

27. 低公害型鉄筋コンクリート穿孔機械

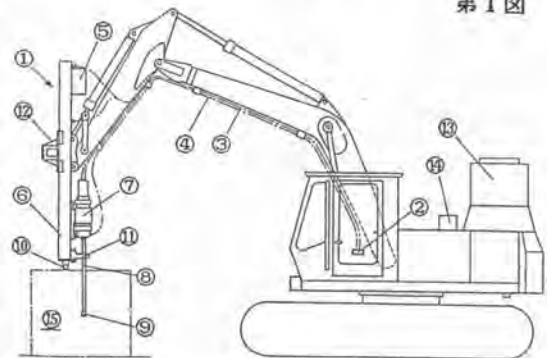
オカダアイヨン(株)：*武田 守治・鈴木 祐次

1. 概 要

騒音や振動の公害問題に係る法的規制から、鉄筋コンクリート建造物の解体作業では、サイレントクラッシャー等の、圧碎による工法が採用されている。しかしながら、クラッシャーの開口幅や破砕力の関係から、基礎等の比較的大きな鉄筋コンクリートの塊は、圧碎することが困難であり、クサビを利用した割岩機、或は静的破砕剤が使用されていることは周知の通りである。割岩機や静的破砕剤を用いるための下穴は、手持ち式さく岩機で穿設され、鉄筋部分の穿孔ではビットが鉄筋に食い込んで、作業者はさく岩機を支えきれなくなる危険性を伴い、相当の熟練者でも穿孔不能な場合があり予定通りの穿孔は極めて困難であった。さらに、作業者は振動病に直面している状態で、騒音や振動の公害問題も解決されない。又、クローラードリルでも鉄筋穿孔を試みたが非常に困難であった。

今回開発したサイレントドリルは、油圧により駆動される低公害（低騒音・低振動・低粉塵）にて鉄筋コンクリート構造物の鉄筋とコンクリートを同時に切削する穿孔機械であって、油圧ショベルのアーム先端に、アタッチメントとして装着するとともに、その駆動油圧源を油圧ショベルの油圧系統に依存するように設計したものである。その開発目的は、運転席からのワンマン操作で、鉄筋とコンクリートを同時切削し、作業者の労働条件の改善及び騒音と振動に係る公害問題の改善にある。

第1図は、サイレントドリルを、油圧ショベルに装着した図であり、アームの先端のサイレントドリルは、ガイドシェル上に、回転部がスライド可能に取り付け、その回転部に接続されたロッド先端には、ビットを備えている。これらの機構はガイドシェルに取り付けた油圧シリンダで、直接フィードされるが、チェーン等を使用した倍送り機構を採用することで、サイレントドリル全長を短くする事が出来、有効穿孔長が長い場合に有利



第1図

各部の名称 ①サイレントドリル本体、②電子コントローラ、③信号・動力用線、④油圧及びブロー用配管、⑤油圧制御機器、⑥ガイドシェル、⑦回転部、⑧ロッド、⑨ビット、⑩フットパット、⑪ロッドホルダ、⑫ブラケット、⑬ウオータタンク、⑭ウオータポンプ、⑮被穿孔物

である。又、回転や送りを制御する油圧制御機器は、ガイドシェル後部に搭載されている為、油圧ショベルに新設される駆動用油圧配管は、往復回路の2本で良い。即ち、破砕機を使用するための配管が、既に油圧ショベルに備えてあれば、その配管がそのまま利用できる。

表1

2. 特 徴

- 2-1 油圧ショベルの運転席から、ワンマン操作が出来て、穿孔機を直接手で触れる事が無く、作業者の労働条件を著しく改善出来る。
- 2-2 鉄筋とコンクリートを同時に穿孔を行うために、センサーにより鉄筋切削状況を検出し、穿孔条件を自動的に設定制御する。
- 2-3 穿孔時には打撃を使用しておらず、回転のみの切削穿孔であるため、騒音や振動が極めて少なく、静かな穿孔が出来て、振動や騒音公害に有利である。
- 2-4 あらゆるメーカーの油圧ショベルに装着する事が可能であり、油圧ショベルのアーム先端及びバケットリンクの2本のピンで取り付けが可能である。
- 2-5 ウェット穿孔用のウオータータンクを、油圧ショベルに搭載しているために、機動性が良好であり、粉塵の発生と切削騒音を防止している。
- 2-6 鉄筋コンクリート構造物解体だけでなく、浅い水中や人が近づくにくい高温等の場所での穿孔さらに銑鉄や鑄鉄等の鉄塊や石灰石への穿孔も可能である。

3. 概略仕様

表 2

機 種	穿孔径	穿孔長	全長	重量
SD40E	φ40～48	1000mm	2860mm	450Kg
SD50E	φ40～60	1500mm	3290mm	600Kg

適合油圧ショベルは、SD40Eで60ℓ/min、SD50Eで80ℓ/minの流量を満足させる必要がある。（この仕様は、断りなく変更する事があります）

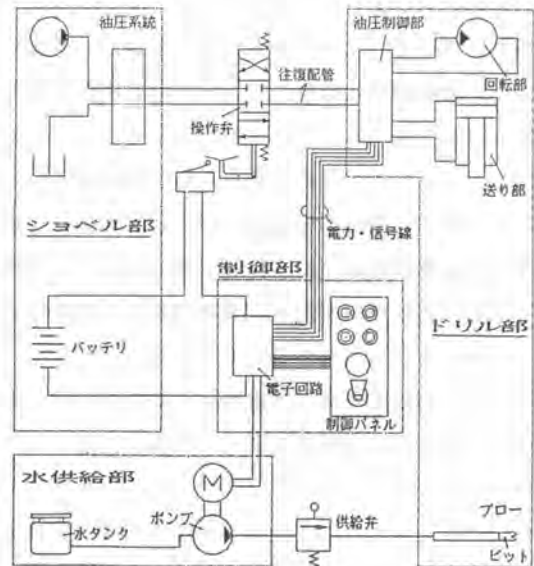
4. 制御方法

この様な機構により、鉄筋とコンクリートを同時切削する場合に、ビット形状とそのビット形状に合致した、回転数とフィード量を選択する必要があり、基本的には、鉄筋の切削速度とコンクリートの切削速度の差を、その状況に応じて制御しなければならない。それには、制御油圧機器の油圧的な変化を、センサーによって電気的变化に変換し、電子コントローラーに入力した結果において、電子コントローラーから油圧制御機器に制御信号としてフィードバックされ適正な切削条件を選択する。この手段については、アナログ制御、或はデジタル制御等の方法があり、アナログ制御ではサーボや比例電磁式の油圧機器が使用される。デジタル制御を行う油圧機器は、まだ数少ない状況であるが、油圧機器を制御する方法として、パルス幅またはパルス数があって、4ビットコード等に直接対応させて制御する方法も考えられる。4ビットコード（BCDコード）に対応させる基礎的な方法としては、例えば流量制御を行う場合、四つのビットに対応させた流量制御弁を設け、各ビットに対応する流量制御弁の設定流量を、1：2：4：8の割合で設定する事で16進コードに対応し、流量は16段階に制御される。これはごく一般的なデジタル技術であり、その他の方法としては、ステッピングモーター等を使用して、バルブスプールを移動し、差動トランス等で位置を検出制御するなどの方法があり、いずれもフィードバックループを有するメカトロ技術を使用する事が必要である。

5. 回路構成

第2図は、油圧及び電気系統等を示すの基本的な回路であって、図の様に、シヨベル部・ドリル部・制御部・水供給部に大別される。シヨベルから供給される油圧は、操作弁を介してドリル部の油圧制御部に入力され、この油圧制御部の出力側は、回転部及び送り部が接続されている。回転部や送り部は、制御部から油圧制御部に、接続された電力・信号線でフィードバックされる電気的な制御信号で油圧的に制御が行われる。制御部とは電子コントローラーであり、その電源はシヨベルのバッテリーから供給する。制御部の前面パネルには送り速度を選択する手動スイッチが設けてあり穿孔開始の座繰り時に使用されるものである。

第2図



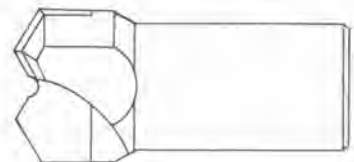
6. 操作状況

実際に穿孔作業を行う際には、油圧シヨベルを操作する事によって、被穿孔物にサイレントドリルを案内し、油圧シヨベルのジャッキアップにより、フートパットを被穿孔物に安定固定させる。次いで、運転席内の操作ペダルを踏み、油圧シヨベルよりサイレントドリルへ油圧を供給すると、ビットは回転しながら被穿孔物に向かって前進するが、穿孔開始時にはビットの安定性がなく、ビットが逃げた場合には、油圧シヨベルで押さえているガイドシェルが移動し、ビットが横滑りする際に異常な力が作用して致命的な損傷を生じる場合がある。このため、前記スイッチを手動にして座繰りを行い、ビットが安定した時点でスイッチを手動から自動に切り換えると、鉄筋コンクリートに対応する穿孔状態になり、電子コントローラーパネルの青色LEDが点灯して、通常の穿孔状態を表示する。コンクリート穿孔中に鉄筋を切削した場合は、センサーが油圧制御部の油圧変化を検出し、電気信号として電子コントローラーに入力され、前述の様に穿孔条件の制御が自動的に行われる。この時にはパネル面の鉄筋切削を示す赤色LEDが点滅して作業者に鉄筋切削中であることを表示し、鉄筋切削の終了時点では、前記の制御プロセスにより、通常穿孔に自動的に復帰して、青色のLEDが再び点灯する。水制御部においては、ウォータータンク内の水を電動ポンプにより、ロッドを介してビットの先端から噴射させる。これは、切削中の切削粉を穿孔より飛散させずに排出し、切削音を低減させる事とビットの冷却を目的としており、さらに油圧シヨベルの機動性を有利にしている。

6. 刃先工具（ビット）

鉄筋とコンクリートの同時切削の成功には、ビット形状や材質等を無視する事は出来ない。鉄筋コンクリートの切削を目的として開発したビット形状は、第3図に示す様に、断面W型形状をなしており、カッティングポイントを側面に備えている回転切削型ビットであって、その先端には超硬合金を使用している。

第3図



7. 被穿孔物

一般的にあって、ビットの摩耗はSiO₂（シリカ）の含有量に関係しており、鉄筋コンクリートの切削においても同様である。したがって、SiO₂含有量の多いコンクリートでは、穿孔時におけるチップ摩耗が早くなり、ビットの研磨回数が増加する結果となる。実作業にあっては前述の様に、鉄筋とコンクリートの切削速度の差から、切削する鉄筋の太さ及びその数が、単位当りの穿孔時間を決定し、コンクリートに含まれる粗骨材の含有が、単位穿孔長当りにおけるビットの摩耗量を決定する。このため、前記の要素が1日の総穿孔長を決定する大きな要因となり、ビットの研磨時期や寿命を予測する事が困難になる。岩切削であっても同様の結果であり、岩穿孔の場合は岩の種類によってビットの摩耗状態が異なり、実質的に穿孔可能な領域が限定される結果である。

この事から、石灰石の穿孔実験を行ったところ、一般的な鉄筋コンクリートと比較して、ビットの摩耗は殆ど確認する事が出来ず、この場合の穿孔速度としては、ビットゲージφ40において、毎分1m程度であり、問題なく穿孔する事が出来た。さらに、コンクリート内の鉄筋が切削出来るという実績から、ショベルのカウンターウエイトを破砕する目的の穿孔実験を、スクラップの業界から依頼され、φ40のビットゲージで鑄鉄への穿孔実験を行った結果、その穿孔速度は毎分10cm程度であり、一般的な工作機械に劣らない穿孔速度を得ることが出来て、ビットの摩耗も石灰石同様に殆ど確認する事が出来ない。スクラップのリサイクルという考え方は、鉄鋼関係のノロ処理等にもあって異物が含まれる鑄鉄への穿孔も試みたが、その状況は鑄鉄と同様な結果であって、穿孔速度やビットの摩耗も大差がない。この場合、鑄鉄や鋳鉄の切削専用機にするならば、現W型断面のビット形状をV型のビット断面形状に変更する事が必要である。

この結果において、コンクリートに鉄骨が含まれている場合、鉄骨への穿孔角度にもよるが、鉄骨に対して直角に穿孔するならば、鉄骨を含むコンクリートを、問題なく穿孔する事が出来ると予測される。これは、ビットゲージに対して鉄筋が細いため、コンクリート内のビットが、鉄筋を切削する条件は一定でなく、多くの穿孔状態が予測されるが、コンクリートに内装される鉄骨を穿孔する場合は、鑄鉄や鋳鉄の穿孔と同様な状態になるために、むしろ鉄筋切削時よりも安定した穿孔状態が得られると考えるからである。鉄筋コンクリートの穿孔速度やビットの摩耗は、鉄筋の量や粗骨材で決定され一概に平均する事は非常に困難である事を前に述べたが、工事実績から実作業における平均穿孔速度を予測すると毎分25cm程度であり、ビットの研磨は6~7m毎程度であろう。

尚、サイレントドリルの工事実績では、次の様な一連の施工システムを採用したので紹介する。

- ① 鉄筋コンクリートの穿孔 サイレントドリル ビット径 φ40・φ44・φ46・φ48
- ② 穿孔へのクラック発生 静的破砕剤・クサビ式割岩機・拡張式割岩機・特殊火薬
- ③ 鉄筋コンクリートの小割 サイレントクラッシャー
- ④ コンクリートガラ処理 PCP（リサイクル）現場の仮設材に使用・トラックによる搬出

以上の事から、サイレントドリルは、油圧ショベルに装着して用いられ、さく岩機における打撃を無くし、回転のみで鉄筋コンクリートを、切削状況に応じて自動制御を行いながら、切削する機構であるために、作業者は、油圧ショベルの運転席から操作する事が出来、開発目的である作業者の労働条件の改善が達成され、騒音及び振動を低減し、粉塵を飛散防止という目的も達成する事が出来た。