

## 厚幌導水路の泥炭地盤の力学特性について (Mechanical properties of peat foundation in Apporo Pipeline)

○王博涵\*・毛利栄征\*\*・鈴木和志\*\*\*・小野尚二\*\*\*\*

(Bohan Wang・Yoshiyuki Mohri・Suzuki Kazushi・Ono Shoji)

### 1. はじめに

北海道胆振東部地震では、厚真町、むかわ町、安平町において多くの農業水利施設が被災した。特に、厚幌導水路では泥炭が厚く堆積し、現在の耐震設計やこれまでの地震被害の事例からは推測できなかったような大きなパイプの離脱(図1)や沈下が発生している。埋戻し部だけでなく、原地盤も大きなダメージを受けている可能性が高い。このため、再度災害防止の観点から大きな変状を生じたメカニズムを明らかにするためには、埋戻し地盤や原地盤の力学特性の把握が非常に重要である。しかし、泥炭のような有機質土の動的特性については報告例が少ないのが現状である。そこで、本研究では、三軸圧縮試験、平面ひずみ試験及び中空ねじり試験によって、繰返し載荷時の変形・強度などの力学的特性を検討した。

### 2. 試料および実験手法

実験に用いた試料は、厚幌導水路の美里地区現場から採取した不攪乱泥炭である。採取ポイントは、地表下約4.5m位置で、管底

部付近である。物理性質を表1に示す。試料の採取は図2に示すように、内径75mmのシンウォールおよびブロック状で切出した。試料をカッターでトリミングして供試体とした。試験ケースと条件を表2に示す。三軸圧縮試験及び中空ねじり試験はJGS0542およびJGS0543に準じて実施した。平面ひずみ試験の手順は、供試体を三軸セル内にセットした後、負圧による等方拘束圧5kPa程度になるように、4本のタイロッドを調整している。その後セルを被せ、飽和過程を経た後、所定の拘束圧まで圧密し、非排水条件で載荷した。単調載荷のひずみ速度は0.01%/minである。繰返し載荷の周波数は0.2Hzとしている。



図1 パイプの離脱



図2 試料の採取

表1 泥炭の物理性

初期含水比w	湿潤密度 $\rho_t$	乾燥密度 $\rho_d$
444.91%	1.055g/cm <sup>3</sup>	0.196g/cm <sup>3</sup>

表2 試験条件

実験種類	供試体寸法	拘束圧力	背圧
非排水三軸圧縮試験	D: 50mm, H: 100mm	15kPa, 30kPa, 60kPa, 90kPa	200kPa
非排水繰返し三軸圧縮試験	D: 50mm, H: 100mm	15kPa	200kPa
非排水平面ひずみ試験	A: 40mm×85mm, H: 100mm	15kPa	200kPa
非排水繰返し平面ひずみ試験	A: 40mm×85mm, H: 100mm	15kPa	200kPa
非排水繰返しねじりせん断試験	D <sub>o</sub> : 70mm, D <sub>i</sub> : 30mm, H: 68mm	15kPa	200kPa

\*東京農工大学連合農学研究科, United Graduate School Of Agriculture Science, Tokyo University of Agriculture and Technology, \*\* 茨城大学農学部, College of Agriculture, Ibaraki University, \*\*\* (株)フロンティア技研: FRONTIER-Giken Co., Ltd., \*\*\*\* 北海道開発局室蘭開発建設部胆振東部農業開発事業所: Iburitoubu Agricultural Development Office, Muroran Development and Construction Department of Hokkaido Regional Development Bureau キーワード: 泥炭、三軸圧縮試験、平面ひずみ試験、中空ねじり試験

### 3. 実験結果

非排水三軸圧縮試験の結果から、採取した泥炭の非排水強度を表 3 に示す。有効応力の  $\phi'$  は非常に大きいのが分かった。このような結果は泥炭中に含まれている繊維性有機物の効果によるものと考えられる。図 3 に三軸圧縮試験と平面ひずみ試験の単調・繰返し载荷の結果を示す。軸ひずみ 8%までは、三軸試験より平面ひずみ試験の結果がやや大きい傾向を示す。8%以後から、三軸試験のようなピーク荷重を示す挙動と違い、平面ひずみ試験では軸差応力が増加し続け、ピークが見られない。三軸試験は、せん断の発生方向が拘束されないため、せん断破壊モードに入ると、繊維の配列の弱い方向に沿って破壊する。しかし平面ひずみ試験では、拘束板によりせん断面の発生方向が固定されるため、より強いせん断強度が発揮されたと考えられる。さらに、両方の試験の繰返し载荷後の単調試験から得られる強度を見ると、繰返し载荷による強度低下は見られず、逆に強度が増加している。ひずみが小さいレベルの载荷では、繊維の補強効果によって供試体全体が横に広がらず( $\nu$  が 0 に近い)、一次元圧密のような変形モードが卓越するため、小ひずみレベルでの繰返し载荷は供試体にダメージを与えるのではなく、 $K_0$  圧縮によって密度増加していると推測できる。図 4 に繰返し試験の結果を使って、H-D モデルにより算定したせん断ひずみ  $\gamma(\%)$  とせん断剛性比  $G/G_0$  と減衰定数  $h$  の関係を示す。中空ねじり試験の減衰定数  $h$  は、せん断ひずみが  $10^{-2}$  以下で他の両試験よりやや大きい傾向がみられる。

### 4. まとめ

有機質の繊維が方向性をもって堆積した泥炭が発揮する強度は非常に複雑で、単純な三軸圧縮試験などでは、地震時の

泥炭層の挙動を評価できない可能性があることが示唆される。泥炭地盤の地震時挙動については、その状態に応じて異方性の強い複合材料的な観点から現象解明に取り組む必要がある。

表 3 試料の三軸非排水強度

全応力		有効応力	
c kN/m <sup>2</sup>	$\phi$ °	c' kN/m <sup>2</sup>	$\phi'$ °
8.9	29.8	0.0	69.1

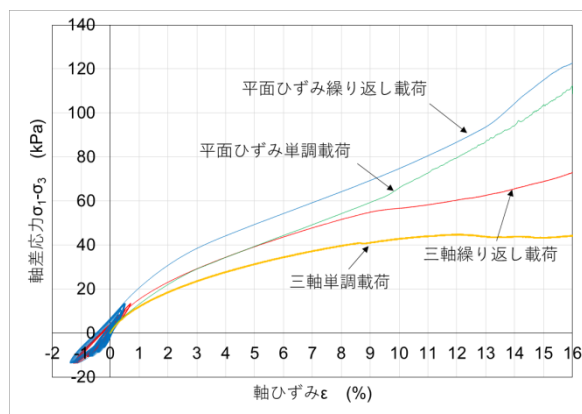


図 2 三軸圧縮試験と平面ひずみ試験の比較

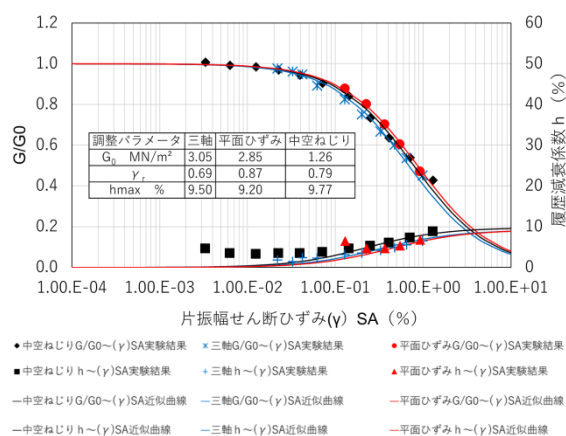


図 3 繰返し三軸圧縮試験(H-D モデル)

### 参考文献

- 1) 石丸真, 澤田昌孝, 古関潤一, 宮下千花 (2011) : 平面ひずみ圧縮試験における不連続面を有する人工岩石材料の破壊進展挙動, 土木学会論文集 A2(応用力学), Vol.67(2011), No.2, pI\_293-I\_303
- 2) 小野尚二, 鈴木和志, 源田和隆, 真田栄一, 毛利栄征, 中村和正(2019) : 北海道胆振東部地震におけるパイプラインの被災状況, 2019 年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集, p.484-p485