# SD機による低振動・ｺﾝｸﾘｰﾄ解体工法

※山﨑　泰典[1]・浅利　秀也[2]・木戸　昭治[3]

[1,2,3]株式会社 奥村組　土木部　（〒730-0042 広島市中区国泰寺町1-7-22）

ダム水路式発電所である中国電力打梨発電所と土居発電所の水車・発電機は、それぞれ昭和14年、昭和13年に運転開始後、約70年が経過し、老朽化が進展したことから、基礎コンクリートも含めた改修工事を行うこととなった。打梨発電所の２期工事においては、３台ある発電機の１台を稼働させながらの施工が、また、土居発電所においては、継電器に影響を与えない施工が要求され、トンネル工事で実績のあるSlot Drilling工法（以下SD工法）とワイヤーソーによりコンクリートをブロック状にして解体搬出する工法で、振動・粉塵を抑制し、工期短縮を行うことができた。

キーワード　ＳＤ工法、コンクリート解体、低振動、粉塵抑制

## 1. はじめに

一般的なコンクリート解体工法としては、コア削孔による縁切りと油圧ブレーカによるコンクリート破砕による工法があるが、油圧ブレーカを使用しての解体においては、ブレーカ打撃により、大きな振動と多量の粉塵の発生を伴うこととなる。よって、振動・粉塵対策としては、コア削孔の縁切り箇所を増やすことで自由面を増やし、極力、ブレーカ打撃を抑えることが必要となる。

この場合には、コア削孔増による工期の延伸やコストの増大が課題となる。

そこで、振動と粉塵の抑制を目的に、ＳＤ工法とワイヤーソー、コア削孔を併用してコンクリートをブロック状で搬出する工法を提案した。

## 2. ＳＤ工法の概要

### (1) ＳＤ工法の特徴

岩盤やコンクリートに溝（スロット）を削孔し、自由面を形成する、あるいは縁切りする工法。なお、スロットの形成には、専用のスロット削岩機（ＳＤ機）を用いる。ＳＤ機の機種としては、小型～大型まで３機種あり、各種ベースマシンに搭載して使用する。

**表-1　ＳＤ機の機種別比較**

| | 型式 | スロット | ベースマシン |
|---|---|---|---|
| SDⅢ型機 | 大型 | 4連:24cm | ドリルジャンボ |
| スロットスター | 中型 | 2連:12cm | ドリルジャンボ<br>油圧ショベル |
| スロットミニ | 小型 | 2連:12cm | 油圧ショベル |

### (2) 改修工事への採用への経緯

平成10年10月～平成12年3月に行った中国電力打梨発電所の１期改修工事では、コア削孔と油圧ブレーカ併用による解体工法が採用されたが、振動規制管理値の0.4カインを超える振動の計測と多量の粉塵が発生した。そこで、平成13年2月～平成15年5月の打梨発電所の２期改修工事においては、山岳トンネルで実績のあるスロットスターとワイヤーソー、コア削孔を併用してコンクリートをブロック状に切断して解体･搬出する工法を提案し、実施工を行った。

この施工において振動と粉塵の低減を実証したことにより、平成20年7月～平成22年7月に行った中国電力土居発電所改修工事においては、スロットスターをさらに小型に改良したスロットミニ（**図-1**参照）とワイヤーソー、コア削孔を併用した工法が採用されることとなった。

**図-1　ＳＤ機（スロットミニ）**

## 3. 改修方法

### (1) 機種選定

解体工事に使用するＳＤ機の選定にあたっては、施工場所の広さ、空間的な制限高さ等の現場の条件や解体するコンクリートの範囲、深度等の各種諸条件を総合的に考慮して決定する必要がある。

打梨(発)、土居(発)それぞれのＳＤ機選定に係わる諸条件と選定機種を**表-2**に示す。

なお、打梨(発)施工時には、まだスロットミニが開発されていなかった為、スロットスターを改良して使用した。

**表-2　ＳＤ機種選定**

| | 打梨(発)2期 | 土居(発) |
|---|---|---|
| 最小施工範囲 | 54m²×2箇所 | 26m²、21m² |
| 最大施工深さ | H=4.5m | H=6.6m |
| 施工制限高さ | 特になし | H=3.3m(大梁) |
| 選定機種 | スロットスター | スロットミニ |
| 最大削孔長 | 1.7m | 1.2m |
| 実施工計画 | 1.5m×3段 | 1.1m×6段 |

### (2) コンクリート解体方法

発電所基礎コンクリート解体手順を以下に示す。

①外周部縁切り削孔

ＳＤ機およびコアドリルにより、外周部の縁切り削孔を行う。（**図-2**参照）

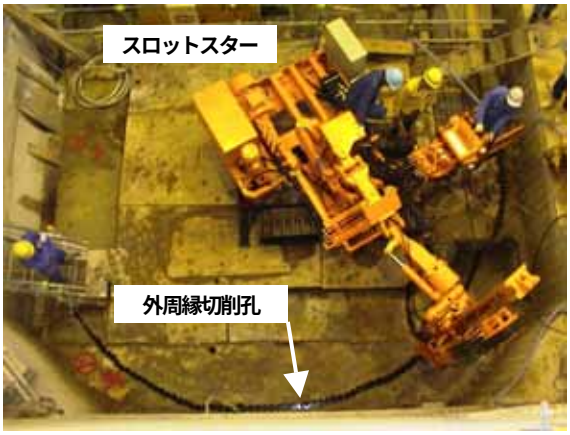


**図-2　ＳＤ機による外周削孔状況**

②芯抜き部削孔・はつり

ワイヤーソーによる底盤切断のスペース確保の為、ＳＤ機による芯抜き部分割削孔および小型ブレーカによる芯抜きはつりを行い、２ｍ×２ｍの作業スペースを確保する。

③底盤部切断

芯抜き部より、コア削孔にてφ50㎜の通し孔を施工し、ワイヤーソーによる底盤切断を行う。（切断面積は、10㎡程度を目安にする。）

④ブロック分割削孔

ＳＤ機により、コンクリートの分割削孔を行う。（**図-3**参照）その際、１ブロック当りの重量は、コンクリートガラ仮置場まで直接10Tダンプで積載・運搬可能な重量とした。

**図-3　ＳＤ機によるブロック分割完了**

⑤コンクリートブロック搬出

吊上げ用プレートをケミカルアンカー（M-20×２本×２ヶ所）で固定後、天井クレーンにてブロックの地切りを行い、搬出用架台に乗せ搬出する。（**図-4、5**参照）

**図-4　コンクリートブロック搬出状況**

**図-5　ブロック搬出完了**

### (3) コンクリート解体工法比較

コアドリル縁切りとブレーカ破砕の工法を基準とした場合の工期と工事費の比較を行うと、ＳＤ機・ワイヤーソー・コア併用工法は、工期が約３割の短縮を図ることができ、コストについても約１割の削減が見込めた。（**表-3**参照）

工期短縮の要因としては、外周の縁切り削孔において、コアドリルに比べ、ＳＤ削孔では、施工能力が約７倍高くなることが挙げられる。（**図-6**参照）

また、コスト削減については、コアドリルに比べて施工単価が約１/５であるＳＤ機の使用と工期短縮に伴う人件費の低減が要因として挙げられる。（**図-7**参照）

**表-3　ｺﾝｸﾘｰﾄ解体工法比較**

| 工法 | | コアドリル縁切り ブレーカ破砕 | SD縁切り ブレーカ破砕 | SD・ワイヤーソー・ コアドリル併用 |
|---|---|---|---|---|
| ｺﾝｸﾘｰﾄ解体 VL | | 435m³ | － | 575m³ |
| 工期 | 工期 | 7ヶ月 | － | 6.5ヶ月 |
| | 1月当り施工VL | 62m³/月 | － | 88m³/月 |
| | 対比 | 1.0 | 0.9 | 0.7 |
| コスト | | 1.0 | 0.6 | 0.9 |
| 環境 | 振動 | 大 | 中 | 小 |
| | 粉塵 | 大 | 中 | 小 |

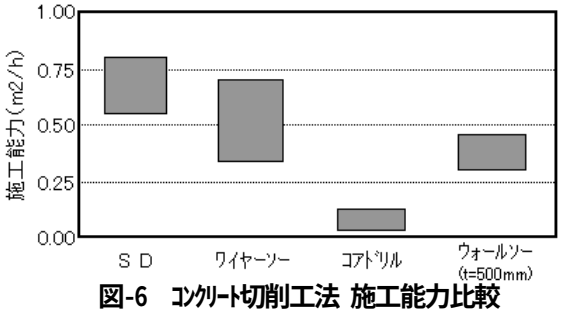


**図-6　ｺﾝｸﾘｰﾄ切削工法 施工能力比較**

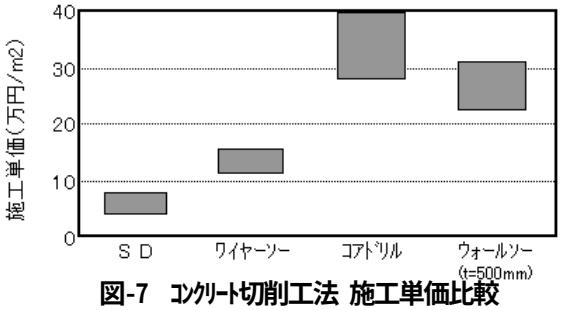


**図-7　ｺﾝｸﾘｰﾄ切削工法 施工単価比較**

## 4.　実施工による改良点

### (1) ＳＤ削孔に伴うスラッジ処理

主にトンネルで使用実績のあるＳＤ機を縦型で使用することで削孔溝に溜まるスラッジの処理方法が課題となったが、ＳＤ削孔部にバキューマーによる強制排水を行うことで問題なく施工することが出来た。（**図-8**参照）

**図-8　ＳＤ削孔に伴うスラッジ処理状況**

### (2) ＳＤ削孔時に金物に当たった際の対応

基本的にＳＤ機では、金物は切断できない。D9～13程度の鉄筋であれば、時間をかけての切断は可能であるが、切断後にロッドがとられて抜けなくなったり、ビットの消耗が大きいことから、金物に当たった場合は、削孔を中断し、コアによる削孔に切り替えることとした。

### (3) ガイドロッドの改良

解体工事に伴うＳＤ削孔においては、完全な連続孔の施工が必要不可欠である。（**図-9**参照）その為、ビット先端に設置してあるガイドロッドを前削孔穴に挿入することでガイドとしての役割を果たしていた。しかし、作業スペースが狭いことや角部の施工など、施工しにくい場所を削孔する際の削孔位置調整時にガイドロッドを破損する不具合が発生した。そこで、高価な硬質鋼材を使用し、靭性不足である既製品に変えて、安価な材料であるSGP50AとL-50を組み合わせた簡易な部材に変更した。（**図-10**参照）

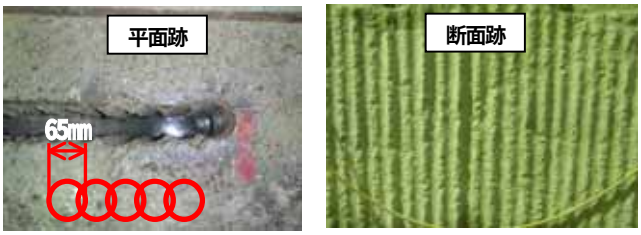


**図-9　ＳＤ削孔跡**

**図-10　ガイドロッドの改良**

## 4. 振動値管理

### (1) 管理方法

振動値の管理方法としては、振動計による自動計測を行い、データは常時保存していくシステムを採用した。（**図-11**参照）振動規制値は0.5kineで、振動管理値は0.4kineと設定され、振動が管理値を超えた場合には、サイレンと回転灯による警報で作業員に合図を送り、作業を中止する手順を確立した。

**図-11　振動計計測システム**

### (2) 振動値比較

振動測定結果を**表-4**に示すが、打梨(発)１期のブレーカ破砕時には最大振動値は0.522kineを記録し、振動管理値の0.4kineを超えるケースも見られた。それに対し、離隔距離では更に条件が悪いにもかかわらず、スロットスターを使用した打梨(発)２期においては、最大振動値は0.234kine、さらにスロットミニを使用した土居(発)では、最大振動値は0.145kineと管理値を大幅に下回り施工することができる結果となった。

**図-12**に土居(発)におけるＳＤ機使用時の振動値測定結果を示すが、瞬間的に0.10kineを超える振動値が見られるものの、平均的には0.05kine以下で推移しており、この結果からも、ＳＤ機使用による低振動施工の効果が確認できる。

**表-4　振動測定結果**

| 工事名 | 打梨(発)1期 | 打梨(発)2期 | 土居(発) |
|---|---|---|---|
| 工　法 | コアドリル縁切り<br>ブレーカ破砕 | SD・ワイヤーソー・<br>コアドリル併用 | SD・ワイヤーソー・<br>コアドリル併用 |
| 離　隔<br>(m) | 11.0 | 3.0 | 5.0 |
| 最大振動値<br>(kine) | 0.522 | 0.234 | 0.145 |
| 管理値<br>(kine) | 0.40 | 0.40 | 0.40 |

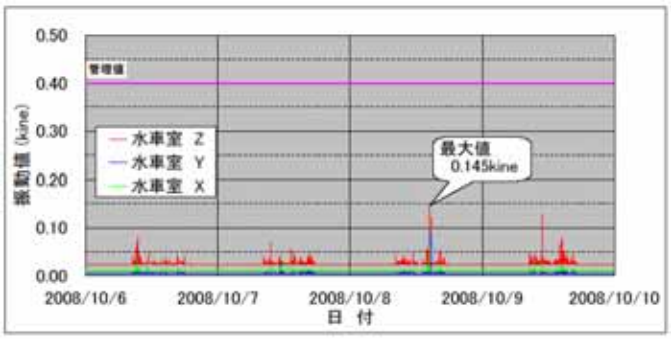


**図-12　ＳＤ削孔時の振動計測値**

## 5. 粉塵測定

ＳＤ削孔時の粉塵測定結果を**表-5**に示すが、打梨(発)１期のブレーカ破砕時には、散水による粉塵低減策を行ったにもかかわらず最大粉塵濃度は2.15㎎/㎥となった。それに対し、ＳＤ機削孔場所より約1ｍの位置での粉塵濃度測定において、打梨(発)２期では0.22㎎/㎥、土居(発)では0.10㎎/㎥というブレーカ破砕と比較して約1/10～1/20という測定結果となった。

この粉塵低減効果は、発電機を近くで稼働させながらの施工や継電器への粉塵による影響が懸念される場合は、おおいに有効であるといえる。

**表-5　粉塵測定結果**

| 工事名 | 打梨(発)1期 | 打梨(発)2期 | 土居(発) |
|---|---|---|---|
| 工　法 | コアドリル縁切り<br>ブレーカ破砕 | SD・ワイヤーソー・<br>コアドリル併用 | SD・ワイヤーソー・<br>コアドリル併用 |
| 測定場所 | ブレーカ破砕場所より<br>約7ｍの位置<br>（飛散防止シート内） | SD機削孔場所より<br>約1ｍの位置 | SD機削孔場所より<br>約1ｍの位置 |
| 最大粉塵濃度<br>(㎎/㎥) | 2.15<br>（散水有り） | 0.22 | 0.10 |

## 6. おわりに

当初、振動・粉塵の低減対策を目的として採用に至ったＳＤ機によるコンクリート解体工法であったが、振動・粉塵の低減はもちろん、工期の短縮やコストの削減まで図れる結果となり、ＳＤ機・ワイヤーソー・コア併用工法の有効性が実証された。

ＳＤ機は、この他にもダム導水路の増設工事や排砂トンネル工事、魚道の設置工事など各種工事に利用されており、今後も低振動・低粉塵の環境にやさしい工法として適用工事の拡大が見込まれる。

課題となるさらに狭いヤードでの施工が可能となる技術開発により、多種多様なリニューアル工事においての採用が期待される。