

ERZİNCAN'DA 2010 ADET KONUTUN ONARIM VE GÜÇLENDİRİLMESİ

Remzi Ülker¹, Semih S. Tezcan², Muzaffer İpek³,
Ali Mutlu Köylüoğlu⁴ ve Yılmaz Yuva⁵

S U M M A R Y

Special techniques of repair and strengthening have been described as applied to about 300 residential apartment blocks damaged during the March 13, 1992 Erzincan Earthquake. It is assumed that the repairing operation would only restore the strengths of the damaged beams and columns back to their original levels prior to the earthquake. For the purpose of improving the seismic resistance capacity of a particular building however, new reinforced concrete shear walls have been added. Basically, two new shear walls have been symmetrically placed in each direction, in order to increase the seismic load carrying capacity of the building to the approximate level of $C = 0.15$ g lateral load coefficient. The total expenditures of repair and strengthening of the apartment blocks were on the order of about 30% of their total current market values.

Ö Z E T

13 Mart 1992 Erzincan depreminde hasar gören yaklaşık 300 Apartman binasının, onarım ve güçlendirilmelerinde kullanılan özel teknik yöntemler burada kısaca tanıtılmaktadır. Kolon ve kirişlerdeki çatlak ve hasarlara uygulanan onarım işlerinin, ilgili kesitlerdeki dayanımları, depremden evvelki seviyeye çıkartmak amacıyla yönelik olduğu varsayılmıştır. Binanın depreme dayanıklılığını artırmak ve binayı olduğundan daha fazla güçlü kılmak için, binaya yeni bazı sürekli betonarme perdeler eklenmesi uygun bulunmuştur. Gerçekten, binanın yatay yük taşıma gücünü $C = 0.15$ g mertebesine çıkartmak amacı ile, mimari planda her iki yönde ikişer adet simetrik yerleştirilmiş betonarme perde duvarları inşa edilmiştir. Binaların onarım ve güçlendirme işleri için yapılan masrafların yekûnu, binaların rayiç bedellerinin %30'u mertebesinde olmuştur.

¹ İstanbul Teknik Üniversitesi Öğretim Üyesi

² Boğaziçi Üniversitesi Öğretim Üyesi

³ İstanbul Teknik Üniversitesi Emekli Öğretim Üyesi

⁴ Boğaziçi Üniversitesi Araştırma Görevlisi

⁵ İnş. Y. Müh., Tezokan İnşaat Pazarlama Sanayi Ticaret Ltd. Şti.

1. GİRİŞ

13 Mart 1992 tarihinde Erzincan'da meydana gelen depremde orta derecede hasar gören kooperatif binalarının onarım ve takviye işlerinin projelendirilmesinde kullanılan hesap esasları, proje kriterleri, yük analizleri ve genel bilgiler burada kısaca özetlenmektedir.

Onarım ve takviye işlemleri sadece "orta" derecede hasar gören kooperatif binalarına uygulanmıştır. Bu tip binalarda taşıyıcı sistemi oluşturan kolon, kiriş ve betonarme perde gibi elemanlar depremi ya küçük çatlaklarla veya düğüm noktalarında bazı küçük mafsallaşma hasarı ile atlamışlardır. Düşey ve yatay doğrultularda önemli hiçbir deformasyon veya deplasman yer almamıştır. Ancak, betonarme karkas sisteminin içindeki delikli tuğla dolgu duvarlarında ve sıvalarda özellikle bodrum ve zemin katlarda önemli çatlaklar ve hasar meydana gelmiştir.

Dolayısı ile, taşıyıcı sistemdeki çatlakların ve mafsal başlangıcı hasarların enjeksiyon ve mantolama metodları ile, lokal olarak onarılması ve ayrıca, binanın yatay stabilitesini güvence altına alacak yeni deprem perdelerinin ilave edilmesi yeterli görülmüştür. Dolgu duvarlardaki hasar ile, sıva, boya v.b. ince işlerdeki hasarlar bu çalışmanın kapsamı dışındadır.

2. DEPREM HAKKINDA ÖZET BİLGİLER

Deprem 13 Mart 1992 Cuma günü saat 19:20' de meydana gelmiştir. Depremin *Richter* ölçeğinde manyitudü $M_s = 6.8$ dir. Deprem daha ziyade Erzincan ve Tunceli illerinde hasar yapmıştır. Yaklaşık 500 kişi ölmüş ve 2800 kişi yaralanmıştır. Erzincan'daki 28 bin daireden yaklaşık 8000 'i (% 28) hasar görmüştür. Erzincan'ın içinde 180 adet önemli yapı tamamen çökmüştür (124 Apartman bloku, 35 kamu binası, 13 iş yeri, 5 otel ve 3 okul). Meskenlerdeki durumlar şöyledir:

Ağır	hasarlı daireler	1450
Orta	hasarlı daireler	2880
Az	hasarlı daireler	3850
Toplam daire		8180

Erzincan depremi, şehir merkezinin yaklaşık 6 km kuzeyinden geçen Kuzey Anadolu fay hattı üzerinde oluşmuştur. Dolayısı ile, depremin episantr uzaklığı yaklaşık 6-10 km kadardır. Depremin yer hareketi Erzincan Meteoroloji istasyonuna yerleştirilmiş olan Afet İşleri Genel Müdürlüğüne ait kuvvetli ivme kaydedici ile ölçülmüştür. Depremin en büyük yer ivmesi NS doğrultusunda $a = 0.40$ g, EW doğrultusunda $a = 0.50$ g, ve düşey doğrultuda $a = 0.25$ g

mertebesindedir. Bu yer ivmelerinin, çeşitli sönüm yüzdeleri için lineer elastik davranış spektrum eğrileri *Şekil 1* ve *Şekil 2'* de gösterilmiştir.

Spektrum eğrilerinden görüleceği üzere, elastik davranış halinde, birinci titreşim modunda, peryotları $T = 0.5$ saniyeden küçük olan yapılara 1.0 g ila 1.5 g mertebelerinde çok yüksek yatay yükler gelmektedir. Elasto-plastik davranışın, daha doğrusu düktilite özelliğinin göz önüne alınması halinde dahi bu yatay yüklerin çok yüksek olduğu, deprem yönetmeliğinde önerilen $C = 0.08$ g katsayısının bu değerler yanında çok küçük kaldığı açıkça görülmektedir. Nitekim, benzer cins zeminler ve benzer yapılar için ABD, Rusya ve Japonya deprem yönetmeliklerinin verdiği yüksek katsayılar *Şekil 3* ve *Şekil 4'* te görülmektedir.

3. ONARIM VE GÜÇLENDİRME İLKELERİ

Onarım ve güçlendirme projesine konu kooperatifler az ve orta hasar gören kooperatiflerdir. Bütün kooperatifler betonarme karkas sistemde projelendirilmiş ve inşa edilmişlerdir. Bunların pek azında merdiven sahanlığı boyunca küçük bir betonarme perde kullanılmıştır. Aynı tip projeye göre inşa edilmiş kooperatif binalarında bile deprem yönü, zemin ve temel koşulları, inşaat malzemesi ve işçilik farkları nedeni ile farklı hasar durumları ile karşılaşmıştır. Onarım ve güçlendirme projelerinde gözönüne alınan kriterler aşağıda özetlenmiştir:

- a) Onarım işleri, güçlendirme işlerinden ayrı olarak ele alınacak ve hasar gören taşıyıcı yapı elemanları (*kolon, kiriş ve perdeler*) çeşitli onarım teknikleri ile, depremden önceki dayanımlarına kavuşacak şekilde onarılacaktır.
- b) Onarım ve güçlendirme çalışmalarında mümkün olduğu kadar bina cephelerini ve binanın dış mimarisini etkilemeyecek alternatifler tercih edilecektir.
- c) Güçlendirmede mimari planı bozmayacak, dairelerde en az tahribata yol açacak ve ayrıca ıslak hacimlerden uzak kalacak sistemler tercih edilecektir.
- d) Güçlendirilmiş bina $C = 0.15$ g mertebesindeki yatay yükler altında çözülecektir.
- e) Yapısal yük analizinde kuvvetlerin gerçeğe mümkün olduğu kadar yakın dağılımının elde edilebilmesi için üç boyutlu matematik model seçilecektir. Eski ve yeni beton için farklı elastisite modülleri kullanılacak, yapıyı çevreleyen bodrum kat duvarlarının rijitlik ve dayanımları uygun kabullerle gözönüne alınacak, temeller tabanda ankastre kabul edilmeyip, dönmeler yaylarla idealleştirilecektir.

f) Onarılmış fakat güçlendirilmemiş binanın $C = 0.08$ g yatay yük katsayısı altında analizi yapılarak, mevcut kolonların, bu yükleri emniyetle taşıdığı gösterilecektir.

g) İlave deprem perdeleri ile güçlendirilmiş binanın $C = 0.15$ g yatay yük katsayısı altında analizi sonucunda, eski kolon ve kirişlere isabet eden momentlerin, düşük mukavemetli beton kesitler tarafından taşınabildiği gösterilecektir. Eski kolon veya kiriş kesitleri, bu güçlendirmeye ayak uyduramayacak kadar zayıf kaldığı takdirde, geleneksel mantolama yöntemi ile, zayıf kesitler güçlendirilecektir.

Bu ilkelerin ışığında, onarım çalışmaları için yedi ayrı tip saptanmıştır. Çatlak enjeksiyonu ve lamalarla mantolamaya ait (Ref. 3 ve Ref. 5) bazı ayrıntılar Ek 1' de verilmiştir. Güçlendirme yöntemi olarak, bina içinde en üst kattan temele kadar sürekli, planda simetrik yeni betonarme perdeler ve bu perdelerin altına eski temellerle kaynaşan yeni sürekli temeller ve özellikle radye temeller tercih edilmiştir.

4. YATAY YÜK KATSAYISI

Kooperatif binalarının hemen hepsi yatay kuvvetlere karşı 1nci derece deprem bölgesi katsayısı olan $C = 0.10$ g ile, düktül yapılar için verilen $K = 0.8$ katsayısının çarpımı olan $C = 0.08$ g katsayısı ile tahkik edilmişlerdir. Aslında, projelendirmede ve düğüm noktası teşkilinde genellikle düktülite koşullarının yerine getirilmesine dikkat edildiği söylenemez.

13 Mart 1992 Erzincan depremine ait ivme kayıtları, deprem esnasında maksimum ivmenin doğu-batı doğrultusunda 0.50 g mertebesinde olduğunu göstermektedir. Dolayısı ile, güçlendirmeyi amaçlayan deprem hesaplarında $C = 0.08$ g 'den daha yüksek bir deprem katsayısı kullanılması gereği vardır.

Yapılan spektral davranış analizlerinin ışığında yatay yük katsayısının $C = 0.15$ g olarak kullanılması uygun görülmüştür. Bu değer gerçekçi bir değerdir. Hem güçlendirme maliyetini aşırı artırarak mal sahiplerini mağdur etmeyecek, hem de yürürlükteki yönetmeliğin verdiği değerlerin % 50 üstünde olduğu için binalarda ek bir güvenlik sağlayabilecektir. En üst kattan temele kadar sürekli betonarme perdelerle güçlendirilmiş bir bina çok şiddetli bir depreme maruz kalarak hasar görse bile göçmeyecek, dolayısı ile can kaybına yol açmayacaktır.

Perde ile güçlendirilmiş sistemin $C = 0.15$ g yatay yük katsayısı ile çözümüne ek olarak, perdesiz sistemin $C = 0.08$ g katsayısı ile çözümünün yapılması da önceden kararlaştırılmış olup, bu hesapta amaç katsayı artışının kolon ve kiriş kuvvetlerinde artışlara neden olup olmadığını belirlemektir. Ancak, hesaplar göstermiştir ki, anormal perde enkesit boyutları

kullanmadan, bütün kiriş ve kolon momentlerini kontrol edebilmek olanaklı değildir. Sadece bir kattaki kolon veya kirişlere ait momentler ortalamasının perdesiz çözüme ait ortalama değeri aşmaması koşuluna uyulması istenebilir. Bu nedenle, tahkikler tek tek değil kat düzeyinde global olarak yapılmıştır. Ayrıca, toplam kat kesme kuvvetinin belli bir yüzdesinin (% 40 'tan fazlasının) eklenen perdeler tarafından taşınması kriteri de göz önüne alınmıştır.

5. KULLANILAN PAKET PROGRAM

Kooperatif binalarının yatay yük analizleri *YYP* - Paket programı ile yapılmıştır (Ref. 4). Bu program çubuk elemanlar ve perdeler içeren, planda ortogonal düzlem çerçevelerden oluşan üç boyutlu çok katlı yapıların yatay yük analizi için büyük sistemler için geliştirilmiş, sonra mikrobilgisayarlara uyarlanmış bir bilgisayar programıdır. Programda kat döşemeleri düzlemleri içinde sonsuz rijit, düzlemleri dışında fleksibl kabul edilmektedir. Bu durum, her katın yer değiştirmelerinin, iki ötelenme ve bir dönme olmak üzere, üç serbestlik derecesi ile ifade edilmesi süreti ile saptanmaktadır.

Program matris deplasman yöntemi ile üç boyutlu yapıyı aynı yük vektörü altında bir kere x-yönünde, bir kere y-yönünde, bir kere de bu yük vektörünü moment vektörü olarak çözer. Bu üç çözümün uygun süperpozisyon ile her iki yönde $\pm$ % 5 eksantriklik etkilerini içeren dört çözüm elde eder. Herhangi bir eleman için bu dört çözümden en elverişsizi tasarım değeri olarak kullanılır.

Program ayrıca, elde edilen yatay yer değiştirme değerlerinden *Rayleigh* oranı ile yapının her iki yönde titreşim periyodunu da hesaplar ve Deprem Yönetmeliğindeki S-dinamik katsayı hesabında kullanır.

Programda tabanda sabit mesnet, katlarda kayıcı mesnet, mafsallı çubuk, rijit bölge çubuk, kolon ve perde tabanında dönmeye karşı yay gibi özellikler gözönüne alınmakta olup, bu özelliklerin büyük bir kısmından bu proje için yapılan deprem hesaplarında yararlanılmıştır. Rade temellerinin analizinde, dikdörtgen sonlu elemanlar ve *SAP 90* - Paket programı kullanılmıştır.

6. YATAY YÜK TAHKIKLARI

Uygulamada önce perde yerleri ve kesitleri belirlenmekte ve perdeler üç boyutlu yapı modeline eklenmektedir. Bu modelde perdeler yapının herhangi bir çerçevesine ait elemanlar olmayıp, yapıya kat hizalarında mafsallı olarak bağlanan, bağımsız elemanlar olarak

düşünülmüştür. Kooperatif planları bir katta genellikle, aralarında merdiven boşluğu bulunan iki daire içermektedir. Güçlendirme amacı ile planın uzun yönünde (x -yönü) aynı aks üzerinde iki perde, planın kısa yönünde (y -yönü) ise birbirine paralel iki perde kullanılmaktadır (*Şekil 5*). Betonarme yığma duvar veya çelik çaprazlardan oluşan *infill* çerçeve arası takviye perdeleri (*Ref. 1*), yerine, katdan kata sürekli, çerçevenin yanısıra uygulanan mütemadi betonarme perdelerin hesap ve inşa kolaylıkları getirdiği saptanmıştır.

Kesit tesirleri hesaplandıktan sonra perde kesitleri momente göre tahkik edilmekte, gereğinde kesitler değiştirilmektedir. Kat kesme kuvvetleri ve momentler yukarıdan aşağıya doğru arttuklarından, ekonomik nedenlerle üst katlarda küçük perde kesitleri kullanılmaktadır. Yeni dökülecek takviye perdesinin donatıları, eski döşemede açılan ve 250 mm dolu, 250 mm boş olarak devam eden perfore deliklerden geçirilmektedir. Eski betonun yeni betona kaynaşması böylece gerçekleştirilmektedir (*Ref. 2*).

Yapıya gelen deprem kuvvetleri perdeler kat hizalarında intikal etmektedir. Perdenin ardışık iki kattaki kesme kuvvetleri arasındaki fark, aradaki döşemeden perdeye intikal eden deprem kuvvetine eşittir. Bu kuvvetin döşemede hasara neden olmadan güvenli bir şekilde perdeye aktarılması gerekmektedir. Bunun için, aşağıda sıralanan dayanımlardan yararlanılmaktadır:

- a) Döşeme beton kesidinin ezilme dayanımı
- b) Döşeme beton kesidinin kayma dayanımı
- c) Düşey ve çapraz donatının kayma dayanımı
- d) Kiriş yan yüzeylerine yerleştirilen ankraj demirlerinin kayma dayanımı

Perdeler her katta muhakkak bir çerçeve kirişi ile hemyüz olduğu için, bu kirişin yan yüzü yer yer delinerek *epoxy* yapıştırıcılarla $\Phi 26$ mm' lik ankraj çubukları yerleştirilmektedir. Perdelerin döşemelere bağlanması ile ilgili detaylar *Şekil 6'* da verilmektedir.

7. TEMEL TAHKIKLARI

Kooperatif binalarının perdelerle güçlendirilmesi ve yüksek deprem katsayısı kullanılarak çözülmesi perde tabanlarında büyük eğilme momentleri doğmasına neden olmaktadır. Bu momentlerin taşınmasında iki değişik temel sistemi kullanılmıştır:

- a) Perde yönünde uzun, komşu kolonların sömellerini kavrayan ve onların düşey yüklerinden yararlanan mütemadi temel sistemi,

- b) Perdenin bulunduğu bölgeyi içine alan ve dört kolunu birleştiren radye jeneral temel sistemi

Tipik bir mütemadi temel ile, tipik bir radye jeneral projesi *Şekil 7'* de ve bu temele ait matematik modelleme ile maksimum eğilme momenti konturları *Sekil 8'* de gösterilmiştir.

8. PROJE KRİTERLERİ VE ONAY MEKANİZMASI

Yukarıda kısaca açıklanan proje kriterlerinin saptanması ve bu kriterlerin ışığında üretilen proje ve hesap raporlarının onaylanması için, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yapı ve Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi bünyesinde bir Teknik Danışmanlar Grubu oluşturulmuştur. Bu gruba dahil öğretim üyelerinin isimleri *Ek 2'* de verilmiştir.

Ancak, böyle güçlü bir Teknik Danışmanlar Grubunun, İstanbul'da ve Erzincan'da yoğun ve uyumlu çalışması sayesinde ki, yaklaşık 2010 konuta ait hasar tespit raporları, malzeme deneyleri, proje kriterlerinin saptanması, projelerin üretilmesi ve onaylanması, üç ay gibi çok kısa bir süreye sığdırılabilmektedir. Projeler *Tezokan Ltd. Şti.* tarafından, inşaat ve imalat işlerini büyük bir süratle yürüten müteahhit firma *Tepe İnşaat'* ın işlerinin gecikmesine meydan verilmeden süresi içinde tamamlanmıştır.

9. MALİ HUSUSLAR

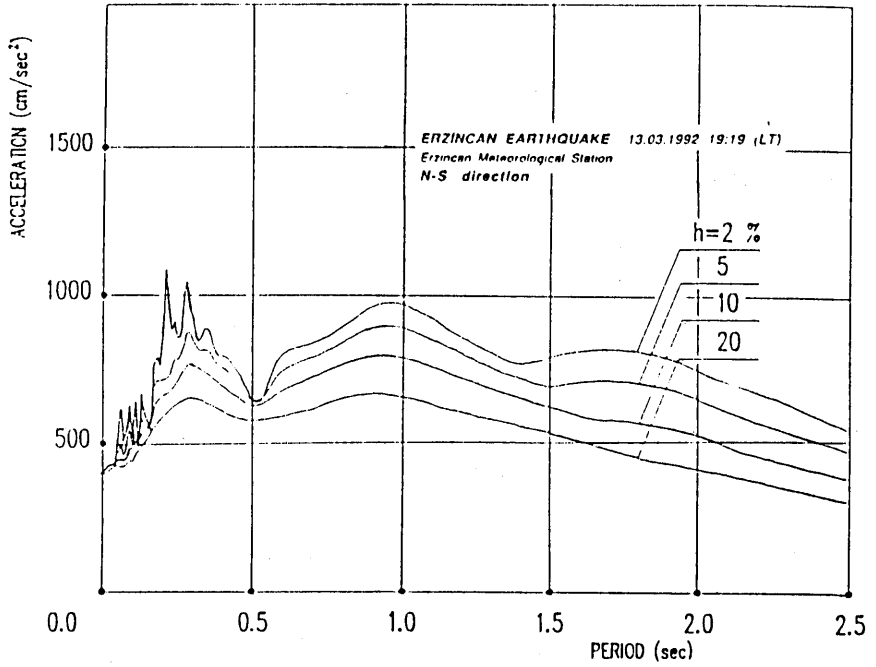
Onarım ve güçlendirme için 100 metrekarelik tipik bir daire başına sarfedilen parasal miktarlar genellikle 4500 US \$ mertebesinde kalmıştır. Böylece, dairenin yeniden inşa edilme bedelinin yaklaşık % 30'u aşılmadan, müstakbel şiddetli bir depreme karşı güvenceli bir dayanıklılık sağlanmış olmaktadır.

10. SONUÇ VE ÖNERİLER

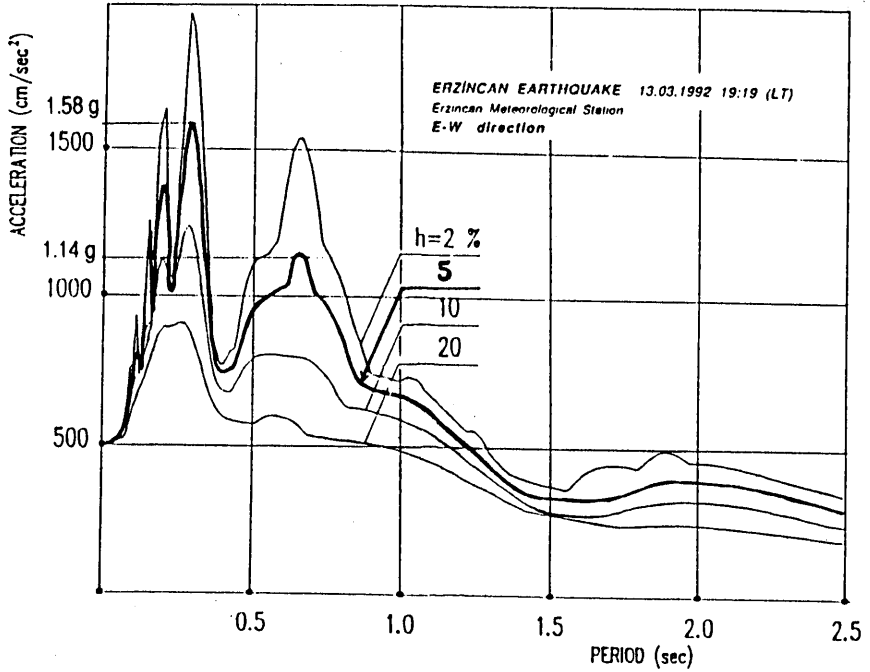
1. Kolon ve kirişlerin onarımında kullanılan ve *epoxy* reçineleri ile yapıştırılan lamalı sistemler, uygulamada çok büyük güvence ve sürat sağlamışlardır. Geleneksel mantolama sistemine nazaran biraz daha pahalı olmalarına mukabil, lamalı sistemlerin boyut büyümesine gerek duyulmaması ve kolayca uygulanabilir olması ve dayanım güçlerinin çok yüksek olması gibi üstünlükleri vardır.
2. Takviye sistemi olarak kullanılan ağır temelli, bina yüksekliği boyunca sürekli betonarme perdelerin uygulamada büyük rahatlıklar sağladığı anlaşılmıştır. Kiriş yüzlerine yapışık olarak imal edilen bu perdelerin hem bina ile entegrasyonu kolay, hem de bina boyunca sağladığı güvence yüksek olmaktadır.
3. Temellerin mütemadi kiriş yerine, radye jeneral olarak inşa edilmesi de, imalat hızında, genel maliyetde ve ankastreliğin sağlanmasında büyük rahatlıklar getirmiştir.

11. REFERANSLAR

1. Altın, S., Ersoy, U., and Tankut, T., (1990), "*Seismic Strengthening of Reinforced Concrete Frames with Reinforced Concrete Infills*," Report No. Metu Isml-90/01, Middle East Technical University, Ankara, June 1990.
2. Anonymous, (1991), "*Repair and Strengthening of Concrete Structures*," FIP Guide to good practice, Thomas Telford Publishers, London.
3. Araldite, Ciba - Geigy "*Technical Data Sheets*," Veli Efendi, Koşuyolu, Osmaniye, Bakırköy, İstanbul
4. İpek, M., (1974), "*Yapıların Yatay Yük Hesabına ait bir Formülasyon ve Program*," Türkiye İnşaat Mühendisliği 6 cı Teknik Kongresi, Tebliğ No. 3, 1974, İstanbul
5. Ladner, M., Pralong, J., and Weder Ch., (1990), "*Geklebte Bewehrung: Bemessung und Erfahrungen*" Swiss Federal Laboratories for Materials Testing and Research, Bericht No. 116 / 5.

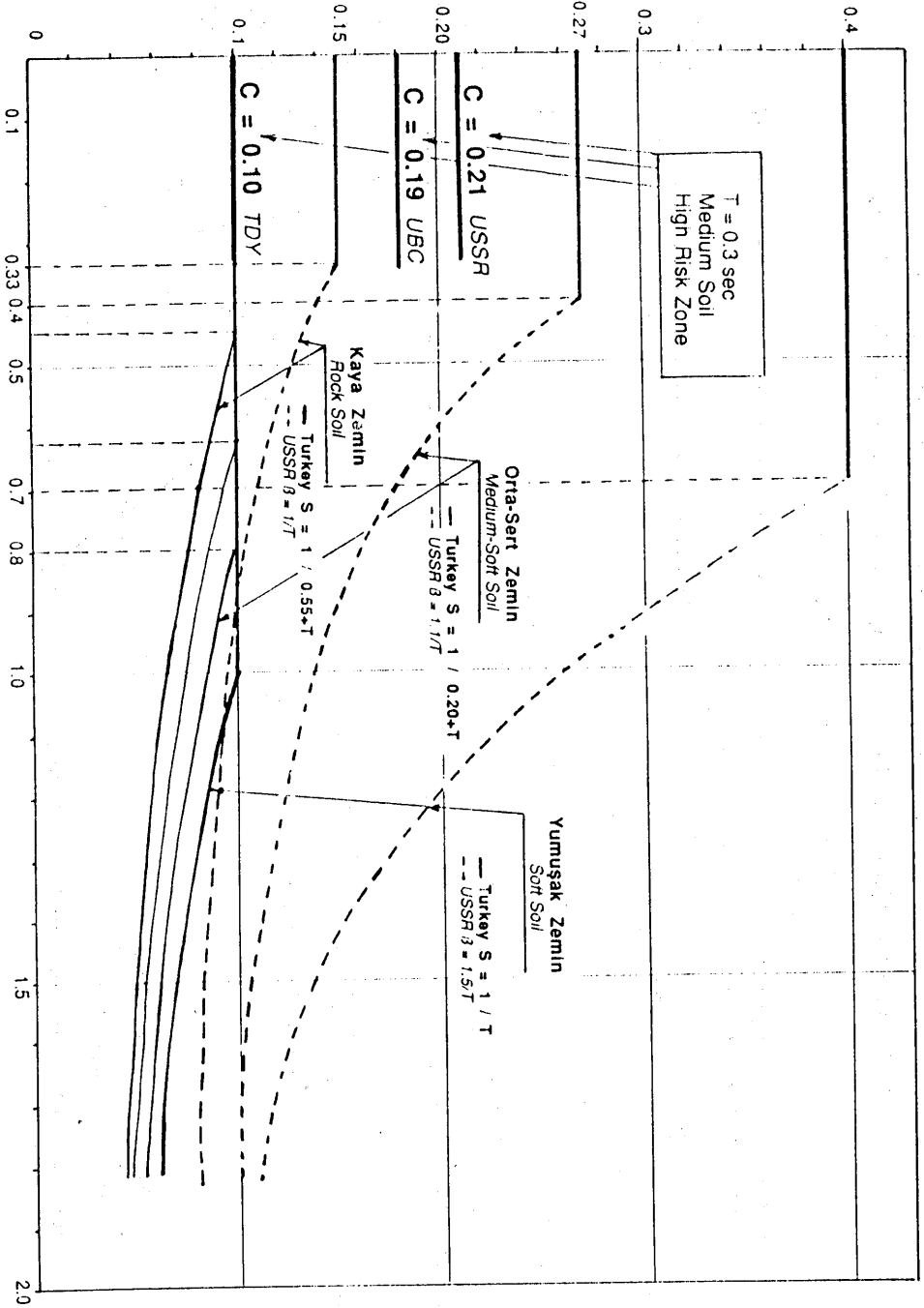


ŞEKİL 1.- İVME DAVRANIŞ SPEKTRUMU (KG)
ACCELERATION RESPONSE SPECTRUM (NS)

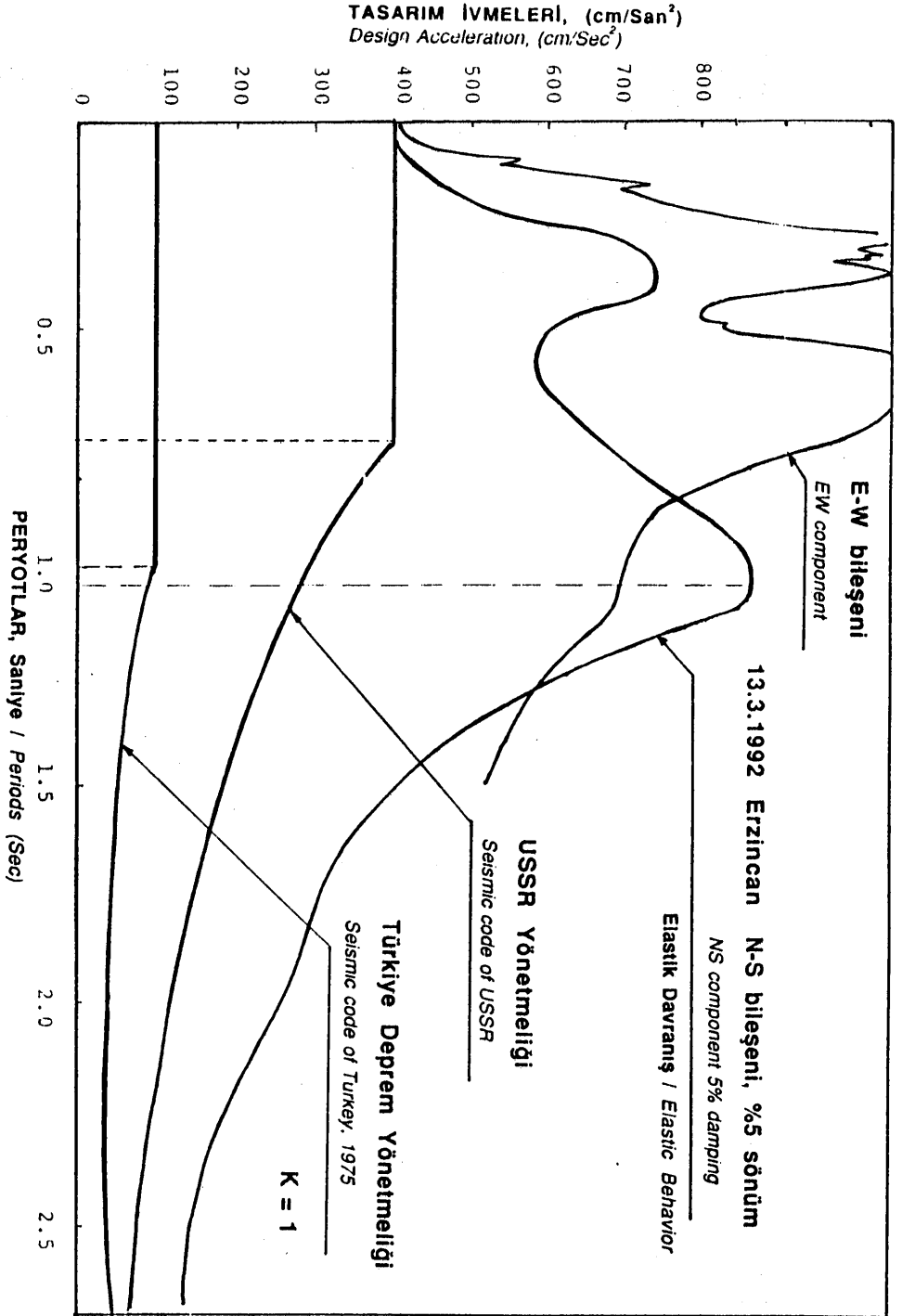


ŞEKİL 2.- İVME DAVRANIŞ SPEKTRUMU (DB)
ACCELERATION RESPONSE SPECTRUM (EW)

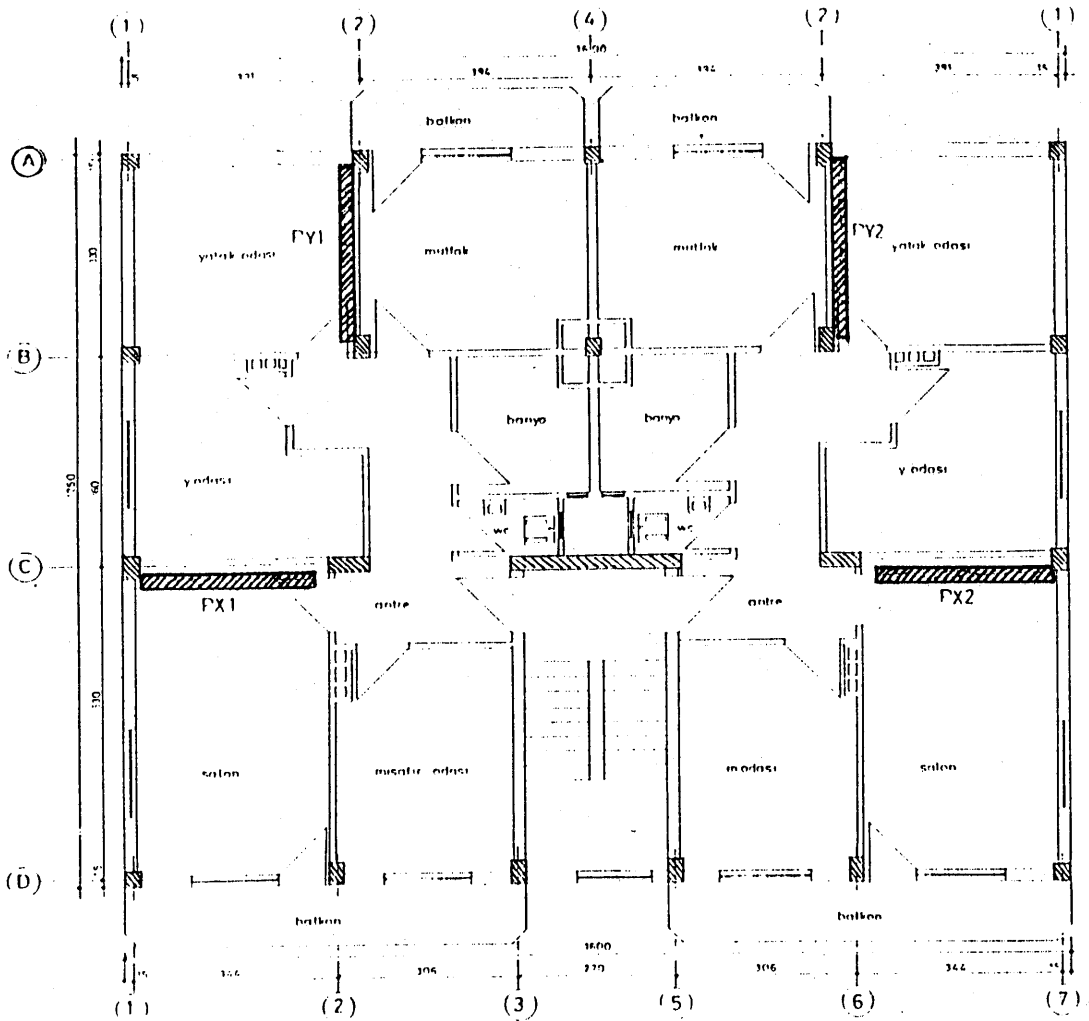
YATAY YÜK KATSAYISI, $C = F/W$
Lateral Load Coefficient



ŞEKİL 3. TÜRKİYE VE SOYET YÖNETMELİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
COMPARISON OF THE TURKISH AND USSR CODES

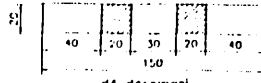


ŞEKİL 4. YATAY YÜK TASARIM İVMELERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI
COMPARISON OF BUILDING CODE RESPONSE ACCELERATIONS

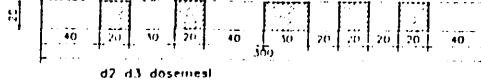


67 YILDIZ YAPI KOOPERATİFİ NORMAL KAT PLANI 1/50

ŞEKİL 5.- KAT PLANINDA TAKVİYE PERDELERİ



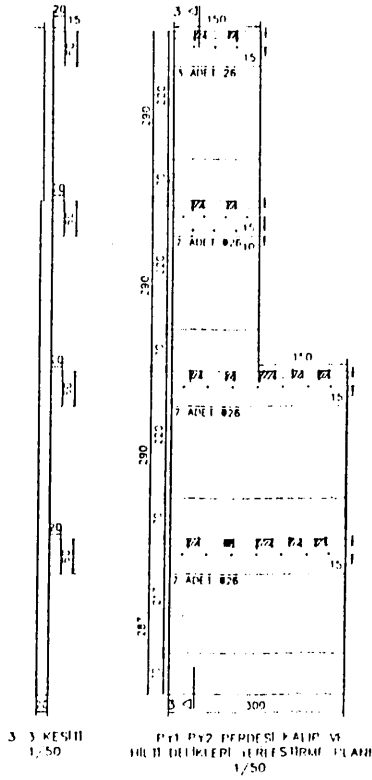
d4 döşemesi



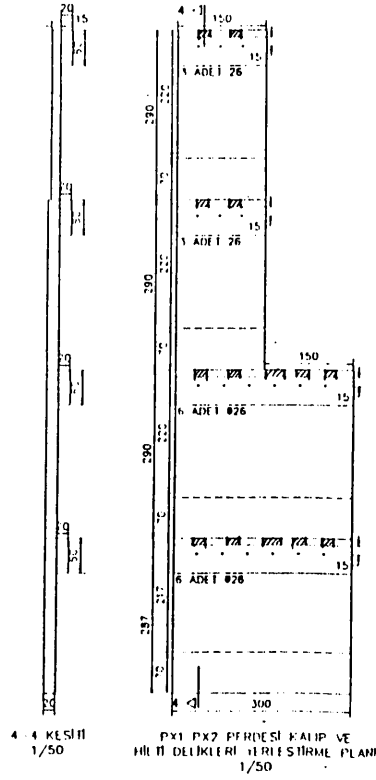
d2 d3 döşemesi

PX1 PX2 PY1 PY2 PERDESİ DÖŞEME DELİKLERİ YERLEŞİM PLANI

PERDENİN ÇATI DÖŞEMESİNE BAĞLANTISI İÇİN
BAKIMIZ G. 004 C PATIYASI

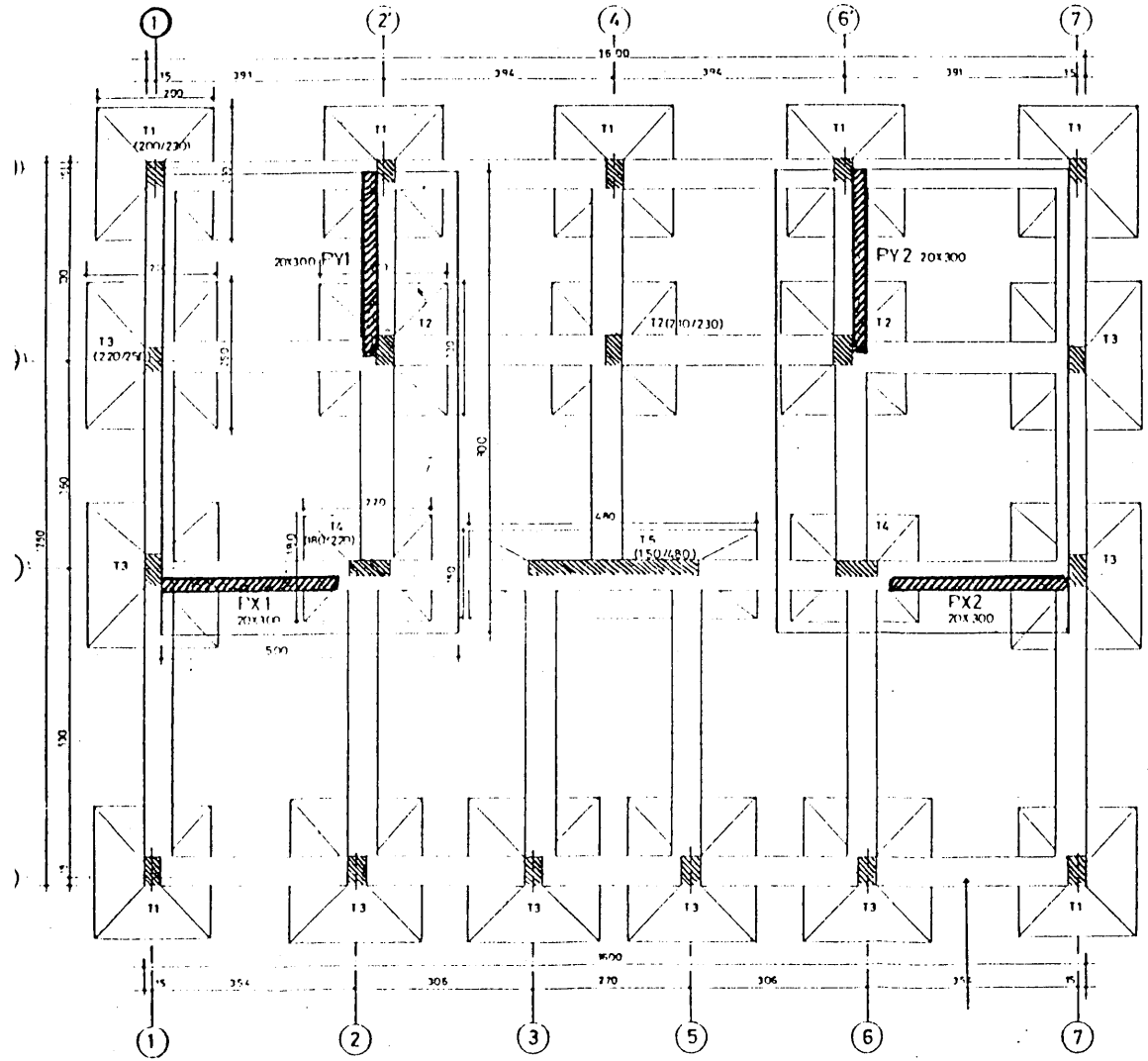


PERDENİN ÇATI DÖŞEMESİNE BAĞLANTISI İÇİN
BAKIMIZ G. 004 C PATIYASI

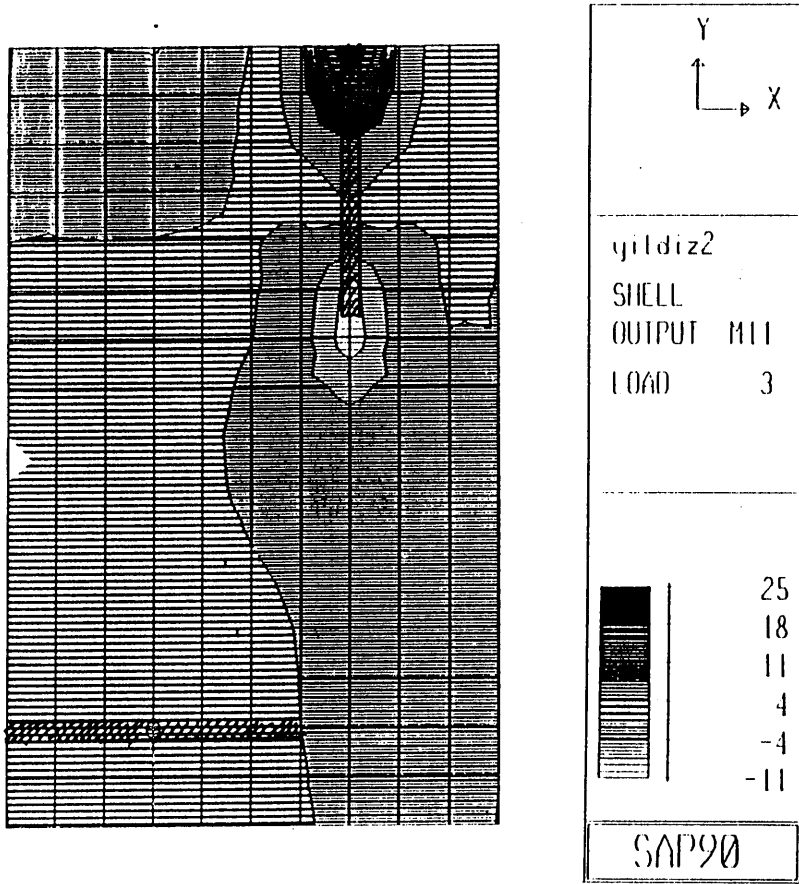


ŞEKİL 6.- TAKVİYE PERDELERİNİN GÖRÜNÜŞÜ VE DÖŞEME DELİKLERİ

67 YILDIZ YAPI KOOPERATİFİ



ŞEKİL 7.- TAKVİYE PERDELERİNİN RADYE TEMELLERİ



MIN IS - .930E+01 <JOINT 118> MAX IS .226E+02 <JOINT 184>

ŞEKİL 8.- RADYEDE Y-YÖNÜNDEKİ EĞİLME MOMENTLERİ

EK 1.- ONARIM TEKNİK ŞARTNAMESLERİ

TİP 1

ÇATLAK ENJEKSİYONU

1.1 AMAÇ

Çatlamış kiriş ve kolonların çatlaklarının reçineli enjeksiyonla yapıştırılması bu onarımın amacını teşkil eder. Kalınlıkları 0.2 mm' den küçük çatlakların enjeksiyonundan vazgeçilebilir.

1.2 YÜZEY HAZIRLIĞI

Beton eleman su ile ıslatılarak bütün çatlak yerleri belirlenir. Çatlakların üst kısmı 5 mm genişlikte ve 10 mm derinlikte açılır. Açılan kanal bütün artık maddeler ve tozdan kompresörle hava basılarak arındırılır.

Kanal kurumaya bırakılır.

1.3 UYGULAMA

Enjeksiyon başlıkları (*çelik veya plastik*) önceden delinmiş yuvalara 25 cm - 45 cm ara ile yerleştirilir.

Bütün çatlak yüzey *Araldite Bonding Paste* ile sıvanır. Bonding Paste kürünü aldıktan sonra enjeksiyon işlemine yaklaşık 8 saat sonra geçilebilir.

Hazırlanmış durumdaki enjeksiyon reçinesi (*Araldite Epoxygrout-S*), enjeksiyon pompası ile 250 bar basınca kadar basılır.

1.4 KÜR

Malzeme kürünü 23° C' de 6-8 saatte tamamlar.

1.5 YÜZEYİN DÜZELTİLMESİ

Bir taş motoru ile yüzeydeki fazla malzeme traşlanır.

1.6 FİZİKSEL ÖZELLİKLER

Karışım Viskositesi - 110 mPas (23° C)

Kapta Kalma Süresi. - 50 dak (23^o C)

Yoğunluk - 1 kg/lt.

1.7 İŞLEM SIRAĞI

perdelerdeki 0.2 mm ila 5 mm kalınlıkta delikler, 100°C sıcaklıkta 2 saat süreyle epoksiyi ile onarılır. Aşağıda işlem sırası

2. ρ = yoğunluğu ve t = kalınlığı ölçümlene yolu ile

- b) Çatlak cıvarı en az 20 cm band halinde sıvadan arındırılır.
- c) Çatlak, tüm uzunluğu boyunca basınçlı hava, basınçlı su ve tel fırça ile temizlenir.
- d) Çatlak, tüm uzunluğu boyunca kapatıcı macunla kapatılır.
- e) Çatlak üzerine nipel çapına uygun delikler açılır ve nipel tekniğine uygun sıklıkta yerleştirilir. Dipleri sızdırmaz hale getirilir.
- f) Enjeksiyon zerkine en alt sıradan başlanır. Bir üst sıradaki borudan enjeksiyonun geldiği görülünce enjeksiyon yapılmakta olan boru körletilir. Üstündeki borudan enjeksiyona devam edilir.
- g) Bütün borulardan enjeksiyon tamamlanınca işleme son verilir.
- h) Gerekli kayıt ve ataşmanlar tutulur.

- I) Epoxy hazırlamada imalatçı firmanın talimatlarına riayet etmek esastır. Seçilen enjeksiyon malzemesi ile enjeksiyonu sağlayan basınçlı aletin uyumu ve ekibin tecrübesi enjeksiyonda başarının şartlarıdır.
- J) Üniversite istediğinde, "ultrasonik ses" yöntemi ile ses hızları, enjeksiyon öncesinde ve sonrasında ölçülür.

1.8 TEKNİK BİLGİ FÖYLERİ

Bonding Paste

Epoxygrout S

MEVCUT KIRIS

20 cm / 20 cm

BAKIR BORU

MACUN CATLAR

ERKEKİ TABANCAŞI

Bonding Paste

Nikel Epoxygrout S (E=05)

Önce

Sonra

Önce ile temizleme ve fışkırmış strümleri

518

TİP 5

DÜĞÜM NOKTASINDA ÇELİK LAMA İLE SARMA

5.1 AMAÇ

Düşey ve yatay taşıyıcılarda mukavemeti artırmak veya hasar görmüş taşıyıcıyı eski mukavemetine getirmek için kullanılan bir yöntemdir.

Betonarme kesitin veya düğüm noktasının plastik mafsallaşmaya başladığı durumlarda veya donatıların eğilme veya burkulmaya uğradığı yerlerde, özellikle, etriye noksanlığından dolayı, betonun sarılmasının "confinement" gerekli olduğu yerlerde, betonarme kesitin etrafına çepeçevre veya üç yüzüne U-şeklinde çelik lamalar yapıştırılarak, etkin bir sarma işlemi beklenen yerlere bu tip onarım uygulanır.

5.2 YÜZEY HAZIRLIĞI

Kolonlarda betonun bozuk veya kırık olduğu kısımlar iyice temizlenir ve gabari içi onarım tipinde belirtildiği şekilde onarılır (*Bakınız Onarım Tip 3*). Gerekirse, yeni donatı eklenir.

Donatı takviyesi yapılacak kısımlarda, betonun tozumasını önlemek amacı ile, *Araldite Floorseal* tek kat olarak uygulanır.

5.3 UYGULAMA

Kumlanarak betona yapışan yüzeyi , *Araldite Steel Primer 012* ve dışı gelen yüzeyi *Araldite Primer 011* kaplanmış sac şerit lamalar *Araldite Bonding Paste* kullanılarak beton yüzeye yapıştırılır.

Bonding paste kürünü alıncaya kadar sac lamalar, en az 8 saat süre ile işkence ile sıkıştırılmalıdır.

- Bütün işlemlerde tecrübelli işçi kullanılır.
- Yeni betonlar muhakkak uygun kürleme metodları ile on gün korunur.
- Yeterli güvenlik ve yoğunlukta askılama işlemi yapılır.

5.4 KÜR

Bonding Paste kürünü 23° C' de 12 saatte tamamlar.

5.5 SARMA TİPLERİ

TİP 501 - Düğüm Noktasında Tek "Etriyeli" sarma

TİP 502 - Düğüm Noktasında Çift "Etriyeli" sarma

TİP 502 A - Kirişte iki, Kolonda bir "Etriyeli" sarma

TİP 502 B - Kolonda iki, Kirişte bir "Etriyeli" sarma

5.6 LAMA YERİ, TİPİ VE SAYILARI

- a) Hangi hasarlara lama sarılacağı, sarma lamalarının sayısı ile, kırış ve kolonların yüzlerine konulan lamaların yerleri ve sayıları hasarın durumuna göre, yerinde Kontrollükçe kararlaştırılacaktır.
- b) Düz lamaların boyları, son etriyeden itibaren en az 15 cm uzatılmalıdır. Çelik lama etriyelerinin sayısı hasarın gözle görülür sınırından itibaren en az 15 cm'lik dış hududun içini saracak şekilde tayin edilmelidir.
- c) Blokların subasman seviyesindeki dış köşelerindeki onarımlarda doğrusal giden satır lamaları dış yüze konulacaktır. Hasarın durumuna göre, iç yüzlere lama koymaktan sarfı nazar edilebilir.
- d) Lamalar bir kırış veya kolonu çepeçevre sardıktan sonra

bir köşede en az 2x20 cm = 40 cm birbirleri üzerine binecektir.

- e) Lamalar en az 5 mm kalınlıkta ve en az 50 mm genişlikte kaliteli çelikten imal edilmiş olacak ve atölyede korozyona karşı *Steel Primer* astar boya ile korunmuş olacaktır.
- f) Lamaların eksenleri arasındaki mesafe en çok 25 cm' dir.

5.7 TEKNİK BİLGİ FÖYLERİ

Floorseal

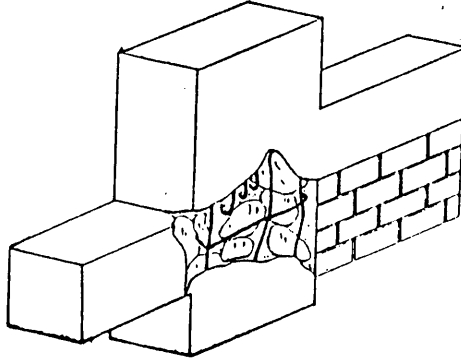
Bonding Paste

Atölyede:

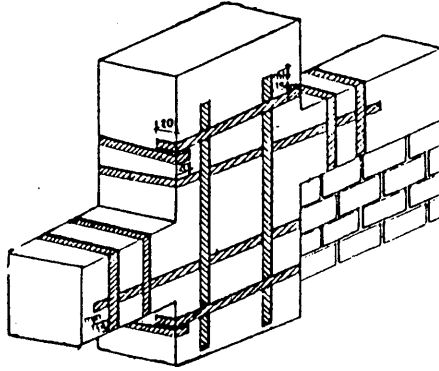
Çelik lamaların beton yüzü (*Steel Primer 012*)

Çelik lamaların dış yüzü (*Steel Primer 011*)

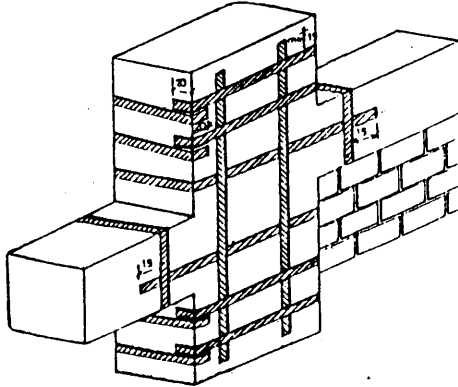
TİP 5 - DÜĞÜM NOKTALARINDA ÇELİK LAMA İLE SARMA



ŞEKİL 5.1.-TİPİK BİR DÜĞÜM NOKTASI HASARI - CEPHEDE

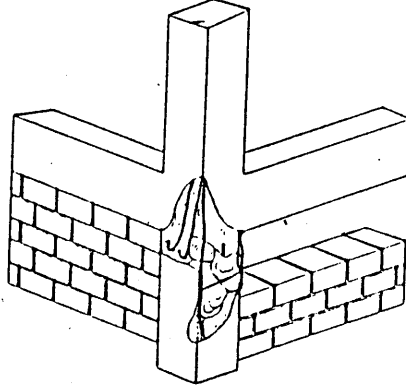


TİP 503- KIRIŞTE İKİ, KOLONDA BİR ETRİYELİ SARMA

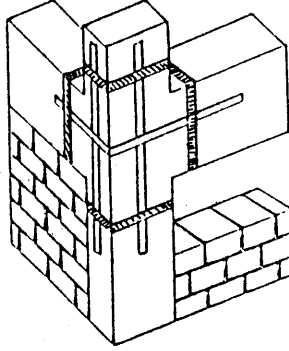


TİP 504- KIRIŞTE BİR, KOLONDA İKİ ETRİYELİ SARMA

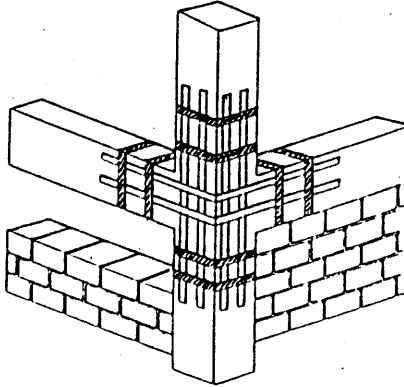
TIP 5 - DÜĞÜM NOKTALARINDA ÇELİK LAMA İLE SARMA



ŞEKİL 5.2.- TİPİK BİR DÜĞÜM NOKTASI HASARI - KÖŞEDE



TIP 501- TEK ETRİYELİ SARMA - DÜĞÜMDE



TIP 502- ÇİFT ETRİYELİ SARMA - DÜĞÜMDE

Ek 2.- İLGİLİ KURULUŞLAR / COORDINATING BODIES

* BAYINDIRLIK ve İSKAN BAKANLIĞI / MINISTRY OF PUBLIC WORKS

Bakan / Minister : Prof. Dr. Onur Kumbaracıbaşı

Afet İşleri Genel Müdürlüğü / Department of Disaster Affairs
Genel Müdür / General Director : Oktay Ergünay

* İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ / Technical University, Istanbul

Yapı ve Deprem Uygulama Araştırma Merkezi/
Building and Earthquake Research Center

Yönetim Kurulu/Executive Body : Prof. Dr. Remzi Ülker
Prof. Dr. Hasan Boduroğlu
Prof. Dr. Tevfik Seno Arda

Danışman Öğretim Üyeleri / Consultant Members:

Prof. Dr. Saim Akyüz	Prof. Dr. Faruk Karadoğan
Prof. Dr. Atilla Ansal	Prof. Dr. Erkan Özer
Prof. Dr. İbrahim Bakırtaş	Prof. Dr. Ahmet Saygun
Prof. Dr. Mehmet Bakıoğlu	Prof. Dr. Mehmet Uyan
Prof. Dr. Zekai Celep	Prof. Dr. Rifat Yazar
Prof. Dr. Adnan Çakıroğlu	Doç. Dr. Melike Altan
Prof. Dr. Halit Demir	Doç. Dr. Zeki Haşgür
Prof. Dr. Hasan Engin	Doç. Dr. Hulusi Özkul
Prof. Dr. İlhan Eren	Doç. Dr. Sumru Pala
Prof. Dr. Özkan İşler	Doç. Dr. Hüseyin Yıldırım

* MÜTEAHHİT / Contractor :

TEPE AĞAÇ, METAL ve İNŞAAT SANAYİ A.Ş.

Koordinatör / Coordinator : Ş. Baran Asena

Koordinatör Y. / Vice-Coord. : Mustafa Çakmak

* MÜŞAVİR FİRMA / Consulting Engineering :

Tezokan İnşaat Sanayi ve Tic. Ltd. Şti.

Sorumlu Direktörler / Responsible Directors :

Prof. Dr.	Muzaffer İpek
İnş. Y. Müh.	Yılmaz Yuva
İnş. Müh.	Gökhan Köseli
İnş. Müh.	Emrah Tinar
İnş. Müh.	Gülbüz Aydemir
İnş. Müh.	Necati Çatbaş
Asistan	Zafer Ergüven

Proje Destek Grubu / Support Groups :

İnş. Y. Müh.	Eral Soner
İnş. Y. Müh.	İlhan Çeçen
İnş. Y. Müh.	Baykara Dadaşbilge (GEOCON)
İnş. Y. Müh.	Yasemin Barla (BARTEK)
Mimar	Meltem Batur (MEGA)
Mimar	Nazlı Sayar (MEGA)

* DANIŞMAN / Consultant:

Prof. Dr. Semih S. Tezcan

Boğaziçi Üniversitesi

İnş. Y. Müh. Ali Mutlu Köylüoğlu

Boğaziçi Üniversitesi