



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Influence of dynamic mechanical properties of subgrade soil in cold climate on fatigue life of road pavement [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	林, 天舒
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(工学)
Dissertation Number	甲第14235号
Issue Date	2020-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/79954
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Tianshu_LIN_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博士(工学) 氏名 林 天舒

審査担当者 主 査 教 授 石川 達也
副 査 教 授 渡部 要一
副 査 教 授 藤井 義明

学位論文題名

Influence of dynamic mechanical properties of subgrade soil in cold climate on fatigue life of road pavement

(寒冷気候下の路床土の動的力学特性が道路舗装の疲労寿命に及ぼす影響)

北海道のような積雪寒冷地では、厳冬期に 0℃線が舗装深部にまで侵入し路床等が凍上して、路盤や舗装面に隆起が生じたり、アスファルト混合物層にクラックが発生したりする。また、融解期には、融雪水の流入やアイスレンズの融解により含水比が上昇し路床や路盤の強度が一時的に低下する。このような寒冷地域特有の現象が、道路舗装の機能の劣化・喪失(走行路面変状)を早めると考えられている。一方、道路舗装に対する国内の構造設計では、従来の経験的設計法である TA 法から性能規定型のより合理的な理論的設計方法への移行・確立に向けた検討が行われている。この際、例えば、アスファルト舗装の理論的設計方法では、多層弾性解析による舗装の構造解析(舗装応答解析)と経験に基づく舗装損傷解析(暫定破壊規準式による疲労破壊輪数の算定)を行って、アスファルト混合物層の疲労破壊(ひび割れ)と路床のわだち掘れに対する疲労寿命を予測する。しかし、この設計手法は、年間を通して路盤や路床の弾性係数を一定と仮定するため、応力状態・含水状態・凍結融解作用などがその変動に及ぼす影響を考慮できない、および路床の永久変形量(わだち掘れ)を予測する暫定破壊基準式の有用性そのものについて各種条件下(主応力軸回転場を含む)で検証が必要といった制約がある。今後、積雪寒冷地のアスファルト舗装で疲労破壊に対する最適設計を行い、供用性の確保とライフサイクルコスト低減を図るには、凍結期および融解期における路床・路盤の支持力や変形特性を把握し、温度変化や含水比変化に対するその力学的応答を理論的に解析可能な構造解析手法と、それを組み込んだ信頼性の高い疲労寿命解析が実施可能な設計手法を開発する必要がある。

そこで、本論文では、気象作用(降水・凍結融解)が路床材・路盤材の動的力学特性に及ぼす影響および路床材・路盤材の動的力学特性が道路舗装の疲労寿命に及ぼす影響を検討するとともに、それらを考慮した積雪寒冷地のアスファルト舗装の構造設計手法の改良に焦点を当て検討している。このため、第 1 章では、本研究の背景、目的、および構成を説明した。第 2 章では、十分に制御された高精度の室内要素試験を実施するために開発した、本研究で使用する凍結融解繰返し三軸試験装置や中型不飽和三軸試験装置などの試験装置の詳細を説明し、本研究で使用する試料を紹介した。第 3 章では、積雪寒冷地の道路舗装で用いられる路床材の変形強度特性を定量的に把握するために、様々な試験条件(含水状態、凍結融解作用、輪荷重載荷)の組合せの下で実施する路床材の繰返し三軸試験(レジリエントモデュラス試験)の試験方法と試験条件について説明した。第 4 章では、本研究で得られたレジリエントモデュラス試験結果から、凍結融解作用や含水比の増加が路床

材のレジリエントモデュラス (弾性係数) を低下させることを示し、それをもとにして含水状態と凍結融解作用の相乗効果を考慮可能な路床材と下層路盤材のレジリエントモデュラス (弾性係数) の構成式を新たに提案した。第 5 章では、既往研究で実施された多重リングせん断試験結果に基づいて、路床材の永久変形 (わだち掘れ) に及ぼす主応力軸回転と含水状態の影響について検討し、それをもとにして含水状態と主応力軸回転の相乗効果を考慮可能な路床材の永久変形量の構成式を新たに提案した。第 6 章では、第 4 章と第 5 章で示した室内要素試験結果と提案した構成式に基づいて、現行のアスファルト舗装の構造設計手法の改良方法を提案するとともに、北海道に敷設された実際の道路舗装における走行路機能の長期観測結果との比較により提案した構造設計手法の適用性・妥当性を検証した。第 7 章では、本研究で得られた結論を要約するとともに、本研究で充分な検討できなかった項目を将来の研究課題として示した。

これを要するに、著者は、これまで工学的検討が充分なされていなかった、気象作用によって変化 (降水による含水状態変化と凍結融解作用による材料状態変化) する路盤・路床材の力学特性が道路舗装の疲労寿命に及ぼす影響を定量的に評価する手法を開発し、それに基づき現行のアスファルト舗装の理論的設計方法を改良するための貴重な知見を得たものであり、寒冷地に存する社会基盤施設の設計・施工・維持管理の高度化と信頼性の向上を図る上で、舗装工学および寒冷地地盤工学の発展に対して貢献するところ大なるものがある。よって著者は、北海道大学博士 (工学) の学位を授与される資格あるものと認める。