

既設基礎の耐震補強に関する検討(その8)
ー小径ドレーン工法の改良範囲についてー

銭高組 正会員 ○角田晋相 原田尚幸
銭高組 正会員 渡辺 淳 高津 忠
土木研究所 正会員 大下武志 市村靖光

1. はじめに

液状化対策は、液状化による構造物被害を防止、あるいは軽減するために行われているが、改良範囲の設計法に関しては必ずしも確立されているとはいえない状況にある。このため、地震時保有水平耐力法による小径ドレーン工法の適用効果に関する試設計¹⁾では地盤バネ値に改良効果を反映させたが、改良範囲の影響を考慮することは困難であった。そこで2次元 FEM 解析を用い、改良範囲、改良形態が構造物にどのような影響を与えるか検討した。

2. 解析条件と解析ケース

解析モデルを図 - 1 に示す。解析は全応力解析による逐次非線形解析とした。液状化の影響は、GL-3 ~ GL-10m の中砂層を液状化層とし、この層のせん断弾性係数を低減させることで表現した。地盤の非線形特性は H-D モデルを用い、 $G/G_0 \sim \gamma$ 関係、 $h \sim \gamma$ 関係は安田・山口の式²⁾より導いた。構造物は既往文献¹⁾と同様とし、既設 PHC 杭の $M \sim \phi$ 関係はトリリニア型、増し杭マイクロパイルの $M \sim \phi$ 関係はバイリニア型の非線形はり要素とした。フーチングおよび上部構造物は剛体とし、上部構造の作用位置に質点をおいた。境界条件は、側部を水平ローラー、底面を固定とした。入力波形には道路橋・標準入力地震波 OGAS FUKIAI N27W を用いた。

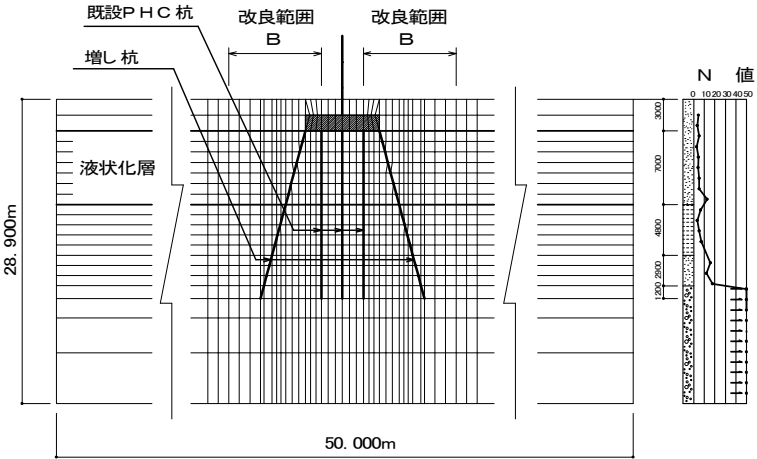


図 - 1 解析モデル

表 - 1 検討ケース

検討ケースを表 - 1 に示す。改良形態は、直下型、両脇型の 2 タイプを考えた。改良範囲は、杭に受働土圧が働く領域、受働・主働の両崩壊領域 ($1/\beta$ 区間) 受働・主働の両崩壊領域 (液状化層全体) を基本に表に示すとおりとした。

せん断弾性係数 G_0 の低減率は、液状化部で 1/100、小径ドレーンによる改良範囲部で 1/3 と仮定した。

3. 解析結果および考察

無対策、非液状化時の時刻歴応答加速度を図 - 2 に示す。無対策の場合、応答加速度は非液状化時と比べ小さく、長周期化している。また、図 - 3 に示す最大応答加速度分布をみると、無対策の場合、液状化層を境に急激に応答加速度

ケース	改良形態	改良範囲 B		備 考
1	無対策	全範囲 G_0 の低減率 1/100		—
2	非液状化時	G_0 の低減 なし		—
3		1.0 m	—	既設杭周辺
4		3.0 m	—	既設杭 + 増し杭周辺
5		5.0 m	$B = h \tan \alpha_1$	受働土圧部
6		10.0 m	$B = h \tan \alpha_1 + H \tan \alpha_2$	受働 + 主働土圧部
7		15.0 m	$B = H \tan \alpha_1 + H \tan \alpha_2$	受働 + 主働土圧部 (液状化層全体)
8		1.0 m	—	既設杭周辺
9		3.0 m	—	既設杭 + 増し杭周辺
10		5.0 m	$B = h \tan \alpha_1$	受働土圧部
11		10.0 m	$B = h \tan \alpha_1 + H \tan \alpha_2$	受働 + 主働土圧部
12		15.0 m	$B = H \tan \alpha_1 + H \tan \alpha_2$	受働 + 主働土圧部 (液状化層全体)

Keywords：既設基礎、液状化対策工法、改良範囲、小径ドレーン工法

〒163-1011 東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿パークタワー11F TEL:03-5323-3861 FAX:03-5323-3860

が減衰している。このときの既設杭の最大曲げモーメント分布を図 - 4 に示す。無対策時には杭頭部および層境界で最大値を示し、既設杭は構造物からの慣性力に加え地盤変形による強制外力の影響強くを受けることがわかった。したがって、せん断剛性を 1/100 程度に低下させることで全応力解析においても簡易的に液状化現象が表現できていると考えられる。

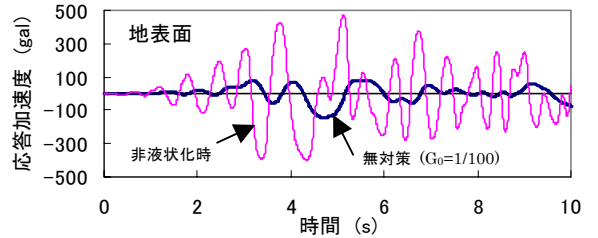


図-2 時刻歴応答加速度

改良範囲と最大曲げモーメントの関係を図 - 5 (杭頭部), 6 (層境界部) に示す。ここで、各ケースのモーメントは無対策時のモーメントで正規化して示した。杭頭部に働くモーメントは改良範囲 1m では無対策時に比べ低減されるが、3、5m では逆に増加し、10m で再び低下する傾向がみられた。一方、層境界については改良範囲が大きくなるほどモーメントは小さくなり、直下型 (改良範囲 1m) では無対策時の 20% 程度の低減が可能であった。このとき、杭体の塑性化の程度は図 - 7 に示すように大きく抑え

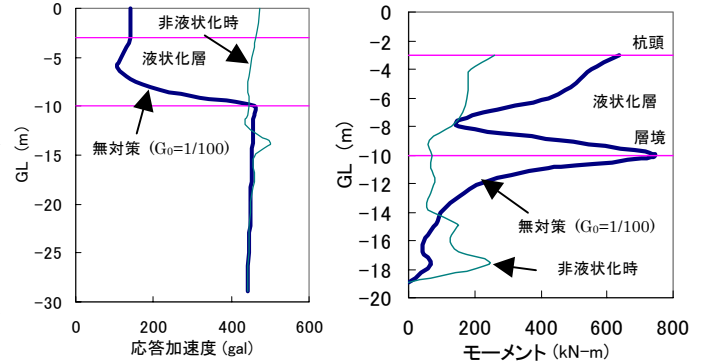


図-3 最大応答加速度分布 図-4 最大モーメント分布

られていた。また、改良による低減効果は、いずれの場合も直下型が両脇型より大きいことがわかった。

改良範囲とフーチングの最大水平変位の関係を図 - 8 に示す。直下型の水平変位量は改良範囲 1m で無対策時の 60% 程度に低減され、それ以上改良範囲を広げても低減効果が少ないことが認められた。

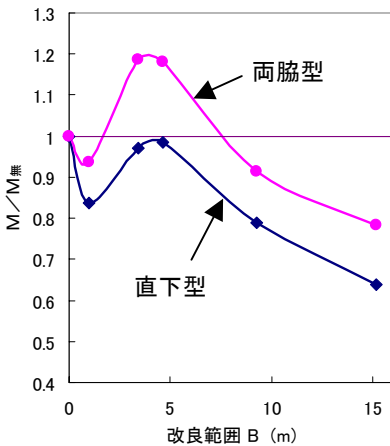


図-5 改良範囲～最大モーメントの関係 (杭頭部)

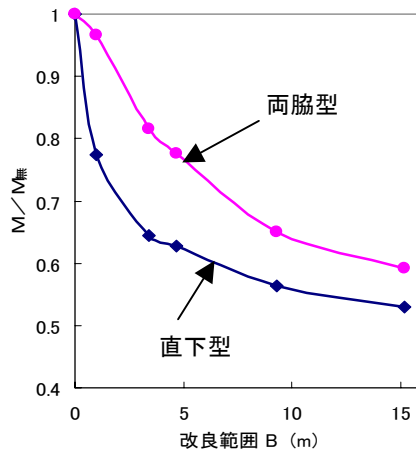


図-6 改良範囲～最大モーメントの関係 (層境界部)

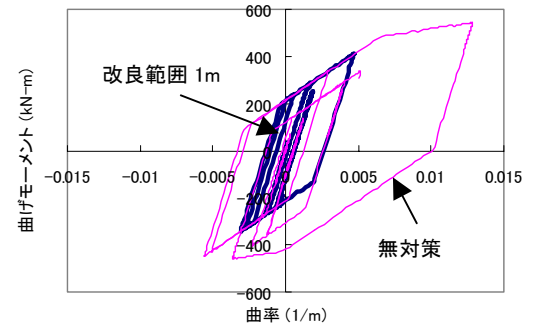


図-7 M～ ϕ 関係 (層境界部)

4. まとめ

検討の結果、杭基礎の水平変位量は、構造物からの慣性力の他に地盤変位による杭体の塑性化の程度に影響されることが示された。また、構造物への応力低減効果は改良範囲にしたがい大きくなるが、地盤 - 杭基礎 - 構造物の固有周期との関係に影響されるため、必ずしも改良範囲を広げることが構造物にとって有利にならないことがわかった。

なお、本報告は、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 12 年度活動報告に基づき取りまとめたものである。

参考文献

- 1) 角田, 原田, 谷野, 高津, 大下, 市村: 既設基礎の耐震補強方法の検討 - ドレーン工法の適用効果について -, 第 35 回地盤工学研究発表会講演集, 2001.6
- 2) 安田, 山口: 種々の不攪乱土における動的変形特性, 第 20 回土質工学研究発表会講演集, pp.539-542, 1985

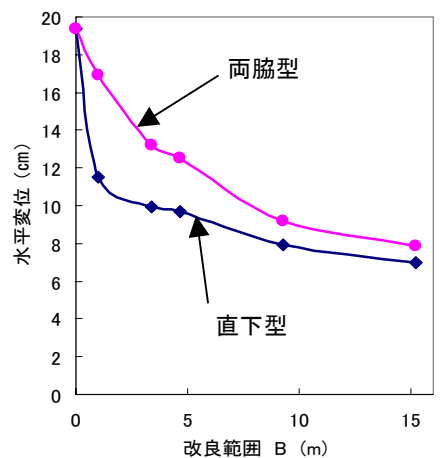


図-8 改良範囲～最大水平変位の関係 (フーチング)