



VYUŽITÍ SPŘAŽENÍ DŘEVO-OCEL PRO MOSTNÍ KONSTRUKCE V ODLEHLÝCH OBLASTECH

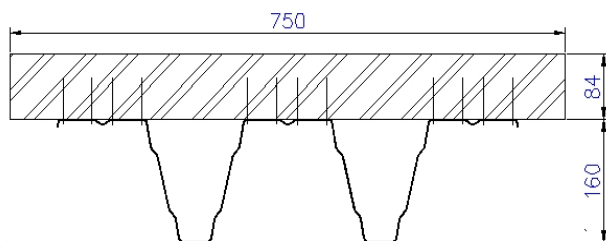
Zpracoval: Ing. Karel Mikeš, Ph.D. (Fakulta stavební ČVUT v Praze)

Souhrn

Možnost využití spřažených panelů, které kombinují výhodné vlastnosti oceli a dřeva, vychází ze specifických vlastností těchto materiálů. Dřevo má příznivý poměr pevnosti v tlaku a hmotnosti, navíc nová technologie výroby CLT panelů (zkratka „Cross Laminated Timber“) umožňuje využití poměrně cenově dostupných a masivních panelů s dostatečnou tuhostí pro roznášení lokálních (bodových) zatížení. Ocelové prvky dosahují vysokých pevností, pro roznášení bodových a plošných zatížení jsou kombinovány s betonovou roznášecí deskou, která ale vykazuje vysokou hmotnost.

Při zvážení výše uvedených vlastností byla zvolena kombinace lehkého, ale dostatečně pevného dřevěného panelu s tenkostěnným ocelovým profilovým plechem. Při využití vhodného spřažení těchto dvou materiálů pomocí vrutů nebo s využitím dostatečně účinného spojení splením dochází ke zvýšení únosnosti trapézového plechu z důvodu dodatečného držení tlačené pásnice proti boulení. Vhodným poměrem tloušťek dřevěné části (dřevěného panelu) a výšky trapézového plechu lze dosáhnout největšího smykového podélného namáhání v ocelové části kombinovaného průřezu.

Jako experimentální vzorek byl připraven a následně testován plecho-dřevěný nosný panel o rozpětí 3 m. Jako spřahující prostředky byly použity vruty Barton 5x60 mm z oceli S350 se zapuštěnou hlavou.



Obr. 1 Příčný řez zkoumaným panelem.

Oblast použití

Uplatnění panelu se předpokládá v oblasti lehkých provizorních mostních konstrukcí. Při výše

zmíněném použití bude nutné aplikovat účinnou ochranu dřevěného CLT panelu proti působení vody a vlhkosti. V průběhu přípravy pilotního testovacího vzorku byla na výřezu části dřevěného panelu poměrně úspěšně testována ochrana pomocí laminátové vrstvy. Tato vrstva byla před zatuhnutím doplněna následným protiskluzovým ochranným vsypem křemičitého písku.

Metodika a postup řešení

Experimentální analýza zakončená pilotní zkouškou s následným vyhodnocením obsahovala několik dílčích fází.

Nejprve byl na základě určitých teoretických zjednodušení proveden předběžný teoretický výpočet. Jedním ze zjednodušení byl výpočet momentu setrvačnosti celého průřezu s využitím průměrné hodnoty modulu pružnosti dřevěného panelu a ohybové tuhosti EI. Toto zjednodušení bylo uplatněno z toho důvodu, že pro předběžné stanovení únosnosti byl použit výpočet spřaženého nosníku T průřezu dle přílohy „B“ normy EN 1995-1-1. Ověřovaný panel se skládá z ocelového trapézového plechu a roznášecího křížem lepeného dřevěného panelu, který je tvořen pěti dílčími křížem lepenými vrstvami dřeva, jejichž orientace je vystřídána. Hodnota modulu pružnosti dřevěné vrstvy namáhané ve směru podél vláken byla dle podkladů výrobce 11 650 MPa, modul pružnosti dřevěné vrstvy orientované kolmo na směr namáhání udávaný výrobcem je 390 MPa. Výsledná stanovená hodnota ohybové tuhosti EI u zvoleného CLT panelu byla ve shodě s experimentálními měřeními.

Jako pilotní projekt byl proto vytvořen spřažený panel. Spřažení bylo zajištěno hustě rozmístěnými vruty (celkem 720 ks). Ačkoliv vysoký počet vrutů zajistil koeficient spřažení $\gamma_{1}=0,589$, nebylo možno plně využít ocelovou část průřezu. Trapézový plech byl umístěn v pozitivní poloze a z důvodu dosažení vysokého stupně spřažení byly vruty umístěny po dvou kusech do každé vlny v osové podélné vzdálenosti 50 mm (v směru kolmo na směr vln byla vzdálenost vrutů 40 mm). CLT panel použitý pro výrobu panelu byl 5ti vrstvý masivní panel o šířce

750 mm, délce 3 m a tloušťce 84 mm a byl vyroben firmou Novatop s.r.o. Krajní (vnější) vrstvy panelu tl. 9 mm byly orientovány tak, že tyto vrstvy měly směr vláken dřeva v podélném směru panelu a stejnou tloušťku a orientaci měla též střední vrstva dřeva. Mezi těmito podélnými vrstvami byly dvě mezivrstvy tl. 24 mm orientované v příčném směru (kolmo na podélný směr panelu). Pro dolní část kombinovaného plecho-dřevěného panelu byl zvolen běžně používaný trapézový plech TR160/250 tloušťky 1 mm z oceli S320GD.

Měřicí přístroje, tj. 4 indukční měřidla, 4 tenzometry, 2 potenciometry a měřiče síly byly připojeny do ústředny HBM typu UPM 60 a veškerá naměřená data byla ukládána na pevný disk. Měření probíhalo bez přestávek až do úplného odtížení na konci zkoušky. Pro měření průhybu byly umístěny potenciometrické snímače dráhy s označením P1 a P2, které byly připevněny na spodní pásnici uprostřed rozpětí.



Obr. 2 Pohled na zkušební vzorek v laboratoři.

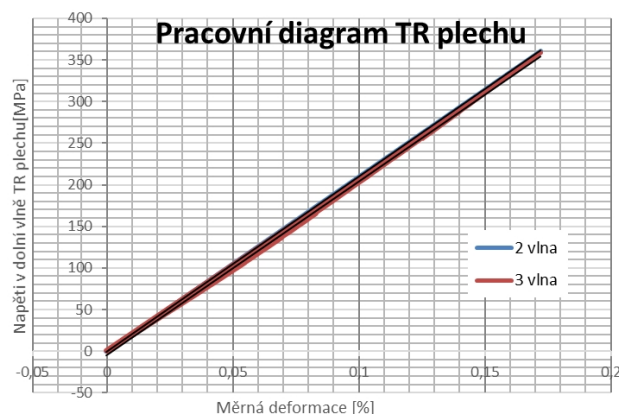
Výsledky z měření byly vyhodnoceny a porovnány s teoretickým výpočtem.

Výsledky

Při porovnání maximálních napětí dosažených v průběhu zkoušky (max. zatížení 59,91 kN) činila průměrná hodnota napětí na spodní pásnici trapézového plechu 359,9 MPa. Tato hodnota byla

pro danou zkoušku rozhodující. Hodnota průhybu při maximálním zatížení činila 14,71 mm. V teoretickém výpočtu byl vypočten průhyb při zatížení 60 kN 13 mm. Takto velký rozptyl lze přisoudit nepřesnosti velikosti modulu pružnosti dřeva, jenž nebyl změřen stejně tak jak i velikost EI celého CLT panelu.

Pro možné uplatnění v praxi je zapotřebí provést větší počet zkoušek a přesnější měření po celém spřaženém průřezu.



Obr. 3 Pracovní diagram zatěžovací zkoušky.

Závěr

V dalších krocích by bylo vhodné provést příslušné protlačovací zkoušky, které blíže ověří efektivitu použitého spřažení vruty a dále provést obdobný pilotní experiment pro panely s lepenou styčnou spárou na rozhraní dřevo - plech.

Literatura

- [1] Jirka, O., Mikeš, K.: Semi-rigid Joints of Timber Structures, POLLACK PERIODICA, An International Journal for Engineering and Information Sciences, DOI: 10.1556 / Pollack 5.2010.2.2, Vol. 5, No. 2, pp. 19–26 (2010)
- [2] Madsen, B.: Behaviour of timber Connections, Timber Engineering Ltd., Canada 2000, ISBN 1-55056-738-1.