



ASMA KÖPRÜ

Asma köprüler, esas taşıyıcı elemanı kuleler arasına asılmış olan kablo veya zincirden teşkil edilmiş köprülerdir.

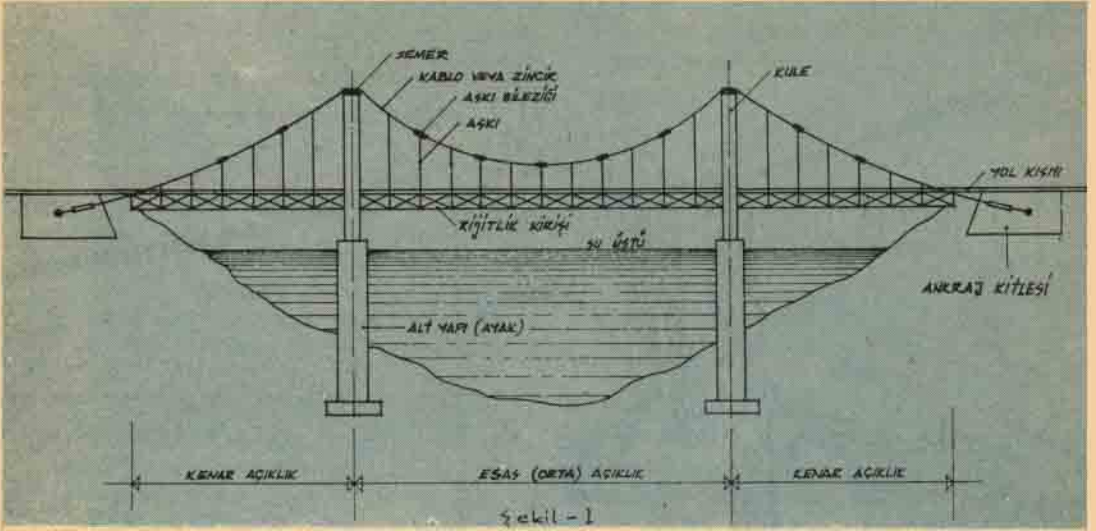
Asma Köprülerin Tarihçesi :

İlk madeni asma köprülere 18. yüzyıl da rastlanmaktadır. İlk yapılan köprüler yaya trafiği için ve küçük açıklıklıdır. Asma sistem olarak zincir kullanılmıştır. Kuleler ahşap, kârgir veya madeni malzeme meden inşa edilmiştir. Malzeme kalitesinin yükseltilmesi, proje ve inşaat tekniğindeki gelişmeler sonunda daha büyük açıklıklı ve uzun ömürlü köprüler yapılması mümkün olmuştur.

İnş. Y. Müh. ADIL SÖZMEN

Mevcut kayıtlara göre ilk asma köprü, 1741 yılında İngiltere'de inşa edilmiş olan River Tees köprüsüdür. Açıklığı 21.5 m. olan bu köprü 61 yıl dayanmıştır. 1785 yılında Almanya'da 30 m. açıklıklı Lahn köprüsü ve 1796 da Amerika'da 22 m. açıklıklı Uniontown köprüsü inşa edilmiştir.

Asma sistemi kablo olan köprülere 19. yüzyılın başlarında rastlanmaktadır. İlk kablolu asma köprü 1816 yılında Amerika Philadelphia'da inşa edilen Schuylkill Falls köprüsüdür. Açıklığı 125 m. olan bu köprünün ömrü ancak bir yıl olmuştur.



Aynı yıl İngiltere'de de açıklığı 34 m. olan bir kablolu asma köprü inşa edilmiştir.

19. asırda ve 20. asrın başlarında büyük açıklıklı köprüler yapılmıştır. Bunların çoğu halâ hizmet görmektedir. 1930 yılından sonra büyük açıklıklı birçok köprü yapılmıştır.

Asma köprülerin bir kısmı bilhassa ilk yapılan asma köprüler çeşitli sebeplerden ve genellikle rüzgâr veya diğer tesirlerin meydana getirdiği dinamik kuvvetlere dayanamamaları sebebiyle yıkılmıştır.

Dinamik kuvvetlere dayanamıyarak yıkılan köprülerden en önemlisi, Amerika Birleşik Devletlerinin Washington eyâletindeki Tacoma Narrows köprüsüdür. Esas açıklığı 854 m. olan köprünün yol kısmı yüksekliği az, çelik bir kiriş tarafından taşınmakta idi. Zarif görünümlü köprü 1940 yılında orta şiddetteki bir fırtına sonunda harap olmuştur.

Asma Köprülerin Özellikleri :

Büyük açıklıkların aşılmasında asma köprüler aşağıdaki sebeplerden ekonomi sağlamaktadır.

- Yükleme noktasından mesnet noktasına doğrudan doğruya intikali,
- Çekme gerilmelerinin hakim olması,
- Çelik mukavemetinin tel kablo şeklinde daha fazla olması.

Asma köprüler genellikle karayolu için takriben 200 m. ve demiryolu için 700 m. den büyük açıklıklarda diğer köprülere nazaran daha ekonomik olabilmektedir.

Asma köprülerin hafif olması, estetik bakımından da üstünlük vermektedir. Yol kısmının alçak kotta teşkiline imkân vermesi, rüzgâr basıncı merkezinin aşağıda bulunması, iskeleye ihtiyaç göstermemesi, inşasının kolay oluşu, kullanılan malzemenin kolayca taşınabilmesi, inşa sırasında yıkılma tehlikesinin bulunmayışı asma köprülerin bellibaşlı nitelikleridir.

Asma Köprülerin Ana Kısımları :

Asma köprüler altyapı (ayaklar), kuleler, kuleler üzerindeki kablo mesnetleri (semerler), ankraj tertibatı ve kitlesi, kablo veya zincir, askılar, rijitlik kirişi ve yol kısmı gibi esas kısımları ihtiva eder.

Altyapı: Genellikle büyük açıklıklı diğer köprü temellerinden önemli fark göstermezler. Derin ve büyük boyutlu temellerdir. Su içinde genellikle keson usulü ile inşa edilir.

Kuleler: Kuleler kablo veya zincir vasıtasıyla gelen yükleri ve rüzgâr yüklerini altyapıya (ayaklara) aktarırlar. İlk köprülerde ahşap, kârgir ve çelik kullanılmışsa da bugün genellikle yalnız çelik malzemenen kuleler inşa edilmektedir. Kârgir kuleler yol kısmının iki tarafında ayaklar şeklinde yükselir ve yukarıda Gotik bir kemerle birbirine bağlanır.

Çelik kuleler her bir asma sistem için bir kolon veya bir kule ayağı olarak inşa edilir. Kolon veya ayaklar yanal stabilite için enine kirişler, enine bağlantılar veya kemer portallerle birbirine bağlanır. Bu bağlantılar kolonların burkulmasının önlenmesi, kablo veya zincirin düşey düzlemde teşkil edilmemesi halinde meydana gelecek yanal kuvvetlerin ve rüzgâr kuvvetlerinin altyapıya intikali bakımından lüzumludur.

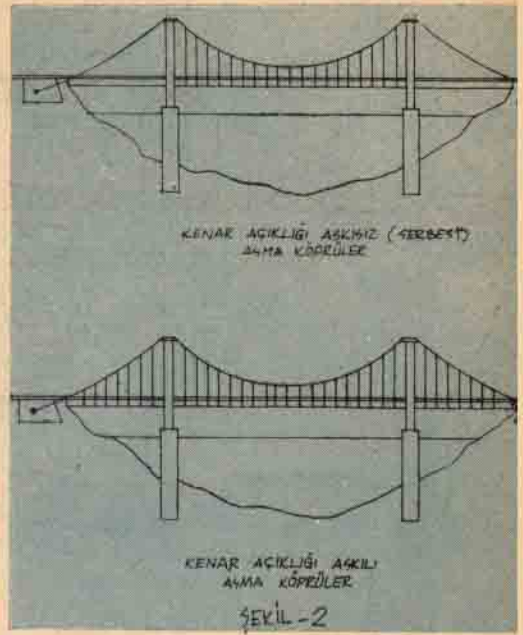
Çelik kolonlar levha ve korniyerlerden açık veya kapalı enkesitli inşa edilir. Yatay diyaframlarla takviye olunur ve enkesit tabana doğru büyütülür.

Yüksek kuleler birbirine bağlanmış dörder kolondan ibaret ayaklar şeklinde inşa edilir.

Kuleler ve altyapıya rijit olarak bağlanır veya tabanı mafsalı olarak teşkil edilir.

Semerler: Kuleler üzerinde kabloların oturması için konulan özel döküm mesnetlere «Semer» denir.

Semerler ya ısı değişmesi dolayısıyla kablo boyunda meydana gelecek değişiklikler sebebiyle ortaya çıkacak hareketlere imkân verecek şekilde rulolar üzerine oturur veya kulelere bulonlanır. Semerle-

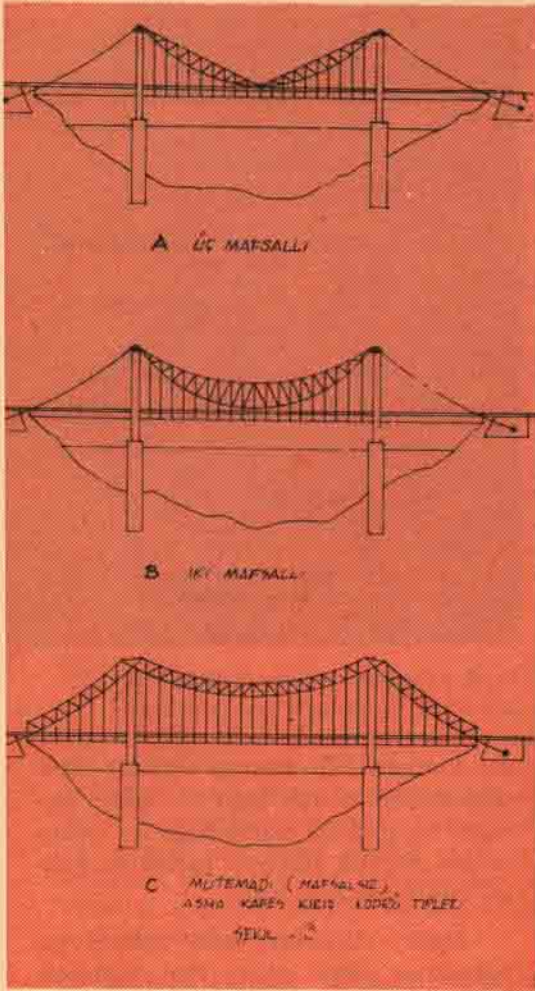


rin kulelere bulonlanması halinde, kule tabanda rijit olarak bağlı ise eğilme momenti ile, mafsalı olarak bağlı ise menteşe gibi dönmek suretiyle hareketler kuleler tarafından karşılanır.

Zincir: Uçlarına delik açılmış çubuklardan teşkil edilir. Pim bağlantılı kafes giriş inşaata benzer. Çelik veya nikkelli çelik malzeme kullanılır. Perçinli bağlantılar kullanılmışsa da tavsiye edilmemektedir. Zincir inşaatın mahzurlarından biri de pimler arasındaki çubukların eşit gerilme almamalarıdır. İlk köprülerde daha çok kullanılmış ve bugün hemen hemen terk edilmiştir.

Kablo: Asma köprülerde kullanılan kablolar iki şekilde teşkil olunmaktadır.

a) Paralel Tel Kablolar: Bu tip kablolar Amerika'da çok kullanılmaktadır. Kullanılan çelik telin çapı 5 mm. civarındadır. Teller hava tesirlerine karşı korunmak üzere galvanize edilmiştir.



Paralel tel kabloların teşkili için teller ankrajlar arasına gerilir ve arzu edilen sayıya ulaşıncaya bir demet halinde toplanır. Her demette 300-400 tel bulunur. Demetler tamamlandınca hususi ekipmanla sıkıştırılır, kelepçelenir ve silindirik bir kablo halinde sarılır. Kablodaki demet sayısı kablonun büyüklüğüne göre 7, 19, 37 veya 61 olur.

Kablo ankrajlarda kabloyu teşkil eden demetlere ayrılır. Demetler pabuçlara yer sağlamak için birbirine göre kaydırılır. Pabuçlar atnalı biçiminde ve üzerinde demetdeki tellerin yerleştirilmesi için yuvaları bulunan çelik döküm parçalardır. Bu

pabuçlar daha önceden hazırlanmış olan delikli ankraj çubuklarına pimlerle bağlanır.

b) Bükülü Tel Halatlar : Bunlar daha çok Avrupa'da kullanılmaktadır.

Bükülü tel halatlar, 250-300 m. açıklıklar için, fabrikada hazırlanıp iş yerine sevk edilmeleri sebebiyle, genellikle tercih edilir. Muvakkat bir kablo yardımıyla açıklıktan geçirilerek uçları çelik soketlerle tesbit olunur.

Çapları 60-70 mm. ye kadar olan halatlar yuvarlak tellerin spiral şeklinde sarılmasıyla elde edilir. Daha büyük çaplar için bükülü tel demetleri bir çekirdek demet etrafına sarılmak suretiyle imal olunur. Demetdeki tellerin büküm doğrultusu, halattaki demetlerin büküm doğrultusunun tersinedir. Bükülü tel halatların fleksibilitelerini azaltmak için çekirdek teli saran tropezoidal kesitli tellerden imal edilmiş, özel kesitler kullanılmaktadır.

Bükülü tel halatların elastisite modülü, paralel tel kablolardan daha küçüktür.

Bükülü tel halatlar askılarda da kullanılmaktadır.

Askılar ve Askı Bilezikleri : Rijitlik kirişi veya yol döşemesi askılar vasıtasıyla kabloları aşır.

Kablo sıkıştırıldıktan sonra, askıların bağlanabilmesini temin eden «askı bilezikleri» kabloları tesbit olunur. Bunlar iki yarım olarak imal edilmiş olan ve kaymaya karşı sürtünme ile gerekli mukavemeti temin etmek üzere birbirlerine bağlanmak üzere flânsları bulunan bilezik şeklindeki çelik döküm parçalardır. Askılar, askı bilezikleri üzerindeki flânsları bulunan yuvalara oturur.

Rijitlik Kirişi : Kabloda meydana gelecek distorsiyonu sınırlandırmak üzere askılarla kabloya bağlı bir rijitlik kirişi kullanılır. Bu rijitlik kirişi son yıllara kadar kafes kiriş olarak inşa edilmekte devam etmiş, yeni yapılan birkaç köp-

rüde kapalı kesitli çelik kirişler tatbik olunmuştur.

Ankraj Tertibatı ve Ankraj Kitlesi :

Pabuçlar etrafına ilmek şeklinde çevrilen kablo demetlerindeki yükler, pabuçların pimle bağlı olduğu ankraj zinciri vasıtasıyla ankraj levhası, kirişleri veya ızgarasına intikal ettirilir. Delikli çubuklardan teşkil edilmiş olan ankraj zinciri doğru, kırık kat veya eğri şeklinde uzanır ve ankraj levha, kirişleri veya ızgarasına pimle rabtedilir.

Bükülü tel halatlar delikli çubuklardan teşkil edilmiş zincir kullanılmadan doğrudan doğruya, ankraj kirişlerine dayanan soketler içine yerleştirilmek suretiyle, ankre edilebilirler.

Kârgir ankraj kitlesi, kablo veya zincirin çekme kuvvetini nakil hizmetini görür. Gerilmelerin durumuna göre ankraj kitesinin gerekli kısımları birinci sınıf kârgirden yapılır ve geri kalan kısmı sadece ağırlık temini için zayıf bir beton veya diğer dolgu malzemesi ile tamamlanır.

Ankraj kitesinin yukarı kalkması, kayması veya yana yatması durumları genellikle emniyet emsali 2 alınarak tahkik olunur.

Ankraj kitlelerinin projelendirilmesinde paslanmaya karşı koruma, kontrol ve bakım için içeri girebilme imkânı ve parçaların değiştirilmesinin mümkün kılınması hususları gözönüne alınmalıdır.

Avrupa'daki tatbikatta daha çok değiştirme işinin kolaylığı esas alınmaktadır. Kablo, yenilenmesi mümkün olan bükülü tel halatlardan teşkil edilmiş olduğundan, bütün halat uçları soketlenmiş ve uçsuz halatlar elimine edilmiştir. Çelik aksamın hepsine ulaşılabilir.

Amerika'daki tatbikatta ise değiştirmeden ziyade koruma ve devamlılığa önem verilmektedir. Paralel tel kablolar kullanılır ve rutubet geçirilmeyen bir örtü ile

sarılır. Tellerin açık olduğu yer pabuçlardır. Bu kısımlar kontrol edilip temizlenir. Paslanma bakımından tehlikeli nokta ankraj tertibatıdır. Ankraj çukurundaki çelik aksamın etrafı beton veya başka bir su geçirmez malzeme ile sarılır.

Asma Köprülerin İnşaat Safhaları :

Asma köprülerde normal olarak aşağıdaki inşaat sırası takip edilir: Altyapı, kuleler ve ankraj kitleleri, yaya köprüsü, kablo, askı bilezikleri ve askılar, rijitlik kirişi ve döşeme sistemi, yol kısmı ve kablonun sarılması.

Delinmiş çubuklardan teşkil edilmiş olan zincir genellikle iskele yardımıyla inşa edilmektedir.

Asma Köprülerin Proje Hesapları

Asma köprülerin proje hesaplarında ya «Elâstik Teori» veya «Defleksiyon Teorisi» (Ekzakt Teori) kullanılır.

Eğer rijitlik kirişi, kablonun hareketli yüklerden meydana gelen deformasyonların pratik olarak kabili ihmal derecede küçük olmasını sağlayacak rijitlikte ise, elâstik teori kullanılabilir. Bu usul pratik maksatlar için yeteri kadar doğrudur ve hatalar genellikle küçük ve emniyetli taraftadır.

Rijitlik kirişinin pek rijit olmadığı veya açıklığın fazla olduğu hallerde kablo ve kirişin sehimleri ihmal edilemeyecek kadar büyük olabilir ve bu halde sistemin deformasyonunu gözönüne alan «Defleksiyon Teorisi» ne göre hesap yapılır. Bu teori Prof. J. Melan tarafından ortaya konmuştur.

Asma Köprü Tipleri : Asma köprüler rijetlenme durumuna göre ikiye ayrılabilir.

1. Rijetlenmemiş Asma Köprüler :

Bu tip köprüler önemli yapılarda kullanılmaz. Genellikle iki kuleden geçen kablo kenar açıklıklarda askılar konma-

dan kuvvetli bir temele ankre edilir. Yol kısmı askılarla kabloya asılmıştır. Bir rijitlik kirişi olmadığından kablo tatbık olan yükler altında moment eğrisinin şeklini alacaktır.

İlk köprülerin çoğunda olduğu gibi eğer imal edilmiş zincirler kullanılıyorsa enkesit maksimum yüklemeye göre gerilme ile orantılı olarak değiştirilir. Eğer tel kablolar kullanılıyorsa enkesit baştanbaşa üniform olur.

2. Rijetlenmiş Asma Köprüler: Rijitlik kirişinin yerine göre bu köprüler ikiye ayrılır:

a. Rijitlik Kirişli Asma Köprüler: Kablonun diztorsiyonunu tahdit için kabloya askılarla bağlı bir rijitlik kirişi vardır. Rijitlik kirişi kenar açıklıklarda kabloya asılabileceği gibi, müstakilen de mesnetlendirilmiş olabilir (Şekil: 2).

Rijitlik kirişi kule tabanlarında mesnetlendirilebileceği gibi kenar açıklıklarla birlikte mütemadi olarak da inşa edilebilir. Sistemi statik bakımdan muayyen hale getirmek veya gayri muayyenlik derecesini azaltmak üzere rijitlik kirişine mafsallı konabilir.

b. «Asma Kafes Kiriş» veya «Desteklenmiş zincir» Köprüler:

Kabloya asılmış düz bir rijitlik kirişi yerine, bir ters kemer şeklinde inşa etmek suretiyle, asma sistemin kendisini distorsiyona mukavemet edecek şekilde inşa edilmiş köprülerdir (Şekil: 3).

Rijetlenmiş asma köprüler, rijitlik kirişi veya asma kafes kirişin mesnetlenme durumlarına göre aşağıdaki gibi tasnif edilebilirler:

1. Rijitlik Kirişli Asma Köprüler :

- A. 3 Mafsallı a. Kenar açıklık askılı
b. Kenar açıklık askısız (Serbest)
- B. 2 Mafsallı a.
b.
- C. 1 Mafsallı a.
b.

- D. Mütemadi a.
b.

2. Asma Kafes Kiriş Köprüler :

- A. 3 Mafsallı a.
b.
- B. 2 Mafsallı a.
b.
- C. 1 Mafsallı a.
b.
- D. Mütemadi a.
b.

Ekonomik Oranlar: Asma köprülerde kenar açıklıkların esas açıklığa oranı askısız (serbest) kenar açıklıklarda takriben $1/4$ ve askılı kenar açıklıklarda takriben $1/2$ dir. Kenar açıklıkların boyu sahilin durumuna ve uygun ankraj yeri ne göre de tâyin edilir.

Açıklık oranları, yukarıda tasnifi yapılan köprü tiplerine göre farklı olacağından, toplam ekonomiyi sağlayan oranlar seçilmelidir.

$1/6$ dan daha büyük sarkma oranı genellikle kullanılmamaktadır. $1/8 - 1/10$ oranları daha güzel bir görünüş sağladığı gibi yanıl ve düşey rijitliğin artmasına da yardım etmektedir. $1/9 - 1/2$ sarkma oranı daha çok tatbik edilmektedir.

Asma Köprülerde Gelişmeler: Son yıllarda asma köprülerin gerek projelerinde ve gerekse inşa metotlarında gelişmeler olmuştur. Bilhassa uzun yıllar kafes kiriş olarak inşa edilmekte olan rijitlik kirişinin çelik kapalı kesit kiriş (kayık veya kutu tipi) olarak inşası büyük ekonomi sağlamıştır.

İngiltere'de esas açıklıkları ve diğer nitelikleri birbirine çok yakın olan iki köprüden, çelik kapalı kesit kiriş sisteminde inşa edilen Severn Köprüsünde, klâsik kafes kirişli Forth Road Köprüsüne nazaran takriben % 20 gibi büyük bir ekonomi sağlanmış bulunmaktadır.

Kafes kiriş sistemlerde de daha ekonomik kesit ve boyutlar kullanılmış, inşaatı kolaylaştıran ve çabuklaştıran komple kısımlar imali yoluna gidilmiştir.