

論文審査の結果の要旨

氏名：菊池 祥一

博士の専攻分野の名称：博士（工学）

論文題名：天然石を用いた軽交通のブロック系舗装への適用に関する研究

審査委員：（主査） 教授 秋葉 正一

（副査） 教授 伊藤 義也

教授 澤野 利章

特任教授 高崎 英邦

現在、わが国では観光立国の実現に向けた“ビジット・ジャパン事業”や“国際競争力ある観光地づくり”を推進するため、官民一体となった景観整備への取り組みが望まれている。特に、景観形成の一役を担う道路舗装分野では、コンクリートの2次製品であるインターロッキングブロックや天然石平板を用いたブロック系舗装等の景観に配慮した舗装（以下、景観舗装）に対するニーズが高まりつつあり、軽交通路に適応可能な景観舗装技術の開発が期待されている。ブロック系舗装は、現状ではその多くが歩道を対象とした工法であるが、軽交通路に適用した工法も存在する。しかしながら、車道用のブロック系舗装に関する技術的な基準は確立していないのが現状である。

景観舗装のなかでも、天然石舗装は石特有の質感が史跡名勝や自然景勝と調和し、古くから参道や境内の石畳に採用される伝統工法を原点とする。また、現代において天然石舗装は、地域の歴史が刻まれた石材を活用する機会とともに、舗装自体に新たな観光資源としての付加価値を創出し、景観形成に寄与するという利点がある。一般に、天然石舗装はセメントコンクリート版や既設舗装面を施工基盤として、下地及び目地に粒状材料を用いて石版を据え付ける工法（以下、据付型工法）と、セメント系あるいはポリマー系のバインダーを充填して石板を接着する工法（以下、接着型工法）とに大別される。

据付型工法は下地及び目地の支持力不足に起因した石板の沈下や傾斜、移動、さらに雨水による目地の流失等が課題であり、現状では主に歩道を対象としている。他方、接着型工法では石板へのバインダーに起因したメンテナンスやリサイクルに関する課題があり、下地及び目地の材料によっては繰返しの輪荷重を受けて連鎖的に破壊する可能性を残している。また、接着型工法は据付型工法に比べて耐久性に優れるが、一般に施工費が高く、解体・処分が容易でないことと、撤去した石板の再利用が難しいため、ライフサイクルを通じてコスト高となる。さらに両工法とも景観舗装としての位置付けから、補修・修繕に際しては本来の美観を保持することが前提となるが、観光車両等の乗入れによって頻繁に歩道部の補修を要する場合や、ライフライン等の改修に伴って一部をアスファルト舗装で打ち換えざるをえない場合もあり、結果として景観を損ねる。しかしながら、今後も、環境や景観に配慮したインフラ整備を進める上で、景観舗装の必需性は高く、施工性に優れ、軽交通路に適応可能な天然石舗装の確立が地域活性化に寄与する一つの方策となるので、メンテナンスやリサイクルに優れた工法の確立が望まれている。

本研究は、石橋や石垣と同様に経年によって風合いを増す石構造物特有の環境・景観的価値を考慮し、石板の繰返し利用を前提とした天然石舗装工法の開発を試みることを目的としたものである。このため、石板をセメントモルタル等で接着せず、石板の繰返し利用が可能で、かつ耐久性や施工性に優れた天然石舗装工法の確立を目指して、アルミナボールと少量のアスファルトを混合した砂（以下、As.砂）を適用する新たな工法を室内試験および実施工により検討し、メンテナンスとリサイクルに有利な軽交通路用天然石舗装工法を提案したものである。

本論文は、全6章から構成されており、以下に各章ごとの概要を述べる。

第1章は、序論であり、景観整備に対する社会的要請と軽交通路に適応可能な景観舗装技術開発の必要性を述べるとともに、研究の背景と目的および論文の構成について概説している。

第2章は、既往の技術・研究をまとめている。具体には、既往の天然石舗装工法がセメントコンクリート版や既設舗装面を施工基盤として、下地及び目地に粒状材料を用いた据付型工法と、下地及び目地にセメント系あるいはポリマー系のバインダーを充填して石板を接着する工法に大別され、それらの構造について整理し、その破壊に至る経緯、ライフサイクルコストの観点から、既往の技術に対する問題点を明ら

かにしている。

第3章は、まず、据付型工法に着目し、この工法を車道用ブロック系舗装として適用する場合、石板の目地にアルミナボールを挿入し、噛み合わせ効果によって石板の移動を抑制する工法を説明している。つぎに、この工法により作成した供試体を用い、ホイールトラッキング試験機による車輪走行試験を実施し、石板の沈下、傾斜、移動に対する本工法の効果を検討するとともに、衝撃吸収性や透水性などの付加的性能について室内試験により検討を実施している。

その結果、石板の沈下、傾斜、移動ともに、モルタルを用いた接着型工法に比べ、その効果は若干劣るものの、アルミナボール未挿入で粒状材料を用いた据付型工法の結果とは大きく異なり、石板の動きが抑制されることを明らかにしている。また、衝撃吸収性については接着型工法に比べ衝撃吸収力が高く、本工法は一般的な据付型工法と同程度の乗り心地が得られることを明らかにしている。さらに、透水性について、接着型工法は全く透水しないのに対し、本工法は目地からの透水を許すことから、路面の耐水を抑制する効果があることを確認している。

第4章は、まず、第3章で実施した室内試験の結果を踏まえ、軽交通を想定した現場試験を実施し、耐久性、および新設時並びにメンテナンス時における作業性を検討している。その結果、室内試験結果同様、石板の沈下、傾斜、移動ともに、モルタルを用いた接着型工法に比べその効果は若干劣るものの、アルミナボール未挿入で粒状材料を用いた据付型工法の結果とは大きく異なり、石板の動きが抑制されることを確認している。また、作業性については、接着型工法と比較し、新設のみならず、目地の補修や解体、再構築が容易に行え、また、再構築に際して石板や目地砂、アルミナボールを現地で繰り返し利用することが可能であることを明らかにしている。

一方、本工法では、雨水による目地砂の流出を抑制することを目的に、市販品である As.砂を用いたが、現場試験において、この As.砂の流出が認められた。市販の As.砂は母材である粗砂の品質が規定されておらず、アスファルト量も 1.5~2.5%程度と適当であることが判明し、As.砂の品質にバラツキがあり、このために粘着性の不良な As.砂が製造されることを明らかにした。そこで、As.砂の素材とアスファルト量が施工性や耐流失性に及ぼす影響を評価し、実用に適した管理試験と指標を検討している。その結果、母材である粗砂の品質に関わらず、施工性や耐流出性に優れた品質となる As.砂の配合設計方法として、スランプコーン試験を利用した手法を提案している。これは、使用する砂に対し、アスファルト量を 0.5~2.5%の間で適当に混合した As.砂について、突き固め回数 100 回でのスランプ値が 2.5cm となるアスファルト量が施工性や耐流出性に優れた最適な配合量とするものである。

第5章は、前章までの知見を踏まえて、実施工を実施し、本工法の軽交通路用天然石舗装としてのライフサイクルコストにおける経済性と、施工後 4 年経過時における供用性を検証している。その結果、本工法は接着型工法と比較し、維持修繕を含むライフサイクルコストにおいて 3~5 割程度安価となることを明確にするとともに、供用開始から 4 年経過した施工現場において石板の沈下、傾斜および移動が認められないことを示し、本工法の有用性を明らかにしている。

第6章では、各章から得られた結果を総括したうえで、軽交通路用天然石舗装として As.砂とアルミナボールを目地材に応用した本提案工法の有用性と今後の課題について言及している。

以上、本論文は、景観形成の一役を担う道路舗装において、メンテナンスとリサイクルに有利な軽交通路用天然石舗装工法を提案した。この成果は、わが国における景観整備に向けた成果として寄与するものであり、また、この成果は、生産工学、特に道路工学に寄与するものと評価できる。

よって本論文は、博士（工学）の学位を授与されるに値するものと認められる。

以上

平成27年3月12日