

## 微小爆発を利用した Easy-break concrete 構成のための基礎実験

神戸大学工学部 正会員 竹野 裕正 神戸大学工学部 非会員 西尾 英剛  
 神戸大学工学部 非会員 中本 聡 京橋工業株式会社 正会員 並木 宏徳  
 産業技術総合研究所 非会員 卜部 啓

## 1. はじめに

コンクリートのリサイクル促進をねらいとして、フィラーを工夫することにより、容易に破砕できるコンクリート (Easy-break concrete; 自砕性コンクリート) の開発研究を行なっている。これまで、高分子材等の熱膨張率の高い材料をフィラーとし、このフィラーのマイクロ波加熱による膨張を利用した破砕方式 (以下、従来法と記す) を想定して、研究を進めてきた [1]。

加熱による膨張を考える場合、少量の火薬等の微小な爆発過程 (micro explosion) の利用も考えられる。何らかの工夫によって、コンクリート材の中に少量の火薬を埋め込み、適当な手段で点火・爆発させることにより、従来法と同様の効果で破砕できる可能性がある。火薬利用の場合、エネルギー注入 (すなわち点火) から破砕効果が現れるまでの時間が非常に短いので、破砕の時間効率の面では、従来法より優れている。

この手法に関しては、従来法と同様、多くの課題がある。本報告では、火薬の点火法の問題を扱い、点火法としてマイクロ波の照射を想定した場合の基礎実験を報告する。

## 2. マイクロ波照射による火薬の点火と評価実験方法

火薬にマイクロ波を照射した場合、一般の誘電材料と同様に、誘電加熱によるエネルギー注入を経て点火する可能性がある。これに対し著者等は、マイクロ波を尖鋭金属に照射したときに、その先端で起るスパークを利用することを検討している。

著者等は、従来法の研究で、フィラーの加熱の効率化をねらった導電材料の混入の効果を調べた [2]。その過程で、マイクロ波を導電材に照射したときに、条件によってはスパークが起ることを見いだした。スパークの物理機構としては、導電材の尖鋭部においてマイクロ波電界が集中し、周囲の媒質 (観察時は空気) が強電界下に置かれることによるものと考えている。

この現象を利用するための基礎実験として、導電材を混入したモルタル試料にマイクロ波を照射する実験を行った。モルタル試料の場合、スパーク等が生じて目視観察が困難である。そこで現象をエネルギー注入と捕らえて、試料の条件変化に対する試料温度を測定し、その効果を評価した。

## 3. 試料および実験装置

表 1 に試料の条件をまとめる。試料の大きさは、80 mm(W) × 55 mm(D) × 20 mm(H) である。モルタル材料は、市販の砂入りセメントを使用した。混入する導電材として、針金とカーボンファイバの 2 種を用いた。針金は、直径 1.2 mmφ で、効果が大きい長さ 3 cm のもの [2] を使用した。カーボンファイバは、長さ 1 cm のものを使用した。それぞれ、分量を 3 種設定し、導電材のないものと併せて、計 7 種類用意した。

表 1: 試料の条件

記号	導電材
N	なし
W1	針金 10 本 (2.75 g)
W2	針金 20 本 (5.44 g)
W3	針金 30 本 (8.11 g)
F1	カーボンファイバ 0.17 g
F2	カーボンファイバ 0.25 g
F3	カーボンファイバ 0.35 g

マイクロ波の照射には、家庭用電子レンジ (マイクロ波出力 500 W) を用いた。1 ないし 2 分単位で照射して一旦取り出し、放射型温度計で試料の表面温度を測定し、再度照射・温度測定を繰り返す形で行った。

## 4. 実験結果

図 1 に、マイクロ波照射時間に対する試料温度の測定結果を示す。(a) は針金混入試料、(b) はカーボンファイバ混入試料について、それぞれまとめたものである。

実験の条件範囲内で、照射時間に対して温度は増大している。ただし、照射時間2分以内とそれ以上とで、時間に対する温度上昇率が異なって見える。2分以内では、試料の条件によらず、同程度の上昇率を示すのに対し、2分を越えると、試料の条件毎に異なった上昇率を示す。また、どの条件でも、2分以内の上昇率よりも小さい。2分程度で試料温度が100度程度に達していることに着目すれば、これ以降上昇率が低下するのは、注入エネルギーの一部が水分の蒸発（潜熱）に使われたためと予想される。

試料条件毎の違いを調べるため、2分以降のデータのみを用いて、条件毎に温度上昇率を算出した。図2に、相対的な導電材分量で整理した結果を示す。一部を除いて導電材分量の増大に伴って温度上昇率が向上している。また、実験の条件内では、カーボンファイバの方が高い上昇率を示している。

これらの結果は、エネルギー注入の大きさが、導電材の尖鋭部の数によると考えることで理解できる。導電材分量が多いと、尖鋭部の数が多く、また、カーボンファイバの方が多数の尖鋭部を持つため、それぞれ大きなエネルギー注入効果があると考えられる。この結果から、火薬の点火にも、多数の尖鋭部を構成するよう、導電材を混入することが効果的と期待される。

5. 結論

Easy-break concrete を構成する一手段として、火薬の micro explosion を利用することを提案した。その一課題である点火方法について、導電材の尖鋭部でのマイクロ波照射によるスパークの利用を検討するべく、基礎実験を行った。試料の温度変化で、エネルギー注入を評価したところ、導電材分量が多いほど効果が高く、また針金よりもカーボンファイバで効果が大きかった。導電材の尖鋭部の数が効果を決定しているものと予想される。謝辞

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 - 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] 並木宏徳 他, 高分子材料を用いた自砕性コンクリートの破壊特性, 日本材料学会第50期講演論文集 pp.69-70 (2001).  
 [2] H. Takeno, et. al., "Basic Experiments to Develop Life Controllable Concrete due to Mixture of Conducting Material," Proc. Int. Conf. on Electrical Eng. 2002 III, pp.1105-1108 (2002).

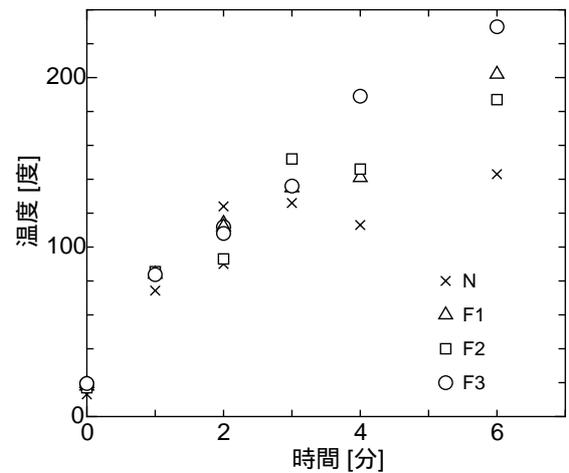
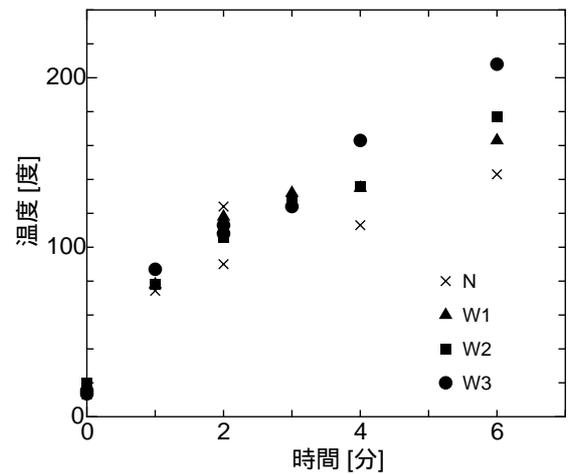


図1: マイクロ波照射時間に対する試料温度

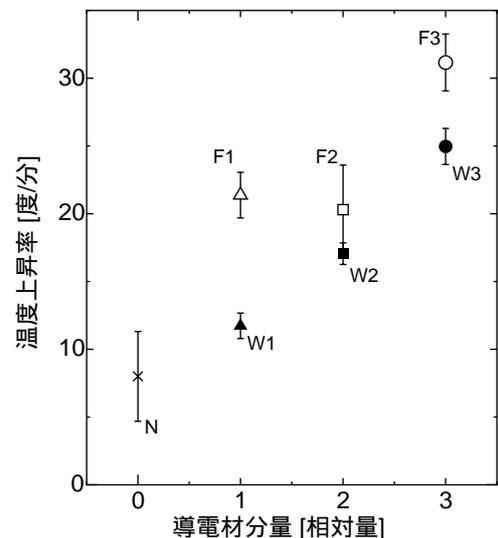


図2: 導電材分量に対する温度上昇率