

簡易試験装置による粒状人造黒鉛の熱伝導率特性の測定

令和4年2月 春日井 信平

要旨

目的

熱伝導率の高い材料を路盤材に用いることにより、夏季には路面の熱を下層に放熱することによりヒートアイランド現象の改善、冬季には地中熱を路面に伝導することでロードヒーティングの省エネ化や高効率化が期待できる。そこで、高熱伝導材料である人造黒鉛を粒状にして地盤材料に混合した熱伝導率の高い路盤材を考えた。本研究では、熱伝導率を簡易的に求める装置を作製し、粒状人造黒鉛に対して熱伝導試験を行った。

方法

多層材料間の熱伝導において $Q=-\lambda A(dT/dx)=一定$ (Q : 伝熱量, l : 熱伝導率, A : 断面積, T : 温度, x : 距離) を仮定し, λ が既知・未知の各材料の境界温度から λ を求める簡易試験装置を作製した。アクリル円筒 (内径 $d=80\text{mm}$, 高さ $h=250\text{mm}$, $\lambda \approx 0.2 \text{ W/mK}$) に, 下端にラバーヒーターを貼付したステンレス円柱 (直径 $D=80\text{mm}$, $h=100\text{mm}$, $\lambda \approx 16 \text{ W/mK}$) を設置した。その上に供試体 ($h=50\sim 100\text{mm}$) を設置し, さらに冷却ファンを取り付けたステンレス円柱 ($h=50\text{mm}$) を設置した。装置の側面を断熱材 ($\lambda \approx 0.024 \text{ W/mK}$, 厚さ 50mm 以上) で囲った。各材料の境界温度は, ステンレス円柱端面に埋め込んだ熱電対により測定した。まず, (1)下部のステンレスのみの試験, (2)熱対流を抑制するために, 増粘剤 (キサンタンガム, 添加率 $0.5\sim 2\%$) を加えた水 ($\lambda=0.6 \text{ W/mK}$) に対する試験, (3)粒状人造黒鉛 (粒径 2mm 以下) に対して飽和度 S_r を変えた試験, をそれぞれ実施した。

結論

- (1)断熱材を用いない場合はステンレス上面では周辺に近づくほど温度低下が大きくなるが, 断熱材を用いるとステンレス上面は外周を除き温度はほぼ一定である。装置の中心付近の伝熱量は一定で, 一次元熱伝導であると考えられる。
- (2)添加率によらず供試体高さ h が増加すると, 増粘剤を加えた水の熱伝導率 λ も増加する。増粘剤を添加したにもかかわらず, 熱対流が生じていると考えられる。 $h\sim\lambda$ 関係の縦軸切片 ($h=0\text{mm}$ のときの l) は $\lambda \approx 0.6 \text{ W/mK}$ であり, これは水の λ とほぼ等しい。
- (3)粒状人造黒鉛の熱伝導率は, $S_r=0\%$ では $\lambda=1.3\text{W/mK}$, $S_r=100\%$ で $\lambda=6.0\text{W/mK}$ と, S_r が高くなるほど λ が大きくなる。これは豊浦砂の倍以上であり, 熱伝導率が高い。

指導教員 梅崎 健夫 教授