PŘÍPRAVA METODIKY PRO STANOVENÍ STAVU EXISTUJÍCÍCH MOSTŮ (Část 1 – mosty ocelové)

Zpracovali: doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D., Ing. Martin Macho, prof. Ing. Michal Polák, CSc., Ing. Michal Netušil, Ph.D. (Fakulta stavební ČVUT v Praze)

Souhrn

Výstupem bude metodika, která zpřesní postup pro klasifikaci stavebního stavu mostů pozemních komunikací a mostů železničních. Dále doplní a zpřesní uváděné závady, na základě kterých se stanovuje klasifikační stupeň stavebního stavu mostu. V této části je popsána činnost v oblasti ocelových mostů postižených korozí.

Oblast použití

Uplatnění metodiky se předpokládá pro činnost projekční a při stanovení zatížitelnosti stávajících mostů, dále ji bude možno využít při výkonu činnosti správce a hlavních prohlídek, ke zpřesnění hodnocení mostů.

Metodika a postup řešení

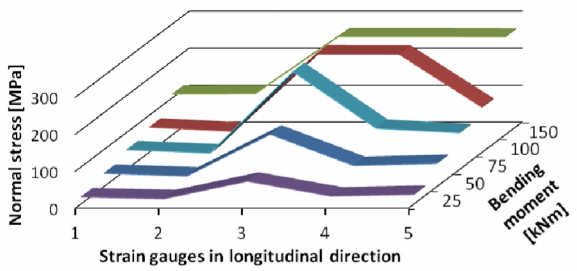
V roce 2015 probíhalo zejména podrobné vyhodnocení zkoušek na korodovaných vzorcích z mostu Opočno. Šlo o 4 podélníky délky cca 1200 mm, značně postižené korozí. Tyto podélníky byly otryskány, proběhlo jejich laserové skenování za účelem zjištění přesné geometrie a následně byly podrobeny zatěžovací zkoušce. Při ní bylo měřeno poměrné přetvoření uprostřed rozpětí a současně v korozních důlcích.

Druhou aktivitou bylo měření na železničním mostě Červená, kde byla na historické korozně degradované konstrukci provedena statická, dynamická a brzdná zkouška, společně s rozsáhlým tenzometrickým měřením. S ohledem i na zjištěné závěry přepočtu zatížitelnosti pak bylo následně rozhodnuto o tvorbě fyzického modelu mostu a jeho osazení ve větrném tunelu. Cílem je zpřesnění stanovení součinitele síly $c_{fx,0}$ a následně redukce účinků větru, který je rozhodujícím faktorem při výpočtu zatížitelnosti.

Třetí oblastí bylo stanovení vlivu modelové degradace na únosnost ocelového nosníku.

Výsledky

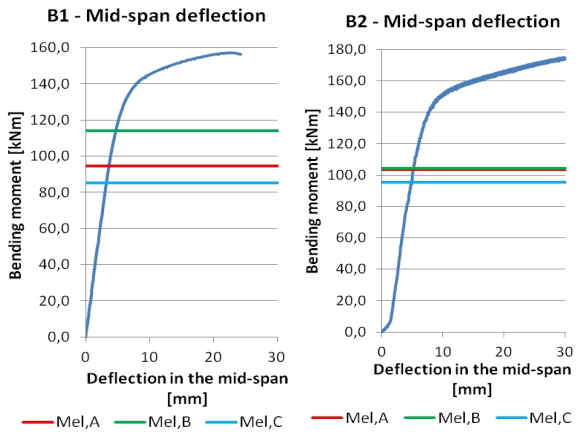
Výsledky ukazují dva významné závěry. Jednak napětí v korozních důlcích je mnohonásobně vyšší než průměrné napětí, viz Obr. 1, dále je patrná disproporce mezi napětím ve stěně a přilehlých úhelnících, tvořících dolní pásnici.



Obr. 1 Průběh normálového napětí v korozním důlku při různé úrovni zatížení.

Činnost v roce 2015 byla zaměřena na stanovení metodiky pro zohlednění korozního oslabení. Byly zvoleny tři přístupy – A, B, C. A – pro každou část řezu, dolní a horní pásnice, stěna, je použita minimální tloušťka dané části, B – pro každou část řezu, dolní a horní pásnice, stěna, je použita průměrná tloušťka dané části, C – maximální korozní oslabení z celého příčného řezu je aplikováno na všechny části řezu.

Dle těchto pravidel byly stanoveny průřezové parametry a stanovena únosnost prvku na základě skutečně zjištěné meze kluzu.



Obr. 2 Průběh deformace při zkoušce a elastické únosnosti podélníku dle metod A, B, C pro vzorky B1, B2.

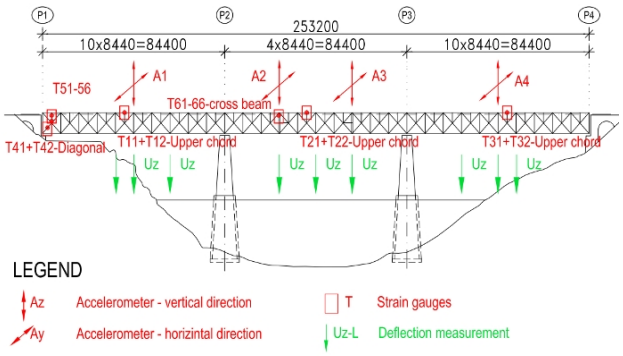
Tento výsledek byl vytvořen s finanční podporou programu Centra kompetence TA ČR, projekt č.TE01020168

Tab. 1 Porovnání metod stanovení korozního oslabení A, B, C.

Vzorek		1		2		3		4	
Metoda		fy MPa	Mel kNm	fy MPa	Mel kNm	fy MPa	Mel kNm	fy MPa	Mel kNm
A	●	236	94	201	103	221	100	251	98
B	●	236	114	201	104	221	111	251	113
C	●	236	85	201	96	221	95	251	87
Plný prof.		236	126	201	107	221	118	251	134

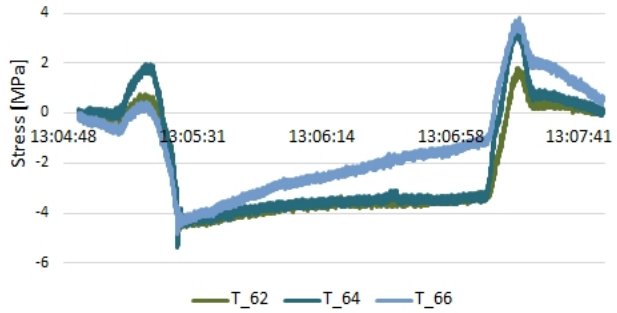
Jak je patrné z obr. 2, nejblíže skutečnému chování prvku je metoda B.

Další probíhající činností byla zkouška na železničním mostě Červená. Jejím cílem bylo zjistit reálné chování historické nýtované konstrukce, a to jednak při dynamickém zatížení, jednak od brzdných sil, jejichž hodnota je podle současných norem mimořádně vysoká a je i příčinou nízkých hodnot zatížitelnosti při přepočtech. Při zkoušce bylo měřeno napětí ve 20 místech, bylo použito 9 snímačů zrychlení. Měřen byl průhyb geodeticky a radarovou interferometrií.



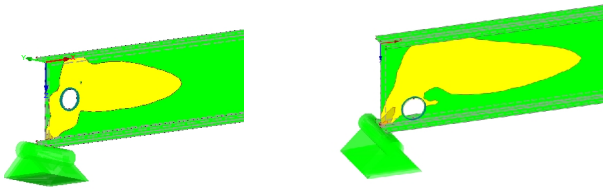
Obr. 3 Tvar mostu Červená a poloha měřených míst.

Výsledky ukazují jednak poměrně dobrou shodu s numerickými modely (SUDOP Praha), současně i nízké hodnoty napětí od reálných brzdných účinků. Na běžné konstrukci je vybuzení normou požadovaných brzdných sil téměř nereálné. Výsledky budou v dalším roce dále zpracovávány.



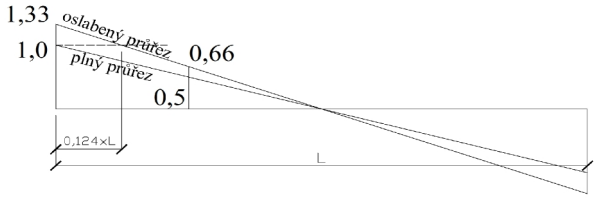
Obr. 4 Napětí v příčníku v průběhu brzdění a rozjezdu. Je patrné, že tyto hodnoty jsou poměrně nízké.

Numerická studie pokračovala stanovením vlivu pozice a velikosti poškození stojiny na průběh smykového a normálového napětí na modelovém mostním nosníku o rozpětí 15 m výšky 800 mm. Korozní úbytek byl modelován pomocí otvoru ve stojině o průměru 200 mm. Dle očekávání má defekt stojiny zanedbatelný vliv na ohybovou únosnost. V případě smykové únosnosti má však chybějící část stojiny nezanedbatelný vliv na průběh smykového napětí, zejména u podpory a to i v závislosti na poloze, viz obr. 5.



Obr. 5 Smykové napětí u podpory nosníku s otvorem.

Analyticky lze vliv otvoru na smykovou únosnost u spojitě zatíženého nosníku vyjádřit grafem na Obr. 6, kde je pro konkrétní výše popsaný nosník zachyceno využití plného a oslabeného průřezu ve smyku – relativně k využití 1,0 průřezu v podpoře neoslabeného.



Obr. 6 Využití plného a oslabeného průřezu ve smyku.

Závěr

Lze konstatovat, že v průběhu roku bylo získáno množství cenných podkladů, které umožnují lepší pochopení chování existujících konstrukcí, současně ale i výsledků, které jsou použitelné při stanovení zatížitelnosti mostů.

Literatura

[1] APPUHAMY, J., OHGA, M., KAITA, T., DISSANAYAKE, R. Reduction of Ultimate Strength due to Corrosion – A Finite Element Computational Method, International Journal of Engineering, 2011, vol. 5, no. 2.

[2] ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí.

[3] Směrnice Určování zatížitelnosti železničních mostních objektů, SŽDC s.o., 2014.

Tento výsledek byl vytvořen s finanční podporou programu Centra kompetence TA ČR, projekt č.TE01020168