244

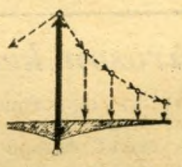
Az új Erzsébet-híd néhány műszaki problémája

Budapest hídjai közül csak az Erzsébet-híd nem épült még újjá, pedig ez a híd nagyon szükséges a főváros legkedvezőbb forgalmának kialakításához. Sok előzetes tanulmány kiértékeléseként a fővárosi tanács előterjesztése alapján a Minisztertanács megtárgyalta a híd újjáépítésének tervfeladatát azzal, hogy *a hidat kábel függőhídszerkezettel, megfelelő teherbírással*, 1964. december 31-ig kell megépíteni. Ebben a cikkben néhány, erre a témára vonatkozó tanulmány alapján, ismertetjük azokat az okokat, amelyek miatt a szakemberek a kábelhíd mellett döntöttek.

Az acélt húzásra kell terhelni

Valamely építmény anyagfelhasználása akkor a leggazdaságosabb, ha az építésre felhasznált anyagokat *teherbírásuk megengedhető mértékéig teljesen igénybe vesszük, ha anyagi sajátosságuknak legmegfelelőbb módon* használjuk fel azokat.

A könnyű hídszerkezetek legjobb anyaga az acél, amelynek *húzóerőkkel* való igénybevétele sokkal kedvezőbb, mintha nyomóerőkkel terheljük. Bármennyire is erőlködünk, egy zsilettpengét nem tudunk két kezünkkel széttépni (húzó igénybevétel), de a hüvelyk- és mutatóujjunkkal megnyomott zsilettpenge behajlításához nem is kell erőlködnünk (nyomó igénybevétel). Nyomó igénybevétel szempontjából a lemezalak kedvezőtlen, de ha a kedvezőbb T vagy L alakú vagy más, jobb keresztmetszeti formát is választunk, *ugyanazon nagyságú igénybevételnél lényegesen több acélanyagra van szükség a nyomóigénybevételre méretezett szerkezeteknél, mintha csak húzóerőkkel kell számolnunk.*

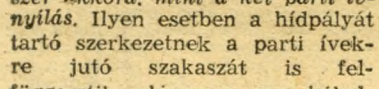


A függőhíd erőjátékát szemlélteti ez a rajz. A vékony szaggatott vonalak, a lefelé irányuló nyilak húzóerőket ábrázolnak (kábelek). A felfelé irányuló vastag nyíl nyomóerőt szemléltet (pilon).

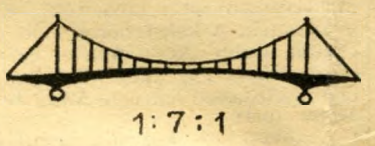
Nyilvánvaló tehát, hogy az acélszerkezeteket úgy kell kialakítani, hogy azokban *az erők minél inkább húzó jellegűek* legyenek. Vonatkozik ez főleg a nagy áthidalásokra: éppen ezért a függőhidak a leggazdaságosabbak. Óriáshidaknál, amelyek áthidalása sokszor a kilométert is eléri, nem is lehet más megoldást találni.

A függőhíd

Napjaink függőhídja háromnyílású. Ez a szerkezet a legegyszerűbb és egyben a legolcsóbb is. A hídpályát *rudakkal vagy kábelekkel* függesztik fel a *lánc- vagy kábelszerkezetre*. Ezek mind *húzásra igénybe vett* szerkezeti elemek. A lánc- vagy kábelszerkezetet két, pilonnak nevezett oszlopszerű (vagy inkább toronyszerű) építmény tartja, ezek a pilonok viselik a felfüggesztő és a felfüggesztett szerkezet csaknem teljes súlyát. *A két pilont nyomóerőkre méretezik.*



A függőhidak legkedvezőbb nyílásképzése 1:2:1 arányú, azaz *a középső, legnagyobb ívnyílás kétszer akkora, mint a két parti ívnyílás.* Ilyen esetben a hídpályát tartó szerkezetnek a parti ívekre jutó szakaszát is felfüggesztik a láncra vagy a kábelre. (Ilyen a budapesti Lánchíd.) Az Erzsébet-híd esetében a pilonokat tartó pilléreket a partra helyezték, hogy ne kelljen ezen az igen szűk folyamszakaszon a mederbe pillért építeni. Ez az Erzsébet-híd esetében azt jelenti, hogy a középső ív 290 méter nyílású, a parti nyílások körülbelül 44 méteresek. A nyílások aránya tehát 1:7:1, ilyen esetben a merevítőtartó parti nyílásainak megfelelő részét nem célszerű felfüggeszteni, ezek mint a merevítőtartó nyúlványai (gerendatartók) *részben önmagukban is elég teherbírók*, részben a parton kialakított hídfőkre támaszkodnak.



A függőhidak lánc- vagy kábelszerkezetét — amely a teljes súly terhét viseli — a két parton ki kell horgonyozni: a két lánc (vagy kábel) végét a hídfőkben kialakított hatalmas kő- vagy betontömbökbe építik be. (A régi Erzsébet-híd hídfőiben kiépített „vámházak" és terjedelmes kőépítmények elsősorban a horgonyzókamrák terhelésére szolgáltak és részt vettek a láncvégek elmozdulásának megakadályozásában.)

Négy nyomvonal helyett hat

Kezdetben az volt a szinte teljesen egybehangzó vélemény, hogy *az új híd a réginek pontos mása legyen.* Azonban kiderült, hogy *a régi méretekben megépülő híd nem lenne elég teherbíró a mai forgalom számára.* A négy nyomvonal helyett *hat nyomvonalra* van szükség. Ez a régi hídszerkezetbe még akkor sem illeszthető be, ha a gyalogközlekedést láncokon kívül helyeznék el, mert a láncok közötti 16 méteres sávba nem szorítható be a minimálisan 18 méteres hatnyomú úttest.

A régi híd megszokott szecessziós súlyos kovácsoltvas díszítőelemeit mind el kellene hagyni. A jelentékenyen szélesebbé vált híd elvesztené könnyed karcsúságát. A lánchídnak megépített szélesebb híd *önsúlya megengedhetetlenül nagy lenne*, a régi alapozást megerősítéssel is csak nagy költséggel lehetne felhasználni. Végeredményben *a régi alakban felépített szélesebb Erzsébet-híd rendkívül drága lenne és semmi biztosíték nincs arra, hogy nem lenne-e túlságosan esetlen formájú.* Ezt a megoldást — régi forma, lánchídszerkezet, oldalirányú kiszélesítés — el kellett tehát vetni.

Hasonlóképpen el kellett vetni azt az elgondolást is, amely az új hídnak *ferde irányt* adott, s a budai hídfőt a Döbrentei térre helyezte. Ez a változat még többe kerülne, mert a régi, felhasználható alapozást veszni hagyja. A forgalomszabályozás tanulmányozása pedig azt mutatta, hogy az új irány ebből a szempontból semmi előnnyel nem jár: a régi helyen felépített híd budai hídfőjénél kiépítendő körforgalom kedvezőbben alakítható ki, mint az új hídtengely esetében.

Arra is gondoltak, hogy az Árpád-hídhoz hasonló *gerendahidat* építenek mert a lapos felépítményű hídnál a városkép szabadabban érvényesülhetne. Az igazán lapos ívelésű gerendahíd azonban csak a mederbe épített pillérekkel valósítható meg. Erre az adott esetben nincsen mód: a parti pillérekre épített gerendaszerkezet pedig olyan magas lenne, hogy *a városképet a gerendahíd teljesen kettévágná.* Ehhez a megoldáshoz *lényegesen több acél* is kellene: 13 000 tonna, a 7000 tonnával szemben.

Miért kábelhíd?

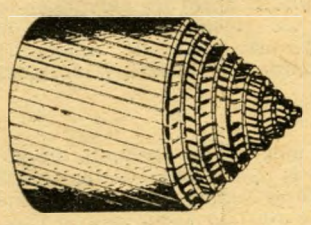
A meglevő alapozások felhasználása nagy gazdasági előny. A két part talajtani szerkezete minél könnyebb alapozást kíván. Ezért *a lehető legnagyobb terhelést megengedő legkönnyebb hídszerkezetet kellett választani.* Ez pedig nem a lánchíd, hanem *a kábelhíd.*

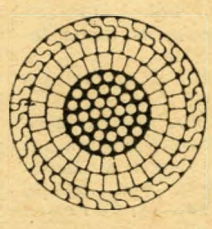
A volt Erzsébet-híd lánclemezeinek szakító szilárdsága 4900 számmal jellemezhető: egy négyzetcentiméter keresztmetszetű rúd elszakításához 4900 kg-os terhelés szükséges. A húzási technológiával előállítható acélhuzalok szilárdsága ennél jóval kedvezőbb. A felhasználandó kábel huzalanyagának szakító szilárdsága 14 000—16 000-re jellemezhető, ez durván annyit jelent, hogy *a függőhidat tartó kábelszerkezet önsúlya negyedrésze az ugyanolyan teherbíró láncszerkezetnek.*

Milyen lesz az új híd?

Az új híd vonalvezetése hasonló lesz a régihez. A kábelek éppúgy „belógnak" majd, mint az Erzsébet-híd láncai. A gyalogjárók a függesztő kábeleken kívül lesznek, éppúgy, mint a Széchenyi-Lánchídon. A híd teljes szélessége a két korlát között 26,7 méter, a kocsipálya szélessége 18,20 méter lesz, a járdáké pedig 3—3 méter.

Mindkét kábelszerkezet tulajdonképpen egy-egy *kábelköteg*, s mindegyik kábelköteg sok, egymással párhuzamosan futó *elemi kábelből áll.* A kábelköteg befoglaló formája egy csúcsára állított szabályos hatszög. Ez az alakzat azért a legcélszerűbb, mert nincs vízszintes lapja; kittmasszával gondosan kitöltik, hogy az esővíz, olvadó hólé gyorsan lefolyjék róla.





Ilyen az elemi kábel. A baloldali rajz mutatja, hogy ez a sodrott kábel több, egymást borító rétegből áll. A jobboldali metszet; a sodrott kábel keresztmetszete. Az egyes huzalok keresztmetszetét úgy választják meg, hogy azok a kábelt teljesen zárttá tegyék.

Az elemi kábeleket a gyárban lehorgonyzó fejekkel látják el. Amikor az elemi kábelek befüggesztése megtörtént (vagyis a két pilon tetején átvezették az egyik partról a másikra), a lehorgonyzófejeket a hídfőkben levő lánckamrákban egyenként öntött acélhorgonyzótuskókra támasztják és a „finombeállítást" a horgonyzótuskók és a lehorgonyzófejek közé helyezett acél alátétlemezekkel végzik. *Minden elemi kábel így egyformán részt vesz a híd terhének hordozásában*, nem lehetnek „lazsáló" elemi kábelek.

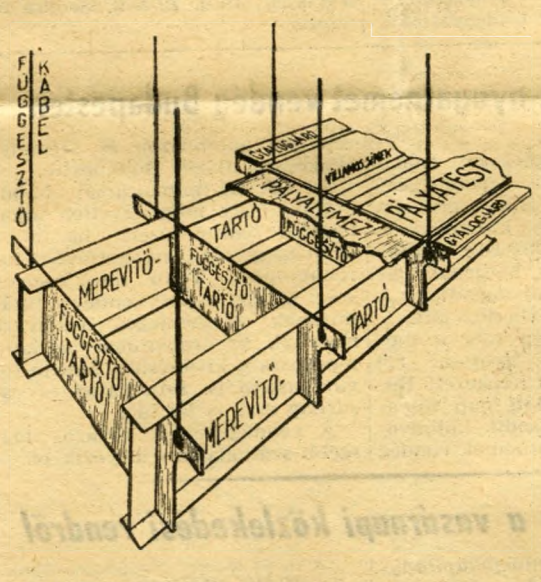
A pilonokról aláhajló kábelkötegről a középső nagy ívben tíz méterenként egy-egy körülbelül *85 milliméter átmérőjű függesztőkábel* függ, ezek viselik a hídpályát tartó merev szerkezet súlyát.

A merevítőtartó szerepe

Ha ívben belógó — két oldalirányból megfogott — acélkábelt egy helyen jelentékeny súllyal megterhelünk, a kábel a terhelési helyen „betörik" és ez a betörés annál élesebb, minél jelentékenyebb a teher a kábel súlyához viszonyítva. Óriási hidaknál a kábelszerkezet önsúlya olyan nagy, hogy ehhez képest a legnehezebb járművek terhelése is jelentéktelen. Ilyen esetben a pályát közvetlenül hordozó szerkezetet (amire a pályatestet ráépítik) *elméletileg* nem is kellene merevíteni. Ha azonban a híd terhét hordozó kábelszerkezet arányalag könnyű — mint épülő kábelhídunk esetében —, *a pályát közvetlenül hordozó szerkezet merevítését nem lehet elhagyni, mert csak így lehet az áthaladó nehéz járművek okozta helyi terhelést több függesztőkábelre szétosztani.* Ha a pályát hordozó szerkezet „puha" — nincsen merevítve —, *a pályatest a nehéz jármű alatt behajlik*, és a nehéz jármű *terhének túlnyomó részét a járműhöz pillanatnyilag legközelebb levő függesztőkábel viseli.*

Ha a pályát hordozó szerkezet *merev*, a besüppedés mértéke kisebb és *a helyi terhelés nagymértékben átterjed a szomszédos függesztőkábelekre is.* A merevített pályatartó szerkezettel csökkenteni lehet tehát az egyes függesztőkábelekben fellépő erőváltozások nagyságát, ez végeredményben *a hídszerkezet anyagának gyors kifáradását küszöböli ki*, ami az egész híd élettartamának növelését jelenti. Ez a terhelésszétosztó szerkezet a híd teherhordásában *nem vesz részt*, célszerű tehát ezt is *minél könnyebbre* készíteni.

Tehát nemesebb acélanyagokat kellett választani, és ami elég ritkaság, *az útburkolatot hordó acéllemezt is fel kellett használni a merevítőtartók kiegészítőjeként.*



A függesztő keresztTartók egy, az egész hídon végigvonuló vaslemezt hordanak. Erre kerül a hídpálya. A szerkezet a merevítőtartókkal együtt összefüggő egészet alkot.

Ez a kivitelezés tele van „műszaki érdekességekkel". Például a hídpályára lefektetett villamossín *esetleg 6 centiméter magas különleges sín* lesz, amelyet a merevítőtartóra kell majd hegeszteni. A pályát is hordó lemezszerkezeten az útburkolat vastagsága ugyanis — a szerkezet könnyűségének biztosítására — csak 6 centiméter vastag és a szabványos sínek egyike sem ilyen alacsony. Egy másik műszaki érdekesség, hogy a könnyű pályatartó acélszerkezet két szélén levő *járdákat viszonylag súlyos betonból kell készíteni*, ezzel az úttesten haladó járművek *terhelésváltozást okozó hatásait* lehet az egész hídra vonatkozóan *csillapítani.*

Hogyan szerelik a kábelhidakat?

A pilonok elkészülte után, a leendő két kábelszerkezet „nyomvonalán", *drótkötélből készült két szerelőpályát* építenek. Ezen végigvezetve történik az egyes elemi kábelek behúzása és a végleges, szabályos hatszög alakra való összefogása. Ezt a munkát mindvégig ilyen lengő, pókhálószerű állványon szokták végezni. A hajóforgalmat csak arra az időre kell leállítani, amíg ennek az állványzatnak első drótköteleit egy pontonon átviszik a folyó túlsó oldalára és amíg ezt a kábelt a helyére nem emelik.

A merevítőtartó beszerelése a parti nyílásoknál állványozással történik. A meder fölé kerülő, darabokra osztott elemeket pontonokon beúsztatják és a helyükre emelik. Ezek a tartóelemek még külön-külön függnek egymás mellett, de még mielőtt összekapcsolnák őket, rájuk kell építeni a pályatestet, a síneket, a járdát, a korlátokat stb. Az össze nem fűzött, gyöngyszemekként egymás mellé helyezett tartóelemekre ráadnak tehát minden terhelést; ezután *a függesztéseket úgy korrigálják, hogy az egyes tartóelemek összekapcsolása minden kényszer nélkül történhessék:* az összekapcsoló szegecsek a két szomszédos tartó kifúrt lyukaiba könnyedén behelyezhetők legyenek. Az ilyen módon merevre összekötött rendszer *belső feszültségektől mentes, hosszú élettartamú, könnyű szerkezet lesz.*

Ugy véljük, hogy a fentiek alapján mindenki előtt világos, *miért nem lehet az új híd a régi pontos mása.* A régi megszokott Erzsébet-híd mindnyájunk szívéhez nőtt, de éppen úgy nem volna használható, mint ahogy a most végzett fiatalember sem tudja majd használni az érettségihez kapott ünneplő ruhát az ötvenéves találkozón. Bármily kedves emlék is, nem tudja felvenni, mert kinőtte. Valahogy így vagyunk a régi Erzsébet-híddal is: emlék, de szoros és kényelmetlen lenne. *Az új hidat a mai és holnapi méretünkre szabják.*