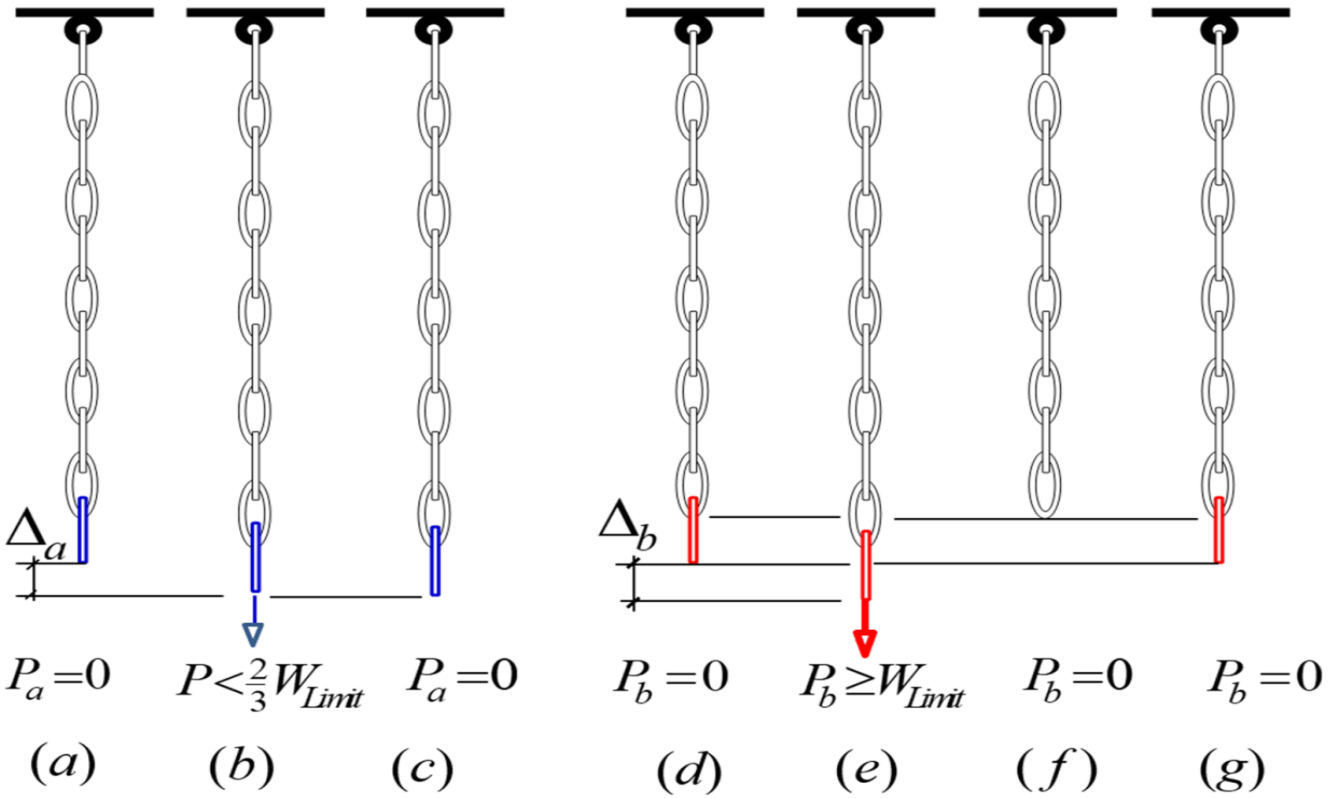


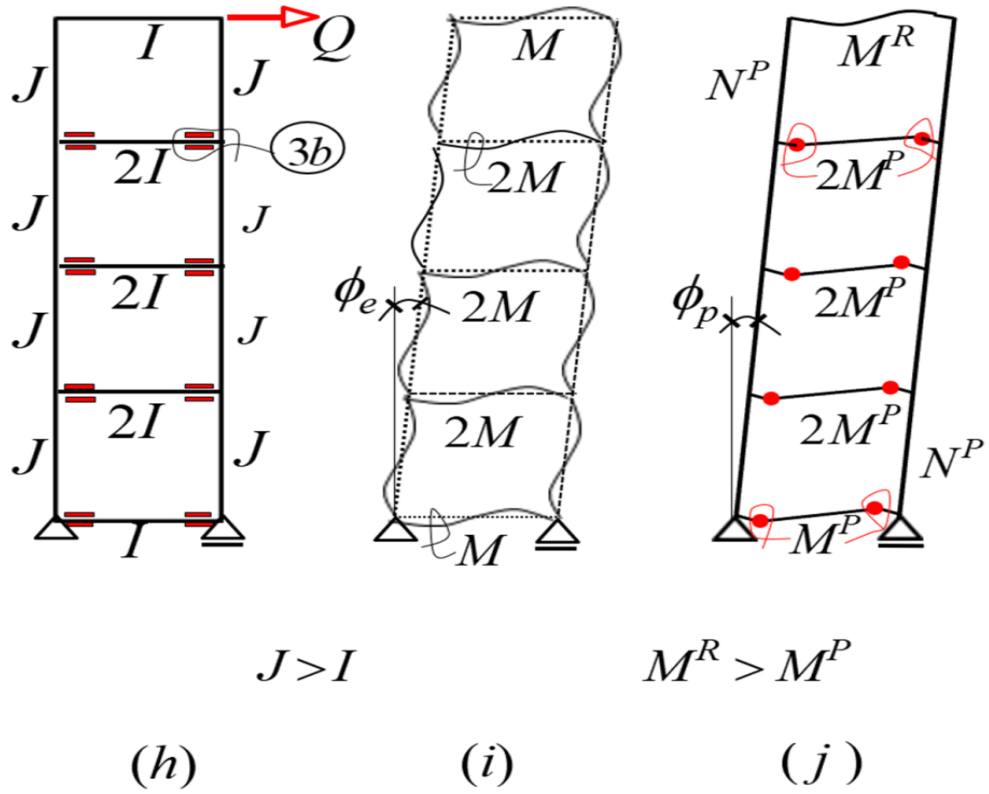
Strengthening **Upgrading**

Difference = 30%

Example 3- The weakest link

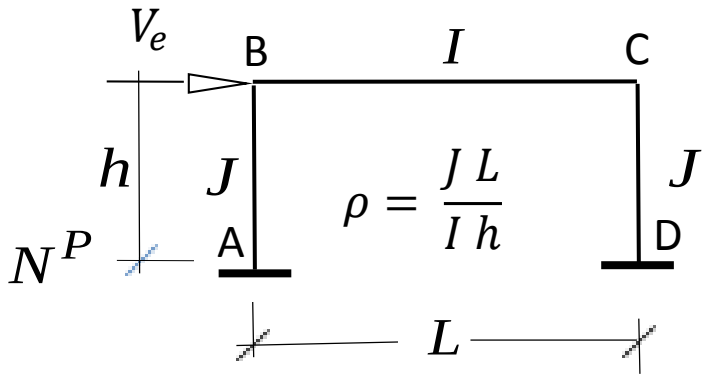
مثال ۳ – لینک ضعیف

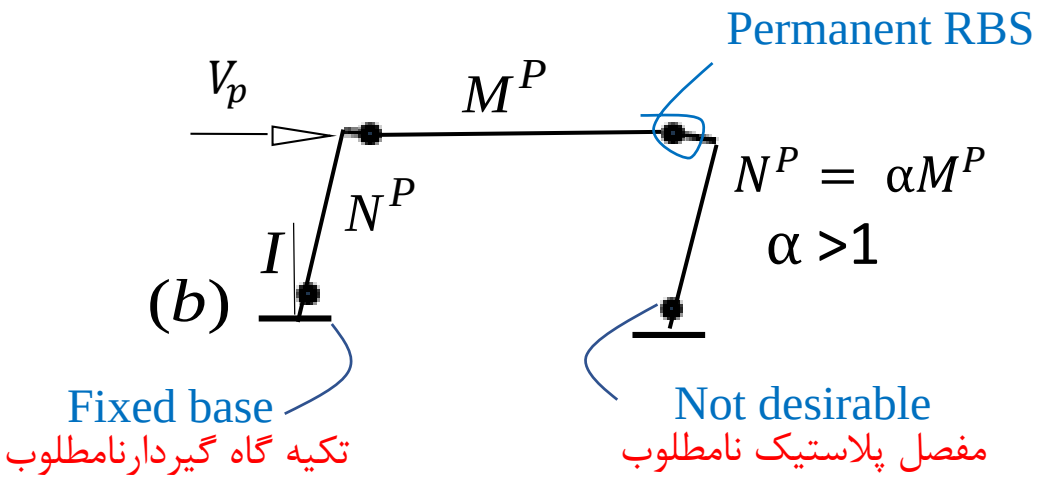




قاب خمشی متداول، طرح و محاسبه متداول(طراحی براساس عملکرد)

Conventional Moment Frame and analysis / Performance based design





$$M_A = \left[\frac{3K+1}{6K+1}\right] * \left[\frac{V_e h}{2}\right]$$

$$M_B = \left[\frac{3K}{6K+1}\right] * \left[\frac{V_e h}{2}\right]$$

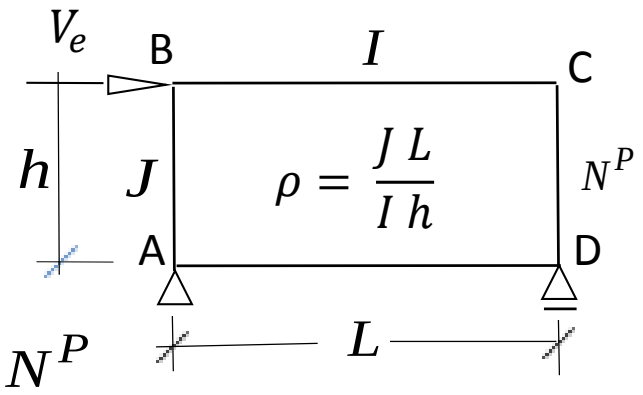
$$\emptyset_e = \frac{V_e h^2}{12EI}\left[\frac{2\rho+3}{\rho+6}\right]$$

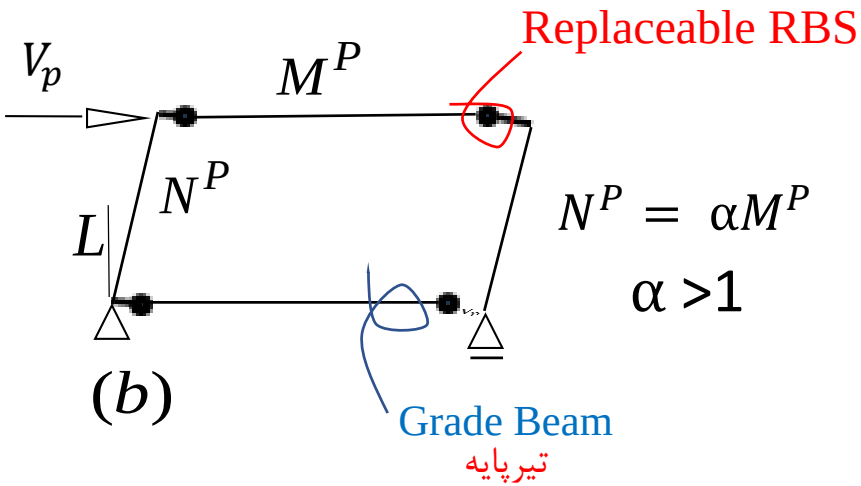
$$M^P = \frac{V_p h}{2(1+\alpha)}$$

$$\emptyset_p = \frac{V_p h^2}{12EI}\left[\frac{2\alpha-1}{1+\alpha}\right]$$

قاب خمشی پیشنهادی، تحلیل برمبنای طراحی و طرح برمبنای کنترل عملکرد

Proposed moment frame, Based on Design lead analysis and performance control





$$M_A = M_B = M_C = M_D = \frac{V_e\,h}{4}$$

$$M_A^P = M_B^P = M_C^P = M_D^P = \frac{V_p\,h}{4}$$

$$\emptyset_e = \frac{V_e h^2}{24EJ}\,[1+\rho]$$

$$\emptyset_p = \frac{V_p h^2}{24EJ}\,[1+\rho]$$

مقایسه دو سیستم

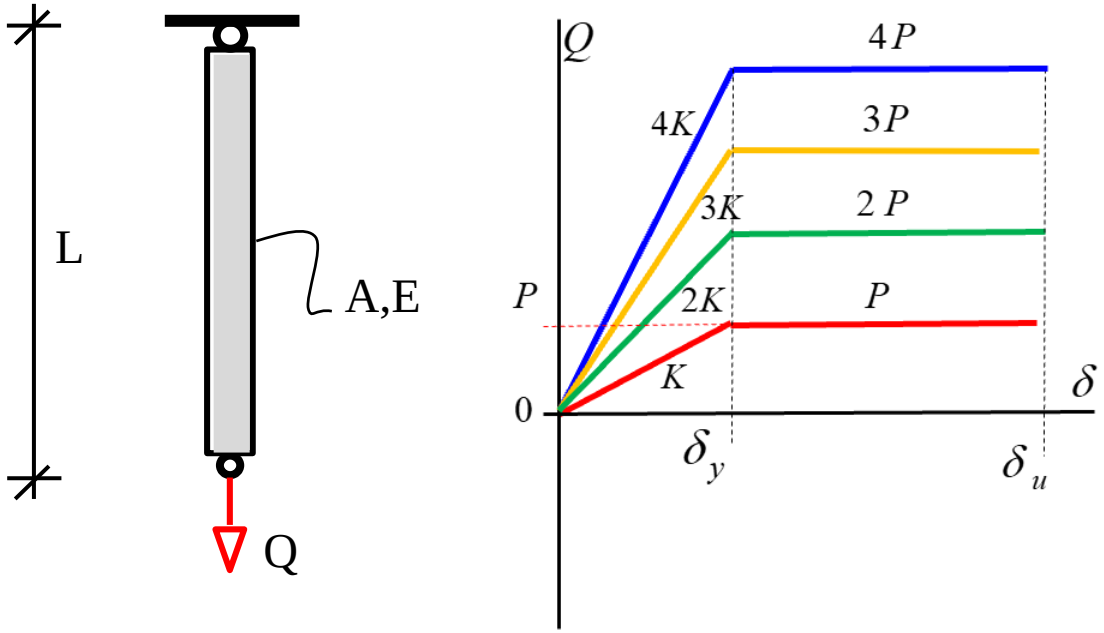
نوع قاب	تحلیل	طرح	صدمه به تیرها	صدمه به ستونها	تعمیرپذیری	وضعیت ساختمان	مصالح و ساخت
متداول	تجویزی	براساس عملکرد	کل تیر- دائمی	کل ستون- دائمی	غیرقابل تعمیر	غیرقابل استفاده مجدد	متداول
پیشنهادی	تحلیل برمبنای طراحی	کنترل عملکرد	موضعی- موقتی	موضعی- موقتی	تعمیرپذیر	دوام پذیر	متداول

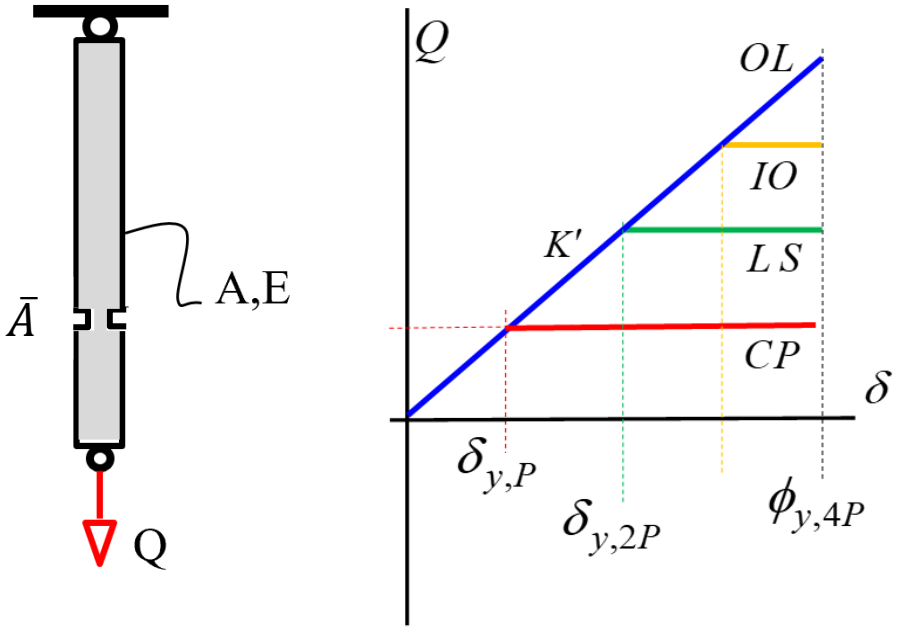
Comparison

Frame Type	Analysis	Design	Beam Damage	Column Damage	Repairability	Building Status	Materials and construction
Conventional	Prescriptive	Performance Based Design	Total-Permanent	Total-Permanent	Impractical	Disposable	Conventional
Proposed	Design Led Analysis	Performance Control	Local-Repairable	Local-Repairable	Easy	Sustainable	Conventional

Relationship between ultimate strength and stiffness

رابطه بین سختی و مقاومت نهایی(گریگوریان ۲۰۱۷)



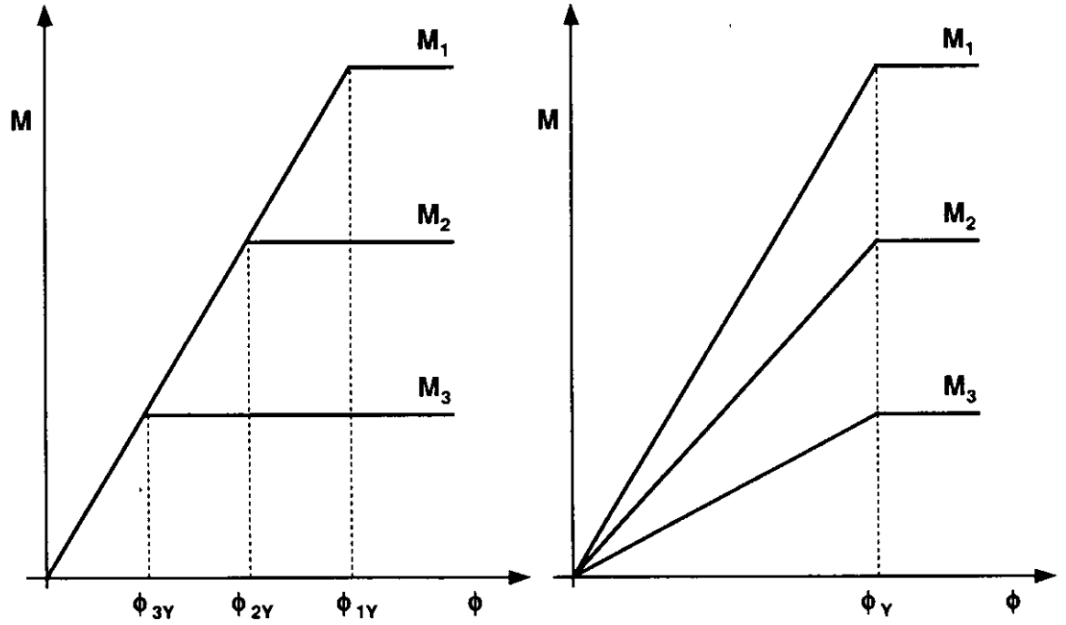


- **Stiffness depends on ultimate strength**
- **Yield displacement independent of ultimate strength**

- **Stiffness does not depends on ultimate strength**
- **Yield displacement depends on ultimate strength**

Influence of Strength on Moment-Curvature Relationship

رابطه بین سختی و مقاومت نهایی(پریسلی۲۰۰۰)

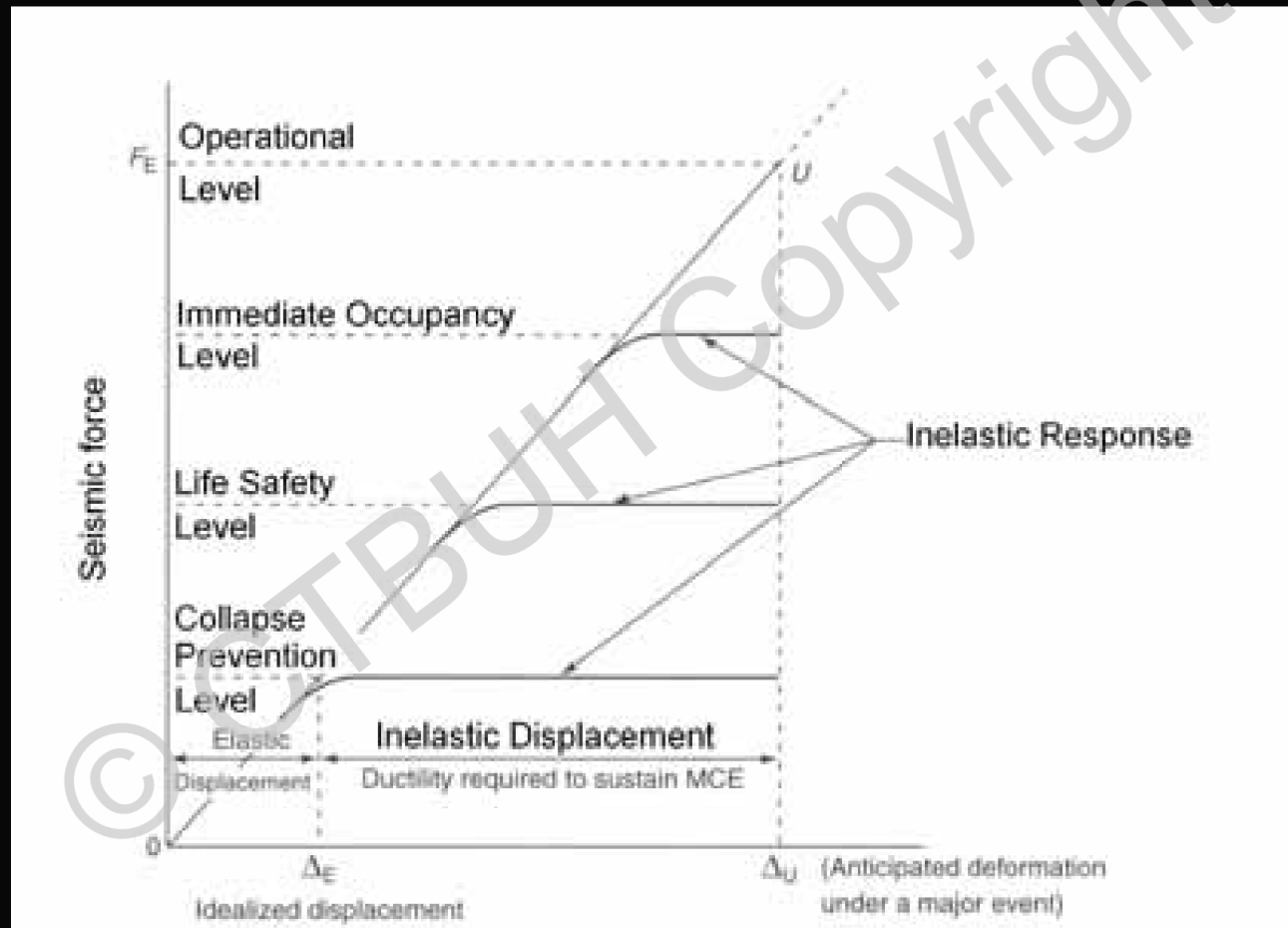


Priestley M.J.N. (2000)"Performance Based Seismic Design" 12th World Conference on Earthquake Engineering, Auckland, New Zealand.

Desired seismic behavior

© CTBUH Copyright

Seismic Performance Levels



©CTBUH Copyright

5

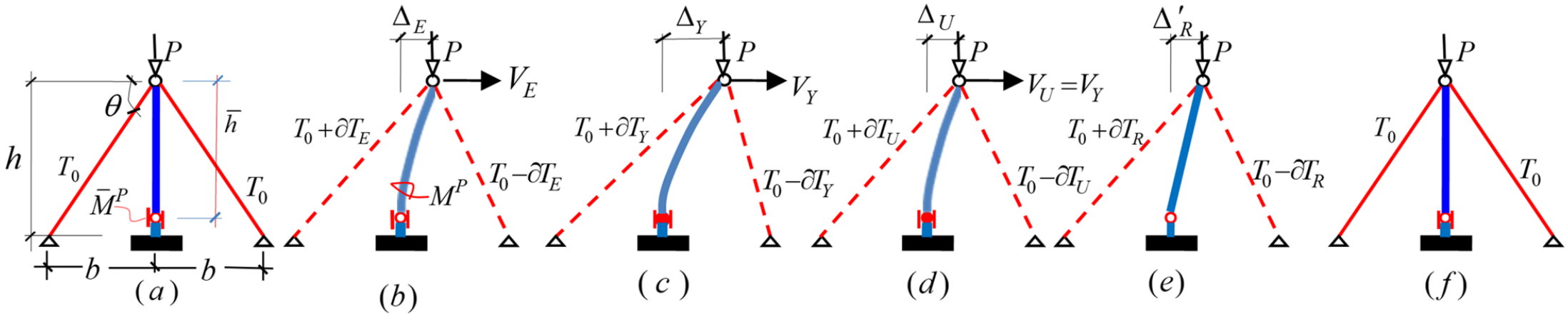
		Target Performance Levels			
		OP	**IO**	**LS**	**CP**
EQ LEVELS	50% in 50 years	*A*	*B*	*C*	*D*
	20% in 50 years	*E*	*F*	*G*	*H*
	10% in 50 years	*I*	*J*	*K*	*L*
	2% in 50 years	*M*	*N*	*O*	*P*

©CTBUH Copyright

- Force-based design requires the specification of initial stiffness of structural members, unless simplified, and outdated height-based formulae for building period are used, as in UBC-97. Even then forces are distributed between structural members on the basis of initial stiffness. This is sometimes taken to be gross stiffness, and sometimes as a reduced stiffness to represent the influence of cracking, in concrete and masonry structures. This implies that the structural stiffness is independent of strength, for a given gross member dimension, and that yield displacement, or yield curvature is directly proportional to strength, as shown in Fig. 5(a). Detailed analyses, and experimental evidence show that this assumption is invalid, in that stiffness is essentially directly proportional to strength, and the yield displacement or curvature is essentially independent of strength, as shown in Fig. 5(b). It has been found possible to express the yield curvature of different reinforced concrete structural members by the following dimensionless relationships (Priestley and Kowalsky, 1998; Priestley, 1998(b)):

Example 4- Symbolic seismically sustainable structure

مثال ۴ – نمونه سازه دوام پذیر لرزه ای

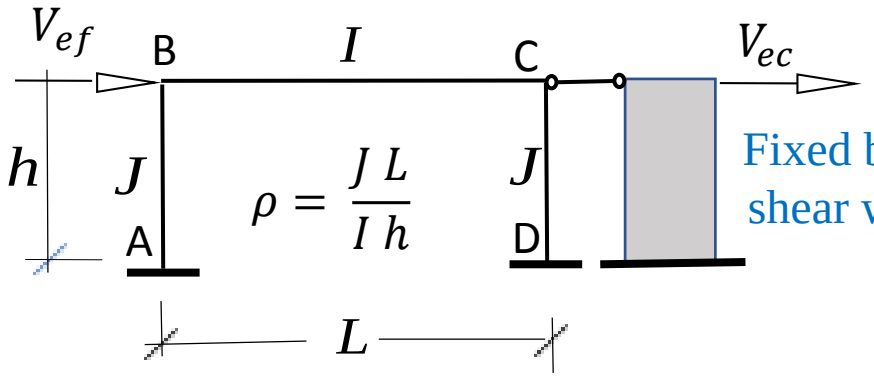


Combined Gravity and earthquake resisting systems failure

Sustainability not feasible/Reparability not foreseen

Example ۵- Conventional dual Moment Frame and analysis (Prescriptive Analysis and design)

مثال ۵ – سیستم دوگانه متداول- روش تحلیل و طراحی تجویزی

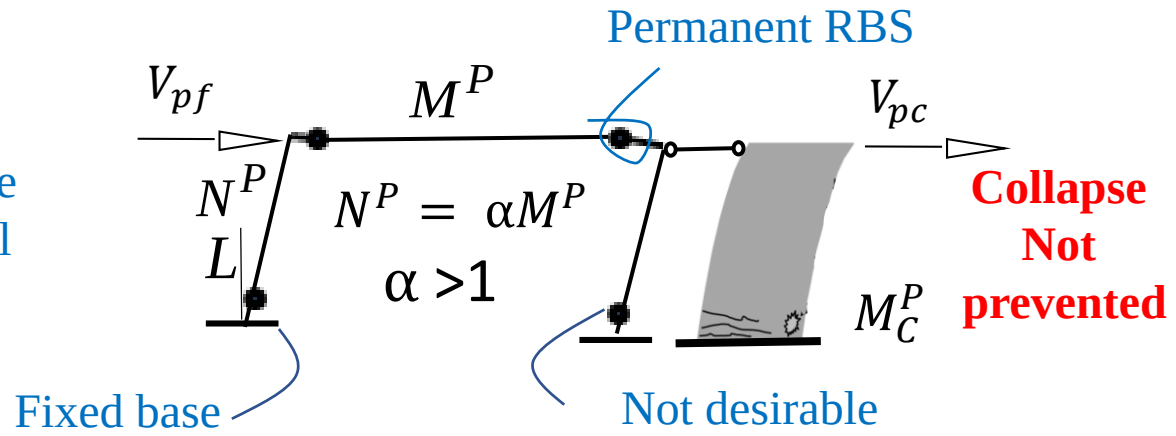


$$M_A = \left[\frac{3K+1}{6K+1}\right] * \left[\frac{V_{ef}h}{2}\right]$$

$$M_B^{-} = \left[\frac{3K}{6K+1}\right] * \left[\frac{V_{ef}h}{2}\right]$$

$$\emptyset_e = \frac{V_{ef}h^2}{12EI}\left[\frac{2\rho+3}{\rho+6}\right]$$

$$V_e = V_{ef} + V_{ec}$$



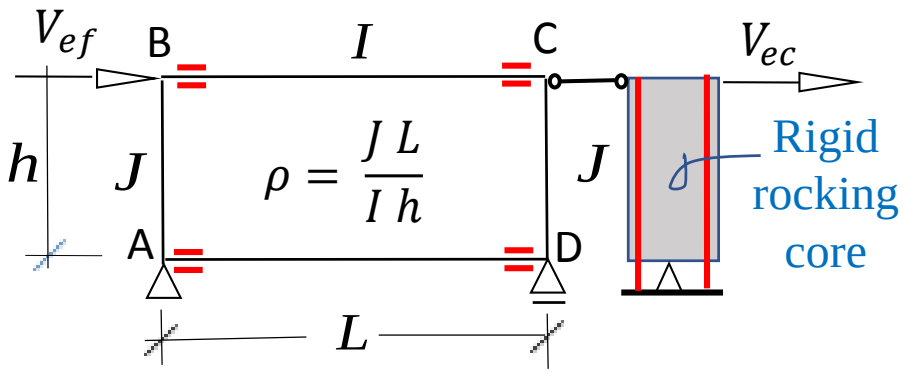
$$M^P = \frac{V_{pc}h}{2(1+\alpha)}$$

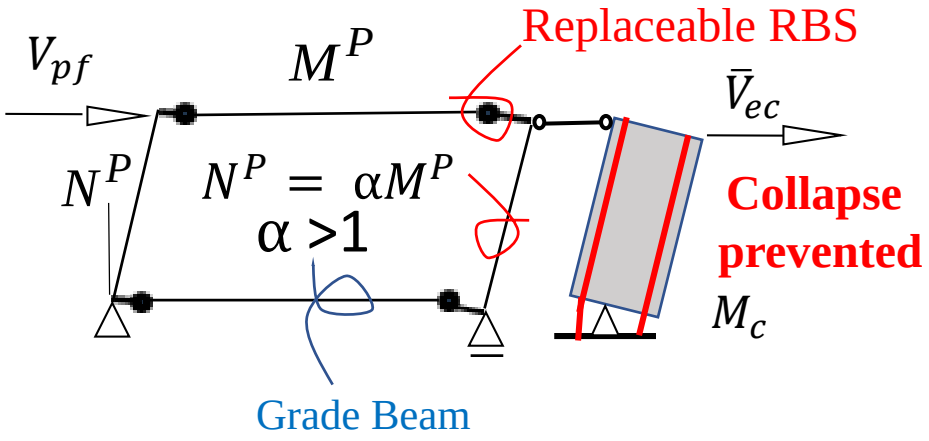
$$\emptyset_p = \frac{V_p h^2}{12EI}\left[\frac{2\alpha-1}{1+\alpha}\right]$$

$$V_p = V_{pf} + V_{pc}$$

Example ۶- Proposed moment frame, Based on Design lead analysis and performance control

مثال ۶ – سیستم پیشنهادی- براساس کنترل عملکرد و تحلیل برمبنای طراحی





$$M_A = M_B = M_C = M_D = \frac{V_{ef}\,h}{4}$$

$$\emptyset_e = \frac{V_{ef}h^2}{24EJ}\,[1+\rho]$$

$$V_e = V_{ef} + V_{ec}$$

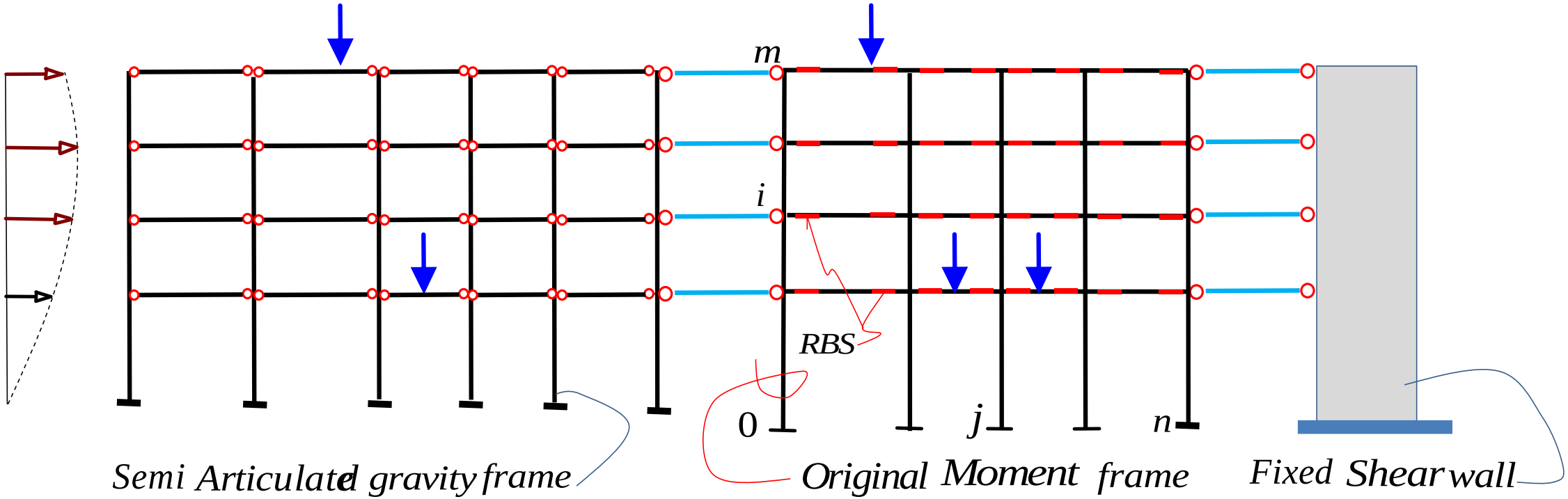
$$M_A^P = M_B^P = M_C^P = M_D^P = \frac{V_{pf}\,h}{4}$$

$$\emptyset_p = \frac{V_{ef}h^2}{24EJ}\,[1+\rho]$$

$$V_p = V_{pf} + \bar{V}_{ec}$$

Difference = No column damage, No beam damage, repairable joint

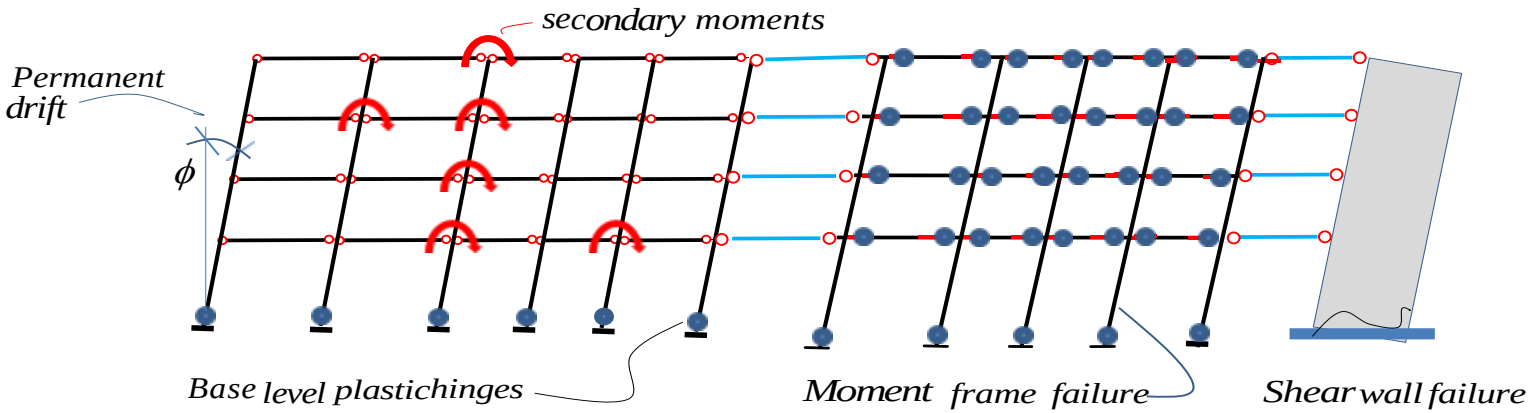
سیستم دوگانه قاب خمشی – دیوار برشی متداول



CONVENTIONAL DUAL SYSTEM

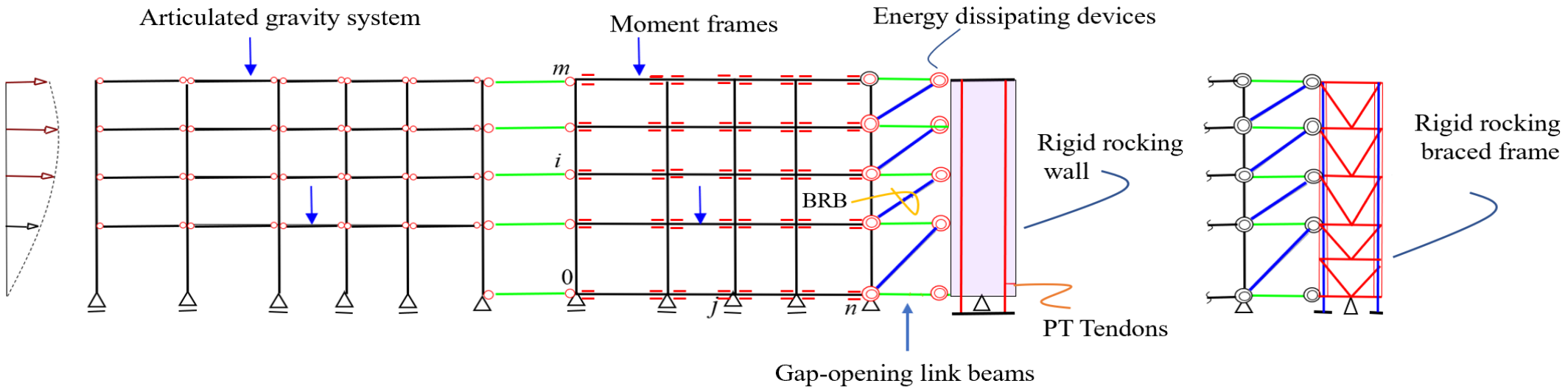
COLLAPSE MODE OF CONVENTIONAL DUAL SYSTEM

گسیختگی سیستم دوگانه قاب خمشی – دیوار برشی متداول



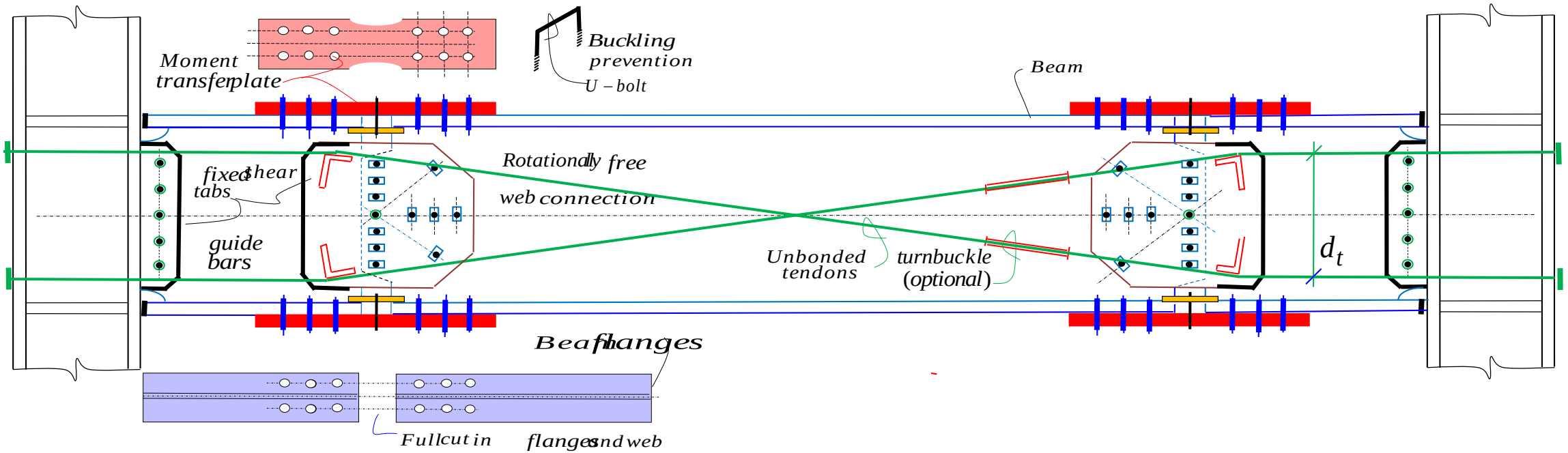
SUSTAINABLE DUAL SYSTEM

سیستم دوگانه دوام پذیر



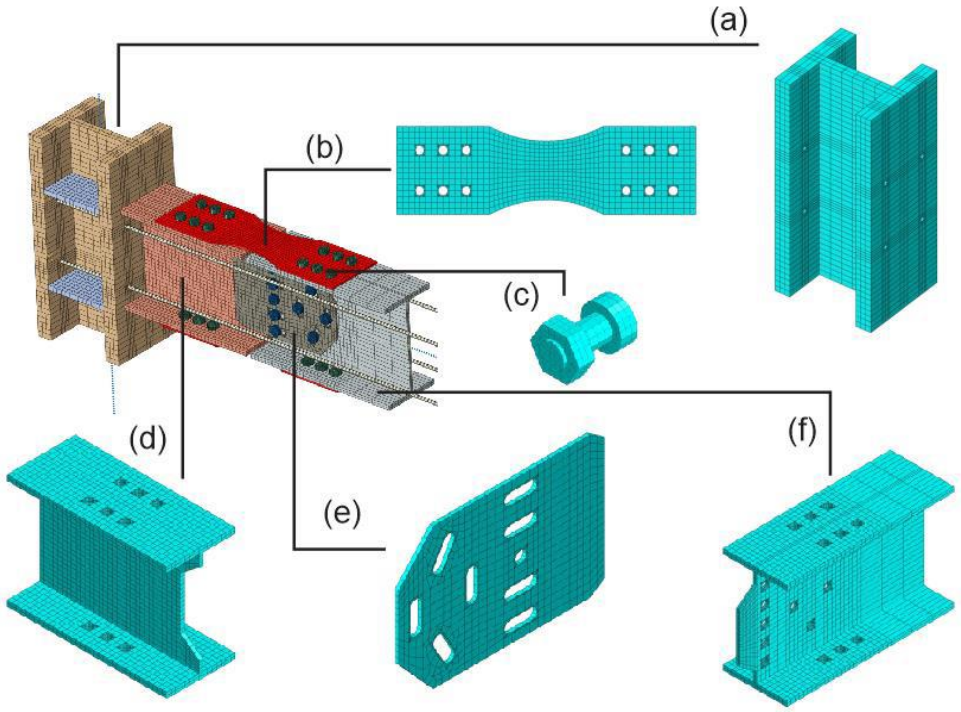
Moment frame beam with replaceable joint and re-centering capabilities

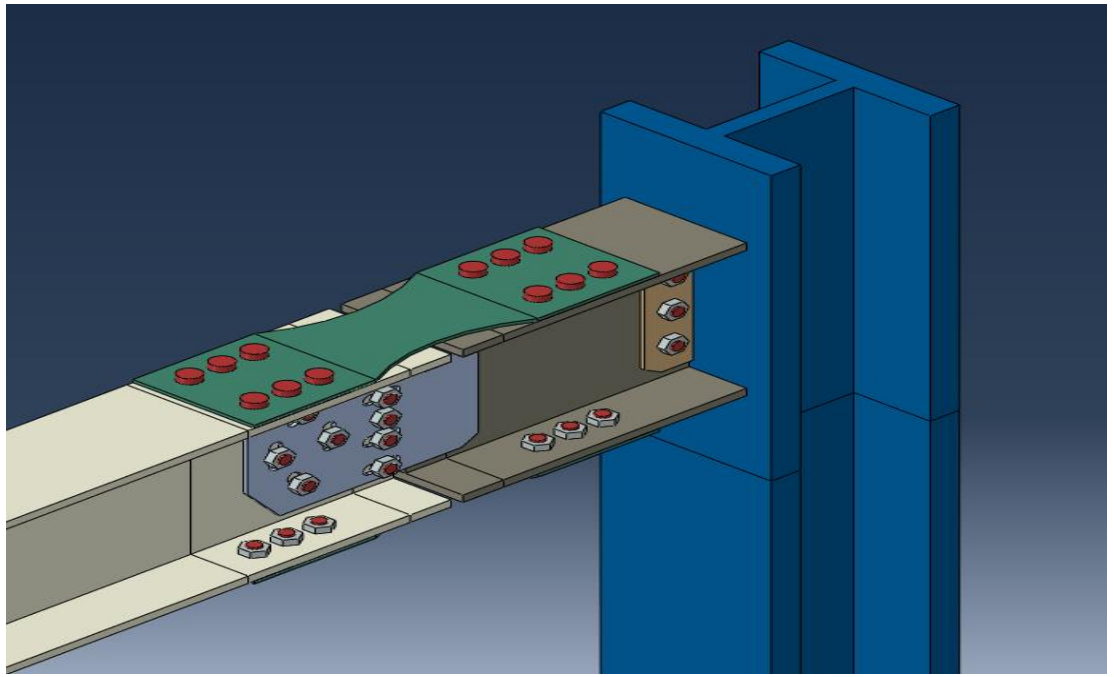
تیرقاب خمشی با مستهلک شونده فولادی وکابل های مرکزگرا



Typical repairable/replaceable joints

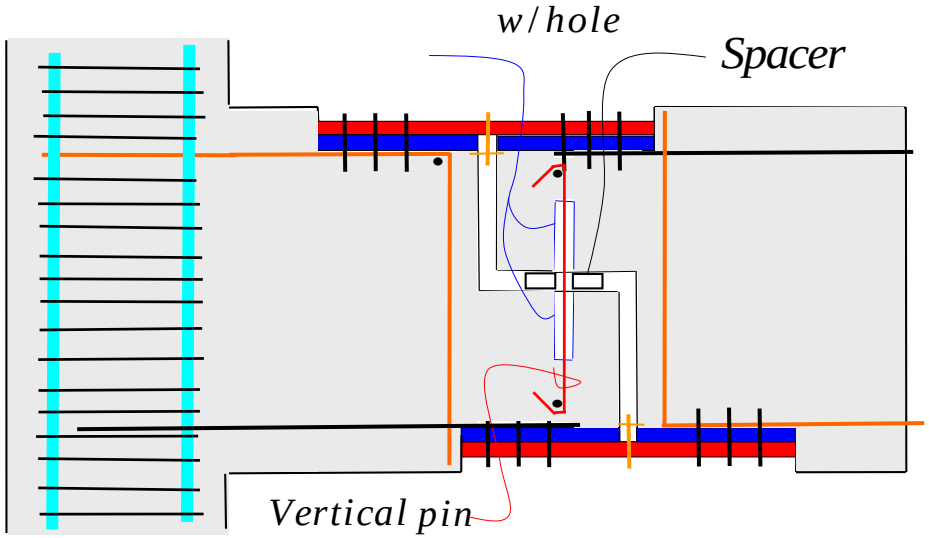
اجزا اتصال خمشی مستهلک شونده فولادی





Energy dissipating replaceable moment connections

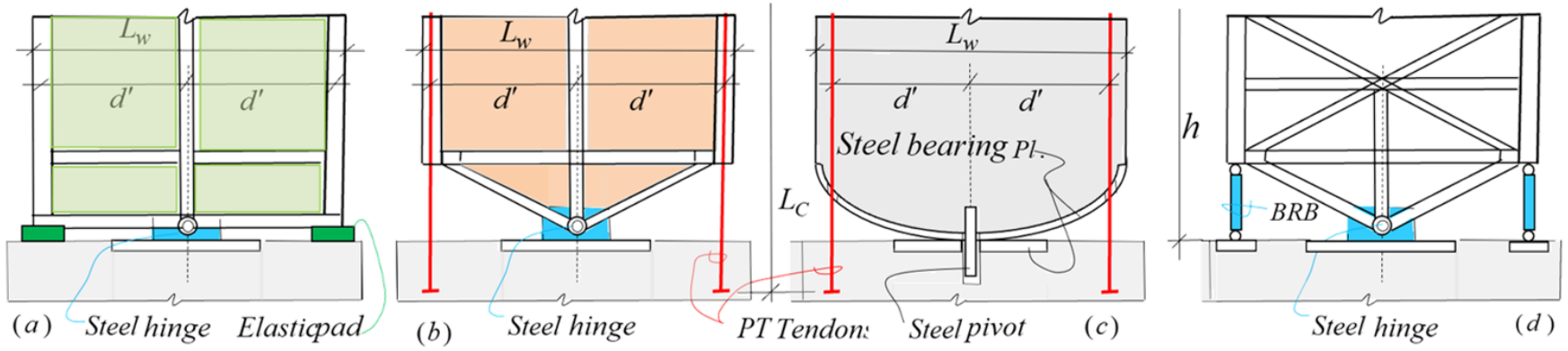
اتصال خمشی مستهلک شونده بتنی

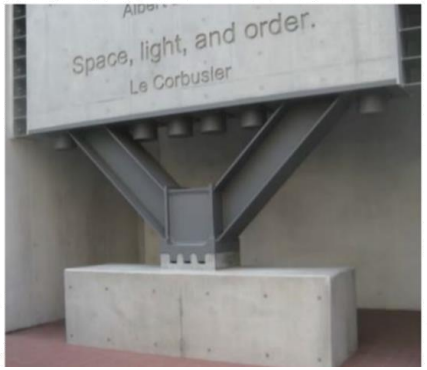


At beam column joint
(Concrete frame)

Types of rocking cores

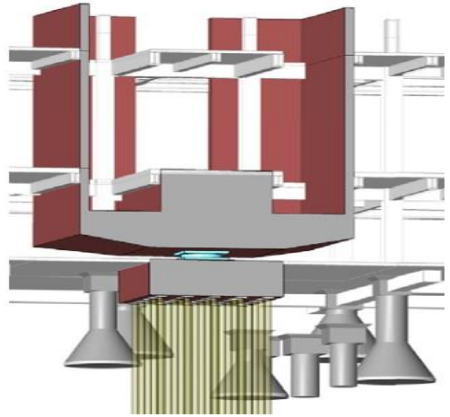
انواع هسته گهواره ای





Japan

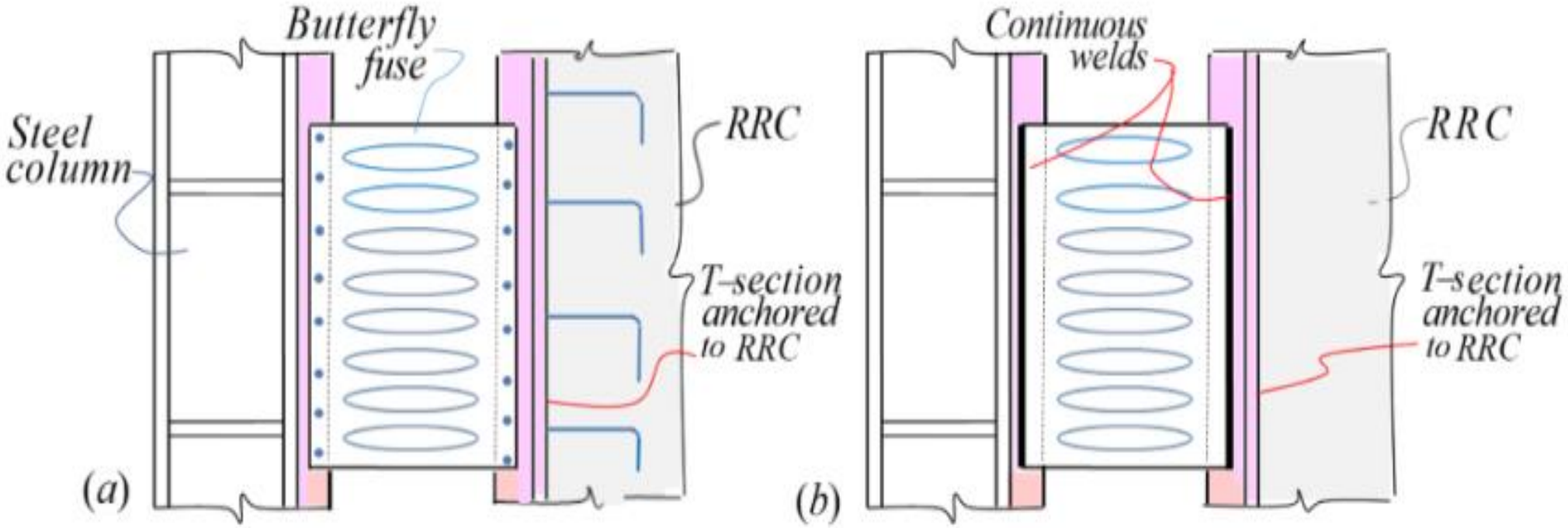
USA



USA

Replaceable Shear fuses

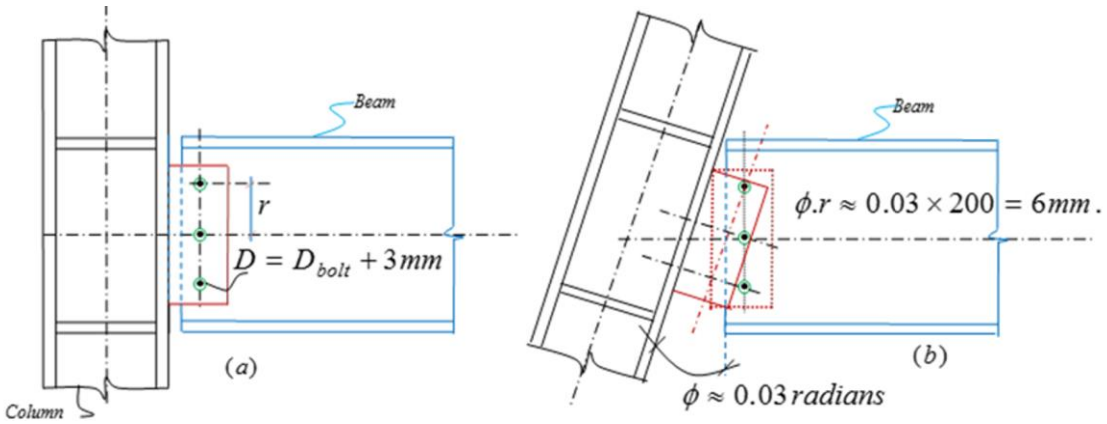
فیوز برشی قابل تعویض



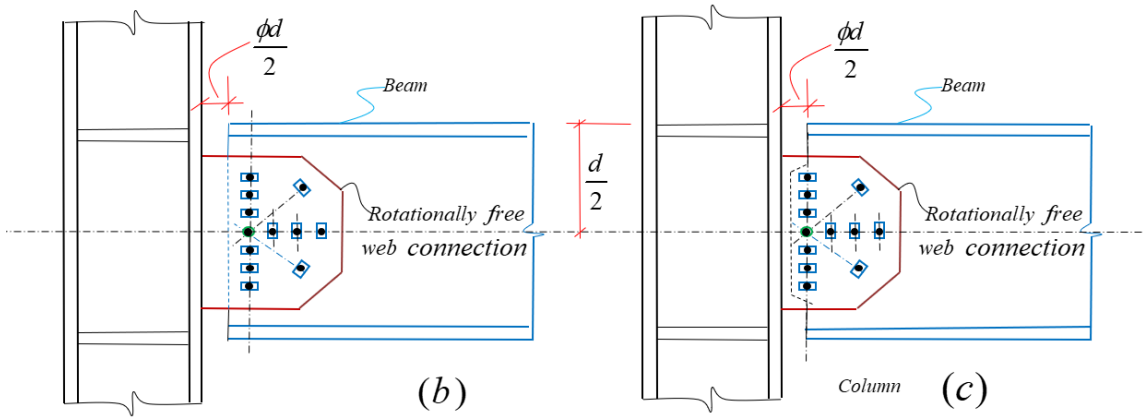
Special Design of Non Earthquake Resisting elements

طراحی اتصالات ساده ثقلی (غیر لرزه ای)

Example 1 : Non moment resisting connections



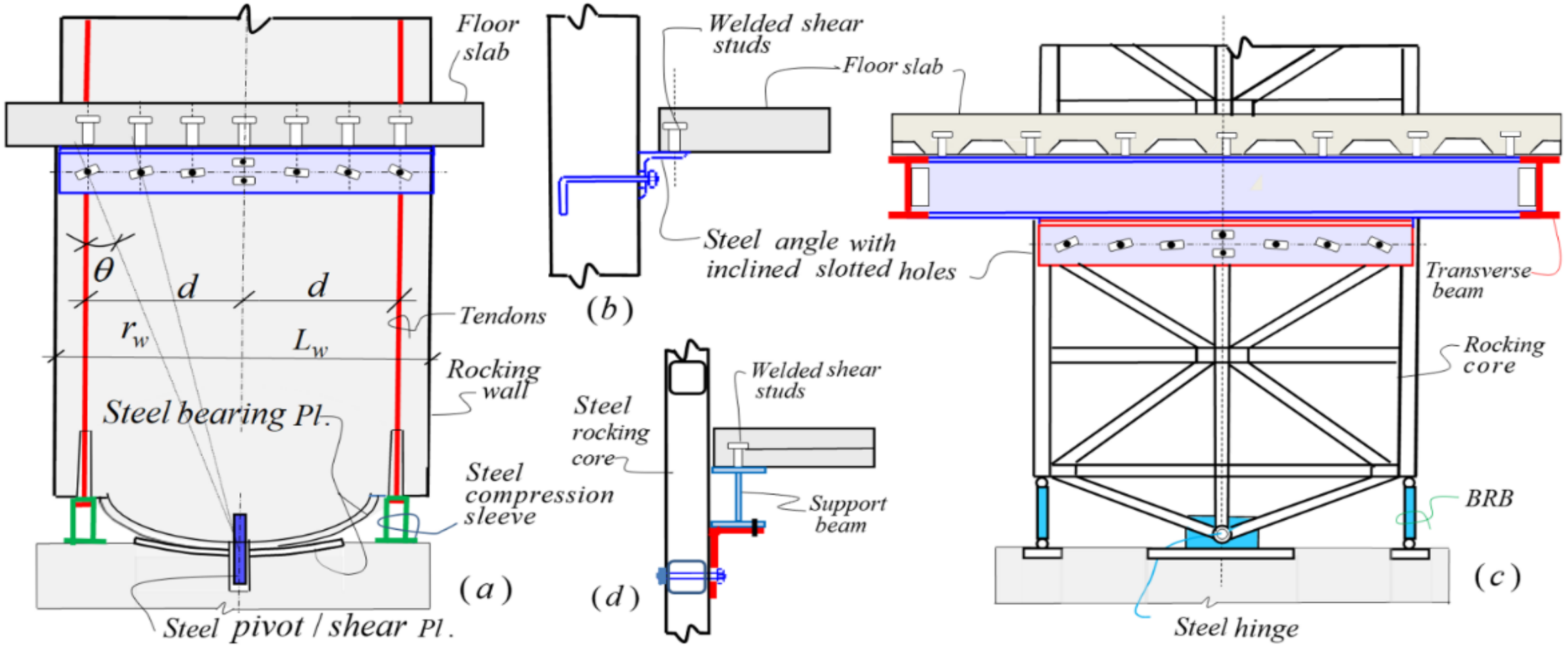
Standard connections



Proposed connections

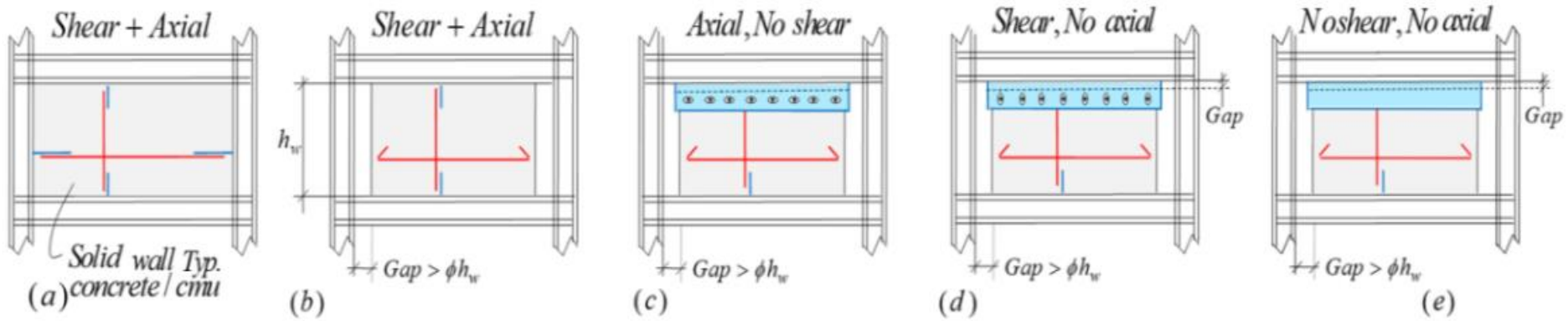
Special Rocking core diaphragm connections

اتصال هسته گهواره ای به کف



Recommended Wall Frame connections

اتصالات دیوارهای میانقاب به قاب خمشی



Walls remain stable during earthquakes

THANK YOU FOR YOUR TIME AND PATIENCE

با سپاس از صبر و شکیبایی شما

DO NOT ASK QUESTIONS I CANNOT ANSWER

لطفاً از پرسیدن سوال های مشکل بپرهیزید.