

Ⅲ-A219

長大法面掘削時の安定性評価のための調査、解析の基本的な考え方

水資源開発公団 試験研究所 正会員 貞弘 丈佳
 水資源開発公団 試験研究所 正会員 双木 英人
 応用地質株式会社 原 弘
 応用地質株式会社 三谷 卓

1. 基本的な考え方

長大法面の設計・施工にあたり、最も重要な要素は、掘削に伴う応力解放の影響の評価である。実際の岩盤は、不均一で異方性を有し、不連続面が存在するなどといった複雑な地質的要素を有しているため、掘削による応力解放が大きく影響し、当初の予想をはるかに超える変状が現れることがある。このような大規模掘削に伴う岩盤挙動を事前に予測し、適切な対策工を検討することは、一般には困難と考えられてきた。このため、施工段階での微少な変位をモニタリングすることによって問題の発生を明らかにし、適切な対応をとることを前提とする情報化施工が導入されている。しかし、情報化施工は、基本的には問題発生後の対応となり、場合によっては対応困難となる問題の発生や、工程の大幅な変更を強いられる可能性のあることから、必ずしも合理的な手法とは言えない面がある。このような問題意識から、法面形成上の問題を事前にできる限り精度良く予測し、事前に適切な対策を検討する、つまり、空間や材料確保のための計画的かつ合理的な法面形状と法面对策を、施工以前に積極的に検討する場合の調査・解析の基本的な考え方、安定性検討の進め方を提案するものである。図-1に考え方のフローを示す。

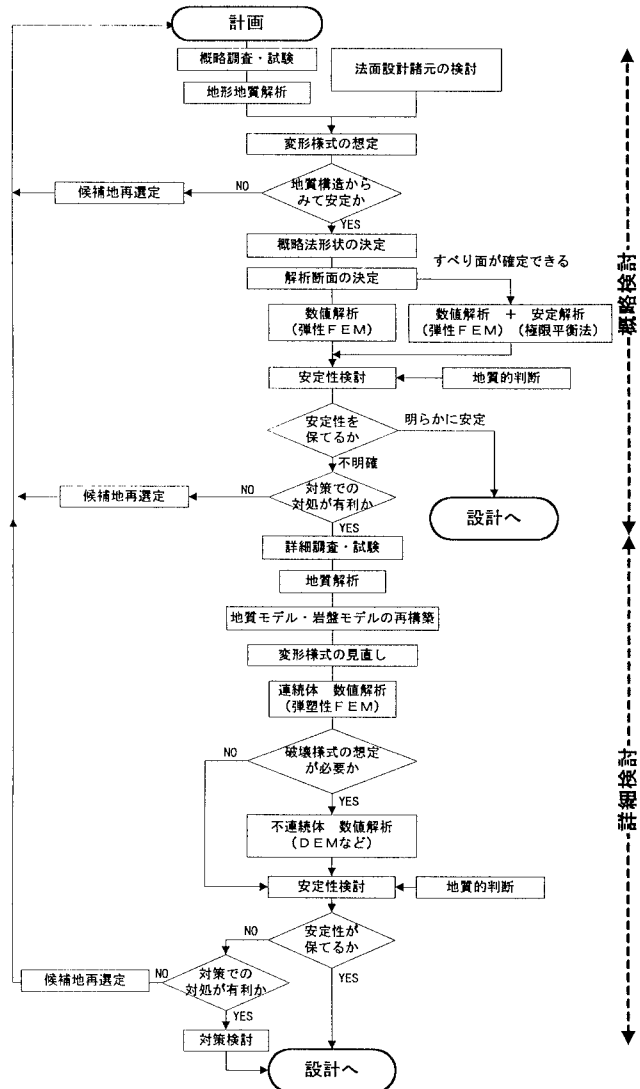


図-1 長大法面検討の考え方フロー

キーワード：長大法面、調査、解析

連絡先：浦和市神田936 TEL048(853)1785 FAX048(855)8099

2. 数値解析手法の適応性

安定解析手法としての極限平衡法は、変形が進行して特定のすべり面が形成された時点の検討には有効な手法であり、実績が多いが、特定のすべり面が形成される以前の、応力の再配分に伴う岩盤変形を再現するには、数値解析手法が有効である。しかし、長大法面の安定検討を極限平衡法によらず、数値解析に基づき行おうとする試みは少ない。

貞弘ほか(1997)¹⁾、(1998)²⁾、森ほか(1998)³⁾は、数値解析により、掘削に伴い変形の生じた法面の事例解析を行い、地山の変形様式をある程度再現できることを示した。また、十分な地質調査結果から適切なモデルが構築できれば、一般的な岩級区分に対応する物性値を適応して、順解析として数値解析を行うことにより、事前に変形様式を予測することが可能であり、適切な対策工の検討が行えることを指摘している。

数値解析の適応性についてみると、弾性FEM解析は、汎用的で簡便であり、比較的適応事例も多く、データの少ない概略検討段階においては、第一近似的な値を得るためには有効な解析手法である。また、詳細解析段階では変形様式をより精密に再現するために、連続体として扱える場合は、弾塑性FEMの適用を、不連続面が変形様式を左右すると想定されるケースでは、複雑な地質状況や地山の不連続面を取り入れることが可能で、大変形まで解析できる個別要素法（DEM）に代表されるような離散化型の数値解析手法の適用が有効である。

このように、解析段階や地質の特性により、解析手法を適宜選定することが可能であり、変形様式の再現性に有効であるため、順解析としての数値解析を積極的に導入することを提案したい。

3. 長大法面の調査・解析のための検討項目

（1）変形様式の推定

自然斜面における変形様式は、スライディングとトップリングに大別分類することができ、これらとは別にリバウンドやはらみだしという現象も認められる。変形様式が異なると、地山の変位や応力の分布、あるいは破壊の進行状況が異なると予想されることから、法面の安定検討を行う上で、変形様式を法面形状と不連続面の構造などから推定し、変形様式に合った解析手法を選定することが重要である。

今後施工される長大法面において、地質特性や不連続面の構造と変形様式の関係についての詳細な検討や事例を蓄積し整理する必要がある。

（2）調査・試験・計測

たとえばダム本体や材料採取のための調査は十分になされているが、長大法面の安定検討のための調査・試験を系統的に実施した例は少ない。解析モデルの作成のための地質情報や物性値の一部は、構造物築造を目的として得られたものを流用することが可能であるが、基本的には、概略の検討段階で法面検討に着目した調査、試験、計測を実施することが必要である。数値解析モデルを作成するためには種々の物性値が必要であり、現位置試験や室内試験を積極的に行う必要があるが、これらの、物性値の選定に当たり、試験値が地山を代表している値であることを確認することが重要である。

（3）順解析的な事例の蓄積

現況では、極限平衡法が主体であり、上述の数値解析は必ずしも一般化されていない。ダム等における切土長大法面の安定検討に際しては、地質構造や不連続面などの地山条件を把握し、掘削時の変形様式をある程度予測したうえで、数値解析でこれを精査し必要な対策を検討する手法が有効である。解析事例の集約をはかり、適切な物性値や数値解析の評価などのデータベースの構築や経験の共有化により、長大法面の検討をより合理的にしていくことが重要である。

引用文献：1) 貞弘ほか(1997)長大法面の実変形と挙動解析との対比，土木学会第52回年次学術講演会

2) 貞弘ほか(1998)長大法面掘削時の変形モード解析の実例と考察，ダム技術 no. 139(4)

3) 森ほか(1998)数値解析による長大法面掘削時の安定性評価，（本論文集）