

関西大学工学部 正会員 楠見 晴重
 関西大学大学院 学生員 ○岩井 慎治
 兵庫県六甲治山事務所 福政 俊浩
 株式会社ダイカ 北村 善彦

1. はじめに

近年、環境保全の観点から自然や景観に配慮した斜面对策工が要求されているが、従来の工法では周辺の景観との調和がとれない場合が多く、生態系の保存も困難である。そこで、本研究では補強材にユニットネットとロックボルトを併用し、対象斜面の掘削や整形および既存樹木の伐採などを行わない自然環境を保全した斜面安定化手法を提案した。しかし、本工法の定量的な解明がなされていないことから、本工法の設計指針は確立されていないのが現状である。そこで、本工法の基本的な応力分散機構および補強機構を解明するために現場試験を行い、ユニットネットによってロックボルトの頭部を連結したときの応力分散効果について検討した。

2. 本研究で提案する斜面安定工法

図-1は、本工法の概略図を示したものである。本工法は、自然斜面上に縫り線ワイヤーで構成された正方形のユニットネットを規則的に接続して格子状に配列し、ユニットネットの交点部分にロックボルトの打設を行い、ユニットネットとロックボルトを支圧板で締付け固定することによって、局部的に作用する荷重をより広範囲に分散させ、複合的に斜面の安定性を高めようとするものである。ユニットネットは、7本の縫り線で構成されたワイヤー(径 7mm、G3548 SWGF-4)を500×500mmの正方形ユニットとして整形したものである。

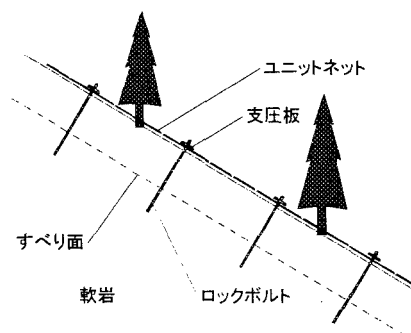


図-1 本工法概要図

3. 実験概要

現場試験は、大阪府豊能郡の自然斜面(勾配 35°～45°)で行った。実験に先立って、ユニットネット全体に生じている初期のゆりみを取り除くため、ある程度の荷重を加えてから 1kN ずつ荷重を増加させ、ロックボルト固定本数別に試験を行い、ユニットネットとロックボルトを接続したときの変形ならびに応力分散特性について検討を行った。

図-2は現場試験装置の概要図を示している。ユニットネット全体の大きさは 6.0m×6.0m であり、ロックボルトの位置は 2.0m 間隔の千鳥配置とした。また、図中にはワイヤースタビメーター(W-1～10)およびリング式ひずみ計(R1～72)の取り付け位置、ロックボルトの打設位置を示した。

ユニットネットは 7 本の縫り線ワイヤーで構成さ

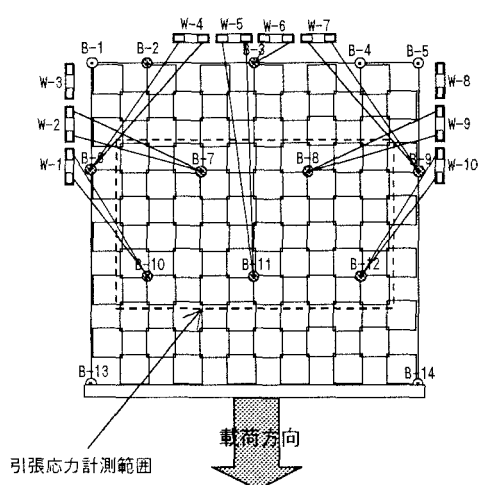


図-2 現場試験装置

れているため、既成のひずみゲージを直接貼り付けて計測することが困難である。そこで、リング式のひずみ計によってユニットネットの引張応力計測を行った。

また、ロックボルト(長さ 3m、外径 24mm、丸鋼)にひずみゲージを取り付けて軸力の計測を行った。ロックボルト本数と固定位置との関係は次のとおりである。

- ・ロックボルト 4 本 : B-1, 5, 13, 14 (四隅)
- ・ロックボルト 7 本 : B-1, 5, 7, 8, 11, 13, 14
- ・ロックボルト 9 本 : B-1, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14
- ・ロックボルト 14 本 : B-1~14 (全て)

なお、実際にはロックボルトに荷重が作用し、それに伴ってユニットネットに荷重が伝達される。しかし、このような現象を再現することは非常に困難であるため、本研究では、ユニットネット端部に直接引張荷重を加えることによって、ユニットネットの変形ならびに応力分散特性についての検討を行った。

4. 実験結果

図-3 は、全体に 10kN 载荷したときのユニットネットに作用する引張応力の分布状況を、ロックボルトの固定本数別に示したものである。この図から、引張応力は斜面下段のユニットネットでは比較的大きく作用しているが、上段のユニットネットでは引張応力の値が小さくなっていることがわかる。したがって、ユニットネットに作用する引張応力は、载荷位置に近い方が大きくなり、ロックボルトが固定された位置より上段にはあまり伝達しないが、载荷力が大きくなるにつれて荷重の分散範囲は広がっていくものと考えられる。

図-4 は、ロックボルト(B-12)の頭部近傍に作用する応力を、ロックボルト固定本数別に示したものである。この結果から、ユニットネットとロックボルトとの固定本数が少なくなるにしたがって、ロックボルト 1 本あたりに作用する応力は増加することがわかる。したがって、ロックボルトに作用する応力は、载荷位置に近い方が大きくなり、ロックボルトが固定された位置より上段にあるロックボルトにはあまり作用しないが、载荷力が大きくなるにつれて作用していくものと考えられる。

5. まとめ

ユニットネットに加わった荷重は、まず载荷位置に近いユニットおよびロックボルトに大きく伝達され、荷重が増加するにしたがってその分散範囲は広がっていくものと考えられる。今後は、ロックボルトに加わった荷重が、ユニットネットを介して他のロックボルトに伝達されるときに経路を明らかにし、最も補強効果が大きくなるロックボルトの配置について検討する必要がある。

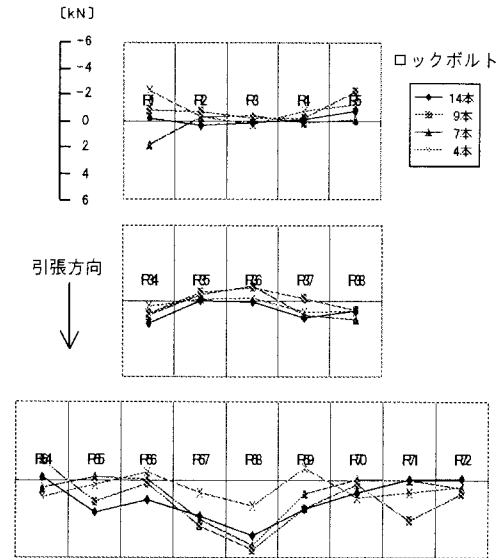


図-3 载荷方向の引張応力

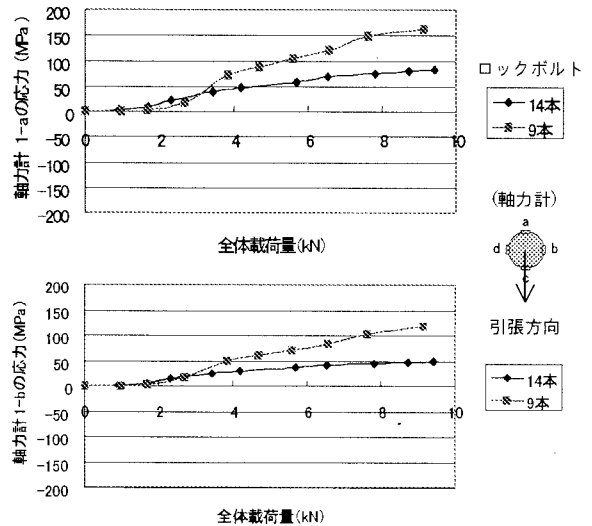


図-4 ロックボルト(B-12)軸力