

Note tecniche

Le prime applicazioni degli isotopi radioattivi nel campo delle misure geotecniche

Se problemi di ordine tecnico ed economico si frappongono ancora al pratico e generale impiego dell'energia atomica come fonte di energia termica, elettrica o meccanica, vi è peraltro un settore in cui i progressi compiuti nel campo nucleare già consentono applicazioni pratiche semplici ed economicamente assai più convenienti dei sistemi tradizionali. E' questo il settore degli isotopi radioattivi che hanno già trovato vastissimo impiego nel campo industriale, fisico, medico, agricolo e sanitario.

Degli elementi chimici di cui si conosce l'esistenza solo pochi sono naturalmente radioattivi; è noto però che sottoponendo molti degli elementi stabili ad un bombardamento di neutroni in una pila atomica, la composizione del loro nucleo atomico varia ed essi si trasformano in elementi instabili, cioè radioattivi. Finora con questo sistema sono stati prodotti oltre 150 tipi di isotopi radioattivi, cioè elementi radioattivi che si differenziano per il diverso numero di neutroni presenti nel nucleo, ma che occupano lo stesso posto nel sistema periodico degli elementi.

L'importanza di queste sostanze dal punto di vista tecnico consiste principalmente nel fatto che le radiazioni che esse emettono possono essere seguite, captate e misurate mediante speciali strumenti rivelatori, come ad esempio il noto contatore GEIGER-MÜLLER. Inoltre le radiazioni hanno la proprietà di impressionare le lastre fotografiche e di rendere i gas conduttori di elettricità.

Nel campo tecnico le proprietà degli isotopi radioattivi vengono sfruttate principalmente in quattro settori: la radiografia, l'analisi dei percorsi, la sterilizzazione, le misurazioni. E' in questo ultimo settore, quello delle misure, che gli isotopi radioattivi hanno trovato la loro applicazione più evidente e che presenta per noi il maggiore interesse.

La variazione di intensità che un pennello di raggi subisce nell'attraversare un dato mezzo dipende dalle caratteristiche iniziali dei raggi e dalle proprietà del mezzo che li assorbe. Questa legge fisica si esprime con la formula:

$$I = I_0 e^{-\mu x}$$

dove I_0 è l'intensità iniziale dei raggi, I l'intensità dei

raggi dopo il passaggio attraverso il mezzo in esame, x lo spessore del mezzo e μ un coefficiente di assorbimento. Nota l'intensità iniziale I_0 e misurata con un contatore GEIGER l'intensità I , è possibile risalire allo spessore del mezzo tramite un'opportuna taratura.

Nel campo della Geotecnica questi moderni metodi di misura sono stati introdotti solo recentemente. La messa a punto della tecnica sperimentale è stata iniziata dagli americani (1) già da qualche anno.

In Europa la prima applicazione degli isotopi radioattivi alla misura del peso dell'unità di volume e del contenuto d'acqua delle rocce sciolte si deve al prof. LORENZ dell'Università di Berlino.

In pratica la determinazione del peso dell'unità di volume si esegue, nella generalità dei casi, prelevando in sito dei campioni intatti e sottoponendoli in laboratorio ad una serie di operazioni per la determinazione del peso e del volume. Senonchè con questo metodo, a prima vista semplice, occorre sormontare spesso delle difficoltà notevoli; a parte il disturbo del provino dovuto alle operazioni di prelievo, la determinazione del volume non è agevole specialmente nel caso dei materiali incoerenti ed in particolare nei materiali a grana grossa.

Un altro metodo largamente usato è quello cosiddetto della sabbia calibrata; questo consiste nel risalire dal peso di una sabbia standard al suo volume, quando sia stata determinata in precedenza una relazione tra il peso ed il volume per determinate condizioni di posa in opera della sabbia. Questo metodo è però applicabile solamente quando le misure vengono eseguite al piano di campagna o al fondo di scavi ben accessibili.

Il nuovo metodo di misura proposto dal Prof. LORENZ viene quindi effettivamente a colmare una lacuna in questo settore; esso è stato perciò oggetto di particolare interesse al congresso di Geotecnica di Stoccarda dell'ottobre 1954, dove lo stesso LORENZ ha presentato una interessante comunicazione sui primi risultati raggiunti (2).

(1) BELCHER, CUYKENDALL, SACK: Tech. Develop. Rep. U.S. Civ. Aeron., n. 127, 1950.

Use of radioisotopes in Soil Mechanics - A.S.T.M. Spec. Techn. Publ., n. 134, febbraio 1953.

(2) LORENZ H.: Über die Messung der Lagerungsdichte des Baugrundes mittels radioaktiver Isotopen - Baugrundtagung 1954, Stuttgart.

L'apparecchio adoperato in queste misure consiste schematicamente in una sorgente di raggi γ , rappresentata da un isotopo radioattivo, e da un contatore GEIGER-MÜLLER per la ricezione dei raggi; il provino viene interposto tra la sorgente e il contatore. Le prime misure sono state effettuate rilevando l'intensità dei raggi che raggiungevano il contatore dopo aver attraversato un provino di noto peso dell'unità di volume.

Fin dall'inizio è stato possibile scoprire una ben definita relazione tra l'intensità dei raggi (numero di impulsi al minuto) ed il peso dell'unità di volume del provino. Questa relazione è riportata nella figura 1; i punti sperimentali oscillano entro la ristretta fascia a tratteggio, ma si discostano poco dalla retta disegnata a tratto continuo.

I materiali su cui sono state eseguite le misure sono una ghiaia ed una sabbia di quarzo asciutte; secondo LORENZ, però, si ottengono gli stessi risultati qualunque sia la natura del materiale di cui è costituito il provino, a parità di peso dell'unità di volume. L'approssimazione della misura è dell'ordine del 0,5-1%.

Nel ripetere le esperienze su materiali con un certo contenuto d'acqua LORENZ ha potuto ancora constatare che lo strumento non è in grado di distinguere la fase solida dalla fase liquida: in altre parole i raggi γ vengono in egual misura assorbiti dall'acqua e dai granelli, e lo strumento, pur rilevando il peso dell'unità di volume del complesso, è incapace di indicare se esso corrisponde, ad esempio, ad un materiale asciutto di bassa porosità ovvero ad un materiale umido di porosità più elevata. Le stesse considerazioni valgono se si adottano nella misura raggi γ di differenti energie.

Per risolvere il problema in modo completo occorre quindi determinare sperimentalmente un'altra variabile, ad esempio il contenuto di acqua, e a questo scopo non era possibile, per la ragione su esposta, valersi dello stesso strumento di misura.

Nel frattempo gli studi americani condotti dal Prof. BELCHER della Cornell University, avevano mostrato la possibilità di rivelare la presenza dell'acqua sottoponendo il provino ad un bombardamento di neutroni; lo scontro dei neutroni con le molecole di acqua

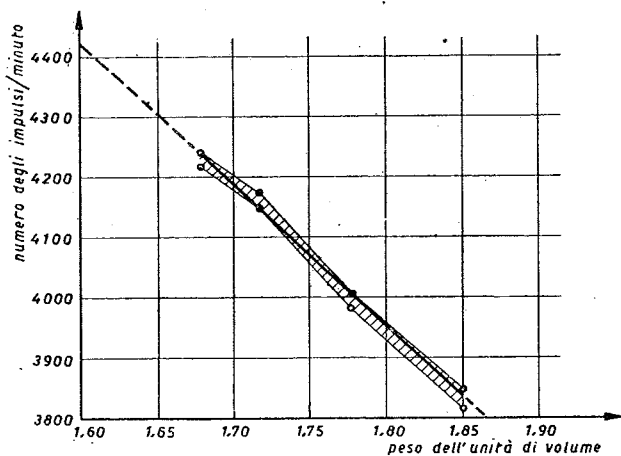


Fig. 1 - Relazione sperimentale tra il peso dell'unità di volume ed il numero degli impulsi-minuto al contatore Geiger-Müller. La misura viene eseguita bombardando il provino con i raggi X emessi da un elemento radioattivo.

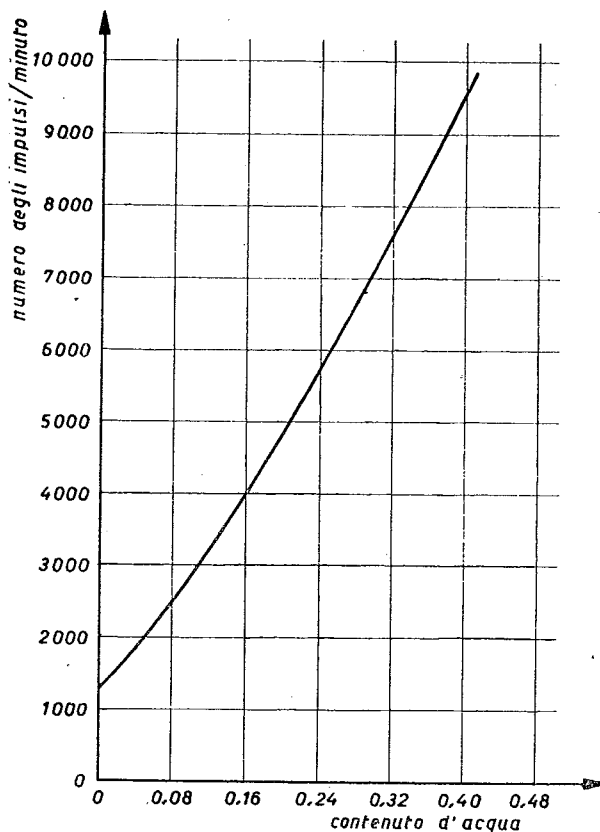


Fig. 2 - Relazione sperimentale tra il contenuto d'acqua ed il numero degli impulsi-minuto al contatore Geiger-Müller. La misura viene eseguita per via indiretta bombardando il provino con neutroni.

rallenta la velocità dei primi, che possono venire ricaptati sotto forma di neutroni lenti.

L'apparecchio costruito in America è costituito quindi schematicamente da una sorgente di neutroni e da uno strumento per captare i neutroni lenti; poiché non esiste un mezzo per registrare direttamente la presenza dei neutroni lenti, lo strumento ricevitore è meno semplice di un contatore GEIGER per raggi γ . La misura viene effettuata per via indiretta: i neutroni rendono radioattiva una lastra spalmata di boro e provocano così l'emissione dei raggi γ ; questi raggi γ vengono a loro volta registrati da un comune contatore GEIGER.

Questa esperienza richiede la messa a punto di strumenti meno semplici dei precedenti, ma il metodo presenta però il grande vantaggio di consentire una separazione quantitativa fra la fase liquida e la fase solida; il contenuto d'acqua può essere determinato con la stessa approssimazione con la quale viene determinato il peso dell'unità di volume mediante i raggi γ .

Nella figura 2 è riportata la relazione sperimentale esistente tra il numero degli impulsi al minuto ed il contenuto d'acqua del provino; è interessante osservare che qui il numero degli impulsi cresce all'incirca linearmente con il contenuto d'acqua, mentre nell'esperienza con i raggi γ (vedi fig. 1) il numero degli impulsi diminuiva al crescere del peso dell'unità di volume.

Applicando i criteri di misura innanzi esposti il Dr. H. NEUBER (3) ha realizzato presso il Grundbau-Institut der Technischen Universität di Berlino una doppia cella per la misura del peso dell'unità di volume e del contenuto d'acqua di una roccia sciolta. Questa cella è già stata provata con successo.

In Francia (4) è stata effettuata un'indagine notevolmente approfondita sullo stesso argomento, ma con speciale riferimento alla misura del peso dell'unità di volume dei calcestruzzi ed alla misura del contenuto d'acqua degli impasti. Gli strumenti adoperati in queste misure non differiscono nel complesso da quelli messi a punto dagli studiosi americani e tedeschi; in Francia sono stati effettuati però degli studi più approfonditi sui vari errori sperimentali da cui può essere affetta la misura.

Secondo i dati forniti dai ricercatori francesi l'approssimazione nella misura del peso dell'unità di volume può essere compresa tra 1 ÷ 2%, mentre il contenuto d'acqua può essere misurato con l'approssimazione del 2%. Il campo di contenuto d'acqua

esplorato si estende all'incirca da 50 a 350 gr/dm³ (grammi d'acqua per ogni dm³ di impasto). L'errore di misura non è risultato costante entro tutto l'intervallo; l'errore minimo si verifica con un contenuto d'acqua di impasto intorno a 150 gr/dm³.

Nel concludere questa breve esposizione notiamo che, mentre da una parte le indagini di carattere generale sullo sviluppo di questi nuovi metodi di misura, cui abbiamo accennato, sembrano aprire oggi tutta una nuova serie di possibilità alla Geotecnica sia nell'ambito del laboratorio che nelle applicazioni pratiche, occorre tener presente dall'altra che, affinché il metodo risulti veramente utile, occorre determinare con indagini più esaurienti l'influenza di alcuni parametri più propriamente geotecnici, tra i quali la natura del materiale e la distribuzione granulometrica.

Una volta che siano state compiute queste indagini di dettaglio, gli strumenti descritti consentiranno ad esempio, di effettuare con precisione la misura della porosità nell'intorno di un punto generico del terreno e di riconoscere l'effettivo andamento di superfici di rottura in corrispondenza delle quali i valori della porosità risultano discontinui.

Queste ricerche hanno una grande importanza sia dal punto di vista strettamente concettuale che da quello pratico ed i metodi di misura basati sulla fisica nucleare potrebbero effettivamente nel futuro essere di grande ausilio nella risoluzione di questi particolari problemi geotecnici.

Dott. Ing. R. Jappelli

(3) NEUBER H.: Zur praktischen Anwendung atomphysikalischer Strahlungen im Bauwesen unter besonderer Berücksichtigung der Baugrunduntersuchungen - Baumaschine u. Bautechnik - H. 8, 1954, pag. 179-180.

(4) BROCARD M. J.: Application des isotopes radioactifs à la mesure de la densité et de la teneur en eau des matériaux et des sols. Ann. Inst. Techn., maggio 1955.

L'INGEGNERE

RIVISTA TECNICA MENSILE

Direttore: MARIO PANTALEO

Organo Ufficiale dell'Associazione Nazionale Ingegneri e Architetti Italiani (A. N. I. A. I) — La Rivista a cui lo Stato ha concesso il maggior contributo assegnato alla stampa

IL CALORE

RIVISTA TECNICA MENSILE

Direttore: FRANCESCO ROMA

Organo Ufficiale dell'Associazione Nazionale per il Controllo della Combustione (A. N. C. C.)

INGEGNERIA SANITARIA

RIVISTA TECNICA BIMESTRALE

Direttore: GIROLAMO IPPOLITO

Organo dell'Associazione Nazionale di Ingegneria Sanitaria

EDIZIONI



MILANO

ISTITUTO PROPAGANDA INTERNAZIONALE: Via Tadino 62. MILANO - Telef. 278.130; 222.855

FILIALE DI ROMA - VIA CIVININI 37, TEL. 878.816