



CHOVÁNÍ NETYPICKÝCH ÚNAVOVĚ EXPONOVANÝCH DETAILŮ MOSTNÍCH KONSTRUKCÍ

Zpracovali: Ing. Petr Kubiš, doc. Ing. Pavel Ryjáček, Ph.D. (Fakulta stavební VUT v Praze)

Souhrn

Při navrhování mostních konstrukcí je obecně problémem návrh vhodných únavových detailů tak, aby splnily požadovanou životnost konstrukce. V každém případě je třeba provést zamýšlené detaily zlepšit, nicméně ne všechny jsou nyní používány. Detaily jsou pokryty zkouškami i normou SN EN 1993-1-9, přestože jsou v praxi někdy používány. Pro tuto numerickou i experimentální studii byly vytipovány tyto detaily, které modifikací slibují dosažení lepší kategorie detailu. Tyto detaily představují různé alternativy provedení typického montážního styku dolní pásnice hlavního nosníku ocelového mostu nebo pilířku. Tento detail je obecně významně namáhán dynamickým zatížením od dopravy, proto je cílem provést jej pokud možno v co nejvyšší kategorii nebo jej upravovat různými modifikacemi s cílem zvýšení kategorie detailu.

Provedená experimentálníinnost měla za cíl prozkoumat používaný nezdokumentovaný únavový detail „Olemutz“ – detail s úzkou štěrbinou ve stojině, která je po provedení příčného svaru pásnice zavařená K-svarem. Dále byl na základě numerické analýzy navržen detail s eliptickým výezem. Ten má představovat efektivnější alternativu stávajícího normového únavového detailu 71 s kruhovým výezem $R = 50$ mm ve stojině nosníku. Tímto detailem je provedené zavíkování výezu a následné zavaření. Tvar eliptického výezu je shodný s první alternativou, avšak po zavaření spodní pásnice dojde k vyplnění výezu výkem z plechu o stejné tloušťce, který je zavařen K-svarem do vzniklého otvoru.

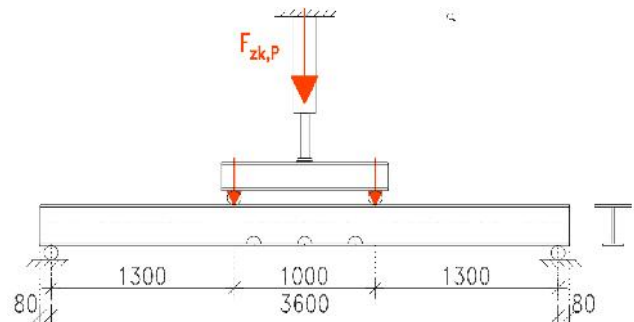
Oblast použití

Oblastí použití jsou veškeré ocelové mostní zavařované konstrukce, kde existuje nutnost provádět dílenské nebo montážní styky konstrukcí, které jsou vystaveny významnému únavovému namáhání. Zejména se jedná o železniční mosty.

Metodika a postup řešení

V průběhu letošního roku proběhly únavové experimenty detailu „Olemutz“ a eliptického výezu se zavařeným výkem, které navazují na experiment detailu s eliptickým výezem z konce roku 2015. Zkoušení proběhlo v hale Experimentálního centra VUT.

Tyto vzorky v plném měřítku byly dynamickým cyklickým únavovým testem namáhány v ohybu při konstantním rozkmitu normálového napětí. Schéma zatížení vzorku je patrné na obr. 1. Kontrolován byl rozkmit napětí, respektive poměrných deformací, pomocí tenzometrů umístěných na horní pásnici a také na horním povrchu dolní pásnice, v úrovni detailu. Každý vzorek byl osazen třemi stejnými detaily. Je tedy nutné podotknout, že rozsah získaných výsledků je pouze orientační, nikoliv však vhodný k exaktnímu závěru. Sledovány byly průběhy následujících charakteristických veličin: nominální rozkmit normálových napětí ve sledovaném místě, síla a dráha pístu zkušebního stroje, cykly zatížení.



Obr. 1 Schéma zatížení vzorku.

Technické zkušební podmínky neumožnily nastavení stejné hladiny rozkmitu napětí pro všechny tyto vzorky, vzájemné porovnání bylo tedy provedeno podle známého sklonu S-N křivky.

Při zkoušce samotné však byl držen konstantní rozkmit během každého jednoho měření. Zkoušky také proběhly bez delších přerušení.

Ukončení experimentu bylo smluvně nastaveno na okamžik, kdy se únavová trhлина rozšířila skrze

spodní pásnici. P íkladem koncové fáze experimentu je trhlinka zobrazená na obr. 1. Byly podniknuty i pokusy o diagnostiku rozvoje makroskopických trhlin v pr b hu m ení, avšak bez významn ějších výsledk , zejména v d sledku hrubosti povrchu. Vyzkoušeny byly tyto metody: penetra ní barevná zkouška, penetra ní fluorescen ní zkouška, magnetická zkouška s ru ním magnetem.



Obr. 2 Délka trhliny na spodní stran ě pásnice nosníku p í ukon ění experimentu.

Výsledky

P ehledný souhrn výsledk znázor uje tabulka 1. Zde je uveden celkový po et cykl s p íslušným jmenovitým rozkmitem nap etí. Z t chto hodnot je stanovena experimentáln zjišt ěná únavová kategorie každého zkoušeného detailu z obr. 2. V našem p ípad je zaveden p edpoklad, že experimentáln stanovená hodnota únavové kategorie odpovídá 50% pravd podobnosti p ežití detailu. Na základ této úvahy je možné dopo ítat únavové kategorie detail tak, jak jsou definovány v EN-1993-1-9.

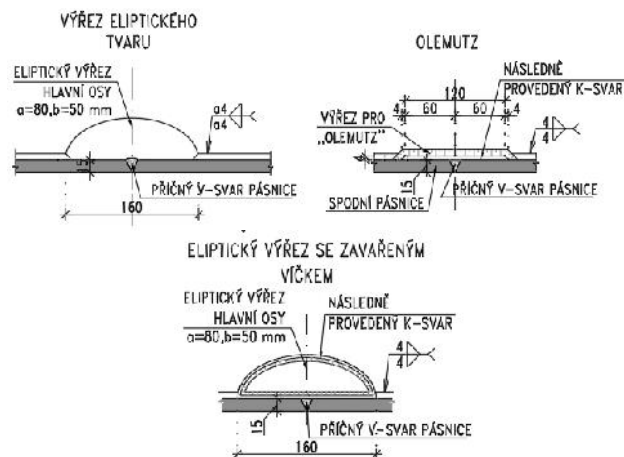
Tab. 1 Výsledky experimentu.

Detail	Počet cyklů	Zkušební rozkmit napětí	Experimentálně Zjištěná kategorie detailu	Únavová kategorie detailu *
	Experiment	MPa	detailu	detailu *
výřez eliptického tvaru	1 077 335	117	95	69
Olemutz	360 134	225	127	93
eliptický výřez se zavařeným víčkem	215 288	201	96	70

*Poznámka: Skutečná únavová životnost je přepočtena na 95% pravděpodobnost přežití dle EN 1993-1-9

Budeme-li hodnotit a porovnávat obdržené výsledky se standardními detaily, m ěžeme dojít k záv ru, že detail s eliptickým vý ezem a detail s eliptickým vý ezem a ví kem neposkytují zna ěné zvýšení únavové životnosti oproti normového detailu 71 pro kruhový vý ez ve stojin . Zejména je však t eba zd raznit, že v praxi používané zaví kování vý ez a „zlepšení“ kategorie detailu 71 je zcela chybné a m lo by od této praxe být upušt ěno. Jiná situace je z etelná v p ípad detailu „Olemutz“. Únavová kategorie 93 je dobrým výsledkem, a v zásad odpovídá kategorii 90 p í něho svaru dolní pásnice. Lze jej doporu it k podrobnému experimentu, který

by p esn stanovil celou S-N k ivku pro za azení t SN EN 1993-1-9.



Obr. 3 Zkoušené detaily.

Porušené výseky detail s trhlinkami byly šetrn vy aty z nosníku a v nejbližší dob budou ještě detailn ě vizuáln prozkoumány. Nalezení konkrétního místa defektu a jeho následného ší ění doplní zpracované záv ry.

Záv r

P edm tem p edešlé aktivity bylo prov ění únavové životnosti t í mostních sva ovaných detail , které p edstavovaly dosud neprozkoumané alternativní ešení p í něho svaru mostního nosníku. Výsledky tohoto pilotního projektu doporu ují jako vhodné ešení takzvaný detail „Olemutz“, který se experimentáln zjišt ěnou únavovou životností 127 a predikovanou normovou kategorií 93 jeví jako vhodný kandidát pro únavový experiment v tšího a podrobn ějšího rozsahu. Zbylé detaily s eliptickým vý ezem a se zava ěným ví kem neprokázaly dobré výsledky a od jejich zkoumání bude upušt ěno.

Literatura

- [1] SN EN 1993-1-9. Návrh ocelových konstrukcí- íst 1-9: Únava: NI 2006.
- [2] Dyl g, Zdzisław a Orłos, Zbigniew. Únava materiálu a její zkoušení. Praha : SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1968.
- [3] E. Niemi. Stress determination for Fatigue Analysis of Welded Components. The International Institute of Welding. 1995.