



DLOUHODOBÉ SLEDOVÁNÍ ODEZVY OCELOBETONOVÉHO MOSTU NA ZATÍŽENÍ DOPRAVOU A TEPLOTOU

Zpracovali: prof. Ing. Michal Polák, CSc., doc. Ing. Tomáš Rotter, CSc. (Fakulta stavební ČVUT v Praze)

Souhrn

V tomto technickém listu je stručně popsáno dlouhodobé sledování ocelobetonového mostu, který převádí ulici K Barrandovu přes silniční okruh kolem Prahy (SOKP). V roce 2014 bylo pokračováno v kontinuálním sledování odezvy nosné konstrukce mostu na dynamické zatížení způsobené těžkou nákladní dopravou a na změny teploty, které vyvolávají teplotní zatížení zkoumaného mostu. Naměřené údaje byly zpracovány, byly vyhodnoceny charakteristiky dynamické odezvy mostu a složky zatížení teplotou. Při zpracování kompletního souboru teplot naměřených v roce 2013 byla na sledovaném vnitřním hlavním nosníku zjištěna největší hodnota rovnoměrné složky teploty za celou dobu monitorování mostu (+34,66 °C). Předpokládá se, že v dlouhodobém sledování předmětného mostu bude pokračováno po celou dobu řešení problematiky projektu.

Oblast použití

Výsledky řešení jsou použitelné především v oblasti mostního stavitelství. Část získaných poznatků je možné využít při posuzování stavebního stavu stávajících ocelobetonových mostů nebo při návrhu nových mostů tohoto typu. Uspořádání experimentu umožňuje stanovit ekvivalentní celkovou hmotnost projíždějících těžkých nákladních vozidel využitelnou při tzv. vážení za pohybu -WIM (weigh-in-motion). Dílčí poznatky (uspořádání experimentu, způsob zpracování výsledků dlouhodobého sledování) lze uplatnit i v jiných oblastech stavebnictví, například u dalších typů inženýrských staveb nebo v pozemním stavitelství.

Metodika a postup řešení

Sledovaný most (viz obr. 1) staticky působí jako spojitý nosník o třech polích (17,7 m + 34,5 m + 17,7 m). Most je šikmý se šikmostí 76°. Nosná konstrukce mostu je ocelobetonová sestavená ze čtyř hlavních ocelových I nosníků spřažených se železobetonovou deskou. Výška hlavních nosníků je 1380 mm a jejich osová vzdálenost je 3300 mm.

Železobetonová deska konstantní tloušťky 240 mm má na obou koncích v příčném řezu krátké konzoly s vyložení 420 mm respektive 820 mm.



Obr. 1 Pohled na sledovaný most od jihu (ve směru od Lahovic k Ruzyni) – stav v listopadu 2014.



Obr. 2 Pohled na snímače teploty instalované na vnitřním hlavním nosníku – stav v listopadu 2014.

V rámci experimentu jsou soustavně sledovány poměrné deformace dvou hlavních nosníků (vnějšího jižního nosníku a přilehlého vnitřního nosníku) a spodního líce železobetonové desky ve středu rozpětí středního pole mostu. Na stejných hlavních nosnicích jsou sledovány i změny teploty (viz obr. 2) v řezu ležícím zhruba v jedné osmině rozpětí středního pole mostu v prostoru nad krajnicí dopravního pásu směřujícího od Lahovic k Ruzyni. Experiment byl zahájen v roce 2006, výsledky z prvních let sledování jsou popsány v [3].

Měřicí linka pro monitorování dynamické odezvy mostu je sestavena z dynamické měřicí ústředny EMS DV 803 vyrobené firmou „Ing. Miroslav Pohl“ z Brna, ze čtrnácti odporových tenzometrů a čtyř snímačů zrychlení. Výhodou použité měřicí linky pro dynamická měření je, že řídicí program pro měřicí ústřednu EMS DV 803 nevyžaduje trvalé připojení k řídicímu počítači. Pokud je ústředna připojena ke zdroji napájení elektrickým proudem, může díky své vnitřní paměti pracovat nezávisle i po dobu několika týdnů. V současnosti je ústředna připojena k GSM modemu. Sběr naměřených dat, řízení dynamického měření a kontrola funkčnosti měřicí linky jsou prováděny přes internet. Z naměřené dynamické odezvy mostu byly vyhodnoceny výkmity měřených poměrných deformací a zrychlení. V současnosti je již několik snímačů nefunkčních a pro zvýšení kvality získávaných výsledků je potřebná jejich výměna. V říjnu 2014 došlo k poškození napájení měřicí ústředny. Hlodavec překousal napájecí kabel. V průběhu tří týdnů byl provoz ústředny obnoven.

Měřicí linka pro sledování změn teploty je sestavena z dataloggeru MS2+ firmy „Comet System“ a šestnácti odporových teplotních sond N1ATG7/0 s teplotním čidlem Ni 1000/6180 ppm. Při bezporuchovém stavu ústředny je teplota mostu ve sledovaných bodech snímána pravidelně každých 15 minut. Při vyhodnocování základních složek zatížení teplotou (rovnoměrné složky teploty ΔT_u , lineární proměnné rozdílové složky teploty ve svislém směru ΔT_{My} , nelineární rozdílové složky teploty ve svislém směru) pro oba sledované hlavní nosníky byly naměřené údaje zpracovány regresní analýzou. V souladu s předpokládaným průběhem teploty v průřezu mostní konstrukce podle obr. 4.1 v ČSN EN 1991-1-5 [1] byla naměřenými hodnotami teploty $T(z_i, t)$ v jednotlivých bodech konstrukce mostu proložena aproximační přímka podrobněji popsána například v [2]

$$T(z_i, t) = \Delta T_u(t) + z_i K(t), \quad (1)$$

kde z_i je svislá souřadnice bodu, ve kterém je prováděno měření teploty, a $K(t)$ je směrnice prokládané přímky odpovídající času měření t .

Výsledky

V roce 2014 probíhalo dlouhodobé sledování odezvy nosné konstrukce ocelobetonového mostu na dynamické zatížení těžkou nákladní dopravou a na změny teploty. Naměřené údaje byly zpracovány, byly vyhodnoceny charakteristiky zachycených vibrací mostu a složky zatížení teplotou. Rovnoměrné složky teploty ΔT_u vyhodnocené v roce 2012, 2013 a v období leden – říjen 2014 jsou uvedeny v tab. 1 a tab. 2, extrémní hodnoty za celou

dobu monitorování mostu od roku 2006 jsou zvýrazněny tučným písmem.

V dlouhodobém sledování předmětného mostu bude pokračováno i v roce 2015, pro zvýšení kvality získávaných výsledků je potřebná výměna několika nefunkčních snímačů. Protože řez se snímači se nachází nad středním dělicím pruhem SOKP, je pro výměnu snímačů nutné uzavřít střední pruhy pro oba dva směry jízdy. Bylo zahájeno jednání s ŘSD o této problematické uzavírcce.

Tab. 1 Extrémní hodnoty rovnoměrné složky teploty ΔT_u vyhodnocené na sledovaném vnějším nosníku.

Rok	2012	2013	2014
Min. ΔT_u	-15,50 °C	-10,88 °C	-8,00 °C
Max. ΔT_u	+34,35 °C	+34,84 °C	+32,89 °C

Tab. 2 Extrémní hodnoty rovnoměrné složky teploty ΔT_u vyhodnocené na sledovaném vnitřním nosníku.

Rok	2012	2013	2014
Min. ΔT_u	-15,31 °C	-10,48 °C	-8,21 °C
Max. ΔT_u	+33,72 °C	+34,66 °C	+32,27 °C

Literatura

- [1] ČSN EN 1991-1-5. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou*. Praha: Český normalizační institut, 2005. 44 p.
- [2] Polák, M. – Plachý, T. – Herel, J.; Vyhodnocení složek zatížení teplotou komorového mostu z předpjatého betonu. In *Proceedings of the 6th International Conference on New Trends in Statics and Dynamics of Buildings*, 6th International Conference on New Trends in Statics and Dynamics of Buildings, Bratislava, 18.-19. 10. 2007; Jendželovský, N.; et al., Ed.; 2007; pp 209–212.
- [3] Polák, M. – Rotter, T. – Plachý, T.; Long-time Monitoring of the Bridge Response Caused by Heavy Traffic and Temperature Changes. In *Proceedings of the 49th International Scientific Conference Experimental Stress Analysis 2011*, 49th International Scientific Conference Experimental Stress Analysis, Znojmo, 6.-9. 6. 2011; Návrát, T.; et al., Ed.; 2011; pp 341–347.