

# 既設基礎の耐震補強に関する検討（その5）

- 小径ドレーン工法の液状化対策効果の試算 -

(株) 銭高組 正会員 谷野洋一 正会員 渡辺 淳  
 建設省土木研究所 正会員 大下武志 正会員 市村靖光  
 (株) 銭高組 正会員 高津 忠 正会員 原田尚幸

## 1. はじめに

兵庫県南部地震を契機に、既設構造物基礎に対する液状化対策の必要性があらためて注目されている。しかし、既設構造物は用地制限や上空制限など様々な制約条件下にあり、液状化対策はあまり進捗していない状況にある。そこで、これら制約条件下でも適用可能な簡易かつ経済的な液状化対策工法として、小径鋼管を使用した排水工法（以下、小径ドレーン工法と称す）を開発した。ここでは既設構造物の杭基礎を対象に、大規模地震時における小径ドレーン工法の液状化対策効果について試算した結果を報告する。

## 2. 工法概要

小径ドレーン工法とは、図 - 1 に示すように、構造物直下の飽和砂地盤中に 50～100mm 程度の小径鋼管を垂直または斜めに打ち込み、排水性の良いドレーン柱を設けることにより、地震時に発生する過剰間隙水圧を素早く消散させ地盤の安定を保つ工法である。

施工は軽量小型で操作性に優れたエア式地中貫孔機を使用し、桁下空間が 3.0m 程度でも十分可能である。

## 3. 試設計の概要

試設計で対象とした構造物は、図 - 1 に示す単柱式 T 型橋脚であり、基礎は打込み P C 杭 600 である<sup>1)2)</sup>。また、地盤条件を図 - 2 に示す。耐震設計上の地盤種別は Ⅲ 種地盤である。

試設計は橋軸方向について行い、L 2 地震動のプレート境界型の大規模地震動（タイプ Ⅱ）に対して、小径ドレーンの施工が杭基礎の耐力向上にどの程度寄与するか確認するものである。

砂質地盤の液状化の判定は、道路橋示方書（平成 8 年 12 月）に準じて行い、判定の結果、GL - 10.0m 以浅の砂質土について液状化すると判定され、L 2 地震動タイプ Ⅱ に対して土質定数の低減係数  $D_E=0$  となった。

小径ドレーン工法のドレーン径は 50mm とし、その打設間隔は地盤内の目標とする過剰間隙水圧比に応じて、既存のグラベルドレーン工法と同様に Seed・Booker の方法に準じて算出した。<sup>3)4)</sup> ここで砂質土層とドレーン材の透水係数は、

$k=1.0 \times 10^{-4}$  m/s および 10 m/s とした。小径ドレーン施工後の改良土層の評価は、地盤反力の低下率に関する常田らの実験結果<sup>5)</sup>を参考として、過剰間隙水圧比から土質定数の低減係数  $D_E$  を直接求めた。

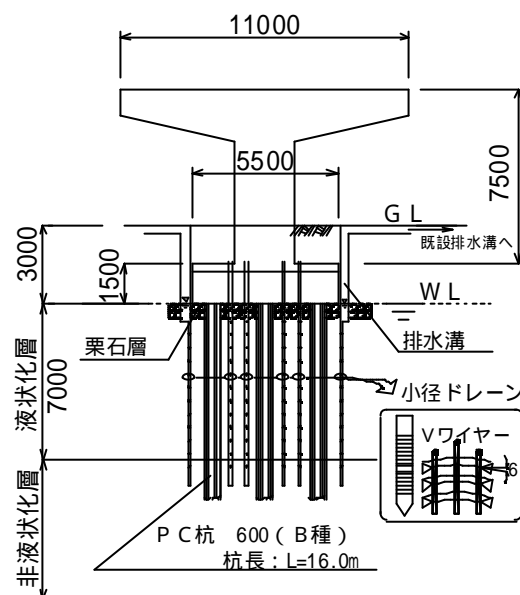


図 - 1 工法概要図

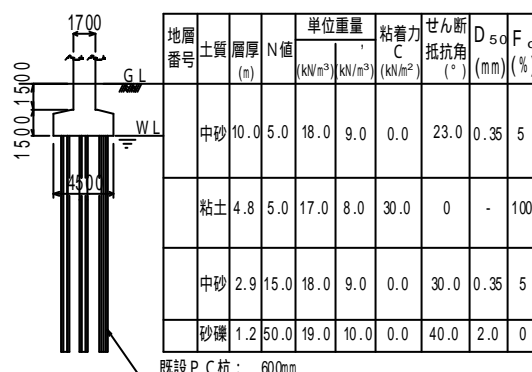


図 - 2 地盤条件

キーワード：耐震補強、液状化対策、既設基礎、排水工法

連絡先：〒163-1011 東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿パルク 11F tel.03-5323-5761 fax.03-5323-5768

この低減係数  $D_E$  をもとに、杭基礎の耐力向上を検討した。

#### 4. 試設計結果および考察

##### 4.1 小径ドレーン打設間隔と目標過剰間隙水圧比

小径ドレーンの打設間隔と目標過剰間隙水圧比の試算結果を図 - 3 に示す。常田らの実験結果によると、小径ドレーン工法での目標過剰間隙水圧比を 0.50~0.90 とした場合、低減係数  $D_E$  は 2/3 まで評価できる。また、目標過剰間隙水圧比を 0.90 以上とした場合には、低減係数  $D_E$  は 1/3 となる。本試設計の地盤条件において、低減係数  $D_E$  を 1/3 あるいは 2/3 まで評価できる小径ドレーン間隔は 60~100cm、20~60cm となった。

##### 4.2 小径ドレーン工法実施後の基礎保有耐力

小径ドレーン施工後の試算結果を図 - 4、5 および表 - 1 に示す。これらから以下のことがわかる。

ドレーン打設間隔を 100cm 程度とすれば、既設杭の土質定数は 1/3 ( $D_E=1/3$ ) 程度期待可能となり、無対策に比べ既設基礎杭の耐震性は 2.0 倍程度向上する。これは、無対策の場合、地盤反力が期待できないため突出杭として設計せざるを得ないのに対し、小径ドレーンによる過剰間隙水圧の消散効果によって地盤反力を 1/3 程度期待できるためである。

ドレーン打設間隔を 20~60cm とした場合、上記 に比べ、基礎降伏時の水平震度は、15~20% 程度しか向上しない。これは、地盤反力が 1/3 程度から 2/3 以上に向上してもその効果が顕著には現れないためと考えられる。

$D_E=1/3$  以上の場合、L2 地震動タイプ に対し、基礎の応答塑性率  $\mu_{FR}$  は 1.32~1.66 となり、杭基礎での塑性率の制限値 4.0 を満足する結果となった。

#### 5. まとめ

既設の杭基礎を対象に、大規模地震時における小径ドレーン工法を用いた液状化対策効果について検討した。その結果、原地盤の液状化抵抗強度が小さく、突出杭になるような構造物基礎に本工法を適用した場合には、基礎の保有耐力が大きく向上することが明らかとなった。今回、L2 地震動タイプ に対して液状化時での試算を行ったが、今後は、L2 地震動タイプ に対しての適用性を明らかにする必要がある。また、小口径杭による増し杭補強など種々の耐震補強工法の併用も視野に入れ、より合理的な設計法・施工法を確立する必要があると考える。

本報告は、建設省土木研究所共同研究「既設基礎の耐震補強技術の開発」、平成 11 年度活動報告に基づきとりまとめたものである。

##### <参考文献>

- 1) (社)日本道路協会：既設道路橋基礎の補強に関する参考資料、平成 12 年 2 月。
- 2) 市村ほか：既設基礎の耐震補強に関する検討 (その 1)、土木学会第 55 回年次学術講演会、平成 12 年 9 月
- 3) 建設省土木研究所他：液状化対策工法設計・施工マニュアル (案)、共同研究報告書第 186 号、平成 11 年 3 月。
- 4) グラベルドレーン工法研究会：グラベルドレーン工法、技術資料、1996。
- 5) 常田ほか：地盤の流動特性およびその影響に関する実験的検討、第 16 回土質工学研究発表会講演集、pp.629~632、1981。

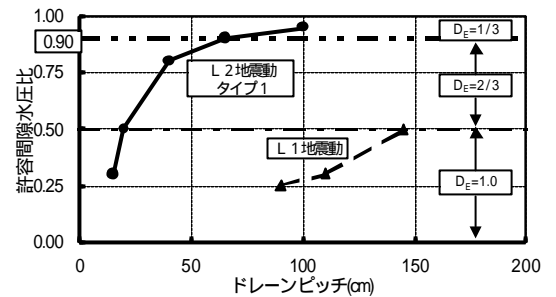


図 - 3 小径ドレーン打設間隔と許容過剰間隙水圧比

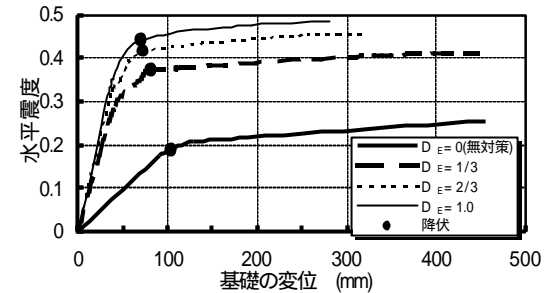


図 - 4 基礎の変位と水平震度

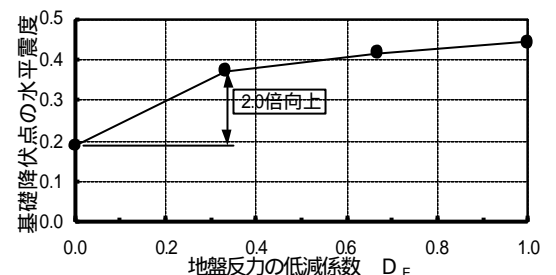


図 - 5 低減係数  $D_E$  と基礎降伏点の水平震度

表 - 1 水平震度と基礎の応答塑性率

	降伏水平震度 $k_{hyF}$	設計水平震度 $k_{hcF}$	応答塑性率 $\mu_{FR}$
$D_E=0$ (無対策)	0.19	0.57	5.04
$D_E=1/3$	0.37	0.57	1.66
$D_E=2/3$	0.42	0.57	1.43
$D_E=1.0$	0.44	0.57	1.32