

抄訳／第11回コンクリート舗装国際会議から

No.3 コンクリート舗装の工学的特性としてのアルベド

ALBEDO AS AN ENGINEERING PROPERTY OF CONCRETE PAVEMENTS
Sushobhan Sen and Jeffery Roesler, University of Illinois (米国)

舗装の設計と評価方法として、舗装デザインガイド(AASHTO 1993)の統計モデルが知られている。この統計モデルは力学的・経験的舗装設計ガイド(MEPDG)の開発につながり、AASHTO舗装MEと改名された。ME設計手法に加えて、ライフサイクルアセスメント(LCA)による舗装の持続可能性に焦点を当てている。舗装の持続可能性の目標は、舗装の環境への影響を最小限に抑えることであり、材料の特性ばかりでなく、材料の選択、運搬、建設、供用段階などのさまざまなプロセスで使用されるエネルギーを広範囲で収集する必要がある。アルベド(反射光の比)や日射反射率は、舗装設計やLCAに使用されるコンクリート舗装の熱特性である。いずれも破損予測や都市ヒートアイランドの定量化にそれぞれ大きな影響を及ぼす。したがって、コンクリート舗装のアルベドに影響を与える要因を理解することは重要である。

ME設計やLCAは重要であるにもかかわらず、アルベドは定期的に測定されておらず、MEPDGはコンクリート舗装の表面吸収率(アルベド0.15に相当)のデフォルト値0.85を推奨しており、これをほとんどの機関が使用している。アルベドは、本質的な材料特性ではなく、時間(月、年など)、配合設計、雲量などの複数の要因によって影響を受ける工学特性である。本研究の目的は、コンクリートのアルベドに及ぼす配合設計、地理的位置および時間の影響を明確にすることである。ASTM E903(2012)で概説されている既存の標準方法の欠点を克服する新手法

も提案した。

本研究では、表1に示すように、結合材として白色セメントのみ(White)、白色セメントにフライアッシュを15%混合した混合セメント(White+15FA)、普通セメントにフライアッシュを15%混合した混合セメント(Gray+15FA)を用いた3種類のコンクリートの分光反射率を分光光度計により測定した。

サンアントニオ(テキサス州)とシンガポールの2箇所の舗装を対象に、2000年の標高200mと3000mの場合のアルベドの日変化を、SMARTS 2.95モデルを用いて計算した。アルベドは、太陽反射率の太陽スペクトル加重平均として決定され、現在の基準であるASTM G173と比較検討した。図1に示すように2,000nmを超える遠赤外線領域では、全配合で本質的に同じスペクトルとなるが、Gray+15FA混合は他の水準よりもスペクトル反射率は著しく低かった。

アルベドの最大の変化は、コンクリートまたはモルタルの構成材料、具体的にはセメントの種類およびフライアッシュ添加の有無によって観察された。Whiteのアルベドは0.5800~0.5850まで変化し、White+15FAは0.5650~0.5750と約1~3%減少した。しかし、Gray+15FAは0.3550~0.3600と約40%減少した。さらに、全測定結果はMEPDGデフォルト値0.15と大きく異なり、2~4倍の誤差を生じていた。このような大きな誤差は、最終的に検討する舗装設計やLCAの信頼性や精度に重大な影響を及ぼす可能性がある。

表1 配合の概要

Case	Mix Design Details	Reference
White	Concrete made of white cement (with a small percentage of titanium dioxide nanoparticles), sand and coarse aggregates	(Sen, Roesler and King 2016)
White+15FA	Mortar made of white cement (with a small percentage of titanium dioxide nanoparticles), sand, and 15% fly ash	(King 2015)
Gray+15FA	Mortar made of Type I (gray) cement, sand, and 15% fly ash	

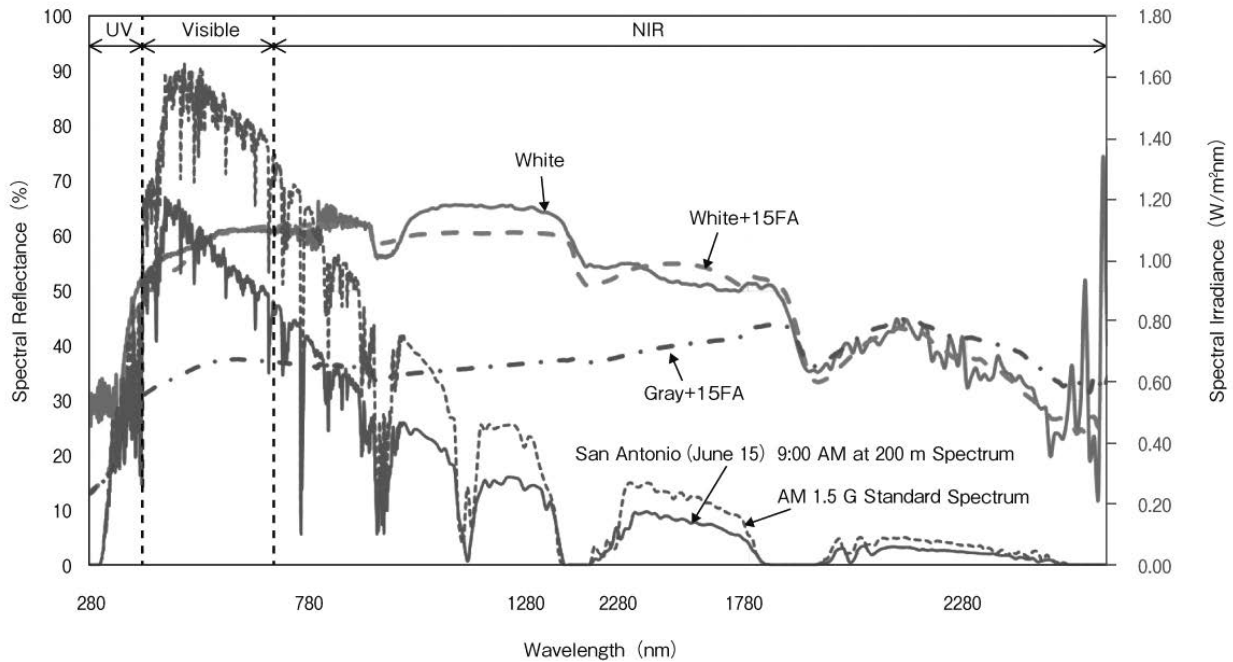


図1 スペクトル反射率の測定結果

アルベドの時間による変化は夜明けと夕暮れの近くで最大となり、年間を通じて変化する。ただし、その変化は小さく、最大誤差で0.8~1.5%の範囲である。したがって、時間はアルベドに影響を与えるが、その影響は小さく工学的には無視できると考えられる。

地理的変数は、緯度と高度によって分類でき、赤道から遠ざかるにつれてアルベドの変化が大きくなることから、1年に1回以上アルベドを測定する必要性が示唆された。

アルベドに影響を及ぼす最も重要な要因は、配合設計であり、その次に測定時間と地理的要因であることが判明した。現在の基準と比較して最大誤差は小さかったが、実際に使用された値に対する誤差は非常に大きく、舗装設計や

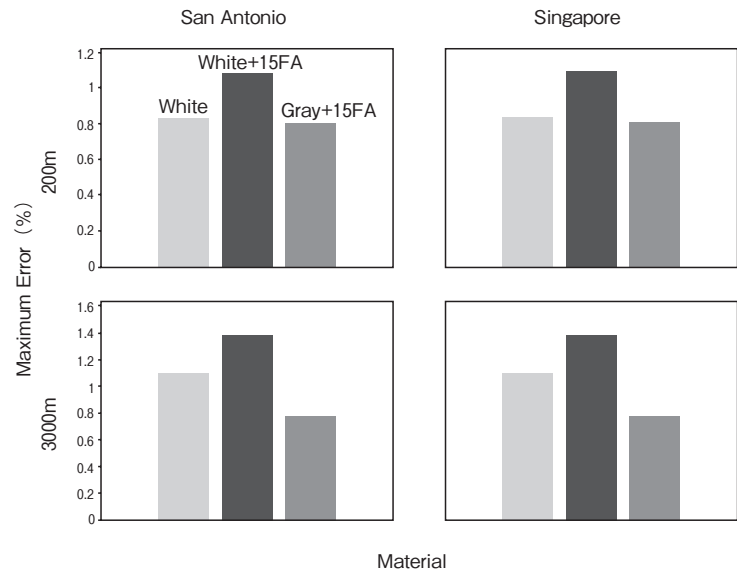


図3 ASTM G173標準スペクトルにより算出したアルベドと本検討によるアルベドの最大誤差(%)

LCAを検討する際に、アルベドに一般的な数値を入力することは避け、実測する必要があることが示された(図3)。