

Modellerle Yapıların Çözümü

Yazan :
Enver GÖKDEMİR
İnş. Müh.



DEFORMATÖR BÜLTEN :

Yapıların Mekanik Çözümleri için BEGGS Deformatörü :

Kaşifi: Prof. George, Beggs C. E. Princeton University, Patent No: 1, 551-282

Yayıncısı: George E. Beggs Jr. Warrington Penna, U.S.A.

Beggs Deformatörlerinin Kullanış Yerleri :

a — Çelik döküm: Kamyon yan çerçevesi ile lokomotif çerçeveleri, makine çerçeveleri, jeneratör çerçeveleri, basit ve komplike bütün döküm çerçeveler.

b — Devanlı kaynak edilmiş ve perçin edilmiş çerçeveler ve yapılar: Yapılar, köprüler, otomobiller, metrolar, demiryolu vagonları, çatı ve kemer çerçeveleri, aynı şekilde yapılmış tamamlayıcı çerçeve ve yapılar.

c — Betonarme yapılar: Kemer köprüler, viyadükler, tünel ve kanalizasyon kısımlarında, kemerli ve tonozlu çatılar, mehaller, değişebilir ve üniform kısımların mütemadi girişlerinde.

d — Hususi tatbikatlar: Uçak çerçeveleri, balon ve torpido çerçeveleri, gemi çerçeveleri zلزete tecrübe yapıları, yüksek yapılarda rüzgâr tesirlerini incelemek için, hangar yapılarında, büyük su kapaklarında, basit ve komplike diğer hususi yapı şekillerinde Beggs Deformatörleri kullanılır.

G İ R İ Ő :

Atıde çözümleniyen yapılar üzerindeki çalışmalarda ki tahminlerin muhayyeye dışı olmaması arzu edilir. Bu durum bizi matematiksel analizden ziyade büyük denet sel yollara sevkeder. Yapı matematiğinin, inkişaf ettirilmiş komplike sistemler içerisinde enerjinin salınımı, deformasyonların mütenasipliği ve basit denge kanunları üzerine inkişaf ettirildiği görüldü. Çok yüksek mertebeden matematiksel çözümler gibi, zahmetli çözümlerden kaçınmak bizi mecburen deneysel metodlara götürür.

Matematiksel metodun temeli üzerine kurulmuş ve kısmen Maxwell teoreminin karşılıklı yer değıştirme prensibine istinad eden hiperstatik sistemlerin pratik bir çözüm metodu elastik modellerle yapılmıştır (ge liştirilmiştir). Bundan dolayı deneysel yolda mufassal hesaplar yerine direkt ölçmeler kaim olur. Bu yeni yolla (metodla) aynı neticeleri veren denklem grupları ve integral hesaplardan kurtulmuş olur. Çünkü her bilinmeyen değ er iki ölçülebilir karşılıklı yer değ iş tirme ve bilinen yüklerin direkt bir fonksiyonu olur. Bu iş te statikteki üç denge denklemi kullanılmamıştır. Fakat bu denge denklemlerle netice kontrol edildiğinde

değişmediği görüldü, mekanik çözüm böylece kendini kontrol etmiş olur.

Normal kuvvet ve kesici kuvvet deformasyonlarının tesirleri, çerçeve köşelerindeki gerilmelerin dağılımı, dirsek tesiri ve değ iş ken atalet momentleri otomatik olarak modelle mülâhaza edilir. Mekanik çözümün teoriler çözümünden gerçeğe daha yakın neticeler verdiği görülmüştür.

MODEL METODUNUN AVANTAJLARI :

a) Pratik metodla çözüm daha çok çabuktur.
b) Pratik metodun verdiği kıfayetli netice hiperstatik sistemlerdeki teorik tekrarlamalardan bizi kurtarır.

c) Daha estetik ve daha ekonomik olan bu hiperstatik sistemlerin çözümünde mühendislik emniyeti daha rahattır.

d) Eğer model elemanlarının eksenli ağırlık ekseninden geçerse ve modelin genişliği atalet momentinin küpkükiyle orantılı ise büyük değ iş ik kesklere havi yük vagonu yan çerçeveleri gibi çelik kafeslerde mekanik metod iyi netice verir. Kesme ve tecrübe metodlarıyla mukayese edildiğinde kesme ve tecrübe metodu gibi çok pahalı olmadığı ve mekanik metodun diğer bir teste müsait olduğu (test esnasında tahrip olmadığından) görüldü.

MODELLERLE ÇÖZÜMÜN PRENSİBİ :

Modelin şekli, şekli 1 a, b, c'de (eksenleriyle) gösterilmiştir. Düşey, yatay, moment reaksiyonları deneyle tatbik edilen kuvvete bağı olarak bulunur. Tatbik edilen kuvvet hareketli kuvvet değildir. Bir yük tatbiki yerine (Maxwell teoremine göre) bilinen bir yer değ iş tirme gerilmesi kesite sokulur. Yükün tatbik noktasındaki yer değ iş tirme ölçüldü.

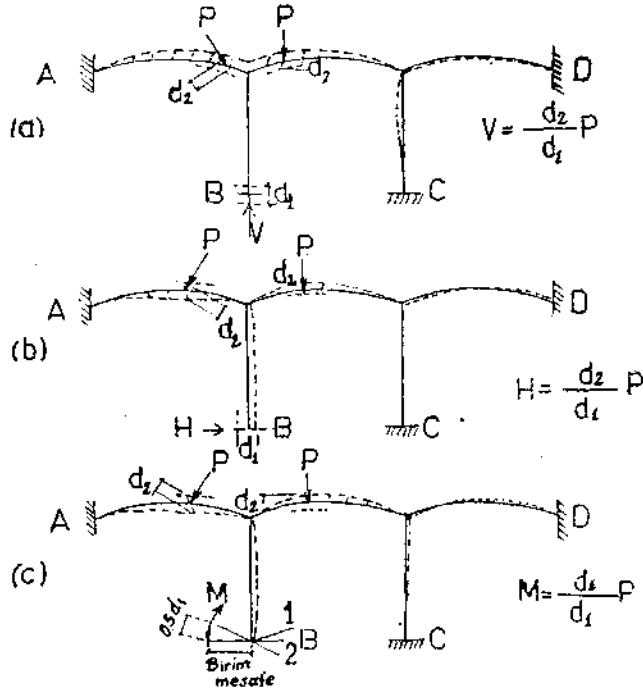
Mesela: Şekli 1a'da tatbik edilmiş P kuvvetinin B düşey reaksiyonunu bulmak için, A, C ve D ankastre olarak tutulur. Ve B'ye d, gibi çok küçük bir düşey yer değ iş tirme hareketi, yatay ve dönme hareketine mâni olunarak verilir. P kuvvetinin bulunduğu noktada d_z yerdeğ iş tirmesinin uygun bileşenini mikroskopla dikkatle bakılarak ölçüldü. Reaksiyonun V düşey bile-

şeni elastisite teorisinden $V = P \left(\frac{d_z}{d_1} \right)$ olur. İcabeden

yer değ iş tirmelerin doğru ölçümü ve elde edilen neticenin tam olması şartıyla elastik modellerle çözümün, dikkate değ er derecede kolay olduğu hemen görüldü. Model üzerindeki deformasyonların ölçülebilmesi için modelin geometrik şekli mikroskopla ölçülebilecek şekilde deformasyona uğramalıdır. Bu takdirde yer değ iş tirmelerin oranının doğruluğu için çalışma esnasında ve bilhassa icap eden hallerde küçük yer değ iş tirme hareketleri kullanılır.

Bir adım daha ilertiyerek, yatay bileşen H (Şe-

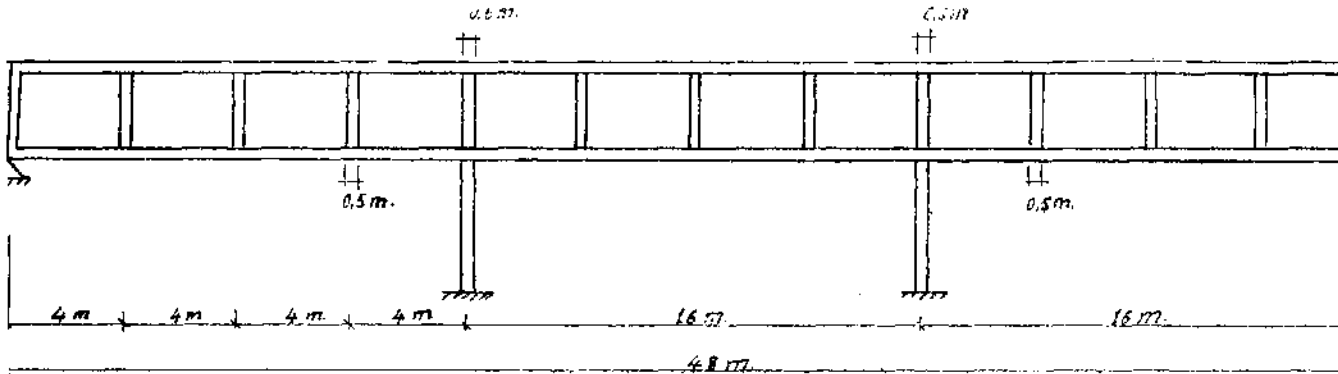
kıl 1)) aynı şekilde yatay bir d , hareketi vererek, fakat bu hareket esnasında dikey ve dönme hareketlerine mâni olunmak şartıyla elde edilir. P de ve P' doğrultusundaki d yer değiştirmesinin uygun bileşeni mikroskopla dikkatlice bakılarak ölçülür. Ve elastisite



Şekil: 1

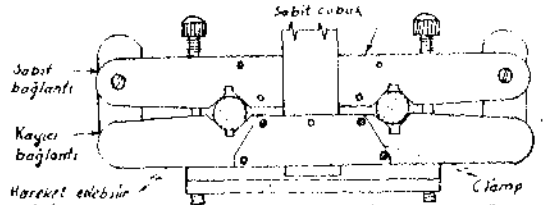
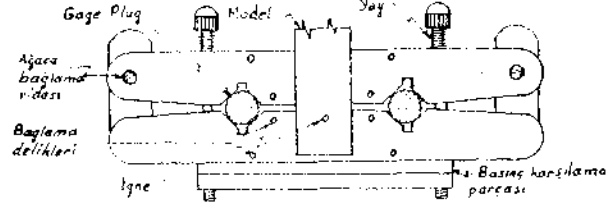
teorisinden $H = P \left(\frac{d_z}{d_1} \right)$ olarak kesaplanır. d_1 birim açıyla belirtilen, ölçülebilen çok küçük bir açı vasıtasıyla B döndürülerek, B'deki etkinin döndürme veya moment bileşenleri aynı şekilde elde edilir. P kuvvetinin tatbik edildiği yerdeki d_z tekrar dikkatlice ölçülür ve $M = P \left(\frac{d_z}{d_1} \right)$ eğilme momenti ölçekli yapının üzerinde elde edilir.

Model ölçeği : 1/50 — n = 50

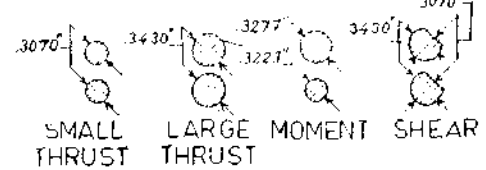


BEGGS DEFORMATOR GAGE
Ölçek Tam ebat,

HAREKETLİ MESNET ŞEKLİNDE BAĞLANTI



SABİT MESNET ŞEKLİNDE BAĞLANTI



SMALL THRUST GAGE PLUG'LARI
Tolerans : 0.00025"

Neticeyi esasa tahvil etmek için, model ölçeği (n) okunan değeri çarpmak lazımdır.

$n =$ Şekil ölçeğidir.

Bilinmeyen reaksiyon kuvvetlerinin ve gerilme leşenlerinin tesir çizgileri bir kaç mikroskop kullanarak kolaylıkla elde edilebilir.

Aynı şekilde, bu tesir çizgilerinin tatbikiyle ya mühendisliğinde, münferit veya dağılmış yükün tesiri hesap etmek kolayca mümkündür.

Gayet tabiidir ki, max gerilmeleri tayin etmek için tesir çizgilerini hareketli yüklerle yükleyerek hesaplamak gerekir.

A M A Ç :

Yukarıda şekli ve ölçüleri VERENDEL kırışının orta ayaklarındaki hiperstatik büyüklüklerini Beggs Deformatörleri ile tayin edip sistemi izostatik hale kalbetmek.

Model hazırlanırken gözönünde bulundurulmuş esaslar :

1 — Malzemeden tasarruf için model bütün plâkadan oyulup çıkarılmak yerine, istenilen ölçülerde şeritler halinde kesilip, tesviye edildikten sonra birbirlerine eklenmek suretiyle meydana getirilmiştir. Modelin tam ebadında yapılması büyük ihtimam ve çalışma icap ettirir. Hakiki ölçülerden çok az (1 mm) büyük kesilen şeritler iyi bilennmiş sistirelerle hakiki ebada gelineceye kadar tesviye edilir. Ebad kontrolünde Beggs Deformatörü ile beraber bulunan mikrometreler kullanılır.

2 — Yapıştırma şartları ve neticesi tetkik edilmiş olup, yapıştırılan iki parçanın birbirine uygun şekilde yapışması için parçalardan her birine hususi plâstik yapıştırıcı DUCCO CEMENT'ten ince bir filim tabakası sürülür. Bilâhare yapıştırılır ve kâfi müddet beklenir (enaz 24 saat). Tecrübe esnasında yapıştırma yerlerinin hiç arıza göstermediği şaya beyandır.

3 — Noktalama: Çeşitli şekillerdeki tecrübelerden sonra en iyi noktalama şeklinin rasat edilecek kısımlara yapıştırılmış küçük aydınlar kâğıt parçaları üzerine ince uçlu (0.2) rapidograf ile yapılan noktalamanın uygun olduğu görüldü.

Noktalama esnasında şu hususlara dikkat göstermek bilhassa mühimdir.

a) Noktanın tam rasatı istenen yerin üzerinde tesbit edilmesi.

b) Noktaların tam yuvarlak olması için ihtimam etmek.

(Model yan taraftadır)

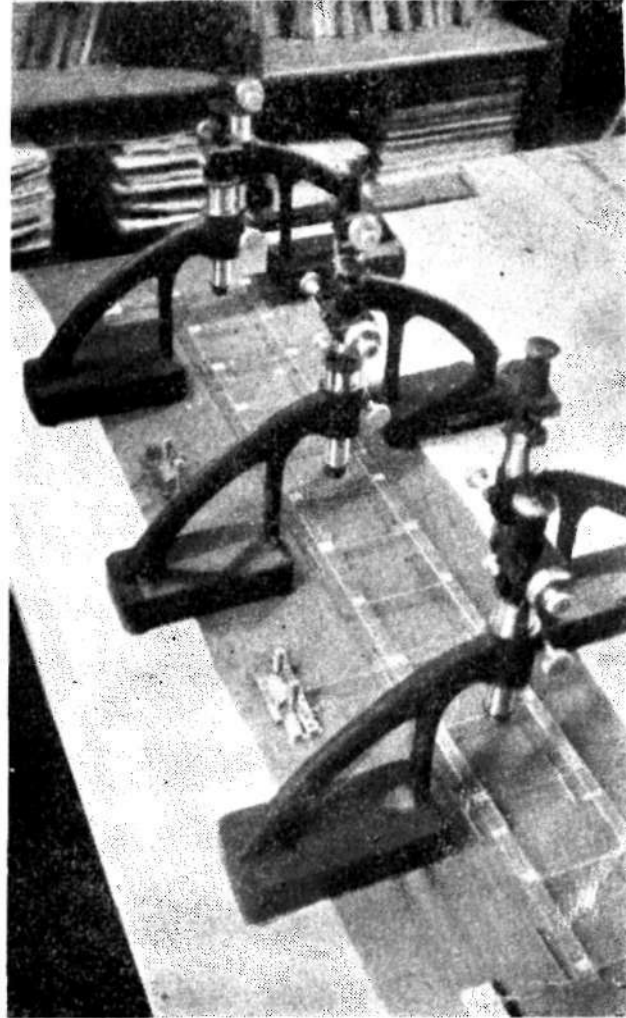
Model, resimde görüldüğü gibi düzgün bir resim tahtasının üzerine monte edildikten sonra yine resimde görülen pluglar vasıtasıyla tecrübeler başlanır.

Tecrübeler: Sistem simetrik bir sistem olduğundan, tecrübeleri yalnız bir gaye üzerinde çalışmak ve simetriklikten istifade etmek zaman kazancı bakımından önemli olduğundan burada bu husus göz önüne alınmış ve bütün çalışmalar son taraftaki gage üzerinde yapılmıştır.

ALT BAŞLIK İÇİN (22 No.lu Nokta)

MOMENT TESİR ÇİZGİSİ.

Her iki gagede de 32500 No.lu sarı renkli normal pluglar varken mikroskoplar rasat noktaları üzerine tevcih edilip, nokta mikroskop görüş sahasının tam ortasına getirilir. Çapraz hareketli kıl nümune üzerinde işaetlenmiş eksenler yardımı ile bu eksenlere paralel vaziyete getirilir. Bilâhare sol mesnetteki normal pluglar çıkarılıp yerlerini 3223 ve 3277 No.lu moment

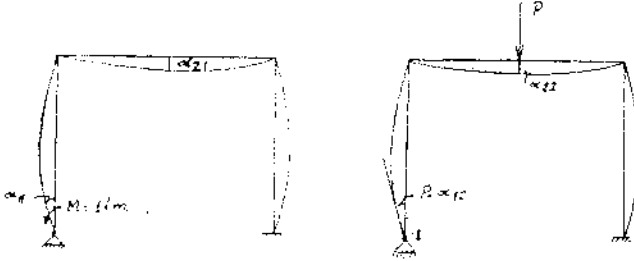


plugları yerleştirilir. Bizim için lüzumlu hareket miktarları sadece düşey hareket miktarları olduğundan alt başlık eksenine paralel olan kıl ile okumalar yapılır. Alt başlık eksenine paralel olan kıl nokta altta kalacak şekilde noktaya teget getirilir. Mikroskop taksimatında okunan kısım ilk okuma olarak kaydedilir. Gagedeki moment pluglarının yerleri değiştirilir. Gayet tabiidir ki noktalarda bir yer değiştirme olur. Mikroskopların durumu bozulmadan aynı kıl noktaya ilk teget durumu gibi teget hale getirilir. Bu taktirde mikroskop taksimatında okunan değerler ikinci okuma olarak kaydedilir. Yukarıdaki sıra aynen takip edilerek ikinci bir seri okuma daha yapılır. Her iki serinin ilk ve son okuma farklarının ortalaması alınırsa o noktanın moment plugları altındaki hareket miktarı mikron olarak bulunmuş olur. Şekil ve izahatı verilmiş olan moment ayarlama faktörünün tayini için serbest ve uzunluğu 9,8 cm olan praça üzerinde yapılan tecrübeye mikroskoplara okunan iki okuma arasındaki fark 953 mikron olarak bulundu.

Bulunan değerlere göre moment ayarlama faktörü:

$$\frac{953 \text{ mikron}}{98 \text{ mikron}} = \frac{953 \text{ mikron}}{9,8 \text{ cm}} = \frac{953 \text{ mikron}}{0,098 \text{ m}} = 9724 \text{ mikron/metre}$$

Moment Tesir çizgisi ordinatı :



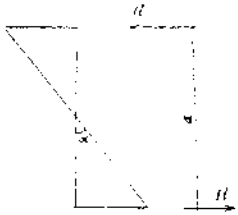
$$Mx_{a1} = Pxa_2$$

$$I_s = 1 \times 9724 = Mxa_1$$

$$a_1 = \frac{953 \text{ mikron}}{0,098 \text{ m}} = 0,9724 \text{ mikron/metre.}$$

$$a_2 = \text{Ölçülen deformasyon model ölçeği (n)}$$

$$M = \frac{a_2}{a_1} \times P = P = 1 \text{ ton olduğundan,}$$



$$M = \frac{a_2}{a_1} \text{ olur.}$$

$$\text{Model ölçeği} = 1/50 = n=50$$

$$\frac{a_2}{a_1} = \frac{9724 \text{ mik./metre}}{n/\text{ölçü (mik.)}} \text{ dir.}$$

Her noktadaki moment tesir çizgisi ordinatı bu şekilde hesap edilir.

KESİCİ KUVVET TESİR ÇİZGİSİ :

Bu tecrübeye de normal pluglar (32506) çıkarıldık-tan sonra yerlerini 30702 kesici kuvvet pluglarının düz yüzleri birbirine paralel gelecek ve gagenin bir düz yüzü ile plugun düz yüzü temas halinde olacak şekilde plug gageye yerleştirilir. Bu durumda nümunenin alt başlı-ğının eksenine paralel olan kal ile noktanın durumu rasat edilip ilk okuma yapılır. Bilâhare kesici kuvvet plugları 90 derece çevrilip aynı kal ile rasat edilir. İki okuma arasındaki fark bulunur. Bu değer, kesici kuv-vet ayarlama faktörüne bölünerek o noktadaki kesici kuvvet tesir çizgisi ordinatı tayin edilir.

Kesici kuvvet tesir çizgisi ayarlama faktörü: Ser-best parça üzerinde yapılan tecrübeye iki okuma ara-sındaki fark 1218 mikron olarak bulundu. Bu değer ke-sici kuvvet ayarlama faktörüdür.

(Moment Tesir Çizgisi diğer sayfada.)

NOT: Hakikat halde 22 No.lu noktada kesici I vet tesir çizgisinin sıfırdan geçmesi lâzımken 21 N noktada sıfır olmaktadır. Yapılan müteaddit dikk tecrübelerden hep aynı değerler bulunmuştur. Bu sebepleri tarafundan izah edilememiştir.

NORMAL KUVVET TESİR ÇİZGİSİ :

Bunun için de gage'teki normal pluglar (325 çıkarılıp yerlerine THRUST pluglerden en küçük (3070), bilâhare büyük çift (3430) konulup mikrosil la iki rasatla noktaların durumları tetkik edildi. okumaların farkı alınıp normal kuvvet ayarlama : törüne bölünerek norml kuvvet tesir çizgisi ordinat elde edildi.

Normal kuvvet ayarlama faktörü: Serbest pa ile yapılan okumada iki okuma arasındaki fark 1 mikron olarak bulundu. Bu değer normal kuvvet ay-lama faktörüdür.

İnşaat tekniği ilerlemiş memleketlerde mod mekanik olarak sistemlerin çözümüne tahsis edil büyük model laboratuvarları ve araştırma labor- varları bulunduğu bir hakikattir. Zaten modern inş sistemlerinin (kabuk inşaat ve ilkel gerilmeli inş inkişafı bizleri modellerle çözüme sevketmektedir. nekadar bahsi geçen inşaat sistemleri memleketimizi tatbikat safhasına girmedi veyahut pek mahdud sahada girdiyse de, yakın bir istikbalde ekonomi, za fet ve tatbikat kolaylıkları çok büyük olan bu sist lerin memleketimizde de tatbiki mutlaka büyük ça olacaktır.

Yukarıdaki ufak çalışmalarının bu mevzuda öncülük yapacağını ve sayın meslekdaşlarına fayd olacağını ümit ederim.

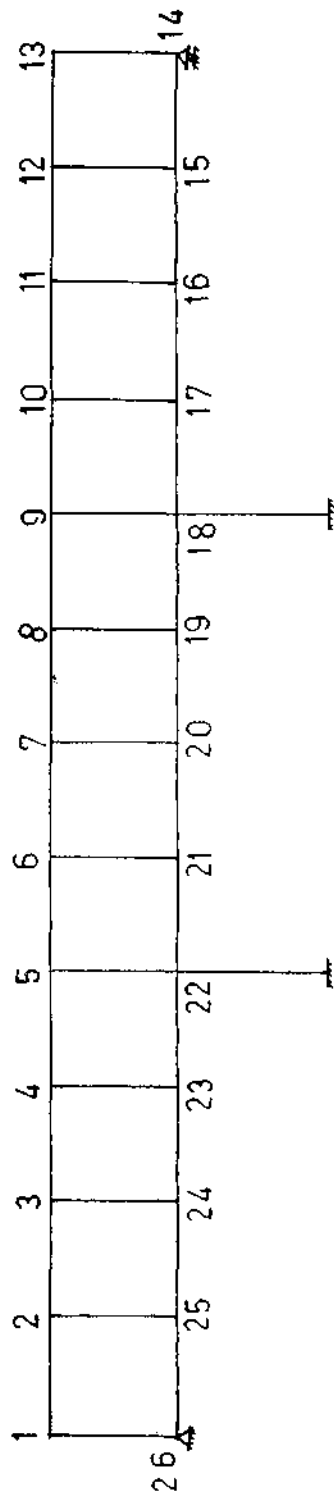
İ. M. O. İstanbul Şubesinden

İnşaat Mühendisleri Günü vesilesiyle Şubemizin tertiplediği Balo, bu sene de 19 Aralık 1963 Perşembe gecesi İstanbul Hilton'da verilecektir.

Arzu eden âzamız dâvetiyelerini İstanbul Şubesinden temin edebilirler.

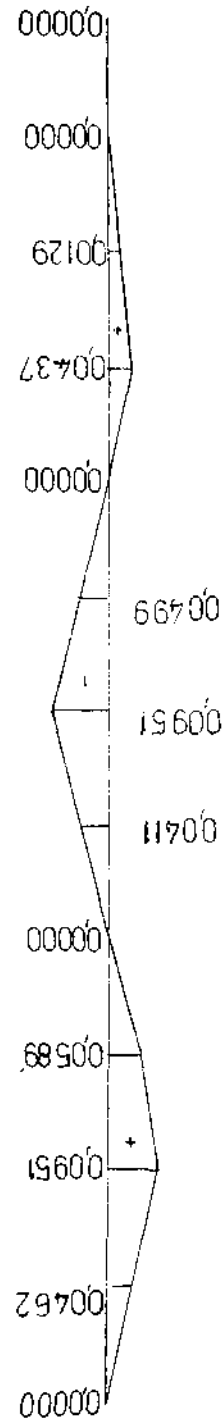
İ. M. O.
İstanbul Şubesi
İdare Heyeti

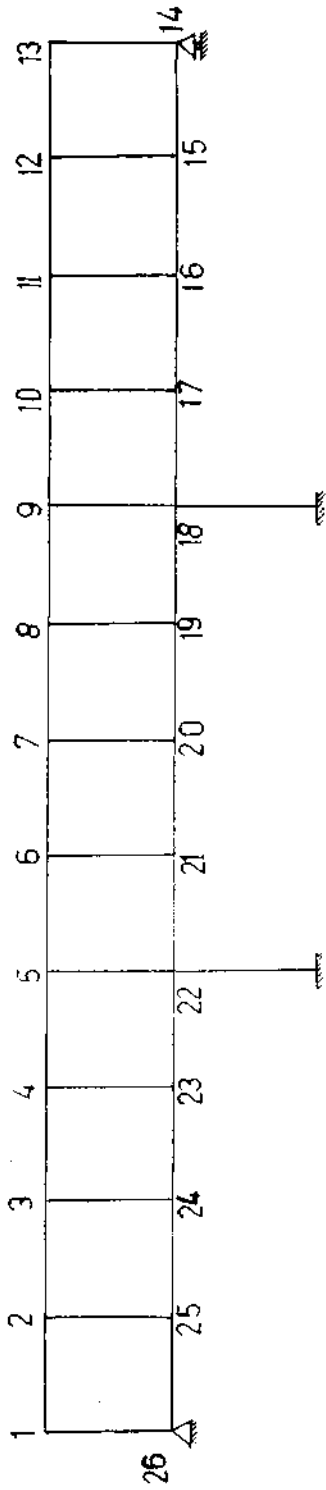
(Mühendislik - 250)



1. okuma	7800	4600	2150	6500	1800	9000	3000	1050	4600	5600	2200	3700	2100
2. okuma	7800	3700	4000	7700	1800	8200	4000	2100	4600	7400	2450	3700	2100
2 okuma farkı	000	900	1850	1250	000	800	1800	1050	000	800	250	000	000
1. okuma	7800	4600	2050	6350	1800	9000	5700	2000	4600	6600	2200	3700	2100
2. okuma	7800	3700	3900	7400	1800	8200	3800	3300	4600	7550	2500	3700	2100
2 okuma farkı	000	900	1800	1050	000	800	1900	900	000	900	300	000	000
2 fark orta -	000	900	1850	1150	000	800	1800	972	000	850	272	000	000
tesir çizgisi	000000	00462	00951	00589	00000	00411	00951	00499	00000	00437	00129	00000	00000
ordinatı													

MOMENT TESİR ÇİZGİSİ





İlk okuma	000	1500	4600	8500	9300	6100	4200	6700	100	4100	4150	10800	000
İkinci okuma	000	2600	55200	87500	99300	86400	55800	27500	100	8700	8000	7800	000
İki okuma farkı	000	24500	50600	79000	9000	80300	54200	20800	000	4600	3850	3000	000
Tesir çizgisi or	0000	0,188	0,388	0,606	0,691	0,616	0,402	0,159	0,000	0,035	0,030	0,023	0,000

NORMAL KUVVET TESİR ÇİZGİSİ

