

設計-1	設計に必要な土質パラメータとそれらを求めるための調査・試験方法を教えてください。
------	--

設計に必要な土質パラメータと調査・試験方法を下表に示します。

設計に必要な土質パラメータと調査・試験方法

目的	土質パラメータ	調査・試験方法
粘土層、透水層の厚さの確認		標準貫入試験
地盤の性質を把握	自然含水比、間隙比、液性限界 塑性限界、土粒子密度、飽和度 単位体積重量、粒度分布	物理試験
圧密沈下量および圧密所定時間の推定	圧密指数、体積圧縮係数、圧密降伏応力、 圧密係数、透水係数	圧密試験
地盤改良の範囲 載荷重の大きさ 安定性検討	一軸圧縮強さ、非排水せん断強度	三軸圧縮試験、 せん断試験
ドレーン材の透水性		透水試験

標準貫入試験や物理試験は、改良すべき軟弱土層の厚さや透水層の位置を確認するために用います。

物理試験のうち、含水比、間隙比、液性限界、塑性限界等の深度分布は改良層厚を決定するための情報で、間隙比は圧密沈下量の計算に用います。N値（標準貫入試験）や粒度分布は排水層を確認するための情報です。

圧密試験は圧密沈下量や圧密速度を計算するための試験です。圧密指数、 $e-\log p$  曲線、体積圧縮係数、圧密降伏応力は、圧密沈下量の計算に、圧密係数は圧密所要時間の計算に用います。

せん断試験は地盤改良の範囲、載荷重の大きさ、載荷段階数等、安定性の検討のために行います。載荷重の大きさには圧密による非排水せん断強さの増加割合  $C_u/p$  を知る必要があり、三軸圧縮試験、せん断試験により求めます。

プラスチックボードドレーン工法ではドレーン材が土中で受ける圧力を考慮して、透水試験によって圧力と通水性の関係を試験します。

お問合せは、下記までお願いします。

【ジオドレーン協会】

東京都港区芝 4-4-5 三田 KMビル 4F チカミルテック(株)内

Tel: 03-5484-0145 URL: <http://geo-drain.com/>

設計-2	ジオドレーン工法で改良(圧密)した地盤はどの程度の強度、含水比になりますか。
------	--

ジオドレーン工法で改良された地盤の強度, 含水比は改良対象地盤の圧縮特性および土被り圧に依存します。

**【改良後の地盤の含水比】**

図-1 に改良対象地盤の圧縮曲線 ( $e - \log p$ ) 関係を示します。盛土前の圧密圧力が  $p_1$  の改良対象地盤に盛土による増加圧密圧力  $\Delta p$  により, 圧密圧力が  $p_2 (=p_1 + \Delta p)$  となる場合, 間隙比は  $e_1$  から  $e_2$  に変化します。この時, 改良対象地盤の土粒子密度を  $\rho_s$ , 間隙水の密度を  $\rho_w$  とすると, 間隙比が  $e_2$  に対する含水比  $w_2$  は以下の式から求まります。

$$w_2 = e_2 \frac{\gamma_w}{\gamma_s}$$

ただし, 上記式は改良対象地盤が飽和している場合に適用可能です。

**【改良後の地盤の強度】**

図-2 に改良対象地盤の非排水せん断強さと圧密圧力の関係 ( $c_u - p$ ) 関係を示します。強度増加率を  $m (= c_u/p)$  とすると, 盛土後の圧密圧力が  $p_2 (=p_1 + \Delta p)$  なる場合, 改良対象地盤の圧密後の非排水せん断強さ  $c_{u2}$  は, 下記の式で推定できます。

$$c_{u2} = m \cdot p_2$$

ただし, 上記式は,  $p_2$  が正規圧密領域にある場合に適用可能です。

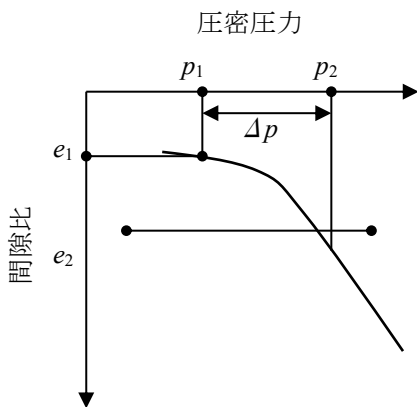


図-1 圧縮曲線 ( $e - \log p$  関係)

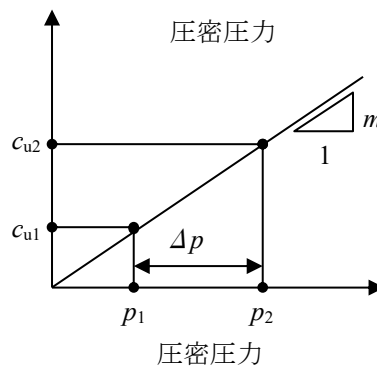


図-2  $c_u - \log p$  関係

お問合せは、下記までお願いします。

**【ジオドレーン協会】**

東京都港区芝 4-4-5 三田 KMビル 4F チカミルテック(株)内

Tel:03-5484-0145 URL:<http://geo-drain.com/>

設計-3	鉛直ドレーンの設計において、排水層とみなせる透水係数はどの程度ですか。
------	-------------------------------------

地盤改良層の途中、あるいは下層に排水層とみなせる場合を除いて、一般的には軟弱地盤上に0.5m(0.5~1.2m)の砂を敷設して排水槽と打設機のトラフィカビリティ対策を兼ねています。

このサンドマットの透水性は、一般的に細粒分含有率(74 $\mu$ mふるい通過率Fc)で表され、「比較的透水性の高い材料 Fc $\leq$ 3%」<sup>1)</sup>としています。

また、一般的に透水性のよい地盤として「砂層」「礫層」とすると、サンドマットの透水係数は1 $\times$ 10<sup>-5</sup>m/s(1 $\times$ 10<sup>-3</sup>cm/s)程度となります。

		透水係数 k (m/s)											
		10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>0</sup>
透水性	実質上不透水	非常に低い			低い		中位		高い				
対応する土の種類	粘性土 (C)	微細砂, シルト, 砂-シルト-粘土混合土 {SF} [S-F] {M}				砂および礫 {GW} {GP} {SW} {SP} {G-M}			清浄な礫 {GW} {GP}				
透水係数を直接測定する方法	特殊な変水位透水試験	変水位透水試験					定水位透水試験		特殊な変水位透水試験				
透水係数を間接的に推定する方法	圧密試験結果から計算	なし			清浄な砂と礫は粒度と間隙比から計算								

透水性と土質区分<sup>2)</sup>

しかし水平排水の距離が長ければマットレジスタンスにより圧密遅れが生じます。具体的には使用する砂の透水性を考慮して設計する必要があります。

- 1) 道路土工「軟弱地盤対策工指針」(H24.8)
- 2) 「地盤調査の方法と解説」地盤工学会

お問合せは、下記までお願いします。

【ジオドレーン協会】

東京都港区芝 4-4-5 三田 KMビル 4F チカミルテック(株)内

Tel:03-5484-0145 URL:<http://geo-drain.com/>

設計-4	水平ドレーン材を使用するメリットはありますか。
------	-------------------------

水平ドレーン材は工場生産のプラスチック製品であり、軽量で透水性が高く、かつ品質が均一です。一方、従来使用してきた良質砂は採取や運搬など環境上の課題があり、施工面でも透水性のばらつきなど品質管理の課題があります。

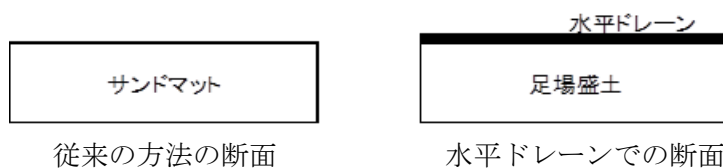
また設計面では水平ドレーン材ではドレーン材の透水性や排水距離を設計のパラメータとしており、経験に基づく良質砂に対して設計根拠が明らかです。



水平ドレーン材の布設状況

また、将来にわたってプラスチック製品が残置することが懸念される場合には植物由来の生分解性プラスチックの水平ドレーン材があります。このドレーン材は時間の経過とともに徐々に地中で分解が進行して物理的強度が低下します。

なお、サンドマットとの経済性を比較する場合は下図のように水平ドレーン材の費用にサンドマット相当の盛土の費用を合計して比較します。



お問合せは、下記までお願いします。

【ジオドレーン協会】

東京都港区芝 4-4-5 三田 KMビル 4F チカミルテック(株)内

Tel: 03-5484-0145 URL: <http://geo-drain.com/>

設計-5	水平ドレーンの設計方法と具体的な設計事例を教えてください。
------	-------------------------------

水平ドレーンの設計方法には、水平ドレーンの排水性（圧密遅れ）の取り扱い方法の違いによって、設計法Aと設計法Bの二つの設計方法があります。

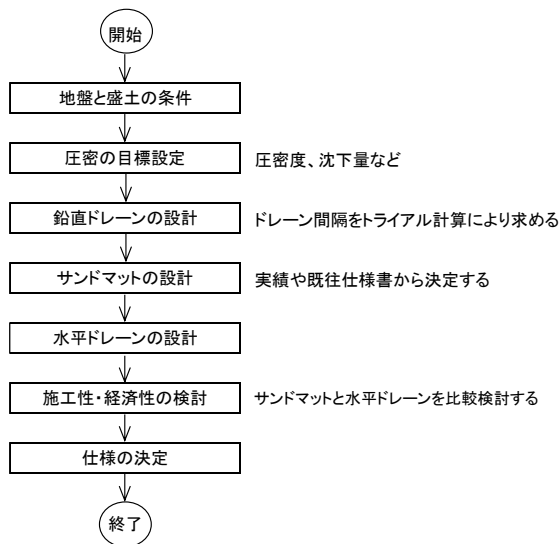
**【設計法A】**

- ・鉛直ドレーンと水平ドレーンを独立して設計する方法です。
- ・道路盛土や築堤などの線状構造物で水平方向の排水距離が比較的短い場合や、改良範囲が平面的に大きくても排水対策が十分に講じられている場合など、水平ドレーンの排水性の低下が懸念されない場合に有効な設計方法です。

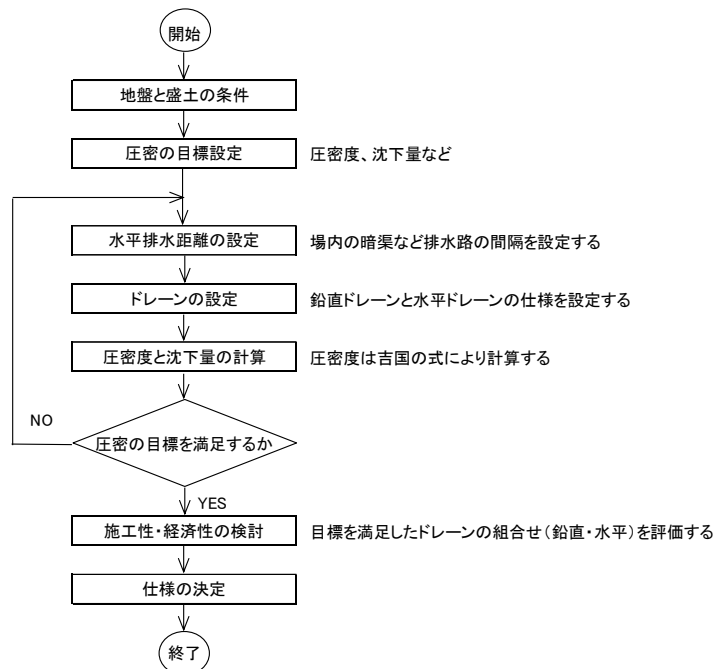
**【設計法B】**

- ・鉛直ドレーンと水平ドレーンを一体化して設計する方法で、ドレーン材の透水性と排水距離を考慮します。
- ・改良範囲が平面的に大きくて排水対策が十分に講じられない場合など、圧密遅れ（マツトレジスタンス）が懸念される場合に有効な設計方法です。

それぞれの具体的な設計事例は、ジオドレーン工法技術資料（平成28年7月、pp.22-30）に詳しく記述されていますので、ご参照ください。以下には、各設計法の設計フローを示します。



**【設計法A】**



**【設計法B】**

お問合せは、下記までお願いします。

**【ジオドレーン協会】**

東京都港区芝 4-4-5 三田 KMビル 4F チカミルテック(株)内

Tel:03-5484-0145 URL:<http://geo-drain.com/>

設計-6	圧密沈下による周辺地盤への影響防止対策事例をおしえてください。
------	---------------------------------

周辺地盤への影響を低減させるための対策工は、要求されている品質や経済性を考慮して行う必要があります。

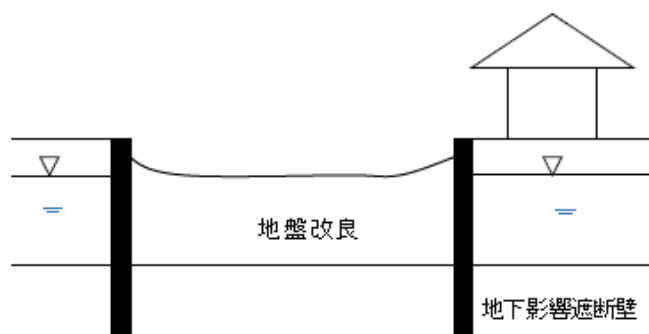
軟弱地盤上に盛土を行った場合に考えられる影響は、周辺地盤の引き込み沈下、流起、側方変位などがあり、影響範囲は、盛土法尻より軟弱地盤層厚  $H$  の 1.5~2.0 倍程度となります。

対策工としては、次のようなことが挙げられます。

①遮断壁による影響の遮断

対象構造物と改良範囲の間に、鋼矢板などにより遮断を行い、沈下や変形の影響を防止、低減をします。

重要構造物が近傍にある場合には、地中連続壁のような剛性の高い遮断壁により対策を行います。



周辺への影響軽減を目的とした対策工の例

②変位吸収孔による変位の抑制

対象構造物と改良範囲の間に素掘り、ベントナイト溶液充填をした変位吸収孔を設置して影響を抑制します。

---

お問合せは、下記までお願いします。

【ジオドレーン協会】

東京都港区芝 4-4-5 三田 KMビル 4F チカミルテック(株)内

Tel: 03-5484-0145 URL: <http://geo-drain.com/>

設計-7	打設ピッチ、杭配置、打設長の施工実績を教えてください。
------	-----------------------------

「プラスチックボードドレーン工法 その理論と実際」(プラスチックボードドレーン工法研究会)に記載の内容を以下に示します。

打設間隔の実績を下図に示します。陸上での打設間隔は1.0m~1.5mの範囲が多いです。海上での打設間隔には関空I期では護岸で1.3m、埋立地内で1.7mの間隔の実績が含まれています。

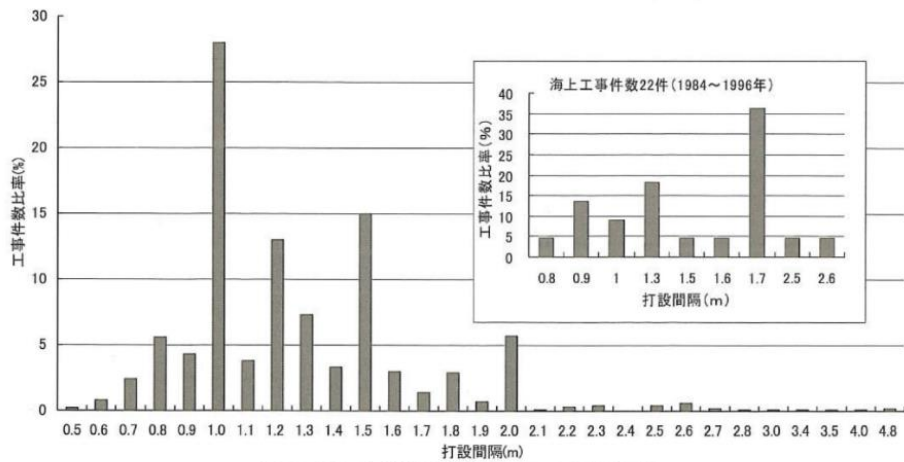


図8-5 PBD 打設間隔実績図 (PBD 工法研究会)

MPD工法はドレーンの幅を大きく(ドレーン幅19cm、換算径10cm)した工法で、関空II期工事や呉市の阿賀野マリノポリスなどで実績があります。しかしこれらの実績は海上打設専用船によるものですが、その船は現在ありません。

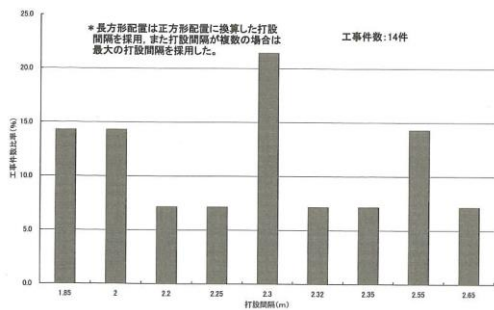


図8-9 MPD 打設間隔別の実績図 (PBD 工法研究会)

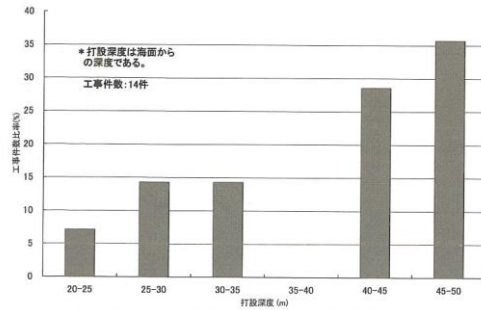


図8-8 MPD 打設深度別の実績図 (PBD 工法研究会)

杭の配置はすべて正方形配置で、MPD工法では長方形配置(1:0.6)で設計しています(実績は正方形に換算)。

陸上のドレーンの打設長は30.0m以下がほとんどで、40.0m以上はまれです。

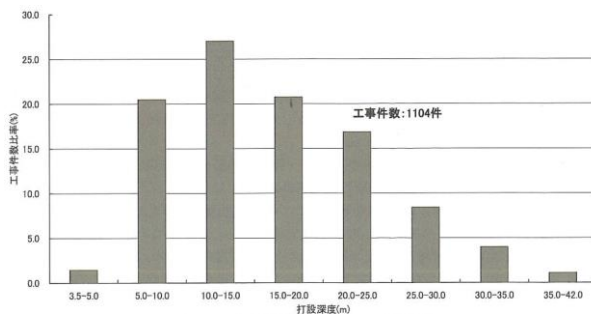


図8-4 PBD 打設長さ別の実績図 (PBD 工法研究会)

お問合せは、下記までお願いします。

【ジオドレーン協会】

東京都港区芝 4-4-5 三田 KMビル 4F チカミルテック(株)内

Tel:03-5484-0145 URL:<http://geo-drain.com/>

設計-8	ジオドレーン工法がドレーン材の透水性を評価する設計を採用している理由は何ですか。
------	--

従来のドレーン工法の設計は鉛直ドレーンの設計は圧密理論に基づいて設計されますが、水平ドレーンの設計は主にサンドマットを使用しての経験や実績に基づくことが一般的です。

このため水平ドレーンでは場外への排水距離によって場内に暗渠を設ける場合と設けない場合など工事事例にばらつきが見られます。

一方、ジオドレーン工法では水平ドレーン材にもプラスチック製品を使用しますが製品には固有の通水性能があります。設計する上でこれらの製品をどのように配置するかが課題となります。

またドレーン材の透水性（通水性能）は有限で材料・製品毎に差異があり、圧密時間（遅れ）に影響します。

以上のことからジオドレーン工法ではドレーン材の透水性を評価する設計を採用しています。

---

お問合せは、下記までお願いします。

【ジオドレーン協会】

東京都港区芝 4-4-5 三田 KMビル 4F チカミルテック(株)内

Tel: 03-5484-0145 URL: <http://geo-drain.com/>