

# Küçük Eksantrisiteli Normal Kuvvete Maruz Dairesel Kesitli Basit Etriyeli, Betonarme Kolonların Hesabı

Erkin ÇİTİPİTİOĞLU  
Yük. Müh.

Hikmet ÇAVUŞOĞLU  
Yük. Müh.

AŞAĞIDA verilen tablolar yardımıyla dairese kesitli betonarme kolonlarının çevresine üniform yayılı teçhizatın ve basınç bölgesindeki maksimum eton gerilmesinin kolaylıkla hesaplanması mümkün imaktadır. Ayrıca minimum beton gerilmesinin  $25 \sigma_{bd, max}$  tan küçük olduğu tahkik edilebilmektedir. ablolara esas olan  $\mu, \sigma_{bd, min}/\sigma_0$  değerleri boyutsuz up her türlü birim sisteminde hesap yapmak imkânı vermektedir.

$$III-1. F_i = F_k + (n-1) F_e = F_b [1 + (n-1) \mu]$$

$$n=15, F_b = \frac{\pi d^2}{4}, F_e = \mu \cdot F_b$$

$$III-2. I_i = I_b + (n-1) \cdot I_e$$

$$I_b = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{F_b \cdot d^2}{16}, I_e = \frac{F_e (2e)^2}{8}$$

$$III-3. i_x^2 = \frac{I_i}{F_i}$$

$$III-4. c = \frac{M}{N}$$

$$III-5. J_{bz, max} = \frac{N}{F_i} + \frac{M}{I_i} \cdot \frac{d}{2} = \frac{N(1 + \frac{c \cdot d}{2 i_x^2})}{F_b [1 + (n-1) \mu]}$$

$$III-6. J_{bz, min} = \frac{N}{F_i} - \frac{M}{I_i} \cdot \frac{d}{2} = \frac{N(1 - \frac{c \cdot d}{2 i_x^2})}{F_b [1 + (n-1) \mu]}$$

$$III-7. \delta = \frac{M}{N \cdot d} = \frac{c}{d}, \frac{N}{F_b} = J_0$$

$$\frac{J_{bz, max}}{J_0} = \frac{J_{bz, min}}{J_0} \text{ alınırsa:}$$

$$\frac{e}{d} = 0,40 \text{ için III.5 ten}$$

$$\delta = \left( \frac{J_{bz, min}}{J_0} - \frac{1}{1 + 14, \mu} \right) (0,125 + 2,240 \mu)$$

$$\frac{e}{d} = 0,45 \text{ için ise}$$

$$\delta = \left( \frac{J_{bz, min}}{J_0} - \frac{1}{1 + 14, \mu} \right) (0,125 + 2,835 \mu)$$

elde edilir.

Aşağıdaki tablolar  $J_{bz, min}/J_0$  ve  $\mu$ 'nin muhtelif değerleri için  $\delta$  lar hesaplanarak hazırlanmıştır.

Dairesel kesitli kolonların çevresine üniform yayılı teçhizat konması, kolonun her yöndeki momente karşı eşit mukavemetli olmasını sağladığı gibi, işçiliği de kolaylaştırır.  $c/d \leq 0,23$  değeri için dairese kolonlar küçük eksantrisite durumundadırlar. Verilen tablolar bu sınır civarına kadar kullanılabilir.

## I. KABULLER :

- 1.1 Teçhizat kolon çevresine üniform yayılıdır.
- 1.2 Türkiye Köprü ve İnşaat Cemiyeti Betonarme Şartnamesine göre  $n=15$  alınmıştır.
- 1.3 Boyuna teçhizat alanı kadar, kolon kesitindeki beton alanının azaldığı nazarı itibare alınmıştır.
- 1.4 Tablolar  $e/d=0,45$  ve  $0,40$  olan kolonlar için hazırlanmıştır.
- 1.5 Tablolarda  $\sigma_{bz}=0$ ,  $-\sigma_{bz}=0,25 \sigma_{bd}$  olan sınır değerler gösterilmiştir.

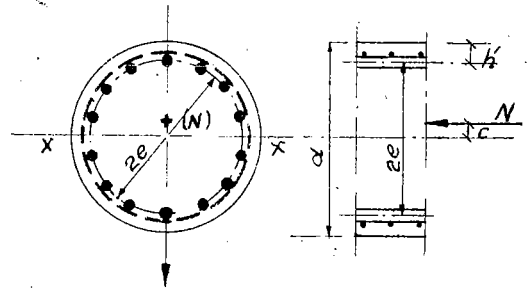
## IV- MİSÂL : Dairesel kesitli basit etriyeli kolon hesabı :

$$IV-1- Verilen : d=0.50m, n_k=7,50^m$$

$$M=5tm, N=140t$$

$$\text{Malzeme: B225, Bst.I, } \sigma_{em}=90/1400$$

$$\text{İstenen : } F_e$$



Türkiye köprü ve inşaat cemiyeti  
Betonarme şartnamesi madde

XXVII, 2, d ye göre hesap yapılacaktır.

IV. 1. a. M ve N ye ve  $J_{bz, min}=90 \text{ kg/cm}^2$

olduğuna göre teçhizat hesabı :

$$e = \frac{d}{2} - h' = 25 - (3,0 + 1,0 + \frac{2,0}{2}) = 20 \text{ cm}$$

$$* \frac{e}{d} = \frac{20}{50} = 0,40$$

$$F_b = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 1963 \text{ cm}^2$$

$$J_0 = \frac{N}{F_b} = \frac{140000}{1963} = 71,3 \text{ kg/cm}^2$$

$$* \frac{J_{bz, min}}{J_0} = \frac{90}{71,3} = 1,3$$

## II. NOTASYONLAR :

$F_b$  = Kolon kesit alanı  
 $F_e$  = Teçhizat kesit alanı  
 $F_i$  = Betonarme kesitin itibari kesit alanı  
 $I_b$  = x-x eksenine göre kolon atalet momenti  
 $I_e$  = x-x eksenine göre teçhizat atalet momenti  
 $I_i$  = Betonarme kesitin itibari atalet momenti  
 $i_x$  = Betonarme kesitin itibari atalet yarıçapı  
 $\mu$  = Teçhizat pürsantajı  
 $d$  = Kolon çapı

$h_k$  = Kolon burkulma boyu  
 $e$  = Boyuna teçhizat ekseninin kolon merkezine uzaklığı  
 $M$  = Eğilme momenti  
 $N$  = Normal kuvvet (Basınç)  
 $c$  = Eksantrisite  
 $\sigma_{bd}$  = Beton basınç gerilmesi  
 $\sigma_{bz}$  = Beton çekme gerilmesi

## III. FORMÜLLER :

$$* 1000 \delta = \frac{M}{N \cdot d} \times 1000 = \frac{5000}{140 \times 0,50} = 71,4$$

< 230 küçük eksantrisite

(\*) değerleri yardımıyla tablo I dei

$\mu = \% 1,4$  bulunur.

IV-1-b. Hesaplanan bu kesitin taşıyabileceği eksenel normal kuvvetin tayini : B225 BSt I için

$\sigma_{bem} = 65 \text{ kg/cm}^2$ ,  $\sigma_{e,em} = 800 \text{ kg/cm}^2$  dir.

Basit etriyeli dayıresel kolonlarda,

$$\lambda = 4 \times \frac{h_k}{d} = 4 \times \frac{7,50}{0,50} = 60 \rightarrow \omega = 1,04$$

$$N_{em} = \frac{F_b}{\omega} (\sigma_b + \mu \cdot \sigma_e) = \frac{1963}{1,04} (65 + 0,014 \times 800)$$

$$= 143829 \text{ kg} > 140000 \text{ kg}$$

Görölüyorki (IV-1-a) da tayin edilen

$\mu = \% 1,4$  pürsantajı mevcut normal kuvveti taşıyabiliyor.

$$F_e = F_b \cdot \mu = 1963 \times 0,014 = 27,5 \text{ cm}^2$$

Seçilen : 14  $\phi 16$  ( $28,15 \text{ cm}^2$ )

Tulâni teçhizat çubuklar

arasındaki mesafe :

$$\frac{\pi \cdot (2e)}{14} = \frac{3,14 \times 40}{14} = 9 \text{ cm}$$

Etriye :  $\phi 8$   $t = 19 \text{ cm}$ .

IV-2-Verilen :  $d = 0,80 \text{ m}$ ,  $h_k = 5,00 \text{ m}$

$$N = 125,670 \text{ t}, M = 16 \text{ tm}$$

Malzeme : B225, BSt I  $\sigma_{em} = 90/1400$

İstenen :  $F_e$

M ve N e göre hesap yapalım.

$$e = \frac{d}{2} - h' = 40 - (2,0 + 1,2 + \frac{2,2}{2}) = 35,7 \text{ cm}$$

$$* \frac{e}{d} = \frac{35,7}{80} = 0,45$$

$$* 1000 \delta = \frac{M}{N \cdot d} \times 1000 = \frac{16000}{125,670 \times 0,80} = 159$$

< 230 küçük eksantrisite

$$F_b = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 5026 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_b = \frac{N}{F_b} = \frac{125670}{5026} = 25 \text{ kg/cm}^2$$

$\sigma_b = 25 \text{ kg/cm}^2 < 65 \text{ kg/cm}^2$  olduğundan düşük gerilme ile çalışan kolon hali vardır. Minimum pürsantaj seçelim.

Burada ayrıca Türkiye köprü ve inşaat cemiyeti Betonarme şartnamesi madde XXVII . 1, b ye göre tahkik yapmağa lüzum yoktur.(1)

min  $\mu = \% 0,8$  için \* değerler yardımıyla tablo II. den  $\frac{\sigma_{bem}}{\sigma_b} = 2,0$  bulunur

$$\sigma_{bem} = 2,0 \times 25 = 50 \text{ kg/cm}^2 < 90 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_e = \mu \cdot F_b = 0,008 \times 5076 = 40,2 \text{ cm}^2$$

Seçilen : 11  $\phi 22$  ( $41,8 \text{ cm}^2$ )

Etriye :  $\phi 8$   $t = 26 \text{ cm}$

## BİBLİYOGRAFYA

- (1) Löser, Bemessungsverfahren 15. Auflage S. 275, Beispiel 12 A.C.I. Reinforced Concrete Design Handbook.

- Dunham, Theory and Practice of Reinforced Concrete, McGraw - Hill 1944.  
 Beton - Kalender, 1960 Band I.

DAİRESEL KESİTLERDE KÜÇÜK EKSENTRİSİTELİ NORMAL KUVVET

$$\frac{\sigma_{bem}}{\sigma_0}, \text{ BURADA } \sigma_0 = \frac{N}{F_b}$$

$\mu$  = çevreye üniform yayılı teçhizat porsantajı

$$\gamma = \frac{c}{d} = \frac{m}{n \cdot d} \quad F_b = \frac{\pi d^2}{4}$$

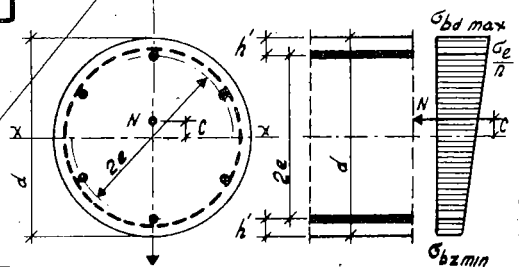
$$F_e = \mu \cdot F_b = \mu \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

|        |      |                              |
|--------|------|------------------------------|
|        |      | $\sigma_{bem}$<br>$\sigma_0$ |
|        |      | ↓                            |
| 100μ ← | 100% |                              |

TABLO I

| 100μ              | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7                               | 1.8 | 1.9 | 2.0 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | $\sigma_{bem}/\sigma_0$ |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------|
| 0.8               |     |     | 014 | 029 | 043 | 057 | 071 | 086 | 100 | 114                               | 129 | 143 | 157 | 171 | 186 | 200 | 214 | ←                       |
| 1.0               |     | 003 | 018 | 033 | 047 | 062 | 077 | 092 | 106 | 121                               | 136 | 151 | 165 | 180 | 195 | 210 |     |                         |
| 1.2               |     | 007 | 022 | 037 | 052 | 067 | 083 | 098 | 113 | 128                               | 143 | 158 | 174 | 189 | 204 | 219 |     |                         |
| 1.4               |     | 010 | 026 | 041 | 057 | 072 | 088 | 104 | 119 | 135                               | 151 | 166 | 182 | 197 | 213 |     |     |                         |
| 1.6               |     | 013 | 029 | 045 | 061 | 078 | 094 | 110 | 126 | 142                               | 158 | 174 | 190 | 206 | 222 |     |     |                         |
| 1.8               |     | 017 | 033 | 050 | 066 | 083 | 099 | 116 | 132 | 149                               | 165 | 182 | 198 | 215 |     |     |     |                         |
| 2.0               | 003 | 020 | 037 | 054 | 071 | 088 | 105 | 122 | 139 | 156                               | 173 | 190 | 207 | 224 |     |     |     |                         |
| 2.2               | 006 | 024 | 041 | 058 | 076 | 093 | 111 | 128 | 146 | 163                               | 180 | 198 | 215 |     |     |     |     |                         |
| 2.4               | 009 | 027 | 045 | 063 | 081 | 098 | 116 | 134 | 152 | 170                               | 188 | 206 | 224 |     |     |     |     |                         |
| 2.6               | 012 | 031 | 049 | 067 | 085 | 104 | 122 | 140 | 159 | 177                               | 195 | 214 |     |     |     |     |     |                         |
| 2.8               | 015 | 034 | 053 | 072 | 090 | 109 | 128 | 147 | 165 | 184                               | 203 | 222 |     |     |     |     |     |                         |
| 3.0               | 018 | 038 | 057 | 076 | 095 | 114 | 134 | 153 | 172 | 191                               | 211 |     |     |     |     |     |     |                         |
| 3.2               | 021 | 041 | 061 | 080 | 100 | 120 | 139 | 159 | 179 | 198                               | 218 |     |     |     |     |     |     |                         |
| 3.4               | 025 | 045 | 065 | 085 | 105 | 125 | 145 | 165 | 186 | 206                               | 226 |     |     |     |     |     |     |                         |
| 3.6               | 028 | 048 | 069 | 089 | 110 | 130 | 151 | 172 | 192 | 213                               |     |     |     |     |     |     |     |                         |
| 3.8               | 031 | 052 | 073 | 094 | 115 | 136 | 157 | 178 | 199 | 220                               |     |     |     |     |     |     |     |                         |
| 4.0               | 034 | 055 | 077 | 098 | 120 | 141 | 163 | 184 | 206 | 227                               |     |     |     |     |     |     |     |                         |
| 4.2               | 037 | 059 | 081 | 103 | 125 | 147 | 169 | 191 | 213 |                                   |     |     |     |     |     |     |     |                         |
| 4.4               | 040 | 063 | 085 | 108 | 130 | 152 | 174 | 197 | 219 |                                   |     |     |     |     |     |     |     |                         |
| 4.6               | 044 | 066 | 089 | 112 | 135 | 158 | 181 | 203 | 226 |                                   |     |     |     |     |     |     |     |                         |
| 4.8               | 047 | 070 | 093 | 117 | 140 | 163 | 186 | 210 | 233 |                                   |     |     |     |     |     |     |     |                         |
| 5.0               | 050 | 074 | 098 | 121 | 145 | 169 | 192 | 216 |     |                                   |     |     |     |     |     |     |     |                         |
| $\sigma_{bz} = 0$ |     |     |     |     |     |     |     |     |     | $\sigma_{bz} = -0.25 \sigma_{bd}$ |     |     |     |     |     |     |     |                         |

$$\frac{e}{d} = 0.40$$



TABLO II

| 100μ              | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 1.6 | 1.7                               | 1.8 | 1.9 | 2.0 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.4 | $\sigma_{bem}/\sigma_0$ |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------------------------|
| 0.8               |     |     | 015 | 030 | 044 | 059 | 074 | 089 | 103 | 118                               | 133 | 148 | 162 | 177 | 192 | 207 | 222 | ←                       |
| 1.0               |     | 003 | 019 | 034 | 049 | 065 | 080 | 095 | 111 | 126                               | 141 | 158 | 172 | 187 | 203 | 218 |     |                         |
| 1.2               |     | 007 | 023 | 039 | 055 | 070 | 086 | 102 | 118 | 134                               | 150 | 166 | 182 | 198 | 214 | 229 |     |                         |
| 1.4               |     | 010 | 027 | 043 | 060 | 076 | 093 | 109 | 126 | 142                               | 159 | 175 | 192 | 208 | 225 |     |     |                         |
| 1.6               |     | 014 | 031 | 048 | 065 | 082 | 099 | 116 | 133 | 150                               | 167 | 184 | 201 | 219 | 236 |     |     |                         |
| 1.8               |     | 018 | 035 | 053 | 071 | 088 | 106 | 123 | 141 | 159                               | 176 | 194 | 211 | 229 |     |     |     |                         |
| 2.0               | 003 | 021 | 040 | 058 | 076 | 094 | 112 | 131 | 149 | 167                               | 185 | 203 | 221 | 240 |     |     |     |                         |
| 2.2               | 007 | 025 | 044 | 063 | 082 | 100 | 119 | 138 | 156 | 175                               | 194 | 213 | 231 |     |     |     |     |                         |
| 2.4               | 010 | 029 | 048 | 068 | 087 | 106 | 126 | 145 | 164 | 184                               | 203 | 222 | 241 |     |     |     |     |                         |
| 2.6               | 013 | 033 | 053 | 073 | 093 | 113 | 132 | 152 | 172 | 192                               | 212 | 232 |     |     |     |     |     |                         |
| 2.8               | 017 | 037 | 057 | 078 | 098 | 119 | 139 | 160 | 180 | 201                               | 221 | 241 |     |     |     |     |     |                         |
| 3.0               | 020 | 041 | 062 | 083 | 104 | 125 | 146 | 167 | 188 | 209                               | 230 | 251 |     |     |     |     |     |                         |
| 3.2               | 024 | 045 | 067 | 088 | 110 | 131 | 153 | 174 | 196 | 218                               | 239 |     |     |     |     |     |     |                         |
| 3.4               | 027 | 049 | 071 | 093 | 116 | 138 | 160 | 182 | 204 | 226                               | 248 |     |     |     |     |     |     |                         |
| 3.6               | 031 | 053 | 076 | 099 | 121 | 144 | 167 | 190 | 212 | 235                               |     |     |     |     |     |     |     |                         |
| 3.8               | 034 | 057 | 081 | 104 | 127 | 151 | 174 | 197 | 220 | 244                               |     |     |     |     |     |     |     |                         |
| 4.0               | 038 | 062 | 086 | 109 | 133 | 157 | 181 | 205 | 227 | 252                               |     |     |     |     |     |     |     |                         |
| 4.2               | 042 | 066 | 090 | 115 | 139 | 164 | 188 | 212 | 237 |                                   |     |     |     |     |     |     |     |                         |
| 4.4               | 045 | 070 | 095 | 120 | 145 | 170 | 195 | 220 | 245 |                                   |     |     |     |     |     |     |     |                         |
| 4.6               | 049 | 074 | 100 | 126 | 151 | 177 | 202 | 228 | 253 |                                   |     |     |     |     |     |     |     |                         |
| 4.8               | 053 | 079 | 105 | 131 | 157 | 183 | 209 | 235 | 262 |                                   |     |     |     |     |     |     |     |                         |
| 5.0               | 056 | 083 | 110 | 136 | 163 | 190 | 217 | 243 |     |                                   |     |     |     |     |     |     |     |                         |
| $\sigma_{bz} = 0$ |     |     |     |     |     |     |     |     |     | $\sigma_{bz} = -0.25 \sigma_{bd}$ |     |     |     |     |     |     |     |                         |

$$\frac{e}{d} = 0.45$$

NOT: ÇEVREYE ÜNİFORM YAYILI  
TEÇHİZAT KABUL EDEBİLMEK  
İÇİN EN AZ ALTI ADET BOYUNA  
DEMİR KONACAKTIR.