

# ダイヤモンドコアドリルの穿孔速度予測

茨島 明\*、池 浩之\*\*、勝負澤善行\*

高川貫仁\*、赤石 晃\*\*\*

一般の研削理論式をコアドリル用に変換し、これから被削材の硬度により変化する穿孔速度を予測した。その理論値と穿孔実験結果を比較し、コアドリル用研削理論式の有用性を確認した。

キーワード：研削 ダイヤモンド コアドリル

## Prediction Punch Speed of a Diamond Core-Drill

BARAJIMA Akira, IKE Hiroyuki, SHOUBUZAWA Yoshiyuki,

TAKAGAWA Takahito and AKAISHI Akira

We converted the general grinding theoretical formula for the core-drill, and we predicted punch speed which changed by the hardness of the work material using the theoretical formula. We compared it with the theoretical value and actual punch test result. And, the usefulness of the grinding theoretical formula for the core-drill was confirmed.

key words : grinding, diamond, core-drill

### 1 緒 言

図1に示すようなダイヤモンドコアドリルはコンクリート建造物への穴あけ工具として広く使用されている。これらコアドリルの多くは手持ちハンドドリルにて穿孔を行うものであり、工作機械で使用される研削工具とは研削条件が大きく異なる。最大の相違点は限られた小動力、押し付け力（穿孔方向荷重）での穿孔性能が要求される点であり、このことから一般の研削理論式をそのまま当てはめることはできないので、独自の研削理論式が必要となる。独自の研削理論式を確立することは容易でないが、本研究では一般の研削理論式をコアドリル用に変形するという簡便な意方法を採用し、得られた理論式から被削材の硬度により変化する穿孔速度を予測計算した。さらに実際の穿孔テスト結果と比較検討し、限定的ながら独自のコアドリル研削理論式の有用性を確認した。

### 2 コアドリル研削理論

一般的なダイヤモンド砥石の研削理論より、研削表面積中のダイヤモンド粒子の幾何学的な分布密度（切れ刃密度：個/mm<sup>2</sup>）λは式1となる。

：個/mm<sup>2</sup>）λは式1となる。

$$\lambda = K_1 (6 V_g / \pi)^2 / 3 / d_o^2 \quad (1)$$

K<sub>1</sub>：目出し係数、V<sub>g</sub>：砥粒率

d<sub>o</sub>：ダイヤモンド粒子直径

Brinell硬度の考えより被削材硬度をH<sub>B</sub>とすれば、単一ダイヤモンド砥粒に作用する外力F<sub>g</sub>と切り込み深さd hの関係は式2となる。

$$d h = F_g / \pi d_o H_B \quad (2)$$

また外力F<sub>g</sub>は穿孔方向荷重F<sub>z</sub>により式3から求まる。

$$F_g = F_z / n A_1 \lambda \quad (3)$$

n：セグメント刃数

A<sub>1</sub>：セグメント当たりの実研削面積

これら式1～3より、式4ができる。

$$d h = F_z / n A_1 \pi d_o \lambda H_B \\ = F_z d_o / (n K_1 A_1 \pi^{1/3} H_B (6 V_g)^{2/3}) \quad (4)$$

またコアドリルの穿孔速度は理論上、式5で求まる。

$$\text{穿孔速度} = R \cdot n A_1 V_g d h / (2 / 3 \cdot T d_o) \quad (5)$$

\* 岩手県工業技術センター 金属材料部

\*\* 岩手県工業技術センター 金属材料部 (現在 企画情報部)

\*\*\* ユニカ㈱岩手工場

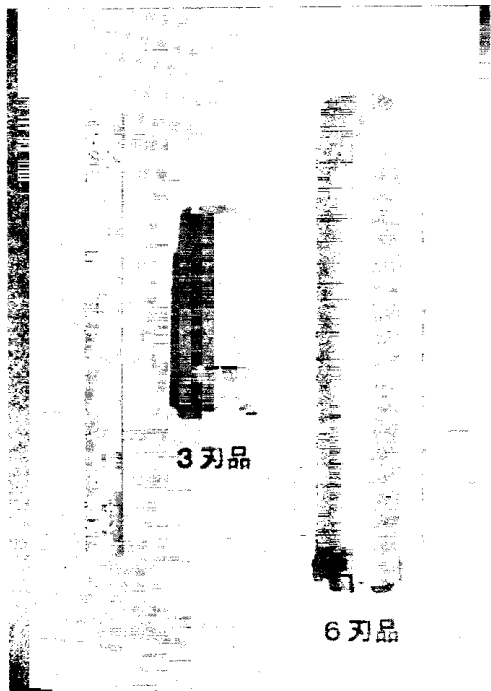


図1 ダイヤモンドコアドリル製品

R.: 工具回転数、 T: セグメント厚み  
これに式4を代入すれば

穿孔速度

$$= R \cdot n A_1 V_g (F_z d_o / (n K_1 A_1 \pi^{1/3} H_B \cdot (6 V_g)^{2/3})) / (2 T d_o / 3)$$

$$= R \cdot F_z V_g^{1/3} / (2 \cdot 2013 \cdot T K_1 \pi^{1/3} H_B) \quad (6)$$

式6から求める穿孔速度と穿孔方向荷重F<sub>z</sub>の関係を  
図2に示す。

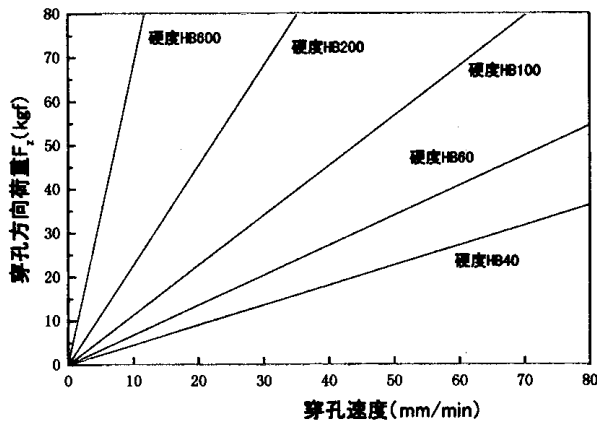
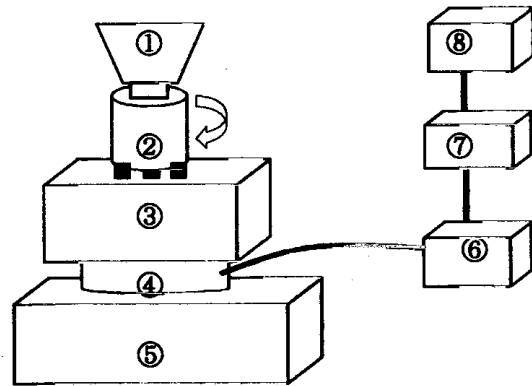


図2 穿孔速度と穿孔方向荷重係 (理論値)

### 3 検証実験

図1に示すユニカ (株) 製ダイヤモンドコアドリルを本穿孔テストに用いた。これらダイヤモンドコアドリルは外径寸法φ32mm、ダイヤモンドセグメント数は3刃と6刃である。これを図3に示すように縦型フライス盤に取り付け、主軸回転数900rpm、穿孔速度を9mm/minから72mm/minにて

穿孔実験を行った。穿孔方向荷重(F<sub>z</sub>)の測定は、テーブルと被削材間に固定した4成分動力計により測定した。



①フライス盤主軸、②ダイヤモンドコアドリル、③被削材、  
④動力計、⑤フライス盤テーブル、⑥増幅器、  
⑦記録計、⑧動力解析用コンピュータ

図3 検証実験の概略

### 4 理論式と検証実験結果との比較

本実験では被削材として、空洞がなく硬度が均一な粘板岩 (H<sub>B</sub>=60) を使用した。ダイヤモンドセグメント3刃と6刃品での穿孔方向荷重の測定結果を図4に示す。穿孔方向荷重 (F<sub>z</sub>) は穿孔速度が増加するにつれ大きくなり、両者の関係は1次関数で近似できることがわかる。

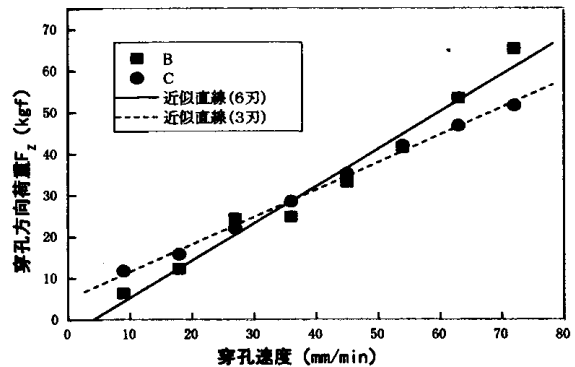


図4 粘板岩での穿孔速度と穿孔方向荷重

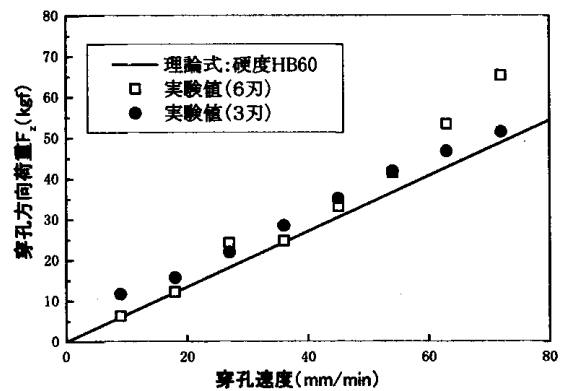


図5 穿孔速度と穿孔方向荷重 (理論値と実験値)

また、コアドリル研削理論（計算条件： $R_s=900\text{rpm}$ 、 $V_g=0.05$ （concentration=20）、 $T=3.5\text{mm}$ 、 $K_1=1/3$ ）と検証実験結果を比較したものを図5に示す。粘板岩に相当する硬度 $H_b=60$ の研削理論計算値は穿孔方向荷重の測定結果とほぼ一致している。ただし、6刃のコアドリルでは穿孔速度が速くなると誤差がかなり大きくなり、3刃では穿孔速度が遅くなると誤差が大きくなる。式6で摩擦及びそれに起因する熱等を考慮していないため、このような誤差が出ると考えられる。

## 5 結 言

粘板岩（ $H_b=60$ ）での実験結果と研削理論計算結果より、限定的ではあるが穿孔速度と穿孔方向荷重の関係は1次関数により近似表現できることがわかった。このことは

今まで得られていない知見である。

また、粘板岩での実測値と理論計算値を比較検討した結果、両者はほぼ一致しており、被削材の硬度が判明すれば穿孔テストをしなくても、穿孔速度が机上にて容易に予測計算できる事が判明した。さらに、式6は種々の被削材の硬度に対応した最適なダイヤモンドコアドリルセグメントの詳細を決定する上で非常に有効である。

本研究は平成10年度技術パイオニア養成事業の一環として実施したものである。

## 文 献

- 1) 海野邦昭：CBN・ダイヤモンドホイールの使い方、
- 2) 川村末久、他：研削加工と砥粒加工