

Stabilisation of silt clay soil using molasses for small dam embankment construction as inner zone

Mwanga, E.F.¹, Gitau, A.N.¹, Christiane, T.¹ & Ernest, M.²

¹Department of Environmental and Biosystem Engineering, University of Nairobi, Kenya

²Department of Soil science, Sokoine University, Tanzania

Corresponding author: ellywill2004@yahoo.com

Abstract

The Agriculture sector contributes 45% of Tanzania's GDP and about 30% of its export earnings, while employing over 80% of the nation's work-force. Despite of its importance, agriculture is very much affected by inadequacy, seasonality and unreliability of rainfall and periodic droughts. It is for this reason that irrigation is considered necessary for providing protection against drought, a means of stabilizing crop production and assurance of household food security. In order to achieve food self-sufficiency to all, the government of Tanzania is now struggling to invest more in rainwater harvesting technology such as construction of small and big earth fill dams for purpose of collecting run-off water for irrigation and domestic purpose. However, construction of dams is found to be difficult to some identified potential areas due to lack of suitable soil for dam embankment. This research work aimed to stabilise silt clay soil using molasses for construction of small earthfill dam embankment as an inner zone. Specifically, this research examined the effect of adding molasses to silt clay soil in terms of consolidated-undrained triaxial test, soil permeability and compaction. The study used blackstrap molasses with a density of 1.4 g cm^{-3} and viscosity of $2.9 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ sec}^{-1}$ for soil stabilisation. Molasses can improve the adherence between soil particles and, thus, enable formation of a strong interparticle bond that enhances the stability of the constructed embankment. By adding 6.5% of molasses to soil sample, cohesion of soil was increased from 6.0 to 43.8kPa, while decreasing friction angle of soil from 22.1° to 8.6° . Additionally, maximum dry density of soil was increased from 18.5 to 19.40kPa while bulk density of soil increased from 20.72 to 21.34kPa. Also, optimum moisture content of soil decreased from 12.0% to 10.0% at 6.5% molasses content. The permeability of the soil decreased from 6.062×10^{-5} to $2.413 \times 10^{-5} \text{ mm sec}^{-1}$ with increase of molasses up to 6%. Results showed that, stabilisation of silt clay soil with molasses, increased strength properties of soil, and therefore, molasses can be used as stabilising agent for silt clay soil. Based on cost analysis, it is clear that stabilisation of soil with molasses is cheaper than using chemical soil stabiliser. It is recommended that, further studies be conducted to determine effective duration of molasses as a stabilising agent. Also field trials would be necessary to assess the performance of dam embankment constructed with soil stabilised with molasses.

Key words: Agricultural sector, drought, soil properties, Tanzania

Résumé

Le secteur de l'agriculture contribue à 45% du PIB de la Tanzanie et environ 30% de ses recettes d'exportation, tout en employant plus de 80% de main-d'œuvre du pays. Malgré son importance, l'agriculture est très affectée par l'insuffisance, la saisonnalité et le manque de fiabilité des précipitations et des sécheresses périodiques. C'est pour cette raison que l'irrigation est considérée nécessaire pour assurer la protection contre la sécheresse, un moyen de stabiliser la production agricole et l'assurance de la sécurité alimentaire des ménages. Afin d'atteindre l'autosuffisance alimentaire de tous, le gouvernement de la Tanzanie cherche tant bien que mal à investir davantage dans les technologies de récupération de l'eau de pluie comme la construction de petits et grands barrages en remblai de terre à des fins de collecte de l'eau de ruissellement pour l'irrigation et des fins domestiques. Cependant, la construction de barrages est jugée difficile à certaines zones potentielles identifiées en raison de l'absence de sol adapté pour le barrage en remblai. Ce travail de recherche vise à stabiliser le sol d'argile limoneuse à l'aide de la mélasse pour la construction d'un petit barrage en remblai comme une zone intérieure. Plus précisément, cette recherche a examiné l'effet de l'ajout de mélasse au sol d'argile limoneuse en termes d'essai triaxial consolidé non drainé-, la perméabilité du sol et le compactage. L'étude a utilisé la mélasse avec une masse volumique de $1,4 \text{ g cm}^{-3}$ et une viscosité de $2,9 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$ pour la stabilisation des sols. La mélasse peut améliorer l'adhérence entre les particules du sol et, ainsi, permettre la formation d'une liaison inter particulaire forte qui améliore la stabilité de la digue construite. En ajoutant 6,5% de mélasse à l'échantillon de sol, de la cohésion du sol a été augmentée de 6,0 à 43.8kPa, tout en diminuant l'angle de frottement du sol à partir de $22,1^\circ$ à $8,6^\circ$. En outre, la densité sèche maximale du sol est passée de 18,5 à 19.40kPa alors que la densité apparente du sol est passée de 20,72 à 21.34kPa. Aussi, la teneur en humidité optimale du sol a diminué, passant de 12,0% à 10,0% ou à 6,5% du contenu de la mélasse. La perméabilité du sol est tombée de $6,062 \times 10^{-5}$ à $2,413 \times 10^{-5} \text{ mm sec}^{-1}$ avec une augmentation de la mélasse jusqu'à 6%. Les résultats ont montré que la stabilisation de limon sol argileux avec de la mélasse, l'augmentation des propriétés de résistance du sol, et donc, de la mélasse peut être utilisé comme agent stabilisant pour les sols d'argile limoneuse. En se basant sur l'analyse des coûts, il est clair que la stabilisation du sol avec de la mélasse est moins cher que le stabilisateur chimique du sol. Il est recommandé que d'autres études soient menées afin de déterminer la durée effective de la mélasse comme agent stabilisant. Aussi, des essais sur le terrain seraient nécessaires pour évaluer la performance de barrage en remblai construit avec de la terre stabilisée avec de la mélasse.

Mots clés: secteur agricole, la sécheresse, les propriétés du sol, la Tanzanie
