

Ⅲ - B346 長大法面の実変形と挙動解析との対比

水資源開発公団試験研究所

貞弘 丈佳

双木 英人

佐藤 英一

1. 概要

従来あるいは現在でも、掘削法面の設計は、経験的に求められた勾配や法高と土質・地質との関連を参考に行われており、特定の法面に崩壊等の問題が生じた場合には極限平衡法等による安定解析手法を適用して対応が図られるのが一般的である。

掘削法面、特に長大法面では、その安定がひとたび失われると甚大な被害をもたらされるばかりでなく、安定化対策にも莫大な費用を要することとなる。

したがって、長大法面の安定の確保については、調査及び設計段階から詳細な検討が必要である。

一方で、長大法面の安定上、掘削に伴う除荷による地山内応力の再配分や、これに起因して生じる可能性のある地山の局所破壊が大きな影響を及ぼすと思われるにもかかわらず、これに対応した安定性の検討手法は確立されていないのが現状である。

さらに、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、古くは北原 1978¹⁾ などにより成されているが、地山の变形モードにも着目した安定性の評価については研究の途上であるといえる。

この様なことから、著者らは掘削法面の安定検討手法確立に資することを目的として、掘削に伴い変形の生じたNダム原石山法面の実際の変形モードを明らかにした上で、3種類の数値解析手法を適用し、その再現性などにより各々の手法の適用性について検討した。

なお、Nダム原石山法面は、湛水後約10年を経過しており、変状に対する対策施工後より現在に至るまで安定した状態にあることを付け加える。

2. 地質状況、変形モード及びモデルの設定

対象法面は高さ 300m、幅約 1,100m、最深掘削深度 100m以上の長大法面である。法面の地質は白亜紀の花崗岩と第三紀の貫入岩である流紋岩より成る。両者は厚さ数10mの板状構造であり(図-1)、境界の走向は法面方向と20°程度で斜交し、傾斜は70~80°で川側に傾斜する。両岩種とも全般にクラッキーであり、境界を含む一部の節理は風化や軽い熱水変質により粘土化している。

当該法面において発生した変形の様式は次のとおりであると推定される(図-2)。すなわち、掘削に伴いリバウンドが発生し、変形性の異なる岩種の境界部等での強度低下や分離が生じた。加えて、強度低下あるいは分離した面に囲まれた板状の岩盤が川側へトップリングし、変形がある程度まで進行した部分ではトップリングブロック底面にすべり面が形成された。

以上の地質状況ならびに変形様式を考慮し、図-1に示す解析モデルを作成した。岩盤の物性値はダムサイトでの試験値を用い、また亀裂の物性値は同種の解析で一般的に用いられている値を採用した(表-1)。

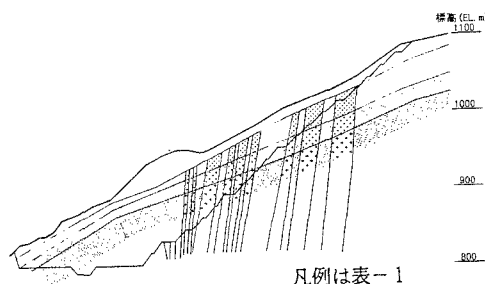


図-1 Nダム原石山モデル断面

キーワード: 長大法面、除荷、数値解析

連絡先: 浦和市神田936 TEL 048(853)1785 FAX 048(855)8099

3. 数値解析手法及び結果

今回用いた数値解析手法は有限要素法（FEM）、ジョイントを導入した有限要素法（JFEM）及び固別要素法（DEM）である。また、解析ステップは法面上部、中部及び下部まで進んだ時点を想定し、3ステップに分割して行った。

図-3は各手法による2ステップ目の変位図である。変位は第1ステップから第2ステップの間の増分を示した。3手法とも掘削によるリバウンドは再現されているが、FEM及びJFEMではトップリング変位が再現されていない。一方、DEMではトップリング変位が良く現われており、この点でDEMの適用性がやや高いようである。DEM以外の手法でトップリング変位が再現されなかった理由として、FEMならびにJFEMでは、掘削深の深い部分のリバウンドが相対的に卓越し、この部分の変形がモデル上方に波及する現象が生じたため、全体の変位が斜面上方に向かうかたちで現れたものと考えられる。

表-1 数値解析に用いた物性値

凡例	岩種	岩種区分	単位体積重量 (kgf/m ³)	弾性係数 (kgf/cm ²)	ポアソン比
	堆積、強風化岩 阿波堆積物等	D	2.3	500	0.35
	花崗岩	C ₁	2.1	8,000	0.35
			2.1	2,500~14,000	0.35
		C _M	2.5	25,000	0.3
			2.5	5,000~37,000	0.3
		C _N	2.6	90,000	0.25
	凝灰岩	C ₁	2.4	15,000	0.35
			2.4~2.5	4,100~37,000	0.3~0.42
		C _M	2.5	50,000	0.3
			2.5~2.6	11,100~70,000	0.25~0.38
		C _N	2.6	150,000	0.25
凡例	地盤構造		粘着力 C (kgf/cm ²)	内部摩擦 力 φ (°)	バネ係数 軸方向 K _x 断面方向 K _y
	地盤境界、 断層(ジョイント)		0.5	30	弾性係数×1 弾性係数/5

注) 各項目の上段は解析モデルへの採用値、下段は各種試験結果や資料による一般的な値、あるいは他の数値解析事例における値

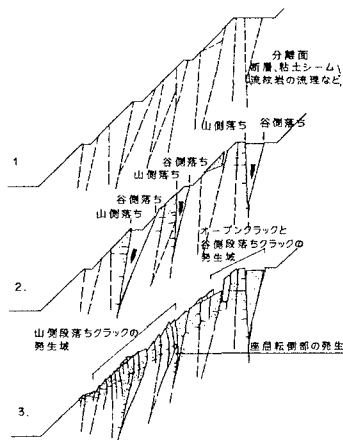


図-2 斜面変形モード

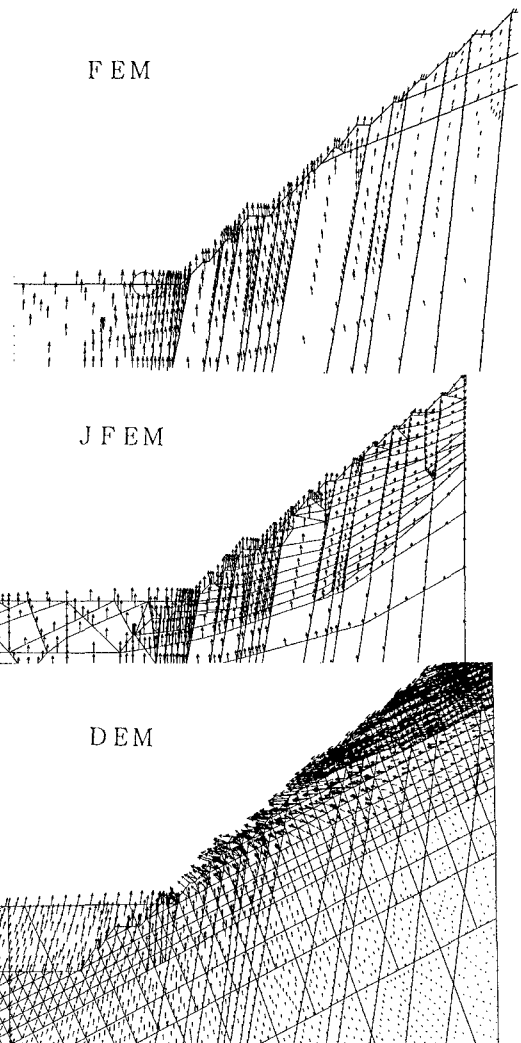


図-3 数値解析結果

引用文献

北原 1978 斜面の掘削時の安定について、
土と基礎 vol.26 no.6 pp.23-30