

Easy-break Concrete の強度とマイクロ波加熱特性

京橋工業株式会社 正員 ○並木宏徳 立命館大学理工学部 非会員 日下貴之
 ケイコン株式会社 非会員 多田幸生 産業技術総合研究所 非会員 ト部 啓
 新エネルギー・産業技術総合開発機構 正員 堀川教世 明星大学理工学部 会員 鈴木博之

1. はじめに

寿命制御スマ - トコンクリ - トをリサイクル社会構築のためのデバイスの1つとして提唱し、その中で無騒音・無振動で容易に破砕可能なコンクリート（Easy-break Concrete）の開発を試みている¹⁾²⁾。ここでは樹脂フィラー混入コンクリートの強度とマイクロ波照射加熱によるコンクリートの温度上昇特性を調べた。

2. 樹脂フィラー混入コンクリートの圧縮強度

Easy-break Concrete は仮設構造物への応用が考えられるが、仮設構造物といえども供用中は所定の強度を有する必要がある。そこで、PET 樹脂フィラーを骨材と一定割合置換したコンクリート試験体（直径 10cm、高さ 20cm）を作製し、圧縮強度を調べた。写真 1 および 2 は圧縮試験後の破断面の状況を示すが、樹脂フィラーの大きさにより破壊モードは若干異なるようであり、後述するようにそれが強度に関係している。

表 1 コンクリートの基本配合（PET 樹脂ペレットはこの配合の粗骨材と置換）

設計基準強度 (N/mm ²)	Sl	Air	W/C	s/a	単位量 (kg/m ³)					
					W	C	S	6号	5号	Ad
35.0	8±2.0	1.5±1	45.2	38.1	166	367	686	347	809	0.275



写真 1. 20mm角 PET 樹脂混入
コンクリート破断状況



写真 2 再生 PET 樹脂ペレット（直径約 3mm）混入
コンクリート破断状況

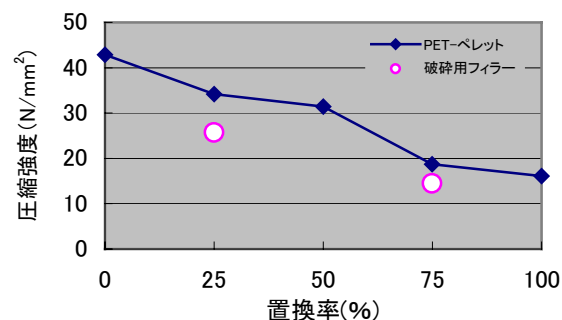


図1. PET樹脂混入コンクリートの圧縮強度

基本としたコンクリートは表 1 に示す通りの配合の普通コンクリートを用い、粗骨材を写真 1 および 2 に示すような 2 種類の PET 樹脂フィラーで置換えて圧縮強度を調べた。圧縮試験結果を示したのが図 1 で、置換割合と反比例して強度は低下するが、100%置換しても約 40%の強度を維持していることが明らかとなった。Easy-break Concrete において必要な PET 樹脂フィラーの体積比は約 10%程度と考えられる³⁾ので、ここでの置換率 25%に相当し PET 樹脂フィラーサイズが 20mm の場合の強度低下は 40%程度と推定される。もっとも同じ体積比でもサイズの小さい再生 PET 樹脂ペレットを混合した場合の強度低下は 20%に留まっている。この程度の強度低下で留まるなら、通常のコンクリート構造物において最大応力を受ける範囲は狭いので必要強度に応じて混入範囲を設定すること、もしくは当初から設計強度を低く設定することにより十分実用上受け入れ可能であると考えられる。

3. マイクロ波照射による加熱実験

コンクリート構造物を、混入した樹脂フィラー周辺に発生する熱応力場により破砕するためには、構造物の表面のマイクロ波照射により所定の範囲を一定の温度以上に加熱しなければならないので、マイクロ波照射加熱による温度特性を明らかにする必要がある。

マイクロ波照射による加熱実験は安全を考慮して電磁遮蔽したチャンバ内で低リップル型マイクロ波電源装置を備えた 1.5kW（CW およびパルス型）の 2.45GHz マグネトロンに反射波アイソレータを備えた装置を用いた。コンクリートは水分含有量により電気的特性が変化するが、ここでは打設後 4 週間散水養生した後、1 ヶ月以上工場建屋内に置いて自然乾燥した実規模のコンクリート



写真 3 マイクロ波加熱装置

キ - ワ - ド : Easy-break Concrete、寿命制御コンクリート、マイクロ波、PET 樹脂ペレット
 連絡先 : 〒536-0014 大阪市城東区鳴野西 2-2-21 京橋工業株式会社 設計部 Tel 06-6961-6173

ト試験体を用いた。写真3は奥行き方向の温度分布計測時の配置で、ダミ - （写真右側）の試験体を置いて2体の境界付近を1kWで照射加熱後、ダミ - を右にスライドして奥行き方向の温度分布を計測、終了後直ちに撤去したダミ - を元の位置に戻して照射するという繰り返しで計測した。

パラメ - タ - としてマイクロ波照射時の導波管先端と照射面との隙間の距離 D に注目し、これを10mm、75mm、150mmと変えて加熱実験を行った。温度分布計測結果を立方体試験体の一辺が30cmの場合について図2に示す。距離 D が小さいと平面的にも、奥行き方向にも加熱特性が改善されることが注目される。



写真4 クラックに沿って水分が浸出した例

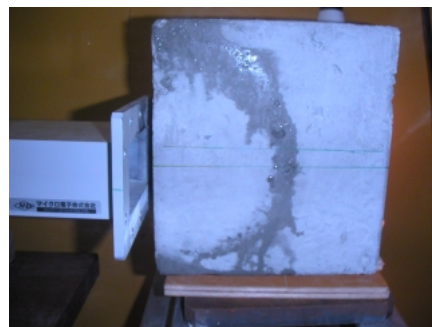


写真5 奥行き方向照射時の断面の水分移動

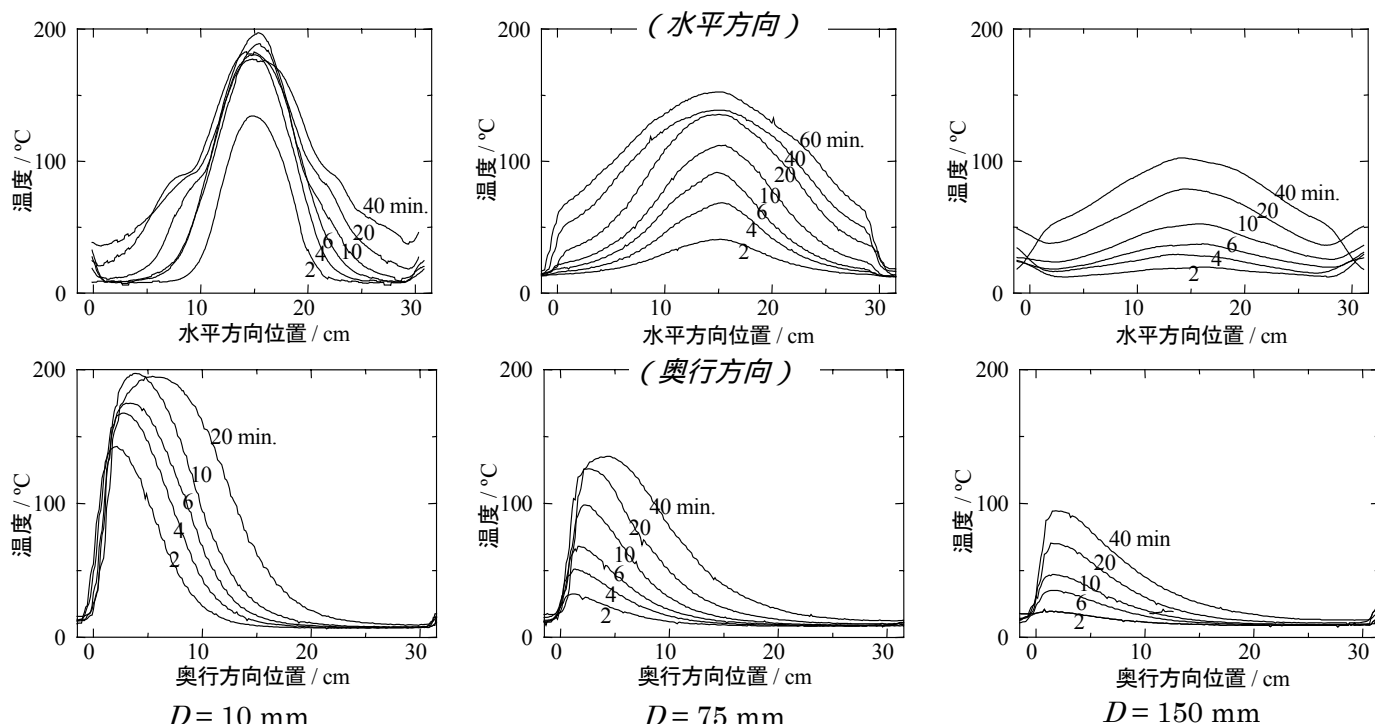


図2 導波管開口面と試験体照射面との隙間距離 D を変えた時の温度分布（試験体寸法 1 辺 30 cm の立方体）

これらの計測結果から、距離 $D=10\text{mm}$ 程度まで導波管をコンクリート構造物に近接させれば、1kWで2分間の加熱により深さ7cmの範囲まで80℃に加熱でき、この結果から現在商用に供せられている最大の10kWマイクロ波発振器（マグネトロン）を組み込んだ加熱装置を用いれば10秒程度で表面から約10cm程度の範囲に多数の亀裂を発生させる³⁾と推定され、十分実用に供することができるものと推定される。

4. まとめ

Easy-break Concrete 成立の条件を強度とマイクロ波による照射加熱の面から調べ実用化に一步近付くことができたと考えられる。なお、本研究は経済産業省「地域新生コンソーシアム研究開発事業」の一環として行われている研究であり、また日本材料学会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」の支援を受けている。関係の方々のご指導、ご支援に対し深く感謝いたします。

【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 pp69-70、2001。

2) 日下貴之他：複合材料技術を応用した寿命制御スマートコンクリートの開発と産業利用、FRPシンポジウム講演論文集、Mar. 2003。

3) 並木宏徳他：Easy-break Concrete のマイクロ波による破碎と樹脂フィラーの混入、土木学会関西支部年次学術講演会、2003年5月。