

打球探査法による岩質材料の変形特性の評価

株式会社セントラル技研 正会員 ○池尻 健

鹿島建設株式会社 正会員 吉田 輝, 藤崎勝利, 白鷺 卓, 川野健一

1. はじめに

岩質材料の変形特性は岩盤構造物の設計や挙動予測に重要な影響を及ぼすため, 原位置で迅速かつ簡便に評価できる打球探査法を開発し, 現場での実適用を進めている. 既報では¹⁾, ダムやトンネルなどの現場で採取した様々な岩質材料を対象に, 実務でよく用いる変形係数 E_{50} ²⁾ と打球探査法で得られる弾性係数を比較したが, 岩質材料の変形係数や弾性係数には各種の定義があり, これらと打球探査法で得られる弾性係数の位置づけは明らかでなかった. 今回, 2種類の岩質材料を対象に実施した打球探査法および繰返し一軸圧縮試験から, ひずみレベル依存性に着目した弾性係数の比較結果について報告する.

2. 打球探査法で得られる弾性係数

(1) 検討方法

打球探査法で得られる弾性係数と繰返し一軸圧縮試験で得られる弾性係数を比較検討するため, 泥岩(一軸圧縮強さ $q_u=9.21\text{MN/m}^2$)と凝灰岩($q_u=33.4\text{MN/m}^2$)を対象に,

表-1に示す試験を実施した. 泥岩については表面をグラインダーなどで平滑に研磨した面と研磨していない面(掘削時に生じた新鮮面)を有する岩質材料(写真-1)を対象に, 凝灰岩については表面を平滑に研磨したブロック試料(30×30×30cm)(写真-2)を対象として打球探査法を実施した. その後, 室内で各試料をコアリングして円柱供試体($\phi 5\text{cm}\times H10\text{cm}$)を作製し, 繰返し一軸圧縮試験を実施した. 繰返し載荷はひずみ制御方式(軸ひずみ速度 $0.01\%/min$)で繰返し回数は4サイクルとし, 4サイクル目は除荷せず供試体が破壊に至るまで載荷した. なお, 軸変位量の測定にはLDTを使用した.

(2) 繰返し一軸圧縮試験

図-1に繰返し一軸圧縮試験で得られた応力-ひずみ曲線を示す. 図-2に示す「JGS 3521 剛体載荷板による岩盤の平板載荷試験方法」に採用されている方法で, 接線弾性係数 E_t , 割線弾性係数 E_s , ならびに変形係数 E_D および E_{50} を求めた. 以下では n ($n=1\sim 4$) 番目の載荷サイクルのピーク(ひずみ $\varepsilon_{n\max}$) における E_t および E_s を, それぞれ E_{tn} , E_{sn} と表記する.

(3) E_t , E_s および E_D との比較

打球探査法で得られる弾性係数(E : 研磨あり(図中の—), E' : 研磨なし(図中の- - -))と繰返し一軸圧縮試験から求めた E_{tn} (図中の●), E_{sn} (図中の○), E_D (図中の- - -)を図-3, 4で比較した. 両試料ともに各サイクルで $E_D < E_{sn} < E_{tn}$ となり, E_{tn} は $\varepsilon_{n\max}$ によらず概ね一定であるが, E_{sn} は $\varepsilon_{n\max}$ の増加とともに減少した. E_{sn} の近似曲線(図中の- · - · -)と打球探査法で得られる E を比較すると, 泥岩では軸ひずみ 0.35% , 凝灰岩では軸ひずみ 0.16% において両者はほぼ一致すると考えられる.

表-1 試験内容

試験方法		泥岩	凝灰岩
打球探査法	研磨あり	○	○
	研磨なし	○	—
繰返し一軸圧縮試験		○	○



写真-1 探査状況 (泥岩：研磨なし)



写真-2 探査状況 (凝灰岩)

キーワード 岩質材料, 変形特性, 弾性係数, ひずみレベル, 打球探査法, 一軸圧縮試験

連絡先 〒192-0063 東京都八王子市石川町 2081-1 株式会社セントラル技研 TEL 042-631-5887

(4) E_{50} との比較

これまで筆者らは、打球探査法で得られる E から一軸圧縮試験で得られる変形係数 E_{50} を推定してきた¹⁾。図-3, 4 には E_{50} (図中の---) を併せて示しているが、研磨した面を対象に実施した打球探査法で得られる E は、 E_{50} と概ね等しいことがうかがえる。

研磨の影響に関しては、打球探査法で得られる弾性係数の増加率を $\alpha = E/E'$ とし、様々な岩種の試料から得られたデータの平均から $\alpha = 1.65$ と評価し¹⁾、打球探査法による E_{50} の推定式に $E_{50} = E = 1.65E'$ を用いてきた。今回、泥岩を対象にした試験から得られた $\alpha = 1.44$ は、上記の各種の岩種のデータのばらつきの範囲内にある。したがって、実務において、表面を平滑に研磨することなく打球探査法を適用し、従来の推定式 $E_{50} = 1.65E'$ により E_{50} を推定することは妥当と判断する。

(5) まとめ

今回の検討では、表面を平滑に研磨した岩質材料において、打球探査法で得られる弾性係数 E は E_{50} と概ね一致した。さらに、泥岩において軸ひずみが 0.35%、凝灰岩において軸ひずみが 0.16% の時、打球探査法で得られる弾性係数 E が割線弾性係数 E_{sn} と概ね一致した。また、表面を平滑に研磨しなくても、従来の推定式 $E_{50} = 1.65E'$ を用いれば、原位置において実務上十分な精度で E_{50} を推定できると考えられる。

3. おわりに

今後は、今回対象とした泥岩よりもさらに低強度の岩質材料を対象に同様の検討を実施し、対象とするひずみレベルが大きい場合の E 、 E_{sn} 、 E_{50} の関係を検証する予定である。

参考文献

- 1) 池尻・川野・藤崎・吉田：打球探査法による岩の力学的性質評価，第 47 回地盤工学研究発表会，2012。
- 2) 例えば，地盤工学会：設計用地盤定数の決め方-岩盤編-，pp. 100～101，2007。

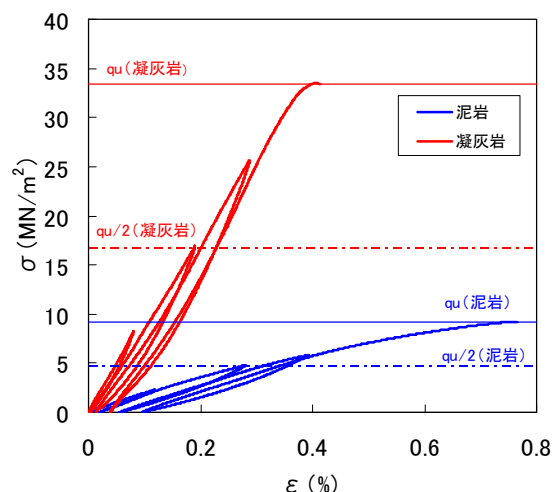


図-1 繰返し一軸圧縮試験結果

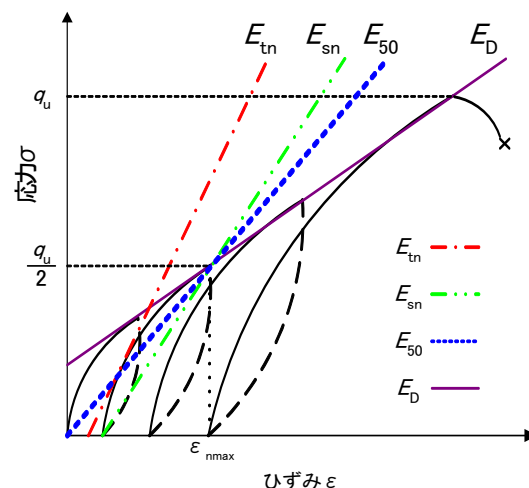


図-2 変形特性の算出方法

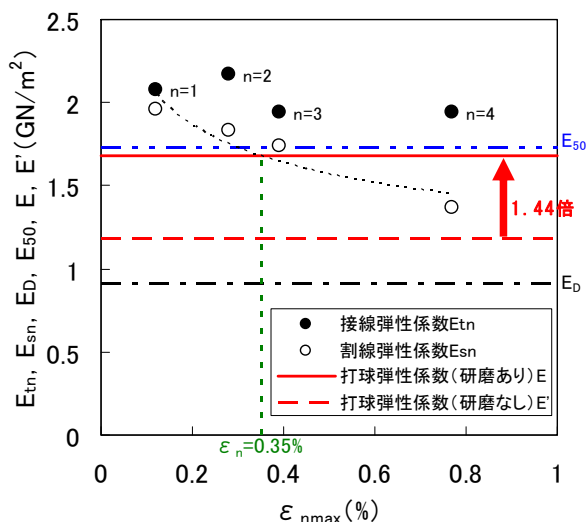


図-3 打球探査および試験結果（泥岩）

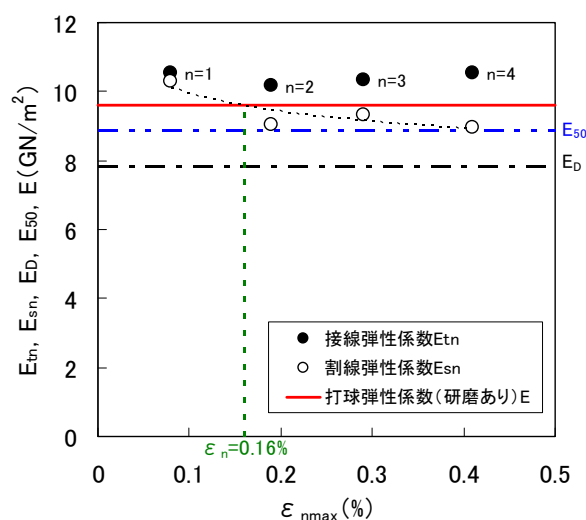


図-4 打球探査および試験結果（凝灰岩）