Dans le cas d’ouvrages souterrains réalisés dans le sol, la fonction de soutènement est assurée presque entièrement par l’ouvrage lui-même, tandis que dans le cas de massifs rocheux, c’est l’ouvrage et la roche conjugués qui permettront de résister à la redistribution des contraintes dans le terrain.

Par conséquent, pour concevoir un ouvrage souterrain, il convient de prendre en compte les caractéristiques géotechniques du terrain, les contraintes naturelles in-situ et la procédure de construction à suivre. Cela requiert une analyse complexe, qui peut être réalisée de différentes façons, en fonction du niveau d’approximation nécessaire.

Méthodes de conception empiriques

Ces méthodes sont basées sur l’utilisation de différentes classifications géomécaniques : RQD, RMR et Q.

Il existe plusieurs schémas qui établissent une corrélation entre la valeur de RMR, RQD ou Q et les différents éléments de soutènement nécessaires pour garantir la stabilité d’une géométrie donnée.

Ces méthodes ont l’avantage de pouvoir apporter facilement et rapidement une réponse sur la conception du soutènement, mais elles sont empiriques, leurs résultats doivent être considérés comme une grossière approximation, valable uniquement pour des études préliminaires.

Méthodes analytiques : convergence-confinement

Ces méthodes sont basées sur des solutions de forme fermée pour des tunnels de section circulaire dans des terrains qui peuvent être modélisés avec un comportement élastique ou élasto-plastique.

En partant d’hypothèses simplifiées en termes de contraintes naturelles et de géométrie, il est possible de calculer analytiquement la relation entre la déformation et la pression interne sur une ouverture circulaire dans le terrain (courbe caractéristique de la cavité).

Phoca PDF

Dans le même temps, il est possible de calculer analytiquement, pour un certain type de soutènement, la même relation entre la pression interne et la déformation radiale (courbe caractéristique du soutènement).

Le point d'intersection entre les deux courbes donne le point d'équilibre (pression et déformation) pour une combinaison donnée de cavité et d'éléments de soutènement.

Cette méthode est plus ou moins facilement applicable et permet d'obtenir des résultats assez bons pour la conception du soutènement ; toutefois, son applicabilité est réduite à des conditions très simplifiées de contraintes naturelles, géométrie, comportement géomécanique et conception géologique.

Méthodes numériques: éléments finis et différences finies

Avec l'aide des ordinateurs actuels, les méthodes numériques sont devenues un outil très utile pour concevoir des ouvrages souterrains.

Les méthodes des éléments finis, qui comptent parmi les plus couramment utilisées, sont basées sur le principe de la discrétisation d'un corps en un certain nombre d'éléments finis.

Le comportement de ces éléments peut être contrôlé en imposant certaines lois de la mécanique de manière prédéfinie, sous l'action d'influences extérieures.

Les méthodes des éléments finis peuvent être utilisées pour modéliser le comportement des tunnels pour différentes hypothèses sur les conditions et géométries des sols, incluant les réponses élastiques linéaires ou non linéaires et le comportement non linéaire du matériau (plasticité) .

Ces méthodes permettent généralement de modéliser le terrain comme s'il s'agissait d'un milieu continu, mais certaines méthodes permettent également de le modéliser en tant que milieu discontinu, ce qui permet une bien meilleure représentation du comportement des massifs rocheux présentant d'importantes fractures.

Pour en savoir plus

Articles recommandés par l'AITES

- ITA Guidelines for the Design of Tunnels- ITA WG n°7 (Lignes directrices de l'AITES pour la conception des tunnels – Groupe de travail N°7 de l'ITA/AITES)
- Views on structural design models for tunnelling- ITA WGn°7 (Points de vue sur les modèles de conception structurelles pour la construction des tunnels – Groupe de travail n°7 de l'ITA/AITES)
- Tunnels and shafts in rock US corps of engineers: design of support (Adobe Pdf) (Conception du soutènement pour les tunnels et puits dans les massifs rocheux, US army corps of engineers)
- Convergence-confinement AFTES (Adobe Pdf)

Phoca PDF