XV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2010. március 25-26.

ACÉLSZELVÉNYEK KERESZTMETSZETI OSZTÁLYBA SOROLÁSA ÖSSZETETT IGÉNYBEVÉTELEK ESETÉN

NAGY Ferenc

Abstract

In the last years the forming of steel structures has passed through changes. New sizing procedures have taken shape and the system of regulation has transformed because of this. The new European standard, is called EUROCODE, has relieved the Hungarian Standard MSZ. The EUROCODE standard categorizes cross-sections according as what kind of loading causes their buckling and how affect it their resistance. The new standard categorizes cross-sections only in case of the simple loading. In my work I search solutions of the classification of cross-sections in case of combined loading.

Keywords:

Cross-section, combined loading, capacity of section

Összefoglalás

Az elmúlt évtizedekben az acélszerkezetek kialakítása jelentős változásokon ment át. Ezzel párhuzamosan új méretezési eljárások kerültek kifejlesztésre, melyek elkerülhetetlenné tették a vonatkozó szabályozás megújítását. Az Európai Unió új szabványrendszere, az EUROCODE felváltotta a Magyarországon előtte hatályban lévő MSZ szabványt. A szabvány az acélszelvényeket különböző keresztmetszeti osztályokba sorolja aszerint, hogy az esetleges stabilitásvesztés (lemezhorpadás) milyen mértékű igénybevételek hatására következik be és ez milyen mértékben befolyásolja a keresztmetszetek ellenállását. Az EUROCODE szabvány nem tér ki részletesen arra, hogy összetett igénybevételek esetén a keresztmetszeti osztályváltás milyen igénybevétel párok hatására következik be. A szabvány csak a keresztmetszetekre ható tiszta igénybevételek keresztmetszeti ellenállást befolyásoló hatásait vizsgálja. Dolgozatomban külpontosan nyomott, összetett igénybevételeknek kitett keresztmetszetek osztályba sorolásának kérdéseivel foglalkozom, melyekre az EUROCODE nem ad egyértelmű választ.

Kulcsszavak:

keresztmetszet, összetett igénybevétel, kihasználtság

Keresztmetszeti osztályok definiálása

Az EUROCODE 4 eltérő viselkedési-tönkremeneteli esetnek megfelelően 4 keresztmetszeti osztályt definiál. A jellemző nyomaték-elfordulás görbéket mutatja az 1. ábra.

1. ábra A keresztmetszet nyomaték-elfordulás karakterisztikájának alapesetei

A keresztmetszeti osztályozás technikája

A keresztmetszetet alkotó nyomott lemezek (öv- és gerinclemez) szélesség/vastagság (c/t) arányát vizsgáljuk. A c/t arányszámok határértékeit az 1, 2 és 3. osztályra vonatkozóan az EUROCODE 3 szabvány tartalmazza. Hegesztett és hengerelt „I” szelvények alkotólemezeinek szélességi és vastagsági méreteinek értelmezését a 2. ábra mutatja.

2. ábra Alkotólemezek szélességi és vastagsági mérete

Problémafelvetés – Cél megfogalmazás

Tiszta igénybevételek esetén a keresztmetszetek osztályba sorolása egyértelműen és egyszerűen végrehajtható. Összetett igénybevételek esetén (N-M) az osztályba sorolást befolyásolja az igénybevételek nagysága. Adott keresztmetszet eltérő kihasználtságok mellett más-más keresztmetszeti osztályba tarthat. Ebben az esetben az osztályba sorolás sok számítást igénylő feladat. A cél egy egyszerűsített eljárás kidolgozása a szelvények keresztmetszeti osztályba sorolásához. Melegen hengerelt szelvényekre vonatkozó táblázatok összeállítása, melyek a kihasználtság függvényében adják meg a keresztmetszet osztályát.

I. és II. osztály vizsgálata (képlékeny feszültségeloszlást feltételezve)

Keressük azt az $N_{Ed} - M_{Ed}$ igénybevétel párt, mely hatására a keresztmetszet I. osztályból II. osztályba, illetve II. osztályból III. osztályba lép.

3. ábra A keresztmetszetben ébredő feszültségek eloszlása

1. *peremfeltétel*: A keresztmetszet nyomott zónájának (α) határhelyzetére vonatkozó előírás teljesülése. I. és II. osztályra vonatkozó előírások:

$$\frac{c_w}{t_w} \leq \frac{(396;456) \cdot \varepsilon}{13 \cdot \alpha - 1} \rightarrow \alpha = \left(\frac{(396;456) \cdot \varepsilon}{\frac{c_w}{t_w}} + 1 \right) \cdot \frac{1}{13} \quad (1.0)$$

Feltételezzük, hogy a keresztmetszet teljesen képlékeny állapotban van (korlátozatlan folyás határállapota). Az α értékéből kifejezhető a h_N (nyomott zóna magassága) értéke:

$$\alpha = 0,5 + \frac{h_N}{2 \cdot c} \rightarrow h_N = (\alpha - 0,5) \cdot 2 \cdot c \quad (1.1)$$

Meghatározzuk az osztályváltáshoz tartozó N_{Ed} értékét:

$$N_{Ed} = (h_N \cdot t_w) \cdot f_y \quad (1.2)$$

2. *peremfeltétel*: Erővetületi és nyomatéki egyenletek megfeleltetése

A keresztmetszet egyensúlyát leíró egyenletek:

$$N_{Ed} = \int_{(A)} \sigma_{(x)} dA = +\sigma_x \int_{(A_1)} dA - \sigma_x \int_{(A_2)} dA = (A_1 - A_2) \cdot f_y \quad (1.3)$$

$$M_{Ed} = \int_{(A)} \sigma_x \cdot z dA = +\sigma_x \int_{(A_1)} z dA - \sigma_x \int_{(A_2)} z dA = (S_{y1} - S_{y2}) \cdot f_y \quad (1.4)$$

3. *peremfeltétel*: Képlékenységi feltétel

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} + \frac{N_{Ed}^2}{N_{w,Rd}^2 + (2 \cdot \sqrt{t_w \cdot S_f} \cdot f_y)^2} - 1 = 0 \quad (1.5)$$

III. osztály vizsgálata közelítő eljárással (*rugalmas feszültségeloszlást feltételezve*)

Keressük azt az $N_{Ed} - M_{Ed}$ igénybevétel párt, mely hatására a keresztmetszet III. osztályból IV. osztályba lép.

4. *ábra* A keresztmetszetben ébredő feszültségek eloszlása

1. peremfeltétel: A keresztmetszet nyomott zónájának (ψ) határhelyzetére vonatkozó előírás teljesülése. III. osztályra vonatkozó előírás:

$$\frac{c_w}{t_w} \leq \frac{42 \cdot \varepsilon}{0,67 + 0,33\psi} \rightarrow \psi = \frac{42 \cdot \varepsilon - 0,67 \cdot \frac{c_w}{t_w}}{0,33 \cdot \frac{c_w}{t_w}} \quad (2.0)$$

Az osztályváltást előidéző normálerő meghatározása:

$$N_{Ed} = \frac{(1 + \psi) \cdot f_y}{2} \cdot A \quad (2.1)$$

Az osztályváltást előidéző igénybevétel pár nyomaték tagjának meghatározása:

$$M_{Ed} = \frac{(\psi - 1) \cdot f_y}{2} \cdot W_{El} \quad (2.2)$$

Összefoglalás

Adott keresztmetszetre egyértelműen meghatározható az az összetartozó **N-M** igénybevételpár, amely esetén a keresztmetszet osztályt vált. Hengerelt szelvények esetén az eredmények a kihasználtság függvényében táblázatba foglalhatók. Az előzőekben levezetett összefüggések felhasználásával létrehoztam egy **IPE** szelvényeket összetett igénybevételek esetén osztályba soroló táblázatot, mely a gyakorló mérnökök segítségére lehet, a tervezés során időt és energiát megtakarítva számukra.

Irodalom

[1] MSZ EN 1993-1-1:2005 Eurocode 3: Acélszerkezetek tervezése

Nagy Ferenc, hallgató

Munkahely: Debreceni Egyetem, Műszaki Kar, Építőmérnöki Tanszék

Cím: 4700, Magyarország, Mátészalka, Meggyesi út 9.

Telefon: 06-30-814-5859

E-mail: funkyferi@freemail.hu