

杭を有する斜面の安定解析法について

仁田ソイロック(株) 正 山川 治
徳島大学工学部 正 山上 拓男
徳島大学大学院 学 斎藤 和

1. はじめに：杭を用いて斜面の安定性を高める工法は、災害対策のみならず多くの現場で採用されている。伊藤・松井¹⁾はこれら杭を有する斜面の安定性を評価するため、列杭の効果を考慮した安定解析法を提案した。この方法は、列杭の反力を通常の分割法に基づく安全率算定式における抵抗力に加えて、斜面の安全率を算出するという方法である。本文では伊藤らの方法とは立場を異にする安定解析法を提案するものである。

2. 基本概念：ここで提案する解析法は特徴的な2つの基本概念で構成されている。1つは『杭を打設することにより、その上流側と下流側で異なる安全率 F_a 、 F_b が出現する』と考えることである。第2の基本概念は、未知量としての F_a 、 F_b を直接計算によって求めようとするのではなく、逆に『 F_a 、 F_b の値をデザイナーが指定し、実際にこれら安全率の値が確保されるためには、杭はどれだけの強さ(規模)のものでなければならないか?』といった設計法を採ることである。これら基本概念に従い杭を有する斜面の安定解析法を構築するため、斜面に列状に打設される杭に対して二つの力に注目した²⁾。すなわち、

①斜面の安全率を目標値(F_B)まで高めるため、杭が負担しなければならない力。以後これを抑止力と呼ぶ。

②杭周辺の地山が杭に伝え得る力。

①の力は一般に必要な抑止力と呼ばれ、ここでは F_D なる記号で表す。②の力は杭周辺地山が発揮できる力であり、 F_R と表現する。これらを言い替えると、 F_D は杭が負担すべき力であり、 F_R は杭が負担し得る力、すなわち杭の水平支持力である。

本文では、 F_D の評価法として筆者らが提案してきた抑止力簡便評価法³⁾を用いる。一方、 F_R の評価法としては、伊藤・松井の塑性変形理論⁴⁾を採用する。伊藤・松井理論では、杭間の土塊は塑性平衡状態にあると仮定されている。そこで、 F_D の簡便評価法との整合性を図るべく、伊藤・松井理論に安全率を導入する。これにより、杭径、打設間隔および安全率に相応した抵抗力 F_R を評価することが可能となる。そして、 $F_R \geq F_D$ となるように杭径と杭打設間隔を決定するのである。このとき、杭を有する斜面は少なくとも安全率 F_B が保障されていることになる。

3. 杭が負担すべき抑止力の評価：上述した基本概念に従い、杭と上・下流側すべり土塊との相互作用力を外力とみて、それらの水平成分を P_a 、 P_b で表し、これらを F_a 、 F_b の算定式に導入する。ただし、この外力はすべり土塊の土被り高さの下三分の一点に作用していると仮定する。これより、計画安全率は既知であるので、上記の P_a 、 P_b が求まり、必要抑止力は、

$$\Delta P = P_a - P_b \quad (1)$$

$$\text{ただし、 } P_a > 0, P_b \geq 0 \quad (2)$$

から算定される。また、杭1本当たりの抑止力は、

$$F_D = \Delta P \cdot D_1 \quad (3)$$

となる。ここに D_1 は杭の中心間隔である。

本文では理論式として円弧すべりを対象とするBishop簡便法を採用した。紙数の都合で詳細を述べることはできないが、提案法によればすべり面の形状を円形と仮定するとき、図-1に示すように、杭の上・下流側それぞれのすべり土塊において互いに異なる中心と半径を持つすべり円に基づいて相互作用力を評価できる。

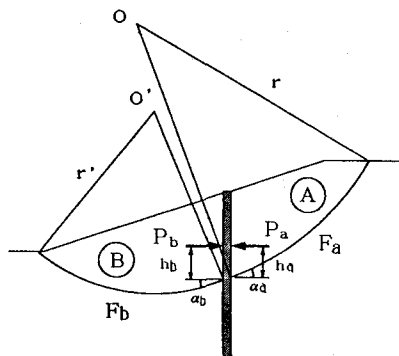


図-1 杭の上・下流側土塊の安全率

