

## 【軟弱地盤対応・補修技術】

泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル

CERI  
COLD REGION

平成27年1月15日  
土研新技術ショーケース2015in札幌

# 「泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル」

(独) 土木研究所 寒地土木研究所  
寒地地盤チーム 林 宏親

CERI  
COLD REGION

## 泥炭性軟弱地盤の問題点

- 北海道や東北には泥炭性軟弱地盤が広く分布し、地盤工学上の多くの難題を抱えている
- 特異な工学的性質のため、**慣用的な調査・設計法では対応が困難**
- したがって、寒地土木研究所では、泥炭性軟弱地盤に関する研究を重要な課題として取り組んできている



典型的な繊維質泥炭



泥炭性軟弱地盤上の道路の不同沈下

CERI  
COLD REGION

## 「泥炭性軟弱地盤対策工マニュアル」

- 寒地土木研究所における実務的な研究成果を体系化し、**泥炭性軟弱地盤上に土構造物を建設・維持管理**する際に必要となる**標準的な調査・設計・施工の考え方**をとりまとめた技術基準書(平成23年3月発刊)
- 国土交通省北海道開発局の道路設計要領などにおいて、**準拠すべき指針**として採用

マニュアルの構成

巻頭 : 口絵写真

第1章: 総説(目的、泥炭の特徴、対策工の基本方針)

第2章: 調査(計画調査、実施調査、試験施工)

第3章: 泥炭性軟弱地盤の検討(性能、常時と地震時の検討)


第4章: 対策工の検討(対策工の種類と選定)

第5章: 対策工の設計(個々の対策工の設計)

第6章: 施工と施工管理(対策工の施工と安定・沈下管理)

第7章: 維持管理(点検、維持修繕)

巻末 : 事例集(調査設計、対策工、維持管理、有効利用の14事例)



CERI  
COLD REGION

## 泥炭の特殊性を考慮した調査・設計・対策工

- **調査・設計**
  - ① ビートサンプリング、CPTなど泥炭地盤に有効な調査法を取り入れている
  - ② 所要のすべり安全率(一般: 1.2、橋台背面: 1.5)が異なる
  - ③ 泥炭地盤の特殊な沈下挙動を予測可能な**独自の沈下解析法**を採用している(二次圧密にも対応)
  - ④ **重要度に応じた残留沈下量を規定**している
- **対策工・施工管理**
  - ① **泥炭地盤に適用した場合の設計、施工上の留意点を記載**している
    - ・プラスチックドレーン工法の適用性と設計法
    - ・真空圧密工法の適用性と設計法
    - ・深層混合処理工法の強度管理法
  - ② 各対策工法の品質管理基準を明記している
  - ③ 安定管理の方法と現場における緊急対応を明記している


CERI  
COLD REGION

## 調査・設計について

CERI  
COLD REGION

## 泥炭地盤の非排水せん断強さの決定法

- **泥炭地盤は非常に不均質に堆積**
  - ・少ないサンプリングの試験から強度を決定する困難さ
- **一軸圧縮試験の適用性に疑問**
  - ・圧縮中に排水があり、非排水条件が成立していない恐れ
  - ・応力~ひずみ関係にピークがでない(15%ひずみを破壊と仮定)



連続的な情報が得られるコーン貫入試験からの推定が有効

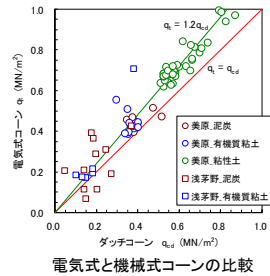
## 泥炭地盤の非排水せん断強さの決定法

- 機械式コーン試験・電気式コーン試験から非排水せん断強度 $S_u$ を式も記載

$$S_u(\text{kN/m}^2) = 1/20 q_f(\text{kN/m}^2)$$

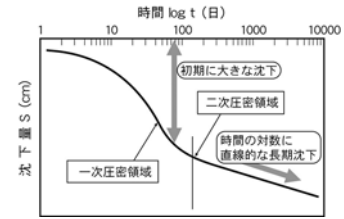


電気式コーン(上)と機械式コーン(下)



電気式と機械式コーンの比較

## 泥炭地盤の沈下挙動



泥炭地盤の沈下概念図

- 泥炭の特徴
  - ・一次圧密: 粘土に比べ沈下量は大きい、初期の速度が早い
  - ・二次圧密: 長期に渡って沈下が継続する要因
- 一般的な沈下予測法では、対処できない泥炭特有の現象

## 泥炭独自の沈下予測法を採用

- Terzaghi理論から離れて、多くの実測データを基に導出

一次圧密領域:  $S = \varepsilon_f / (1 + C_p \cdot t^{-0.62}) H_i$  ← 双曲線型の式

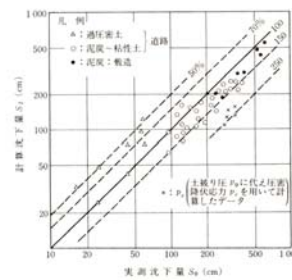
二次圧密領域:  $S = S_p + C_s H_i \log(t/t_s)$

- $\varepsilon_f$ : 一次圧密の最終ひずみ(含水比と載荷荷重から推定)
- $C_p$ : 一次圧密の速度に関わる係数(層厚から推定)
- $t$ : 時間(日)
- $H_i$ : 層厚(cm)
- $C_s$ : 二次圧密係数(含水比から推定)

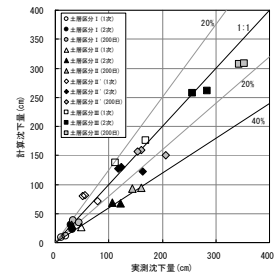
- 特徴と適用範囲

- ・含水比から、泥炭地盤の沈下を予測可能
- ・無処理地盤の一次元変形のみ対応

## 沈下解析の精度



過去の予測精度

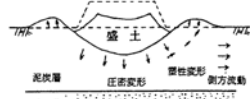


泥炭マニュアルの方法(能登式)の予測精度

- 沈下解析の精度は、±20%~30%(以前は、倍・半分)
- わずかな土質試験から複雑な地盤を大胆にモデル化している

## FEMによる泥炭地盤の変形予測

- 盛土周辺地盤の変形に配慮する必要がある現場
- 堤防拡幅に伴う柔構造樋門の改修など複雑な沈下解析が必要



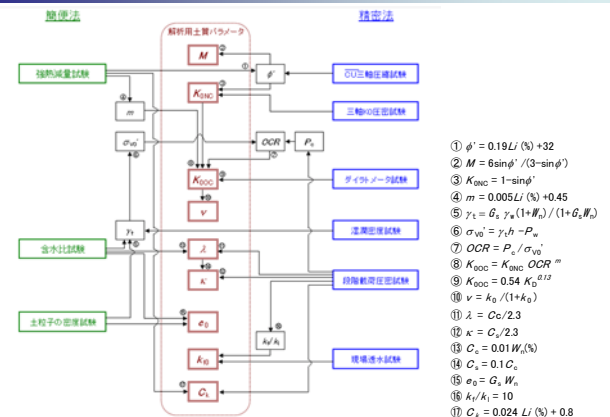
盛土による泥炭地盤の変形概念図

- FEMによる沈下・変形解析手法について新たに記述した

- ・盛土周辺地盤の二次元的な変形
- ・供用後の荷重増加や施工途中での盛土除荷
- ・圧密促進工法で改良された地盤

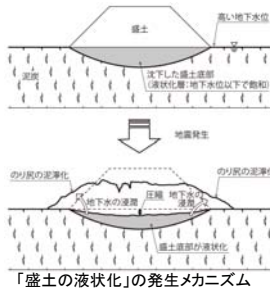
- 泥炭地盤用の入力パラメータの決定法を記載

## パラメータの決定法



- $\phi' = 0.19 Li (\%) + 32$
- $M = 6 \sin \phi' / (3 - \sin \phi')$
- $K_{OCC} = 1 - \sin \phi'$
- $m = 0.005 Li (\%) + 0.45$
- $\gamma_L = \gamma_s (1 + W_L) / (1 + \gamma_s W_L)$
- $\sigma_{vo} = \gamma_s h - P_u$
- $OCR = P_u / \sigma_{vo}$
- $K_{OCC} = K_{OCC} OCR^m$
- $K_{OCC} = 0.54 K_{OCC}^{0.12}$
- $v = K_v / (1 + K_v)$
- $\lambda = C_c / 2.3$
- $\lambda = C_c / 2.3$
- $C_c = 0.01 W_L (\%)$
- $C_s = 0.1 C_c$
- $e_0 = G_s W_L$
- $K_v / k_1 = 10$
- $C_s = 0.024 Li (\%) + 0.8$

## 盛土の液状化(メカニズム)



1993年釧路沖地震の河川堤防被害

### ■ 盛土底部の液状化 → 泥炭性軟弱地盤特有の現象

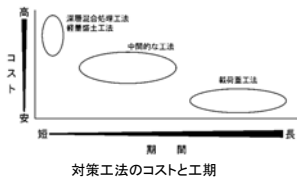
- ・盛土の沈下量が極めて大きく、地下水位が高い
- ・盛土底部は地下水位で飽和した状態

## 新しい対策工法の導入

## 泥炭性軟弱地盤の特殊性を考慮した対策工の設計・施工法

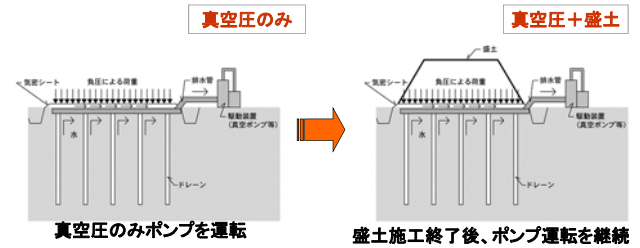
### ■ 各対策工法の泥炭性軟弱地盤への適用性および設計、施工上の留意点を提示

- ・真空圧密工法の沈下予測と間隙水圧計測による施工管理法
- ・プラスチックボードドレーン工法(PVD)の適用性と設計法
- ・深層/中層混合処理の強度管理法
- ・グラベルセメントコンパクションパイル(GCCP)工法の開発



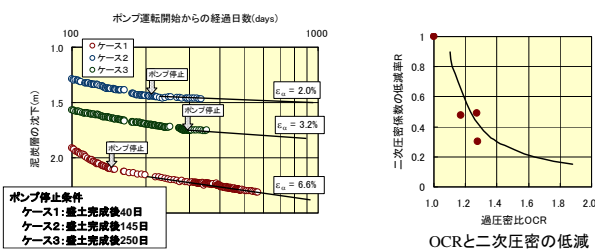
対策工法のコストと工期

## 真空圧密工法の概要



- プラスチックドレーンなどを介して、軟弱地盤に真空圧を作用させて、**圧密による地盤強度の増加**や**圧密沈下の促進**を図る技術
- 深層混合処理工法などに比べて、**コスト縮減**が可能

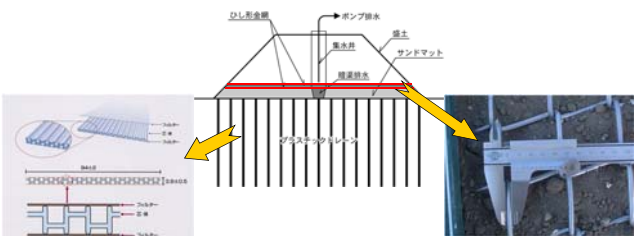
## 二次圧密の低減効果



真空圧密で改良された泥炭地盤の二次圧密

- 二次圧密は泥炭地盤特有の沈下で、供用後も続く残留沈下の要因
- 真空ポンプの運転期間を十分にとることで、**二次圧密の低減**も可能
- 二次圧密の低減効果の予測法(過圧密比OCRと低減率)も記載

## 敷き金網併用プラスチックドレーンの概要



- 既存工法の組み合わせによる新たな対策工法(コスト縮減)

## マニュアルの入手方法



### 【PDF版】

寒地土研 寒地地盤チームのwebサイト(<http://jiban.ceri.go.jp/>)  
からダウンロード可能(H26.12月現在:4024DL)

### 【印刷製本版】

以下の印刷会社にて、実費頒布

税込み価格2,100円(送料別)

(株)サンコー ビジネスソリューションサービス事業部

TEL: 011-221-6968