

Ing. Ján Chochula CSc
ZIPP, n.p. Bratislava

EXPERIMENTÁLNE VÝŠETROVANIE KRÁTKEJ KONZOLY

Československá norma ČSN 73 1201 hovorí o krátkej konzole, avšak jú nedefinuje. Je všeobecne vžitý názor, že táto konštrukcia musí obsahovať výstuž zvislú, vodorovnú a šikmú. Vo výrobe tým dostávame vzájomne sa skrižujúci spletenec výstuže.

Ak neakceptujeme železový betón, lebo aj taký názor nie je vzácnosťou, ako dva takmer nezávislé hmoty, oceľ a betón a ak v tomto zmätku nepovažujeme betón len akoby antikoróznu ochranu výstuže, musíme vytvoriť elementárne podmienky pre jeho funkciu.

Ked sa vyloženie k výške konzoly zmenšuje, trajektórie ťahových napäti sa prikláňajú k vodorovnému smeru. Tým sa vytvára možnosť zjednodušenia výstuže, lebo vodorovný smer je rozhodujúci.

Prvým dôvodom experimentálneho vyšetrenia je zistenie smeru hlavných ťahových napäti.

Dalším problémom je overenie polohy neutrálnej osy, keďže používané teoretické vstahy pre železobetón dávajú výsledky s pomerne veľkým rozptilom. Presné stanovenie polohy neutrálnej osy má mimoriadny význam pri návrhu takej zaťažovacej schémy, kde mimo ohybu a šmyku pristupuje aj trening na rozhraní stlpia a konzoly, na ploche tlačenej zóny. Táto schéma vyzerá podľa obr. 1.

V článku 228 citovanej normy sa hovorí, že hlavné napätie v ťahu v mieste maximálneho šmykového napäti nesmie pri výpočtovom zaťažení u konzôl v lici podpery prestúpiť dvojnásobok výpočtového namáhania betónu v ťahu R_{bz} . Túto podmienku je možné dodržať len za cenu neúmerne vysokej konzoly. Bolo už mnoho povedané o neoprávnenosťi takejto požiadavky, príslušný pasus normy je však dodnes platný.

Najskôr si musíme overiť funkciu konštrukcie zo zidealizovanej hmoty. V druhom štádiu overiť osobitosti železobetónovej konštrukcie, ktorej hlavným rysom je súčinnosť dvoch materiálov s veľmi odlišnými mechanickými vlastnosťami : ocele a betónu.

Pre splnenie prvej podmienky sa hodí fotoelasticimetria, založená na jave dočasného umelého dvojstromu, ktorú vykazujú niektoré látky pod účinkom aplikovaných síl.

Druhou použiteľnou metódou je holografická interferenčná metóda, využívajúca jav interferencie svetelných lúčov a pri jej aplikácii na vyšetrovanie rovinnych transparentnych objektov umožňuje meranie súčtov hlavných napäťí,

$$S = \sigma_1 + \sigma_2$$

v libovoľnom bode vyšetrovanej oblasti.

Z experimentálne nameraných súčtov S a rozdielov R hlavných napäťí, /rozdiel dáva fotoelasticimetria/ je separácia jednotlivých hlavných napäťí jednoduchá,

$$\sigma_1 = \frac{S + R}{2}, \quad \sigma_2 = \frac{S - R}{2}$$

a takto zistenými σ_1 , σ_2 a nameranými hodnotami je rovinny stav napäťia úplne určený.

S ohľadom na povolený rozsah pojednania obmedzíme sa len na konštatovanie, že pri symetrickom, alebo nesymetrickom zatažení je priebeh hlavných napäťí v zataženej konzole podobný. Ďalej, že tento priebeh je podobný, ako dáva výpočtová metóda konečných elementov, viď obr. 2a, 2b.

Experimentálne vyšetrovanie železobetónového prvku. Skúsenosti zo skúšaním železobetónových modelov potvrdzujú, že používanie akéhokoľvek merítka pre experimentálny prvek nedáva spoločné výsledky.

V našom prípade sme preto použili fragment v skutočnej

veľkosti. Výstuž krakorca, obr. 4 je tvarovaná tak, aby ju bolo možné vyrábať čo najjednoduchšie. Tým, že sa nekríži v rôznych smeroch, dosahuje sa lepšia kvalita betónu a tým aj železobetónovej konštrukcie vôbec.

Prvok sa skúšal v obrátenej polohe. Pretože konzoly sú uložené na blokoch, je spôsob vnášania sôl taký istý, ako na stavbe pri symetrickom zatažení.

Zatažovanie sa prevádzalo v stupňoch nepresahujúcich 10% návrhovej hodnoty. Po každom zatažení nasledovalo odtaženie, čo sa opakovalo do porušenia. Po každom zatažovacom cykle nasledovala výdrž 10 minút.

Knožstvo meraných miest a druh použitých prístrojov nebol diktovaný len požiadavkami práce, ale aj možnosťami pracoviska. Pretvorenie konzôl na ich vonkajších hranách sa realizovalo odporovými snímačmi.

Pretvorenie po výške konzoly bolo merané mechanickými tenzometrami s použitím indikátorov s možnosťou presného odčítania na stupnici $1 \cdot 10^{-3}$ mm.

Vývoj a šírka trhlín sa merali mikroskopom s možnosťou presného odčítania $5 \cdot 10^{-2}$ mm. Na fragmente sa súčasne zaznačoval ich priebeh a časový sled. Pretvorenia boli číselne registrované v automatickej ústrednej spolu s číselným záznamom času. Pretvorenie betónu, resp. ocele, /lebo na niektorých fragmentoch boli tenzometry uchytené rovno na výstuži/, slúžili k zisteniu priebehu neutrálnej osi, obr.3.

Výstuž v konzole bola vynesená na povrch skúšobného fragmentu. Po odskúšaní je potom možné názorne vidieť z poloh a smeru výstuže, tvaru a smeru trhlín, do akej miery bolo správne volené uloženie výstuže. Súčasne s experimentálnym prvkom boli odskúšané nedeštruktívne i deštruktívne mechanické vlastnosti východzích materiálov ocele a betónu.

Tieto a nie normou stanovené hodnoty boli prevzaté do kontrolných zrovňávacích prepočtov.

Závery. I. medzný stav - únosnosť.

Spolu bolo vyskúšaných dvanásť konzol. Pre nedostatok miesta tu neuvádzame dielčie výsledky. Ani v jednom prípade neboli prvý medzný stav limitujúcim stavom únosnosti.

II. medzný stav - pretvorenie.

Letmý pohľad na konštrukciu hovorí, že by len ľahko mohlo byť dosiahnuté medzného stavu pretvorenia. Podiel trvalých pretvorení na celkových bol veľmi malý. V žiadnom prípade nedosahoval 30% celkových pretvorení pri základnom zatažení u dielcov navrhnutých podľa ČSN 73 2001 a ČSN 73 1203.

Pružné pretvorenie neprekročilo hodnotu pružných pretvorení vypočítanú pre toto zataženie.

Z obr.4 je zrejmé, že trhliny vznikajú a rozvíjajú sa takmer kolmo na výstuž. To znamená, že jej poloha nie je len ekonomická z výrobného hľadiska, ale vhodná aj po statickej stránke.

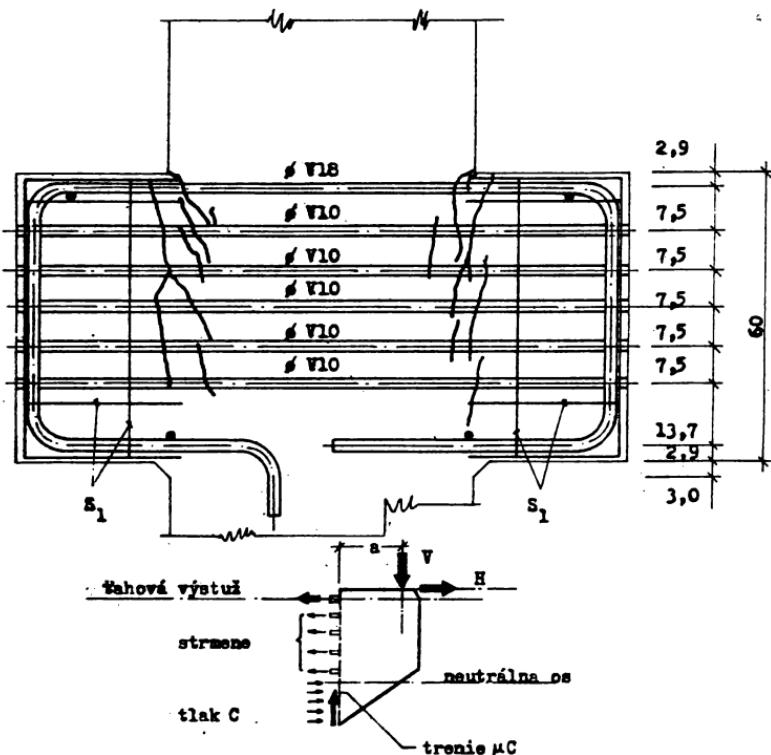
III. medzný stav - vznik a otváranie trhlín.

Za medzné bremeno je možné považovať zataženie, pri ktorom jednotlivé trhliny dosahovali šírky 0,75mm, takže pri ich hustote 20cm dosiahli v súčte veľkosť 1,5mm stanovenú ako medznú.

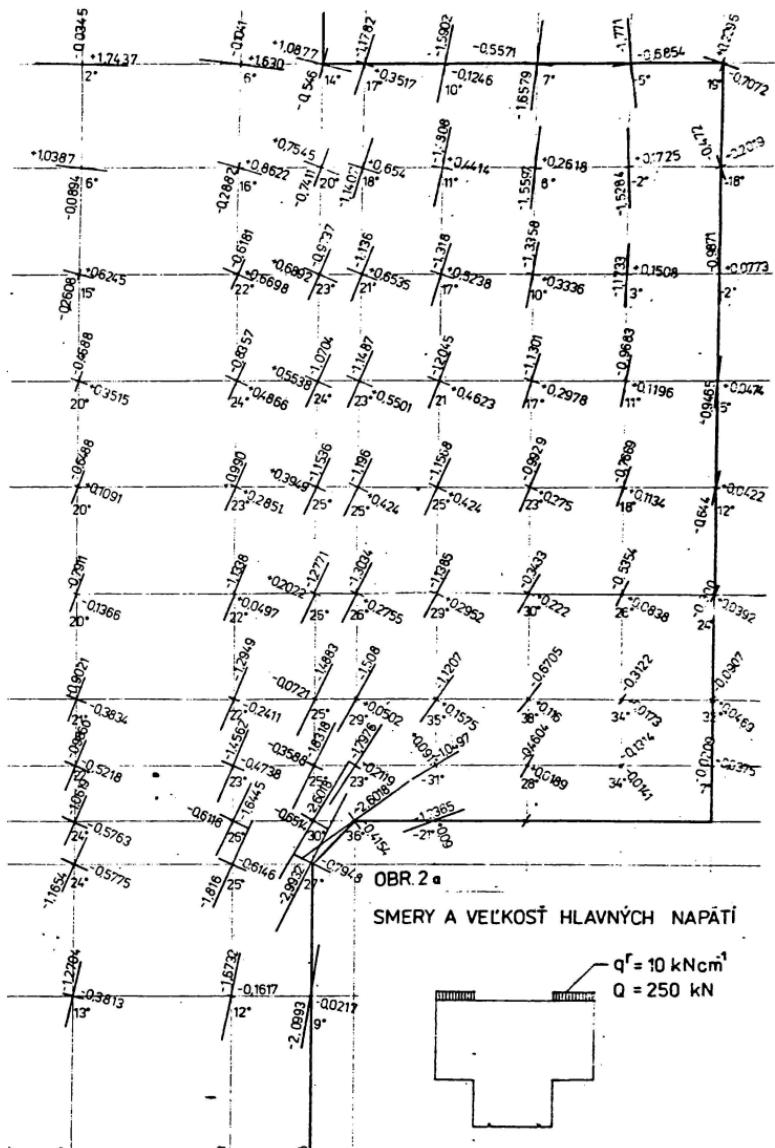
Hlavný hospodársky efekt plynúci s podrobnejším experimentálneho vyšetrenia je:

- a/. najúčinnejšie smerové uloženie výstuže - vodorovné
- b/. úspora výstuže - miesto trojsmernej je jednosmerňá
- c/. podstatné zmenšenie výšky konzoly, cca 2,5krát.

Obr.4 VÝSTUZ KRAKORCA A JEHO PORUŠENIE



Obr. 1 PRACOVNÍ SCHÉMA KONZOLY



OBR. 2a
SMERY A VEĽKOSŤ HLAVNÝCH NAPÁTI

