

Zelzele Hesaplarında Diyafram Kavramı

Yazan :
Celâlettin DİRİ
İnş. Yük. Müh.



Deprem statik yüklerinin kat döşemeleri hizasında tesir ettiklerinin bir hakikat olmasına rağmen, bizde yapılan zelzele hesaplarından döşemenin zelzele tahkikinin yapıldığına tarafımdan rastlanmamıştır. Mevcut zelzele yönetmeliğimizde ve tartışmalarda bu hususa ait hiçbir kayıda rastlanmamaktadır. Halbuki kat döşemeleri karkas çerçevelere veya zelzele perdeleri gibi düşey elemanlara zelzele statik yüklerini dağıtmada başlıca rolü oynarlar. Pek tabiidir ki, eğer mevcut döşemenin zelzeleye mukavemet niteliği yoksa, düşey elemanlara hiçbir zaman bu statik yükleri tevzi edemezler. Bu sebepten sismik oranlara göre çerçevelere veya zelzele perdelerine dağıtılan bu sismik yüklerle yapılan hesaplar zelzele anında fayda vermeyen bir hesap metodu olarak sadece kâğıtta kalırlar. Döşemelede tesadüfen bu mukavemet niteliğini sağlıyorlarsa hesap tarzı doğru netice verir.

Yatay plâkların, yatay istikamette; rüzgâr, zelzele statik yüklerini dağıtmada mukavim olma niteliğine dış literatürde **DİYAFRAM KAVRAMI** denir.

Amerikan yapı şartnamesinde (Uniform Building Code), binalarda diyafram mecburiyetleri, yatay elemanları diyafram kategorisine sokacak vasıflar ve şartlar, diyaframda emniyet gerilme limitleri vs. verilmiştir.

Umumiyet itibarıyla betonarme tabliye döşemelerinde bu mukavemet niteliği hemen hemen her zaman, veyahut gayet küçük tadilatlarla sağlanabilir. Halbuki memleketimizde son zamanlarda kullanılan asmolen döşemelerde asmolenleri birbirine bağlayan kaplama betonunun çok ince (5 cm. yi geçmemesi) ve betonarme demiri ile kâfi derecede teçhizatlandırılmaması sebebiyle bu gibi döşemelerde diyafram tahkiki yapılması gereklidir.

Son Adapazarı zelzelesinden (Adapazarı 22 Temmuz 1967) yıkılan binaların ekseriyetini, döşemelerinin asmolenli olması bu hususu da diğer eksiklikleri meyanında tevsik etmektedir.

DİYAFRAMIN ÇALIŞMASI :

Diyaframlar, yatay gerderler olarak çalışırlar. Evvelce de izah edildiği gibi bu sistemler sismik yükleri düşey elemanlara ve oradan da sömeller vasıtasıyla toprağa iletirler. Diyaframlar rijitlik oranlarına göre, 1 — *Elâstik Diyaframlar* (ahşap ve çelik), 2 — *Rijit Diyaframlar* (betonarme) olmak üzere ikiye ayrılırlar. Elâstik diyaframlar yatay doğrultuda burulma momenti nakledemezler. Esasen bu tip döşeme sistemi bizde kullanılmaktadır. Rijit diyaframlar ise kütle merkezi ile rijitlik merkezinin aynı noktaya tekâbül etmemesinden

dolayı husule gelen burulma monetini elemanlara nakledebilirler. Ayrıca rijit diyaframlar toplam statik yüklerine düşey elemanların rijitlik oranlarına göre dağılırlar. Buna mukabil elâstik diyaframlar ise toplam yükü rijitlik oranlarına göre değilde, plândaki taşıdıkları mesahaya göre çerçeve veya zelzele perdelerine dağılırlar.

Yukarıdaki kavram, bizde mühendislere tam olarak sunulmadığından hesap tarzı yanlış yapılmaktadır. Şöyle ki, betonarme karkas inşaat hesaplarında, zelzele yükleri plândaki mesahaya göre tayin edilir ve çerçevelere tatbik edilir. Halbuki mevcut döşeme, elâstik değil rijit diyaframdır. Dolayısıyla, bir kata gelen toplam zelzele yükünün çerçevelerin rijitlik oranlarına yüzdesine göre dağıtılması gerekir. Bunun için de, çerçeve veya diğer düşey elemanların zelzele yüklerini tatbik etmeden evvel çerçevelerin rijitlik oranlarını tayin etmek ve ona göre toplam yükü dağıtmak icap eder. Rijitlik, deplâsmanın tersidir, bu da eldeki değişik hesap metodlarıyla kolaylıkla bulunabilir. ($R = 1$). $R = \text{Rijitlik} = \text{Deplâsman}$.

DİYAFRAMLARDA KABULLER :

Diyaframların dezaynında bazı kabuller yapılır. (Şekil 1). Diyafram dezaynı geniş çelik gerderlere benzetilir. Döşeme, gerderin gövdesi, duvar veya kirişli duvar gibi cidar elemanlar gerderin flanşları olarak kabul edilir. Flanşlarda eğilme gerilmeleri, gövde de ise kesme gerilmeleri meydana geldiği kabul edilmiştir. Yapılacak tatbikat hesaplarında, diyaframın flanş kesiminde kesme ve kayma kuvvetleri bulunmalı ve bu kuvvetlere göre bağlantılar dezayn edilmelidirler. Gerderin gövdesi, yani diyafram döşemenin her noktası, döşeme istikametindeki kesme kuvvetlerin mukavemet edebilmelidir.

Diyafram niteliklerini kısaca özetledikten sonra, yukarıda yazdıklarımızı derleyen tatbiki bir misal vereyim. Bu misalimizde mevcut yönetmeliğimizde bu kavrama ait şartname olmadığı için, dış literatür ve şartnamelerin tavsiyelerinden faydalanılmıştır.

KATLARA DÜŞEN TOPLAM ZELZELE YÜKÜNÜN TAYİNİ :

$$H = C (G + nP)$$

$$\text{Plândaki mesaha } 12 \times 14 = 168 \text{ m}^2$$

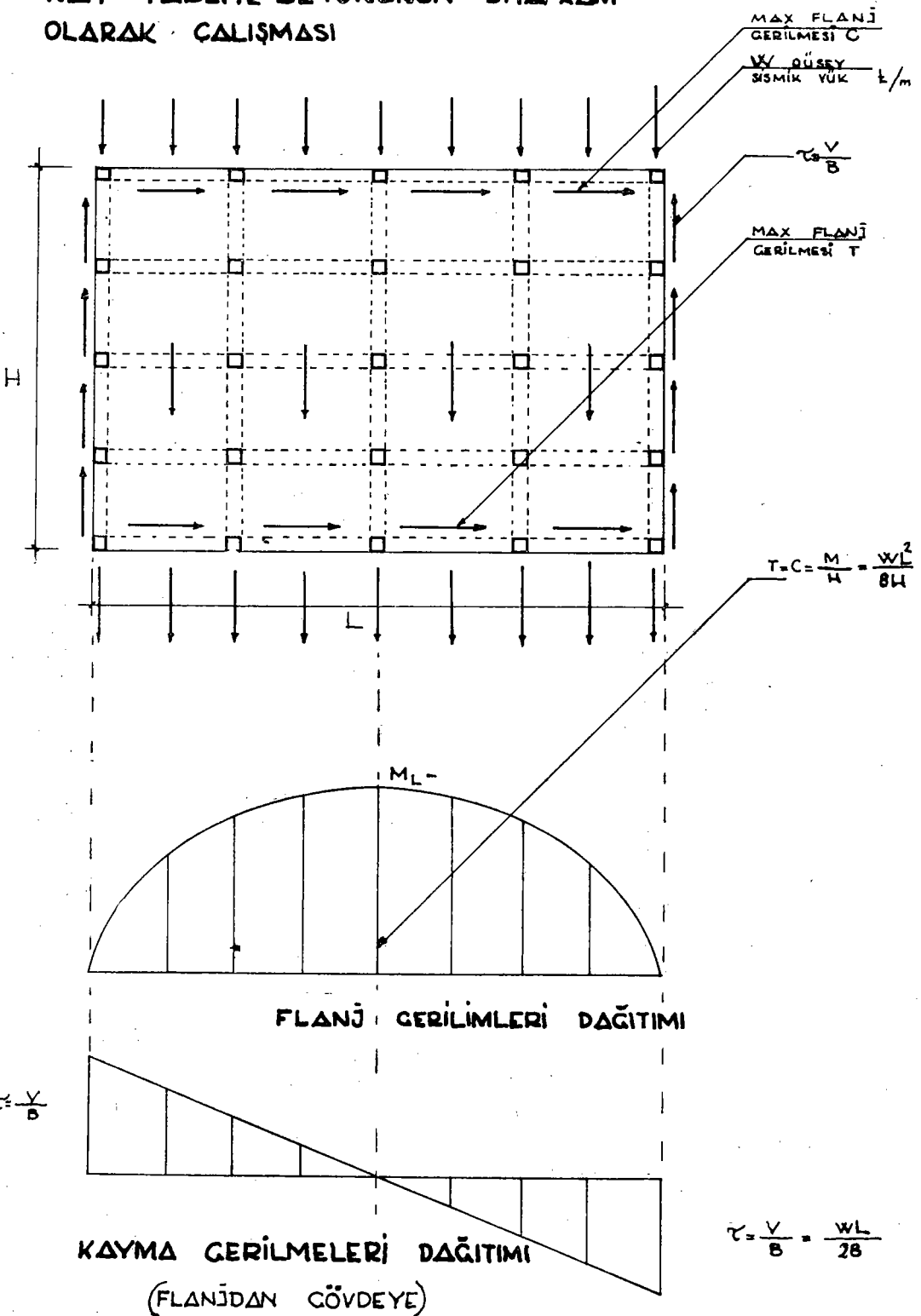
$$\text{Çatı yükü } 168 \text{ m}^2 \times 450 = 75.6 \text{ t}$$

$$\text{Normal kat yükü } 168 \times 400 = 67.2 \text{ t}$$

Kat	(G+P)	(G+P)	H=0,06 (G+P)
Ç	75.6 t.	75.6 t.	4.54 t.
4	67.2	142.8	7.37
3	67.2	210.0	12.60
2	67.2	277.2	16.63
I	67.2	344.4	20.66

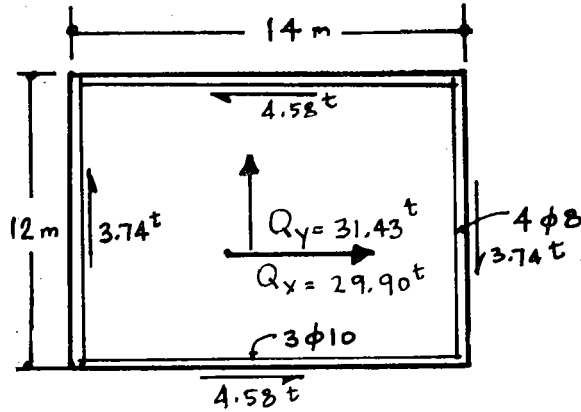
Son kolondaki değerler, X ve Y istikametlerinde her kat seviyesinde tatbik edilecek zelzele yüklerini gösterir. Döşeme tabliyesi betonarme olduğuna göre

KAT TABLİYE BETONUNUN DİYAFRAM OLARAK ÇALIŞMASI



Şekil : 1

1ci KAT Döşeme Diyaframı Dizaynı

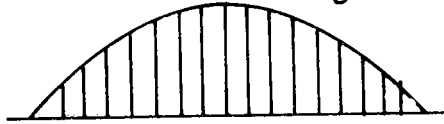


$$Q = H + \frac{1}{2} W$$

$$Q_x = 20.66 + 9.24 = 29.90t$$

$$Q_y = 20.66 + 10.77 = 31.43t$$

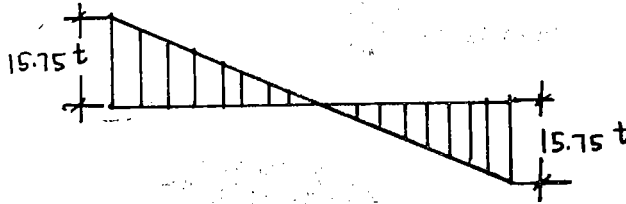
$$M_y = \frac{1}{8} (31.43)(14) = 55.0tm.$$



$$T = C = \frac{55.0}{12.0} = 4.58t$$

$$\text{Flanj } F_e = \frac{4.58}{1.4t/cm^2 \times 1.5} = 2.18cm^2$$

min 3φ10 ile cidarların takviyesi



$$V = \frac{31.43}{2} = 15.75t$$

$$v_y = \frac{15.75}{12} = 1.31t/m$$

Betonarme döşeme kalınlığını 10 cm. olarak kabul edersek

$$\tau_{oy} = \frac{V}{b_o \cdot z} = \frac{1310kg}{100 \times 10 \times 0.90} = 1.45kg/cm^2 \leq 2.0kg/cm^2$$

Aynı işlemi X yönünde yaparsak:

$$M_x = \frac{1}{8} (29.90)(12) = 45.0tm.$$

$$T = C = \frac{45.0}{14.0} = 3.74t$$

$$\text{Flanj } F_e = \frac{3.74}{1.4 \times 1.5} = 1.78cm^2$$

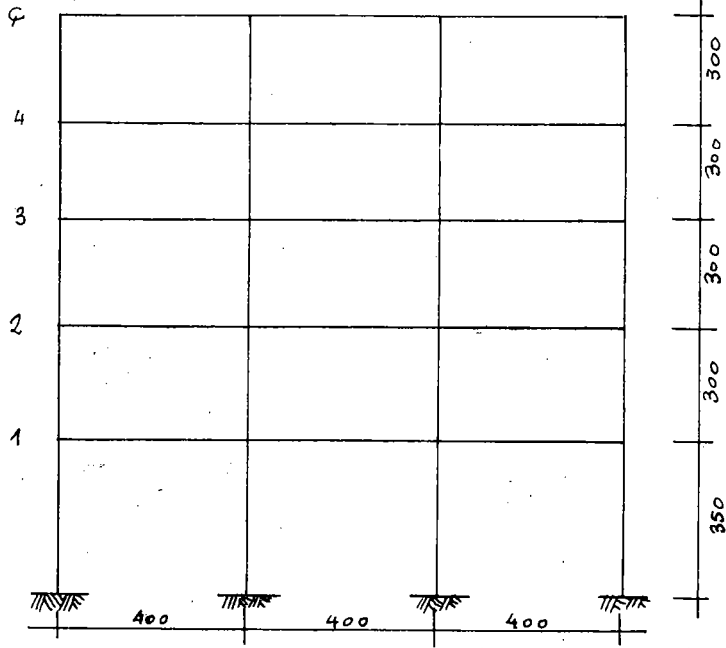
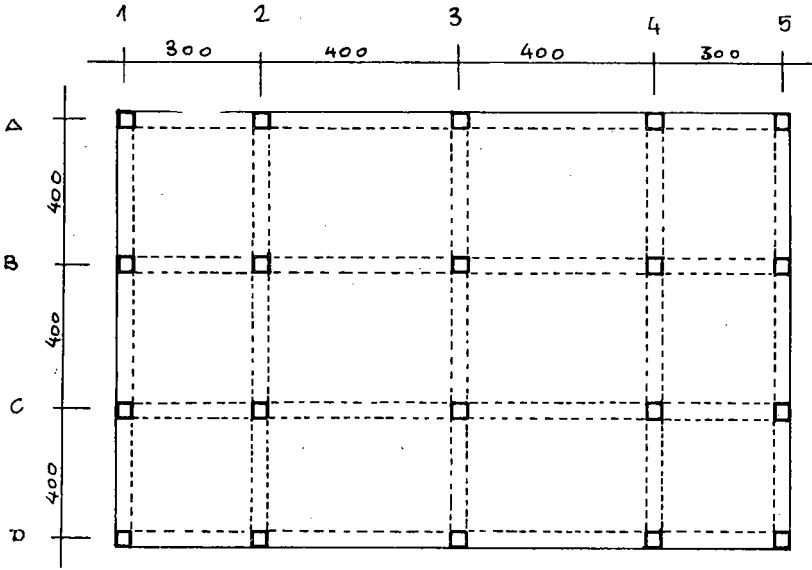
min 4φ8 ile cidarların takviyesi

$$V = \frac{29.90}{2} = 14.9t$$

$$v_x = \frac{14.9}{14} = 1.06t/m.$$

$$\tau_{ox} = \frac{1490kg}{100 \times 10 \times 0.90} = 1.18kg/cm^2 \leq 2.0kg/cm^2$$

MİSAL



ÇATI YÜKÜ $p+q = 450 \text{ kg/m}^2$

NORMAL KAT YÜKÜ $p+q = 400 \text{ kg/m}^2$

ZEMİN CİNSİ II YERSARSINTISI BÖLGESİ : BÖLGESİ 1 Ci

$\eta_1 = 100$; $\eta_2 = 100$; $C_0 = 0,06$; $\lambda = 1$

BETONARME TAĞLIYE 10 cm

rijit döşeme kategorisine girdiğinden toplam zelzele yükleri, çerçevelerin rijitlik oranlarının yüzdelere göre dağıtılmalıdır.

Bu yazıda, konu bakımından, çerçevelerin deplâsman ve rijitlik tayinini hesapla göstermiyeceğiz. Sadece, rijitlik yüzdelерinin evvelce hesaplanmış olduklarını kabul ederek misalimize devam edelim. % R = Rijitlik yüzdeleri.

X İSTİKAMETİNDE KAT SEVİYESİNDEKİ TOPLAM ZELZELE YÜKLERİNİN ÇERÇEVELERE DAĞITIMI :

Aks	%R	Ç	4	3	2	1
1	17	0.772 t.	1.25	2.14	2.83	3.51
2	22	0.998	1.62	2.77	3.66	4.55
3	22	0.998	1.62	2.77	3.66	4.55
4	22	0.998	1.62	2.77	3.66	4.55
5	17	0.772	1.25	2.14	2.83	3.51
Toplam	100	4.54	7.37	12.60	16.63	20.66

Y İSTİKAMETİNDE KAT SEVİYESİNDEKİ TOPLAM ZELZELE YÜKLERİNİN ÇERÇEVELERE DAĞITIMI :

Aks	%R	Ç	4	3	2	1
A	23	1.04 t.	1.70	2.90	3.83	4.75
B	27	1.23	1.99	3.40	4.49	5.58
C	27	1.23	1.99	3.40	4.49	5.58
D	23	1.04	1.70	2.90	3.83	4.75
Toplam	100	4.54	7.37	12.60	16.63	20.66

Şayet yük dağıtımı rijitlik oranlarına göre değil de, umumiyetle bizde rastlanan hesaplarda olduğu gibi plândaki mesahaya göre yapılıyorsa, bu misale şamil mukayeseyi yapmamız mümkün olur.

Aks	pm%	%R	+%	Aks	pm%	%R	+%
A	17	23	+35.2	1	10.7	17	+59
B	33	27	-18.2	2	25.0	22	-12
C	33	27	-18.2	3	28.6	22	-23
D	17	23	+35.2	4	25.0	22	-12
				5	10.7	17	+59

pm% = Plândaki mesahaya göre dağıtım yüzdesi
(+) = Lüzumundan fazla dağıtım
(-) = Lüzumundan az dağıtım.

Zelzele yükünü yukarıda dağıttıktan sonra şartname göre 1/2 rüzgâr yükünü plândaki mesahaya göre tesbit edip, zelzele yüküne ilâve edeceğiz. Dikkat edilecek olunursa duvarların dolgu duvar olmaları ve dolayısıyla yatay rijit diyafram teşkil etmemeleri rüzgâr yüklerinin plândaki mesahaya göre dağıtımını icap ettirir. Şayet, duvarlar dolgu duvar olmayıp, betonarme duvar olsaydı, rüzgâr yükü de tıpkı zelzele yükünde olduğu gibi çerçevelerin rijitlik yüzdelere göre dağıtılacaktı.

Bu misalle, diyaframın düşey elemanlara yükleri nasıl dağıtımını göstermek istedik. Esasen diyaframların dezaayını ile alâkalı olduğumuzdan çerçevelere intikal eden yüklerle çerçevelerin çözümünü bir yana bırakıp, diyafram dezaayına geçelim. (Şekil : 3) de gösterildiği gibi 1 nci katın diyaframını ele alalım. Verilen misalde görüldüğü gibi diyaframlarda gövde ile flanjin birleştiği yerlerde beton emniyet kayma gerilmelerinin aşılmaması elzemdir. Şayet tabliye betonu kirişlerle bir-

likte dökülmüşse ve gerilmeler maksimum kayma gerilmelerini aşıyor ise, tabliye betonunu kalınlaştırarak bu husus sağlanır. Diğer değişik şekillerde (filizle bağlantılı ankrajlar vs.) maksimum kayma gerilmelerini geçmiyecek şekilde elde edilen kayma gerilmelerine göre hesaplanmalı ve döşeme, cidar elemanlara iyice bağlanmalıdır. Cidar elemanların iyice bağlanması sağlanmamışsa, yapılacak burulma hesapları da, burulma kuvvetlerini gerekli elemanlara iletemiyeceğinden manâsız kalır.

Asmolen döşemelerde kaplama betonunun kalınlık bakımından betonarme tabliyeye nazaran en az iki misli ince oluşu da kayma emniyetinin asmolen döşemelerde incelenmesinin daha önemle lâyük olduğunu gösterir.

Cidar elemanlarda flanjin gerilmelerini karşılayacak ilâve teçhizata gelince, döşeme kirişle birlikte dökülmüşse cidar kirişlerin üst demirleri kesit alanı bakımından kâfi geliyor ise ve mütemadilik sağlıyorsa ilâve tesisata lüzum görülmez. Eğer, kirişler döküldükten sonra döşeme betonu dökülecekse, flanjin demir tesisatının tabliye döşemesinde cidara yakın bir yere kümelenmiş olarak yerleştirilmesi elzemdir. Asmolen döşemelerde demir döşenmesi kendine özgü bir hususiyet arz ettiğinden flanjlardaki ilâve teçhizat inşaatta kolaylıkla ihmal edilebileceğinden, bu teçhizatın ilâvesine bilhassa dikkat edilmelidir.

DİYAFRAM KAYITLARI :

Diyafram olarak kullanılacak betonarme plâklar da, maksimum kesme (kayma) emniyet gerilmeleri aşağıdaki formülde elde edilen değerleri aşmamalıdır.

$$\tau = 0.375 (\sigma_b)$$

$$1 + \frac{h^2}{49 t^2}$$

σ_b = maksimum kayma emniyet gerilmesi

0.375 σ_b = beton sınıflarının 28 günlük asgari küp mukavemeti (kg/cm²) 79.0 kg/cm² yi geçmiyecektir.

h = mesnetler arasındaki açıklık (cm)

t = betonarme plâğın kalınlığı (cm)

MİSALİMİZDE EMNİYET GERİLİMİNİN TAYİNİ :

$$t = 10 \text{ cm.}$$

$$h = 400 \text{ cm.} \quad B 160 (180 \text{ Kg/cm}^2)$$

$$\tau = 0.375 (180) = \frac{67.5}{33.6} =$$

$$1 + \frac{160000}{49 \times 100} = \frac{67.5}{33.6} = 2.0 \text{ Kg/cm}^2$$

REFERANSLAR

- 1 — Uniform Building Code 1963 Edition Volume I (International Conference of Building Officials)
- 2 — State Of California Administrative Code (Title 21) Revision 1953.
- 3 — Analysis Of Small Reinforced Concrete Buildings For Earthquake Forces. (Portland Cement Association)
- 4 — Notes On Service Training Program Of Departement Of Building And Safety Of SO. California. (Mart 1956)