

ÇELİK BİNALARDA SÜNEKLİK DÜZEYİ YÜKSEK SİSTEMLERDE KOLONLARIN KİRİŞLERDEN DAHA GÜÇLÜ OLMASI KOŞULU

Orhan DOĞAN
İnşaat Mühendisi

ABYYHY 1997 madde 8.3.2.1 e göre çerçeve türü sistemlerde veya perdeli-çerçeveli sistemlerin çerçevelerinde, göz önüne alınan deprem doğrultusunda her bir kolon-kiriş düğüm noktasına birleşen kolonların plastikleşme momentlerinin toplamı, o düğüm noktasına birleşen kirişlerin plastikleşme momentleri toplamından daha büyük olacaktır.(Şekil 8.1)

$$(M_{pa} + M_{pü}) \geq (M_{pi} + M_{pj}) \quad (8.2)$$

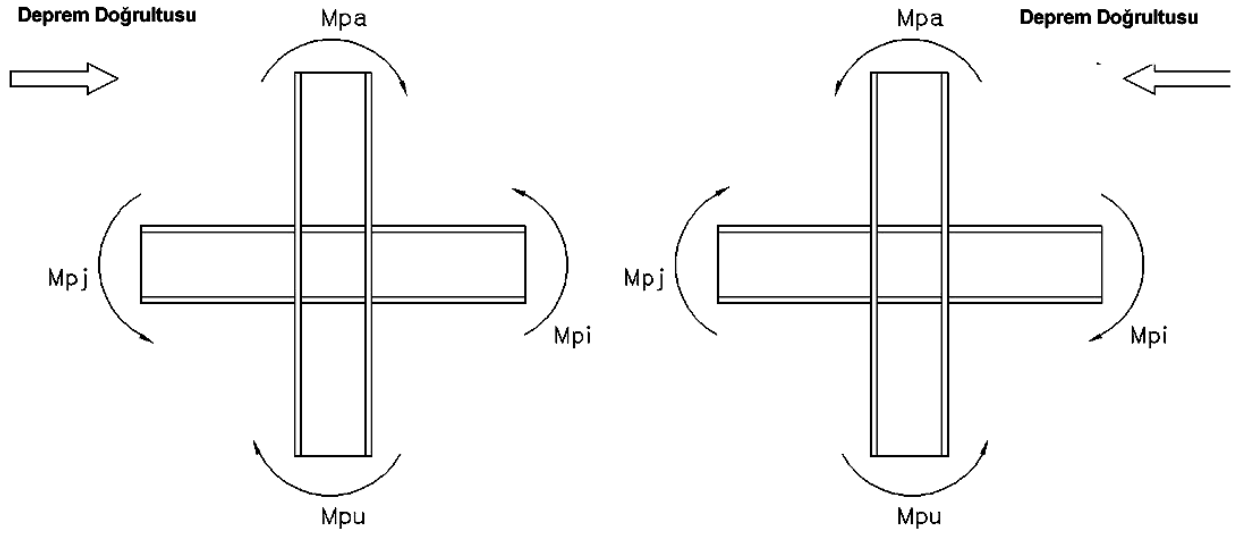
Burada,

M_{pa} = Kolonun alt ucunda hesaplanan plastikleşme momenti

$M_{pü}$ = Kolonun üst ucunda hesaplanan plastikleşme momenti

M_{pi} = Kirişin sol ucu i de hesaplanan pozitif veya negatif plastikleşme momenti

M_{pj} = Kirişin sağ ucu j de hesaplanan pozitif veya negatif plastikleşme momentini ifade etmektedir.



Şekil 8.1

Denklem (8.2), depremin her iki yönü için elverişsiz sonuç verecek şekilde ayrı ayrı uygulanacaktır. Kolon plastikleşme momentlerinin hesabında, depremin yönü ile uyumlu olarak bu momentleri en küçük yapan tasarım aksel kuvvetleri göz önüne alınacaktır.

Tek katlı binalarda ve çok katlı binaların en üst katında düğüm noktalarında Denklem (8.2) nin sağlanıp sağlanmadığına bakılmayacaktır.

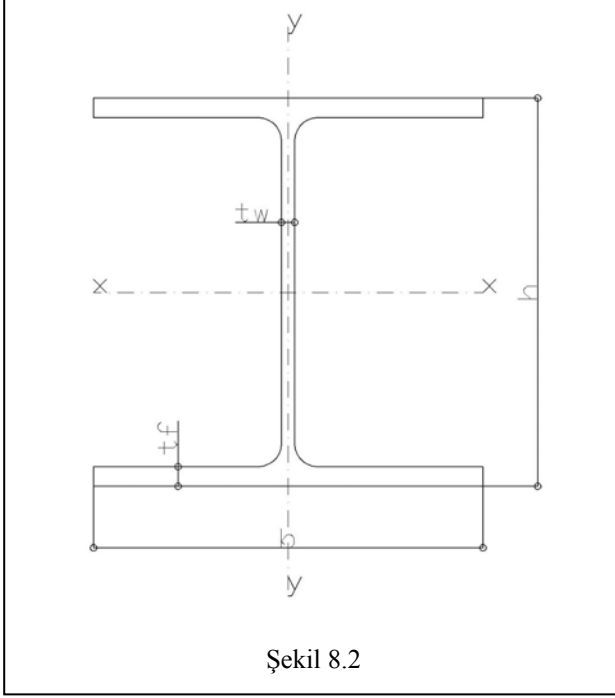
Eğilmenin x-x ya da y-y eksenine göre uygulanmasına bağlı olarak, σ_a akma sınır gerilmesi olmak üzere, bir kesitteki plastikleşme momenti ;

$$M_{px} = \sigma_a W_{px}$$

$$M_{py} = \sigma_a W_{py}$$

şeklindedir.

Kesitin plastik dayanım momenti W_p değeri,



Şekil 8.2

$$W_p = \int_{alan} |y| dA \quad \text{bağıntısından hesaplanır.}$$

Tarafsız eksenin alt ve üstünde kalan kesit statik momentlerinin toplamına eşittir. Çift simetrik kesitlerde $W_{px} = 2S_x$ olur ve Simetrik I kesitli

profiller için S_x yada W_{px} ve W_{py} değerleri profil tablolarından alınabilir.

x-x eksenine göre eğilen çift simetrik I kesitlerde ;

$$W_{px} = bt_f (h - t_f) + \frac{t_w (h - 2t_f)^2}{4}$$

y-y eksenine göre eğilen çift simetrik I kesitlerde ;

$$W_{py} = \frac{t_f b^2}{2} + (h - 2t_f) \frac{t_w^2}{4} \quad \text{şeklindedir.}$$

KESİTLERİN TAŞIMA GÜCÜ

Eksenel Kuvvet (N) Durumu

Bir kesitte yalnız eksenel kuvvet varsa, bu kesittteki eksenel kuvvetin değeri,kesitin aşağıda verilen N_p Plastikleşme Eksenel kuvvetinden fazla olamaz. A çalışan enkesit alanı olmak üzere kesitin Plastikleşme eksenel kuvveti ;

$$N_p = A \sigma_a \quad \text{dır.}$$

Basit Eğilme (M) Durumu

Yalnız eğilme momenti etkisi altındaki bir kesitin Plastikleşme momenti ;

$$M_p = \sigma_a W_p \quad \text{şeklindedir.}$$

Bileşik Eğilme (M+N) Durumu

Bir kesit eksenel kuvvetin yanısıra eğilme momenti etkisine de maruz ise karşılıklı etkileşim söz konusu olur.Aşağıda yalnız çift simetrik I kesitlerin taşıma gücü formülleri verilecektir.

x-x eksenine göre eğilme yapan I kesitlerde

x-x eksenine göre eğilen çift simetrik I kesitlerde (Şekil 8.2),tarafsız eksenin gövdeden veya flanşlar dan birinden geçmesi şeklinde iki durum söz konusudur.

$$A_w = t_w (h - 2t_f) \quad \text{gövde alanı olmak üzere ;}$$

$$0 \leq \frac{|N|}{N_p} \leq \frac{A_w}{A} \quad \text{ise tarafsız eksen gövdeden geçiyor.}$$

Kesitin taşıyabileceği M_u ve N_u kesit zorlarını bağlayan etkileşim eğrisinin denklemi ;

$\frac{M_{ux}}{M_{px}} = 1 - \frac{A^2}{4t_w W_{px}} \left(\frac{N_u}{N_p} \right)^2$ şeklindedir. Bağıntıyı kesitte N aksel kuvveti varken kesitin taşıma

gücü momentini verecek şekilde düzenlersek ;

$$M_{ux} = \left[W_{px} - \frac{A^2}{4t_w} \left(\frac{N_u}{N_p} \right)^2 \right] \sigma_a$$

$1 \geq \frac{|N|}{N_p} > \frac{A_w}{A}$ ise tarafsız eksen flanşlar dan birinden geçiyor. Etkileşim denklemi ;

$$\frac{M_{ux}}{M_{px}} = \frac{A}{2W_{px}} \left(1 - \frac{N_u}{N_p} \right) \left[h - \frac{A}{2b} \left(1 - \frac{N_u}{N_p} \right) \right] \text{ ve kesitin taşıma gücü momenti ;}$$

$$M_{ux} = \frac{A}{2} \left(1 - \frac{N_u}{N_p} \right) \left[h - \frac{A}{2b} \left(1 - \frac{N_u}{N_p} \right) \right] \sigma_a \text{ olur.}$$

y-y eksenine göre eğilme yapan I kesitlerde

$h_w = h - 2t_f$ gövde yüksekliği olmak üzere ;

$0 \leq \frac{|N|}{N_p} \leq \frac{A_w}{A} \frac{h}{h_w}$ ise tarafsız eksen gövde içinde ve kesitin taşıma gücü ;

$$M_{uy} = \left[h \left(\frac{t_w^2}{4} - x_o^2 \right) + 2t_f \left(\frac{b^2}{4} \frac{t_w^2}{4} \right) \right] \sigma_a \quad x_o = \frac{N}{2\sigma_a h} (\leq \frac{t_w}{2} \text{ olmalı})$$

$1 \geq \frac{|N|}{N_p} > \frac{A_w}{A} \frac{h}{h_w}$ ise tarafsız eksen gövde dışında ve kesitin taşıma gücü ;

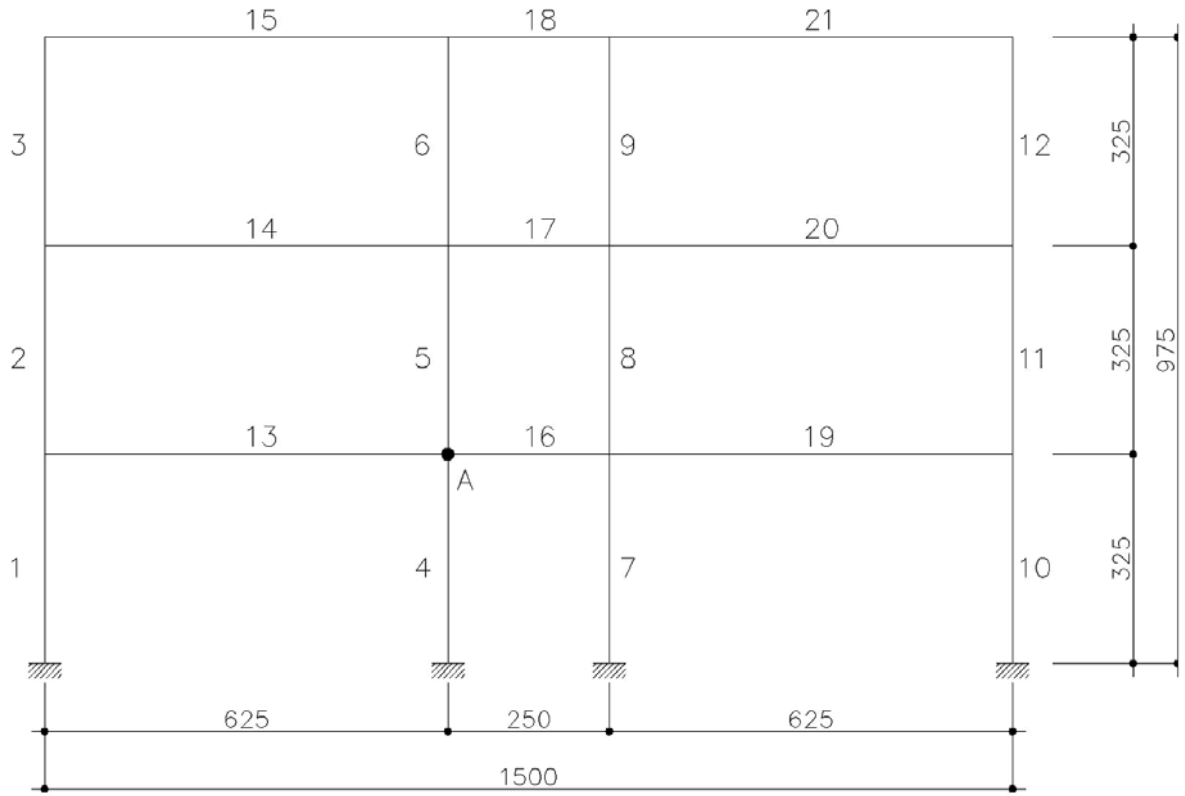
$$M_{uy} = \frac{t_f b^2}{2} \left[1 - \frac{\left(\frac{N}{N_p} - \frac{A_w}{A} \right)^2}{\left(1 - \frac{A_w}{A} \right)^2} \right] \sigma_a \text{ şeklindedir.}$$

M_{ux} = Kesitte N aksel kuvveti varken kesitin x eksenine göre moment taşıma gücü

M_{uy} = Kesitte N aksel kuvveti varken kesitin y eksenine göre moment taşıma gücü

x_o = Tarafsız eksenin kesitin y eksenine mesafesi

Sayısal Örnek : Aşağıda Şekil (8.3) te verilen Kolonları **HE260A**, kirişleri **HE260B** olan Süneklik düzeyi yüksek çelik çerçevenin düşey,hareketli ve deprem yükleri altında statik analizi yapılmış ve çeşitli yük kombinasyonlarına göre A düğüm noktasına birleşen 13,16,4 ve 5 çubuklarına ait kesit tesirleri Tablo (8.1) de verilmiştir.A düğüm noktasında depremin yönü ile uyumlu olarak güçlü kolon kontrolünün yapılması istenmektedir.



Şekil 8.3

COMBO	13 M_{xj} (kNm)	16 M_{xi} (kNm)	5 N_a (kN)	5 M_{xa} (kNm)	4 N_{ii} (kN)	4 M_{xii} (kNm)
G	-66.96	-19.47	-215.15	26.71	-319.33	-20.78
G+Q	-96.84	-28.23	-291.47	38.63	-437.77	-29.98
G+Q+E	-129.84	26.98	-250.74	87.83	-366.15	-68.99
G+Q-E	-63.85	-83.44	-332.21	-10.57	-513.4	9.02
0.9G+E	-93.26	37.69	-152.9	73.24	-213.77	-57.71
0.9G-E	-27.27	-72.73	-234.37	-25.16	-361.02	20.31

Tablo 8.1

Arbed profil tablosundan ;

HE260B

HE260A

$$A = 118.4 \text{ cm}^2$$

$$W_{pxc} = 1283 \text{ cm}^3 \quad W_{pxb} = 919.8 \text{ cm}^3$$

$$b = 26 \text{ cm}$$

$$h = 26 \text{ cm}$$

$$t_w = 1 \text{ cm}$$

$$t_f = 1.75 \text{ cm}$$

Kirişin Plastikleşme Momenti :

13 nolu kirişin j ve 16 nolu kirişin i ucunda plastikleşme momentleri ;

$$M_{pxi} = M_{pxj} = \sigma_a W_{pxb} = 24 * 919.8 = 22075 \text{ kNcm}$$

Kolonun Plastikleşme Momenti :

Plastikleşme Normal Kuvveti ,

$$N_p = \sigma_a A = 24 * 118.4 = 2842 \text{ kN}$$

$$h_w = h - 2t_f = 26 - 2 * 1.75 = 22.5 \text{ cm}$$

$$A_w = h_w * t_w = 22.5 * 1 = 22.5 \text{ cm}^2$$

Kolon Plastikleşme momentini en büyük yapan yük G+Q-E kombinasyonudur.Çünkü en büyük Normal kuvvet bu yük kombinasyonundan dolayı oluşmuştur.Aşağıda sadece G+Q-E yük kombinasyonu için 4 ve 5 nolu kolonların Plastikleşme momentleri bulunacak,diğer kombinasyonlar için bulunan plastikleşme momentleri Tablo (8.2) de verilmiştir.

5 nolu kolonun alt ucunda N=215.15 kN ;

$$\frac{|N|}{N_p} = \frac{332.21}{2842} = 0.117 \quad \frac{A_w}{A} = \frac{22.5}{118.4} = 0.19$$

$$\frac{|N|}{N_p} \leq \frac{A_w}{A} \quad \text{olduğundan ; (tarafsız eksen kesit gövdesinden geçiyor)}$$

$$M_{ux} = \left[W_{pxc} - \frac{A^2}{4t_w} \left(\frac{N}{N_p} \right)^2 \right] \sigma_a = \left[1283 - \frac{(118.4)^2}{4 * 1} \left(\frac{332.21}{2842} \right)^2 \right] 24 = 29640 \text{ kNcm}$$

4 nolu kolonun üst ucunda N=513.4 kN ;

$$\frac{|N|}{N_p} = \frac{513.4}{2842} = 0.181 \quad \frac{A_w}{A} = 0.19 \quad \frac{|N|}{N_p} \leq \frac{A_w}{A} \quad \text{ve ;}$$

$$M_{ux} = \left[1283 - \frac{(118.4)^2}{4 * 1} \left(\frac{513.4}{2842} \right)^2 \right] 24 = 28050 \text{ kNcm}$$

$$(M_{pa} + M_{pi}) \geq (M_{pi} + M_{pj}) \quad (8.2)$$

$$(296.4 + 280.5) \geq (220.75 + 220.75)$$

$$(579.9 \text{ kNm}) \geq (441.5 \text{ kNm}) \quad \text{olduğundan A}$$

noktasına birleşen kolonların kirişlerden daha güçlü olması koşulu sağlanmıştır.

Kaynaklar :

1-Prof.Dr.Hilmi DEREN,Prof.Dr.Erdoğan

UZGİDER,Doç.Dr.Filiz PİROĞLU-Çelik Yapılar

2- Prof.Dr.Tevfik Seno ARDA, Prof.Dr.Erdoğan

UZGİDER-Çelik Yapılarda Taşıma Gücü

3-TS 4561 Çelik Yapıların Plastik Teoriye Göre Hesap

Kuralları

4-Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik

COMBO	Eleman	N(kN)	N / N _p	M _{ux} (kNm)
G+Q+E	5	250.74	0.088	301.75
G+Q+E	4	366.15	0.129	293.95
G+Q-E	5	332.21	0.117	296.4
G+Q-E	4	513.4	0.181	280.5
0.9G+E	5	152.9	0.054	305.5
0.9G+E	4	213.77	0.075	303.15
0.9G-E	5	234.57	0.083	302.2
0.9G-E	4	361.02	0.127	588.7

Tablo 8.2