FRP 製格子状パネルを用いた受圧構造物の検討（その２）- FEM による構造解析 -

（株）ダイクレ　正会員　○鈴木　清　（株）ダイクレ　鈴木　啓之
（株）ダイクレ　曽根　幸治　（株）ダイクレ　濱田　卓嗣
弘和産業（株）　野口　英樹　呉工業高等専門学校　正会員　森脇　武夫

1. まえがき

切土のり面の補強工法の一種であるグラウンドアンカー工法には、アンカーを定着させるための受圧構造物(以下、受圧板)が必要である[1)]。この受圧板は、アンカーの緊張力に十分耐え、不等沈下を防止するものでなければならないため板構造が多い。近年では地球温暖化防止の観点より CO_2 削減を目的として、切土のり面の全面緑化が要求される傾向にある。しかしながら、板構造の受圧板では、のり面が不可避的に板状に押さえられ緑化可能な部分が大幅に減少することがある。そこでこれを解決するため、図１に示すような FRP 製格子状パネルと鋼製フレームを組合せた受圧板を検討している。すなわち，FRP 製格子状パネルは不等沈下を防止するために必要な面積の確保と、中心付近を除いたのり面の緑化を図り、また、鋼製フレームは必要な強度を確保するものとした。本論文は、このような受圧板に対して実施した地盤上載荷試験を再現でき、構造計算等を簡易に行える FEM 構造解析手法について述べる。

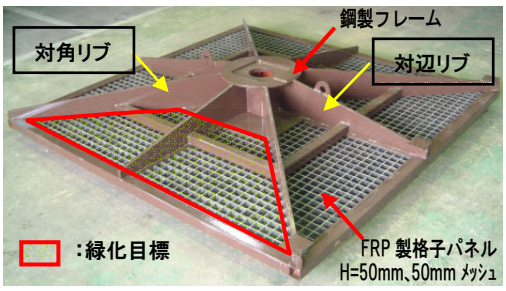

図１　FRP 製格子状パネルを用いた受圧構造物

2. 地盤上載荷試験結果

試験地盤は、湿潤密度 1.53～1.58g/cm^3、乾燥密度 0.79～0.84g/cm^3、含水比 85.5～93.3%、地盤支持力 82kN/㎡相当の最弱地盤の粘性土とした[2)]。試験の詳細は文献３）を参照されたい。

500kN 載荷した際の、鋼製フレームの対角･対辺リブに発生する応力分布を図２，３に示す。

表１　受圧板のたわみ量

500kN 載荷時	対角リブ	対辺リブ
たわみ量〔mm〕	3.32	2.85

各リブ先端部のたわみ量は表１に示す通りである。図２，３よりリブ上面に発生する応力は、対角･対辺リブ共に鋼製フレーム中心付近に最も高い圧縮応力が発生していた。

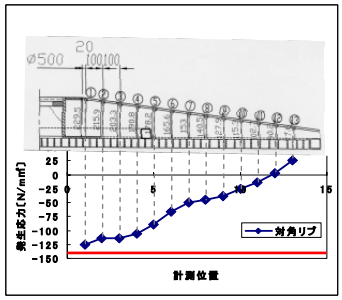

図２　対角リブ発生応力分布

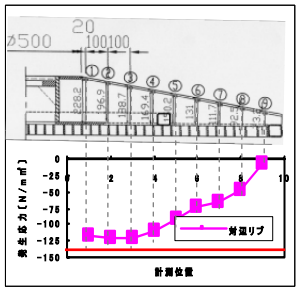

図３　対辺リブ発生応力分布

3. FEM 解析概要

本研究では、解析の簡便さに重点をおき地盤を非常に柔らかい弾性体として取り扱い、地盤上載荷試験の再現を試みた。モデルを図４に示す。受圧板の鋼製フレーム部をシェル要素(緑)にて、FRP 製格子状パネル(青)と地盤(赤)をソリッド要素にてモデル化した。対称性を考慮して実際の 1/4 モデルとした。

また､各材料の物性値を表２に示す｡地盤の下は完全固定とした。

表２　各材料の物性値

材料定数	ヤング率〔N/mm^2〕	ポアソン比
鋼製フレーム	2.0×10^5	0.3
FRP 製格子状パネル	1013 ※1	0.3
地盤	20 ※2	0.3

※1 FRP 製格子状パネルのヤング率は、板形状でたわみ量が同等となるよう換算した。
※2 地盤のヤング率は、鋼製フレームのたわみ量が試験値と同様になるよう設定した。

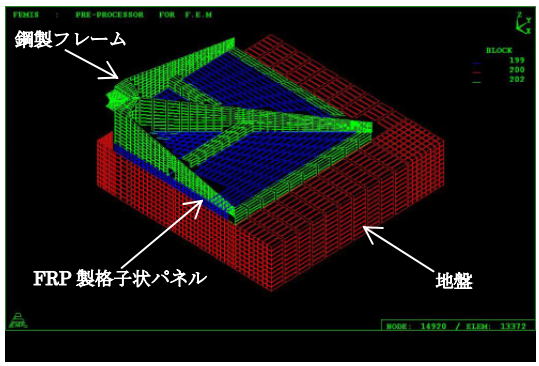

図４　モデル図

キーワード:有限要素法、グラウンドアンカー、受圧構造物、地盤、粘性土
〒737-8513　広島県呉市築地町１番２４号　tel:0823-22-4966

4. FEM 解析結果および考察

表３に鋼製フレームのたわみ量について試験値と FEM 解析値との比較を示す。これより、試験と FEM 解析のたわみ量はほぼ一致している。

表３　受圧構造物のたわみ量

		対角リブ	対辺リブ
たわみ量〔mm〕	試験値	3.32	2.85
	解析値	3.33	2.91

なお、図５，６に各リブの長手方向の FEM 解析結果(500kN 載荷時)を示す。

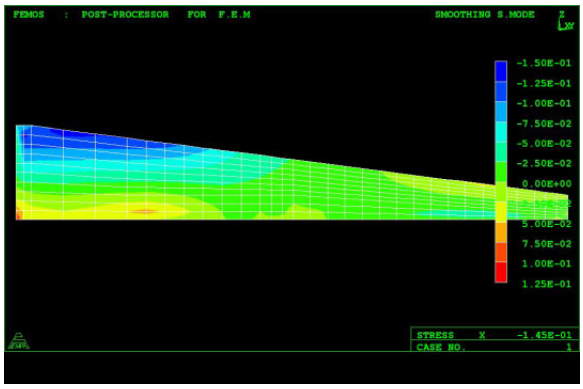

図５　対角リブの FEM 解析結果

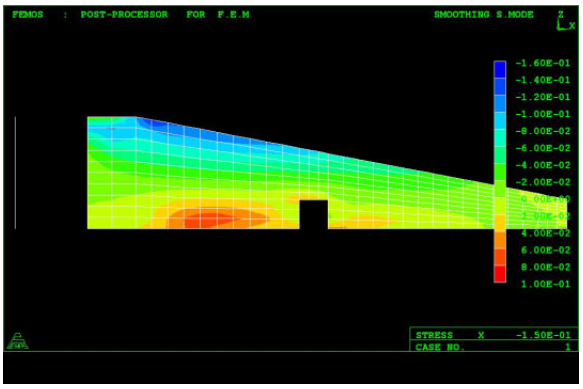

図６　対辺リブ FEM 解析結果

図５，６より各リブの応力について詳細に把握すると、最大応力はそれぞれ対角リブが 145N/mm^2、対辺リブが 150N/mm^2 を示しており、若干試験値（対角リブが 123N/mm^2、対辺リブが 118N/mm^2）より高い。従って、許容応力を 140N/mm^2 [4] とすると、本鋼製フレームは約 460kN の設計荷重に対して適用可能である。

次に、リブの長手方向に発生する応力分布(試験値と FEM 解析値)を図７に示す。これより、FEM 解析による発生応力は、試験値と同様な分布を示している事が分かる。

以上より、地盤を柔らかい弾性体として取り扱った本解析手法は、地盤上載荷試験を良く再現しており、今後の構造計算等に使用可能である事を確認できた。

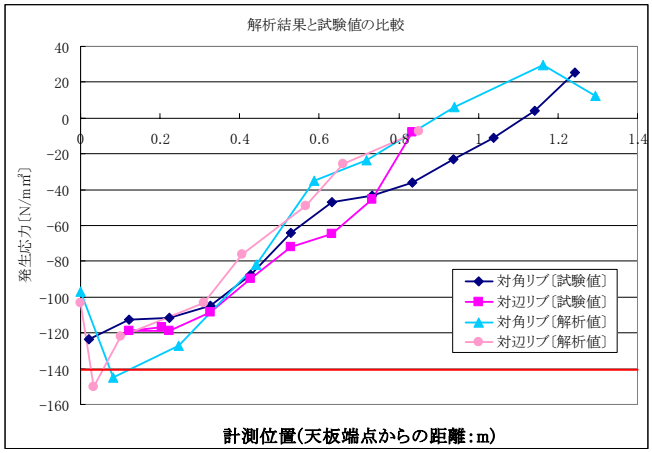

図７　各リブの応力分布

5. まとめ

地盤上載荷試験を再現でき、構造計算等を簡易に行える FEM 解析手法を検討してきた。その結果を以下に示す。

・地盤を非常に柔らかい弾性体として取り扱った解析手法にて、実際の地盤上載荷試験を良く再現できる。

・本解析手法を用いた場合、安全側の構造計算が可能である。

今後は、本解析手法を利用し、幅広い条件に対応できる受圧板を確立したい。

なお、研究に際して、FEM 解析についてご指導を頂いた広島大学大学院工学研究科　山本元道助手に、紙上を借りて厚く御礼申し上げます。

参考文献

１）（財）日本道路公団：「グラウンドアンカー工設計指針」、1992.

２）（社）日本道路協会：「道路土工　擁壁工指針」、1999.

３）鈴木他：「FRP 製格子状パネルを用いた受圧構造物の検討（その１）―地盤上載荷試験―」、平成１７年度土木学会中国支部研究発表（投稿中）.

４）（社）日本道路協会：「道路橋示方書・同解説」、2002.