

## 学位論文審査結果の要旨

専攻主任



博士(工学)申請者 丸山 記美雄

### 審査委員

主査	教授	笠原 篤
副査	教授	神谷 光彦
副査	教授	苔米地 司
副査	教授	亀山 修一

### アスファルト舗装の疲労寿命予測と力学的設計法の構築に関する研究

わが国の従来のアスファルト舗装設計法は経験に基づきものであり、その基本は仕様規定であったことから、新しい舗装材料や新技術に対応できないことが問題となっていた。そのような中で、道路舗装に新技術の導入を促進することで道路利用者の様々なニーズに的確に対応し、コスト縮減および事業の効率を向上させるべく、平成 13 年度には「舗装の構造に関する技術基準」が定められ、性能規定に基づく舗装設計に転換しようとしているが、国情に合致した力学的設計手法の構築はなされていない。そのためには、舗装の構造的な終局破壊形態である繰り返し载荷による疲労ひび割れ発生時期を合理的に推定する手法を確立することが最重要課題となる。

このような背景に基づき、本論文は、供用中の道路における疲労ひび割れ発生状況とアスファルト混合物自体の基本的な疲労破壊特性との関連性を把握し、アスファルト混合物の疲労破壊特性や舗装厚などの舗装構造の違いが疲労破壊発生時期などに及ぼす影響について実道で検証し、それらの成果を基に力学的設計法を構築することを目的とした研究である。

本論文は 7 章から構成されている。

第 1 章は序論であり、本研究の背景と目的について述べるとともに、国内外における試験道路の歴史や、この分野における既往の研究について概観している。本研究の実証フィールドである美々試験道路において、これまでに行われてきた舗装凍上対策に関する研究などの経緯と成果をはじめ、現在調査を行っている美々新試験道路（第 5 期断面）の設計方法や建設時の情報などに関して記述している。

第 2 章は、美々新試験道路における外的条件（交通量、輪荷重、走行位置分布、気温、舗装体温度など）の測定結果を述べている。当試験道路の大型車交通量の実測値は 4224 台/日・方向、10 年間の 49kN 換算輪数は 2800 万輪・方向であり、旧「アスファルト舗装要綱」に示されている設計交通が最も多い D 交通量区分に相当することや、タイヤの走行位置分布は概ね正規分布に適合することを明らかにしている。また、舗装体の深さ方向の月平均温度は、気温から比較的精度良く算定可能であることを示している。

第 3 章は、当試験道路の建設から供用後約 18 年経過するまでのわだち掘れやひび割れなどの路面性状の長期的データを収集し、舗装構造の違いが舗装のパフォーマンスに与える影響を明らかにしている。アスファルト混合物層厚が薄いほどわだち掘れの進行が早い傾向にあることや、アスファルト混合物層が薄い場合の変形は下層路盤面以下の粒状材

料の塑性変形の占める割合が多いことを示している。また、アスファルト混合物層厚とアスファルト混合物層最下層の混合物配合の違いによって、舗装のひび割れ発生時期が異なることを観測している。

第4章は、当試験道路の建設から供用後約18年経過するまでに実施した開削調査とFWDによるたわみ調査の結果について述べている。開削調査によって、アスファルト混合物層の最下層に使用した混合物の種類によってアスファルト混合物層底面に発生する疲労ひび割れの発生量に明確な差があることを明らかにしている。また、開削時に行った路盤・路床の支持力調査および採取試料から得た路盤と路床材の室内試験結果について述べ、FWD調査と逆解析によって得られる下層路盤と路床の逆解析弾性係数が、舗装体温度に関わらず概ね265MPa、76MPaと一定の範囲に分布していることを明らかにしている。

第5章は、アスファルト混合物について、室内作成供試体と現場から採取した供試体に対して4点曲げ疲労試験を行うことによって、疲労破壊特性を把握している。配合の異なる混合物の疲労破壊回数には統計的に有意な差があり、混合物の飽和度がその指標となることや、破壊回数の分布は変動係数10~35%程度の正規分布に適合することを明らかにしており、それは、アスファルト舗装の破壊時期予測や理論的設計法の精度検証を行う上で有益な知見となることを見出している。さらに、混合物の配合と破壊回数のばらつきを考慮した疲労破壊規準式を提示し、疲労ひび割れの発生を抑制するには最下層に使用する混合物に、粗粒度アスコンや密粒度アスコンなどを使用することが有効な策であることを提示している。

第6章では、前章までに得られた外的条件、長期的路面性状の推移、疲労破壊特性を基に、多層弾性理論による当試験道路の層構造解析と、マイナー則による疲労ダメージ計算に基づく力学的な計算手法によって、疲労破壊時期予測を行っている。その結果、疲労破壊年数の計算値が小さい断面ほど、実際に疲労ひび割れの発生が早い傾向にあり、約-3年~+6年の誤差範囲での疲労破壊年数の算定は可能であることを明にしている。舗装の疲労破壊現象が確率的な事象であることを踏まえれば、疲労ひび割れの発生予測手法として妥当なものと評価される。すなわち、4点曲げ疲労試験から得られる破壊規準式と層構造解析と各種の現地データを適切に組み合わせることで、舗装の寿命解析はある程度理論的に推定可能であることを明らかにしている。

第7章は結論であり、供用中の道路における疲労ひび割れ発生状況とアスファルト混合物の疲労破壊特性との関連性を明らかにし、アスファルト混合物の疲労破壊特性や舗装厚などの舗装構造の違いが疲労破壊時期などに及ぼす影響について実道で検証し、アスファルト舗装の寿命予測が理論的に可能であることを明らかにしている。

以上要するに、本論文は、20年間にわたる実道でのアスファルト舗装の疲労破壊の観測結果と、室内における疲労試験から求めた破壊規準式から算出される疲労破壊年数とを、数年の誤差内で推定可能としたことにより、アスファルト舗装の疲労寿命予測と力学的設計法の構築に寄与している。

本研究の新規性と汎用性は舗装工学分野に資するところ大であることから、博士を授与するに相当すると判断した。