

丸太打設液状化対策実証実験における地盤改良効果

飛島建設	正会員○筒井雅行	正会員 沼田淳紀
兼松日産農林	正会員 水谷羊介	正会員 三村佳織
昭和マテリアル	正会員 池田浩明	早稲田大学 学生会員 RIAZ Saima
高知大学	正会員 原 忠	学生会員 坂部晃子

1. はじめに

丸太打設による液状化対策の実大施工実験¹⁾²⁾について、各種サウンディングによる地盤調査結果と水平土圧の計測結果を示し、丸太打設による地盤の改良効果について述べる。

2. 地盤調査方法

地盤調査は、丸太打設前の原地盤と、丸太打設後の改良地盤で、地盤の強度を求めるために、①標準貫入試験(SPT) : JIS A 1219, ②スウェーデン式サウンディング試験(SWS) : JIS A 1221, ③簡易動的コーン貫入試験(PDCPT) : JGS 1433-2003, ④オートマチックラムサウンディング³⁾(ARS), ⑤ピエゾドライブコーン⁴⁾(PDC)を、また、丸太打設による水平土圧の増加を確認するために、⑥フラットダイラトメータ⁵⁾(DMT)による水平土圧計測を実施した。図-1に丸太打設前の地盤調査位置を、図-2に丸太打設後の地盤調査位置を示す。丸太打設後の N 値の増加に関する検討においては、いずれのサウンディングについても、丸太間の対角線中央部(図中の a の位置)の値を用いたが、図-2に示す b および c 、さらには改良範囲の辺上、辺から0.25mおよび0.5m離れの位置(図-2で改良範囲の上部)においても調査を実施した。

②～⑤のサウンディング試験の結果は、いずれも N 値に換算し、 N 値換算値(換算 N 値 N_1 とは異なる)として検討した。それぞれの換算式を、式(1)～式(4)に示す。

$$\text{SWS}^6) : N = 0.002W_{sw} + 0.067N_{sw} \quad (\text{砂・砂質土}) \quad (1)$$

ここで、 W_{sw} : 1000N 以下で貫入した場合の荷重(N), N_{sw} : 回転により貫入させた時の貫入量1m当たりの半回転数(回/m)

$$\text{PDCPT}^7) : N_d > 4 \text{ のとき} : N = 1.1 + 0.30N_d, N_d \leq 4 \text{ のとき} : N = 0.66N_d \quad (\text{砂質土}) \quad (2)$$

ここで、 N_d : 簡易動的コーン貫入試験より得られた100mmごとの打撃回数(回)

$$\text{ARS}^3) : N = N_d, \text{ただし}, N_d \leq 5 \text{ のとき} : N_d = N_{dm}, N_d > 5 \text{ のとき} : N_d = N_{dm} - \angle N_{dm} \quad (3)$$

ここで、 N_d : ラムサウンディングで得られたコーン試験値(回), N_{dm} : ラムサウンディングで得られた200mmごとの打撃回数(回), $\angle N_{dm}$: トルクより求められる補正回数(回)

$$\text{PDC}^4) : N = N_d, \text{ただし}, N_d = 10/d - 0.16M_t \quad (4)$$

ここで、 N_d : ピエゾドライブコーンで得られた貫入抵抗値(回), d : ラムサウンディングの1打撃当たりの貫入量(cm), M_t : 回転トルク(N・m)

3. 丸太打設前後の N 値と N 値換算値

図-3に、C区画(丸太打設間隔 $4D$ (D :末口径))におけるサウンディング試験結果を丸太打設前後の N 値または N 値換算値で示す。丸太径 D と打設間隔から算出される改良率 a_s は、A, C, E区画それぞれ $a_s = 3.1\%(5D)$, $4.8\%(4D)$, $8.0\%(3D)$ である。

図-3より、液状化の可能性のある砂層のうち、 F_{s2} 層、 A_s 層では、丸太打設後の N 値(N 値換算値)はいずれも原地盤のそれより大きくなること、深度が深くなるほど

N 値(N 値換算値)の

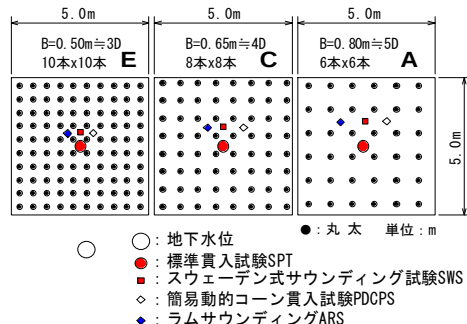


図-1 丸太打設前の地盤調査位置

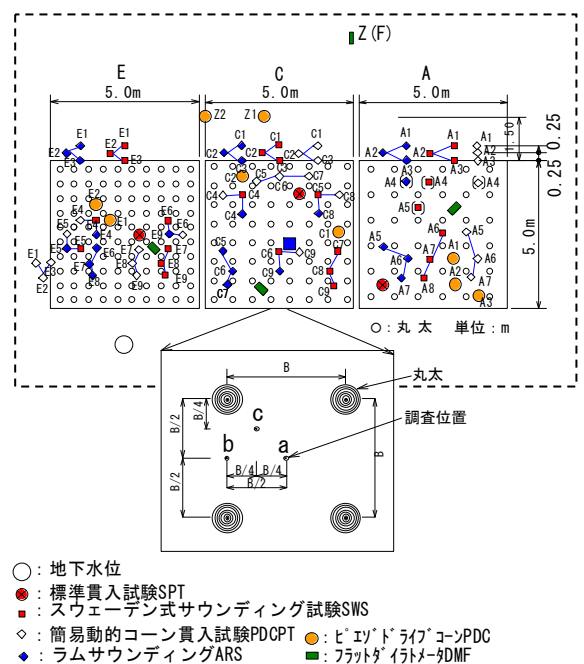


図-2 丸太打設後の地盤調査位置

キーワード 液状化, 地盤改良, 丸太, サウンディング, 静止土圧

連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472 TEL:04-7198-1101 FAX:04-7198-7586

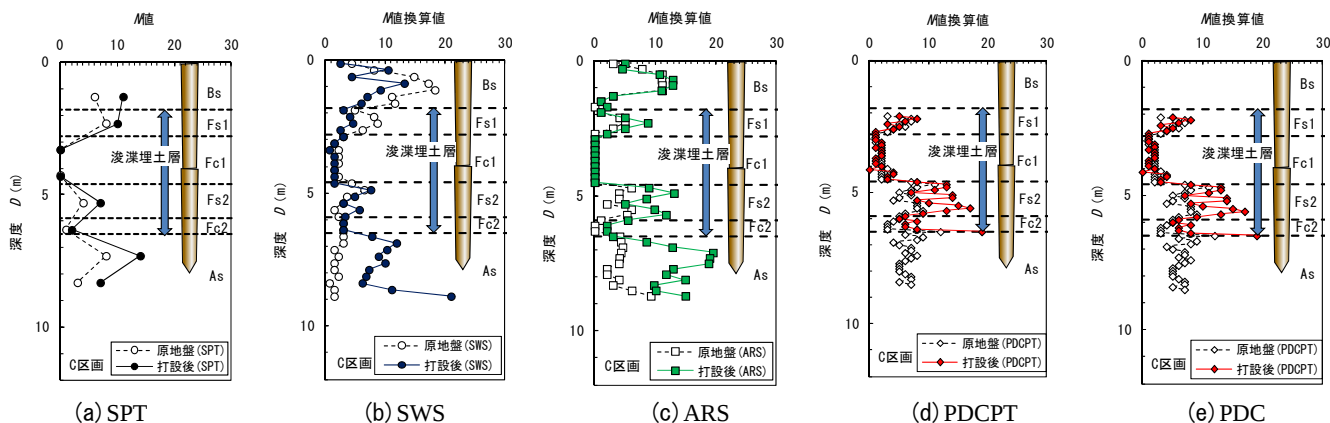


図-3 C区画(丸太打設間隔4D(D:末口径))における丸太打設前後のN値またはN値換算値

増加は大きくなることわかる。また、尖り加工した先端部においても丸太打設後のN値(N値換算値)の増加は大きくなっており、先端加工の影響は無視できると考えられる。

4. 丸太打設前後の補正N値

図-4に、SPTおよびPDCにより求められた原地盤と丸太打設後の補正N値を示す。拘束圧の補正および細粒分含有率の補正は、建築基礎構造設計指針⁸⁾による方法を用いた。図中には、サンドコンパクションパイル(以下SCPと表す)の設計法⁹⁾(A法)に示される改良率 $a_s=0.05, 0.10, 0.15$ も併記した。

いずれの区画も丸太打設後の補正N値は、ほとんどがSCPの設計値と同等かそれ以上の値となっていることがわかる。

Fs1層の細粒分含有率は15~62%とばらつき、かつ、40%以上と大きいものが多いことから、丸太打設前の補正N値は25以上であり、浅い層で液状化が生じる可能性が低い地盤であった。このような上載圧が低くやや硬い層では、丸太打設後のN値があまり上昇しない可能性も考えられる。

5. 水平土圧

図-5に、丸太打設間隔を3D, 4Dとした場合のフラットダイラトメータ試験結果を丸太打設前後の静止土圧係数 K_0 の比で示す。丸太打設前の K_0 に対し打設後の K_0 は、打設間隔3Dでは砂層で約1.2~2.8倍、打設間隔4DではFs1層を除く砂層で約1.1~2.4倍であり、室内実験結果¹⁰⁾と同様、丸太を打設することで水平土圧が増加することがわかる。

6. まとめ

本実大施工実験における地盤調査結果より、以下が明らかとなった。

- (1) 丸太打設された丸太間の地盤は、SCPの設計値(A法)と同等かそれ以上に地盤が強化されN値が増加する。
- (2) 深度が深くなるほどN値またはN値換算値の増加は大きくなる。
- (3) 丸太先端部においても打設後のN値の増加は大きくなっており、先端加工の影響は無視できると考えられる。
- (4) 丸太打設によって水平土圧は増加し、丸太打設間隔を4Dとした場合の静止土圧係数は1.1~2.4倍となる。

謝辞：本実験は、「浦安市が管理する施設を利用した液状化対策工法の実証実験」により浦安市から実験場所を提供していただいた。また、実験の一部は、林野庁地域材供給倍增事業のうち木造住宅・木造公共建築物等の構造部材開発等支援事業の中の木造中高層建築物等の部材開発等支援事業の補助を得て実施した。ここに記して深謝の意を表す。

参考文献

- 1) 原 忠, 坂部晃子, 沼田淳紀, 水谷羊介, 池田浩明: 丸太打設で補強した液状化地盤の原位置調査, 木材利用研究論文報告集, Vol.11, pp.87-94, 2012.
- 2) 沼田淳紀, 三輪 滋, 水谷羊介, 三村佳織, 池田浩明, 原 忠, 坂部晃子, Riaz Saima: 丸太打設液状化対策実証実験の概要, 土木学会第68回年次学術講演会講演概要集, 2013.9. (投稿中).
- 3) 日本建築学会: 2.SWS試験以外の原位置試験方法, 小規模建築物基礎設計指針, pp.37-45, 2008.2.
- 4) S. Sawada, D. Yoshizawa, N. Hiruma, M. Nagase, T. Sugano and H. Nakazawa: Evaluation of differential settlement following liquefaction using Piezo Drive Cone, Proc. 17th Int. Conf. on Soil Mech. Geotech. Eng., pp. 1064-1067, 2009.10.
- 5) Silvano Marchetti: In Situ Tests by Flat Dilatometer, J. Geotech. Eng. Div., ASCE, Vol.106, No.GT.3, pp.299-321, 1980.3.
- 6) 地盤工学会: 第4章 スウェーデン式サウンディング試験, 地盤調査の方法と解説, pp.280-289, 2004.6.
- 7) 地盤工学会: 第3章 簡易動的コーン貫入試験, 地盤調査の方法と解説, pp.274-279, 2004.
- 8) 日本建築学会: 4.5節 地盤の液状化, 建築基礎構造設計指針, pp.61-72, 2001.
- 9) 地盤工学会: 1.3 サンドコンパクションパイル工法, 地盤工学・実務シリーズ18 液状化対策工法, pp.233-253, 2004.
- 10) 本山寛, 沼田淳紀, 濱田政則, 桃原郁夫, 長尾博文, 吉田雅穂: 液状化対策における間伐材打設による水平土圧増加, 第46回地盤工学研究発表会発表講演集, pp.2171-2172, 2011.7.

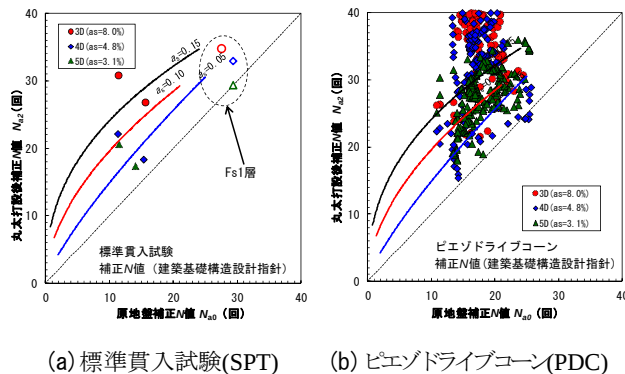


図-4 原地盤と丸太打設後の補正N値⁹⁾

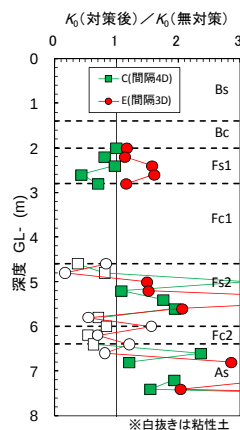


図-5 フラットダイラトメータ試験結果(C,E区画)