

切削式小口径穿孔装置による長尺穿孔時の精度について

ジオスター (株)

(株) ティ・エス・プランニング

(株) ティ・エス・プランニング

(株) 呉英製作所

正会員

正会員

正会員

中 簀 朋己

〇横尾 彰彦

佐藤 智

松尾 久幸

1. はじめに

コンクリート構造物に小口径の深い穴を穿孔し、その孔内空間を利用して劣化調査あるいは補修・補強を行うための施工技術は、構造物に与える損傷を最小限にでき機動性と経済性に優れることから早期の開発が期待されている。しかしながら、小口径穿孔を長深度で施工する場合、切削工具などの要素を適切に組合せ、コストパフォーマンスに優れたシステムとして構築するには、検証すべき多くの課題が存在する。

本報告は、切削式小口径穿孔装置を用いて長辺が 5.4m のコンクリート試験体を貫通したときの作業状況、精度ならびに今後の課題について報告する。

2. 実験概要

2.1 穿孔装置

実験に用いた穿孔装置と試験体概要を図-1に示す。穿孔装置は、切削工具（ビットおよびロッド）、穿孔治具（バキュームパッド、スライド式アーム、駆動機械保持治具および駆動機械本体）ならびに切削水循環装置を組合せたものである。穿孔装置の仕様を表-1に示す。

2.2 穿孔手順

穿孔の手順は、初めに、バキュームパッドを穿孔位置上方に仮固定し、アーム（支柱）を連結する。次に、駆動機械端部に取付けた芯出し棒（ガイドピン）を墨出し位置に合わせる。微調整して位置確認ができれば、駆動機械を後方にスライド

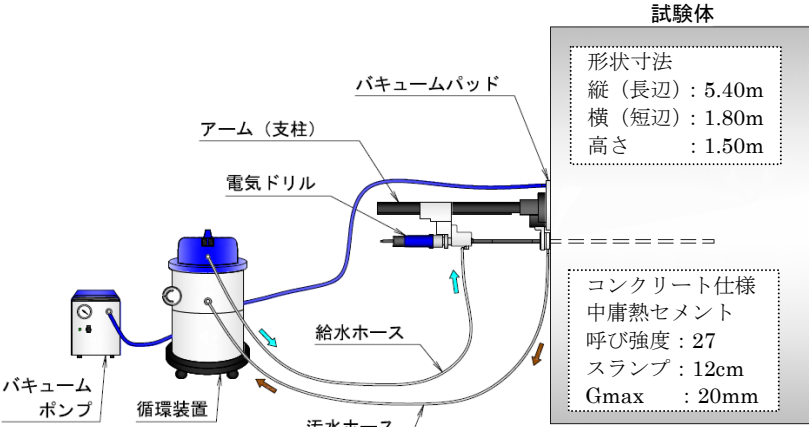


図-1 穿孔装置と試験体概要

表-1 穿孔装置の仕様

切削工具	ビット	φ 9.0mm	21.8mm	粉末冶金製
		φ 15.5mm	24.0mm	
	ロッド	φ 8.7 mm	200mm	高強度鋼 焼入れチツ化処理
		φ 15.0 mm	200mm	
穿孔治具	バキュームパッド	鋼製	300×200 mm	バキュームポンプ スライド式アーム固定
	スライド式アーム	鋼製	846mm	駆動体のスライド：手動
	駆動機械保持治具	鋼製		給水機構装備
	駆動機械本体	市販電気ドリル	100V	回転数：8500 回転/分
水循環装置	切削クズ分離方式	呉英製作所製	100V	容量：5～15 リットル

させ、ブッシュ(ロッドを保持し回転方法の力に対してフリーな金具)を格納する芯出しプレート バキュームパッドの下端に取付ける。アームの水平度を水準器で、穿孔方向に対する平行度(コンクリート面に対しては鉛直度)を基準線からの下げふり2点でそれぞれ確認した後、芯出し棒に換えて、ブッシュの中空部を通してネジ連結したビットとロッドを機械端部に固定する。交換終了後、推進レバーを手動で回転させ、駆動機械の無付加時電流値に対し電流計の針が+2～4 アンペアの範囲に収まるスピードで、ロッド1本分の長さ 200mm を穿孔する。速度の管理は電流計に目印を付けて目視観察にて行い、200mm の穿孔が終了した後、駆動機械を後方にスライドさせロッド間のネジ連結を解放して新たなロッドを追加連結する。以上の作業を繰返して 5.4m を穿孔した。

キーワード 穿孔装置, 小口径, 長尺, 精度, ビット

連絡先 〒355-0001 埼玉県東松山市岡字膳棚 1871 ジオスター (株) 技術研究所 TEL 0493-36-1133

3. 実験結果および考察

図-2 は、コンクリート試験体の長辺側(5.4m)を貫通させた時の穿孔開始点(原点とする)に対する穿孔到達点(解放端)の中心位置について、そのズレ量を穿孔径実寸法の大きさを反映してプロットしたものである。これによれば、5.4mの貫通孔のズレ量は全てが40mm以内で、その半数は20mm以内であった。各ビット径における中心位置のズレ量は、平均値、標準偏差ともに有意差のないことが判った。以上のことから、5.4mを貫通させた時の中心位置の平均ズレ量は20mm程度で、平均ズレ率が0.37%($20/5400=1/270$)に収まる本装置は、優れた穿孔精度を備えるものと考えられる。

図-3は、マスコンクリートの長辺側(5.4m)を貫通するのに要した加算穿孔時間(ロッドの連結に要した時間は除く)を、ビット径ごとに示すものである。図中には各ビット径の平均穿孔時間と標準偏差を示す。孔内部の切削面はいずれも滑らかで、切削クズなどが孔内に残るような状況は観察されなかった。また、位置出し、水平・鉛直度の確認ならびにロッド連結に要した作業時間は、50分程度であった。今後は、 $\phi 15.5\text{mm}$ のバラツキが大きくなった要因の分析と小さくする対策が必要と思われる。

図-4は、電気ドリルの駆動モーター表面温度の推移を、深さ(距離)ごとに示すものである。 $\phi 9.0\text{mm}$ の場合、駆動モーターの表面温度は、 25°C 前後の開始から深さ2.7mまでの範囲において、上に凸の形状で徐々に上昇して 40°C となった。その後、穿孔終了時まで、ほぼ一定の温度であった。一方、 $\phi 15.5\text{mm}$ では2.7mまでの範囲において上に凸の形状で徐々に増加し 60°C 前後に至り、貫通深さ5.4mまでほぼ直線の関係で上昇して終了時には 68°C となった。表面温度の上昇過程はドリル径と深度によって若干の違いが見られた。すなわち、 $\phi 15.5\text{mm}$ の3.0m以降の穿孔において、距離の増加に伴い表面温度は上昇し安定する兆候が見られないことから、駆動モーターには想定を超える負荷が作用しているものと思われる。

4. まとめ

本試験の結果から、以下の知見を得ることができた。

- ① コンクリート試験体の長辺側(5.4m)を貫通させた時の平均ズレ量は、穿孔径による有意差は検出できなかった。また、穿孔精度は、平均ズレ率で0.37%($1/270$)前後である。
- ② コンクリート試験体の長辺側(5.4m)の加算穿孔時間は、 $\phi 9.0\text{mm}$ で40分前後、 $\phi 15.5\text{mm}$ では90分～160分である。今後は、バラツキが大きかった $\phi 15.5\text{mm}$ ビットの形状と耐久性の見直しが必要である。
- ③ 駆動モーターに大きな負荷が作用する $\phi 15.5\text{mm}$ の穿孔を連続して行うには、ビット径に適した駆動モーターの選定あるいは冷却方法の検討を必要とする。さらに、コストパフォーマンスに優れた小口径穿孔システムとして構築するには、穿孔面に対するアームの鉛直性を簡易に確認する方法、ビットとロッドの最適バランス(長さ、質量ならびに隙間)の探求など改善課題のあることも判明した。

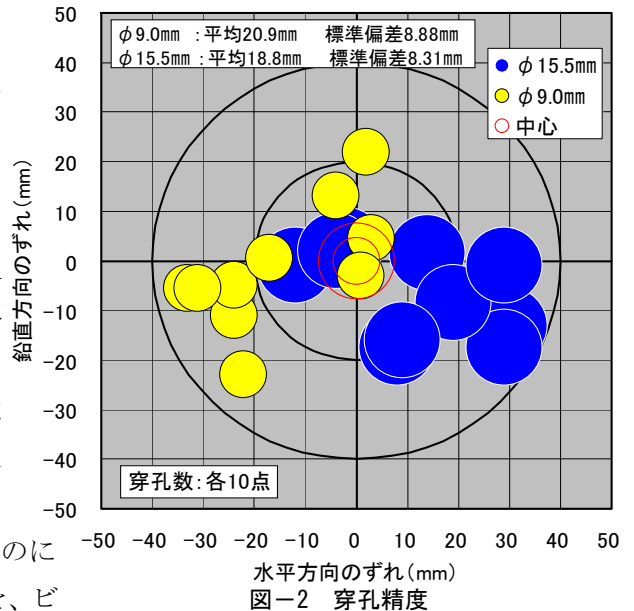


図-2 穿孔精度

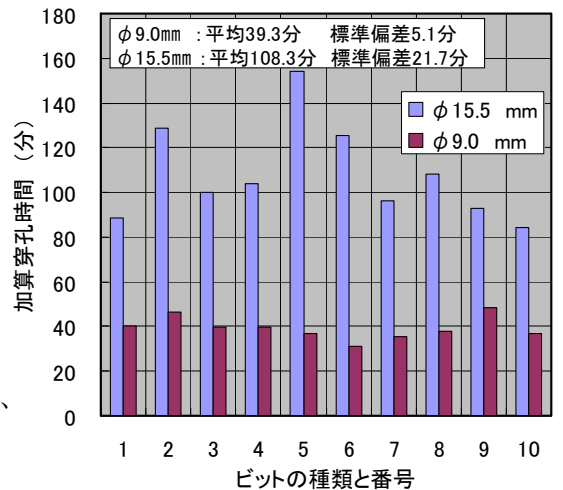


図-3 ビットの種類と穿孔時間 (5.4m)

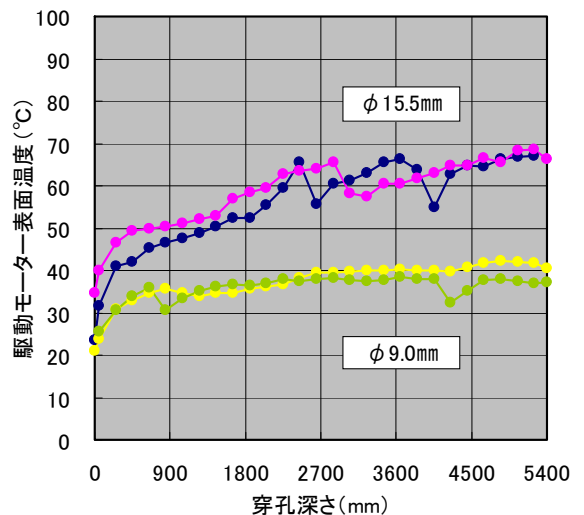


図-4 駆動モーターの表面温度