

# 岩盤計測におけるコンクリートシュミットハンマーの適用

電力中央研究所 ○斎藤和雄 菊地宏吉

## 1. まえがき

従来、地質調査で用いられている岩盤の分類基準は定性的であるための不明瞭さ、物性値との対応づけの不備による土木構造物の設計への適用の不便さなどの欠点を有していた。このような状況から、筆者らは耐荷性を主眼とした岩盤等級の分類を目途とし、岩盤等級の定量的分級法について検討、研究を行ってきた。

ここでは、コンクリート構造物の非破壊試験に用いられているシュミットハンマーの特性に着目し、シュミットハンマーの岩盤計測への適用について検討した。以下、シュミットハンマーの一部改良と岩盤計測への適用についてのべる。

## 2. シュミットハンマーの一部改良とその効果の検討

コンクリート用シュミットハンマーをそのままの状態で岩盤計測に使用する場合、固結度の低い岩盤では、シュミットハンマーの打撃によって、岩盤の測定面が窪むため、岩盤が実際に有している反発度が得られ難い。そこで、筆者らは固結度の低い岩盤の計測用として、シュミットハンマーのプランジャー先端部にアタッチメントを取り付ける方法を考案した。アタッチメ

ントの大きさについては、軟岩への適合性を検討するため、数種の大きさのものを試作し、数種の岩盤についてテストを行ない、このテスト結果から、実際の岩盤計測では、直径30 mmのアタッチメントを採用した。

岩盤計測に当っては、アタッチメント効果を検討するため、従来使用されているプランジャーと改良型プランジャー（直径30 mmのアタッチメント付）の反発度を比較

するテストを行なった。その結果は図-1に示すように、少数の測定結果であるが、反発度20前後を境にして、それより大きい反発度を有するものでは、両者の差異は少なく、反発度20より小さいものでは、期待された通り、アタッチメント効果が顕著に現われた。

## 3. シュミットハンマーによる岩盤計測について

シュミットハンマーによる岩盤計測は、岩盤等級の定量的分級への適用を考え、ダム地点の調査横坑内において、各岩盤等級区分に実施されている平板載荷法による変形試験箇所（53地点）を選定した。計測の範囲は各岩盤等級におけるシュミットハンマー反発度と岩盤の物性値との相関性を把握するため、変形試験における応力の伝播範囲（載荷板直径の3～5倍と考えられている）を考慮し、載荷板の中心から100cmとした。また、変形試験箇所から得られた個々の反発度を比較検討するためには、一定の基準にしたがった計測方法が必要であるが、ここでは、図-2の展開図に示した方式で計測点（30点）を設定した。各測点における計測では、岩盤内に存在する節理、シームなどの影響による計測値のばらつきを考慮して、一測点の計測は5回とした（同一面上の重複する計測は極力避けた。）得られた計測値の最大値と最小値は切捨て、残りの平均値を測点の反発度として採

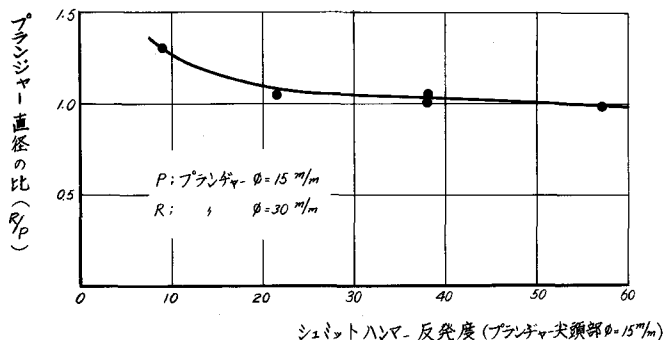
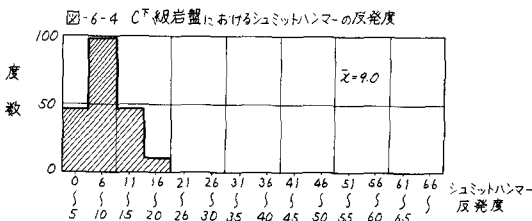
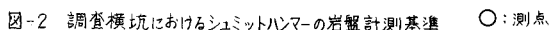


図-1 反発度とプランジャー直径の關係

岩盤計測の結果は、岩盤等級別に整理し、度数分布図（図-3参照）として示した。この結果によれば、B級岩盤における反発度はかなり広い範囲に分布しているが、全体的には、大きな反発度の範囲に分布している。C<sup>+</sup>級岩盤における反発度も広い範囲に分散しているが、平均的には明らかな差異が認められる。C<sup>F</sup>級岩盤における反発度は比較的狭い範囲で分散し、全体的に低い反発度を示しているが、これは、このクラスの岩盤が岩質的に堅硬であっても、開口節理が著しく発達して石積状を呈しているが、あるいは岩石自身の固結度が低いためである。

なお、各岩盤等級の反発度分布の間には、かなりオーバーラップした部分が認められるが、これは、各岩盤等級の岩盤の性状が、単純な構成ではないこと（例えば、C<sup>+</sup>級岩盤は堅固な岩盤とやや脆弱な岩盤の混在するもの）を意味するものと考えられる。

土木構造物の設計に用いる物性値の一つである岩盤の静弾性係数および変形係数は、岩盤の固密性を示すものと考えられるが、この物性値とシュミットハンマー発度とは内容的に共通するものとする。そこで、岩盤の静弾性係数とシュミットハンマー発度の関係について検討する。



— 62 —

トハンマー反発度との相関性が把握できれば、シュミットハンマーの岩盤計測により、オーダー的な岩盤の静弾性係数および変形係数を推定することが可能と考え、静弾性係数および変形係数との関連性の検討を行なった。

検討結果によれば、反発度と静弾性係数との関係は図-4に示すように、反発度が大きくなるにしたがって静弾性係数は対数的に大きくなる傾向を示し、かなり強い相関性が認められ(相関係数 $r = 0.912$ , 有意水準 $P < 0.001$ ,  $\log Y = 0.00343X + 3.6800$ ), また、反発度と変形係数との関係は図-5に示す通り、静弾性係数の場合と同じ傾向を示しており、やはり強い相関が認められる(相関係数 $r = 0.934$ , 有意水準 $P < 0.001$ ,  $\log Y = 0.0356X + 3.6367$ )。

なお、今回得られた反発度—静弾性係数の関係および反発度と岩盤等級

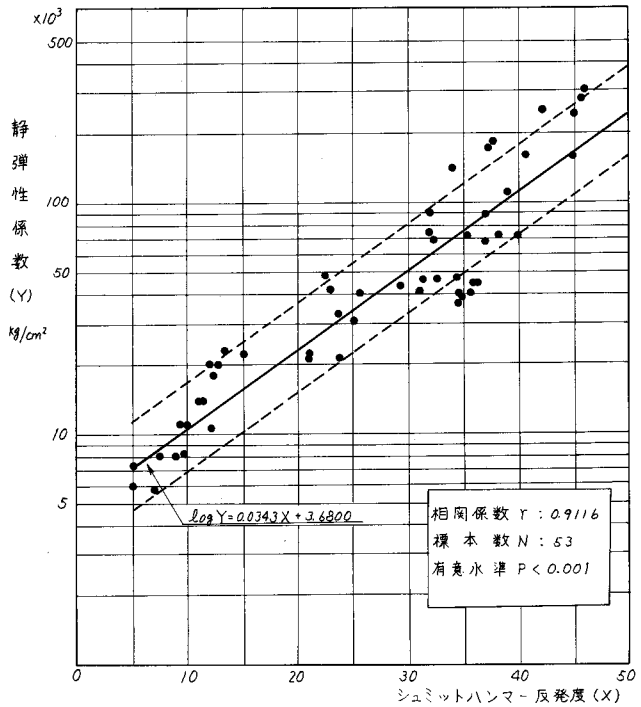


図-4 シュミットハンマー反発度と静弾性係数との関係

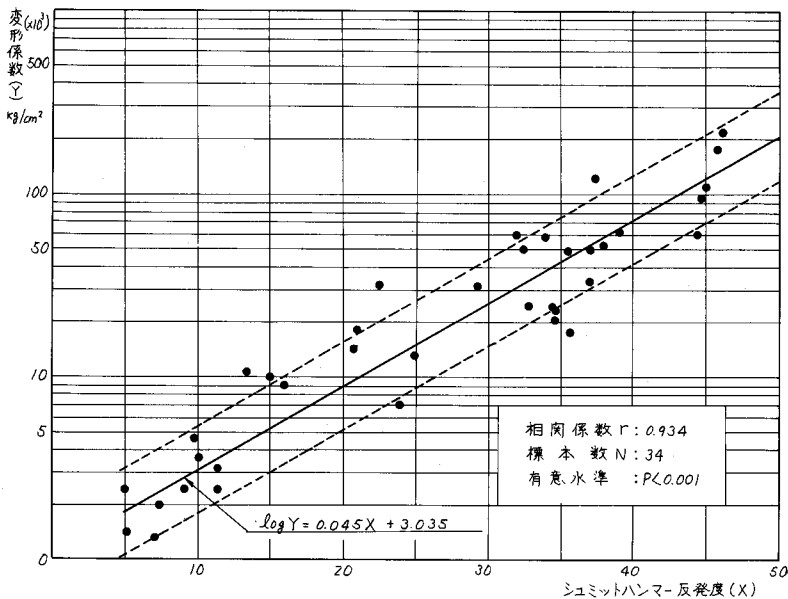


図-5 シュミットハンマー反発度と変形係数との関係

との関係を統括的にまとめると図-6に示す通りであるが、これは、岩盤の等級を定量的に表現するものである。

#### 5. むすび

シュミットハンマーによる岩盤計測は岩盤の固密性を反発値から測定するものであるが、今回の検討結果では、反発度と岩盤等級ならびに物性値（静弾性係数、変形係数）との関係がある程度把握でき、岩盤への適用の有用性が認められる。

また、シュミットハンマーのブレンジャー部にアタッチメントを取り付けることによって、ある程度の軟質岩盤などに用いられるようになったが、実際の適用から考えれば、さらに脆弱な岩盤までに適用範囲を広げることが必要であり、今後、この点について検討を考えている。

最後に、この研究をすすめるにあたって、終始御協力下さった、東京電力KK建設部佐々木水力設計推進担当、知久土木調査課長、加藤徹夫同課副長に対し、深く感謝する次第である。

#### 参考文献

- 1)、土木学会編；土木工学ハンドブックオ1巻
- 2)、電力中央研究所、技術オ2研究所：オ16回電力土木研究会資料

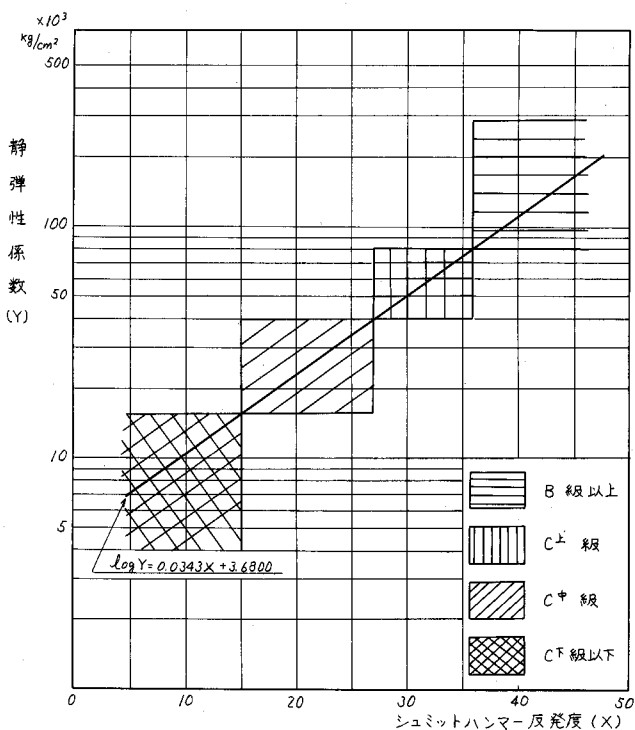


図-6 シュミットハンマー反発度と{岩盤等級}との関係

An application of concrete Schmidt Hammer to  
Measurements on rock properties.

Kazuo Saito  
Kokichi Kikuchi  
Department of Geology  
Technical laboratory No. 2  
Central research Institute of  
Electric Power Industry

Summary

This paper describes a study on an application of concrete Schmidt Hammer which has been widely used for non-destructive testing, to measurement of rock properties as a series of studies on quantitative classification of rock grades.

- 1) A close correlation between rebound of the hammer and values of rock properties (statical modulus of elasticity and that of deformation) has been noticed.
- 2) Grades of rock can be quantitatively expressed from the recent studies by adopting both relationships between rebound and statical modulus of elasticity, and also rebound and rock grades.
- 3) This method can be extended even to the soft foundation by attaching an enlarging base plate on the plunger of the hammer. Because of the needs to extend further to weak foundation, a steady studies have been conducted by the authors.