

ÇATI KONSTRÜKSİYONLARINDA GAZBETON UYGULAMALARI

Doç.Dr.Oğuz Cem Çelik
İTÜ Mimarlık Fakültesi
Yapı Statiği ve Betonarme Birimi

ÖZET

Donatılı gazbeton çatı panellerinin çeşitli çatı taşıyıcı sistemlerinde (çelik, betonarme vb) uygulanma olanakları üzerinde durulmuştur. Taşıyıcı sistemde performansı doğrudan etkileyen en önemli faktör olarak uygulanan yapısal detayların etkisi incelenmiş, uygulamada sıkça yapılan hatalar üzerinde durulmuştur. Çatıda diyafram etkisinin sağlanabilmesine yönelik olarak geliştirilen kayma kamasi düzenleri tanıtılmıştır.

GİRİŞ

1965'den günümüze gazbeton yapı elemanları Türkiye'de yapıların değişik bölümlerinde kullanılmakta ve bu kullanım son yıllarda inşaat sektöründeki gelişime koşut olarak hızla artmaktadır. Kullanımdaki artışın en önemli nedenleri gazbetonun bilinen üstün özellikleri (yüksek ısı yalıtım değeri, hafiflik, yangına ve depreme karşı dayanıklılık) yanında sektördeki yapı üretiminin zaman içinde artması ve gazbetonun alternatiflerinin yerini alması şeklinde gelişmektedir. Kullanımdaki bu yoğun artış kontrolü az şantiyelerde gazbeton malzeme ile yapı üretiminde olası yapı hatalarını / eksikleri ortaya çıkarmakta, bu da malzemenin başarıyla kullanılmasını engellemektedir.

Gazbetona ilişkin mekanik özellikler kullanılan sınıfa göre değişiklik göstermekte, örneğin ortalama küp basınç dayanımı $15\sim 75\text{kg/cm}^2$, en küçük küp basınç dayanımı $10\sim 60\text{kg/cm}^2$, birim hacim ağırlığı $0.40\sim 0.80\text{t/m}^3$ elastisite modülü $7500\sim 42000\text{kg/cm}^2$, çekme dayanımı $1.5\sim 7.5\text{kg/cm}^2$, kayma dayanımı $0.8\sim 1.2\text{kg/cm}^2$, basınç emniyet gerilmesi $13\sim 17\text{kg/cm}^2$ ve eğilmede kayma emniyet gerilmesi $2\sim 3\text{kg/cm}^2$ 'dir. Hesap ağırlığı donatılı elemanlarda $0.72\sim 0.84\text{t/m}^3$ civarındadır. Bu sayısal değerler yardımıyla gazbetonun birim hacim ağırlığının, basınç, çekme ve kayma dayanımlarının ve elastisite modülünün betonarmeye ve taşıyıcı tuğlaya göre daha az olduğu ortaya çıkmaktadır.

Deprem yükleri yapıyı inşa edenlerce ve kullanıcılarca kontrol edilemeyen türden yüklerdendir. Deprem yüklerinin büyüklüğünü belirleyen öğeler yer hareketinin şiddeti ve yapının özellikleridir. Yer hareketinin büyüklüğü kontrol edilemeyeceğine göre yapı özellikleri değiştirilerek yapıya etkimesi beklenen deprem yükleri önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Deprem yüklerini belirleyen başlıca yapı özellikleri ise yapının kütlesi, yatay yük dayanımı, rijitliği ve sünekliğidir. Yatay deprem yükleri yapı ağırlığının belirli bir yüzdesi büyüklüğünde olduğundan yapı ağırlığı ne kadar az ise yapıya etkimesi beklenen deprem yükleri de o oranda azalacaktır. Gazbeton taşıyıcı elemanlarla inşa edilmiş yapılarda malzeme ağırlığının $0.72\sim 0.84\text{t/cm}^3$ civarında olduğu belirtilmiştir; bir karşılaştırma için, bu değer inşaat yapıları ile betonarme iskeletli yapılardaki malzeme ağırlığının $\%(35\sim 45)$ 'i mertebesinde olduğu söylenebilir. Bu noktadan hareketle farklı malzemelerden yapılmış benzer plan ve kesit özellikli yapılardan gazbeton taşıyıcı elemanlar ile inşa edilenlere, basit bir yaklaşımla, diğer tür yapılara etkimesi beklenen ve yapımda kullanılan malzeme ağırlığından kaynaklanan deprem yükünün $\%(55\sim 65)$ 'i etkileyecektir [1].

DONATILI ELEMANLAR

1965'den günümüze kadar üretilen donatılı elemanların uygulanması sayısız üstünlükler sunmaktadır. Kuru montaj sayesinde uygulanması basit olup sonuçta düz yüzeyler ortaya çıkmaktadır. Yüksek yangın dayanımları, yüksek ısı yalıtım özellikleri, uygulama hızı ve her mevsim çalışılabilme gibi olumlu özellikleri nedeniyle mimari olarak çoğu zaman tercih edilmelerine neden olur. Bu ürünler G3 ve G4 sınıfları olarak üretilmekte olup bu sınıfların ortalama basınç dayanımları sırasıyla 35kg/cm^2 ve 50kg/cm^2 , hesap ağırlıkları ise 0.72 ve 0.84t/m^3 'dür.

Donatılı çatı plaklarında korozyona karşı korunmuş çift sıra çelik donatı düzeni bulunmakta, ana çekme donatısının aderansı enine donatı ile sağlanmaktadır. Plaklar genelde lamba zıvana geçmeli olarak üretilmektedir. Plak kalınlıkları $h_f=10\sim30\text{cm}$ arasında değişmekte, 2.5cm artışlarla ara değerler elde edilebilmektedir. Plak genişlikleri 60cm (ilk üretimlerde 50cm de vardı, ancak şimdi üretilmiyor) uzunlukları maksimum 600cm 'dir. Plaklar her türlü çatı taşıyıcı sisteminde rahatlıkla uygulanabilmektedir. Gazbeton üreticisi firmalarda belirli bir kalınlık, imalat sınıfı (G3 ya da G4) ve plak ağırlığı dışındaki yükler için ($p=90\sim270\text{kg/m}^2$) güvenle geçilebilecek en büyük plak açıklıkları kapsamlı biçimde hesaplanmış ve tablolar halinde verilmiştir [2].

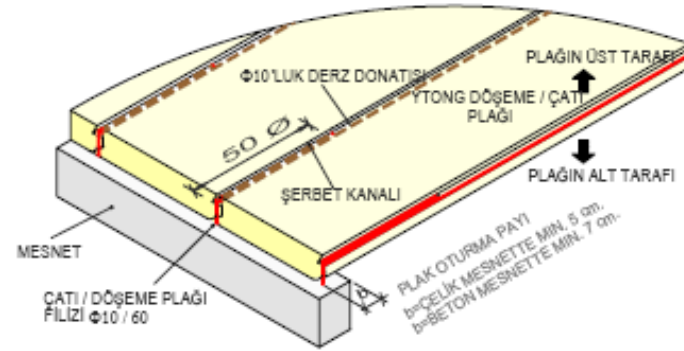
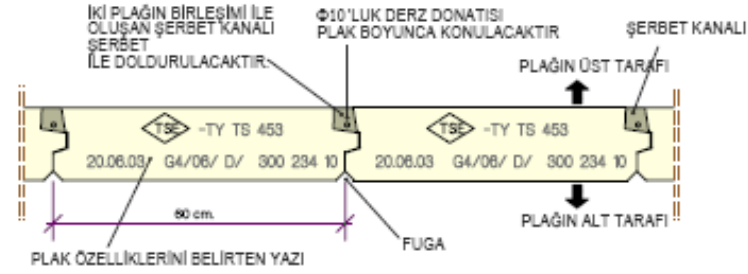
Donatılı elemanlar üzerinde gerçek ölçülerde yürütülen eğilme deneylerinde göçmeye karşı gazbeton yönetmeliklerinde belirtilenin üzerinde büyük güvenlik katsayıları elde edilmiştir. Denenen plak elemanlar çok büyük sehim değerlerine hasarsız olarak ulaşabilmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Donatılı Çatı Plaklarında Prototip Yükleme Deneyi

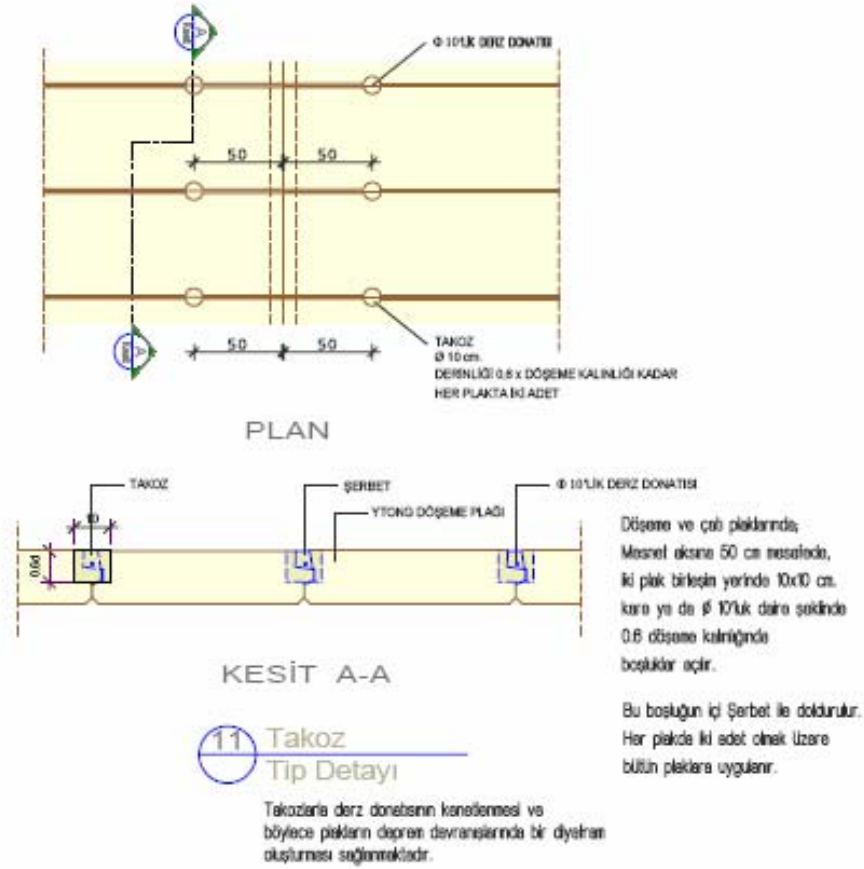
DONATILI ÇATI PLAKLARINDA DİYAFRAM (LEVHA) ETKİSİ

Donatılı gazbeton elemanlarla inşa edilmiş çatı sistemlerinde çatı döşemesinin diyafram (levha) etkisi özelliği göstermesi beklenir. Levha etkisi, ayrı ayrı elemanlarla oluşturulmuş çatı sisteminin yatay (deprem ya da rüzgâr) yükleri altında birlikte çalışmalarının sağlanması şeklinde özetlenebilir ve bu etki sistemden beklenen performansın elde edilebilmesi için çok önemlidir. Örneğin bu etkinin sağlanamayacağı durumlarda çelik çatılarda düzlem dışı stabilitenin korunması için çatı düzlemi içinde ek çapraz düzenlemelerinin yapılması gerekmektedir. Donatılı çatı plaklarında levha etkisi, plaklara dik yatay yüklere karşı aralığı $e=75\sim150\text{cm}$ arasında değişen $d=10\text{cm}$ çaplı silindirik beton kamalarla (ya da 10cm kenarlı dikdörtgen prizma beton kamalarla), elemanlara paralel yatay yüklere karşı ise uç hatılarda donatı düzenlenmesi ile sağlanır. Buna ilişkin olarak hazırlanan detaylar Şekil 2 ve 3'de verilmiştir.



10 Çatı ve Döşeme Plağı Montaj Tip Detayı

Şekil 2. Donatılı Çatı Plaklarında Montaj [2]



Şekil 3. Donatılı Çatı Plaklarında Diyafram Etkisi İçin Beton Kama Detayı [2]

UYGULAMA ÖRNEKLERİ

Bu bölümde gazbeton elemanların değişik çatı tiplerinde uygulanma biçimleri için örnekler verilecektir. Örnekler olabildiğince farklı tipteki yapı gruplarından (okul, konut, sanayi yapısı gibi) alınmıştır.



Şekil 4. Taşkışla (Ç1~Ç5)



Şekil 5. Taşkışla (3400-)



Şekil 6. Kocaeli



Şekil 7. İstanbul



Şekil 8. Gebze



Şekil 9. Çerkezköy

Şekil 4 Taşkılla binasının eski çatı diye bilinen bölümündeki çatı sistemini göstermektedir. Küçük aralıklarla tekrarlanan çelik çerçeveler arası 50cm'lik genişlikteki donatılı gazbeton plak elemanlarla geçilmiştir. Bu elemanların bulunması nedeniyle çatı düzleminde ilave bir stabilite düzenine gerek kalmamıştır. Benzer biçimde aynı binanın bir başka bölümünün çatı sistemi Şekil 5'de verilmiştir. Bu bölümde ise çelik çatı elemanları gövdesinde dairesel boşluklar bulunan çelik kirişlerden oluşmaktadır; 60cm genişliğindeki donatılı gazbeton elemanlar bu kirişlere mesnetlenmektedir. Her iki bölümde de kayma kaması düzeni bulunmaktadır.

Şekil 6 ve 7 Kocaeli (İzmit) ve İstanbul'dan olup betonarme iskeletli konut çatılarına örnek olarak verilmiştir. Bu binalarda çatı plaklarının ve kamaların değişik düzenlenme biçimleri görülmektedir. Gebze'de, çelik kafes kirişli eğrisel bir çatıdaki uygulama Şekil 8'de, prefabrike bir sanayi yapısındaki uygulama ise Şekil 9'da verilmiştir.

Kayma kamasının oluşturulmasına ve plaklar arasındaki donatı düzenine bir örnek Şekil 10 ve Şekil 11'de sırasıyla verilmiştir. Burada, mevcut çatı kirişiyle plakların entegrasyonunu / sürekliliğini sağlayan donatı elemanlarının önemi açıktır.



Şekil 10. Kayma Kaması Düzeni



Şekil 11. Plaklar Arası Derzde Donatı Detayı

SONUÇ VE ÖNERİLER

Donatılı gazbeton çatı elemanlar ile projelendirilen ve inşa edilen çatı sistemlerinde her iki asal doğrultuda diyafram (levha) etkisinin sağlanmasına yardımcı olacak kayma kaması düzenlerinin kullanılması çatı sisteminin yatay yükler altındaki performansını oldukça arttırmaktadır.

TEŞEKKÜR

Bu bildirinin içeriğindeki uygulama detayları ile fotoğrafları sağlayan Türk YTONG Sanayi A.Ş.'ne teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- [1] F.Çılı, O.C.Çelik, H.Sesigür, "Gazbeton Taşıyıcı Düşey Duvar ve Döşeme/Çatı Elemanları İle Oluşturulmuş Yapıların Deprem Yükleri Altındaki Davranışı", Yapı 191, Ekim 1997.
- [2] <http://www.1.ytong.com.tr/>