

drenata corretti per tener conto dell'anisotropia, della velocità di deformazione e soprattutto della dimensione del campione. Su questo argomento un giudizio definitivo potrà essere espresso solo quando saranno accumulati un sufficiente numero di dati sperimentali in vera grandezza.

Infine è forse il caso di osservare che il parametro  $\alpha$ , nella forma in cui esso appare nella equazione (1) proposta dall'A., non è adimensionale ma ha dimensioni  $L^{-2}$ . Questo inconveniente potrebbe essere facilmente rimosso ponendo la (1) nella forma:

$$C = C_m + (C_0 - C_m) \exp \{-\alpha' [(a/a_0) - 1]^{-\beta}\} \quad (2)$$

in cui il parametro  $\alpha'$ , adimensionale, è dato da:

$$\alpha' = a_0 \alpha.$$

Nella Tabella I sono riportati i valori di  $a_0$ ,  $\alpha$ ,  $\alpha'$  e  $\beta$  di alcuni materiali. La rapidità con cui la resistenza diminuisce all'aumentare delle dimensioni del campione varia per i differenti materiali, e sembra essere controllata principalmente dal valore di  $\beta$ .

(Carlo Viggiani)

#### BIBLIOGRAFIA

- BISHOP A. W. (1967): *Discussion on shear strength of stiff clays*. Proc. Geotechnical Conf. Oslo, vol. 2.
- BISHOP A. W., BJERRUM L. (1961): *The relevance of the triaxial test to the solution of stability problems*. Proc. Res. Conf. Shear Strength Cohesive Soils, Boulder, Colorado.
- BISHOP A. W., LITTLE A. L. (1967): *The influence of the size and orientation of the sample on the apparent strength of the London clay at Maldon, Essex*. Proc. Geotechnical Conf. Oslo, vol. 1.
- BJERRUM L. (1967): *Progressive failure in slopes of overconsolidated plastic clays and clay shales*. Journ. Soil Mech. Found. Div., Proc. ASCE, vol. 95, SM5.
- CROCE A., JAPPPELLI R., PELLEGRINO A., VIGGIANI C. (1969): *Compressibility and strength of stiff intact clays*. Proc. 7th Int. Conf. Soil Mech. Found. Eng., Mexico, vol. 1.
- MARSLAND A. (1967): *Discussion on shear strength of stiff clays*. Proc. Geotechnical Conf. Oslo, vol. 2.
- MORGENSTERN N. R. (1967): *General Report on shear strength of stiff clays*. Proc. Geotechnical Conf. Oslo, vol. 2.

PROTODYAKONOV M. M., KOJMAN M. I. (1964): *Über den Massstaseffect bei Untersuchung von Gestein und Kohle*. 5 Landertreffen Int. Buros Gebirgsmechanik.

SIMONS N. E. (1967): *Discussion on shear strength of stiff clays*. Proc. Geotechnical Conf. Oslo, vol. 2.

SKEMPTON A. W. (1934): *Long term stability of clay slopes*. Géotechnique, vol. 14, n. 2.

WARD W. W. (1967): *Discussion on shear strength of stiff clays*. Proc. Geotechnical Conf. Oslo, vol. 2.

WEIBULL W. (1939): *A statistical theory of the strength of materials*. Proc. Roy. Swed. Inst. Eng. Res., Stockholm.

#### Prove edometriche a gradiente controllato.

J. LOWE, E. JONAS e V. OBRICIAN: *Controlled gradient consolidation test*.

Journal of The Soil Mechanics and Foundations Division, Vol. 95, SM1, gennaio 1969.

Nella fig. 1 a) è rappresentata la distribuzione delle pressioni neutre che si sviluppano durante la consolidazione in un provino sottoposto a successiva del piano mediano, la pressione effettiva può essere ancora inferiore alla pressione di preconsolidazione e quindi il fenomeno procede con un coefficiente di consolidazione più ridotto del precedente.

Nella nota che si recensisce, gli Autori presentano un nuovo tipo di edometro per l'esecuzione di prove a *gradiente controllato*, con il quale è possibile realizzare una distribuzione pressochè uniforme delle pressioni effettive applicazioni del carico in una prova edometrica convenzionale.

Dai diagrammi risulta che, ad esempio, al tempo corrispondente al fattore  $T = 0,08$ , per ciascuna applicazione di carico, l'incremento di pressione effettiva sul piano mediano del provino è praticamente inapprezzabile, mentre sulle facce drenanti tale incremento è quello corrispondente all'intero valore del carico applicato. Al tempo corrispondente a  $T = 1,10$ , l'incremento di pressione effettiva sul piano mediano raggiunge il 95% della pressione applicata.

In dipendenza di quanto sopra, la consolidazione globale del provino non può rappresentare che la media dei fenomeni di consolidazione che in effetti si verificano nei vari straterelli

sotto l'azione di pressioni effettive variabili in un ampio intervallo.

In particolare, se la pressione effettiva sulla faccia drenante è superiore alla pressione di preconsolidazione il fenomeno è *quasi* governato da un coefficiente di consolidazione relativo a pressioni più elevate di quest'ultima; nel medesimo istante, in corrispondenza nel provino, ottenere cedimenti uniformi su tutto lo spessore, eseguire le prove con velocità di deformazioni molto basse e di valori diversi, la qual cosa consente di poter più attendibilmente estrapolare i dati ottenuti ai fenomeni di consolidazione naturale.

L'argomento trattato ha suscitato notevole interesse ed è stato successivamente ripreso da altri Autori<sup>(1)</sup>, che segnalano la possibilità di ottenere risultati analoghi, anche con edometri tradizionali, mediante prove eseguite ad incrementi di carico costanti (CRL) ed a velocità di deformazione costanti (CRS).

La prova edometrica a gradiente controllato, sulla quale riferiscono LOWE J., JONAS E. e OBRICIAN V. viene effettuata usando un normale anello edometrico, con drenaggio del provino dalla sola faccia superiore.

Sulla faccia inferiore viene mantenuto un valore prestabilito della pressione neutra, mediante graduale applicazione della pressione totale al provino.

In tali condizioni, si genera nel provino una distribuzione della pressione neutra variabile, del valore massimo stabilito sulla faccia inferiore, a zero sulla faccia superiore, con andamento parabolico coincidente all'incirca con l'isocrona  $T = 0,08$  della teoria di TERZAGHI.

Nella fig. 1 sono poste a confronto le distribuzioni delle pressioni neutre relative ad una prova edometrica convenzionale e ad una prova edometrica a gradiente controllato.

In ogni istante durante la prova a gradiente controllato le pressioni effettive possono essere facilmente calcolate in base ai valori delle pressioni totali applicate e delle pressioni neutre ricavabili dal diagramma parabolico.

Pertanto, per la costruzione dei diagrammi cedimenti-tempo può utilizzarsi un numero illimitato di punti.

Con le prove a gradiente controllato, il coefficiente di consolidazione  $c_v$  può

(1) *Controlled gradient consolidation test - Discussion* by RAKSHWAR N. BHASIN and CARLO VIGGIANI - Journal of Soil Mechanics and Foundation Division, A.S.C.S., S.M. 6, Novembre 1969.

essere calcolato direttamente mediante la semplice formula

$$c_v = \frac{\partial \sigma}{\partial t} \frac{H^2}{2\Delta u}$$

Lo schema dell'apparecchio è illustrato nella fig. 2. Il provino (a), montato nell'anello edometrico (b) è posto nella camera (c) dove può essere applicata una pressione neutra che provoca

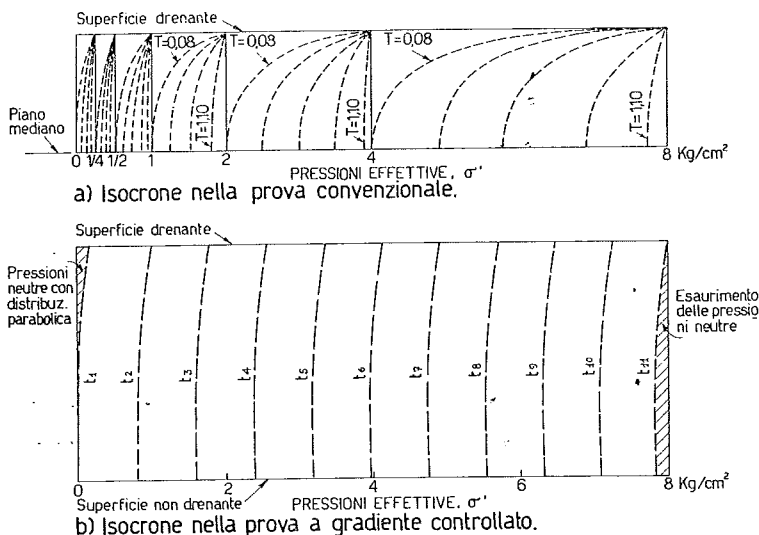
bazione (e) passa nel serbatoio (f). Attraverso la piastra porosa inferiore (g) non è consentito il drenaggio dell'acqua.

La prova viene eseguita applicando gradualmente la pressione neutra nella camera (c) mediante il regolatore (h); quindi viene applicato il carico al provino incrementando la pressione nella camera (i). Nel medesimo istante si incrementa la pressione neutra nel provino ed allorché questa raggiunge in corrispondenza della faccia inferiore un valore prestabilito, questo viene mantenuto costante a mezzo dei dispositivi (k) e (l) collegati mediante la tubazione (j).

La differenza di pressione neutra tra la faccia inferiore e quella superiore provoca espulsione dell'acqua di porosità verso l'alto con conseguente consolidazione del provino.

Mentre il provino consolida, la pressione neutra alla base tende a diminuire; interviene allora il dispositivo (l) provocando un incremento di carico sul provino in misura tale di riportare la pressione neutra alla base al valore prestabilito.

I valori delle pressioni totali nella camera (i) vengono rilevati con il manometro (m). La differenza di pressione neutra tra le facce inferiore e su-



in cui  $\frac{\partial \sigma}{\partial t}$  è l'incremento nel tempo

della pressione totale applicata, H lo spessore del provino e  $\Delta u$  la pressione neutra alla base.

Per il calcolo del coefficiente di permeabilità  $k$  si applica la nota espressione:

$$k = \frac{c_v \gamma_w a_v}{1 + a}$$

in cui  $\gamma_w$  è il peso specifico dell'acqua e  $a_v = \frac{\partial e}{\partial \sigma'}$ , è la variazione che subisce l'indice di porosità in funzione della pressione effettiva.

La velocità di deformazione del provino non può essere prestabilita; tuttavia, adottando differenti valori delle pressioni neutre alla base possono ottenersi diversi valori della velocità di deformazione.

L'apparecchio per le prove a gradiente controllato deriva da una modifica dell'edometro per prove in ambiente sotto pressione costruito dall'Anteus Corp. di Mount Vernon N. Y. (2).

la saturazione del campione.

La piastra porosa (d) sulla faccia superiore del provino consente il drenaggio dell'acqua che attraverso la tu-

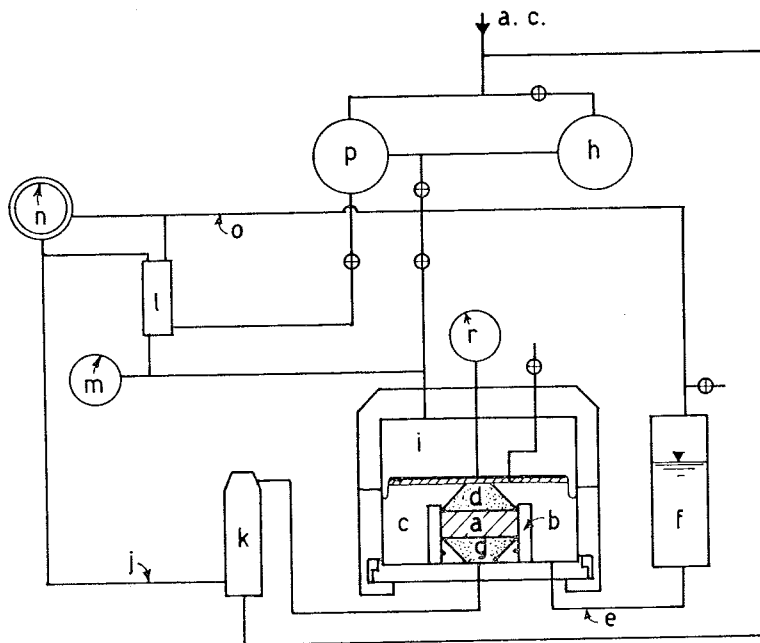


Fig. 2. - Schema dell'edometro per prove a gradiente controllato.

(a) provino; (b) anello edometrico; (c) camera della pressione neutra; (d) piastra porosa superiore; (e) tubazione; (f) serbatoio acqua; (g) piastra porosa inferiore; (h) regolatore della pressione neutra; (i) camera della pressione totale; (j) tubazione; (k) dispositivo di controllo della pressione neutra; (l) regolatore della pressione totale; (m) manometro della pressione totale; (n) manometro differenziale; (o) tubazione; (p) regolatore; (r) comparatore.

(2) Cfr. F. DOLCIMASCOLO, *Prove edometriche in ambienti sotto pressione*. Recensione della nota: J. Lowe, P. E. Zaccheo e H. S. Feldmann, *Consolidation tests with back pressure*. Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, A.S.C.E., Vol. 90, S.M. 5 settembre 1964.

periore del provino viene controllata con il manometro differenziale (n). I cedimenti del provino vengono misurati dal comparatore (r).

Per l'esecuzione delle prove viene applicata la pressione neutra nella camera (c) e si attende che si raggiungano condizioni di equilibrio nel provino. Quindi si registrano il dispositivo (1) al valore prestabilito della pressione neutra differenziale tra la faccia inferiore e superiore del provino ed il regolatore della pressione totale (p) al valore massimo prescelto.

All'inizio delle prove vengono annotate le letture al manometro differenziale ed al comparatore; successivamente, si chiude la valvola equilibratrice e si apre la valvola della pressione totale; quindi vengono rilevate le

letture ai manometri ed al comparatore.

Le letture possono essere effettuate a qualsiasi intervallo di tempo; in principio si adottano generalmente intervalli di circa un minuto primo e poi intervalli di 10 e 20 minuti primi.

Allorchè viene raggiunta la massima pressione totale, questa rimane costante ed ha inizio la dissipazione della pressione neutra differenziale esistente tra le due facce del provino. Durante quest'ultima fase vengono rilevate letture al manometro differenziale ed al comparatore, i cui dati forniscono indicazioni essenziali sull'andamento nel tempo della consolidazione secondaria.

Nella nota gli Autori riferiscono anche in merito ai risultati di alcune prove di confronto, eseguite con l'edometro convenzionale e con il nuovo appa-

recchio, su un campione di argilla.

I risultati, elaborati in diagrammi cedimenti-tempo, indicano che, mantenendo pressochè eguali le velocità di deformazione, non si hanno apprezzabili differenze fra i due tipi di prove. Si può anzi osservare che il diagramma del coefficiente di consolidazione in funzione della pressione effettiva rilevato con la prova edometrica a gradiente controllato si presenta più regolare degli analoghi diagrammi determinati mediante i dati della prova convenzionale.

Gli Autori notano, infine, che ponendo in diagramma i valori delle pressioni totali applicate in funzione del tempo, si ottengono due rami rettilinei che si intersecano in corrispondenza del valore della pressione di preconsolidazione.

(*Francesco Dolcimascolo*)