

パルス放電によるコンクリート破碎過程に粗骨材種が及ぼす影響

熊本大学 正会員 ○飯笹 真也
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、増加傾向となる廃コンクリート塊への対策として、著者らは「水中コンクリート内パルス放電法」を提案、開発し、その産業応用化を目指している。本技術では、良質な再生粗骨材の分離、回収が可能である。そして、既往の研究成果から、パルス放電によるコンクリート破碎では、放電エネルギー量を増加させる過程で、フレッシュ時の空気量が多いコンクリートほど破碎の進行が速い、モルタル剥離の進行も早いことが明らかとなっている¹⁾。そこで、本研究では、パルス放電によるコンクリート破碎現象をより詳細に検討するために、一般的な建設資材として使用されるコンクリートには様々な種類の粗骨材が用いられている点も考慮し、コンクリート供試体のモルタル部の空気量を一定とし、粗骨材の種類が破碎現象に及ぼす影響を検討した。

2. パルスパワーによるコンクリート破碎

2. 1 水中コンクリート内パルス放電法

本研究で用いたパルスパワー発生装置は、マルクスバンク方式と呼ばれるものである。この装置を用いた再生粗骨材回収技術を「水中コンクリート内パルス放電法」と称する。本研究では、コンクリート破碎後の粒径 5mm 以上のものを再生粗骨材として回収した。

2. 2 パルスパワーによるコンクリート破碎現象

コンクリート内に高電圧パルス放電を印加した際、コンクリート内部の空隙で絶縁破壊が起こりプラズマが生成される。プラズマ化による急激な体積膨張はモルタル部にひび割れを生じさせる。また、プラズマ生成により発生した衝撃波は、図 - 1 のようにコンクリート中を伝搬し、骨材とモルタルの界面で反射波と入射波に分離分離し、引張り応力を発生させる。この引張り応力により骨材からモルタルが剥離することとなる。

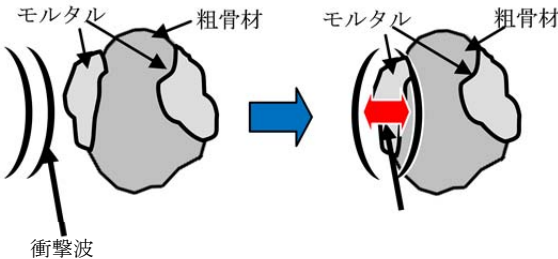


図-1 衝撃波によるモルタルの剥離現象

2. 3 コンクリート破碎実験

本研究では、粗骨材種が破碎現象に及ぼす影響を検討するために、斑レイ岩、安山岩、硬質砂岩を用いた。各粗骨材の密度、および吸水率を表 - 1 に示す。各コンクリート供試体示方配合では、粗骨材の占める体積を一定とした。

表 - 1 粗骨材の密度、吸水率

	絶乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)
斑レイ岩(H)	2.99	0.63
硬質砂岩(S)	2.73	0.47
安山岩(A)	2.65	1.08

作製したコンクリート供試体に対し、放電 1 回あたりのエネルギー量を 6.4kJ に設定し、最大放電エネルギー量が 896kJ (放電回数 140 回) に至るまで繰り返し放電を行った。そして、放電エネルギー量 128kJ, 256kJ, 384kJ, 512kJ, 640kJ, 758kJ, 896kJ の時に、密度、吸水率、ふるいわけ試験による品質評価を行った。尚、本試験では、コンクリート中に存在する水分が及ぼす影響を検討するために、内部空隙が水で満たされた初期飽水状態、および一定質量まで乾燥させた初期オーブンドライ状態の供試体を用いた。以後、斑レイ岩、硬質砂岩、安山岩の飽水状態の供試体をそれぞれ Hw, Sw, Aw, 同様にオーブンドライ状態を Hd, Sd, Ad と称す。

キーワード 再生粗骨材, パルスパワー, 絶縁破壊, 音響インピーダンス, 衝撃波

連絡先 〒860-8555 熊本県熊本市黒髪 2-39-1 国立大学法人熊本大学 飯笹真也 TEL 096-342-3606

3. 実験結果・考察

密度，吸水率試験結果より，各供試体で「コンクリート用再生骨材 H」の品質規格を満たした放電エネルギー量は，Hd，Sd，Ad が 384 kJ， Hw，Sw が 512kJ， Aw が 640 kJ となった．つまり，初期飽水状態の供試体よりも初期オーブンドライ状態の供試体の方が破碎の進行が速く，少ない放電エネルギー量で高品質な再生粗骨材を取り出すことができることが確認された．これは，初期オーブンドライ状態は内部空隙で絶縁破壊が起こりやすく，モルタルの破碎の進行が速くなるためである．一方，原粗骨材と同程度の品質の再生粗骨材が最も少ない放電エネルギー量で回収できたのは斑レイ岩であった．よって，水中コンクリート内パルス放電法では，密度の高い粗骨材の方が破碎の進行が速くなることが確認された．

ふるいわけ試験結果より得られた粗粒率の変化を図 - 2，および図 - 3 に示す．粗粒率が大きく低下している放電エネルギー量 128kJ から 384kJ を破碎序盤し，粗粒率の変化が小さくなった放電エネルギー量 384kJ から 896kJ の間を破碎終盤とした場合，2.2 節で示したように破碎序盤では気体の絶縁破壊によるモルタル破碎現象が卓越していると推測される．本実験では，フレッシュ時の空気量を一定としたため，初期オーブンドライ状態における粗粒率の変化はほぼ同じ結果となった．一方，初期飽和状態では，128kJ における安山岩の破碎があまり進行していなかったが，これは安山岩の密度が低かったためと推測される．一方，破碎終盤では衝撃波によるモルタルの剥離現象が卓越すると推測される．そして，破碎の進行には粗骨材とモルタルの音響インピーダン

スの差異による衝撃波の反射率が影響を及ぼすと考えられる．表 - 2 に衝撃波の反射率を示す．衝撃波の反射率が大きいほど引張り応力が大きくなり，破碎の進行が速くなる．表 - 2 より，初期オーブンドライ状態の方が初期飽水状態よりも反射率が大きくなっているため，破碎の進行が速い．また，骨材種では，斑レイ岩の反射率が最も大きくなっているため，破碎の進行が速い．これらは，密度，吸水率試験結果に付随している．しかし図 - 2，および図 - 3 から硬質砂岩，及び安山岩の細粒化の進行が確認できる．これは，パルス放電により骨材自体が破碎されたためと考えられる．以上より，水中コンクリート内パルス放電法におけるコンクリート破碎現象には，密度の高い粗骨材ほど破碎の進行が速い事が確認された．また，密度の低い粗骨材は粗骨材自体が破碎されてしまう事が示唆された．

表 - 2 衝撃波の反射率

	状態	反射率
斑レイ岩	初期飽水	0.58
	初期オーブンドライ	0.70
硬質砂岩	飽水	0.49
	初期オーブンドライ	0.64
安山岩	飽水	0.47
	初期オーブンドライ	0.63

参考文献

1) 飯笹真也ほか：「モルタル部の性質がパルス放電法によるコンクリート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， No.1， pp.1559-1564， 2010

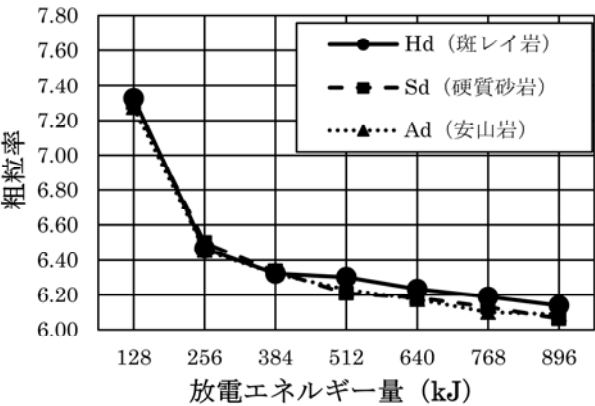


図 - 2 粗粒率（初期オーブンドライ状態）

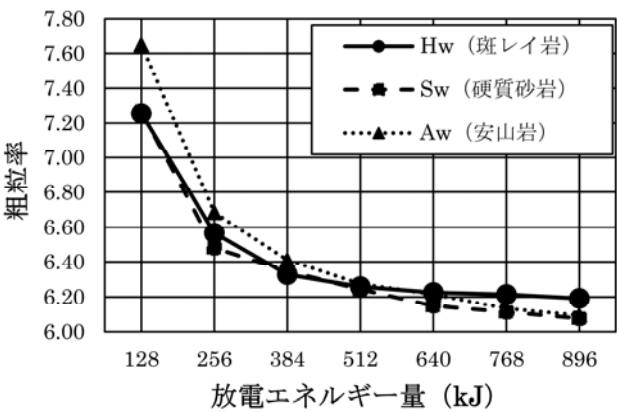


図 - 3 粗粒率（初期飽水状態）