

Plastik Teorinin Zayıf Tarafları

«Üç asırdan beri mühendislerin haşır neşir oldukları Elâstik Teorinin yanı sıra, son on sene zarfında inkişaf ettirilen Plâstik Teori yer almağa çalışmaktadır. Gerek stabilite problemleri ve gerekse hareketli yüklere maruz karışık sistemlerin etüdü bakımından Plâstik Teorinin bir çok zayıf tarafları bulunmaktadır.»

1. Umumi Malûmat :

Son on sene zarfında, çelik konstrüksiyonların Plâstik Teori ile hesaplanmasına dair yapılan neşriyat mühendislik sahasında büyük bir ilgi toplamış bulunmaktadır. Otoritelerin büyük bir ekseriyeti, Plâstik Teorinin zamanla tarihi Elâstik Teoriden daha üstün olacağını düşünerek, onu bir hayli övmüşlerdir. Bir çok mühendislik teşekkülleri, meselâ American Society of Civil Engineers, American Institute of Steel Construction ve Welding Research Council, plâstik teorinin pratik mühendislik sahasında kullanılabilir bir hale gelmesi için esassı mali yardımlarda bulunmuşlar ve teknik şartnameler hazırlanması yolunda ileri adımlar atmışlardır. (1) Fakat bu meydana Plâstik Teori taraflarının güttüğü dâvaya tamamen muarız olan muhalif bir cereyan da başlamıştır. Plâstik Teorinin zayıf taraflarının böylece ortaya çıkarılması bir taraftan pratik sahada bunu kullanmak temayülünde olan mühendisleri tereddüt ve cesaretsizliğe sevketmiş diğer taraftan da Plâstik Teorinin kurucu ve müdafiilerini yeniden araştırma ve tecrübe yapmanın zaruretine inandırmıştır. Plâstik Teorinin kuruculuk ve öncülüğünü yapmakta olan J.F. Baker ile Lynn S. Beedle'in bu mevzudaki neşriyatı daha ziyade sırası ile Cambridge ve Lehigh Üniversitelerinde yapılan kesif lâboratuar tecrübelerine dayanmaktadır. Plâstik Teorinin muarızları esas itibarı ile Profesör Baker'in makale (2) ve kitabı (3) ile bu mevzudaki ASCE'in neşriyatındaki (4) zayıf taraflara işaret etmektedirler. Aşağıda bu itirazların esaslarından özet olarak bahsedilmeğe çalışılacaktır.

2. Genel Plâstik Teori :

Plâstik Teorinin esas prensipleri kısaca aşağıdaki şekilde izah edilebilir. Üzerinde muayyen bir yük sistemi bulunan bir hiperstatik ger-

Yazan :

Dr. Semih TEZCAN

Yük. Müh.



çeve ele alalım ve yüklerin kesafetini aralarındaki nisbet sabit kalmak şartı ile tedricen artıralım. Yüklerin tedricen ve mütemadiyen artması sebebi ile gerçevenin bazı kesimlerinin taşıma kapasitesi üstüne çıkmış yani malzemenin akma sınırına varılmış olunur. Böylece gerçevenin muhtelif kesimlerinde birbiri ardısıra mafsallar teşekkül eder ki bunlar «Plâstik Mafsallar» denmektedir. Tedricen artırılan yükler tesiri ile teşekkül eden bu plâstik mafsalların sayısı statik bilinmeyenlerin sayısından bir fazla (bazan daha da az) olduğu zaman gerçeğe bir «mekanizma» haline girer ve yüklemeye hiç bir artış vuku bulmadan büyük deformasyonlara ve sehimlere maruz kalarak yıkılır. Bu durum kırılma durumudur ve bu duruma tekabül eden yüklemeye durumu da «kırılma yüklemesi» dir. Kırılma yüklemesinin gerçevenin taşıyabileceği hakiki yüklere oranına «yük faktörü» veya hakiki emniyet katsayısı denmektedir.

Elâstik teori nazarında yüksek derceden hiperstatik bir konstrüksiyon dahi olsa, yukarıda zikredilen kırılma yüklerinin hesaplanması çok kolaydır ve statik mülâhazalar maksada kâfi gelmektedir. Fakat mesele bu kadar sade ve basit değildir. Çünkü bu tarzda bir çözüm yaparken konstrüksiyon elemanlarının stabilite problemleri bir bir ele almak gerekmektedir. Çerçeve, yukarıda anlatılan mekanizma durumuna geçmeden ve hattâ mekanizma durumuna geçebilmesi için lüzumlu plâstik mafsallardan birincisinin teşekkülünden bile evvel, bazı elemanlarındaki burkulma yüzünden erken bir kırılmaya maruz kalabilir. İşte bu mühim noktada Plâstik Teorinin başlıca zaafını teşkil etmekte ve muarızla-

rın itirazları bu noktaya tevcih olmaktadır.

3. Elâstik ve Plâstik Teoride Stabilite Problemi :

Stabilite problemleri cidden elâstik mıntakada bile kompleks bir mahiyettedir. Çözümler ancak sınır şartları ve yük tip ve durumları çok iyi tarif edilen tek elemandan ibaret basit haller için verilebilmektedir.

Kırılmanın vuku bulmasına kadar birbirlerine yardımcı olan elemanlardan ibaret bir sistemin stabilite problemi ise çok daha karışık matematik güçlükler arz etmektedir. Bir de işin içine plâstik gerilmeler yani plâstik teori girerse matematik müşkilât son derece artar. Plâstik teoride kullanılan yükler elâstik teoride kullanılan yüklerin normal olarak 1.75 (yük faktörü) katıdır. Bu artırılmış yükler sebebi ile elâstik limitin üstüne çıkmış ve stabilite problemi plâstik bölgeye transfer edilmiş olur ki, matematik ifadeler çok kompleks bir mahiyet kazanır. Bir kolon yerine daha ziyade iki ucunda moment taşıyan bir kirişin stabilitesini etüd eden plâstik teori müdafilerine kısaca şu itirazlar yapılmaktadır.

a) Lehigh Üniversitesindeki tecrübe ve araştırmaları idare eden heyetin (1) ifadesine göre, profilendirme olayı sebebi ile, çelik profillerde daima ehemmiyetli miktarda kalıcı gerilmeler bulunmaktadır. Meselâ profilin baslıklarının kenarlarında, akma sinirinin % 30 u kadar büyüklükte basınç kalıcı gerilmeleri teşekkül etmektedir. Elâstik teoride normal olarak bu kalıcı gerilmelerin hiç bir rolü olmadığı halde, plâstik burkulmada hayati bir önem kazanırlar. İşte bu kalıcı gerilmelerin rolü Profesör Baker'in stabilite hesaplarında (5) nazarı itibara alınmamıştır.

b) Plâstik bölgeye stabilite problemi bir kere de diferansiyel denklemler vasıtası ile çözülmeye çalışılmıştır. (1) İki ucunda birbirine

eşit olmıyan, fakat en azından biri elastik sınırın üstüne çıkan birer momentle yüklü ve büyük eksen etrafında eğilmeye maruz bir basit kirişin stabilitesi diferansiyel denklemlerle ifade edilmiş ve küçük eksen etrafındaki burkulmaya ait kritik boyun değerini veren bir formül elde edilmeye çalışılmıştır. İlk denklemleri tesis ederken yapılan kabullerde şu hataya düşülmüştür. Kirişin herhangi bir en kesitindeki birleşim noktalarının hep daima aynı cins gerilme durumuna sahip olacağı yani, ya elastik, ya da plastik gerilmeleri haiz olacağı kabul edilmiştir. Bu idealleştirme, bir kiriş en kesitinde gerilmelerin lineer olarak yayıldığını ifade eden ve herkesçe kabul edilen umumî kaideye taban tabana zıttır. Yayılmanın cinsi ne olursa olsun hiç bir en kesitte gerilme büyüklükleri bütün noktalarda aynı değildir. Bu, hakikatten çok uzak olarak yapılmış olan kabul, sadece elastik teorisin prensiplerine aykırı olmakla kalmayıp, plastik mafsalların teşekkülü ameliyesinde, enkesitlerde hasıl olan plastik gerilmelerin yayılışına ait plastik teori müdahileri tarafından diğer yazılarda (3) yapılan kabullere de tamamen aykırı bulunmaktadır.

Dolayısı ile yapılan bu kabul realiteye uymamaktadır. Fakat bu kabul yapılmadan integre edilmelerine imkân olmayan diferansiyel denklemlerin kurucuları için, realiteden tamamen uzaklaşmak bir zaruret olmuştur.

c) Mevzubahis denklemlerin integrasyonu için maruz kalınan güçlükler ve belirsizlikler yukarıdaki yanlış kabule inhisar etmemektedir. Meselâ, denklemlerin istihracında Lehigh Üniversitesindeki bir talebe tezine istinad edilmektedir ki, bu tez 1956 dan beri neşredilmiş değildir. Bu çeşit bir referansın kifiyetinden şüphe edilmektedir.

d) İki ucundan sabit momentlerle eğilmeye maruz basit bir kirişin kritik narinlik katsayısı olarak şöyle bir neticeye ulaşıldığı iddia edilmektedir. (4)

$$\frac{L}{cr} = 18$$

Bu formülün istihracında kullanılan uç momentlerinin, plastik bölgeye ait bir büyüklükte oldukları kabul edilmiştir. Ne tuhaftır ki, bu netice, aynı şartlar altında, aynı kirişin kritik burkulma boyunca sıfır olduğu neticesini veren (Profesör Baker'in (6) teorisine aykırı düşmektedir.

e) Diğer taraftan, kritik narinlik oranını (18) olarak veren bu formülün arzettiği başka bir müşkilât vardır. Yukarıda bahsedilen realiteden uzak bir sürü kabuller yardımı ile istihrac edilmiş bu formül, artık teorik bir formül olmaktan ziyade, tamamen ampirik bir mahiyet taşımaktadır. Fakat acaba tecrübe ile dahi olsa, bu formülün doğruluğunu gösterecek deneyler yapmak kabil midir? Ekseri NP (I) profillerinin küçük eksen etrafında ki atalet yarıçapları takriben 1/5 ilâ 1/4,5 kere başlık genişliği kadar bir değeri haizdir. Bu atalet yarıçapı yukarıda verilen narinlik oranı formülünde yerine konursa, kritik kiriş boyu olarak, başlık genişliği cinsinden şu değeri elde ederiz :

$$\frac{L}{cr} = (3,5) \text{ veya } (4)$$

Bu kadar kısa boylu bir kirişin, tamamen plastik momentler tatbiki suretile büyük eksen etrafındaki stabilitesine ait testin nasıl yapılacağı meğhuldür. Zira ister istemez yabancı gerilmeler ve arzu edilmeyen sınır şartları teessüs edecektir.

f) İki taraftaki plastik momentlerin birbirlerine eşit olmaması halinde tekabül eden genel stabilite halinde ise, yukarıda verilen (18) sayısını tashih eden bir sürü faktörler takdim edilmektedir. (4) Bu faktörler momentlerin değişimini ve kirişin mesnet şartlarını karakterize eden sayılar olarak verilmektedir. Bu faktörlerin değerleri ziyadesile komplike bir tarzda hesaplanmaktadır. Bir sürü lâlettayın kabul ve basitleştirmelerden sonra neticede uç momentlerinin oranına tabi olarak elde edilen basit ve ampirik olan bu formül komplike bir çok denklemlerin karışık ve izah edilmemiş matematik işlemlerle muamelesinden sonra, faktörlerle izah edilmekte ve okuyucuda itimat uyandırmamaktadır.

4. Kolon teorisine yapılan hücumlar :

a) Profesör Baker'in ve arkadaşlarının kolonların plastik bölgedeki burkulma problemine dair yaptıkları etüd ve denemelerin mükemmeliyeti muhakkak ki herkesçe takdir edilmektedir. Fakat bütün bu denemeler sonunda, kolon burkulması mevzuunda yapılan sınıflandırma, hesap için takibedilmesi tavsiye edilen yol çok uzun ve çok karışık bulunmaktadır.

Elastik sınırlar içinde kolonların analizi ve ebatlandırılması komplikedir fakat mümkündür. Moment dağıtımını, gerilme analizini ve bazan de elastik stabilitenin tetkikini icabettiren ardışık yaklaşımlar yapılır. Halbuki plastik teoride kolon burkulma problemi her yönden muazzam güçlükler arz etmektedir. Kolon sınır şartları üç grupta toplanmaktadır. Bu gruplar, **plastik, elastik ve sıfır moment** diye adlandırılmaktadır. Her grup için muhtelif yüklem durumları ve küçük büyük eksen etrafındaki stabiliteler ayrı ayrı ele alınırsa birbirinden farklı (45) cins problemle karşı karşıya kalınmaktadır. Bu muhtelif hallerin çoğu için çözümler verilmektedir. Çözümlerin karışık ve komplike oluşları bir tarafa, her çeşit hal için ayrı bir çözüm yolu takibetmek icabetmektedir. Diğer bir husus da, verilen çözümler daha ziyade kolonların ebatlandırılması içindir. Kolon analizinde kullanılamazlar. Meselâ ebatları ile verilmiş bir konstrüksiyonun kırılma yüklerinin tayini için bir metod verilmemektedir. Kolonların ebatlandırılması için mühendise takibetmesi icabeden yol bildirirken, kolon uçlarında yüklerin aynı olduğunu kabul edilmesi halinde yalnız dokuz farklı durumdan, her iki ucun farklı şartlara tabi olması halinde ise (45) çeşit durumdan bahsedilmektedir. Diğer bir sürü tâli durumlar bu sayıya dahil değildir. İster (9) olsun ister (45) olsun bir kolon burkulma probleminin bu kadar çeşitli haller arz etmesi statik bir mühendis için kompleks bir mahiyettedir ve statik bürolarda kolaylıkla ele alınacağından şüphe edilmektedir.

b) Kolon hesapları ASCE* neşriyatında (1) daha başka yönden

ele alınmaktadır. Kolonun sadece büyük eksen etrafında eğilmeğe maruz kalacağı, küçük eksen etrafında burkulmaya mâni olacak şekilde takviye edildiği kabul edilmektedir. Böyle bir tahdit yapılmakla kalmayıp ayrıca şu şüpheli tavsiyede bulunulmaktadır. Kolonların kritik burkulma boylarının, daha evvelce adı geçen (paragraf 3 b) kiriş burkulma probleminde olduğu gibi hesaplanması teklif edilmektedir. Halbuki kolon gibi kesitlerinin yarısından fazlası basınç gerilmelerine maruz bir çubuğun kritik burkulma boyu, ancak yarı kesiti basınca maruz olan bir kirişin burkulma boyundan daha kısa olsa gerektir. Yani bir kolonun burkulma takviyelerinin aralığı, bir kirişin burkulma takviyelerinin aralığından daha sık olmalıdır.

c) Yukarıdaki kolon burkulma teorisinde sadece iki tip momentin mevcudiyeti ele alınmıştır. Ya kolon boyunca sabit moment, veya bir uçta sıfır olup diğer uçta maksimum olan lineer yayılı moment. Halbuki pratikte kolonlar daha başka türlü de yüklü olabilirler.

5. Elâstik Gecikme (Creep) **nin tesirleri ihmal edilmiştir :

Plâstik teoride kullanılan formüllerin bir çoğu laboratuvar tecrübeleri ile mutabakat halindedir. Yapılan tecrübeler şüphesiz ki kullanılan alet ve takibedilen yolun teferuatı ile yakından ilgilidir. Fakat laboratuvar testlerinin hiçbirinde, nazarı itibare alındığı zikredilmeyen ve plâstik teori taraftarları tarafından hiç nazara etfedilmeyen bir cihet de (creep) hâdisesidir. Creep zamanla teşekkül eden bir deformasyondur. Elâstik bölgede kabili ihmaldir ve elâstik teoride nazarı itibara alınmasına lüzum yoktur. Fakat plâstik bölgede creep büyüktür ve ehemmiyet arzeder. Akma olayı (creep) olayının daha müşahhas bir halidirdenilebilir. Her ikisi de yük artışı olmaksızın deformasyon artışıdır. En üst akma sınırından sonraki gerilmeler kendilerini o şekilde ayarlarlar ki, (creep) olayının sürati, test makinesinin süratine eşit olur. Test makinesi yavaşlatılırsa, gerilmeler (creep) hâdisesinin süratini azaltmak üzere küçülmeğe başlarlar. Böylece, aşağı akma sınırı sadece malzemenin kristal yapısına tâbi de-

ğil aynı zamanda test makinesinin de süratine tâbi olmuş olur. Eğer bir malzeme üst akma sınırının ötesinde yüklenerek, haiz olduğu deformasyon sabit tutulursa, malzemedeki gerilmeler yavaş yavaş azalmağa başlar. Bunun yegâne sebebi (creep) tir. Dolayısı ile ASCE neşriyatında (1) verilen moment diyagramları ve dönme açıları tamamen test makinasının süratine tâbidirler. Belirli bir moment değeri için, dönme açıları, test makinasının zaman a-yarı büyükse büyük, küçükse küçük olacaktırlar.

Plâstik bölgede burkulma (creep) hâdisesi ile çok yakından ilgilidir. Büyük gerilmelerle yüklü elemanlarda, (creep) olayı sebebi ile, gerek eğrilik yarıçaplarında ve gerekse muhtemel profil intizamsızlıklarında derhal önemli şekil değiştirmeler vuku bulur ki sadece bu beklenmedik deformasyonlar burkulmanın vukuundan evvel bir kırılmaya müncer olabilir. Görülüyor ki, (creep) olayı plâstik teoride nazarı itibare alınmalıdır, ve burkulma problemlerine ithal edilmelidir. Bir kere gerilme durumunu elâstik bölgeden plâstik bölgeye transfer ettikten sonra, bu yeni bölgenin bütün şartlarını, bu arada plâstik bölgeye ait olan daha doğrusu o bölgede ehemmiyet kazanan (creep) olayı gözden uzak tutulmamalıdır.

6. Plâstik teori daha ziyade analize değil ebatlandırmaya yarar :

Yapı mühendisliğinde kullanılan metodların çoğu hem analize, hem de ebatlandırmaya yarar. Plâstik teori analiz yerine sadece ebatlandırma problemi ile uğraşır. Plâstik teori müdafilerine göre bu bir kusur sayılmaz, çünkü bir mühendisin başlıca vazifesi ebatlandırmadır, analiz değildir demektedirler. Halbuki aamlız yapmakta kullanılmayan bir metod, bir sürü ampirik formüllerden ibaret bir hesap tarzından başka bir şey değildir. Plâstik teori analiz yapmağa, yani ebatları verilmiş bir konstrüksiyonun taşıma kapasitesini bulmağa elverişli değildir. Hatta bazı hallerde konstrüksiyon elemanlarından birinin lüzumundan biraz fazla ebatlandırılması ve diğer komşu elemanların aynı nisbette büyük seçilmemesi yüzünden konstrüksiyon plâstik teori

muvacchesinde emniyetsiz hale girer.

7. Yükleme durumlarının tesiri ihmal edilmektedir :

İster elâstik bölgede olsun, ister plâstik bölgede olsun bir konstrüksiyonun hesabında, hareketli yüklerin en gayri müsait durumları gözönüne alınır. Böylece sistem üzerinde, bir yerde vazedilip sonradan kaldırılan yükler var demektir. Elâstik teoriye göre, yeni bir yüklemenin eskiden yapılmış yüklemenin tesirleri üzerinde hiç bir tesiri yoktur. Fakat plâstik bölgede bir yükleme kaldırılıp yerine başka bir yük konulduğu zaman, ikinci yüklemenin hasıl ettiği tesirlerin yanı sıra, birinci yüklemenin arkada bıraktığı 'kalıcı momentler' i de hesaplara katmalıdır. Bazı şartlar altında kalıcı momentler konstrüksiyondaki bazı elemanların çok aşırı yüklenmelerine, dolayısıyla erken kırılmalarına sebep olur ki, işte plâstik teorisinin en ciddi zayıf tarafları burada yatar. Tuhaftır ki, kiriş ebatlandırmalarında, plâstik teori müdafileri, bir evvelki hareketli yükün bıraktığı tesirleri nazarı itibara almadıkları halde, kolon hesaplarında, bir evvelki yükün tesirleri hesaplara ithal edilmektedir. Böyle bir niyet, sadece plâstik teorisinin lehine yapılmış cömertçe bir kabulden ibarettir. Çünkü, ancak bu kabulledir ki, plâstik teori kullanılarak yapılan bir kiriş boyutlandırılması elâstik teorideki ne nazaran daha ekonomik çıkmaktadır. Fakat aynı kabul kolonlara tatbik edildiği zaman gayri ekonomik neticeler çıktığı görüldüncü bu sefer kolonlar için, kirişlerde kullanılanın tam aksi (yani bir evvelki yük tesirlerinin hesaplara ithali) şeklinde bir kabul yapılmakta bir beis görülmemiştir.

Plâstik teorisinin getirdiği yük faktörü, yani emniyet katsayısı, sadece hesap dışı bir fazla yükleme ihtimaline karşı değil aynı zamanda teorisinin zayıf ve aksak taraflarından ötürü hasıl olan hatalı ebatlandırmayı da karşılamak içindir. İşin içine bir de malzemenin kalitesindeki aksaklıkları karşılayan bir emniyet katsayısı da girince, plâstik teori ile, elâstik teori arasındaki ekonomiklik bakımından fark, seçilen emniyet katsayılarının büyüklükleri

arasındaki farkla ilgili oluyor demektir. Emniyet katsayılarını bugünkülerden biraz daha küçük seçmek suretile, elastik teoriyi, pekala plastik teoriden daha ekonomik göstermek kabildir.

8. Plastik teoride, ek hesaplarında emniyetsiz ebatlandırmaya yol açan kabuller vardır :

Ek hesapları için, plastik teori müdafileri hususi metodlar vazetmişlerdir. Bu metodlar ASCE neşriyatında⁽⁸⁾ tafsilatı ile izah edilmiştir. Ek hesaplarına temel teşkil etmek üzere yapılan kabullerden birincisinde, başlık eklerinin hesap dışı zorlanmalarına münce olacak bir faraziye ileri sürülmüştür. Kesitteki moment "(M)",

plastik bölgedeki bir moment olmasına rağmen, ek yerinde kesme gerilmelerinin tamamen gövde levhası tarafından ve normal gerilmelerin de tamamen başlıklar tarafından taşınacağı ifade edilmiştir. Kesme gerilmeleri bakımından bu kabul, bir itiraza mahal bırakmaz. Fakat gövdedeki gerilmelerin plastik gerilme haline eriştiği bir anda, başlıklardaki gerilmeler akma sınırının en az %20 ilâ 30 kadar üstünde bir değer kazanmalıdır ki, bu nisbette gerilmeler perçin veya kaynakların zorlanmalarını intaç edecektir. Bu arada profilin gövdesi de bir miktar gerilmeyi haiz olacak ve ek yerindeki gövde takviyeleri ve varsa diyagonaler zorlanacaktır. Halbuki plastik teoride bu ilâve zorlanmalar nazarı itibare alınmamaktadır.

9. Plastik Teorinin fayda ve mahzurları ve netice :

Üç bakımdan plastik teorinin, tarihi elastik teoriye üstün olduğu iddia edilmektedir.

- Hesaplarda basitlik;
 - Realiteye daha uygun emniyet katsayısı;
 - Daha ekonomik ebatlandırma.
- Tatbikatta, burkulmanın mevzu bahis olmadığı bazı basit elemanların hesabında bu unsurları ciddiye müşahade etmek kabildir. Fakat içine bir kere stabilite mülâhazası girince bu avantajlardan eser kalmaz. Sadece teori kompleks bir mahiyet arz etmez, ebatlandırılmış bir konstrüksiyonun taşıma gücünün hesabına yaramayan teorinin formülleri muvacehesinde, emniyet katsayısı da tamamen belirsiz olur. Daha

da ileri giderek diyebiliriz ki, plâstik teorisinin ekonomik olduğu iddiasında mağlûp olmamak için, hareketli yüklerin tesirlerinde, kolonlarda kabul edilen bir kabulün tam zıddı kirşilerde kabul edilmekte, böylece ebatlandırmada kullanılan emniyet katsayısı kâmilien itibari ve gayri muayyen bir sayı hüviyetini kazanmaktadır. Binnetice plâstik teorisinin ekonomik neticeler verdiği iddiası da lâlettayın yapılan kabulleri muvacehesinde itibarını kaybetmektedir.

Plâstik teorisinin en zayıf tarafı, bizzat kendisinin plâstik karakterde oluşundan ileri gelmektedir. Halkın plâstik teori, konstrüksiyon üzerindeki hakiki yüklemeyi geride bırakıp, kırılma yükleri ile haşır neşir olmakta ve binnetice doğrudan doğruya kendisini komplike plâstik stabilite problemlerinin kucağına atmaktadır. Bu komplike problemlerin çözümü için bir sürü münakaşaya değer kabuller yapılmakta, gene genel ve mütekâmil bir hesap esası tesis edilememektedir. Verimli bir etüd ve araştırma, fakat nâtamam ve itimat uyandırmayan bir teori ortalaya çıkmaktadır. Karşılaşılan çözümleri güç, kompleks problemler yüzünden başlangıçta büyük ümitler beslenmiş olan ve istikbal vadetmiş olan plâstik teori, bugün tahmin edilen hüsnü kabulü bulamamıştır. Plastik teoriye ait gerek teorik ve gerekse laboratuvar çalışmalarının belkemiği Amerika'da Lehigh Üniversitesinde hazırlanmıştır. Bu da dev Amerikan çelik imalat firması «U.S. Steel Co.» nin, çeliğin mühendislik âleminde daha çok kullanılır bir malzeme haline gelmesi için, yaptığı malî yardımlar sayesinde olmuştur. Çeliğin, betonarme ve ilkel gerilmeli betona karşı açtığı bir nevi mücadelenin neticesi olarak plâstik teori pratik sahaya intikal ettirilmeye çalışılmaktadır.

Plâstik teori muarızlarının öncülüğünü yapan Profö Hrennikoff, A. tarafından yukarıda kısaca izah edilmeye çalışılan aksaklıklar ve daha bir çokları, Kuzey Amerika mühendislik neşriyatında mükerreren ve ısrarla belirtilmiştir. ⁽⁹⁾ ve ⁽¹⁰⁾ ileri sürülen bu itirazlar plâstik teori kurucu ve müdafilerinin de, böylece malûmu olup onlar tarafından tetkik edilmiştir. Ancak verilen cevap-

lar tatminkâr olmaktan uzak ve aynı aksaklıkların elastik teoride de mevcut olduğu fikrinde temerküz eden umumi ve âfâki müdafaadan ibarettir.

Henüz, Türk mühendislik camiasında plâstik teorisinin revaç gördüğünü ve pratik sahada tatbik unkanını bulduğunu zannetmiyorum.

Proje bürosundaki statikler bundan böyle elastik teoriyi terkederek, plâstik teoriyi kullansın diye milyonlarca dolar sarfedilmiş, yüzlerce ilim adamı seferber edilmiş ve kısmen de olsa bunda muvaffak olunmuştur. Filhakika en yeni beton ve çelik şartnamelerinin sonuna, plâstik teoriye ait hususlar ilâve edilmiş ⁽¹¹⁾ ve plâstik teorisinin bürolardaki tatbikatını kolaylaştırmak üzere tablo ve cetveller hazırlanmıştır. ⁽¹²⁾ Böyle bir cereyanın yanı sıra, objektifin öbür tarafından bakarak, plâstik teorisinin zayıf taraflarını topluca, inşaat mühendisleri camiamıza duyurmayı, teorik sahada olduğu kadar pratik sahada çalışan mühendislerimiz nazarında da, müsbet veya menfi olsun bir alâka uyandıracığı kanaati ile, faydalı buldum.

Literatür :

- The Commentary, Journal of the Engineering Mechanics ASCE, January 1960 p. 132
- The Plastic Method of Designing Steel Structures, J. F. Baker, Journal of The Structural Division ASCE April 1959.
- The Steel Skeleton, J. F. Baker, M. R. Horne, J. Heyman, (Cambridge University Press.
- Journal of The Engineering Mechanics Division ASCE, July October 1959 ve January, April 1960.
- Bak Referans (3) sayfa 236.
- Bak Referans (2) September 1959.
- Bak referans (4) October 1959.
- Bak Refreans (4) April 1960.
- Bak Referans (4) October 1959.
- The Engineering Journal, November 1961. Engineering Institute of Canada.
- Specifications for Reinforced Concrete, American Concrete Institute A Manual of Steel, American Society of Steel Construction, National Building Code of Canada.
- Tables for Eccentric Plastic Column Design, Portland Cement Association.

(*) (A.S.C.E. = American, Society of Civil Engineers - Amerikan İnşaat Mühendisleri Cemiyeti)

(**) (creep) = kirip okunur.