

# 微粒珪砂を利用した保水性路盤材の性能評価

豊田工業高等専門学校		加藤一樹
ヤハギ道路(株)		市野敏明
ヤハギ道路(株)		小林秀一郎
豊田工業高等専門学校	正会員	小林 睦
豊田工業高等専門学校	正会員	伊東 孝

## 1. はじめに

近年、都市部においてヒートアイランド現象が深刻化してきており、その解決策のひとつとして保水性舗装が注目されている。

保水性舗装とは、開粒度アスファルト混合物の空隙に保水材料を充填し、舗装に水分を吸水・保持させ、水分が蒸発する時に熱を奪う(気化熱)ことにより、路面温度の上昇を抑制するものである。しかし、舗装の層厚は7cm前後であり、貯水される場所が舗装の空隙部分であることより、潜熱移動の持続性において疑問が持たれる。

本研究では、舗装と同様に路盤層にも保水材料を注入することによって、持続的な潜熱移動が可能な、より高性能な保水性構造路体を開発することを目的とした。

現状では、一体どの程度の保水性能であればヒートアイランド現象の抑制に効果的であるか、数値として規定されているわけではない。また、過剰に水分を保持することは、路盤支持力の低下や凍上の原因にもなりかねない。

したがって、あくまで所要の修正CBR値が得られる許容範囲内で微粒珪砂を添加することとし、基本的な要求性能である強度、耐久性を十分満足したうえでの保水性構造路体を目指すものである。また、本研究で路盤材料として使用するコンクリート廃材と微粒珪砂はともに産業副産物であり、資源の有効活用にも貢献している。

## 2. 使用材料

### 2.1 微粒珪砂

微粒珪砂とは、陶磁器やガラスの原料となる珪砂を生成する過程で排出される0.1~0.005mmの微粒分をいう。この微粒珪砂は、今までは使い道がなく採掘場に捨てられてきた。しかし、保水性能の高い産業副産物であり、有害な物質が含まれていない。また、量的にも安定しているので永続的な供給が可能であるという利点を持っている。

### 2.2 コンクリート廃材(Recycle Concrete:RC)

コンクリート廃材(以下RCと略)とは、ビル解体時に排出されるコンクリート塊を砕いたものである。RCは産業副産物であるので、地球に優しい環境負荷低減型建設材料に位置づけられ、有害な物質は含まれておらず、量的にも安定しており、永続的な供給が可能である。

その中でも本研究で使用するのはRC40-0であり、これは40mm以下の粒径のものを示している。また、RCにはセメントの未水和分が含まれているので、これが接着剤となり、微粒珪砂を固定化することができる。

### 3. 研究方法

#### 3.1 配合の選定

まず、RC と微粒珪砂の配合の割合を決定するために修正 CBR 試験を実施し、どのくらいの割合であれば、表-1 に示した修正 CBR 値を満たすかどうかを検討する。本研究で目標とする値は、一般道路における上層路盤の規格値である 80%として、今後の研究を進めていく。

表-1 上層路盤における修正 CBR の規格値

	一般道路	高速道路	簡易舗装道路
上層路盤	80%以上 an=0.35	80%以上 an=0.32	60%以上

また、配合別の粒度分布の違いを調べるために粒度試験を行い、それぞれどのような粒径加積曲線になるのか求める。さらに水分特性を調べるために、保水性能を評価する pF 試験と、透水性能を評価する透水試験を実施し、配合別のそれぞれの結果を比較していくことにより、水分特性の評価を行う<sup>1)</sup>。

これらの結果から、微粒珪砂の特性を知るとともに、最適な配合を検討していく。

#### 3.2 路面温度の測定

保水性路盤材による温度低減効果を調べるため、舗装に保水性舗装を用い、路盤に RC40-0 だけの路盤材と微粒珪砂混入路盤材を使用したものを試験施工している。それぞれの舗装体において表層、路盤、路床に温度センサーを設置し、温度の比較を行う。

この結果から、保水性路盤材の温度低減効果について評価を行っていく。

### 4. 試験結果および考察

#### 4.1 粒度分布

微粒珪砂混入路盤材と RC40-0 だけの路盤材の粒径加積曲線を図-1 に示す。このグラフから、微粒珪砂を多く添加するにつれて細粒分の割合が増加していることがわかる。これは、微粒珪砂の粒径がおよそ 0.1 ~ 0.005mm と細粒分であることに起因する。

微粒珪砂を多量に混入することにより粒度分布が悪くなるため、適度な細粒分の混入は強度発現に寄与するが、過度な混入は強度低下を及ぼすため、適度な微粒珪砂の混入が必要である。

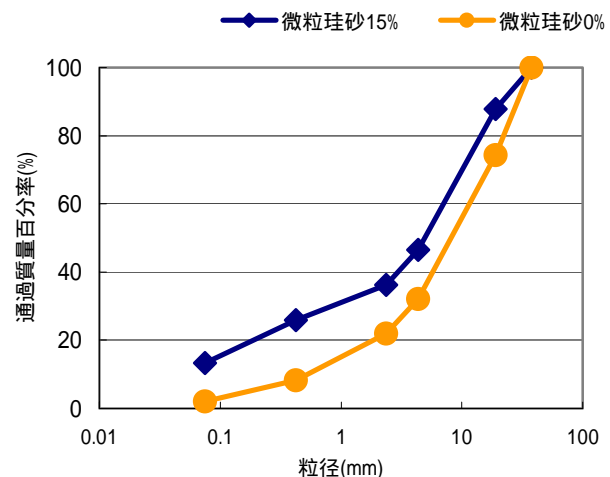


図-1 粒径加積曲線

#### 4.2 保水性能の評価

微粒珪砂混入率別の pF 試験の結果を図-2 に示す。このグラフから、微粒珪砂の混入率が高いほど初期の体積含水率が高くなっていることがわかる。また、この保水された水は、力を加えていくと排出されやすい性質を持っている。

以上の結果から、微粒珪砂の混入率を高くすればするほど保水性能は向上し、また水を保持するだけでなく多量の水を排出することから、微粒珪砂は水分移動が容易な材料であり、温度低減効果に寄与していると考えられる。

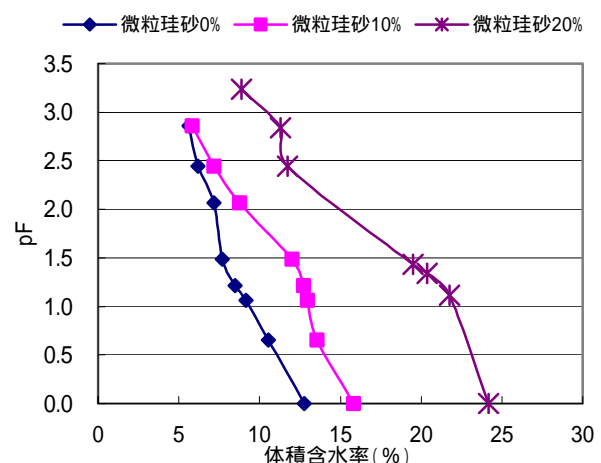


図-2 微粒珪砂混入率別による保水性能の評価

### 4.3 強度特性の評価

図-3 は、今までの研究で行われてきた修正 CBR 試験の結果を、微粒珪砂の混入率別にプロットしたものである。このグラフから、適度に微粒珪砂を混入することは、路盤の強度発現に寄与していることがわかる。しかし、過度に混入すると強度の低下が起こっており、これは細粒分が増加するために強度低下をまねいていると考えられる。このことが、微粒珪砂の混入率を 15%、20%として実験を行ったときに、目標値である 80%を確実に満足しなかった要因だと考えた。したがって、微粒珪砂混入率を 12%に下げ、引き続き修正 CBR 試験を行った。

微粒珪砂混入率 12%の修正 CBR 試験を行うに当たり締固め試験を実施した結果、最大乾燥密度  $d_{max}=2.008(g/cm^3)$ 、最適含水比  $w_{opt}=9.66\%$ となり、この結果を用いて修正 CBR 試験を行った<sup>1)</sup>。

微粒珪砂混入率 12%とした試料の修正 CBR 試験の結果を図-4 に示す。締固め度 95%としたとき ( $\rho_d=1.908(g/cm^3)$ ) の修正 CBR 値は 80.3%となった。この結果は、一般道路の上層路盤の規格値である 80%を満足している。しかし、規格値を大きく超えているわけでもないので、今回の試験の正確性を確認するために、更なる研究が必要である。

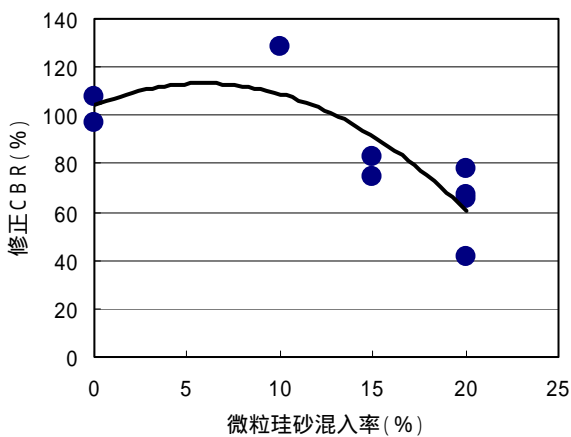


図-3 微粒珪砂混入率と修正 CBR の関係

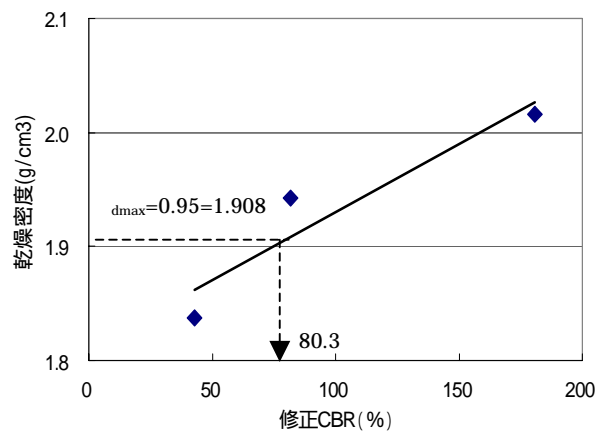


図-4 修正 CBR - 乾燥密度曲線

### 4.4 路面温度の測定結果

#### (1) 季節による温度低減効果の変化

表-2 のように一般的な舗装である密粒度アスファルトの舗装体、そして路盤に RC40-0 だけのものと微粒珪砂を混入したものの表層にそれぞれ保水性舗装を使用した 3 種類の舗装体を試験施工した。図-5 に示すのは、この 3 種類の舗装体による夏の路盤温度測定データである。このグラフから、微粒珪砂混入路盤を用いた舗装体に一番大きな温度低下が見られる。これは路盤層に添加された水の気化熱によるものだと考えられる。

表-2 試験舗装した舗装体

	No.1	No.2	No.3
舗装部	密粒度アスファルト	保水性舗装	保水性舗装
路盤層	RC40 路盤	RC40 路盤	微粒珪砂混入路盤

また、図-6 は同じ舗装体を用いて冬に測定した路盤温度の測定データである。このグラフを見ると、3 種類の舗装体にほとんど温度差がないことがわかる。これは水の比熱が大きいことから、温度が大きく低下せず、他の舗装体との温度差があまり見られなかったと考えられる。この結果、冬場に温度が極端に下がらないことから、路面の凍結防止に対して効果があるといえる。

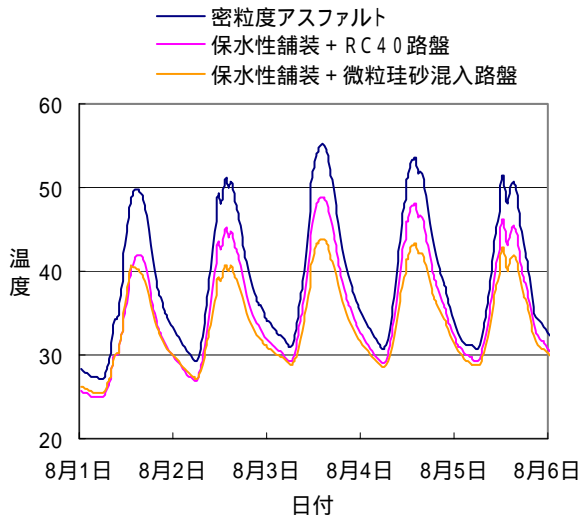


図-5 夏の路盤温度測定データ

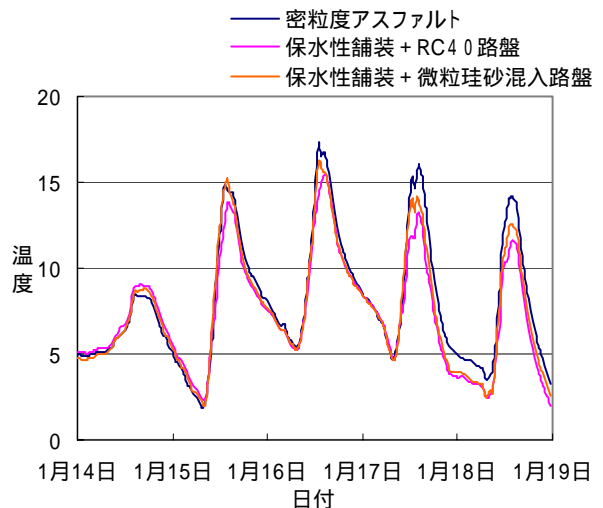


図-6 冬の路盤温度測定データ

## (2) 持続性に関する検討

図-7に示すのは、2種類の舗装体の路面温度と降水量との関係を示したものである。

このグラフから、降雨前には路面温度の差はあまり大きく見られないが、降雨後には両舗装体間に温度差が顕著に現れていることが確認できる。これは、保水性舗装体に保水された水に起因していると考えられる。

以上の結果から、保水性舗装体には温度低減効果があることがわかったが、保水性路盤による温度低減は、このグラフからは見られないために、今後さらなる検討が必要である。

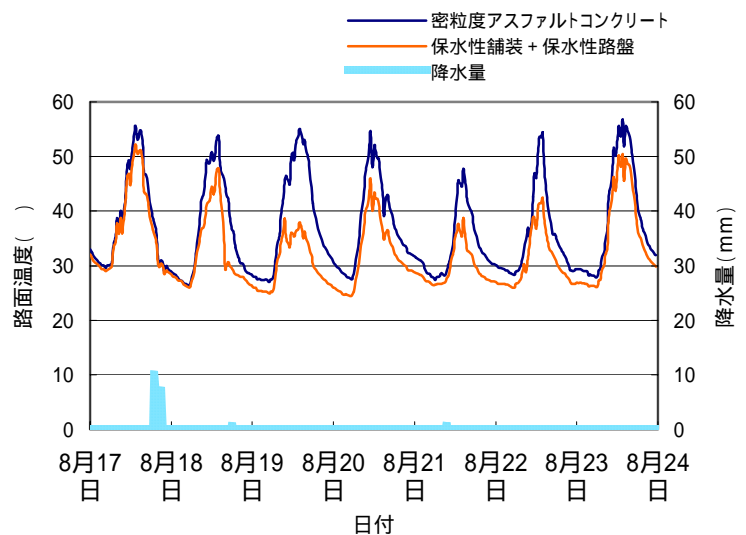


図-7 降水による路面温度の変化

## 5. まとめ

本研究のまとめを以下に示す。

- pF試験の結果から、微粒珪砂を混入した路盤は給水・水分移動が容易であり、非常によい水分特性を持つことから、ヒートアイランド現象の抑制効果に大きな期待が持たれる。
- 微粒珪砂を多量に添加すると保水性能は上がるが、細粒分の増加により路盤として必要な強度が満足できなくなる。本研究では、微粒珪砂を12%添加としたときに修正CBR値が80.3%となり、この値が一般道路の上層路盤における目安の添加量になる。
- 冬の路盤温度測定データから、保水性舗装体による温度低減はあまり見られなかった。これは水の比熱が高いことから路盤温度が低下しなかったものと考えられ、路面凍結に対して抵抗性があるといえる。
- 保水性舗装体による温度低減効果は見られるが、路盤に微粒珪砂を添加したことによる温度低減の持続性ははっきりと見ることができず、今後更なる検討が必要である。

## 参考文献

- 1) 地盤工学会：土質実験 - 基本と手引き -、2001