



**PROCEEDING
OF THE INTERNATIONAL
SCIENTIFIC
CONFERENCE**

**"APPLICATION OF COMPUTER
ASSISTED METHODS
IN TECHNICAL PRACTICE"**

MICRO CAD - SYSTEM '93

**6. *Special section
of the Faculty of Civil Engineering
of the Technical university***

November 9 - 10, 1993

KOŠICE - SLOVAKIA

COMPUTER-AIDED OPTIMUM DESIGN OF WELDED PLANAR TUBULAR STRUCTURES

J.FARKAS*, K.JÁRMAI** AND GY.SZIKSZAI***
UNIVERSITY OF MISKOLC, H-3515 MISKOLC, HUNGARY
*Prof.DSc, **Assoc.Prof.CSc,***Post-graduate student

ABSTRACT

Production techniques developed in recent years enabled the fabrication of thin-walled hollow sections, from which modern tubular structures may be constructed. Tubular structures have more advantages compared with other versions. The buckling strength of hollow section struts is larger than that of open ones. The nodes of tubular trusses can be welded without gusset plates, so the fabrication is simpler and cheaper. Design recommendations, rules and standard prescriptions have been worked out for welded tubular trusses and their nodes [3,4]. Our aim is to optimize some structural versions and compare these with each other to give designers aspects for the selection of most suitable solution.

In an optimization procedure the unknown dimensions of a structure are determined which minimize the objective function and fulfil the design constraints [1]. This constrained function minimization is carried out by means of a software for the FSQP mathematical programming method [5]. In order to investigate the effect of some parameters, the following structural versions will be optimized [2]. For the basic structure a simple statically determined, K-type planar truss with parallel chords is selected. The truss may be constructed from square or circular hollow section (SHS or CHS) rods. The nodes may be welded with a gap or the diagonals may be overlapped.

The material of rods may be steel Fe 360 or Fe 510. Only static loads are considered, the concentrated forces act on nodes. The height of the truss, i.e. the distance between the parallel chords may vary. For the simplicity, only two different sections are considered, so the unknowns are the sizes of chords and diagonals and the height of the truss.

The volume (mass) of the structure is selected as objective function. The design constraints are as follows: overall buckling stress constraint for compressed rods of the chord and diagonals according to the Eurocode 3; size limitations (ranges of validity) for sections of chords and diagonals; prescriptions for maximal node eccentricity and gap or overlap; constraints on static strength of nodes including the strength of welds.

From the computations of an illustrative numerical example the following conclusions may be drawn. a) The use of steel Fe 510 instead of Fe 360 can result in savings in mass depending on the slenderness of compressed struts. For more slender struts the saving is smaller. In our numerical example the saving is 10-21%.

b) The overlapped nodes are stronger than those welded with a gap, so the mass of trusses with overlapped nodes is smaller. In our numerical example this difference is 1-18%.

c) The CHS rods are stronger than those of SHS, so the mass of CHS trusses is smaller. In our numerical example this difference is 7-25%.

References

1. Farkas, J.: Optimum design of metal structures. Budapest, Akadémiai Kiadó, Chichester, Ellis Horwood, 1984.
2. Farkas, J.: Minimum cost design of tubular trusses considering buckling and fatigue constraints. In "Tubular Structures. Elsevier, London and New York, 1990." pp.451-459.
3. Packer, J.A., Wardenier, J. et al.: Design guide for rectangular hollow section joints under predominantly static loading. Köln, Verlag TÜV Rheinland, 1992.
4. Wardenier, J., Kurobane, Y. et al.: Design guide for circular hollow section joints under predominantly static loading. Köln, Verlag TÜV Rheinland, 1991.
5. Zhou, J.L., Tits, A.: User's guide for FSQP Version 3.0: a Fortran code for solving optimization problems. Systems Research Center, University of Maryland, Techn. Report SRC-TR-90-60r1f, College Park, 1992.

Acknowledgements

The research work was partly supported by the Hungarian Fund for Scientific Research Grants OTKA T-4479 and T-4407.

HEGESZTETT SIKBELI CSÖSZERKEZETEK SZÁMITÓGÉPES OPTIMÁLIS MÉRLETEZÉSE

FARKAS, J.* , JÁRMAI, K.** és SZIKSZAI, GY.***

Miskolci Egyetem, H-3515 Miskolc, Magyarország

*egyetemi tanár, a műszaki tudomány doktora, **egyetemi docens, a műszaki tudomány kandidátusa, ***doktor-jelölt

Kivonat

Az elmúlt években kifejlesztett gyártástechnológiák lehetővé tették vékonyfalú üreges szelvények gyártását, amelyekből modern csöszervezetek létesíthetők. A csöszervezeteknek több előnyük van a másféle variánsokkal szemben. Az üreges szelvényű nyomott rudak kihajlási szilárdsága nagyobb mint a nyitott szelvényűeké. A csöszervezetű rácsos tartók csomópontjai csomólemez nélkül hegeszthetők össze, így a gyártás egyszerűbb és olcsóbb. Tervezési irányelveket, szabályokat és szabványelőírásokat dolgoztak ki a hegesztett rácsos csöszervezetekre és csomópontjaikra [3,4]. Célkitűzésünk néhány szerkezetvariáns optimalítása és ezek összehasonlítása, hogy a tervezőknek szempontokat adhassunk a legmegfelelőbb változat kiválasztásához. Az optimális méretezési eljárás során a szerkezet ismeretlen méreteit számítjuk ki, amelyek minimálják a célfüggvényt és kielégítik a méretezési feltételeket [1]. Ezt a korlátozós függvényminimálást az FSQP matematikai programozási módszerrel kidolgozott szoftver segítségével végezzük el [5].

Az egyes paraméterek hatásának vizsgálatára az alábbi szerkezetvariánsokat optimalítottuk [2]. Az alapszerkezet egyszerű, statikailag határozott, K-típusú, párhuzamos övű rácsos tartó. A rácsos tartó létesíthető négyzet- ill. köröscsöszelvényű rudakból. A csomópontok hegeszthetők hézaggal vagy a rácsrudak átlapolásával. A rudak anyaga lehet Fe 360 vagy Fe 510 típusú acél. Csak statikus terhet veszünk figyelembe, a koncentrált erők a csomópontokon működnek. A tartó magassága, vagyis az övek közötti távolság változhat. Az egyszerűség kedvéért csak kétféle szelvényt alkalmazunk, az ismeretlenek az övek ill. rácsrudak szelvényeinek méretei és a tartó magassága.

Célfüggvényként a szerkezet térfogatát (tömegét) választjuk. A méretezési feltételek a következők: az övek és rácsok nyomott rudjainak kihajlási feltétele az Eurocode 3 szerint; méretkorlátozások (érvényességi tartományok) az övek és rácsrudak szelvényméreteire; előírások a csomópont-külpontosság, valamint a hézag ill. átlapolás szélső értékeire; a csomópontok statikus szilárdsági feltételei, beleértve a varratok szilárdságát is.

Egy illusztratív számpéldával végzett numerikus számítások alapján az alábbi következtetések vonhatók le.

a) A Fe 510 acél alkalmazása a Fe 360 helyett tömeg-megtakarítást eredményezhet a nyomott rudak karcsúságától függő mértékben. Nagyobb karcsúságú rudak esetében a megtakarítás kisebb. Számpéldánkban a megtakarítás 10-21%.

b) Az átlapolt csomópontok szilárdabbak, mint a hézaggal hegesztettek, így az átlapolt csomópontú tartók tömege kisebb. Számpéldánkban ez a különbség 1-18%.

c) A köröscsöszelvényű rudak szilárdabbak a négyzetcsöszelvényűekénél, így a köröscsöszelvényű rácsos tartók tömege kisebb. Számpéldánkban ez a különbség 7-25%.

Irodalom

1. Farkas, J.: Optimum design of metal structures. Budapest, Akadémiai Kiadó, Chichester, Ellis Horwood, 1984.
2. Farkas, J.: Minimum cost design of tubular trusses considering buckling and fatigue constraints. In "Tubular Structures. Elsevier, London and New York, 1990." pp.451-459.
3. Packer, J.A., Wardenier, J. et al.: Design guide for rectangular hollow section joints under predominantly static loading. Köln, Verlag TÜV Rheinland, 1992.
4. Wardenier, J., Kurobane, Y. et al.: Design guide for circular hollow section joints under predominantly static loading. Köln, Verlag TÜV Rheinland, 1991.
5. Zhou, J.L., Tits, A.: User's guide for FSQP Version 3.0: a Fortran code for solving optimization problems. Systems Research Center, University of Maryland, Techn. Report SRC-TR-90-60rlf, College Park, 1992.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást részben az Országos Tudományos Kutatási Alap támogatta az OTKA T-4479 és T-4407 sz. pályázatokkal.