

Şekil 17

17. figür, yumuşak çeliğin gerilme testi diyagramını gösteriyor. Bu maddenin karakteristik noktalarına geçiş yapalım:

Orantılılık Limiti: (Proportional Limit) Diyagramda, orijinden A noktasına kadar tanımlanan haldir ve $\sigma - \epsilon$ ilişkisi düz bir çizgi ile belirtilmiştir. Bu, çubuktaki uzamanın gerilme ile direk olarak arttığının ifadesidir. Bu düz çizgi, ordinat eksenini ile çok küçük bir açı yapar. Bu sebeple çubuğun bu bölgedeki uzaması yavaştır. A noktası orantılılık limiti adı verilen gerilmeye karşılık gelir. Orantılılık limitine kadar Hooke kanunu geçerliliğini korur.

Sonuç olarak, *orantılılık limiti, materyaldeki gerilmenin zorlamayla direk olarak arttığı maksimum gerilme olarak tanımlanır.* Orantılılık limitine karşılık gelen gerilme σ_p ile gösterilir.

Eğer diyagramın düz çizgi kısmındaki herhangi bir durumu göz önüne alırsak, (N noktasında olduğu gibi), düz çizginin absis eksenine göre eğimi;

$$\tan \alpha = \overline{NN_1} / \overline{ON_1} = \sigma / \epsilon \quad \text{dur.}$$

Burada σ kesin bir değer ve ϵ boyutsuz bir sayıdır. Diğer taraftan Hooke kanununa göre;

$$\sigma / \epsilon = E$$

Binaenaleyh,

$$\tan \alpha = E$$

Diyagramdaki düzgün çizgi bölgesinde olan OA 'nın absis eksenine göre eğimi ile diyagramdaki uygun değerler sayesinde, elastisite modülünün sayısal değeri karşılaştırılabilir.

Elastisite Limiti: kimi zaman, yapı dizaynında materyalin plastik hale geçtiği andaki ilk gerilmeyi bilmek önemlidir. Son derece kesin ölçümler oldukça elastik materyallerde dahi çok küçük gerilmelerde kalıcı deformasyonların oluştuğunu göstermiştir. Fakat bu deformasyonların büyüklüğü o kadar küçüktür ki pratikte göz önüne alınmamaktadır. Kalıcı deformasyon, gerilmenin artışı ile artmaktadır. *Elastik limit, materyalin önceden tayin edilmiş kalıcı zorlanma değerine (çubuğun orijinal boyundan yüzde 0.002'den 0.005'e veya 0.2'den 0.5'e kadar) ait gerilme olarak tanımlanır.*

Elastisite sınırı σ_e ile gösterilir. Elastisite sınırının saptanması büyük zorluklar oluşturur. Uzun süren ve kesin sonuçlara dayanması gereken testleri gerektirir. Pratikte; elastisite sınırının büyüklüğü (örneğin demir için) orantılılık sınırına çok yakındır. Bu sebeple, orantılılık sınırına karşılık gelen A noktaları, şekil 17' de gösterildiği gibi elastisite sınırı ile aynı nokta olarak gösterilmiştir. Bunun dışında; gerilme arttıkça; gerilme eğrisi yükselir ve düz çizgiden ayrılarak; düzgünce sağa doğru C noktasına doğru döner.

Akma Limiti: (Akma noktası, elastikiyet haddi, Kritik nokta): Yumuşak çelik gibi kimi materyaller gerilme diyagramında orantılılık limitinin hemen üstünde (C noktası ve üstü) uzamaların, gerilme gerekmezsin arttığı bir eğriyi oluştururlar. Bu olay akma (yielding) diye adlandırılır. *Akma noktası materyalde hiçbir gerilme artışı uygulanmadan, gözle*

görülür uzama olayına denir. Akma noktası σ_y ile gösterilir. Diyagramda akma dayancına karşılık gelen C noktası, *kritik nokta* olarak adlandırılır. Bazen, yatay eğri yerine eğik bir eğri ile de diyagram gösterilmiş olabilir (aşağı sağa eğimli olarak).

Akma noktası geçildikten sonra, materyal; deformasyona direnme özelliğini yeniden elde eder fakat bu sefer uzamalardaki artış, gerilmelerden daha hızlı olur. Kalıcı deformasyonlar da hızlıca artar. Akma noktası, bu noktadan itibaren geri dönüşsüz, kalıcı deformasyonların oluşması açısından materyalin karakteristik mekanik davranışını tanımlamada çok önemli bir yer tutar.

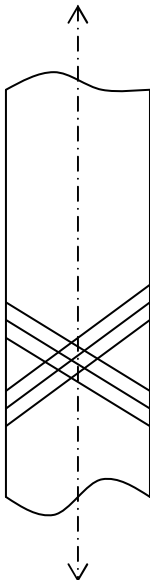
Çelik alaşımları gibi birçok materyalin kesin olarak belirtilmiş bir akma noktaları yoktur. Gerilme testinde bu tür materyallerin eğrileri “düzgün bir şekilde” elastik bölümden, büyük kalıcı deformasyonların olduğu bölgeye geçer. Bu gibi materyallerin akma dayancı klasik yöntemle saptanır. Bu tarife göre akma dayancı, kalıcı uzamanın spesifik bir değerine eriştiği sınır olarak (offset) kabul edilmektedir. Bu sebeple, bu gibi materyallerin akma dayancından bahsederken buna karşılık gelen offseti belirtmek gereklidir. Akma dayancı genellikle yüzde 0.2 olarak alınır.

Materyallerde akma noktasına gelince belirgin bir akma gözlenir. Eğer, örneğin, gerilme kuvvetlerini gösteren bir gerilme testi makinesi kullanılırsa, çubuktaki deformasyon arttığı anda dahi pointer durur ve aynı değeri göstermeye devam eder.

Ayrıca, akmanın başlangıcı, numune gözlenerek de şekil değişimi takip edilebilir. Çubuğun cilalı yüzeyi donuklaşmaya başlar ve akma noktasına ulaşıncaya kadar yavaş yavaş matlaşır. Yakından bakıldığında çubuk yüzeyinde 45° yatıklıkta çizgiler oluştuğu gözlenir. Lüder çizgileri olarak bilinen bu çizgilerin sayısı arttıkça sonuç olarak, numune çubuğun yüzeyi matlaşır.

Çekme Mukavemeti: (Kopma Mukavemeti, Ultimate Strength) Akma noktasından sonra gerilme testi eğrisi eğilmeye başlar ve çubuktaki deformasyonlar önceden söylendiği gibi gerilmeden daha hızlı gelişmeye başlar.

B noktası gerilme kuvvetinin maksimum değere ulaştığı yere karşılık gelir. Maksimum gerilme kuvvetinin başlangıç kesit alanına oranı olan gerilmeye çekme mukavemeti (=kopma mukavemeti) denir. σ_u ile gösterilir. Kopma mukavemetine ulaşıldıktan sonra çubuğun lokal kısmındaki bir kesit alanı yavaş yavaş azalmaya başlar. Bu olaya *boyun verme* (=necking) denir.



Şekil 18

Boyun verme başladığında, çubuk esas olarak boyun verdiği bölgeden uzar. Diğer kısımlar daha az uzar.

Boyun verme olayı boyunca, kesit alan daha da küçülür ve çubuktaki deformasyon azalan yük ile gerçekleştirmeye başlar. Kopma mukavemeti, özellikle dökme demir, sertleştirilmiş soğuk çekilmiş çelik gibi kırılma olayında nispeten küçük deformasyonlara uğrayan gevrek materyallerin mukavemetinde önemli yer tutar. D noktasında gösterilen gerilmede, çubuk kırılır. Kırılmadaki gerilme, kopma mukavemetindekinden daha alttadır. Bunun sebebi, gerilmeleri, başlangıç kesit alanı ile hesaplamamızdan ileri gelmektedir. Gerçekten de, bununla beraber, kırılma anında materyal maksimum gerilme gösterir. Bu gerilme bazen *gerçek kopma mukavemeti* olarak adlandırılır.