

VI-79

コーン型プランジャーをもつシュミットロックハンマーの反発度特性

日本道路公団	正会員	○中原浩昭
中電技術コンサルタント(株)	正会員	荒木義則
日本国土開発(株)	正会員	宮地明彦
山口大学工学部	正会員	古川浩平, 中川浩二

1. はじめに

自由断面掘削機の施工性を評価する要因の一つとして、単位時間当たり純掘削能力(以下掘削能力と呼ぶ)がある。通常、掘削能力は、対象岩盤から取り出された供試体の一軸圧縮強度や現場におけるシュミットロックハンマー反発度などを基準として評価¹⁾されているが、岩盤の種類や状態の変化により影響を受けることが指摘²⁾されており、掘削能力の評価は大変難しいのが現状である。本研究では、自由断面掘削機の掘削能力を評価する一つの試みとして、シュミットロックハンマーの反発度試験を行った。試験ではプランジャーを自由断面掘削機のビット形状を模擬しコーン型にしたものと従来から使用されている標準のものを用いている。著者らは、コーン型プランジャーをもつシュミットロックハンマーの反発度と自由断面掘削機の掘削能力とが相関の高いことを先の報告³⁾で行っており、ここではプランジャー形状の違いによる反発度の特徴を示し、掘削能力評価への適用性について検討する。

2. 現場概要とシュミットロックハンマーの反発度試験

実験を行った現場は、市街地近傍の道路トンネルで、岩盤の大部分が安山岩で一部に凝灰角礫岩も見られた。地山の一軸圧縮強度は、150~800kgf/cm²程度で自由断面掘削機(三井三池製作所製S200ロードヘッド)による掘削が行われた。シュミットロックハンマー反発度の測定は、上半掘削面当たり10点とし、各点10回連続して打撃測定を行なった。実験に用いたシュミットロックハンマーの先端形状は、図-1に示すように、自由断面掘削機のビットを参考に製作したコーン形状のプランジャーと通常岩盤計測に用いられる標準形状のプランジャーの2種類を使用した。反発度の測定は、通常のシュミットロックハンマーの使用方法に準じて行った。

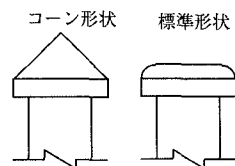


図-1 プランジャー形状

3. 実験結果および考察

本トンネルの岩盤は前述のように大部分が安山岩であり、凝灰角礫岩の部分はわずかなため本研究では、安山岩部分のデータのみを対象とした。実測されたシュミットロックハンマーの反発度の基本的な特徴を見るため、連続打撃に伴い反発度はどのような変化を示し、プランジャー形状の違いにより、どのような反発度特性を持つかを調べる。そこで、自由断面掘削機の掘削能力(Q)の程度に応じて切羽毎に反発度を分類し、各打撃回数毎に平均値を取ったものを図-2に示した。図-2(a)は、コーン型プランジャーによる反発度の平均値を表したもので、打撃回数の増加に伴い反発度は若干の曲がりはあるもののほぼ直線状に増加し、最終回(10回目)で最大値を示した。また掘削能力別に見た反発度は、最初の1回目の打撃において10~20の値となりその分布幅は10程度であるのに対して、最終回の10回目では15~35の値となり分布幅が20程度と広がっている。さらに、掘削能力別に見ると

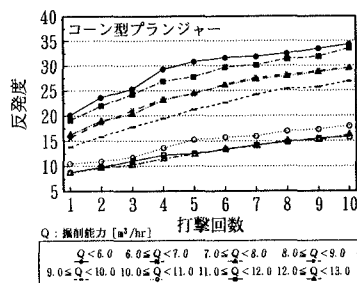
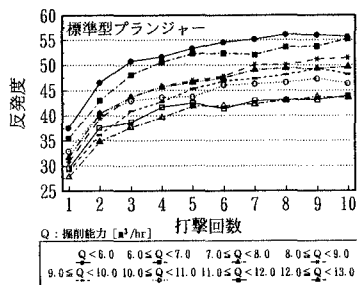


図-2(a) コーン型プランジャーによる反発度特性

図-2(b) 標準型プランジャーによる反発度特性
図-2 掘削能力別に見た反発度特性

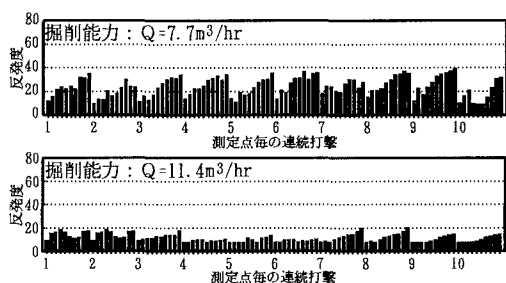


図-3 (a) コーン型プランジャーを用いた反発度測定例

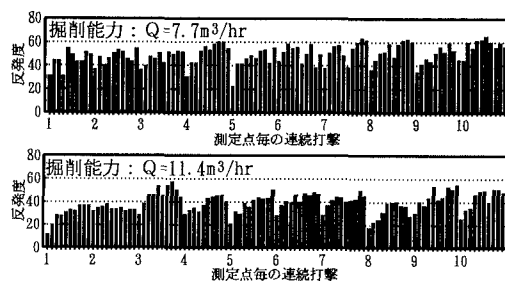


図-3 (b) 標準型プランジャーを用いた反発度測定例

図-3 代表的な反発度測定結果

掘削能力が高いものは、低いものに比べて傾きが小さいことが分かる。特に、掘削能力 $Q=10.0\text{ m}^3/\text{hr}$ 以上になると打撃回数に伴う反発度の変化および掘削能力の違いによる反発度の変化が少ないことがわかる。一方、図-2(b)は、標準型プランジャーの反発度の平均値を表しており、打撃回数の増加に伴い反発度は曲線状に増加しており、その傾向はどの掘削能力に対するものをとっても打撃回数が4回目付近までは反発度が急激に増加し、その後はゆるやかな増加傾向にあり、10回目付近でほぼ一定値に落ち着く傾向を示している。このことから先のコーン形状の場合に打撃回数による反発度の増加がほぼ直線状であったことと比べると明かなる違いが見られる。測定の初期段階において反発度特性がコーン形状と標準形状で異なる理由は、コーン形状は先端が尖っているのに対して標準形状の先端は平面であるため岩盤表面の凹凸部の影響を強く受け、反発度の変化が大きくなったものと考えられる。また、掘削能力別に見た反発度は、前述と同様の見方をすると1回目の打撃における反発度の分布幅は10程度であるのに対し最終回の10回目では分布幅が12程度となり、コーン型と比べて分布幅の変化の程度は少ないことがわかる。さらに同一打撃回数で比較した場合、掘削能力が高くなるにつれて全体的に反発度が小さくなっているが、曲線形状には大きな変化がみられなかった。

次に、代表的な反発度測定例を図-3に示す。図-3(a)は、コーン型プランジャーを用いた場合であり、掘削能力の低い岩盤順に整理してある。この図より、掘削能力が低いときは、各測定点とも一般に10回の連続打撃により反発度は階段状に増加し10回付近で一定値に収束し、最大値を示す傾向がある。そして、掘削能力が高くなると連続打撃による反発度は、同様の増加傾向を示すものの、その増加量は小さくなり、掘削能力が低い場合と比べて最大値が減少するのが認められる。それに対して、図-3(b)は、図-3(a)と同じ掘削断面における標準型プランジャーを用いた連続打撃例を示している。連続打撃に伴う反発度の変化は、コーン型プランジャーでの反発度特性ほど明確な階段状の増加傾向にはならず、連打による反発度にばらつきが大きいことがわかる。また反発度は、全体的にコーン型プランジャーの場合と比べて高い値を示した。

5. おわりに

今回の現場実験により、プランジャー形状の違いによる反発度特性として、コーン形状は先端が尖っているため標準形状に比べて岩盤表面の凹凸の影響を受けにくい。また反発度にばらつきが小さく、岩盤本来の反発度が得られ易いことから自由断面掘削機の掘削能力評価において有効な指標となる可能性が示された。しかしながら本研究は、同一トンネルでの現場実験であり、より多くの岩種、岩盤の状態における実験を行い反発度特性や掘削能力との関係を検討する必要があると思われる。

<参考文献>

- 1) 菊地宏吉, 斉藤和雄: 岩盤計測におけるロッドハンマーの考案とその適用, 発電水力, No. 145, pp. 1-7, 1976年11月。
- 2) 三谷 哲: ロッドハンマーの施工性評価基準案, 熊谷技報, 第45号, pp. 1-7, 1989年3月。
- 3) 荒木義則, 古川浩平, 中川浩二, 宮地昭彦, 中原浩昭: コーン型プランジャーをもつシュミットハンマーを用いたロッドハンマーの掘削能力予測に関する研究, 土木学会第49回年次学術講演会第VI部門, pp. 170-171, 1994. 9。