

nilabilir. Bundan sonra dinamik yükler altındaki ölçme, kolay yanına yaklaşılabilen ve büyük ölçme uzunluklu aletlerin yerleştirilmesine imkân veren az sayıdaki noktalara inhisar ettirilir. Elâstik halde kuvvet ve şekil değiştirme arasında lineer bağıntı bulunduğundan, statik ve dinamik ölçmeleri yapılmış olan bir noktadan diğer bütün noktaların şekil değiştirme ve gerilme haline geçilebilir. Dinamik kuvvetler altındaki deneylerde genellikle gerilme ve şekil değiştirme olayı ölçme aletlerini okumaya zaman kalmayacak kadar hızlı ilerler. Bu sebeple ölçme aletleri tarafından alınan değerleri kaydeden aletleri kullanmak mecburiyeti vardır. Ölçme ve kaydedici aletlerin olayı izleyebilecek derecede küçük ataletli olması gerekir. Mekanik esas üzerinde inşa edilen aletlerle ancak 100 - 300 Hertz'e kadar doğru kayıt yapılabilir. Daha yüksek frekanslarda sadece elektrikli ölçme araçları bahis konusu olur. Bundan başka her alet muayyen bazı frekans aralıklarında doğru kayıt yapabilecek şekilde inşa edilir. Kuvvetin ihtimalle ilgili olduğu hallerde gözlemler önemli derecede uzun zaman boyunca yapılır. Büyük bir zaman aralığında yapılan çok sayıdaki ölçmeler yardımıyla muayyen değeri haiz şekil değiştirmelerin tekerrürü bulunabilir. Bu maksatla özel sayıcı aleylerden istifade edilir.

Nihayet, elastisitede hareket büyüklüklerinin yer ve şekil değiştirme olmak üzere iki büyük gruba ayrıldığını söylemek isteriz. Dış etkiler tarafından meydana getirilen yer değiştirmeleri, kesit etkileri tarafından meydana getirilen şekil değiştirmeleri ile ilgili olduğundan doğrudan doğruya şekil değiştirmenin ölçülemediği hallerde yer değiştirme ölçmeleri yardımıyla şekil değiştirmeleri elde edilir. Yer değiştirmeler dış kuvvetlerden doğan ötelenme (yatay ötelenme ile düşey ötelenme) ve dış momentlerden doğan dönme (eğilme dönmesi ile burulma dönmesi), şekil değiştirmeler ise kesit kuvvetlerinden doğan iki kesit arasındaki aralık değişmesi (uzama ile kayma) ve kesit momentlerinden doğan açı değişmesi (eğilme açısı ile burulma açısı) dan ibarettir. Uygun ölçme metodları ve aletlerinin seçilebilmesi bakımından bunların göz önünde tutulması gerekir.

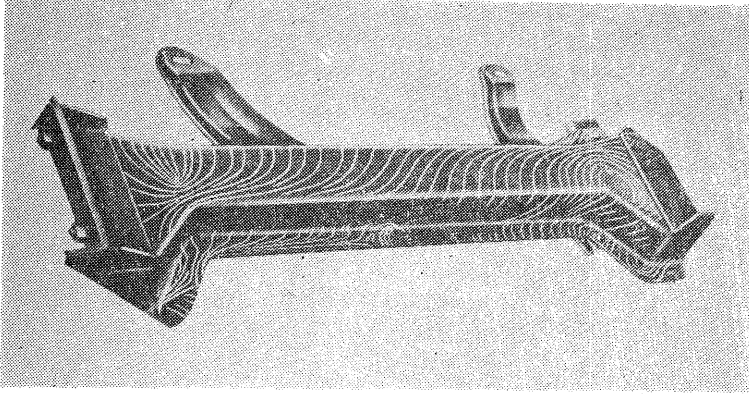
2 — Ölçme Metodları :

Bu bölümde gerilme ve şekil değiştirme ölçme metodlarının en önemlileri özetlenecektir.

2.1 Mekânîk Metodlar :

2.11 Gevrek Lak Metodu (Uzama çizgileri metodu) :

Yüzeyine gevrek lak tabakası sürülmüş bir yapı elemanı zorlanırsa lak tabakası asal çekme gerilmelerine dik doğrultuda çatlaklar. Bu şekilde meydana gelen çatlak çizgileri tüm yapı elemanında asal gerilme doğrultularını verirler. Gerilme hali bilinen laklanmış mukayese çubuğu yardımıyla yaklaşık olarak asal çekme gerilme miktarları da tayin edilebilir. Bu metodla dinamik ölçmeler de yapılabilir.

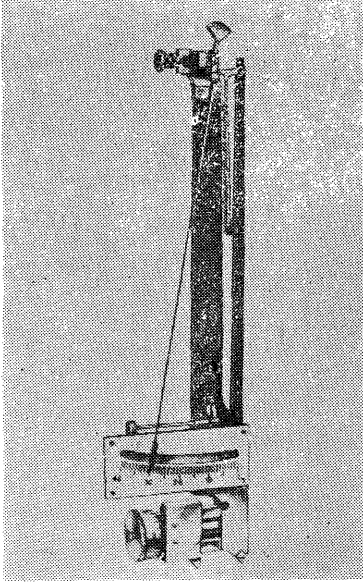


Şekil : 1 Gevrek lak metodu ile asal uzama çizgilerinin elde edilmesi (Hottinger.)

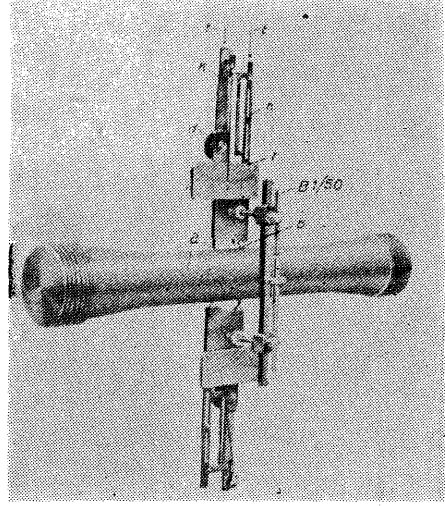
En mükemmel gevrek lak metodu, Magnaflux Corporation Chicago, Illinois U.S.A. firmasının Stresscoat metodudur. Sıcaklık, rutubet ve zaman faktörlerine itina gösterilirse, bu metodla kantitatif neticeler elde edilebilir.

2.12 Lövyeli ekstansmetreler (Lövyeli uzama ölçer) :

Lövyeli ekstansometrede uzamalar bıçak şeklindeki ayaklar vasıtasıyla alınır ve bir lövyeye yardımıyla mekanik olarak takriben 300 - 3000 defa büyütülür. Elektronikçi olmayanlar tarafından da kolayca anlaşılabilen bu çalışma tarzından dolayı lövyeli ekstansometreler bugün dahi uzama ölçmelerinde, ölçme yerlerinin az sayıda olması ve yanına kolayca yaklaşılabilmesi, uzamaların tam statik olması ve yapı elemanının titreşiminin beklenmemesi halinde severek kullanılmaktadır.



Şekil 2 : Lövyeli ekstansometre
(Huggenberger, Tip FX)



Şekil 3 : İki adet lövyeli ekstansometre (Huggenberger, Tip C) yardımıyla uzamaların ölçülmesi

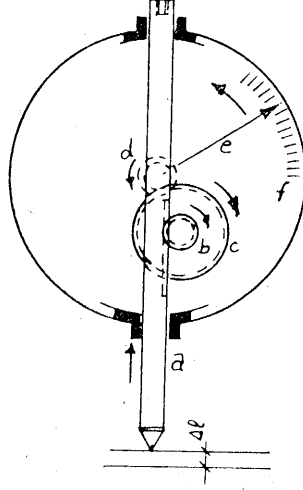
2.13 Torsiyonlu Ekstansometreler :

Torsiyonlu ekstansometrede, lövyeli mekanizma yerine, yarısı bir yönde diğer yarısı aksi yönde burulmuş bir şerit konmuştur. Şeridin uzaması halinde orta kısmına tesbit edilmiş olan gösterge döner.

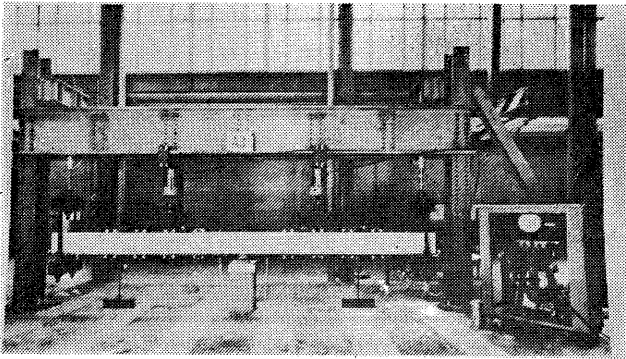
2.14 Dişli Ekstansometreler (Komparatörler) :

Dişli ekstansometreler yer değiştirme, çökme, sehim veya burkulma ölçmelerinde kullanılan en önemli ölçme aletleridir. Bu ekstansometrelerde hareket dişli bir mil vasıtasıyla dişli çarklara ileti-

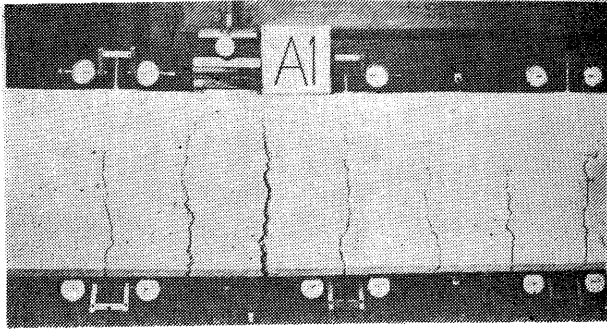
lir ve burada istenen büyütme sağlanır. Meselâ duyarlılığı 1/10 - 1/1000 mm. ve gösterge sahası 200 - 1 mm. olan kompratörler mevcuttur.



Şekil : 4 Komparator şeması



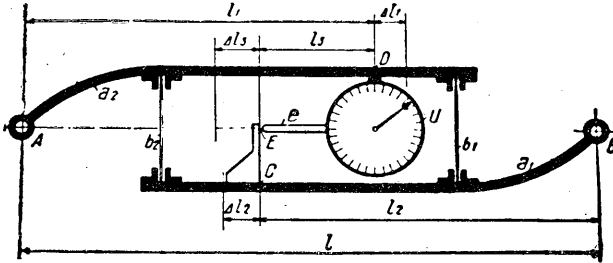
Şekil 5 : İki açıklıklı betonarme krişte komparatorler yardımıyla uzamaların daha doğrusu kesit dönmelerinin ölçülmesine ait deney düzeri



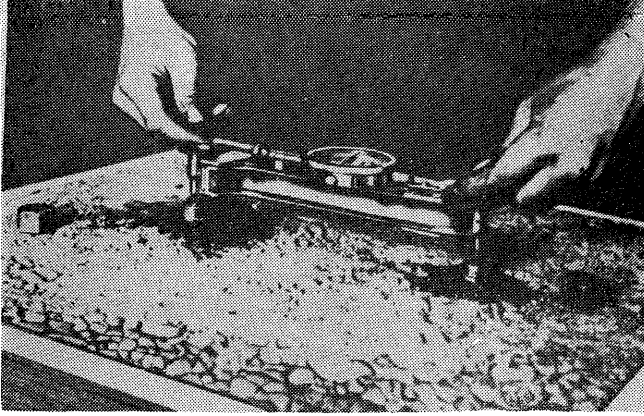
Şekil 6 : Betonarme kirişte plâstik mafsalmın komparatörler yardımıyla ölçülmesi

2.15 Ayaklı Ekstansometreler :

Ayaklı ekstansometre, dişli ekstansometrede yapılan bazı ilâvelerle meydana gelmiştir ve yapı elemanında önceden uygun aralıkla tespit edilmiş olan ölçme noktalarına sadece ölçme anında oturtulur. Ölçme noktaları duruma göre yapı elemanına yapıştırılan veya çakılan özel markalarla teşkil edilir. Alet, okunduktan sonra uzaklaştırıldığından ve ölçme noktalarını teşkil eden markalar çok sağlam tespit edildiğinden yapı elemanı okumalar arasında uzun zaman çok kaba tesirlere (titreşim, yüksek sıcaklık, rutubet) maruz bırakılabilir. Bu aletlerde genellikle 1/1000 mm. duyarlıtaki komparatörler kullanılır



Şekil 7 : Ayaklı ekstansometrelerin prensip şeması (Huggenberger)

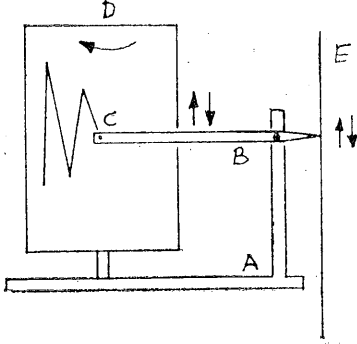


Şekil 8 : Ayaklı ekstansometrenin kullanılış şekli (Huggenberger)

2.16 Lövyeli Yazıcı :

Lövyeli yazıcı, özel uçla donatılmış göstergesi, muayyen bir hızla dönen tambura sarılı mumlu kâğıt üzerinde hareket eden bir nevi lövyeli ekstansometredir. Yazıcı 5 - 50 defa büyütecek şekilde ayarlanabilir. Tamburun çevre hızı 2 - 10 mm/s arasında olabilmektedir.

Lövyeli yazıcı statik ve 100 Hz'e kadar dinamik yer değiştirmeleri kaydetmeye elverişlidir.



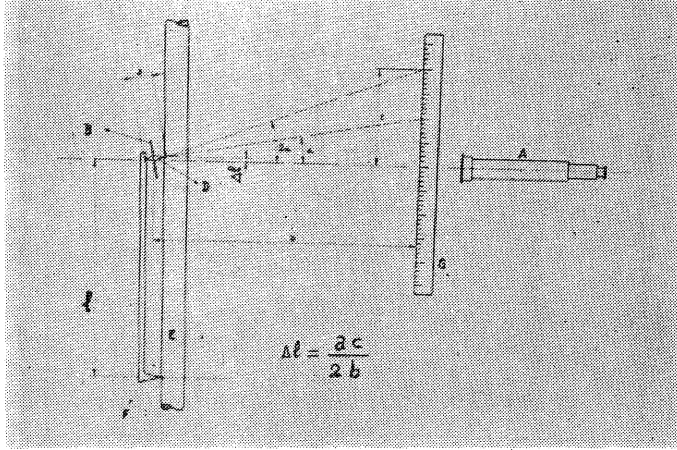
Şekil 9 : Lövyeli yazıcı şeması

2.2 Mekânîk - Optik Metodlar :

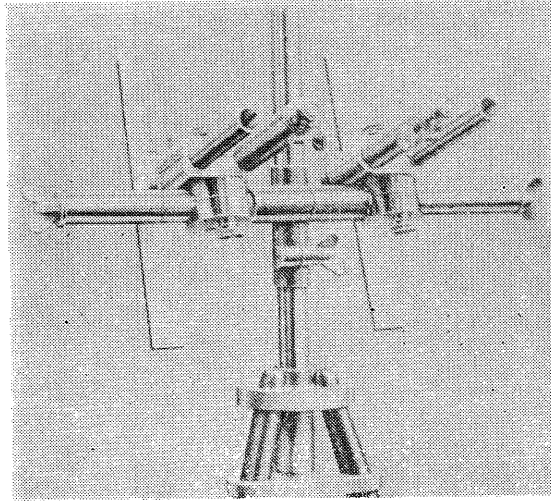
2.21 Döner Aynalı Ekstansometreler :

Bu tip ekstansometrelerde ölçme uzunluğunun boy değişmesi araya mekanik iletme vasıtasının konması suretiyle bir aynanın dönme hareketine çevrilir. Bu ayna üzerine bir ışık ışını düşürülür ve onun sapması ölçülür. Bu suretle sürtünme ve kütle kuvvetlerinin önemli tesirleri olmadan yüksek büyütme oranına erişilebilir.

Burada dürbünlü ve ışık göstergeli aletleri birbirinden ayırdetmek gerekir. Dürbünlü aletlerde (meselâ Martens aynalı ekstansometresi), aydınlanmış bir skalanın döner ayna üzerindeki görüntüsü bir dürbün yardımıyla şekil değiştirmeden evvel ve sonra okunur.

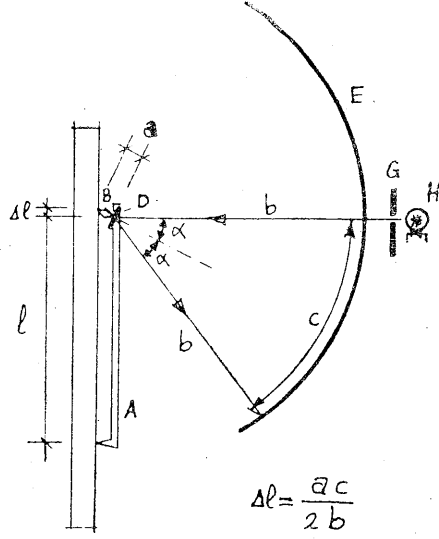


Şekil 10 : Martens aynalı ekstansometrenin prensip şeması



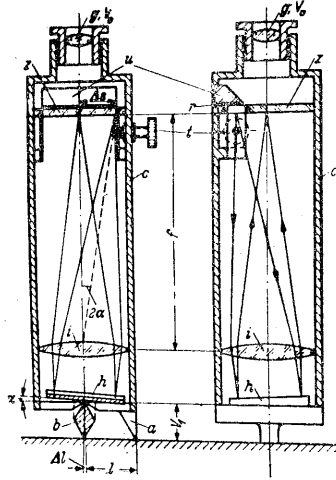
Şekil 11 : Martens aynalı ekstansometrenin dürbünlü okuma düzeni (Amsler)

Işık göstergeli aletlerde (Martens - Hesse aynalı ekstansometresi), özel bir ışık kaynağına ihtiyaç vardır. Bir yarığın görüntüsü döner aynadan yansıtıldıktan sonra bir skala üzerine düşürülür.

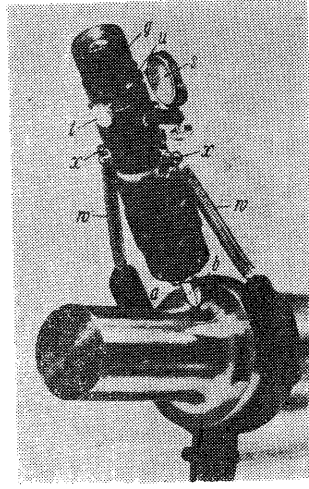


Şekil 12 : Martens - Hesse aynalı ekstansometrenin prensip şeması

En çok kullanılan döner aynalı aletlerde döner ayna ve okuma düzeni birbirinden tamamen ayrılmış durumdadır. Yüksek büyütme gücüne sahip okülerin (Otokolimasyon prensibi) kullanılması suretiyle döner ayna ve okuma düzeninin tek bir alet içinde birleştirilmesi mümkündür .



Şekil 13 : Freise Otokolimasyon ayna aletinin prensip şeması (Lit. 2)



Şekil 14 : Freise Otokolimasyon ayna aleti ile uzamaların ölçülmesi (Lit. 2)

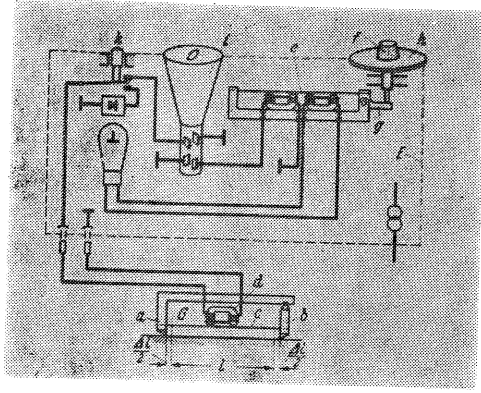
2.22 Optik Metod :

Optik metotta muayene edilen yapı elemanı üzerinde bir çizgi ağı teşkil edilir ve bunun yüklemmeden sonraki deformasyonu optik olarak ölçülür. Bu ölçmelerden özel değerlendirme hesapları yardımıyla uzamalar elde edilir. Çizgi ağının elde edilmesi için çeşitli imkânlar denenmiştir. Bunlardan bir tanesinde meselâ yapı elemanına ışığa karşı hassas bir tabaka tatbik edilir, bir çizgi ağının bu tabaka üzerine projeksiyonu yapılır ve sonra banyo edilir. Başka bir usulde çizgi ağı yapı elemanı üzerinde yansıtılır ve bu görüntünün deformasyondan evvel ve sonraki fotoğrafı çekilerek ölçmeler bu fotoğraflar üzerinde yapılır.

Bu metotta büyük deformasyonlara ihtiyaç vardır. Fakat bu halde ekzakt model tekniğinde caiz olmayan deformasyonlar meydana gelir. Daha çok plak deneylerine uygun olan bu metod hakkında literatür (12) de geniş bilgi mevcuttur.

2.3 Mekânîk - Elektrik Metodlar :

Yegâne mekânîk - elektrik metod olan «titreşimli tel ekstansometresinde» uzamadan dolayı gergin bir telin titreşiminde meydana gelen frekans değişimi elektriki olarak ölçülür.



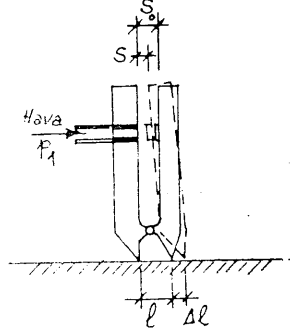
**Şekil 15 : O. Schaefer Titreşimli tel ekstansometresine ait ölçme düzeni
(Lt. 2) G ekstansometre, E ölçme aleti**

2.4 Pnömatik Metodlar :

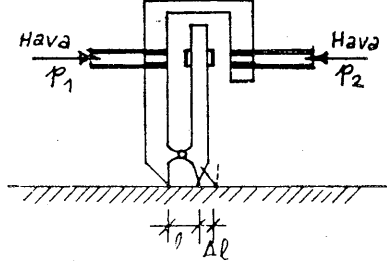
Pnömatik ekstansometreler, değişken kesitli borudan akan gazın hal değişimi esasına dayanır. Borunun birinci hücrelerinde sabit basınçta tutulan hava ikinci hücreden dışarıya çıkarken dar kesitli çıkışı kapayan dilin açılma miktarı ile orantılı olarak basıncı düşer.

İki hüce basıncının oranı ile dilin açılma miktarı arasındaki bağıntıyı gösteren eğrinin lineer kısmı uzama ölçmelerinin yapılması imkânını verir.

Basit ve diferansiyel esaslara göre çalışan iki tip pnömatik ekstansometre mevcuttur. Diferansiyel pnömatik ekstansometreler diğer metodlara nazaran çok büyük bir büyültme (200 000 ve daha fazla), büyük bir doğruluk derecesi ve duyarlılık gösterirler. Metod nisbeten basit ve çalışma tarzı çok sarihtir. Arıza ihtimali çok azdır ve basit tedbirlerle arızalardan sakınılabılır. Diferansiyel metod tercihan çok küçük ölçme uzunlukları (1 ve 2 mm gibi) isteyen uzama ölçmelerine uygundur. Bir basınçlı hava kaynağına ihtiyaç olması metodun büyük kullanma imkânını sınırlamaktadır.



Şekil 16 : Basit pnömatik ekstansometre şeması



Şekil 17 : Diferansiyel pnömatik ekstansometre şeması

2.5 Gerilme Optiği (Foto - Elâstisite) :

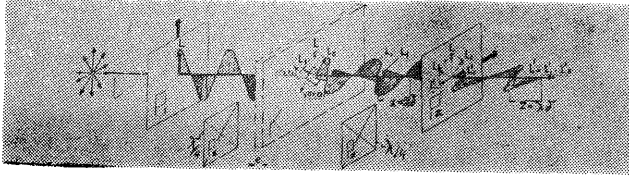
Gerilme optiği de denen Foto - Elastisite, saydam sicimlerde yüklemelerden dolayı meydana gelen kırılma indisi değişikliğini ölçen ve buradan şekil değiştirme veya gerilme halini elde etmeye çalışan optik metodlar ile uğraşır. Bu metodun karakteristik bir hususiyeti fotoğrafların yardımıyla çok çabuk olarak tüm gerilme haline ait genel bir bilgi elde edilebilmesidir. Bu suretle tehlikeli bölgeler görülür hale gelir ve sonradan daha hassas ölçme metodları bu bölgelere teksif edilebilir.

Elastik, homogen, izotrop ve saydam bir malzemeden yapılmış levha şeklinde bir model alalım. Monokromatik ve lineer polarize bir ışık yüklenmemiş durumdaki böyle bir modelden hiç bir değişikliğe uğramadan geçer. Fakat, model yüklenince malzeme optik bakımdan anizotrop, yani sun'î bir kristal haline gelir ve lineer polarize ışık kristal op-

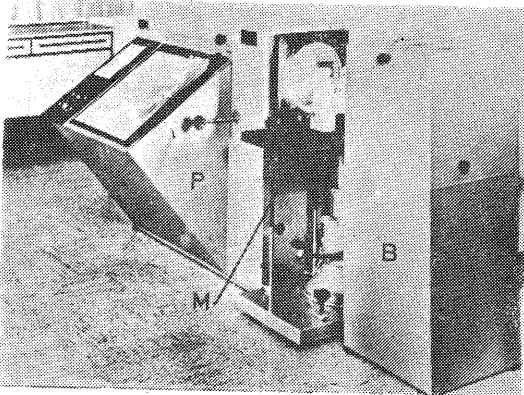
tiğinin ana kanununa göre asal gerilme doğrultularında titreşim yapan iki bileşene ayrılır. Meydana gelen iki ışık bileşeni, asal gerilmelerle orantılı olarak modelî değişik hızlarla geçtiklerinden her birine ait kırılma indisleri farklı olduğu gibi, başlangıç noktaları da modelden sonra $Z = \delta \cdot \lambda$ kadar birbirine nazaran kayar. Rölatif faz kayması ismi verilen (δ), kırılma indisleri farkı ile orantılıdır. Dolayısıyla, (δ) ile asal

gerilmeler arasında $\delta = \frac{e}{S} (\sigma_1 - \sigma_2)$ şeklindeki Wertheim kanunu

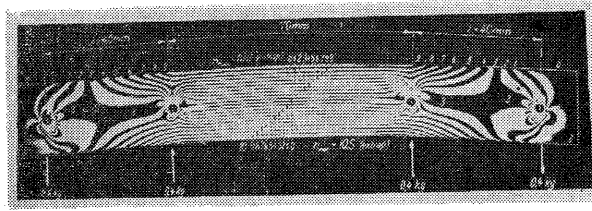
yazılabilir. Bu ifadede (c) model kalınlığını ve (S) ışığın boşlukta ki dalga uzunluğu (λ) ya bağlı bir malzeme sabitidir. Rölatif faz kayması (δ) yı ölçerek asal gerilmeler farkını ve polarizasyon doğrultusunu değiştirmek suretiyle de asal gerilme doğrultuları kolayca elde edilir. Asal gerilmelerin kendilerini elde etmek için bir seri yardımcı metodlar geliştirilmiştir.



Şekil 18 : Gerilme optiği aletinde (Polariskop'ta) gerilme dolayısıyla ışığın geçirdiği değişiklik (Gerilme optiği olayı)



Şekil 19 : Projeksiyonlu Polariskop (Mönch . Fieker, Firma Tiedemann)
B) Aydınlatma kısmı M) Model sehpası P) Projeksiyon kısmı



Şekil 20 : Basit eğilmeye maruz bir kirişte isochromat (eş.renk) çizgilerinin daha doğrusu eş asal kayma gerilmeleri çizgilerin polariskopta görünüşü

Gerilme optiği metodu bugün yüzlerce labaratuvar tarafından kullanılmaktadır, ve Deneysel gerilme analizinin en önemli metodlarından biridir. Bu metolla düzlem ve uzay gerilme hali, plastik ve dinamik olaylar araştırılabilir. Gerilme optiğinin yapı elemanları ve yapı sistemlerine uygulanabilen yüzeysel tabaka metodu, gerilme optiği ekstansometresi ve gerilme ölçerleri mevcuttur. Gerilme optiği hakkında daha geniş bilgi için literatüf [15] e bakınız.

2.6 Röntgen Metodu ile Gerilme Analizi

Bu metotta röntgen ışınları, ince kristalli metal malzemenin yüzeyine düştüğünde meydana gelen interferans olayından istifade edilir. Filtre edilmiş (monokromatik) röntgen ışınlarının dalga uzunluğu (λ), yüzeydeki kristallerin yüzeye dik doğrultuda şebeke düzlemleri arasındaki uzaklığı (d) olduğuna göre yansıyan ışının interferans şartı, Bragg kanununa göre, $\cos \alpha/2 = \lambda/2d$ şeklindedir.. Gelen ve yansıyan ışınlar arasındaki (α) açısı röntgen filmindeki siyah halkanın (r) yarıçapı ve filmin yüzeyden olan (a) uzaklığı yardımıyla hesaplanır. Elastik cismin yüzeyinde meydana gelen σ_1 , σ_2 asal gerilmeleri, kristallerin şebeke düzlemleri arasındaki (d) aralığı ve dolayısıyla (r) yarıçapının değişmesine sebep olur.

Röntgen ışınlarının elastik cismin yüzeyine dik olarak gönderilmesi halinde asal gerilmeler toplamı, $\sigma_1 + \sigma_2 = -\frac{E}{\nu} \epsilon_3 = -\frac{E}{\nu} \frac{d-d_0}{d_0}$ elde edilir. Burada (d_0) yüklenmemiş durumda, yüzeye dik doğrultuda kristallerin şebeke düzlemleri arasındaki uzaklıktır.

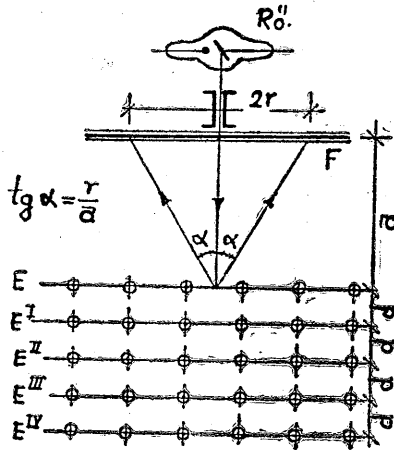
Herhangi bir (x) doğrultusundaki (σ_x) gerilmesini elde etmek için

yüzeyin normali ile (ψ) açısı yapan eğik doğrultuda röntgen çekilir. Bu halde interferans halkası eliptik şekil alır. Yansıyan ışınların yüzeyin normali ile yaptıkları açılar ψ_1 ψ_2 ve (1) doğrultusunda ölçülen şebeke düzlemleri aralığı (d_1) ve (2) doğrultusunda ölçülen (d_2) ise

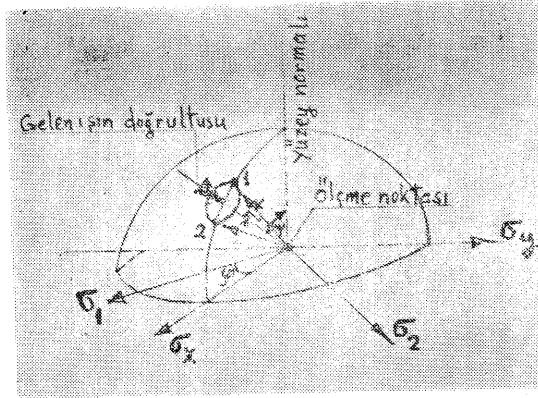
$$\sigma_x = \left(\frac{E}{1+\nu} \right) \left[\frac{(d_1 - d_2) / d_1}{\sin^2 \psi_1 - \sin^2 \psi_2} \right]$$

bağıntısı ile hesaplanır. Bu bağıntıdaki d_1 ve d_2 yükleme altındaki değerlerdir. Yükleme halindeki (d_0) değerinin bilinmesine ihtiyaç yoktur. Bu sebeple röntgen metodu ile cismi parçalamadan ilkel gerilmeleri tayin etmek mümkündür. Bu metodun diğer bir hususiyeti ölçme bölgesinin çok küçük olmasıdır (1 mm^2).

Röntge metodu, ölçmelerin çok masraflı olması ve değerlendirmedeki bazı güçlükler dolayısıyla sadece çok önemli problemlerin laboratuvarlarda çözülmesi için kullanılır. Bundan başka şekil değiştirme mekanizması hakkında bilgilerin derinleştirilmesi için vazgeçilmez bir vasıta teşkil eder.



Şekil : 21 Dik doğrultuda röntgen çekilmesi



Şekil 22 : Eğik doğrultuda röntgen çekilmesi (Glocker)

2. Elektrik Metodlar

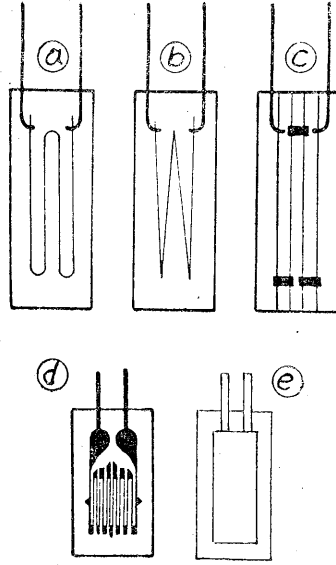
Elektriki ölçme düzeninde, yer ve şekil değiştirmeyi elektriki yolla ölçülebilecek sinyale çeviren «bir duyurga» ve bir kuvvetlendirici ile duyurganın verdiği sinyali görülür hale getiren bir gösterge aletini ihtiva eden «bir ölçme aleti» bulunur. Arzu edilirse ayrıca uygun «bir yazıcı alet» de devreye bağlanıp ölçme değerlerinin zamanla değişimi tesbit edilebilir. Ölçme düzeninin bu şekilde tertiplenmesi duyurgaları boy ve kütlece küçük teşkil edebilme imkânı verir. Sinyalin kuvvetlendirilmesi çok defa hiç bir güçlük göstermediğinden, ölçme uzunluğu çok küçük tutulabilir. Kuvvetlendirme ve büyültme istendiği kadar büyük olabilir.. Ancak ölçme aletinin çok pahalı olması bir mahzur teşkil eder.

Elektriki metodlarda yer ve şekil değiştirmeler, bir direnç değişimine, indüksiyon değişimine veya kapasite (sığa) değişimine çevrilir. Bundan başka fotosel veya piezo olayından da istifade edilebilir. Şimdi bu imkânlardan faydalanan metodları teker teker inceleyelim.

2.71 Dirençli Ekstansometreler

2.71.1 Ekstansometre Bandları

Bir ekstansometre bandı, uygun şekilde kıvrılmış çok ince direnç telini taşıyan ve sentetik malzemeden yapılan takriben postu pulu büyüklüğündeki banddan ibarettir.



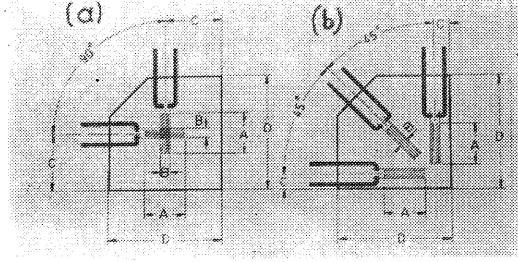
Şekil 23 : Basit ekstansometre bandı çeşitleri :

- a) Kıvrımlı tel (ızgara tipi) ekstansometre bandı b) Zikzak tel ekstansometre bandı
 c) Paralel telli ve enlemeli ekstansometre bandı d) Folili (yassı tel) ekstansometre bandı e) Kaynaklanabilen ekstansometre bandı

Ekstansometre bandı bir yapı elemanı üzerine yapıştırılırsa, bandın içindeki direnç teli yapı elemanı ile birlikte uzar ve neticesinde direnci değişir. Bu direnç değişmesi ile birim uzama arasında $\Delta R/R = k \cdot \Delta l/l$ bağıntısı mevcuttur. Hassasiyet faktörü dediğimiz (k), telin bir karakteristiği olduğundan ($\Delta R/R$) direnç değişmesinin ölçülmesi suretiyle ($\epsilon = \Delta l/l$) birim uzama elde edilir.

Önemli ekstansometre bandı tipleri Şekil 23'de görülmektedir. İki eksenli şekil değiştirme halini ölçmek için basit ekstansometre bandlarından başka çok telli ekstansometre bandları da yapılmıştır. Bu tip bandlara Rozet adı verilir. En çok kullanılan ikili ve üçlü Rozet tipleri Şekil 24 de görülmektedir.

Ekstansometre bandlarının en önemli avantajları şunlardır : Ölçme hatalarının çok küçük olması, pratik olarak hiç yer işgal etmemesi ve tesbit düzenine ihtiyaç göstermemesi, yüksek frekans ve sıcaklıklarda ölçme yapabilmesi, kuvvet, moment, basınç v.s. gibi mekanik büyüklüklerin ölçülmesi için çok değişik kullanma imkânlarının mevcut olması.



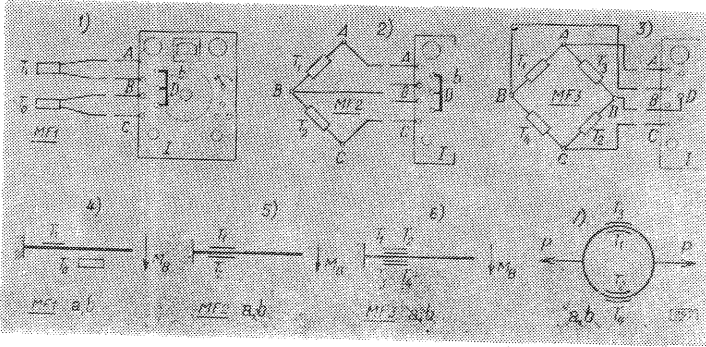
Şekil 24 : Rozet (çok telli ekstansometre bandı) çeşitleri :

- a) Asal gerilme doğrultularının bilinmesi, b) Asal gerilme doğrultularının bilinmemesi halinde kullanılır

Ekstansometre bandlarının büyük mahzuru hassasiyetinin düşük olmasıdır. Mesela $\epsilon = \Delta l/l = 1.10^{-3}$ mertebesindeki birim uzamaya takriben $\Delta R/R = 2.10^{-3}$ mertebesinde bir rölatif direnç değişimi tekabül eder. Bu sebeple izolasyon direncinin çok yüksek ve irtibat direncinin çok küçük olmasına özel itina gösterilmelidir..

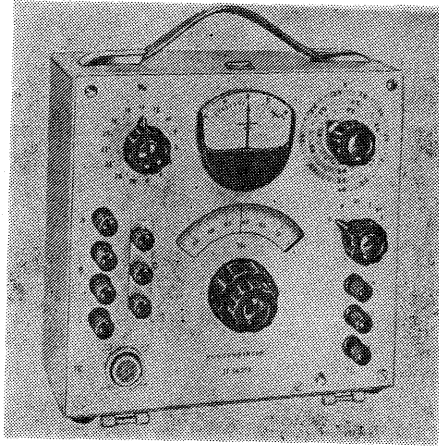
Ektansometre bandlarında boy değişiminden meydana gelen direnç değişimini ölçmek için tercihan Wheatestone Köprüsü devresi kullanılır. Ölçme aletleri, köprü dirençlerinden bir, iki veya dört tanesinin ekstansometre bandı olacak şekilde bağlantı yapılmasına imkân verecek tarzda inşa edilirler. (Şekil 25 ve 26) Köprü doğru akım veya alternatif akımla beslenebilir. Köprü diyagonaline bağlanan ölçme aletinin galvanometresi köprünün denge durumunu gösterir. Ekstansometre badındaki direnç değişiminden bozulan denge, köprü direncinin bir potansiyometre yardımıyla değiştirilmesi suretiyle tekrar sağlanırsa buna «sıfır metodu» veya «denge metodu» denir. Bu metod ancak statik ölçmelerde kullanılabilir, ve bu tip ölçme aletlerine «Kompansatör» adı verilir. Diğer tip ölçme aletlerinde bozulan denge bir mikroampermetre veya milivoltmetre ile direkt ölçülür veya bir kaydediciye gönderilir. Daha ziyade dinamik ölçmelerde kullanılan bu tip ölçme aletlerine «kuvvetledirici» adı verilir.

Gevrak lak metodu ve gerileme optiği (foto elastisite) yanında ekstansometre bandı metodu, deneysel gerilme analizinin en önemli metodudur. Ekstansometre bandları hakkında daha geniş bilgi için lit. [14] e bakınız.



Şekil 25 : Ekstansometre bandlarının ölçme aletine bağlantı şekilleri :

- 1) ve 4) de : T_1 aktif ve T_0 ısı dengesi için kör ekstansometre bandı
- 2) ve 5) de : T_1 ve T_2 aktif ekstansometre bandı, duyarlık iki misli
- 3) , 6) ve 7) de : T_1 , T_2 , T_3 ve T_4 aktif ekstansometre bandı, duyarlık dört misli

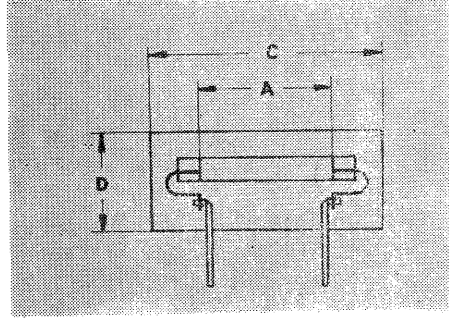


Şekil 26 : Uzama ölçme köprüsü (Huggenberger)

2.71.2 Yarı İletken Ekstansometre Bandları

Ekstansometre bandı duyarlığının küçük olması, madeni telin mesela Germanium, Silisyum gibi bir yarı iletkenle değiştirilmesi fikrini doğurmuştur. Bu suretle takriben 50 defa daha yüksek duyarlık sağlanır. Bu ekstansometrelerin sıfır ayarı sıcaklıkla değiştiğinden statik ölçmeler için büyük bir avantajı yoktur. Bundan başka duyarlığı da sıcaklıkla

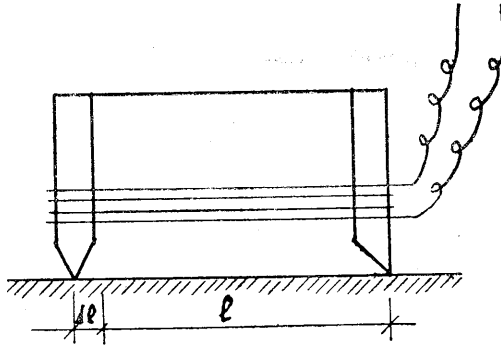
bağıntılıdır Buna rağmen kuvvetlendiricisi olmayan ölçme aletlerinin kullanılması veya sert yaylarda olduğu gibi çok küçük şekil değiştirmelerin ölçülmesinde önemli avantajları vardır. Bu ekstansometrelerin gelişmesi beklenebilir.



Şekil 27 : Yarı iletken ekstansometre bandı (Hottonger Baldwin)

2-71.3 Serbet Tel Ekstansometresi

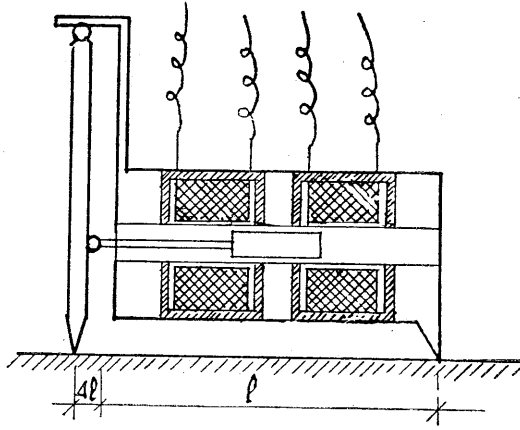
Serbest tel ekstansometresi diye yapı elemanının uzaması serbest gerilmiş direnç teline mekanik olarak iletilen ekstansometreye denir. Gerilme ve uzama ölçmeleri için büyük bir önemi yoktur. En çok diğer mekanik büyüklüklerin elektriksel ölçülmesinde kullanılır.



Şekil 28 : Serbest telli ekstansometre şeması

2.72 İndüktif Ekstansometre

İndüktif ekstansometrede, yapı elemanının yer ve şekil deştirilmesi iki bobinin indüktivitesine tesir eden bir manyetik çubuğun hareketine çevrilir. İndüktif ekstansometre yüksek bir ölçme hassasiyetine ve iyi bir doğruluk derecesine sahiptir ve kaba yapısından dolayı fena şartlardaki ölçmelere de uygundur. Çok yüksek frekanslara uygun değildir ve bundan başka parazit ivmelere karşı hassas olması da bir kusur teşkil eder. İndüktif ekstansometrelerin, ekstansometre badları yaygın hal almadan önce çok büyük pratik önemi vardı. Bu gün dahi

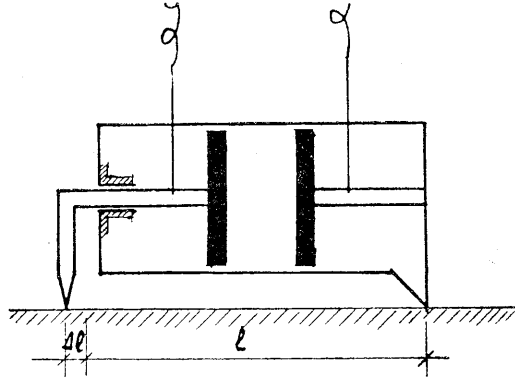


Şekil 29 : İndüktif ekstansometre şeması

muayyen gayeler için, meselâ çok küçük ölçme uzunluğu isteyen uzama ölçmeleri, yer değıştirme ölçmeleri, yüksek rutubetteki ölçmeler ve mekanik büyüklüklerin ölçülmesi için eski önemini muhafaza etmektedir..

2.73 Kapasitif Ekstansometre

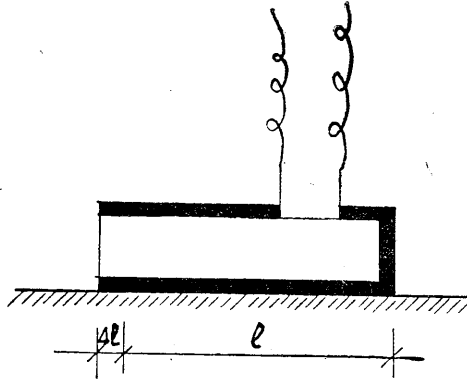
Kapasitif ekstansometrede yer ve şekil değıştirilmesi bir kapasite değışimine çevrilir. Kapasitif ekstansometrelerin indüktif ekstansometrelere nazaran kablonun kapasitesi ve dielektriğin değışmesinden çok müteessir olması mahzuru vardır.. Bu sebeple uzama ölçmelerinde sık kullanılmaz. Fakağ diğer mekanik büyüklüklerin ölçülmesinde tercih edilen avantajları vardır.



Şekil 30 : Kapasitif ekstansometre şeması

2.74. Piezo Ekstansometre

Piezo ekstansometre Bariümtitanatdan yapılmış ve elektrotları bulunan ince bir levhadan ibarettir. Ekstansometre bandlarında olduğu gibi yapı elemanı üzerine yapıştırılır. Yapı elemanının uzaması halinde Piezo ekstansometre de birlikte uzar ve elektrotlarında uzama ile orantılı bir elektriki gerilim meydana gelir. Piezo ekstansometre çok yüksek ölçme hassasiyetine sahiptir (1.10^{-6} pirim uzama için 1000 mV). Statik ölçmeler için uygun değildir Piezo olayının dönüşlü olması dolayısıyla yüksek frekanslı titreşim meydana getirilmesinde de kullanılır. Çok küçük uzama ölçmelerine veya sadece uzama frekanslarının enteresan olduğu ölçmelere uygundur.



Şekil 31 : Piezo ekstansometre şeması