

Jaroslav T r u h l á ě
SVÚSS - Praha 9, Běchovice

EXPERIMENTÁLNÍ VÝZKUM NAPJATOSTI A DEFORMACÍ PRAVOÚHLÝCH PŘÍČNĚ ZATÍŽENÝCH ŽEBROVANÝCH DESEK.

V SVÚSS je již řadu let prováděn systematický výzkum často užívaných konstrukčních prvků s cílem zjednodušení a zpřesnění jejich výpočtu. Každá nová výpočtová teorie je vždy podrobně experimentálně ověřována.

V následujícím příspěvku bych chtěl podat stručnou informaci o experimentální analýze přetvoření a napjatosti příčně zatížených pravoúhlých žebrovaných desek [2], která je podkladem pro verifikaci nového výpočtového modelu SVÚSS.

Ačkoliv nová teorie [1] umožňuje řešit zcela obecné konstrukce, bylo nutno omezit se při experimentálním výzkumu na nejdůležitější případy, tj. na desky čtvercového půdorysu s jednotnou tloušťkou krycí desky a stejnými žebry. Proměřeno bylo celkem 18 variant, které se lišily hustotou a způsobem žebrování, způsobem uložení a zatížení.

Modely byly slepeny z akrylonu pomocí dvousložkového lepidla Kalloplast R a jednosložkového lepidla Ligament Fimofix (obě NDR). Zatěžování bylo provedeno v prostorovém rámu mechanicky, pomocí šroubu a matice, tlaková síla byla přenášena přes dynamometr. Zatížení osamělými silami bylo na model aplikováno přes zatěžovací podložku, rovnoměrné obtížení přes vrstvu pěnové gumy. Pro zvýšení přesnosti měření byly nulové hodnoty odečítány při předpětí velikosti cca 20% zátěžné síly.

Přetvoření modelů bylo měřeno v diskrétních bodech hlavních řezů symetrie pomocí tisícinových indikátorů. Absolutní hodnoty průhybů $\bar{W}$ byly pro lepší srovnatelnost přepočítány na bezrozměrné hodnoty pomocí vztahů

$$\bar{w} = w \frac{E}{l \cdot \rho_0} \cdot 10^{-3}, \text{ resp. } \bar{w} = w \frac{E \cdot l}{P} \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

kde: E ... modul pružnosti v tahu; l ... rozpětí žebrované desky mezi podporami; $\rho_0 = \frac{P}{l^2}$ a P ... zátěžná síla.

Ukázky průběhů bezrozměrných průhybů $\bar{w}$ pro případ hustě žebrovaných desek (jednosměrně i křížově) při zatížení osamělou silou P ve středu desky a zatížení rovnoměrným tlakem ρ_0 jsou na obr. 1.

Napjatost byla měřena pomocí elektrických odporových tenzometrů n.p. Mikrotechna SM 120 a SSM 120. Pro stanovení počtu a umístění měřicích míst byla rozhodující skutečnost, že cílem úkolu bylo shromáždit podklady pro verifikaci výpočtu a ne detailní proměření celé konstrukce. Snímače SSM 120 musí být vzhledem k malé délce měrného vinutí fixovány na povrch součástí epoxidem. Měření však bylo prováděno na akrylonových modelech, ke kterým nemá toto lepidlo dostatečnou adhezi a proto byly na povrch modelů nejprve acetonovým tmelem TM3 přilepeny cigaretové papírky a teprve na ně, pomocí ChS Epoxy 1200, uvedené snímače. Cejchováním bylo zjištěno, že změna k -faktoru snímače vlivem mezivrstvy je při daném tvaru modelu a způsobu namáhání v rozmezí rozptylu údajů těchto snímačů. Z důvodů umístění bylo nutno zúžit některé snímače SM 120 symetricky k měrnému vinutí na šířku 3 mm. Také v tomto případě dodatečné měření prokázalo, že tato úprava nemá na údaj tenzometru prakticky žádný vliv.

Pro měření deformací, vyhodnocování a registraci bylo použito automatické měřicí ústředny fy Peekel Instruments B.V. řízené počítačem PDP 11/04 a terminalem TTY ASR 33. V sestavení, ve kterém je v SVÚSS, je možné připojit 100 snímačů, měřit v celém, polovičním nebo čtvrtinovém mostě (a 10 měřicích místech), snímače mohou být společně nebo individuálně zeměny a kompenzační tenzometr je možno zapojit buď pro jednotlivé desítky, nebo v laboratorních podmínkách kompenzo-

vat všechny aktivní snímače vnitřním odporem 120 Ω . Rychlost odečítání je volitelná; max. rychlost je 20 ms/kanál. Úhrnná přesnost systému při měření tenzometry je $\pm 0,1\%$ čtené hodnoty ± 2 digity, při možnosti volby dvou měřicích rozsahů.

Naměřené hodnoty byly statisticky zpracovány (lineární regrese, směrodatné odchylky, korelační koeficienty) a výsledná napětí G_x , G_y byla přepočítána na bezrozměrné hodnoty pomocí vztahů

$$\bar{G} = \frac{G}{P_0} \cdot 10^{-3}, \text{ resp. } \bar{G} = \frac{G \cdot l^2}{P} \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

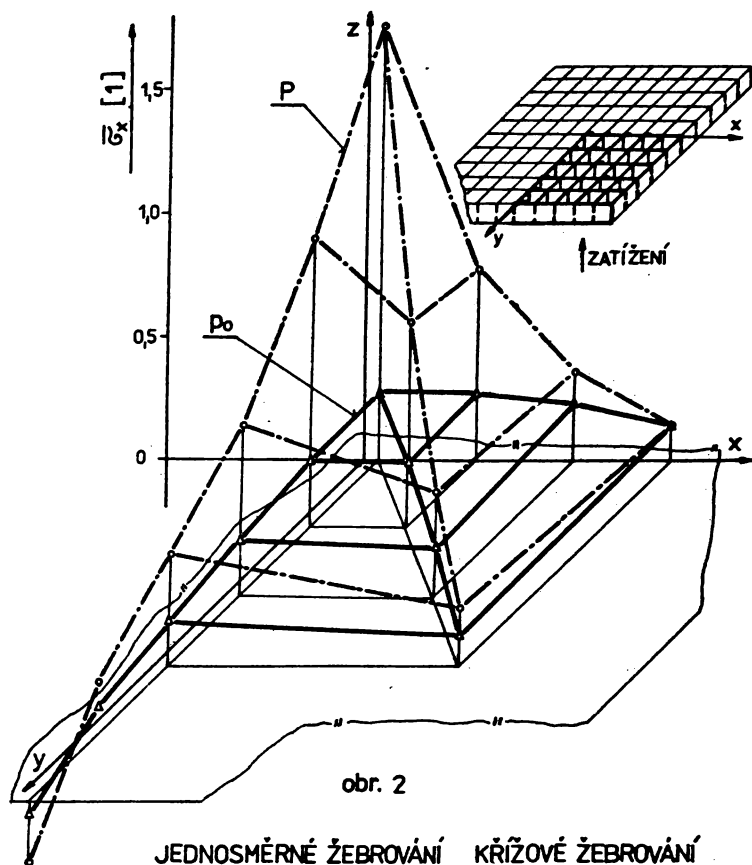
Ze získaných výsledků plyne, že maximální napjatost žebrovaných desek je v okolí středu desky na vrcholech žeber. Jako příklad je na obr.2 uvedena napjatost na vrcholech žeber v jednom kvadrantu křížově žebrované desky podepřené po celém obvodu a zatížené uprostřed osamělou silou P a rovnoměrným zatížením P_0 . Zvláštní pozornost byla věnována přesnému určení okrajových podmínek měření, rozboru a preventivnímu odstranění zdrojů systematických i nahodilých chyb. Pravděpodobné relativní chyby měření vypočtené pro vztahy (1) a upravené vztahy (2) pro maximální průhyby, resp. napětí nepřesáhly u jednotlivých měřených variant hodnotu

$$\bar{\sigma}_w \leq \pm 4\%, \text{ resp. } \bar{\sigma}_G \leq \pm 8\%$$

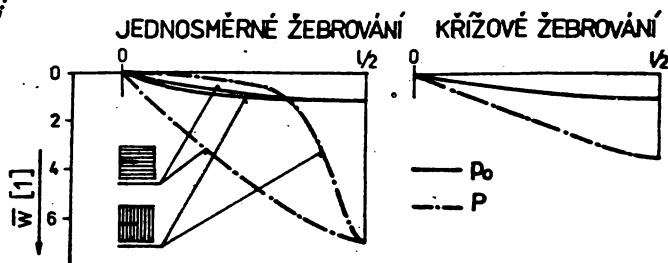
Ačkoliv se měření netýkalo žádné určité konstrukce lze říci, že vzhledem k výběru modelů a množství změřených variant je možno změřené hodnoty po zavedení modelové podobnosti použít i ke konkrétním návrhům. Z tohoto důvodu byly výsledky v závěru [2] kvantitativně zpracovány, posouzena vhodnost určitých typů žebrovaných desek pro přenos zatížení, změny tuhosti a únosnosti při změnách žebrování, uložení aj.

Literatura:

1. Hýža M.: Verbesserte approximative Theorie der rechteckigen gerippten Platten unter Biegung-GAMM Tagung 1979, ZAMM 59.
2. Truhlář J.: Experimentální stanovení napjatosti a deformací příčně zatížených pravouhlých žebrovaných desek; Zpráva SVŮSS 80-02017.



obr. 2



obr. 1