

神戸大学工学部
産業技術総合研究所
京橋工業株式会社
京都大学宙空電波科学研究センター
京都大学宙空電波科学研究センター

正会員 ○ 竹野 裕正
非会員 ト部 啓
正会員 並木 宏徳
非会員 三谷 友彦
非会員 松本 紘

1. はじめに

コンクリート材料のリサイクルを促進するために、フィラーを工夫することにより、容易に破碎できるコンクリート (Easy-break concrete; 自砕性コンクリート) の開発を目指して、研究を行なっている。具体的には、熱膨張率の高い材料をフィラーとし、このフィラーを加熱することにより、内部から破碎する方式を想定している。この加熱手段としては、マイクロ波の照射によるものが有力と考えている。

マイクロ波によるコンクリート破碎はこれまでも考えられているが [1]、本件は、コンクリートそのものではなく、フィラーの加熱が目的である。破碎のエネルギー効率を最適化するためにも、コンクリート中のマイクロ波の伝搬・吸収特性を詳細に知る必要がある。コンクリート中の水分含有率を変化条件として、マイクロ波の伝搬・吸収特性を測定する実験を行なったので、それらの結果を報告する。

2. 試料および実験装置

表 1 に試料の仕様を示す。通常のコンクリートの配合に加えて、フィラーとして PET 樹脂を混入したものを作成した。この試料を対象として、養生直後 (水分含有率 5.9%)、8 週間屋内乾燥後 (同 3.5%) に加え、その後炉で絶乾状態としたものの 3 回の実験を行なった。

マイクロ波電源 (発振周波数 2.45 GHz) とアンテナ等から形成されるマイクロ波放射源を構成し、アンテナの前面に試料を 2 個ずつペアとして 1~4 列並べた (図 1)。マイクロ波放射源にて入射および反射電力を測定し、遠方に受信アンテナを設置して透過量を測定した。試料の加熱状況は、試料ペアの境界 (これは試料の内部温度を想定している) をサーモグラフィーを用いて温度測定した。

これらの実験は、京都大学宙空電波科学研究センターの電波暗室を実験室として使用した。

3. 実験結果

図 2 に、反射電力および透過電力の試料枚数に対する依存性を示す。図 2(a) によると、反射電力は水分含有率が 5.9% および 3.5% のときは、試料の枚数によらず一定で、それぞれ 10% 程度、7% 程度である。ところが、絶乾試料に対しては、枚数の変化に対して複雑に変化する。また、図 2(b) の透過電力については、水分含有率が 5.9% および 3.5% のときは、試料の枚数に対して指数関数的に変化するが、絶乾試料に対しては、やはり枚数の変化に対して複雑に変化する。

これらの結果は、絶乾試料では、水分がないためにマイクロ波の吸収が弱く、試料内で多重反射が無視できず、枚数、即ち厚さに対して複雑な変化をしているものとして理解される。

図 3 に、サーモグラフィーで観測した試料の温度分布を示す。

表 1: 試料の仕様

配合 (1000ℓ 中)	水 175 kg, セメント 261 kg, 砂 883 kg, 骨材 (5 mm ~ 13 mm) 483 kg, 骨材 (13 mm ~ 20 mm) 483 kg, フィラー 9.8 kg
その他	W/C = 67, S/a = 48, PozNo.70 2606 cc/m ³ , 303A 1043 cc/m ³
サイズ	25 cm(幅) × 50 cm(高) × 7.5 cm(厚)
養生期間	3 週間
個数	10 個

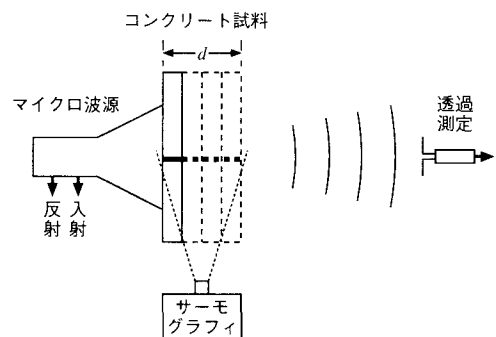


図 1: 実験装置の配置

(a) は水分を含んだ (3.5%) 試料に対するもので、(b) は絶乾試料に対するものである。それぞれ、図中の右側に温度の対応色が示してあるが、おおむね、図中の左側に示される明るい部分が加熱領域である (講演では、カラー画像を提示する予定である)。両図を比較すると、水分を含んだ試料では、試料表面しか加熱されておらず、逆に絶乾試料では、照射面から深い領域まで加熱されていることがわかる。

これらは、マイクロ波伝搬特性と合致する結果である。すなわち、吸収が強い試料では試料中での減衰が大きく、表面付近のみの加熱となり、吸収の弱い試料では、減衰が小さいので深くまで加熱された結果と考えることができる。

4. 結論

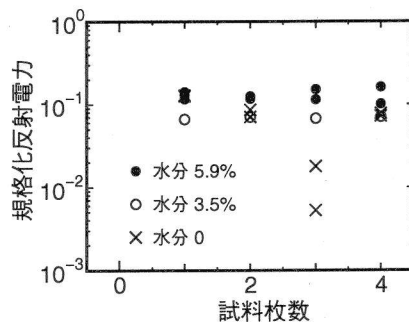
Easy-break concrete 開発のための基礎資料を得るべく、コンクリート中のマイクロ波の伝搬・吸収特性を実験的に測定した。その結果、伝搬、吸収ともに水分含有率に大きく影響を受け、水分を含まない絶乾試料ではほとんど吸収されないことがわかった。

謝辞
本実験は、京都大学宙空電波科学研究センターのマイクロ波エネルギー伝送実験装置 METLAB を用いて行なわれた。また、実験の遂行には、同研究センターの学生諸氏の協力を得た。ここに謝意を表する。

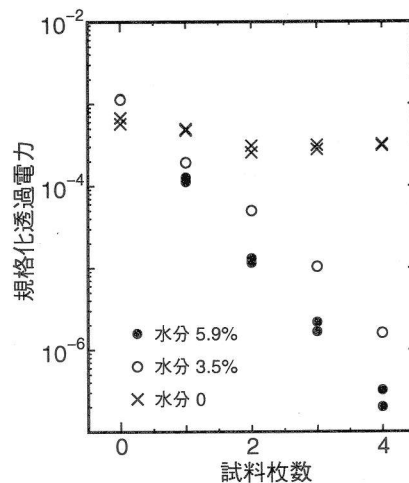
また、本実験は、日本材料学会の複合材料部門委員会の「寿命制御コンクリート」ワーキンググループの活動、および経済産業省運営の地域新生コンソーシアム研究開発事業「再生 PET 樹脂を利用した寿命制御コンクリートの開発とその応用」、それぞれの一環として実施されたものである。関係者に謝意を表する。

参考文献

[1] 柴田長吉郎:「工業用マイクロ波応用技術」電気書院 (1993)。

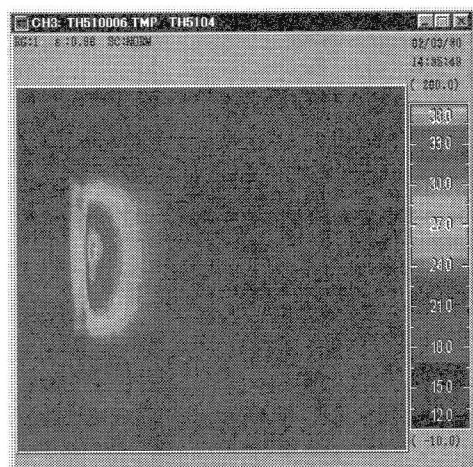


(a) 反射電力

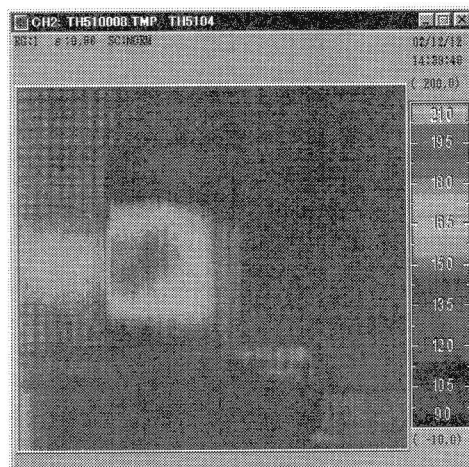


(b) 透過電力

図 2: マイクロ波の反射および透過電力の試料枚数依存性



(a) 水分 (3.5%) 含有試料



(b) 絶乾試料

図 3: マイクロ波照射試料の温度分布