

ZENON PANEL DUVARLARLA YAPILAN TEK KATLI BİNANIN İTÜ İNŞAAT FAKÜLTESİ YAPI VE DEPREM MÜHENDİSLİĞİ LABORATUARI'nda üç boyutlu davranışı ile ilgili inceleme sonuçları

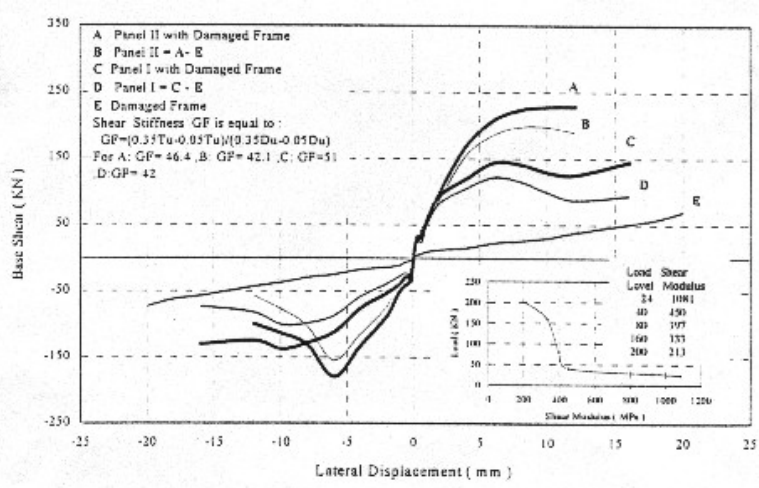
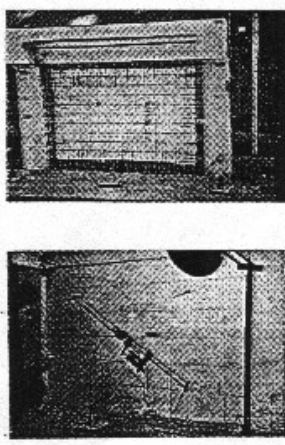
MOURTAJA WaieI,KARADOĞAN Faruk,YÜKSEL Ercan,ILKI Alper,BALCI Arda
YAPI VE DEPREM MÜHENDİSLİĞİ LABORATUARI İTÜ MASLAK

ÖZET

Önce ,zig zag şekilli kesintisiz inşaat demirleri ile temas eden özel imal edilmiş iki tabaka betonarme kafesleri 3 boyutlu (3D) strüktrünü iskelet kısmını yapmak için kullanılır . Betonarme, kafeslerinin iki yüzü arasında bir köpük tabakası kullanıldığında inşaat aşaması sırasında pratikte her bir taraftan (shotcrete) betonlama zorluğu yoktur. Bu malzeme ve inşaat tekniği kullanılarak laboratuarda bir kat numunesinin 1/2 ölçekli modeli hazırlanmıştır, ve yatay yükler açısından test edilmiştir. Bu hafif paneller strüktürün toplam ağırlığını kabaca yarıya indirir. Ve monotonik yatay yükleme, erişilen en son yükün tasarım yükünden 10 misli daha yüksek olabileceğini ve bütün ilgili deplasman şartlarını tamamen yerine getirebileceğini gösterir. Önce benzeri malzemedeki yapılmış panellerin 2 boyutlu (2D) sonuçları özetlenmiştir ve daha sonra burada sunulan teorik işlerde kullanılmıştır.

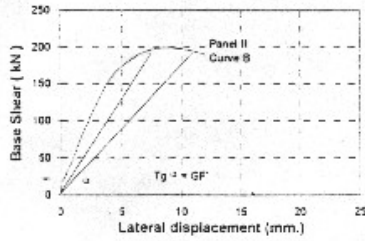
GİRİŞ

Arasında bir köpük tabakası olan özel hazırlanmış iki tabakalı demir kafes hasarlı RC çerçeveleri güçlendirmek için, bakınız: **Şekil 1a, veya alçak strüktürler inşaa etmek için kullanılmıştır, bakınız :Fotograflar 1-5. Kullanılan özel malzemenin yatay ve düşey kesitleri Şekil 2b'de verilmiştir. Kurulduktan sonra, diyaframların iki yüzeyi (shotcrete) betonlamıştır. (Bakınız Fotograf5).**

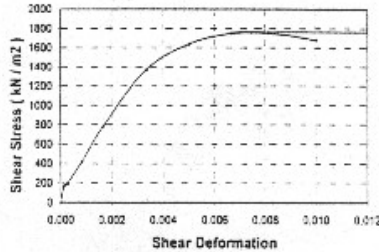


(a). Fabrication of Specimen and Tested Panel

(b). Load Displacement Envelope Curves



(c) Load-Displacement Curve B



(d) Shear Stress - Strain Relationship

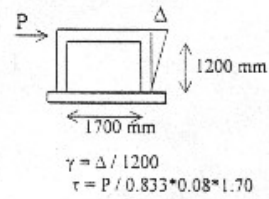
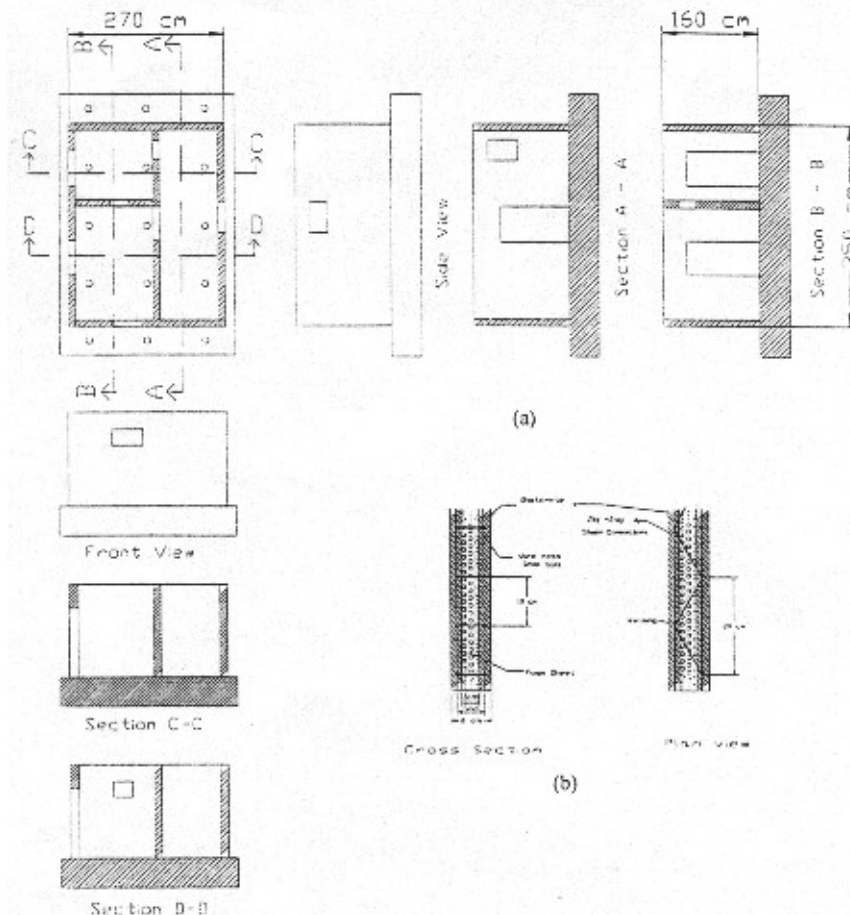


Figure 1. 2D Test Results of the Shotcreted Lightweight Panel

Şekil1. Betonlanmış Hafif Panelin 2D Test Sonuçları

Hasarlı çerçeveyi diyaframa bağlamak için çeşitli teknikler kullanılmış ve test edilmiştir. Bu periyodik yüklemenin sonunda elde edilen histerez eğrilerinin zarfları hepsi beraber Şekil 1b'de



sunulmuştur. Bu araştırmanın ayrıntıları başka bir yerde bulunabilir (2) . Şekil 1b'de Grafik E diyaframların takılmasından önce aynı deplasman düzenine tabi tutulan betonarme çerçeveye aittir. Grafik E'yi 3D numunenin inşasında kullanılan panellerin aynı ayrıntılı özelliklerine sahip olan panellere tekabül eden Grafik A'dan çıkartmak suretiyle analitik olarak elde edilen Grafik B işbu çalışmada araştırılmıştır . Grafik B bağımsız olarak Şekil1c 'de verilmiştir ve burada kesme stresleri ve kesme distorsiyonları arasındaki ilişki yaklaşık olarak türetilmiştir ve ayrı olarak Şekil 1d'de özetlenmiştir. Bu eğrinin düşey kısmı daha sonraki teorik hesaplamalarda kullanılmamıştır, fakat bunu yerine yatay olan hat kullanılmıştır. İlave edilen diyaframların hasarlı çerçevenin yatay sağlamlığı ve mukavemeti konusundaki etkinliği ulaştıkları başlangıç ve son noktalarındaki eğimlerin karşılaştırılması ile kolayca görülebilir. Şekil 1a'da yüzey üstünde en çok yükleme düzeyinde ince çatlaklar zorla görülebilir ve diyafram köşelerinde çok kısıtlı miktarlarda hasar vardır.

NUMUNE

Özel hafif panel betonarme kafesler kullanılarak laboratuarda $\frac{1}{2}$ ölçeğinde üç boyutlu bir numune inşaa edilmiştir. Bu kafesler daha sonra inşaat yerinde betonlanmak yolu ile strüktrel duvarlar haline dönüştürülmektedir. Bu özel betonlanmış panellerin genel yerleşimi , kesitleri ve ayrıntıları şematik olarak Şekil 2'de verilmiştir.

Bu numunenin test döşemesinde öngermeli yüksek mukavemetli civatalar panel bağlantıları ile bağlanan kafes temele ankrajı, duvar açıklıklarında alınan önlemler ve numnenin bazı imalat aşamaları takım halindeki fotoğraflar 1-5 de takip edilebilir. Bu numune tam olarak araştırma altında olan gerçek strüktürün ölçekli bir örneğidir. Bu basit inşaat tekniğinin çok cazip temel özellikleri çok iyi ısı izolasyonu , toplam ağırlıkta azalma ve inşaat hızının çok yüksek olmasıdır.

Üç boyutlu numune hazırlanmadan önce laboratuarda aynı çeşit paneller kullanılarak diğer bazı ön testler yapılmıştır. Bunların arasında panellerin tek eksenli yükleme testleri (1) panellerin düzlemsel periyodik yükleme testleri (2) ve panellerin düzlem dışı yükleme testleri (3). Bu önceki bulgulara bağlı olarak, daha esnek davranacağı, daha yüksek bir enerji emme kapasitesi olacağı ve komple bozulmalar yerine tamir edilebilir yerel bozulmalar olacağı beklenmektedir.

The specimen has been designed for 26 kN base shear force which corresponds to 25% of total weight of

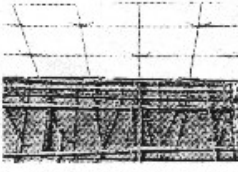


Photo 1. Wall and Foundation Anchorage

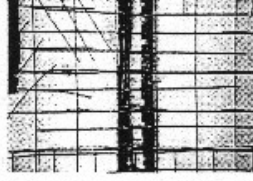


Photo 2. Connection of Three Walls

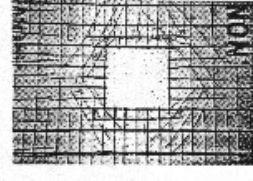


Photo 3. Detailing Near Opening



Photo 4. Specimen During Construction



Photo 5. Shotcreting



Photo 6. Specimen During Testing

Bu numune struktrünün toplam ağırlığının %25 oranına tekabül eden 26 kN baz kesme kuvveti için tasarlanmıştır yeni Türk Deprem Yasası 1998 [4] şartlarını yerine getirir.

Demir kafeste kullanılan demir çapları 3mm'dir. Bunlar yatay ve düşey yönlerde herbiri 10 cm aralıklı olarak hazırlanırlar ve otomatik olarak kaynaklanırlar. Bu demirlerin akma mukavemeti yaklaşık 500 MPa' dır. Silindir testleri betonun 14 MPa ortalama basınç mukavemeti olduğunu göstermiştir. Silindir testlerinin beton kalitesini göstermek için yeterli olduğu belirtilmiştir.[5]

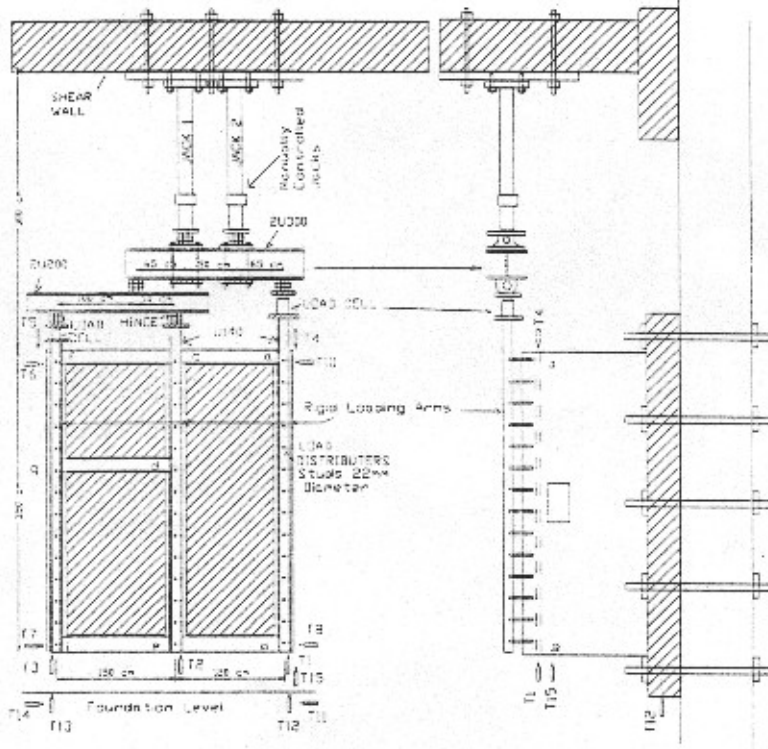
Şekil 2. Özel Betonlu Panellerin Planı,Kesidi ve Ayrıntıları

TEST HATIRLATMA VE TESTLER

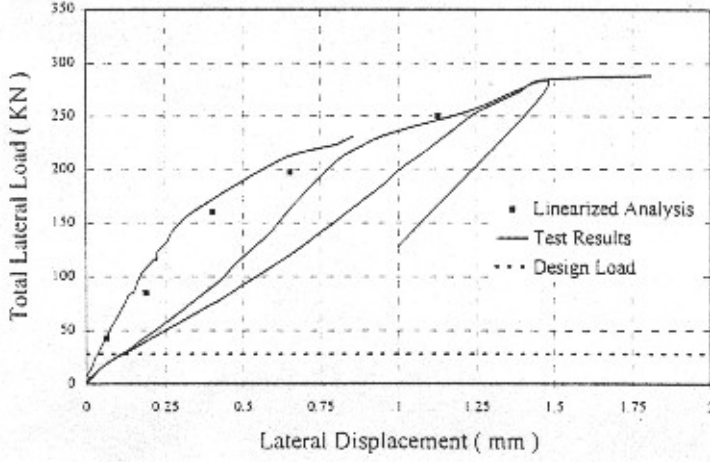
Numune ile betonarme reaksiyon duvar arasına yatay pozisyonda iki adet 300 kN kapasiteli çift hareketli yağlı kriko konulmuştur. Ve önce krikolar vasıtasıyla elde edilen yatay yük iki eşit parçaya bölünmüştür. Ve yüklerden biri tekrar ikiye bölünmüştür ve her bir duvara transfer edilecek yükler kendi sağlamlığına orantılı olacaktır (Bakınız Şekil 3 ve Fotograf 6). Daha sonra bu yatay yüklerin herbiri, kendilerinin numune içine gömülmüş kesme saplamaları ve üstlerine yerleştirilmiş sağlam yükleme kolları vasıtasıyla kesme duvarları boyunca dağıtılmıştır. Böyle yapılarak her bir duvara gelen konsantre yükler duvar üzerinde hemen hemen yeknasak dağılımlı bir yük durumuna dönüştürülmüştür. Duvarlar 1ve 3'e transfer edilen yükler Şekil 3'te gösterilen ağırlık ölçer cihazlarla eşzamanlı olarak kaydedilmiştir. Dolayısıyla orta duvara W2 giden yükler basitçe W1 ve W3 tarafından alınan yükleri iki kriko vasıtasıyla eşzamanlı olarak numuneye uygulanan toplam yükten çıkartılarak hesaplanabilir.

Sonuçta, yatay yük dağılımı hemen hemen bir depremde gerçek inertia kuvvetlerinin dağılımına eşdeğer olarak tutulduğu söylenebilir. Bu strüktür nispeten sağlam bir strüktür olduğundan ve tasarım yükü düzeyine kadar elastik davranış beklendiğinden, bu varsayım en azından o seviyeye kadar geçerlidir. W1,2 ve 3 duvarlara dikey olan duvarların kesme yükleri taşımadığı varsayılmıştır.

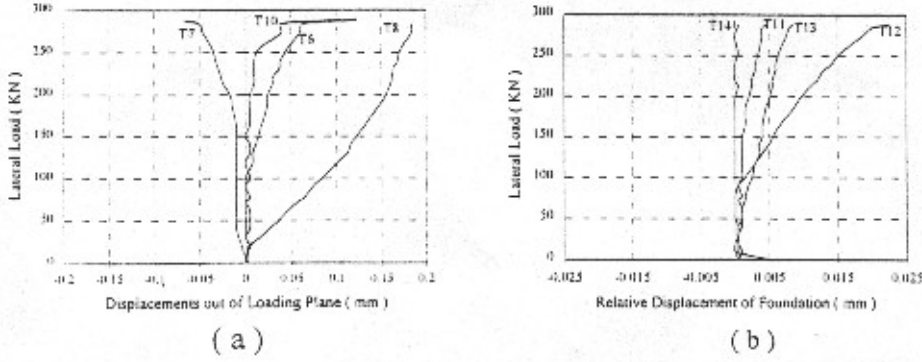
Numunenin herbir ucundan düzlem içi ve düzlem dışı deplasmanlar, ve yükleme döşemesindeki muhtemel nispi kayma hepsi otomatik olarak kaydedilir ve sırasıyla ortaya çıkan deplasman grafikleri elde edilmiştir (bakınız Şekil 4, ve Şekil 5a,b). T1, T2 ve T3 vericilerinin kayıtlarının ortalaması ve toplam yatay yük Şekil 4'ün çizilmesi için kullanılmıştır. Döşemenin kaymasının ve düzlem dışı deplasmanın kayda değer olmadığı görülmüştür. Hernekadar test sırasında elde edilen yatay yük seviyesi tasarım yük seviyesinden kabaca 10 misli daha büyük isede, yükleme aparatındaki yetersizlik nedeniyle strüktürün en son yükleme kapasitesine ulaşılamamıştır.



Şekil 3 Yük Dağılımı ve Test Ayarları

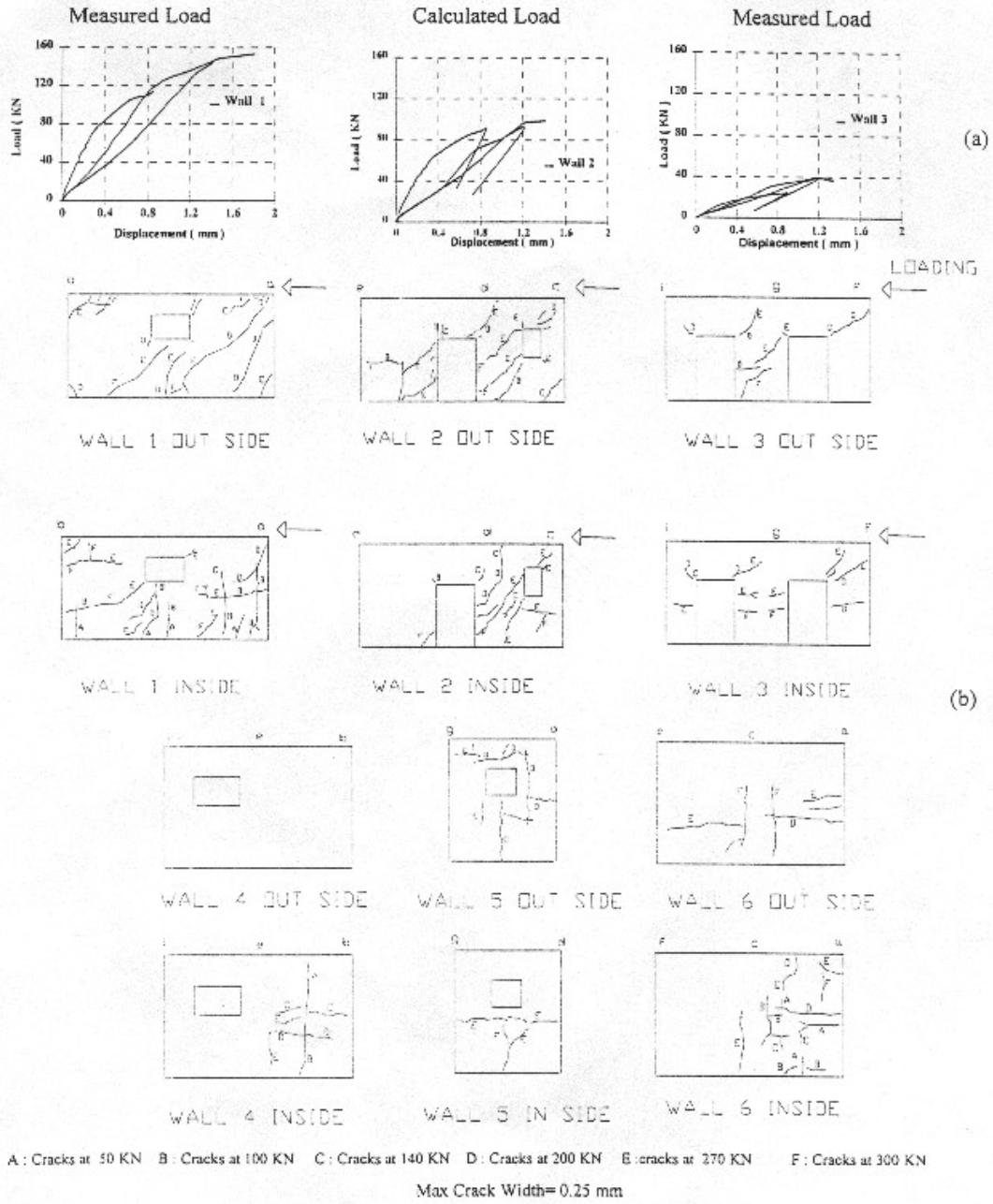


Şekil 4. Yük Yük Döşeme üstü Deplasman Grafiği



Şekil 5 a)Yüklemeye Yönüne Dikey Deplasmanlar b)Temel Kayması

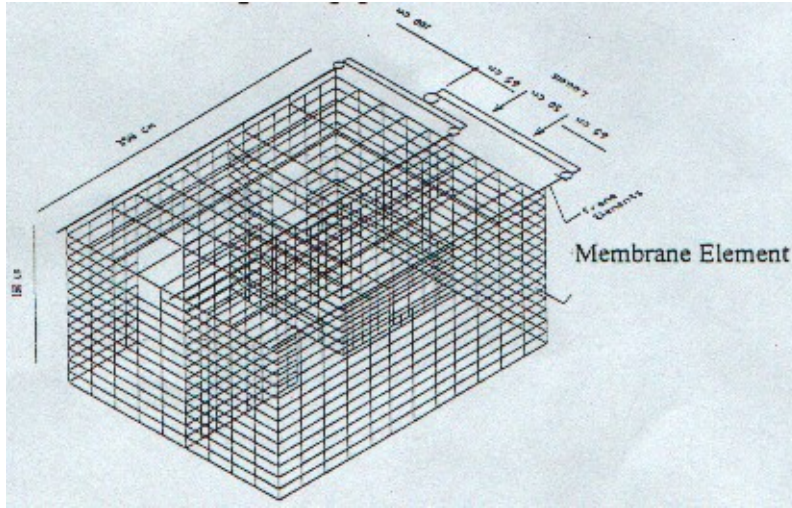
Her bir duvardan elde edilen yük defleksiyon grafikleri Şekil 6a'da ve duvarların her bir yüzeyindeki çatlama desenleri Şekil 6b'de verilmiştir. Dikkatinizi çekerizki, azami yük seviyesinde bile sadece çok küçük ince dağılımlı çatlaklar görülmüştür. Hiçbir yerel kırılma tespit edilmemiştir.



Şekil 6 Yükleme Yönünde Duvarlardaki Çatlak Desenleri

TEORİK ÇALIŞMA

3D numunenin sonlu eleman modeli şematik olarak Şekil 7 'de verilmiştir. Duvarları ve duvarlar tarafından desteklenen çatıyı temsil etmek membran elemanlar kullanılmıştır. Çatının kendi düzleminde sonsuz sağlam ve sabit ağırlığın çok ufak olduğu varsayılmıştır.



Şekil 7. Çizgisel Analizde Kullanılan Sonlu Eleman Kafes

Strüktürü analiz etmek için genel amaçlı bilgisayar programı SAP90 [6] kullanılmıştır. Malzemenin çizgisel olmadığını programa tanıtmak için, elemanların her bir duvardaki elastiklik modülü, deneysel olarak bulunan eşdeğer kesme modülüsünü kullanarak ve poisson oranını 0,20 olarak o özel yük düzeyinde duvarın toplam kesme kuvvetine göre değiştirilmiştir. Böylece teorik yük defleksiyon grafiğinin parçası olan kare şekilli noktalara ulaşılmıştır. (Bakınız Şekil 4)

SONUÇ

Laboratuarda monotonik yatay yükler için test edilen $\frac{1}{2}$ ölçekli numune, arazide betonlanmış çok iyi bağlantılı panel elemanlardan meydana gelir. Her ne kadar yatay yükler tasarım yüklerinden kabaca on misli daha yüksek yük seviyelerine çıkartılsa bile, yüzeylerde çok küçük ince çatlaklar görülmüştür. Hiçbir önemli yerel kırılma görülmemiştir. Aynı zamanda her bir duvarın ikitabakası arasında hiçbir ayrılma olmadığı da ilgi ile gözlenmiştir.

Bu çalışmada önerilen basitleştirilmiş işlemlerle dahi strüktürün deneysel olarak bulunan linear olmayan davranışı aynı zamanda teorik olarak da elde edilmiştir.

REFERANSLAR

1. Ersin U.D. Master Tezi : Dolgu duvarlarda Mikrotromer Ölçümler ve Mekanik Modeller 1997 İTÜ (Türkçe)
2. W. MOURTAJA , E.YÜKSEL , F.KARADOĞAN, Özel Betonlanmış Diyaframlar vasıtasıyla RC Çerçevelerin Kuvvetlendirilmesi Japon-Türkiye İkinci Atölyesi 1998 İstanbul –Türkiye
3. F.KARADOĞAN, E. YÜKSEL , A. ALKI K. DARILMAZ, W .MOURTAJA ,H SARUHAN , “ ZENON Sandviç Tip Betonlu Döşeme Elemanı , Laboratuar Raporu İTÜ (Mart 1998)
4. “Afet Bölgesinde İnşa Edilecek Strüktürler için Spesifikasyonlar” Bayındırlık ve iskan Bakanlığı 1998
5. H. SARUHAN , I . EREN , F. KARADOĞAN, “ Arazide Betonlama Gözlemleri ve Testleri ” Japon – Türkiye ikinci Atölye 1998 Şubat 23-25 İstanbul , Türkiye
6. SAP 90 Strüktürel Analiz Programı v.5 10, Edward L.Wilson 1978 -1989