

SZÁMÍTÓPROGRAMOK A HÍDTERVEZÉSBEN

A technikai fejlődés mind nehezebb feladatok elé állítja a statikus tervezőket, különösen a hídszerkezetek számításában, ahol a szerkezet erőjatekának pontosabb figyelembevételét, az építőanyagok gazdaságos kihasználását ma már csak a számítástechnika széles körű alkalmazásával lehet elérni.

Az erőtanai számítások ismert, logikailag szorosan egymáshoz kapcsolódó lépések sorozatából állnak, így gépesíthetőek, sőt jellegzetesen „gépre való” feladatok. Természetes volt tehát, hogy a hatvanas évek közepétől, amikor hazánkban is kezdett tért hódítani a számítástechnika, az elsők között a hídtervezésbe vonult be.

A gépi számítás első alkalmazására a pozsonyi Duna-híd tervezésénél került sor. A ferdekábeles, sokszorosan határozatlan acélszerkezet számítása – nehezítve azzal, hogy a kikötések alakváltozása miatt a feltételei egyenletrendszerek nem lineárisak – olyan hatalmas feladatot jelentett a tervezőknek, hogy szinte rákényszerültek a gépi számítás alkalmazására. Az áttérés az első időszakban sok nehézséggel járt. A hagyományos kézi számítás megoldási módszereit a programok matematikai modelljének kidolgozásához közvetlenül nem lehetett felhasználni, meg kellett keresni az elektronikus számítógép adottságainak legjobban megfelelő megoldást.

A hídtervezésben is távlati cél olyan komplex számítási programok kidolgozása, melyekkel egy hídszerkezet teljes számítása elkészíthető. A számítási eredményeket úgy kell rögzíteni, hogy azok az ellenőrzés és az építés során közvetlenül felhasználhatók legyenek.

A komplex számítási programok megvalósításáig

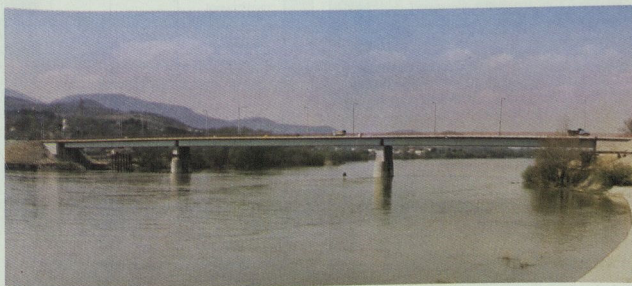
hosszú az út. Először olyan programokat készítettünk, amelyek kisebb részfeladatok megoldására önállóan használhatók, és továbbfejlesztve, később egy közös programba összekapcsolva komplex feladatok megoldására is alkalmazhatóak.

A számítástechnika addig megoldhatatlan statikai modellvizsgálatokat tett lehetővé, így a szerkezetek erőjatekát valósághűbben tükröző modelleket tanulmányozhatunk; nem okoz gondot a statikailag sokszorosan határozatlan szerkezetek számítása és a végtelen szabadságfokú szerkezetek differenciámódszeres vagy végelelemódszeren alapuló megoldása sem. Korszerű programjaink mindkét módszert alkalmazzák.

A szerkezet statikai vázának valósághű megalkotása mellett a számítástechnika lehetőséget adott a konstrukciós kialakítás, az építési technológia, (és ami rendkívül fontos) a szerkezet anyagának pontosabb figyelembevételére. E statikai „finomodások” eredményeként a mai tervező sokkal megbízhatóbban ismeri a szerkezet erőjatekát.

A kidolgozott statikai programok módszer-, illetve szerkezetorientáltak. A módszerorientáltak általában valamilyen statikai módszert teljességében használnak fel, a módszer valamennyi lehetőségét megvalósítva. Ilyen például az síkbeli keretek vizsgálatára készített program, amely a közismert rúdmodell mozgásmódszeren alapuló megoldása. Ezek a programok egyrészt a végelelem-módszer miatt, másrészt mert általános esetekre készültek, nagyon adatigényesek. Ugyanakkor a hídtervezők egy másik speciális igénye a mozgó teher hatásának vizsgálá-

A táhtótfalui Kis-Duna-híd



HÍDFELSZERKEZETEK

SZERKEZET	ACÉL		EGYÜTTDOLGOZÓ ACÉL-BETON		BETON	
	FESZÍTETT		FESZÍTETT		FESZÍTETT	FESZÍTETT
LEMEZ	IZOTROP	•	•		•	
	ORTOTROP	•	•		•	
GERENDA	RÜDSZERKEZET					
	CSAVARÓMEREV RÜDSZERKEZET					
GERENDA RÁCS	IZOTROP					
	ORTOTROP					
KERET	LEMEZ	•	•		•	
	GERENDA	•	•		•	
	VEGYES	•	•		•	
IV	KÉTCUKLOS					
	BEFOGOTT	•				
	LANGER					
KÁBEL	FÜGGŐ		•	•	•	•
	FERDE		•	•	•	•
RÁCSOS	CSUKLOS					
	MEREV CSOMÓPONT					

KIDOLGOZOTT PROGRAM

TÁVLATI IGÉNY

-RÖVIDTÁVÚ IGÉNY

GYAKORLATILAG NINCS RÁ IGÉNY

1. ábra

2. ábra

KERESZTMETSZET-VIZSGÁLATOK

SZERKEZET	SZÁMÍTÁS		
	KERESZTMETSZET-ADATOK	MÉRÉTEZÉS, ELLENŐRZÉS	EGYEB
VASBETON			•
ELŐREFESZÍTETT VASBETON			FOFESZÜLTSEG
UTOFESZÍTETT VASBETON			KÁBELGEOMETRIA
			FESZÜLTSEGVESZTÉSÉG
			FOFESZÜLTSEG
ACÉL-VASBETON EGYÜTTDOLGOZÓ			•
VASBETON-VASBETON EGYÜTTDOLGOZÓ			•
FESZÍTETT VASBETON-VASBETON EGYÜTTDOLGOZÓ			•
ACÉL			GERINCLEMEZ-HORPADÁS

lata, és ez a végelem-módszerrel célszerűen nem valószínűsíthető meg.

Hídtervezési gyakorlatunkban terjednek a szerkezet-orientált programok, amelyek a leghatékonyabb gépi segítséget adják. Ezek is általában valamilyen végelem-módszeren alapulnak, amelyet szűkíteni és specializálni az adott szerkezet típusra. Ezekkel a programokkal az adott szerkezet típus teljes erőtaní számítását elvégeztethetjük, és továbbfejlesztve, kiegészítve újabb funkciókat ellátó programokkal, mint például a rajzolás, fokozható a szerkezet típus tervezésének gépesítési szintje. Olyan komplex rendszerek létrehozása a célunk, amelyek a tervezés legnagyobb részében (nemcsak az erőtaní számításban) segítik a tervezőt.

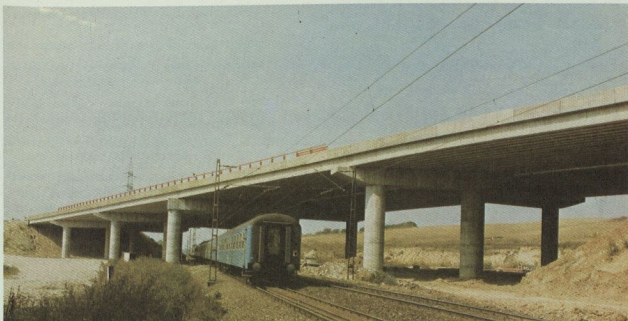
A kiegészítő funkcióknak a rajzoláson túl két jellegzetesen elkülönülő része az adatelőkészítés és az eredménykiértékelés gépesítése. A módszerek adatigényességét már említettük, ehhez az építési technológiák és egyéb hatások figyelembevételét jelentő adatok is járulnak. Például egy szabadon szerelt átlagos híd adatigénye 12-15 ezer szám. Ezek előállításában, ellenőrzésében nélkülözhetetlen a gépi segítség, de legalább annyira a hihetetlenül sok eredmény értékelésében, a szélsőértékek (igénybevételek, feszültségek, deformációk) kikeresésében, vagyis ezt a folyamatot is gépesíteni kell.

Távlati elképzeléseink szerint újabb szerkezet típusok programrendszerét alakítjuk ki. Ezeket az elképzeléseket kívántuk szemléltetni a mellékelt ábrákon, amelyek bemutatják hídtervezési gyakorlatunkat, ábrázolják programellátottságunkat és jelzik a fejlesztési irányokat. A jövőben áttérünk az interaktív tervezési módszerekre.

3-4. ábra

GERENDAHIDAK ÉPÍTÉS ALATTI ÁLLAPOTA

FELSZERKEZET	IGÉNYBEVÉTEL	ALAKVÁLTOZÁSOK
SZAKASZOSAN BETONOZOTT		
ELŐREGYÁRTOTT SZABADON SZERELT		
FOLYTATÓLAGOS BEHÓZÁSSAL SZERELT		
FERDEKÁBELES SZABADSZERELÉS		
RÁCSOS SZERKEZET SZABADSZERELÉS		
ALEPÍTMÉNY		
SZERKEZET	SÍKALAP	CŐLÓPALAP
SÖLYGTÁMFAL		
SZÓGTÁMFAL		
KITÁMASZTOTT HÍDFŐ		
PILLER		



A bagi völgyhid

Az interaktivitásnak elsősorban az adatelőkészítésben és az eredménykiértékelésben van rendkívüli lehetősége, hiszen a gépi számítás átfutási idejét a töredékére csökkentheti. A számítástechnika és a programfejlesztés természetesen követi a hídtervezés fejlődésével együttjáró igényeket is. Az út- és autópálya-hálózat gyors ütemű fejlesztésével párhuzamosan megnövekedett a hídépítési igény is. E követelménynek a tervezésben és a kivitelezésben is csak úgy tudunk eleget tenni, hogy a kis nyílásoktól a legnagyobbakig típustechnológiákat alakítottunk ki; ezekhez a gyártás és az építés feltételei adottak, az építés gazdaságos, a megvalósítás időszükséglete jó szervezés mellett elérheti a nemzetközi szintet. Ez a típusfejlesztési munka a tervező, a gyártó és a kivitelező együttműködésével jelenleg is tart.

A típusológiával építhető fő szerkezet típusok:

- monolit vasbeton lemezhidak;
- előregyártott feszített vasbeton gerendás hidak;
- szabadon szerelt feszített vasbeton gerendahidak;
- szakaszosan betonozott feszített vasbeton gerendahidak;
- acél–beton együttdolgozó gerendahidak;
- ortotrop pályás acél gerendahidak;
- rácsos acélhidak;
- függőhidak.

A gépi programok távlati fejlesztésének fő iránya fontossági sorrendben a szerkezetekre irányul.

A tervező szempontjából akkor teljes értékű egy prog-

ram, ha a tervezéshez minden szükséges adatot képes szolgáltatni, vagyis:

- az igénybevételi hatásábrákat, hatásfelületeket;
- a mértékadó alakváltozásokat;
- az állandó és hasznos terhekből származó igénybevételeket;
- az igénybevételek összegzését;
- a mértékadó igénybevételeket és feszültségeket;
- a szerkezet egészének és részeinek állékonysági jellemzőit;
- a szerkezet kialakítását, geometriáját illetően pedig alkalmas
- alaprajzilag ferde, valamint
- alaprajzilag ívben fekvő hidak számítására, és figyelembe vehető vele a rugalmas, illetve a merev megtámasztás hatása is.

Az eddig elért eredményeket és fejlesztési elképzeléseket az 1–4. ábrák érzékeltetik.

A számítástechnika segítségét már eddig is olyan nagy jelentőségű hídtervezéseinknél használtuk, mint az EHGE, EHGT típusartók kialakítása, a Körös-vidéki szabadon szerelt hidak, a csongrádi közúti Tisza-híd, a tahitótfalui Kis-Duna-híd, az Árpád-híd. A fejlesztés ütemét fokoznunk kell, mert a gépi számítás hiánya nemcsak a hazai tervezés átfutási idejét növeli, hanem az exporttervezésben sem lehetünk ma már eredményesek, hiszen a tervezési megbízás elnyerésének egyik esélyét éppen a rövid vállalási idő adja.