

研 究 主 論 文 抄 録

論文題目 和文 高度骨材再生処理のための水中コンクリート内パルス放電法に関する研究  
( 英文 Hi-Performance Aggregate Recycling Method by Electric Pulsed Discharge in Concrete Underwater )

熊本大学大学院自然科学研究科 環境共生工学専攻 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 飯笹真也  
(by Shinya Iizasa )

主論文要旨

《本文》本研究では、高度骨材再生技術として、パルスパワー技術を応用した「水中コンクリート内パルス放電法」を提案した。骨材再生技術には、高品質な再生粗骨材が回収可能、低コスト、および微粉末発生量が少ない事などが求められる。そこで、「水中コンクリート内パルス放電法」を用いてこれらの問題に対し検討を行った。

「水中コンクリート内パルス放電法」では放電エネルギー量の増加に伴い品質は向上する。しかし、過剰な放電を行った場合粗骨材自体が破碎される。よって、パルス放電の制御を行うコンクリートの破碎を制御する必要がある。そして、「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には、放電 1 回あたりのエネルギー量、および高電圧電極と低電圧電極の間の距離が影響を及ぼす。よって、これらの破碎条件を変化させることで「コンクリート用再生骨材 H」の品質規格を少ない放電エネルギー量で満たす事が可能となった。放電 1 回あたりのエネルギー量を 1.6kJ に設定し、高電圧電極を初期位置から 3cm 潜り込ませた位置で放電を行うことで、最も少ない放電エネルギー量 256kJ で「コンクリート用再生骨材 H」の品質規格を満たした。しかし、これらの放電条件は破碎するコンクリート塊の質量の影響を受ける。次に、コンクリート破碎処理時に発生する微粉末発生量を計測した結果、コンクリート質量の 10%程度であった。機械的処理法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粉末量を大幅に削減可能であることが判明した。以上より、本技術の高度骨材再生技術としての有効性が示された。

そこで、「水中コンクリート内パルス放電法」によるコンクリート破碎現象のより詳細な検討を行った。まず、残渣からの再生細骨材の回収を行った。パルス放電法によって再生粗骨材を回収する際、粒径 5mm 以下の残渣が水槽下部に沈殿する。この残渣には大量のモルタル分が含まれるため未処理では低品質な再生細骨材となる。そこで、残渣に再度パル

ス放電を行った結果、品質の向上が確認されたが、微粉末発生量が増加した。微粉末の増加は処理コストが増加する。そこで、残渣からモルタル片のみを取り除いた。その結果、「コンクリート用再生骨材 H」の品質規格を満たす再生細骨材となった。次に、処理水質がコンクリート破碎に及ぼす影響を調べ、処理水中の重金属の濃度を測定した。その結果、処理水質が低下した場合、コンクリート破碎効率が低下した。一方、処理水中に重金属はほとんど確認されなかった。さらに、粗骨材種類が異なるコンクリートから再生粗骨材を回収した。その結果、粗骨材種類が変化しても高品質な再生粗骨材は回収可能であった。しかし、粗骨材自体の品質が低い場合、可能な限りモルタル部を取り除く必要があるため「コンクリート用再生骨材 H」の品質規格を満たすために必要な放電エネルギー量は増加した。「水中コンクリート内パルス放電法」によるコンクリート破碎現象をより詳細に検討した。パルス放電によるコンクリート破碎はコンクリート中の空隙の絶縁破壊により促される。そして、破碎現象を粗粒率により観察したところ、放電序盤では気体の絶縁破壊によるコンクリート破碎が卓越し、一方放電終盤では衝撃波によるモルタル剥離現象が卓越すると推測された。そこで、空気量が異なるコンクリートを破碎し、空気量の違いが破碎現象に及ぼす影響を調べた。その結果、放電序盤では、空気量が多いほど破碎の進行が早くなり、放電終盤では、粗骨材とモルタル部の音響インピーダンスの差異が大きいほど破碎の進行が早くなる事が判明した。

パルスパワー再生粗骨材を用いて再生コンクリートを作製した。その結果、原粗骨材を用いたコンクリートよりも強度が低下したが、強度のバラツキは小さく、コンクリート用骨材として十分使用可能であった。

骨材再生技術において再生処理途中における品質の概値を簡易的に把握することができれば高品質な再生骨材を効率よく回収することが可能と思われる。そこで、再生粗骨材の簡易的品質評価手法を提案し、再生粗骨材へ最大載荷荷重 400kN の載荷試験を行った。そして、破碎値、および載荷時のアコースティック・エミッション(AE)を計測した。その結果、破碎値、および AE は載荷荷重の増加に従って増加した。そこで、それぞれを載荷によって発生した故障と捉え、ワイブル分布解析を行った。その結果、適当な載荷荷重を設定し、AE の計測機器を正しく設置することで、破碎値、および AE のワイブル分布解析結果  $m$  値と再生粗骨材の品質には相関性が見られた。すなわち、再生粗骨材の品質が向上するに従い、破碎値、および AE のワイブル分布解析結果  $m$  値も増加した。よって、再生粗骨材の破碎値、および AE 発生数のワイブル解析による再生粗骨材の簡易的な品質評価が行える可能性が示唆された。