

令和4年9月27日  
元琉球大学准教授 原久夫

## 意見書

護岸の安定問題や盛土の安定問題などは、斜面の安定問題として地盤工学の主要な研究分野の一つとなっている。安定な斜面の設計法は、対象構造物ごとに示方書が定められ、その指針に従って設計施工がなされれば安全性が保障された斜面と認識されることになる。本件の変更承認申請の護岸の安定検討で準拠すべき示方書は「港湾の施設の技術上の基準・同解説」である。ここでは、護岸の安定検討で特に問題となっている C-1 護岸の安定検討方法が同基準に準拠しないものとなっていることについて述べる。

護岸の設計は、対象地盤をモデル化し、斜面を活動させる成分（力あるいはモーメント）と抵抗成分を数値化してその大小を比較し、安定性を確保するように設計される。現実の地盤性状は非常に複雑であり、そのすべてを把握することは不可能であるし、その必要もないが、地盤技術者は、斜面の設計や施工に際し、設計用のモデル化地盤と現実地盤には必ず差異があり、不確実性が存在することを常に意識しておかなければならない。

土の強度は斜面安定の抵抗成分を算定する際のもっとも基本的な観測値である。その観測値のバラツキを統計的に処理して抵抗成分（R）の確率分布が想定される。同様に土の自重などの滑動成分（D）も統計的に処理されてその確率分布が想定される。両確率分布の重なり状態から、斜面の破壊確率が算定される。構造物の重要性や要求性能評価から設計上の破壊確率を定め、最終的に耐力比（D/R）に集約して斜面の安定性を定量化している。地盤の不確実性を考慮すると耐力比は、安定性を示す一つの目安となる数値であるといえる。数値的に  $D/R < 1.0$ （活動成分 < 抵抗成分）となっても統計的には、斜面崩壊が生起する可能性もあるし、その逆もあり得ることになる。本件の護岸安定検討についても、耐力比の値はそのような不確実性を内在した数値としてみるのが重要である。

上に述べた議論は統計理論に基づくものであり、このような統計処理ができるためには同一性が確保された観測方法によって得られた観測値が過不足なくそろっていることが重要である。統計学の教えるところによれば、母集団からの標本抽出に際し、同一でない観測方法による抽出を禁じており、異なった手法によって抽出された標本を用いて得られる計算値には統計的な意味を認められない。本件の場合、最深部の土層での土の強度として推定値が使用されていることが問題である。対象断面の一部の土層では強度試験から直接観測した強度を用い、最深部の土層では推定した強度を用いている。これら二種類の異なった手法で得た強度を同一の統計量として扱い、形式的に耐力比を算定している。これは、統計学の大前提に違反した手法といえ、計算された耐力比に統計的な信頼性はない。

沖縄防衛局側は、最深部の強度が、同一層と判定した近接部の土層の強度特性から合理的に推定できるとしている。強度推定が地盤工学的に可能であるとする根拠は二点あり、

一つは近接部にある一部の土層と最深部の土層の土質特性を比較して両者が同一層であると判定できること、二つはその土層の強度は土被り圧と1次式の関係があるとしていることである。この二つの命題が正しいものであれば、再調査をしなくても最深部の土層の強度として信頼できる値の推定が可能であり、再調査の必要性はないことになる。しかしこの推定法は、二つの命題がともに「真」である場合のみ成立し、現実の地盤で本当にそのように成立しているかどうかは、判定できない。

判定できない原因は、調査不足にある。必要な部分で必要な調査を行った結果を得ることによってのみ、その結果に基づき第一の命題、第二の命題の真偽が判定できる。このように調査結果に基づいて土層の同一性を判定し、強度の関係式を導いていく手順が、本来の地盤工学の流れである。本件ではこの逆に、土層の同一性を仮定しさらに、強度の関係式を外挿して強度を推定するという誤った逆順の推定法が使用されている。いかに多くの状況証拠がそろっていても推定値は推定強度であり、統計的にその値を直接的な試験強度と同等に扱うことはできない。

以上述べた通り、本件の護岸安定検討には統計的に信頼性のない耐力比が示されており、その値は基準に準拠しないものとなっている。したがって、沖縄防衛局の設計案は「災害防止に十分配慮したもの」とは認められないとする県の判断は妥当である。

#### 補足意見

耐力比は目安の数値ではあってもその値が1.0に近ければ抵抗成分と滑動成分の大きさがほぼ等しく、臨界状態に近いと判断される。本件護岸斜面の安定検討では、最大耐力比を与えるすべり面半径が大きい。すべりが発生すれば大規模な範囲での破壊が生じ、復旧には工費の増大、工期の長期化などが想定される。この損失費用や護岸の重要性を考慮すると再調査の費用対効果は大きい。