

FACSAPOS KAPCSOLATOK KÍSÉRLETI VIZSGÁLATA: ROSTIRÁNYÚ HÚZÁS

EXPERIMENTAL STUDY OF CONNECTIONS WITH HARDWOOD STUDS

Hudák József¹, Literáti Zsolt², Kovács Imre³, Radnay László⁴

Debreceni Egyetem Műszaki Kar Építőmérnöki Tanszék; 4028 Magyarország, Debrecen, Óttemető utca 2-4.

¹jhudak1991@gmail.com

²zsoltliterati@gmail.com

³dr.kovacs.imre@gmail.com

⁴radnaylaszlo@gmail.com

Abstract

Attitude change is needed in design of timber structures. Truss girder made of timber elements with small cross sections can be used on large spans. Constructing structures with the use of these prefabricated trusses reduces the need of in-site work, and makes the use of timber structures economic. Rods of truss can be connected with the use of hardwood stud. On this way all steel components can be eliminated from the truss, so it can be used in aggressive environment as well. Dowel type connection, with hard wood stud is the subject of the present research. Hardwood studs were investigated individually and also as the part of separated connections of the truss girder.

Keywords: timber structure, truss girder, hardwood stud.

Összefoglalás

Faszerkezetek tervezésében szemléletváltás szükséges. Kis keresztmetszetű fűrészáruból összeállított rácsos tartószerkezetek alkalmasak nagy fesztávok áthidalására. Az így előregyártott tartószerkezeti elemek felhasználása csökkenti a helyszíni munkát, és gazdaságossá teszi a faszerkezetek alkalmazását. A rácsrudak kapcsolata keményfa-csap alkalmazásával, az acél szerkezeti elemek teljes kiiktatásával is kialakítható, így a szerkezet agresszív környezetben is alkalmazhatóvá válik. Jelen kutatás témája a facsapos kapcsolat. Kísérleteinkben facsapok, és egyes facsapos kapcsolatok teherbírását vizsgáltuk.

Kulcsszavak: faszerkezet, rácsos tartó, keményfa-csap.

1. Bevezetés

A facsapos rácsos tartókat több évtizede alkalmazzák Magyarországon, azonban a szerkezetek méretezési eljárása nem tisztázott, a kivitelezett szerkezetekért a gyártó

vállal garanciát. Kutatásunk célja, hogy számítási modellt alkossunk a keményfa-csapos kapcsolatok méretezésére, ehhez szükség volt egy kísérletsorozat kidolgozására.

A kísérleti eredmények alapján képet kaptunk a kapcsolatok tényleges teherbírásáról.

sáról, viselkedéséről, valamint a keményfa-csapos kapcsolatokra jellemző tönkremeneteli módokról.

2. Facsapos technológia rövid bemutatása

A technológia fejlődésével a faanyagú tartószerkezetek alkalmazása egyre több területen válik lehetségessé. A hagyományos ács jellegű szerkezeteket felváltották a síkbeli tartókból felépülő mérnöki jellegű faszervezetek. Ezek legtöbb esetben rétegelt ragasztott tartók vagy rácsos tartók. A kis keresztmetszetű fűrészáruból összeállított rácsos tartószerkezetek alkalmasak nagy feszítávok áthidalására.

Síkbeli, faanyagú rácsos tartók kialakításának alternatív módszere a keményfacsapos szerkezetek építése. Ilyen szerkezetekben, a csomópontokban a rácsrudak kapcsolatát keményfa csapok biztosítják, esztétikus, homogén szerkezetet képezve. Az acél kötőelemek teljes kiiktatásával a szerkezet agresszív környezetben is alkalmazhatóvá válik, emellett tűzvédelmi szempontból is kedvezőbb. Az alapanyag C20 szilárdsági osztályú (az MSZ EN 14081-1:2005+A1:2011 szerint), felületkezelt, fenyő fűrészáru. A tartószerkezet legfontosabb eleme a keményfa-csap, melynek átmérője 30 mm és jellemzően akácfa-ból készül, esztergálással.

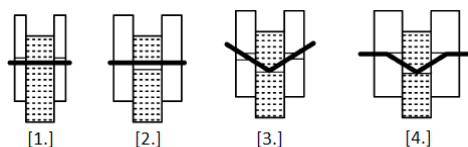
3. Probléma megfogalmazása

A csapos kapcsolatok kialakítása fém csapok alkalmazásával széles körben elterjedt ugyan, de nem található specifikusan keményfa csapos kapcsolatokkal foglalkozó szakirodalom. Az MSZ EN a csap típusú kapcsolatokat a Johansen által kidolgozott módszerrel vizsgálja.

Az MSZ EN 1995-1-1:2010 (Eurocode 5) szabvány 8. Fejezete tárgyalja az acél kapcsolóelemes kapcsolatokat. A méretezési eljárás alapját a K. W. Johansen [2] által leírt vizsgálat képezi. A szabvány

által előírt geometriára vonatkozó szerkesztési szabályok betartásával egy kapcsolat teherbírása függ a kapcsolóelem képlékeny nyomatéki teherbírásától, beágyazási szilárdságától és a kihúzóási szilárdságtól. A szabvány a 8.2.2-es szakaszban ismerteti a fa-fa, illetve falemez-fa kapcsolatokra vonatkozó tönkremenetelleket, és az ezekhez tartozó teherbírások meghatározását. Ezek alapján az egyszer nyírt kapcsolatokra hat, a kétszer nyírt kapcsolóelemes kapcsolatokra négy tönkremeneteli módot definiál. Az egyes tönkremeneteli módoknak megfelelő teherbírások karakterisztikus értéke meghatározható, ezek minimuma adja a kapcsolat teherbírását. Kutatómunkánk keretén belül kétszer nyírt kapcsolatokat vizsgáltunk, melyekhez tartozó, szabványban szereplő tönkremenetelleket az **1. ábra** szemlélteti:

- palástnyomási tönkremenetel a szélső elemekben (1.);
- palástnyomási tönkremenetel a közben lévő elemekben (2.);
- kapcsolóelem hajlítási tönkremenetel, 2 képlékeny csukló kialakulása (3.);
- kapcsolóelem hajlítási tönkremenetel, 4 képlékeny csukló kialakulása (4.).



1. ábra. Két nyírt síkú kapcsolóelemes kapcsolatok tönkremeneteli módjai [1]

A keményfa-csapos szerkezetekben a csapok jellemző átmérője 30 mm. Ilyen nagy átmérőjű csap esetén azonban a szerkesztési szabályoknak nehéz eleget tenni. A gazdaságosan alkalmazható csaptengelyelemvég távolság 75 mm. 15 cm széles deszkák és pallók kapcsolataként ez a méret alakítható ki gazdaságosan. A szabvány által előírt minimális elemvég-távolság: $a = \max(7d, 80\text{mm})$, tehát 210 mm.

Mivel fém csapok helyett keményfa-csapokat alkalmazunk, valamint nem teljesülnek a szerkesztési szabályok (csaptengely-elemvég távolság), a kísérleteink során fellépő tönkremenetelek eltértek a szabványban szereplő tönkremeneteli módoktól. Ezért a Johansen-egyenletek alkalmazásán túl további vizsgálatok szükségesek.

4. Kutatómunka bemutatása

A számítási modellek megalkotásához és a jellemző tönkremeneteli módok megismeréséhez kísérleti programot dolgoztunk ki. Kísérleteink célja a megvalósult szerkezetek elemeinek, kapcsolatainak modellezése, majd ezek tényleges teherbírásának meghatározása. A csomópontok teherbírását alapvetően meghatározza a keményfa csapok teherbírása, így ezeket elkülönítetten is vizsgáltuk. Kétféle vizsgálatnak vetettük alá a kapcsolóelemeket: hajlítás és nyírás [4]. Jelen cikkben a kapcsolatok húzókérdéseit tárgyaljuk.

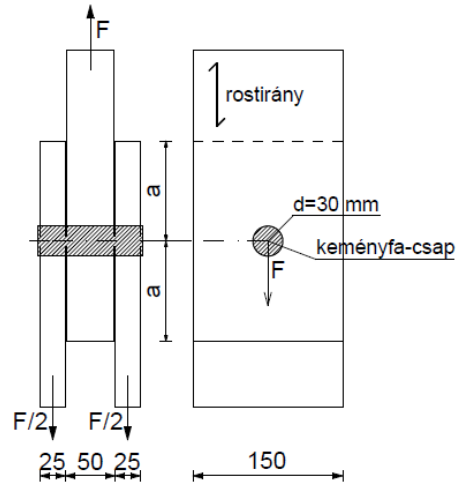
Vizsgálatainkat a Debreceni Egyetem, Építőmérnöki Tanszékének Anyag-, és szerkezetvizsgáló laboratóriumában végeztük.

4.1. Első húzókérdés-sorozat

Vizsgálataink során a kapcsolatok ragasztás nélkül lettek kialakítva. A terhelés elmozdulás-vezérelt módon történt, 0,5 mm/min sebességgel. Az erő iránya minden esetben megegyezett a rostiránnyal. A vizsgálatokhoz tartozó kísérleti elrendezést a 2. ábra szemlélteti.

Az első kísérletsorozat célja volt, hogy képet kapjunk a kapcsolatok terhelés alatti viselkedéseiről, lehetséges tönkremeneteli módjairól. 10 db. különböző geometriai tulajdonságokkal rendelkező, egy csapos próbatestet vizsgáltunk. Változó volt a csap tengelyének az elemvég-től mért távolsága, valamint a duplázott elemek vastagsága (2,5 cm vagy 5 cm). A kísérletsorozat eredményei a várakozásoknak megfelelően alakultak: növelve a csaptengely-elemvég távol-

ságot, a tönkremenetel módja egyre inkább átment az alapanyag oldaláról a csap tönkremenetele felé, ezzel együtt a kapcsolat teherbírása is nőtt. A csap tönkremenetele magasabb teherszinten, nagyobb elemvég-távolság esetén áll elő. Ebben az esetben kevésbé viselkedik ridegen a kapcsolat, a legvégső tönkremenetelt a csap alakváltozási képességének, valamint az alapanyagba történő beágyazódásnak köszönhetően nagy alakváltozások előzik meg.



2. ábra. Húzókérdések próbatesteinek vázlata

4.2. Második húzókérdés-sorozat

A második kísérletsorozatban 15 db egyforma, egy csapos próbatestet készült. A csap tengelyének és az elem végkeresztmetszetének a távolsága 75 mm volt. 25 mm vastag duplázott elemeket alkalmaztunk. A 15 cm széles pallók és deszkák kapcsolataiként ez alakítható ki gazdaságosan. Minden egyes próbatestet esetén a kapcsolóelem feletti alapanyag tönkremenetele jelentette a kapcsolat teherbírásának kimerülését: felhasadás vagy elnyíródás formájában.

A felhasadás jelenségét kis alakváltozások előzik meg, és kisebb teherszinten is bekövetkezhet. Tartószerkezeti szempontból ez a rideg tönkremenetel kedvezőtlen. A

kivitelezés során fűrés előtti, a csap körül az elemeket önfűrés csavarokkal egymáshoz rögzítik, ez kedvezően hathat a felhasadás bekövetkezése után. Számos esetben a felhasadás után a próbatest a repedés egyre jelentősebb megnyílása mellett, a csap feletti részek nyírási tönkremenetelig, vagy a csap alatti rész felrepedéssel bekövetkező szétnyílásáig további terhekot vett fel, ezeket a teherbírás meghatározásánál nem vesszük figyelembe.

4.3. Harmadik húzókísérlet-sorozat

A harmadik húzókísérlet-sorozatban a csaptengely-elemvég távolságot 75 mm-ről 100 mm-re növeltük. Célunk az volt, hogy megfigyeljük a tönkremeneteli módok változását, beleértve a felhasadás jelenségének kialakulását megnövelt csaptengely-elemvég távolság esetén. Jorissen [3] vizsgálatai szerint a hasadást előidéző lokális repedések mindig megjelennek, az elemvég távolságtól függetlenül.

A törőerők átlagértéke 9%-kal nőtt a nagyobb elemvég távolságnak köszönhetően. A megnövelt csaptengely-elemvég távolság ellenére a felhasadás jellegű tönkremenetel itt is több alkalommal előfordult, ám az előző, 75 mm-es sorozathoz képest magasabb teher szinten. A második kísérlet-sorozattal ellentétben, 5 esetben a keményfa csap kapcsolóelem tönkremenetele is bekövetkezett.

5. Következtetések

Kísérleteink átfogó képet adnak a keményfa-csapos kapcsolatok terhelés alatti viselkedéséről, teherbírásáról, változó geometriai feltételek esetén.

A szerkesztési szabályok be nem tartása és a faanyagú kapcsolóelem alkalmazása következtében olyan tönkremeneteli módok jelennek meg, amelyeket a szabvány nem tárgyal:

- kapcsolóelem nyírási tönkremenetel;
- alapanyag felhasadás jellegű tönkremenetele;
- alapanyag nyírási jellegű tönkremenetele.

A szakirodalomban tárgyalt számítási módszerek alkalmazhatóságát vizsgáltuk. Az eddigi vizsgálatok alapján részben saját [4], részben más kutatók [2],[3] által felállított modellekkel közelíthetjük a kapcsolatok teherbírását.

Ahhoz, hogy az eljárások alkalmazhatóak legyenek, további vizsgálatokra van szükség, különös tekintettel a rideg, felhasadás jellegű tönkremenetekre vonatkozóan.

Szakirodalmi hivatkozások

- [1] MSZ - EN - 1995-1-1:2010 - Eurocode 5: *Faszerkezetek tervezése*, pp. 55-56.
- [2] Johansen, K. W.: *Theory of timber connections*. International Association of Bridge and Structural Engineering, Publication, Copenhagen, 1949. I.S. Jacobs and C.P. Bean, "Fine particles, thin films and exchange anisotropy," in *Magnetism*, vol. III, G.T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271-350.
- [3] Jorissen, A.: *Double shear timber connections with dowel type fasteners*. Ph.D-thesis; Delft University Press, Delft, The Netherlands, 1998, pp. 22-52.
- [4] Hudák J., Literáti ZS., *Facsapos kapcsolatok kísérleti vizsgálata*, Debrecen, 2015.