

回転打撃式ドリルビットの穿孔速度と穿孔能力

愛媛大学工学部 正 員 室 達朗
愛媛大学大学院 学生員 ○渡邊公浩

1. まえがき 回転打撃式削岩機のビット穿孔速度および穿孔能力に影響を及ぼす打撃エネルギー、押付力、岩盤の亀裂係数、岩石の圧裂引張強度およびビット径について解析し、最適な穿孔性能を与える実機削岩機とビット径の選定および押付力等の操作方法について述べる。

2. ビット穿孔速度 10種類の岩石ならびに現地岩盤における手持式ハンマドリルによる穿孔試験および13種類の実機削岩機を用いた現場試験を行い、それを解析した結果、回転打撃式削岩機のビット穿孔速度 V (cm/min)は、機械の押付力 P (kN)、打撃エネルギー Ed (Nm/min)、ビット径 D (mm)、岩盤の亀裂係数 Cr および岩石の圧裂引張強度 σ_t (MPa)の関数として次式で表されることが判明した¹⁾。

$$V = 8.05 \times 10^{-16} Ed^{3.46} P^{0.516} \cdot (1 + 1.25 Cr^{2.32}) \sigma_t^{0.477} D^{-1.82} \quad (1)$$

上式より、 P 、 D 、 σ_t および Cr の4変数の内の1つをパラメータとし、残りの3つに通常の現場の標準的な値($P=8$ kN, $\sigma_t=10$ MPa, $Cr=0.80$, $D=65$ mm)を代入し、 V と Ed の関係をそれぞれ図式化したものが図1、図2、図3および図4である。但し、その適用範囲が Ed および P に対しそれぞれ $4 \sim 10 \times 10^5$ Nm/min, $4 \sim 14$ kNであることより、この図もこれに従うことになる。これを見ると各図とも右上がりの曲線であることより、穿孔速度を向上させる上で打撃エネルギーの大きな機種を選ぶことが効果的であり、そして、4変数の内では D の効果が最も大きいことが明らかである。また、各図より以下のことがわ

かる。穿孔速度を向上させる上で、操作においては、ストーリーングが生じない程度に押付力を大きく保つことが必要である

(図1)。ビット径は、発破の種類により異な

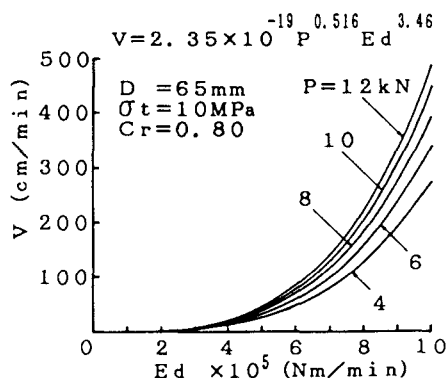


図1 種々の押付力 P に対する穿孔速度 V と打撃エネルギー Ed の関係

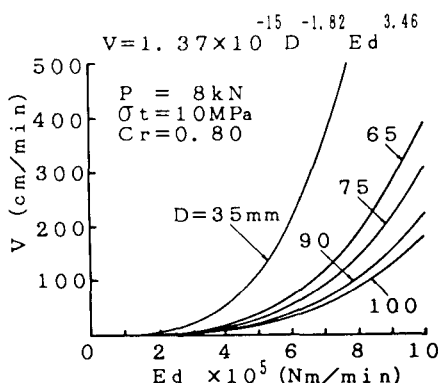


図2 種々のビット径 D に対する V と Ed の関係

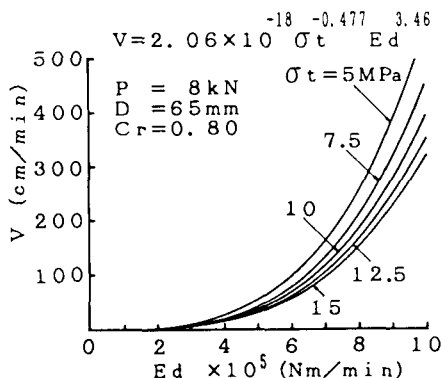


図3 種々の圧裂引張強度 σ_t に対する V と Ed の関係

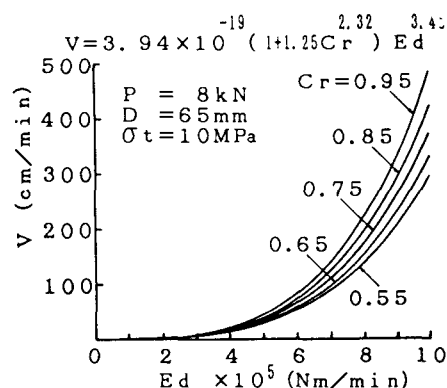


図4 種々の亀裂係数 Cr に対する V と Ed の関係

りダイナマイト使用の場合 35, 38mmφであり, ANFO爆薬使用の場合 65, 75, 90, 100mmφが通常使用されているのであるが, この選択においては, 経済的火薬量の設計条件の許す限りできるだけ小さいビット径を用いることが得策である

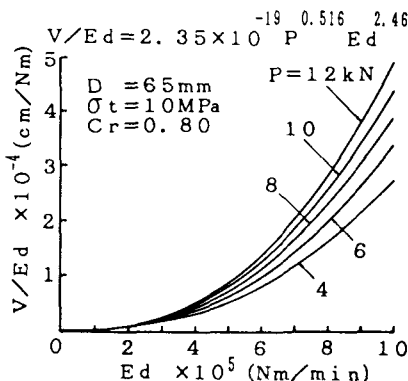


図5 種々の押付力Pに対する穿孔能力V/EdとEdの関係

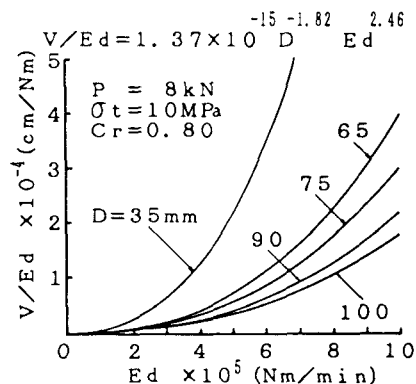


図6 種々のビット径Dに対するV/EdとEdの関係

(図2)。圧裂引張強度が小さいほどVが大きく(図3), 亀裂係数が大きいほど, すなわち亀裂の多い岩盤ほどVが大きく(図4)ことがわかる。また, パラメータであるP, Dおよび σ_t が小さいほど, そしてCrが大きいほどその効果が大きいとも言える。また, 各図を施工計画段階における所定の対象岩盤に対する穿孔速度の予想に用いることが可能であると言えるのだが, これら4図だけでは, 変数の値が限られているため用途が狭いものとなる。従って, 上記以外のP, D, σ_t およびCrの細かい値を用い全ての組み合わせをもって詳細に多数図式化することにより更に用途の広い便利なものにすることが可能である。あるいは, Ed, PおよびDの既知な任意の削岩機を使用する場合においてVを測定することにより対象岩盤の特性を調査することも可能である。

3. 穿孔能力 次に, 穿孔速度Vを打撃エネルギーEdで除することにより単位打撃エネルギー当りの穿孔速度V/Ed (cm/Nm)が得られ, このV/Edにより削岩機の穿孔能力を表現することが可能である。すなわち,

$$V/Ed = 8.05 \times 10^{-16} Ed^{2.46} P^{0.516} \cdot (1 + 1.25 Cr^{2.32}) \sigma_t^{-0.477} D^{-1.82} \quad (2)$$

となる。これを図式化したものが図5、図6、図7および図8である。これについてもVの場合と同様のことが言え, 穿孔能力を向上させるには, EdおよびPを増大させるとともにDの小さいビットを選択すべきであることが判明した。

4. あとがき 穿孔速度および穿孔能力を向上させる上で, 打撃エネルギーの大きな機種ならびにできるだけ小さなビット径を選定し, 大きな押付力で穿孔を行うことが効果的であることが判明した。また, 上述の各図を所定の対象岩盤に対して, 施工計画段階における穿孔速度の予想や穿孔能力の向上策の検討に用いることが可能である。

参考文献 1) 室 達朗, 深川良一, 渡邊公浩: 回転打撃削岩機のビット穿孔速度と岩盤特性, 第19回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集 土木学会岩盤力学委員会, PP.471-475, 1987年 2月。

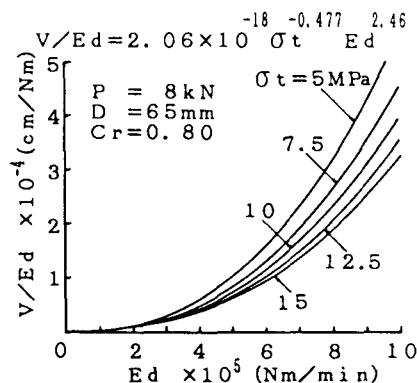


図7 種々の圧裂引張強度 σ_t に対するV/EdとEdの関係

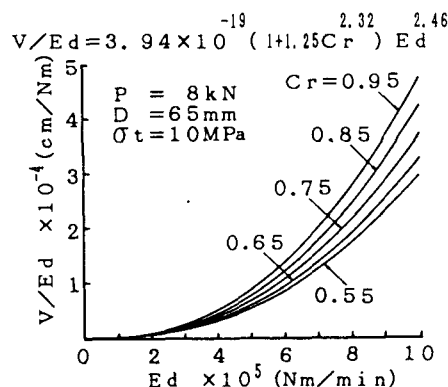


図8 種々の亀裂係数Crに対するV/EdとEdの関係