

Ⅲ-B 300ジョイント要素を用いた3次元FEM解析による補強土擁壁模型実験の考察

豊橋技術科学大学大学院 学生員○北山浩二
 豊橋技術科学大学 正会員 河邑 眞
 高知工業高等専門学校 正会員 岡林宏二郎

1. はじめに

筆者らは、これまで補強土擁壁の変形挙動についてFEM解析や遠心载荷模型実験^{1), 2)}によりその特性を研究してきている。テールアルメのような補強土擁壁では補強材の3次元的な配置が問題となり、その変形挙動を正確に知るためには3次元的な解析が必要となる。本研究では壁面と土、補強材と土の境界面にジョイント要素を用いた3次元FEM解析を行った。また、解析結果をジョイントが無いモデルの解析結果や遠心载荷模型実験の結果と比較した。

2. ジョイント要素を導入した3次元FEM解析

(a) 解析モデル

解析モデルを図-1に示す。このモデルは遠心载荷模型実験のモデルを参考にした。補強材は計12本（厚さ0.2mm×幅5.0mm×長さ150.0mm）とし、壁面材は厚さ0.4mmとした。拘束条件はモデルの後部はX方向、両側面はY方向の変位を拘束した。また、底面はZ方向だけの拘束とし、X方向の滑りを考慮してジョイント要素を導入した。ジョイント要素無しモデルは底面を拘束とした以外はジョイントモデルと同様な拘束条件とした。

(b) 解析方法

本解析では、地盤材料を弾塑性体とし補強材及び壁面材を線形弾性体とした。地盤材料の構成則はDrucker-Pragerの降伏基準及び楕円硬化Capを用い、有限要素は8面体アイソパラメトリック要素を用いた。荷重はZ方向の遠心力を物体力として与え、1ステップ5Gの荷重増分として50Gまで物体力を加えて解析した。解析に用いた材料は実験と同様に補強材及び壁面材はアルミを想定した。ジョイント要素モデルでは補強材と土、壁面材と土の境界面にジョイント要素を導入した。また、壁面材と土の分離を考慮するため壁面材の垂直剛性を壁の上部で 10^4 kPa 、下部で 10^7 kPa とした。ジョイント要素の配置を図-2、解析に用いた材料定数を表-1、ジョイント要素の材料定数を表-2に示す。

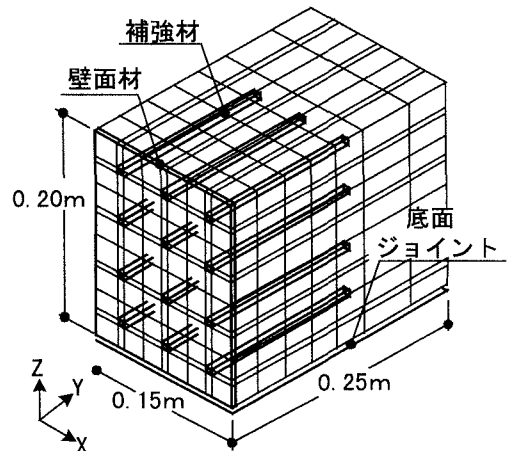


図-1 ジョイント要素モデルの解析メッシュ

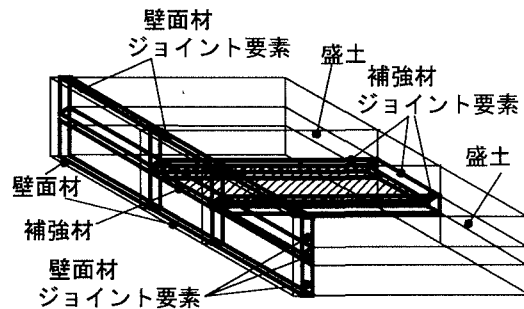


図-2 ジョイント要素の配置

表-1 材料定数

	弾性係数 $E(\text{kPa})$	ポアソン 比 ν	単位体積 重量 γ (kN/m^3)	粘着力 $C(\text{kPa})$	内部 摩擦角 $\phi(^{\circ})$
盛土	1.96×10^4	0.4	15.5	0	35
補強材	6.89×10^7	0.345	26.36	—	—
壁面材	6.89×10^7	0.345	23.5	—	—

表-2 ジョイント要素の材料定数

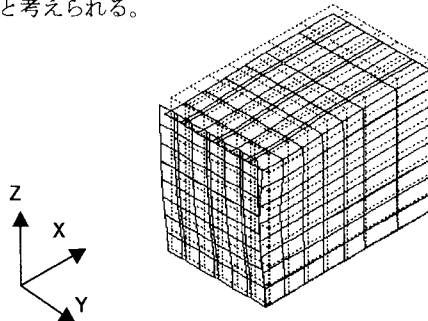
	鉛直剛性 $K_n(\text{kPa})$	せん断剛性 $K_s(\text{kPa})$
壁面材(上部)と土	10^4	10^2
壁面材(下部)と土	10^7	10^2
補強材と土	10^7	10^2
底面ジョイント	10^6	10^6

3. 解析結果

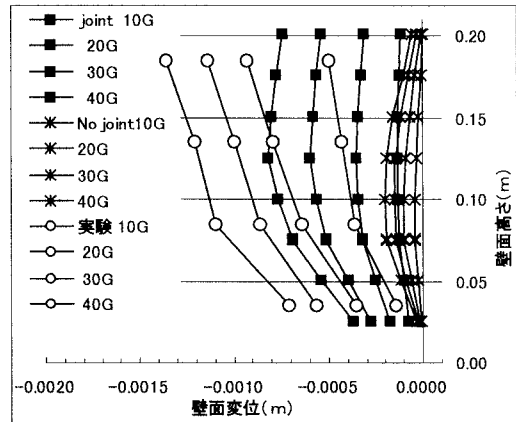
解析による壁面変位と実験の壁面変位を図一3に示す。ジョイントモデルは、ジョイント無しモデルのおよそ10倍の変位量を示し、実験の変形モードに近づいているのが分かる。壁面上部においては、ジョイント無しモデルは盛土側に変位しているのに対して、ジョイントモデルは前方に変形している。これは、補強材と土、壁面材と土のそれぞれの相対変位によるものであるが、特に壁面材と土の間の相対変位に関係し、壁面上部のジョイント要素の鉛直剛性に小さい値を用いたことでより壁面が土から離れやすくなり実験結果に近づいたと考えられる。図一4に壁面材に作用する水平土圧分布と主働土圧分布を10Gから40Gまで示す。土圧にはジョイント要素の水平応力を用いた。ジョイントモデルの水平土圧はジョイントが無いモデルよりも小さいことから、ジョイント要素により壁面の変位量が大きくなり土圧が減少したと考えられる。図一5に30G時における水平土圧と補強材の引張応力分布を示す。ジョイントモデルの下部の補強材応力は底面ジョイントにより小さくなっているが、実験結果と良く一致している。図一6に50G時のジョイントモデルの変形モードを示す。

4. まとめ

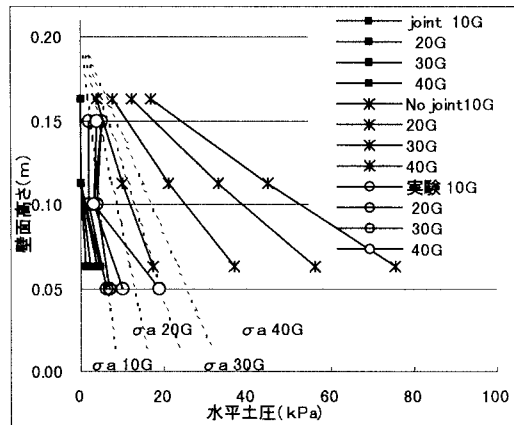
ジョイント要素の導入により土と壁面材または補強材に相対変位が生じ、解析結果は実験結果に近づいた。また、壁面下部は水平土圧が大きいことから壁面ジョイントの鉛直剛性は大きな値を用いるなどの実現を考慮したジョイント要素剛性の適用が必要と考えられる。



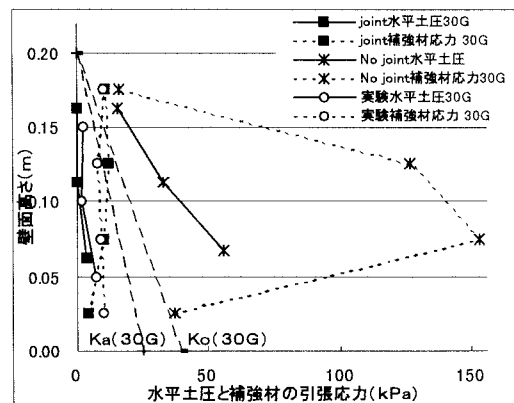
図一6 ジョイント要素モデルの変形モード(50G)



図一3 壁面変位



図一4 水平土圧分布



図一5 水平土圧と補強材の引張応力

参考文献

- 1) 河邑 眞、岡林宏二郎、足立有史：補強土擁壁の安定評価についての3次元 FEM 解析、地盤破壊の三次元的評価に関するシンポジウム発表論文集、Ⅲ-6、pp. 275~278 1995. 3
- 2) 河邑 眞、岡林宏二郎：補強土擁壁の壁面土圧と補強材張力の相互関係に関する遠心力模型実験、土木学会論文集、No. 589/Ⅲ-42、pp. 263~273 1998. 3