

Ⅲ-796

棒状補強材の補強材力と一体化現象

関西大学工学部 正会員 西田 一彦
 関西大学工学部 正会員 ○西形 達明
 ㈱鴻池組 正会員 西木 淳一

1. まえがき

現在、切土斜面の補強に多く用いられている棒状補強材の補強機構についての研究が数多く行われている。一方、斜面に対して補強材を密に配置すると、補強領域が剛体のような挙動を示す一体化現象が発生することが知られている。しかし、その発生機構は十分に解明されておらず、その定量的な検討はほとんど行われていないのが現状である。また、補強材に発生する補強材力による効果との相互関係についても十分に解明されていない。そこで本報告では、モデル実験を実施し、一体化現象の効果と発生状態、さらに従来から検討されている補強材力による効果との相互関係について考察する。

2. モデル斜面と使用材料

実験は、図-1に示すような高さ150cm、長さ200cm、奥行き30cmの土槽内にモデル斜面を作成し、移動壁面を後退させることにより、主働破壊を生じさせるものである。今回の実験では、盛土材料として、気乾状態にある鉄鉱石を用いた。これは、単位体積重量が約2倍の鉄鉱石を使用することにより、高さ300cmの盛土とほぼ同じ自重の効果を得ることができるものと考えている。その物理的性質は表-1に示すとおりである。斜面モデルは鉄鉱石を空中落下させることにより、一定の単位体積重量(2.95gf/cm^3)になるように作成した。また、土槽壁面と盛土材の境界面は、テフロンシート、グリース、ゴムメンブレンの3層構造とすることで、摩擦の低減を図っている。

実験に使用した補強材は、直径0.5cm、長さ75cmのリン青銅丸棒($E=1.1 \times 10^6\text{kgf/cm}^2$)であり、周辺の盛土材料との摩擦を確保するために、表面にはエポキシ樹脂系接着剤で砂を付着させた。また、補強材の変形をみるために、補強材の上下面にひずみゲージを取り付け、補強材ひずみを測定している。補強材の配置条件は、表-2に示すとおりである。

3. 実験結果と考察

図-2に主働破壊時の各補強材のひずみの平均値と補強材密度の関係を示す。ここで、補強材密度とは、補強材断面積の総和を斜面前部の

面積で除したものである。補強材ひずみは、ある補強材密度にたいしてピークを持っている。このことから、①補強材密度の増加とともに、補強材力による効果も増加する段階(15本以下)、②一体化現象が発生、進行するために、補強領域の変形が拘束され、補強材力が逆に減少する段階(15本以上)と、補強材ひずみの増減から、2つの段階に分けて考えることができる。これらのことから、補強材力については、最も効率よく効果を発揮する最適本数が存在することは明らかである。

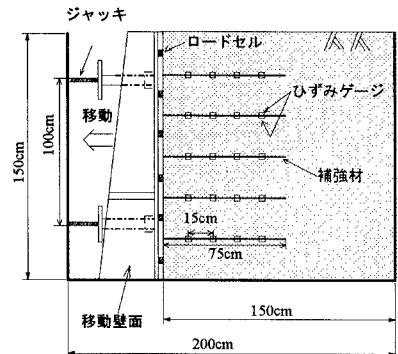


図-1 モデル斜面

表-1 鉄鉱石の物理的性質

自然含水量	7.3%
土粒子密度 ρ_s	4.503g/cm^3
単位体積重量	2.95gf/cm^3
吸水率	2.1%
50%粒径	0.55mm
均等係数 U_e	84.0
曲率係数 U_c'	1.36
最大乾燥密度 ρ_{dmax}	3.27gf/cm^3
最適含水比 ω_{opt}	9.2%
粘着力 c	0.048kgf/cm^2
内部摩擦角 ϕ	42.85°

表-2 補強材の配置条件

補強材本数	なし	6本	9本	15本	27本	57本
配列	—	3本2列	3本3列	3本5列	3本9列	3本19列
間隔	—	50.0cm	37.5cm	25.0cm	15.0cm	7.5cm
配置状態						

次に、移動壁面に作用する全水平土圧について考察する。図-3は土圧係数と壁面移動量の関係を示したものである。静止状態および主働状態のどちらにおいても補強材本数が増加すると土圧係数は減少し、補強領域の安定性が向上することが分かる。また、静止状態では補強材力がまだ発揮されていないと考えると、静止状態における土圧係数の減少は、補強材を配置した状態で発生する一体化による効果と考えられる。さらに、静止状態の土圧係数は補強材9本以下で変化がないことから、一体化現象は、ある一定の補強材密度を越えると急に出現し始めるものであると考えられる。

ここで、一体化による効果と補強材力による効果の相互関係について検討を加える。図-4に静止状態の土圧減少率および主働状態の補強材ひずみの平均値と補強材密度の関係を示す。前述のように、静止状態の土圧減少は一体化による効果を表し、また、主働状態における補強材ひずみは補強材力による効果を示すと考えられる。この2つの効果の傾向から、補強材密度の増加にともない、(A)補強材力のみが作用し、一体化が全く機能しない状態、(B)補強材力が十分機能し、かつ一体化も発生し始める状態、(C)一体化が十分機能し、補強材力の効果が減少し始める状態、(D)一体化のみが機能している状態、の4つの状態に分別することができる。一体化による効果を重視するとDの状態です十分に効果を発揮し、補強材力の立場からみると、ピークの値を示すE点が最適な補強材密度といえる。つまり、2つの効果をともに考慮に入れるならば、Cの領域が最も効率がよく、補強材密度は経済性を考えて、このC領域の中で決定するべきであると思われる。

次に、図-5はモデル斜面の上部(斜面上面より30cm)、中部(同75cm)、下部(同120cm)に位置する各補強材の補強材ひずみの平均値と補強材密度の関係を示したものである。先にも述べたように、補強領域に一体化が発生すると補強材ひずみが減少することを考慮すると、この図から、斜面下部の拘束圧が大きい領域ほど、少ない補強材密度で一体化が発生することがわかる。斜面下部の方が全体的に補強材ひずみが小さいことも事実であるが、一体化現象の発生には拘束圧が関係しており、この結果、斜面下部の方が一体化が発生しやすいものと考えられる。この点については、今後詳細な検討を行う予定である。

【参考文献】 西田，西形，西木：補強材の効果と一体化現象，第30回土質工学研究発表会

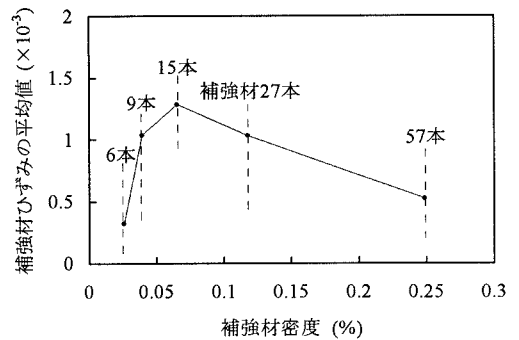


図-2 補強材ひずみと補強材密度の関係

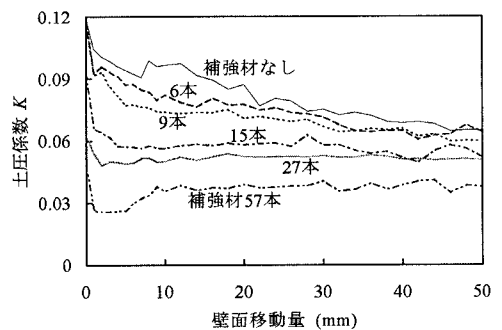


図-3 土圧係数と壁面移動量の関係

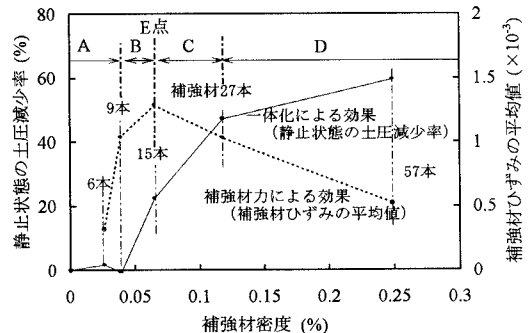


図-4 2つの効果の発生状況

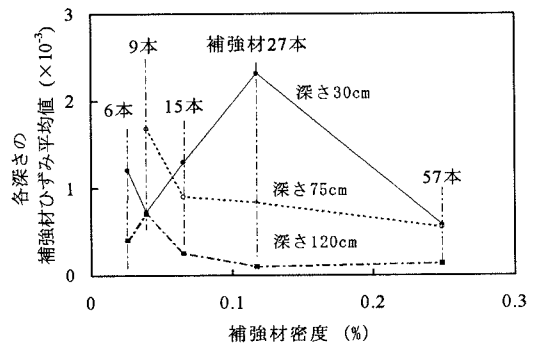


図-5 拘束圧による一体化への影響