

Code Produit

Systèmes d'essai triaxiaux

Normes

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



La détermination des propriétés mécaniques des sols est une étape très importante pour concevoir des fondations, des remblais et d'autres structures de sol. Les constructions de bâtiments, les excavations, les tunnels et applications similaires ont plusieurs effets sur les structures du sous-sol et ces effets sont simulés avec succès avec des essais triaxiaux où la relation contrainte-déformation d'un échantillon de sol non remanié est étudiée en soumettant l'échantillon de sol à différents niveaux de contrainte et conditions de drainage.

Le système d'essai triaxial UTEST fournit des tests de compression triaxiaux automatisés sur des échantillons de sol cylindriques non

remaniés et remoulés. Les tests de compression non consolidés non drainés (UU), consolidés drainés (CD) et consolidés ~~être~~ drainés (CU) peuvent automatiquement exécutés, contrôlés et signalés à l'aide de cet appareil.

Configuration de test triaxial UU uniquement

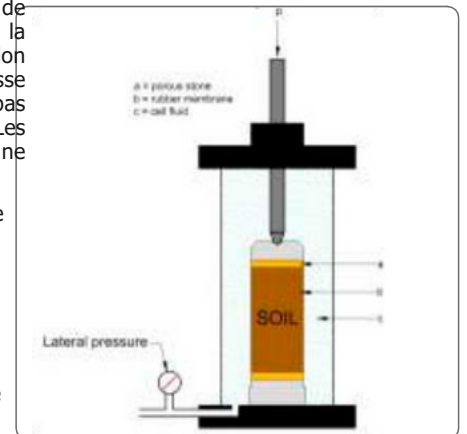
Essai en conditions non-consolidées et non-drainées (UU)

Pour l'essai UU, les éprouvettes (supposées saturées avant essai) sont soumises à une pression de fluide de confinement dans une enceinte triaxiale. Une fois l'échantillon placé dans la cellule, la pression de la cellule est amenée à la valeur déterminée à l'aide de la valve de l'unité de pression latérale, et l'éprouvette est amenée à la rupture par la pression verticale créée en utilisant une vitesse de déformation verticale constante. Les processus de saturation et de consolidation ne sont pas appliqués afin de ne pas modifier la structure d'origine et la teneur en eau de l'échantillon. Les pressions interstitielles et les contre-pressions ne sont pas mesurées lors de cet essai et les résultats ne peuvent donc être interprétés qu'en termes de contrainte totale.

Ces essais sont généralement réalisés sur trois éprouvettes du même type, soumises à des pressions de confinement différentes.

Étant donné que tous les échantillons de sol sont censés être saturés, la contrainte de cisaillement est similaire pour tous les tests.

Les résultats de l'essai sont tracés sous forme de courbes de différence de contrainte principale en fonction de la déformation. Pour les conditions de différence de contrainte principale maximale (prise comme rupture), les cercles de Mohr sont tracés en termes de contrainte totale. La résistance moyenne au cisaillement non drainé est enregistrée et l'enveloppe de rupture (Mohr) est tracée tangentiellement aux cercles de Mohr afin de trouver "l'intersection de cohésion non drainée" et "l'angle de résistance au cisaillement" non drainé.



Essai en conditions consolidées et non-drainées (CU) & Essai en conditions consolidées drainées (CD) Les paramètres de résistance effective

maximale (c' , cohésion et ϕ' , angle de frottement) peuvent être déterminés soit à partir des résultats d'essais de compression triaxiale consolidée non drainée (CU) avec mesure de la pression interstitielle, soit à partir d'essais de compression triaxiale consolidée drainée (CD). Les essais triaxiaux consolidés non drainés/drainés sont normalement réalisés en plusieurs étapes, impliquant la saturation, la consolidation et le cisaillement successifs de chacune des trois éprouvettes.



Configuration typique du système de test triaxial pour les essais UU-CU-CD

La saturation est effectuée afin de s'assurer que le fluide interstitiel dans l'échantillon ne contient pas d'air libre.

La saturation est normalement effectuée en laissant les échantillons à une contre-pression élevée afin que l'air dans les interstices soit dissous dans l'eau. La contre-pression (qui est simplement une pression interstitielle imposée) est appliquée à travers une unité de changement de volume au sommet de l'échantillon, tandis qu'une pression cellulaire de valeur légèrement supérieure est également appliquée.

La pression et la contre-pression de la cellule sont normalement augmentées par incréments, ce qui laisse du temps pour que l'échantillon atteigne l'équilibre à chaque étape. Le degré de saturation peut être exprimé en termes de paramètre de pression interstitielle de Skempton (Skempton, 1954) :

$$B = \frac{\Delta u}{\Delta \sigma}$$

où la ligne de contre-pression se faisant à travers une pierre poreuse 3

où Δu est égal au changement de pression interstitielle pour un changement de pression cellulaire appliqué de $\Delta \sigma$. Pour un sol idéalement saturé, B est égal à 1. Il est recommandé par plusieurs méthodes d'essai standard qu'une valeur de B supérieure ou égale à 0,95 soit atteinte avant que l'échantillon puisse être considéré comme entièrement saturé et que la phase de consolidation puisse commencer. L'étape de consolidation d'un essai triaxial de contrainte effective est réalisée pour deux raisons. Premièrement,

trois spécimens sont testés et consolidés à trois pressions effectives différentes, afin de donner des spécimens de résistances différentes qui produiront des cercles de Mohr de contrainte effective largement espacés.

Deuxièmement, les résultats de la consolidation sont utilisés pour déterminer le temps minimum jusqu'à la rupture dans l'étape de cisaillement.

Les pressions de consolidation effectives (c'est-à-dire la pression cellulaire moins la contre-pression) sont généralement multipliées par deux entre chaque échantillon. Il est souhaitable que la pression à appliquer sur l'échantillon au milieu soit proche de la contrainte verticale effective au sol.

Lorsque la pression et la contre-pression de la cellule de consolidation sont appliquées à l'échantillon, les lectures de changement de volume sont effectuées à l'aide de l'unité de changement de volume dans la ligne de contre-pression. La pression interstitielle est mesurée à la base de l'échantillon, le drainage recouvrant le dessus de l'échantillon.

Le coefficient de consolidation de l'argile peut être déterminé en traçant le changement de volume en fonction de la racine carrée du temps. Les considérations théoriques indiquent que les premiers 50 % de perte de volume pendant la consolidation doivent apparaître sous la forme d'une ligne droite sur ce graphique. Cette ligne droite est prolongée vers le bas pour couper la ligne horizontale représentant 100 % de consolidation, et l'intersection temporelle à ce point (appelée « t_{100} » par Bishop et Henkel) peut être utilisée pour obtenir le coefficient de consolidation.

Essai en conditions consolidées et non-drainées (CU) :

Une fois la consolidation terminée, l'échantillon doit être isolé de la ligne de contre-pression et de la vitesse de déplacement vertical du plateau de la machine de compression en fonction du résultat de la consolidation. Au cours de la phase de cisaillement, la contrainte verticale est augmentée par le vérin de chargement et les mesures sont réalisés à intervalles réguliers de déformation, de charge verticale et de pression interstitielle. Ceux-ci sont convertis en graphiques de différence de contrainte principale. ($\sigma_1 - \sigma_3$) et la pression interstitielle en tant que fonction de la déformation, et la rupture est normalement considérée comme le point de différence de contrainte principale maximale. Les cercles de Mohr de contrainte effective sont tracés pour les conditions de rupture des trois échantillons qui ont été soumis à des niveaux de consolidation différents, et les paramètres de résistance effective c' (cohésion) et ϕ' (angle de frottement) sont déterminés à partir de l'angle de la ligne tangente à ces cercles et le point d'intersection de l'axe.



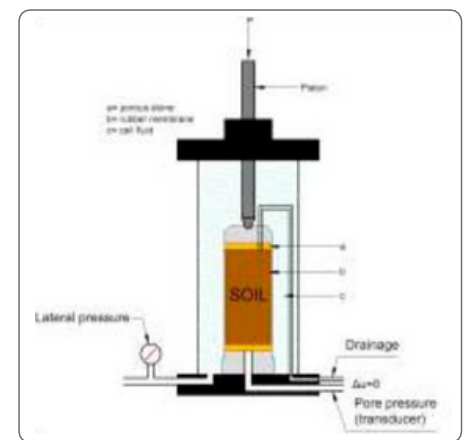
Essai en conditions consolidées drainées (CD) :

L'essai de compression triaxial drainé consolidé, avec mesure de la variation de volume pendant le cisaillement, est effectué dans une séquence similaire à l'essai non drainé consolidé, sauf que la ligne de contre-pression reste ouverte pendant la phase de cisaillement et l'éprouvette est chargée suffisamment lentement pour éviter le développement de surpressions interstitielles.

L'essai triaxial drainé peut prendre 7 à 15 fois plus de temps de cisaillement que l'essai non drainé. Une fois le cisaillement terminé, les résultats sont présentés sur la base de la déformation basée sur la différence de contrainte principale par rapport au changement de volume, et les cercles de Mohr de rupture sont tracés pour donner l'enveloppe de rupture drainée définie par les paramètres cd' et $\phi d'$.

L'équipement triaxial CD-CU-UU est contrôlé par ordinateur, les valeurs de test peuvent être transférées vers l'ordinateur et le traitement des données peut être effectué avec le logiciel Triaxial sur le système d'exploitation Windows. Toutes les données peuvent être utilisées sur des programmes Excel. Les données de charge et les données de déplacement axial sont transférées et enregistrées via l'unité de contrôle U-Touch PRO vers le logiciel.

Trois données de pression (pression cellulaire, contre-pression et pression interstitielle) provenant de la cellule triaxiale et des données de changement de volume sont transférées et enregistrées via l'unité d'interface avec 4 canaux pour l'acquisition de données (UTCU-0320) vers le logiciel.



Configuration typique système pour différents tests (UU-CU-CD)

Code Produit	Description	UU	UU-CU-CD
UTM-0108.SMPR	Machine d'essai électromécanique universelle Multiplex*	1	1
UTGM-1180	Cellule de charge 5 k N, Type S	1	1
UTGM-1190	Cellule de charge 10 kN, Type Pancake**	1	1
UTS-2400	Cellule Triaxiale***	1	1
UTS-2401	Bloc avec une ligne de connexion pour cellules de test triaxiales		
UTS-2405	Transducteur de pression	1	3
UTGM-1420	Système de pression constante d'huile et d'eau	1	3
UTS-2408	Unité de changement de volume automatique	1	2
UTS-2415	Unité d'interface avec 4 canaux pour l'acquisition de données	-	1
UTCU-0320	Logiciel pour effectuer des tests triaxiaux UU	-	1
USOFT-2419	Logiciel pour effectuer des tests triaxiaux CU-CD	1	1
USOFT-2420	Réservoir désaérateur, 7 L. et tuyau	-	1
UTS-1330 and UTGP-1140		1	1

* Livré avec UTGM-1210 cellule de charge 50 kN, UTGM-0064 transducteur potentiométrique linéaire 50 mm avec support (UTM-0114 et UTAS-1060) et plateau de compression inférieur.

** Peut être nécessaire pour échantillons dia. 70-100 mm à haute résistance.

*** Choisissez la cellule adaptée à la taille de l'échantillon (UTS-2400 : échantillons de dia. 38 à 50 mm/UTS-2401 : échantillons de dia. 70 à 100 mm). Pour la cellule et les accessoires de cellule, voir la page "Cellules triaxiales, accessoires de cellule et préparation des échantillons".

Appareil en option qui doit être commandé séparément pour désaérer l'eau, voir la page des "Systèmes de désaération d'eau".