

Düşük Taşıma Gücüne Sahip Alüvyon Zemin Üzerindeki Yüzeysel Temelde Meydana Gelen Deformasyonların Sonlu Elemanlar Yöntemiyle İncelenmesi

Investigation of the Deformations of a Shallow Foundation on an Alluvial Soil with Low Bearing Capacity Using Finite Element Method

Ahmet Turan ARSLAN¹, Zafer AKÇIĞ¹, M. Yalçın KOCA², Taner AYDOĞMUŞ³

¹Dokuz Eylül Üniversitesi Deprem Araştırma ve Uygulama Merkezi, Tınaztepe, İzmir (ahmet.arslan@deu.edu.tr)

²Dokuz Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tınaztepe, İzmir

³ILF Beratende Ingenieure ZT Gesellschaft mbH, Innsbruck, Österreich

ÖZ

Bir yapı temelini tasarımı içeren projelerde, temel zemininin jeoteknik özelliklerinin ayrıntılı bir şekilde incelenmesi ve değerlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmaların yetersiz düzeyde yapıldığı projelerde, yapının kullanım aşamasında bazen çözümü mümkün olmayan çeşitli sorunlarla karşılaşmaktadır. Bundan dolayı, bu çalışma kapsamında, yumuşak kıvamlı ve düşük taşıma gücüne sahip bir alüvyon zeminin jeoteknik özellikleri incelenmiş ve inşaat uygulamaları açısından değerlendirilmiştir. İnceleme alanı, Sivas kenti çevre yolunun 250 m kuzeyinde yer almaktadır. İnceleme konusu olan inşaat alanının yüzölçümü 2600 m²' dir. Yapının çeşitli özelliklerinden dolayı temel kötü, yeraltısu seviyesine yakın bir düzeyde olup, temel tabanından itibaren 25 cm derinlikte yer almaktadır. İnşaat alanı zemini 0.00 – 0.90 m çakıllı kum dolgu, 0.90 – 7.70 m açık kahverenkli yer yer çakıllı kumlu seviyeler içeren kumlu siltli kil, 7.70 – 10.61 m arası ise açık kahverenkli kum içeriği biraz daha fazla olan siltli kilden oluşmaktadır. Bu seviyedeki zeminin sert olması, kum içeriğinin fazla olmasına bağlanabilir. İnşaat alanında yeraltısu seviyesi yüzeyden itibaren 6.60 m derinlikte olup, projede yapının temel derinliği 6.35 m olarak öngörülmüştür. İnşaat alanında ilk aşamada araştırma sondajları yapılmış, örselenmiş ve örselenmemiş örnekler alınmış ve bu örnekler üzerinde laboratuvarında indeks ve dayanım deneyleri yapılmıştır. Ayrıca, sondajlarda temel zemininin arazideki drenajsız makaslama dayanımını belirlemek amacıyla kanatlı kesici deneyleri gerçekleştirilmiştir. Bu deneyler sonucunda, temel zemininin CL grubunda yer alan kumlu, siltli, kahverenkli yumuşak kıvamda inorganik kil ve zemin emniyet gerilmesinin 60 kPa düzeyinde olduğu belirlenmiştir. İnşa edilecek temel net temel taban basıncı 100 kPa olarak hesaplanmıştır. Bundan dolayı temel zemini bu gerilmeyi taşıyamayacaktır. Bu nedenle temel zemini bir iyileştirme işlemi gerekli kılmaktadır. Bu çalışmada düşük taşıma gücüne sahip alüvyon zemin üzerinde yer alan temelde meydana gelebilecek duraylılık problemleri, üç boyutlu Plaxis V 3D 1.2 ve iki boyutlu Plaxis V 8.2 sonlu elemanlar programları kullanılarak incelenmiştir. Modelleme çalışmalarında, temel tarafından zemine aktarılacak düşey gerilmenin, zeminin yumuşak kıvamda ve yeraltısu seviyesinin temel kotuna çok yakın olması nedeniyle taşınamayacağı, dolayısıyla iyileştirme işlemlerine gereksinim olacağı düşünülmüştür. Modellemede, temelde oluşan oturmalar ve sistemin duraylılığı, sonlu elemanlar yöntemiyle iki aşamalı araştırılmıştır. İlk aşamada, temelde herhangi bir iyileştirme yapılmadan meydana gelen oturmalar ve zeminde meydana gelen gerilme dağılımı değişimi incelenmiştir. İkinci aşamada düşey yöndeki yer değiştirmeleri azaltmak ve duraylılığı sağlamak için zemin ile dolguda jeogrid kullanılarak iyileştirme seçeneği değerlendirilmiş olup, oturma ve gerilme dağılımı değişimi tekrar incelenmiştir. Modellemede, sistemde yanal hareket sınırlandırılmış, buna karşın düşey yönde harekete izin verilmiştir. Analizlerde zemin davranışının Mohr Coulomb (MC) yenilme ölçütüne uygun olduğu kabul edilmiştir. Yapılan gerilme dağılımı analizlerine göre, temel zemininin 1.5 m kalınlığında sıkıştırılmış kaya ve stabilize dolgu ile iyileştirilebileceği sonucuna varılmıştır. Ayrıca yapılacak olan bu dolgu, don kabarmasına duyarlı olarak tanımlanan temel zemininden kaynaklanacak don zararlarını da önemli ölçüde azaltacaktır.

Anahtar Kelimeler: Oturma, Duraylılık, Sonlu elemanlar yöntemi, Güçlendirme, Jeosentetik

ABSTRACT

Investigation and evaluation of geotechnical properties of the foundation soil in detail have prime importance in the projects consisting of foundation design. If engineering works are carried out insufficiently, some problems in phase of the lifetime of the building have been encountered and these problems are not possible to solve. Due to these, geotechnical properties of an alluvial soil with low consistency and low bearing capacity were investigated and evaluated in terms of construction applications. The study area is located at a distance of 250 m to the north of the Sivas-Erzincan highway and is near Sivas city center. The area of the construction site is 2600 m². Because of the some architectural properties of the structure and the project limits; foundation

altitude, which is placed 25 cm up to the groundwater level, is close to the groundwater level. Foundation soil in the construction site consists of from top to the bottom 0.00 - 0.90 m gravelly sand fill, 0.90 - 7.70 m light brown sandy silty clay locally containing gravelly and sandy levels and 7.70 -10.61 m light brown sandy - silty clay. It is considered that the stiffness of the material at this level may probably related to its high sand content. The groundwater level at the construction site is 6.60 m from the surface. The foundation depth of the structure was designed as 6.35 m from the surface.. To achieve the objectives of the study, in the first step, boreholes were drilled in the foundation soil at the construction site, disturbed and undisturbed soil samples were collected, and then index and strength tests on the core samples were conducted in laboratory. In addition, vane shear tests in the observation pits were carried out to determine undrained shear strength of the foundation soil. Based on the result from these tests, the foundation soil is a soft sandy-silty clay falling in CL-group and its allowable bearing capacity is 60 kPa. The contact pressure is computed as 100 kPa. Considering the fact that the contact pressure is higher than the allowable bearing capacity of the foundation soil, it is concluded that the foundation soil can not bear this pressure without collapsing. Due to this, the foundation soil requires an improvement process. The engineering problems such as settlement, rotation and stability changing could be developed in a foundation on the alluvial soil with low-bearing capacity were investigated in both geosynthetic reinforcement and unreinforcement cases using three dimensional finite element software Plaxis V 3D 1.2 and Plaxis V 8.2. In the modelling works, vertical stress transferred into the soil by the foundation can not be beared due to the soft soil and the presence of the groundwater level located near the surface. Therefore, it was considered that the foundation soil should be subjected to an improvement process. In the modelling phase, settlement of the foundation and stability of the system were investigated using the finite element method in two steps. In the first step, settlements in the foundation and changes in stress-distribution in the soil before any improvement technique is applied were investigated. In the second step, in order to reduce vertical displacements and to provide the stability, the use of geo-grids both in the soil and foundation is examined and variation in settlement and stress-distribution was also investigated. In the modelling phase, lateral displacements were constrained, while the vertical displacements were allowed. It was assumed that the soil obeys to the Mohr- Coulomb failure criterion (MC). Based on the stress-distribution analyses, it is concluded that the soil mass can be improved together by the 1.5 m thick compressed rock and a stabilised fill layer. On the other hand, the proposed fill layer helps to compensate the negative frost effect of the soil which is susceptible to frost heave.

Keywords: Settlement, Stability, Finite element method, Reinforcement, Geosynthetic