

III-554

鉄筋挿入補強土の模型実験の剛塑性FEMによるシミュレーション

名古屋大学工学部 正会員 小高猛司, 浅岡 顕
名古屋大学大学院 学生会員 Pokharel, G.
矢作建設工業(株) 正会員 加藤利美, 落合辰巳

1. はじめに

著者らは、破壊時の地盤中で鉄筋等の補強材に接している土は、補強材とともに長さが不変なまま流れると仮定し、補強材はその近傍の土の破壊時の流れ場を拘束する働きをするものと考え、その制約条件を剛塑性FEMに導入する手法を示した¹⁾。その場合、引張り補強材に発生する補強材軸力は、土～鉄筋系の相互作用のみによる内力として評価されることとなる。本報告では、その剛塑性解析を、法面保護パネルを併用した鉄筋挿入補強斜面の平面ひずみ載荷実験²⁾のシミュレーションに適用する。

2. 平面ひずみ載荷実験

実験装置は図1に示すものであり、試料にはシルト質砂を用いた。載荷板は剛な鉄板(90cm×50cm)である。斜面の勾配は5分勾配(斜面高さ:水平距離=1:0.5)と2分勾配(1:0.2)の2種類であり、供試体は含水比10%に調整したものを、 $\gamma_t=1.85\text{tf/m}^3$ (18.13kN/m³)になるまで締固めて作製した。表1に実験条件を示す。補強材は直径3mmの丸鋼

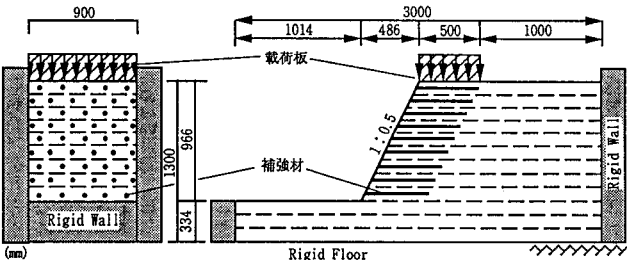


図1 実験装置

表1 実験条件

Type	勾配	実験条件
A	5	無補強
B	分	鉄筋1(長さ50cm)のみ
C	勾	鉄筋1+パネル(3mm厚)
D	配	鉄筋1+パネル(5mm厚)
E		無補強
F	2	鉄筋1(長さ50cm)のみ
G	分	鉄筋1+パネル(3mm厚)
H	勾	鉄筋1+パネル(5mm厚)
I	配	鉄筋2(長さ70cm)のみ
J		鉄筋2+パネル(5mm厚)

棒に砂を付着させたものであり、各層あたり5,6本を配置した(図1)。アクリル製法面保護パネルは3or5mm厚の2種類を用いた。図2に荷重～鉛直変位関係(5分勾配)を示す。破壊荷重はType D>B>C>Aの順である。実験の詳細は文献2)に譲るが、Type C, Dでは補強材に大きな引張力が働くのが観察された。破壊モードについては、Type Aでは斜面上部のみで壊れ、Type Bでは斜面中央部が大きくふくれ、Type C, Type Dでは斜面下部のみが前に膨らみ、補強領域全体が剛体のように動くのが観察された。図3に2分勾配の場合の荷重～鉛直変位関係を示す。鉄筋を挿入したType GはType Bとほぼ同じ破壊荷重(270kPa)になる。Type GとHはいずれも約220kPaで破壊し、パネル使用により破壊荷重が小さくなる傾向は5分勾配と同様である。補強材長70cmの場合、パネル無しのType Iの破壊荷重は50cmのType Fとほぼ等しいが、パネルがある場合は430kPaもの荷重を発揮した。破壊モードの傾向は5分勾配とほぼ同様である。

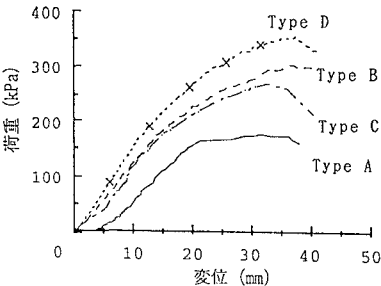


図2 荷重～鉛直変位関係(5分勾配)

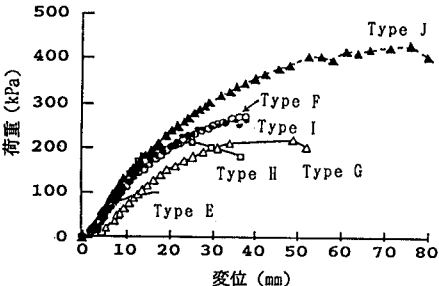


図3 荷重～鉛直変位関係(2分勾配)

3. 実験のシミュレーション

本報告では、上記実験の中でも5分勾配の実験のType A, B, C, Dに対するシミュレーションの結果を示す。

Type A(図4)：図に示す有限要素メッシュを用いて解析した。載荷板の底面が剛でかつ粗の条件で支持力を算定した。Type Aの解析は土質定数を逆算するのに用い、 $c=20\text{kPa}$ 、 $\phi=26^\circ$ の場合に破壊荷重は173kPaとなり、最もよく実験結果(174kPa)を説明することが分った。塑性流れ場は斜面上部で発生しており、実験とよく一致した。**Type B(図5)**：図中の太線の節点間に、長さ不変の制約条件を導入した。破壊荷重は290kPaとなり、実験結果(300kPa)をかなり正確に説明できる。塑性域は、載荷端部から斜面先に広がり、実験の水平変位をよく表現している。**Type C(図6)**：パネルには大きな剛性がないとして、斜面上の節点の速度場のみを拘束する条件で解析を行った。破壊荷重は290kPa(実験278kPa)となり、Type Bの解析結果と全く同じとなり、実験と同様に壁面工の効果は、破壊荷重の解析値に影響しない。**Type D(図7)**：パネルに大きな剛性があると考え、図の有限要素メッシュで解析した。図中には破壊時塑性流れも示す。破壊荷重は302kPaと求められ、実験値(360kPa)で得られた、剛性の高いパネルの効果の大きさは正確には説明できなかった。

図8, 9はそれぞれType B, Cについて、メッシュを細かくして計算したものであるが、極限荷重、流れ場ともに粗いメッシュの場合と傾向は変らなかった。

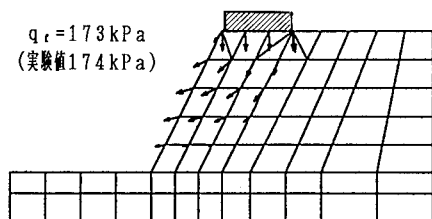


図4 Type A

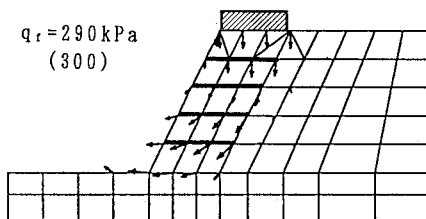


図5 Type B

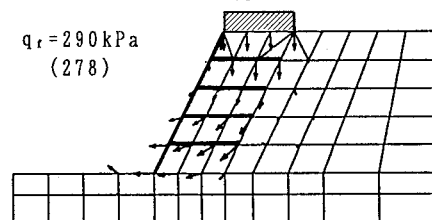


図6 Type C

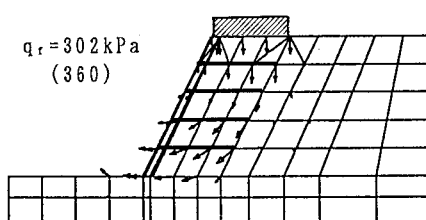


図7 Type D

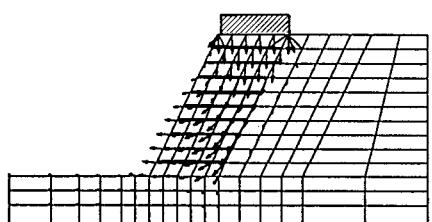


図8 Type B

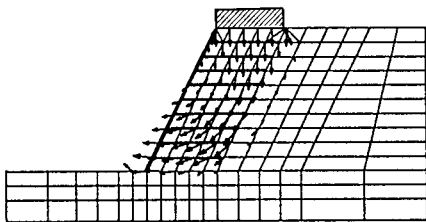


図9 Type C

4. おわりに

本解析では、鉄筋挿入により破壊荷重が約1.7倍にもなる実験結果(Type A, B参照)を高精度で説明できることを示すことができた。また、剛性の小さいパネルが、上載荷重に対しては効果が期待できないという実験結果についても、シミュレーションにおいても同様の結果となった。

参考文献 1) 浅岡・小高ら(1993): 内力としての補強材軸力の剛塑性FEMによる計算, 第28回土質工学会研究発表会。 2) 浅岡・小高ら(1993): 法面保護パネルを用いた鉄筋挿入補強土工法の模型実験, 第28回土質工学会研究発表会。