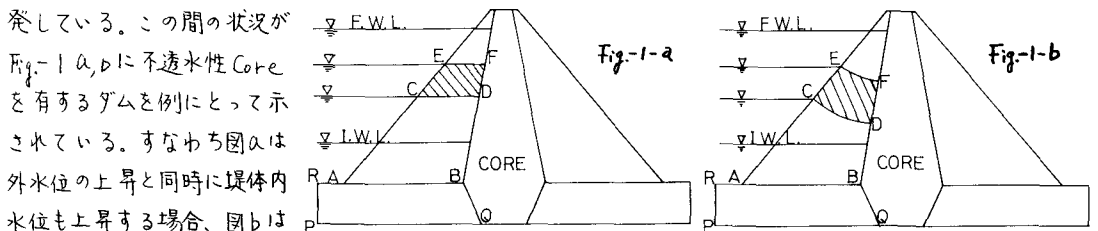


1. ま え が き

最近の水による堤体の決壊例として、米国 Teton ダムや長良川堤防を挙げることができる。これらはいずれも外水位変動時の破壊例であって、非定常浸透流下の堤体の安定解析法の確立が要請される。このため、本研究においてはここ数年試みてきた解析法を改良、発展させ、外水位がある初期水位から最終水位まで上昇する間に、その堤体がうける外力変化を増分形で評価し、これを構成材料の応力-変形特性と結びつけた FEM 解析法を展開したものである。特に、新たに浸水をうける領域において浮力、浸透力以外に Nobari and Duncan⁽⁴⁾ による collapse load の評価法を導入し、より現実的な堤体材料の挙動をシミュレートするよう努めた。なお本研究は浸透流が発生する前の堤体の形成過程を考慮した初期応力の算定、外水位上昇時の応答解析、および外水位低下時の応答を一連の流れとして把握せんとするものであり、それらの結果を簡単な解析例を通じて示す。

2. 初 期 応 力 算 定 : ここでいう初期応力とは外水位上昇時の応力-変形解析に対しては水位が上昇し始める直前の応力分布を意味する。また、外水位低下時の応力-変形解析に対しては水位が低下し始める直前の応力分布である。そして本報告の解析例としては、前者の初期応力は堤体築造完了時 (core の圧密過程は考えていない) を、また後者の初期応力は外水位が上昇し切った定常状態の応力分布を想定している。

3. 外 水 位 上 昇 時 の 応 力 - 変 形 解 析 : 現在、湛水過程にあるロックフィルダムの FEM による応力-変形解析に関する研究が 2, 3 みられるが、いずれも貯水池水位が上昇するとき、堤体内水位も水と同時に上昇するとの前提で、解析法が定式化されたものである。多くの場合この前提は容認しうるものであるが、最近のように極めて苛酷な条件のもとで築造せねばならないダムのなかには、貯水池容量の相当に小さなものもみうけられる。このようなダムにおいては、貯水池水位の上昇速度が比較的速く、堤体内水位の上昇は時間遅れを伴っていわゆる浸透流の発生することが予想される。したがって、本研究においてはより汎用性のある解析法の確立を念頭においているため、外水位上昇時にも浸透流が存在するものとしてプログラムを開発している。この間の状況が



外水位上昇時に堤体内に浸透が発生する場合である。結局、図 a は図 b の特別な場合と考えればよい。図においてこの堤体は初期水位から最終水位までの外水位上昇をうけるものとする。いま、適当な 2 つの水面位置 CD および EF に注目し、水面が CD から EF へ移行する間にこの堤体がうける外力変化を考える。まず、新たに水浸する部分 (斜線部) CDEF 内においては ①浮力; ②水浸に伴う collapse load; ③浸透力の変化; ④不透水面 DF に作用する水圧と考えられる。また、自由水面 CD 以下の既水浸部においては①浸透力の変化; ②不透水面 BD, BQ などに作用する水圧変化がある。以上の外力変化を荷重増分とした非線形解析を、初期水位から最終水位までの適当な増分について行えば、水位上昇に伴う逐次的変形、応力変化を追跡することが可能となる。ここで上述の Collapse load について簡単に説明しておく。いま、ある土構造物が不飽和状態の含水比のもとで平

衡状態にあるものとする(Dry状態)。この系が新たに水浸をうける(Wet状態になる)と構成材料が劣化し、平衡状態が破れて変形が生じ、応力状態が攪乱される。すなわちこの系は水浸によってあたかも外力をうけたかのような挙動を呈することになる。このみかけの外力をCollapse loadと称する。そして、Nobari and DuncanはCollapse loadの評価法として多少大胆な仮定は含んでいるものの、見事な手法を提案している。紙面の都合で、ここで紹介することはできないが、本研究も彼らの手法を用いた。

4. 外水位低下時の解析：Fig-3は外水位低下に伴い初期状態から出発して、時間とともに逐次低下する自由水面形を適当な時間間隔ごとに示したものである。いま、任意の相隣る2つの自由水面、 i と $i+1$ に注目し、自由水面が i から $i+1$ へ移行する間にこの堤体がうける外力変化を増分荷重とした非線形解析を行う。

5. 解析例：Fig-4に示す断面諸元を有するダムについて、盛土築造時、外水位上昇時、および外水位低下時の応力-変形解析を行った。

表 - 1

	シェル材		コア材
	Dry	Wet	
内部マツ角	45°	40°	25°
粘着力 (t/m)	0	0	10.2
K	3800	3350	345
n	0.19	0.19	0.76
R _t	0.79	0.76	0.88
K _{ur}	4000	3550	300
ポアソン比	0.4	0.4	0.4
ρ (t/m ³)	1.0	1.0	0.01

応力-ひずみに関する構成則はDuncanらによるもので、表-1に用いた物性値を示す。Fig-5～Fig-7は、それぞれ盛土築造完了時、外水位上昇終了時、外水位低下終了時の変形状況を示したものであるが詳細は当日説明したい。[参考文献式]

- 1) 山上・小田：第9回土質工学研究発表会，2.3) 山上，小田：第10回土質工学研究発表会，4) Nobari and Duncan：Effect of Reservoir Filling on Stresses and Movements in Earth and Rockfill Dams，5) 林正夫：電研技=研報告No.70012 6) 松井孝孝：電研技=研報告No.72012

