

氏 名	LIJALEM YALEW MELESE
授 与 学 位	博士（工学）
学 位 記 番 号	博甲第 221 号
学位授与年月日	令和 7 年 3 月 21 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項
学位論文題目	Improvement of Prioritization and Treatment Method on Pothole Maintenance in Asphalt Pavement Considering Road User Safety and Comfort (道路利用者の安全性と快適性を考慮したアスファルト舗装のポットホールメンテナンスにおける優先順位付けと措置方法の改善)
論文審査委員	主査 准教授 富山 和也 教授 高橋 清 教授 井上 真澄 教授 中村 大 教授 宮森 保紀（北海道大学）

## 学位論文内容の要旨

Among the asphalt pavement distresses, a pothole is one of the potential risks reducing traffic safety and comfort of road users. It leads to traffic accidents while the overall pavement condition is acceptable according to the maintenance threshold. From a road asset management viewpoint, potholes should be prioritized and maintained by the dimensions corresponding to the degree of impact on the safety and comfort of road users. In this context, treatment methods for pothole maintenance should also be carefully considered to avoid repeated failure, especially after rainy seasons. In light of this background, this study aims to improve the prioritization and treatment method for pothole maintenance in terms of the safety and comfort of road users as well as the durability of pavements repaired with patching in rainy areas such as Ethiopia. This study consists of the following three phases.

The first phase evaluates the safety and comfort of traveling over potholes with various dimensions as well as the International Roughness Index (IRI) by conducting experiments using the Kitami Institute of Technology Driving Simulator (KITDS). In the experiment, this study introduces a novel approach to the safety measure, which is perception reaction time based on the theory of cognitive psychology. The comfort issue against the pothole is assessed with a questionnaire survey to the participants as well. The result shows that potholes with a width of 500 mm with a depth greater than 50 mm and 750 mm with a depth greater than 25 mm should be prioritized and maintained to secure the safety and comfort of road users even though the roughness in terms of the IRIs are in good condition.

The second phase proposes a new treatment method for potholes by raising the patches above the existing asphalt surface. A critical issue leading to patching failure is that patches settle after construction due to traffic loading, which is then accumulating rainwater. Accordingly, this study introduces the raised patch concept. Possible raising heights are tested in terms of vehicle safety and comfort by a driving experiment using KITDS in the same manner as the first phase. As a result, raised patches of 15 mm in height for widths of 200 and 500 mm and 10 mm in height for a width of 750mm can be acceptable for safety and comfort while increasing the durability of patching treatments.

Applying the maintenance threshold in terms of the IRI established by the Addis Ababa City Roads Authority (AACRA), which is 4 mm/m for roads in good condition, up to eight potholes with widths less than 750 mm can be treated by the raised patch concept. This concept also enables other countries to decide the number of potholes to be patched by considering the IRI threshold.

The third phase examines the practical applications of raised patches with different types of mixtures in terms of durability by the Immersion Wheel Tracking Test (IWTT). First, wheel-tracking specimens are prepared from straight hot mix asphalt. Then, a hole is created at the center of each specimen. After that, the hole is patched using a straight and modified hot mix asphalt as well as a cold mix. Finally, the patched specimens are tested by the IWTT to confirm the durability of the

patching treatment in terms of the settlement caused by traffic loading. The result clearly shows that the raised patches, even with straight hot mix asphalt, are more durable than conventional patching treatments by maintaining the patch over the existing surface. However, straight hot mix asphalt indicates poor patching performance in moisture conditions, such as during the rainy season. In contrast, modified hot mix asphalt, by which the modifier is resistant to the stripping effect of water, exhibits durability against moisture conditions. This study also recommends that a water-activated cold mix is used for emergency repair because it permits compaction with water and requires no heating.

Potholes cause discomfort and traffic accidents for traveling vehicles, leading to an increase in road user costs. This study contributes to the improvement of road asset management with special attention not only to the implementation of effective pothole maintenance but also to the safety and comfort of road users. In particular, realizing the pothole maintenance by the proposed methods and criteria in this study can secure safe and comfortable traffic and results in revitalizing the economy in developing countries.

## 審査結果の要旨

本論文は、アスファルト舗装の代表的かつ深刻な損傷であるポットホール（舗装路面に生じた穴）について、地域の道路交通環境を考慮した維持管理における合理的な補修優先順位付けと、効果的な措置方法について論じたものである。現在、ポットホールに対しては、維持管理に関する学術的な検討事例が極めて少なく、対症療法的に穴埋めを行うパッチングによる措置が主となっている。一方、本研究では、既存の路面評価および措置方法の問題点を示し、特にエチオピア連邦民主共和国（以下、エチオピア）の現状を例に、熱帯気候に属する国々において、雨季に発生するポットホールの不完全な措置と、その結果生じる補修箇所早期劣化に対する解決策を示した。

具体的には、ドライビングシミュレータを用いた走行試験を実施し、ポットホールの損傷程度と発生頻度に対する人の注意資源に着目した反応時間から、これまで不明であった車両の走行安全性および快適性に基づく合理的な補修優先順位を明らかにした。また、本研究では、措置方法として、既設舗装路面より嵩上げてパッチングを行うことで、ポットホール補修箇所に水を溜めず、さらに舗装の増し厚による耐久性向上を目的とした「**Raised Patch**」を考案し実現可能性を検証した。その結果として、ドライビングシミュレータによる走行試験より、乗り心地に影響のない嵩上げ範囲を示し、雨季の施工を再現した舗装室内試験から、既存の材料および工法で従来以上の高い効果が得られるとの結論を得ている。加えて本研究では、補修材料として従来エチオピアで用いられているストレートアスファルトに加え、改質アスファルトを用いた加熱混合物および常温混合物の検討も行い、道路アセットマネジメントの視点から、より効果的な措置を実現するための展望を示している。

本論文で示された成果は、即ちポットホールの発生した舗装の維持管理に関する新知見であり、道路アセットマネジメントの向上に資するものである。ポットホールが熱帯のみならず冷帯においても融雪水などを原因として深刻な問題となっていることに鑑みると、本成果は国内外へ広く波及するものと期待でき、道路・舗装工学における学術的発展に寄与するところ大なるものがある。論文審査の結果、申請者は、北見工業大学博士（工学）の学位を授与される資格があると認められ、審査委員全員から「合格」の判定を得ている。