

静的繰返し載荷を被った粘性土の力学特性の考察

鹿児島大学大学院 学 前田 吾朗
鹿児島大学工学部 正 三隅 浩二
同 上 藤本 亮

1. はじめに

海洋構造物直下における地盤は、波浪や潮汐により常に繰返し載荷を被っている。そこで本研究では、現場の載荷を模擬した部分排水三軸試験を実施し、その結果より降伏曲線と弾塑性パラメータを逆算して粘性土の力学特性への繰返し載荷の影響を考察した。

2. 静的繰返し載荷履歴を有する部分排水試験(実験1)の概要

図1. 実験1のタイムスケジュールと応力径路を示している。 p (平均主応力) $=0.2(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ まで等方圧密した後に応力比 $\eta(=q/p)=0.57$ 条件下で異方圧密をし、 $p=1.2(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ の段階で $\eta=0.9$ まで軸圧一定条件下で繰返し載荷を行い、その後 $p=2.0(\text{kgf}/\text{cm}^2)$ まで異方圧密し、 p 一定条件下で部分排水三軸圧縮せん断を行った。実験2は実験1との比較のために繰返し載荷をせずに実験1と同じ応力径路で実験を行った。

3. 実験1と実験2の逆解析結果の比較

図2, 3は実験のせん断過程より得られた体積ひずみ $\varepsilon_v(=\varepsilon_a+2\varepsilon_r)$ とせん断ひずみ $\varepsilon_s(=2/3(\varepsilon_a-\varepsilon_r))$ の挙動を応力比 $\eta'(=\eta'-\eta_0)$ で整理し、それぞれ実験公式 $\varepsilon_v=a(\eta')^b \exp(c\eta')$ と $\eta'=a_0+a_1 \exp(b_1 \varepsilon_s)+a_2 \exp(b_2 \varepsilon_s)$ をフィッティングさせたものである。両図から実験1の方がひずみの発生が大きいことが分かる。このフィッティングの結果を用いて限界状態パラメーター $M=a_0+\eta_0$ ならびに、 $D=d\varepsilon_v/d\eta'$ at $\eta'=M=a_0$ を決めることができる。フィッティングより得られた係数は図中に示す。また実験で得られた弾塑性パラメーターを表1に示す。

表1 弾塑性パラメーター

	D	M	Λ
実験1	0.0411	1.2645	0.8721
実験2	0.0364	1.3171	0.9158

次に図4は、式(1)より得られた限界状態での降伏曲線を示している。

$$p'/p_y' = \exp(-\varepsilon_v/D M), \quad q/p_y' = p'/p_y' * \eta' \quad \dots (1)$$

実験2に比べ実験1は降伏曲線の形が横ばいになっていることが分かる。これは図2のダイレイタンス挙動が、実験2は下に凸になったのに対し、実験1では原点を通る直線に近い形状になったためである。

図5は、式(2)より得られた塑性ひずみ増分比 ϕ をに応力比 η' を加えたものを応力比で整理している。

$$\phi + \eta' = D M / (d\varepsilon_v/d\eta') \quad \dots (2)$$

この $\phi + \eta'$ はエネルギーの考察より、せん断中に発揮される土の摩擦係数であることが分かっている。図に示したように実験1ではせん断の進行に伴って減少している。 $\phi + \eta' = M$ 予備圧密(供試体の作成)の段階で形成された土粒子配列の構造の現われであるといえる。また、せん断による摩擦係数の減少は、構造が破壊される過程であると見なすことができる。一方実験2ではせん断の初期の段階から限界状態までほぼ一定の値を示しているのが見て取れる。これは繰返し載荷を受けたことで実験1で見られた土粒子配列の構造が消失したと考えられる。

4. おわりに

今回1次元圧密の応力径路として $\eta=0.57$ の応力比で異方圧密を行いその異方圧密途中で繰返し載荷を行いその結果がせん断中の逆解析結果にどのように影響しているかを考察した。その結果、静的繰返し載荷を被った土のメカニズムは摩擦係数の変化しない既存の構成則(関口・太田モデル、カムクレイモデルなど)に類似していることが分かった。

謝辞

本研究は笹川科学研究助成金を受けました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) K. Misumi : Analysis of Elasto-Plastic Behavior of the Weald Clay, International Symposium on Deformation and Progressive Failure in Geomechanics, IS-Nagoya'97, pp. 365-370, 1997

