

Zkoušky železobetonových sloupů s ocelovou bandáží

Ladislav Čírtek

Výsledky zkoušek železobetonových sloupů s ocelovou bandáží – plná a částečná bandáž – vztah normálové síly na mezi vzniku poruch betonu k parametrům bandáže

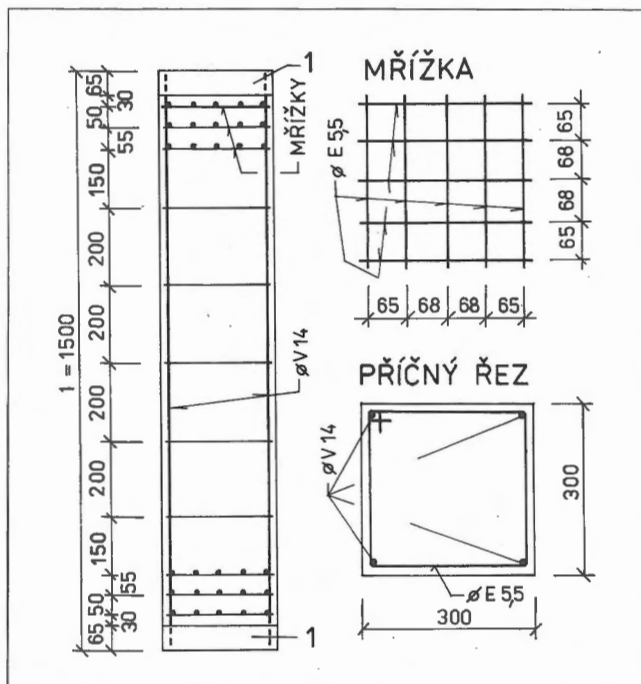
Zesilování betonových sloupů ocelovou bandáží složenou z ocelových úhelníků a příčných pásek je stavebně jednoduchý a účinný způsob zesílení konstrukce. Vlivem bandáže dochází v betonu k prostorovému stavu napjatosti a výsledným efektem je možné zvýšení únosnosti až o 100% vzhledem k únosnosti sloupů nebandážovaných. Zvýšení únosnosti sloupů závisí zejména na průběhu vnitřních sil po délce prvku, stupni vyztužení sloupů betonářskou výztuží, kvalitě betonu, parametrech ocelové bandáže a na tom, zda sloup při provádění bandáže je nebo není zatížen, případně je nebo není porušen. Aplikace bandáže je možná zejména při rekonstrukcích a poruchách sloupů.

První zkoušky železobetonových sloupů s ocelovou bandáží na VUT v Brně uskutečnil Doc. Ing. Vladimír Meloun, CSc. Praktické závěry z tohoto výzkumu jsou obsaženy v publikaci [1].

V průběhu let 1992 a 1993 byl uskutečněn v Ústavu betonových a zděných konstrukcí FAST výzkum vlivu některých faktorů ovlivňujících efektivitu zesilování, a to v rámci grantu č. 30 "Spolehlivost stavebních konstrukcí". Odzkoušení prvků provedl Ústav stavebnin a zkušebních metod FAST VUT v Brně.

Program zkoušek

Celkem bylo vyrobeno 24 železobetonových sloupů, z nichž se v další fázi výroby 14 ks opatřilo částečnou bandáží a 8 ks plnou bandáží. Dva sloupy se tedy nezesilovaly a byly určeny ke stanovení referenčních vztahů mezi bandážovanými a nebandážovanými prvky. Železobetonové sloupy byly stejného tvaru $300 \times 300 \times 1500$ mm a též betonářská výztuž byla jednotná (obr. 1). Zhlaví sloupů byla opatřena ocelovými botkami proti předčasnému porušení.



Obr. 1 – Tvar a výztuž sloupů (1 – ocelová botka)

S každým sloupem se vyrobilo 6 zkušebních krychlí a 3 zkušební hranoly. Receptura betonové směsi odpovídala třídě B 15.

Plně obandážovaným sloupem se rozumí sloup opatřený v rozích průběžnými ocelovými úhelníky spojenými navzájem přívažnými příčnými pásky (obr. 2b). Částečně obandážovaný sloup je opatřen stejnou bandáží, rohové úhelníky ale nejsou průběžné (viz obr. 2a). Délka neprůběžných úhelníků byla ve všech případech konstantní a činila 90 mm. Rohové úhelníky byly osazovány na jemnozrnnou cementovou maltu a ocelové pásky byly předehřívány před přivařením k úhelníkům na teplotu 150 °C.

Plán výroby a odzkoušení sloupů byl rozdělen do čtyř sérií vždy po šesti sloupech, přičemž vždy po dvou byly sloupy obandážovány stejným způsobem. Přehled o způsobech bandážování udává tab. 1.

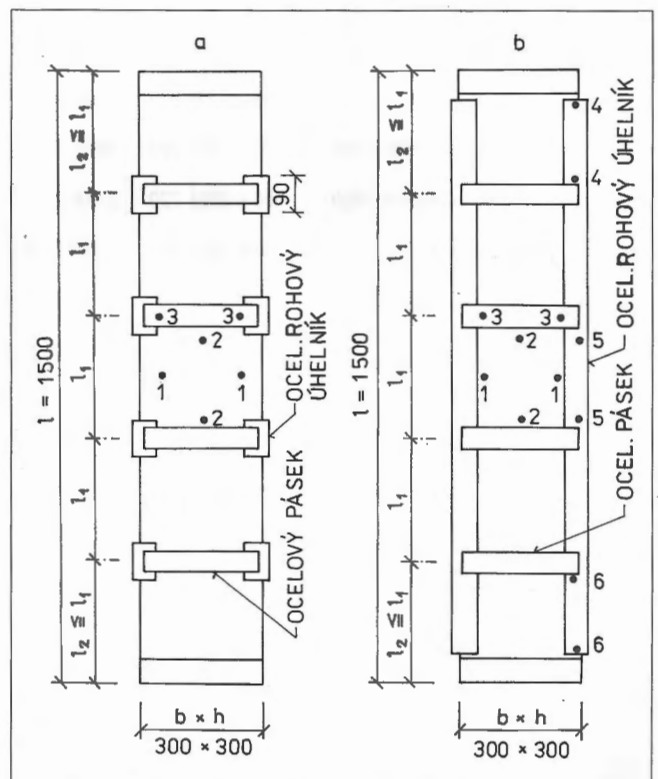
1. série sloupů obsahovala dva sloupy bez bandáže, dva sloupy s bandáží částečnou (BČ) a dva sloupy s bandáží plnou (BP). Tato série byla zkoušena zejména pro globální porovnání výsledků nebandážovaných a bandážovaných sloupů.

2. série sloupů byla zesílena částečnou bandáží. Proměnným parametrem byla osová vzdálenost ocelových pásek l_1 .

3. série byla zesílena opět částečnou bandáží. Proměnným parametrem byla průřezová plocha ocelových pásek A_p .

4. série byla zesílena plnou bandáží. Proměnným parametrem byl rozměr rohových úhelníků. Pro zjednodušení je dále tento parameter charakterizován plochou příčného řezu rohového ocelového úhelníka A_u .

Program zkoušek byl koncipován pro jednotnou kvalitu betonu ve všech sériích. Výběr železobetonových vyrobených sloupů pro bandážování byl proto prováděn na základě zjištěných krychelných pevností betonu v čase 28 dnů po betonáži sloupů, a to tak,



Obr. 2 – Sloup opatřený částečnou (a) a plnou (b) bandáží, měřicí místa jsou označena tečkou

Tab. 1 – Základní informace o sloupech (BČ – bandáž částečná, BP – bandáž plná, * – některá měření na sloupech nebyla ko-rektní, N_{mtr} – normálová síla na mezi vzniku viditelného porušení betonu (trhlíny, drcení) okraj/střed

Sé-rie	Vyr. ozn.	Označení bandáže	Rohový úhelník bandáže	Ocelový pásek bandáže	Vzdál. ocel. pásků	N_{mtr} okraj/střed
			[mm]	[mm]	l_1 [mm]	
1	A	-	-	-	-	1400
1	B	BP 1.1	L60/60/6-1450	55/6-280	220	2400/2500
1	C	-	-	-	-	1300
1	D	BP 1.1	L60/60/6-1450	55/6-280	220	1900/2400
1	E	BČ 1.1	L60/60/6-90	55/6-280	220	1700
1	F	BČ 1.1	L60/60/6-90	55/6-280	220	1900
2	G	BČ 2.1	L60/60/6-90	50/6-280	150	2300
2	H	BČ 2.1	L60/60/6-90	50/6-280	150	2200
2	I	BČ 2.2	L60/60/6-90	50/6-280	275	1800
2	J	BČ 2.3	L60/60/6-90	50/6-280	400	1700
2	K	BČ 2.3	L60/60/6-90	50/6-280	400	1700
2	L	BČ 2.2	L60/60/6-90	50/6-280	275	1900
3	M*	BČ 3.1	L60/60/6-90	40/5-280	220	-
3	N*	BČ 3.1	L60/60/6-90	40/5-280	220	1700
3	O	BČ 3.2	L60/60/6-90	80/5-280 +30/5-280	220	2100
3	P	BČ 3.2	L60/60/6-90	80/5-280 +30/5-280	220	2200
3	R	BČ 3.3	L60/60/6-90	70/5-280	220	2000
3	S	BČ 3.3	L60/60/6-90	70/5-280	220	2100
4	T	BP 4.1	L40/40/5-1450	50/6-280	220	2300/2500
4	U	BP 4.2	L50/50/6-1450	50/6-280	220	2000/2500
4	V	BP 4.3	L70/70/8-1450	50/6-280	220	2400/2700
4	X	BP 4.1	L40/40/5-1450	50/6-280	220	2200/2400
4	Y	BP 4.2	L50/50/6-1450	50/6-280	220	2800/3200
4	Z	BP 4.3	L70/70/8-1450	50/6-280	220	3100/3200

aby průměrné krychelné pevnosti pro všechny tři dvojice se stejným typem bandáže v sérii se lišily minimálně.

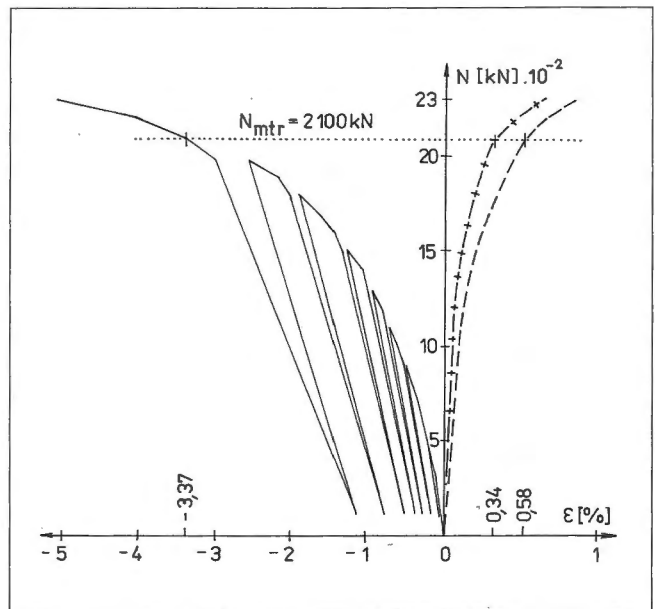
Měření a sledování v průběhu zkoušek

Sloupy

Zkoušelo se chování a mez porušení sloupů za působení dostředného tlaku. Za mez porušení se považovala síla N_{mtr} . Zatěžovací stupně se volily takto:

100, 300, 500; 100, 500, 700, 900; 100, 900, 1000, 1100; 100, 1100, 1200, 1300; 100, 1300, 1400, 1500; 100, 1500, 1600, 1700, 1800; 100, 1800, 1900; 100, 1900 ... dále po přírůstcích 100 KN až do porušení.

Na všech čtyřech stranách přibližně v polovině výšky sloupů, a to uprostřed mezi příčnými pásky, byly měřeny podélné a příčné deformace betonu. Na páscích se v téže oblasti měřily podélné deformace. Navíc u sloupů plně bandážovaných byly měřeny podélné deformace všech rohových úhelníků v polovině výšky sloupů. V oblasti spodní a horní byly měřeny podélné deformace dvou protilehlých úhelníků. Všechny podélné a příčné deformace byly měřeny Hollanovým deformetrem na základně 200 mm. Poloha měřicích bodů na bandážovaných sloupech je patrná na obr.2. Příklad experimentálně zjištěných deformací, a to na obandážovaném sloupu S, je zobrazen na obr.3. Naměřené deformace stejného typu na více měřicích místech při daném zatěžovacím stupni byly zprůměrovány a přepočteny na deformace poměrné.



Obr. 3 – Pracovní diagramy betonu a příčných ocelových pásků bandáže sloupu S (N – normálová síla vyvozená zkušebním lisem, N_{mtr} – normálová síla na mezi vzniku viditelného porušení betonu, ——— pracovní diagram (PD) betonu – měřicí místo 2 – 2, — — — PD betonu – měřicí místo 1 – 1, — + — PD příčného ocelového pásku – měřicí místo 3 – 3)
Poznámka: Pracovní diagramy měřicích míst 1 – 1, 3 – 3 jsou zobrazeny pouze pro vzestupné zatěžovací stupně

V průběhu zkoušek byl vznik trhlin v betonu sledován opticky a počínaje sloupem I (2. série) též metodou akustické emise. Ilustrace vzniku a průběhu trhlin v betonu při zkouškách sloupu S a X zobrazuje obr. 4. Na rozdíl od sloupů s částečnou bandáží, vznik poruch betonu po výšce sloupů plně bandážovaných není pravidelný. Nejprve vznikly poruchy v oblasti zhlaví či paty sloupů. Ve střední oblasti sloupů se poruchy projeví až při vyšší hladině zatížení.

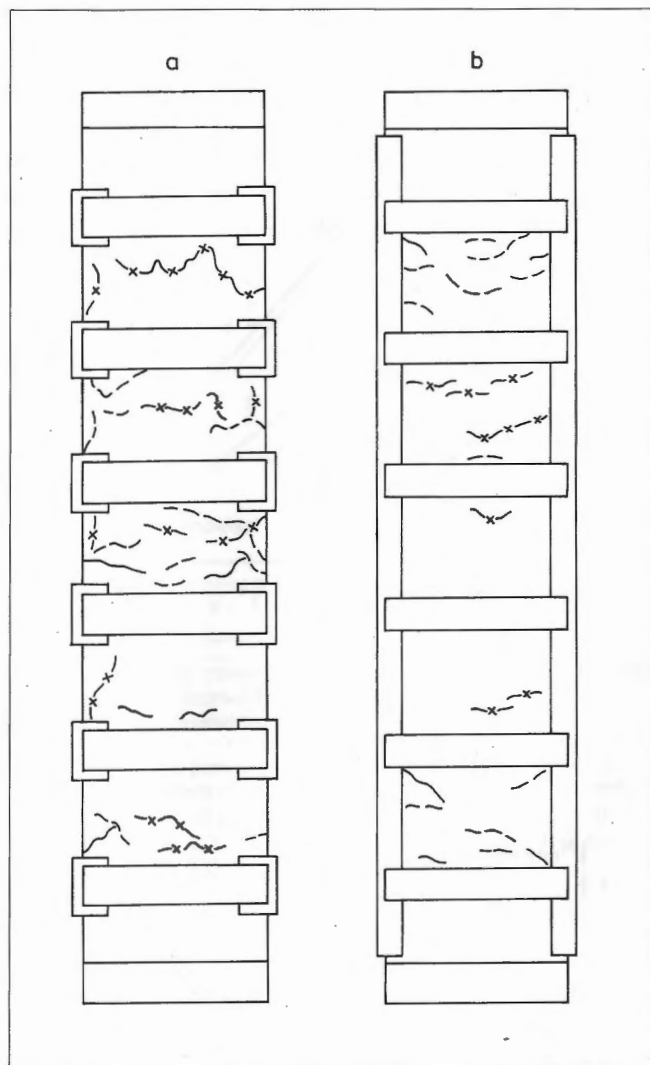
Časový sled a výčet měření na zkušebních krychlich a trámčích byl následovný:

Krychle

Ve stáří vzorků 28 dnů se na první trojici krychlí zkušel modul pružnosti ultrazvukem E_{bu} [4], objemová hmotnost ρ_v [3] a krychelná pevnost $R_{b,cu}$ [2].

Ve stáří 28 dnů se na druhé trojici krychlí zkušel dynamický modul pružnosti ultrazvukovou impulsní metodou E_{bu} [4] a určila se též objemová hmotnost ρ_v [3].

Ve stáří vzorků odpovídající času vlastního měření na sloupech se na této trojici zkušel dynamický modul pružnosti ultrazvukem E_{bu} [4], objemová hmotnost ρ_v [3] a krychelná pevnost $R_{b,cu}$ [2].



Obr. 4 – Vznik a průběh trhlin na sloupu S (a) a na sloupu X (b)
 Legenda:

(a)	(b)
———— $N = 2100$ kN	———— $N = 2200$ kN
----- $N = 2200$ kN	----- $N = 2300$ kN
-x-x- $N = 2300$ kN	-x-x- $N = 2400$ kN

Hranoly

Zkoušky na hranolech byly rozděleny do dvou časových fází. Ve fázi první se prováděly zkoušky nedestruktivní a ve fázi druhé též zkoušky destruktivní.

1. Fáze zkoušení

Ve stáří vzorků 28 dnů se na hranolech (3 ks) určila objemová hmotnost ρ_v [3], dynamický modul pružnosti ultrazvukem E_{bu} [4]. Rezonanční metodou se stanovil dynamický modul pružnosti v tlaku E_{brt} a ve smyku G_{br} [5].

2. Fáze zkoušení

Ve stáří vzorků odpovídajícím stáří sloupů v čase měření při zatěžování normálovou silou se stanovil dynamický modul pružnosti ultrazvukem E_{bu} [4], dynamický modul pružnosti v tlaku E_{brt} a ve smyku G_{br} rezonanční metodou [5]. Dále byla stanovena objemová hmotnost ρ_v [3], pevnost v tahu ohybem R_{ft} [6] a pevnost v tlaku na zlomcích hranolů $R_{c,ct}$ [2].

Dílčí výsledky zkoušek

Krychle a hranoly

Měření na krychlích a hranolech umožnilo stanovit následující údaje o kvalitě betonu:

$R_{b,ct,28}$	krychelná pevnost ve stáří 28 dnů
$E_{b,28}$	modul pružnosti ve stáří 28 dnů
$G_{b,28}$	modul pružnosti ve smyku ve stáří 28 dnů
$R_{b,ct,t}$	krychelná pevnost ve stáří t
$R_{bt,t}$	pevnost v tahu ve stáří t
$E_{b,t}$	modul pružnosti ve stáří t
$G_{b,t}$	modul pružnosti ve smyku ve stáří t

Indexem t je označeno stáří, jež je identické se stářím sloupů v čase jejich zkoušení.

Za účelem stanovení relativní kvality betonu konkrétního sloupu ve stáří jeho odzkoušení, a to vzhledem k průměrné kvalitě betonu ze všech dvaceti čtyř vyrobených sloupů, byl uvažován parametr kvality betonu p určený podle vztahu:

$$p = \frac{1}{2} \left(\frac{E_{b,t}}{E_{b,t,ref}} + \frac{R_{b,ct,t}}{R_{b,ct,t,ref}} \right),$$

kde $E_{b,t,ref}$, $R_{b,ct,t,ref}$ je referenční modul pružnosti, respektive referenční krychelná pevnost betonu stanovená jako aritmetický průměr $E_{b,t}$, resp. $R_{b,ct,t}$ ze všech vyrobených sloupů. Hodnota tohoto parametru je uvedena v tab. 2.

Tab. 2 – Základní informace o relativní kvalitě betonu a vypočtené normálové síle na mezi vzniku viditelných poruch betonu dle předpokladů P1, P2 (N_{mtr} – vypočtená normálová síla na mezi vzniku viditelného porušení betonu)

Série	Vyr. ozn.	Označení bandáže	Parametr kvality betonu	N_{mtr}
			p	okraj / střed [KN]
1	A,C	-	1,069; 0,80	1375
1	E,F	BČ 1.1	0,802; 0,944	1979
1	B,D	BP 1.1	1,036; 0,739	2339 / 2488
2	G,H	BČ 2.1	1,264; 1,136	2090
2	I,L	BČ 2.2	0,942; 0,947	1850
2	J,K	BČ 2.3	1,018; 0,992	1700
3	M,N	BČ 3.1	1,051; 0,910	1738
3	O,P	BČ 3.2	1,029; 0,941	2133
3	R,S	BČ 3.3	1,067; 0,967	2067
4	T,X	BP 4.1	1,072; 0,954	2239 / 2439
4	U,Y	BP 4.2	0,833; 1,222	2343 / 2643
4	V,Z	BP 4.3	0,981; 1,239	2451 / 2737

Sloupy

Koncepce zkoušek si kladla za cíl určit vliv parametrů bandáže na chování zatížených sloupů a to při konstantní kvalitě betonu. Parametry bandáže se rozumí:

- vzdálenost ocelových vodorovných pásků,
- průřezová plocha ocelových pásků,
- rozměr příčného řezu svislým ocelovým úhelníkem.

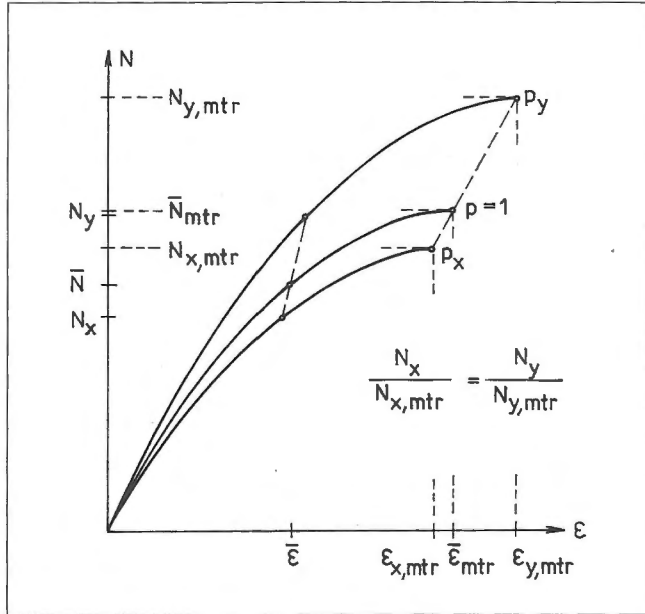
Vliv odchylek v kvalitě betonu znesnadňuje stanovení vztahů pro naměřenou nebo sledovanou veličinu a parametr bandáže. Proto pro dvojici stejně bandážovaných sloupů, obecně označených X,Y, a to pro referenční hodnotu parametru kvality betonu $p = 1$ a reálné parametry kvality p_x , p_y betonu sloupů X,Y, byly přepočteny naměřené deformace a hodnoty normálových sil na mezi vzniku viditelného porušení betonu $N_{x,mtr}$, $N_{y,mtr}$. Předpoklady pro tyto výpočty byly následující:

P1 Vztah mezi normálovými silami $N_{x,mtr}$, $N_{y,mtr}$ a mechanicko-fyzikálními vlastnostmi betonu dvou sloupů (p_x , p_y) obandažovaných stejným způsobem je lineární.

P2 Vztah mezi normálovými silami N_x , N_y dvojice sloupů X, Y, a parametry p_x , p_y je lineární, jestliže pro tyto normál. síly platí

$$\frac{N_x}{N_{x,mtr}} = \frac{N_y}{N_{y,mtr}}$$

Uvedené předpoklady lze přijmout pro poměrně malé odchylky parametrů kvality betonu p_x , p_y od referenční hodnoty $p = 1$. Význam předpokladů P1, P2 je znázorněn na obr. 5.



Obr. 5 - Pracovní diagramy v konkrétně měřicím místě obecně značených sloupů X (p_x), Y (p_y) včetně referenčního prac. diagramu. ($N_{x(y),mtr}$ normál. síla na mezi vzniku viditelného porušení betonu sloupu X(Y); $p_{x(y)}$ parametr kvality betonu [viz vztah (1)]; $N_{x(y)}$ normál. síla působící na sloup X(Y) pro kterou platí předpoklad P2; \bar{N}_{mtr} , $\bar{\epsilon}_{mtr}$ vypočtená normál. síla, poměrné přetvoření na mezi vzniku viditelného porušení betonu pro referenční kvalitu betonu; \bar{N} , $\bar{\epsilon}$ normálová síla, poměrné přetvoření referenčního pracovního diagramu)

Hodnoty vypočtených sil na mezi viditelného porušení betonu \bar{N}_{mtr} , pro něž dle předpokladu P1 platí

$$\bar{N}_{mtr} = \frac{(1-p_x)(N_{y,mtr} - N_{x,mtr})}{p_y - p_x} + N_{x,mtr},$$

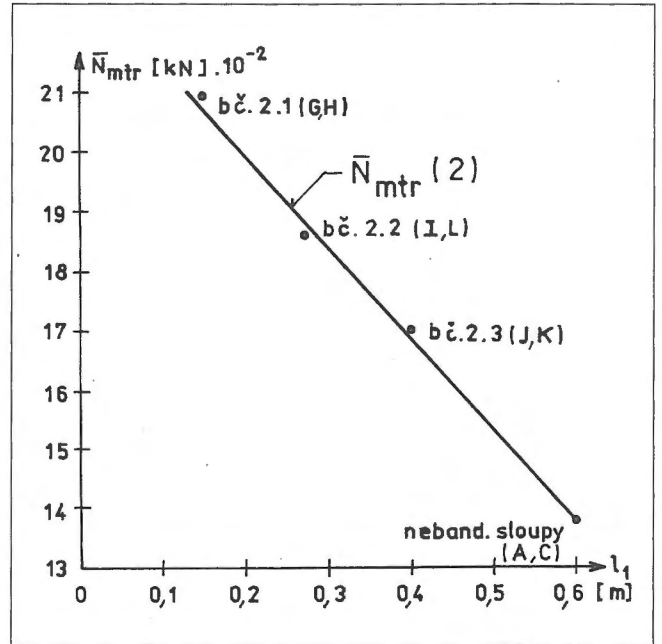
jsou uvedeny v tab. 2.

Vztah přečtené normálové síly na mezi vzniku viditelného porušení betonu (trhliny, drcení) sloupů \bar{N}_{mtr} k parametrům bandaže je znázorněn pro sloupce částečně bandažované na obr. 6 a obr. 7, kde testovaným parametrem je vzdálenost l_1 , resp. plocha příčného profilu ocelových pásků A_p . Obr. 8 zobrazuje závislost \bar{N}_{mtr} na ploše příčného řezu průběžných rohových ocelových úhelníků, a to v oblasti zhlaví (paty) a středu sloupů u sloupů plně bandažovaných.

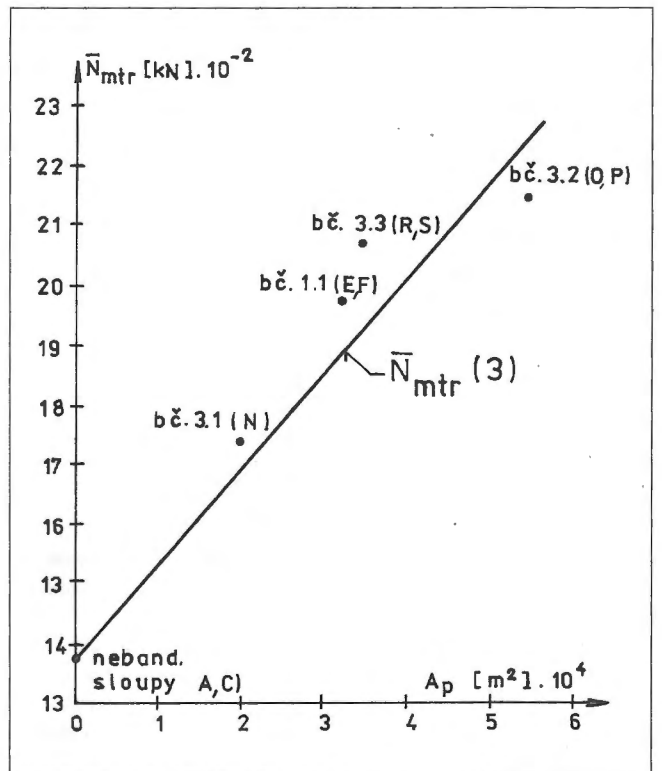
Pro výpočet hodnoty síly \bar{N}_{mtr} u zkoušených sloupů bylo možno stanovit na základě experimentů následující výpočetní vztahy.

Pro částečnou bandaž, a to za předpokladů, že plocha ocelových pásků $A_0 = 300 \text{ mm}^2$ (P3) a uvážíme-li, že účinnost bandaže prakticky vymizí při vzdálenosti pásků $l_1 \geq 2a$, $a = 0,3 \text{ m}$ (P4), lze vztah mezi \bar{N}_{mtr} a l_1 vyjádřit rovnicí přímky

$$\bar{N}_{mtr} = -1,550 \cdot 10^6 l_1 + 2,3 \cdot 10^6 \text{ [N]}. \quad (1)$$



Obr. 6 - Vztah \bar{N}_{mtr} a parametru l_1 pro sloupce částečně bandažované. $A_p = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ (\bar{N}_{mtr} - vypočtená normálová síla na mezi vzniku viditelného porušení betonu, l_1 - osová vzdálenost ocelových pásků)

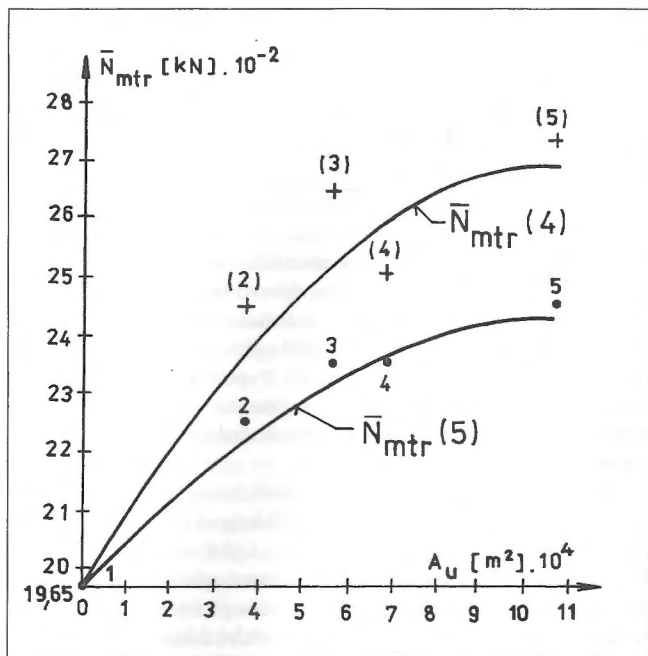


Obr. 7 - Vztah \bar{N}_{mtr} a parametru A_p pro sloupce částečně bandažované, $l_1 = 0,220 \text{ m}$. (\bar{N}_{mtr} - vypočtená normálová síla na mezi vzniku viditelného porušení betonu, A_p - plocha příčného řezu ocelových pásků)

Jestliže vzdálenost ocelových pásků $l_1 = 0,220 \text{ m}$ (předpoklad P5), potom platí mezi veličinami \bar{N}_{mtr} a A_p vztah

$$\bar{N}_{mtr} = 1,576 \cdot 10^9 A_p + 1,375 \cdot 10^6 \text{ [N]}. \quad (2)$$

Pro plnou bandaž, a to za předpokladů, že parametry bandaže A_p , l_1 nabývají hodnot $A_p = 300 \text{ mm}^2$, $l_1 = 0,220 \text{ m}$ (předpoklad P6), lze vztah mezi \bar{N}_{mtr} a plochou příčného řezu úhelní-



Obr. 8 – Vztah \bar{N}_{mtr} a parametru A_u pro sloupce plně bandážované v oblasti zhlaví (body 2 až 5) a středu (body (2) až (5)) sloupů (\bar{N}_{mtr} – vypočtená normálová síla na mezi vzniku viditelného porušení betonu; A_u – plocha příčného řezu rohového úhelníku; 1 – sloup s částečnou bandáží; $A_p = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$; $l_1 = 0,220 \text{ m}$, 2,(2) – sloupce s bandáží plnou; ozn. BP 4.1; sloupce T,X; 3,(3) – BP 4.2; sloupce U,Y; 4,(4) – BP 1.1; sloupce B,D; 5,(5) – BP 4.3; sloupce V,Z)

ku A_u vyjádřit rovnicí paraboly, která má pro zhlaví (patu) sloupce tvar

$$\bar{N}_{mtr} = -3,536 \cdot 10^{11} A_u^2 + 8,234 \cdot 10^8 A_u + 1,965 \cdot 10^6 \text{ [N]} \quad (3)$$

Pro střední oblast sloupce platí

$$\bar{N}_{mtr} = -6,371 \cdot 10^{11} A_u^2 + 1,363 \cdot 10^9 A_u + 1,965 \cdot 10^6 \text{ [N]} \quad (4)$$

Vztahy (3), (4) tedy zviditelňují účinek průběžného rohového úhelníku vzhledem ke sloupům s částečnou bandáží.

Závěr

Uváděné vztahy (1) až (4) platí pouze pro odzkoušené typy bandáže, a to za předpokladu, že bandáž je realizovaná na nezatiženém a neporušeném sloupce, který byl poté zatížen dostředně působící normálovou silou. Vztahy tedy nezohledňují aspekt účinnosti bandáže provedené na zatíženém nebo porušeném sloupce, kvalitu betonu a další vlivy zmíněné v úvodu tohoto článku. Vyšetření těchto vlivů je jedním ze současných témat výzkumných prací Ústavu betonových a zděných konstrukcí FAST.

Literatura

- [1] Meloun V., Marek F., Sedlák J.: Zesilování betonových konstrukcí ocelovými bandážemi. Část C z *Pokynů pro opravy a zesilování betonových konstrukcí*. VÚPS Praha, 1987.
- [2] ČSN 73 1317 Stanovení pevnosti betonu v tlaku.
- [3] ČSN 73 1315 Stanovení objemové hmotnosti, hustoty, hmotnosti a pórovitosti betonu.
- [4] ČSN 73 1371 Ultrazvuková impulsová metoda.
- [5] ČSN 73 1372 Rezonanční metoda zkoušení betonu.
- [6] ČSN 73 1318 Stanovení pevnosti v tahu.
- [7] ČSN 73 2011 Nedeštruktivně zkoušení betonových konstrukcí.
- [8] ČSN 73 2400 Provádění a kontrola betonových konstrukcí.

Ing. Ladislav Čírtek, CSc., Ústav betonových a zděných konstrukcí FAST VUT, Údolní 53, 662 42 Brno

Betonářská normalizace

Nové normy ČSN

ČSN ISO 2736-1 Zkoušení betonu – Zkušební tělesa. Část 1: Odběr vzorků čerstvého betonu. Ruší část ČSN 73 1311 z r. 1986.

ČSN ISO 2736-2 Zkoušení betonu – Zkušební tělesa. Část 2: Výroba a ošetřování zkušebních těles pro zkoušky pevnosti. Ruší část ČSN 73 1311 z r. 1986.

ČSN ISO 4103 Beton. Klasifikace, konzistence. Ruší část ČSN 73 1312 z r. 1987.

ČSN ISO 4109 Čerstvý beton. Stanovení konzistence. Zkouška sedbutím. Ruší část ČSN 73 1312 z r. 1987.

ČSN ISO 4110 Čerstvý beton. Stanovení konzistence. Zkouška Vebe. Ruší část ČSN 73 1312 z r. 1987.

ČSN ISO 4110 Čerstvý beton. Stanovení konzistence. Stupeň zhutnitelnosti (index zhutnění). Ruší se část ČSN 73 1312 z r. 1987.

ČSN ISO 4848 Beton. Stanovení obsahu vzduchu v čerstvém betonu. Tlaková metoda. Ruší ČSN 73 1313 z r. 1968.

ČSN ISO 6275 Ztvrdlý beton. Stanovení objemové hmotnosti. Ruší část ČSN 73 1315 z r. 1989.

ČSN ISO 6276 Beton čerstvý, zhutněný. Stanovení objem. hmotnosti. Ruší část ČSN 73 1315 z r. 1989.

ČSN ISO 1920 Zkoušení betonu. Rozměry, mezní odchylky a použití zkušebních těles. Ruší část ČSN 73 1317 z r. 1986.

ČSN ISO 4012 Beton. Stanovení pevnosti v tlaku zkušebních těles. Ruší část ČSN 73 1317 z r. 1986.

ČSN ISO 4013 Beton. Stanovení pevnosti v tahu ohybem zkušebních těles. Ruší část ČSN 73 1318 z r. 1986.

ČSN ISO 4108 Beton. Stanovení pevnosti v příčném tahu zkušebních těles. Ruší část ČSN 73 1318 z r. 1986.

Změny norem ČSN

ČSN 73 1311 Zkoušení betonové směsi a betonu. Spol. ustanovení. Změna 1 – 8/1994.

ČSN 73 1312 Stanovení zpracovatelnosti betonové směsi. Změna 1 – 9/1994.

ČSN 73 1313 Stanovení obsahu vzduchu v provzdušněné betonové směsi. Změna 2 – 8/1994.

ČSN 73 1315 Stanovení objemové hmotnosti, hustoty a pórovitosti betonu. Změna 1 – 8/1994.

ČSN 73 1317 Stanovení pevnosti betonu v tlaku. Změna 1 – 8/1994.

ČSN 73 1318 Stanovení pevnosti betonu v tahu. Změna 1 – 8/1994.

ČSN 73 1201 Navrhování betonových konstrukcí. Změna 2 – 10/1994.

Jaroslav Procházka