BASİT EĞİLMEĞE MARUZ BİR TARAFI TABLALI ⅂ ŞEKLİNDEKİ BETONARME KİRİŞLERİN DAKİK HESABI

Yazan :
Aram MANAVYAN
Yük. Müh.

O

Basit eğilmeğe maruz bir tarafı tablalı, kesiti ⅂ şeklindeki betonarme kirişlerin hesabı, bilindiği gibi, dikdörtgen kesitli veya iki tarafı simetrik tablalı kirişlere ait formüllerle hesap edilir. Bu formüler, kesiti, dış kuvvetler doğrultusuna nazaran, simetrik olan şekillere ait, iç kuvvetlerin denge denklemlerinden elde edilen formülerdir.

Bir tarafı tablalı, kesiti ⅂ şeklindeki betonarme kirişlerin bu formülerle hesabı, ilk nazarda, her ne kadar, doğru olmıyacağı kanaatini hâsıl ederse de, Prof. Moerch ve sair mütehasısların serdettikleri görüş ve mütalealara binaen bir taraftaki tablayı teşkil eden plâkın mevcudiyetinden umumiyetle husule gelen yatay tesir veya aksitesir neticesinde dış kuvvetlerin doğrultusu eğik bir vaziyet alacağından, iç kuvvetlerin tarafsız ekseni tablaya paralel veya ona yakın bir vaziyet alacağı için, şimdiye kadar bu nevi simetrik olmıyan ⅂ şeklindeki kesitlere tatbik edilegelmekte olan, dikdörtgen veya simetrik tablalı kirişlere ait formüllerin kullanılmasında büyük bir mahzur görülmemektedir.

Ancak bu gibi simetrik olmıyan bir tarafı tablalı ⅂ şeklindeki kesitte, yatay tesirlerin mevcut olmadığı veya genel olarak tarafsız eksenin yatay veya tablaya paralel olamıyacağı hallerde, dış tesirlerle iç kuvvetlere ait denge denklem takımı yardımı ile elde edilecek formüllerle yapılacak hesap bittabi doğru ve dakik olacaktır.

Burada ⅂ şeklindeki kesitin tablası yatay ve dış kuvvetler doğrultusu düşey olduğuna nazaran dakik ve doğru hesap için lüzumlu, formülleri elde edip, bunlarla bulunacak neticeleri, pratikte kullanılan formüllerin vereceği neticelerle mukayese edelim.

Bunun için (ox, oy $= \hat{A}$) koordinat eksenlerine nazaran lâlettayin bir kesitin, alanı $= F$, ox ve oy eksenlerine nazaran statik momentleri S_x ve S_y, atalet momentleri $= I_x$, I_y, C_{xy} ile ifade edilen kesitin geometrik miktarlarile, dış tesirleri ifade eden x ve y doğrultudaki M_x ve M_y eğilme momentleri arasındaki,

GENEL DENGE DENKLEM TAKIMI,

$$\frac{M_x \cdot \sin A}{G_o} + \frac{1}{y} \cdot I_x + \frac{1}{b} \cdot C_{xy} - S_x \cdot \sin A = O$$

$$\frac{M_y \cdot \sin A}{G_o} + \frac{1}{y} \cdot C_{xy} + \frac{1}{b} \cdot I_y - S_y \cdot \sin A = O$$

$$\frac{1}{y} \cdot S_x + \frac{1}{b} \cdot S_y - F \cdot \sin A = O$$

ile Hooke, Navier - Bernoulli kabullerini ifade eden,

$$\frac{G_a}{n\left(\frac{y_a}{b} + \frac{x_a}{y} - \sin A\right)} = \frac{G_b}{\frac{Y_b}{b} + \frac{X_b}{y} - \sin A} = \frac{G_o}{- \sin A}$$

denklemlerinden ibarettir.

Buradaki G_a, (X_a, Y_a) noktasındaki cer demirle- rinin gerilmesini ve G_b, (X_b, Y_b) noktasındaki beto- tazyik gerilmesini ve G_o da $X =$, $Y = O$ koordinatla- merkezindeki gerilmeyi göstermektedir.

O

SİMETRİK OLMIYAN, BİR TARAFI TABLALI ŞEKLİNDEKİ KESİTİN GEOMETRİK ve KARAKTE- RİSTİK MİKTARLARI : (ox , oy $= A = 90°$ olduğu- na göre)

$b = r.g$ ve $y = s.h$ olarak alınırsa

$$F = n.F_a + \frac{1}{2} b.y = g.h \left(j + \frac{1}{2} r.s\right)$$

$$S_x = n.h.F_a + \frac{1}{6} b.y^2 = g.h^2 \left(j + \frac{1}{6} r.s^2\right)$$

$$S_y = n.y.F_a + \frac{1}{6} b^2.y = g^2.h \left(j + \frac{1}{6} r^2.s\right)$$

$$I_x = n.h^2.F_a + \frac{1}{12} b.y^3 = g.h^3 \left(j + \frac{1}{12} r.s^3\right)$$

$$I_y = n.g^2.F_a + \frac{1}{12} b^3.y = g^3.h \left(j + \frac{1}{12} r^3.s\right)$$

$$C_{xy} = ngh\ F_a + \frac{1}{24} b^2.y^2 = g^2.h^2 \left(j + \frac{1}{24} r^2.s^2\right)$$

d

Ox ve Oy eksenlerine göre tesir eden M_x ve M_y ilme momentlerine maruz bir tarafı tablalı] şeklinki kesite ait genel denge denklem takımı,

$$b = r.g \qquad y = s.h$$

$$\frac{+ s - rs}{rs} = K = \frac{G_a}{n.G_b}$$

$$\frac{(r + s - rs)}{r^2.s^2} = \frac{6K}{rs} = \frac{g.h}{n.F_a} = W_n = \frac{1}{j}$$

$$\frac{24}{r.s\ (4 - s)} = t_x = \frac{g.h^2.G_b}{M_x}$$

$$\frac{24}{r.s\ (4 - r)} = t_y = \frac{g^2.h.G_b}{M_y}$$

$$\frac{4 - r}{4 - s} = \frac{t_x}{t_y} = t_m = \frac{h.M_x}{gM_y} \quad \text{olur.}$$

esit, h düşey yönde $M_x = M$ eğilme momentine maız ve her hangi yatay tesir bulunmadığı takdirde $_y = O \quad r = 4 \quad b = 4g$ olacağından,

ENGE DENKLEM TAKIMI,

$$b = 4g$$

$$\frac{4 - 3s}{4s} = K = \frac{G_a}{n.G_b}$$

$$\frac{4}{3 + 4K} = s = \frac{y}{h}$$

$$\frac{2 + 4K}{4 + 4K} = K_z = \frac{Z}{h}$$

$$\frac{3K\ (3 + 4K)^2}{16K\ (1 + 2K)} = tn = \frac{g.h^2.G_a}{n.M}$$

$$\frac{3K\ (4K + 3)}{8} = W_n = \frac{g.h}{n.F_a} \quad \text{olur ki,}$$

bu takım n , G_a ve G_b nin muhtelif kıymetleri için kullanılabildiği gibi birimler de keyfidir.

ÖZEL HAL : $n = 15$ ve $G_a = 1200$ kg/cm² olduğu takdirde,

(Bu halde birimler KİLOGRAM ve SANTİMETRE olarak alınmalıdır.)

$$K = \frac{80}{G_b} \qquad s = \frac{4.G_b}{3.Gb + 320} \qquad t^2 = \frac{3\ (3.G_b + 320)^2}{16.G_b^2\ (G_b + 160)}$$

$$K_z = \frac{2.G_b + 320}{3.G_b + 320} \qquad W = \frac{30\ (320 + 3.G_b)}{G_b^2} \quad \text{olur ki,}$$

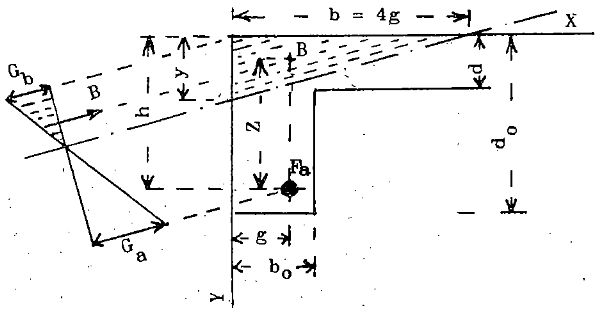
$$\text{Formüler : } y = s.h \qquad Z = K_z.h \qquad h = t\sqrt{\frac{M}{g}}$$

$$F_a = \frac{g.h}{W}$$

BASİT EĞİLMEĞE MARUZ BİR TARAFI TABLALI, KESİTİ] ŞEKLİNDEKİ BETONARME KİRİŞLERİN DAKİK HESABINA MAHSUS ADEDÎ CETVEL

(T a b l o)

n , G_a ve G_b muhtelif							
$K = \frac{G_a}{nG_b}$	tn	Wn	K_z	s	W	t	G_b
0.25	0.50	0.38	0.750	1.000	5.63	0.080	320
0.50	1.17	0,94	0.800	8.000	14.07	0.120	160
0.67	1.72	1.42	0.823	0.705	21.22	0.146	120
0.80	2.23	1.86	0.839	0.645	27.90	0.166	100
1.00	3.06	2.62	0.857	0.572	39	0.195	80
1.33	4.74	4.17	0.880	0.480	63	0.243	60
1.60	6.30	5.64	0.894	0.426	85	0.280	50
1.78	7.46	6.73	0.901	0.396	102	0.305	45
2.00	9.07	8.25	0.910	0.364	124	0.336	40
2.28	11.37	10.39	0.918	0.329	156	0.376	35
2.67	14.78	13.68	0.927	0.292	205	0.429	30
4.00	20.20	18.96	0.937	0.253	284	0.503	25
5.33	30.08	28.50	0.947	0.210	428	0.613	20
3.20	50.60	48.60	0.960	0.165	729	0.795	15
8.00	108.09	105.00	0.972	0.114	1575	1.161	10
16.00	408.09	402	0.985	0.060	6030	2.259	5
80	9720	9690	0.996	0.012	145350	33.500	1
			K_z	s	W	t	G_b
			$n = 15$ ve $G_a = 1200$ kg/cm² için				



MİSAL 1. — **GERİLMELERİN TAHKİKİ :**

Bilinenler : $M = 700000$ kg.cm $h = 62$ cm $g = 11$ cm $n = 15$ $F_a = 10{,}90$ cm² olarak verilenlerle bir tarafı tablalı ⅂ şeklindeki eğilmeğe maruz kesitteki G = Cer demirlerinin cer gerilmesi ile, G_b = betonun max. basınç gerilmesini iki ayrı formülle hesap ve neticeleri mukayese edelim.

a, **DAKİK FORMÜLLERLE,** bunun için evvelâ

$$W_n = \frac{g.h}{n.Fa} = \frac{11 \times 62}{15 \times 10{,}90} = 4{,}17$$ adedi hesap edilir ve bu kıymete tekabül eden $K = 1{,}33$ ve $tn = 4{,}74$ adetleri yukarıdaki tablodan alınarak :

Demirlerin gerilmesi $G_a = \dfrac{n.M.tn}{g.h^2} =$

$$= \frac{15 \times 700000 \times 4{,}74}{11 \times 62^2} = 1170 \text{ kg/cm}^2$$

Betonun max. gerilmesi $G_b = \dfrac{G_a}{n.K} =$

$$= \frac{1170}{15 \times 1{,}33} = 59 \text{ kg/cm}^2$$

b, AYNI BİLİNENLERLE, FAKAT SİMETRİK KESİTLERE MAHSUS MALÛM FORMÜLLERİN yardımı ile hesaplarsak, bunun için bilindiği gibi,

$b = b_o + 4{,}5 \times d = 23 + 4{,}5 \times 12 = 77$ cm ile

$$r_1 = \frac{b.h}{n.F_a} = \frac{77 \times 62}{15 \times 10{,}90} = 29{,}20$$ bulunduktan sonra malûm klâsik dikdörtgen kesitlere mahsus cetvellerden $K = 338$ ve $r_4 = 9{,}47$ adetleri alındıktan sonra, aranılan gerilmeler,

$$G_b = \frac{M.r_4}{b.h^2} = \frac{700000 \times 9{,}47}{77 \times 62^2} = 22{,}4 \text{ kg/cm}^2$$ ve

$G_a = n.K.G_b = 15 \times 3{,}38 \times 22{,}4 = 1135$ kg/cm² bulunur.

MİSAL 2. — **KESİTİN TAYİNİ :**

Bilinenler : $M = 700000$ kg/cm $g = 11$ cm $n = 15$

$G_a = 1200$ kg/cm² $G_b = 40$ kg/cm² olsa,

a, **DAKİK FORMÜLLERLE,** bunun için verilen gerilmelere tekabül eden $t = 0{,}336$ ile $W = 124$ kıymetleri aynı cetvelin $G_a = 1200$ e ait kısmından alınarak aranılan

$$h = t\sqrt{\frac{M}{g}} = 0{,}336\sqrt{\frac{70000}{11}} = 85 \text{ cm}$$

$$F_a = \frac{g.h}{W} = \frac{11 \times 85}{124} = 7{,}55 \text{ cm}^2$$ bulunur.

b, AYNI BİLİNENLERLE, FAKAT SİMETRİK KESİTLERE MAHSUS MALÛM FORMÜLLERİN yardımı ile hesaplarsak, bunun için bilindiği gibi

$b = b_o + 4{,}5 \times d = 23 + 4{,}5 \times 12 = 77$ cm ile

$$h = r\sqrt{\frac{M}{b}} = 0{,}411\sqrt{\frac{700000}{77}} = 39 \text{ cm}$$ ve

$$F_a = \frac{b.h}{r_o} = \frac{77 \times 39}{180} = 16{,}70 \text{ cm}^2$$ bulunur.

Elde edilen bu neticelerde görülen fark, ihmâl edilemiyecek kadar büyüktür. Binaenaleyh, bir tarafı tablalı simetrik olmıyan ⅂ şeklindeki kesitlerin hesabında ve bilhassa tarafsız eksenin, tablaya paralel olamıyacağı hallerde bu dakik formüllerle ve yukardaki tablonun yardımı ile bulunacak neticelerin hakikate daha yakın ve emniyetli olacağı muhakkaktır.

Dikkat edilecek olursa bu dakik usulde kullanılan g miktarı klâsik ve simetrik kesitlere mahsus hesap tarzında hiç nazarı itibare alınmıyarak ve ancak malûm nizamnamelerle tâyin edilen $b = b_o + 4{,}5$ d miktarı kullanılmaktadır.

Yine dikkat edilecek olursa, gerilmelerin bilhassa beton gerilmesinin büyümemesi için $b = 4g$ veya g miktarının kabil olduğu kadar BÜYÜK olması lâzımdır. Şu halde, bu gibi kirişlerin hesabında ve bilhassa bu dakik formülerin kullanılmaması halinde, yani simetrik ve klâsik dikdörtgen kesitlere ait formüllerin kullanılmasiyle tâyin edilen bu gibi kesitlerdeki çekmeye maruz cer demirlerini, bir emniyet tedbiri olmak üzere, kirişin, **tablanın bulunduğu taraftaki yüzüne yakın** koymak elverişli ve isabetli bir hareket olacaktır.