

研究主論文抄録

論文題目 高電圧パルス放電を用いた廃コンクリートからの骨材回収に関する研究  
(Research on technology of aggregate collection from waste concrete by using high-voltage pulse discharge)

熊本大学大学院自然科学研究科 環境土木工学専攻 社会環境マネジメント講座  
(主任指導 重石光弘 准教授)

論文提出者 前田誠司  
(by Seiji MAEDA)

主論文要旨

本研究では、コンクリートリサイクル技術として高電圧パルス放電を用いたパルス放電法を提案している。パルスパワー技術を用いることで、既往の再生骨材回収技術において問題とされている、再生骨材生産時のコスト削減及び、処理に伴って排出される微粒分量の削減を行い、低環境負荷の再生骨材回収技術の開発を行うことを目的とした。本研究では、このパルスパワー技術を用いて、コンクリートの破碎処理を行い、JIS A 5021「コンクリート用再生骨材 H」に規格される再生骨材 H を満たす再生骨材の回収の可否について検証を行った。その結果、パルス放電回数が増加することにより、回収される再生粗骨材品質が上昇することが判明し、再生粗骨材 H 規格を満たす再生粗骨材を回収することができた。この時、パルス放電回数の増加と共に、骨材の細粒化が発生していた。高品質再生粗骨材回収時の発生微粒分量を算出した結果、コンクリート全量に対して6%以下と算出された。既往の再生骨材回収技術を用いて再生骨材を回収する場合、20~35%の微粒分が発生するといわれており、本技術を用いることで微粒分量を削減することが出来るといえる。またパルス放電法によって再生粗骨材を回収した後は、粒径 5mm 以下の残渣が水槽下部に沈殿する。この残渣が再生細骨材として利用可能であるか骨材試験を行った結果、JIS A 5023「再生骨材 L を用いたコンクリート」に示される再生細骨材 L 規格を満たす再生細骨材として利用できることがわかった。しかし、高品質であるとは言えず、その使用用途も限定されるため、再度パルス放電法により再生処理を行った。その結果、JIS A 5022「再生骨材 M を用いたコンクリート」に示される再生細骨材 M 規格を満たす再生細骨材を回収することができた。

パルス放電法を用いることで、高品質再生粗骨材を回収することが出来るが、この時の処理コストを評価するために、LCCA の一項目である二酸化炭素排出量に着目して評価を行った。再生粗骨材を回収する際の、最小二酸化炭素排出量原単位は  $17.37 \times 10^{-3} \text{kg} \cdot \text{CO}_2/\text{kg}$  と算出された。この状態においても既往の再生骨材回収技術と比較して低コストであると言えるが、更なるコスト削減を行うために放電条件の最適化を行った。放電条件には放電一回当たりのエネルギー量 (E/N) と電極位置条件がある。放電条件の最適化を行った結果、E/N=1.6kJ、電極位置条件を

3cm に設定することで、最も少ない放電エネルギー量で再生粗骨材 H 規格を満たす再生粗骨材を回収することができ、この時の最小二酸化炭素排出量原単位は  $7.33 \times 10^{-3} \text{kg} \cdot \text{CO}_2/\text{kg}$  と算出された。放電条件の最適化を行うことで、従来の放電条件と比較して再生骨材回収コストを 57.8%削減することに成功した。また再生細骨材の再生処理によって発生する二酸化炭素排出量原単位を算出した結果、 $73.99 \times 10^{-3} \text{kg} \cdot \text{CO}_2/\text{kg}$  と算出された。これは再生粗骨材回収時の処理コストと比較した場合、大幅に増加する結果となった。このことから、再生細骨材の再生処理は得られる結果に対して費用対効果に見合わない結果になったといえる。

本研究では、パルス放電法を用いることで廃コンクリートより高品質再生骨材を回収可能であるか検討を行った。まず材齢 90 年経過した祇園橋コア供試体の破碎を行った結果、再生粗骨材 H 規格を満たす再生粗骨材を回収することができ、この時の最小二酸化炭素排出量原単位は  $11.99 \times 10^{-3} \text{kg} \cdot \text{CO}_2/\text{kg}$  と算出された。これは、同条件にて破碎処理を行った際の  $17.37 \times 10^{-3} \text{kg} \cdot \text{CO}_2/\text{kg}$  と比較して少ない値といえる。処理コストが抑えられた原因として、破碎に用いた供試体の品質が劣化していたことが影響を及ぼしたと考えられる。祇園橋コア供試体は表層において中性化しており、空隙も多く存在していた。またコアの圧縮強度も本研究室にて作成したコンクリートと比較して小さいことがわかっている。これらの要因により再生骨材回収時の処理コストが抑えられたのだと考えられる。そのため、パルス放電法によって再生骨材を回収する際のコストは、破碎対象の状態もしくは強度に左右される可能性がある。次に、パルス放電法による鉄筋コンクリート破碎の検証を行うため、段山跨線橋解体部材の破碎処理を行った。その結果、鉄筋を内部に含むような場合であっても、鉄筋と再生粗骨材 H 規格を満たす再生粗骨材とをそれぞれ分離回収することができた。しかし、破碎処理の過程においてコンクリート中の鉄筋が導体の役割を果たし、放電エネルギーをコンクリート外部へと流出させることが判明した。そのため、パルス放電法によって鉄筋コンクリートの破碎処理を行う場合、鉄筋に破碎効率が左右されない電極構造を用いる必要がある。