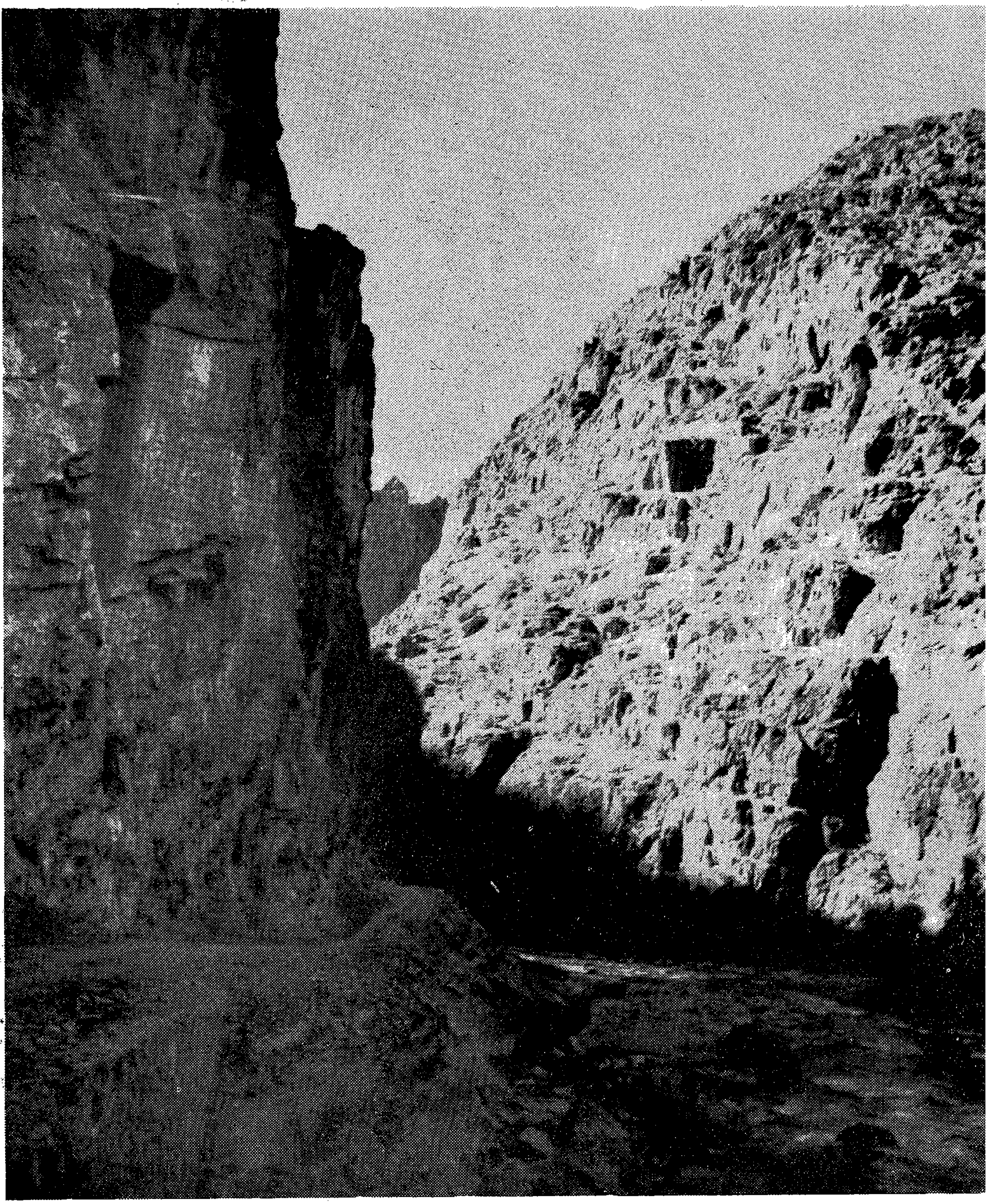
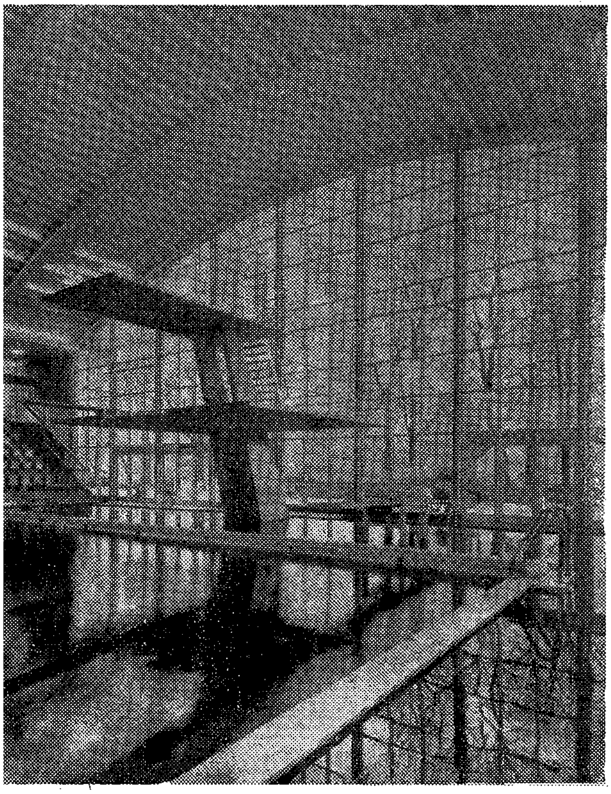
FOTOĞRAFLA MÜHI

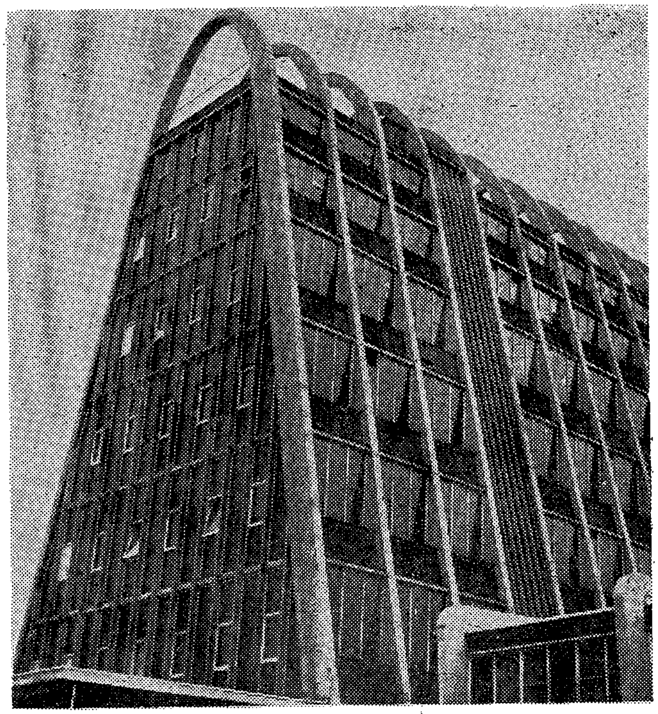


Hâkkari - Depin Minare kapanı

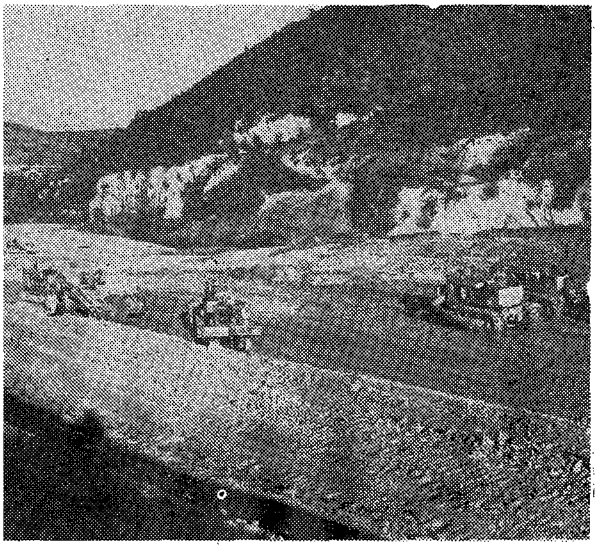
DİSLİK HABERLERİ



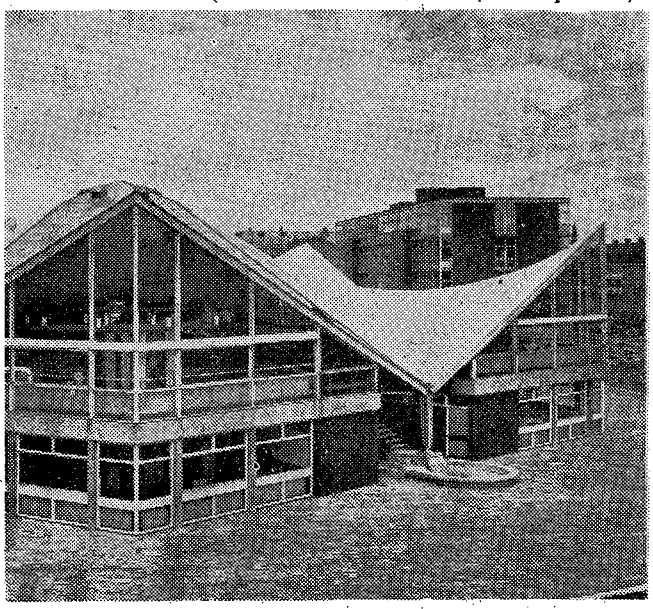
iltere'nin Manchester Belediyesi tarafından (Wy-nshawe) de yeni inşa ettirilen bu modern yüzme uzu 35 metre uzunluğunda, 25 metre genişliğinde ve 24 metre yüksekliğindedir
(Gönderen : **Muammer ÇETİNÇELİK**)



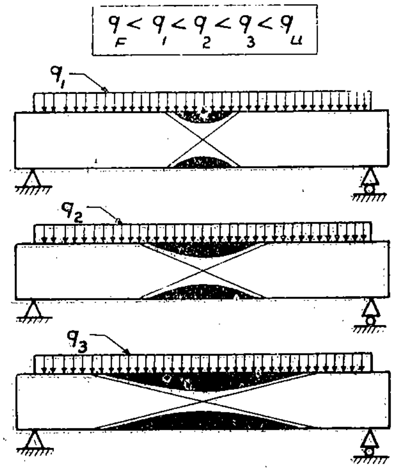
İngiltere'nin Manchester şehrinde yeni inşa olunan bu ticaret ve sanayi koleji ultra modern olup 2700 talebeyi içine alacak büyüklüktedir
(Gönderen : **Muammer ÇETİNÇELİK**)



Samsun - Çorum Yeni Yol km - 13



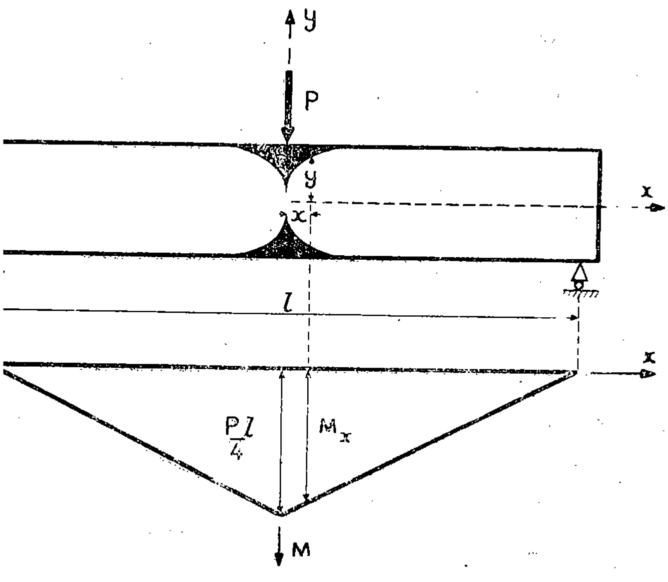
İngiltere'nin (Southwork) eyaletinde hiperbolik bir paraboloid şeklinde inşa olunan bu modern bina, bir kız orta okulu binasıdır ve 1200 talebeyi alabilecek büyüklüktedir. Binanın merkezî kısmında toplantı salonu, köşe kısımlarda ise dersaneler bulunmaktadır
(Gönderen : **Muammer ÇETİNÇELİK**)



Şekil — 14

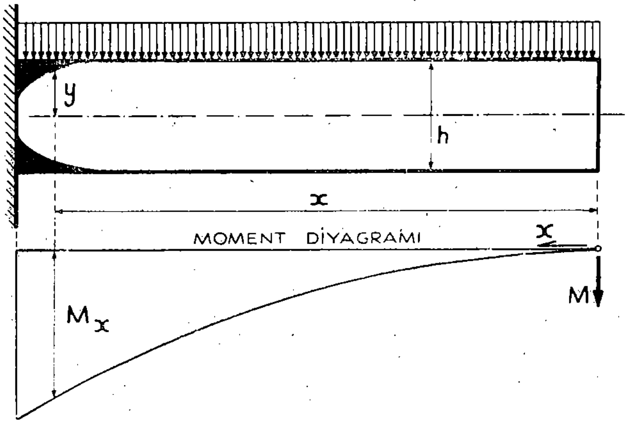
bulunur. Şekil : 15.

Konsol kirişlerde de aynı inceleme yapılabilir. Bu takdirde kuvvetin artması neticesinde başlayan plâstik şekil değişimi ankastre mesnetten başlar ve iki mesnetli kiriş problemlerinde olduğu gibi yalnız moment tesiri alınmamalı, plâstikleşme üzerine kesme



Şekil — 15

kuvvetinin de tesirini almalıdır. Zira, basit açıklıklı iki mesnetli kirişte eğilme momentinin maksimom olduğu bölgede, kesme kuvveti sıfırdır ve bu bölge yakınlarında da kesme kuvveti ufaktır. Halbuki konsol kirişte eğilme momentinin maksimom olduğu ankastre kesitte kesme kuvveti de maksimomdur. Bununla beraber, bir an için kesme kuvvetini almıyarak yalnız moment alınarak hesap yapılır; şekil : 16 da görüldüğü gibi üniform yük ile yüklü konsolda plâstik bölge-



Şekil — 16

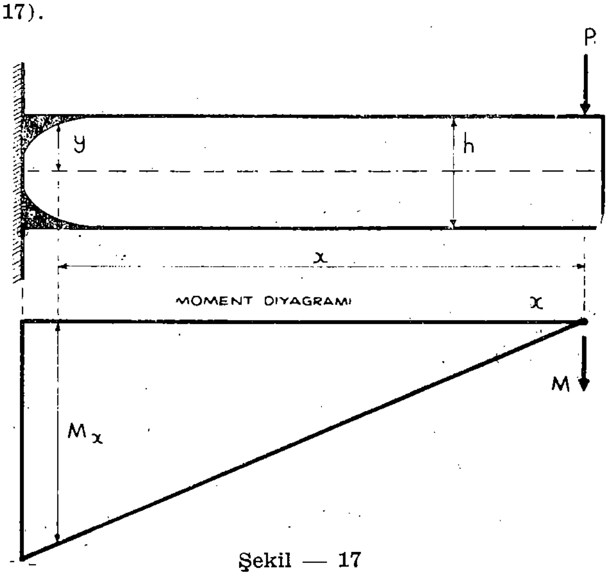
yi ayıran eğrinin bir ellips olduğu görülür. Bu ellipsin denklemi :

$$\frac{x^2}{\frac{bh^2}{2q}\sigma_f} + \frac{y^2}{\frac{3}{4}h^2} = 1$$

$$-\frac{h}{2} \leqslant y \leqslant \frac{h}{2}$$

$$O \leqslant x \leqslant l \qquad (19)$$

olur. Konsol ucunda münferit yük mevcut ise, plâstik bölgeyi ayıran sınır denklemi bir porebol çıkar. (Şekil : 17).



Şekil — 17

$$\frac{b\,\sigma_f}{3P}\left(\frac{3h^2}{4} - y^2\right) = x \qquad -\frac{h}{2} \leqslant y \leqslant \frac{h}{2}, \quad O \leqslant x \leqslant l \qquad (20)$$

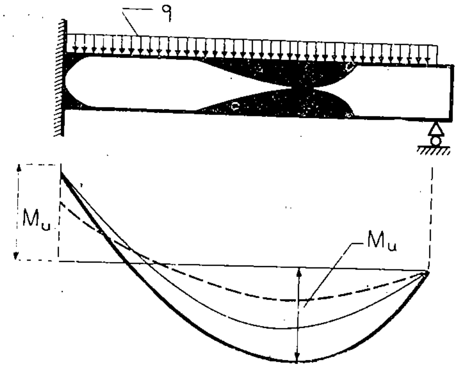
Karışık yükleme halinde benzer metodlar ile plâstik bölgeyi elâstik bölgeden ayıran sınır bulunur. Bu sınırlar incelendikten sonra, kirişin deformasyonu incelenebilir ve kirişte deformasyon yapmış ekseni veren

$$y'' = \frac{M}{EI}$$

denkleminin entegralini alırken elâstik bölgeyi plâstik bölgeden ayıran sınırın bilinmesi icabedeceği aşikârdır. Zirâ elâstik bölgede elâstisite katsayısı E olmasına mukabil, plâstik bölgede başka bir deformasyon modülü mevcuttur.

3 — Hiperstatik Sistemlerde Plâstik Şekil Değişimi ve Adaptasiyon :

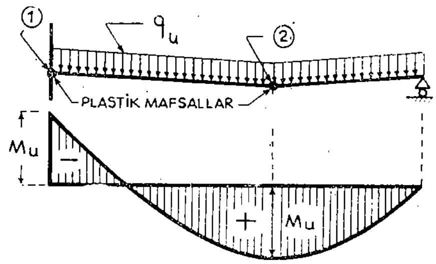
Hiperstatik sistemlerde plâstik şekil değişimi dikkate değer sonuçlar verir. Misâl olarak (Şekil : 18) de görülen hiperstatik kirişi göz önüne alalım.



Şekil — 18

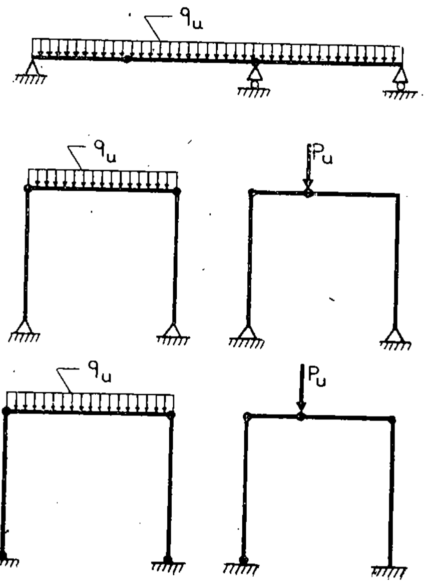
Bu kiriş bir q yayılı yükü ile yüklenmiş bulunsun ve bu (q) yükünü tedricen arttıralım. Ankastre mesnette eğilme momenti, elâstik şekil değişimi halinde daha büyük değerde olduğundan, q nün artması ile plâstik şekil değişimi ilk evvel ankastre mesnette başlıyacak ve sonra q arttıkça yayılacaktır. q artmakta devam ederse, ankastre mesnetteki moment, kesitin tam plâstikleşmesine tekabül eden M_u değerine eriştikten sonra, pekleşmeyen elasto-plâstik malzeme için, artık q ne kadar artarsa artsın, M_u momenti sabit kalacak diğer bir deyişle ankastre mesnette bir nevi mafsal meydana gelecek, yani kesit dönecek ve fakat M_u da bir artış olmıyacaktır. (q) bundan sonra artmakta devam ederse, bu sefer mesnetler arasındaki moment artacağından, neticede bu ara kesitlerin birinde plâstik şekil değişimi başlıyacaktır. q daha da artarsa, bu kesitteki moment en fazla M_u ya eşit olacak ve bu andan itibaren q yine artarsa, kesit dönecek fakat M_u artmıyacaktır, yani bu kesit de bir nevi mafsal olacaktır. İşte bu tip mafsallara (Plâstik Mafsal) denir. Bu incelenen misâlde bu ikinci plâstik mafsal teessüs ettikten sonra artık sistem oynak yani labil olur, şekil : 19.

(1) Kiriş ekseninin deformasyondan sonraki durumunun tayini için Timoshenko, Mukavemet cilt 2, sahife 315 (Türkçe Tercümesi) e müracaat ediniz.



Şekil — 19

İşte, bu labil hale tekabül eden q yayılı yükü, bu sistemin alabileceği en büyük yük olup q_u ile gösterilir. Tatbikatta bu q_u yükünün hususî bir ehemmiyeti mevcuttur. Sistemin emniyet ile taşıyabileceği q yükü bu q_u yükünü bir (n) emniyet katsayısı ile taksim ederek elde edilir. Buraya kadar olan incelemede (q) yükünün, ankastre mesnette plâstik şekil değişiminin başlamasına tekabül eden q_f gibi bir değerden itibaren labil dengenin zuhuruna tekabül eden q_u değerine kadar artaması sırasında, artık elâstik şekil değişiminde olduğu gibi (deplâsmanların boyutar yanında terki sonunda meydana çıkan süperpozisyon prensibi) mevcut değildir ve ankastre mesnette plâstik şekil değişimi başladıktan sonra bu mesnetteki kesidin dönmesi sürat kazanacağından bir nevî (sürtünmeli mafsal) olur ve q arttıkça, momentin artan değerleri mesnetler arasındaki kesite yüklenir, yani kısaca, sistem fazla zora mâruz yerinden fazla tesirleri başka kesite aktarır ki bu hâdiseye, canlı cisimler analojisi kullanılarak (adaptasyon) denmiştir(1). Adaptasyon hâdisesine hiperstatik bütün sistemlerde tesadüf edilebilir. Şekil : 20 de bazı hiperstatik sistemlerde, yükleme sonunda zuhur edecek plâstik mafsalların muhtemel



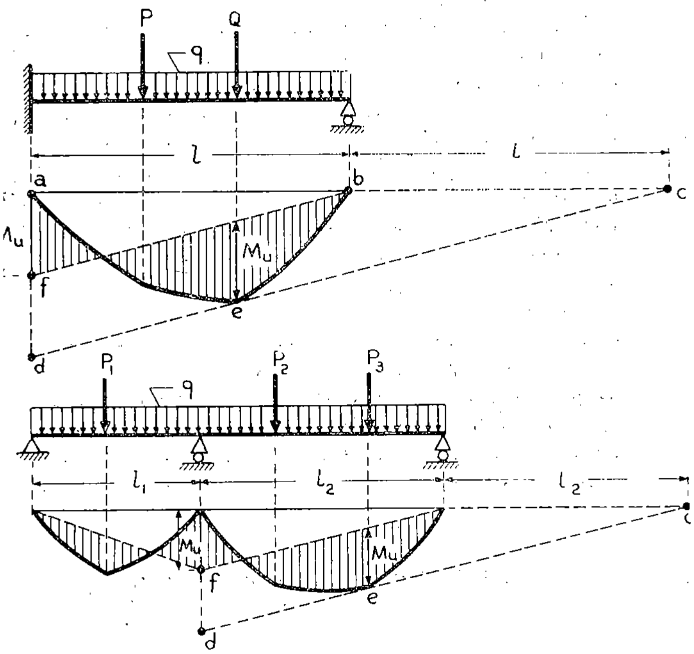
Şekil — 20

(1) L'Hermite : Deney ve Mukavemette yeni Teoriler, Türkçe tercümsi İ. T. Ü. yayını, 1946 sahife 93 e bakınız.

yerleri, yani dolayısiyle adaptasyonları gösterilmiş bulunmaktadır. Tatbikatta bu mafsal yerlerinin bilinmesi, sistemin alabileceği en büyük yüklemeyi tâyin ederek bundan bir emniyet katsayısı ile uzak kalınabilmesi bakımından çok önemlidir. Bu mafsal yerlerinin, karışık sistemlerde nasıl tâyin edilebileceği ayrı bir yazı konusu olarak (**Mühendislik Haberleri**) Mecmuasına gönderilecektir.

Yalnız burada, karışık bir yüklemeye maruz bir ucu ankastre ve bir ucu serbest bir kirişte veya iki açıklıklı mütemadi bir kirişte ikinci mafsal yerinin tâyini için şu metodu teklif edeceğiz.

Farz edelim ki şekil : 21 de görülen yüklemeye mâruz kirişte ankastre mesnetteki mafsalın teşekkülünden sonra aradaki ikinci mafsalın yeri tâyin edilecektir.



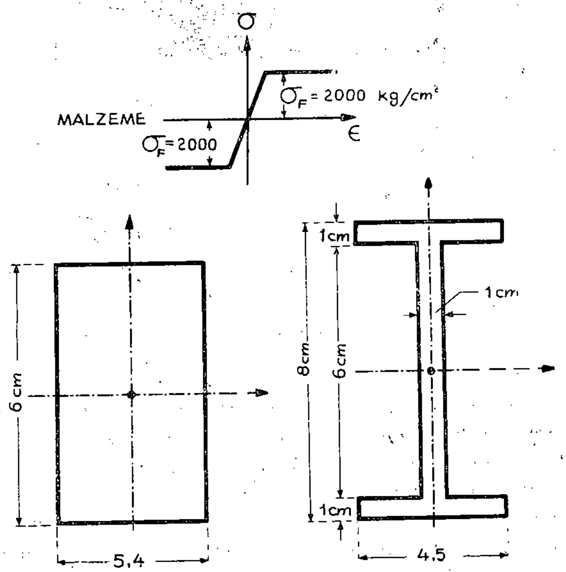
Şekil — 21

Kirişin, kesiti malûmdur, dolayısı ile alabileceği en büyük momenti hesaplanabilir. Şekil : 21 de görüldüğü gibi basit açıklıklı kirişe ait moment diyagramını çizelim ve (b) ucundan itibaren (bc = l) olmak üzere bir (c) noktasını alalım.

İşte (c) noktasından geçen ve moment diyagramına en dıştan değen cd hattının, diyagramına değdiği e noktası 2. mafsalın mevkiini verir. Zira ce hattı, a noktasından indirilen düşey hattı kestiği d noktasına kadar uzatılır ve ad nin f orta noktası alınarak b noktası ile birleştirilirse sistemin, plâstik mafsallar dolayısı ile (oynak) olmasına tekabül eden en büyük yüklemeye ait moment diyagramı elde edilmiş olur. Bu çizim ile bulunan M_u moment değeri, kesitin problemde verilmiş olması sebebi ile hesapla da tâyin edilmiş olduğundan, basit açıklıklı kiriş için keyfî bir ölçek ile önceden çizilmiş moment diyagramlarının hakikî ölçeği böylece tâyin edilmiş olur, ve buradan tekabül eden en büyük yükleme tâyin edilebilir. Sembolik olarak q_u ile göstereceğimiz bu yükleme tâyin edildikten sonra, bundan bir (n) emniyeti ile uzak kalacak şekilde (P_u) yüklemesi seçilebilir.

4 — Limit Analiz Metodu ile Boyut Seçilmesinde Hâkim Olan Esas Fikir ve Boyut Seçimi :

Bilindiği gibi, mukavemette kesit seçilmesinde kullanılan ana fikir, sistemi teşkil eden elemanlardaki maksimom gerilmeler σ_{em} emniyet gerilmesini geçmiyecek şekilde boyut tâyinidir. Emniyet gerilmesi ise (sünek = ductil) malzemede σ_f akma sınırını (n) emniyet katsayısına bölmek sureti ile elde olunan gerilmedir; yani $\sigma_{em} = \dfrac{\sigma_f}{n}$ dir. İşte (limit analiz) veya (taşıma gücü) metodunu tavsiye edenler, sebep olarak emniyet gerilmesi kullanılması halinde, hakikî yıkılma halinden eşit emniyet ile uzak kalınamadığı, bu halden eşit emniyet ile uzak kalınmasının ancak (Limit Analiz = Taşıma Gücü) metodu sayesinde kabil olduğunu



Şekil — 22

ileri sürmektedirler. Bu görüşü daha iyi açıklıyabilmek için (şekil — 22) de görülen iki kesiti düşünelim. Bu kesitlerin (W) mukavemet momentleri aynı değerde ve $W = 32{,}4$ cm³ olarak tertip edildiklerinden, mukavemette görülen σ_{em} emniyet gerilmesi esasına göre aynı malzemeden mamûl iseler, aynı ($M = \sigma_{em}\, W$) momentini emniyetle alabilmesi icabeder; ve bu da hesap olunursa, σ_{em}=1400 kg/cm² için :

$$M = \sigma_{em} \cdot W = 1400 \times 32.4 = 45150 \text{ kg.cm}$$

bulunur. Halbuki bu kesitler tam plâstik şekil değişimi elde edilinceye kadar yüklenmiş olsalar, $\sigma_f = 2000$ kg/cm² olan, pekleşmeyen elasto-plâstik malzeme için, alabilecekleri M_u momenti :

Dik dörtgen kesit :

$$M_u = \sigma_f \times \frac{bh^2}{4} = 2000 \times \frac{5.4 \times 6^2}{4} = 97200 \text{ kg.cm}$$

1 kesit için :

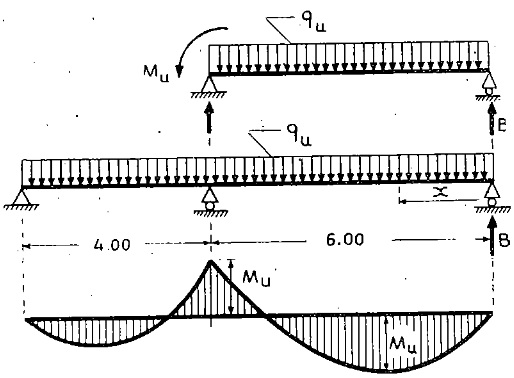
$$M_u = \sigma_f \cdot \frac{F}{2} \cdot \eta = 2000\ (4.5+3)\ 5.132 = 76980 \text{ kg.cm}$$

olur. Burada I kesit için yazılan ifadedeki η tarafsız eksenin üst ve alt kısmındaki kesit bölgeleri ağırlık merkezleri arasındaki mesafedir, şekil : 22. Şu halde, elemanın hakikî yükleme sınırını gösteren M_u momentleri esas alınırsa şekil : 22 deki kesitler için mevcut hakikî emniyetler :

$$\text{Dik dörtgen için :} \quad n_1 = \frac{M_u}{M} = \frac{97200}{45150} = 2.16$$

$$\text{I kesiti için :} \quad n_2 = \frac{M_u}{M} = \frac{76980}{45150} = 1.70$$

olur. Görülüyor ki, emniyet gerilmesi esasına göre aynı emniyette görülen iki kesit, hakikatta ayrı ayrı emniyet katsayılarını haizdir. Keza buradan görülüyor ki taşıma gücü esasına göre yapılan kesit seçiminde, kesit şeklinin de emniyet katsayısına tesiri olmaktadır. Aynı W mukavemet momentini haiz dik dörtgen ve putrel kesitler mukayese edilirse dik dörtgen kesit, putrel kesitten daha büyük bir M_u momentini almaktadır. Bununla beraber (Taşıma gücü) esası ile kesit seçiminde de yine (putrel kesit tipi) veya (profilli tipler) uygun düşer. Zira böylece sehimlerin ufak çıkması temin edilir. Kesitler için bu noktaları gördükten sonra (sistemlerin) boyutlandırılmasında (Limit Analiz) veya (Taşıma Gücü) metodunun tatbikini inceleyebiliriz. Bu tip problemler de, tıpkı mukavemet problemlerinde olduğu gibi, kuvvet verilmiş iken kesit boyutunun tâyini, veya kesit boyutu verilmiş iken sistemin taşıyabileceği yükleri tâyin etmek gibi iki tiptedir. Misâl olarak şekil : 22 de boyutları verilmiş bulunan mütemadi kiriş q = 0.8 t/m lik bir yayılı yük ile yüklenmiştir.



Şekil — 23

Bu kiriş putrel kesitli olup A = 1.25 emniyeti ile bu yükü taşıyabilmesi için muvafık kesit boyutunu tâyin ediniz.

Emniyet katsayısı n = 1.25 verildiğine göre

$$q = 0.8 = \frac{q_u}{1.25} \text{ olduğundan } q_u = 1{,}00 \text{ t/m. bulu-}$$

nur. Buna göre 2. açıklıkta mesnet momenti ile, mesnetler arasındaki moment M_u ya eşit olması halinde sistem labil olacaktır. Bu durumu gösteren moment diyagramından, 2. açıklıktaki kesme kuvveti :

$$T_x = \frac{q_u\, l_2}{2} - \frac{M_u}{l_2} - q_u X$$

buradan, kesme kuvvetinin sıfırdan geçtiği nokta :

$$T_x = O \longrightarrow X = \frac{l_2}{2} - \frac{M_u}{q_u\, l_2}$$

bulunur. Burada $l_2 = 6$ metre, $q_u = 1$ t/m yazılırsa :

$$X = 3 - \frac{M_u}{6.00}$$

olur. Bu mevkideki eğilme momentinin M_u olduğuna dikkat ederek, buradaki eğilme momenti yazılırsa :

$$M_u = A\chi - \frac{q_u x^2}{2} = \left(3.00 - \frac{M_u}{6.00}\right)$$

$$\left(3.000 - \frac{M_u}{6.00}\right) - \frac{1}{2}\left(3.00 - \frac{M_u}{6.00}\right)^2$$

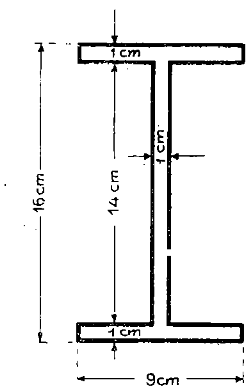
bulunur. Buradan :

$$M_u^2 - 108\, M_u + 324 = O$$

elde olunur. M_u hesaplanırsa $M_u \leqslant \frac{q\, l^2}{8}$ olduğuna dikkat ederek :

$$M_u = 2.6 \text{ t.m}$$

bulunur. Bundan sonra (Taşıma Gücü) esasına göre kesit seçimi için yapılmış tablolardan kesit boyutu seçilir.



Şekil — 24

Şekil : 24 de seçilen kesit görülmektedir. Bu kesitin alabileceği M_u momenti hesaplanırsa,

$F = 32 \text{ cm}^2$, $\eta = 11.5$ cm olduğundan :

$$M_u = \sigma_f \cdot \frac{F}{2} \cdot \eta = 2000 \times 16 \times 11.5 = 3.68 \text{ t.m.}$$

bulunur. Burada dikkat edilecek nokta bu kirişin q = 0.8 t/m lik yükü 1,25 emniyeti ile taşıdığıdır. Ve şekil 23 de görülen kesitte bu yük altında elâstik sınır esasen geçilmemiş bulunmaktadır. Filhakika, elâstik deformasyon için q = 0.8 t/m lik yük altında mesnet momenti hesap olunursa :

$$M = -\frac{0.8\ (6.00^3+4.00^3)}{8\ (6.00+4.00)} = -2.80 \text{ t.m}$$

bulunur. Seçilmiş bulunan kesitte W mukavemet momenti hesaplanırsa W=155,34 cm³ olur. Bu duruma göre mevcut yük altında, verilen kesit için :

$$\sigma_{max} = \frac{M}{W} = \frac{2.80 \times 10^5}{155.34} \leqslant \sigma_f = 2000 \text{ kg/cm}^2$$

olur.

Kesit verilmiş iken sistemin verilen bir emniyet ile taşıyabileceği yükün hesabı da benzer olarak yapılabilir. Misâl olarak (şekil : 25) de görülen kirişi alalım. Bu kirişin kesiti şekil 24 deki gibi olsun.

Bu kirişin üzerindeki yayılı yük q olsun, ve münferit P_1 ve P_2 kuvvetleri ile q yükü arasında :

$$P_1 = 3q \qquad P_2 = 4q$$

bağlantısı bulunsun. Bu duruma göre bu kirişin n = 1,25 ile taşıyabileceği q yayılı yükü ile P_1 ve P_2 yükünü hesap edelim.

Emniyet n = 1,25 olduğundan $q_u = 1,25\ q$ ve $(P_1)_u = 1,25\ 3q$ ve $(P_2)_u = 1,25.4q$ değerleri için sistem şekil 19 da görüldüğü gibi, plâstik mafsalların zuhuruna tekabül eden oynak hale geçer. Buna göre, şekil 24 deki kirişte mesnetler arasındaki maksimom momentin mevkii :

$$T_x = 1,25 \left(\frac{5\,q}{2} + \frac{4,5\,q}{5} + \frac{12\,q}{5}\right) - \frac{3680}{5} - 1,25\,q\,x = 0$$

Buradan :

$$T_x = 0 \text{ için } \chi = \frac{1}{1,25\,q}\left(\frac{29}{4}\,q - 736\right)$$

bulunur. Buradan χ mevkiindeki momentin $M_u = 3680$ kg.m olacağı ifade edilirse :

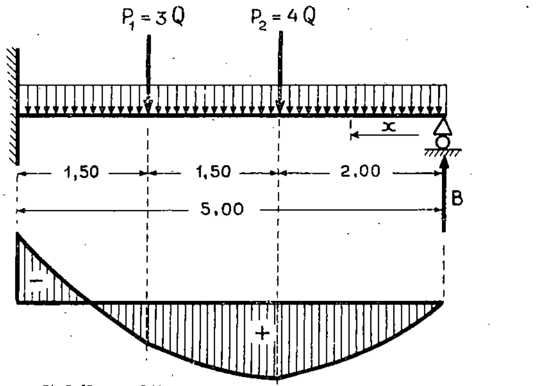
$$M_u = 3680 = \frac{1}{1,25\,q}\left(\frac{29}{4}\,q - 736\right)^2 - \frac{1.25q}{2}\left(\frac{1}{1.25q}\right)^2\left(\frac{29}{4}\,q - 736\right)^2$$

veya

$$q^2 - 203q - 10305.7 = 0$$

elde olunur. Bu denklemin kökleri bulunmadığından M_x in P_2 kuvveti ile B mesnedi arasındaki (1) bölgesinde maksimomdan geçmediği anlaşılır.

İkinci adım olarak P_2 kuvvetinin hizasında M_x in maksimumdan geçtiği ifade edilirse $\chi = 2.00$ m yazarak :



Şekil — 25

$$M_u = 3680 = 2.00\left[1.25\left(\frac{5q}{4} + \frac{4.5q}{5} + \frac{12q}{5}\right) - \frac{3680}{5}\right] - 1,25q \times 2.00$$

buradan:

$$q = 429,3 \quad \text{kg/m}$$
$$P_1 = 3q = 1287,9 \text{ kg}$$
$$P_2 = 4q = 1717,2 \text{ kg}$$

elde edilir. n = 1,25 emniyeti ile taşınacak olan bu yüklemede yine şekil değişiminin elâstik bölgede olduğunu $\frac{M_{max}}{W} = \sigma_{max}$ hesaplayarak görmek kabildir.

Hülâsa ve Netice :

Pekleşmeyen elasto-plâstik malzeme için buraya kadar hülâsa edilmiş olan (elemanter) hususlar, kesitin simetrik ve yüklemenin simetri ekseninden geçen düzlemde bulunması hali için incelenmiştir. Yüklerin bu düzlemde bulunmaması, yani eğilmenin eğik olması hali problem başka hususiyetler ve güçlükler arz eder.(1)

Keza, konu hakkında kısa bir bilgi verebilmek için yapılan hesaplarda, çerçevelerde tesadüf edilen (Normal Kuvvet+Eğilme) hali de göz önüne alınmamıştır.(2) Ayrıca kesme kuvvetinin, plâstik şekil değişimine tesiri de alınmamıştır. Halbuki mesnet şartlarının hususiyetlerine göre, (meselâ bir ucu ankastre bir ucu boşta olan kirişte) kesme kuvvetinin tesiri önemli bir rol oynar.

Bütün bunlara ilâve olarak kesitlerin dönmeleri için bir sınır konulmamıştır. Halbuki kesitlerin dönmeleri dolayısı ile en üst ve en alt liflerdeki birim uzama ε_b kopma uzamasına erişecek olursa, kirişte buradan, kırılma başlıyacağından, bazı hallerde, meselâ (Betonarme Kesitlerde) veya nisbeten gevrek (Fragil) metal alaşımlarında bu faktör önemli bir rol oynıyabilir.

Hülâsa : (Taşıma Gücü) esasına göre kesit seçilmesi şimdilik bazı büyük açıklıklı sistemler ile tayyare mühendisliği ve bazı endüstri problemleri gibi hassas hesaba ihtiyaç gösterilen yerlerde kullanmağa elverişlidir, gibi görünüyor. Şüphesiz yukarıda ihmâl edildiği belirtilen hususların incelenmesi ancak buraya kadar izah edilen elemanter esasların öğrenilmesinden sonra kabil olur.

(1) Bu konu için şu kitaba müracaat ediniz : Orhan Ünsaç (Eğik eğilmeye maruz kesitlerin Tam plastik ve elasto-plastik eğilmesi). İ. T. Ü. Yayını, 1959.

(2) Bu hususta şu kitaba bakınız. Orhan Ünsaç (Normal Kuvvet ile birlikte eğik eğilmeye maruz Kesitlerin Tam Plastik Deformasyonu) İ.T.Ü. yayını 1960.