

RC 構造物の制御破砕技術に関する実験

Experiments on controlled demolition of reinforced concrete

独立行政法人土木研究所寒地土木研究所  
独立行政法人土木研究所寒地土木研究所  
独立行政法人土木研究所寒地土木研究所  
独立行政法人土木研究所寒地土木研究所

○正会員 表 真也 (Shinya Omote)  
正会員 三田村浩 (Hiroshi Mitamura)  
正会員 今野久志 (Hisashi Konno)  
正会員 西 弘明 (Hiroaki Nishi)

1. はじめに

現在の日本の厳しい財政状況の中、道路橋の長寿命化修繕計画が閣議決定されており、今後はコンクリート構造物等の損傷が深刻化する前の修繕工事の増大が想定される。その施工においては、既設RC部材の適切かつ効率的な取壊し技術が要求される。

従来の既設RC部材の取壊しはブレーカーなどの打撃力によるものであったが、残存箇所の損傷を受けたままの打継ぎ界面は付着性能が低下することとなり、長寿命化対策の課題となっていることがわかってきている。

そのため、打撃工法と併用して、補修したコンクリートの耐荷性および耐久性に与える影響が小さいウォータージェット工法（以下、「WJ工法」）を用いる事例が増加している。しかしながら、WJ工法は施工時における騒音や濁水処理等を伴うなどの課題を有している。

本論文は、WJ工法の破砕量を低減する制御破砕技術との併用工法について実験を行い、実験結果と実用性について報告するものである。実験は、既設橋梁の修繕工事として近年増加している、支那交換および伸縮装置交換時の取壊しを想定したRC供試体について実施した。

2. WJ工法と併用した制御破砕工法の選定

打撃力による工法に替わる手法として、表 2.1 に示す内的破砕工法に着目し、反応液の量を調整し破砕を制御

する「放電衝撃破砕工法」（以下、「放電破砕」）と、設置する密度と角度で破砕を制御する「静的破砕剤の破砕工法」（以下、「静破砕剤」）について実験を実施し、その適用性について検証した。

3. 放電衝撃破砕工法の実験

3.1 放電衝撃破砕工法の概要

本工法は、写真 3.1、写真 3.2 に示すような装置を用いて、放電により液剤を反応させて発生する衝撃力により硬岩やコンクリートを破砕する工法で、従来の打撃工法と比べ瞬時に破砕することから騒音・振動が軽減できる。また、狭い空間でも破砕が可能である。



写真 3.1 直流高圧電源装置 写真 3.2 カートリッジ

3.2 実験方法

実験は支那および伸縮装置を想定したコンクリート供試体を用いて実施した。破砕は、残すコンクリートへの影響を考慮して図 3.2 に示す開放溝を事前に施工し、放電破砕の後にWJ工法にて残存部分を除去する手順とした。写真 3.3 に実験の様子を示す。

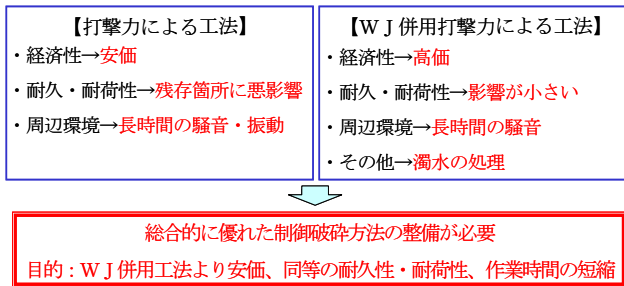


図 1.1 破砕工法における問題点と実験の目的

表 2.1 内的破砕工法一覧表

| 工法        | 放電衝撃破砕       | 衝撃破砕剤        | 静的破砕剤          | セリ矢           |
|-----------|--------------|--------------|----------------|---------------|
| 破砕原理      | 放電時の衝撃力による破砕 | 薬剤による水蒸気圧で破砕 | 水和反応による膨張圧での破砕 | セリ矢で穴を押し広げて破砕 |
| 破砕の制御方法   | 反応液の量で調整     | 水蒸気圧の調整は困難   | 配置する密度と角度で調整   | 矢の差込深さで調整     |
| 穿孔寸法 (mm) | φ10          | φ32          | φ40            | φ38           |
| 適用環境条件    | 雨天は施工不可      | -15℃～+75℃    | -5℃～+30℃       | 無し            |
| 破砕時間      | 瞬時           | 瞬時           | 最短0.5時間        | 数分            |
| 評価        | ○            | △            | ○              | ○             |

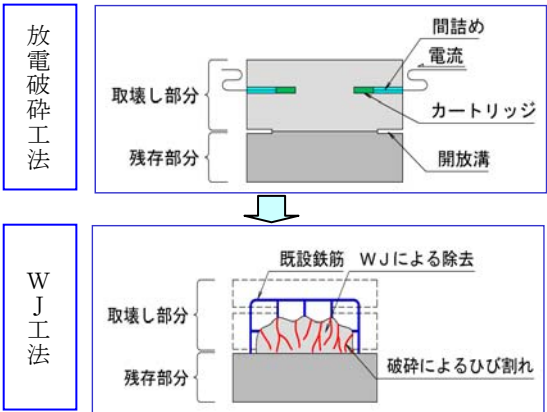


図 3.2 WJ併用放電衝撃破砕工法の概要

3.3 実験結果

実験の結果、放電破砕について以下のことがわかった。  
①取壊す境界面の開放溝は、放電破砕の衝撃を概ね残存部分に伝えないことができ有効である（写真 3.4）。  
ただし、開放溝内に残る既設鉄筋等により衝撃が残存

部分に伝わり、制御破砕が出来ずに広範囲に破砕させる場合がある(写真 3.5)。

②破砕できる範囲は予測が難しく、破砕状況を確認しながら複数回の破砕が必要となる。

③放電破砕の衝撃により既設鉄筋が変形する場合があるため、既設鉄筋と装着するカートリッジの位置関係について再検討する必要がある(写真 3.6)。

④伸縮装置交換での床版上面の破砕は、橋軸直角方向に開放面が無い状態で破砕の衝撃が広範囲に広がり、部分的に床版下面までの抜け落ちが生じる(写真 3.7)。



写真 3.3 支承交換破砕前



写真 3.4 支承破砕状況 1



写真 3.5 支承破砕状況 2



写真 3.6 支承破砕状況 3



写真 3.6 伸縮装置破砕状況 1



写真 3.7 伸縮装置破砕状況 2



写真 4.1 水平用スティック型の静破砕剤

## 4. 静的破砕剤の実験

### 4.1 静的破砕剤の概要

本工法は、コンクリートを削孔して設けた穴に石灰系無機化合物と水を入れ、水和反応による結晶の成長に伴う膨張圧でコンクリートを破砕する工法である。従来の打撃工法と比べ騒音・振動が軽減でき、30 分程度の時間で破砕できる。また、狭い空間でも施工が可能である。

### 4.2 実験方法

静破砕剤は写真 4.1 に示す水平挿入用のスティック型を用いた。施工時間を短縮するために、30 分程度での破砕が可能な静破砕剤を用いた。支承を想定したコンク

リート供試体の沓座前面から削孔用削岩機を用いて水平に削孔した穴に、写真 4.2 に示すように水を含ませた静破砕剤を入れ開放面側に破砕した。今回のような部分破砕を目的とした施工事例は無いため、本実験は予備破砕として放電破砕実験後の供試体を用い破砕の傾向を確認した。

### 4.3 実験結果

実験の結果、静破砕剤の破砕について以下がわかった。

- ①施工は簡易であり膨張圧により静破砕剤が飛び出す鉄砲現象に注意しておけば安全な工法である(写真 4.3)。
- ②破砕させる範囲に静破砕剤を充填したが、橋台背面を貫通させる大きな破砕が生じた。十分な破砕力があるが、計画的な制御破砕の実施は難しい(写真 4.4)。
- ③表面のみのコーン破壊を想定して浅い範囲に静破砕剤を充填したが、周辺を押し広げる破砕に至り、計画的な制御破砕の実施は難しい(写真 4.5)。



写真 4.2 水中の浸漬状況



写真 4.3 静破砕剤の施工



写真 4.4 予備破砕状況 1



写真 4.5 予備破砕状況 2

## 5. まとめ

本実験で得られた知見を以下に示す。

- ・放電破砕は瞬時に破砕する工法であることから制御破砕は難しく、慎重に破砕状況を確認しながら進める必要がある。特に、床版などの薄い部材への適用は難しい。
  - ・放電破砕は取壊し部を限定的な部位に留める制御破砕として適用できる可能性は有るが、小さな衝撃力による破砕に関する実験や既設構造物による実証実験など、更に検討を進める必要がある。
  - ・放電破砕の衝撃が残すコンクリートに与える影響は未検証であるため、マイクロクラックの深さや弾性係数の変化などについて検証を実施し、仕上げに用いるWJ施工の必要厚を評価する必要がある。
  - ・静破砕剤も制御した破砕は難しいことから、十分に開放溝を開けておくなどの対処や、慎重な少量の破砕を採用するなど見直す必要がある。
  - ・放電破砕と静破砕剤の内的破砕工法は、全方向に押し広げる作用力にて破砕する原理で有るため、破砕する範囲の予測は難しい傾向にある。
- 今後は、破砕する方向や領域を限定できる内的破砕工法等の抽出とその有効性について検討する。