

Raft & Pile 工法を用いた軟弱地盤上堤防嵩上げにおける Pile の効果

佐賀大学理工学部
佐賀大学低平地研究センター
佐賀大学理工学部

学○天本 和也
F 林 重徳・正 末次 大輔
学 平田 元輝

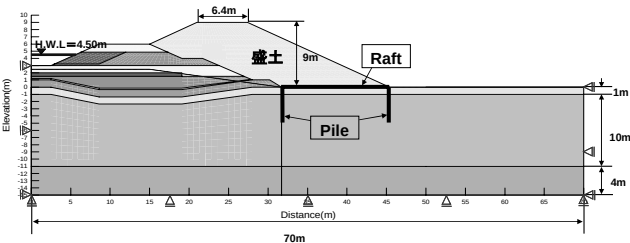
1. はじめに

有明海沿岸地域には、鋭敏かつ超軟弱な有明粘土が厚く堆積しており、この地盤上に道路盛土や河川堤防などを構築する際には地盤沈下のみならず、側方流動現象にも十分な注意が必要である。一方、有明海沿岸地域には、間伐材の利用先がないために、整備されないままの山林が多く存在する。木材は、樹種にかかわらず、地下水位以下に保持されれば、海水環境下でも極めて高い耐久性を示す。著者らは間伐材を多用する Raft & Pile 工法の開発研究を行っている。本研究では、Raft & Pile 工法を用いた軟弱地盤上堤防嵩上げにおける Pile の効果を明らかにする目的で数値解析を行った。本文ではその結果について報告する。

2. 解析概要

2.1 解析断面

図－1 は本研究で使用した佐賀県の中央部を流れる牛津川右岸の 2k200 地点の解析断面図である。堤体は砂層、礫層、粘土層、石灰改良土層で構成されており、地表面以下には層厚 1m の表層土と層厚 10m の有明粘土層があり、その下に砂層が堆積している。本研究は FEM 解析ソフト (GeoStudio 2004) を使用した。表－1 に数値解析で用いた地盤のパラメータを示す。表層土、有明粘土層は修正カムクレイモデルを、砂層は弾性モデルを用いた。また、Raft および Pile はビーム要素を用いた。本研究では 3m の嵩上げを想定し、盛土天端幅 6.4m、盛土高さ 9m、単位体積重量 16kN/m³ の盛土を 74 日間で段階的に載荷した。



図－1 牛津川右岸 2k200 地点解析断面図

表－1 地盤のパラメータ

	表層土	有明粘土層	砂質土層
標高 [m]	0～-1	-1～-11	-11～-15
γ_t [kN/m ³]	15.00	14.50	15.50
k [m/day]	6.57E-03	1.57E-03	2.51E-01
λ	0.083	0.250	—
κ	0.0083	0.0250	—
e	2.0	2.5	1.0
Γ	2.96	3.42	—
ν	0.25	0.30	0.20
ϕ [°]	25	25	—
OGR	4	1.2	—
E [kN/m ²]	—	—	1.50E+04
μ	0.98	0.98	—
mv	1.33E-04	1.33E-04	4.44E-05

表－2 解析ケース

Case	断面図	Pile 掘入れ (m)		Case	断面図	Pile 掘入れ (m)	
		堤外地側	堤内地側			堤外地側	堤内地側
0-0		0	0	12-5		12	5
5-5		5	5	5-7		5	7
7-5		7	5	5-9		5	9
9-5		9	5	5-12		5	12

2.2 解析ケース

表－2 に解析ケースを示す。Raft は盛土の底部全体に敷設し、Pile は既存堤の法尻部と嵩上げ堤の法尻部に打設する。本研究では嵩上げにおける Pile の効果を明らかにするため、まず、Raft & Pile を敷設しないケースと両端の Pile の長さが 5m のケースで解析した。次に嵩上げ堤の法尻側の Pile の長さを 5m に固定し、既存堤の法尻側の Pile の長さを 7, 9, 12m と変化させたケースで解析した。最後に、既存堤の法尻側の Pile の長さを 5m に固定して、嵩上げ堤の法尻側の Pile の長さを 7, 9, 12m と変化させたケースで解析を行った。解析ケースのうち Case12-5, 5-12 は砂層まで Pile を打設しているケースである。Raft の幅は全ケース 13.7m である。

3. 解析結果と考察

図-2, 3に嵩上げ堤の法尻側 Pile の打設地点の地表面から 15m の深さまでの側方変位を示す。どのケースにおいても 11m 以下の砂層での側方変位はほとんど起こらず、表層と有明粘土層で側方変位が生じた。図-2 に示す既存堤の法尻側 Pile を長くしているケースでは、Case 7-5, 9-5, 12-5 は嵩上げ堤の法尻側 Pile は 5m までであるが、既存堤側の Pile の長いときほど側方変位量は小さくなる。特に、既存堤の法尻側 Pile を砂層まで打設している Case 12-5 では側方変位の抑制効果が非常に高い。図-3 に示す嵩上げ堤の法尻側 Pile を長くしているケースでも同様に、Pile を長くするほど側方変位量は小さくなる。しかし、図-2 の既存堤の法尻側 Pile を長くしているケースと比較すると、側方変位最大値は大きくなっている。これらの結果より、長い Pile を打設することにより側方変位抑制効果が増し、既存堤の法尻側の Pile の長さを嵩上げ堤の法尻側 Pile よりも長くするとその効果は大きくなることがわかった。図-4, 5 は嵩上げ堤の法尻部からの地表面の隆起を示している。図-4 は Pile の長さが 7m の Case 7-5 と、Case 5-7 を比較したものである。Case 7-5 は最大隆起が 0.30m であるのに対し、Case 5-7 は最大隆起が 0.44m となる、Case 7-5 が Case 5-7 よりも全体的に隆起を抑制していることがわかる。図-5 は Pile が 12m のものを使用し、砂層まで Pile を打設した Case 12-5 と Case 5-12 を比較したものである。Case 12-5 は最大隆起が 0.05m であるのに対し、Case 5-12 は最大隆起が 0.29m となり、Case 12-5 が Case 5-12 よりも全体的に隆起を抑制している。これらの結果から、既存堤の法尻側の Pile を長く打設した場合の方が隆起を抑制する効果が高いものと考えられる。

4. おわりに

本研究では Raft & Pile 工法の軟弱地盤上堤防嵩上げ時における Pile の効果について検討した。得られた知見は次の通りである。

- 1) Pile を打設することにより側方変位は抑制される。既存堤の法尻側あるいは嵩上げ堤の法尻側のどちらか一方の Pile を長くすることで抑制効果は増加する。
- 2) 既存堤の法尻側の Pile の長さを嵩上げ堤の法尻側 Pile よりも長くすることによって、側方変位抑制効果が大きくなり、地表面の隆起抑制効果も大きくなる。

(参考文献) 梅田ら：現場実験からみた側帯築造における Raft & Pile 工法の適用の検討 平成 20 年度土木学会西部支部講演概要集 pp545～546

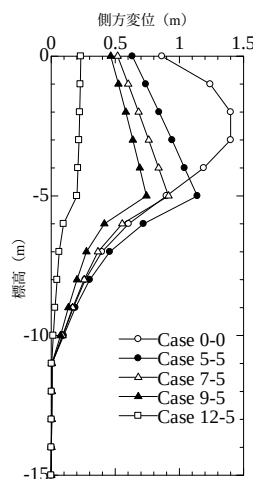


図-2 Case0-0・

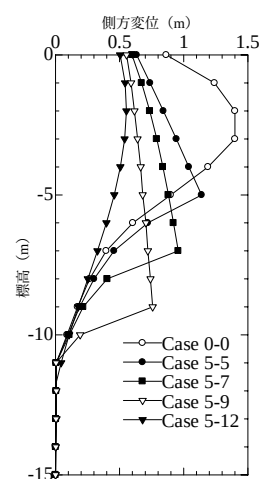


図-3 Case0-0・

5-5,7,9,12 の側方変位

5-5,7,9,12 の側方変位

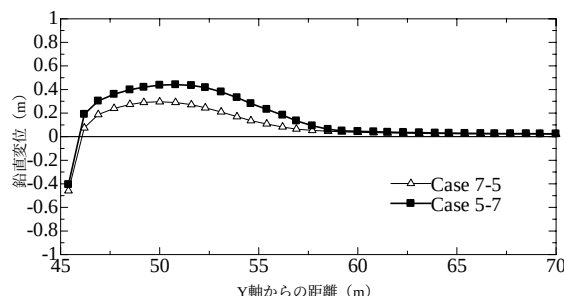


図-4 Case5-7, 7-5 の地表面の隆起

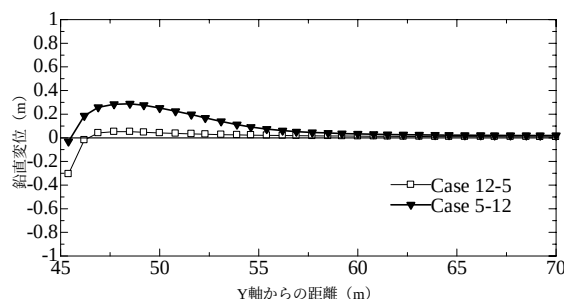


図-5 Case12-5, 5-12 の地表面の隆起