

榎大林組技術研究所 ○鳥井原 誠, 山本 彰
平間 邦興

1. はじめに

この報告は鉄筋挿入工法における補強効果に関する検討を行なうために現位置で実施した斜面の載荷実験¹⁾についての第5報である。前報²⁾では載荷実験結果に対するFEMによる数値シミュレーション解析を行ない、載荷に伴う地盤の非線形性や変形モードをFEM三次元非線形弾性解析によって精度よく表現できることを明らかにした。今回は前報に引き続き補強斜面の安全率分布や鉄筋の軸力分布に着目し、鉄筋による斜面の補強効果について検討を行なっている。

2. 実験概要および解析手法

図-1は実験概要を示しており、斜面の高さは3.7m、勾配は1:0.5である。実験ケースは無補強と鉄筋を1.5、1.0、0.7mピッチで挿入した場合の4ケースである。解析に用いた材料モデルはDuncan-Changの非線形弾性モデルであり、解析はFEM三次元解析によって行なっている。表-1は解析に用いた材料定数を示している。なお、実験方法、計測方法および解析方法の詳細については既報を参考にされたい^{1) 2)}。

3. 解析結果

図-2、3は無補強時、1.0mピッチにおける載荷重1.5tf/m²でのせん断ひずみ分布図を示している。これらの図から、せん断ひずみ12.0×10⁻²%以上の範囲は無補強時に比べ1.0mピッチの場合にはかなり狭くなっている。特に、鉄筋周辺部でのせん断ひずみが明らかに小さくなっており、鉄筋が地盤内に発生するせん断ひずみを抑制していることがわかる。以上のことから、のり面に挿入された鉄筋は地盤内のせん断ひずみを抑制するとともに地盤内の拘束効果を増加し、その結果のり面を安定化させるということがよく理解できる。

図-4は三次元解析で求めた1.0mピッチにおける載

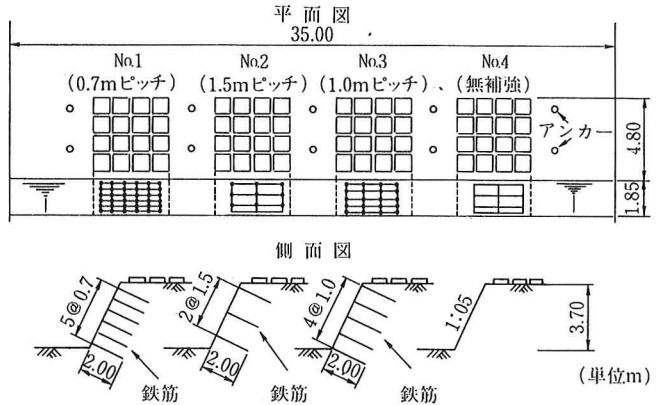


図-1 実験概要図

表-1 材料定数

鉄筋		
断面積	A (m ²)	5.067×10 ⁻⁴
弾性係数	E (tf/m ²)	21,000,000
地盤		
		地盤 I 地盤 II
弾性係数決定のための定数	K	99.1 0.0
双曲線の指数	n	1.93 1.0
粘着力	C (tf/m ²)	0.4 10.0
内部摩擦角	φ (度)	32.5 40.0
初期接線係数の定数項	E ₀ (tf/m ²)	5,000.0 200,000.0
単位体積重量	γ (tf/m ³)	1.41 1.41

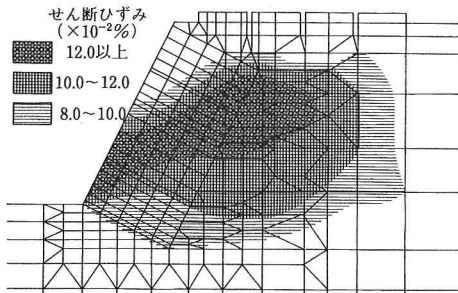


図-2 せん断ひずみ分布図
(無補強、1.5tf/m²)

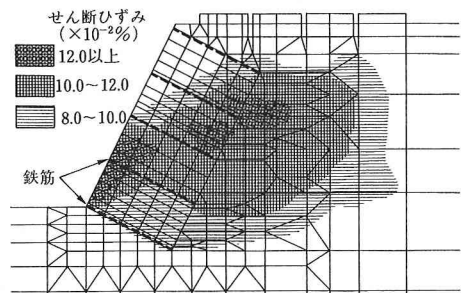


図-3 せん断ひずみ分布図
(1.0mピッチ、1.5tf/m²)

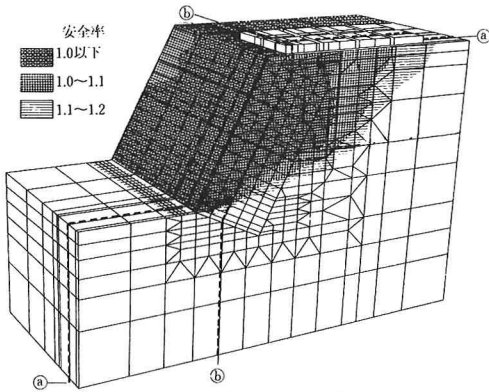


図-4 安全率分布図
(1.0mピッチ、6.5tf/m²)

荷重6.5tf/m²での安全率分布を三次元的に示したものである。図-5、6は図-4に示している各断面での安全率分布図を示しており、図中には鉄筋の挿入位置も併せて示している。これらの図から、明らかに鉄筋周辺での安全率が局所的に高く、鉄筋間では安全率がやや小さくなっており、三次元的な鉄筋の補強効果がよくわかる。

図-7は三次元解析のうち載荷重6.5tf/m²での0.7mピッチにおける安全率分布図を示している。この図および図-5から、0.7mピッチでは1.0mピッチの場合に比べ安全率の低い範囲が狭くなっており、鉄筋の挿入ピッチが小さいほど補強効果が大きいことがわかる。また、0.7mピッチでは鉄筋を挿入した領域での安全率が特に高くなっており、鉄筋を挿入した範囲が一体化している様子がよくわかる。さらに、図-5、7には実験時の計測結果から判明したすべり面も併せて示しており、いずれも安全率1.0以下の範囲とよく対応している。

図-8は実験および解析で求めた1.0mピッチにおける各荷重段階での鉄筋の軸力分布を示している。この図から、上段の鉄筋の軸力はいずれも中央付近を頂点とする山形分布となっており、この鉄筋の軸力が最大となる点は図-5の安全率が局所的に大きくなっている部分とよく対応している。これらのことから、鉄筋を挿入した地盤では鉄筋の軸力の増加によってその周辺部の拘束効果され、その結果鉄筋周辺部の安全率が増加し、補強斜面が安定化するという鉄筋の補強効果をよく理解できる。

4. まとめ

この報告では鉄筋の補強効果についてFEM解析による検討を行なった。その結果、1)鉄筋が地山内のせん断ひずみを抑制するとともに拘束圧を増加させて地盤を安定化させるという鉄筋の補強効果、2)鉄筋によって地盤が一体化するという鉄筋の補強効果を三次元解析によって明らかにすることができた。

参考文献

- 1) 八戸、大石、鳥井原、山本：鉄筋で補強した斜面(アースネイリング工法)の現位置載荷実験(その1)、(その2)、第24回土質工学研究発表会、pp.1525~1532、1989。
- 2) 鳥井原、山本、平間：鉄筋で補強した斜面の三次元解析、第26回土質工学研究発表会、1991。

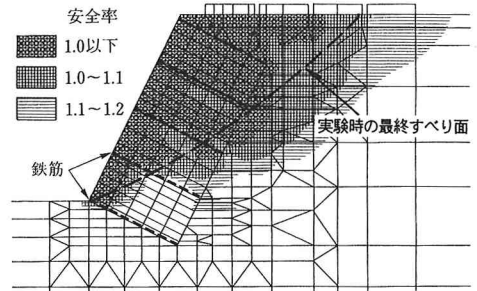


図-5 安全率分布図(①-①断面)

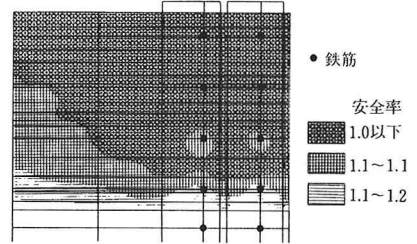


図-6 安全率分布図(②-②断面)

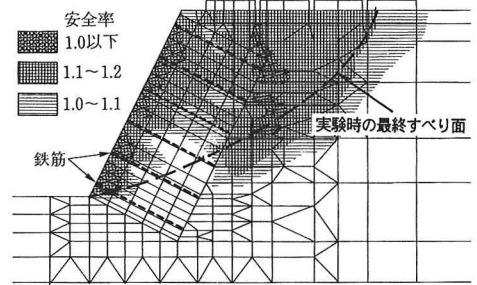


図-7 安全率分布図
(0.7mピッチ、6.5tf/m²)

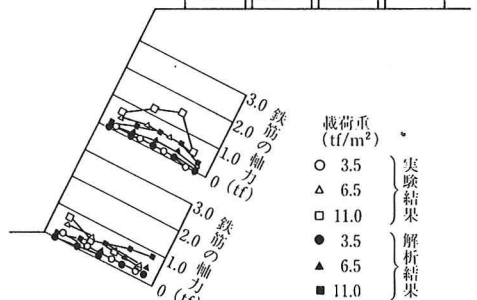


図-8 鉄筋の軸力分布図
(1.0mピッチ)