

Ⅲ - A147

壁状ドレーンによる地中構造物の液状化対策工法の検討

基礎地盤コンサルタント 正会員 森本 巖
 同上 ロンドン
 住宅・都市整備公団 山元理裕

1. はじめに

下水道人孔, 地下駐車場, 防火水槽などの地中構造物は規模が小さく、地盤改良などの大規模な液状化対策を採用することが難しいため、簡易な液状化対策工法の開発が期待されている。ここでは液状化対策工法として碎石を用いた過剰間隙水圧消散工法を取り上げ、地中構造物に適用する場合の設計法を検討した。同工法を適用するにあたってドレーン材料としてコンクリート再生碎石を利用することができれば、資源の再利用という点からも価値がある。ドレーンの過剰間隙水圧消散工法については、最初Seed等¹⁾によって柱状ドレーンの設計チャートが提案され、種々の改良を経て実際の設計にも数多く利用されている。しかし、構造物の周囲に壁状のドレーンを設置する場合には設計法はまだ提案されていない。本報告は、これらの地中構造物の液状化対策として碎石をドレーン材として構造物の周囲に設置する場合のドレーン厚の簡易な設計法を検討した結果をまとめたものである。

2. 設計方法の基本方針

壁状ドレーンを用いた液状化対策工法の簡易な設計方法として、Seed等によって提案された柱状ドレーンの設計方法に準じて、幾つかのパラメータから設計チャートを用いてドレーン層厚を決定する。ただし、壁状ドレーンは柱状ドレーンに比べて排水条件が複雑であるため、パラメータ及び固定条件の数は多くなる。設計パラメータとして、時間係数 $T (=k t_d / \gamma_w m_v H^2)$ (k : 地盤の透水係数, t_d : 地震動の継続時間, γ_w : 水の単位体積重量, m_v : 地盤の体積圧縮係数, H : 構造物の深さ) と繰返し回数比 N_{eq}/N_i (N_{eq} : 地震動の等価繰返し回数, N_i : 地盤が液状化するための繰返し回数) の他に、構造物の見掛け比重 G_s , 構造物の幅 L がある。これらのパラメータを設定し、設計チャートよりドレーン厚を求める。このモデルで固定されている条件は、①地下水位が構造物深さの1/2、②地下水面より上部の非液状化層の単体は 2.0 t/m^3 、③ドレーンの透水係数は原地盤の1000倍、④原地盤の水平方向透水係数は鉛直方向の1/10、⑤地盤の m_v は過剰間隙水圧比によって変化、⑥ドレーンの m_v は地盤の10倍、⑦過剰間隙水圧の発生特性を示すパラメータ θ は0.7, などである。

3. 設計チャートの作成

前述のパラメータを用いた壁状ドレーンの設計チャートを作成するために、各種パラメータを変化させた過剰間隙水圧発生消散解析を行った。解析に用いたプログラム "GADFLEA"²⁾ は有限要素法を用いて地震時の過剰間隙水圧の発生と消散を時々刻々計算するものである。地震動による過剰間隙水圧の発生は繰返し回数比 N_{eq}/N_i と θ で決定され、地震動の繰返し回数は設定した地震動の周波数に従って時間とともに一定割合で増加していくと仮定されている。壁状ドレーンの設計チャートを作成するために必要な地中構造物のモデル(半断面)を図-1に示す。図-2には解析の結果、得られた設計チャートの一部を示す。各設計チャートは時間係数 T と(ドレーン厚 W / 構造物の深さ H) の関係図として表され、 N_{eq}/N_i をパラメータとして数本の曲線が描かれている。このようなチャートが構造物の見掛け比重 G_s と縦横の寸法比 L/H 毎に作成されている。

4. 設計チャートの適用性

作成された設計チャートの適用性を検討するために、図-3に示す防火水槽を対象として表-1の条件で躯体が浮き上がらないためのドレーン厚を求めてみた。なお、防火水槽上の上載土は構造物の自重に付加して考えた。計算の結果、必要なドレーン厚は40cmとなった。同じモデルをGADFLEAを用いて解析すると、

キーワード 地震, 液状化, 排水, 地下構造物, 設計
 連絡先 〒102 東京都千代田区九段北1-11-5 TEL. 03-5276-6226 FAX. 03-5210-9405

ドレーン厚は20cmとなった。他の事例の解析でも設計チャートの方が大きめのドレーン厚を与える。この差異は、地下水位がやや異なることや幾つかの設計チャートから補間してドレーン厚を求めていることが原因と考えられる。構造物の設置作業を考えた場合、構造物の周囲に作業空間が必要となるため、40cm程度のドレーン厚は実用的な値であると考えられる。

5. おわりに

地中構造物の簡易な液状化対策として碎石を周囲に巻いた過剰間隙水圧消散工法の設計方法の検討を行い、設計チャートを作成した。今後、さらに設計チャートの推定精度を高めていきたいと考えている。

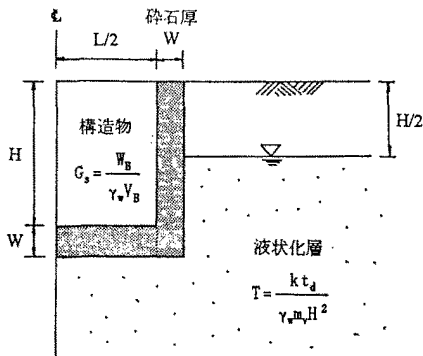


図-1 検討モデル

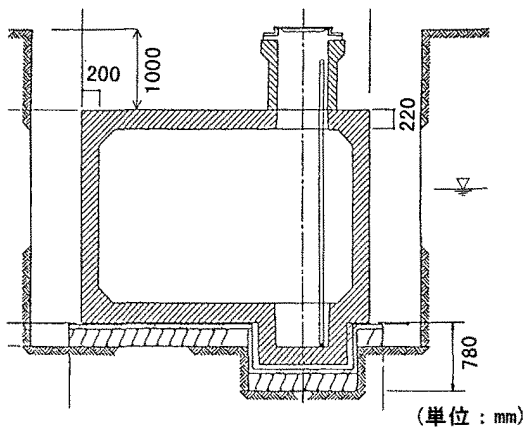
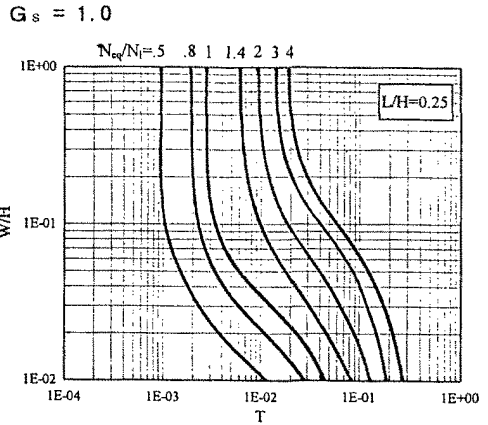


図-3 防火水槽モデル

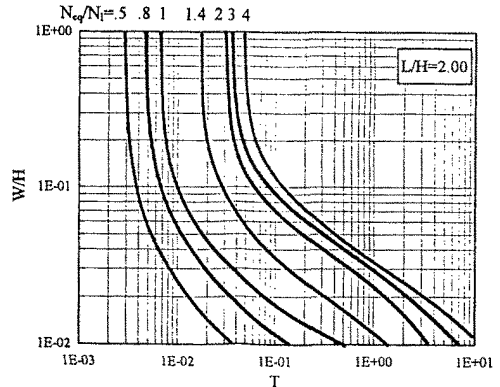


図-2 ドレーンの設計チャート

表-1 解析条件一覧表

$L = 3.40\text{m}$	$N_f = 6.2$
$k = 5.0 \times 10^{-3}\text{cm/s}$	$H = 3.44\text{m}$
$N_{eq} = 15.0$	$m_v = 1.0 \times 10^{-3}\text{cm}^2/\text{kgf}$
$t_d = 9\text{sec}$	上載土厚 = 1.0m
躯体重量 = 4.9tf/m	

参考・引用文献

- 1) Seed, H.B. and Booker, J.R. : Stabilization of Potentially Liquefiable Sand Deposits Using Gravel Drains, Journal of Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol.103, GT.7, pp.757-768, 1977.
- 2) Booker, J.R., Rahman, M.S. and Seed, H.B. : "GADFLEA": A Computer Program for the Analysis of Pore Pressure Generation and Dissipation During Cyclic or Earthquake Loading, Report No.EERC 76-24, Earthquake Engineering Research Center, 1976.