

TABELLA I

frana n.	altezza della scarpata (m)	inclinazione media sull'orizzontale	estensione laterale (m)	raggio del cerchio di scorrimento	coordinate del centro rispetto al piede della scarpata		profondità delle fessure	condizioni idrauliche
					distanza orizzontale (m)	altezza (m)		
1	5.5	90°	6.5	6.55	4.58	5.58	1.6	infiltrazioni locali
2	4.1	66°	6.5	4.73	4.73	4.56	1.2	»
3	4.5	90°	6.0	6.11	6.11	4.64	1.4	»

TABELLA II

tensione normale media sulla superficie di scorrimento (kg/cm ²)	W ₁ %	W _p %	W _n %	C %	γ t/m ³	S _v %	Resistenza di picco				coeff. di sicurezza calcolato con 'Iswest'
							prova di taglio		Iswest		
							C _s (kg/cm ²)	Q _s (gradi)	C _s (kg/cm ²)	Q _s (gradi)	
0.209	91	33	34	63	1.87	98	0.748	29.2	—	—	—
	63	22	26	44	1.97	95	1.028	31.8	1.257	24.6	—
	92	32	34	63	1.83	92	0.483	29.8	0.156	36.6	0.97
0.114	77	29	35	57	1.80	92	0.137	26.0	—	—	—
	78	30	33	56	1.87	94	0.429	22.5	0.100	29.6	1.19
	82	30	33	57	1.87	94	0.558	26.5	0.144	27.4	1.47
	73	24	32	50	1.81	88	0.419	28.1	0.192	27.5	—
0.192	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	79	26	29	52	1.97	93	—	—	0.138	42.7	1.08

scenze la possibilità stessa di effettuare prove di rottura non drenate in sito su di un materiale fessurato è tutt'altro che assodata [WARD, 1967] per la difficoltà di impedire un drenaggio incontrollato lungo le vie preferenziali costituite dalle fessure; nel caso presente il problema è ulteriormente complicato dal fatto di avere a che fare con materiale non saturo.

Questi dubbi risultano senz'altro confermati da un esame dei risultati riportati in tab. II; come si può notare, i valori dell'angolo di attrito determinati con l'Iswest risultano dello stesso ordine, e talvolta anche più elevati, di quelli ottenuti con prove di taglio diretto in laboratorio in condizioni drenate. Ciò sembrerebbe avvalorare l'ipotesi che l'Iswest, almeno nelle condizioni della presente indagine, sia stato condotto in condizione drenate.

In secondo luogo l'A. riporta, sempre per le prove Iswest, i valori dei parametri di rottura in condizioni di « picco » ed in condizioni di « resistenza residua ». A parte il fatto che la resistenza residua, per definizione, si riferisce a condizioni drenate, i valori di tale resistenza sono insolitamente alti e addirittura tali che in alcuni casi

(fig. 6) l'angolo di attrito residuo risulta più elevato di quello di picco. Su questo punto lo stesso A. esprime alcune riserve.

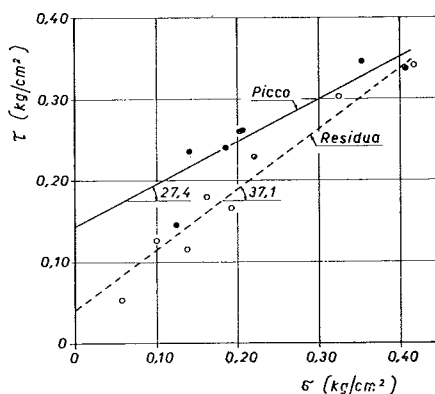


Figura 6.

Le riserve esposte circa le modalità di esecuzione e di interpretazione della prova Iswest non devono essere considerate una critica alla prova in sé. Al contrario, lo scrivente ritiene che essa possieda doti di semplicità e flessibilità estremamente interessanti e che probabilmente ne favoriranno un'ampia diffusione. Tuttavia è auspicabile che ulteriori indagini sperimentali permettano di raccogliere quei dati e quel-

le conoscenze necessarie per chiarire i dubbi ancora esistenti e per giungere ad una corretta utilizzazione di questa nuova tecnica sperimentale.

(Leonardo Cascini)

BIBLIOGRAFIA

- Lo K.Y. (1967): *The operational strength of fissured clays*. Géotechnique, 20, n. 1, 57-74.
 WARD, W. H. (1967): *Discussion*. Sess. 2, Geotechnical Conference Oslo. Vol. II, 139-142.

Modelli statici e geomeccanici.

- E. FUMAGALLI: *Statical and Geomechanical Models*. Springer Verlag, Wien-New York, 1973, 182 pagine, 145 figure.

È stato recentemente pubblicato, per i tipi della Springer Verlag ed in veste assai curata ed elegante, un volume in lingua inglese dedicato ai modelli statici e geomeccanici a firma del prof. ing. Emanuele Fumagalli, dell'ISMES di Bergamo.

Il volume presenta un ampio panorama dello sviluppo e delle più recenti tecniche di prova su modello per la risoluzione di problemi strutturali statici sia in campo elastico, sia a rottura.

L'opera è divisa in sette capitoli. Il primo di essi (*Principi di similitudine*) richiama brevemente i principi della similitudine meccanica con particolare riferimento ai problemi statici e per materiali il cui comportamento non dipende dal tempo.

I successivi due capitoli (*Proprietà fisico meccaniche da riprodurre nei materiali per modelli; Applicazione dei carichi e tecniche di misura*) sono dedicati alla tecnica della sperimentazione. Vengono qui discussi, sulla base principalmente della esperienza dell'ISMES e del Laboratorio Nacional de Engenharia Civil di Lisbona, i criteri di scelta dei materiali per modelli e le relative proprietà meccaniche, i metodi per la preparazione dei modelli, i sistemi di carico, le tecniche e le apparecchiature di misura.

Seguono tre capitoli dedicati all'esposizione ed al commento critico di una serie di esempi per i quali l'A. illustra, talvolta in modo assai dettagliato, i criteri adottati nel progettare, costruire e sottoporre a prova i modelli, i risultati ottenuti ed il loro significato.

Fra questi il cap. IV (*Modelli statici in campo linearmente elastico*) è dedicato essenzialmente ai problemi di strutture quali grattacieli, ponti, gran-

di coperture, mentre il cap. V (*Modellazione di strutture in cemento armato e cemento armato precompresso*) tratta più specificamente i problemi connessi con la riproduzione in modello di questi materiali e considera anche gli stati di rottura. Infine il cap. VI è dedicato alla « *Realizzazione e prova di modelli di dighe in calcestruzzo in campo elasto-plastico-viscoso fino a rottura* », e cioè ad uno dei campi di applicazione per i quali i modelli hanno avuto maggior sviluppo.

I problemi di rottura esaminati nel cap. VI sono quelli in cui la stabilità della roccia di fondazione e di imposta della diga in istudio è fuori discussione; tale roccia viene pertanto modellata con la sola finalità di riprodurre correttamente le condizioni di vincolo della struttura di calcestruzzo. Nel cap. VII (*Modelli geomeccanici*), invece, viene affrontato il problema della stabilità dell'ammasso roccioso, tenendo conto dei sistemi di discontinuità in esso presenti. Gli esempi citati si riferiscono, anche in questo capitolo, soprattutto a dighe in calcestruzzo ed alle relative formazioni rocciose d'imposta; non manca tuttavia qualche riferimento ad altri problemi (strutture in sotterraneo, stabilità di scarpate).

Questo succinto esame della materia trattata è sufficiente a mostrare l'interesse dell'opera, che non si rivolge solo agli specialisti del settore ma mette in evidenza le possibilità offerte dall'uso dei modelli nella risoluzione di un gran numero di problemi d'ingegneria civile.

La parte del volume di maggior interesse per il tecnico e lo studioso di Geotecnica risulta senza dubbio quella dedicata ai modelli geomeccanici; tale interesse sarebbe stato forse aumentato da una discussione degli effetti della presenza e del moto dell'acqua sul comportamento degli ammassi rocciosi fratturati e della possibilità di riprodurli in similitudine meccanica.

Circa l'importanza di tali effetti si veda, ad esempio, MARTINETTI [1973] ed i contributi al recente Simposio di Stuttgart sulla percolazione in ammassi rocciosi fratturati, riassunti da MANFREDINI [1973].

Per quanto riguarda più specificamente la Geotecnica, è da osservare inoltre che già da tempo la modellazione viene impiegata nella soluzione di problemi di Meccanica dei Terreni con sviluppi specifici derivanti dalle leggi che regolano il comportamento delle rocce sciolte ed in particolare dalla necessità di tener conto della presenza di più fasi. Il carattere stesso del volume non ha evidentemente consentito all'A. di far cenno a questo settore di ricerca ed applicazioni; il lettore interessato potrà consultare in proposito JAMES [1971].

L'uso dei modelli come strumento di progetto si pone come un mezzo di integrazione, o addirittura in alternativa ai tradizionali metodi di calcolo, rispetto ai quali presenta il vantaggio di poter agevolmente portare in conto geometrie, condizioni ai limiti e carichi molto complessi. In questo senso non si può non condividere quanto afferma l'A. nella introduzione, e cioè che i modelli non devono essere considerati un mezzo per verificare i risultati di calcoli, ma un procedimento autonomo, capace spesso di fornire informazioni più ricche ed attendibili di un calcolo.

Attualmente, però, i moderni metodi di calcolo numerico quale il metodo degli elementi finiti, consentono in linea di principio una modellazione matematica dotata di una flessibilità altrettanto spinta, con in più il vantaggio di poter agevolmente far variare i valori dei parametri in gioco e perfino le equazioni costitutive dei vari materiali.

Al lettore non specialista, come è chi scrive, riesce difficile formarsi un'opinione circa i meriti e demeriti relativi delle due metodologie. Da questo pun-

to di vista un'indicazione conclusiva non può che venire da un confronto fra i risultati della modellazione fisica e matematica da un lato, ed il comportamento delle opere in vera grandezza dall'altro. Per quanto attiene al settore della Geotecnica, confronti di questo tipo appaiono sempre più di frequente sulla letteratura tecnica con risultati spesso assai incoraggianti circa l'attendibilità dei metodi numerici più moderni; valga per tutti il classico esempio della chiusa di Port Allen [DUNCAN, CLOUGH, 1971; si veda anche la recensione di VIGGIANI, 1971]. Questo confronto di questo tipo, per il quale non mancano di certo i dati, avrebbe aggiunto utili elementi di giudizio.

In conclusione, si può senz'altro affermare che, con la pubblicazione di questo utile ed interessante volume, l'A. ha centrato l'obiettivo di trasferire in una trattazione sistematica i principi di base ormai sicuramente acquisiti e la propria più che ventennale esperienza in uno dei laboratori d'avanguardia nel campo della modellistica.

(Carlo Viggiani)

BIBLIOGRAFIA

- DUNCAN J. M., CLOUGH G. W. (1971): *Finite element analysis of Port Allen lock*. Journ. Soil Mech. Found. Div., Proc. ASCE, vol. 97, SM8.
- JAMES R. G. (1971): *Some aspects of soil mechanics model testing*. Proc. Roscoe Mem. Symp., Cambridge.
- MANFREDINI G. (1973): *Contributi allo studio della percolazione attraverso ammassi rocciosi fratturati* (Symposium di Stoccarda, settembre 1972). RIG, vol. VII, n. 1.
- MARTINETTI S. (1973): *Alcune considerazioni sulle caratteristiche e sugli effetti del moto dell'acqua negli ammassi rocciosi*. RIG, vol. VII, n. 2-3.
- VIGGIANI C. (1971): *Un'analisi ad elementi finiti della struttura di una chiusa*. Recensione di un articolo di DUNCAN e CLOUGH, RIG, vol. V, n. 4.