

NIEKOTÉ POZNATKY Z EXPERIMENTÁLNEHO SKÚMANIA DYNAMICKÝCH NAPÄTÍ OCEĽOVÉHO MOSTA

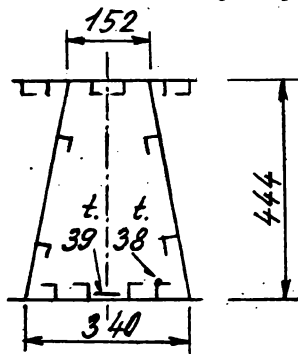
Doc. Ing. Ľudovít Šmál CSc.,
VŠDS Žilina, Katedra mechaniky

1. Uvádzame niektoré výsledky dynamickej tenzometrie u nového železničného viaduktu v Ivančiciach na trati Hrušovany-Střelice. Konštrukcia viaduktu je navrhnutá ako oceľový spojitý nosník skriňového prierezu /obr. 1/ so 6 poliami, s rozpätiami: $L_1 = 46,8 \text{ m}$ - $L_2 = 57,6 \text{ m}$ - $L_3 = 64,8 \text{ m}$ - $L_4 = 68,4 \text{ m}$ - $L_5 = 79,2 \text{ m}$ - $L_6 = 68,4 \text{ m}$.

Dynamicnú zatažovaciu skúšku vykonal v októbri 1978 kolektív pracovníkov katedry stavebnej mechaniky VŠDS Žilina. S cieľom získania dynamickej odozvy mosta sa realizovali viaceré druhy zataženia:

- jazda parnou lokomotívou 524.1
- jazda dieselelektrickou lokomotívou T 679.1
- rozkmitanie mosta mechanickým budičom KSM-VŠDS
- rozkmitanie mosta pomocou impulzných raketových motorov
- jazda nákladného vlaku o celkovej hmotnosti $M = 1574 \text{ t}$

Dynamická tenzometria sledovala určenie časového priebehu napätí vo 2 priečných rezoch: A-A /obr. 1 - uprostred poľa L_5 /. B-B /nad podporou na styku polí L_5 a L_6 ./



Obr. 1
rez A-A

Tenzometrické meranie bolo urobené v spolupráci VŠDS s ÚAM-VŽKG Brno. Príslušná meracia centrála /ÚAM-VŽKG/ bola situovaná pod poľom L₆. Pritom sa užila tenzometrická aparátúra HOTTINGER-BALDWIN-KWS/5T-5. Do 2 rezov A-A, B-B bolo sústredených 22 meracích miest /tenzometrov/. Užili sa odporové tenzometre typu 10/120-LY 11 - výrobca HOTTINGER-BALDWIN.

Pri vyhodnocovaní napätia sme sa zamerali na účinok tenzometrov v pozdĺžnom smere mosta ako aj na účinok tenzometrov zvislých a vodorovných v priečnom smere mosta. Vyhodnocovanie sa robilo za predpokladu jednoosového stavu napätosti. Z tvaru záznamov u pozdĺžnych tenzometrov vyplýva, že strednice stôp predstavujú v reze A-A tvar vplyvovej čiary medzipodporového momentu a v reze B-B tvar vplyvovej čiary podporového momentu.

2. Z vyhodnotenia záznamov č. 1/A až 21/A v reze A-A, u jazdy lokomotívou 524.1 vyplýva, že

- maximálna nameraná statická zložka napätia je u pozdĺžneho tenzometra t 38 /u výstuhu spodnej dosky/, a to u záznamu č. 1/A, pri rýchlosti jazdy 5,4 km.h⁻¹:

$$\max \sigma_{38} = + 19,20 \text{ MPa}$$

- maximálna nameraná dynamická zložka napätia je u priečného tenzometra t 39 /u spodnej dosky/, a to u záznamu č. 9/A, pri rýchlosti 32,2 km.h⁻¹:

$$\max \sigma_d = / \pm / 4,453 \text{ MPa}$$

3. Z vyhodnotenia záznamov č. 1/B až 21/B v reze B-B, u jazdy lokomotívou 524.1 plyní, že

- maximálna nameraná statická zložka napätia je u priečného stenového tenzometra t 150 /v spodnom rohu priečného rezu/, a to u záznamu č. 4/B, pri rýchlosti jazdy 10,3 km.h⁻¹:

$$\max \sigma_{150} = / - / 11,622 \text{ MPa}$$

- maximálna nameraná dynamická zložka napätia sa nachádza u priečného doskového tenzometra t 108 /u hornej dosky/, a to u záznamu č. 15/B, pri rýchlosti jazdy 51,4 km.h⁻¹:

$$\max \sigma_{108} = / \pm / 3,581 \text{ MPa}$$

U všetkých priečných tenzometrov v reze B-B vznikajú náhle zväčšenia dynamických napätí celkovo pri 2 druhoch rýchlostí jazdy: $c_1 \approx 30 \text{ km.h}^{-1}$, $c_2 \approx 51,5 \text{ km.h}^{-1}$.

4. Závěry z porovnania napätí získaných z dynamickej tenzometrie a kontrolného výpočtu napätí z ohybových momentov

4.1 Na základe porovnania napätí vypočítaných s napätiami získanými z dynamickej tenzometrie v 22 bodoch vyplýva, že všetky namerané tenzometrické napätia sú menšie ako vypočítané, pričom predstavujú veľkosti

$$\sigma_{\text{tenz}}^{\text{dyn}} = /55\% \text{ až } 80\% / \sigma_{\text{výp}}^{\text{dyn}}$$

Tieto hodnoty sa vzťahujú na / + / M_5 v reze A-A, / - / M_5 v reze B-B pre zaťaženie lokomotívou 524.1

4.2 Z bližšej špecifikácie dostávame, že

- u rezu A-A platí prevážne $\sigma_{\text{tenz}}^{\text{dyn}} = /55\% \text{ až } 70\% / \sigma_{\text{výp}}^{\text{dyn}}$

- u rezu B-B platí prevážne odlišný vzťah, a to

$$\sigma_{\text{tenz}}^{\text{dyn}} = /60\% \text{ až } 80\% / \sigma_{\text{výp}}^{\text{dyn}}$$

4.3 Podobné závery platia aj pre zaťaženie lokomotívou T 679.1 a pre zaťaženie nákladným vlakom.

4.4 Pre porovnanie uvádzame i výsledky statických napätí, ktoré boli získané jednak z teoretického výpočtu a jednak zo statickej tenzometrie. Tak napr. v reze B-B sme dostali

$$\sigma_{\text{bh}} = + 65,04 \text{ MPa} > 48,3 \text{ MPa} /74,26\% / - \text{práva s.} \\ > 46,2 \text{ MPa} /71,03\% / - \text{ľavá s.}$$

$$\sigma_{\text{bd}} = -/ 62,99 \text{ MPa} > -/ 42,0 \text{ MPa} /66,68\% / - \text{práva s.} \\ > -/ 41,7 \text{ MPa} /66,20\% / - \text{ľavá s.}$$

Taktiež z ďalších výsledkov vyplýva, že všetky namerané tenzometrické statické napätia sú zas menšie ako vypočítané hodnoty, pričom približne platí:

$$\sigma_{\text{tenz}}^{\text{stat}} = /67\% \text{ až } 82\% / \sigma_{\text{výp}}^{\text{stat}}$$

4.5 Z porovnania výsledkov statických zložiek napätí získaných z dynamickej tenzometrie a statických napätí získaných zo statickej tenzometrie vyplýva, že dynamická tenzometria nám dala prevážne o 8 až 14% menšie hodnoty statických zložiek napätí ako statická tenzometria.

Na vytvorenie uvedeného rozdielu prispievajú podstatnou mierou nasledovné vplyvy:

a/ Vplyv dĺžky doby zataženia: Pri dynamickom zatažení lokomotíva jazdiaca rýchlosťou v priemere 10 km.h^{-1} , t.j. $2,78 \text{ m s}^{-1}$ zatažuje pole $L_5 = 79,20 \text{ m}$ za dobu 28,49 sek; podobne lokomotíva jazdiaca rýchlosťou 60 km.h^{-1} zatažuje pole $L_5 = 79,20 \text{ m}$ za dobu 4,75 sek.

Naproti tomu pri statickom zatažení lokomotíva zatažuje most minimálne 15 minút, t.j. 900 sek., i keď podstatná časť pružného priehybu vznikne v prvých minútach zatažovania. Je zrejmé, že sa tu uplatňuje časový faktor a s tým súvisiace reologické účinky.

b/ Konštrukcia uzavretého mostného prierezu je značne tuhá, nová a len pomaly sa prispôsobuje rýchlym zmenám pretvorenia od dynamických účinkov.

c/ Okrem toho mostná konštrukcia predstavuje spojitý nosník, čo tým viacej prispieva ku zhoršenému sa prispôbovaniu konštrukcie rýchlym zmenám pretvorenia vytvoreným od vplyvu zotrvačných síl.

d/ Pri vyhodnocovaní dynamickej tenzometrie sme užili statický modul pružnosti ocele, t.j. $E = 2,10 \cdot 10^8 \text{ kNm}^{-2}$. Vzhľadom na uvedené časové závislosti dynamickej zatažovacej skúšky, t.j. reologické vplyvy, bolo by možné užiť pri vyhodnocovaní dynamický modul pružnosti, ktorého hodnota pre danú oblasť kmitočtovú $f/j/ = 2,0 \text{ Hz}$ až $10,0 \text{ Hz}$ sa môže uvažovať veľkosťou o cca 5% vyššou, t.j. $E_{\text{dyn}} = 1,05 E_{\text{st}}$. V tom prípade sa ešte viacej zvýrazní rozdiel vo výsledkoch medzi statickou a dynamickou tenzometriou /8,4 až 14,7%.