

III-251

基礎の種類と排土効果を考慮した複合地盤の支持力解析

名古屋大学 正会員 浅岡 顕
名古屋大学大学院 学生会員 小高猛司

1. はじめに

砂杭で改良された複合地盤が発揮する支持力が砂杭の排水条件や基礎の種類によってどのように変わるのか、また地盤の乱れとして処理されてしまいがちな砂杭打設時の排土効果が支持力に及ぼす影響がどれだけあるかの2点について考察したのでこれを報告する。

2. 2次元平面ひずみ条件での複合地盤の支持力解析

砂杭を排(吸)水および非排(吸)水の両極の条件で考え、連成極限解析を用いて以下の解析を行う。表1, 図1は解析に用いた土質パラメータおよび地盤の初期応力状態である。

表1 土質パラメータ

	λ	κ	M	γ_t (kN/m ²)
砂	0.03	0.003	1.2	16.17
粘土	0.25	0.1304	1.2	16.17

(1) 剛な基礎で載荷した場合の支持力～置換率関係…図2に示す変位速度境界条件で基礎底面粗として解析する。破壊時塑性流れは図3に示すように全域で大きく現われ、支持力と置換率の関係は図4のようになる。OCRは地盤底部での P_y'/P_0' である。支持力は砂杭部を排(吸)水とする方が非排(吸)水とするより大きく、 A_s に対して飛躍的に増大する。杭頭から砂杭への応力集中が著しく、砂の拘束圧は直接に剛基礎から与えられる。

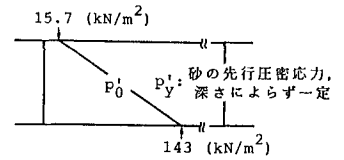


図1 初期応力状態

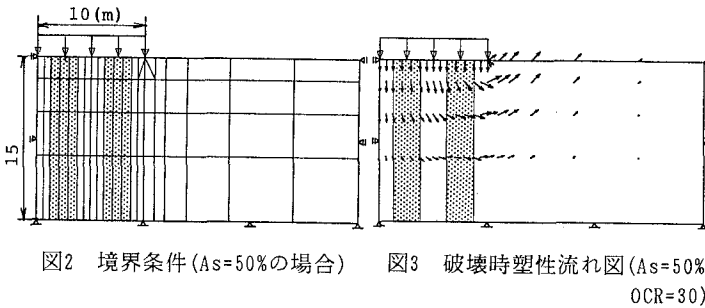


図2 境界条件 ($A_s=50\%$ の場合)

図3 破壊時塑性流れ図 ($A_s=50\%$, OCR=30)

(2) 盛土載荷(剛性ゼロ)の場合の支持力～改良幅関係… $A_s=30\%$ で低置換改良した場合に、改良幅が法尻から0m(未改良), 7.5m, 15m, 30m(全面改良)である場合について荷重境界条件で解析する。図5に境界条件(改良幅15mの

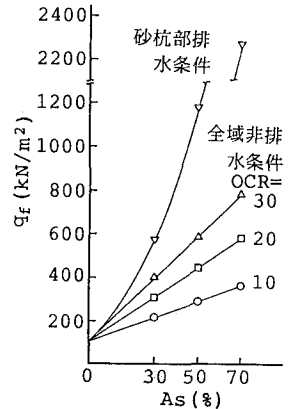


図4 支持力～置換率関係

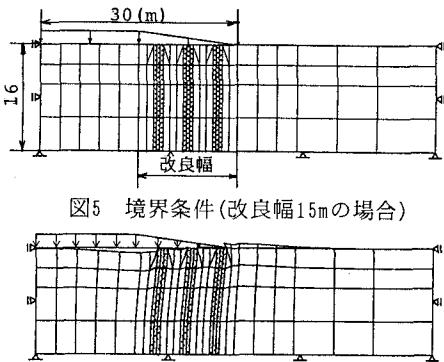


図5 境界条件(改良幅15mの場合)

図7 破壊状態図(改良幅15m)

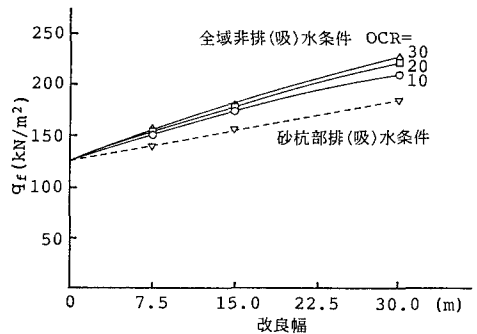


図6 支持力～改良幅関係

場合)を示す。図6に支持力～改良幅関係を示す。支持力は改良幅の増加に伴い増大し、砂杭部を非排(吸)水とした方が排(吸)水とするよりも大きい。図7は破壊時塑性流れより得た地盤の破壊状態図である。砂杭は基礎直下の粘土部から発生した側方流動を受け止めるように働いている。そのため改良域は法尻から盛土載荷部の内側に向かって設けるのが効率的である。砂杭への杭頭での応力集中はなく、砂の拘束圧は負の過剰水圧からもたらされる。以上のように、複合地盤の支持力発揮のメカニズムは基礎によって異なり、SCPを施工する際には、基礎の種類に応じて排水条件も考慮に入れた対策を立てるのが望ましいことがわかる。

3. SCP地盤の支持力に及ぼす排土効果に関する一考察

表2 土質パラメータ

SCP打設時には、砂杭の周りの粘土は横方向に押広げられ破壊する。しかし、打設後の放置期間に杭間粘土は破壊時に発生する過剰間隙水圧の消散に伴い圧密される。この原理に沿って簡単なSCP打設のシミュレーションを行い、SCP地盤の排土効果を考察する。計算には表2のパラメータを用いる。

(1)	(2)	(3)
(粘土)	(粘土)	(砂杭)
λ 0.25	E 235kN/m ²	λ 0.03
κ 0.13	ν 1/3	κ 0.003
M 1.2	v_0 3.0	M 1.2
K_0 1.0		K_0 1.0
p'_0 19.6kN/m ²		p'_0 19.6kN/m ²

(1)砂杭打設時の杭間粘土の破壊・・・図8はSCP打設前の地盤の境界条件である。砂杭打設を想定し中央の直径1mの穴を直径3mまで拡幅する。軸対称条件での剛塑性変形解析を用い、杭径が3mまで拡幅される過程を0.5mずつの拡幅で計4ステップで計算する。図9は砂杭拡幅後の過剰間隙水圧分布である。

(2)打設後の過剰間隙水圧の消散・・・(1)の最終段階のメッシュのまま図9の破壊時過剰間隙水圧を初期値とし弾性圧密解析を行う。排水境界は上面および砂杭と接している内面とする。図10はCam-Clayモデルを用いて体積減少量から求められる、圧密終了時の粘土の非排水せん断強度Cuの増加率である。

(3)圧密完了後のSCP地盤の支持力解析・・・(2)の強度増加後の粘土でSCP地盤の支持力解析を行う。拡幅された中心部に砂の要素を加え(図11)、盛上がり土を削り取り上方を平坦にした後に、剛な基礎を載荷したとして砂杭部のみ非排(排)水条件で支持力解析する。表3に解析結果を示す。排土効果を受けず原地盤の強度で計算した結果より約1.6倍となり、たとえ低置換(As=9%)であっても驚くべき改良効果が表れる。この排土効果による強度の増強の有無が低置換SCP工法とサンドドレーン工法との大きな違いとなる。

表3 解析結果

粘土原地盤だけの支持力	qf=14.6
上と同じ境界条件で粘土部が原地盤のまま(1)の初期条件)とした場合の支持力	qf=26.3
粘土部が(1),(2)の過程を経た排土効果を考慮した(3)での支持力	qf=42.8 (KN/m ²)

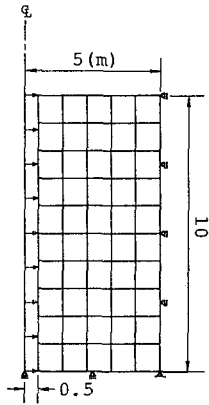


図8 SCP打設前の境界条件

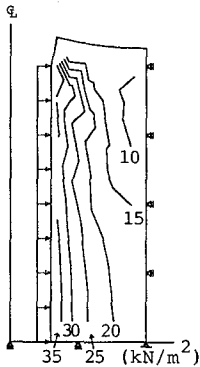


図9 破壊時過剰間隙水圧分布

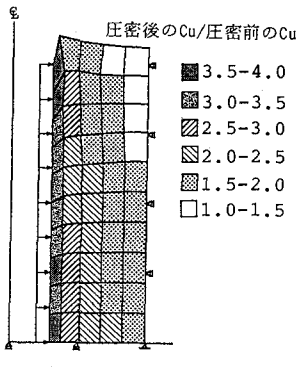


図10 Cuの増加率

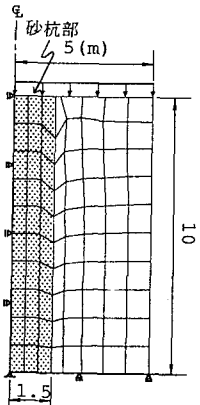


図11 圧密後の支持力解析の境界条件

参考文献 1)浅岡頭・小高猛司(1992):連成極限解析による飽和粘土の破壊後挙動実験のシミュレーション,第27回土質工学研究発表会講演集.