SOL

Systèmes d’Essais Triaxiaux



Essai Non Consolidé Non Drainé (UU)

Dans l’essai triaxial Non Consolidé Non Drainé (UU), les éprouvettes de sol — supposées entièrement saturées avant l’essai — sont placées dans une cellule triaxiale et soumises à une pression de confinement isotrope appliquée par un fluide. Une fois l’éprouvette positionnée dans la cellule triaxiale, la pression de cellule est portée à une valeur prédéterminée au moyen de l’unité de régulation à pression constante. L’éprouvette est ensuite sollicitée jusqu’à la rupture par l’application d’une contrainte axiale à une vitesse de déformation axiale constante.

Dans cette méthode d’essai, ni la consolidation ni le drainage ne sont autorisés. Par conséquent, la structure initiale du sol ainsi que sa teneur en eau naturelle demeurent inchangées tout au long de l’essai. Les pressions interstitielles et la contre-pression ne sont pas mesurées ; les résultats sont donc interprétés exclusivement en termes de contraintes totales sous la pression de confinement appliquée.

Les essais UU sont généralement réalisés sur trois éprouvettes issues du même échantillon de sol, chacune étant soumise à une pression de confinement différente. Étant donné que toutes les éprouvettes sont supposées saturées, la résistance au cisaillement non drainée mesurée est attendue comme étant similaire pour l’ensemble des essais.

Les résultats sont présentés sous forme de courbes représentant la différence des contraintes principales en fonction de la déformation axiale. À l’état correspondant à la différence maximale des contraintes principales — considérée comme l’état de rupture — des cercles de Mohr sont tracés en contraintes totales. La résistance au cisaillement non drainée moyenne est alors déterminée et une enveloppe de rupture (enveloppe de Mohr) est tracée tangentiellement aux cercles de Mohr afin d’obtenir la cohésion non drainée (c_u) et l’angle de frottement interne non drainé (φ_u).

Essais Consolidé Non Drainé (CU) et Consolidé Drainé (CD)

Les paramètres de résistance effectifs au pic, à savoir la cohésion effective (c′) et l'angle de frottement interne effectif (φ′), peuvent être déterminés soit à partir d'essais triaxiaux Consolidé Non Drainé (CU) avec mesure de la pression interstitielle, soit à partir d'essais triaxiaux Consolidé Drainé (CD). Ces essais sont généralement réalisés en plusieurs étapes successives comprenant la saturation, la consolidation et le cisaillement de trois éprouvettes provenant du même échantillon de sol.

Phase de saturation

La phase de saturation vise à garantir que le fluide interstitiel contenu dans l'éprouvette ne renferme pas d'air piégé. La saturation est généralement obtenue par l'application d'une contre-pression élevée, favorisant la dissolution de l'air présent dans les pores du sol. La contre-pression, représentant une pression interstitielle imposée, est appliquée via un dispositif de mesure des variations de volume relié à la partie supérieure de l'éprouvette. Simultanément, une pression de cellule légèrement supérieure est appliquée afin de maintenir un confinement effectif.

La pression de cellule et la contre-pression sont augmentées de manière incrémentale, en laissant le temps nécessaire à l'égalisation des pressions à chaque palier. Le degré de saturation est évalué à l'aide du paramètre de pression interstitielle de Skempton (B), défini par :

où **Δu** représente la variation de la pression interstitielle résultant d'une variation $\Delta\sigma_3$ de la pression de cellule. Pour un sol parfaitement saturé, la valeur de B tend vers 1. La plupart des normes d'essai exigent une valeur $B \geq 0{,}95$ avant de considérer l'éprouvette comme totalement saturée et d'entamer la phase de consolidation.

Phase de consolidation

La phase de consolidation d'un essai triaxial en contraintes effectives remplit deux objectifs principaux. Premièrement, trois éprouvettes sont consolidées sous différentes pressions de confinement effectives afin d'obtenir des niveaux de résistance distincts, conduisant à des cercles de Mohr en contraintes effectives bien espacés à la rupture. Deuxièmement, les résultats de la consolidation sont utilisés pour déterminer la vitesse de chargement appropriée et le temps minimal jusqu'à la rupture lors de la phase de cisaillement.

La pression de consolidation effective, définie comme la différence entre la pression de cellule et la contre-pression, est généralement augmentée d'un facteur deux entre les éprouvettes. La pression intermédiaire est habituellement choisie de manière à représenter la contrainte verticale effective in situ. Pendant la consolidation, les variations de volume sont mesurées à l'aide d'un dispositif de mesure des variations de volume connecté à la ligne de contre-pression. La pression interstitielle est mesurée à la base de l'éprouvette, tandis que le drainage s'effectue par une pierre poreuse située au sommet de l'éprouvette.

Le coefficient de consolidation (c_v) des sols cohésifs peut être déterminé en traçant la variation de volume en fonction de la racine carrée du temps. Théoriquement, les 50 % initiaux de la consolidation apparaissent sous forme d'une relation linéaire sur ce graphique. Cette droite est extrapolée jusqu'à l'intersection avec la ligne horizontale représentant 100 % de consolidation, et le temps correspondant à cette intersection (désigné $\mathbf{t_{100}}$ par Bishop et Henkel) est utilisé pour le calcul du coefficient de consolidation.

Essai Consolidé Non Drainé (CU) – Phase de cisaillement

Une fois la consolidation achevée, l'éprouvette est isolée de la ligne de contre-pression et la vitesse de déplacement vertical du plateau de chargement est réglée en fonction des caractéristiques de consolidation. Durant la phase de cisaillement, la charge axiale est appliquée par le vérin de chargement et les mesures de déformation axiale, de charge appliquée et de pression interstitielle sont enregistrées à intervalles réguliers.

Les données enregistrées permettent de tracer les courbes de la différence des contraintes principales ($\sigma_1 - \sigma_3$) et de la pression interstitielle en fonction de la déformation axiale. La rupture est généralement définie comme le point correspondant à la différence maximale des contraintes principales. Des cercles de Mohr en contraintes effectives sont alors tracés à la rupture pour chaque éprouvette consolidée sous des pressions effectives différentes. Une droite tangente à ces cercles définit l'enveloppe de résistance effective, à partir de laquelle sont déterminés les paramètres c' et φ'.

Essai Consolidé Drainé (CD)

L'essai triaxial Consolidé Drainé (CD), incluant la mesure des variations de volume de l'éprouvette pendant la phase de cisaillement, est réalisé selon une procédure similaire à celle de l'essai CU. Toutefois, durant la phase de cisaillement, la ligne de contre-pression reste connectée à l'éprouvette et le chargement axial est appliqué à une vitesse suffisamment faible afin d'assurer un drainage complet et d'éviter le développement de pressions interstitielles excessives.

En raison de l'exigence de drainage complet, la phase de cisaillement d'un essai triaxial drainé est généralement beaucoup plus longue que celle d'un essai non drainé avec mesure de la pression interstitielle. En pratique, la durée de la phase de cisaillement d'un essai CD est en général 7 à 15 fois plus longue que celle d'un essai CU comparable.

À l'issue du cisaillement, les résultats sont présentés sous forme de courbes montrant la différence des contraintes principales et la variation de volume en fonction de la déformation axiale. Des cercles de Mohr sont tracés aux conditions de rupture et une enveloppe de rupture drainée est définie. À partir de cette enveloppe sont déterminés les paramètres de résistance drainée, à savoir la cohésion drainée ($c'd$) et l'angle de frottement interne drainé ($\varphi'd$).

Les systèmes d'essais triaxiaux capables de réaliser les essais CD, CU et UU sont entièrement pilotés par ordinateur. Les valeurs mesurées au cours des essais sont automatiquement enregistrées et transférées vers un ordinateur, où le traitement et l'analyse des données sont effectués à l'aide d'un logiciel triaxial dédié fonctionnant sous

l’environnement Windows. L’ensemble des données peut être exporté pour une exploitation complémentaire et l’élaboration de rapports à l’aide de logiciels tableurs standard tels qu’Excel.

Normes Associées

ASTM D2850, D4767, D7181; AASHTO T-297; BS 1377-7, BS 1377-8

Ces Produits Pourraient Vous Intéresser



Extracteur d’échantillons Marshall / CBR / Proctor

PSO-115



Compacteur automatique de sol

PSO-100



Châssis Universel Multifonction Servo-Contrôlé 50 kN

PSO-220.3

Découvrez le Produit sur Notre Site Web

Pour accéder aux détails techniques mis à jour, aux images et aux documentations de ce produit, vous pouvez scanner le code QR à droite avec l'appareil photo de votre smartphone ou visiter directement notre site web.