

**Sforzi intergranulari in un materiale sciolto.**

DANTU P.: *Etude statistique des forces intergranulaires dans un milieu pulverulent*. Geotechnique, vol. XVIII, 1, 1968.

Nella meccanica dei sistemi multifase si rinuncia, di regola, alla valutazione degli sforzi che i singoli grani si trasmettono in corrispondenza delle superfici di mutuo contatto e si introducono sollecitazioni fittizie, le pressioni effettive o efficaci, equivalenti ai fini geotecnici. Questo procedimento, che consente sostanziali semplificazioni negli sviluppi della teoria, può considerarsi del tutto soddisfacente nella quasi totalità delle applicazioni. Ciononostante, l'interesse degli studiosi si è anche rivolto negli ultimi tempi alla ricerca della reale distribuzione degli sforzi nell'interno dei singoli grani. Il problema presenta un interesse, che non è solo scientifico, ma ha evidenti riflessi applicativi in casi particolari, come, ad esempio, per l'esame del comportamento meccanico di un materiale costituito di uno scheletro solido con grani piuttosto fragili.

L'A. della presente memoria richiama i principi di una teoria già proposta da uno suo collaboratore [WEBER, 1966] per la valutazione degli sforzi intergranulari indotti da una sollecitazione esterna in un ammasso di grani di dimensioni e forma qualsiasi, immersi in aria.

Nel caso particolare di un ammasso isotropo di grani sferici sottoposto ad una sollecitazione esterna uniformemente applicata di intensità  $p$ , la teoria, che poggia su considerazioni statistiche, fornisce la seguente relazione fra la  $p$  e gli sforzi intergranulari:

$$(1) \quad p = \frac{1}{3V} \sum r^{(c)} d^{(c)}$$

in cui  $V$  è il volume totale dell'ammasso,  $r^{(c)}$  la componente normale dello sforzo intergranulare che si trasmette fra due grani generici e  $d^{(c)}$  la distanza intercorrente fra i centri dei grani medesimi; la sommatoria è estesa a tutti i mutui contatti, in numero di  $c$ , esistenti tra i granelli dell'ammasso. L'espressione è valida purchè l'ammasso sia costituito di un numero sufficientemente grande di grani.

Per una conferma della (1), l'A. ha effettuato una serie di originali misure degli sforzi  $r^{(c)}$  che reciprocamente si trasmettono grani sferici disposti in un ammasso sollecitato da una pressione esterna uniformemente distribuita.

Il principio su cui si basano le misure è relativamente semplice. Le sfere sono costituite di un materiale sintetico, che diviene molle, pur restando perfettamente elastico, alla temperatura di circa 85° C. L'ammasso di sfere, contenuto in una membrana di gomma, viene sottoposto ad un vuoto interno parziale, in modo da determinare una nota sollecitazione totale esterna di compressione sull'ammasso medesimo; si introduce poi il campione in una stufa alla temperatura innanzi indicata lasciandovelo per circa 24 ore. Una volta riportato il campione a temperatura ambiente ciascuna sferetta conserva la impronta della deformazione circolare impressa sulla sua superficie nei punti di contatto con le sfere vicine. La semplice misura del diametro di queste areole consente di risalire agli sforzi mediamente trasmessi a tali superfici a mezzo della nota formula di Hertz:

$$\frac{\varnothing}{2} = \sqrt[3]{\frac{3\pi}{4} \frac{P(k_1 + k_2)R_1R_2}{R_1 + R_2}}$$

dove  $\varnothing$  è il diametro dell'areola circolare di contatto,  $R_1$  e  $R_2$  i raggi delle due sfere e  $P$  l'intensità della forza intergranulare;  $k_1$  e  $k_2$  sono coefficienti che dipendono dalle sole costanti elastiche del materiale delle sfere. Nel caso in esame:

$$k_1 = k_2 = \frac{1 - \nu^2}{\pi E}$$

Dopo opportuna taratura, ottenuta comprimendo con una forza nota due sfere a contatto, l'A. ha proceduto alla valutazione degli sforzi intergranulari con il metodo innanzi esposto, su di un insieme di 2000 sfere, una metà delle quali aveva un diametro di mm 32, le rimanenti di mm 25, sottoposto ad una pressione esterna di 0,2 kg/cmq.

La misura delle impronte è stata eseguita su 87 sfere, rilevando complessivamente 522 areole di contatto. Il numero dei contatti su ogni sferetta è risultato variabile all'incirca da 3 a 10, in media 6.

I valori più frequenti degli sforzi misurati sono compresi fra 1 ÷ 1,5 kg fino ad un massimo di 2,8 kg.

Dal confronto con questi risultati sperimentali l'A. deduce favorevoli conclusioni sull'attendibilità della teoria proposta per il calcolo degli sforzi intergranulari.

(Ruggiero Jappelli)

WEBER J. [1966] - *Recherches concernant les contraintes intergranulaires dans les milieux pulverulents. Application aux lois de similitude dans les études sur modèles réduits de problèmes de mécanique des sols pulverulents*. Bull. de Liais. Ponts et Chaussées, 20.