



DYNAMIC LOADING TEST OF THE CABLE-STAYED BRIDGE ACROSS THE RIVER
AT PODĚBRADY
DYNAMICKÁ ZATĚŽOVACÍ ZKOUŠKA ZAVĚŠENÉHO MOSTU PŘES LABE
U PODĚBRAD

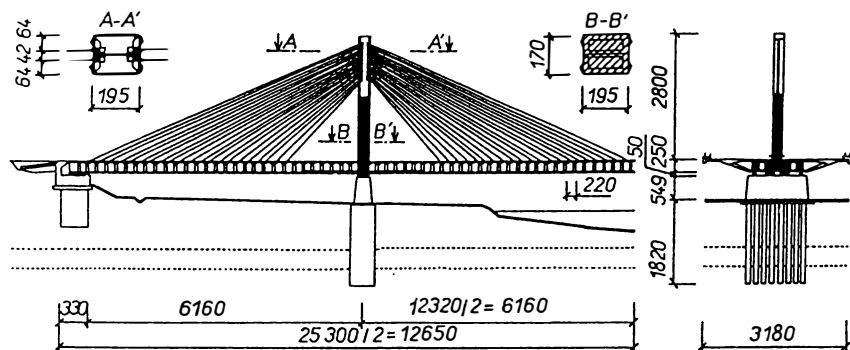
Baťa M.

In paper, the structure of cable-stayed bridge across the river at Poděbrady is described at first, further there is showed the purpose and meaning of dynamic loading test of bridges. The description of measuring line follows, including transducers and means of loading by the impulse rocket engines, by exciters and passages of vehicles. At the end there are displayed evaluation line and means of result evaluation.

1. Ú v o d

Nejvýznamnějším objektem dálnice D 11 je most přes Labe u Poděbrad. Dopravními stavbami Olomouc byla realizována konstrukce zavěšeného mostu z předpjatého betonu (obr. 1). Most převádí přes Labe oba směry dálnice po konstrukci o třech polích rozpětí 61,6+123,2+61,6 m. Most je tvořen komorovým nosníkem ze segmentů typu DS-D výšky 2,85 m, délky 2,2 m s vyloženými konzolami podpíranými vzpěrami, který je v ose zavěšen mnohonásobnými závěsy na dvou jednosloupových pylonech vetknutých do nosné konstrukce. Závěsy tvořené dvojicí kabelů, poloharfového uspořádání, jsou tvořeny lany ϕ Ip 15,5-1800 vedenými a zainjektovanými v ocelových trubkách. Konce závěsů jsou opatřeny tlumiči. Pylony jsou ocelové. V jejich horní části jsou kotveny závěsy, spodní část je vyplněna betonem. Most byl stavěn metodou letmé montáže.

Dynamickou zatěžovací zkoušku provedli pracovníci Fakulty stavební ČVUT Praha (za vedení Prof. Ing. M. Bati, DrSc.) a Technický



Obr. 1

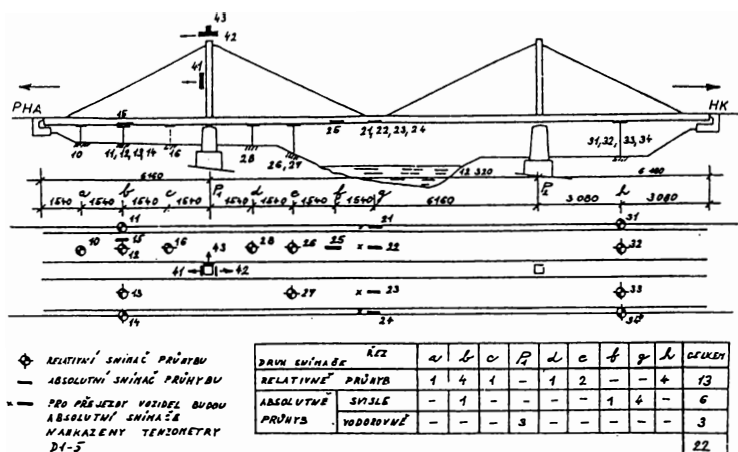
a zkušební ústav stavební Praha (za vedení Prof. Ing. M. Pirnera, DrSc.),
O zkouškách byl natočen videoprogram, který bude promítnut.

Úlohy experimentálního vyšetřování mostu lze shrnout:

- určení vlastních frekvencí a měření tvarů vlastního kmitání,
- určení velikosti tlumení kmitání (logaritmického dekrementu),
- měření odezvy mostu na různé způsoby buzení,
- určení namáhání důležitých částí mostu,
- určení dynamického součinitele a jeho závislosti na rychlosti zatěžujících nákladních vozidel,
- měření budících sil od zatěžovacích prostředků,
- měření rychlosti jízdy zatěžujících vozidel,
- měření dalších pomocných veličin jako směr a rychlost větru, teplota okolí a konstrukce mostu apod.

2. M ě ř í c í a v y h o d n o v a c í l i n k a

Měřicí linka byla sestavena z elektrických přístrojů pro měření mechanických veličin. Elektrické metody přinášejí řadu předností: větší přesnost a citlivost, možnost přenosu signálu na dálku, měření na nepřístupných místech, současné měření na velkém počtu míst (obr.2), možnost úpravy signálu, jeho zviditelnění a registrace, časová transformace, digitalizace a zpracování analyzátorů a počítačů. Vývoj spěje k automatizaci experimentu v úzké spolupráci měřicí techniky a řídicích počítačů. Omezuje se tak nespolehlivý lidský faktor i když rozhodování operátora v určitých krocích je nenahraditelné. Při měřeních na mostě přes Labe byl použit měřicí a vyhodnocovací systém pracující způsobem on line i off line s řídicím počítačem a inteligentním FFT analyzátozem.



Obr. 2

Při zpracování programu zkoušek byl proveden výběr snímačů a jejich umístění na mostě (obr. 2) tak, abychom získali co nejvíce informací o jeho dynamickém chování. Především to byly relativní snímače výchylek R-KSM, vyvinuté na fakultě na základě induktivního snímače IWT 402 Messelektronik nebo W 50 a W 100 Hottinger Baldwin. Z absolutních snímačů byly použity typy B 2/1, B 2/25 a B 3 Hottinger Baldwin a typu Olmer. Poměrné deformace byly měřeny ve středu mostu induktivními tenzometry D 1-5 Hottinger Baldwin. Zde nebylo možné umístit relativní snímače výchylek.

Používáme zesilovače typu KWS Hottinger Baldwin s nosnou frekvencí 5 kHz. Signál je podle potřeby filtrován a dělen v děličích SCH 202, registruje se UV oscilografy a měřicím magnetofonem. Kontrola signálu se provádí osciloskopem pomaluběžných dějů. Významnými členy linky jsou analogo-digitální 32-kanálový převodník DYNALOG 2000 PEEKEL Instruments, řídicí počítač IBM PC/AT-3 s periferiemi a dvoukanálový inteligentní FFT analyzátor ONO SOKKI CF-930.

Mimo tohoto systému pracuje na fakultě šestnáctikanálové vyhodnocovací zařízení PEEKEL Instruments s řadou programů pro vyhodnocení odezvy mostu z různých hledisek.

Zkušebně byly měřeny relativní průhyby středu mostu zařízením využívajícím paprsku laseru. Paprsek laseru umístěného pod mostem byl naaměřován na dvojsměrný indikátor polohy, který byl umístěn na spodní hraně středu mostu. Elektrický signál z převodníku byl zesílen a registrován UV oscilografem.

3. Z a t ě ž o v á n í m o s t u

Vyvolání pohybu mostní konstrukce, která je značně hmotná a tuhá, působí určité potíže. K vybuzení vlastního kmitání mostu přes Labe byly použity impulsní raketové motory působící ve svislé nebo vodorovné. IRM byly umístěny tak aby vyvolaly kmitání ve tvaru. Motory se snadno sestavují a rozmisťují po konstrukci, působící síly lze řídit sdružováním motorů do skupin v raketovém loži, kde se impuls síly i měří siloměrem. Zatěžování mostu IRM provedli pracovníci Vojenské akademie Brno.

Tvary vlastního kmitání mostu byly buzeny mechanickým budičem typu TZÚS-Pirner, umístěným ve středu mostu a středu prvního pole. U budiče byl umístěn tzv. referenční snímač a na vozovce se postupně měřily absolutním snímačem B 2 výchylky v bodech pravidelné sítě. Ty se vyhodnocovaly analyzátory. Současně byl graficky zpracováván tvar vlastního kmitání mostu. Zatěžování mechanickým budičem provedli pracovníci TZÚS Praha. Při druhé etapě zkoušek byl most buzen i elektrodynamickým budičem TIRAVIB 5140.

K určení dynamického součinitele byl most zatěžován skupinou dvou, čtyř a šesti vozidel při symetrických jízdách, jedním vozidlem a skupinou dvou a tří vozidel při nesymetrických jízdách. Plně ložená nákladní vozidla TATRA jezdila postupně rychlostmi 5, 10, 15, 20 až 80 km/h v obou směrech po hladké vozovce a přes normovou překážku umístěnou ve středech jednotlivých polí mostu.

Při ověření funkce tlumiče závěsů a měření jejich vlastních frekvencí k určení osově síly byly závěsy rozkmitávány lidmi.

4. Z á v ě r

Dynamické zatěžovací zkoušky jsou podkladem pro posouzení spolehlivosti mostní konstrukce. Dynamické chování mostu vyjádřené integrální veličinou dynamického součinitele je v souladu s ustanoveními normy ČSN 73 6203 Zatížení mostů. Maximální hodnota přepočteného dynamického součinitele je 1,10. Hodnota logaritmického dekrementu tlumení (0,08 až 0,09) je poměrně nízká. Most se při krátkodobém dynamickém zatížení choval pružně. Naměřené tvary vlastního kmitání mostu odpovídaly předpokládaným.

L i t e r a t u r a

1. Dynamická zatěžovací zkouška mostu přes Labe u Poděbrad. Závěrečná zpráva, díl A až D. Praha, FSv ČVUT a TZÚS 1991.
2. Baťa, M.-Plachý, V.: Dynamická zatěžovací zkouška zavěšeného mostu přes Labe u Poděbrad. Literární předloha výukového videoprogramu. Praha, FSv ČVUT 1991.