

# Kapalı Çerçevelerin Panel Metodu ile Analizi

Çeviren :  
Dincer AKYALI  
Yük. Müh.

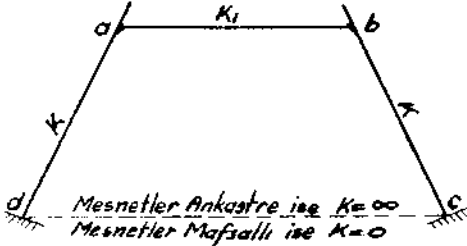
## 2. BÖLÜM

○

Bundan evvelki yazımızda metodu genel olarak izah etmiş ve bir de misal vermiştik. Bu yazımızda panel ve mesnet şekilleri ile ilgili bazı özel durumlara temas edeceğiz.

**Çerçevenin mesnetlerde «Ankastre» olması hali:**

Eğer çerçeve mesnetlerde ankastre ise (Şekil 6'daki gibi) çözüme (d) ve (c) mesnetleri arasında  $K = 1/L$  değeri (sonsuz) olan bir çubuk varmış farzedilerek başlanır ve böylece dc çubuğu fiktif olan bu panel için  $S = \frac{K}{K_2} = 0$  alınarak çözülme devam edilir.



(Şekil : 7)

**Çerçevenin mesnetlerde «Mafsallı» olması hali:**

Eğer çerçeve (c) ve (d) noktalarında mafsallı ise (Şekil 6) (d) ile (c) arasında  $K = 1/L$  değeri (0) olan bir (dc) çubuğunun var olduğu farzedilir ve bu panel için  $S = \frac{K}{K_2} = \infty$  alınır. «Ön momentleri» veren denklemler de şu şekli alırlar:

$$M'_{ad} = M'_{bc} = \frac{\alpha \cdot M - V.L}{2} \cdot \lim_{s \rightarrow \infty} \frac{[(3 + 2/s) + 1 + \alpha]}{\frac{6 + r + 2\alpha^2 + 6\alpha}{S} + 1 + 2\alpha + \alpha^2}$$

$$= \frac{\alpha \cdot M - V.L}{2} \cdot \left[ \frac{1 + \alpha}{1} \right] \quad (5 a)$$

$$M'_{ad} = M'_{bc} = \frac{\alpha \cdot M - V.L}{2} \cdot \lim_{s \rightarrow \infty} \frac{(3 + r + \alpha)/s}{\frac{6 + r + 2\alpha^2 + 6\alpha}{S} + 1 + 2\alpha + \alpha^2}$$

$$= 0 \quad (5 b)$$

Bu (5) No. lu denklemler (1) Nolu denklemlerin pay ve paydalarının (S) ile bölünmesiyle elde edilmiştir. (3) Nolu denklemlerin pay ve paydaları

nın (S) ile bölünmesiyle ( $M_1$ ) den mütevellit «tashi momentleri» nin (O) olduğu kolayca görülebilir.

**Üçgen Panellerdeki Momentler:** ( $\alpha = \infty$ )

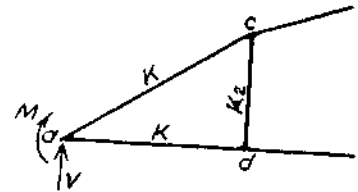
Bir çok Vierendeel kirişlerinde uç panellerin şekil (8) de görüldüğü gibi üçgen şeklinde olması arzu edilir.

Böyle bir uç panel için :

$h_1 = 0$ ,  $\alpha = \frac{h_2 - h_1}{h_1} = \infty$  olur. Bu durumda «ön moment» derleri aşağıdaki eşitliklerle elde edilir:

$$M'_{ac} = M'_{bd} = \lim_{\alpha \rightarrow \infty} \frac{\frac{M}{2} \left[ \frac{3 + s}{\alpha} + 2 + s \right] - \frac{V.L}{2} \cdot \left[ \frac{3 + s}{\alpha^2} + \frac{2 + s}{\alpha} \right]}{\frac{6 + r + s}{\alpha^2} + \frac{2s + 6}{\alpha} + 2 + s} = \frac{M}{2} \quad (6 a)$$

$$M'_{ca} = M'_{db} = \lim_{\alpha \rightarrow \infty} \frac{\left[ \frac{3 + r}{\alpha} + 1 \right] - \frac{V.L}{2}}{\frac{6 + r + s}{\alpha^2} + \frac{2s + 6}{\alpha} + 2 + s} = \frac{M}{2} \cdot \left( \frac{1}{2 + s} \right) \quad (6 b)$$



(Şekil: 8) Üçgen panel

(6) Nolu eşitliklerdeki değerler (1) Nolu denklemlerin pay ve paydalarının ( $\alpha$  2) ile bölünmesiyle elde edilmiştir. «Tashi momentleri» nin değerlerini veren eşitlikler ise aşağıdaki gibi elde edilirler :

$$M'''_{av} = M'''_{ad} = \lim_{\alpha \rightarrow \infty} \frac{s(1 + \alpha)/\alpha^2}{D/\alpha^2} \cdot M_2 = 0 \quad (7a)$$

$$M'''_{ca} = M'''_{da} = \lim_{\alpha \rightarrow \infty} \frac{s[(1/\alpha) + 1]^2}{D/\alpha^2} \cdot M_2 =$$

$$\left( \frac{s}{2 + s} \right) M_2 \quad (7b)$$

Misal 2 — (Şekil 9) da görülen çok katlı çerçevede momentlerin Panel metodu ile tayini istensin. Böyle bir yapıda panel üst ve alt başlıkları (ki burada kolonlar) paralel olduklarından bütün ( $\alpha$ ) değerleri sıfırdır.

Her panel için ön momentlerin ve lüzumlu faktörlerin hesaplanması :

1. Panel : (1. Kat.)

$$r = \frac{K}{K_1} = \frac{12}{14} = 0.86$$

$$s = \frac{K}{K_2} = \frac{12}{0} = \infty$$

$$\alpha = 0$$

(5a) ve (5b) nolu denklemlerden :

$$M'_{ab} = M'_{ba} = 0$$

$$M'_{ba} = M'_{ba} = - \frac{V.L}{2} = - \frac{(9) \times (4.80)}{2} = - 21.60 \text{ tm.}$$

2. Panel (2. Kat.)

$$r = \frac{10}{8} = 1.25$$

$$s = \frac{10}{14} = 0.714$$

$$D = 6 + r + s = 6 + 1.25 + 0.714 = 7.964$$

(1) Numaralı denklemden: ( $\alpha = 0$ )

$$M'_{ba} = - \frac{V.L}{2.D} \cdot (3 + r) = - \frac{(5.4 \times (3.60))}{(2) \times (7.96)} \times (4.25) = - 5.19 \text{ tm.}$$

$$M'_{ab} = - \frac{V.L}{2.D} \cdot (3 + s) = - \frac{(5.4) \times (3.60)}{(2) \times (7.96)} \times (3.71) = - 4.53 \text{ tm.}$$

3. Panel: (3. Kat.)

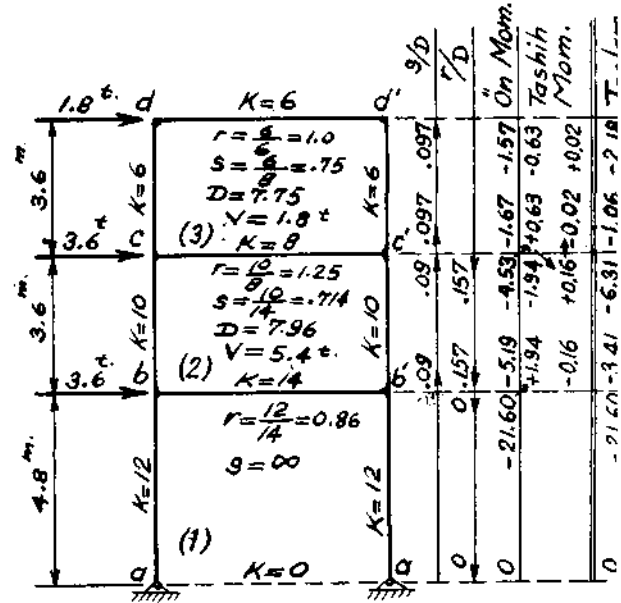
$$r = \frac{6}{6} = 1.00$$

$$s = \frac{6}{8} = 0.75$$

$$D = 7.75$$

$$M'_{ad} = - \frac{(1.8) \times (3.60)}{(2) \times (7.75)} \times (3 + 1) = - 1.67$$

$$M'_{da} = - \frac{(1.8) \times (3.60)}{(2) \times (7.75)} \times (3 + 0.75) = - 1.57$$



(Şekil: 9)

Paneller arası mütamadilikten ötürü hesabı hali gereken taşıh momentlerinin tayininde k nılan düzeltme faktörlerinin hesabı :

1. Panel : ( $s = \infty$ )

$$\frac{r}{D} = \frac{r}{6 + r + s} = \frac{r/s}{[(6 + r)/s] + 1} = 0 \text{ olduğu}$$

1. panelde düzeltmeye ihtiyaç yoktur.

2. Panel :

$$\frac{s}{D} = \frac{0.714}{7.96} = 0.09$$

$$\frac{r}{D} = \frac{1.25}{7.96} = 0.157$$

3. Panel :

$$\frac{s}{D} = \frac{0.75}{7.75} = 0.097$$

Ön momentler ve düzeltme faktörleri şekil rinde kaydedilmiştir. (Şekil: 9). Bundan sonra gösterilen yön ve sırada yapılan düzeltmeler aynı şekil üzerinde gösterilmiştir.

Önce 1. Paneldeki — (21.60) tm. lik uç momentinden mütevellit 2. Paneldeki tashih momentleri hesaplanmalıdır. Zira burada gereken düzeltme en büyüktür.

Bu tashih momentleri şunlardır :

$$M''_{hc} = - (-21.60) \cdot \left( \frac{S}{D} \right) = - (-21.60).$$

$$(0.09) = 1.944$$

$$M''_{ch} = (-21.60), \left( \frac{S}{D} \right) = (-21.60), (0.09) \\ = -1.944$$

Yukarıda görüldüğü gibi, uzak uçtaki tashih momenti, tesir eden momentin işaretini alır. Yakın uçtaki tashih momenti ise tesir eden moment ile ters işaretlidir.

Bu tashih momentleri 2. paneldeki momentlere ilâve edildikten sonra Panel 3 deki düzeltmeler yapılmıştır.

3. Paneldeki düzeltmelere esas olan tesirli moment toplamı; — 4.530 — 1.944 = — 6.474 tm. dir. Buna göre «Tashih momentleri»:

$$M''_{cd} = - (-6.474) \cdot (0.097) = + 0.628$$

$$M''_{dc} = -(6.474) - (0.097) = -0.628$$

3. Panelde yapılan bu düzeltmelerden sonra bu paneldeki toplam momentlere ( $-1.670 + 0.628 = -1.042$ ) göre 2. Panelde yapılması gereken düzeltmelere geçilir. Bu düzeltmeler:

$$M'''_{b_r} = (-1.042), \left(\frac{r}{D}\right) = (-1.042), (0.157) \\ = -0.164$$

$$M'''_{cb} = -(-1.042) \cdot (0.157) = +0.164$$

Bu düzeltmelerden sonra 2. Paneldeki + 0.164 tm. lik ilâve moment için 3. panelde lüzumlu düzeltmeler yapılır. Buradan bulunacak tashihi momentleri :

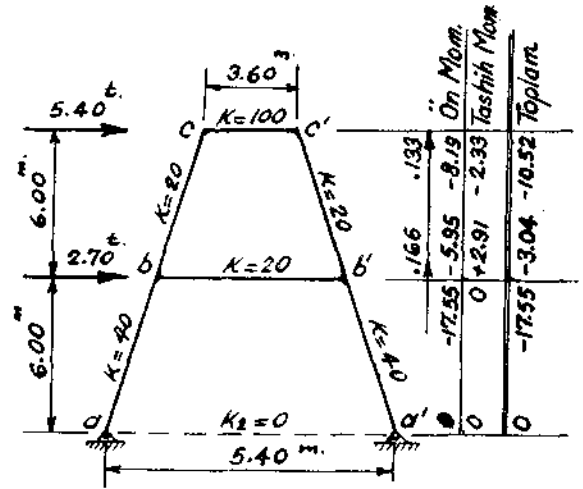
$$M''_{red} = -(0.164), (0.097) = -0.016$$

$$M''_{dc} = (0.164), (0.097) = + 0.016$$

Bundan sonra elde edilecek tashih momentleri ihmal edilebilir mertebede küçük olduklarından çözüme burada son verilmiştir. Toplam sırasındaki değerler aranan «hakiki moment» değerleridir.

(Şekil: 9)

Misal 3 – (Şekil 10) da görülen 2 katlı çerçeve, de momentlerin panel metodu ile tayini istensin. Burada mesnetler mafsallı olduğundan (a) ve (a') mesnetleri arasında  $K = 0$  değerini haiz fiktif bir aa' cubuğunun mevcut olduğu kabul edilecektir.



(Şekil: 10)

Katsayıların ve ön momentlerin tayıni:

**Üst Panel :**

$$r = \frac{20}{100} = 0.2$$

$$S = \frac{20}{20} = 1.00$$

$$\alpha = \frac{4.50 - 3.60}{3.60} = 0.25$$

$$D = 6 + 0.2 + 1.0 + 0.25(0.5 + 0.25) = 2.0 + 6.0 = 9.4$$

$$\begin{aligned} D &= 9.4 \\ V &= 5.40 \text{ ton.} \\ M &= 0 \end{aligned}$$

Geçen yazımızda verilen (1) numaralı denklemlerden Ön momentler:

$$M'_{ch} = \frac{0-(5.40) \cdot (6.00)}{(2) \cdot (9.4)} \left[ 3 + 1.0 + 0.25 (2 + 1.0) \right]$$

$$= \frac{0-(5.40) \cdot (6.00)}{(2) \cdot (9.4)} \cdot (4.75) = -8.19 \text{ tm.}$$

$$M'_{bc} = \frac{0-(5.40) \cdot (6.00)}{(2) \cdot (9.4)} \cdot (3 + r + \alpha) =$$

$$= \frac{0-(5.40) \cdot (6.00)}{(2) \cdot (9.4)} \cdot (3 + 0.2 + 0.25) = -5.95 \text{ tm.}$$

Düzeltilme faktörleri: (Önceki yazımızdaki 4 numaralı denklemlerden)

$$\frac{s(1 + \alpha)}{D} = \frac{1.0(1 + 0.25)}{9.4} = 0.133$$

$$\frac{s(1+\alpha)^2}{D} = -(0.133) \cdot (1+0.25) = -0.166$$

Alt Panel :

$$\alpha = \frac{5.40 - 4.50}{4.50} = 0.20$$

$$M = (5.40) \cdot (6.00) = 32.4 \text{ tm.}$$

$$V = 8.10 \text{ ton.}$$

(5) numaralı denklemlerden :

$$M'_{ba} = \frac{\left[ (0.2) \cdot (32.4) - (8.10) \cdot (6.00) \right]}{1} = -17.55$$

$$M'_{ab} = 0$$

Burada alt Panel için düzeltme faktörlerinin değerleri sıfırdır.

Düzeltilmeler (Şekil: 10) da oklarla gösterildiği gibi yalnız üst paneldedir. Alt paneldeki (— 17.55)

tm. lik momentten dolayı üst panelde yapılması ; reken bu düzeltilmeler şunlardır :

$$M''_{ab} = (1 - 17.55) \cdot (0.133) = -2.334$$

$$M''_{ba} = -(-17.55) \cdot (0.166) = +2.913$$

Böylelikle üst paneldeki hakiki moment değerleri;

$$M'_{ab} = -8.19 - 2.33 = -10.52 \text{ tm.}$$

$$M'_{ba} = -5.95 \pm 2.91 = -3.04 \text{ tm. bulunur}$$

Alt paneldeki hakiki momentler ise ön momentlere eşit olup değerleri (0) ve (— 17.55) tm. d (Şekil: 10)

Not: Bu yazının 1. Bölümü daha önce yayınlamıştır.

○

## TÜRKİYE MÜHENDİSLİK HABERLERİ

İNŞAAT VE MÜHENDİSLİK MEVZUUNDA  
TEKNİK MAKALE, HABER VE İŞ İLÂNLARI  
İLE SİZLERİ TATMİN EDEBİLECEK VE  
İHTİYAÇLARINIZA CEVAP VEREBİLECEK  
M E C M U A D İ R.

Atatürk Bulvarı Ökmen Apt. No. 86/10 Ankara - Yenışehir Tel: 12 13 69