

補強土擁壁用 3 次元弾塑性 F E M の簡易プレ・ポストプロセッサの開発

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
豊橋技術科学大学 岡田 恭周

1. はじめに

補強土擁壁工法の一つであるテールアルメは、壁体を軽量化することができるなどの利点があり、土木施工法の一分野として定着してきている。このテールアルメの解析に対しては、2 次元解析が主流であるが、補強材は鉛直および水平方向に配置されているため、3 次元弾塑性 F E M 解析により、補強土壁の変形挙動の解析を行った。3 次元 F E M 解析においては、入出力データが膨大となるため、メッシュの自動分割や結果の 3 次元表示が不可欠となる。そこで、本研究では、上記の目的を達成するための簡易プレ・ポストプロセッサの開発を行った。以下に、その内容と応用例を示す。

2. 3 次元弾塑性 F E M 解析

数値解析では、盛土および地山を Drucker-Prager の降伏基準および楕円硬化 Cap を用いた弾塑性体、補強材および壁面材を線形弾性体とした。これらの要素形状には全て 8 節点アイソパラメトリック要素を用いた。弾塑性解析においては、増分法を用い、各増分荷重が作用している間は、剛性マトリクスは一定値を取り、方程式は線形であると仮定する。

本研究で解析を行った 2 タイプの補強土擁壁モデルを図-1 に示す。補強材は厚さ 4 mm × 幅 50 mm とし、奥行方向に 2 列、高さ方向に 3 層配置した。また、各材料の物性値を表-1 および表-2 に示す。ここでは、自重および天端から 1.8 m の領域に上載荷重 (200 kN) を加えた状態について解析を行った。

3. プレ・ポストプロセッサ

プレ・ポストプロセッサとは、解析前のモデルデータ入力部分と、解析後の結果の出力の部分である。プレ・ポストプロセッサは、近年のコンピュータの発達に伴って数値解析結果を C G によって視覚的に評価することが可能となり、解析方法同様に重要視されてきている分野である。本研究では、モデルの 3 次元的な変形状態を知るための 3 次元変形図と、モデル断面における応力・ひずみの分布状態を知るための応力・ひずみ分布図の出力プログラムを開発した。任意の視点による 3 次元形状を平面図で表わすためには座標変換が必要となる。このため、構造物もしくは地盤の 3 次元座標を視点座標へ変換し、これを投影変換することによって平面図は得られる。分布図は、対象とする断面の各要素をさらに微小な要素に分割し、同値の

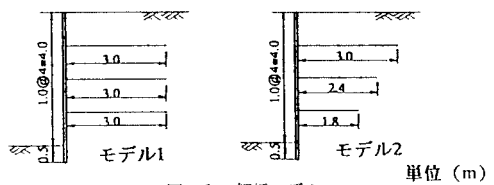
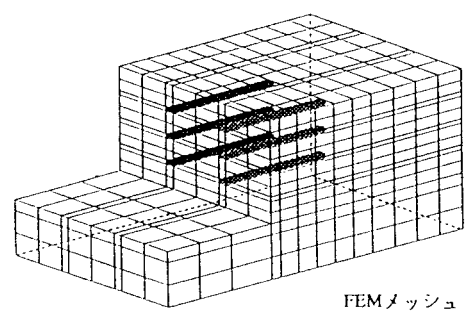


図-1 解析モデル

	単位体積重量 (kN/m ³)	ヤング率 (kPa)	ポアソン比
盛土	17.66	1.96×10^4	0.40
地山	18.64	9.81×10^4	0.40
補強材	77.01	2.06×10^8	0.30
壁面材	24.03	9.81×10^4	0.15

表-1 材料定数

内部摩擦角 (°)	粘着力 (kPa)	形状係数 R	W	D (m ² /t)
49	0.0	4.33	0.0075	0.0138

表-2 土材料における諸定数

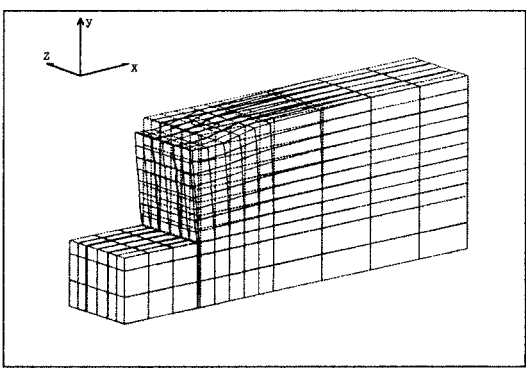


図-2 3次元変形図 (倍率 ×100)

微小要素を同色で塗り分けることで応力などの分布を示す。

4. 出力例

図-2 に変形図の出力例を示す。これは、モデル1における200kN載荷時の変形図である。載荷重による地盤の沈下および土圧により、根入れ地点を支点として前方へ壁面が傾くという変形性状が示されている。また、補強材部分では、補強材と土との摩擦によって壁面変位が小さくなっており、壁面に凹凸が出来ている。これらの点から、合理的な変形モードが得られていると考えられる。

図-3～図-6 に応力分布図の出力例を示す。ここで断面番号は、断面に垂直な軸および原点から切断要素までの数を示す。図-3、4はモデル1、図-5、6はモデル2における σ_x の分布図である。壁面後方に圧縮応力が発生しているのは、補強材によって盛土が拘束されるためと考えられ、補強材の働きが明確に現れている。これらの図で最も特徴的な点は、補強材後方で引張応力が発生している点である。モデル1では、補強材最上層の後方のみであるが、モデル2においては、各補強材の後方で引張応力が発生している。これは、載荷によって補強材に引張力が働き、これが後方の要素にまで伝達されているためである。

応力の集中が壁面の基礎である地山の前部に現れており、この構造の弱点となる可能性があるため応力分散のための工夫が必要である。これを回避する工夫としては、いくつかの実験で壁面底部への水平板設置や砂基礎を設けているものなどがある。

5. 終わりに

出力例より明白なように、ポストプロセッサの利用は3次元FEM解析結果を考察する上で、極めて有効である。この研究で開発したプレ・ポストプロセッサは、テールアルメを対象としたものであり、その構造物の解析にとっては簡易で適切なものである。さらに研究を進めるにあたって、3次元的な応力表示、動的解析結果の表示などのシステムの拡張が必要である。また、既存のプレ・ポストプロセッサとの違いは、今後の拡張によってはっきりさせていく考えである。

参考文献

1) 河邑眞・岡林宏二郎・足立有史：補強土擁壁の静的変形挙動についての3次元FEM解析、第29回土質工学研究発表会、1994

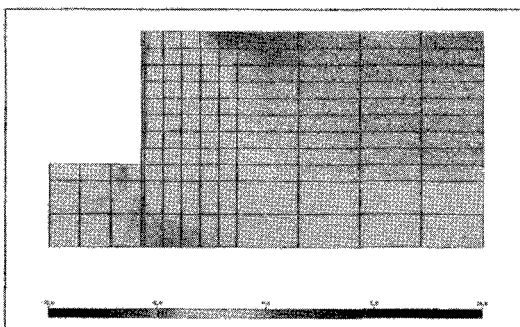


図-3 モデル1 σ_x 分布図 (断面z3、載荷時)

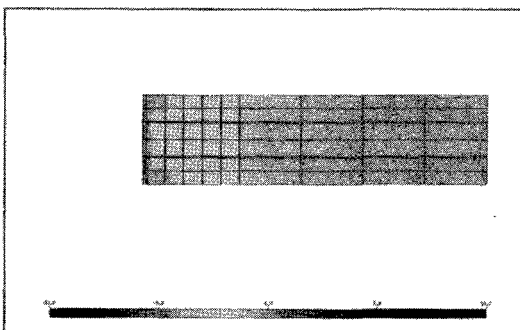


図-4 モデル1 σ_x 分布図 (断面y8、載荷時)

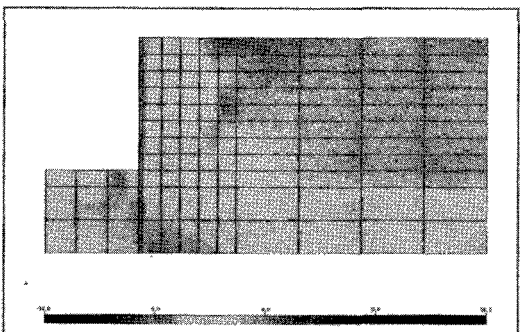


図-5 モデル2 σ_x 分布図 (断面z3、載荷時)

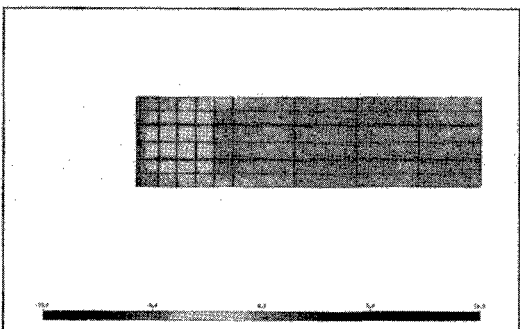


図-6 モデル2 σ_x 分布図 (断面y8、載荷時)