

Raft & Pile 基礎による軟弱粘土地盤の変形抑制効果

佐賀大学大学院工学系研究科

学生会員

○佐々木 仁

佐賀大学低平地沿岸海域研究センター

正会員

末次 大輔

佐賀大学大学院工学系研究科

学生会員

颯川 和真

1. はじめに

佐賀平野には軟弱な有明粘土が厚く堆積しており、盛土の安定性を保つためには軟弱地盤対策が不可欠である。一方、山間部では、林業従事者や需要の減少により、未整備の人工林が多く存在し、間伐材の積極利用が求められている。軟弱地盤対策に間伐材を使用すれば、山地部の再生・林業の再興と環境に配慮した盛土の建設が可能になる。著者らは、間伐材を有効利用した筏基礎と列杭を併用する Raft & Pile 基礎(以下, RP 基礎)の開発を進めている。RP 基礎として間伐材を使用することで、林業サイクルの回復および間伐材内部の CO₂ の地下貯蔵によって、CO₂ 削減に寄与することができる。既往の研究によって、バーチカルドレーンを併用した RP 基礎は、筏基礎直下の地盤の剛性を高め、側方流動を抑制できることが分かっている¹⁾。そこで本研究では、有限差分法解析によるパラメトリックスタディを行い、RP 基礎およびドレーンの併用効果について検討した。

2. 解析条件

地盤条件は佐賀県佐賀市嘉瀬南 IC 付近のボーリング結果を参考に設定した。解析モデルを図-1 に、土質パラメータおよび解析ケースを表-1 に示す。有明粘土層は修正カムクレイモデル、砂層および盛土は弾性モデルを用いた。Raft および Pile は Beam 要素を用い、剛性値としてヒノキ 1 本の曲げヤング係数($E = 7.6 \times 10^6 \text{ kN/m}^2$)を使用した。ドレーンは、厚さ 5mm, 幅 100mm, 透水能力 $100 \text{ m}^3/\text{year}$, 改良深さ 11m, 正方形配置とし、ドレーン打設域は等価垂直方向透水係数法²⁾を用いて透水係数を設定した。解析ケースは、RP 基礎の効果を検討するための Case1(無対策, Raft, Raft & Pile), ならびにドレーンの併用効果を検討するための Case2(Raft & Pile + ドレーン)とした。盛土高は 5.5m, 載荷速度は 20cm/day である。

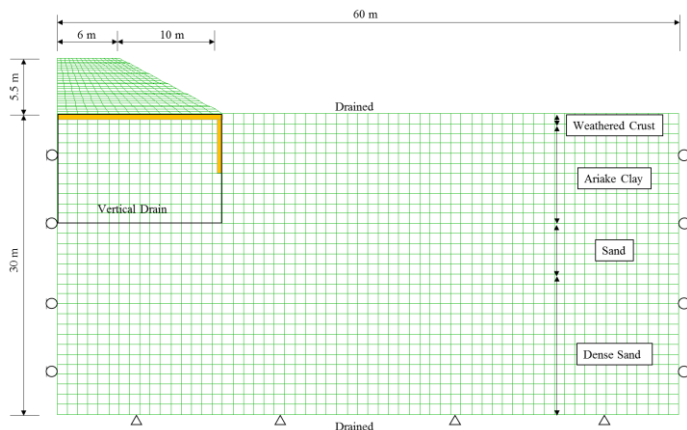


図-1 解析モデル

表-1 土質パラメータおよび実験ケース

	Weathered Crust	Ariake Clay	Sand	Dense Sand	Fill	Timber
	0m - 1m	1m - 11m	11m - 16m	16m - 30m	-	-
$E [\text{kN/m}^2]$	-	-	$1.50 \cdot E+04$	$3.00 \cdot E+04$	$8.00 \cdot E+03$	$7.60 \cdot E+06$
$\rho_s [\text{g/cm}^3]$	1.529	1.478	1.58	1.937	1.631	0.479
λ	0.083	0.25	-	-	-	-
κ	0.0083	0.025	-	-	-	-
ν	0.25	0.3	0.2	0.2	0.3	0.33
M	0.9838	0.9838	-	-	-	-
e_0	2	2.5	1	1	1	-
$P_c [\text{kN/m}^2]$	11.53	34.83	-	-	-	-
$k_v [\text{m/day}]$	$6.57 \cdot E-03$	$1.52 \cdot E-03$	$2.51 \cdot E-01$	$2.51 \cdot E-01$	$1.00 \cdot E+00$	-
$k_h [\text{m/day}]$	$9.89 \cdot E-03$	$2.28 \cdot E-03$	$2.51 \cdot E-01$	$2.51 \cdot E-01$	$1.00 \cdot E+00$	-

Cases	Raft (layer)	Pile (m)	Drain (m)	
			Distance	Length
Case 1	NRP	-	-	-
	R1-P0	1	-	-
	R1-P6	1	6	-
Case 2	R1-P6-D0.5	1	6	0.5

3. 解析結果

図-2 に盛土中心部の沈下量を示す。Raft 基礎を設置することで沈下量が約 20cm 小さくなり、Pile を打設することで、更に 20cm 程度沈下量が小さくなる。また、ドレーンを併用すると圧密が促進され 50 日前後で沈下が速やかに落ち着くことが分かる。図-3 に地盤表面の変形を示す。無対策の場合、盛土中心部が大きく沈下し、周辺地盤が約 40cm 隆起している。Raft を 1 層敷設すると、盛土の沈下量が小さくなり周辺地盤の隆起も約 20cm と小さくなっている。さらに Pile を打設し RP 基礎とすることで、周辺地盤の隆起は更に抑制される。また、法尻周辺部では、引き込み沈下も見られる。ドレーンを併用した場合の地盤表面の挙動は、R1P6 とほぼ変わらなかった。図-4 に Pile 周辺の水平変位を示す。Raft 基礎によって、沈下量が小さくなったことで水平変位も小さくなってい

る。また、Pile 打設によって 6m までの水平変位が大きく抑制される。ドレーンを打設すると RP 基礎のみに比べ、杭の開きが抑えられ、杭下部の水平変位が小さくなっている。図-5 にせん断ひずみのコンター図を示す。無対策の場合、盛土中心部から周辺地盤に向かってせん断ひずみが大きくなっている。Raft を敷設すると、挙動は変わらないが沈下量が抑制されたことでせん断ひずみも小さくなる。Pile を打設すると、Pile の縁切り効果によって周辺地盤のせん断ひずみが小さくなり、Pile 周辺のせん断ひずみが大きくなる。ドレーンを併用すると Raft 直下のせん断変形が抑えられ、Pile の縁切り効果を高めることができる。

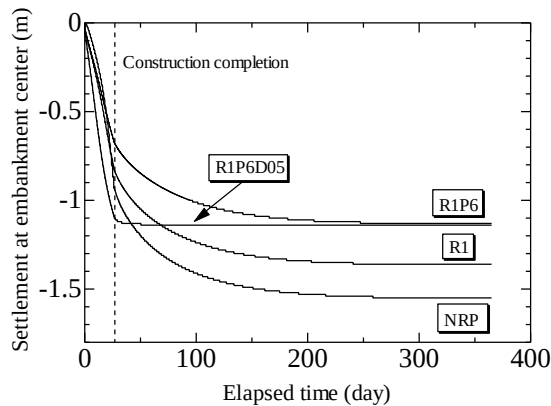


図-2 盛土中心部の沈下量

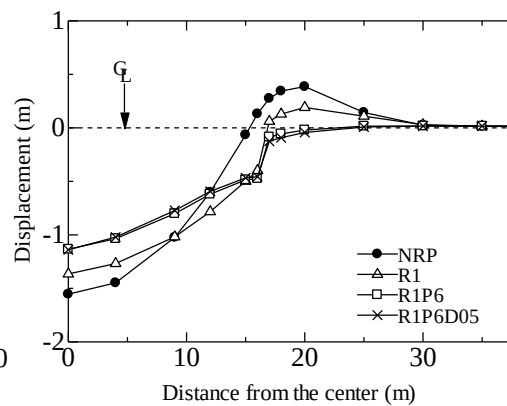


図-3 地盤表面の変形

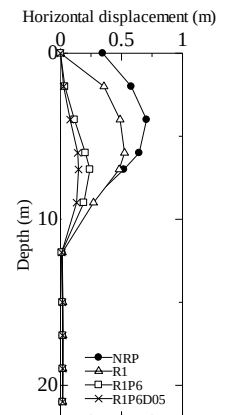


図-4 Pile 周辺の水平変位

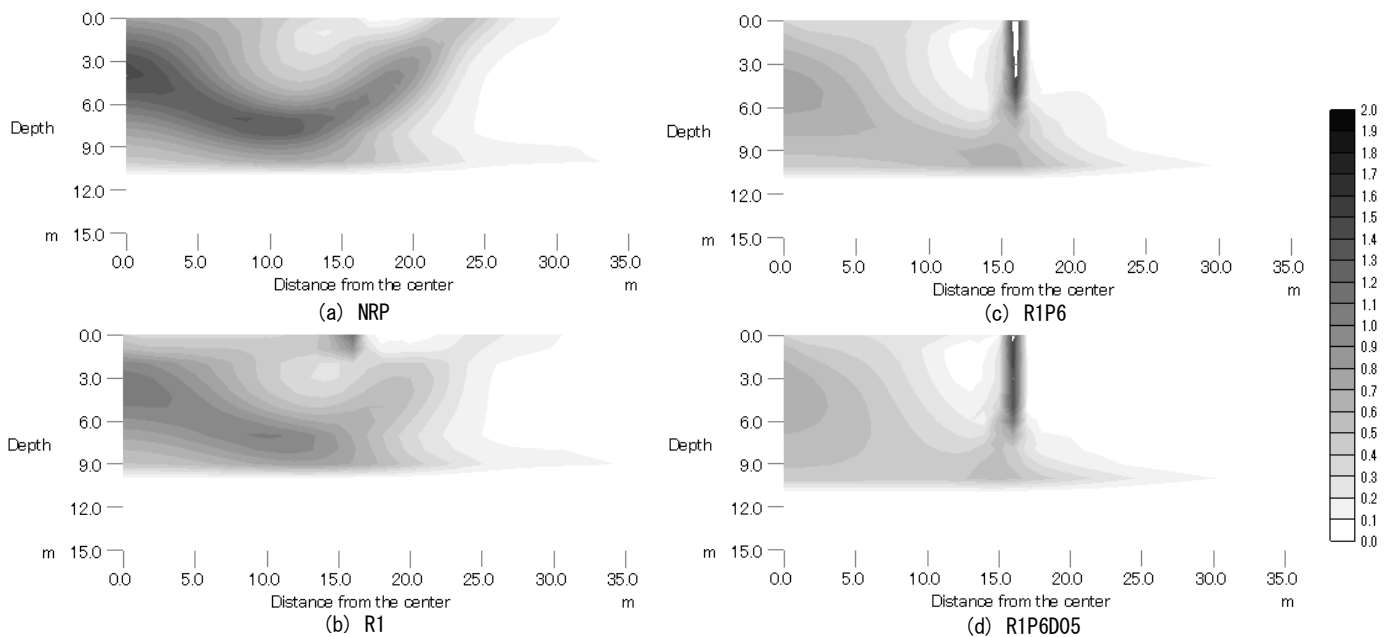


図-5 せん断ひずみのコンター図

4. 結論

Raft を盛土直下に敷設すると、沈下量が小さくなることで水平変位も小さくなる。RP 基礎とすることで、Pile の縁切り効果によって周辺地盤への影響を大きく軽減することができる。ドレーンを Raft 直下に併用すると圧密が促進され沈下が速やかに終了する。尚且つ Pile のみでは抑えられなかった杭下部の変形を小さくすることができる。

【参考文献】

- 1) 佐々木仁, 末次大輔, Suman Manandhar : 軟弱地盤における筏 - 列杭複合基礎とバーチカルドレーンの併用効果に関する模型実験, 平成 25 年度土木学会西部支部研究発表会, III-11 PP.329~330
- 2) Jin-Chun Chai, Shui-Long Shen, Norihiko Miura, Dennes T. Bergado : SIMPLE METHOD OF MODELING PVD-IMPROVED SUBSOIL, JOURNAL OF GEOTECHNICAL AND GEOENVIRONMENTAL ENGINEERING, NOVEMBER 2001, PP.965-972