

Válasz

Dr. Várkonyi Péter egyetemi docensnek

Lógó János:

**„SZERKEZETOPTIMÁLÁS DETERMINISZTIKUS ÉS SZTOCHASZTIKUS ESETEK-
BEN”**

című akadémiai doktori értekezésének a bírálata

Nagyon köszönöm bírálónak, hogy az értekezésemmel olyan sokat és alaposan foglalkozott. Válaszom szerkezete követi a bírálat szerkezetét: először a röviden felvázolt észrevételekre reagálok, majd a részletes véleményre adom a válaszom. Ezt a tézisek értékelésére adott válaszaim követik. Végezetül is a részletes megjegyzésekre reagálok.

Disszertációm a kandidátusi fokozatom megszerzése utáni rangos tudományos folyóiratokban megjelent válogatott tudományos munkáim rövidített változata. A terjedelmet jelentősen behatárolta az új doktori szabályzat terjedelemre vonatkozó követelménye. Ennélfogva számos dolgot csak hivatkozásként vagy erősen rövidítve tudtam megadni. Továbbá a tartók statikájából, a tartószerkezetek dinamikájából, az építőmérnöki képlékenységtanból és a matematikai programozásból az építőmérnöki egyetemi tananyagot ismertnek tételezem fel. Disszertációm csak olyan új eredményeket tartalmaz, amit előzőleg rangos nemzetközi szakfolyóiratokban már a tudományterület megméretett, elfogadott és hivatkozzák. Ezek a tudományos munkáim számos OTKA és TÉT kutatásnak is részei voltak, továbbá továbbfejlesztéseikből doktoranduszaim PhD fokozatot szereztek. Ezt disszertációmban és a tézisfüzetemben pontosan, a kutatásokban résztvevők felsorolásával is jeleztem. Az egyes részek azonosíthatósága miatt az eredeti jelölésrendszert megtartottam és a dolgozat érdemi (3. és 4.) fejezeteiben adtam meg a változók jelentését. Dolgozatom építőmérnöki szakterületen lévő matematikai eszközöket is felhasználó alapkutatás. További kutatási munka szükséges a mérnöki gyakorlatba való bevezetéshez. Minden olyan optimum, konvergencia ellenőrzést, amelyet a nemzetközi kutatótársadalom által meghonosított szokások elvárnak, jelen disszertációm tartalmaz. Különben nem is jelenhettek volna meg a dolgozatok ezen rangos, magas impakt faktorosnak mondható folyóiratokban. Az ellenőrzések természetesen a képlékenységtan határállapot vizsgálatainál megszokott elveket és ellenőrzési módszereket követi.

A dolgozat 2. fejezete az irodalmi áttekintés része, a mások által publikált, de általam felhasznált operációkutatási, szerkezetoptimalizációs alapfogalmakat, eljárásokat tartalmazza. Az itt megadott eljárások, fogalmak mások munkái.

Válaszok a részletes véleményre

1.

Sajnos a terjedelmi limit miatt bővebb ismertetésre nem volt lehetőség. A többcélűfüggvényes matematikai programozás elméletét, megoldási módszereit egyetemi doktori disszertációmban tárgyaltam. Itt ezt ismertnek tételeztem fel.

2.

Dolgozatomban jeleztem, hogy a bemutatott eljárásokkal a szerkezettervezés első fázisában lévő munka pontosítható. A megadott modellekben lehetőség van más stabilitásvesztési módok figyelembe vételére is. A közelítések pontosságát és alkalmazhatóságát kísérleti munkával más kutatók vizsgálták. Az elmélet kísérleti munka eredménye. N. Jones, J.B. Martins számos publikációjában hivatkozta, használta ezeket. Az elméletéről, kísérletekről N. Jones Structural Impact, Cambridge University Press 1989. olvashatunk bővebben.

3.

Az ütésszerű teher, a leeső teher külön kerül tárgyalásra, de mint kiindulási feltétel. Hiszen leeső teher esetén képlékeny ütközésnél a leeső teher tömege növeli az együttmozgó tömeget. Ebben a fejezetben ismertetett anyag „legfiatalabb része” is több mint 10 évvel ezelőtt keletkezett. Természetesen, azóta rengeteget fejlődött a tudomány ezen a területen is. Vannak pontosabb lépésről-lépésre működő dinamikai eljárások, a de az itt ismertett határállapotvizsgálati módszerek még most is „élnek”. Ezt jelzik az ezen dolgozataimra érkező új hivatkozások. A közelítések megítélésénél nagyon fontos elv, hogy határállapot vizsgálat esetén, ez van most, a rugalmas-képlékeny szerkezet a képlékenységtan állandó feszültségek tétele miatt merev-képlékeny anyagú szerkezetként modellezendő. Az elmélet abból a tényből indul ki, hogy a képlékeny határállapot vizsgálat alaptételeiben a lineárisan rugalmas-tökéletesen képlékeny anyagú szerkezeteket az *állandó feszültségek tétele* alapján a modellezésben merev-képlékeny anyagú szerkezetként számítjuk. Ebből adódik minden közelítés, hiszen folyási mechanizmusokat vizsgálunk. Így a kezdeti sebességeloszlásra tett megjegyzésem érvényes, hiszen merev testek sebességét vizsgáljuk. Merev test minden pontjában a sebesség azonos haladó mozgásnál, forgás esetén könnyen számítható. A konstans lassulás pedig azért feltételezhető, mert a lökés, ütközés után a szerkezetet külső erő nem éri. A leeső tárgy esetén az együttmozgó tömeg miatt van megkülönböztetés. Az egyes elemek a merev test diszkretizációjának eredményei.

4.

A többcélfüggvényű programozás véleményem szerint egy nagyobb tervezési megoldás lehetőségét is magába foglalja. A (3.20) a vektor optimálás szabályainak megfelelő minimumokat jelenti a Pareto optimumoknak megfelelően. A Pareto-optimális (efficiens) pontok meghatározására számos matematikai eljárással –programmal- rendelkezem. Egyetemi doktori értekezésem témája ez volt. Ezek a szekvenciális kvadratikuss vagy a sztochasztikus keresési algoritmuson alapulnak. Súlyozott célfüggvényeket, Guddat-skalarizációt, parametrikus szintekkel történő skalarizációt használnak. A munka és a számítógépes programcsomag részletei – az eljárások konvergencia kritériumai- a dolgozatban is megadott hivatkozás –cikkeim, egyetemi doktori értekezésem- része. A Pareto-optimumok - efficiens pontok - egy halmazt adnak optimális megoldásra. A tervezési feladatok esetében előnyös a beruházó, az építész számára, ha tervváltozatokból tudnak egyéb szempontok alapján választani. Másrészt, ki lehet alakítani olyan adatmegadást, ahol a Pareto-optimumok között megtalálható az egy célfüggvényes megoldás is. Ez adatmegadás és megoldási eljárás kérdése. A rugalmas és a tökéletesen képlékeny megoldás magába foglalása azért jelentős, mert a tématerületen mindig történt ún. egyesített számítási modellek készítésére, hogy csak bemenő paraméter kérdése (szabályozása) a rugalmas vagy képlékeny határállapot kiszámítása. Én is ezt tettem és jelöltem altézisként, ahogy hasonló munkák esetén egyik tanítómesterem J.E. Taylor is ezt tette.

A többcélfüggvényes megfogalmazás célja alternatív megoldási javaslat kidolgozása volt. Az egy célú modell esetén kétszintű szélsőérték probléma megoldása volt szükséges. A több célfüggvény használata esetén a két szint egyszintűvé volt tehető. A célfüggvények jelentése többcél esetén ugyanaz volt, mint a kétszintű, de egycélú programozás esetén. A többcélfüggvényes eljárással megkapott Pareto-optimumok egy szélesebb megoldási lehetőséget tartalmaznak, mint az egy cél esetén. A W_{p0} és u_{A0} -korlátok megfelelő választása, azaz a rugalmas illetve a képlékeny határállapot megtalálása, azért fontos, mert így egy mechanikai modell felhasználásával tudjuk a két határállapotot kiszámítani. Ez az optimálásban az ún. „unified model” típus megtalálását jelentett, ami fontos. A 3.3.5.2 fejezetnél T_{a0} nem a maximális teherbírás céljából az egyik célfüggvény, hanem ez az eszköz, hogy az u elmozdulást minimáljuk.

5.

Szeizmikus terhelésű rugalmas képlékeny keretek optimális tervezését mutatom be ebben az alfejezetben. A kapott eredmények a vázaltszínti tervezésben játszanak szerepet és meghatározható vele a végleges szerkezet optimális geometriai elrendezése, “layout”-ja.

A munka elvégzésekor (2002-03) még nem volt általános az EUROCODE használata. A pushover módszer is gyerekcipőben járt. Az optimalálással való együttkezelést is szinte senki sem oldotta meg. A belőle írt és 2006-ban a Computers and Structures-ban megjelent dolgozatom jelenleg is számos cikk hivatkozásaként szerepel. Az első iterációs lépésben meghatározott - helyettesítő erőt ki kell számolni, hiszen az egyszabadságfokú és a többszabadságfokú rendszerek megfelelő összehangolásával történik a számítás. A spektrum meghatározásához minden részlet számítása szükséges - és nem csak a helyettesítő terhek kellene a feladat elvégzéséhez.

A 3.64.d-ben valóban elírás történt. Itt az alsó korlátot kell szabályozni, hiszen ez van hatással az optimális „layout” kialakulására és figyelembe veszi az építészeti kívánalmakat is. Az így közölt algoritmus valóban nem működik, csak az alsó korlát alkalmazásával. Ennek igazolására mintapélda is kidolgozásra került, amit a Computers and Structures folyóiratban megjelent dolgozat tartalmazta.

A negyedik lépést lehet, hogy nem fogalmaztam meg élesen, de én sem állítottam annak ellenkezőjét, hogy ez a lépés nem kell. Természetesen a tervező mérnök felelőssége, hogy milyen pontosságú eredményt fogad el. Itt én ezt írtam le.

A túlzott elmozdulásokat a (3.63) feltétel szabályozza. Ez megjelenik a dolgozatban is.

A dolgozat a (3.64) feladatot matematikai programozási feladatnak nevezi. Ez lehet lineáris illetve nemlineáris matematikai programozási feladat. Amennyiben nemlineáris a folyási feltétel akkor a feladat is az. Az elmozdulási korlát a kétszintű megoldás része. Bírálónak igaza van, be lehetne venni, de ez akkor nem került alkalmazásra.

6.

A topológia optimalálás területén végzet kutatómunkámban az optimalitási kritérium módszerére alapuló iterációs eljárást tárgyalom a matematikai programozási feladat megoldására. Ahogy jeleztem, ez egy szeparálható változójú feladat. Manapság már vannak hatékony direkt megoldó módszerek is, de ezek nem voltak tárgyai egyetlen dolgozatomnak sem a témakörben.

A büntetőparaméter végső értékének a használata az első lépésben hibás megoldáshoz vezethet. Az általam használt módszernek a sakktábla kialakulás és helyes topológia meghatározásra történt vizsgálata a 2001 és 2002-ben megjelent dolgozataimban jelent meg.

Válaszok a tézisek értékelésére

Először is megköszönöm, hogy téziseim jelentős többségét bírálóm elfogadta, helyesnek tartotta.

1.

Az algoritmus konvergencia tulajdonságait vizsgáltam. Egy külön fejezetet szántam a dolgozatban neki, de a terjedelmi korlát miatt törölnöm kellett. Itt bemutatom a vizsgálatot egy példán keresztül. Valamennyi esetben az optimális megoldás, a konvergencia matematikai ellenőrzéséhez, felhasználtuk a Schittkovski által rendelkezésre bocsájtott matematikai programcsomag kontrol adatait. Itt csak egy futáshoz tartozó mintát mutatok be.

START OF THE SEQUENTIAL QUADRATIC PROGRAMMING ALGORITHM

PARAMETERS:

MODE = 0
ACC = .1000D-03
SCBOU = .1000D+04
MAXFUN = 999
MAXIT = 9000
IPRINT = 2

OUTPUT IN THE FOLLOWING ORDER:

IT - ITERATION NUMBER
F - OBJECTIVE FUNCTION VALUE
SCV - SUM OF CONSTRAINT VIOLATION
NA - NUMBER OF ACTIVE CONSTRAINTS
I - NUMBER OF LINE SEARCH ITERATIONS
ALPHA - STEPLENGTH PARAMETER
DELTA - ADDITIONAL VARIABLE TO PREVENT INCONSISTENCY
DLAN - MAXIMUM NORM OF LAGRANGIAN GRADIENT
KT - KUHN-TUCKER OPTIMALITY CRITERION

IT	F	SCV	NA	I	ALPHA	DELTA	DLAN	KT
1	-.10000000D+01	.12D+03	38	0	.00D+00	.10D+01	.10D+01	.27D+04
2	-.10000000D-05	.50D+00	7	1	.10D+01	.79D+00	.20D+03	.45D+07
3	-.10000000D-05	.17D+02	6	1	.10D+01	.00D+00	.12D+02	.10D+04
4	-.31519011D+00	.69D-08	3	1	.10D+01	.00D+00	.12D-01	.14D-03
5	-.31532720D+00	.16D-11	2	1	.10D+01	.00D+00	.12D-01	.69D-03
6	-.31601267D+00	.88D-10	2	1	.10D+01	.00D+00	.12D-01	.34D-02
7	-.31944000D+00	.00D+00	2	1	.10D+01	.00D+00	.12D-01	.17D-01
8	-.32307228D+00	.00D+00	2	2	.21D+00	.00D+00	.98D-02	.82D-01
9	-.32988997D+00	.00D+00	3	2	.10D+00	.00D+00	.29D+00	.24D-02
10	-.33131454D+00	.82D-10	2	1	.10D+01	.00D+00	.61D-01	.13D-03
11	-.33144550D+00	.27D-09	2	1	.10D+01	.00D+00	.61D-01	.65D-03
12	-.33210028D+00	.00D+00	2	1	.10D+01	.00D+00	.61D-01	.33D-02
13	-.33537420D+00	.67D-08	2	1	.10D+01	.00D+00	.61D-01	.16D-01
14	-.35174377D+00	.61D-08	2	1	.10D+01	.00D+00	.11D-01	.25D-01
15	-.36570208D+00	.65D-11	2	1	.10D+01	.00D+00	.15D-01	.36D-03
16	-.36606161D+00	.15D-09	1	1	.10D+01	.00D+00	.15D-01	.14D-02
17	-.36743613D+00	.46D-09	2	1	.10D+01	.00D+00	.15D-01	.62D-02
18	-.37362031D+00	.00D+00	2	1	.10D+01	.00D+00	.15D-01	.31D-01
19	-.40454119D+00	.36D-01	3	1	.10D+01	.00D+00	.75D-02	.17D-01
20	-.39621374D+00	.25D-02	3	1	.10D+01	.00D+00	.69D-02	.13D-02

```

21 -.39562667D+00 .18D-04 3 1 .10D+01 .00D+00 .65D-02 .57D-03
22 -.39619545D+00 .24D-04 3 1 .10D+01 .00D+00 .65D-02 .27D-02
23 -.39893047D+00 .57D-03 3 1 .10D+01 .00D+00 .62D-02 .11D-01
24 -.40931103D+00 .11D-01 3 1 .10D+01 .00D+00 .58D-02 .63D-02
25 -.40704160D+00 .27D-02 2 1 .10D+01 .00D+00 .10D-02 .19D-02
26 -.40612343D+00 .50D-04 2 1 .10D+01 .00D+00 .90D-03 .34D-04

```

* FINAL CONVERGENCE ANALYSIS

OBJECTIVE FUNCTION VALUE: F(X) = -.40612343D+00

APPROXIMATION OF SOLUTION: X =

```

.16852583D+02 .14183162D+03 .72584285D+02 .75327589D+01
-.58110278D+00 .32922093D+01 .40612343D+00 -.10000000D+01

```

APPROXIMATION OF MULTIPLIERS: U =

```

.00000000D+00 .35566496D+00 .00000000D+00 .00000000D+00
.00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00
.00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00
.00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00
.00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00
.00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00
.00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00
.00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00
.00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00 .22029920D-01
.00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00
.00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00
.00000000D+00 .41674275D-01 .00000000D+00 .00000000D+00
.00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00 .00000000D+00
.00000000D+00 .00000000D+00

```

CONSTRAINT VALUES: G(X) =

```

.33599092D+01 -.50094767D-04 .20391931D+02 .23513593D+02
.23127004D+02 .21360208D+02 .14821149D+02 .21311132D+02
.15173238D+02 .59116261D+01 .10515170D+02 .68698222D+01
.41727800D+01 .36237967D-01 .18030340D+01 .74476916D+01
.17412685D+01 .36299515D+01 .22752460D+02 .18629214D+02
.14833588D+02 .14004957D+02 .12344144D+02 .19008768D+02
.12330257D+02 .22108247D+02 .18803189D+02 .13065156D+02
.13979774D+02 .12549617D+02 .14407624D+02 .15812384D+02
.41544741D+01 .16142198D+02 .94415305D+00 .12828671D-09
.15598929D+02 .15164610D+02

```

DISTANCE FROM LOWER BOUND: XL-X =

```

-.30168526D+04 -.31418316D+04 -.30725843D+04 -.30075328D+04
-.29994189D+04 -.30032922D+04 -.40612243D+00 .00000000D+00

```

DISTANCE FROM UPPER BOUND: XU-X =

```

.29831474D+04 .28581684D+04 .29274157D+04 .29924672D+04
.30005811D+04 .29967078D+04 .99593877D+02 .20010000D+01

```

NUMBER OF FUNC-CALLS: NFUNC = 28

NUMBER OF GRAD-CALLS: NGRAD = 26

NUMBER OF QL-CALLS: NQL = 34

Mivel az egyszerűsítő feltételezéseket már mások vizsgálták, így úgy vélem, hogy a hivatkozás ele-
gendő.

2.

Az első téziscsoport vázas (rúd) szerkezetekre vonatkozik. A második pedig felület szerkezetekre

staiikus terhelés esetén. A feladatokban sok minden formailag azonosnak tűnik, de véleményem szerint nem szabad összevonni a két csoportot –hiszen különböző differenciálengyenlet vonatkozik a rúd- és felületszerkezetekre. Ezt a különbséget a VEM alaprendszere tartalmazza. Ezért indokoltnak tartom a szétválasztást.

3.

A tézis a) része a dinamikusan terhelt szerkezetek esetén az impulzív és leeső teherket az együttmozgó tömegek különbözősége miatt választja szét. A koncepcionális tervezéshez használható, ahol mindig egyszerűsítő feltevéseket teszünk. A részlettervek készítésekor így megfelelőbb a kiindulási pont. A tézis b) része valóban nem működik a gépelési hiba miatt, de a nyomatékra megadott alsó korláttal véleményem szerint működőképes és helyes. Ez van a Computers and Structures-ben megjelent mitapéllda esetében is. Ezért kérem bírálómat ennek elfogadására is.

4.

Optimalitási kritérium alatt az optimalitás elsőrendű kritériumát értem. Ez a Lagrange-függvény felhasználásával felírható és a kapott egyenletekből a tervezési változóra egy iterációs formula határozható meg. Ezt adtam meg az általam vizsgált feladattípusokra.

A numerikus vizsgálatok alapján adtam meg a tézis b) részét. Elismerem, hogy a dolgozatban viszonylag kevés elemzés történt. De bemutattam az analitikus megoldással való összehasonlítást is. A fejezetet megalapozó dolgozatok esetében minden esetben, ha rendelkezésre állt az analitikus megoldás, akkor ezzel is összehasonlítás történt. Továbbá a tesztfeladatokat mindig további ellenőrzésnek vettük alá (eltérő feltételek, konvergencia vizsgálatok).

5.

Köszönöm a tézis elfogadását.

Válaszok a bíráló további kérdéseire, megjegyzéseire:

1. i.), A tartó dinamikus képlékeny határállapot vizsgálata a tárgy. A feladatban a $\mathbf{T}$ az erők vektora, amit T_{A0} - skalárral szorzunk a tényleges nagysághoz.
- ii.), h a lemez magassága.
- iii.), A kísérleteket végző kutatók a dinamikus folyáshatár meghatározásánál használták a kezdeti sebességet. A képlékeny többlet teherbírás értékének meghatározásához megadott képletben a kísérleti eredmények tapasztalat alapján került be. Ez volt az egyik viszonyító szám.

- iv.), A (3.47) nem más, mint a (3.40) más formában való részletes kifejtése. A T_{A0} ismeretlen és egy képlékeny harárállapot vizsgálattal állapítható meg nagysága az egymásba ágyazott optimalizációs feladatokkal. Így minden a megadott módon szükséges.
2. A képlékenységtanban a kompatibilitási egyenleteket nem kell egyeztetni, mert a célfüggvény szélsőértékénél automatikusan „teljesülnek”. Ezért a tervezési tartományt kevésebb feltétellel lehet korlátozni.
 3. A tartó költsége valóban sok mindentől függ, és egy szubjektív mérőszám. A súllyal való arányosítás bevett szokás. Még a napi gyakorlat is ezt használja.
 4. A 2. fejezet mások munkáinak az ismertetése. A (2.5) képlet a súlyozott célfüggvények módszerének alkalmazásakor a célfüggvény képzésének a módja. A többcélfüggvényes megfogalmazásokkor ez is lehet egy megoldási mód. A teherkombinációk képzésénél is ezt alkalmazzuk. Hiszen a hatás szélsőértéke az egyes elemek súlyozott összege.
 5. Véleményem szerint a többcélfüggvényes megoldások, alapfogalmak, bár nem különösen bonyolultak, de szokatlanok az egy célú programozáshoz szokott alkalmazóknak. A többcélfüggvényes matematikai programozás fogalmait, alapelveit tudottnak tételeztem fel.
 6. Bírálónak igaza van, ha a teljes egyenletrendszer vizsgáljuk. De itt az optimális megoldáshoz tartozó esetről beszélek. Ez nem az egyenletek és benne szereplő változók teljes számára vonatkozik. Az előző sorokban megadásra került, hogy az egyenlőségek közül csak az aktívak „számítanak” az optimális pontban. A „nem aktívak”-hoz tartozó Lagrange szorzók zérus értékűek és valóban nem ismeretlenek. A segédváltozók szintén ekkor zérus értékűek, a többi eset érdektelen.
 7. Igen ez a gradienst jelenti. Egy másik bíráló kérte az itt megadott elnevezést.
 8. A bemutatott algoritmus az alapja a harmadik fejezetben megoldott példáknak. Ennek az algoritmusnak az ismerete segített a megoldások keresésénél a numerikus nehézségek áthidalására.
 9. A (2.24)-ben meghatározottak.
 10. Valóban itt elmaradt a definíciója, csak a hivatkozás van itt, igaz az oldal tetején.
 11. Igen. A terhelés eredménye a keresztmetszetben keletkező feszültség. Ezért lehet teljesen kihasznált. Pl. Rácsos tartók beállási határállapotban levő tervezése ilyen.
 12. A numerikus tapasztalataik alapján állították a szerzők. Az 1989-es dolgozatomból is ez volt a helyzet.

13. Igen. Ez egy mérnöki módszer bizonyos típusú feladatok megoldására. Nem, csak a topológia optimalizációs feladatokra tételeztem fel. Itt az optimalizációs feladatban az elemi merevségi mátrixából komponáljuk a szerkezet merevségi mátrixát és a vastagság az ismeretlen, továbbá szeparálható a „compliance” is (a szerkezet alakváltozási energiájának a kétszerese).
14. Igen. Mert az eredeti anyag is ilyen sorrendben tartalmazta a képleteket. Ahogy jeleztem a 2. fejezet az irodalmi áttekintés része és a mások által közölt illetve levezetett anyagot tartalmazza lehivatkozva.
15. Igen igaz van a bírálónak. Ezt a kutatást tényleg több mint tíz éve publikáltam. 2006-óta lényeges publikációm nem jelent meg, csak doktoranduszaim vitték sikeresen tovább a témakört és a fejlesztéseimet.
16. Igen V a térfogat, S a felület. Ezzel kezdődik a 3.1.1 fejezet.
17. Igen, a hely függvényei is, mint minden mechanikai feladatban. Leírásom az eredeti Capurso leírást követi, ahogy jeleztem is.
18. Nincs benne szakadás időben.
19. (3.2) a képlékenységi feltételt fejeziki. Az anyagegyenletekben a feszültségek és az alakváltozások közötti kapcsolatot leíró matematikai egyenletekben az alakváltozások együtthatót tartalmazó mátrix a C.
20. A $\mathcal{T}_A$ virtuális erő nem feltétlen kell egységerőnek lennie. A feltételezett fogalmi rendszerben tetszőleges nagyságú erő, de kielégíti az egyensúlyi egyenleteket. A feladatban egységerőnek vettem és a kapcsolódó képlékeny határállapot vizsgálattal határoztam meg nagyságát. Iránya adott.
21. Valóban kiegészíthető azzal, hogy az i-index a szerkezet i-edik elemét jelenti. Úgy véltem, hogy a szerkezethez tartozó mátrixok jelentése érvényes az azt alkotó elemekre is.
22. Formailag ugyanaz, (3.3) kontinuumra megadott alak, míg a (3.8) a diszkretizált szerkezetre érvényes formula.
23. Valamilyen módon a határ értékét meg kell adni. A dolgozat ennek becslésére adott egy szabályt. Alapjában véve bonyolult számításokkal az elmozdulási korlát ismeretében számolható, de a közelítések miatt ez is a modellnek megfelelő közelítés.
24. A (3.9) a diszkretizált szerkezetre konkretizált megoldási modellt tartalmazza, míg a (3.7) a kontinuumra megadott általános formulát. A feladatnál minden változót megadatok. A bemutatott feladat a képlékeny határállapotvizsgálat elvégzéséhez tartalmazó szélsőérték feladatot mutatja be.

25. A (3.13.b) a reziduális (maradó) feszültségek egyensúlyát felyezi ki. Ez egy sajátfeszültség állapot, ami önmagával egyensúlyban van. Ilyen egy előfeszített tartó belsőerő állapota. A (3.13.c) a képzeletbeli, rugalmasan számolt (a képlékenységi határ nem érvényes) belső erőket fejezi ki. (3.13.d) a képlékenységi feltétel rúdszerkezetre. Tartalmazza a nyomott elemek stabilitás vesztese miatti képlékeny határfeszültség (határerő) csökkenését is. (3.13.e) az alkalmazott reziduális (maradó) erők alakváltozási energiájára vonatkozó korlátot. Ez egy globális viselkedési korlát. A (3.13.f) az A pontban megadott elmozdulási korlát. Ez a lokális viselkedést szabályozza. A (3.13.g) a minimális keresztmetszeti méreteket figyelembe vevő korlát. Az optimális „lay-out”, statikai váz kialakulásában van szerepe.
26. Az optimalizációs feladat megoldásaként kapott statikai váz a gyakorló mérnöknek sok mindent elárul. Sokszor ún. „szinguláris optimumok” a számítás eredményei, de a mérnöki szemlélet alapján ezek nem megfelelő szerkezetek. Sok esetben a kialakult folyási mechanizmusok, a képlékeny csuklók elhelyezkedései adják azt az információt, ami a lokális optimum elfogadása vagy elvetése mellett ad iránymutatást.
27. A többcélfüggvényes matematikai programozás alapfogalmait ismertnek tételeztem fel. Egyetemi doktori értekezésemben minden részletes adott, itt csak hivatkoztam.
28. A Pareto-féle optimum nem egy pont, hanem egy halmaz. Ez sok fajta megoldási móddal határozható meg. A saját irodalom [24] cikkében én is két féle módon határoztam meg a Pareto-optimumot.
29. A 3cm elmozdulási korlát egy másik optimális layout-hoz tartozik, míg a másik három hasonló elrendezés része. A keresztmetszeti méretekre tett alsó határ megadásának jelentőségére hívtam fel így a figyelmet. A térfogat monoton csökken, de a layout változhat. A kapcsolódó dolgozatokban történt elemzés. Itt csak bemutatásra került a példa és rövid elemzésére volt lehetőség. A módszert litván kutatók továbbfejlesztették, és ők hasonlították össze az eredményeket, amelyek jó egyezőséget mutattak. Mivel a módszer a bemutatásának idején új volt, ezért én csak egy hasonló példával tudtam ellenőrzést végezni. Ez Tin-Loi, F munkája, amit a dolgozatban jeleztem is.
30. A mondat azt jelenti, hogy lehet egy többcélfüggvényes programozási feladatot paraméterezni, korlátokkal ellátni úgy, hogy a megoldások között az egycélfüggvény optimális megoldása is megjelenik.

31. Az eljárás „mérnöki szemléletű konvergenciája azt jelenti, hogy a tömeg nem változik, a képlékeny elmozdulások nőnek és a képlékeny csuklók pozíciója sem vált. Ezek mind az általam készített számítógépes programok kimenő adatai.
32. Az elem csak egy része terhelt.
33. Bírálómnak igaza van, de ez a szakirodalomban használt elnevezés. Én ezt vettem át.
34. A fejezet elején megadatom az idetartozó hivatkozásokat. Talán még egyszeri megadás szerencsésebb lenne.
35. Valóban a két részterületet nem sikerült azonosra rajzolni. A definíció érvényes.
36. Ilyen eset nincs. A szöveg tartalmazza, hogy soha nem kisebb, mint egy.
37. Igen elírás történt.
38. A grafikai lehetőségek ennyit tettek lehetővé. Érzékeltetni akartam a négyféle feladat megoldásait.
39. A $\mathbf{Ku}=\mathbf{P}$ egyenletet balról megszorozva $\mathbf{u}$ -val kapjuk az energiát. Ezt elosztva $|\mathbf{P}|$ -vel, ami az elmozdulás helyén hat, kapjuk a kérdéses pont elmozdulását. A feladat a virtulás erők tételek alkalmazását fejezte ki. Erre vonatkozott a megjegyzésem.
40. A mondat az együttes alsó és felső korlát alakalmazására vonatkozott, mert zérusnak és egynek minden hatványa zérus és egy.
41. Én nem állítottam az ellenkezőjét. Valóban hiányzik egy a névelő a $\mathbf{P}$ előtt. Így félreérthető a mondat.
42. Igen, lokális optimum lehetséges.
43. Az elsőrendű optimalitási feltételek azonosság” két matematikai programozási feladat esetében a meghatározás szabályainak figyelembe vételével, azok egyenlővé tételével történik. Ezt jelenti a megjegyzésem.
44. Valóban a 4.lépésre kell visszamenni. Elírás történt. Valójában $\mathbf{u}$ meghatározása (5.) és 4. azonos.
45. A formai azonosság miatt vezettem be ennyi ismeretlent.
46. Szerintem nincs elírás.
47. Ennek oka a jobb megértés.
48. A P_{ij} , ($i = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, \dots, k$) egy helyettesítő erőrendszer. Az eredetileg adott P_i erő helyett annak ismert $\bar{x}_i$ várható értékű támadáspontja körül –mint bázispont körül- az ismert nagysággal és irányítással, j pozícióban elhelyezve. Jelen esetben ez az egyszerűség kedvéért szim-

metrikus elrendezést és hét erőt jelenet a 4.4 ábrának megfelelően a $(P_{i1}, P_{i2}, P_{i3}, P_{i4})$ erőkből komponálva.

49. Itt s SIMP módszer általános és régóta ismert hiányosságára adtam a megjegyzésemet. Közeli tervezésre használható. Az optimumok matematikailag vizsgálva „csak” lokálisak.

50. Igaza van a bírálónak.

51. Nem történt ábracsere.

52. Nem. A dolgozatban történt elemzés a determinisztikus eset és a bizonytalan támadáspontú eset vonatkozásában helytálló.

Még egyszer köszönöm bírálónak azt a lelkiismeretes munkát, amelyet dolgozatom olvasásakor és bírálatának megírásakor végzett.

Budapest, 2015. február 5.



Lógó János