

DYNAMIC ANALYSIS OF A BRIDGE STRUCTURE

Jozef MELCER and Daniel PAPÁN*

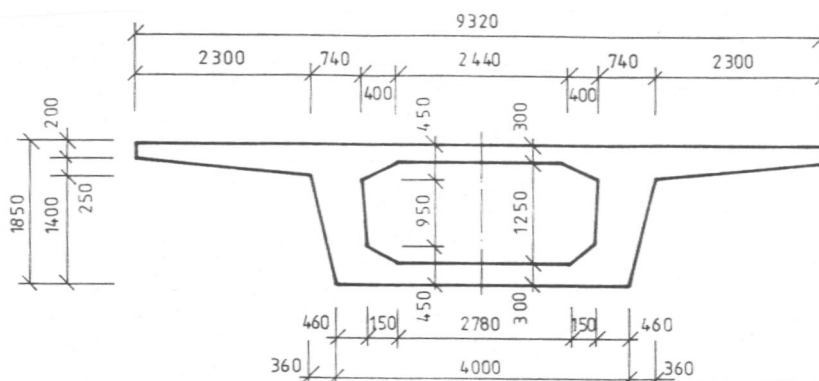
Summary: The paper Dynamic analysis of a bridge structure is dedicated to the analysis of basic dynamic characteristics of the bridge structure as natural frequencies and natural modes. Such characteristics define the dynamical individuality of the structure. The brief description of the structure is introduced. The computing model is created as one dimensional beam spaced structure. The effect of intermediate supports is modelled by the use of linear springs. The Finite Element Method is used for calculation.

1. ÚVOD

Rekonštrukcia cestnej siete v Slovenskej republike si vyžaduje stavbu nových mostných objektov. Vzhľadom na skutočnosť, že mostná konštrukcia je vystavená výrazným dynamickým účinkom, predstavuje dynamická analýza organickú súčasť komplexného posúdenia mostnej konštrukcie. Vlastné frekvencie a tvary vlastného kmitania definujú jednoznačne dynamickú individualitu konštrukcie a umožňujú predvídať jej správanie pri určitom konkrétnom dynamickom zaťažení. Zovšeobecňovanie poznatkov z dynamických analýz prispieva k riešeniu otázok únavy, životnosti a spoľahlivosti a umožňuje hlbšiu analýzu rizikových stavov mostnej konštrukcie.

2. STRUČNÝ POPIS MOSTNEJ KONŠTRUKCIE

Predmetom dynamickej analýzy je most o štyroch poliach. Mostná konštrukcia staticky pôsobí ako spojitý nosník s rozpätiami polí 24,00 + 2 x 32,00 + 24,00 m. Vyrobená je z monolitického dodatočne predpätého betónu B 40. Priečny rez je jednodukorový s obojstrannými konzolami, obr. 1.



Obr. 1 Priečny rez mostnej konštrukcie

* Prof. Ing. Jozef MELCER, CSc. and Ing. Daniel PAPÁN, Žilinská univerzita, SvF, KSM, Komenského 52, SK-010 26 Žilina, melcer@fstav.utc.sk, papan@fstav.utc.sk

Nosná konštrukcia bola budovaná v troch etapách na podpornej skruži. Predpínacia výstuž - laná 9 Φ Lp 15,5 – 1800 a 12 Φ Lp 15,5 – 1800. Predpínacie tyče CPS. Betonárska výstuž 10 425 (V). Smerové vedenie trasy je v priamke. Niveleta na moste je v sklone od + 4,5% do – 4,5% a vo vrcholovom zakružovacom oblúku s polomerom $R = 1\,400$ m. Priechny sklon je konštantný 2%. Most je budovaný na ceste prvej triedy pre zaťažovaciu triedu A podľa STN 73 6203. Opory č. 1 a 5 sú gravitačné z monolitického prostého betónu, úložný prah a záverný múrik sú železobetónové. Medzilahlé podpory sú tvorené jedným monolitickým železobetónovým stĺpom s kruhovým priechnym rezom priemeru $\Phi = 1,4$ m, betón B40. Výška stĺpov je 6,0 m. Základové pätky sú z betónu B33. Vozovka živičná hrúbky 100 mm. Izolácia celoplošná. Rimsy sú kombináciou zvislej prefabrikovanej časti a vodorovnej monolitckej časti. Zábradlie kovové, metalizované.

3. VÝPOČTOVÝ MODEL A POUŽITÁ METÓDA RIEŠENIA

Prie riešenie úlohy bola použitá metóda konečných prvkov [1]. Výpočtový model je volený v tvare priestorovo pôsobiaceho prúta sledujúceho strednicu mostnej konštrukcie a je vyskladaný z nosníkových konečných prvkov. Uvažuje sa s nepoddajným pôsobením podpier vo zvislom smere. Vplyv medzilahlých podpier vo vodorovnom smere ja modelovaný pomocou lineárnych pružín s ekvivalentnou tuhosťou rovnou ohybovej tuhosti stĺpov v hodnote $k = 94\,250$ kN/m. Väzby v podpore č.1 zabraňujú posunutiu konštrukcie v smere všetkých troch súradnicových osí i rotácii konštrukcie okolo pozdĺžnej osi mosta. Väzba v podpore č.5 umožňuje dilatáciu v smere pozdĺžnej osi mosta, bráni posunutiam v smere zvislom aj vodorovne priechnom a zabraňuje rotácii priechneho rezu. Väzby v medzilahlých podperách zabraňujú posunutiam vo zvislom smere, umožňujú posunutia v smere pozdĺžnej osi mosta a rotáciu okolo tejto osi. Výpočtový model v zjednodušenej podobe je zobrazený na obr. 2. Obsahuje 1136 prvkov a má 6822 stupňov voľnosti.



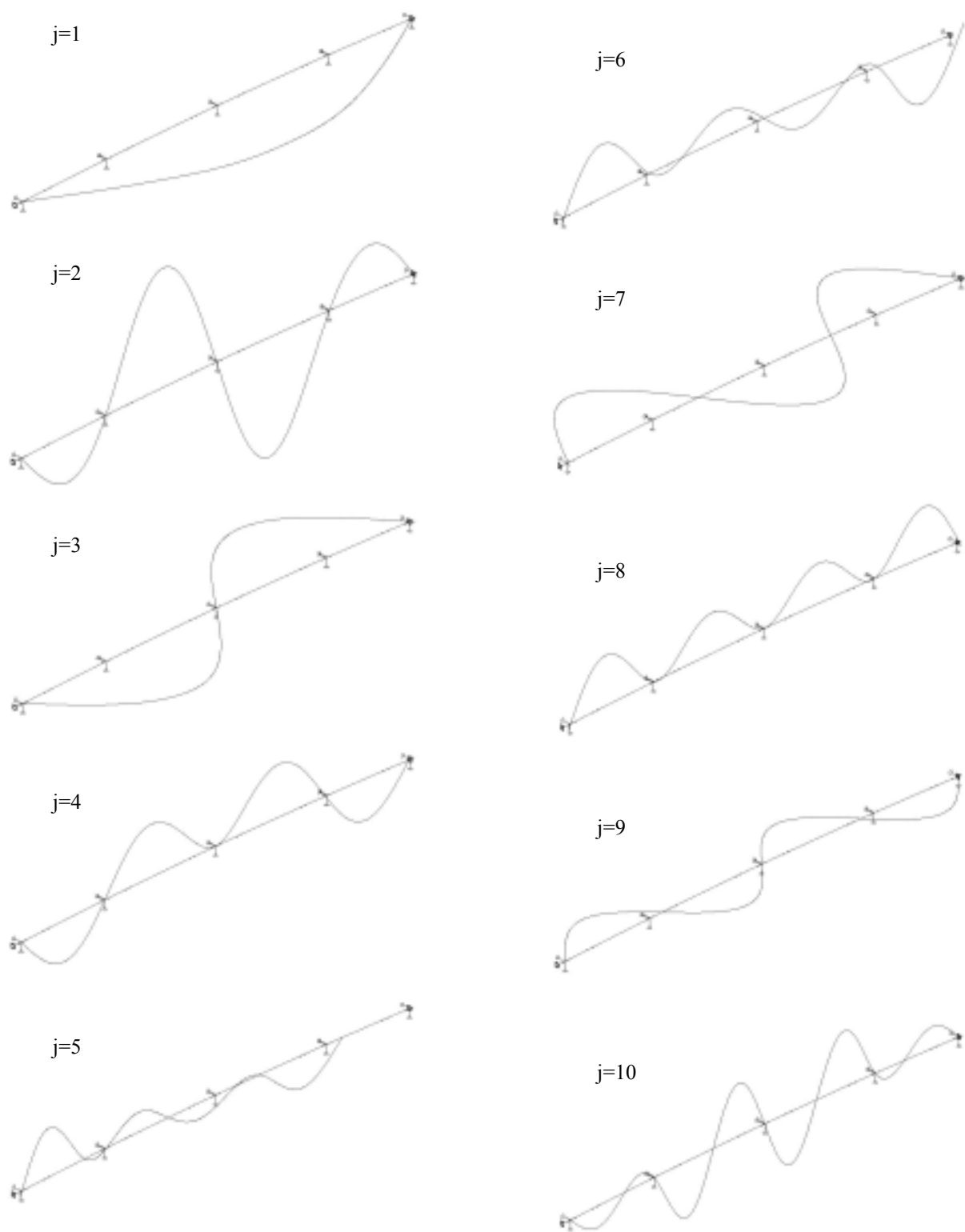
Obr. 2 Výpočtový model mosta

4. VÝSLEDKY RIEŠENIA

Predmetom výpočtu boli vlastné frekvencie a tvary vlastného kmitania vo frekvenčnom pásme 0 až 15 Hz. Vlastné frekvencie sú uvedené v tab. 1, kde je uvedený aj smer prevládajúcej zložky pohybu. Tvary kmitania v axonomickom pohľade sú zobrazené na obr. 3.

Tab. 1 Vlastné frekvencie mosta

Vlastné frekvencie $f_{(j)}$ v [Hz] vo frekvenčnom pásme 0 ÷ 15 Hz			
j	$f_{(j)}$	j	$f_{(j)}$
1	2,2271 H	6	7,6907 V
2	4,0197 V	7	8,2365 H
3	4,1638 H	8	8,4466 V
4	5,5485 V	9	13,9852 H
5	7,3670 O+V	10	15,1033 V



Obr. 3 Vlastné tvary kmitania v axonickom pohľade

5. ZÁVERY

Vlastné frekvencie a tvary vlastného kmitania predstavujú dôležité dynamické charakteristiky každého dynamického systému, pretože jednoznačne definujú jeho dynamickú individualitu. Rozhodujú o tom, ako sa bude konštrukcia správať pri určitom konkrétnom dynamickom budení. Umožňujú teda predvídať správanie sa konštrukcie v konkrétnych prevádzkových podmienkach a analyzovať možné rizikové stavy. Numerická analýza predstavuje len jednu stránku celého procesu. Druhou stránkou je experimentálna verifikácia in situ, ako zatiaľ jediný spôsob overenia si správnosti dosiahnutých numerických výsledkov. Zovšeobecňovanie poznatkov z dynamických analýz prispieva k riešeniu otázok únavy, životnosti a spoľahlivosti a umožňuje hlbšiu analýzu rizikových stavov mostnej konštrukcie. V ostatnom čase sa vedie polemika aj o potrebe vykonávania dynamických skúšok. Treba upozorniť na skutočnosť, že statická skúška nikdy nemôže ozrejmiť tie skutočnosti a poskytnúť tie informácie, ktoré poskytuje dynamická skúška. Ak všetci svorne tvrdíme, že príčinou únavových javov je jednoduchý kmitavý pohyb sem a tam, potom vedomé odopieranie si informácií o charaktere kmitania konštrukcií je krokom smerujúcim výskum do slepej uličky.

Najnižšia hodnota vlastnej frekvencie sledovaného mosta zodpovedá ohybovému tvaru kmitania v horizontálnej rovine. Ohybovým kmitaním v horizontálnej rovine kmitá ešte konštrukcia v treťom, siedmom a deviatom tvare. Druhý, štvrtý, piaty, šiesty, ôsmy a desiaty tvar kmitania predstavujú ohybové kmitanie vo vertikálnej rovine. Piaty tvar kmitania je kombinácia ohybového kmitania vo vertikálnej rovine s výraznou zložkou osového kmitania v smere pozdĺžnej osi mosta.

6. LITERATÚRA

1. Melcer, J.: Dynamické výpočty mostov na pozemných komunikáciách. EDIS, ŽU, Žilina, 1997.