

Étude du comportement oedométrique de l'argile de Boom sous différents états structur

Auteur : Schmets, Pauline

Promoteur(s) : François, Bertrand

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil des constructions, à finalité spécialisée en "civil engineering"

Année académique : 2024-2025

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/23330>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Étude du comportement oedométrique de l'argile de Boom sous différents états structuraux

Promoteur : Bertrand François

Résumé :

L'argile de Boom est étudiée depuis de nombreuses années, notamment dans le cadre du stockage en profondeur de déchets nucléaires, en raison de ses propriétés géotechniques et de sa faible perméabilité. Ce travail de fin d'études a pour objectifs d'analyser le comportement oedométrique de cette argile en fonction de son état structural afin de mieux comprendre l'influence de la structure sur ses propriétés de compressibilité.

Deux types d'état ont été pris en compte : l'état intact, représentant les conditions naturelles in situ, et l'état reconstitué, correspondant à des échantillons remaniés en laboratoire. Les échantillons intacts proviennent de trois profondeurs : en surface (carrière de Rumst), à 223 m et à 350 m de profondeur (laboratoire souterrain HADES). Les échantillons reconstitués, eux, ont été préparés selon trois méthodes distinctes : à sec, avec une teneur en eau inférieure à la limite de liquidité w_L , et sous forme de boue avec une teneur en eau dès lors supérieure à cette limite.

Deux campagnes d'essais ont été réalisées : des essais oedométriques et des essais de porosimétrie au mercure (MIP). Les essais oedométriques à basse pression (jusqu'à 1.6 MPa) ont été menés sur les échantillons reconstitués, tandis que les échantillons intacts ont été testés via des essais à haute pression (jusqu'à 32 MPa), afin de dépasser les contraintes in situ. Les résultats des essais oedométriques ont été normalisés à l'aide de l'index des vides I_v , et comparés aux droites de référence : la droite de compression intrinsèque (ICL), décrivant un sol remanié et saturé sans structure, et la droite de compression sédimentaire (SCL), propre aux sols intacts structurés.

Les résultats montrent des différences notables selon le mode de préparation et la profondeur. La préparation à sec induit une porosité bimodale liée à la présence d'agrégats, qui persiste après saturation et chargement. À l'inverse, la préparation en boue conduit à une structure dispersée, unimodale, sans phase quasi-élastique sur les courbes oedométriques, signe d'un matériau totalement remanié.

Les échantillons intacts de surface présentent une structure altérée, probablement en raison du déconfinement et de l'exposition atmosphérique, ce qui se traduit par une rigidité réduite. En revanche, les échantillons issus de 223 m et 350 m conservent une structure naturelle, leur conférant une bonne résistance à la compression. Cette structure ne disparaît pas totalement sous un chargement à 32 MPa.

Ces observations soulignent l'influence déterminante de la structure initiale sur la réponse mécanique de l'argile de Boom. Elles montrent également que le mode de préparation et la profondeur doivent être pris en compte pour interpréter le comportement oedométrique.

Mots clés : *argile de Boom, comportement oedométrique, porosimétrie, état intact, état reconstitué, microstructure, contrainte de préconsolidation, gonflement.*

Study of the oedometric behavior of Boom Clay under different structural states

Promotor : Bertrand François

Abstract :

Boom Clay has been studied for many years, particularly in the context of deep geological disposal of nuclear waste, due to its geotechnical properties and low permeability. This master's thesis aims to analyze the oedometric behavior of this clay as a function of its structural state, in order to better understand the influence of structure on its compressibility characteristics.

Two structural states were considered : the intact state, representing natural in situ conditions, and the reconstituted state, corresponding to remolded samples prepared in the laboratory. The intact samples were collected at three depths : near the surface (Rumst quarry), at 223 m, and at 350 m depth (HADES underground research laboratory). The reconstituted samples were prepared using three different methods : dry preparation, preparation with a water content below the liquid limit w_L , and preparation as a slurry with a water content above this limit.

Two experimental campaigns were carried out : oedometric tests and mercury intrusion porosimetry (MIP). Low-pressure oedometric tests (up to 1.6 MPa) were performed on the reconstituted samples, while intact samples were tested up to 32 MPa, in order to cover a wide range of stresses and exceed the in situ stress conditions. The oedometric results were normalized using the void index I_v , and compared to two reference lines : the intrinsic compression line (ICL), which represents the behavior of a fully remolded, saturated, structureless clay, and the sedimentary compression line (SCL), which characterizes structured, intact soils.

The results revealed significant differences depending on the sample preparation method and sampling depth. Dry preparation led to a bimodal pore structure caused by the preservation of aggregates, which remained intact after saturation and loading. In contrast, slurry preparation resulted in a dispersed, unimodal structure with no observable quasi-elastic phase in the oedometric curves, indicating a fully remolded material.

Surface intact samples exhibited an altered structure, likely due to stress relief and atmospheric weathering, which translated into reduced stiffness. Conversely, the samples from 223 m and 350 m retained a well-developed natural structure, giving them greater resistance to compression. This structure was not entirely destroyed under loading up to 32 MPa.

These observations highlight the critical role of initial structure in the mechanical response of Boom Clay. They also demonstrate that both the preparation method and the loading history (linked to depth) must be considered when interpreting oedometric behavior.

Keywords : *Boom Clay, oedometric behavior, porosimetry, intact state, reconstituted state, microstructure, preconsolidation stress, swelling.*