

Renata J u r á š k o v á , Miloslav R ů ž e k
Stavební fakulta ČVUT Praha

MĚŘENÍ IMPERFEKČÍ OCELOVÝCH KONSTRUKCÍ FOTOGRAMMETRICKOU METODOU

K řešení některých problémů stability a napjatosti tenkostěnných ocelových konstrukcí přispívá znalost imperfekcí jejich stěn a pásnic. Počáteční zakřivení způsobené výrobními nepřesnostmi a jeho eventuální změny - plochy boulení - vyvolané vnějším tlakem určujeme na modelech již řadu let analogovou metodou blízké stereofotogrammetrie.

Používaná technologie je po relativně malých úpravách použitelná také pro měření imperfekcí skutečných objektů. Výsledky takových měření významně přispívají ke zvýšení objektivitu posouzení funkční způsobilosti objektu a jsou užitečné i pro další vývoj a modernizaci konstrukcí.

Úpravy technologického postupu měření, jehož základy i používané přístrojové vybavení jsou podrobně popsány v [1], jsou zcela individuální podle typu a zejména podle rozměrů měřeného objektu. Až dosud jsme použili fotogrammetrickou metodu pro měření imperfekcí spodního pásu hlavního nosníku komorového dálničního mostu, druhé měření se týkalo určení počátečního zakřivení stěn a pásnic skříňového nosníku jeřábové dráhy.

1. Měření imperfekcí spodního pásu dálničního mostu

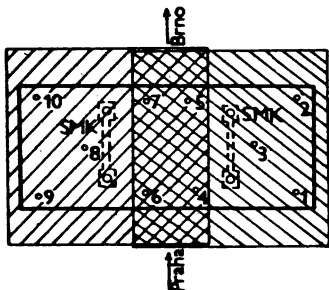
Předmětem měření byl spodní pás hlavního nosníku dálničního mostu "Vysočina" ve Velkém Meziříčí, a to most pro směr Praha-Brno v jeho druhém poli, v úseku vymezeném stanícením 2,5m a 5,0m - měřeno od osy první podpory.

Cílem bylo určení počátečního zakřivení v celé šířce pásu (6m) z vnitřní strany komory nosníku ještě před zahájením zatěžování v rámci třetího zatěžovacího stavu sta-

tické zkoušky mostu. Dále měly být měřeny tvarové změny pásu ve všech fázích 3. zatěžovacího stavu, při kterém bylo maximální namáhání spodního pásu směřováno právě do sledované zóny.

1.1 Fotografické práce

Před zahájením snímkování byl povrch sledované plochy zvýrazněn bílou čtvercovou sítí, nakreslenou na základní monotónní šedý izolační nátěr. Snímkování bylo provedeno



Obr. 1

současně dvěma stereometrickými komorami SMK 0808/5,6 $b = 1\,200\text{ mm}$ (obr. 1), zavěšenými uvnitř komory nosníku ve speciálních rámech po obou stranách revizní lávky. Osy záběru byly orientovány svisle dolů, vzdálenost objektivů komory od měřené plochy zvolena $2,8\text{ m}$. Pro zajištění ostrého zobrazení byly použity předsádkové čočky.

Tak byla zachycena celá zkoumaná plocha $6 \times 2,5\text{ m}$ na dvou stereoskopických záběrech se vzájemným překrytím $1,2\text{ m}$ uprostřed - pod revizní lávkou. Exponování se provádělo zábleskem dvou tranzistorových zařízení TR-64 do otevřených uzávěrek objektivu, na fotografické desky ORWO WP-1 $9 \times 12\text{ cm}$.

1.2 Vlíčovací body

Pro dokonalé spojení obou stereoskopických modelů byly v rozích a uprostřed každého z nich zaměřeny výšky vličovacích bodů ve všech fázích zkoušky metodou velmi přesné nivelace - VPN, soupravou KONI 007 s invarovou dvoustupnicovou latí. Přesnost měření $\pm 0,1\text{ mm}$. Celkem tedy 10 vličovacích bodů, z toho 4 v pásmu společného překrytu obou stereodvojic. Souřadnice x a y vličovacích bodů byly určeny stereofotogrammetricky analytickou metodou nejprve v každém modelu samostatně, a potom transfor-

movány do jednotné souřadnicové soustavy.

1.3 Vyhodnocení snímků a určení počátečního zakřivení

Při digitálním způsobu analogového vyhodnocení snímků bylo použito vřícovacích bodů nejenom pro absolutní orientaci modelů a tedy pro jejich vzájemné spojení, ale také ke korigování některých systematických chyb zejména uprostřed modelů a zbytkových chyb absolutní a relativní orientace. Měřená plocha byla definována celkem 295 fotogrammetricky zaměřenými body. Po zavedení uvedených korekcí jejich výšek bylo zakřivení měřené plochy vztaženo k rovině dané třemi vřícovacími body číslo 2, 1 a 10 (obr. 1). Výpočet vzdáleností bodů měřené plochy od vztažné roviny byl proveden na počítači HP 9831. Maximální odchylky měřené plochy od vztažné roviny byly -3 mm až + 6 mm a průběh počátečního zakřivení byl vyjádřen ekvideformátami v intervalu 1 mm [2]. Dosažené výsledky byly ověřeny ještě jedním nezávislým analogovým a též analytickým vyhodnocením. Souhlas byl v mezích středních chyb $m_z = \pm 0,40$ mm.

1.4 Vyjádření plochy boulení

Porovnání fotogrammetrických vyhodnocení tvaru zkoumané plochy v jednotlivých fázích 3. zatěžovacího stavu ukázalo, že prokazatelnost boulení bude na hranicích možností fotogrammetrické metody. Byly proto vypočteny změny zakřivení nejprve v místech vřícovacích bodů určených metodou VPN. Při prvním zatížení bylo zjištěno maximální vyboulení -0,6 mm, při opakování téhož zatížení -0,5 mm. Tvar plochy boulení byl vyjádřen ekvideformátami v intervalu 0,1 mm [2].

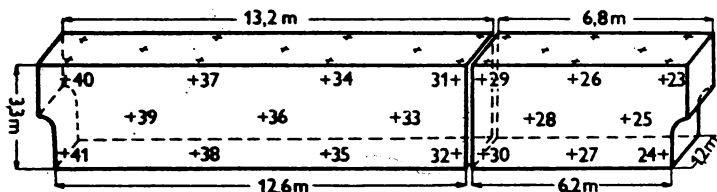
2. Měření imperfekcí nosníku jeřábové dráhy

V této úloze bylo určováno pouze počáteční zakřivení stěn a pásnic ocelového skříňového nosníku, vyhotoveného v Královopolské strojárně v Brně pro speciální jeřábovou dráhu. Nosník délky 20 m, průřezu 3,3 m x 1,2 m byl s ohledem na transport rozdělen na dvě části (obr. 2).

2.1 Fotografické a měřické práce

Nosník uložený na podporách byl pro snímkování postupně pootáčen vzhledem k fotografické komoře tak, aby vždy

fotografovaná plocha byla svislá. Fotografování bylo provedeno ze vzdálenosti asi 3 m s vodorovnými osami záběru, orientovanými kolmo k fotografované ploše. Dvojitá komora SMK byla přitom vysunuta na stativu do maximální výšky 2,7 m a použita úprava se svislou základnou. Pro souvislé zobrazení delší části nosníku bylo zapotřebí tří stereomodelů, pro kratší část dvou. V každém stereomodelu bylo signalizováno pět vřícovacích bodů (obr. 2). Geodeticky byly ur-



Obr. 2

čeny jejich vodorovné vzdálenosti vzhledem ke svislé rovině vytyčené teodolitem Theo 010 A rovnoběžně s měřenou plochou nosníku. Střední chyba měření $\pm 0,1$ mm.

2.2 Vyhodnocení a dosažené výsledky

Vyhodnocení, spojení jednotlivých modelů a výpočet počátečního zakřivení byl proveden podobně jako v předcházející úloze. Výsledky vyhodnocení ukázaly, že počáteční zakřivení jednotlivých stěn měřeného nosníku nepřekročilo 25 mm. Průběh zakřivení byl vyjádřen graficky v měř. 1:10 ekviformátami v základním intervalu 1 mm. Přesnost dosažených výsledků byla vypočtena z rozdílů dvojího nezávislého vyhodnocení podrobných bodů v překrytu sousedních stereomodelů. Střední chyba $m_y = \pm 0,31$ mm.

Literatura

- [1] Drdáký, M.; Jurášková, R.; Růžek, M.: Problémy stereofotogrammetrického záznamu přetvoření tenkých stěn, Sborník referátů 16. konference EAM 78, Smolenice
- [2] Jurášková, R.; Růžek, M.: Stereofotogrammetrické měření imperfekcí modelů a skutečných konstrukcí, Závěrečná výzk. zpráva ČVUT, fakulta stavební, Praha 1980