



SERİ B

CİLT XVI

SAYI 1

1966

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
ORMAN FAKÜLTESİ
DERGİSİ



ORMAN YOLLARINDA TORÇELİK BETONARME TABLİYELİ KÖPRÜLERİN PROJELENDİRİLMESİ

Yazan

Prof. Dr. Faik TAVŞANOĞLU

(Giriş)

Son zamanlarda betonarme inşaatta betonarme demiri olarak torçeliğin (özel nervürlü beton çeliği b III) kullanılması yaygın bir haldedir.

Alman betonarme şartnamesinde -Torçeliği (Ridben-Stahl b III) olarak tarif edilmiştir. Torçeliği de yuvarlak kesitli fakat üzerinde boyuna ve enine nervürleri (kabarcıkları) olan yeni ve özel bir beton çeliğidir. Tanınması özel dış görünüşüyle kolaylıkla kabul olmakta 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 ve 26 mm. çapında çubuklar halinde (\emptyset mm) imâl edilmektedir. Çubuk boyları genel olarak 12 m. dir. Fakat özel olarak sipariş edildiği takdirde boyları 15-24 m. olan yekpare çubuklar da elde edilebilmektedir.

Torçeliğin Geometrik ve Mekanik Özellikleri :

Torçeliğin geometrik ve mekanik özelliklerine gelince: Çelik III, torçelik 40 dır. Bu çelik soğuk olarak kullanılan beton form çeliği olup 37 kg/mm² kaliteli çelikten oluşmaktadır.

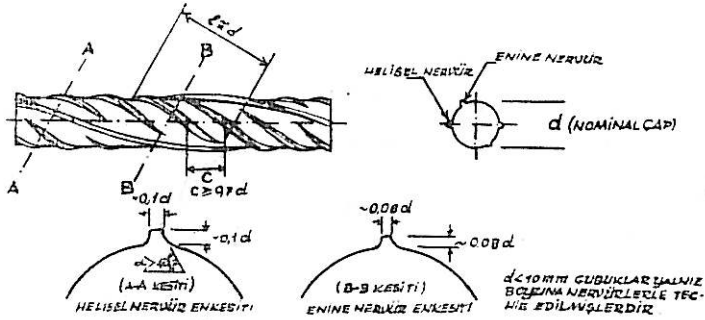
Torçeliği yumuşak çeliğin soğukta bırakılmasıyla elde edilen, yüksek dirençte ve yüksek yapışma kabiliyetine (adherans) malik bir betonarme demiridir. Torçeliğin yüksek yapışma kabiliyeti, çubuk üzerindeki nervürlerin sayesinde meydana gelmektedir.

Torçeliği, yuvarlak demir çubuk üzerine boyuna ve helisel olarak sarılmış iki kabarcık çizgi (nervür) ile, birbirine paralel fakat boyuna ner-

vürlerle kesilmeyen enine nervürlerle sarılmıştır. Boyuna nervürlerin adım uzunluğu (λ) çubuk çapı (d) nin 10 katı kadardır. Yani:

$$\lambda = 10 d$$

dir.



Resim : 1

Aşağıdaki tablo nominal çapı d , nominal enkesiti ve metre uzunluğunun ağırlığını vermektedir.

| Nominal Çap (mm) | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Enkesit (cm ²) | 0.50 | 0.79 | 1.13 | 1.54 | 2.01 | 2.24 | 3.14 | 3.80 | 4.52 | 5.31 |
| En az Ağırlık Nominal | 0.336 | 0.556 | 0.810 | 1.135 | 1.480 | 1.880 | 2.340 | 2.830 | 3.000 | 4.000 |
| En çok (kg/m) | 0.430 | 0.680 | 0.960 | 1.285 | 1.630 | 2.120 | 2.590 | 3.120 | 3.680 | 4.320 |

Torçeliğin elastikiyet modülü 2.190.000 kg/cm² dir.

Betonarme demirinde emniyet gerilmesi 1400 kg/cm² olmasına karşılık torçeliğinde bu gerilme 2400 kg/cm² dir. Torçeliğin emniyet gerilmesi bakımından bu üstünlüğü sayesinde betonarme inşaatta % 35-40 demir malzemesi tasarrufu sağlamaktadır. Bir ton torçeliği 1,710 ton yuvarlak betonarme demirinin yerini tutmaktadır.

Torçeliğin Ekonomik Önemi :

Betonarme inşaatta demir malzemede bu sayede sağlanan tasarruf maliyetin önemli nisbette ucuzlamasını sağlamaktadır.

Yuvarlak betonarme demirinin piyasa fiyatını 100 ünite olarak alır, diğer masraflar da aynı birimle ifade edilirse sağlanan tasarruf miktarını şöylece hesbedebiliriz.

| | Yuvarlak demirin fiyatı 1 ton | 1,710 ton yuvarlak demirin beçeli | Torçeliğin fiyatı 1 ton |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Satın alma bedeli | 100 (ünite) | 171 | 120 |
| İnşaat yerine nakliye masrafı | 7 | 12 | 7 |
| Bağlama teli ve zayıf payı | 10 | 17 | 12 |
| Yerine konulması (işçilik) | 14 | 24 | 14 |
| | | 224 | 153 |

Tasarruf $22 - 153 = 71$ Ünite

Yani bir ton yuvarlak demirin fiyatı 100 ünite hesabıyla yuvarlak demir yerine torçeliği kullanmakla 71 ünite para tasarrufu sağlanmış olur.

Başka bir deyimle, betonarme inşaatta yuvarlak demir yerine, torçeliği kullanıldığı takdirde, demir bedelinden takriben $1/3$ oranında tasarruf edilmiş olur.

Bu inşaatta kullanılan bağlama telleri demir teller olup betonun içine konan demirlerin ağırlıklarına göre 1-2 mm. çapındadır. Bu teller tabliye içinde beton demirlerinin birbirleriyle kesiştiği yerlerde bağlama teli olarak kullanılır. Teli eğmek ve sarmakta özel pensler kullanılır.

Torçelikli Betonarmedeki Betonun Özellikleri :

Torçelikli betonarme inşaat (B. 225) betonla yapılmaktadır. (B. 225) beton, bu betondan kenarları 20 şer cm. olarak yapılmış olan küpler, yapımdan 28 gün sonra 225 kg. basınca mukavemet etmektedir.

İçine demir konmadan yapılmış (B. 225) beton için caiz olan gerilmeler :

Basınç ve eğilme gerilmesi : 55 kg/cm^2 .

Eğilmede çer. gerilmesi : $5,5 \text{ kg/cm}^2$ dir. (B. 225) betonun, inşaat yerinde yapılmasında, beher m^3 için normal portland çimentosundan (PZ 275) asgari doz olarak 300 kg. çimento kullanılır.

Bu dozaj yaklaşık olarak karıştırma oranı, çimento: kum ve çakıl = 1:6 ya tekabül etmektedir. Betonun içersine giren malzeme yabancı maddelerden ari ve tane büyüklüğü verilen normlara uygun olmalıdır.

Çakılın tane büyüklüğü en fazla 30 mm, kum 7 mm. olmalıdır.

Beton, karıştırıcı makinelerle (Betonyer) yapılmalıdır. Köprü tabliyesinin üstüne birkaç kat bitüm sürülerek bu tabaka yoğunlaştırılmalıdır. Tabliyenin üstü 5 cm. kadar aşınma betonuyla veya bitümlü kaplama ile takviye edilmelidir.

Torçeliğin kullanılmasında Gözönünde Bulundurulacak Hususlar :

Torçeliğinde kaynak ile ek yapılması veya manşon yapmak için tavlanması yasaktır. Bu çelikte ekler ancak bindirme suretiyle yapılabilir. Gereken adherans boyları verilmek şartıyla, her nev'i uç kancaları yapılmadan da kullanılabilir.

Çubukların bükülmesi veya kıvrılması ve tekrar doğrultulmasından kaçınılmalıdır. Pilyeler ve şayet kullanılıyorsa, kancalar keskin köşeli olarak yapılmalıdır.

Beton içinde kullanılan ve kalınlığı takriben 20 mm. ye kadar olan torçeliğin kesilmesi, eğrilmesi yapı yerinde olmalıdır.

Torçeliğinde çubukları bükme veya kıvrıma (Pilyaj) vuruşla (darbe ile) yapılmamalıdır.

Şantiyelerde ve atölyelerde işlenen torçeliği çubuklarının genel olarak (5 d) çapında silindirik kalıplar üzerinde bükülmesi tavsiye edilmektedir.

Suhunetin +5°C den daha aşağı olması halinde, pilye ve kroşeler, çubuğun tedrici bükülmesi suretiyle hazırlanmalı, aksi halde bükülme çapları 1.5 katına çıkarılmalıdır.

Açıklıkları 2-10 m. Olan Torçelik Betonarme Köprü Tabliyelerinin Projelendirilmesi :

Dayanak açıklıkları 10 m. ye kadar olan torçelik betonarme orman yolları köprülerinde köprü taşıyıcı kısmıyla ilgili ölçüler, malzeme ve işçilik hesapları

TABLÓ I
Torçelik Betonarme Köprü Tablivesi Dimenziyonları

| Dayanak açıklığı L (m) | Tablivesi Genişliği b (cm) | L : b | Tablivesi Kalınlığı d (cm) | Demir gergi | | Tablivesi Trafik Genişliği (cm) | Bordürler | | |
|------------------------------|----------------------------------|----------|----------------------------------|--|---|--|-----------------|-----------------------|---|
| | | | | 10 m. uzunluğa boyuna konan demirler | 1 m. uzunluğa boyuna konan demirler | | Genişlik cm. | Yüksek- lik cm. | Tablivede üst beton kalınlığı (cm) |
| 2 | 500 | 0,4 : 1 | 17 | 6 Ø 14 | 5 Ø 14 | 400 | 50 | 15 | 5 |
| 3 | 500 | 0,6 : 1 | 20 | 5 Ø 18 | 4 Ø 14 | 400 | 50 | 15 | 5 |
| 4 | 500 | 0,8 : 1 | 24 | 6 Ø 18 | 4 Ø 14 | 400 | 50 | 15 | 5 |
| 5 | 500 | 1 : 1 | 28 | 7 Ø 18 | 5 Ø 10 | 400 | 50 | 15 | 5 |
| 6 | 480 | 1,25 : 1 | 33 | 8 Ø 18 | 5 Ø 10 | 400 | 40 | 15 | 5 |
| 8 | 460 | 1,75 : 1 | 39 | 10 Ø 18 | 4 Ø 14 | 400 | 30 | 15 | 5 |
| 10 | 500 | 2 : 1 | 55 | 11 Ø 20 | 5 Ø 14 | 400 | 50 | 15 | 5 |

TABLO II
Malzeme Hesabı

| Dayanak açıklığı (m) | (B. 225) Beton (m ³) | Üst beton (m ³) | Pz 275 (ton) | Çakıl (ton) | Kum (ton) | Çelik III = Torçelik 40 (kg) | Bağlama Teli (kg) |
|----------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------|----------------|--------------|------------------------------------|-------------------------|
| 2 | 2,4 | 0,5 | 0,96 | 4,6 | 0,76 | 192 | 2 |
| 3 | 4,0 | 0,7 | 1,54 | 7,7 | 1,06 | 295 | 3 |
| 4 | 6,1 | 0,9 | 2,28 | 12,1 | 1,37 | 433 | 4 |
| 5 | 8,6 | 1,1 | 3,14 | 16,6 | 1,67 | 539 | 6 |
| 6 | 11,2 | 1,3 | 4,04 | 22,2 | 1,97 | 680 | 7 |
| 8 | 17,8 | 1,8 | 6,30 | 35,2 | 2,73 | 1347 | 13 |
| 10 | 31,2 | 2,1 | 10,60 | 61,6 | 3,18 | 2293 | 22 |

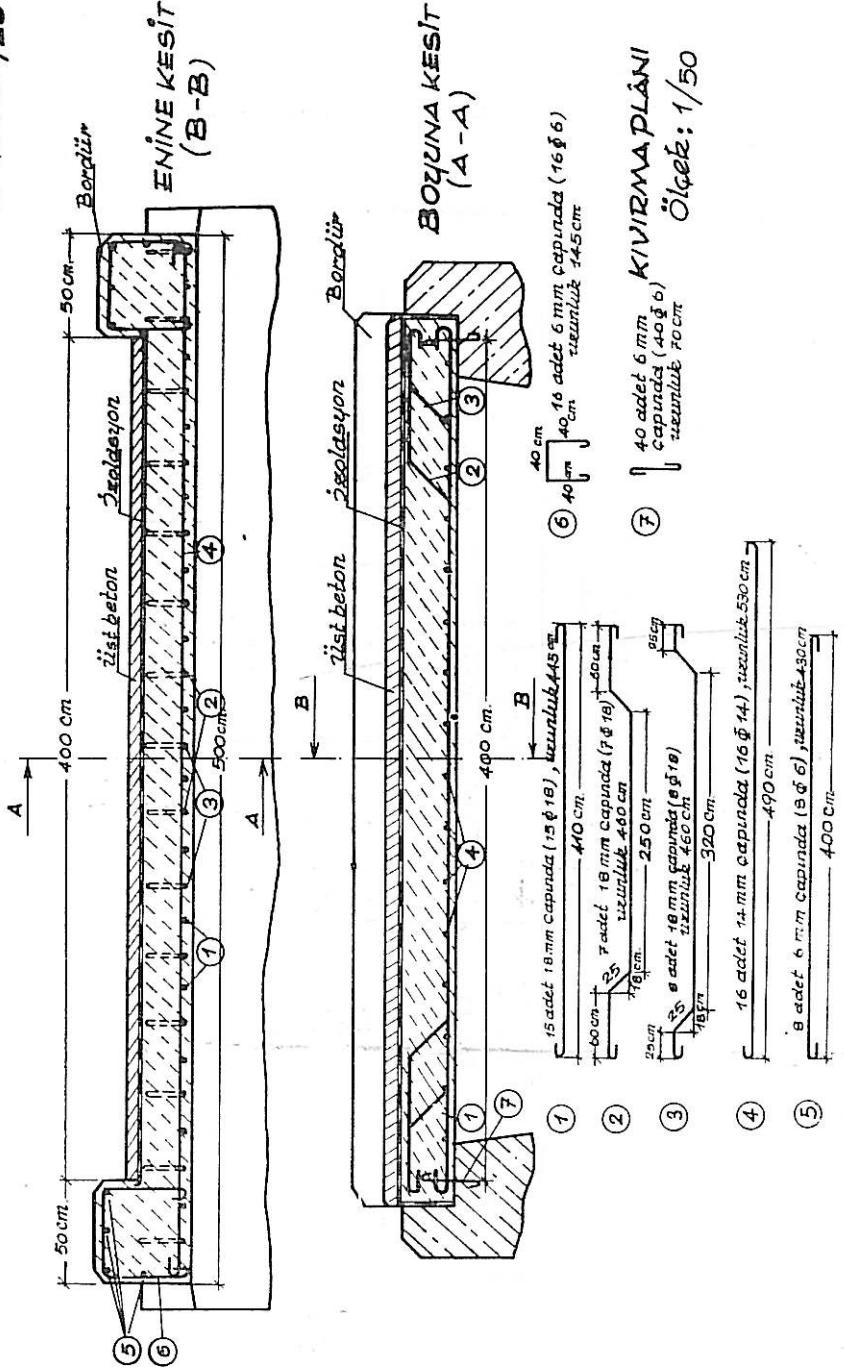
TABLO III
İşçilik Hesabı

| Dayanak açıklığı (m) | Beher m ³ Beton için Çelik III = Torçelik 40 (kg) | Kalıp Malzemesi | | | İzolasyon Malzemesi (kg) | İşçilik Saat |
|----------------------------|--|---------------------------------------|--|--------------------------|--------------------------------|-----------------|
| | | Yuvarlak ağaç (m ³) | Tahta ve Kılas (m ³) | Demir Malzeme (kg) | | |
| 2 | 80 | 2,1 | 0,7 | 2 | 30 | 100 |
| 3 | 74 | 2,4 | 1,1 | 4 | 38 | 140 |
| 4 | 71 | 2,8 | 1,5 | 5 | 48 | 190 |
| 5 | 63 | 4,0 | 1,9 | 6 | 56 | 320 |
| 6 | 61 | 4,4 | 2,2 | 7 | 64 | 360 |
| 8 | 76 | 6,3 | 2,8 | 9 | 80 | 520 |
| 10 | 73 | 8,2 | 4,0 | 13 | 100 | 790 |

TORÇELİKLİ BETONARME (B 225 + Torçelik III) KÖPRÜ PROJESİ

Dayanak açıklığı = 4.0 m.

ÖLÇEK: 1/25



(Kamyonun ağırlığı + yükün ağırlığı = 14 ton)
 "Dr. O. Sedlak'a göre"

Bu hesapların yapılmasında, malzemede imalât ve nakliyat zayıfatı gözönünde tutulmuştur. İşçilik hesaplarında zaman, köprü inşaatında tecrübesi olan müesseselerde mevcut tecrübe neticelerine göre ölçülerek literatürde verilmiş olan miktarlarla karşılaştırılmış ve tamamlanmıştır. Betonarme inşaatta dayanak açıklıkları büyük olan tabliyelerin hesabında, karşılaşılan güçlükler ve 5-10 m. dayanak açıklıklarında ara ayakların yapılması için gerekli zaman ihtiyacı da (işçilik) gözönünde tutulmuştur.

Resimlerin açıklanması :

Tablo I de görüldüğü üzere dayanak açıklığı 4.0 m. olan torçelikli betonarme bir tabliyede:

1.0 m köprü genişliğine 18 mm. çapında (\emptyset 18) 6 adet *boyuna demir* (trafik istikametinde) konmuştur.

— Boyuna demirler üzerine 14 mm. çapında (\emptyset 14) 4 adet enine demir (evvelkine dik olarak) konmuştur,

— Bordürlere 6 mm. çapında (\emptyset 6) 8 adet *boyuna demir* konmuştur.

— Tabliye ile bordürler birbirlerine 6 mm. çapında (\emptyset 6) 15 adet demirle bağlanmıştır.

— Tabliye köprü dayanaklarına 6 mm. çapında (\emptyset 6) 40 adet kançalı demirle bağlanmıştır.

— Köprü 5.0 m. genişliğinde ve 4.0 m. açıklığında olduğundan, tabliye içinde demirlerin köprü genişliğine ve dayanak açıklığına ve bordürlere göre dağılması şöyledir :

— 1.0 m. köprü genişliğine 6 demir hesabıyla, 5.0 m. genişliğine 30 adet (\emptyset 18) boyuna demir isabet etmektedir (Boyuna ve enine kesitlerde 1.2 ve 3 işaretli demirler).

— 1.0 köprü açıklığına 4 demir hesabıyla 4.0 m. açıklığa 16 adet (\emptyset 14) enine demir isabet etmektedir (Boyuna ve enine kesitlerde 4 işaretli demirler).

— Bordürlerin herbirisine 4 demir hesabıyla bordüre 8 adet (\emptyset 6) boyuna demir isabet etmektedir (Enine kesitte ve plânında 5 işaretli demirler).

— Bir bordüre 8 demir hesabıyla 2 bordüre 16 adet (\varnothing 6) kancalı demir isabet etmektedir (Enine kesitte ve kıvrıma plânında 6 işaretli demirler).

— Bir dayanak üzerine 20 demir hesabıyla iki dayanağa 40 adet (\varnothing 6) kancalı demir isabet etmektedir (Boyuna kesitte ve kıvrıma plânında 7 işaretli demirler).

Tablo II. de aynı tabliyenin yapılması için 6.1 m^3 betona (B. 225), 0.9 m^3 üst betona (trafik betonu) ihtiyaç vardır. Bu betonların yapılması için 2,28 ton portland çimentosuna (PZ 275), 12,1 ton çakıla, 1,37 ton kum'a, 435 kg. torçeliğe (torçelik 40) ve 4 kg. bağlama teline ihtiyaç vardır.

Tablo III. de aynı tabliyenin yapılması için malzeme ve işçilik olarak bir m^3 betona 71 kg. torçelik (Torçelik III); 3 kalıp malzemesi olarak $2,8 \text{ m}^3$ yuvarlak ağaca, $1,5 \text{ m}^3$ keresteye, 5 kg. demir bağlama malzemesine, 48 kg. izolasyon malzemesine ve 194 saat işçiliğe ihtiyaç vardır.

FAYDALANILAN ESERLER

- Özel Nervürlü Torçelik (beton çeliği III b) isimli broşür. Torçelik Sanayii Ltd. Şti. 1964.
- Österreichischer Forstkalender, 1965.