

Ing. Josef M á l e k

Ústav geologie a geotechniky ČSAV

Fotoelasticimetrická analýza napjatosti diskontinuálních horninových systémů v okolí kruhového důlního díla

ÚVOD

Mesivy skalních hornin nepovažujeme v souladu s mnohými studiemi - až na výjimečné případy - za spojitá tělesa (kontinua), ale právě naopak za pevná tělesa, pozůstávající z variabilních shluků bloků více nebo méně oddělených diskontinuálními plochami. Teorie i praxe se dnes plně shoduje v tom, že pevnost i deformace horského masivu jsou závislé mnohem více na geologické povaze ploch, než na vlastnostech horninových elementů. K prohloubení znalosti o skutečné pevnosti a deformovatelnosti horninového diskontinuálního prostředí, které jsou pro potřeby báňského průmyslu a inženýrského stavitelství nezbytné, výrazným způsobem přispěly i geomechanické modelové zkoušky na mechanických modelech z ekvivalentního nebo opticky citlivého materiálu. Sem patří zejména práce Kuzněcova, Fumagalliho, Müllera, Johna a mnoha jiných. Otázku základních mechanismů blokových soustav zkoumal např. Chappel, Goodman a Hofmann - (práce těchto autorů jsou uvedeny v /1/). Výzkumem přenosu namáhání přes horninové diskontinuity na opticky citlivých modelech jsme se zabývali i v našem ústavu /1/, /2/.

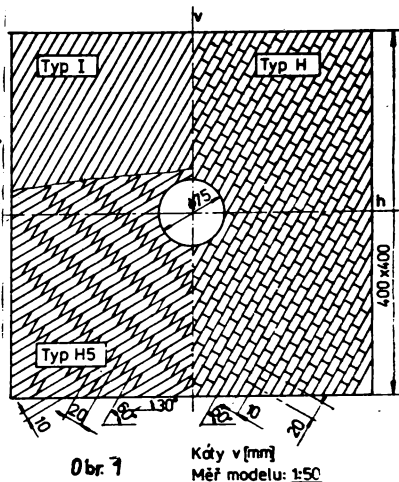
V příspěvku jsou uvedeny některé výsledky posledních experimentů, týkající se mechanického chování a napjatosti diskontinuálních systémů I, H a H5 (dle IBG - /3/) v okolí kruhového důlního díla. Cílem bylo určení změn regulárního charakteru napjatosti a její kvalitativní parametry v okolí důlního díla, raženého v těchto horninových systémech.

MODELOVÁNÍ

K řešení problému byla použita modelová metoda fotoelastická s využitím zmrazovací metodiky. Podkladem pro řešení byl návrh vypracovaný IBG /3/, který na základě tvaru bloků, omezených trhlinami a jejich orientace v zemské kůře vyčleňuje několik základních horninových systémů nejčastěji se vyskytujících. Při modelování schematizovaných typů I, H a H5 jsme vycházeli z toho, že deformační stav v přírodě můžeme reprodukovat, slespoň v prvním přiblížení, na rovinných modelech, složených z jednotlivých opticky citlivých elementů určitého systému. Takovýto model odpovídá diskontinuitám s nepříznivými vlastnostmi složení (mezi jinými plná a široká trhlinatost) jako kontrast ke kontinuálnímu systému. U důlního díla se předpokládala dostatečná délka ve vodorovném směru.

Modely byly zhotoveny v měřítku 1:50 z epoxidových desek tloušťky 10 mm - obr.1. Měřítko bylo zvoleno na základě všech faktorů, které je nutno při modelování brát v úvahu (jako např. okrajové podmínky, max. rozměry rovinného modelu, velikost jednotlivých diskontinuit apod.). Studované modelové systémy dle obr.1 představují nejjednodušší typ diskontinuálního systému, skládajícího se z homogenních pružných elementů stejných materiálových konstant. Na spárách působí pouze tření epoxidu na epoxid s koeficientem 0,25.

Modely byly zatěžovány na okrajích modelované oblasti jednak hydrostatickým tlakem ($\sigma_v/\sigma_h = 1$) a jednak mezními (případně menšími) zatěžovacími poměry ve směru vertikálním ($\sigma_v > \sigma_h$) a horizontálním ($\sigma_v < \sigma_h$). Mezní zatěžovací poměr odpovídá teoretické mezi prokluzu na spáře podle Mohr-Coulom-



Doba znázornění.

VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Ze srovnávacích modelů byly zjištěny izokřivky maximálních smykových napětí jednotlivých elementů v okolí důlního díla a obvodová napětí na okraji důlního díla. Výsledky jedné varianty typu H5 pro zatěžovací poměr $\sigma_v/\sigma_H = 1$ jsou na obr.2.

Obdobně byly zpracovány ostatní modelové varianty typu H5 a typů I a H. Hodnoty maximálních napětí na okraji důlního díla (v I a III kvadrantu) a jejich poloha, definovaná úhly φ_1 a φ_2 - viz obr.2 - jsou pro měřené varianty dis-

Typ	Skup. prvků spojení	Zatěž. poměr σ_v/σ_H	Poloha a velikost tlak. maxim. σ_1						Teor. hodnoty	
			φ_1	φ_2	σ_1	σ_2	σ_3	σ_4	σ_1	σ_2
I	60	1	60	60	29	29	0	0	0,360	2
		15	30	30	25	25	0	0	2,33	
H	60	1	52	75	29	25	0	0	0,360	2
		171	40	40	21	25	0	0	2,42	
		2*	70	70	23,38	22	90	25*		
H5	30	1	30	30	35	3	0	0	0,360	2
		2	51,42	51,42	35,42	3,42	0	25		
		17*	55	55	3	27	90	24,7		

Hodnoty v závorkách platí pro max. šířky $\sigma_1 = \frac{\sigma_v}{2}$, $\sigma_2 = \frac{\sigma_H}{2}$
v směru tlaku

kontinuálních typů I, H a H5 uvedeny v tab.1. Pro srovnání jsou v tabulce uvedeny též teoretické hodnoty v homogenním pružném prostředí se jinak stejných podmínek.

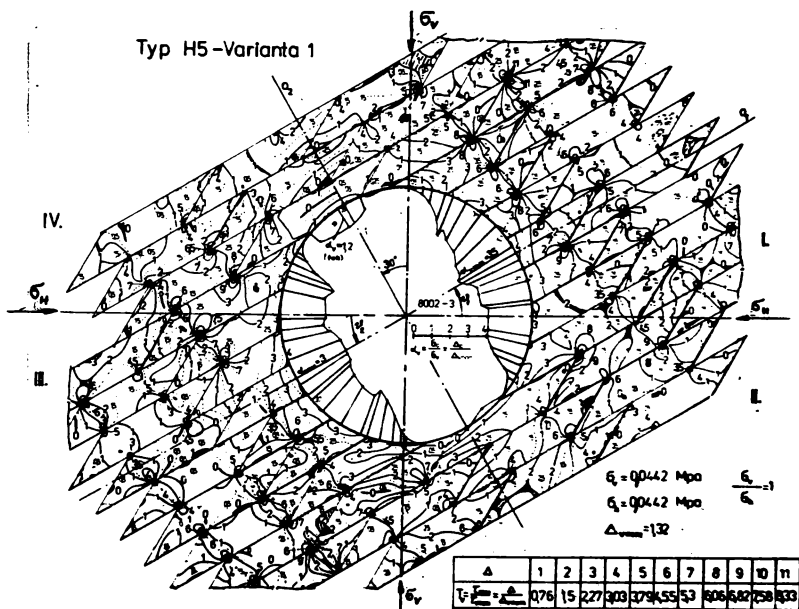
Z výsledků měření jsou nejdůležitější následující zjištění: a) Distribuce napětí v okolí důlního díla má v diskontinuálních systémech značně rozdílný charakter oproti kontinuálnímu prostředí. Obvodová napětí na okraji důlního díla jsou výrazně ovlivněna geometrií systému, zejména sklonem průběžných spár ke směru většího zatížení a dále zatěžovacím poměrem, spjatém s třením na průběžných spárách. Tlaková maxima na okraji kruhového díla mají pro zatížení $\sigma_v/\sigma_H = 1$ směr přibližně kolmý na průběžné spáry, pro ostatní zatížení se stáčí buď k horizontální ($\sigma_v > \sigma_H$) nebo vertikální ($\sigma_H > \sigma_v$) ose.

b) Napjatost a chování systému (zejména typů H a H5) je určována kromě zatěžovacího poměru a sklonem průběžných spár ještě dalšími faktory, které mohou základní chování a napjatost systému výrazně ovlivnit. Jsou to jednak individuální drobné rozdíly elementů a zejména reakční faktory struktury, jako je změna geometrie způsobená prokluzy a zablokováním, rotační efekt jednotlivých elementů apod., které jsou kromě jiného závislé na jejich tvaru a orientaci. Přitom možnost

vzájemného pohybu elementů systému může vést k vytvoření zóny zvýšených kontaktních napětí až za obvodem kruhového díla (uvnitř masivu) a tudíž při porušení stability k vypadávání podstatně větších částí okolního prostředí do otvoru.

LITERATURA:

- /1/ Málek, J., Javornický, J.: Distribuce napětí v diskontinuálních horninových systémech v okolí kruhového důlního díla - část I. Výzkum.zpráva ÚGG ČSAV Praha, 1979
- /2/ Málek, J.: Distribuce napětí v diskontinuálních horninových systémech v okolí kruhového důlního díla - část II. Výzkumná zpráva ÚGG ČSAV Praha, 1980
- /3/ Mencl, V.: Klassifikation von festen Felsmassen, Bericht 10.Ländertr.IBG, Leipzig 1968, Akademie Verlag, s.122-125



Obr. 2