

Bir Kabuk Çatının Alın Kirişinde Gerilme Dağılımının Fotoelastisitesiyle Tetkiki

Yazan :

J. E. GIBSOY and D. W. COOPER (*)

Çeviren :

Erol ÖNDER

Yük. Müh.



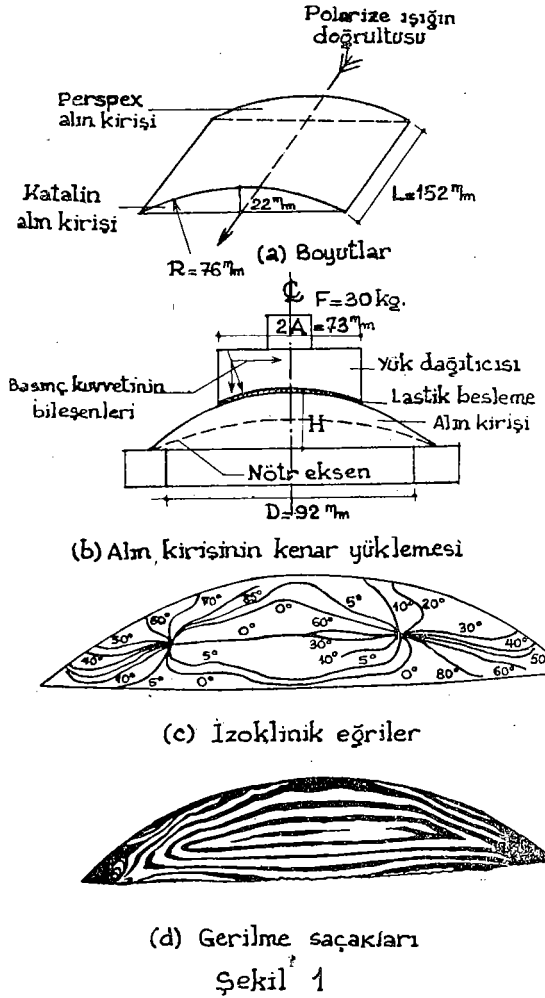
Bu araştırma bir model kabuk çatının alın kirişindeki gerilme dağılımının hesap kabullerini formüle eden ifadelerle göre incelenebilmesi için yapılmıştır.

Kabuk çatı ince sellüloidden, alınan kirişlerinden biri alçak gerilme optik aktiviteli perspexden ve diğeri nisbeten yüksek gerilme optik aktiviteli katalinden yapılmıştır. Böylece model yüklenip kabuk tulanı eksenine paralel doğrultuda geçirilen polarize ışık altında incelendiği zaman, gerilme saçakları -franjlari- sadece katalinden yapılan alın kirişinde rasad edilmiştir. Şekil : 1 a da modelin incelenme metodu ve boyutları gösterilmiştir. Şekil : 2 a da gösterildiği gibi, ilk önce, uçlarında ağırlıklar asılı olan bir düz lastik şerit vasıtasıyla bütün kabuğa üniform yük tatbik edilmiştir. Şekil : 2 b den görüldüğü üzere, toplam yükleme nispeten yüksek olduğu halde alın kirişinde sadece pek az bir eğilme hasıl olmuştur. Bu şeklin incelenmesi, bize, sıfır saçağının alın kirişi kesitinin hemen hemen orta çizgisi boyunca geçtiğini, pek az, fakat hissedilir derecede basit bir eğilme formunun teşekkül ettiğini gösterir; yani sıfır saçağı kiriş kesitinin nötr eksenidir. Alın kirişindeki gerilme dağılımının fotoelastik analizini yöneltmek için, Şekil : 1 b ve 1 d de gösterildiği gibi, nisbeten büyük bir kenar yükü tatbik etmek suretiyle alın kirişindeki kuvvetlerin arttırılması kararlaştırılmış, böylece analiz maksatları için daha iyi bir gerilme sisilesi elde edilmiştir. Bu kenar yük, yükleme cihazı vasıtasıyla mümkün olduğu kadar üniform şekilde alın kirişi üzerinde dağıtılmıştır. Bu yükleme cihazının boyutları Şekil : 1 b de verilmiştir. Yukardaki dağıtıcının kabuk üzerinde $2A = 73$ mm. genişlikte üniform olarak 30 kg. lık bir direkt yükün tatbikine imkân verdiği farzedilmiştir. Neticе gerilme saçakları ve izoklinik fotoğraflar Şekil : 1 c ve 1 d de gösterilmiştir.

Alın kirişinin merkez kesiti, yukarıda bahsi geçen gerilme saçakları ve izoklinik diyagramlardan analiz edilmiş ve bu kesit boyunca gerilme dağılımı Şekil : 3 de gösterilmiştir.

Elde edilen gerilme dağılımı neticelerinden alın kirişinin merkezindeki eğilme momenti hesaplanmış ve kaydedilmiştir. Normal gerilme dağılımının saçaklar biriminde olduğu -boyutu (inç.)- görülmektedir. (**)

(*) The Design of Cylindrical Shell Roofs - 1954 baskısı



(**) Modeli kateden ve asal gerilme doğrultularında kutuplanmış olan ışık dalgalarının yol itibarıyla izafi geri kalmasını ifade edelim :

$$r = C [\sigma_1 - \sigma_{11}] d = 2 \Delta c (n_1 - n_2) \text{ [mm.]}$$

$$C \text{ Fotoelastikiyet kat sayısı [mm}^2/\text{kg.]}$$

$$\sigma_1, \sigma_{11} \text{ Asal gerilmeler [kg/mm}^2\text{]}$$

$$d \text{ Model levhanın kalınlığı [mm.]}$$

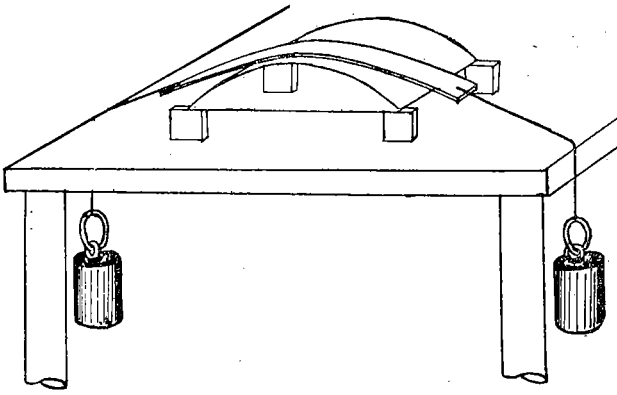
Δc Optik sistemdeki ayarlayıcı aletin levha kalınlıklarıyla ilgili değişken bir değer [mm.]

n_1, n_2 Modelin yüklenmiş olması halinde ayarlayıcı alette husule gelecek asal gerilme doğrultularında kutuplanan ışık dalgalarına ait kırılmanın mutlak indisleri.

2

Bu ifadede $\sigma_{11} = 0$ yapılırsa, $\sigma_1 = \frac{2}{Cd} \Delta c (n_1 - n_2)$ şeklini alır.

Formüldeki $\Delta c (n_1 - n_2)$, saçaklar birimindeki gerilmeyi gösterir.



(a) Bir model kabuk çatıda lastik yük şeridi



(b) Gerilme saçakları

Şekil 2

Saçaklar birimindeki gerilmeye kg/mm^2 ye çevirmek için onu $\frac{1}{2}$ terimiyle çoğaltmak icap eder.

$f = I/C$ (kg/mm^2) ye "malzemenin gerilme saçakları değeri" denir. Katalin malzeme için $f = 0.0214 \text{ kg/mm}^2$ dir. Model alın kirişinin kalınlığı $d = 3.54 \text{ mm}$ dir.

Maksimum üst ve alt lif gerilmeleri $\frac{2f}{d}$ veya $\frac{2f}{C d}$ faktörleriyle çoğaltarak ve inç'i mm. ye çevire-

rek : $-4.25 \times 25.4 \times 2 \times 0.0214 = -1.305 \text{ kg/mm}^2$ maksimum basınç gerilmesi

$+3.70 \times 25.4 \times 2 \times 0.0214 = +1.135 \text{ kg./mm}^2$ maksimum çekme gerilmesi buluruz.

Bu şekillerden ve yukarıdaki diagramdan alın kirişinin kesit boyunca pek az bir ilâve basınç gerilmesi alması dolayısıyla hemen hemen basit eğilme halinde olduğu aşıkâr surette görülmektedir. Dairevi bir kemer üzerine yükleme tatbik edilince, bu basınç gerilmesinin Şekil : 1 b de gösterildiği gibi mevcut bulunacağı aşağı yukarı belidir ve tabiatıyla kabuktan alın kirişine gelen kesme kuvveti onu çekmeye maruz bırakırken gerçek hallerden farklı düşünülmüş olmaktadır. Böyle bir kesme kuvvetinin tecrübi bakımdan sadece kenar yüklemesiyle hasil edilmesi oldukça güç idi, bu sebepten zıt bir durum mevcut olacaktır.

Şekil : 1 b yi tetkik edersek, tatbik edilen yüklemenin düşey ve yatay bileşenlerine ayrılabilceğini ve vu yatay bileşenlerin küçük basınç gerilmelerine sebebiyet

vereceğini görebiliriz. Şekil : 1 b deki alın kirişi uzunluğunun büyük kısmının tamamında kesikli çizgiyle gösterilen ve orta çizgi kesidine tekâbüle eden nötr eksen civarındaki eğilmeyi tetkik etmek enteresandır. Bunun Şekil : 1 de de gerilme saçakları fotoğrafındaki tekil nokta veya uzaklaşmış sıfır saçakları vasıtasıyla açıkça görebiliriz. Orta çizgi kesidi boyunca asal gerilmeler $\sigma_1 = \sigma_{11} = 0$ dir; yani asal gerilmelerin sıfır olduğu noktaları ihtiva eden çizgi kirişin nötr eksenidir. Gerilme dağılımı diagramından merkez çizgisi kesidi -simetrik eksen- boyunca, maksimum eğilme momenti 362 kg. mm. bulunmuştur.

Mukayese yoluyla, eğer alın kirişi basit mesnetlendirilmiş ve $2A = 73 \text{ mm.}$ uzunluğa tesir eden 30 kg. lık üniform yüklemeye maruz bir kiriş farzedilirse, kabuğun basıncı yüzünden yükün yeniden dağılımını ihmal ederek aşağıdaki basit hesaplama maksimum basit eğilme momenti ve lif gerilmelerini tayin ederiz.

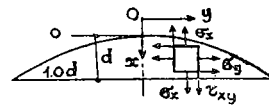
Birim boydaki eşdeğer üniform yük W olsun.
Merkez kesitindeki yaklaşık eğilme momenti :

$$M_c = \frac{W A \cdot D}{2} - \frac{W A \cdot A}{2}$$

$$\text{Bahsi geçen toplam yük: } F = 2WA = \frac{1}{4} F (D-A)$$

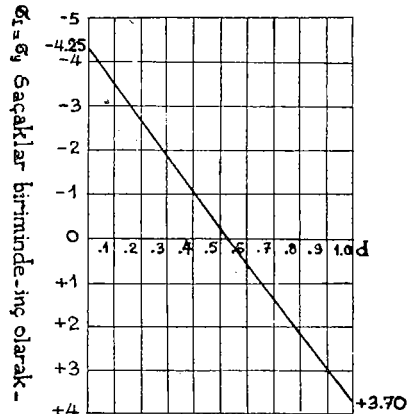
Orta çizgi kesiti nötr eksen farzedilmiştir.

$$\text{Merkez çizgi kesitindeki atalet momenti : } I_c = \frac{d^3 H^3}{12}$$



Normal Gerilmeler σ_y, σ_x
Kayma Gerilmesi τ_{xy}

Eleman üzerinde gerilmeler



Merkez kesiti boyunca
normal gerilme dağılımı

Şekil 3

d Alın kirişi kalınlığı.

H Alın kirişinin maksimum yüksekliği.

$$\text{Maksimum lif gerilmesi : } \sigma_{\max} = \frac{M_c}{I_c} \cdot \frac{H}{2} = \frac{M_c \cdot 6}{d \cdot H^2}$$

Şekil : 1 b de verilen değerlerden faydalanarak :

Maksimum eğilme momenti : 415 kg./mm.

Maksimum üst lif gerilmesi $\sigma_{\max} = 1.412 \text{ kg/mm}^2$

Yukarıda elde edilen neticeler fotoelastisiteyle tayin edilenlerle münasip şekilde mukayese edilir. Normal yükleme şartları altında sadece alın kirişinin önemsiz eğilmesi hasıl olur ve nötr eksen civarında vukubulan eğilme alın kirişinin orta çizgisi kesindedir.

Sadece çok önemsiz bir eğilme momentinin hasıl olması radyal sehimi orada kaybolacağını farzeden hesap kabulünü bu bakımdan haklı çıkarır. Alın kirişini öyle inşa etmek mümkündür ki onun tabii rijidliği sehimi önlesin. Böyle bir keyfiyet hesaplayıcı mühendisin başlangıç kabullerini haklı çıkarır; bunun neticesi olarak hesaplanan momentler ve kuvvetler geçgildir. Aşıkâr surette bilinmektedir ki alın kirişinin rijidliği onun kalınlığına doğru orantılıdır ve modelde bu kalınlık değerlendirilebilecek büyüktüktte bir ölçekle verilerek küçük eğilmelerin hasıl olması sağlanmıştır. Eğer nispeten ince bir alın kirişi kullanılırsa herhangi bir radyal sehimi mümkün olduğu kadar fazla elimine etmek ikin ilkel gerilme tatbik edilmelidir.

T. C. BAYINDIRLIK BAKANLIĞI Yapı ve İmar İşleri Reisliğinden

- 1 — Erzurum Atatürk Üniversitesi Alçak ve Yüksek gerilim şebeke tesisatı ikmalî işi 2490 sayılı kanun hükümlerine göre kapalı zarf usulü ile eksiltmeye konulmuştur.
 - 2 — İşin keşif bedeli (1.801.289,19) liradır.
 - 3 — Eksiltme Ankara'da Bayındırlık Bakanlığı Yapı ve İmar İşleri Reisliği Eksiltme Komisyonunda 14.6.1966 Salı günü saat 16 da yapılacaktır.
 - 4 — Eksiltme şartnamesi ve diğer evrakları mezkûr Reislikte görülebilir.
 - 5 — Eksiltmeye girebilmek için isteklilerden :
 - a) (67.789,—) liralık geçici teminatını,
 - b) 1966 yılına ait Ticaret Odası Belgesini,
 - c) Müracaat dilekçeleriyle birlikte verecekleri (Eksiltme şartnamesinde belirtilen ve usulüne göre hazırlanmış olan) plân ve teçhizat beyannamesi teknik personel beyannamesi, taahhüt beyannamesi Bayındırlık Bakanlığından almış oldukları (G) grubundan keşif bedeli kadar işin eksiltmesine girebileceklerini gösterir müttahhitlik karnesinin aslı ile karneye esas işlere ait belgelerin asıllarının ibrazı suretiyle Yapı ve İmar İşleri Reisliği Bölge Komisyonundan alacakları yeterlik belgesini teklif mektupları ile birlikte zarfa koymaları lâzımdır.
 - 6 — İstekliler teklif mektuplarını 14.6.1966 Salı günü saat 15'e kadar makbuz mukabilinde İhale Komisyonu Başkanlığına vereceklerdir.
 - 7 — Yeterlik belgesinin son müracaat tarihi 9.6.1966 Perşembe günü mesai saati sonuna kadardır. Telgrafla müracaatlar ve postada vaki gecikmeler kabul edilmez.
- Keyfiyet ilân olunur.

(Basın A. 5884) 132