

III-544

点載荷試験による岩塊盛立て材料の評価

東急建設技術研究所 正会員 遠藤修

1. はじめに

点載荷試験¹⁾は、2点間に岩石試料をはさみ、載荷を行なう試験であり、得られる点載荷強度から、岩石の一軸圧縮強度や引張強度が推定される。また、試験片が非整形の岩塊でも実施可能であり、試験方法も簡便であることから、岩盤分類のインデックスとしても用いられている。

一方、最近、トンネルの掘削ズリである岩塊を盛立て材料とする機会が多く、材料の力学的特性を迅速かつ適切に評価したい場合が増えている。このような背景から、粗粒材料の強度定数を簡易的に推定しようとする研究がなされている²⁾。

そこで筆者は、粗粒材料の強度定数は、三軸試験中に発生する粒子破碎に影響されると言われている³⁾ことに着目し、粒子強度の評価方法として点載荷試験を用いてきた^{4), 5)}。

本報告では、6種類の粗粒材料について大型三軸試験を実施し、得られる強度定数、変形係数と点載荷試験の結果について比較し、粗粒材料の評価に対する点載荷試験の適用性について検討した。

2. 試料及び試験条件

試料は、碎石(SK)、花こう岩(GRrk)、粘板岩(SLom)、砂岩(SSkm)、安山岩(ANpe)、砂岩(SSks)の6種類である。これらの試料を採取後、パイプレンチによる大型締固め試験を実施し、大型三軸試験を実施する供試体の密度($D_r=85\%$)を決定した。大型三軸試験(CD)は、最大粒径50.8mm、文献4)で示した粒度分布($U_c=5$)で供試体を作成した後、背圧 $\sigma_{BP}=1\text{kgf/cm}^2$ 、有効拘束圧 $\sigma_c'=2.0, 4.0, 6.0\text{kgf/cm}^2$ で実施した。供試体寸法は $\phi=300\text{mm}$ 、 $h=600\text{mm}$ の円柱形である。

3. 点載荷試験装置

点載荷試験装置は、現場で使用できる装置が市販されているが、筆者は、室内で試験することを考慮し、図1に示すような装置を製作した。この装置では、載荷は7tスライダ等の既存の載荷装置を使用し、載荷荷重は、ロードセル、プルピンガリフ等の荷重計を用いている。

今回の試験では、粒径50.8mm～19.1mmまでの各粒度階で各50個ずつの試料について試験を実施した。

試験結果より、次式により岩石の引張強度 St を求め

$$St = 0.9 \times F_0 / D^2 \quad \dots \dots (1)$$

ここで、 St ：引張強度 (kgf/cm²)

F_0 ：破壊時の荷重 (kgf)

D ：破壊時の載荷点間の距離 (cm)

て結果を整理した。

4. 試験結果及び考察

4-1. 点載荷試験結果

点載荷試験の結果には、かなりのバラツキがあるが、

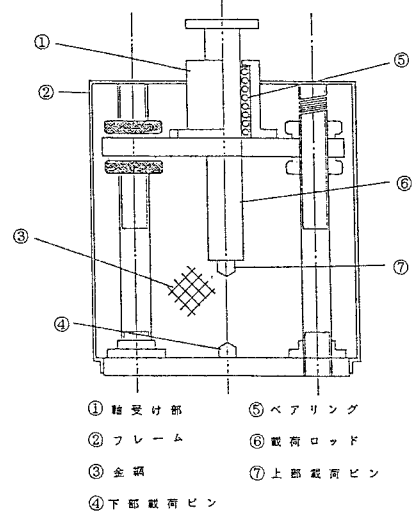


図1 点載荷試験装置

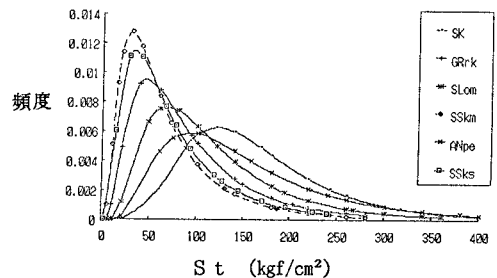


図2 点載荷試験結果の対数正規分布曲線

結果は必ず正值となることから、その分布形状を対数正規分布で表わした⁵⁾。図2は、対数正規で近似した場合の分布曲線を示したものである。これより比較的硬い試料では、値は広範囲に分布しており、比較的柔らかい試料では、結果が集中していることがわかる。

したがって、この分布形状の違いが、三軸試験中の粒子破碎の大小、結果的に試験から得られる強度定数や変形係数に影響しているものと考えられる。

このようなバラツキは、一般に標準偏差 σ で表わされるが、それだけではバラツキの大小を判断するには不十分であるため、代表値に対する相対的なバラツキとして変動係数 $\delta (= \sigma / \mu$ 、標準偏差 σ と平均値 μ の比)が用いられることがある。そこで、点載荷試験の結果より粒子強度を評価する方法として、変動係数の逆数(μ / σ)を用い、これと強度定数等との関係について検討した。

4-2. 変形係数、強度定数との比較

図3に、大型三軸試験の各拘束圧における変形係数 E_{50} と μ / σ の関係を示す。これより μ / σ が大きくなると、 E_{50} も大きくなる傾向が認められる。図4は見掛けの粘着力 c_d 、図5は内部摩擦角 ϕ_d と μ / σ の関係を示したものである。両図においても μ / σ と c_d 、 ϕ_d の間には良い相関が認められる。

以上のように、同一相対密度、粒度分布の条件下で得られる変形係数、強度定数は、材料の粒子強度に依存し、粒子強度は点載荷試験より評価できる可能性がある。今後、さらに多くの岩種、及び試験条件についても検討を行なう必要があると考えられる。

5. まとめ

点載荷試験の利用法として、岩塊盛立て材料の変形係数、強度定数と点載荷試験結果との関係について検討した。その結果、変動係数の逆数(μ / σ)を用いると、これらの定数と良い相関が得られた。

<参考文献>

- 1) 土質工学会：岩の調査と試験、H1年9月
- 2) 例えば 上田：粗粒土の強度定数の簡易判定法に関する検討、第23回土質工学研究発表会、S63年6月
- 3) 土質工学会：ロックフィル材料の試験と設計強度、S57年10月
- 4) 遠藤ら：点載荷試験による粗粒材料の簡易推定法について、はちのへ土シンポジウム'89、H1年9月
- 5) 遠藤：粗粒材料の強度定数に及ぼす粒子強度の影響、H2年6月

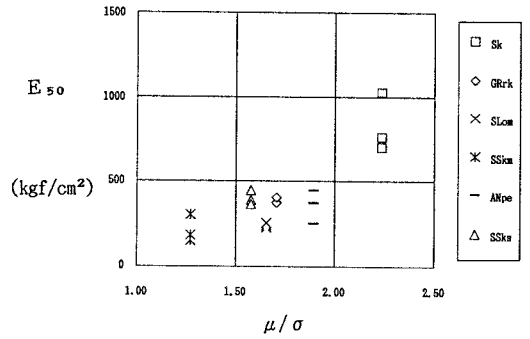


図3 変形係数 E_{50} と μ / σ の関係

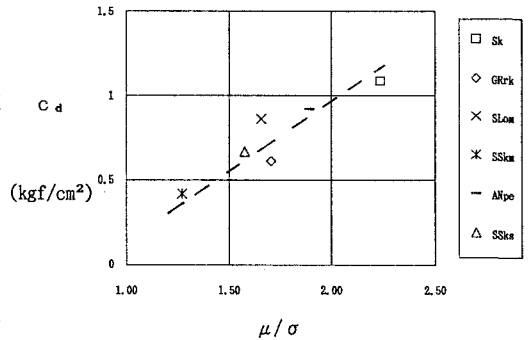


図4 見掛けの粘着力 c_d と μ / σ の関係

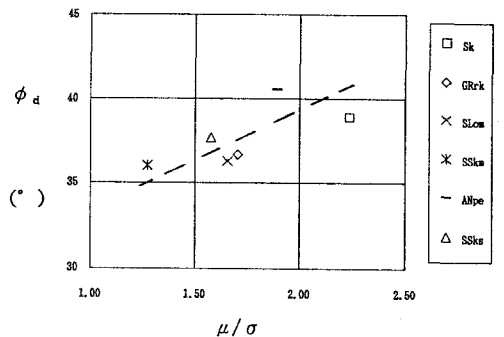


図5 内部摩擦角 ϕ_d と μ / σ の関係