

FOTOELASTICIMETRICKY STANOVENÉ ROZLOŽENÍ NAPJATOSTI V OBLASTI RAŽENÍ TUNELU ČLENITÝM PROFILEM

Ing. Jaroslav Poláček, Ústav geologie a geotechniky ČSAV

Úvod

Řešení prostorové napjatosti v horninovém masivu bývá zpracováváno pomocí matematických modelů /1/, pomocí modelů z ekvivalentních materiálů /2,3/, měřením in situ /4,5/, ale i metodou fotoelasticimetrickou /5,6,7,8,9/. Nutno podotknout, že řešení prostorovou fotoelasticitami je omezeno do oblasti pružných deformací a horninový masiv je idealisován na nerozrušené, soudržné, homogenní a izotropní prostředí (někdy se dosáhne modelovat jeho vrstevnatost, diskontinuity apod.).

Cílem výzkumu bylo stanovit napjatost v čelbě tunelu i rozložení napjatosti při ražení tunelu členěným podélným profilem (pomocí pilotštoly). Jedná se o způsob ražby aplikovaný v pražské aglomerizaci při budování metra.

Podmínky modelování

Pro zadaný poměr napjatosti ve vertikálním a horizontálním směru $\sigma_v/\sigma_h = 3$ a rozměrům díla: traťový tunel ϕ 5,1 m, staniční tunel ϕ 8,8 m, pilotštola ϕ 3 m, bylo zvoleno měřítko geometrické podobnosti $K_L = \frac{L_d}{L_m} = 300$. Prostorový model byl zhotoven ve tvaru válce o ϕ 200 mm a výšce 180 mm, kde osa válce odpovídá vertikální ose horninového masivu a osa díla - tunelu i pilotštoly byla horizontální. Modely byly odlity ze směsi: 100 h.d. Epoxy 15; 43,7 h.d. MA; 10,9 h.d. DBF; 0,2 h.d. DAS (diallylsulfid). Detailně je popsáno zatěžování i zmrazování v lit./9/.

Některé výsledky měření

Naměřená napětí na povrchu modelovaného tunelu jsou vy-
nášena a hodnocena ve vztahu k nominálnímu napětí. Součinitel
koncentrace napětí podle zákonů teorie podobnosti bude:

$$\alpha = \alpha_{om} = \alpha_{od} = \frac{\pm \sigma_m}{|\sigma_{mynom}|} = \frac{\pm \sigma_d}{|\sigma_{dynom}|} = \frac{\pm \Delta_o/mm}{|\Delta_{ynom}/mm|}$$

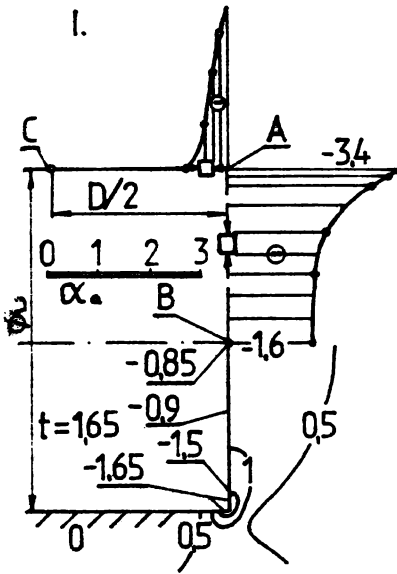
Byla zmapována napjatost na povrchu tunelů, přičemž z výřezů zmrazeného modelu kolmých na podélnou osu díla dostáváme napětí tangenciální, resp. součinitel koncentrace tangenciálních napětí α_t . Z výřezů rovnoběžných s podélnou osou tunelů získáme napětí axiální resp. průběh součinitele koncentrace axiálních napětí α_a . Pro hodnocené místo odečteme příslušná α_t , α_a , vynásobíme primární nominální napjatostí σ_{dynom} , čímž dostaneme reálná napětí σ_{tt} a σ_{da} , která zhodnotíme např. podle upravené Mohrovy vypočty /9/. Uvedeme některé z výsledků měření. Na obr.1 v dolní části je uveden průběh izochromat v oblasti čelby tunelu ve vertikálním výřezu I. V horní části obr.1 je vynesena průběh α_a včetně označení charakteristických míst písmeny v oblasti čelby. Na obr.2 jsou vyneseny hodnoty α_a v charakteristických místech čelby v libovolné rovině (řezu) mezi vertikálním I a horizontálním řezem II. Na obr.3 je vynesena průběh α_t u tunelu traťového raženého pomocí pilotštoly v oblasti jeho čelby. Na obr.4 je znázorněn průběh α_t v bocích, stropě a počvě (místa označena písmeny) traťového tunelu s pilotštolou. Obdobně byla vyhodnocena napjatost i u staničního tunelu.

Resumé

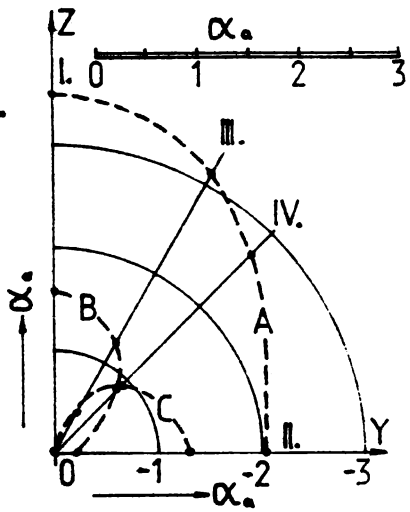
Jedná se o rozložení napjatosti u horizontální kruhové díry s rovným dnem (čelba tunelu) a v oblasti předělu, kdy otvor pokračuje otvorem o menším průměru umístěným u jeho obvodové stěny (pilotštola) pro $d/D = 0,6$ a $d/D = 0,34$, kdy okolní prostředí (horninový masiv či ocel) je zatíženo poměrem vertikálního a horizontálního tlaku $\sigma_v/\sigma_h = 3$. Při stejném poměru zatížení tahového mutno u výsledků zaměnit znaménka.

Literatura:

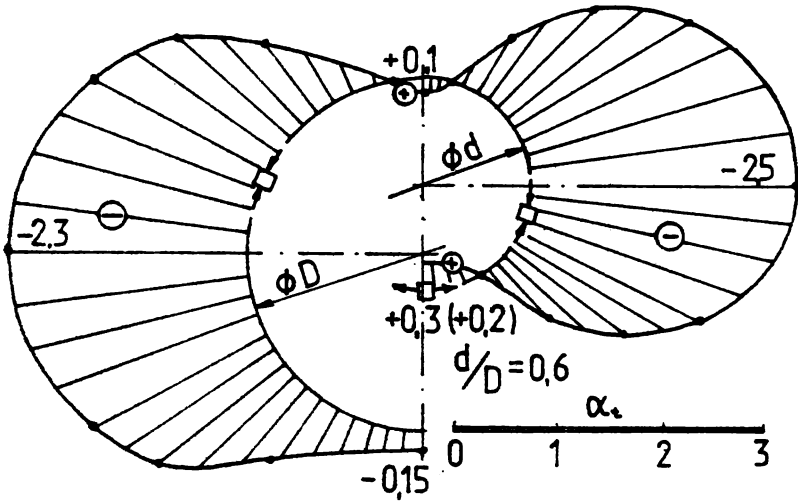
- /1/ Doležalová, M., Zemanová, V., Hoření, A.: Some experiences with using finite elements in underground design. Tunnel-City 85, ITA/AITES, Praha 1985, s.400-412.
- /2/ Doležel, V.: Modelové posouzení vlivu členěného podélného profilu při ražení staničních tunelů pražského metra na stabilitu horninového masivu, Zpráva ÚGG ČSAV, Praha 1981.
- /3/ Filip, D.: Výzkum napětí v horninovém masivu na modelech z ekvivalentních materiálů. Acta montana č.30, HOÚ ČSAV, Praha 1974.
- /4/ Barták, J., Bucek, M., Doležel, V.: Analýza prostorové napjatosti horninového masivu v okolí čelby tunelového výrubu. Část 1 a 2, FS. ČVUT Praha, 1984 a 1985.
- /5/ Mužík, L.: Vyšetřování napjatosti horninového masivu metodou odlehčení. Zpráva HOÚ ČSAV, Praha 1971.
- /6/ Černošek, J.: Stav napětí v okolí chodby ražené v soudržné hornině. Zpráva HOÚ ČSAV, Praha 1963.
- /7/ Vacek, J., Kloss, K.: Výzkum tlakových projevů v okolí dlouhých důlních děl pro rudná a nerudná ložiska. Zpráva ÚVR, Praha 1972.
- /8/ Málek, J.: Fotoelasticimetrické vyšetřování napjatosti vyvolané hmotovými silami. Zpráva HOÚ ČSAV, Praha 1970.
- /9/ Poláček, J.: Fotoelasticimetrický výzkum napjatosti při ražení tunelu členěným profilem. Zpráva ÚGG ČSAV, Praha 1988.



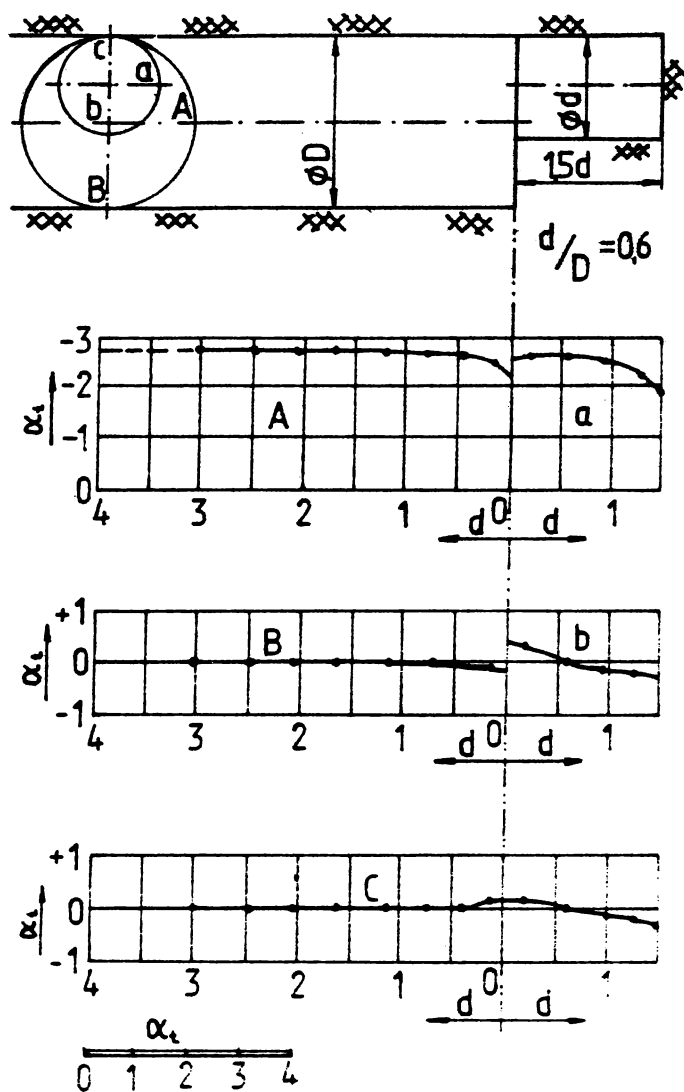
obr. 1



obr. 2



obr. 3



obr. 4