パルスパワー放電による骨材種の異なるコンクリートからの再生骨材回収技術

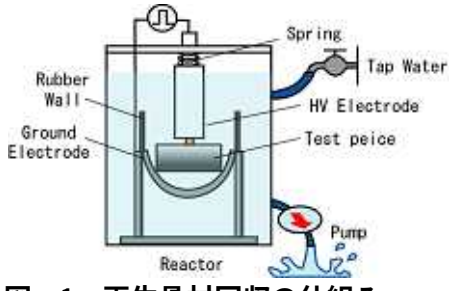
熊本大学　正会員　○飯笹　真也
現所属（株）NIPPO コーポレーション　正会員　高木　基志
熊本大学　正会員　重石　光弘
熊本大学　非会員　浪平　隆男

１．はじめに

今後、廃コンクリートの排出量は増加する傾向が予想される。そこで，構造物の解体時に発生する廃コンクリート塊から高品質な再生骨材を回収する高度骨材再生技術が開発され，また，製造したコンクリート用再生骨材について「コンクリート用再生骨材 H」が 2005 年に規定された[1)]。本研究においてパルスパワー放電技術を用いてコンクリート塊を破砕し良質な再生粗骨材を分離・回収できることが分かっている[2)]。しかし，これまでの研究においては，熊本県山鹿ハンレイ岩を使用したコンクリート供試体を用いて研究を行ってきたが，実際のコンクリート構造物には多種多様の骨材が使用されている。そこで，石灰岩，硬質砂岩，安山岩を使用したコンクリート供試体へパルスパワー放電を繰り返し行うことによって回収された再生粗骨材の品質評価を行った。

２．コンクリート破砕実験

本実験ではマルクスバンク方式と呼ばれるパルスパワー発生装置を使用した[2)]。図－1 に骨材を分離・回収の仕組みを示す。この原理によるコンクリートからの骨材の分離・回収方法を「コンクリート内パルスパワー放電法」と称する。尚，今回の放電は 400kV の高電圧により発生させたものである。尚，1 回あたりのエネルギーは 1.6kJ に相当する。



図－1　再生骨材回収の仕組み

３．使用した骨材の物理的性質

本研究でコンクリート供試体に使用した粗骨材は栃木県佐野産の石灰岩、山梨県大月産の安山岩および東京都青梅産の硬質砂岩の 3 種類である。それぞれの物性値を表－1 に示す。

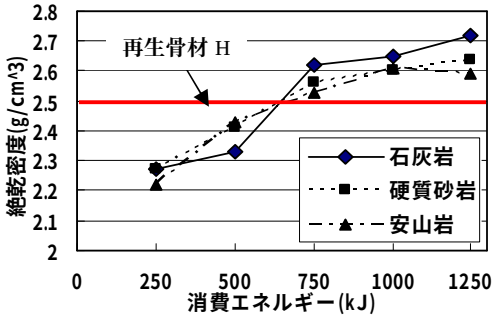
表－1 原粗骨材の物理的性質

岩石の種類	石灰岩	硬質砂岩	安山岩
絶乾密度(g/cm^3)	2.67	2.64	2.55
吸水率(%)	0.97	0.78	2.46
粗粒率	6.66	6.59	6.68

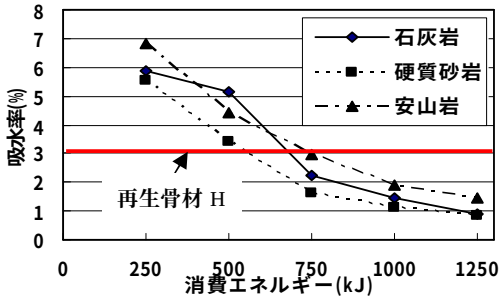
４．印加回数による品質評価試験

４．１ 密度・吸水率試験

本研究では総印加エネルギーを 1250kJ までとし，印加エネルギーが 250kJ，500kJ，750kJ，1000kJ，1250kJ の時に回収された再生粗骨材に密度試験，吸水率試験を行った。それぞれの試験結果を図－2 および図－3 に示す。



図－2　密度試験結果



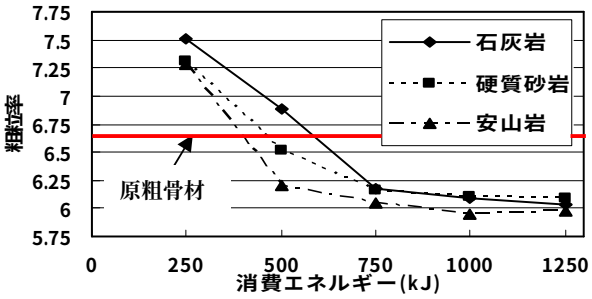
図－3　吸水率試験結果

キーワード　再生粗骨材，コンクリート，モルタル，パルスパワー，リサイクル
連絡先　〒860-8555 熊本市黒髪 2 丁目 39－1　熊本大学大学院自然科学研究科　重石光弘　ＴＥＬ096-342-3534

全ての再生粗骨材において，消費エネルギーの増加に従って品質が向上した。これは消費エネルギーの増加に従いモルタル分が剥離するためである。そして，密度および吸水率試験結果から見た場合消費エネルギー750kJ で再生骨材 H の規格を全ての骨材種において満たした。既往の研究においてハンレイ岩を用いたコンクリートから再生粗骨材を回収した場合，消費エネルギー256kJ で再生骨材 H の規格を満たした [2)]。本研究で用いたコンクリートがハンレイ岩を用いたコンクリートに比べ消費エネルギーが多くなった要因としては原粗骨材の密度がハンレイ岩より低いため，付着モルタル分を可能な限り剥離する必要があったためと考えられる。よって，原粗骨材の密度が低い場合，再生骨材 H の品質規格を満たすための消費エネルギーは多くなると考えられる。

4．2　ふるいわけ試験

密度および吸水率試験同様，消費エネルギーが250kJ，500kJ，750kJ，1000kJ，1250kJ の時に回収された再生粗骨材にふるいわけ試験を行った。図－4 に各再生粗骨材の粗粒率を示す。



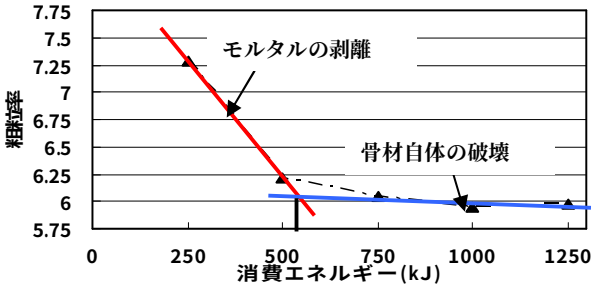
図－4　粗粒率

図－4 より全ての再生粗骨材において，消費エネルギーの増加に従って粗粒率が低下している。これは付着モルタルの剥離が進行したためである。そして，各再生粗骨材において安山岩が最も早く細粒化が進んだ。一方，石灰岩が最も細粒化の速度が遅かった。ここで，表－1 に示した各原粗骨材の密度を見ると安山岩が最も高く，石灰岩が最も低いことが分かる。よってコンクリートの破壊の進行速度は原粗骨材の密度に依存していると言える。

硬質砂岩および安山岩は消費エネルギー500kJ の時に，石灰岩は消費エネルギー750kJ の時に原粗骨材よりも細粒化が確認された。つまり，原粗骨材自体が破壊されたことを示している。よって「コンクリート内パルスパワー放電法」を用いた骨材再生技術において必要以上の放電を行うと原粗骨材自体が破壊されてしまう。

5．粗粒率を用いた品質管理手法

「コンクリート内パルスパワー放電法」を用いた骨材再生技術では優先的にモルタルの破壊が起こり，その後原粗骨材の破壊へ発展する。つまり，この破壊現象の変化が起こる印加回数が再生粗骨材の品質を確保するうえで最適な条件と考えた。そして，既往の研究において消費エネルギーの増加に伴う粗粒率と吸水率の変化による品質管理を試みた [2)]。例として図－5 に安山岩の粗粒率を示す。



図－5　安山岩の粗粒率

図－5 において消費エネルギー250kJ から 500kJ までと 750kJ から 1250kJ までの粗粒率の傾きが異なっている。前者では主に付着モルタルの剥離が起こり、後者では骨材自体の破壊が起きていると考えられる。よって破壊現象の変化が起こる消費エネルギーは二本の直線の交点と考えられる。本実験において交点は 500kJ から 750kJ の間にある。そして，図－2 および図－3 に示した密度，吸水率試験結果においても消費エネルギー750kJ で再生骨材 H の規格を満たしていたため，粗粒率の変化による品質管理は骨材種が異なるコンクリートに対しても適用可能と言える。

6．まとめ

異なる骨材種を用いたコンクリートからも「コンクリート用再生骨材 H」の品質規格を満たす再生粗骨材は回収可能である。そして，使用した原粗骨材の密度が高い方がコンクリートの破壊の進行は早くなる。

7．参考文献

1)日本工業標準調査会：JIS A 5021「コンクリート用再生骨材 H」/2005.3

2)高木基志ほか：「廃コンクリートより粗骨材を分離回収するためのパルスパワー出力の最適化に関する研究」/vol.30,No.2,pp.457-462,2008