

氏名	AUNG AUNG SOE
博士の専攻分野の名称	博士（学術）
学位記号番号	博理工甲第 1109 号
学位授与年月日	平成 30 年 9 月 21 日
学位授与の条件	学位規則第 4 条第 1 項該当
学位論文題目	Study on the Behavior of Geogrid-Reinforced Soil Layer System for the Pavement (ジオグリッドにより補強された舗装用二層地盤の挙動に関する研究)
論文審査委員	委員長 教授 桑野 二郎 委員 教授 長田 昌彦 委員 准教授 内村 太郎 委員 教授 牧 剛史

論文の内容の要旨

Nowadays, there are increasing demands for the infrastructures, including road pavements for transportation. With the increase in the traffic volume, the heavier axle load of vehicles, and the shortage of good quality materials for pavement construction, the solution using geosynthetics has been introduced for the purposes of reduction in material usage and extension of road service life. However, the incorporation of geosynthetic benefits in the design method is still in empirical and it highly depends on the geosynthetic types, especially for the newly developed ones. In this study, a newly developed triangular geogrid was used to investigate its reinforcement behavior and mechanisms; and to verify its potential benefits for the pavement construction. This study included two main parts: the laboratory tests and field tests. Laboratory tests included (1) cyclic loading tests, (2) direct shear tests and (3) verification tests. Field tests included the verification tests. In the laboratory, the different pavement conditions were modelled and tested considering the effects of base course thickness, geogrid position, and geogrid types in different aggregates. In addition, the confinement zone of triangular geogrid was estimated by means of direct shear test in the laboratory. Both laboratory and field verifications included the plate loading test and the portable falling weight defletometer test (PFWD). From this study, the followings were observed. The benefit of geogrid reinforcement at bottom of base course became insignificant with the increase in thickness. Changing the geogrid position inside the base course layer could effectively reduce the lateral flow of aggregate particles. The optimum reinforcement position was known to be at the middle of the base course layer in which the largest traffic benefit ratio (TBR) was achieved under the given test conditions. It was also realized that the effect of geogrid types was minimal on the performance when the geogrids were placed inside the well-graded aggregates. In the poorly-graded aggregate, however, it was observed that the triangular geogrid outperformed biaxial geogrid. From the direct shear test, the confinement zone of triangular geogrid was larger than five times of the average particle size (D_{50}) from geogrid location, estimated by using the shear resistance ratio (SRR) as an index. In the verification, both PFWD test and plate loading test (K_{30} test) in the field could not able to detect the reinforcement benefit due to small displacements used in both tests. On

the other hand, the reinforcement effect and mechanisms were able to be examined by the laboratory plate loading test. The effect of reinforcement was noticed at the surface settlement between 2.5% and 3.6% of the geogrid depth from the surface, and the reinforcement mechanism mobilized at 0.2% of pure strain regardless of geogrid depth.

論文の審査結果の要旨

道路は舗装されていても次第に轍掘れやくぼみ、あるいはアリゲータークラックと呼ばれるひび割れなど、長い間の使用により損傷が生じる。そのような損傷が生じた場合、表面のみを剥ぎ取って舗装をやりかえるが、損傷が著しい場合は表層の下の路盤、さらにはその下の路床部まで対策をする必要がある。社会基盤施設の維持補修の必要性が高まっている中、経済的で長期的に仕様が可能な舗装構造の高度化は喫緊の課題となっている。本論文は、ジオグリッドを路盤部に設置することで支持力を向上させ、繰返し载荷にも耐える補強法について、大型土槽実験と一面せん断試験により検討している。

本論文は、研究成果を9章に分けて記述している。

第1章では、ジオグリッドを含む各種ジオシンセティックスとその機能を紹介し、地盤の安定化への寄与について述べている。舗装構造へのジオシンセティックの適用について、研究の必要性を述べ、本研究の目的と構成を述べている。

第2章は既往の研究について述べている。舗装構造、舗装の各種損傷と影響要因、舗装に適用されるジオグリッドの紹介と補強のメカニズム、舗装の設計法、舗装へのジオグリッドの適用に関し大型土槽を用いた舗装模型地盤における室内繰返し载荷試験、引抜き試験や一面せん断試験などジオグリッドと路盤・路床材料との相互作用に関する試験、野外実証試験などに関する既往の研究を紹介している。

第3章では、本研究で実施した試験について、使用した材料、試験装置、試験方法について、詳細な説明を行っている。

第4章では、大型土槽内に作製した模型路盤・路床において、路盤厚を変え、さらに路盤底部の路床との境界部にジオグリッドを設置し、繰返し载荷試験を実施することで、路面の変形に及ぼす路盤厚やジオグリッド敷設の有無の影響を調べ、交通荷重のような繰返し荷重の路盤・路床への伝達や、路盤材料の変形特性などについて検討を行っている。路盤厚の増加とともに荷重分散効果のため、路盤厚の影響は表面沈下よりも路床上面沈下量への影響の方が大きいこと、ジオグリッドを敷設した場合でも路盤厚が20cmを超えるとその拘束効果が及びにくくなるため大きな路盤変形が生じてしまうことなどが示された。

第5章では、ジオグリッドによる路盤材の拘束効果・拘束領域を調べるため、路盤材料内でのジオグリッド敷設位置を変えた一連の一面せん断試験を実施し、ジオグリッドの敷設によりせん断抵抗が60%以上増加する高い拘束領域はジオグリッドから5cm程度の範囲に及ぶことなどが示された。

第6章では前章の結果を受け、ジオグリッドの敷設位置が路盤の変形特性に及ぼす影響について、大型土槽で実施した舗装構造の繰返し载荷試験により検討し、ジオグリッドが効果を発揮するためには敷設位置に応じて路盤がある程度変形を生じる必要があること、ジオグリッドの敷設位置は路床からある程度離れた方が拘束効果が上下で期待できることや路盤から路床に至る荷重分散効果が考えられるため地表面沈下を低減できること、従って今回の実験の範囲内ではジオグリッドは路盤の中央高さに敷設することが最も効果的であること、などが示された。

第7章では、本研究では比較的最近多く使われるようになった目合い形状が三角形のジオグリッドを主に用いたが、従来製品である二軸延伸の目合い形状が矩形のジオグリッドと比較を行い、目合い形状が三角形の方が拘束効果がより高いため表面沈下量が低減でき、その効果は粒度分布の良い礫質材で良く締め固められた路盤ではそれほど顕著ではないが、粒径が小さく締め固めが十分でない場合に顕著であることを示している。

第8章では、舗装構造高度化の性能確認についての検討を行っている。まずは室内模型実験において、舗

装の支持力の非破壊試験としてしばしば用いられる PFWD (Portable Falling Weight Deflectometer) 試験と小型平板載荷試験を実施し、PFWD 試験では地盤剛性の評価は出来るもののジオグリッドに十分な変形を与えることができないため補強路盤の性能評価には向かないこと、一方平板載荷試験ではジオグリッド敷設の効果を確認できることなどを示した。さらにジオグリッド補強を実際の道路舗装に適用した野外の試験施工においても同様な検証を行った結果を報告している。

第9章では、本研究により得られた結論を述べるとともに、今後の展望を述べている。

本研究では、轍掘れやクラックなどの舗装の損傷を軽減させるために路盤部へジオグリッドを敷設することを提案し、その補強のメカニズムや効果的な敷設位置などを大型土槽実験と一面せん断試験により検討している。さらに、舗装構造高度化の性能確認試験法についても検討している。ジオグリッドを含むジオシンセティックスの舗装構造への適用は、実務的には海外では既に適用事例も多くみられるが、その補強のメカニズムや効果的な敷設法は十分には検討されていない。本研究では、慎重に考えられた一連の模型実験を通してそれらを検討するとともに、性能評価の検討も行っており、研究の独創性、新規性、発展性に加え工学的な貢献は大きい。また、結論に至る種々の検討における厳密性も高く評価される。それらの点を総合的に判断して、博士の学位論文として合格と判定した。