

ROZDĚLENÍ NAPĚTÍ V ULOŽENÍ ELASTOMEROVÝCH DESKOVÝCH LOŽISEK

Jiří Sedlák, Pavel Dočkal, Miroslav Bajer
Fakulta stavební, Vysoké učení technické v Brně

Úvod

Desková elastomerová ložiska nacházejí u nás stále širší uplatnění ve stavebních konstrukcích pozemních staveb. Stavební elastomerová (dále pryžová) ložiska) se vyrábí z technické pryže na bázi styrenbutadienového a-etylenpropylenového kaučuku ve 12-ti velikostech podle směrnice /1/. Stavební desková ložiska jsou řešena jako kompaktní bloky tvaru hranolu, nevztužená nebo vztužená tj. vícevrstvá se zavulkanizovanými vztužnými ocelovými plechy tl. 2 mm (obr. 1).

Při použití pryžových ložisek pro přenášení tlakových zatížení je nutno posoudit účinky ložisek na úložné plochy betonových konstrukcí. Pro stanovení velikosti účinků soustředěného tlaku podle ČSN 731201 v uložení betonové konstrukce je důležitá znalost průběhu tlakových napětí v úložné ploše ložiska. Pro stanovení velikosti plochy působícího soustředěného tlaku jsou dále uvedeny některé teoretické a experimentální výsledky rozdělení tlakových napětí pro dostředně tlačena pryžová desková ložiska.

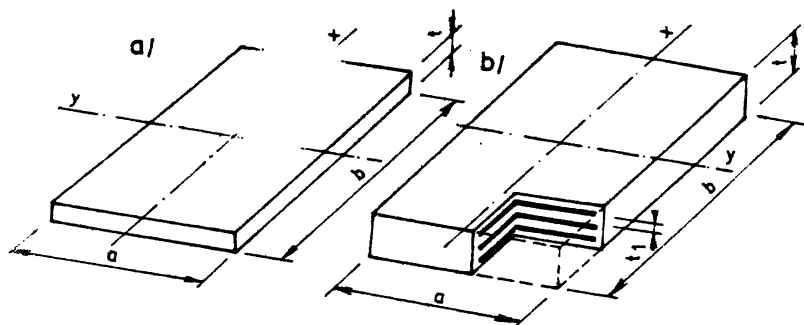
Rozměrové parametry deskových pryžových ložisek

Desková pryžová ložiska tvaru hranolu jsou určena dvěma geometrickými parametry: výškou ložiska t která musí být menší jak $1/4 a, b$ a součinitelem tvaru s , který je dán vztahem (obr. 1):

$$s = \frac{a \cdot b}{2t \cdot (a + b)},$$

kde t je celková tloušťka nevztuženého ložiska; u vztužených vrstvených ložisek se uvažuje pro výpočet tloušťka t_1 jedné vnitřní vrstvy pryže mezi ocelovými plechy. Plošné rozměry ložiska a, b a tloušťka vrstvy pryže t musí být

zvoleny v takovém poměru, aby hodnota součinitele tvaru s splňovala podmínku $1,0 \leq s \leq 8,5$. Obě podmínky zajišťují předpoklad rovinnosti tlačných ploch ve vodorovných řezech při kombinaci tlakových a smykových zatížení a současně vylučují stabilitní problémy.

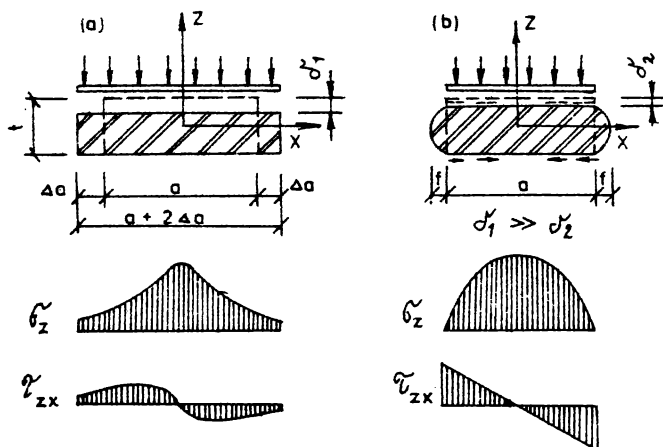


Obr. 1 Stavební pryžová desková ložiska, a) nevyztužené ložisko, b) vyztužené ložisko

Rozdělení napětí u nevyztužených ložisek

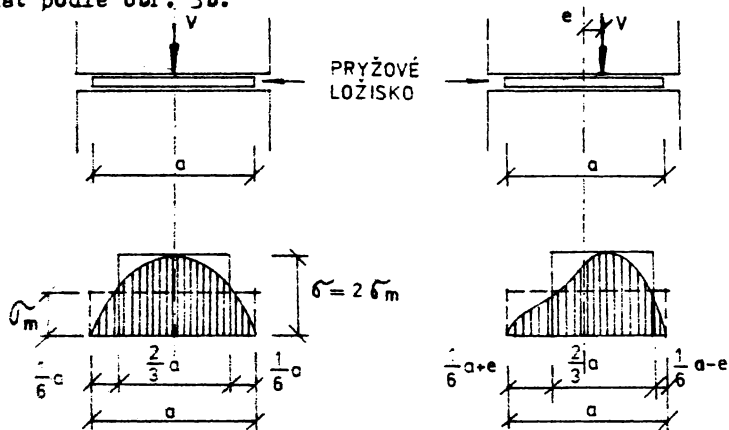
U nevyztužených pryžových ložisek je rozdělení normálových tlakových napětí přímo závislé na okrajových podmínkách v uložení (obr. 2). Při suchém uložení ložisek v betonových konstrukcích se předpokládá dostatečná adheze v kontaktních plochách tj. mezi betonem a pryží. Rozdělení tlakových napětí při působení dostředného tlakového zatížení pak odpovídá přibližně parabole 2^o (obr. 2b). V případě kluzného uložení ložiska, kdy příčné tahové síly nejsou adhezí v kontaktní ploše zachyceny, dojde k příčné dilataci pryžové vrstvy a ke změně rozdělení tlakových napětí (obr. 2a). Rozdělení tlakových napětí platí za předpokladu lineární teorie pružnosti pro poměrné tlakové deformace $\epsilon < 10\%$. Rozdělení napětí pro nevyztužená ložiska bylo experimentálně potvrzeno [2/].

Při návrhu styků s nevyztuženými ložisky se stykované betonové plochy posuzují na soustředěný tlak podle čl. 5.5.2 ČSN 731201. Velikost náhradní tlačné plochy soustředěného tlaku odpovídá přibližně 2/3 šířky s délkou



Obr. 2 Průběh tlakových napětí u nevztužených pryžových ložisek, (a) - kluzné uložení, (b) - neposuvné uložení (s dostatečnou adhezí)

ložiska (obr. 3a). Při pootočení úložných ploch konstrukce dojde k mimostřednému tlakovému zatížení a odpovídajícímu přerozdělení normálových tlakových napětí (obr. 3b). Náhradní plocha soustředěného tlaku je posunuta ve směru pootočení a za předpokladu, že ložisko je v celé ploše tlačené lze velikost této plochy a její umístění předpokládat podle obr. 3b.



Obr. 3 Soustředěný tlak u nevztužených pryžových ložisek v úložné ploše podporující betonové konstrukce

Rozdělení napětí u vyztužených ložisek

U vyztužených pryžových ložisek je rozdělení normálových tlakových napětí odlišné neboť se zde neprojevuje v tak velké míře vliv okrajových podmínek uložení. Příčné tahové síly v ložisku jsou zachyceny ocelovými plechy, které jsou s pryží při vulkanizaci dokonale spojeny. Rozdělení napětí v tlaku u vyztužených ložisek bylo teoreticky i experimentálně ověřováno na několika pracovištích /3/, /4/ a /5/.

Pro numerické výpočty prostorové napjatosti pryžových prvků byl na VUT v Brně vypracován program v jazyce EC - Fortran pro počítač EC 1033. V programu je použita deformační varianta MKP a variační formulace okrajové úlohy nelineární pružnosti při konečných poměrných přetvořeních pro hyperelastický materiál. Výpočetní program umožňuje řešit prostorová vysoce pružná tělesa fyzikálně lineárních materiálů s uvažováním geometrické nelinearity.

Výsledky získané výpočetním programem na OVC VUT v Brně byly porovnány s výsledky podle jiných metod výpočtů použitých v zahraničí. Na obr. 4 je vyhodnocena napjatost pryžového tělesa vyztuženého ocelovými plechy v jeho krajních vrstvách. Rozdělení tlakových normálových napětí ozn. (1) podle B. Topaloffa vychází z lineární teorie pružnosti. Vlastní výsledky získané na VUT v Brně podle MKP ozn. (2) se více shodují s metodikou výpočtu ozn.(3), (obr. 4) podle D. Lehmana /5/, která vychází z nelineární teorie pružnosti a používá vícemístné diferenční metody, která řeší rovinný stav přetvoření. Dále jsou výsledky srovnatelné s metodikou ozn. (4) podle M. Flohrera /3/ založenou na nelineární teorii pružnosti s uvažováním velkých deformací vypočtených s pomocí deformačních rovnic podle R.S. Rivlina.

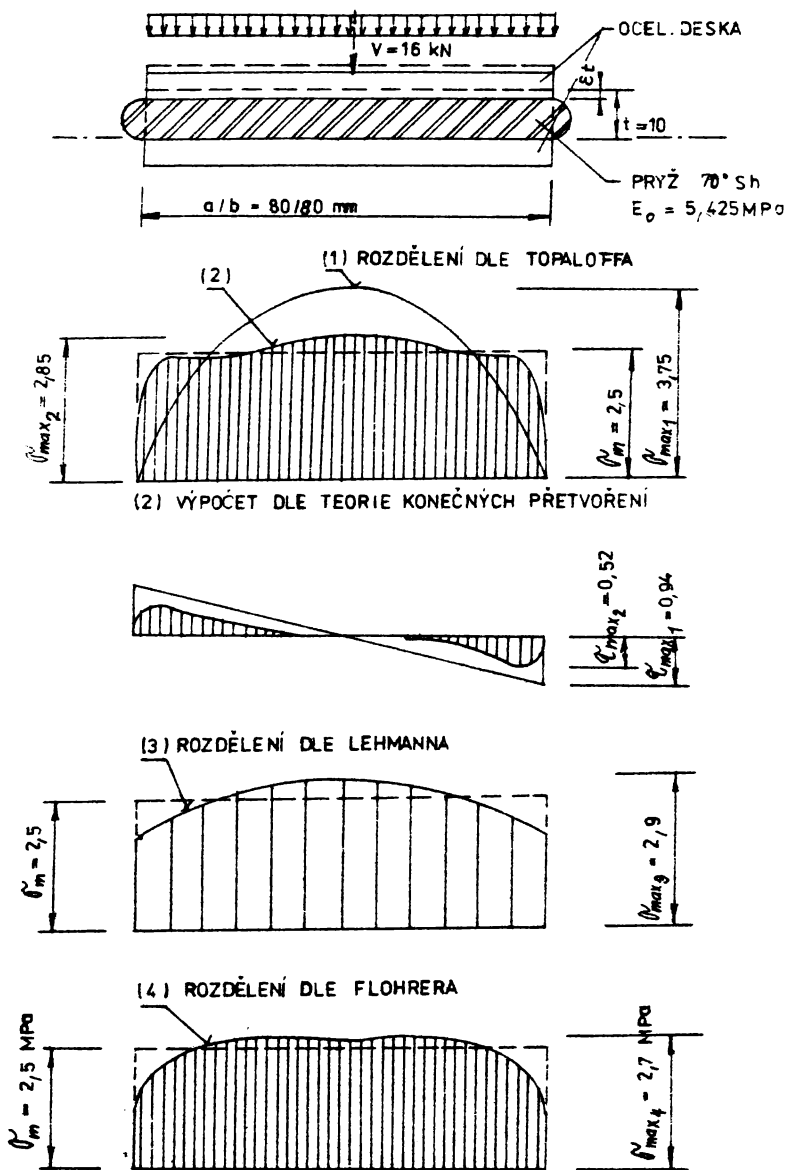
Teoretické výsledky jsou dále srovnávány s experimentem jehož výsledky budou doplněny v přednášce na jednání konference.

Ze získaných výsledků šetření prostorové napjatosti deskových pryžových vyztužených ložisek přenášejících

tlakové zatížení vyplývá že je možno uvažovat velikost plochy soustředěného tlaku která odpovídá plošné velikosti vyztuženého pryžového deskového ložiska. U betonových podporujících konstrukcí se předpokládá že pevnost v tlaku betonu v úložné ploše je dvakrát větší než průměrné tlakové napětí v úložné ploše pryžového ložiska.

Literatura:

- /1/ Sedlák,J.-Černý,J.: Směrnice pro návrh a použití deskových pryžových ložisek, VÚPS Praha 1987
- /2/ Sasse,H.R.: Stützenstösse im Stahlbeton-Fertigteilbau mit unbewehrten Elastomerlagern, IBAC, TH Aachen, NSR 1982, str. 111 - 135
- /3/ Flohrer,M.: Der Spannungs - und Verformungszustand zentrisch Belasteter Elastomerlager, Dissertation, Düsseldorf TU Berlin 1973
- /4/ Sedlák,J.: Použití pryžových ložisek pro styky nosných konstrukcí pozemních staveb, Disertační práce, VUT Brno 1984
- /5/ Lehmann,D.: Anwendung der nichtlinearen elastizitätstheorie Elastomerlagern, Dissertation, TU Berlin 1976



Obř. 4 Rozdělení tlakových normálových napětí u vyztuženého pryžového ložiska podle jednotlivých metodik výpočtu