

YÜKSEK DAYANIMLI BETONUN DÜŞÜNDÜRDÜKLERİ

Ergin ATIMTAY

Prof.Dr.

ODTÜ

Ankara

ÖZET

Yüksek dayanımlı beton (YDB) yeni bir inşaat malzemesidir. Her yeni malzeme gibi, yük taşıyıcı olarak kullanılacaksa, YDB’de iyice araştırılmalı ve mantık süzgecinden geçirilmelidir. Bu yazıda, mevcut araştırmaların ışığı altında YDB kritik bir incelemeye tabi tutulmuştur. İncelemede, çok yaygın olarak kullanılan yük taşıyıcılar (döşeme, giriş, kolon) ve yapı güvenliği üzerinde durulmuştur.

1. GENEL

Yüksek dayanımlı beton (YDB), adında “Beton” olmasına rağmen, normal dayanımlı betondan (NDB) değişik yeni bir inşaat malzemesidir. Öyle ise, YDB’nin bilinçli olarak kullanılabilmesi için, tüm özelliklerinin araştırılıp bilinmesi zorunludur. YDB yalnız yüksek dayanımı alınarak fakat diğer özellikleri unutulurken kullanılırsa, sakıncalı olduğu kadar avantajlı durumlar da gözardı edilmiş olacaktır.

YDB'nun özellikleri aşağıda gösterildiği gibi özetlenebilir:

- * Basınç gerilmeleri altında gerilme-deformasyon ilişkisi
- * Elastisite modülü
- * Poisson oranı
- * Çekme dayanımı
- * Yorulma dayanımı
- * Özgül ağırlık
- * Isı geçirgenlik
- * Hidratasyon ısısı
- * Zamana bağlı dayanım artışı
- * Donma-çözülme dayanımı
- * Rötne
- * Sünme

YDB tüm bu özellikleri ile araştırma altındadır. İnşaat Mühendisliğinin uğraşı içine giren yapılarda, YDB'nin özellikleri, yeteri kadar anlaşıldıktan sonra, avantajlı olarak kullanılabilir. YDB her şeyi ile üstün özellikli bir beton demek değildir. YDB'nin bazı özelliklerinin sakıncalı hatta tehlikeli durumlara yol açabileceği de unutulmamalıdır.

2. YÜKSEK DAYANIMLI BETON ÜZERİNE DEĞERLENDİRMELER

YDB değerlendirilmesi değişik yapılar üzerinde yapılacaktır. Ancak, YDB'nin özellikleri henüz tam açıklığa kavuşmuş değildir; bazı özellikleri ise hiç denecek kadar az bilinmektedir. Değerlendirmelerin bu kısıtlı bilgilerin ışığı altında yapıldığı unutulmamalıdır.

2.1. DÖŞEMELER

Çift ve tek yönlü döşemeler az donatı yüzdeli yük taşıyıcılar olup yapının en emniyetli elemanlarıdır. Az donatılı olduklarından çok sünek bir kırılma deseni sergilerler (akma çizgileri). Akma çizgileri bir moment kırılması olduğu için, beton dayanımının etkisi hiç yok denecek kadar azdır. Kesme kuvvetleri, çift ve tek yönlü döşemelerde kritik olmamaktadır. Bu durumda, kayma dayanımı açısından, YDB'nun kullanılması bir avantaj sağlamamaktadır.

Dişli ve kaset döşemelerde de eğilme davranışı hakimdir ve kirişler az donatılı olduklarından sünek bir davranış göstermektedirler. Bu durumda da, YDB bir avantaj sağlamamaktadır.

Kirişsiz ve mantar döşemelerde hakim kırılma türü zımbalamadır. Zımbalama, bir eğik asal çekme olayı olduğu için, betonun çekme dayanımı ile ilgilidir. Çekme dayanımının basınç dayanımının bir işlevi olduğu düşünülürse, YDB'un çekme dayanımında büyük olacağı doğaldır. Ancak, yapılan araştırmalar normal dayanımlı betonlarda, basınç dayanımının %10'u kadar olan çekme dayanımının, YDB'larda %5'e kadar düştüğünü göstermiştir. Bu durumda, NDB için çıkarılmış ilişkiler kullanılarak kirişsiz döşemelerin zımbalama dayanımını hesaplamak yanlış ve tehlikeli olacak gibi görünmektedir.

Ülkemizde çok olmamasına rağmen, önerilmeli döşemeler Batı'da sıkça kullanılırlar. Öngerilme betonun basınç dayanımına yakından bağlı olduğu için, bu durumlarda YDB yarar ve ekonomi sağlayacaktır. Ancak, döşemelerin hesabında dayanım kadar kullanılabilirlik kriterinin de düşünülmesi gereklidir. Aşırı sehim ve titreşimler yapan bir döşemenin yeterli dayanımı olsa bile, kabul

görmeyeceği açıktır. Öngerilmeli döşemelerde, ters sehimin, çatlama olmamasının, ve YDB'nun NDB'a kıyasla daha büyük elastisite modülünün olmasının olumlu etkileri gözden kaçırılmamalıdır.

İnşaatı yavaşlatan faktörlerden birisi de döşeme kalıplarının alınmasını beklemektir. Olayın, betonun yeterli dayanıma gelmesini beklemek olduğunu her mühendis bilmektedir. Yapılan araştırmalar, YDB'nun döküldükten sonra daha hızlı dayanım artışı gösterdiğine işaret etmektedir. Bu durumda, inşaat süresini kısaltmak için YDB kullanmak düşünülebilir.

2.2. KİRİŞLER

Kirişler az donatılı (denge altı donatılı) olduklarından, moment kapasitesi çekme donatısına ve iç moment koluna bağlıdır. İç moment kolunun ise beton dayanımı değiştikçe çok küçük sayılabilecek değişimler gösterdiği düşünülürse, beton dayanımının kiriş moment kapasitesini arttırmakta hiç de önemli olmadığı sonucuna varılacaktır. Bu, NDB sınıfları için çoktan saptanmış bir gerçektir.

Beton dayanımı, kirişin eğik asal çekmeye karşı direncini, TS- 500'de tanımlanan "beton katkısı" olarak etkilemektedir. Beton katkısını oluşturan ögeler ise çatlamamış beton alanı, çatlak içi sürtünme ve donatının kaldıraç etkisinden oluşmaktadır. Yapılan deneylerde, YDB'nun pürüzsüz bir düzlem oluşturarak kırıldığı gözlenmiştir. Bu durumda, çatlak içi sürtünme NDB'larda olduğu kadar oluşmayacaktır. Gene yapılan deneyler, NDB için halen kullanılan formüllerin emniyetli sonuçlar vermeyeceğini göstermektedir. Öyle ise, YDB'larda kayma hesabı yapılırken "beton katkısı" konusunda tedbirli olmakta yarar vardır.

YDB ile yapılmış kirişlerde çatlama ve çatlak dağılımı, henüz sistematik bir şekilde araştırılmış değildir. NDB kirişlerinde ilk çatlamayı veren ilişki genellikle emniyetli tarafta sonuçlar vermektedir. YDB kirişleri için aynı ilişkinin, emniyetsiz tarafa düşmeden kullanılabileceği iddia edilebilir. Kiriş boyunca sistematik bir çatlak dağılımı ve genişliği için gerekli “etkili eylemsizlik momenti” acaba ne kadar geçerlidir?

YDB’da sünme NDB’a oranla daha az oluşmaktadır. Bunun, sünme deformasyonlarını azaltacağı kesindir. Sünme olayının NDB’larda bile tam açıklığa kavuşmadığı düşünülürse, YDB için daha uzun yıllar süren araştırmaların gerekeceği doğaldır. Öyle ise, çatlama, etkili eylemsizlik momenti ve sünme konuları daha güvenilir olarak bilinmedikçe, YDB kirişlerinde sehim hesaplarına “kaba bir tahmin” olarak bakmak gerekecektir.

YDB’de sünme olayının NDB’ye oranla daha az olduğu gözlenmiştir. Öngerilmeli kirişlerde bu bir avantaj olarak görülebilir. Ancak, öngerilmeli kirişlerde, ölü yükler altında oluşan sehim ters sehim ile dengelenmektedir. Bu durumda, sünme kablo kuvvetindeki azalma açısından önem kazanmaktadır. Acaba, taşıma gücü momentini betonun çatlamaya tekabül eden momentini emniyetle karşılayabilmesi için gerekli minimum kablo yüzdesi ne kadardır?

Depremi oluşturduğu tersinir yükler altında kiriş-kolon birleşim bölgelerinde ağır kesme hasarı oluşmaktadır. YDB’nun gerilme- birim deformasyon ilişkisi NDB’a göre değişiktir. Eğik asal çekme davranışındaki farklılıklar da düşünülerek, YDB kirişleri deprem altında acaba nasıl davranacaklardır? Deprem şartnamelerinde belirtilen sargının yeterliliği ne kadar gerçekçidir?

YDB özgül ağırlığı yüksek, dikkatle hazırlanıp korunmuş bir malzemedir. Bu özellikleri ile atmosfere açık yapılarda ve/veya kıyı-liman yapılarında aşınmaya karşı kullanılması tercih edilmelidir. Donatı çubuklarının ekleri, bindirme boyları, ankraj özellikleri ve kancalama, YDB için henüz yok denecek kadar az araştırılmıştır.

2.3. KOLONLAR

Kolonlar, ana işlev olarak, basınç kuvvetleri taşıyan elemanlar olduklarından, YDB'un kullanılmasıyla kolon kesit alanı da küçülecektir. Kullanılır döşeme alanının artması ve ölü yükün azalması bakımından, YDB'un kullanılması çok uygun gözükmemektedir. Gerçekten de Batı'da YDB yüksek yapılarda bu amaçlara uygun düştüğü için kullanılmaktadır. Ancak, şu noktaların henüz tam açıklığa kavuşmadığını anımsamakta yarar vardır.

- a) Sünmenin az olması çerçeve içindeki kolon davranışını nasıl etkilemektedir?
- b) YDB kullanılmasıyla küçülen kolon kesitinde narinlik etkisi de artacaktır. Artan ikinci mertebe momentlerini karşılamak için ya kolon kesitini büyükmek, ya da donatıyı arttırmak gerekecektir. Bu olay, YDB kullanılarak sağlanan avantajı ne ölçüde azaltacaktır?
- c) Narinlik hesabı formüllerinde, sünme ve çatlamayı içeren ilişkilerin YDB kolonları içinde geçerli olacağı kuşkuludur.

2.4. PERDELER

Perdelerin ana amacı yatay yükleri taşımak olduğundan eksenel yük düzeyleri genellikle düşüktür. Perdeler yapıya gerekli ötelenme rijitliği sağlayabilmek için

yapı planı içine yayılırlar. Bu durumda, yapının tümünden devrilme direnci artar. Momentin yanısıra perdeler kesme kuvveti de taşırlar. Tersinir yükler altında perdelerde de eğilme ve kayma çatlakları oluşacaktır. Daha az perde yapmak söz konusu olmadığına göre, acaba perde kalınlıkları ne kadar azaltılabilir? Beton ve donatı yerleştirme zorlukları düşünülürse, 15 cm.den daha ince duvar yapmak olanaksız gibi gözükmektedir. Tersinir yükler altında 15 cm. kalınlığında bir perde duvar acaba nasıl davranacaktır? Eksenel yük düzeyi düşük, eğilmeye çalışan deprem perdelerinde kalınlığın çok fazla küçülemeyeceği izlenimi doğmaktadır.

2.5. YAPI GÜVENLİĞİ

YDB, eşyanın tabiatı olarak, titiz bir çalışmayı gerektirmektedir. Bu durumda, beton dayanımını gösteren standart çan eğrisinin dar olmasını beklemek doğaldır. Başka bir deyişle, standart sapma ve değişkenlik oranı küçük olacaktır. Bütün bunlar ve yapı içinde YDB'un işlevi gözönüne alınırsa, acaba TS-500'de öngörülen güvenlik aynen korunabilir mi? Özel olarak, beton için malzeme katsayısı acaba 1.5 olarak kullanılabilir mi? Burada, malzeme katsayısının yalnız "malzeme özellikleri" ile ilgili olmadığını da unutmamak gerekir.

3. SONUÇ

Yüksek dayanımlı betonun kritik bir incelemesi yapılmıştır. İnşaat mühendisleri yeni bir malzemeyi iyice araştırmadan ve mantık süzgecinden geçirmeden yük taşıyıcı olarak kullanmazlar. Yüksek dayanımlı betonda yeni bir inşaat malzemesi olduğu için bu mantık süzgecinden geçirilmeye çalışılmıştır.