

## BİRİNCİ BÖLÜM

### Gerilme ve Şekil Değiştirme Ölçme Metotları

#### 1 — Genel Bilgiler :

Bir konstrüksiyon dış veya iç etkilerle zorlanırsa, muayyen bir değeri aştığı takdirde malzemenin hemen veya bir süre sonra harap olmasına sebep olan iç gerilmeler doğar. Elemanter mukavemet metodları çeşitli gerilme hallerini hesaplamak için basit bir vasıta teşkil eder. Yeter yaklaşıklığın sağlanamadığı hallerde, elastisite teorisine baş vurulur. Elastisite teorisinin yardımıyla prensip olarak her çeşit problem çözülebilir. Pratikteki problemlerde hemen daima rastlanan karışık kenarlı ve gerilme ile şekil değiştirmenin birlikte bulunduğu sınır şartları halinde nümerik hesapta çok büyük güçlüklerle karşılaşılır. Bundan başka konstrüksiyonların mukavemet durumları çok defa sadece hesapla yeter emniyetle gösterilememektedir. • Bu sebeplerle gerilmelerin, ya konstrüksiyonun kendisi veya modeli üzerinde, deneysel yolla tayin edilmesini mümkün kılan bir seri metodlar geliştirilmiştir. Metodların bir kaçı gerilmelerin doğrudan doğruya tayinine yarar! Geri kalan metodalar, gerilmeler daima şekil değiştirmeleri meydana getirdiğinden, şekil değiştirmelerin ölçülmesi suretiyle gerilme hali hakkında bilgi elde etmeğe çalışır.

Elastisite deneyleri iki türlü yapılır. Birincisinde muayyen bir yüklemeye altında konstrüksiyonda meydana gelen gerilme hali incelenir, yani konstrüksiyon muayene edilir. İkincisinde ekseriya sürekli olarak artan veya uzun süre etkiyen yüklemeye altındaki şekil değiştirme takip edilir, yani malzeme muayene edilir.

Konstrüksiyon muayenesi, bir yapı elemanında veya bir yapı sisteminde yüksek zorlanmalara maruz yerlerin bilinmesine imkân ve

rir ve böylece uygun şekil verme yolunu gösterir. En büyük zorlanmalar çoğunlukla konstrüksiyonun yüzeyinde meydana geldiğinden, kaide olarak yüzeyde tayin edilen gerilmelerle yetinilir.

Malzeme muayenesi ile, bir malzemenin kuvvet - şekil değiştirme kanunu hem elâstik halde hem de elâstik sınırın dışında tesbit etmek istenir. Elâstik cisim, normal olarak çeşitli sıcaklıklarda, statik veya dinamik etkiler altında denemeye tabi tutulup malzemenin elâstik durumu, taşıma gücü ve şekil değiştirme kabiliyeti gibi yük altındaki davranışlarıyla ilgili mekanik özellikleri araştırılır. Elemanter malzeme muayeneleri genellikle bir eksenli gerilme altında yapılır ve mukavemet hipotezleri yardımıyla üç eksenli haldeki sınır durumlara geçilir. Malzemenin konstrüksiyondaki muayenesi ile iki veya üç eksenli gerçek gerilme altındaki mekanik özellikler doğrudan doğruya elde edilir.

Düzgün bir şekli olmayan ve üzerindeki yükleri geliş güzel seçilen bir konstrüksiyonun iç bünyesinde üç eksenli gerilme hali meydana gelir. Buna karşılık cismin yüzeyinde ancak iki eksenli gerilme hali düşünülebilir. Konstrüksiyonun gerilme haline ait ölçmeler evvelce söylenen sebeplerle kaide olarak yüzeyde yapıldığına göre düzlem gerilme hali ile uğraşılacak demektir. Düzlem gerilme halinde tayin edilmesi gereken üç parametre mevcuttur. Bu sebeple gerilme halinin şekil değiştirme ölçmeleri ile elde edilmesi istenen hallerde her ölçme noktasında üç doğrultudaki uzamaları ölçmek, gerekir. Buradan asal uzamalar ve doğrultuları hesapla tayin edilir. Elâstik, homogen ve izotrop cisimlerde asal uzama ve asal gerilme doğrultuları, üst üste düştüğünden böylece cisim yüzeyinin her noktasında gerilme hali bulunabilir (üç doğrultudaki uzama ölçmelerinden şekil değiştirme ve gerilme halinin hesabı için literatür 14 e bakınız).

Bazı durumlarda elâstik cisim hiç bir dış zorlanma altında bulunmadığı halde iç gerilme durumu sıfır olmaz. Böyle gerilme hallerine ilkel gerilme ismi verilir. Bu ilkel gerilmeler, farklı ısınmalarda ısı gerilmeleri, farklı soğumalarda büzülme gerilmeleri, üniform olmayan kurumalarda farklı rötre gerilmeleri, cismin bazı yerlerinde elâstik sınırı aşan ve üniform olmayan gerilme yayılışını doğuran etkinin kalkması halinde artık gerilmeler veya sunî olarak meydana getirilen öngerilmeler olarak ortaya çıkarlar. İkel gerilmelerin serbest bırakılması (çözülmesi) halinde elâstik olarak geriye dönen şekil değiştirmeleri doğar. Bu şekil değiştirmelerin ölçülmesi suretiyle ilkel

gerilmeler tayin edilebilir. Fakat ilkel gerilmenin çözülmesi ancak cismin tamamen veya kısmen parçalanması suretiyle mümkündür. Bazı hallere cismi parçalamadan ilkel gerilmeleri doğrudan doğruya ölçmeye yarayan ölçme metodları vardır (meselâ röntgen metodu).

Ölçme tekniği bakımından statik ve dinamik deneyler birbirinden ayırt edilir. Statik deney metodlarında cisme etkiyen dış kuvvetler, yavaş ve sürekli olarak arttırılır, her an iç ve dış kuvvetler arasında bir denge mevcuttur. Ölçme aletlerinin okunması esnasında kuvvetin büyüklük ve doğrultusu ya hiç değişmez veya çok yavaş değişir. Dinamik deneylerde ise birincinin aksine olarak dış etkiler hızla değişir veya sademe şeklide olur. Dengelenmemiş kuvvetlerden dolayı cisim hızla hareket eder, titreşim yapar. Dinamik deneyler arasında, zamanla periyodik olarak değişen dış etkiler altındaki inceleme tatbikatta ayrı bir önem taşır.

Statik kuvvetler atındaki gerilme ve şekil değiştirme ölçmeleri kaide olarak şöyle yapılır : Cisim yüklenmemiş durumda iken ölçme aleti yerleştirilerek ilk okuma yapılır ve bundan sonra yavaş yavaş yüklenir. Yükleme bittikten sonra ikinci defa ölçme aletleri okunur. Bir kaç ara okuması da yapılabilir. Bir yük basamağından sonra yapılan yük boşaltmasında şekil değiştirmenin sifıra gelmesi veya çok az olması şekil değiştirmenin elâstik bölgede olduğunu, önemli kalıcı şekil değiştirmenin mevcut olması şekil değiştirmenin elâstik sınır dışında olduğunu gösterir. Daha çok elâstik sınır dışındaki yük basamaklarında yük sabit tutulduğu halde şekil değiştirme bir süre devam eder. Bu halde, yük basamağına gelindiği andaki şekil değiştirme tekrar elde edilinceye kadar yük boşaltıldıktan sonra gerekli okumalar yapılır ve her iki yük de kayıtlara geçirilir. Ancak bundan sonra diğer yük basamağına geçilir. Elâstik sınır dışındaki şekil değiştirmeleri ölçebilmek için ölçme sahası büyük olan ölçme aletlerine ihtiyaç vardır.. Yük, deney cismi kırılınca kadar arttırılabilir. Fakat mekanik esaslı ölçme aletlerini hasardan korumak için erkenden uzaklaştırılmalıdır. Buna karşılık elektrikli ölçme aletleri kırılmaya kadar olayın izlenmesini sağlar.

Dinamik kuvvetler altındaki ölçmelerde gayeye uygun olarak şöyle hareket edilebilir : Önce önemli noktadaki gerilme ve şekil değiştirme hali muayyen bir statik yük altında tayin edilir. Böyle bir yüklemde, ölçme uzunluğu yeteri kadar küçük olan ölçme aletleri kulla-

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 ölçülemeyeceği 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) :**