

F Y S I K Á L N Í K O N S T A N T Y B E T O N U M R V C

Ing. Jiří Matyáš, CSc., Ing. Ján Ulman, CSc.

České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební

Obsahem tohoto příspěvku jsou výsledky experimentálních měření provedených na vzorcích z betonu MRVC. Beton MRVC je jako jeden z alternativních materiálů uvažován pro konstrukci bespražcového upevnění kolejnic pražského metra - jednak jako zášlívková hmota kotevních šroubů, jednak jako hmota, se které je prováděno vyrovnávací lože pod podkladnicemi.

Při přípravě vzorků byl použit rychlovačný cementový tmel RVCT. Poměr cementu a kameniva byl volen v poměrech 1:2, 1:3, 1:4. Použito bylo kamenivo PG I,II /u poměru 1:2/, PG I,II,III /u poměru 1:3/ a PG I,II,III v kombinaci s křemičitým pískem o průměru 2 až 4 mm /u poměru 1:4/. Vodní součinitel v/c se pohyboval v rozmezí hodnot 0,31 až 0,34. Vzorky měly tvar kvádry o /přibližných/ rozměrech 25/40/160 mm a byly zatěžovány tlakem, tahem a ohybem.

Zatěžování a odtěžování vzorků bylo prováděno na lisu - trhacím zařízení firmy VEB Thüringer Industriewerk Rauenstein WPM typ 20 M 5/91, přičemž diskrétní hodnoty zatížení byly nastavovány ručně, aby byl vyloučen vliv rázů při zapínání a vypínání elektrického ovládání stroje. Vzhledem k maximální tlakové nebo tahové síle stroje 50 kN a vzhledem k pevnosti betonu MRVC v tlaku /přibližně 70 MPa/ byly obvyklé rozměry betonových vzorků 40/40/160 mm upraveny na rozměry 25/40/160 mm - tj. na kvádry se základnou o ploše cca 1000 mm² tak, aby tlačené vzorky mohly být zatěžovány alespoň do hodnoty odpovídající přibližně 70 % meze pevnosti v tlaku.

Deformace zatížených vzorků byly zjišťovány prostřednictvím elektrických odporových tensometrů nalepených na jejich stěnách. Byly použity tensometrické růžice RC 120 vyrobené n.p. Mikrotechna s gage-faktorem 2,05. Růžice byly lepeny do střední části stěn o rozměrech 40 x 160 mm. Pro vlastní měření a sáznam výsledků byla použita měřicí aparatura.

tura firmy Hottinger Baldwin Messtechnik - Vielstellen - Messengerit UPM 60. Záznam byl většinou automatický, pravidelný, s intervalem 20 s nebo 30 s, během kterého byla provedena změna velikosti zatížení.

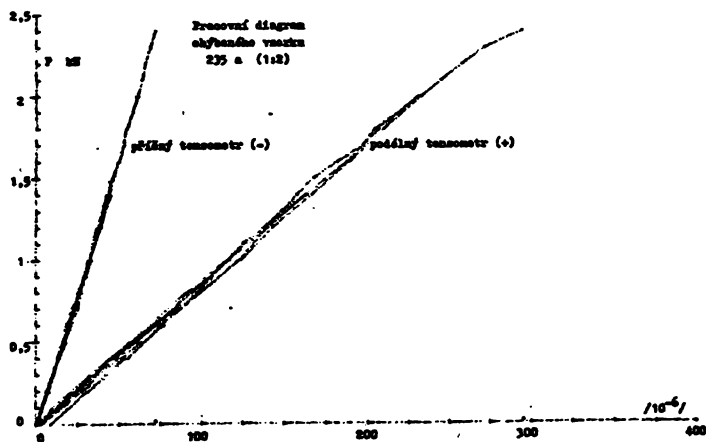
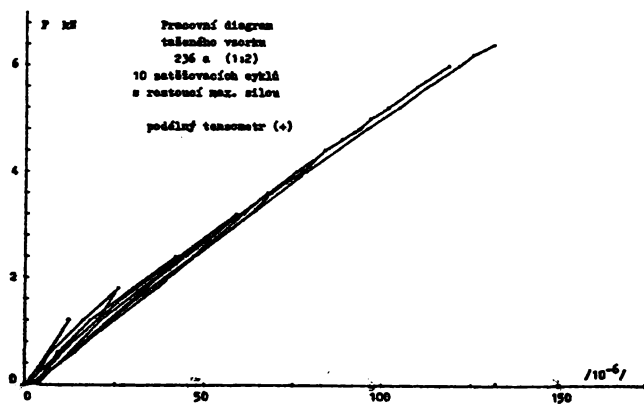
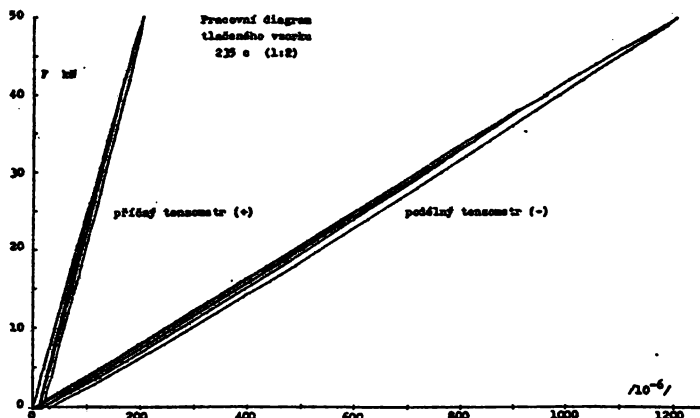
Výsledky měření byly zpracovány do tabulek a pracovních diagramů /vykreslených počítačem Hewlett Packard 9820 A/. Přehled těchto výsledků je uveden v následující tabulce.

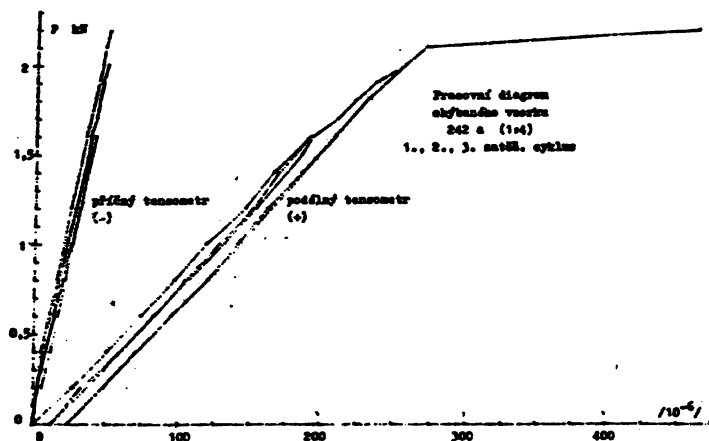
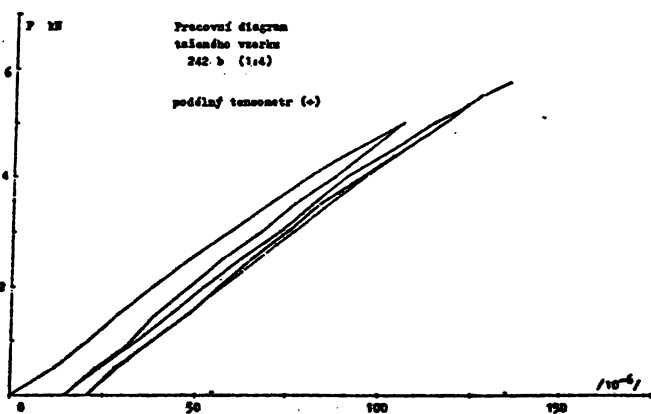
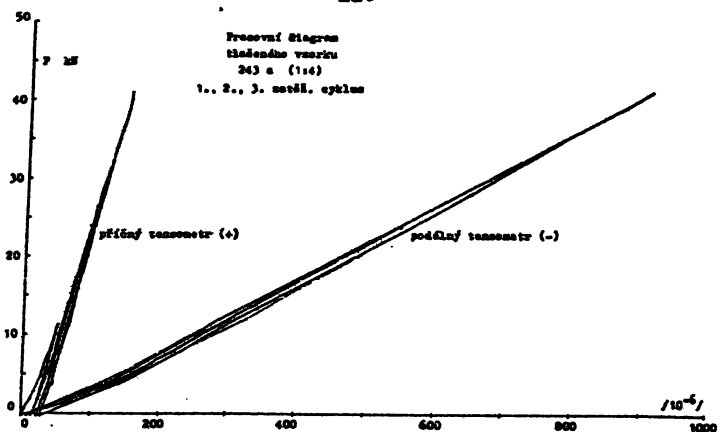
	Hodnoty zjištěné při zatížení vzorků		
	tlakem	tahem	ohybem
<u>1:2</u>			
E /MPa/	39300 - 40300	33300 - 53300	46900 - 50100
ν	0,155 - 0,169	0,151 - 0,165	0,216 - 0,260
$\sigma_{\max}$ /MPa/	47,76 - 48,07	5,49 - 6,93	13,56 - 14,20
$\epsilon_{\max}$ /10 ⁻⁶ /	1211 - 1219	129 - 156	295 - 390
<u>1:4</u>			
E /MPa/	42400 - 53300	42500 - 49600	44650 - 45650
ν	0,137 - 0,143	0,102 - 0,152	0,224
$\sigma_{\max}$ /MPa/	38,63 - 48,68	5,19 - 5,46	12,32 - 12,89
$\epsilon_{\max}$ /10 ⁻⁶ /	868 - 894	96 - 114	422 - 464

Poznámka:

Hodnoty $\sigma_{\max}$ resp. $\epsilon_{\max}$ jsou hodnoty při porušení vzorků /při zatížení tahem a ohybem/ případně nejvyšší, při skoušce dosažené hodnoty /při zatížení tlakem/.

V pracovních diagramech je na vodorovných osách vynášena velikost relativní délkové deformace a na svislých osách velikost zatěžující síly F, která je při zatížení vzorku tahem nebo tlakem osovou silou, při zatížení ohybem příčnou silou v ose symetrie vzorku. Z diagramů je patrný způsob zatěžování, jeho jednotlivé cykly a jejich rozsah, velikosti deformací, případné spevnění materiálu a pod. Deformace naměřené v podélném a v příčném směru jsou vynášeny většinou současně do téhož diagramu. Křivka deformace příčné umístění tensometru je vždy strmější a opačného znaménka.





Z á v ě r

Cílem provedených skoušek vzorků betonu MRVC, s nichž jenom menší část je dokumentována pracovními diagramy v tomto příspěvku, bylo určení fyzikálních konstant materiálu a získání přehledu o jeho chování při zatížení tlakem, tahem a ohybem. Výsledky lze shrnout následovně:

Závislost mezi rostoucím napětím a relativní délkovou deformací je téměř přímková. Zpevnění materiálu po odtížení je poměrně malé. Při dalších zatěžovacích cyklech se vzestupné i sestupné křivky téměř kryjí a mají prakticky stejné okamžité moduly pružnosti. Křivka pracovního diagramu se výrazněji zakřivuje teprve bezprostředně před porušením vzorku.

Porovnáme-li vzájemně výsledky získané u souboru tlačných vzorků, vidíme, že s měnícím se poměrem cementu a kamene od poměru 1:2 k 1:4 se zvětšuje E a zmenšuje ν a $\epsilon_{\max}$. Při stejném napětí je rel. deformace betonu 1:4 proti rel. deformaci betonu 1:2 přibližně tříčtvrtěční.

Hodný pozor je rozdíl mezi napětím na mezi pevnosti u vzorků zatížených tahem a ohybem. Mez pevnosti v ohybu je proti mezi pevnosti v tahu více než dvojnásobná. Poissonova čísla u vzorků zatížených tahem a tlakem jsou prakticky shodná; liší se však od hodnot u vzorků ohýbaných, které jsou přibližně o 50 % větší. Je to dáno velikostí deformace v příčném směru, která je u ohýbaných vzorků výrazně větší proti vzorkům taženým.

Srovnání betonů MRVC s hmotami na bázi epoxidových pryskyřic /P 12, T 8, P 12 Z, T 8 Z/; rel. dél. deformace jsou u betonů MRVC přibližně dva- až pětkrát menší, betony MRVC vykazují mnohem menší plastické deformace. Použití betonů MRVC pro konstrukci bezpražcového upevnění kolejnic metra se jeví výhodnější.

Literatura

1. Matyáš, J., Ulman, J.: Určení fyzikálních konstant betonu MRVC používaného při bezpražcovém upevnění kolejnic pražského metra. 1988. Zpráva pro Dopravní podnik hl. m. Prahy.