

格子状地盤改良による原地盤の拘束を考慮した根切り底面地盤の剛性の評価

九州大学大学院 学 ○西岡佑介 F 落合英俊 正 安福規之
 正 大嶺 聖 正 小林泰三
 (株)竹中工務店 河野貴雄

1. はじめに

根切り工事における山留め壁変位の抑止対策として、特に軟弱地盤においては根切り底面を格子状に地盤改良する技術が用いられている。しかし、山留め壁の変位に対する掘削側の地盤の抵抗は、格子状に地盤改良を行った場合においても、向かい合う山留め壁に対して梁状に地盤改良を行った場合と同じ方法で評価されている²⁾。原地盤の変形が格子状の地盤改良体（以降改良体と呼ぶ）によって拘束されることを想定すると、山留め壁の変位に対する原地盤の抵抗は梁状に地盤改良した場合よりも大きく評価できると考えられる。本研究では格子状に地盤改良を行うことによる効果を土質力学の視点から考察することによって、その効果を考慮した山留め壁変位に対する根切り底面地盤の抵抗の考え方を提示することを目的とする。

2. 現在の山留め壁設計における地盤反力の考え方

山留め壁の変位抑止対策として向かい合う山留め壁間で根切り底面の地盤を梁状に改良する場合、根切り底面全体の地盤反力係数 k_{he} は式(1)で求められている。

$$k_{he} = \frac{W_0}{W} k_{hs} + \frac{(W - W_0)}{W} k_{h0} \quad (1)$$

ここで、 k_{hs} :改良体の水平地盤反力係数、 k_{h0} :原地盤の水平地盤反力係数、 W :改良間隔、 W_0 :改良幅である。

液状化対策として根切り底面を格子状に地盤改良する場合、根切り底面地盤全体の地盤反力係数 k_{he} は、梁状に地盤改良した場合と同様に式(1)で評価されている。しかし、格子状に地盤改良を行うことにより格子内の原地盤が拘束される効果が生じ、それに伴って原地盤の地盤反力係数が増加することが期待される。そこで格子状に地盤改良を行うことによる原地盤の反力係数 k_{h0} の増加倍率 α （ここでは割増し係数と呼ぶ）を導入すると、式(1)は次のように表せる。

$$k_{he} = \frac{W_0}{W} k_{hs} + \frac{(W - W_0)}{W} (1 + \alpha) k_{h0} \quad (2)$$

本研究では、この割増し係数 α を導入したことの妥当性を明らかにするために模型実験を行うことにより格子状の地盤改良の効果を確認する。

3. 模型実験について

模型実験では実験土槽内に模型山留め壁、模型改良体と模型地盤を設置し、ロードセルを介してジャッキにより山留め壁を押し、改良体及び地盤に変位を与える。改良体と模型地盤は、実際の現場での改良体と原地盤の剛性の比 $1:40 \sim 1:100$ を満足するように改良体には樹脂系材料を、模型地盤には初期含水比 $w_0=100\%$ のカオリン粘土に普通ポルトランドセメントを 15kg/m^3 の割合で添加し 3 日間養生させたものを用いた。今回の実験では格子状に地盤改良を行った効果を考える上で、梁状に地盤改良した場合を模型実験で再現し、得られた実験結果から式(1)の関係が成り立つかどうかの検討を行った。

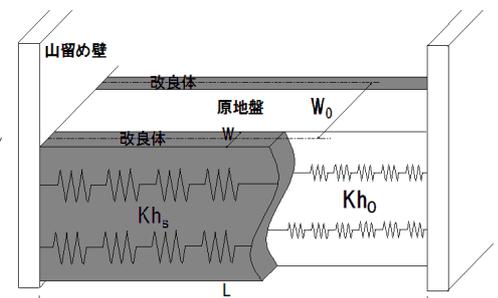


図1 地盤反力係数の概念図

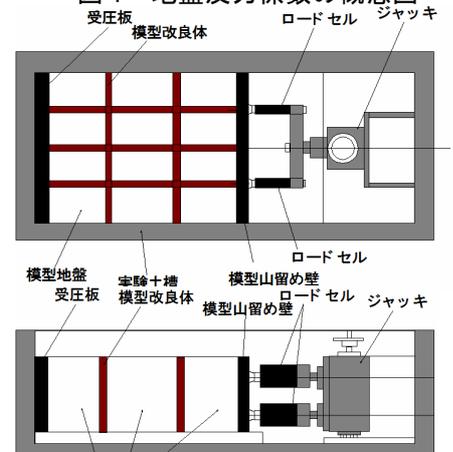


図2 実験土槽の概略図



図3 模型実験の様子

キーワード 山留め壁 格子状地盤改良 拘束効果

福岡市東区箱崎 6-10-1 (工学部 4 号館(水工)) TEL:092-642-3286 FAX:092-642-3285

実験ではジャッキに設置したロードセルと模型山留め壁に設置した変位計により山留め壁に作用する荷重と変位を測定し、得られた測定結果からいわゆる構造体としての平均的な変形係数（以降変形係数と呼ぶ）を求めた。ここでは変形係数と地盤反力係数は比例関係にあると考え、下に示す式(3)を用いて実験から得られた変形係数の評価を行った。

$$E_A = \frac{W_0}{W} E_s + \frac{W - W_0}{W} E_0 \quad (3)$$

ここで E_A :地盤全体の変形係数(MPa)、 E_s :改良体の変形係数(MPa)、 E_0 :粘土地盤の変形係数(MPa)である。なお、これらの変形係数は測定結果から下に示す式(4)によって求めた。

$$E = \frac{P}{\varepsilon A} \quad (4)$$

ここで E :変形係数(MPa), P :水平方向に山留め壁を押す荷重(kN), ε :ひずみ, A :断面積(m²)である。

実験の条件を表1に示す。山留め壁に垂直に板状の改良体を設置し壁に変位を与えることで改良体の弾性係数 E_s を求めた(Case1)。

また、カオリン粘土を土槽に投入し改良体の場合と同様にして実験を行い、粘土地盤の変形係数 E_0 を求めた(Case2)。そして、Case1と同様に改良体を設置した後に土槽内にカオリン粘土を投入することで地盤を作製し、梁状に地盤改良した地盤を再現し実験を行った(Case3)。Case3で得られた地盤全体の変形係数 E_{Am} と Case1、Case2により得られた変形係数から式(3)を用いて得られる地盤全体の変形係数 E_{Acal} との比較を行った。

4. 実験結果と考察

図4に水平変位と荷重の関係を示す。図より変位の増加に伴い粘土地盤の抵抗は小さくなり一定の値に近づくが、これに対して改良体は変位が増加しても大きな抵抗力を発揮している。このことより水平変位が相対的に大きくなると改良体と粘土地盤の複合体としての壁の変位に対する抵抗力は改良体の抵抗力に依存していることが分かった。また、実験結果から求めた変形係数を表2に示す。今回の模型実験は実際の地盤の1/50のスケールで行った。実際に格子状に地盤改良を行った場合の山留め壁の変位量が20mm程度であることを考え、模型実験での変位量が0.4mmのときの変形係数に注目した。表2より変位が0.4mmのときは E_{Am} が E_{Acal} よりも1.4倍ほど大きいことが分かる。これは壁の変位に対して改良体と粘土地盤が一体となって抵抗したため、式(3)より得られる変形係数よりも大きな値が得られたと考えられる。図5に水平変位と E_{Am}/E_{Acal} の関係を示す。図5より変位が大きくなるに従い E_{Am}/E_{Acal} の値が増加しているのが分かる。以上より梁状に地盤改良を行った場合でも、改良体と粘土地盤の変形係数が割増される効果があると考えられる。

5. まとめ

模型実験により梁状に地盤改良を行った場合の地盤の平均的な変形係数についての検討を行った。実験より得られた地盤全体の変形係数は、改良体と粘土地盤の変形係数をそれぞれの幅に応じて足し合わせる評価式よりも大きな値が得られた。このことから、格子状に地盤改良した場合だけでなく梁状に地盤改良を行った場合でも、変形係数の割増し効果があると考えられる。今後は、梁状および格子状に地盤改良した場合における模型実験を行い、地盤改良体による拘束効果を検討していく予定である。[参考文献] 1)日本建築学会:山留め設計施工指針、2002、2)谷田進一他:ストラット型地盤改良による山留め壁の変位抑止効果、第32回地盤工学研究発表会、pp.1759-1760、1997

表1 実験条件

	模型地盤の状態	評価の対象
Case1	改良体	E_s
Case2	カオリン粘土	E_0
Case3	改良体+カオリン粘土	E_{Am}

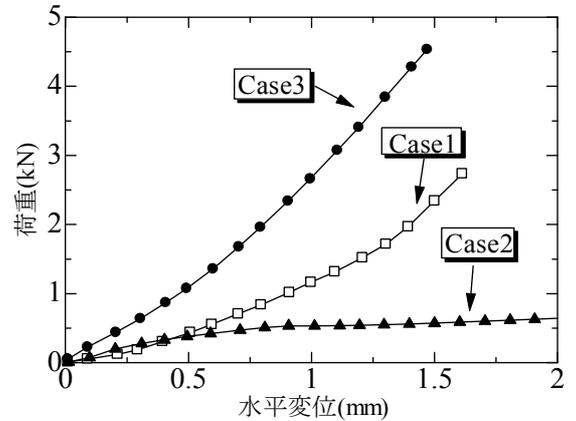


図4 水平変位と荷重の関係

表2 各変位における平均的な変形係数

変位 (mm)	W_0 (mm)	W (mm)	E_s (MPa)	E_0 (MPa)	E_{Am} (MPa)	E_{Acal} (MPa)	E_{Am}/E_{Acal}
0.4	20	400	146.33	3.39	14.79	10.54	1.40
0.8	20	400	192.60	2.00	20.82	11.53	1.81
1.2	20	400	231.43	0.61	23.73	12.15	1.95

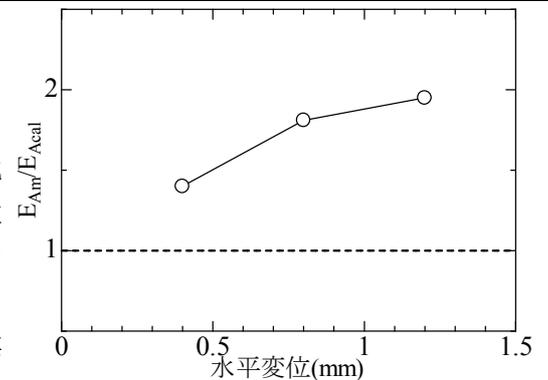


図5 変位と E_{Am}/E_{Acal} の関係