

V-49

マイクロ波による舗装用混合物の加熱

日本道路（株）技術研究所 正員 綿 引 直 志
同 永 井 英 章
同 森 道 夫

1. まえがき

マイクロ波は周波数1000MHz～10GHz（波長30cm～3cm）領域の電磁波を指し、通信やレーダーとして利用されるほか、電子レンジに代表される加熱用エネルギーとしての応用がある。マイクロ波を使った加熱には、①加熱速度が速く効率が良い、②選択加熱が可能である、③加熱速度の制御が容易である、④加熱時に騒音や熱気を生じない、等の特徴があり、応用研究も食品工業を中心に、ゴム・合成樹脂工業、紙・繊維・フィルム工業、医療関係等、広範囲にわたっている。¹⁾²⁾ 土木の分野でも岩石やコンクリートの破碎、道路舗装の加熱等³⁾⁴⁾への応用が研究されており、従来の赤外線加熱に変わる新しいエネルギーとして注目されている。本文は、土木工学への利用の一例として舗装用混合物の加熱を取り上げ、小型のマイクロ波加熱装置を用いて行ったシミュレート実験の結果について報告するものである。

2. 実験の概要

実験に用いたマイクロ波加熱装置システムと照射状態、およびマイクロ波加熱装置の性能仕様を図-1、表-1に示す。加熱する供試体は一辺が30cmの立方体を用い、内部の温度変化、および温度分布を経時的に測定するための熱電対が所定の位置に埋めこまれている。マイクロ波パワーユニットで発生したマイクロ波は導波管を伝わって、供試体表面の中央部分10×10cmの範囲にマイクロ波が照射できるように設計した角錐型のホーンアンテナから、照射される仕組みになっている。本実験で対象とした舗装用混合物は表-2に示した①密粒度アスコン（密粒ACと略記）、②①の密粒度アスコンに含まれる石粉分をフェライトで置き換えた混合物（Fe混入密粒ACと略記）、③フェライト粉末とアスファルトから成るフェライト混合物⁵⁾⁶⁾（ALL-Fe混合物と略記）の3種類である。

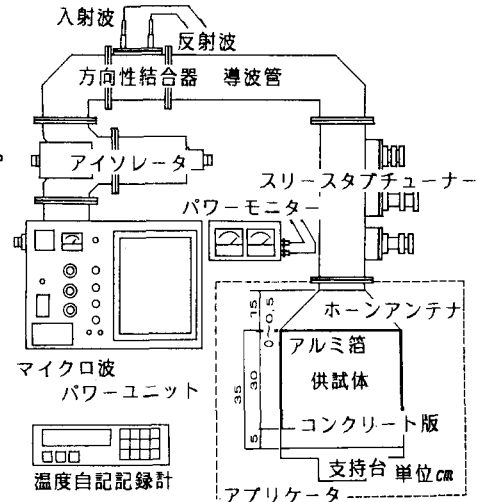


図-1 マイクロ波加熱装置と照射状態

表-1 マイクロ波加熱装置の仕様

型 式	NJA2103A
出 力	0～1.26KW可変
周 波 数	2460MHz
マグネトロン	2M131
重 量	70kg
電 波 漏 洩	1mW/cm ² 以下
製 造	新日本無線（株）

3. マイクロ波の加熱特性

1) 舗装用混合物の種類と加熱速度

図-2はマイクロ波の照射出力を2kW/ml、5kW/mlにて照射した時の照射面中央下1cmでの温度測定結果である。マイクロ波の出力ごとに各混合物の温度上昇の傾向を比較すると、フェライト粉末の混入量が多くなる程、温度上昇速度は速くなっている。マイクロ波による物体の発熱は、物体に照射されたマイクロ波エネルギーが物体内で熱エネルギーに変換されることにより生じる現象である。従って、フェライト粉末は碎石等に比べて、マイクロ波エネルギーを効率的に熱エネルギー

表-2 舗装用混合物の配合（重量%）

混合物	6号 碎石	7号 碎石	Scr	砂	石粉	フェライト 粉末	ストアス 60/80
密粒AC	37	21	17	18	7	—	5.6
Fe混入密粒AC	37	21	17	18	—	7	5.6
ALL-Fe混合物	—	—	—	—	—	100	7.9

ーに変換する効果があると言える。

2) マイクロ波出力と加熱速度

マイクロ波の照射出力を $2\text{ kW}/\text{m}^2$ 、 $5\text{ kW}/\text{m}^2$ の2ケースで比較すると、出力 $2\text{ kW}/\text{m}^2$ の場合の密粒度アスコンの温度上昇速度は約 $0.2^\circ\text{C}/\text{分}$ であるのに対し、出力 $5\text{ kW}/\text{m}^2$ では約 $0.6^\circ\text{C}/\text{分}$ である。フェライト混入密粒度アスコンの場合でも、約 $0.8^\circ\text{C}/\text{分}$ から約 $2.3^\circ\text{C}/\text{分}$ 、フェライト混合物では約 $0.7^\circ\text{C}/\text{分}$ から約 $30.7^\circ\text{C}/\text{分}$ と、いずれもマイクロ波の出力が増加すると温度の上昇速度も増加している。このことは、マイクロ波の出力を調節することで、加熱速度を制御することが可能であることを意味する。

3) マイクロ波の選択加熱

図-3はフェライト混合物を中間層として配置した供試体を、マイクロ波出力 $5\text{ kW}/\text{m}^2$ で20分加熱した時の供試体内部の温度分布図である。この図からフェライト混合物の上にある密粒度アスコンよりも、マイクロ波エネルギーを効率良く熱に変換するフェライト混合物の方が優先的に加熱され、加熱中心部から周辺に向かって温度の上昇が広がっていることがわかる。今回のような照射条件で加熱した場合では、マイクロ波で加熱され易い材料を選択して優先的に加熱できることがわかった。

4. あとがき

本実験は、マイクロ波を土木工学へ適用するための基礎的な実験の一例である。さらに選択加熱に対

する照射条件、効率等について詳細な検討を進めていきたいと考えている。なお、本報告をまとめるにあたり、助言をして頂いた日本電気(株)資源環境技術研究所の乾 哲司氏に深く謝意を表します。

参考文献)

- 1) 新日本無線(株)編; 資料 マイクロ波による工業用加熱化工について
- 2) 阿部英太郎; マイクロ波技術: 東京大学出版会
- 3) 森吉昭博; マイクロ波を利用したアスファルト舗装の加熱について: 舗装12-7
- 4) MORRIS R JEPSON: Micro Wave Methods enable Energy Saving in Restoration of Highway Pavements :839346-18th IECEC
- 5) 間山正一, 辻俊郎; フェライト混合物の力学的性状に関する基礎的研究: 土木学会第38回年次学術講演会概要集 5
- 6) 間山正一, 森道夫, 山内文雄; 制振舗装材料の曲げ破壊性状: 第15回日本道路会議論文集
- 7) 綿引, 播本; アスファルト混合物およびフェライト混合物のマイクロ波加熱特性: 所内報(未発表)

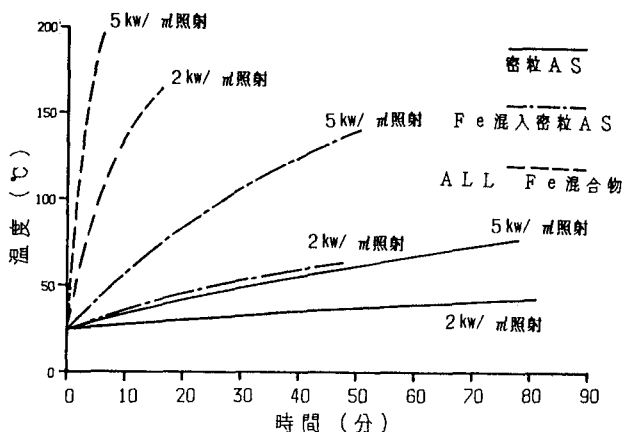


図-2 マイクロ波照射時間と温度の関係

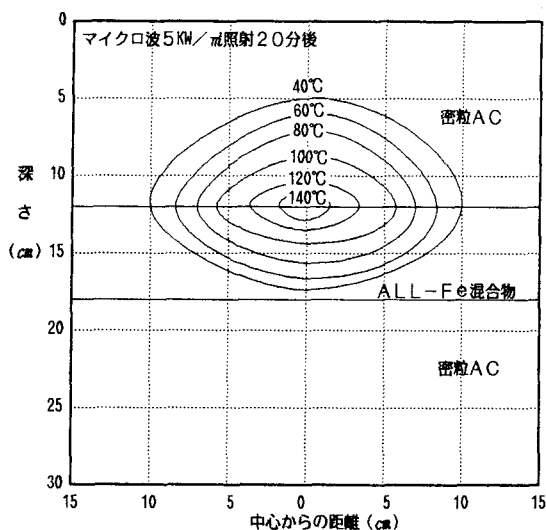


図-3 供試体内部の温度分布の一例