

INTERNATIONAL SOCIETY FOR SOIL MECHANICS AND GEOTECHNICAL ENGINEERING



This paper was downloaded from the Online Library of the International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE). The library is available here:

<https://www.issmge.org/publications/online-library>

This is an open-access database that archives thousands of papers published under the Auspices of the ISSMGE and maintained by the Innovation and Development Committee of ISSMGE.

Essais sur les effets provoqués par la retenue du fluage des sols

Tests of the Retention of Soil Creep and its Effects

par L. ŠUKLJE, Dr. techn., Professeur,

et

S. VIDMAR, Ingénieur Civil, Assistant, Université de Ljubljana (Yougoslavie)

Sommaire

Les effets de la retenue du fluage des sols ont été étudiés dans les longs consolidomètres à fond mobile et à parois rugueuses, ainsi que dans une cuve d'essai pourvue d'une paroi transversale mobile. Le fond et la paroi sont maintenus par des dynamomètres et les forces de réaction ont été mesurées dans les phases successives : de la consolidation, du mouvement de translation du fond ou de la plaque, et de leur arrêt. Les contraintes tangentielles correspondantes, mobilisées le long du périmètre du consolidomètre et dans le remblai au delà de la plaque de soutènement, ont été calculées.

Les essais effectués jusqu'à présent avec des argiles de moyenne compressibilité (CI) ont montré que la retenue du fluage a réduit les contraintes tangentielles, dans les deux dispositifs, de 35 à 59 pour cent, selon les conditions des contraintes et des déformations préalables.

L'influence de la hauteur du dispositif de soutènement est exposé dans les conclusions.

Introduction

Selon les essais faits par TAN TJONG KIE (1954) avec le plastomètre à torsion, à volume constant des échantillons, les argiles se comportent, dans l'intervalle de deux contraintes limites, comme les corps de Bingham. Dans ce domaine, elles fluent avec la vitesse qui est linéairement proportionnelle à la contrainte de cisaillement. Par conséquent, si on empêche, par l'arrêt complet du dispositif de soutènement, le fluage du sol, les contraintes tangentielles du remblai doivent être réduites au-dessous de la limite inférieure de l'état visqueux.

Les expériences des essais de Tan Tjong Kie semblent, cependant, être limitées à certains matériaux et à certains états de consistance et de contraintes. Même dans les essais triaxiaux exécutés en système fermé, c'est-à-dire à volume constant, et sans pressions neutres, la vitesse du fluage n'est pas nécessairement indépendante du temps (HAEFELI, 1953). Si la résistance au cisaillement n'est mobilisée que partiellement, la diminution de la vitesse du fluage en fonction du temps est sensible surtout en système ouvert, p.e. pour les essais exécutés dans les appareils de cisaillement direct par rotation, ce qui a été confirmé aussi bien par les essais effectués par HAEFELI (1953) que par les nôtres. Aux essais de longue durée que nous avons faits avec des échantillons d'un limon de compressibilité moyenne (MI) et d'une argile de haute compressibilité (CH) (ŠUKLJE et VIDMAR, 1961), la vitesse du fluage a diminué approximativement suivant une loi hyperbolique du temps. A l'approche de la résistance au cisaillement, elle décroît plus lentement. Néanmoins, ce n'est qu'à la mobilisation presque totale de la résistance, que la vitesse de fluage est devenue constante. La résistance étant dépassée, le fluage a continué à vitesse considérable même pendant le déchargement de la force de cisaillement, s'écartant à deux tiers à peu près de la résistance maximale.

Summary

The effects of the retention of soil creep have been investigated by the authors using long cylindrical consolidometers with roughened perimeters and movable bases, as well as with scale model equipment. The movable base and slab respectively are supported by dynamometers and the reaction forces have been measured in the successive phases of consolidation, the translatory motion of the base and slab respectively, as well as their state of rest. The corresponding shear stresses along the perimeter of the consolidometer and in the backfill beyond the slab have been calculated by the authors.

The tests undertaken so far with clays of intermediate compressibility (CI) have shown that in both devices the shear stress has been reduced by retention of creep by from 35 to 59 per cent, depending upon the stress and strain conditions.

The authors discuss the influence of the height of the retaining structure on their results.

Les facteurs auxquels le ralentissement de la vitesse du fluage en fonction du temps pourrait être attribué, sont surtout les effets de la consolidation secondaire et les effets thixotropiques. Ils doivent être pris en considération aussi dans la recherche des effets de la retenue du fluage par l'arrêt du dispositif de soutènement.

Dans la suite, les effets de la retenue du fluage seront étudiés par deux méthodes expérimentales. Les dimensions du modèle y représentent une question primordiale. Quelle est l'influence de la hauteur du dispositif sur la grandeur du déplacement qui suffirait à mobiliser un certain degré de la résistance au cisaillement du remblai ? Un aperçu sur l'état actuel de la recherche sur ce problème, présenté par un des auteurs (ŠUKLJE, 1958) à la conférence de Bruxelles, a mis en évidence toute la différence entre les divers points de vues. S'appuyant sur les considérations exprimés dans cet aperçu, ainsi que sur les résultats de quelques mesures des vitesses du fluage dans des talus naturels, nous essayerons de prévoir, dans nos conclusions, l'influence la plus probable de la grandeur du dispositif de soutènement sur les effets étudiés en modèle réduit.

Les essais effectués dans les consolidomètres à fond mobile

La description du consolidomètre à fond mobile :

Le schéma du consolidomètre est représenté sur la Fig. 1. On consolide l'échantillon du sol dans un cylindre métallique de 102 mm de diamètre ; les hauteurs (h) des cylindres employés jusqu'à présent ont été de 225, 195 et 130 mm. On a collé du sable fin sur la circonférence du cylindre pour que le frottement le long de la circonférence soit plus fort que le frottement à travers l'échantillon argileux. Le diamètre des anneaux

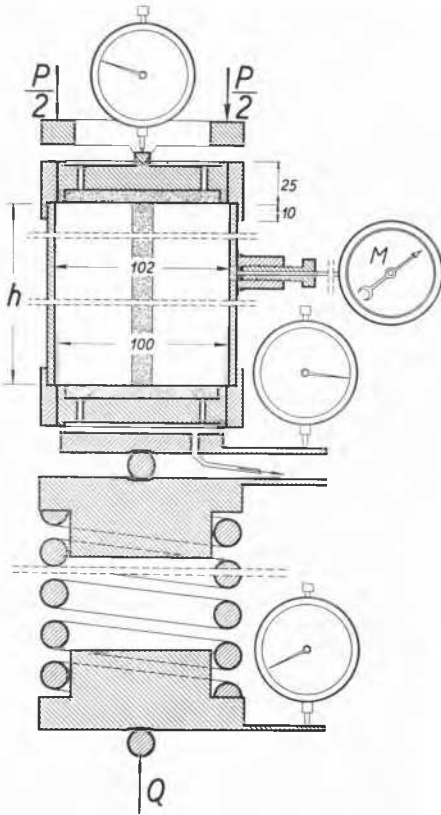


Fig. 1 Schéma du consolidomètre à fond mobile.
Arrangement of the consolidometer with movable base.

guidant les pistons supérieur et inférieur est de 2 mm plus petit (100 mm) que celui du cylindre. Les pistons sont équipés de plaques poreuses et de trous drainants. Le piston supérieur est chargé centralement par un levier, tandis que le piston inférieur s'appuie sur un ressort dynamométrique. Les deux pistons sont équipés pour la mesure des mouvements.

Un trou foré dans l'axe de l'échantillon et rempli de sable fin sert pour accélérer la consolidation. On mesure le degré de la consolidation par un indicateur des pressions interstitielles placé à demi-hauteur de la circonférence du cylindre.

La Fig. 2 montre l'ensemble du dispositif.

On est en train de construire une nouvelle série de trois consolidomètres en employant les presses hydrauliques aussi bien pour le dispositif de chargement du piston supérieur que pour celui de soutènement du piston inférieur. De tels dispositifs permettront d'assurer le centrage des forces de chargement et de réaction, et de diminuer, de cette façon, le frottement de la périphérie des pistons; ils faciliteront la régulation automatique de la vitesse du mouvement du piston inférieur et de son arrêt, ainsi que l'enregistrement automatique des pressions de réaction sur le piston inférieur.

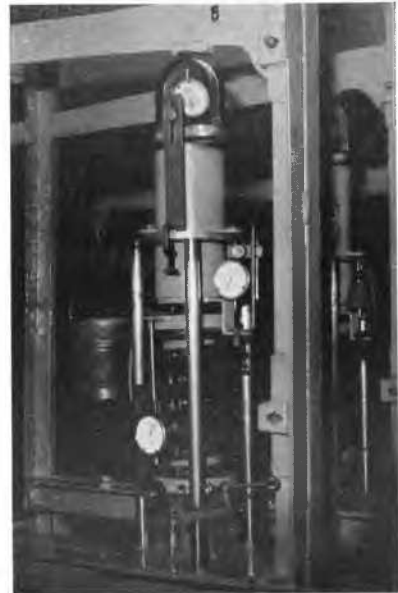


Fig. 2 Les consolidomètres à fond mobile.
Consolidometers with movable base.

Mode opératoire :

La consolidation de l'échantillon peut être produite soit en réglant la réaction du piston inférieur de façon qu'il ne bouge pas, soit en comprimant avec la même pression, l'échantillon des deux côtés. Le premier procédé nous semble préférable bien qu'il exige plus de temps. En l'appliquant on ne change pas la direction du mouvement des grains dans la phase suivante de l'essai.

La consolidation primaire étant acquise — signalée par la diminution des pressions interstitielles jusqu'à des valeurs minima, — on relâche le dynamomètre sous le piston inférieur pour provoquer le fluage de l'échantillon vers le bas, par suite des contraintes de cisaillement trop élevées le long des parois. Elles correspondent à la résistance au cisaillement en fonction de la vitesse du fluage, et la poussée au fond de l'échantillon est diminuée à la valeur « active » correspondante.

Après un déplacement déterminé de fluage, on arrête le piston inférieur en serrant le dynamomètre. A partir de ce moment, on poursuit, à l'aide du dynamomètre, l'augmentation de la poussée sur le fond retenu. En raison des effets secondaires du temps, le fluage ne s'arrête pas instantanément; sa vitesse diminue graduellement de bas en haut. Il faut prêter attention à ce qu'aucun mouvement du piston dans la direction de butée ne soit provoqué. Pour cette raison, on n'a pas remis en place le piston s'il s'est déplacé vers le bas.

Présentation des résultats obtenus par les essais :

Les résultats des essais sont représentés par les diagrammes des déplacements des deux pistons en fonction du temps et par les diagrammes des pressions sur les surfaces de contact.

En divisant la différence des pressions par la surface cylindrique de cisaillement, on obtient la valeur moyenne de la résistance au cisaillement mise en action :

$$\tau = \frac{(\sigma_a - \sigma_b) \frac{d^2 \pi}{4}}{d \pi h} = \frac{d}{4h} (\sigma_a - \sigma_b)$$

d étant le diamètre des pistons et h la hauteur de l'échantillon correspondant à la pression σ_a en haut et à la poussée σ_b en bas. Le rapport des contraintes τ avant et après l'arrêt du fluage est supposé être représentatif de l'effet de la retenue du fluage.

Dans le dispositif utilisé jusqu'à présent, le frottement des pistons aux parois des anneaux de guidage n'était pas éliminé suffisamment. Nous l'avons déterminé par des essais spéciaux et nous en avons tenu compte en calculant les contraintes de contact σ_a et σ_b . A titre d'exemple, l'effet du frottement du guidage s'élevait jusqu'à 4 pour cent des contraintes de contact pour les essais dont les résultats seront présentés ci-dessus.

Les essais faits sur une argile tertiaire :

Les données géotechniques fondamentales de l'argile d'essai sont les suivantes :

Granulométrie : 21 pour cent d'argile (< 0,002), 58 pour cent de limon (0,002/0,06), 21 pour cent de sable fin (0,06/0,2)

Limite de liquidité : $L_f = 40$ pour cent.

Indice de plasticité : $P_f = 24$ pour cent.

Classification AC : argile de compressibilité moyenne (CI).

Perméabilité : $k = 10^{-8}$ jusqu'à 10^{-9} cm/sec.

Les données d'essais :

Teneur en eau initiale : $w = 25$ pour cent ($C_I = 0,63$).

Compactage léger en couches.

L'augmentation des charges de consolidation : 0 — 0,6 — 1,0 — 2,0 — 4,0 — (6,0) kp/cm².

Les conditions d'essai sont présentés dans le tableau 1 et dans les diagrammes des résultats (Fig. 3a, b, c, d).

Tableau 1

Numéro d'essai			2			3	
	1		a	b	c		
Figure	3 (a)		3 (b)		3 (c)	3 (d)	
p (kp/cm ²)	4,0		4,0			6,0	
d (cm)	10,20		10,20			10,20	
Hauteur initiale h_0 (cm)	21,90		17,11	16,86	16,87	25,65	
La vitesse du fluage en mm/heure dans la phase du mouvement du piston inférieur	au piston supérieur	moyenne	5,71	0,20	0,15	0,11	0,43
		finale	4,42	1,74	0,15	0,16	0,06
	au piston inférieur	moyenne	8,50	0,20	0,51	0,11	1,42
		finale	5,10	1,80	0,12	0,22	0,45
A moment de l'arrêt du piston inférieur	Le déplacement du piston inférieur en mm		2,00	9,04	0,06	2,44	0,64
	h (cm)		19,30	17,24	16,90	17,05	22,7
	σ_a (kp/cm ²)		3,82	3,82	3,82	3,82	6,00
	σ_b (kp/cm ²)		0,46	0,15	0,61	0,61	0,20
	τ_a (kp/cm ²)		0,445	0,543	(0,484)	(0,480)	0,65
Les dernières données de mesure dans la phase de la retenue du fluage, dans le temps t après l'arrêt du piston inférieur	t (en jours)		65	1	3	11	13
	$\Delta \varepsilon / \text{jour}^*$		0,000014	0,00047	0,00013	0,00008	0,000053
	h (cm)		19,16	16,86	16,87	16,90	22,68
	σ_a (kp/cm ²)		3,82	3,82	3,82	3,82	6,00
	σ_b (kp/cm ²)		2,45	1,53	1,52	1,56	2,20
	τ_0 (kp/cm ²)		0,183	0,346	0,348	0,341	0,427
	Quotient $\frac{\tau_0}{\tau_a}$		0,41	0,64	0,64	0,63	0,66

* La vitesse moyenne de la consolidation secondaire spécifique au moment t

$$\dot{\varepsilon} = \frac{\Delta \varepsilon}{\Delta t}$$

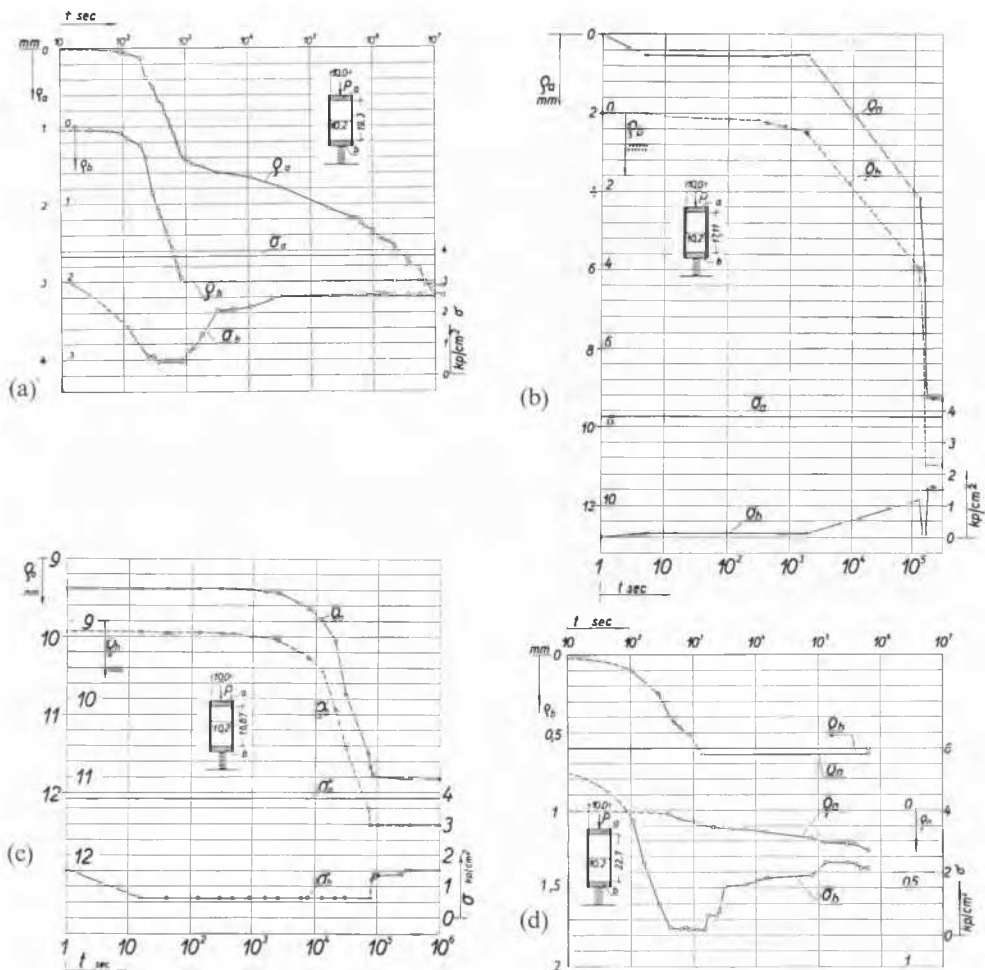


Fig. 3 (a), (b), (c), (d). Diagrammes des mouvements (p) des pistons en fonction du temps (t) et des pressions de contact (σ) correspondantes (voir tableau I).
 (a), (b), (c), (d). Displacements (p) of the pistons and the corresponding contact pressures (σ) versus time (t) (see table I).

Dans les Nos 1 et 3, le déplacement du piston inférieur a suivi immédiatement la pression de consolidation qui s'exerçait aussi sur le piston inférieur. Par conséquent, le déplacement du piston inférieur de 2,0 et de 0,64 mm respectivement, opposé au déplacement de consolidation de la partie inférieure des échantillons, n'a probablement pas suffi à mobiliser la résistance totale au cisaillement. Cela pourrait expliquer les valeurs τ_a relativement plus faibles que celles correspondant aux essais 2a, b et c qui ont été effectuée dans la suite de l'essai n° 1 avec le même échantillon, coupé aux extrémités.

La valeur très faible de τ_0 à l'essai n° 1 pourrait être attribuée à la vitesse plus élevée du fluage de courte durée précédant l'arrêt du piston inférieur et suivant l'état passif de contraintes et de déformations de la partie inférieure de l'échantillon.

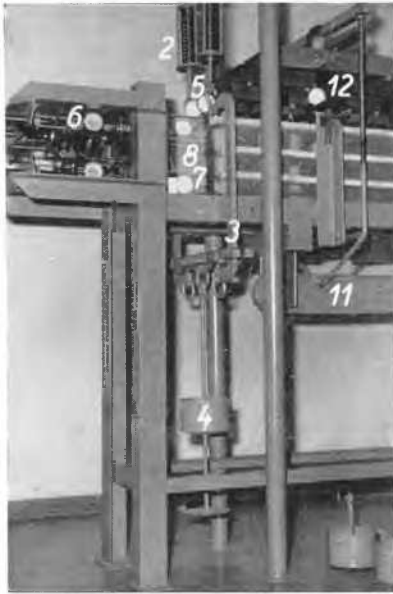
Les essais effectués dans une cuve d'essai ayant une paroi de support transversale mobile

Le dispositif :

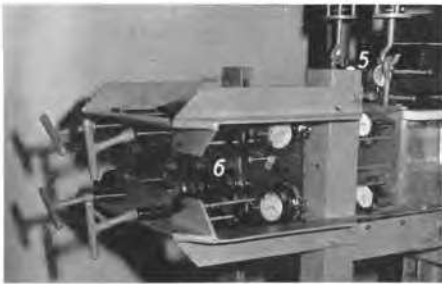
Le dispositif est présenté sur la Fig. 4.

La cuve d'essai a 29,7 cm de large, les parois longitudinales en verre ont 23 cm de haut. Le fond est en tôle étamée lisse.

La plaque de support transversale en acier est d'une épaisseur de 11 mm et d'une hauteur de 237 mm. Elle est suspendue par deux ressorts (2) d'une force portante de 100 kg chacun. Ils peuvent être précontraints par le dispositif de chargement (3, 4) s'appuyant sur la plaque et permettant l'équilibrage de la composante tangentielle de la pression de poussée ou de butée qui s'exerce sur la plaque.



(a)



(b)

Fig. 4 La cuve d'essai à plaque de support mobile : (a) l'ensemble du dispositif ; (b) les dynamomètres horizontaux et la plaque de soutènement.

The scale model equipment with movable retaining slab : (a) the complete device ; (b) the horizontal dynamometers and the retaining slab.

La composante normale de cette pression est équilibrée par quatre ressorts dynamométriques (6) d'une force portante de $4 \times 300 = 1200$ kp, s'appuyant sur la paroi fixe transversale de la cuve.

Les mouvements de la plaque sont contrôlés à l'aide de quatre comparateurs (7) dans la direction horizontale et de deux comparateurs (5) dans la direction verticale.

Pendant la mise en place du remblai, la plaque est maintenue fixe par un support triangulaire (8). Le remplissage étant fini, la réaction de ce support est transmise aux ressorts dynamométriques sans permettre un mouvement quelconque de la plaque.

On charge la superficie du remblai par une force centrée uniformément répartie, à l'aide d'un système à quatre étages de poutres libres, sur 16 éléments triangulaires. Le tassement du remblai est contrôlé par quelques comparateurs (12).

Mode opératoire :

Pour éliminer le frottement autour de la plaque, celle-ci est de 4 mm inférieure à la distance intérieure des parois longitudinales de la cuve, et pour éviter la pression de contact au fond, on la soulève, pendant le remplissage, de 3 mm au-dessus du fond. Les joints sont couverts par des membranes en caoutchouc.

Si le remblai est peu perméable, des drains sableux verticaux y sont effectués pour accélérer la consolidation. Dans les essais qui seront décrits plus loin, les drains ont été disposés à les distances de $4 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ et ils ont eu un diamètre de 15 mm. Deux couches minces sableuses au fond et à la superficie du remblai ont facilité la circulation libre de l'eau.

Le changement de la pression sur la plaque a été observé a) dans la phase de la consolidation sous la charge verticale de la surface du remblai ; b) dans la phase d'écartement de la plaque et c) dans la phase de l'arrêt de la plaque.

La composante tangentielle de la pression au repos ou de la poussée était mesurée à l'aide d'un équilibrage direct, sans permettre le mouvement de la plaque dans la direction verticale.

Pour mieux observer la consolidation du remblai, un essai œdométrique a été exécuté parallèlement en mesurant la pression neutre. La hauteur de l'échantillon correspondait à la distance des drains verticaux.

Présentation des résultats :

Les résultats des essais sont représentés par des diagrammes des composantes normales de la pression du remblai en fonction du temps.

En appliquant la méthode des surfaces de glissement circulaires et droites, nous avons calculé les valeurs mobilisées des caractéristiques de cisaillement correspondant aux valeurs extrêmes mesurées des pressions des terres, et nous les avons comparées aux caractéristiques de cisaillement obtenues par des essais triaxiaux. Nous avons tenu compte du frottement du remblai aux parois latérales en verre. L'adhésion et l'angle du frottement étaient déterminés par des essais directs de cisaillement.

Résultats des essais faits sur une argile tertiaire :

Les essais présentés ci-après ont été exécutés avec une argile marine tertiaire dont les propriétés géotechniques fondamentales sont les suivantes :

Granulométrie : 28 pour cent d'argile ($< 0,002$), 59 pour cent de limon ($0,002/0,06$) et 13 pour cent de sable fin ($0,06/0,2$).

Plasticité : $L_L = 45$ pour cent, $P_L = 27$ pour cent.

Classification AC : argile de compressibilité moyenne (CI).

Teneur en eau à l'état initial : $w = 32$ pour cent ($C_r = 0,48$).

Perméabilité : $k = 1,4 \cdot 10^{-8}$ cm/sec sous la pression de 0,5 kp/cm².

Résistance au cisaillement (dans le domaine de contraintes mobilisées) :

$$\tau_f = c' + \sigma' \operatorname{tg} \varphi'$$

$$c' = 0,13 \text{ kp/cm}^2, \varphi' = 18^\circ 40'$$

$$\sigma' = \text{pression efficace.}$$

Frottement argile - verre : $\tau_f = a' + \sigma' \operatorname{tg} \delta'$

$$a' = 0,018 \text{ kp/cm}^2, \delta' = 9^\circ$$

Les résultats des mesures sont présentés sur les Fig. 5a et b qui montrent aussi la grandeur et la vitesse du mouvement de la plaque de support. Jusqu'à présent, nous n'avons exécuté que des essais dans lesquels le mouvement de la plaque de support était une translation horizontale.

Les résultats comparatifs figurent dans le tableau.

Les degrés apparents de mobilisation de la résistance au

cisaillement total dépassant la valeur 1 sont dus (a) à ce que l'on a négligé, dans le calcul, le frottement le long de la surface de charge, (b) au fait que les surfaces de glissement planes ne sont pas compatibles avec l'état réel de contraintes, et (c) au renforcement du remblai par les drains sableux, ce qui a augmenté la résistance totale du remblai de 2 à 3 pour cent environ.

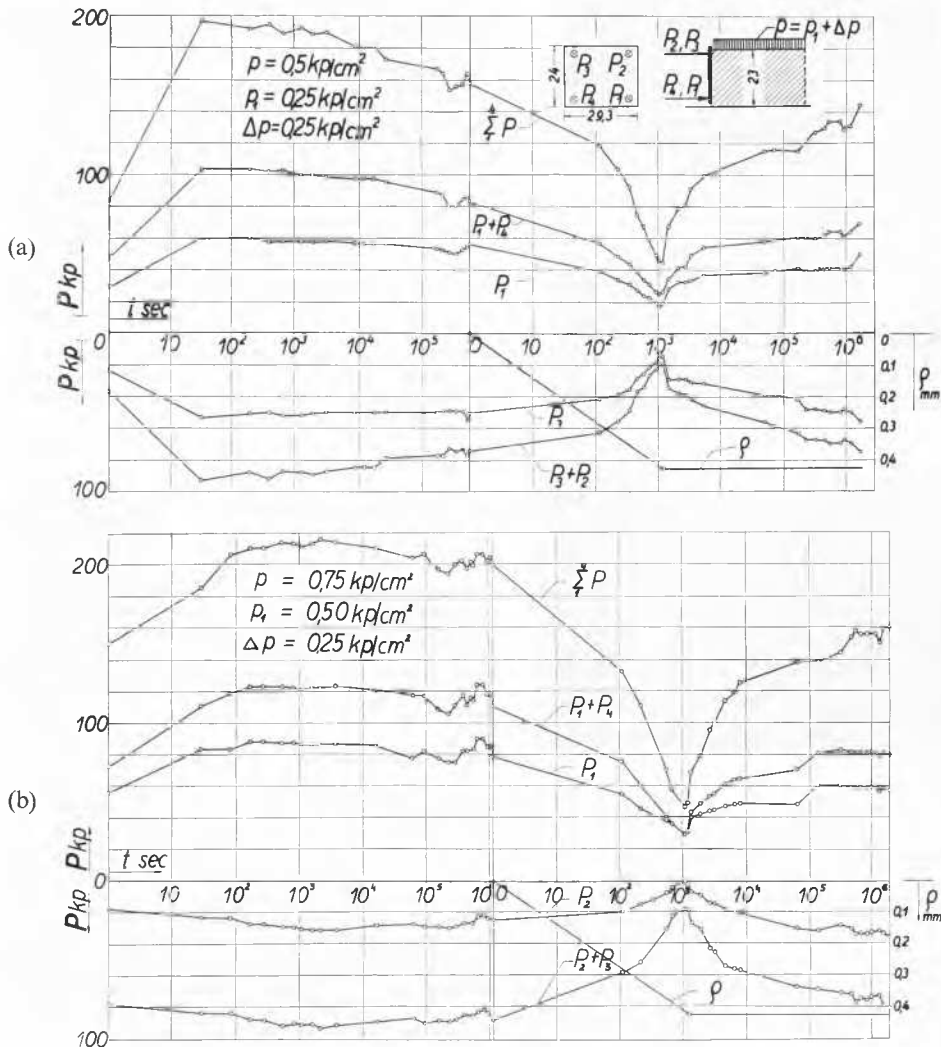


Fig. 5 Diagrammes des mouvements (p) de la plaque de soutènement et des composantes horizontales (σ) des pressions de poussée en fonction du temps (t).

Displacements (p) of the retaining slab and the corresponding horizontal components (σ) of earth pressures versus logarithm of time (t).

$$(a) p = p_1 + \Delta p = 0,25 + 0,25 = 0,50 \text{ kp/cm}^2$$

$$(b) p = p_1 + \Delta p = 0,50 + 0,25 = 0,75 \text{ kp/cm}^2$$

Tableau 2

Pression ($p = p_1 + \Delta p$) verticale sur le remblai en kp/cm^2	Temps t après le chargement supplémentaire Δp en sec.	Déplacement absolu p en mm	Pression du remblai Composante horizontale (normale) p en kp	Forme supposée de la surface de glissement $c =$ circulaire $p =$ plane	Caractéristiques de cisaillement mobilisées		Degré de mobilisation de la résistance au cisaillement totale	Phase	Rapport des contraintes au cisaillement mobilisées	
					c'_m kp/cm ²	$tg \varphi'_m$			$\frac{C'_m}{c'}$	$\frac{tg \varphi'_m}{tg \varphi}$
$p = 0,25 + 0,25 = 0,50$	30	0	197	—	—	—	—	i	—	—
	551 640	0	162	c	0,054	0,138	0,408	ro	—	—
				p	0,054	0,139	0,412			
	553 140	0,425	45	c	0,093	0,241	0,715	a	0,638	0,571
				p	0,114	0,297	0,878		0,524	0,469
	2 321 600	0,425	145	c	0,060	0,154	0,456	ra	—	—
				p	0,060	0,155	0,460			
	$p = 0,50 + 0,25 = 0,75$	2 000	0	216	—	—	—	—	i	—
1 384 200		0	200	c	0,071	0,184	0,546	ro	—	—
				p	0,079	0,206	0,610			
1 385 500		0,427	48	c	0,134	0,348	1,03	a	0,656	0,530
				p	0,160	0,414	1,23		0,616	0,496
3 533 000		0,427	161	c	0,088	0,228	0,676	ra	—	—
				p	0,098	0,256	0,758			

Conclusions

Les essais faits dans les consolidomètres à fond mobile ainsi que ceux exécutés dans la cuve à plaque de support mobile ont montré que dû à la retenue du fluage du remblai — l'arrêt du support mobile provoque une diminution considérable de la résistance au cisaillement mobilisée du sol. La poussée active augmente en fonction du temps s'approchant de la pression du sol au repos. Dans les essais effectués jusqu'à présent avec des échantillons remaniés d'argile marine tertiaire (CI) les contraintes au cisaillement du remblai ont diminué jusqu'aux valeurs comprises entre 41 et 65 pour cent de la résistance totale au cisaillement.

Si une mobilisation partielle de la résistance au cisaillement, correspondant à un fluage plus lent du sol, a précédé l'arrêt du support, la valeur finale de la pression ne diffère pas de celle qui s'est produite après la mobilisation totale de la résistance. Cependant, les essais ultérieurs devront mieux éclaircir le rôle des contraintes et des déformations préalables et le rôle de la durée du fluage précédant l'arrêt du support, c'est-à-dire de la vitesse diminuée correspondante du fluage.

L'influence de la hauteur du dispositif de soutènement sur la grandeur du mouvement du support, nécessaire à mobiliser, au début, la résistance au cisaillement totale du remblai, semble être surtout une fonction du caractère du mouvement du support ainsi que de la décompressibilité ou de la compressibilité du remblai. Dans les essais à plaque de support verticale exposés ci-dessus, le mouvement a été une translation horizontale et, supposant une rupture linéaire, le déplacement de cisaillement des grains le long de la surface de glissement ne paraît pas, dans tels cas, dépendre de sa longueur. En ce qui concerne les déformations nécessaires à diminuer (aug-

menter) la pression au repos à la valeur extrême de poussée (de butée respectivement), elles peuvent être évaluées approximativement selon la proposition de JAKOBSON (1958). Pour l'interprétation de la zone de rupture correspondant à la rotation pure du dispositif de soutènement, LADANYI (1958) a montré une voie applicable. Nous n'avons pas encore fait les essais correspondants.

L'influence de la hauteur du dispositif de soutènement et de l'ampleur du remblai sur l'effet de la retenue du fluage doit être analogue à leur influence sur la mobilisation de la résistance au cisaillement. Si le remblai était incompressible, nous pourrions nous attendre à un effet instantané. En raison de la compressibilité du remblai, l'augmentation de la pression de poussée doit être accompagnée par une compression du remblai au voisinage du support. Celle-ci ne peut être effectuée que par les effets de la consolidation secondaire, qui représente aussi le fluage résiduel empêché par l'arrêt du dispositif de soutènement.

Remerciements

Les essais décrits dans ce rapport ont été effectués dans le Laboratoire de la Mécanique des Sols de l'Université de Ljubljana, grâce à la subvention du Fond de Boris Kidrič.

Références

- HAEFELI, R. (1953). Creep problems in soils, snow and ice. Proc. Third International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. 3, pp. 238-251.
- JAKOBSON, B. (1958). On the influence of wall movement on earth pressure. Conférence de Bruxelles 58 sur les Problèmes de Pressions de Terres, Vol. 1, pp. 105-115.

- [3] LADANYI, B. (1958). The mobilization of shear strength in the active Rankine case of earth pressure. *Conférence de Bruxelles 58 sur les Problèmes de Pressions de Terres*, Vol. 1, pp. 133-146.
- [4] ŠUKLJE, L. (1958). L'influence des déplacements cinématiques des dispositifs de soutènement et l'influence du facteur « Temps » sur l'amplitude de la pression des terres sur un écran de soutènement. Rapport général. *Conférence de Bruxelles 58 sur les Problèmes de Pressions de Terres*, Vol. 3, pp. 99-116.
- [5] — and VIDMAR, S. (1961). Landslide Gradot as the end of a long term creep. Proc. *Fifth International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 6th technical division.
- [6] TAN TJONG KIE (1954). Onderzoekingen over de rheologische eigenschappen van klei. (Investigations on the rheological properties of clay.) *Uitgeverij Excelsior's*, Gravenhage.