



International Geosynthetic Society

Les géosynthétiques dans les applications sismiques



Prévention des désastres dus aux tremblements de terre avec des géosynthétiques

Concevoir et dimensionner des mesures de lutte contre les désastres naturels, en particulier les tremblements de terre, est une tâche commune dans le monde. Les tremblements de terre provoquent de fortes accélérations horizontales dans les ouvrages. Le tableau 1 présente les valeurs enregistrées de l'accélération maximale du sol (Peak Ground Acceleration -PGA) lors de récents tremblements de terre. Ce mouvement a créé des dommages sérieux ou des ruptures dans différents ouvrages. Les géosynthétiques jouent un rôle majeur dans la réduction et la prévention des dommages dus aux tremblements de terre dans les ouvrages de soutènement, les remblais et les pentes.

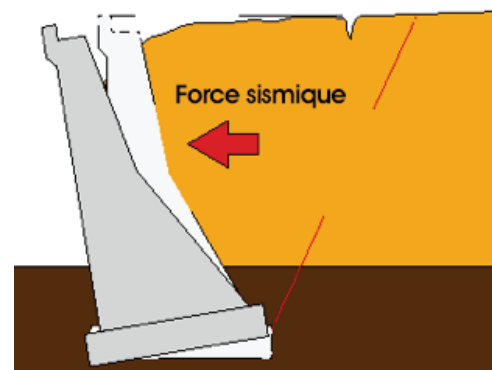
Tableau 1. Accélération maximale du sol dans des tremblements de terre récents notables

TREMBLEMENT DE TERRE	PGA
2011 Tremblement de terre de Tohoku et tsunami	2.7g
2011 Tremblement de terre de Christchurch	2.2g
1994 Tremblement de terre de Los Angeles	1.7g
1999 Tremblement de terre de Jiji	1.0g
1999 Tremblement de terre d'Athènes	0.6g

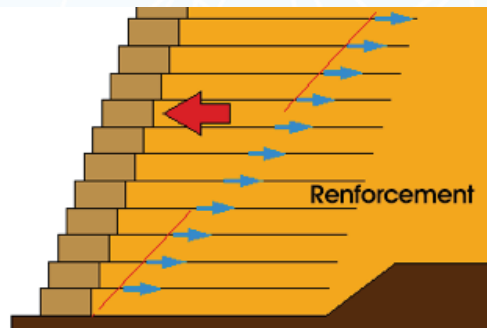
Pourquoi les géosynthétiques sont-ils bénéfiques dans les applications sismiques ?

La figure 1 montre la différence de comportement sismique entre des murs poids et des murs en sol renforcé par géosynthétiques (Geosynthetic-reinforced soil - GRS). Si la force sismique est appliquée à un mur-poids, la structure en béton va pivoter (Fig.1a) ou un glissement va se produire à cause du manque de résistance du sol et des effets d'inertie. Généralement, dans les murs-poids, la rupture se produit à un niveau relativement bas de la force sismique. Dans le cas des murs en sol renforcé, des forces de renforcement supplémentaires sont mobilisées sous l'effet des forces sismiques. Les forces de renforcement fournissent un incrément de résistance pour stabiliser le mur et la force de résistance totale du mur augmente. De ce fait, les murs en sol renforcé montrent un bon comportement face aux forces sismiques élevées.

Le bon comportement sismique des murs en sol renforcé a été mis en évidence lors de nombreux tremblements de terre. Le figure 2 est un bon exemple observé lors du tremblement de terre de Kobe (Accélération



a) Mauvais comportement des murs poids



b) Excellent comportement des murs en sol renforcé

Fig. 1 Comparaison du comportement sismique des murs-poids et des murs en sol renforcé

maximale du sol PGA de 0,8g, 1995). Un grand nombre de maisons en bois, de remblais ferroviaires et routiers, et de types conventionnels de murs de soutènement ont été sérieusement endommagés ou détruits durant cet évènement. Toutefois, comme le montre la figure 2, des murs en sol renforcé ayant un parement en béton sur toute leur hauteur se sont très bien comportés, bien qu'ils aient été situés dans l'une des zones les plus secouées. À leur emplacement, seule une légère déformation a été enregistrée.

Méthodes d'analyse

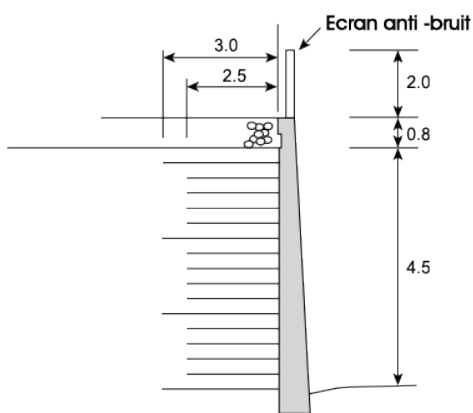
L'analyse des ouvrages en sol renforcé peut être placée dans l'une des catégories suivantes:

- a) méthodes pseudo-statiques
- b) méthodes de glissement de blocs
- c) méthodes des éléments finis/des différences finies



International Geosynthetic Society

Les géosynthétiques dans les applications sismiques



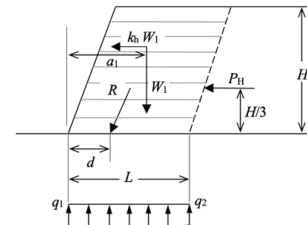
a) Mauvais comportement des murs-poids



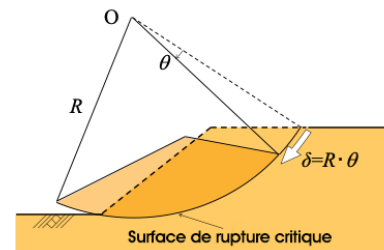
Fig.2 Mur en sol renforcé surveillé pendant le tremblement de terre de Kobe (Tatsuoka et al., S&F, 1996)

La méthode a) est fondée sur la méthode de Mononobe-Okabe pour calculer les forces dynamiques exercées par le sol sur une structure. La force sismique est traitée comme une force statique et la stabilité du mur est vérifiée par analyse d'équilibre limite avec des forces de renforcement.

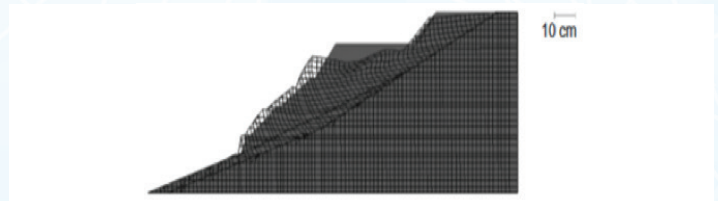
La méthode b) est fondée sur la méthode de Newmark pour calculer le déplacement permanent des ouvrages géotechniques en intégrant l'accélération calculée de l'ouvrage. **La méthode c)** est fondée sur une analyse de mécanique des milieux continus. Le sol, les matériaux de renforcement et les autres matériaux sont modélisés en tenant compte de leurs propriétés élastiques, plastiques et dépendant du temps et une équation globale discrétisée est résolue en utilisant un ordinateur.



a) Méthodes pseudo-statiques



b) Méthodes de glissement de blocs



c) Méthodes des éléments finis/des différences finies.

Fig.3 Méthodes d'analyse pour déterminer le comportement sismique des ouvrages en sol renforcé par géosynthétiques (Shinoda et al., GI, 2009)

Recherches en cours et techniques futures

Le bon comportement sismique des ouvrages en sol renforcé est soigneusement étudié dans des études expérimentales sur table vibrante ou à la centrifugeuse géotechnique. Dans les essais, un modèle d'échelle réduite de la structure en sol renforcé est soumis à une excitation artificielle (mouvement imposé) simulant le mouvement du sol produit par un tremblement de terre. Le comportement mécanique des géosynthétiques, sous des conditions de grande vitesse de déformation, est aussi étudié. Les méthodes d'analyse pour déterminer le comportement sismique des ouvrages en sol renforcé sont mises à jour en utilisant des techniques de simulation sur ordinateur pour leur vérification et leur validation. Quelques méthodes de dimensionnement fondées sur le comportement calculé des



International Geosynthetic Society

Les géosynthétiques dans les applications sismiques



structures sont proposées pour les ouvrages en sol renforcé. L'utilisation de géosynthétiques pour les applications sismiques va augmenter grâce à ces activités de recherche.

A propos de l'IGS

L'International Geosynthetic Society (IGS) est une organisation à but non lucratif dédiée au développement scientifique et technique des géotextiles, des géomembranes, des produits connexes et des technologies associées. L'IGS favorise la diffusion d'informations techniques sur les géosynthétiques et leurs utilisations appropriées par le biais d'un bulletin d'information (IGS News), de deux revues officielles (Geosynthetic International et Géotextiles et géomembranes), de conférences et de séminaires techniques, de groupes de travail dédiés, de plus de 40 chapitres nationaux, de publications spéciales, et plusieurs autres méthodes de communication et de sensibilisation.

Clause de non-responsabilité. L'information contenue dans cette brochure a été revue par le Comité pour l'Éducation de la Société Internationale des Géosynthétiques et est considérée comme représentant correctement l'état actuel de la pratique. Toutefois, l'IGS n'accepte aucune responsabilité pour l'usage qui est fait de l'information présentée. La reproduction de cette information est autorisée à condition que la source soit clairement indiquée.

Contactez nous

IGSsec@GeosyntheticSociety.org
www.GeosyntheticSociety.org