



T.C.
BAYINDIRLIK ve İSKÂN BAKANLIĞI
AFET İŞLERİ GENEL MÜDÜRLÜĞÜ
DEPREM ARAŞTIRMA DAİRESİ

DEPREM ARAŞTIRMA BÜLTENİ

4



Deprem Araştırma Bülteni (DAB)

*Bulletin of Earthquake Research
(Bull. Earthq. Res.)*



Ocak [January] / 1974
Cilt [Volume]: 1

Sayı [Issue]: 4

İÇİNDEKİLER [INDEX]

Sayfa [Page]

ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Dolgu Duvar-Çerçeve İlişkileri İçin Analitik Model [Analytical Model for Infill Wall-Frame Relations]

Polat GÜLKAN, S. Tanvir WASTI 5-19

ARAŞTIRMA [RESEARCH]

Basit Bir Sarsma Tablası [A Simple Shaking Table]

Mehmet ÇELEBİ 20-27

DERLEME [REVIEW]

Zemin Yapısının Deprem Yer Hareketine Etkisi Konusunda Literatür Araştırması [Literature Research on the Effect of Soil Structure on Earthquake Ground Motion]

Çetin SOYDEMİR, Aybars GÜRPINAR, Dinçer ÖZGÜR 28-57

DİĞER [OTHER]

1967 Caracas Depreminde, Yapı-Zemin Müşterek Davranışının Deprem Hasarına Etkisi [Effect of Structure-Soil Joint Behavior on Earthquake Damage in 1967 Caracas Earthquake]

M. Ali ERGUVANLI 58-65

DİĞER [OTHER]

Yerinde S Dalga Hızı Ölçmeleri Yapmak İçin Çeşitli Teknikler [Various Techniques for Making In-Situ S-Wave Velocity Measurements]

K. Erçin KASAPOĞLU 66-80

**DEPREM
ARAŞTIRMA
ENSTİTÜSÜ
BÜLTENİ**

4

17852547

**DEPREM
ARAŞTIRMA
ENSTİTÜSÜ
BÜLTENİ**

4

**DEPREM ARAŞTIRMA
ENSTITÜSÜ BÜLTENİ**



Üç Ayda Bir Yayınlanır
Bilim ve Meslek Dergisi



Sahibi

İmar ve İskân Bakanlığı adına
Teoman Güzey
Deprem Araştırma
Enstitüsü Başkanı



Yazı İşleri Müdürü

Oktay Ergünay
Deprem Araştırma Enstitüsü
Başkan Yardımcısı



Yönetim Yeri ve Yazışma Adresi
Deprem Araştırma Enstitüsü
Başkanlığı Konur Sokak No.: 4/2
Yenişehir/ANKARA



Telefon : 18 66 29 — 12 87 82



Basıldığı Yer

Şenyuva Basım Sanayii 17 70 94



İlanlar pazarlığa tabidir.

Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni

YIL : 1

SAYI : 4

OCAK 1974

Bu Sayıda

Dolgu Duvar - Çerçeve İlişkileri İçin Analitik Model	Polat Gülkan - S. Tan- vir Wasti	5
Basit Bir Sarsma Tablası	Mehmet Çelebi	20
Zemin Yapısının Deprem Yer Ha- reketine Etkisi Konusunda Literatür Araştırması	Çetin Soydemir - Aybars Dinçer Özgür	28
1967 Caracas Depreminde Yapı - Zemin Müşterek Davranışının Dep- rep Hasarına Etkisi	H. B. Seed - J. L. Alonso	58
Yerinde «S» Dalga Hızı Ölçmeleri Yapmak İçin Çeşitli Teknikler	S. D. Schawarz - J. M. Musser	66
Haberler	81

Dolgu Duvar - Çerçeve İlişkileri İçin Analitik Model

Polat Gülkan (*) ve S. Tanvir Wasti (**)

Ö Z E T :

Rayleigh - Ritz metodu uygulanarak farklı yükseklikte dolgu duvarlı basit çerçevelerin yanal rijitliğindeki artışlar bulunmaktadır. Dolgu duvarın rijitliği elâstik bir zemin ile temsil olunmaktadır. Teklif edilen basit analitik modelin verdiği sonuçlar deneylerle kıyaslandığında iyi bir uyum ortaya çıkmaktadır.

S U M M A R Y

The Rayleigh - Ritz method is used to develop an expression for the increase in lateral stiffness of a portal frame with an infill wall of varying height. The effect of the infill wall is represented by an elastic foundation. Good agreement between the proposed simple analytical model and available test data is obtained.

I. Problem'in Gözden Geçirilmesi

Betonarme veya çelik yapı sistemlerinde çoğu kez bölme veya cephe duvarları olarak tuğla v.b. malzemelerden yapılmış duvarlar proje aşamasında esas taşıyıcı sistem olarak düşünülen çerçeve sistemi ile birlikte kullanılmaktadır. Yanal ve düşey zorlamalar altında bütün yüklerin çerçeve sistemi tarafından taşındığı ve dolgu duvarların sisteme ağırlıkları dışında bir katkıda bulunmadığı varsayımı yapılmaktadır. Oysa çerçeve - duvar sisteminin davranışı salt çerçeve sisteminden

(*) Yard. Prof. O.D.T.Ü. İnşaat Mühendisliği Bölümü

(**) Asos. Prof. O.D.T.Ü. İnşaat Mühendisliği Bölümü

köklü ayrılıklar göstermektedir. İkili sistemin rijitliği ve taşıma gücü özellikle yanal yükler altında tekli sisteme kıyasla çok artmaktadır. Üstelik çerçeve ve dolgu duvarların rijitlik ve taşıma güçlerinin toplamı ikili sisteminkinden az olmaktadır (Blume ve diğerleri, 1961)*. Durum böyleyken dolgu duvarlarının sistem davranışına olan etkilerini göz önüne almanın büyük israf doğurduğu ortadadır. Ayrıca, çerçeve sistemindeki kritik gerilme yığılmalarının bulunduğu noktalar ile çerçeve - duvar sistemindeki benzer yerler aynı değildir. Dolayısıyla projede farkında olmadan zayıf noktalar bırakılabilmektedir.

Sorunun diğer bir yönü de kısmi dolgu duvarlarına veya çeşitli mimari nedenler sonucu boşluklu duvarlara sahip olan sistemlerdir. Duvar yüksekliğinin kolon yüksekliğinden az olduğu durumlarda çerçeve özellikle yanal yüklemeler altında çok farklı davranış göstermektedir. Bu yazıda tek kat ve açıklıklı çerçevelerdeki kısmi dolgu duvarların sistem rijitliğine ve kolon kesme kuvvetlerine olan etkisini saptamak için basit bir analitik model ortaya konmaktadır.

II. Önceki Araştırmalar

Bu bölümde ele alınan konuya ilişkin önceden yapılmış bazı araştırmalara kısaca değinilecektir. Daha etrafına bilgiler ise Coull ve Smith (1967) ile Fiorato ve diğerleri (1970) tarafından verilmiştir.

Ockleston (1955) raporunda, boyut ve donatı yönünden tamamen aynı fakat birisi boş diğeri ise dolgu duvarlarına sahip üçer kat ve birer açıklıklı iki yapı çerçevesinin taşıma gücü ötesine kadar yatay yük altındaki davranışlarını vermiştir. Dolgu duvarlı çerçeve sisteminin diğerinden hem çok daha fazla rijit hem de yaklaşık olarak beş misli taşıma gücüne sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca çatlakların dağılımlarından iki sistemin yükü farklı şekilde taşıdıkları ortaya çıkmıştır. Açıklıkları tamamen duvarla dolu olan çerçeve daha çok bir kiriş gibi davranmış ve birinci katta «çekme» kolonundaki bir donatı bindirme noktasında aderans kaybından ötürü bir göçme

(*) Faydalanılan kaynaklar alfabetik sırada Referanslar'da verilmiştir.

görülmüştür. Boş olan çerçeve ise rijit bir yapı gibi davranmış ve kritik kesitlerde mafsallar oluşmuştur (Blume ve diğerleri, 1961).

Benjamin ve Williams (1957, 1958) birer kat ve açıklıklı çerçevelerin boş ve dolgu duvarlarına sahip olmaları durumlarında yanal yük altındaki davranışlarını incelemişler ve taşıma gücü ile rijitlikteki artışların «paralel» çalışan çerçeve ve duvar sistemleriyle yeterli derecede açıklanamıyacağını, iki sistem arasındaki karşılıklı etkinin göz önünde bulundurulması gerektiği sonucuna varmışlardır. Ayrıca malzeme özelliklerindeki ufak değişmelerin sistem davranışında büyük farklar doğurduğu da belirtilmektedir.

Smith (1962, 1966, 1967), çerçeve duvar bileşik sistemlerin yanal rijitliğinin eşdeğer bir çapraz takviyeli çerçevenin rijitliği ile saptanmasını önermektedir.

Florato ve diğerleri (1970) yürüttükleri etraflı deneysel programda bir ve beş katlı tek açıklıklı çerçeveler ile üç açıklıklı ve iki katlı model çerçevelerin farklı dolgu duvar özelliklerini kapsayan bir araştırmayı sunmaktadırlar. Çerçeve kat ve açıklıklarına ek olarak ele alınan değişkenler sırasıyla, (1) çerçevelerdeki donatının miktar, cins ve yerleştiriliş biçimi (2) kolonlardaki düşey yük ve (3) dolgu duvarlarındaki boşluklar olarak seçilmiştir. Varılan sonuçlarda dolgu duvarlı çerçevelerin yatay yük altındaki ilk davranışının bir konsol kirişinkine benzediği ve taşıma gücü ile rijitlikteki önemli artışla beraber düktilitede aynı mertebede bir azalma olduğu belirtilmektedir. Ayrıca, duvarlarda oluşan yatay çatlakların duvar malzemesi ve boyutları ile ilişkili bir şekilde dağılım gösterdiği, bu çatlaklar oluştuğundan sonraki davranışın yaklaşık olarak çapraz takviyeli bir çerçeveninkine dönüştüğü ileri sürülmektedir.

Yukarıda sözü edilen araştırmaların hiçbirisinde dolgu duvar yüksekliği bir değişken olarak alınmamıştır. Ayrıca deney sonuçlarındaki tutarsızlıklar nedeniyle varılan sonuçlardan herhangi bir kesin yargıya varmak mümkün olmamakta-

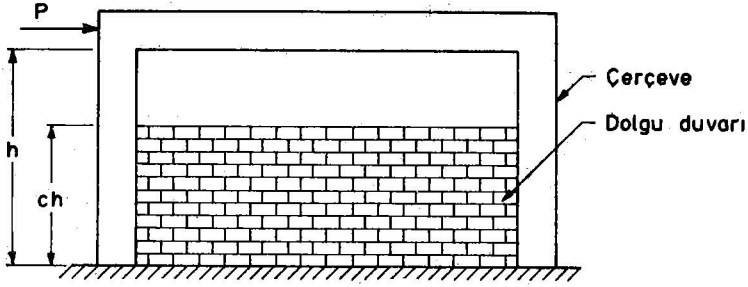
dır. Ancak kısmi dolgu duvarlarının kolonlardaki efektif yüksekliği azaltmalarından ötürü kayma gerilmelerini beklenmedik bir şekilde arttırdıkları ve yanal yüklemeler altında kolonların aniden kırıldıkları gözlenmiştir (Stratta ve Feldman, 1971, Uzsoy ve Çıtıptıoğlu, 1972).

III. Analitik Model

Bu yazıda ele alınan çerçeve - duvar sistemi ve bu sisteme gelen yük Şekil 1 de gösterilmiştir. Bu sistemin salt çerçeveye oranla ne mertebede daha rijit olduğunu saptayabilmek için aşağıdaki varsayımlar yapılacaktır :

- 1 — Duvar ve kolon arasında yükün etki ettiği tarafta tam ve sürekli temas vardır. (Şekil 1 de sol kolon). Buna karşılık öteki tarafta duvar ile kolon arasında herhangi bir irtibat olmayıp Şekil 1 deki sağ kolon boş bir çerçevedeki gibi deforme olabilmektedir.
- 2 — Dolgu duvarının yapısal davranışa olan etkisi bu duvarın temas ettiği kolona bir elastik zemin gibi bağlanmış olması ile temsil edilebilir. Şekil 1 den görüldüğü gibi, duvar yüksekliği ch ile gösterilmekte ve $c = 0$ olduğu zaman boş çerçeve, $c = 1$ olduğu zaman ise tamamen dolgu duvarıyla kaplı bir çerçeve elde edilmektedir. Duvarın «eşdeğer» yay katsayısı, boyutları (Kuvvet) / (Uzunluk)² olan k katsayısı ile gösterilebilir ve bu katsayının duvar yüksekliği boyunca değişmediği kabul edilebilir. Buradan $k = 0$ için duvar yüksekliği ne olursa olsun boş çerçeveye dönüldüğü görülmektedir. Diğer taraftan $k \rightarrow \infty$ olması durumu yanal yük altında hiç deforme olmayan bir sistem vermektedir.
- 3 — Kolonları birbirine bağlayan üst kirişin relatif rijitliği kolonlarınkine oranla büyüktür ve dolayısıyla kolonların alt ve üst uçlarında tamamen ankastre oldukları düşünülebilir.

4 — Kolonlardaki aksenal deformasyonlar ihmal edilebilecek mertebededir.



Şekil 1. Dolgu Duvar - Çerçeve Sistemi

Bu varsayımlar sonucunda elimizde iki tane her iki uçtan ankastre giriş kaldığı görülmektedir (Şekil 2). Girişlerden birisi ch uzunluğunda elastik bir zemine oturmakta ve P_1 gibi bir uç kuvveti altında deforme olmakta, diğeri ise eşit uç deplasmanına P_2 kuvveti altında maruz kalmaktadır. Buradan denge ve uygunluk denklemlerini yazacak olursak :

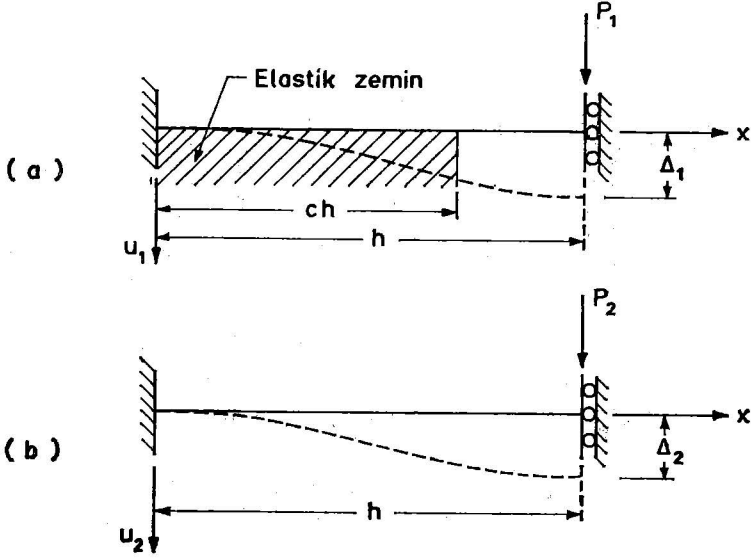
$$P_1 + P_2 = P$$

$$\Delta_1 = \Delta_2 \quad \text{elde edilecektir.} \quad (1)$$

Elastik eğrilerin bulunması ve Denklem (1) deki bilinmeyenlerin elde edilmesi için potansiyel enerji ve Rayleigh - Ritz yöntemi kullanılacaktır (Charlton, 1959; Langhaar 1962). Seçilen deformasyon eğrilerinin yalnızca geometrik sınır şartlarını yerine getirmesi yeterlidir. Buna göre her iki giriş için de bu eğrileri

$$u_{1,2}(x) = \sum_{n=1,3,5}^{\infty} a_n \left(1 - \sin \frac{n \pi x}{h} \right) \quad (2)$$

şeklinde alabiliriz. Bundan sonraki işlemlerde 1 ve 2 alt indisleri bırakılacak, sonuçlar elimizdeki probleme uygulanırken bu indisler yeniden gerekli yerlerine konulacaktır.



Şekil 2 Eşdeğer Sistem

Seçilen elâstik eğriden kiriş uçlarındaki $\Delta_1 = \Delta_2 = \Delta$ deplasmanının $\Delta = \sum_{n=1,3,5} 2 a_n$ olduğu görülmektedir. Şimdi Şekil 2 (a) daki sistemi ele alalım ve seçilen deformasyon eğrisinin verdiği toplam potansiyel enerjiyi yazalım.

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{EI}{2} \sum_{n=1,3,5}^{\infty} \int_0^h a_n^2 \left(\frac{n\pi}{h} \right)^4 \cos^2 \frac{n\pi x}{h} dx \\
 &- 2 \sum_{n=1,3,5}^{\infty} P a_n + \frac{1}{2} k \int_0^{ch} \sum_m \sum_n a_n a_m \\
 &\left(1 - \cos \frac{m\pi x}{h} \right) \left(1 - \cos \frac{n\pi x}{h} \right) dx \quad (3)
 \end{aligned}$$

Buradan a_n katsayılarının bulunması için potansiyel enerjinin genelleştirilmiş koordinatları teşkil eden bu katsayılarla göre minimum olduğunu hatırlayarak $\partial V / \partial a_n = 0$ bağıntısını yazabiliriz. Bunun sonucu olarak n adet

$$\begin{aligned}
 a_n \left\{ EI \left(\frac{n\pi}{h} \right)^4 \frac{h}{2} + kh \left[\frac{3}{2} c - \frac{2}{n\pi} \sin n\pi c \right. \right. \\
 + \frac{1}{4n\pi} \sin 2n\pi c \quad + \sum_{m \neq n} a_m kh \left\{ c - \frac{1}{m\pi} \sin m\pi c \right. \\
 - \frac{1}{n\pi} \sin n\pi c + \frac{1}{2\pi(m-n)} \sin \pi(m-n)c \\
 \left. \left. + \frac{1}{2\pi(m+n)} \sin \pi(m+n)c \right\} \right\} = 2P \quad (4)
 \end{aligned}$$

bağıntısı elde edilecektir. Görüldüğü gibi çözümün kesin olması istendiği oranda fazla terim almak ve o sayıda lineer denklem dizisi çözmek gerekmektedir. Dikkatimizi bir an için Şekil 2 (b) deki kırıge kaydırıp bunun için $k = 0$ alınması gerektiğini hatırlarsak,

$$a_n = \frac{4 P_2 h^3}{EI n^4 \pi^4}$$

Böylelikle ,sadece tek terim $n = 1$ durumunu incelersek dahi,

$$a_1 = \frac{4 P_2 h^3}{EI \pi^4} \text{ ve } \Delta = 2 a_1 \text{ bağıntısından } P_2 = \frac{\pi^4}{8} \frac{EI \Delta}{h^3}$$

İşkisini elde edebiliriz. Görülüyor ki serinin yalnızca birinci terimi $P_2 = 12.12 EI \Delta/h^3$ vermektedir ve bu kesin cevap olan $12.0 EI \Delta/h^3$ değerine pek yakındır.

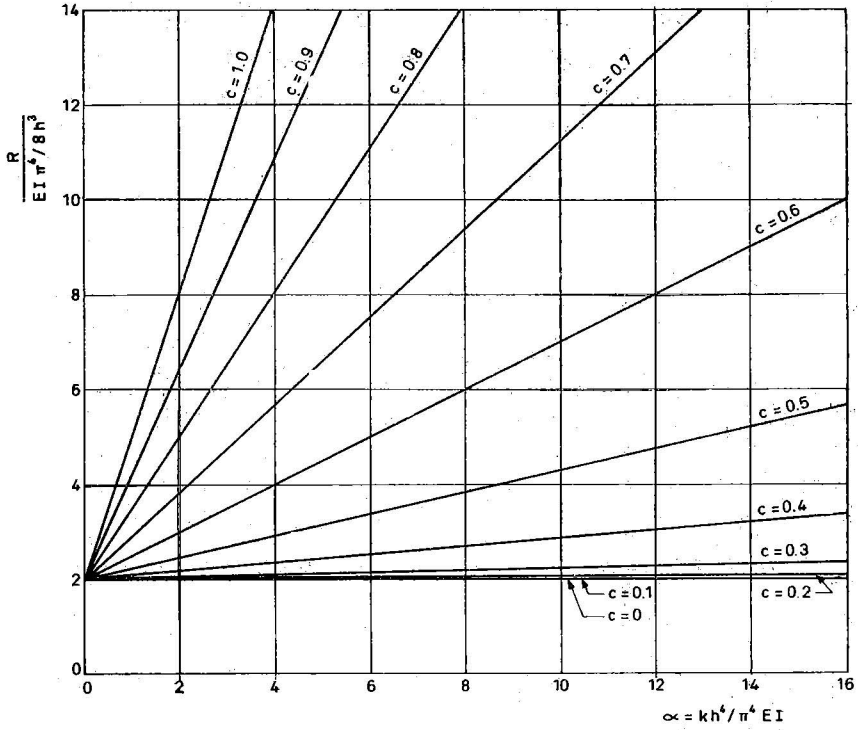
İzlenen metotta, deplasmanlar Denklem (2) den yalnız birkaç, ve çoğu zaman bir tek terim alarak yeterli bir doğrulukta bulunabilir. Ancak moment ve kesme kuvvetlerini aynı doğrulukta bulmak için çok daha fazla terim gözönüne almak gerekir (Langhaar, 1962). Denklem (4) den yalnızca $n = 1$ için sonucu yazacak olursak :

$$a_1 = \frac{4P}{EI \frac{\pi^4}{h^3} + kh \left[3c - \frac{4}{\pi} \sin \pi c + \frac{1}{2\pi} \sin 2\pi c \right]} \quad (5)$$

Görüldüğü gibi k veya c nin sıfır olması elâstik zemine oturmayan kiriş çözümünü vermektedir. Şekil 1 deki çerçevenin toplam rijitliğini bulmak için üst kiriş hizasındaki yanıl deplasmanı 1.0 yapacak P kuvvetini bulmak gereklidir. Denklem (1) ve (4) ten bu rijitlik aşağıda gösterildiği gibi çıkarılabilir :

$$R = \frac{EI \pi^4}{8h^3} \left[2 + \frac{kh^4}{EI \pi^4} \left(3c - \frac{4}{\pi} \sin \pi c + \frac{1}{2\pi} \sin 2\pi c \right) \right] \quad (6)$$

Eğer $kh^4/EI \pi^4$ oranını α katsayısıyla belirtecek olursak, çerçeve rijitliğinin α ile artışını Şekil 3te olduğu gibi gösterebiliriz.



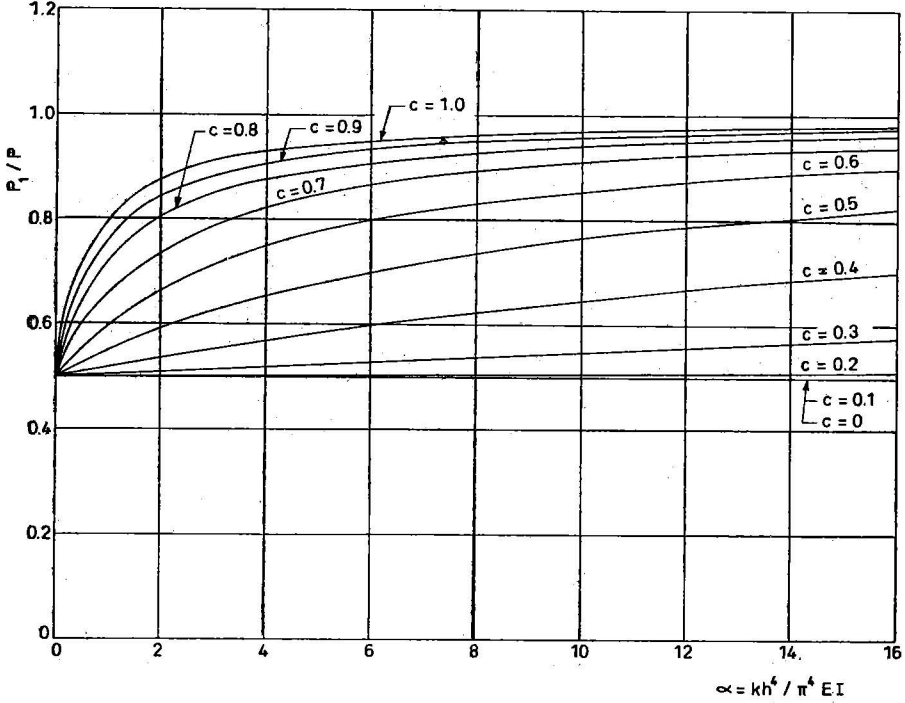
Şekil 3 Sistem Rijitliğinin Artışı

Şekil 2 (a) daki elâstik zemine dayanan ve öteki kolonun yanal kuvvet P yi hangi oranlarda paylaştıkları, Denklem (1) den elde edilecek olursa şu bağıntı ortaya çıkmaktadır.

$$\frac{P_1}{P} = \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{kh^4}{EI\pi^4} \left(3c - \frac{4}{\pi} \sin \pi c - \frac{1}{2\pi} \sin 2\pi c \right)}} \quad (7)$$

Şekil 4 te P_1/P oranının α ve c ile değişimi görülmektedir. Bekleneceği gibi k veya c nin herhangi birinin sıfır olması kolonlara eşit kesme kuvveti gelmesine yol açmakta, luvar yük-sekliği ve elâstik temel rijitliği k (ve dolayısıyla α) daki ar-

tırlar Şekil 1 deki sol kolona gelen kesme kuvvetinde hemen büyük artışlar doğurmaktadır. Duvar rijitliğinin sonsuza yaklaşması ise, sonlu c için bütün kesme kuvvetinin bu kolon tarafından taşınmasını gerektirmektedir. Bu, seçilen elâstik eğri ifadesinin doğal bir sonucudur.

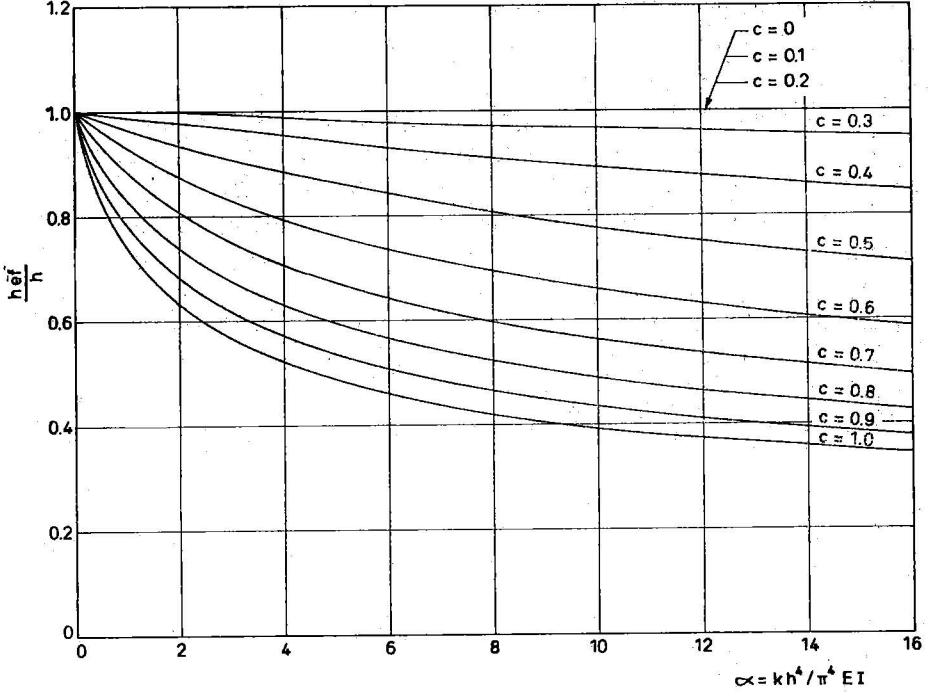


Şekil 4 Elastik Zeminli Kolonda Kesme Kuvveti Artışı

Denklem (6) ile gösterilen rijitlik artışını kolonların efektif boylarında oluşan azalmalarla belirtecek olursak, aynı kolon enkesitine sahip fiktif bir boş çerçevenin kolon yüksekliği ise

$$\frac{h_{ef}}{h} = \frac{1}{\left[1 + \frac{kh^4}{2EI^4} \left(3c - \frac{4}{\pi} \sin \pi c + \frac{1}{2\pi} \sin 2\pi c \right) \right]^{1/3}} \quad (8)$$

denkleminde bulunabilir. Şekil 5 te Denklem (8) farklı $\alpha = kh^4/\pi^4 EI$ ve c değerleri için gösterilmiştir. Bu şekilde duvar/kolon yüksekliği 0.90 ve $\alpha = 6$ için efektif kolon yükseklığının yaklaşık olarak yarıya düştüğü görülmektedir ve bu sonuç kesme gerilmeleri ve tabii peryotta çok önemli farklar yaratacak niteliktedir.



Şekil 5 Sistem Efektif Kolon Boyunun Değişimi

IV. TARTIŞMA ve SONUÇ

Önerilen basit analitik model, gerçekte oldukça karışık ve çok değişkenli olan bir soruna yaklaşımda ilk adım sayılmamalıdır. Duvarın eşdeğer yapısal davranışı olan bir elâstik zemin ile temsil edilmesi aslında duvarı teşkil eden elemanlar arasındaki kayma gerilmelerini ihmal etmekte ve bu, doğal olarak, duvarın Şekil 1 de sağ kolona temas ettiği düzlemdaki gerilme sınır şartlarını yerine getirmemektedir. Ayrıca duvarın elâstik zemin katsayısının burada kabul edildiğinin aksine

bir değişken olması gerektiği de duvarın kendi başına kayma gerilmeleri altındaki deforme olmuş konumu incelendiği zaman ortaya çıkacaktır. Ayrıca, gerçek bir yapıda, varsayılan bütün Şartlar yerine getirilse dahi Şekil 3, 4 ve 5 te verilen eğriler bu ereve için kesin sonuçlara yaklaşık, ancak tam eşit olmayan sonuçlar verecektir çünkü bu Őekillerde Denklem (4) ün yalnızca bir terimi göz önünde bulundurulmuştur. Bütün bunlara rağmen Şekil 3, 4 ve 5 teki eğrilerin yapısal davranışı nitesel olarak gösterdikleri söylenebilir.

Yazarlar literatürde kısmi dolgu duvarlı çerçeveler için herhangi bir deneysel sonuca rastlamamışlardır. Yapılan teorik analizle doğrudan doğruya kıyaslanabilen Fiorato ve diğerlerinin (1970) yaptıkları üç deneydir. Anılan çalışmada duvar panolarının yatay doğrultudaki ortalama elâstik modüllerinin 0.17×10^6 kgf/cm² olduğu belirtilmektedir. Boyut ve malzeme özellikleri Şekil 6 nın sol üst köşesinde gösterilen birininin tam eşi üç çerçevenin (bunlar S 2 B, S 2 H ve S 2 I simgeleriyle tanımlanmıştır) yanal P yükü altındaki ilk davranışları aynı Şekilde gösterilmiştir. Salt ereve için hesaplanan yük deplasman eğrisi de aynı Şekilde verilmektedir. Görüldüğü gibi her üç duvarlı ereve de yalnız ereve için verilen teorik rijitliğin çok üzerinde rijitliğe sahiptir. Denklem (6) yardımıyla rijitliğin artışı hesaplanacak olursa, $c = 1.0$ için

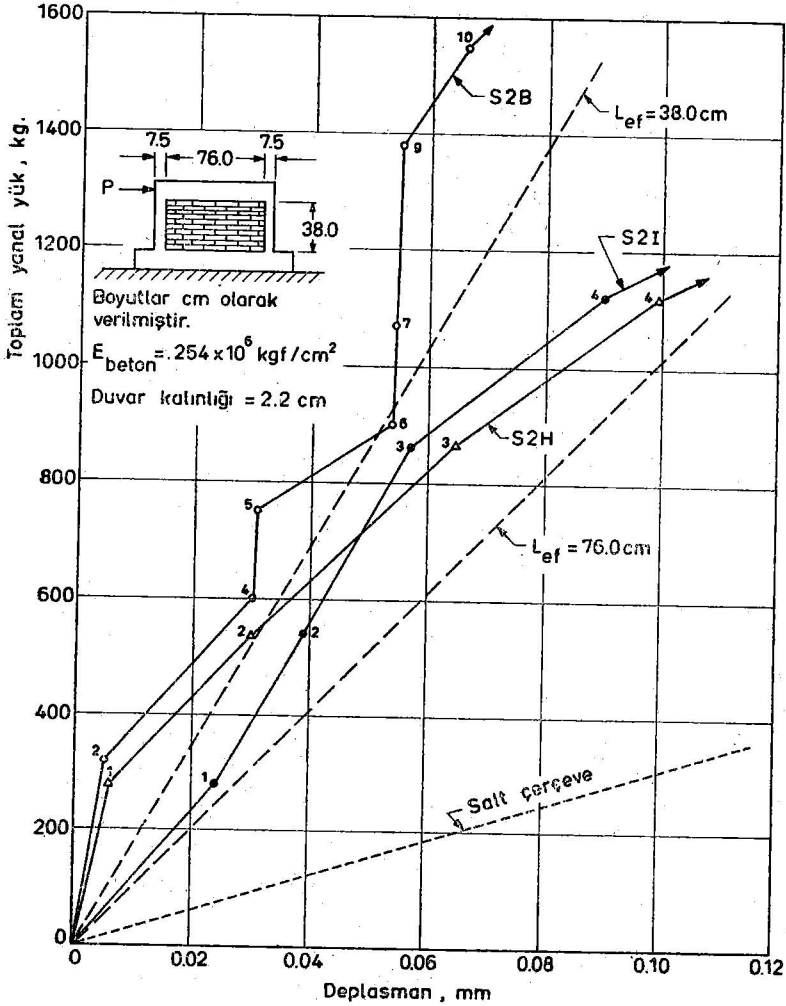
$$R = \frac{\pi^4 EI}{8 h^3} [2 + 3 \alpha] \quad (6 a)$$

elde edilir

$$\text{Duvarı temsil eden elâstik zeminin } k \text{ katsayısı } k = E_d \frac{t_d}{L_{ef}}$$

bağıntısından bulunmalıdır. Duvar kalınlığı (2.2 cm.) ve elâstik modülü (0.17×10^6 kgf/cm²) bilinmesine rağmen, uzunluk olarak hangi boyutun alınması gerektiği yazarlarca ileride yapılacak araştırmalarla saptanabilecek bir husustur. Kıyaslama olanağına sahip olabilmek için efektif duvar uzunluğu L_{ef} ilk önce ereve açıklığı olan 76.0 cm, sonra da bunun yarısı alınmış ve bu iki değerin verdiği oranları Denklem (6 a) da yerine konularak iki farklı rijitlik elde edilmiş ve bunlar Şekil

6 da gösterilmiştir. Bu iki eğrinin, deneysel sonuçların aynen olmasa bile, yakından kestirilmesine olanak verdikleri görülmektedir.



Şekil 6 Fiorato ve Diğerleri (1970) den Alınan Deney Sonuçlarının Teori ile Karşılaştırılması

Burada rijitlikteki artışın taşıma gücündeki artışla aynı olmadığı hemen belirtilmelidir. Elâstik sınır ötesindeki davranış

nırlar gerçeği olarak ancak doğrusal elastik olmayan sonlu öge metodlarıyla bulunabilir (Yüzügüllü ve Schnobrich, 1973).

V. TEŞEKKÜR

Yazarlar, yararlı tartışmaları için Dr. E. Çıtıptıoğlu'na, bazı hesaplardaki yardımı için Dr. Mehmet Çelebi'ye, metni dakt'oda yazan Sn. H. Karakaya'ya ve şekilleri çizen Sn. D. Talı'ya teşekkürü borç sayarlar.

VI. REFERANSLAR :

- 1 — Benjamin, J. R. ve H. A. Williams, «The Behavior of One - Story Reinforced Concrete Shear Walls,» Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 83. No. ST 3, Mayıs 1957, S. 1254. 1 - 1254. 39.
- 2 — Benjamin, J. R., ve H. A. Williams, «The Behavior of One - Story Brick Shear Walls,» Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 84, No. ST 4, Temmuz 1958, S. 1723. 1 - 1723. 30.
- 3 — Blume, J. A., N. M. Newmark, ve L. H. Corning, «Design of Multistory Reinforced Concrete Buildings for Earthquake Motions,» Portland Cement Association, Chicago, 1961.
- 4 — Charlton, T. M., «Energy Methods in Applied Statics,» Blackie and Son, London, 1959.
- 5 — Coull, A., ve B. S. Smith, (derleyenler), «Tall Buildings,» Pergamon Press, Oxford, 1967.
- 6 — Fiorato, A. E., M. A. Sozen ve W. L. Gamble, «An Investigation of the Interaction of Reinforced Concrete Frames with Masonry Filler Walls,» University of Illinois, Civil Engineering Studies, Structural Research Series No. 370, Urbana, Kasım 1970
- 7 — Langhaar, H. L., «Energy Methods in Applied Mechanics,» John Wiley, 1962.
- 8 — Ockleston, A. J., «Load Tests on a Three Story Reinforced Concrete Building in Johannesburg,» The Structural Engineer, Vol. 33. No. 10, Ekim 1955, S. 304 - 322.
- 9 — Smith, B. S., «Lateral Stiffness of Infilled Frames,» Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 88, No. ST. 6, Aralık 1962, S. 183 - 199.
- 10 — Smith, B. S., «Behavior of Square Infilled Framed,» Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 91, No. ST, 1 Şubat 1966, S. 381 — 403.
- 11 — Smith, B. S., «Methods for Predicting the Lateral Stiffness and Strength of Multistory Infilled Frames,» Building Science, Vol. 2, Pergamon Press, Kasım 1967, S. 247 — 257.

- 12 — Stratta, J. L., ve J. Feldman, «Interaction of Infill Walls and Concrete Frames During Earthquakes,» Bulletin of the Seismological Society of America, Vol. 61, 1971, S. 609 — 612.
- 13 — Uzsoy, Ş. Z. ve E. Çıtırınoğlu, «Influence of Infill Walls on Building Frames : An Example from The May 12, 1971 Earthquake in Turkey,» Bulletin of the Seismological Society of America Vol. 62, 1972, S. 1113 — 1117.
- 14 — Yüzüğüllü, Ö., ve W. C. Schnobrich, «A Numerical Procedure for the Determination of the Behavior of a Shear Wall - Frame System,» ACI Journal, Proceedings, Vol. 70, No. 7, Temmuz 1973 S. 474 — 479.

NOTASYON :

Bu yazıda şu simgeler kullanılmıştır :

- a_n = n'inci genelleştirilmiş koordinat
- c = duvar yüksekliğinin kolon serbest yüksekliğine oranı
- E = elâstik modülü
- h = kolon serbest yüksekliği
- h_{ef} = efektif kolon serbest yüksekliği
- I = kolon atalet momenti
- k = elâstik zemin rijitlik katsayısı
- L_{ef} = efektif duvar uzunluğu
- m, n = gösterge
- P = kuvvet
- R = yanıl rijitlik
- t_d = duvar kalınlığı
- u = elâstik eğri fonksiyonu
- V = toplam potansiyel enerji
- α = $kh^4 / \pi^4 EI$
- Δ = yanıl deplasman

Basit Bir Sarsma Tablası

Dr. Mehmet Çelebi (*)

Ö Z E T

Bu yazıda cüz'i fonlarla geliştirilen bir sarsma tablasından bahsedilmektedir. Sarsma tablası sabit noktalara yaylarla bağlanmış olup, tek yönde raylar üzerinde hareket etmektedir. Şimdilik hareket darbe yükünü veren bir pandül ile sağlanmaktadır.

SUMMARY

In this paper, a concise description of a simple shaking platform which was designed and constructed with limited funds is described. The platform is connected to fixed points by springs and it moves unidirectionally on rails. An impact system excites the platform.

1. GİRİŞ

Deprem mühendisliği deneysel çalışmalarının günümüzde hız kazanmasıyla, çeşitli yapıların veya yapı elemanlarının, simüle edilebilen dinamik yüklere karşı davranışlarının incelenmek istenmesi, dinamik yükleri yaratacak sarsma tablalarının projelendirilmesine yol açmıştır. Böylece, dünyanın çeşitli ülkelerinde teşekkül etmiş bulunan deprem mühendisliği araştırma ünitelerinde halen çalışır vaziyette, nitelikleri önemli araştırmalar yapmaya yeterli sarsma tablaları geliştirilmiştir. Bunlar arasında University of California, Berkeley'de teşekkül etmiş bulunan Earthquake Engineering Research Center'deki sarsma tablası en modern ölçme olanakları ile donatılmıştır. (1,2). Diğer önemli sarsma tablaları ise University of Illinois (3), Japonya, Hindistan ve Rusya'da kurul-

(*) Asos. Prof. Orta Doğu Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü.

muştur. Bu tablaların hemen hepsi hidrolikli pistonlarla itilmekte ve elektronik aletlerle kontrol edilmektedir.

Yurdumuzda da depremler daima oluşageldiği için, Türkiye'ye has olan yapı tiplerinin de depreme dayanıklılığı uzun zamandan beri inceleme konusu olmuştur. Maddi yeteneksizliğin en büyük engel teşkil etmesiyle, çeşitli kurumlarca düşünülen ve hatta plânlanan (4) sarsma tablası gerçekleştirilmiştir.

Bu yazıda ODTÜ, İnşaat Mühendisliği Bölümünde çok kısıtlı harcamalarla bir M.S. tezi olarak geliştirilen basit bir sarsma tablasından bahsedilecektir (5).

2. SARSMA TABLASININ ANA HATLARI

Genellikle, bir sarsma tablasının kapasitesi, üzerinde sarsılması istenilen yapının ağırlığı ve ebatları ile sarsma tablasının ve dolayısıyla tabla üzerindeki model veya prototip yapının hareketinde gerekli deplasman veya ivme entansitesine göre tesbit edilir.

3. PLATFORM

Burada bahsedilen basit sarsma tablasının niteliklerinin tesbitinde ucuzluk ve elde bulunan malzemelerden istifade fikri önemli rol oynamıştır. ODTÜ Statik Laboratuvarında bulunan iki hurda çelik çerçeveden istifade edilmiştir. Böylece sarsma tablasının ebatları, çelik çerçevenin 232 cm x 90 cm ebatları olarak alınmıştır. Çelik çerçeve 10 mm. kalınlığında plâk ile kaplanarak Şekil 1 de görülen düz plâtfon meydana getirilmiştir. Plâtfonun ağırlığı 400 kg. dir. Plâtfon, diğer çerçevenin üzerine dört adet bilyalı tekerlekle tek yönde hareket edecek şekilde yerleştirilmiştir. Plâtfonun üzerine konulan modelin ağırlığı 400 kg.'ı geçmeyecek ve plâtfonun deplasmanı ± 3 cm. içerisinde kalacaktır. Tablanın genel görünüşü Şekil 2'de görülmektedir.

4. YAYLAR

Nitelikleri birbirinin aynı olan dört adet helikal tel yay, plâtfonun dört köşesine yerleştirilmiştir. Yayların imâlinde

kullanılan telin çapı, 4,1 mm ve yayın ise 30,2 mm olup, her yay 58 adet helikal sarımdan meydana gelmiştir.

Yay sabitlerinin tesbiti esnasında, her yayın ortalama 30 kg.lık kalıcı basınç yükünün bulunduğu görülmüştür. Yaylar, basınç altında çalışmadığından, belirli bir çekme yükü (veya deslasman) altında plâtfon ile sabit noktalar arasına yerleştirilmiştir. Yay sabitleri (k) ise 1665 kg/cm olarak bulunmuştur.

Sisteme Şekil 1 deki gibi verilen x_1 kadar bir deplasmandan dolayı, yay sisteminde yapılan net iş (kalıcı gerilimin tesirleri birbirini götürdüğünden)

$$\begin{aligned} U &= 2 \left(F_0 \cdot x_1 + \frac{1}{2} kx_1^2 \right) - 2 \left(F_0 \cdot x_1 - \frac{1}{2} kx_1^2 \right) \\ &= 2k (x_1)^2 = \frac{1}{2} K x_1^2 \end{aligned}$$

olarak bulunur. Burada $K = 4k$, sistemin toplam yay sabitidir. Enerji değişimi Şekil«3» de görülmektedir.

5. PANDÜL

Sarsma tablasını harekete geçirmek için düşünülen ekstasyon sistemlerinin içinde şimdilik en uygunu bir pandül ile kolayca temin edilebilen darbe yüküdür. Pandül sistemiyle elde edilen yük ise, miktarı değiştirilebilen kütle «m» (Impact yükününün kütlesi) ve pandül rotasyon açısı θ 'a bağlıdır. θ açısı 0° ile 12° arasında değişebilir.

Pandül kütle kutusuna, sarsma tablasının darbe noktalarına semi - küre çelik yerleştirilmiştir.

v_m , pandülün «darbe» anındaki hızı olarak alınırsa,

$$v_m = \sqrt{2g (\Delta h)}$$

formülünden elde edilir. Burada, g yerçekimi ivmesi ve h ise pandül kütlelerinin kaybettiği seviyedir.

Eğer V_m' ve v_m' tablanın ve pandülün darbeden sonraki hızları olarak alınırsa,

$$V_m' = v_m \left[\left(\frac{1 + e}{M + m} \right) m - e \right]$$

olarak bulunur. Burada M , tabla ve üzerindeki modelin toplam kütlesi, e ise restitüsyon katsayısı olup 0,93 olarak tesbit edilmiştir.

6. SİSTEMİN SÖNÜMÜ

Dinamik sistemlerin sönümleri viskoz ve Coulomb sönümü olarak ikiye ayrılır. Viskoz sönümden dolayı sönüm kuvveti sistemin hızı ile orantılıdır. Coulomb veya sürtünme sönümü ise sistemin ağırlığı ile orantılıdır.

Meydana getirilen sarsma tablası yaylarının sürtünmesi olmadığı kabul edildiğinden, sistemin toplam sönümünün bilyalı tekerlekler ve raylarının hareket esnasındaki sürtünmelerinden meydana geldiği kabul edilmiştir. Böylece, sürtünme kuvveti bulunan her sistemin serbest hareket denklemi D' Alembert Prensibine göre,

$$M\ddot{x} + Kx \pm F_f = 0$$

olarak elde edilir. Sürtünme kuvvetinin işareti ve dolayısıyla hareket denkleminin çözümü kütlenin hızının işaretine bağlıdır. Eğer sisteme verilen x_1 kadar bir deplasmandan sonra serbest titreşime geçilirse, sistemin mukabelesi, kütlenin negatif hızı için,

$$x = \left(x_1 - \frac{F_f}{K} \right) \cos \omega t + \frac{F_f}{K}$$

olarak elde edilir. Mukabele eğrisinin maksimum noktaları ise

$$x_{\max} = x_1 - \left(\frac{4 F_f}{K} \right) n$$

ile bulunur. Burada, n , devir sayısıdır.

Sistemin sürtünme kuvveti, F_f , plâtförmün 400 kg. ağırlığı için 1,2 kg olarak bulunmuştur. Böylece, sürtünme katsayısı

$$\mu = \frac{F_f}{W} = \frac{1,2}{400} = 0,003$$

olarak hesaplanmıştır.

7. SİSTEMİN PERİYODU VE DÜŞÜNCELER

Sistem plâtförmünün ağırlığına tekabül eden tabii periyodu

$$T = 2 \pi \sqrt{\frac{M}{K}} = 2 \pi \sqrt{\frac{400/9,88}{666}} = 1,555 \text{ saniye}$$

olmaktadır. Hemen belirtilmelidir ki periyod, plâtförmün üzerine konulacak olan deney modelinin ağırlığı ile daha da uzayacaktır. Yapılacak olan deneylerin plâtförmün periyoduna göre ayarlanması gerekeceğinden, plâtförm periyodu da ayarlanabilir olmalıdır. Meydana getirilen sarsma tablasında, yay sayısının arttırılması veya değişik yay sabitleri bulunan yayların kullanılmasıyla istenilen periyodun elde edilmesi mümkün olmaktadır.

8. SONUÇLAR VE TAVSİYELER :

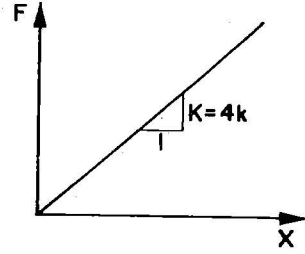
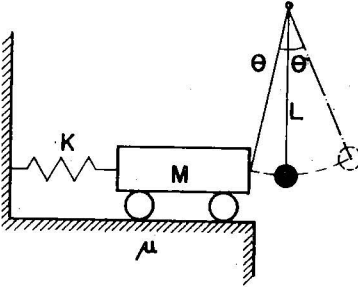
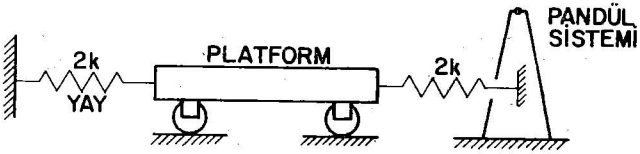
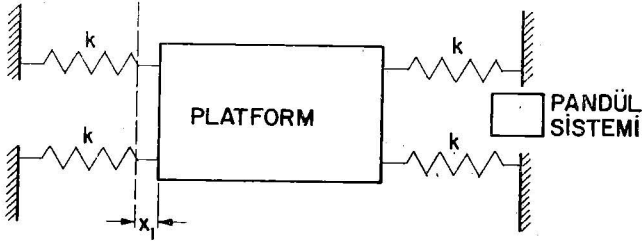
- Meydana getirilen basit sarsma tablası hem eğitimde hemde bir araştırma aracı olarak kullanılmaktadır.
- Tablanın sürtünmeden dolayı sönümü fazladır. Sönümün azaltılmasına çalışılmaktadır.
- Tablanın periyodu uzun olmakla beraber, istenilen periyodun elde edilmesi için ilâve yaylar konulabilmektedir.
- Tablaya sinüsoidal hareket verebilmek için, eksantrik bir kolu olan bir motor konulması mümkündür; böylece tablanın periyodu da istenildiği gibi değiştirilebilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışmada Necdet Atalay master öğrencisi olarak çalışmıştır. Baş Teknisyen Burhan Avcı'nın vazgeçilemeyecek yardımlarına sonsuz teşekkürler edilmelidir.

REFERANSLAR

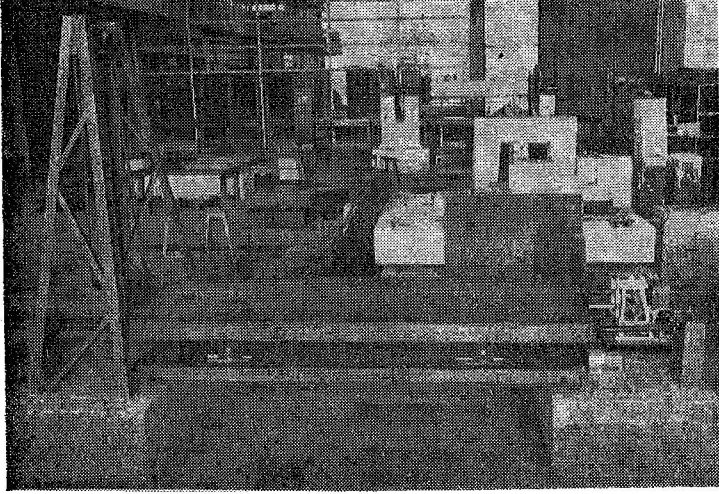
- 1 — Rea, D. and Penzien. J., Dynamic Response of a 20 ft x 20 ft Shaking Table,» V. W. C. E. E. Rome, 1973.
- 2 — Penzien, J., Bouwkamp, J. G., Clough R. W., and Rea, D., «Feasibility Study of Large - Scale Earthquake Simulator Facility,» University of California, Berkeley, EERC Report No 87 - 1, 1967.
- 3 — Sozen, M. A., et. al., «The University of Illinois Earthquake Simulator,» IV th. W. C. E. E., Santiago, Chile, 1969.
- 4 — Haskell, R. C., «Proposed Design of the METU Seismic Simulator,» METU Report, 1970.
- 5 — Atalay, N., «Development of a Simple and Economic Shaking Table,» M. S. Thesis, C. E. Dept., METU, July, 1971.



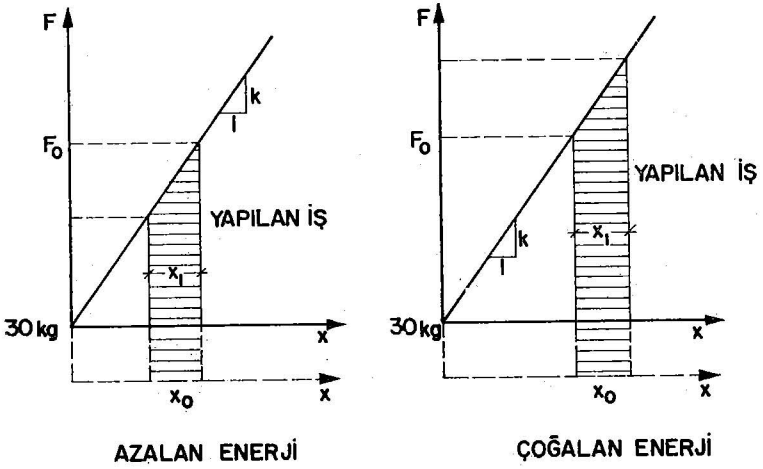
EŞDEĞER SİSTEM

SİSTEM YAY SABİTİ

ŞEKİL—I. BASİT SARSMA TABLASI



Şekil 2 — Sarsma Tablasının Genel Görüntüsü.



ŞEKİL-3. YAY ENERJİ DEĞİŞİMİ

Zemin Yapısının Deprem Yer Hareketine Etkisi Konusunda Literatür Araştırması

Dr. Çetin Soydemir (*)

Dr. Aybars Gürpınar (**)

Dr. Dinçer Özgür (***)

GİRİŞ :

Deprem konusundaki araştırmalar son yıllarda hem pratik hem de teorik düzeyde büyük bir gelişme kaydetmiştir. Pratik düzeydeki gelişme yakın zamanda meydana gelen depremlerin bir sonucudur. Teorik gelişmeyi ise konunun geniş kapsamı gerektirmektedir. Mühendislik sismolojisi ve deprem mühendisliği konuları; jeofizikten betonarme hesaba, tatbiki mekanikten şehir planlamasına kadar birçok ayrı disiplinleri içine almaktadır. Ayrıca bu konular yeni gelişen birçok metodlar için de uygulama anağı yaratmışlardır.

Mühendislik sismolojisi deprem dolayısıyla oluşan hareketi inceler. Deprem mühendisliği ise depremin yüzeydeki yapılara olan etkisini araştırır ve yapıların hesaplarının bu yüklerle göre yapılmasını sağlar. Bu iki ana konunun birbirine olan bağlantısı deprem hareketinin modellendirilmesiyle olur. Yani jeofizikçilerin incelediği deprem hareketinin inşaat mühendisleri tarafından kullanılabilir bir duruma getirilmesi bu modellemeyle mümkündür.

İnşaat mühendisleri analizlerini deterministik ya da istatistikî yollardan yapabilirler. Son yıllarda gelişen geliş güzel titreşim metodu bu istatistikî yolların güzel bir örneğidir. İnşaat mühendisi analiz ve hesaplarını deterministik yollardan yaparsa genellikle tepki spektrumu (response spectrum) de-

(*) Dr. Çetin Soydemir, Asos. Prof., İnşaat Böl., O.D.T.Ü.

(**) Dr. Aybars Gürpınar, Yard. Prof., Mühendislik Bilimleri Böl., O.D.T.Ü.

(***) Dinçer Özgür, Yard. Prof., Mühendislik Bilimleri Böl., O.D.T.Ü.

n'len bir teknikten yararlanır. Bu teknik, belli bir zorlamaya (bu önceden elde edilmiş bir deprem kaydı olabilir) tek dereceli bir sistemin maksimum tepkilerini deplasman, hız ya da ivme cinsinden gösteren ve sistem özel periyoduna karşı çizilmiş eğrilerden ibarettir. Analiz ve hesaplar istatistikî yollarından yapıldığı takdirde deprem hareketinin istatistikî özelliklerinin bilinmesi zorunludur. Bu istatistikî bilgi de hareketin spektral yoğunluk fonksiyonunda mevcuttur.

Bu literatür araştırmasının birinci kısmında, yer hareketinin modellenmesinde kullanılan metotlardan, ikinci kısmında ise yöresel zemin şartlarının yer hareketine ve dolayısıyla da yapılara gelen yüklere olan etkisinden söz edilecektir.

DEPREM YER HAREKETİNİN MODELLENDİRİLMESİ

Deprem yer hareketinin modellenmesinde kullanılan metotlar başlıca iki gruba ayrılabilir. Birinci grup depremi deterministik, ikincisi ise gelişigüzel olarak incelemiştir. Deterministik metotların en önemlisi ve hâlâ da deprem mühendisliğinde en çok kullanılan deprem hareketinin maksimum değerlerini gösteren spektrumlardır. Örneğin, zeminde y ivmesine maruz, v skoz sönümlü, tek dereceli bir sistem Denklem (1) ile ifade edilebilir.

$$m\ddot{v} + c\dot{v} + kv = -my \quad (1)$$

Burada m kitleyi, c viskoz sönümü, k rijitliği, v ise relatif yer değiştirmeyi gösterir. Bu sistemin y 'ye olan tepkisi, yer değiştirme cinsinden Denklem (2)'yle gösterilebilir.

$$v(t) = \frac{1}{\omega_0} \int_0^t y(\tau) e^{-\lambda\omega(t-\tau)} \sin\omega(t-\tau) d\tau \quad (2)$$

λ , c 'nin kritik sönüme olan oranı, ω_0 sönümsüz, ω ise sönümlü sistemin özel frekansıdır. Sönümsüz titreşim frekansıyla, sönümlü titreşim frekansını eşit kabul ettiğimiz takdirde,

$$V(t) = \int_0^t y(\tau) e^{-\lambda\omega(t-\tau)} \sin(t-\tau) d\tau \quad (3)$$

denklemini tepkiyi hız cinsinden ifade eder. Spektral değerlerin tanımları da aşağıda verilmiştir.

$$V_{\max} = S_v \quad (4)$$

$$S_v/\omega = S_d \quad (5)$$

$$\omega S_v = S_a \quad (6)$$

Yukardaki tanımlar Clough'tan (1) alınmıştır.

Bu tip spektral tepki grafikleri tek dereceli bir sistemin belli bir deterministik fonksiyona olan maksimum tepkisini sistem özel periyoduna bağlı olarak gösterir.

Housner (2) depremlerin spektral özelliklerini ilk olarak inceleyenler arasındadır. Sonradan yine Housner (3), Housner ve McCann (4), Thomson (5) ve Clough (6) bu konuda öncü araştırmalar yapmışlardır. Bunların arasında ilgi çekici bir aşamayı Housner yapmış ve birkaç depremin spektral değerlerinin ortalamasını alarak ortalama spektral değerler bulmuştur. Clough (6) ise n dereceli bir sistemin tepki spektrumunu n tane tek dereceli sistemin spektrumlarının kareleri toplamının kare kökü olarak ifade etmiştir.

Jennings, Housner ve Tsai (7) ve Housner ve Jennings (8) mevcut deprem kayıtlarından yeni bir takım suni kayıtlar üretip bunların spektral özelliklerini incelemişlerdir.

Sonradan, tek dereceli fakat denklemini doğrusal olmayan sistemlerin tepkileri de incelenmiş ve özellikle elastoplâstik spektral eğrileri elde edilmiştir. (9, 10, 11)

Bahsi geçen çalışmaların tümü deterministik ve ampirik bir nitelik taşımaktadır. Şöyle ki, Denklem (1)'deki y , ya vuku bulmuş bir depremin ya da böyle bir depremden türetilmiş suni depremlerin fonksiyonel bir ifadesidir. Bugüne kadar elimizde bulunan deprem kayıtlarının azlığı göz önünde bulundurulursa, bu tip çalışmaların dünyanın her yeri ve her zaman

için geçerli olmayacağı ortaya çıkmış olur. Bu gerçek 1960'ların başından beri diğer bir takım araştırmacının dikkatini çekmiş ve araştırmalarının bu yönde gelişmesine vesile olmuştur.

Diğer araştırmacıların aksine bu araştırmacılar, depremi geliştiği güzel bir oluşum olarak kabul edip teorik olarak deprem hareketine evrensellik kazandırmaya çalışmışlardır.

Denklem (1)'i yeniden göz önüne alacak olursak, burada y istatistik özellikleri belli olan bir gelişigüzel oluşum olarak kabul edilmiştir. Yani $t = t^*$ zamanında $y(t)$ 'nin alabileceği değerler bir olasılık yoğunluğu fonksiyonuyla gösterilebilir. Bu fonksiyon, ya da y 'nin bu fonksiyona göre alınmış momentleri olasılık açısından oluşumu ifade etmeye yeterlidir. $f_y(y)$, y 'nin olasılık yoğunluğu fonksiyonuysa, y 'nin n -inci momenti

$$E [y^m] = \int_{-\infty}^{\infty} y^m f_y(y) dy \quad (7)$$

şeklinde, yani y^m 'nin ortalama değeri olarak gösterilebilir. Eğer bir gelişigüzel oluşum,

$$E [y(t_1)] = E [y(t_2)] = E [y(t)] \quad (8)$$

$$E [y(t_1) y(t_2)] = E [y(t) y(t+\tau)] = R(\tau) \quad (9)$$

şartlarını sağlıyorsa (zayıf) stasyoner olarak nitelendirilir. Burada $R(\tau)$ oto-korelasyon fonksiyonudur ve görüldüğü gibi stasyoner bir oluşum için yalnız $\tau = t_2 - t_1$ 'e bağlıdır. Bu oluşumun spektral yoğunluk fonksiyonu $R(\tau)$ 'nin Fourier transformu olduğu gösterilebilir.

Şöyle ki,

$$S(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} R(\tau) e^{-i\omega\tau} d\tau \quad (10)$$

$$R(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} S(\omega) e^{i\omega\tau} d\omega \quad (11)$$

Özellikle $\tau = 0$ için $S(\omega)$ 'nin altındaki alan $y(t)$ 'nin varyansını verir ($E[y(t)] = 0$ kabul edilirse). Bu da bir bakıma depremin toplam enerjisini gösterir.

1960'ta Bycroft (12) analog kompüter kullanarak depremi beyaz gürültü (white noise) olarak modellemiştir. Bu çok özel bir stasyoner oluşum olup nitelikleri,

$$S(\omega) = S_0 \quad -\infty < \omega < \infty \quad (13)$$

şeklinde gösterilebilir.

Lin (13, 14) depremi stasyoner olmayan bir impuls dizisi olarak kabul etmiştir. Ward (15) Rascon ve Cornell (16), Wirsching ve Yao (17) da analog kompüter kullanarak spektral yoğunluk fonksiyonlarıyla deprem enerjisi arasında ilişki kurmaya çalışmışlardır.

Bu alandaki son çalışmalarda ise deprem daha çok stasyoner olmıyan (ortalama değerleri zamana bağlı) bir gelişigüzel oluşum olarak kabul edilmiştir. Bu, bir bakıma deterministik metotlarla gelişigüzel metotların bağdaşması yolunda ilk adım olmuştur. Denklem (1) ve (11) deki $R(\tau)$ ve $S(\omega)$ belirtildiği gibi yalnız stasyoner oluşumlar için tanımlanmışlardır. Bu bakımdan stasyoner olmıyan gelişigüzel oluşumların istatistik analizi son derece güçtür. Diğer taraftan, elde bulunan deprem kayıtları ise daha çok stasyoner olmıyan gelişigüzel bir oluşumun örnek fonksiyonu niteliğini taşımaktadır. Bu iki nedenden dolayı stasyoner olmıyan oluşumlar genellikle stasyoner bir oluşumun deterministik bir fonksiyonla çarpımından elde edilmiştir. Bu deterministik fonksiyon lokal sismik parametreleri ihtiva eder. Stasyoner olmıyan oluşumları deprem mühendisliğine bu şekilde uygulayanların başına Amin ve Ang (18), Iyengar (19), Iyengar ve Iyengar (20) ve Levy (21) gelmektedir. Bu konuda Shinozuka ve Sato (22) ve Liu (23) teorik düzeyde çalışmalarda bulunmuşlardır.

1971 yılında çıkan 'Fundamentals of Earthquake Engineering' (Deprem Mühendisliğinin İlkeleri) adlı kitaplarında, Newmark ve Rosenblyeth (24) depremleri dört belli başlı gruba ayırmışlardır. Bu gruplar kısaca şöyledir:

1 — Deprem kaydı büyük bir şoktan ibaretmiş gibi görünür. Odak derinliği ve episantr uzaklığının az ve zeminin sert olduğu hallerde görülür. Bu da yansımının çok az olmasından dolayıdır. Agad'ır (1960) ve Üsküp (1963) bu tür depremler arasındadır.

2 — Uzun ve düzensiz görünümlü bir kayıttır. Enerji değişik frekanslara oldukça eşit bir şekilde dağılmıştır. Odaktan orta uzaklıkta ve zeminin sert olduğu hallerde görülür. Buna örnek olarak El Centro (1940) verilebilir.

3 — Uzun ve içinde hakim peryotlar taşıyan bir harekettir. Zemindeki yumuşak tabakaların filtre etkisi görülür. 1964 Mexico City depremi bu tip bir depremdir.

4 — Büyük çapta plastik deformasyon görülür. Toprak kayması bu tip depremlerde çok olur. Alaska (1964) ve Niğata (1964) depremleri bu türden sayılır.

Görüldüğü gibi depremleri türlere ayırmanın modelleme açısından faydası çoktur. Örneğin, birinci tip depremler stasyonlar olmayan bir gelişigüzel oluşumla, ikinci tip depremler beyaz gürültü (white noise) ile ve üçüncü tip depremler de belli bir filtreden geçirilmiş stasyonlar bir gelişigüzel oluşumla modellenenbilirler.

Soruna jeofizik açılarından bakış biraz daha değişiktir. Bu alanda çoğunlukla elastik ortamda çeşitli dalga yayılışı problemleri araştırılmıştır.

Tabakalı yarı sonsuz uzayda dalga yayılışı geçen yüzyılın sonlarından itibaren incelenmeye başlanmıştır. Üstü değişik elastik sabitlere sahip bir tabaka ile kaplı yarı sonsuz uzaydaki dalga yayılışı ilk defa Bromwich (25) tarafından büyük dalga boyları için incelenmiştir. Love (26) aynı problemi, dalga boyu tabaka kalınlığı mertebesinde olan dalgalar için analiz etmiş ve yeni bir yüzey dalgasının mevcut olabileceğini göstermiştir. Bu tarihten itibaren yapılan ve sayıları çok fazla olan araştırmalar, yer kabuğunun tabakalı yapısının sismolojik problemlerde önemli rol oynadığını göstermiştir. n tabakalı yarı sonsuz bir ortamın alan denklemleri, Ewing, Jardetsky ve Press (27) ve Brekhovskii (28) de bulunabilir. Bu denklemler her

tabaka için ayrı ayrı yazılan alan değişkenlerinin, temas yüzeylerindeki süreklilik şartlarından yararlanmak suretiyle bağlanmasıyla elde edilmişlerdir. Kapanı çözümleri genel hal için son derece güç olan bu denklemler, özel haller için çeşitli şartlar altında incelenmişlerdir. Sezawa ve Nishimura (29) birden fazla tabakalı ortama normal olarak gelen dalgaların yayılışını araştırmışlardır. Bu konuda çözülen diğer özel problemler sayılmıyacak kadar çoktur. Bunların yeterli listeleri (25) ve (26) numaralı referanslarda bulunabilir.

Tabakalı ortamlarda dalga yayılışının incelenmesindeki başka bir yaklaşımda, bu tip ortamların homojen, anizotropik bir ortama eşdeğer olabileceği kabulüdür. Efektif modül modelleri olarak adlandırılan bu çalışmaların ilk örneklerinden birisi Postma (30) tarafından verilmiştir. Bu modeller eşdeğer statik davranış için yeterli sonuçlar verebilmekte fakat dinamik davranışta dağıtma vermediğinden yetersiz kalmaktadır. Bu noktayı aydınlatmak için, son yıllarda, çeşitli dinamik modeller Sun, Achenbach ve Hermann (31), Bedford ve Stern (32), Özgür ve Tauchert (33), Turhan (34) ve başkaları tarafından teklif edilmiştir.

Tabakalı ortamda dalga yayılışı denklemlerinin nümerik çözümü için çok elverişli olan matris formülasyonunu Thomson (35), Haskell (36) ve Knopoff (37) vermişlerdir. Knopoff'un metodu Randall (38) tarafından basitleştirilmiştir. Chernov (39) gelişigüzel parametrelere sahip sıvı ortamlarda, Karal ve Keller (40) ise gelişigüzel parametrelere sahip elastik ortamda dalga yayılışını incelemişlerdir. Özgür ve Gürpınar (41) in çalışmaları ise tabakalı elastik ortamda gelişigüzel dalga yayılışı ile ilgilidir.

ZEMİN ŞARTLARININ YER HAREKETİNE OLAN ETKİSİ :

Zemin şartlarının şiddetli depremlerin sebep olduğu hasarı etkilediği uzun yıllardan beri bilinmektedir. Duke (42) ve Wiggins (43) in çalışmaları genellikle yumuşak zeminlerdeki hasarın sert zeminlere oranla daha fazla olduğunu, vadilere yapılmış yapıların depremlerde daha çok zarar gördüğünü

ortaya çıkarmıştır. Bu gözlemsel sonuçlar aşağıdaki üç nedene bağlanabilirler :

a) Deprem dalgalarının yerin üst tabakalarındaki yayılışı sırasında uğradığı değişiklikler,

b) Zemin taşıma gücünün aşılması, tam veya farklı tasmanlar, yeraltı su seviyesinin yüksek olduğu zaman yüzeye yakın zeminde meydana gelebilen sıvılaşma olayları,

c) Yumuşak toprakların depremden önce sebep olabileceği farklı tasmanların zemini zayıf bir durumda bırakması,

Burada yalnız (a) maddesinde belirtilen mekanizmadan söz edilecektir. Sismik bir uyarının amplifikasyonu ve bu olayın önemi, deprem kuşaklarındaki ülkelerde uzun zamandan beri gözlenmekte ve bilinmektedir. Bir yüzyılı aşan bir süre önce Şili'li bir bilim adamı olan Paulino Del Barrio (44) şunları yazmıştı : «... Herhangi bir şekilde başlamış olan yer hareketinin değişik bünye yapısına sahip ortamlardan geçerken değişikliğe uğraması gerekir. Böylece zeminin sıkışıklık konumuna bağlı olarak deprem etkileri yüzeye artmış ya da azalmış şiddetle ulaşacaklardır». Bu husus Şili'de ve dışarda meydana gelmiş bazı depremlerin gözlemlerinden elde edilen sonuçlarla uyum halindedir.» (45). Yer hareketi şiddetinin, yöresel zemin şartlarıyla ilgili olarak rasyonel bir şekilde incelenmesi 18 Nisan 1906 San Francisco depreminden sonra Wood'un (46) çalışmasıyla başlamış sayılabilir. Hasar bölgelerinin dağılımının yöresel jeolojik yapıyla ilgisini inceleyen Wood, şehrin değişik kısımlarındaki hasarın esas olarak arazinin jeolojik niteliğine bağlı olduğunu önermiştir. Wood'dan yarım yüzyıl sonra, Amerika'da Gutenberg (47) ve Japonya'da Kanai ve arkadaşları (48), (49) zayıf depremler ve mikro titreşimler arasındaki gözlemlerinde zemin formasyonlarındaki yüzey ivmelerinin civarında bulunan kaya kütlelerindeki yüzey ivmelerinden önemli derecede yüksek olduğunu göstermişlerdir. 1957 San Francisco depremi sırasında elde edilen kuvvetli hareket (strong motion) kayıtları değişik zeminlerdeki maksimum ivme genliklerinin % 100 mertebesinde değişebileceğini saptamıştır. Aynı tür gözlemler 27 Mart 1963 Osaka depremi sırasında da yapılmış (50) ve deprem odak noktasın-

dan yaklaşık olarak 82 mil uzaklıkta olan iki değişik noktada ölçülen maksimum yer ivmeleri farkının % 100 mertebesinde olduğu ve bu farkı zemin şartlarının yarattığı görülmüştür. Fakat maksimum yer ivmesi deprem şiddetini belirten tek etken değildir. Yer hareketinin frekans muhtevası ve süresi de bu şiddeti etkiler. Buna örnek olarak 27 Haziran 1966'da Parkfield California'da elde edilen kayıt gösterilebilir. Maksimum ivmenin % 50 g'ye ulaşmasına rağmen, frekansın yüksek ve sürenin kısa oluşu önemli bir hasar meydana gelmesini önlemiştir. (51). Diğer taraftan, küçük sayılabilecek genlikli fakat üniform frekanslı ve birkaç saniye süren depremler de hasara sebep olabilir. Bu tip hareketin örneği 28 Haziran 1957 Mexico City depremidir. Bu deprem sırasında şehir merkezi civarında kaydedilen maksimum ivme sadece % 5 — % 10 g kadar olmasına rağmen (52) hareketin frekans muhtevası ve süresi yüksek binaların tamamen çökmesine sebep olmuştur, (53). Maksimum ivmesi % 6 — % 8 g dolayında bulunan 29 Haziran 1967 Caracas depremi yaklaşık olarak şehirden 60 kilometre kadar uzakta vuku bulmuş ve 20 saniye sürmüştür (54). Şehrin bulunduğu vadideki zeminin jeolojik özellikleri bölgeden bölgeye değişme göstermekte, fakat taban kayasına olan derinlik değişmektedir. Birçok araştırmacı (55, 56, 57, 58, 59) tarafından yapılan gözlemsel ve teorik çalışmalar yer hareketi şiddeti ve sebep olduğu hasarın zemin şartlarına bağlı olduğunu saptamıştır. Örneğin, zemin tabakası kalınlığının 80 - 280 metre arasında değiştiği doğu Caracas'taki yüksek binalar, zemin tabakasının 20 - 100 metre arasında değiştiği batı Caracas'taki benzer binalardan çok daha fazla hasara uğramışlardır. Ayrıca yapılardaki hasar şekli, özel periyotları zemin periyoduna yakın yapı inşa etmenin tehlikesini bir kere daha açığa çıkarmıştır (55, 56).

Caracas depremine benzer gözlem ve araştırmalar daha önce Steinbrugge (60) tarafından 1957 Mexico City depremi için yapılmıştır. Steinbrugge şunları yazmıştı : «... 28 Haziran 1957 depreminde episantr Mexico City'den 170 - 220 mil mesafedeydi. Şehir merkezindeki yüksek betonarme ve çelik karkas binalar büyük hasara uğramış, bazıları da çökmüştü. Bir ve iki katlı binalar ise hemen hemen hiç zarar görmediler.» Kawasumi ve Shima (61) 27 Mart 1964 Alaska depre-

minde Anchorage şehri altında bulunan kalın bir kil tabakası ve diğer zemin tabakalarının deprem hasarında önemli bir faktör olabileceğini önermişlerdir. Yine bu bölgede yapılan mikro titreşim çalışmaları, zemin hakim periyotlarının tabaka kalınlığıyla yaklaşık olarak lineer bir şekilde arttığını göstermiştir.

Modern bir betonarme yapının sadece % 4 g'lik bir yer ivmesi altında çöküşü, Fiat - Tofaş otomobil fabrikasında 28 Mart 1970 Gediz depremi sırasında vuku bulmuştur. Tezcan ve İpek (62) tarafından yapılan araştırma, 1968 yönetmeliğine uygun olarak yapılan yapının özel periyodunun zemin periyoduyla çakışmasından dolayı yıkıldığını göstermiştir. 22 Haziran 1967 Mudurnu depremiyle ilgili olarak Yarar ve Tezcan (63) benzer bir durum gözlemişlerdir. Adapazarı'nda da yüksek betonarme binalar büyük hasara uğramışlardı. Adı geçen araştırmacılar buna rezonans olayının sebep olabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Yöresel zemin şartlarının yer hareketine ve dolayısıyla yapılara gelen kuvvetlere etkisi deprem kuşakları içinde bulunan pek çok ülkenin deprem yönetmeliklerinde göz önüne alınmıştır. Bu husus yumuşak zemine oturan yapıların sismik katsayısının artırılması şeklinde gerçekleştirilmiştir. (64, 65, 66, 67). Bu tedbir birçok hallerde önemli bir faktör olan yumuşaklığın etkisini göz önüne almaktadır. Fakat şimdiye kadar verilen örneklerden kolayca görüleceği üzere «yumuşak» ılıktan başka etkenler de deprem hasarında önemli rol oynamaktadır. Caracas depreminde görüldüğü gibi zeminin hakim periyodu yüksek binalara gelen kuvvetleri arttırmıştır, (68). Zemin tabakaları etkisinin karakteristik bir periyotla temsil edilmesi ihtiyacı yeni Şili yönetmeliğinde kabul edilmiştir (69). Yeni hazırlanan Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar İçin Yönetmelik (70) te de bu husus kapsanmaktadır.

Deprem yer hareketinin frekans-genlik muhtevası, odak noktasından aynı mesafede olan değişik noktalarda aşağıdaki hususlara bağlı olarak değişmektedir :

- a) Geometri (taban kayası üzerindeki zemin tabakalarının kalınlıkları)
- b) Zemin jeolojisi (yumuşaklık-sertlik)

Bu etkenler, daha kesin olarak Seed ve Idriss (57) tarafından da sınıflandırılmıştır. Şöyle ki, ince ve sert zeminlere oturan yerlerdeki ivme tepki spektrumunun (71, 72) maksimum ordinatları hakim periyodun küçük değerlerinde vuku bulmaktadır. Diğer taraftan kalın ve yumuşak batakalara oturan yerlerdeki maksimum ivme tepki spektrum ordinatları hakim periyodun yüksek değerlerine rastlamaktadır. Böylece, yapılardaki yatay kuvvetler ve ilgili hasar, yapı-zemin karşılıklı etkisine bağlı olacaktır (73, 67, 74).

Analitik Yöntemler :

Yeryüzüne yakın yumuşak zeminlerde meydana gelen deprem hareketi genel olarak altta bulunan kaya formasyonlarından yukarıya gelen S dalgalarının sonucudur (75, 76, 77, 78). Bu hareketin analizinde kullanılacak yöntemler de ortamdaki tabakalanmanın niteliğine bağlı olacaktır.

A — Yatay Sınırlı Ortamlar :

Sınırları yatay olan tabakalı veya homojen ortamlarda zemin tabakalarının sınıra paralel doğrultudaki boyutları hesaplara bir değişiklik getirmezler ve Şekil 1 de görüldüğü gibi yarı sonsuz kabul edilebilirler. Bu ortamlarda sismik yer hareketleri zemindeki kayma deformasyonlarından dolayı meydana gelmektedir. Bu şartlar altındaki zemin davranışı iki açıdan incelenebilir:

- a) Zemin ortamının sürekli kabul edilmesi,
- b) Toplanmış kütle (lumped-mass) metodu.

A. 1. Zemin Ortamının Sürekli Kabul Edilmesi :

Bu modelde zemini yarı sonsuz kaya üzerine oturtulmuş elastik veya viskoelastik tabakalar temsil eder. Düşey doğrultuda hareket eden S dalgaları toprak tabakasının altında uyarılar meydana getirerek tabakaların yatay titreşimlerine sebep olurlar Bu yaklaşım önce Kanai (75, 76) tarafından önerilmiş, sonradan diğer bazı araştırmacılar (77, 78, 79, 80, 81, 59) tarafından geliştirilmiş ve genişletilmiştir.

Bu yaklaşımda kaya hareketinin çeşitli frekanslardaki armoniklerden oluştuğu ve her zemin tabakasının kendi

İNİNDE ELASTİK (VEYA VISKOELASTİK) VE HOMOJEN OLDUĞU KABUL EDİLMİŞTİR. YÜZEYDEKİ TEPKİ, BİRÇOK ARMONİK DALGA İÇİN ELDE EDİLDİĞİNDE TEPKİ AMPLİFİKASYON SPEKTRUMU BULUNUR. BELİRLİ BİR KAYA HAREKETİNDEN MEYDANA GELEN YÜZEY HAREKETİ KAYA HAREKETİNİN FOURIER SPEKTRUMUYLA TEPKİ AMPLİFİKASYON SPEKTRUMUNUN ÇARPIMLARININ TERS FOURIER SPEKTRUMU ALINARAK ELDE EDİLİR.

YARI SONSUZ BİR ZEMİN FORMASYONUNUN HERHANGİ BİR NOKTASI İÇİN HAREKET DENKLEMİ HEMEN YAZILABİLİR. FAKAT BU DENKLEMLERİN KAPALI ÇÖZÜMÜ ANCAK ÇOK BASİT HALLER İÇİN MÜMKÜN OLABİLMEKTEDİR. KAPALI ÇÖZÜMÜ OLAN BASİTLEŐTİRMELERDE, ÖZELLİKLERİ BASİT MATEMATİK İFADELERLE DERİNLİĞE BAĞLANABİLEN LINEER ELASTİK MALZEMELER KULLANILMAKTADIR. GERÇEKTE ZEMİN TABAKALARI LINEER ELASTİK BİR MALZEME GİBİ DAVRANMAZLAR VE ÖZELLİKLERİ DERİNLİĞE BAĞLI OLARAK ÇOK DÜZENSİZ BİR ŞEKİLDE DEĞİŞEBİLİR. BU DURUMLARDA NÜMERİK ÇÖZÜM ARAMAK EN GERÇEKÇİ BİR YOL OLARAK GÖRİNMEKTEDİR.

A. 1.1. Lineer Elastik Analiz (kapalı çözümler) :

TABANI YATAY BİR u_g HAREKETİNE MARUZ YARI SONSUZ BİR TABAKANIN TİTREŐİMİNİ GÖŐTEREN HAREKET DENKLEMİ,

$$p(y) \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + c(y) \frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial y} \left[G(y) \frac{\partial u}{\partial y} \right] = p(y) \frac{d^2 u_g}{dt^2} \quad (14)$$

ŞEKİLDE YAZILABİLİR. BURADA,

- P (y) : y derinliğindeki kütle yoğunluğu
- G (y) : » kayma modülü
- C (y) : » sönüm katsayısı
- u (y,t) : « ve t zamanındaki relatif yer deĐiŐtirmedir.

TABAKA YOĞUNLUK VE SÖNÜM KATSAYILARI SABİT ALINIP G'nin derinliğe olan bağlılığı,

$$G = Ky^p \quad (15)$$

İLE BELİRTİLİRSE DENKLEM 14 AŞAĞIDAKİ ŞEKİLDE YAZILABİLİR.

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + c \frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial y} \left[K_y P \frac{\partial u}{\partial y} \right] = -p\ddot{u}_g \quad (16)$$

Burada K ve P sabittirler.

Denklem 16 ikinci dereceden hiperbolik bir kısmî diferansiyel denklemdir. $P = 0$ ve \ddot{u}_g zamanın belli bir fonksiyonuysa Denklem 16 lineer hiperbolik ve sabit katsayılı bir denkleme dönüşür.

$$\rho \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + c \frac{\partial u}{\partial t} - G \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = -p\ddot{u}_g \quad (17)$$

Denklem 17'nin çözümü standart matematik kitaplarında bulunabilir. Bu denklem bazı araştırmacılar (76, 82, 77, 78, 79, 80, 83) tarafından zemin tabakalarının sismik davranışıyla ilgili çalışmalarında kullanılmıştır.

Genel olarak kohezyonsuz granüler zeminlerde bu modüller derinlikle değişmektedir. Duffy ve Mindlin (84), Hardin ve Richart (85)'in deneysel araştırmaları göstermiştir ki kohezyonsuz zeminlerde modüller 0.33-0.50 mertebesinde bir değişmeye uğramaktadır.

Özgür ve Gürpınar (86)'ın modeli iki boyutlu tabakalı ortamdaki dalga yayılımını gelişigüzel bir oluşum olarak kabul etmiştir. Böylece tabakalanmanın müphem noktaları istatistikî metotlarla hesaplara dahil edilmişlerdir. (87).

A. 2 Toplanmış Kütle Metodu :

A. 2.1 Lineer Analiz :

Kendi içinde tabakalardan oluşmuş ve özellikleri derinlikle değişen bir zemin formasyonunu Şekil 3'te görüldüğü gibi kütle özelliklerini belli noktalarda toplayıp bu noktaları da yaylarla birbirine bağlayarak modellemek mümkündür. Yaylar malzemenin rijitlik özelliklerini yansıtmaktadır. Sönüm, lineer ve viskoz olarak kabul edilmiştir.

Yaylar için kullanılacak sabitler zeminin gerilme - birim yer değiştirme eğrilerinden elde edilebilirler. Sönüm katsayıları da aynı şekilde, zemin özelliklerinden bulunabilir. Böylelikle sistemin tabandaki bir uyarıya olan davranışı bilinen yapı dinamiği kurallarına göre hesaplanabilir (77, 88, 89,).

Bu kurallara göre sistemin hareket denklemleri Denklem 18'de görüldüğü gibi bir matris denklemi halini alır.

$$[M] \{\ddot{u}\} + [C] \{\dot{u}\} + K\{u\} = \{R(t)\} \quad (18)$$

Burada $[M]$, $[C]$ ve $[K]$ sırasıyla kütle, sönüm ve rijitlik matrisleridir. $[R(t)]$ deprem yük vektörü, $[u]$ ise relatif yer değiştirme vektörüdür. Adı geçen matrisler $N \times N$, vektörler ise $N \times 1$ boyutunda olup N , modelde kullanılan kütle (serbestlik derecesi) sayısıdır.

Bu matris ve vektörlerin bulunmalarının ayrıntıları Idriss ve Seed (83) tarafından verilmiştir. Genel olarak zeminin malzeme ve geometri özellikleriyle tabandaki deprem hareketi biliniyorsa zemin formasyonunun bu harekete karşı davranışı aşağıdaki sıraya göre belirlenebilir.

a) Formasyon N kısma bölünerek bu kısımlar için kütle ve yay parametreleri saptanır, böylece gerekli matrisler bulunmuş olur.

b) Kütle ve rijitlik matrisleri özel (eigen) değer problemi kurmakta kullanılır.

$$[K] (\phi^n) = \omega_n^2 [M] (\phi^n) \quad (19)$$

Burada ϕ_i^n n'inci modun i kütlelerine verdiği yerdeğiştirmeyi gösterir ve ω_n de bu modun dairesel frekansıdır.

c) Özel değer probleminin çözümünden sonra modları toplanmasıyla toplam yer değiştirmeler u_i bulunabilir,

$$u_i(t) = \sum_{n=1}^N \phi_i^n X_n(t) \quad (20)$$

Burada $X_n(t)$ n'inci modun genel koordinatıdır. Denklem 7'nin uygun türevleri, davranışı; hız, ivme ve birim yer değiştirme olarak gösterir.

A.2.2. İkili-lineer (Bilinear) Analiz

Şiddetli depremlerde zeminin gerilme - birim yer değiştirme eğrileri lineer olmazlar (Şekil 4 a). Bu gibi durumlarda bu eğriyi iki ayrı eğimli doğruyla idealize etmek mümkündür (Şekil 4 b) (88).

Parmelee ve arkadaşları (89) bir kil tabakasının sismik davranışını ikili-lineer bir modelle çözmüştür. Bu yaklaşımda Şekil 5'teki model kullanılarak kütlelerin arasındaki bağlantı da Kelvin modeli ve bu modele seri bağlanmış bir viskoz söndürücü olarak kabul edilmiştir. Kelvin modelindeki yayın kuvvet-yer değiştirme eğrisi zemin gerilme-birim yer değiştirme eğrisine uydurulmuştur. Kelvin modelindeki sönüm ise zeminin viskoz sönümünü göstermektedir. Kelvin modeline seri bağlanan ikinci söndürücü ise zeminin sünme özelliğini gösterir. Bu sönüm katsayısının çok büyük olduğu hallerde sonuçlar sünme özelliklerinden etkilenmemektedir. Basitleştirmek için getirilen bu kabulün sonucu olarak i parçasında (m_i ve m_{i+1} arasında) oluşan kayma gerilmesi farkı $\Delta\delta_{xyi}$ aşağıdaki denklemle verilebilir.

$$\Delta\delta_{xyi} = G_i\Delta E_{xyi} + \beta_i\Delta E_{xyi} \quad (21)$$

Burada G_i kayma modülü, β_i viskoz sönüm oranını, ΔE_{xyi} ise birim yer değiştirme farkını göstermektedir. G_i ya G_{1i} ya da G_{2i} ya eşit alınır ve akma birim yer değiştirmesi $E_{y,i}$ ye bağlı olarak saptanır. G_{1i} , G_{2i} ve $E_{y,i}$ uygun dinamik deneyler sonucu belirlenir (89, 90). Viskoz sönüm katsayısı da yine dinamik deneylerle saptanır (89). Bütün bu parametrelerin derinliğe bağlı olarak değişmesi de çeşitli derinliklerden alınmış örnekler üzerinde yapılan deneylerle anlaşılır.

Şekil 5'te görülen sistemin hareket denklemlerinin çıkarılması birçok araştırmacı tarafından (89, 77, 83) gösterilmiştir.

Genel çözüm aşağıdaki merhalelerden oluşur.

a) Tabakların malzeme ve geometrik özellikleriyle sistemi etkileyen deprem hareketi saptanır.

b) Tabaka N kısma ayrılır ve her kısmın kütlesi kısmın üst seviyesinde toplanır.

c) Kelvin modelinde kullanılan K_1 ve C_1^d katsayıları zeminin bilinen özellikleri olan G_1 ve β_1 den çıkarılır. Bu Kelvin modelindeki kuvvet değişmesini tabakanın ona tekabül eden parçasındaki kuvvet değişmesine eşitlemekle mümkün olmaktadır. Tabakadaki kuvvet değişmesi ΔF_1 kayma gerilmesi değişmesiyle alanın çarpımına eşittir. Kolaylık için alan birim değer olarak alınmaktadır. Böylece Kelvin modelindeki kuvvet değişimi Denklem 22'yle gösterilebilir.

$$\Delta F_i = k_i \Delta u_i^s + c_i^d \Delta \dot{u}_i^s \quad (22)$$

Burada Δu_i^s ve $\Delta \dot{u}_i^s$ Kelvin modelindeki yer değiştirme ve hız değiştirmelerini göstermektedir, k_{11} ve k_{21} değerleri Denklem 22' den ve G_{11} ve G_{21} değerlerinin Denklem 21'e yerleştirilmesi sonucu bulunur. Hareket denkleminde k_{11} ya da k_{21} 'nin kullanılması akma yer değiştirmesi olan U_{y1} 'ye bağlıdır ve Denklem 23'ten elde edilir.

$$U_{y1} = 2 k_1 E_{y1} \quad (23)$$

d) Hareket denklemleri m_1 , c_1^d ve k_1 değerleri kullanılarak kurulur ve örneğin Wilson ve Clough (91)'in önerdiği metotla çözülebilirler. Önce tabakanın her parçası için $k_1 = k_{11}$ kabul edilir. $u_i^s = u_{y1}$ eşitliği sağlanıncaya kadar k_{11} kullanılır. Bu noktadan itibaren $k_1 = k_{21}$ alınır. F_1 yön değiştirdiğinde, yer değiştirme $2 u_{y1}$ 'ye erişinceye kadar tekrar k_{11} kullanılır. Bu noktadan sonra F_1 'nin ikinci kez yön değiştirmesine kadar $k_{11} = k_{21}$ kabul edilir. Aynı metot bundan sonraki yön değiştirmeler için de geçerlidir.

e) Hareket denklemlerinin çözümünüyle ivme, hız, yer değiştirme, birim yer değiştirme ve gerilme gibi tepki değerleri tabakanın her parçası için bulunur.

A.2.3. Eşdeğer Lineer Analiz

Bir dereceli sistemler için lineer olmayan davranışların bulunmasında eşdeğer lineer analiz önemli bir rol oynar. Jacobsen (92, 93) ve Hudson (94) lineer olmayan tek dereceli bir

sistemin davranışını eşdeğer bir viskoz sönüm katsayısıyla saptamışlardır. Kryloff ve Bogoliuboff (95) Bogoliuboff ve Mitropolsky (96) hem viskoz sönüm hemde yay katsayısı için bir eşdeğerleme yolu önermişler, bu teknik Caughey (97) tarafından yükün gelişigüzel olması halinde de kapsıyacak şekilde geliştirilmiştir.

Aynı şekilde bir doğrusallaştırma tekniği zemin tabakalarının sismik davranışı için de düşünülebilir (88). Bunun için eşdeğer bir G_{eq} ve λ_{eq} bulunması gereklidir. G_{eq} lineer olmayan eğrinin «kord» modülü olarak alınabilir. Bu değer eğrinin iki ucunu birleştiren doğrunun eğimidir. Değişik gerilme ve birim yer değiştirme genliklerinin bulunacağı durumlarda ortalama bir G_{eq} de geri kullanılması uygundur. λ_{eq} de aynı şekilde elde edilebilir. λ_{eqh} in bir devir için bulunmasında Jacobsen'in önerdiği metot kullanılabilir. Burada toplam eşdeğer sönüm oranı λ_{eq} 'nin, ortalama oran λ_{eqh} ile ikili lineer sistemin viskoz sönüm oranı olan λ_{vis} 'n toplamına eşit olduğu göz önünde tutulmalıdır. Şöyle ki, $\lambda_{eq} = \lambda_{eqh} + \lambda_{vis}$

A.2.4. Viskoelastik Analiz

Zeminin bazı davranışlarını açıklamada başarıyla kullanılan viskoelastik ortamlardaki dalga yayılışı problemi, genel hal için son derece karmaşık kısmi integro-diferansiyel denklemlerin çözümü şeklindedir. Fakat Voigt ve Maxwell modelleri için oldukça basit ve fiziksel anlamlı çözümler mümkündür, (98, 99). Bu modellerin lineer viskoelastik malzemeleri bütün fekanslar için temsil etmediğini belirtmek gerekir. Hillier (100) ve Kolsky (98) bu sebeple standart lineer malzeme modelini önermişlerdir.

B. Düzensiz ve Eğimli Sınırları Olan Zemin Formasyonları :

Zemin formasyonlarının sınırlarının düzensiz ve eğimli olduğu durumlarda tabakalar yarı sonsuz olarak kabul edilmezler ve bunun için de iki boyutlu modellere baş vurmamak zorunluluğu ortaya çıkar. Bu modellerden de Kütle-yay sisteminin iki boyutlu halinin çözümü sonlu elemanlar tekniği ile elde edilebilir. Sonlu elemanlar tekniğinin zemin dinamiği problemlerine ilk uygulaması Clough ve Chopra (101) tarafından yapılmıştır.

Bu metotta, sürekli ortam değişik büyüklükte ve şekilde sonlu elemanlara ayrılmakta ve bu elemanlar da birbirlerine sonlu sayıda düğüm noktalarında bağlanmaktadır. Böylelikle malzeme ve geometrinin uzaya olan bağlılığı derhal problem kapsamına alınabilmektedir.

Her eleman içinde uygun bir yer değiştirme dağılımı kabulüyle sistemin davranışı tayin edilebilir. Sistemin hareket Bu denklemlerin çözümü titreşim modlarıyla bu modlara teka-bül eden frekansların bulunmasını sağlar. Ayrıca, ve özellikle lineer olmayan sistemler için bu denklemler nümerik olarak çözümlenerek tepkiler dolaysız bir şekilde bulunabilir (102). denklemleri de adi diferansiyel denklemler olarak gösterilirler.

Sonlu elemanlar metodunun uygulanmasında da yine zeminin lineer olmayan gerilme-birim yer değiştirme ve sönüm karakterlerinin belirlenmesi gereklidir. Bu, ya çok parçalı lineer bir kabulle, ya da birim yer değiştirmeye bağlı malzeme özellikleri tanımlayarak yapılabilir.

Sonlu elemanlar metodu, eğimli kaya yüzeylerinin altında bulunan toprak formasyonlarının incelenmesinde kullanılmış, (103, 104), lineer viskoelastik malzemeler (101), lineer olmayan malzemeler (105) ve eşdeğer lineer malzemeler (103) için çözümler elde edilmiştir.

Ayrıca rijit veya hareket eden tabanlarda yatay ve düşey hareketler incelenmiştir (106, 107).

S O N U Ç :

Sonuç olarak 1973 Haziran'ında Roma'da yapılan Beşinci Dünya Deprem Mühendisliği Kongresinden söz edilecektir. Bu kongrede, deprem mühendisliğinin ileri gelenlerinden Muto, Housner, Rosenblueth ve Ambraseys birer tane davetli tebliğ sundular. Bu tebliğler, kongrenin havasını ve deprem mühendisliğinin gelecekteki yönünü belirtmeleri bakımından önemlidir. Bu dört tebliğin üçü (108, 87, 109) yer hareketi ve zemin karakteri ile ilgilidir. Yalnız bu bilgi bile deprem mühendisliğinde yapılması gereken araştırmanın yönü için bir fikir verebilir. Ayrıca şimdiye kadar yapılagelmiş bir takım hesapların tatminkâr sonuçlar vermediği ve zemin hareketini

gözü kapalı olarak basite indirgemenin sakıncaları bu tebliğlerde belirtilmiştir.

Rosenblueth'in (108) «Risk Analizi» adlı tebliğinde sismisite bölgesel ve yöresel olarak ikiye ayrılmış ve yöresel sismisitenin önemi «... Yöresel sismisite deprem hareketiyle ilgili gelişigüzel oluşumun karakterini ortaya çıkarır. Önemi deprem kayıtlarının azlığından ileri gelmektedir» sözleriyle belirtilmiştir. Housner'in (87) verdiği tebliğ «Deprem Yer Hareketinin Önemli Nitelikleri» adını taşımakta ve dalgaların yayıldığı ortamın jeolojik niteliklerine önem vermekteydi. Bu sorunun hem önemli hem de az çalışılmış olduğunu Housner şu sözleriyle ifade etti: «... Ne yazık ki, yumuşak zeminlerde dalga yayılışı hakkında çok az bilgimiz vardır.» Ambraseys (109) ise zemin ve yapının karşılıklı etkisine değinen tebliğinde zemin hareketini belirleyen değerler arasında kurulmak istenen ampirik ilişkilerin yetersizliğini ileri sürmüştür. : «... % 20 g'nin üstünde 70 şiddetli yer hareketi vektörel ivme kayıtlarından anlaşılan; episantr civarında şiddet, mesafe ve ivme arasında bir bağlantı bulunmayışıdır.» Ambraseys ayrıca zemin mukavemetinin ivme spektrumlarına olan etkisini ve maksimum ivmenin bu mukavemete göre değişeceğini belirtmiştir. Bu suretle deprem hareketinin maksimum ivmesinden çok toplam enerjisinin önemi ortaya çıkmıştır.

Gelecekte yapılacak olan çalışmaların özellikle bu noktaya önem vermesi zorunlu olacaktır.

REFERANSLAR :

- (1) Clough, R. W. «Yapı Dinamiği II» ders notları, University of Calif. Berkeley, 1968
- (2) Housner, G. W. «Characteristics of Strong Motion Earthquakes», Bull. Seism. Soc. America 37 (1), 1947
- (3) Housner, G. W. «Spectrum Intensities of Strong Motion Earthquakes» Proc. Symp. Earthquake and Blast Effects on Structures, Calif., 1952
- (4) Housner, G. W. ve Mc Cann, G. «The Analysis of Strong Motion Earthquake Records with the Electric Analog Computer», Bull. Seism. Soc. America 39 (1), 1949
- (5) Thomson, N. T. «Spectral Aspects of Earthquakes», Bull. Seism. Soc. America 49 (1), 1959

- (6) Clough, R. W. «Earthquake Analysis by Response Spectrum Superpositions» Bull. Seism. Soc. America 52 (3), 1962
- (7) Jennings, P. C. Housner, G. W. ve Tsai, N. C. «Simulated Earthquake Motions», Earthquake Engineering Res. Lab., 1964
- (8) Housner, G. W. ve Jennings, P. C. «Generation of Artificial Earthquakes» Jour. ASCE, EM Div. v. 90, 1964
- (9) Bycroft, G. N., Murphy, M. J. ve Brown, K. J. «Electric Analog for Earthquake Yield Spectra», Jour. ASCE, EM Div. v. 85, 1959
- (10) Blume, J. A., Newmark, N. M. ve Corning, L. H. Design of Multistory Reinforced Concrete Buildings for Earthquake Motions, Portland Cement Association, 1961
- (11) Alford, J. L., Housner, G. W. ve Martel, R. R. «Spectrum Analysis of Strong Motion Earthquakes». Earthquake Engin. Res. Lab., Calif., 1964
- (12) Bycroft, G. N. «White Noise Representation of Earthquakes», Jour. ASCE EM Div., v. 86, 1960
- (13) Lin, Y. K. «Application of Nonstationary Shot Noise in the Study of System Response to a Class of Nonstationary Excitation», Jour. Applied Mechanics, 1963
- (14) Lin, Y. K. Probabilistic Theory of Structural Dynamics, McGraw Hill Book Co., 1967
- (15) Ward, H. S. «Analog Simulation of Earthquake Motions», Jour. ASCE EM Div., v. 91, 1965
- (16) Rascon, O. A. ve Cornell, C. A. «Strong Motion Earthquake Simulation» Rep. No. R. 68, Dept. of CE, MIT, 1968
- (17) Wirsching, P. H. and Yao, J. T. P. «Analog Simulation of Earthquake Motions», Tech. Rep. CE - 12 (68), Univ. of New Mexico, 1968
- (18) Amin, M. ve Ang, A. H. S. «Nonstationary Stochastic Model of Earthquake Motions», Jour. ASCE, EM Div. v. 94, 1968
- (19) Iyengar, R. N. «A Nonsationary Random Process Model for Earthquakes and Its Applications», PhD Thesis, Indian Inst. of Science, 1969
- (20) Inyengar, R. N. ve Iyengar, K. T. S) R. «A Nonstationary Random Process Model for Earthquake Accelerograms», Bull. Seism. Soc. America 59 (3), 1969
- (21) Levy, R. «Random Processes for Earthquake Simulation», PhD Thesis Polytechnic Inst. of Brooklyn, 1969

- (22) Shinozuka, M. ve Sato, Y. «Simulation of Nonstationary Random Process» Jour. ASCE, EM Div. v. 93, 1967
- (23) Liu, S. H. «An Approach to Time Varying Spectral Analysis», Jour. ASCE EM Div., v. 98, 1972
- (24) Newmark, N. M. ve Rosenblueth, E. **Fundamentals of Earthquake Engineering** Prentice Hall Inc., 1971
- (25) Bromwich, T. J. «On the Influence of Gravity on Elastic Waves and in Particular on the Vibrations of an Elastic Globe», London Math. Soc., v. 30, 1898
- (26) Love, A. E. H. **Some Problems of Geodynamics**, Cambridge Univ. Press, 1911
- (27) Ewing, W. M., Jardetsky, W. S. ve Press, F. **Elastic Waves in Layered Media**, McGraw Hill Book Co., 1956
- (28) Brekhovskiy, L. M. **Waves in Layered Media**, Academic Press, 1960
- (29) Sezawa, K. ve Nishimura, G. «Rayleigh Type Waves Propagated Along an Inner Stratum of a Body», Bull. Earthquake Res. Inst., Tokyo Univ., v. 5, 1928
- (30) Postma, G. W. «Wave Propagation in a Stratified Medium», Geophysics 20, 780, 1955
- (31) Sun, C. T., J. D. Achenbasch, ve Herrmann, G. «Time Harmonic Waves in a Stratified Medium Propagating in the Direction of Layering», Jour. of Applied Mechanics, 35, 1968
- (32) Bedford, A. ve Stren, M. «Toward a Diffusing Continuum Theory of Composite Materials», Cong. of Applied Mech., Harvard Univ. 1970
- (33) Özgür, D. ve Tauchert, T. R. «Propagation of Plane Waves in Anisotropic Micropolar Elastic Media with Applications to Composite Materials» Princeton Univ. Res., No. 933, 1971
- (34) Turhan, D. «The Mechanical Behavior of Laminated Composites», METU Jour. of Pure and Applied Science, v. 5, August 1972
- (35) Thomson, W. «Transmission of Elastic Waves Through a Stratified Medium», Jour. Applied Physics, v. 2, 1950
- (36) Haskell, N. A. «The Dispersion of Surface Waves in Multilayered Medium», Bull. Seism. Soc. Amer. v. 43, 1953
- (37) Knopoff, L. «A Matrix Method for Elastic Wave Problems», Bull. Seism. Soc. Amer. v. 54, 1964

- (38) Randall, M. J. «Fast Programs for Layered Half Space Problems», Bull. Seism. Soc. Amer. v. 57, 1967
- (39) Chernov, L. A. **Wave Propagation in a Random Medium**, McGraw Hill Book Co., 1960
- (40) Karal, F. C. ve Keller, J. B. «Elastic, Electromagnetic and Other Waves in a Random Medium», Jour. Math. Physics, v. 5, 1964
- (41) Özgür, D. ve Gürpınar, A. «A Theoretical Simulation of Earthquake Acceleration Spectra», 5 WCEE, Roma 1973
- (42) Duke, C. M. «Effects of Ground on Destructiveness of Large Earthquakes» v. 84, No. MS 3, 1958
- (43) Wiggins, J. H. «Effects of Site Conditions on Earthquake Intensity», Jour. ASCE ST Div. v. 90, 1964
- (44) Del Barrio, P. «Memoris Sobre los Trembleros de Tierra», Anales de la Universidad de Chile, 1955
- (45) Dobry, R., Whitman, R. V. ve Roesset, J. M. «Soil Properties and the One Dimensional Theory of Earthquake Amplification», Res. Rep. 71 — 18 Dept. of CE, MIT, 1971
- (46) Wood, H. D. «Distribution of Apparent Intensity in San Francisco Earthquake», Carnegie Inst. Washington D. C., 1908
- (47) Gutenberg, B. «The Effects of Ground on Earthquake Motion», Bull. Seism. Soc. Amer. v. 47, 1957
- (48) Kanai, K. Tanaka, T. ve Osada, K. «Measurements of the Microtremor» Bull. Earth. Res. Inst. v. 32, 1954 (Japan)
- (49) Kanai, K. Tanaka, T. ve Yoshizawa, S. «Comparative Studies of Earthquake Motion on the Ground and Underground», Bull. Earth. Res. Inst. v. 37, 1959
- (50) Hisada, T., Nakagawa, K. ve Izumi, M. «Normalized Acceleration Spectra of Earthquakes Recorded by Strong Motion Accelerographs and their Characteristics Related with Subsoil Conditions» Building, Res. Inst., Tokyo, 1965
- (51) Cloud, W. K. «Intensity Map and Structural Damage, Parkfield Calif. Earthquake of June 27 1966», Bull. Seism. Soc. Amer. v. 57, 1967
- (52) Coronado, Z. M. «El Tremblor del 28 de Julio de 1957», University of Mexico, 1957
- (53) Rosenblueth, E. «The Earthquake of 28 July 1957 in Mexico City» Proc. 2 WCEE v. 1 Tokyo., 1960

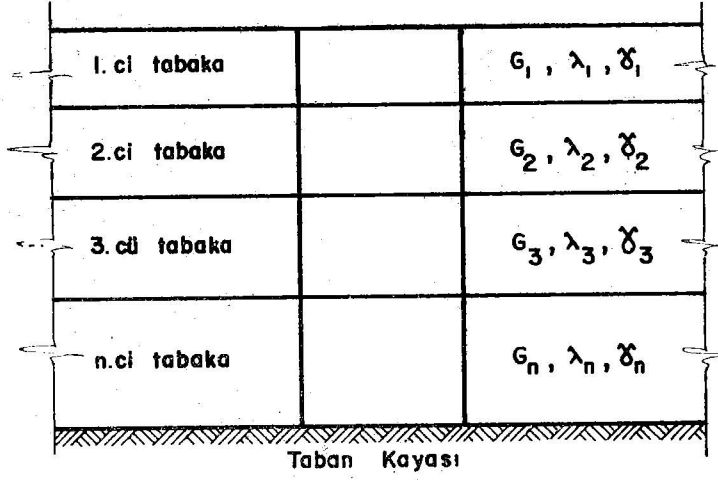
- (54) Sözen, M. A. Jenning, P. C., Matthiesen, R. B., Housner, G. W. ve Newmark, N. M. «Earthquake Report on Caracas Earthquake of 29 July 1967» National Academy of Sciences, Washington, 1968
- (55) Whitman, R. V. «Effects of Soil Conditions upon Damage to Structures Caracas Earthquake of 29 July 1967», MIT, 1968
- (56) Seed, H. B., Idriss, I. M. ve Dezfulian, H. «Relationships between Soil Conditions and Building Damage in the Caracas Earthquake of July 29 1967», EERC Rep. No.70 - 2, Univ. of Calif., 1970
- (57) Seed, H. B. ve Idriss, I. M. «Influence of Soil Conditions on Ground Motions during Earthquakes», Jour. ASCE SMI Div. v. 95, 1969
- (58) Ohsaki, Y. «The Effect of Local Soil Conditions on Earthquake Damage», Proc. Conf. on Soil Mech and Foundation Eng'g, Mexico City, 1969
- (59) Seed, H. B. «The Influence of Local Soil Conditions on Earthquake Damage», Proc. Int. Conf. on Soil Mech. and Foundation Eng'g, Mexico City, 1969
- (60) Steinbrugge, K. V. «Seismic Risk to Buildings and Structures on Filled Lands in San Francisco Bay», San Francisco Bay Conservation and Development Comm., 1967
- (61) Kawasumi, H. ve Şima, E. «Spectra of Microtremors Observed in the City of Anchorage and Their Relation to Soils», U. S. Government Printing Office, Washington D. C., 1967
- (62) Tezcan, S. S. ve İpek, M. «28 Mart 1970 Gediz Depreminden Dolayı Bursa Otomobil Fabrikasındaki Hasarın Sebepleri», Türkiye İnşaat Müh. 5. Teknik Kongresi, Ankara, 1970
- (63) Yarar, R. ve Tezcan, S. S. «Structural Engineering Aspects of the 1967 Adapazarı, Turkey, Earthquake», 4 WCEE, Chile, 1969
- (64) Ohsaki, Y. «The Effect of Local Soil Conditions on Earthquake Damage», Proc. Int. Conf. on Soil Mech. and Foundation Eng'g., Mexico City, 1969
- (65) «Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik», T. C. İmar ve İskan B., Afet İşleri Gn. Md., Ankara, 1968
- (66) «Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik» (Taslak) T. C. İmar ve İskan Bk., Deprem Araştırma Enstitüsü Ankara, 1973
- (67) Tezcan, S. S. «Earthquake Design Formulae Considering Local Soil Conditions», Jour. ASCE ST Div. v. 97, 1971

- (68) Seed, H. B., Whitman, R. V., Dezfulian, H., Dobry, R. ve Idriss, I. M. «Soil Conditions and Building Damages in 1967 Caracas Earthquake» Jour. ASCE SM Div. v. 98, 1972
- (69) Arias, A., Husid, R. ve Monge, J. «Comments on the New Chilean Seismic Code For Buildings», Proc. 4 WCEE, Chile v. 3, 1969
- (70) Tezcan, S. S. «Dinamik Analiz Esasına Dayanan Yeni Bir Deprem Katsayısı Formülü», Türkiye İnşaat Müh. 5. Teknik Kongresi, Ankara 1970
- (71) Housner, G. W. «Spectrum Intensified of Strong Motion Earthquakes» Proc. Symp. on Earthquake and Blast Effects on Structures, Earth. Res. Inst. 1952
- (72) Hudson, D. E. «Response Spectrum Techniques in Engineering Seismology» Proc. 1 WCEE, Berkeley, Calif. 1958
- (73) Seed, H. B. ve Idriss, I. M. «Influence of Soil Conditions on Building Damage Potential During Earthquakes», Jour. ASCE ST Div. v. 97, 1971
- (74) Finn, W. D. «Influence of Soil Conditions on Structural Damage», Proc. Conf. European Comm. of Earth. Eng'g., Sofia 1970
- (75) Kanai, K. «Relation between the Nature of Surface Layer and Amplitudes of Earthquake Motions», Bull. Earth. Res. Inst., Tokyo v. 30, 1952
- (76) Kanai, K. «The Effect of Solid Viscosity of Surface Layer on the Earthquake Movements» Bull. Earth. Res. Inst., Tokyo 1950
- (77) Penzien, J., Scheffey, C. F. ve Parmelee, R. «Seismic Analysis of Bridges on Long Piles», Jour. ASCE EM Div. v. 90, 1964
- (78) Newmark, N. M. «Design Criteria for Nuclear Reactors Subjected to Earthquake Hazards», Int. Atomic Energy Assoc., Tokyo 1967
- (79) Herrera, I. ve Rosenblueth, E. «Response Spectra on Stratified Soil», Proc. 3 WCEE, New Zealand, 1965
- (80) Kobayashi, H. ve Kagami, H. «A Numerical Analysis of the Propagation of Shear Waves in Multilayered Ground», Proc. Japon Earth. Eng'g, Symp., Tokyo, 1966
- (81) Donovan, N. C. ve Matthesen, R. B. «Effects of Site Conditions on Ground Motions During Earthquakes», EERI, San Francisco, 1968
- (82) Kanai, K. «An Empirical Formula for the Spectrum of Earthquake Motions», Bull. Earth. Res. Inst. Tokyo Univ. v. 39, 1961

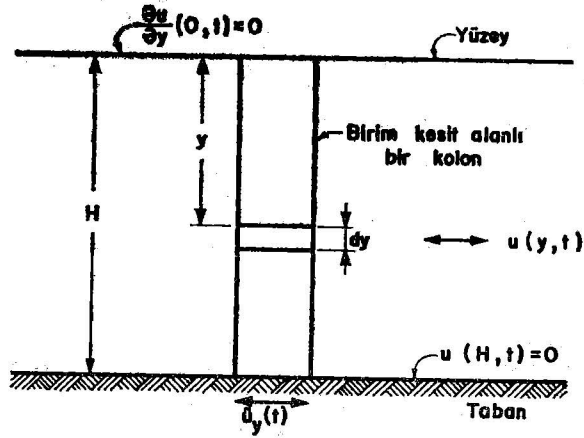
- (83) Idriss, I. M. ve Seed, B. H. «Response of Horizontal Soil Layers During Earthquakes», Res. Rep., Univ. of Calif. Berkeley, 1967
- (84) Duffy, J. ve Mindlin, R. D. «Stress - Strain Relations and Vibrations of a Granular Medium», Jour. Applied Mech., v. 24, 1957
- (85) Hardin, B. O. ve Richart, F. E. «Elastic Wave Velocities in Granular Soil», Jour. ASCE SM Div. v. 89, 1963
- (86) Özgür, D. ve Gürpınar, A. «Deprem İvme Spektrumunun Modellendirilmesi», TBTAK Proje No. MAG - 302, 1973
- (87) Housner, G. W. «Important Features of Earthquake Ground Motion» Invited Paper, 5 WCEE, Roma 1973
- (88) Idriss, I. M. ve Seed, H. B. «Seismic Response of Horizontal Layers» Jour. ASCE SM Div. v. 94, 1968
- (89) Idriss, I. M. ve Seed, H. B. «Influence of Geometry and Material Properties on the Seismic Response of Soil Deposits», Proc. 4 WCEE Chile, 1969
- (90) Parmelee, R., Penzien, J., Scheffey, C. F., Seed, H. B. ve Thiers G. R. «Seismic Effects on Structures Supported on Piles Extending through Deep Sensitive Clays», Rep. No. 64 — 2 Univ. of Calif. Berkeley, 1964
- (90 A) Thiers, G. R. ve Seed, H. B. «Cyclic - Strain Characteristics of Clay», Jour. ASCE SM Div. v. 94, 1968
- (91) Wilson, E. L. ve Clough, R. W. «Dynamic Response by Step by Step Matrix Analysis», Proc. Symp. on the Use of Computers in CE, Lisbon, 1962
- (92) Jacobsen, L. S. «Damping in Composite Structures», Proc. 2 WCEE, Tokyo, 1960
- (93) Jacobsen, L. S. «Steady Forced Vibrations as Influenced by Damping» Trans. ASME v. 51, 1930
- (94) Hudson, D. E. «Equivalent Viscous Friction for Hysteretic Systems with Earthquake - like Excitation», Proc. 3 WCEE, New Zealand, 1965
- (95) Kryloff, N. ve Bogoliuboff, N. «Introduction to Nonlinear Mechanics (Trans. from Russian) Princeton University Press, 1943
- (96) Bogoliuboff, N. ve Mitropolsky, Y. Asmptotic Methods in the Theory of Nonlinear Oscillations, Gordon and Breach Scientific Publishers, N. Y., 1961
- (97) Caughey, T. K. «Equivalent Linearization Techniques», Jour. Acoust. Soc. Amer. v. 35, 1963

- (98) Kolsky, H. *Stress Waves in Solids*, Dover Pub., Inc. 1963
- (99) Eringen, A. C. *Mechanics of Continua*, John Wiley and Sons, Inc. 1967
- (100) Hillir, K. W., Proc. Phys. Soc. B., 62, 701, 1949
- (101) Clough, R. W. ve Chopra, A. A. «Earthquake Stress Analysis in Earth Dams», Jour. ASCE EM Div. v. 92, 1966
- (102) Wilson, E. L. «A Computer Program for the Dynamic Stress Analysis of Underground Structures», Rep. No. 68 - 1, SESM Lab. Univ. of Calif., Berkeley, 1968
- (103) Idriss, I. M., Dezfulian, H. ve Seed, H. B. «Computer Program for Evaluating the Seismic Response of Soil Deposits with Non-linear Characteristics Using Equivalent Linear Procedures», Res. Rep. Geotech. Eng'g., Univ. of Calif., Berkeley, 1969
- (104) Dezfulian, H. ve Seed, H. B. «Seismic Response of Soil Deposits Underline by Sloping Rock Boundaries», Res. Rep., Geotech. Eng'g. Univ. of Calif., Berkeley, 1969
- (105) Dibaj, M. ve Penzien, J. «Response of Earth Dams Travelling Seismic Waves», Jour. ASCE SM Div. v. 92, 1969
- (106) Didaj, M. ve Penzien, J. «Nonlinear Seismic Response of Earth Structures», EERC 69 - 2, Univ. of Calif., Berkeley, 1969
- (107) Dezfulian, H. ve Seed, H. B. «Response of Nonuniform Soil Deposits to Travelling Seismic Waves», Res. Rep. Geotech. Eng'g., Univ. of Calif., Berkeley, 1969
- (108) Rosenblueth, E. «Analysis of Risk», Invited Paper 5 WCEE, Roma 1973
- (109) Ambraseys, N. N. «Dynamics and Response of Foundation Materials in Epicentral Regions of Strong Earthquakes, Invited Paper, 5 WCEE, Roma 1973
- (Metinde Zikredilmeyen Referanslar)
- (110) Hudson, D. E. ve Housner, G. W. «An Analysis of Strong Motion Acceleration Data From the San Francisco Earthquake of March 22 1957», Bull. Seism. Soc. Amer. v. 48, 1958
- (111) Cloud, W. K. «Intensity and Ground Motion of the San Francisco Earthquake of March 22 1957», Special Rep., Calif. Div. of Mines 1959
- (112) Zeevaert, L. «The Effect of Earthquakes in Soft Subsoil Conditions» Proc. SEAOC, 1963
- (113) Matthiesen, R. B., Duke, C., Leed, M. ve Fraser, J. C. «Site Characteristics of Southern California Strong Motion Earthquake Stations», Rep. No. 64 - 15, Univ. of Calif., 1964

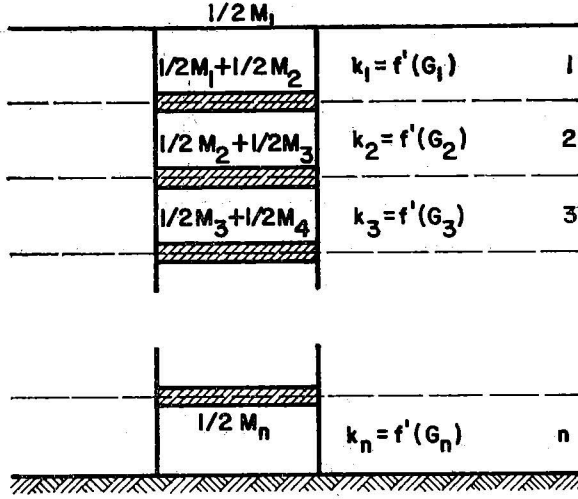
- (114) Idriss, I. M. ve Seed, H. B. «An Analysis of Ground Motions during the 1957 San Francisco Earthquake», Bull. Seism. Soc. Amer. v. 58, 1968
- (115) Seed, H. B., Lee, K. L. ve Idriss, I. M. «An Analysis of the Sheffield Dam, Failure», Rep. No. 68 - 2, Univ. of Calif., Berkeley, 1968
- (116) Esteva, L., Rascon, O. A., Gutierrez, A. «Lessons from some Recent Earthquakes in Latin America», Proc. 4 WCEE, Chile, 1969



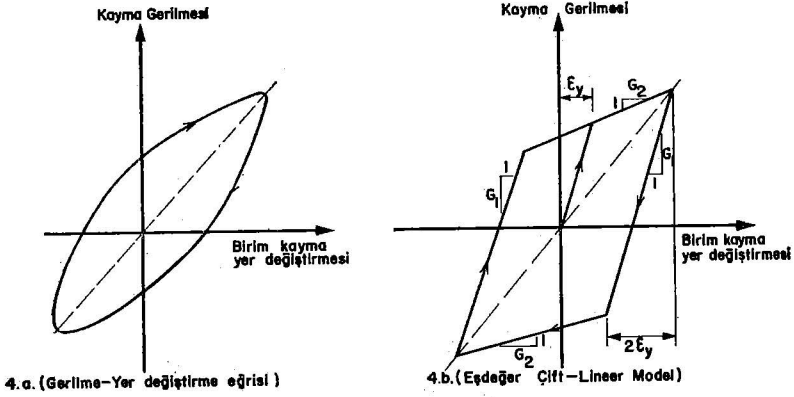
Şekil_1. Yarı Sonsuz Zemin Formasyonları
 (G_i, λ_i, δ_i , i tabakasındaki malzeme parametreleridir.)



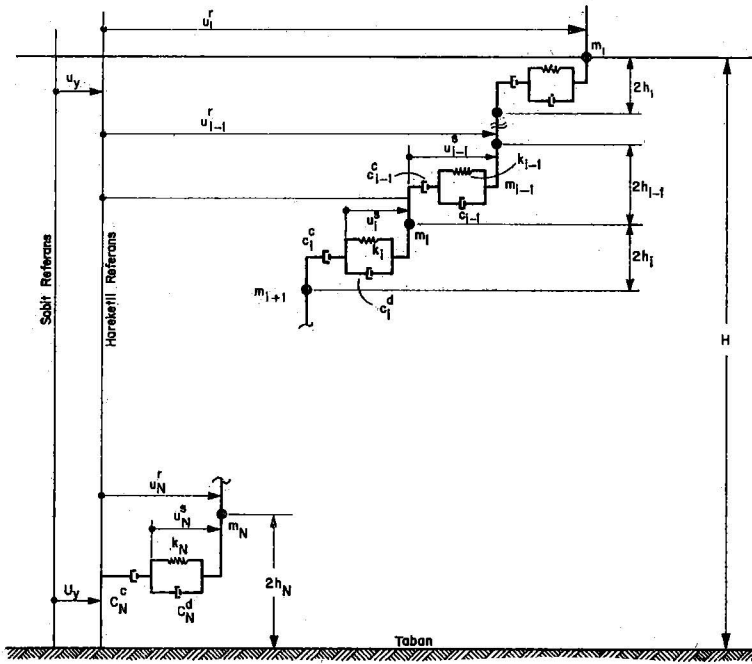
Şekil_2. Tabanda Yatay Bir Sismik Harekete Maruz Yarı Sonsuz Zemin Formasyonunun Kesiti ve Sınır Şartları.



Şekil_3. Tabakalı Ortamın Kütle-Yay Sistemine İndirgenmesi.



Şekil_4.) Zemin için Histeretik ve Eşdeğer Çift-Lineer Gerilme-Birim Yer Değiştirme Eğrileri (Idriss ve Seed; 1968, 37 den)



Şekil_5. Yarı Sonsuz Tabakanın Çift-Lineer Çözümü (Parmeleme ve diğerleri; 1964, 43'ten)

1967 Caracas Depreminde, Yapı - Zemin Müşterek Davranışının Deprem Hasarına Etkisi

Yazarlar :
H. Bolton Seed (1) ve J. Luis Alonso (2)

Çeviren :
M. Ali Erguvanlı (3)

Ö Z E T :

Bu makalede, 1967 Caracas depreminde yapısal hasarın şiddeti ile, şehrin altında bulunan zemin tabakalarının kalınlığı ve dinamik özellikleri arasında gözlenen ve saptanan ilişkiler sunulmuştur. Tüm zemin şartlarının etkisini içine alan ve yapı - zemin müşterek davranışını inceleyen analitik çalışmalar neticesi bulunan taban kesme kuvveti, taban momenti ve hasar potansiyeli değerleri, arazi ve yerinde gözlemler ile uyum göstermektedir.

SYNOPSIS :

The observed relationship between the intensity of structural damage and soil depth in the Caracas earthquake is presented, together with the dynamic characteristics of the soil deposits underlying the city. Analytical studies taking into account the overall influence of the soil on building response are shown to base shear, base moment and damage potential, which are in accord with field observations.

GİRİŞ :

29 Haziran 1967'de meydana gelen Caracas depreminin özelliği, yüksek ve çok katlı binalarda meydana getirdiği şaşır-

(1) Kaliforniya Üniversitesi, Berkeley, Kaliforniya

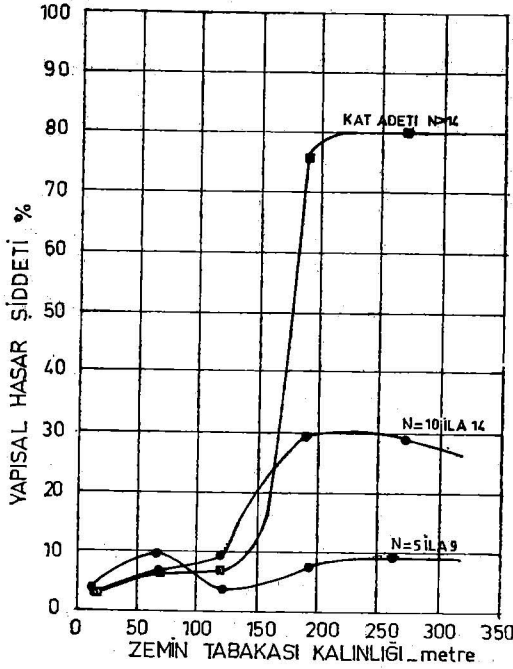
(2) Caracas Üniversitesi, Caracas, Venezuela

(3) İ. T. Ü. Mühendislik - Mimarlık Fakültesi, Maçka - İstanbul

tıcı hasardır. Depremın mağnitüdü 6.3 olmasına ve episantr'ın Caracas'ın yaklaşık olarak 50 km. batısında bulunmasına rağmen, deprem sonucu 4 adet 10 — 12 katlı bina tamamen çökmüş, 200'ün üzerinde can kaybı ve sayısız binada ciddi yapısal ve mimari hasar gözlenmiştir. Deprem esnasında ivme kaydı alınmamış olmasına rağmen, maksimum yer ivmesinin 0.06 ilâ 0.08 g (mertebesinde olduğu kabul edilmiştir (Sözen etal, 1968). Benzer depremlerden elde edilen tecrübe ve gözlemler, ana kayadaki maksimum ivmenin yukarıda belirtilen değerlerin yarısı kadar olacağı fikrini vermektedir.

HASARIN ŐEHİRDE YAYILIŞI :

Depremden hemen sonra, hasar gören ve görmeyen değişik tipteki yapıların ve üzerine oturdukları zemin tabakalarının, Venezuela Deprem Araştırma Komisyonu Başkanlığı tarafından ayrıntılı incelemeleri ve analizleri yapılmıştır. Caracas Şehri altındaki zemin tabakalarının dinamik özellikleri genel olarak aynı karakteri gösterdiğinden, en önemli değişken bina temelleri altındaki zemin tabakasının kalınlığı olmaktadır. Bu bilgilerin ışığı altında, Şehrin değişik kısımlarındaki yapısal hasar Şiddeti (belirli bir bölgede, hasar gören yapıların bölgedeki toplam yapı adedine oranı olarak tanımlanmaktadır) ile zemin tabakasının kalınlığı arasındaki bağımtı araştırılmıştır. Bu araştırmanın neticesi Şekil 1'de gösterilmiştir. Zemin tabakası kalınlığının 100 m.'den az olduğu yerlerde hasar Şiddetinin 5 ilâ 9 katlı binalarda en fazla olduğu aşkârdır. Fakat zemin tabakası kalınlığının 150 m.'yi geçtiği yerlerde, hasar Şiddetinin 14 yada daha fazla kat adedine sahip binalarda, 5 ilâ 9 katlı binalara kıyasla, 8 misli olduğu gözlenmiştir. Şekil 1'de ifade edilen sonuçlar, lokal zemin Şartlarının deprem esnasında yapı davranışına büyük etkisi olduğunu göstermiş ve neticelere dayanarak, deprem hasarı ile yapı - zemin müşterek davranışı arasındaki ilişkiyi ortaya çıkaracak analitik çalışmalar yapılmıştır.

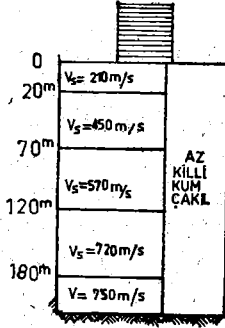


ŞEKİL 1: 1967 CARACAS DEPREMİNDE YAPISAL HASAR ŞİDDETİ İLE ZEMİN TABAKA KALINLIĞI ARASINDAKİ BAĞINTI

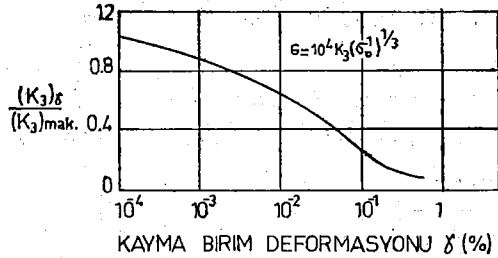
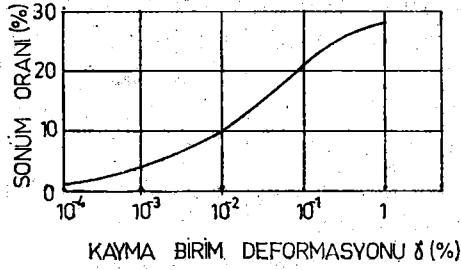
ZEMİN ŞARTLARI :

Caracas şehri altındaki zemin tabakalaşması ve tabaka özellikleri jeofizik yöntemler ile tayin edilmiş ve temsili zemin kesiti şekil 2'de verilmiştir. Genel olarak zemin, tabaka derinliği ile sıklığı artan, az killi kum çakıldan oluşmuştur. Şekil 2'de, değişik tabaka derinliklerinde ve çok alçak dinamik deformasyon durumları için ortalama kayma dalgası hızları (V_s) verilmiştir. Bu değerlerden, zemin tabakalarının kayma modüllerini saptamak mümkündür. Zemin tabakalarının sismik yükler altında davranışlarını değerlendirirken, zeminin lineer olmayan gerilme - deformasyon bağıntısını dik kate almak ve efektif kayma modülü ve sönüm oranlarının birim deformasyon ile değişimini göz önünde bulundurmak gereklidir. Kohezyonsuz zeminlerde kayma modülü ve sönüm oranı ile kayma birim deformasyonu arasındaki bağıntı yapılan geniş araştırmaların sonucu, şekil 3'de ortalama değer-

ler olarak sunulmuştur. Bu bağıntılar, Şekil 2'deki veriler ile beraber kullanılarak, Caracas altındaki zemin tabakalarının değişik birim deformasyon mertebeleri için kayma modülü ve sönüm oranı değerlerini hesaplamak mümkün olmaktadır.



ŞEKİL 2. CARACAS ŞEHİRİ ALTINDAKİ ZEMİN TABAKASININ ORTALAMA KESİTİ VE ÖZELLİKLERİ



ŞEKİL 3 : KOHEZYONSUZ ZEMİNLER İÇİN ORTALAMA KAYMA MODÜLÜ VE SÖNÜM ORANI ÖZELLİKLERİ

DEPREM ESNASINDA YAPILARIN DAVRANIŞI :

Değişik kalınlıklardaki zemin tabakaları üzerinde bulunan binaların, deprem esnasındaki davranışını incelemek üzere, Şekil 2'de verilen yapı - zemin sistemi üzerinde ayrıntılı hesaplar yapılmıştır. Ana kayada maksimum ivmenin 0.03 g olduğu ve Caracas depreminin (1952 Kern Country, California depreminden elde edilen Taft kaydına benzer olduğu kabul edilmiştir. İncelenen yapıların, % 5 sönüm oranına sahip Charajima binasına (Penzien et. al. 1970) benzer yapısal niteliklere haiz bulunduğu varsayılmıştır. Şekil 1 ve 3'deki veriler ile uyuşum sağlamak amacı ile, zemin tabakalarının kayma modüllü ve sönüm oranı değerlerinin saptanmasında iteratif bir yöntem kullanılmıştır. Değişik tabaka kalınlıkları üzerinde inşa edilmiş, periyodu 1.65 saniye olan 12 katlı bir binanın analiz sonuçları Şekil 4'de gösterilmiştir. Tabaka kalınlığı ile maksimum yer ivmesi belirgin bir değişim göstermesine rağmen, dolgu tabaka kalınlığının 150 m'yi geçtiği yerlerde maksimum taban kesme kuvveti (V_{max}) ve maksimum taban momentinde (M_{max}) belirli artışlar görülmektedir. Bu husus, Şekil 1'de ifade edilen hasar gözlemleri ile iyi bir uyuşum sağlamaktadır.

Aşağıda belirtilen periyotlara sahip binalar için de benzer hesaplar yapılmıştır.

1. Grup (5 ilâ 9 katlı binalar) : $T_1 = 0,39, 0,51, 0,65$ saniye
2. Grup (10 ilâ 14 katlı binalar) : $T_2 = 0,76, 0,90, 1,05, 1,18$ saniye
3. Grup (15 ilâ 19 katlı binalar) : $T_3 = 1,25, 1,45, 1,65$ saniye

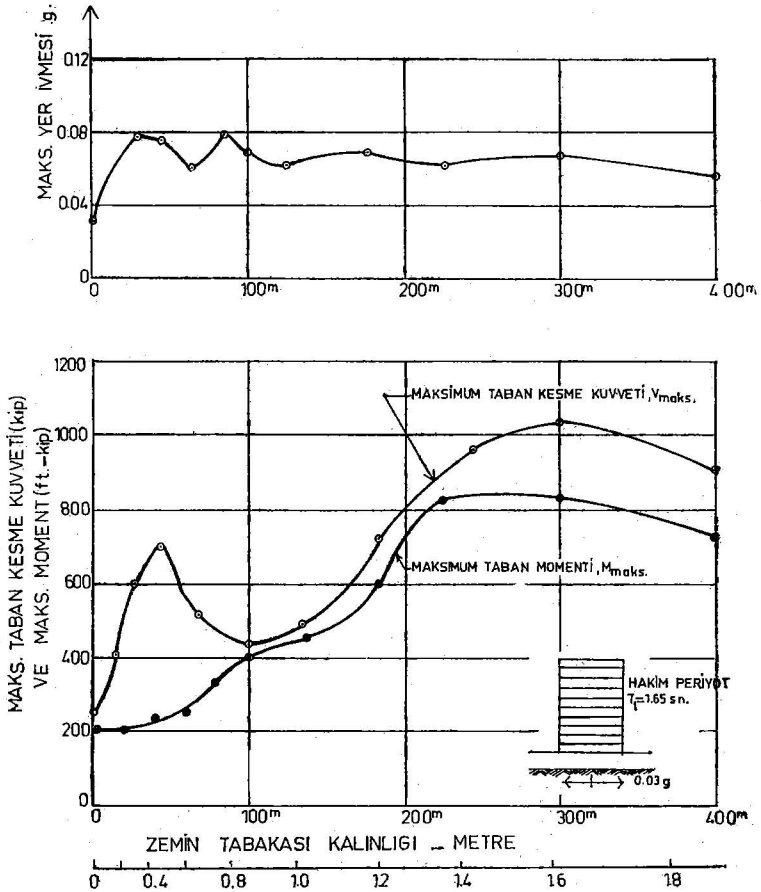
Her bina için, hasar potansiyeli indisi, F_r , aşağıda verilen bağıntıdan hesaplanmıştır (Seed H. B. 1969).

$$F_r = \frac{V_{max} \cdot T}{W \cdot C}$$

Burada, T = Yapı hakim periyodu,

W = Yapının toplam ağırlığı,

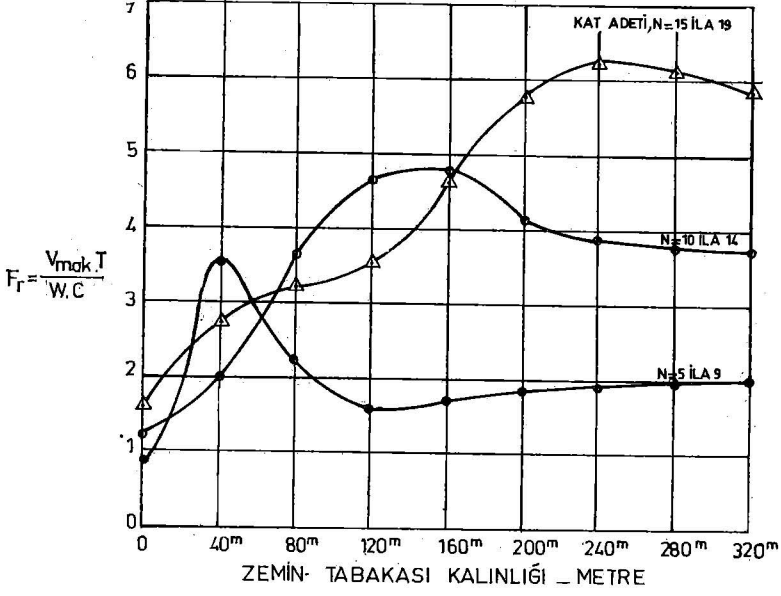
C = Deprem yatay yük katsayısıdır



ŞEKİL 4: HAKİM PERİYODU 1.65 SANİYE OLAN ÇOK KATLI BİR BİNANIN ALTINDAKİ ZEMİN TABAKASI İLE YAPISAL DAVRANIŞI ARASINDA HESAPLANAN İLİŞKİ

Değişik zemin tabaka kalınlıklarında yukarıda belirtilen üç grup yapı tipi için ortalama F_v değerleri hesaplanmıştır. Caracas şehrindeki binalarda yapılan periyot ölçümleri, yukarıda verilen 5 ilâ 9, 10 ilâ 14 ve 15 ilâ 19 kat adetli bina gruplarına karşı gelmektedir. Şekil 5'de, ortalama hasar potansiyeli indisi ile yapı tipleri arasındaki ilişki belirtilmiştir. Yapı-zemin müsterek davranışının etkisini kapsayan incelemeler neticesi elde edilen hasar potansiyeli değerleri, Şekil 1

ile büyük benzerlik göstermektedir. Halbuki, herhangi bir zemin tabakası kalınlığına, karşıt gelen yer ivmesine göre yapılacak hesap ve incelemeler, depremin meydana getirdiği hasarı yansıtmamaktadır.



ŞEKİL 5: CARACAS DEPREMİNDE ZEMİN TABAKASI KALINLIĞI İLE YAPI HASAR POTANSİYELİ (F_r) ARASINDAKİ HESAPLANAN İLİŞKİ

SONUÇLAR :

Gerek yerinde yapılan arazi gözlemleri ve gerekse analitik çalışmalar, 1967 Caracas depreminde zemin - yapı müşterek davranışının yapısal hasarın şiddetine büyük etkisi olduğunu göstermiştir. Çeşitli araştırmacıların yaptığı çalışmalar yönünden belirtilmesi gerekli bir husus da, deprem esnasında yapı ile zemin arasındaki fiziki açıdan oluşan müşterek davranışın yapı hasarına etkisinin 10 — 20 % civarında olacağıdır. Dolayısıyla Caracas depreminde gözlenen büyük etki, farklı tabaka kalınlıklarından ötürü oluşan değişik özelliklerdeki zemin titreşimlerinden doğmaktadır. Yani, dinamik davranış nitelikleri oturduğu zeminin dinamik özelliklerine benzer yada yakın binalarda büyük ölçüde deprem etkisi ve ha-

sar meydana getirmiştir. Bundan dolayı, depreme dayanıklı binaların projelendirilmesinde yukarıda belirtilen unsurların gözönünde tutulması bir zorunluluk olmaktadır.

REFERANSLAR :

Penzien, J., et al. (1970) «Seismic Analysis of the Charaima Building, Caraballeda, Venezuela, «EERC Report No. 70 - 4, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, August (by Sub - committee of SEA ONC Research Committee, J. Penzien, Chairman).

Seed, H. Bolton (1969) «The Influence of Local Soil Conditions on Earthquake Damage,» Preprint of State - of - the - Art Lecture, Seventh International Conference on Soil Mechanics, Soil Dynamics Specialty Conference, Mexico City, August.

Seed, H. Bolton. Whitman, R. V., Dezfulian, Houshang, Dobry Ricardo and Idriss, I. M. (1972) «Soil Conditions and Building Damage in 1967 Caracas Earthquake,» Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, Vol. 98, No. SM. 8, Proc. Paper 9108, August, pp. 787 - 806.

Sozen, M. A., Jennings, P. C., Matthieson, R. B., Housner, G. W. and Newmark, N. M. (1968) «Engineering Report on the Caracas Earthquake of 29 July 1967,» National Academy of Sciences, Washington, D. C.

Yerinde S. Dalga Hızı Ölçmeleri Yapmak İçin Çeşitli Teknikler (*)

Yazarlar :
S. D. Schawarz (**)
John M. Musser, Jr. (***)

Çeviren :
K. Erçin Kasapoğlu (****)

Ö Z E T

S - dalga hızı (V_s) nı yerinde ölçmek için kullanılan yüzey kırılması, kuyu içi, ve kuyu dibi teknikleri tanımlanmıştır. Her metodun, uygulandığı jeolojik çevreye, istenilen verilerin niteliklerine ve güvenilirliklerine, ve elde edilen bilgilerin nihai faydalarına bağlı olarak tabii avantajları ve dezavantajları vardır. Bu faktörler tanımlanan her metod için pratik ve ekonomik yönleri ile birlikte tartışılmıştır.

G İ R İ Ş

Bir mühendislik bölgesi için, sismik S - dalga hızı (V_s) nin ölçülmesi, sismik dizayn kriteri elde etmede önemli bir elementtir. S - dalga hızı, zemin malzemelerinin diğer fiziksel özellikleri ile birlikte elastik özelliklerinin ve buradan da zeminin lokal yer sarsıntıları ile oluşan teorik yüke karşı sismik davranışının saptanmasında kullanılabilir.

Bu tartışmanın konusu, V_s nin yerinde ölçülmesinde kullanılan çeşitli saha teknikleri ile birlikte çeşitli metodların teknik avantajlarının, doğruluklarının ve ekonomik yönlerinin değerlendirilmesidir.

* «Proceeding of the International Conference on Microzonation for Safer Construction Research and Application- Vol. II, pp. 593-608»

** Vice President and Senior Geologist, Shannon and Wilson, Inc.

*** Senior Geologist, Shannon and Wilson, Inc.

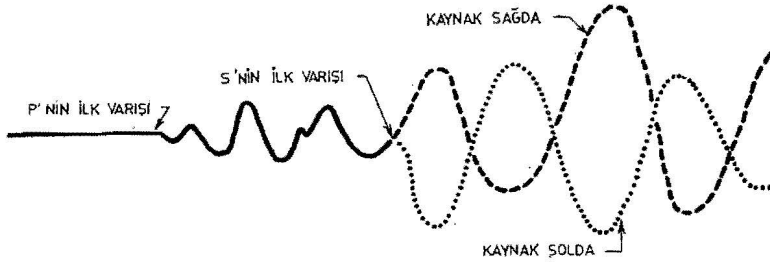
**** Öğretim Görevlisi, Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Enstitüsü.

Bir S - dalgası, tane hareketlerinin dalga yayılma yönüne dik bir şekilde oluştuğu bir sismik P - dalgası olarak tanımlanabilir. Bu, tane hareketlerinin dalga yayılma yönüne paralel bir şekilde oluştuğu P - dalgalarına kontrast bir durumdur.

Sonlu bir enerji kaynağından ilk gelen sismik enerji dalga P - dalgasıdır. Bunu S - dalgası ve diğer daha kompleks dalga tipleri takip eder. Sismik enerji, sismik enerji kaynağının karakteristiklerine bağlı oranlarda P- ve S- dalga enerjisi elementlerinden oluşur. S- dalgalarının P- dalgalarından daha yavaş yayılmaları nedeniyle, V_s nin saptanmasında gerekli olan ilk S - dalgası varış zamanının belirlenmesi güç olabilir. Bu durum enerji kaynağının P - dalga enerjisi bakımından zengin olduğu hallerde özellikle doğrudur. P- ve S- dalgaları sismik hızları farklı iki zon arasındaki bir yüzeye çarptıkları zaman en az oniki yeni dalga tipi oluşur. Örneğin, bir P - dalgası kırılmış P- ve S- dalgalarını, yansımış P- ve S- dalgalarını, ve «Rayleigh» ve «Love» dalga tipindeki sınır dalgalarını oluşturacaktır. Bir S - dalgası da bunlara benzer dalga tipleri meydana getirecektir. Bu olayların varış zamanları, S - dalga enerjisinin ilk varışını takip etmedeki karışıklığı daha da arttırır.

Bu nedenle, «impulse» metodu ile yapılan V_s ölçmelerinde, özellikle S - dalga enerjisi veya yayılma yönüne dik tane hareketlerine karşı hassas sismik dedektörler ile birlikte, S - dalga enerjisi oluşumunda kuvvetli ve P - dalga enerjisi oluşumunda zayıf olan kontrollü enerji kaynakları büyük önem taşır. Bu tedbirlere rağmen, dalga yayılma yönüne dik tane hareketleri ile birlikte oluşan ve yavaş yayılan diğer P - dalgaları ve yüzey dalgaları veya kompleks dalga tiplerine sahip sınır dalgaları nedeniyle, S - dalga enerjisinin belirlenmesi yine de güç olabilir. S - dalga enerjisinin, onu P - dalga enerjisinden ayıran; ilk S - dalgası varış zamanının açık ve doğru olarak belirlenmesinde faydalı olabilecek tek bir özelliği vardır. İlk gelen S - dalgasının polaritesi, yön değiştirebilen iki yönlü bir enerji kaynağından verilen S - dalga enerjisinin yönü ile birlikte yön değiştirir; buna karşılık, P - dalga enerjisinin yönü aynı kalır. Böylece, bu iki dalga enerjisi Şekil 1 de görüldüğü gibi kolayca birbirinden ayırılabilir. Bu nedenle, V_s in saptan-

masında; 1 — Enerji kaynağının S- dalga enerjisi oluşumu bakımından zengin, P- dalga enerjisi oluşumu bakımından ise zayıf olması, 2 — Verilen S- dalga enerjisinin yönünün değişebilir olması veya 180° faz dışı olması, 3 — Yönlü sismik detektörlerin kullanılması ve bunların dalga yayılma yönüne dik ve verilen enerji eksenine paralel bir düzlem içerisinde yerleştirilmiş olmaları önemlidir.



ŞEKİL 1: İlk varış zamanını belirtmekte kullanılan S- dalga enerjisinin 180° lik faz değişimini gösteren yön değiştirebilen iki-yönlü enerji kaynağı ile oluşturulmuş ve üst üste getirilmiş iki sismik enerji izi.

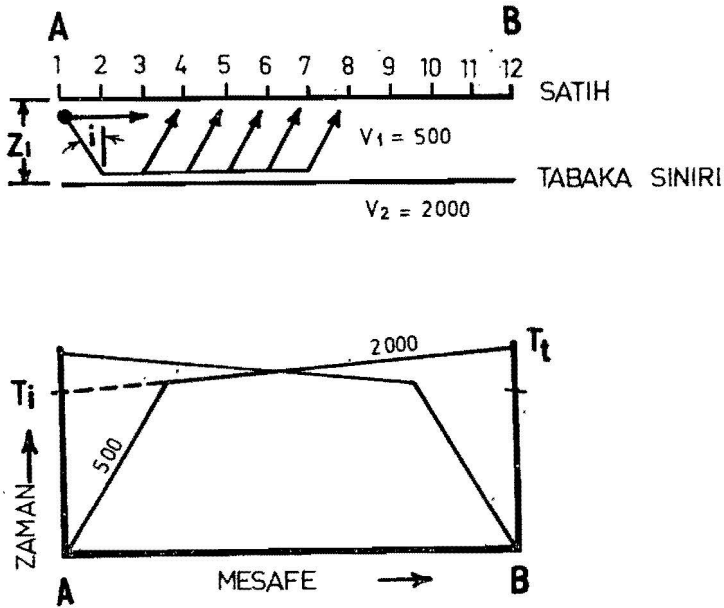
Patlayıcı madde'ler, meydana getirdikleri V_p enerjisi miktarının büyük olması ve verdikleri enerjinin değiştirilememesi nedeniyle V_s ölçmeleri için iyi bir sismik enerji kaynağı değildir. Dalga yayılma yönüne dik bir şekilde yönlendirilebilen tek bir eksen boyunca enerji oluşturmaları ve bunun yönünün değiştirilebilmesi nedeniyle iki - yönlü «impulse» tipi enerji kaynakları tercih edilir. «Impulse» kaynaklar'a S—dalga enerjisi oluşturma metodları sığ bir ölçü noktasının her iki tarafına yerleştirilen çelik plakalara vuran balyozdan, çok daha detaylı elektro-mekanik ve özel patlayıcı aletlerin kullanılmasına kadar değişir.

S—dalga enerjisini saptamakta en çok kullanılan aletler basit hareketli bobin jeofonlardır. Enerji kaynağının orientasyonunda yatay veya dikey jeofonlar kullanılabilir.

V_s ölçmeleri yeryüzünde veya deniz dibinde olduğu kadar kuyuların içinde veya aralarında da yapılabilir. Seçilecek metod, denemelerin yapılacağı fiziki ve jeolojik çevrenin özellikleri ile birlikte deney aletleri ve kuyu imkânları gibi faktörlere bağlıdır.

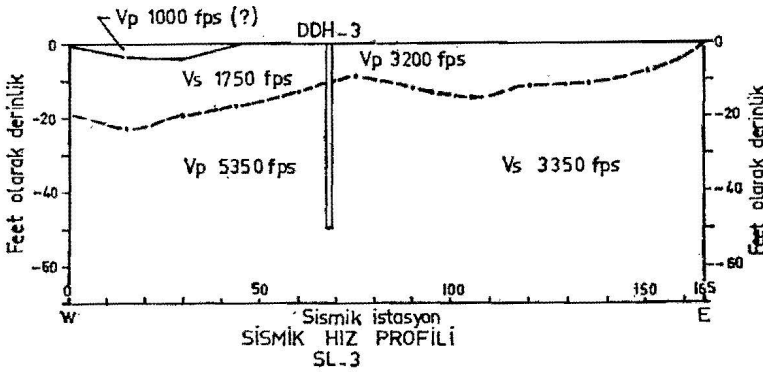
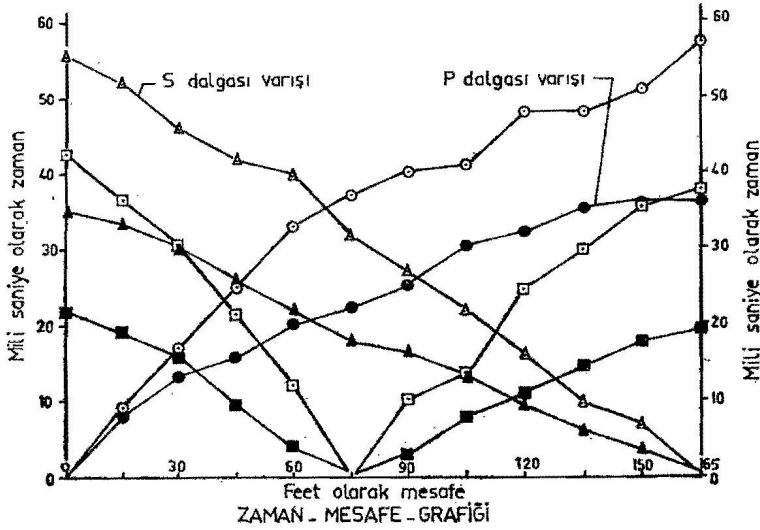
S—DALGASI KIRILMA METODU :

Kuyu logları kullanmaksızın yüzeyden yapılan S—dalga hızı (V_s) ölçmelerinde uygulanan genel yöntem esas itibarıyla konvensiyonel araştırma çalışmaları için yapılan sismik kırılma ölçmelerinde kullanılan yöntemin aynıdır. En önemli fark burada yatay yerine düşey jeofonların kullanılması ve alıcıların hassas eksenlerinin dalga yayılma yönüne dik bir yatay düzlem ile aynı doğrultuda olmasıdır. Her ne kadar çok elementli jeofon dizileri genellikle tercih edilirse de, tek elementli jeofon dizileri kullanılabilir. Tipik bir çok elementli sismik kırılma dizisi ve sismik hız profili, zaman - mesafe grafiği ve kırılmış sismik dalga yayılımı geometrisi ile



ŞEKİL - 2 : Kırılmış sismik dalga dağılım yolu ve ilgili yayılma zaman eğrisi ile birlikte çok elementli bir jeofon dizisinin şematik krokisi.

birlikte Şekil 2 de gösterilmiştir. İki - yönlü enerji kaynağı, örneğin sismik hattın sonundaki bir ölçme noktasının karşılıklı iki tarafındaki çelik plakalara çarpan bir balyoz, genel olarak sismik temel gürültüsünden yeteri kadar arınmış, 20 m. den 30 m. ye kadar olan tesirli bir derinlik sahası içerisinde kırılma verileri meydana getirecektir. Gerçek sismik hızları elde etmek için, konvensiyonel kırılma etüdü tekniğinde olduğu gibi, ters yönlü kırılma profilleri yapılmalıdır.

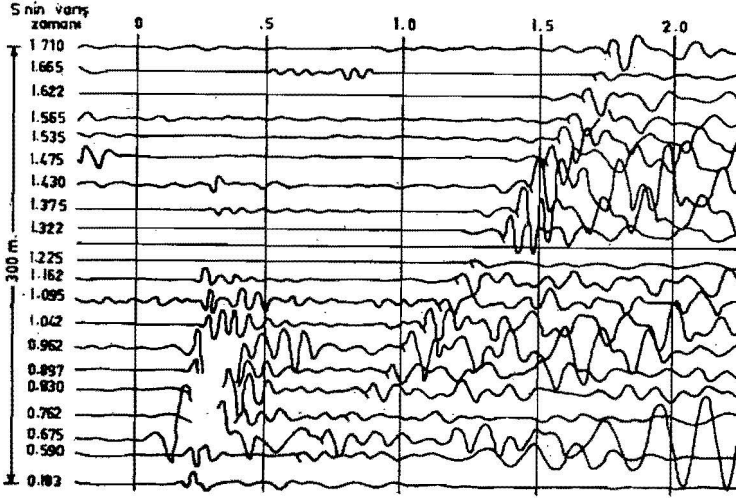


ŞEKİL_3: Yüzel kırılma gözlemlerinden elde edilmiş P ve S dalgası hız profilleri ve yayılma zaman eğrisi.

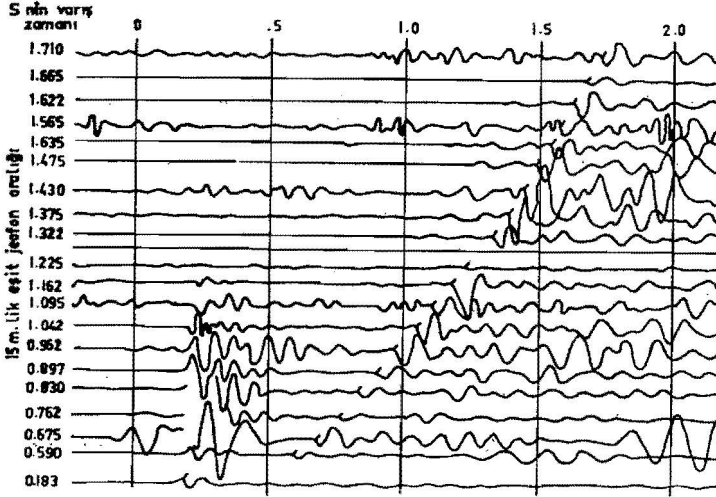
Biri sismik hattın sağına yapılan enerji darbesi ile, diğeri sismik hattın soluna yapılan enerji darbesi ile olmak üzere her atış noktasından iki sismik kayıt yapılır. İlk sismik dalga enerjisinin varışı bu iki kayıt üstüste getirilmek ve Şekil 1 de görüldüğü gibi, enerji varış fazının yön değiştirdiği an gözlenmek suretiyle tanımlanır. Tipik bir yayılma - zaman eğrisi ve bu metod ile elde edilerek yorumlanmış hız profili ile hem V_p nin hem de V_s nin ilk varışları şekil 3 te gösterilmiştir.

Sismik hattın uzunluğunu ve enerji kaynağının şiddetini arttırmak suretiyle bu metodu, daha büyük penetrasyon elde edilebilir. Şekil 4, deniz dibinde 21 elementle yapılmış, sismik dağılımı 300 metre olan tamamlayıcı veya yöndeğiştirmiş enerji sismogramları setini göstermektedir. Bu kayıtlar, yumuşak dip sedimanlarının V_s ini ölçmek için, 800 ft'lik bir suda yapılmıştır. Bu dağılım üzerinde S-enerjisi için toplam yayılma zamanı yaklaşık olarak iki saniye ve maksimum penetrasyon 90 metre civarındadır. Bu çalışmada kullanılan enerji kaynağı yaklaşık olarak 68 foot ton «impulse» enerjisi oluşturan iki-yönlü elektro - mekanik bir cihazdır. Şekil 5 de gösterilen bu cihaz özel olarak deniz dibinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Fakat kara üzerinde yapılacak kırılma veya kuyu dişi V_s ölçmelerinde de aynı şekilde kullanılabilir. Şekil 3 de gösterilen kayıtlardan elde edilen sismik hız verileri aşağıdaki tabloda sıralanmıştır :

Katman	V_s (metre/saniye)	Ortalama Katman Kalınlığı
1	36	8,5 metre
2	174	9,4 »
3	226	24,6 »
4	278	21,4 »
5	346	27,0 »
Toplam Penetrasyon		90,9 »



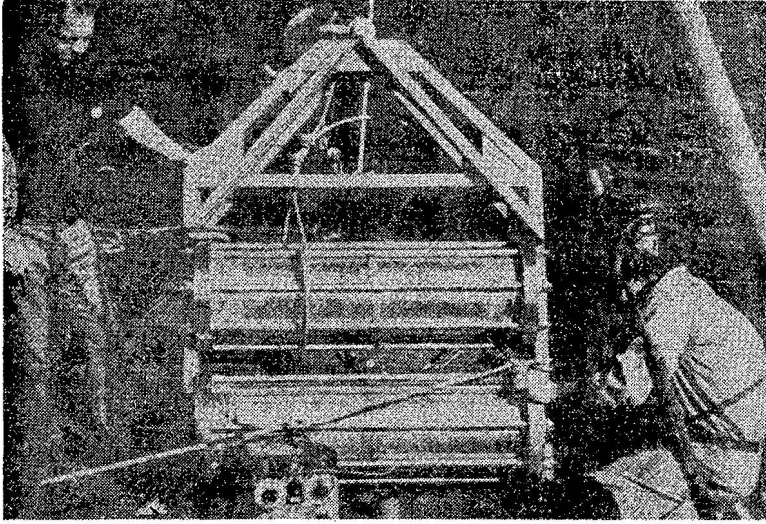
SAĞDAN DARBE



SOLDAN DARBE

ŞEKİL - 4 : Deniz dibi S-dalga hızı çalışmasından elde edilmiş tamamlayıcı yön değiştirmiş "polarity" sismogramları.

S—dalgası kırılma metodu V_s verileri meydana getirmek için mükemmel bir yoldur ve aynı zamanda hız profili oluşturma avantajı vardır. Bu metodun diğer bir avantajı da istenilen bilgiler kuyu açmadan ve deniz dibi gibi güç lokasyonlarda elde edilebilir. Bilgi edilebilecek derinlik sadece kullanılan sismik hattın uzunluğu ve enerji kaynağının verimi ile sınırlıdır. Konvensiyonel sismik kırılma çalışmalarında olduğu gibi bu metod sadece sismik hızların derinlikle arttığı şartlarda doğrudur. İki yüksek hız katmanı arasındaki bir düşük hız katmanı gözlenemez ve bu şartlar altında yorumlanan sismik hız profiline hatalar olur.



Şekil 5 — Yüksek enerjili, iki yönlü S dalga hızı kaynağı. Bu kaynak deniz dibindeki S dalga hızı ölçmelerinde kullanılmıştır.

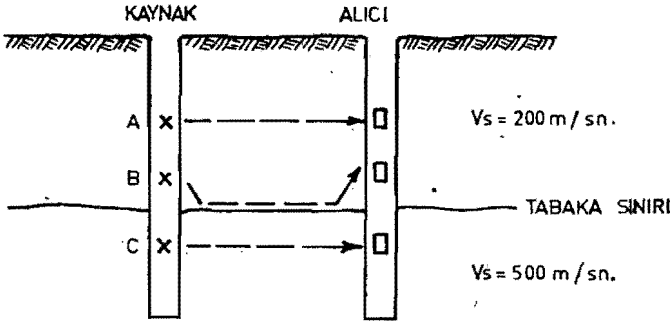
KUYU İÇİ METODU

Kuyu içi tekniği V_s verileri elde edilmesinde kullanılabilen diğer bir methodtur. Bu methodta, Şekil 6 da görüldüğü gibi, yanyana iki veya daha fazla kuyu arasında S-dalga hızı yayılma zamanları ölçülür.

Bir kuyudaki S—dalga enerjisi mekanik ve patlama yolu ile oluşturulur ve meydana gelen S-dalga enerjisi bir ve-

ya yanyana daha fazla kuyuda, kuyu içerisine sıkıca tesbit edilmiş jeofonlar ile ölçülür. En çok görülen uygulama, enerji kaynağı kullanarak, yanyana aynı seviyelerdeki jeofonlarla ölçmeler yapmak ve daha sonra, V_s n'in düşey dağılımını elde etmek için, ölçmeleri değişik seviyelerde tekrarlamaktır. Yan yana iki kuyu arasında S—dalga hızını güvenilir bir şekilde ölçebilmek için gerekli mesafe kısmen kaynakta oluşturulabilen S—dalga enerjisi miktarına, kısmen de bölgedeki hız tabakalarının dağılımına bağlıdır.

Sismik enerji kırılması farklı sismik hızlara sahip katmanlar arasındaki iç yüzeyler boyunca oluşur ve kuyular arasındaki mesafe çok uzun olursa önemli hatalar olabilir. Bu durum kırılmış dalga yayılma yolunu gösteren Şekil 6'daki B—seviyesinde açıklanmıştır. Aynı zamanda, yüksek hız malzemeleri ile sınırlanmış ince, düşük hız zonları da tesbit edilebilir. Jeolojik formasyonlar çok kalın ve homojen değilse, yanyana iki kuyu arasındaki mesafe genel olarak birkaç feet ile birkaç on-feet arasında olmalıdır.



ŞEKİL - 6 : Kuyu içi methodunda sismik dalga yayılma yolu. B—kaynak noktasındaki enerji kırılmasının sebep olduğu indirekt yayılma yoluna dikkat ediniz.

Kuyu içi metodu özellikle mevcut bina temellerinin altı gibi ulaşımı sınırlı ve nisbeten sığ derinliklerde V_s verileri elde etmek için çok uygundur. Bu metod, kaynak--jeofon me-

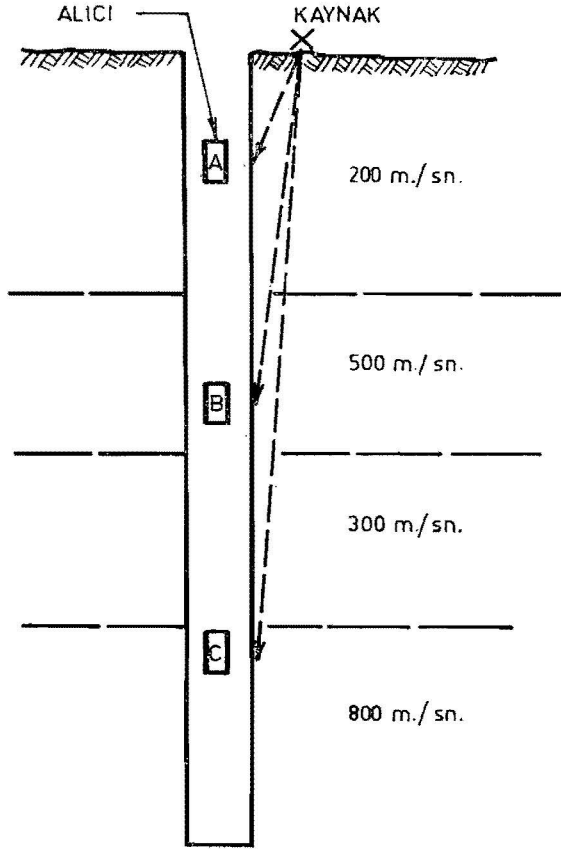
safesinin nisbeten kısa olması nedeniyle, bilhassa yüksek seviyede sismik temel gürültüsü değişmelerinin olduğu lokasyonlarda faydalıdır. Yatay tabakalanmış veya katmanlaşmış malzemelerde, daha çok tabakalı malzemelerde görülen anizotropik sismik karakterler nedeniyle, genel olarak normalden daha yüksek V_s değerleri elde edilir. Bu bir sismik dalganın tabaka yüzeylerine paralel yönde daha çabuk yayılmasına sebep olur.

Şayet kuyular tam düşey değilse ve kuyular arasındaki mesafe derinlerde tam olarak bilinmiyorsa, bu metodla yapılacak daha derin kuyu içi hız ölçmelerinde önemli hatalar olur. Bu şartlar altında, bütün kayıt seviyelerinde, kuyular arasındaki mesafelerde gerekli düzeltmeleri yapabilmek için bütün kuyulardaki sapmaların bilinmesi gerekir. Bu metodun diğer bir dezavantajı ise, faz değiştirme ile S—dalgası varış zamanını pozitif olarak doğrulayabilmek için S—enerjisi girişinin yönü uygun bir şekilde değiştirilemez (ters çevrilemez). Bu tekniğin bazı değişik şekilleri ise, mekanik enerji kaynağının kullanıldığı kuyunun derinleştirilebilmesi için yapılan ölçmeler sırasında ölçme noktasında bir de delme takımının bulunmasını gerektirir.

KUYU DİBİ METODU

Kuyu dibi V_s ölçmeleri, Şekil 7 de gösterildiği gibi, değişebilen iki yönlü enerji kaynağı kullanarak, düşey olarak yayılan sismik S—dalgalarını kaydetmek suretiyle yapılır. Enerji kaynağı tipik olarak delme kuyusunun başına, yeryüzüne yerleştirilir ve sismik enerji delme kuyusu içerisindeki değişik seviyelerde, enerji kaynağı eksenini ile aynı düzlem içerisinde oriyente edilmiş yatay jeofonlar kullanarak kaydedilir. İyi bir uyuma temini için jeofonlar kuyu içerisine sıkı bir şekilde tesbit edilmelidirler. Tek jeofon kullanarak, sağa ve sola enerji «impulse» ları ile iki sismik kayıt yapılır. Daha sonra, bu yöntem, jeofonu diğer seviyelere taşıyarak, kuyunun bütün uzunluğu boyunca tüm bir veri seti elde edilmeye kadar tekrarlanır. Hem V_p nin hem de V_s in ilk varışlarının saptanabileceği sismik veriler elde edilir. Daha sonra da mal-

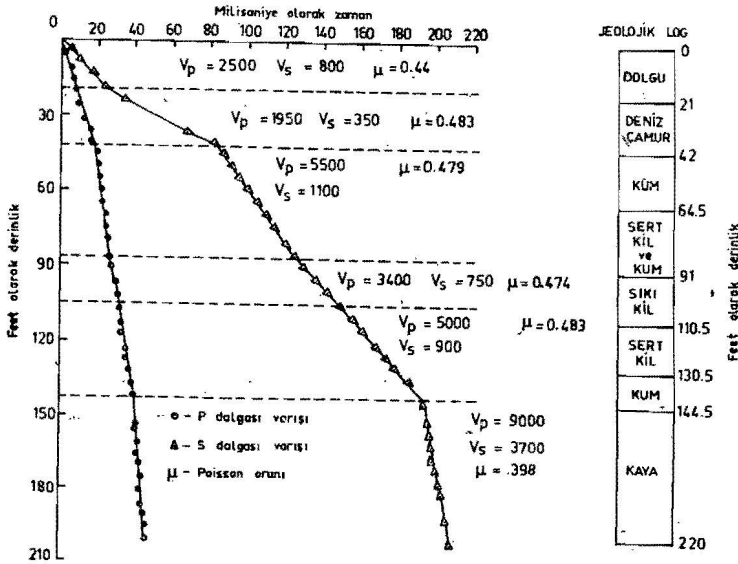
zeme değişmeleri ve hız değişmeleri arasında ilişkiler kurulabilir.



ŞEKİL -7 : Kuyu dibi metodunda sismik dalga yayılma yolu. Direkt yayılma yoluna dikkat ediniz.

Bu tekniğin esas elemanları zengin bir yön değiştirebilen S—dalga enerji kaynağı ve jeofonlar arasında ve kuyu duvarları arasında iyi bir uyumdur. Her ne kadar açık bir kuyu tercih edilirse de, kuyuyu muhafaza için kuyu teçhiz borusu gerektiği şartlarda, jeofonlar ile teçhiz borusu arasında ve teçhiz borusu ile formasyon arasında iyi bir uyumunun temini önemlidir.

Sismik enerji kaynağı, kuyu başındaki siğ bir ölçme noktasının her iki tarafına yerleştirilmiş çelik plakalara vuran bir balyoz olabilir; ve bu genellikle 80 metreye kadar olan penetrasyonlar için yeterli enerjiyi sağlayabilir. Şekil 4 deki gibi bir elektromekanik enerji kaynağı kuyu başındaki siğ bir ölçme noktasında gömülebilir ve bu kaynak genellikle en az 300 metreye kadar olan derinliklerdeki ölçmeler için uygundur.



SEKİL - 8 : Kuyu dibi metodu ile oluşturulmuş tipik bir P-ve S- dalga hız logu ve yayılma zaman eğrisi.

Bu teknik ile oluşturulan tipik bir veri seti Şekil 8 de gösterilmiştir. Sismik dalga yayılımının geometrisi nedeniyle

le, bu teknik yatay veya yataya yakın tabakalı ortamda gerek kırılma gerek kuyu içi metodunda oluşturulabilen verilerden daha iyi bir sismik hız ortalaması verir ve yüksek hız tabakaları arasındaki düşük hız tabakası Şekil 8 de görüldüğü gibi saptanabilir. Kalınlığı 10 feet veya daha fazla olan her bir tabakanın gerçek hızı ayrı olarak ölçülebilir. Daha ince tabakaların hızlarının ise ortalaması alınmalıdır. Bu avantajlar, yanyana kuyuların derinlerde birbirlerine bağlı pozisyonlarının bilinmemesi neticesi enerji kaynağı ile jeofon arasındaki mesafede herhangi bir şüphe olmaması gerçeği ile birlikte, kuyu içi metoduna nazaran önemli teknik avantajlardır. Kuyu dibi metodunun bir ekonomik avantajı da sadece tek bir kuyu gereklidir ve ölçümler yapılırken delme takımına ihtiyaç yoktur.

ÖZET VE SONUÇLAR

Diğer dalga tiplerinin de olduğu hallerde, bir «impulse» enerji kaynağı ile meydana getirilen ilk S—dalgası varışlarının pozitif tanımlaması güçtür. S—enerjisi oluşunu arttırmak ve diğer sismik dalga tiplerinin oluşunu minimuma indirmek amacı ile ikiyönlü enerji kaynaklarının kullanılması önemlidir. Jeofonda alınan sismik enerjinin yönünü değiştirerek ilk S—dalgası varışının pozitif tanımını yapabilmek için yön değiştirebilen veya iki—yönlü enerji kaynaklarının kullanılması gereklidir. İki - yönlü enerji kaynaklarının kullanılması yerinde V_s ölçme metodlarının hepsi için uygun değildir.

Sismik hızların derinlikle arttığı ve arzu edilen penetrasyon için gerekli serülim uzunluğunun elde edilebileceği yeterli çalışma sahasının bulunduğu hallerde, yüzey kırılma metodu ile V_s ölçülmesi faydalı bir tekniktir. Bu metodun diğer bir avantajı da kuyu açılmasına gerek olmaması ve bölgenin altındaki bir jeolojik yapının saptanmasında faydalı olabilecek sismik hız profillerinin elde edilebilmesidir. Yatay veya yataya yakın tabakalı ortamda bu teknik, formasyonların anizotropik sismik karakterlerinden ötürü, genellikle gerçek ortalamadan biraz daha yüksek bir V_s değeri verir. Çoğunlukla, bu metod V_s verileri elde etmede en az pahalı olan bir methodur. Yön değiştirebilen iki - yönlü bir enerji

kaynağı kullanıldığında S—dalga enerjisinin ilk varışı kesinlikle tanımlanabilir.

V₀ ölçmelerinde kuyu içi metodu özellikle sismik kırılma hattı döşemek için yeterli saha olmadığı ve nispeten sığ derinliklerden veri arzu edilen yerlerde faydalıdır. Bu metod, nispeten kısa kaynak - jeofon mesafesinin kullanılması nedeniyle, yüksek seviyede sismik temel gürültüsü değişiminin önlenemediği lokasyonlarda özellikle faydalıdır. Sismik kırılma metodunda olduğu gibi, yatay veya yataya yakın formasyonun anizotropik karakterinden ötürü ortalama hızdan daha yüksek değerler elde edilir. Ölçmeler sismik yüzeye yakın yapıldığında direkt yayılma yerine kırılmış yayılma doğrultusu oluşumundan ötürü, ve derinlerde yanyana kuyular arasındaki mesafenin kesinlikle bilinmemesi nedeniyle önemli hatalar olabilir. Çok sayıda kuyu açılması, ve bu tekniğin bazı değişik hallerinde, değişik seviyede ölçmeler yapılırken, mekanik darbe ile formasyonda S—dalga enerjisi oluşturmak için açılan kuyuları derinleştirmek üzere bölgede delme takımı bulundurulması gerektiğinden, bu metod nisbeten pahalıdır. İlk S—dalgası varış zamanını kesinlikle saptamak için, meydana getirilen S—dalga enerjisinin yönü uygun bir şekilde değiştirilemez.

Kuyu dişi metodu, yatay tabakalı ortamda, sözü edilen diğer metodların herbirinden daha iyi ortalama V₀ değerleri verir ve yüksek hız tabakaları arasındaki düşük hız tabakası saptanabilir. Sismik enerji kaynağına olan mesafe kesinlikle bilinebilir, ve ilk S—dalgası varış zamanı yön değiştirebilen iki-yönlü sismik enerji kaynağı kullanılarak, sismik enerjinin yönünü değiştirmek suretiyle doğru olarak saptanabilir. Bu nedenle, diğer kuyu içi metodlarından daha doğru veriler elde edilebilir. Sadece tek bir kuyu gerektiğinden ve ölçmeler sırasında bölgede delme takımı bulundurulmasına gerek olmadığından, kuyu dişi metodu nispeten ucuz bir metodtur.

Yön değiştirebilen iki - yönlü enerji kaynaklarının kullanıldığı metodlar diğer metodlara tercih edilir çünkü, diğer dalga tipleri girişiminin olduğu hallerde dahi ilk S—dalgası varış zamanı açıkça belirlenebilir.

REFERANSLAR

- 1 — Jolly, R. N., «Investigation of Shear Waves», *Geophysics*, Vol. 21 No. 4, Oct, 1956, pp. 905 — 938
- 2 — Mc Donal, F. J., et al., «Attenuation of Shear and Compressional Waves in Pierre Shale», *Geophysics*, Vol. 23, No. 3, July, 1958, pp. 421 — 439
- 3 — Riggs, E. D., «Seismic Wave Types in a Borehole», *Geophysics*, Vol. 20, No. 1, Jan., 1955, pp. 53 - 67
- 4 — White, J. E., Heaps, S. N., and Lawrence, P. L., «Seismic Waves from a Horizontal Force», *Geophysics*, Vol. 21, No. 3, July, 1956, pp. 715 — 723
- 5 — Datta, S., «Elastic Measurements in Rock Formations», *Geoplo-ration*. Vol. 5, 1967, pp. 115 — 126
- 6 — White, J. E. and Sengbush, R. L., «Velocity Measurements in Near Surface Formations», *Jour. Accoust Soc. Am.*, Vol. 25, 1953, pp. 906 — 915
- 7 — Stoneley, R., «The Seismological Implications of Aleotropy in Continental Structure», *Monthly Notices of Roy Astron. Soc. Geophysical Supplement*, Vol. 5, 1949, pp. 343 — 353
- 8 — White, J. E. and Sengbush, R. L., «Shear Waves from Explosive Sources» *Geophysics*, Vol. 28, No. 6, 1963, pp. 1001 — 1019

HABERLER

Deprem Araştırma Enstitüsü Çalışmaları :

Deprem Araştırma Enstitüsünün Devlet Plânlama Teşkilâtına sunmuş olduğu üç proje, Plânlama Teşkilâtınca onaylanma olanağı kazanmış ve projeler için gerekli ön çalışmalara başlanmıştır. 1974 yılı içinde tatbikine geçilecek olan projeler şunlardır :

1. Mikrozonale Çalışmaların Yurt Çapında Uygulanabilmesi İçin Yeter Sayıda Çalışma Örgütü Kurulması Projesi :

Topraklarının % 91,4 ü deprem bölgeleri içerisinde olan, nüfusunun % 95 i bu bölgelerde yaşayan ve tarihin eski çağlarından beri büyük ölçüde deprem zararlarına uğrayan yurdumuzun, deprem bölgelerindeki şehir ve sanayi merkezleri ile önemli tesis ve yapıların kurulacakları lokal alanlarda, ileride meydana gelebilecek depremlerde, zeminlerin farklı fiziksel ve dinamik özellikleri nedeni ile farklı hasar eğilimi gösterebilecek zonların ve bu zonlarda beklenen deprem kuvvetlerinin, çağdaş tekniğin gerektirdiği aletsel metodlarla önceden tesbit edilmesi, bu projenin konusunu teşkil etmektedir. Projenin hedefi, yurdumuzda ileri de meydana gelebilecek depremlerde yapısal hasarı en aza indirmek ve dolayısıyla vatandaş hayatını ve milli servetleri depremlerin yıkıcı etkisinden korumaktır. Bu hedefe ulaşılacak için bütün ileri ülkelerce kabul edilmiş olan yollardan biri de deprem bölgelerinde yerleşim ünitelerinin, Sanayi merkezlerinin ve büyük tesislerin kurulmasından önce bu alanlarda mikrobölgeleme çalışmalarının yapılmasıdır.

7116 sayılı kanunun 2. maddesinin E fıkrası ile, 7269/1051 sayılı kanunun 5. maddesi, doğal afetlerden vatandaş hayatını

ve milli servetleri korumak için gerekli tedbirlerin araştırılma ve uygulanma görevini Ümar ve İskân Bakanlığınaya vermiş olup proje bu kanuni görev ve yetki çerçevesinde hazırlanmıştır. Üçüncü 5 yıllık plân döneminde (1973 — 1977) 7 çalışma gurubunun gerekli alet ve ekipmanlarla donatılması projede öngörülmektedir.

2. Gerçek Deprem Kuvvetlerinin Aletsel Olarak Tesbit Edilebilmesi İçin Yurt çapında Bir Strong — Motion (Kuvvetli Hareket) Akseleroğraf Şebekesi Kurulması Projesi :

Bu projede, deprem bölgelerinde yapılacak önemli tesislerin, ilerde olabilecek depremlerden göreceği zararların eraza indirilebilmesi hedef alınmıştır. Deprem zararlarının enaza indirilebilmesi için öncelikle o bölgede beklenen deprem kuvvetlerinin tesbiti, modern teknolojinin önerdiği metodların uygulanarak gerekli aletsel kayıtların alınıp değerlendirilmesi esastır.

Daha önceki verilerin yardımı ile, bir bölgede depremden önce yapılacak istatistikli çalışmalar sadece muhtemel depremlerin maximum şiddetleri hakkında bir fikir verebilir. Ancak çağdaş teknolojinin ışığı altında, aletsel kayıtlardan faydalanılarak aynı bölgede beklenebilecek şiddetli bir depremin meydana getireceği hasarı tesbit edebilmek olanığı sağlanmış bulunmaktadır. Bu maksatla sismik yönden aktivite gösteren bölgelerde, şiddetli hareket akseleroğraf şebekeleri kurmak ve bu şebekelerin kayıtlarından yararlanarak, bölgede inşa edilecek yapıların karşılaşılabilecekleri deprem kuvvetlerini saptamak projede ele alınan konuların başında gelmektedir.

Deprem Araştırma Enstitüsü, 1973 yılı içinde, Yurdumuzun muhtelif deprem bölgelerinde dokuz adet Strong — Motion istasyonu kurmuştur. Gerçek deprem kuvvetlerinin tesbiti için, Türkiye'nin aktif deprem zonlarını kapsayan 85 Strong-Motion akseleroğrafından ibaret bir kayıt şebekesinin, üçüncü beş yıllık plân dönemi sonuna kadar (1973 — 1977) kurulmuş olması, bu projenin ana hedefini teşkil etmektedir.

3. Deprem ve Depreme Dayanıklı Yapı Konusunda Halkın Eğitimi Projesi.

Bu projenin esası, deprem bölgelerindeki yapıların kurulmasında halka yardımcı olan usta ve kalfalara, profesyonel inşaatçılara, şehir plâncılarına ve her kademedeki idrecilere çevrenin koşullarına uygun biçimde yer seçimi ve depreme dayanıklı yapı kurmanın yöntemleri konusunda gerekli bilgileri vermek ve konuya önemle eğilmesini sağlamaktır. Ayrıca, halkın eğitimi için, Radyo - Televizyon yayınlarından faydalanılması, konferansların tertiplenmesi, açık ve anlaşılır duvar levha ve panolarının yapılması ve filimlerin gösterilmesi ile el kitaplarının bastırılması bu projede öngörülen hususlardandır.

Bu projenin ilk tatbikatının yakın bir gelecekte Erzincan İli kapsamında pilot çalışma olarak uygulanması Enstitüce kararlaştırılmış ve bu konuda gerekli hazırlıklara başlanmıştır.

**ORTA DOĞU TEKNİK ÜNİVERSİTESİ VE İMAR VE
İSKAN BAKANLIĞI (DEPREM ARAŞTIRMA ENSTİTÜSÜ)
ARASINDA DEPREM MÜHENDİSLİĞİ KONULARINDAKİ
ARAŞTIRMA VE DİĞER FAALİYETLER İÇİN YAPILACAK
İŐBİRLİĐİNE DAİR ÖN PROTOKOL**

Ülkemizde depremlerin yol açtığı zararların en azına indirilebilmesi yolunda yapılacak bütün araştırma ve diğer çalışmaların en ahenkli ve etkin bir biçimde yürütülmesi gerektiğine inanan Orta Doğu Teknik Üniversitesi ve İmar ve İskân Bakanlığı, bu amaca yönelmiş bütün girişimlerde insan gücü ve materyal açılarından tam bir işbirliği yapmayı ülkemiz için yararlı bulmuşlardır. Bu iki kuruluş, teklif edilen işbirliğinin hangi şartlar altında gerçekleştirilebileceğini saptamak için hazırlanacak ana protokola esas teşkil etmek üzere bu **Ön Protokol** üzerinde anlaşmışlardır:

1. Türkiye’de Deprem Mühendisliği ile ilgili bütün konularda yapılacak araştırmalar için kurulacak laboratuvarlar, ülkemizin olanakları açısından birbirlerini tamamlayıcı nitelikte olmalıdır. Bu bakımdan, konu üzerinde yapılacak bilimsel çalışmaların plânlanmasında anılan iki kuruluş birbirlerine yardımcı olmayı kabul ederler.
2. Orta Doğu Teknik Üniversitesi’nin mevcut olanakları ve sahip olduğu teknik bilgi, Deprem Mühendisliği konusunda araştırmalar yapacak bir laboratuvarın Orta Doğu Teknik Üniversitesi’nde kurulmasını haklı göstermektedir. Ayrıntıları bilâhare tanzim edilecek bir Ana Protokol ile belirlenecek bir program içinde İmar ve İskân Bakanlığı böyle bir laboratuvar için her türlü yardımı yapmayı prensip olarak kabul eder. Bu laboratuvar her iki kuruluşun elemanlarının yapacağı deneysel çalışmalara açık olacak ve belli bir programa göre yürütülecek bu çalışmalarda, bilimsel işbirliği sürdürülecektir.
3. İmar ve İskân Bakanlığı Deprem Araştırma Enstitüsü,
 - a) Halk eğitimi,
 - b) Mikro bölgelendirme,

c) İvme kaydedicilerinin yerleştirilmesi ve bu kayıtların değerlendirilmesi

yönünden başlamış olduğu çalışmalara, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deprem Mühendisliği Araştırma Grubu, elindeki insangücü bakımından mevcut imkânların müsaadesi nisbetinde, Enstitüye yardımcı olacaktır. Ayrıca, deprem araştırması konusunda, Yurdumuzda düzenlenecek seminer, konferans veya sempozyumlarda, organizasyon ve tertip yönünden her iki kuruluş birbirlerine yardım edecektir.

4. İşbirliği çerçevesinde İmar ve İskân Bakanlığı bütçesinden alınacak bütün teçhizat ve diğer malzeme, Bakanlığın demirbaş eşyası olmakla beraber Orta Doğu Teknik Üniversitesi Laboratuvarlarında bulundurulacak ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü elemanları bunlardan müştereken yararlanacaktır.
5. Her iki kuruluş bu laboratuvarın kurulması için gerekli işlemlere hemen başlanmasını yararlı bulmaktadır. Laboratuvar kuruluncaya kadar İmar ve İskân Bakanlığı Bütçesinden alınacak bütün malzeme ve teçhizat Madde 4'teki esasa uyularak Orta Doğu Teknik Üniversitesinin göstereceği yerlere konulacaktır.
6. Bu Protokolün imzalanmasını müteakip her iki kuruluşun yetkili elemanları Ana Protokolün esaslarını teşkil edecek, araştırma konularını, laboratuvar, malzeme ve teçhizatı tesbit etmek üzere gerekli çalışmalara başlayacaktır.
7. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Deprem Mühendisliği Araştırma Grubu, İmar ve İskân Bakanlığı da Deprem Araştırma Enstitüsü tarafından temsil olunacak ve teklif edilen işbirliği bu iki alt kuruluşun elemanları tarafından yürütülecektir.

15.1.1974

İmar ve İskân Bakanı Y.
Füruzan ARDIÇ
Müsteşar

Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Rektörü
Prof. İsmet ORDEMİR

Deprem Araştırma Enstitüsü Bülteni

Yayın Koşulları

1. Bülteneye gönderilecek telif ve tercüme yazıların :
 - a) Depremle doğrudan doğruya, ya da dolaylı yoldan ilgili olması
 - b) Bilimsel ve teknik bir değer taşıması
 - c) Yurt içinde daha önce başka bir yerde yayınlanmamış olması
 - d) Daktilo ile ve kâğıdın yalnız bir yüzüne en az iki nüsha olarak yazılmış bulunması
 - e) Şekillerinin aydıngeçer kâğıdına çini mürekkebi ile çizilmiş olması
 - f) Fotoğrafların net ve klişe alınmasına müsait bulunması gerekmektedir.
2. Telif araştırma yazılarının baş tarafına araştırmanın genel çerçevesini belirten en çok 200 kelimelik İngilizce, Fransızca ya da Almanca bir özet konulmalıdır.
3. İmar ve İskân Bakanlığı mensubu elemanlar tarafından hazırlanan ve telif ya da tercüme ücreti ödenerek yayınlanacak olan yazıların, mesai saatleri dışında hazırlanmış olduğu yazan, derleyen, ya da çevirenin bağlı bulunduğu birim amiri tarafından (genel müdürlüklerde daire başkanı, müstakil birimlerde birim amiri) verilecek bir belge ile belgelendirilmesi zorunludur. Bu belge ile birlikte verilmeyen yazılar için ücret ödenmez.
4. Telif ve tercüme ücretleri ancak yazı bülteneye yayımlandıktan sonra tahakkuka bağlanır.
5. Bülteneye yayımlanacak yazıların 300 kelimelik beher standart sahifesi için teliflerde 40, tercümelerde 30 TL. ücret ödenir.

6. Yazılarda bulunan şekiller için, gerekli olan asgari alan içinde bulunabilecek kelime sayısına göre ücret takdir edilir.
7. Telif ve tercüme ücretlerinden doğacak vergi yükümlülüğü tamamen yazar sahiplerine aittir.
8. Yazıların bültende yayınlanması Deprem Araştırma Enstitüsü bünyesinde teşekkül eden Uzmanlar Kurulu'nun kararı ile olur.
9. Seçmeyi yapacak Uzmanlar Kurulu 5. maddede sözü edilen asgari alanları hesaplamaya, yazar sahiplerine gereksiz uzatmaların kısaltılmasını teklif etmeye verilecek ücrete esas teşkil edecek kelime sayısını tesbit etmeye ve yazıların yayın sırasını tayine yetkilidir.
10. Kurulca incelenen yazıların bültende yayınlanıp yayınlanmayacağı yazar sahiplerine yazı ile duyurulur.
11. Yayınlanmayacak yazılar bu duyurmadan sonra en geç bir ay içinde sahipleri tarafından geri alınabilir. Bu süre içinde alınmayan yazıların korunmasından Enstitü sorumlu değildir.
12. Diğer kuruluşlar ve Bakanlık mensupları tarafından bilgi, haber, tanıtma v.b. gibi nedenlerle gönderilecek not ve açıklamalar ya da bu nitelikleri yazılar için ücret ödenmez.
13. Enstitü mensupları Enstitüce kendilerine verilen görevlere ait çalışmalarından ötürü herhangi bir telif ya da tercüme ücreti talep edemezler.