

粗骨材種がコンクリートのパルス放電による破碎過程に及ぼす影響

国立大学法人熊本大学 学生会員 阿南雄大

正会員 飯笹真也

正会員 重石光弘

浪平隆男

1. 目的

近年、高度成長期に建設されたコンクリート構造物が耐用年数を迎え、不要となった廃コンクリート排出量が増大すると予想されている。それに伴う建て替えなどに利用されるコンクリートの量も増大すると予想され、天然骨材の枯渇が懸念されている。そこで新たな骨材再生技術として高電圧のパルスパワーを応用した「水中パルスパワー放電法」が提案され、従来の処理方法に比べて高品質な骨材が回収できることが確認された。この時コンクリートの破碎過程を粗粒率の変化で表すと、コンクリートを破碎するのに使用した放電エネルギー量の増加に伴い、図-1のような粗粒率の減少傾向が見られた¹⁾。

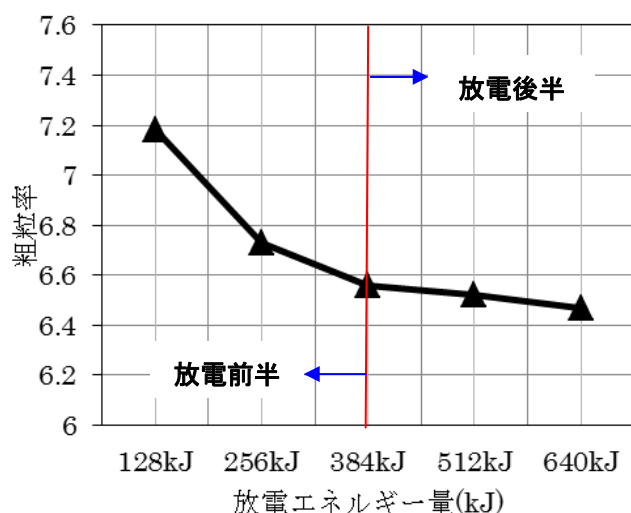


図-1 粗粒率

図-1において放電前半と放電後半では粗粒率の減少傾向に違いが見られる。水中パルスパワー放電法によるコンクリート破碎では、コンクリート中における空気を含む間隙が多く分布するモルタル部から破碎が優先的に行われる。よって、図-1における放電前半では、モルタルの破碎、および粗骨材からの付着モルタルの剥離が卓越し、放電後半では粗骨材自体の破壊が卓越するものと推測される。そこで、本研究では、この破碎現象のより詳細な検討を行うこととした。

2. コンクリート破碎実験

水中パルスパワー放電法によるコンクリート破碎過程は以下のように説明される。

水中パルスパワー放電によるコンクリート破碎は、コンクリート中の気体の絶縁破壊によるものである。絶縁破壊を生じた気体のプラズマ化により瞬間的な体積膨張が生じ、コンクリートの破壊が行われる。さらに、この瞬間的な体積膨張によって発生した衝撃波がコンクリート中を伝播し、モルタルの破碎、および剥離を誘発する。図-2に再生骨材からのモルタル剥離現象を示す。

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「水中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り、1回あたりの放電エネルギーは6.4kJに相当する。この装置はコンデンサを並列接続し充電した後、放電ギャップを通じてこれらのコンデンサを直列接続として放電させる仕組みとなっている。図-3のようにコンクリート供試体は水中でパルスパワーを印加する電極は、水中に置かれた5mm角開口のステンレス製半球状メッシュにコンクリート供試体を設置し、ポリエチレン被膜された直径5mmの銅線を高電圧電極として、その下端と破碎前のコンクリート供試体とを接触させて電極を固定するといった構造をとる。放電時においてステンレス製半球状メッシュは接地され低電圧電極となっている。

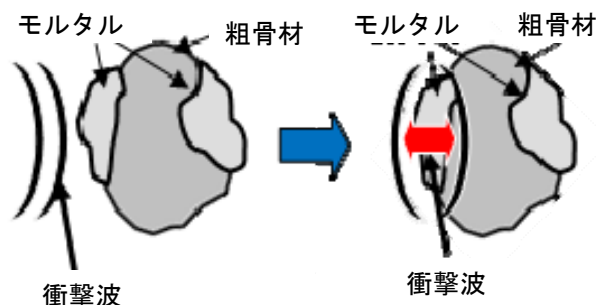


図-2 モルタルの剥離現象

表-1 コンクリート供試体示方配合

供試体	粗骨材の最大寸法 (mm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量 (kg/m ³)				減水剤 (g/m ³)
				水	セメント	細骨材	粗骨材	
H	20	55	44	168	318	786	1168	318
S	20	55	44	168	318	786	1042	318
A	20	55	44	168	318	786	1022	318

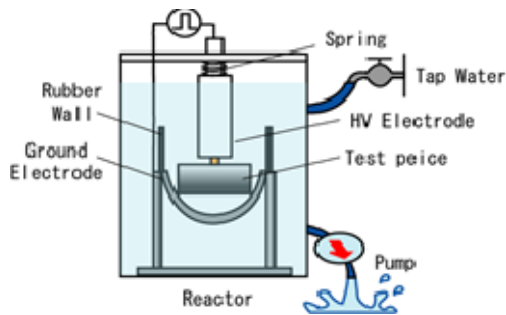


図-3 再生骨材回収の仕組み

3. 供試体概要

表-1 に示す配合によってコンクリートの供試体（φ10×20cm）を作製する。既往の研究成果から、コンクリートのモルタル部の物性がパルス放電によるコンクリート破砕現象へ及ぼす影響が確認された。すなわち、図-1 に示した放電前半ではモルタル部の空気量が破砕の進行に影響を及ぼし、放電後半ではモルタル部と粗骨材の密度の違いの影響を及ぼす。そこで本研究では放電後半の破砕現象のより詳細な検討を行った。モルタル部の物性を一定とし、異なる3種類の粗骨材を用いた実験を行い、粗骨材の種類の違いがパルス放電による破砕過程に及ぼす影響を観察した。用いた粗骨材は、斑レイ岩、硬質砂岩、安山岩の3種類で、各粗骨材の物性値を表-2 に示す。また、各粗骨材を用いたコンクリート供試体をH、S、Aと称し、圧縮強度を表-3 に示す。

表-2 粗骨材物性

粗骨材	表乾密度(g/cm ³)	吸水率(%)
斑レイ岩	3.06	0.49
硬質砂岩	2.73	0.47
安山岩	2.68	1.08

表-3 供試体圧縮強度

供試体	H	S	A
圧縮強度(MPa)	42.5	44.1	42.6

4. 実験手順・考察

作成した供試体に、最大放電エネルギー量を768KJ（120Shot）に設定し、コンクリートを破砕した。そして、放電エネルギー量が128KJ、256KJ、384KJ、512KJ、640KJ、768KJに達する毎にふるい分け、密度、および吸水率試験を行い、その結果より破砕の進行過程を観察した。尚、本研究では、コンクリート中の空隙部分における水分がパルス放電による破砕の影響を調べるために、吸水させた供試体とオーブンドライ状態の供試体を用いた。

ここでは、実験結果の一部を示す。吸水させた供試体から回収された再生粗骨材をそれぞれHw、Sw、Awと称す。放電エネルギー128KJ 毎に512KJ までパルス放電を印加した際の粗粒率を図-4 に示す。この図から、放電エネルギー量を増加させると、放電前半の384KJ までは粗骨材密度が高い供試体ほど早く破砕が進行しているのに対し、放電後半の384KJ 以降では粗骨材密度の低いAwの破砕進行速度が速いことがわかる。しかし、Awの供試体は放電前半の破砕速度がほかの2つの供試体よりも遅いことから、放電後半において骨材に付着しているモルタル分が多く、モルタルの剥離現象が継続していると予想される。

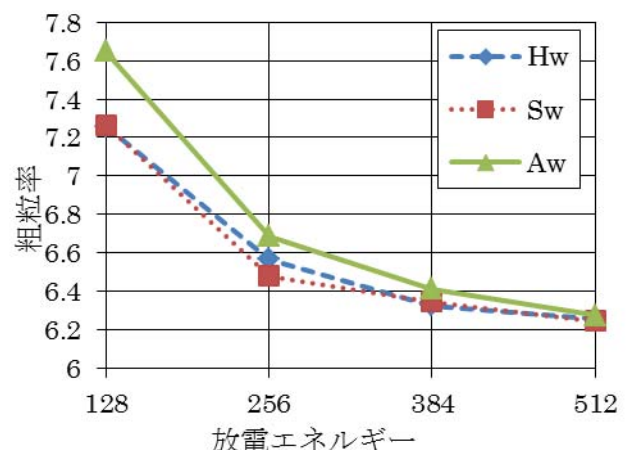


図-4 粗粒率

5. 参考文献

1) 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砕過程に及ぼす影響」, コンクリート工学年次論文集, vol. 32, No. 1, pp1559-1564, 2010