

パルス放電式コンクリート水中はつりにおける放電パラメータの決定

国立大学法人熊本大学 学生会員 ○中尾 健太郎

正会員 飯笹 真也

正会員 重石 光弘

非会員 浪平 隆男

1. はじめに

現在の日本において最も数の多い構造形式である鉄筋コンクリート構造物の老朽化が問題になっているが、国も地方も将来的な財政難から補修補強を施しての延命化の方策を検討している。このような鉄筋コンクリート構造物は耐用年数を迎えると表層部から劣化していく。そのため、補修作業として傷んだ表層であるかぶり部を除去し、新たにコンクリートを打ち継ぐ必要がある。

かぶり部の除去に使用される工法としてウォータージェット工法があり¹⁾、水圧により鉄筋の周囲のコンクリートを除去する。ウォータージェット工法の特徴として鉄筋をブラストしながらコンクリートをはつることが可能、および低振動で粉じんの発生が少ないという点が挙げられる。しかし、ウォータージェット工法では水中のコンクリートを取り除くことができない。

そのため、本研究では水中のコンクリートを取り除く方法として熊本大学で提案している「水中コンクリート内パルス放電方式骨材再生技術」を応用した鉄筋コンクリートかぶり部の除去手法を提案する。既往の研究成果により水中コンクリート内パルス放電方式骨材再生技術の特徴として高品質な再生骨材が回収可能、微粉末発生量が少ない、処理コストが少ない、および制御破壊が可能ということが明らかとなっている²⁾。パルス放電によるコンクリートの破碎現象は、コンクリート中の気体の絶縁破壊によるコンクリート破碎、および気体の絶縁破壊による急激な体積膨張に伴った衝撃波によるモルタル剥離によるものである³⁾。そこで、本技術をコンクリートの表層はつり技術に応用することを考えた。パルス放電式コンクリート水中はつり法では、コンクリートを水に浸した状態で高圧電極とコンクリートを接触させて放電する。

パルス放電式コンクリート水中はつり法の特徴の一つである制御破壊可能という点を応用すれば、巨大で動かすことのできないコンクリートを砕いて運びやすくすることも可能である。昨年の東日本大震災において発生した津波により、東北地方沿岸部の市町村における住宅、公共施設、

ビルなど多くのコンクリート構造物が海底に沈んだ。その結果、これらのコンクリート塊は海底の自然環境に悪影響を与えており、海底に沈んだコンクリート塊を取り除く必要がある。しかし、海底に沈んだコンクリート塊の中には巨大な物も含まれていることから、これらを砕いて運びやすくするための一つの方法として、パルス放電式コンクリート水中はつり法の応用が可能であると考えられる。

この方法の問題点として、既往の研究成果より放電エネルギー量の増加にともない放電がコンクリート下層の方まで伝わってしまい鉄筋の裏側まで破碎されることがわかった⁴⁾。この要因としては、高電圧電極をコンクリート表面に設置し、低電圧電極をコンクリート中の鉄筋としたためと考えられた。鉄筋の裏側のコンクリートまで損傷してしまうと、新しくコンクリートを打ち継ぐ際に鉄筋の裏側までコンクリートが充填せず、強度不足や鉄筋の腐食を進行させてしまう恐れがある。そのため、かぶりコンクリート下層を損傷することなく除去することが必要となる。そこで、本研究ではパルス放電式コンクリート水中はつり法においてはつりによる破碎が鉄筋の下端に達することなく効率的にはつりするための最適パラメータの検討を行う。図-1にパルス放電によりコンクリートの表層はつりを行なった様子を示す。

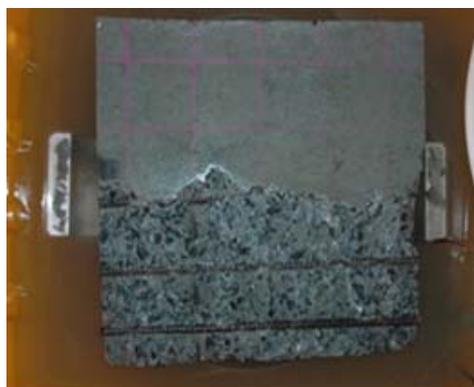


図-1 コンクリートの表層はつり

2. コンクリートかぶり部の除去

今回の実験では図-2 に示す供試体を用いた。

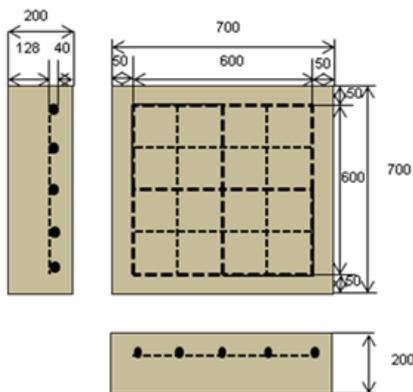


図-2 共試体寸法

本研究ではマルクスバンク方式パルスパワー発生装置を使用した⁵⁾。このマルクスバンク方式パルスパワー発生装置は、コンデンサ 10 基を並列接続の状態に充電し、その後、放電ギャップを通じて直列接続として放電させるものである。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、その先端を固定しコンクリート供試体に接触させた。また、本研究では低電圧電極として高電圧電極と同様のポリエチレン被膜された直径 5mm の銅線を使用し、その先端を固定しコンクリート供試体に接触させた。

3. 最適な放電パラメータの検討

3.1 放電 1 回あたりの放電エネルギー量 (E/N) 毎の最適な電極間距離の検討

本研究ではパルス放電式コンクリート水中はつり法において、最適な放電パラメータを検討するために E/N を 6.4kJ、3.6kJ、1.6kJ、0.9kJ と設定した。また、電極間距離を 10cm、7.5cm、5cm、2.5cm とし、各 E/N で最適な電極間距離を検討した。尚、本実験では、各条件における放電エネルギー量は固定した。そして、各条件におけるはつり体積とはつり深さを評価した。表-1 に実験条件を示す。

表-1 実験条件

		放電回数	電極間距離(cm)			
			10	7.5	5	2.5
E/N (kJ)	6.4	a				
	3.6	b				
	1.6	c				
	0.9	d				

はつり深さが鉄筋の下端に達しない範囲で最もはつり体積が大きい電極間距離を選定する。電極間距離、はつり体積、はつり深さは図-4 に示す。

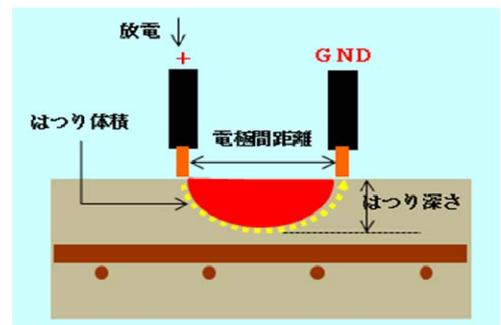


図-4 電極間距離、はつり体積、はつり深さ

3.2 最適な E/N の検討

3.1 節で各 E/N で最適な電極間距離を選定した後、各 E/N において選定した電極間距離で供試体のはつりを行う。そして、その際の総放電エネルギー量とはつり速度を検討し、得られたデータから供試体を 1m² はつる場合に必要な総放電エネルギー量と処理時間を換算してそれぞれ算出する。そして、図-5 ように総放電エネルギー量とはつり速度の関係をプロットしプロット点からの距離から最適な放電条件(E/N、電極間距離)を決定する。

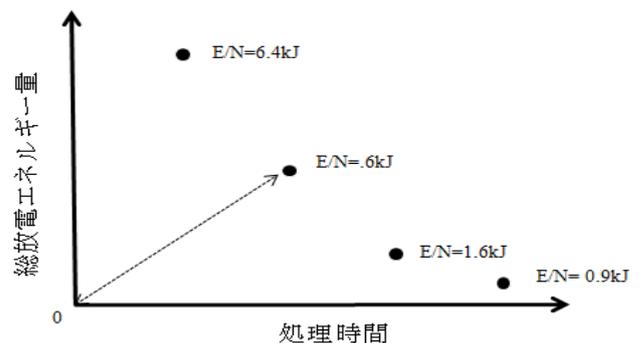


図-5 プロット図

参考文献

- 1) ウォータージェットはつり
<http://www.water-jet.biz/haturi.html>
- 2) 重石光弘, 浪平隆男ほか: パルスパワーによるコンクリートからの粗骨材の分離. 回収, コンクリート工学年次論文集, vol.28, No.1, pp1475-1480, 2006.
- 3) 秋山典秀: 「高電圧パルスパワー工学」, オーム社, pp67, 2003.12
- 4) 荻ノ迫徹, 重石光弘ほか: , パルス放電を用いた鉄筋コンクリートかぶり部の除去手法に関する研究, 平成21年度土木学会西部支部概要集, pp711-712, 2010.3
- 5) 秋山典秀: 「高電圧パルスパワー工学」, オーム社, pp95, 2003.12