

モルタル部の物性がパルス放電によるコンクリート破碎過程に及ぼす影響

国立大学法人熊本大学 学生会員 ○石松宏一
 国立大学法人熊本大学 正会員 重石光弘
 国立大学法人熊本大学 正会員 飯笹真也
 国立大学法人熊本大学 浪平隆男

1. はじめに

これまでの研究において、パルスパワー放電技術を用いてコンクリート塊を破碎し良質な再生粗骨材の分離・回収が可能であることが確認されている¹⁾。再生粗骨材の回収の際に粗粒率の推移を観察したところ、供試体に印加する放電エネルギー量を増加させる過程で使用骨材によって細粒化の進行に差異が見られた。パルス放電によるコンクリート破碎原理より、再生骨材の細粒化の過程において、放電序盤では絶縁破壊強度の小さいコンクリート内部気体の絶縁破壊による破碎が卓越し、終盤では内部気体のプラズマ化の衝撃波による破碎が卓越していると考えられる。そこで、本研究では破碎現象に与える影響が大きいと考えられるコンクリートのモルタル部の密度、空気量の差異が及ぼす影響を検討した。

2. パルスパワー放電法によるコンクリート破碎

2.1 コンクリート破碎実験

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¹⁾。この装置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1回あたりの放電エネルギーは1.6kJに相当する。

2.2 コンクリート破碎原理²⁾

一般的に気体の絶縁破壊強度は固体よりも低いことから印加電圧を上昇させると気体の絶縁破壊が先に発生する。そこで、コンクリート内に高電圧パルス放電を印加すると、コンクリート内部の気体はプラズマ化し、急激な体積膨張によりモルタル部にひび割れが生じる。同時にこの急激な体積膨張によって発生した衝撃波は、図-1に示すようにコンクリートのモルタル中を伝播して粗骨材表面に到達し反射波と透過波に分かれた結果、粗骨材に付着したモルタルを粗骨材から引き剥がす引張応力が発生する。

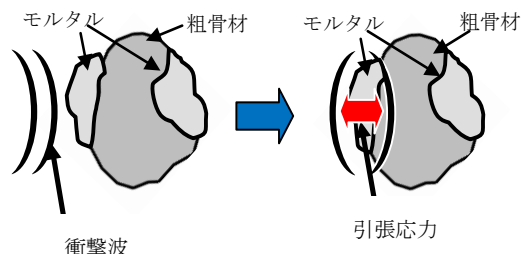


図-1 衝撃波によるモルタル剥離現象

3. 供試体概要

コンクリート中の空気量が3%, 6%, 9%となるように目標を設定し、細骨材に川洗砂、あるいはパルスパワー放電法によって回収した再生細骨材を用いた計6種類のコンクリート供試体およびモルタル供試体(いずれもφ10×20cm)を作製した。川洗砂を使用したモルタル供試体をM3, M6, M9、再生細骨材を使用したモルタル供試体をSM3, SM6, SM9と称する。尚、数字は空気量(目標値)を示す。密度と縦波速度の積で表される音響インピーダンスを表-1に示す。

表-1 音響インピーダンス

供試体	音響インピーダンス(kg/m ² ・s)
M3	6.09×10 ⁶
M6	5.72×10 ⁶
M9	5.42×10 ⁶
SM3	5.58×10 ⁶
SM6	5.09×10 ⁶
SM9	4.81×10 ⁶
斑レイ岩	2.07×10 ⁷

4. 実験結果・考察

最大放電エネルギー量を1250kJに設定し、250kJ毎に再生骨材を取り出して25, 20, 15, 10, 5mmのふるい目でのふるい分け試験、密度・吸水率試験を実施した。ふるい分け試験の結果を図-2, 図-3に示す。尚、川洗砂を使用したコンクリート供試体から

キーワード 再生骨材, パルスパワー, 絶縁破壊, 衝撃波

連絡先 〒860-8555 熊本市黒髪2丁目39番1号 国立大学法人熊本大学 重石光弘 TEL 096-342-3534

回収した再生粗骨材を A3, A6, A9 とし, 再生細骨材を使用したコンクリート供試体から回収した再生粗骨材を SA3, SA6, SA9 と称する.

密度・吸水率試験の結果よりコンクリート用再生粗骨材 H に定められている吸水率 3%以下, 絶乾密度 2.5g/cm^3 以上を A9 は放電エネルギー量が 1000kJ で満たし, A3, A6 は 1250kJ で満たした. また, 再生細骨材を使用した場合には, いずれも 1000kJ において同条件を満たした. 特に SA9 に関しては 750kJ で満たしていることから, 空気量, 密度の差異が破碎の進行に影響を与えていることが判明した.

図-2, 図-3 より粗粒率変化の傾きが変わる 750kJ を境に破碎過程を前半と後半とに分けると前半においては, 供試体内部の空気量が多いほど回収される再生粗骨材の粗粒率の低下量が大きくなった. これは供試体内部の空気量の増加に伴い, 放電が印加された際の絶縁破壊が促進されて大きく破碎されたことによるものと考えられる. 一方, 内部気体のプラズマ化の衝撃波による破碎の影響が卓越していると考えられる放電の後半においては, 空気量の増加, すなわち密度の低下に伴い粗粒率は大きく低下した. 衝撃波がコンクリートのモルタル中を伝播して粗骨材表面に到達し, 界面において発生する引張応力には, 粗骨材に対するモルタル部の音響インピーダンスの比率が影響を及ぼすと考えられている. 表-1 に示すように各供試体のモルタル部の密度が低いほど音響インピーダンスは小さくなっていることから後半における粗粒率の低下には音響インピーダンスが影響を及ぼすと考えられる. さらに密度・吸水率試験の結果と合わせて比較を行うと, 密度の低い供試体から回収される再生粗骨材は, 早期にコンクリート用再生粗骨材 H を満たしていることから早い段

階でモルタルの剥離現象が卓越して起きていると考えられる. また, すべての再生粗骨材の粗粒率が原粗骨材と同程度となる放電エネルギー量が 750kJ 以降においては, A3, A6, A9 は細粒化の進行が緩やかになっているのに対し, SA3, SA6, SA9 の細粒化の進行は継続しており, 密度の低い再生細骨材を使用した場合, 後半ではモルタル部の剥離にとどまらず粗骨材自体の破碎が起きていると考えられる.

5. おわりに

水中パルスパワー放電法によってモルタル部の空気量, 密度の異なるコンクリートから再生粗骨材を回収したところ, 供試体内部の空気量の増加に伴い, 破碎過程で早期の細粒化が見られ, モルタルの密度の低下に伴い粗粒率には低下傾向が見られた. また, 供試体に密度の低い再生細骨材を使用することで, 川洗砂を使用した場合には放電の後半で卓越するモルタルの剥離が, 早い段階で促されて細粒化が進み, 少ない放電エネルギー量で品質の良い再生粗骨材の回収が可能であることが判明した.

本研究は, 独立行政法人科学技術振興機構による研究成果最適展開支援事業(育成研究), ならびに文部科学省科学研究費補助金(基盤研究)の助成を受けて実施したものである.

参考文献

- 1) 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, コンクリート工学年次論文集, Vol.30, No.2, pp.457-462, 2008
- 2) 飯笹真也, 重石光弘, 石松宏一, 浪平隆男: モルタル部の性質がパルス放電法によるコンクリートの破碎過程に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集 Vol.32 号, No.1, pp.1559-1564, 2010.

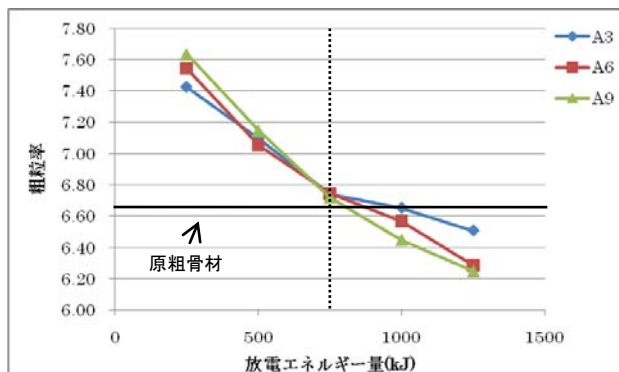


図-2 放電エネルギー量による粗粒率の変化
(A3, A6, A9)

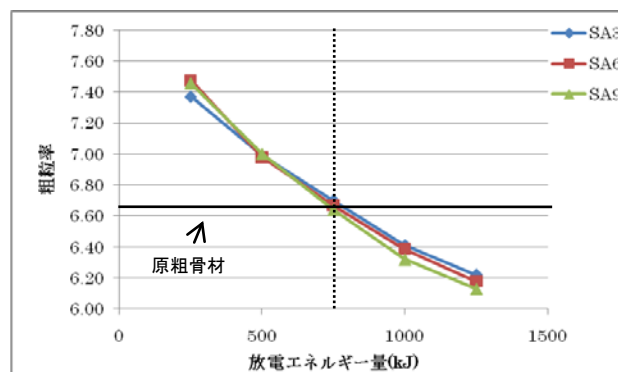


図-3 放電エネルギー量による粗粒率の変化
(SA3, SA6, SA9)