



30th Conference of Experimental Stress Analysis  
 30. konference o experimentální analýze napětí  
 2. - 5. 6. 1992 ČVUT Praha Czechoslovakia

# PHOTOELASTIC INVESTIGATION OF PLATE GIRDERS HAVING A CENTRAL CIRCULAR OR RECTANGULAR WEB-HOLE

## FOTOELASTICIMETRICKÉ VYŠETŘOVÁNÍ TENKOSTĚNNÝCH NOSNÍKŮ S KRUHOVÝMI A PRAVOÚHLÝMI OTVORY

Junková S., Kratěna J., Kratěnová M.

Membrane stresses in webs containing central holes /circular or rectangular/ of different area were investigated on models made of epoxy resin. The influence of reinforcements around the holes were tested, too.

Keywords: photoelasticity, plate girders, circular holes, rectangular holes

U tenkostěnných ocelových nosníků včetně komůrkových nosníků se často vyskytují otvory z důvodů umožnění kontroly stavu konstrukce nebo prostupu potrubí nebo jiných vedení jejich stěnami. Když je taková konstrukce zatížena, přítomnost otvorů způsobí změny v rozložení napětí ve stěně, tudíž nastanou změny v charakteristikách boulení a v únosnosti konstrukce. Tvar, velikost a umístění otvoru ve stěně a způsob zatížení ovlivní chování takových stěn.

Protože výzkum pokritického působení na ocelových nosnících by si vyžádal pro každou velikost otvoru, jeho tvar a vyztužení a pro každý druh zatížení stěny /smyk, osamělé břemeno/ celou řadu zkušebních nosníků, bylo zvoleno fotoelasti-

cimetrické vyšetřování na epoxidových modelech. Takové měření sice nemůže zcela nahradit experimenty na ocelových modelech, avšak jeho největší výhodou je, že umožní přesně zjistit místa a velikosti koncentrací napětí především v rozích pravoúhlých otvorů. Tím výrazně finančně zefektivní celý výzkum.

Místo celé série ocelových modelů stačilo zhotovit pouze 2 modely z epoxidové pryskyřice /obr. 1/. Tloušťka stěny obou modelů byla zvolena na základě předcházejících zkoušek 1 mm. Taková tloušťka umožnila boulení stěny nosníků bez jejich porušení. Tloušťka pásnic byla u jednoho modelu 2 mm, u druhého modelu 10 mm. Stěny byly namáhány jednak smykem, jednak osamělým břemenem uprostřed mezi svislými výztuhami. V prvním případě byl nosník podepřen v místech A a D a zatížen silou F, ve druhém případě byl podepřen v místech A a B, příp. C a D a zatížen příslušnou silou P. Oba případy jsou na obr. 2 a obr. 3.

Nosníky byly vyšetřovány nejdříve bez otvorů. Pak byl v jedné stěně vyříznut kruhový otvor  $\varnothing$  50 mm a ve druhé stěně čtvercový otvor 50 x 50 mm. Po změření byly otvory vyztuženy výztuhou tl. 4 mm. Postupně byly otvory zvětšovány na  $\varnothing$  100 mm, příp. 100 x 100 mm a  $\varnothing$  150 mm, příp. 150 x 150 mm. Měření bylo prováděno jednak bez vyztužení otvorů, jednak s výztuhou kolem otvorů.

Výsledky měření:

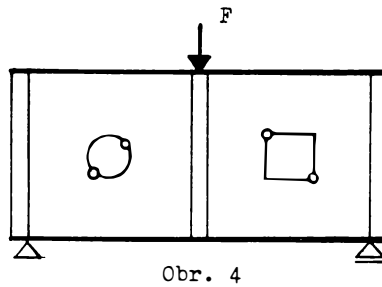
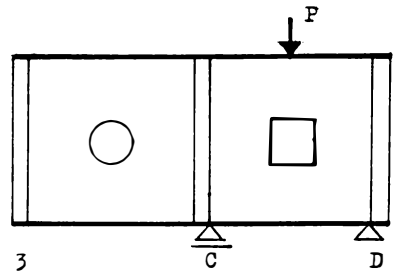
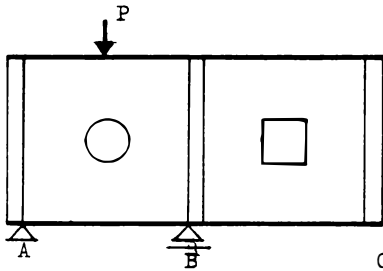
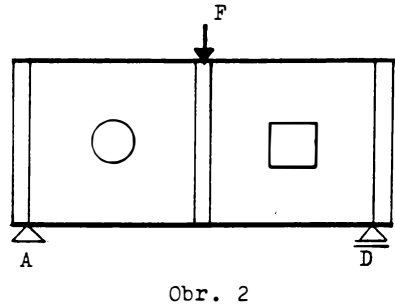
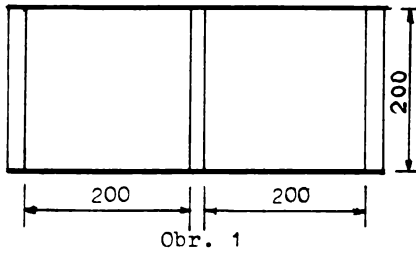
#### 1. Stěny namáhané smykem.

U stěny bez otvoru se ve stěně vytváří diagonální tahový pás, přičemž v každé pásnici dochází u ocelových nosníků ke vzniku plastického kloubu. Pokud se ve stěně vyříznou otvory, dalo by se očekávat, že významné koncentrace napětí vzniknou

především v rozích na úhlopříčce, která je taženou diagonálou, neboť u nosníku bez otvorů jsou v těchto místech vysoké hodnoty membránových napětí. Fotoelasticimetrické měření však prokázalo, že v těchto rozích nejsou významné koncentrace napětí, které však vznikají právě v opačných rozích. Je to však zcela logické, neboť naměřená napětí na obvodu otvoru v blízkosti těchto rohů jsou tahová. Jsou tedy velmi významná, neboť mohou způsobit vznik trhliny právě v těchto místech. Místa největších koncentrací napětí jsou vyznačena na obr. 4 kroužkem. U kruhového otvoru jsou však tyto koncentrace podstatně nižší než v rozích čtvercového otvoru. Jsou-li otvory tak velké, že je vyříznuta převážná část stěny, objevují se u čtvercového otvoru významné koncentrace napětí i ve zbylých dvou rozích, tj. těch, které jsou na tažené diagonále.

## 2. Stěny namáhané osamělým břemenem.

Pokud je otvor uprostřed stěny poměrně malý, ovlivňuje rozložení napětí ve stěně jen velmi málo. Je to v souladu se skutečností, že střední část stěny bez ohledu, zda je oslabena otvory či nikoliv, je namáhána jen velmi malými membránovými napětími. Čím více se zvětšuje plocha otvoru, tím větší vliv má tento otvor na rozložení membránových napětí. Nejvíce je samozřejmě namáhána část pod horní pásnicí a největší koncentrace napětí se vyskytují u čtvercového otvoru v jeho horních rozích.



Ing. Simona Junková, Ing. Jindřich Kratěna, CSc.

Ústav teoretické a aplikované mechaniky ČSAV

128 49 Praha 2, Vyšehradská 49, tel. 296451, fax 295903

Ing. Marie Kratěnová, CSc.

Fakulta stavební ČVUT

166 29 Praha 6, Thákurova 7, tel. 3324489