

III-101 補強土擁壁の変形解析に関する基礎的検討

豊橋技術科学大学大学院 学生員 ○森本 重徳
 豊橋技術科学大学 正員 河邑 真
 高知工業高等専門学校 正員 岡林 宏二郎

1.はじめに

補強材を地盤内に數設することにより安定をはかる工法は、盛んに開発が行われている。補強材の補強効果を解明する手段として、有限要素法を用いた数値解析があり、そのためには、土と補強材の間の摩擦特性を的確に表現する必要がある。ここでは、補強土擁壁を対象としてジョイント要素を用いた有限要素解析を行い、ジョイント要素の剛性と盛土の弾性係数が補強土擁壁の変形挙動におよぼす影響について検討した一例を以下に報告する。

2. 解析手法および材料特性

補強材と土との間の不連続面にジョイント要素を用いた有限要素法を用い、図-1に示すモデル（壁高3.6m、補強材長3.0m、鉛直方向敷設間隔0.6m）を解析した。土要素はモール・クーロンの破壊基準を使った弾塑性体、壁面材および補強材は弾性体とした。解析に用いた材料特性を表-1および表-2に示す。

ここで、補強材は厚さ0.001m、壁面材は厚さ0.04

mとした。補強材の端部は壁面材に固定されているものとし、境界条件は、基礎地盤の底面を固定、側面は水平方向のみ拘束とした。なお、計算は盛土の自重による変形解析を行つた。

3. 解析結果

ジョイント要素の接線剛性を10000tf/m²とし、盛土の弾性係数を変化させた結果を示す。図-2は壁面から0.3m離れた鉛直面に作用する水平土圧分布および高さ0.9m、2.1mの補強材に生じる引張応力分布を、図-3は壁面の水平変位を示す。盛土の弾性係数が低いほど各値は高い値を示す傾向にあるが、これは、盛土はその弾性係数が低いほど変形しやすいためと考えられる。次に、高さ1.5mの補強材で引張応力が最大となる壁面から1.5mにおける土と補強材の接触面での水平変位量の差（=土の変位量-補強材の変位量）を

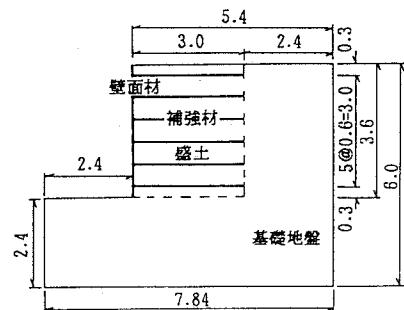


図-1 解析モデル 単位(m)

表-1 材料特性

		盛土	基礎地盤	補強材	壁面材
弾性係数	E	tf/m ²	1500	15000	2.7×10^6
粘着力	c	tf/m ²	0.0	4.0	
単位体積重量	γ	tf/m ³	1.55	1.60	7.85
ボアン比	ν		0.30	0.33	0.28
内部摩擦角	φ	°	36.0	32.0	0.33

表-2 ジョイント要素の剛性

接線剛性	Ks	tf/m ²	10000
垂直剛性	Kn	tf/m ²	1.0×10^7

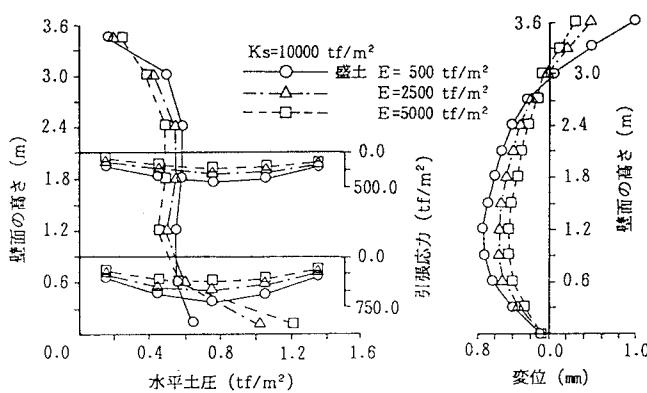
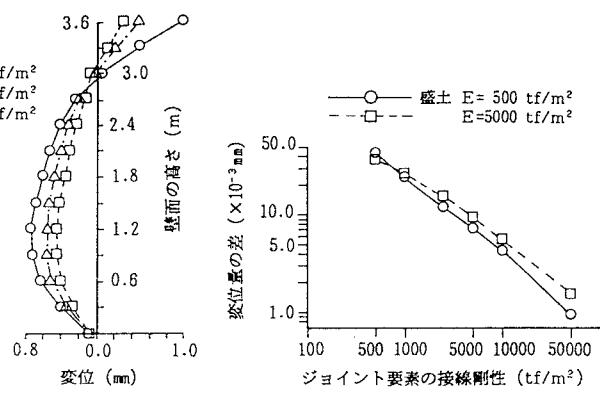
図-2 補強材の引張応力分布
壁面から0.3mの鉛直面に作用する水平土圧分布

図-3 壁面の水平変位

図-4 高さ1.5m、壁面から1.5mの土と
補強材の接触面の水平変位量の差

図示すると図-4となる。盛土の弾性係数によらずジョイント要素の接線剛性が増えるにつれ、変位量の差は小さくなる。

盛土の弾性係数およびジョイント要素の接線剛性と補強土擁壁の変形挙動との関連を知るために相対剛性(=盛土の弾性係数/ジョイント要素の接線剛性)を導入する。図-5に高さ1.8m、壁面から0.3m離れた地点における水平土圧、図-6に高さ1.2mにおける壁面の水平変位、図-7に高さ2.1m、壁面から1.5mにおける補強材の引張応力、図-8に高さ1.5m、壁面から1.5mの土と補強材の接触面における水平変位量の差のそれぞれと相対剛性との関係を示す。ここで、各縦軸は相対剛性1.0における計算値を基準値とし、盛土の弾性係数を一定にしてジョイント要素の接線剛性を変化させた場合の計算値の基準値に対する割合を示す。ここでは、土圧・変位・引張応力・変位量の差に対応してそれぞれ相対土圧・相対変位・相対応力・相対変位差と呼ぶ。相対剛性0.01~10.0($E=500\sim 5000 \text{tf/m}^2$: $K_s = 500\sim 5000 \text{tf/m}^2$)の範囲では、図-5より相対土圧の変動は0.88~1.16であり、相対剛性が高くなるにつれ減少する。すなわち、ジョイント要素の接線剛性が低くなるにつれ、水平土圧が低くなる。図-6より相対変位の変動は0.96~1.11であり、相対剛性の增加に伴い相対変位は増加している。盛土の剛性の違いによる影響は小さく、変動の割合は相対剛性が高いほど大きくなっている。図-7より相対応力は大きな変動は見られず、ある相対剛性で最大値をとる。補強材に生ずる引張応力は、土と補強材の接触面におけるせん断応力と土圧の作用によるものと考えられるため、ある相対剛性で最大値をとると考える。図-8より相対変位差の変動は0.02~4.06と大きなものであり、相対剛性の増加に伴って増え、一様に増加する。

4.まとめ

補強土擁壁の盛土の自重による変形解析を、相対剛性0.01~10.0の範囲において盛土の弾性係数とジョイント要素の接線剛性を変化させて行い、次のような結果が得られた。

- 1) 水平土圧の相対的な量は相対剛性の増加とともに26%の変動を示し、主動側にあるためジョイント要素の接線剛性が低いほど水平土圧は小さくなる。
- 2) 壁面変位の相対的な変位量は相対剛性の増加とともに15%の変動を示し、ジョイント要素の接線剛性が低いほどその変動の割合は大きくなる。
- 3) 変位、土圧、土と補強材の変位量の差の相対的な量は、相対剛性により決まる。

参考文献 1)Mosaied M. Al-Hussaini and Lawrence D. Johnson: NUMERICAL ANALYSIS OF A REINFORDED EARTH WALL, Proc. of Symposium On Earth Reinforcement, ASCE, (1978). 2)河昌 真, 佐野圭介: 補強土工法における上載荷重の影響についての検討, 第43回土木学会年次学術講演会概要集III, pp76~77, (1988).

—○— 盛土 $E = 500 \text{tf/m}^2$
—△— $E = 2500 \text{tf/m}^2$
—□— $E = 5000 \text{tf/m}^2$

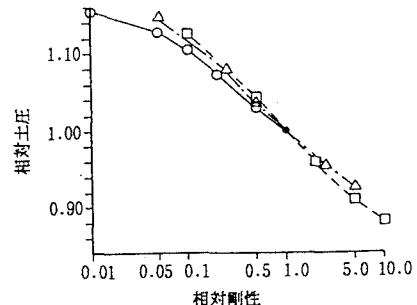


図-5 相対剛性と水平土圧の関係
(高さ1.8m, 壁面から0.3m)

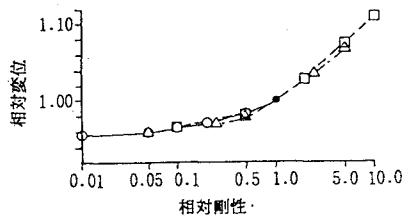


図-6 相対剛性と壁面の水平変位の関係
(高さ1.2m)

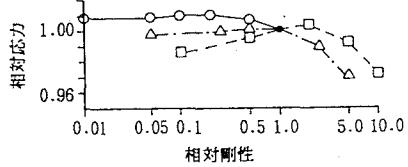


図-7 相対剛性と補強材の引張応力の関係
(高さ2.1m, 壁面から1.5m)

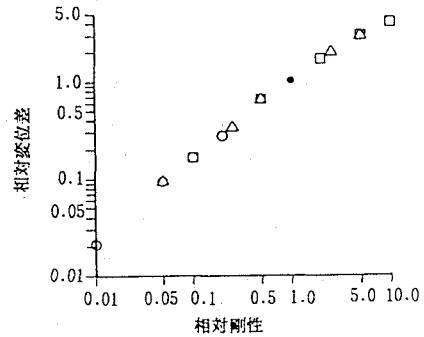


図-8 相対剛性と土と補強材の接触面の水平変位量の関係
(高さ1.5m, 壁面から1.5m)