

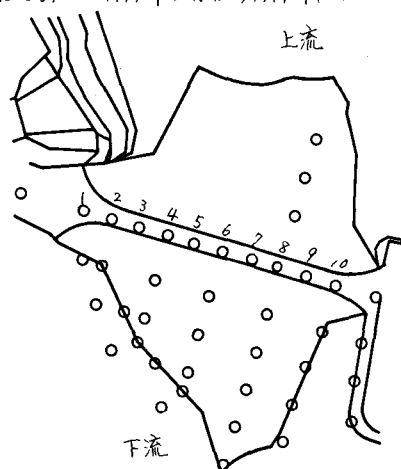
貯水に伴うフィルダムの挙動

岡山大学農学部 正員 藤井弘章 渡辺 忠
 岡山大学工学部 正員 河野伊一郎 西垣 誠
 中四国農政局 正員 垣内勝弘

〔はじめに〕 藤井らは1974年以来貯水に伴うロックフィルダムの挙動を知ろうとして観測を行い、かつ数値解析との比較をしている。この報告は、そのうち変形の概略と新に行った数値解析結果について述べる。

〔観測方法および経緯〕 観測対象は中四国農政局施工の西原ダムである。西原ダムは傾斜コア型のロックフィルダムで、堤高46.1 m、堤長192.3 m、堤体積約34万 m^3 であり、その築堤材料の特性は表1に示す。築堤は1969年に開始され1977年に完了した。その後1974年6月より貯水試験を始め、1974年9月満水位 (EL 268.00) 付近に達した。その後1975年2月に死水位 (EL 235.00) まで低下させた。第2回の貯水試験のため約1週間再び貯水開始し、1975年4月EL 265.00、同年11月満水位になった。この状態が1976年9月まで保ち、9月より落水し、12月に死水位に達した。そして1977年2月より三度貯水を始め、4月満水位になり現在まで満水位付近 (265.00~268.00) を保っている。堤体内には三面土圧計5組、間隙水圧計3ヶ、層別沈下計1本、水平垂直変位計1本および涌水量測定装置が設置されている。また築堤完了後、表面測標を図1のように設置し、水平方向の変位、沈下量を測定した。

〔観測結果および考察〕 堤体は貯水すると下流側に変形する。最も変形の大い堤頂中央部No6の水位に伴う水平変位を図2に示す。横軸が下流への測点の移動量、縦軸は貯水位である。1974年6月から1979年12月までのものを示した。変位の測定は堤体両岸に基準点を設け、それを通る基線を定め、これの一方にトランシットを設置しその基線からのずれをスケールで測定している。第1回貯水時のEL 250 即ち水位15 m



付近で1 cm近く上流へ移動しているように見える。このような例は他の測定にも見られる。水圧より上流側岩盤が圧縮され、堤頂が上流へ回転する場合もあるようだが、他のダムの岩盤変位の実測値は小さい。したがって、当初測標設置の際移動したものであると思われる。また、ダムのポケットが小さく、低水位では急激に水位が上昇する設置時点と水位がEL 250 付近に達するのは旬日も経ばない。しかもその後のいずれの貯水でもこの付近の水位まで殆んど変形には影響していない。よって実際の変形はEL 250 付近の変位点を零点として考える。満水位で最大55 cm生じ、水位を下げると堤体約2 cm上流へ戻る。この傾向はその後の貯水試験でも同様である。すなわち、第2回の貯水でも水位EL 255.00 付近から下流へ

表1 材料特性および入力条件

掘り始め、満水位で約6 cm掘り落水すると約15 cm復元する。第3回の貯水では8 cmに達している。貯水位の増減が直ちに変形に反映するのではなく、一定水位でも時間が経てば徐々に変化してゆく。即ち、満水位期間が短かった第1回にん水試験では、最大変位はむし

ゾーン名	E (Kg/cm ²)			μ			ϕ	C
	①	②	③	①	②	③		
コア	220	198	154	0.40	0.42	0.43	22°	1.2
フィルター	400	360	280	0.33	0.34	0.35	42	0.7
ロック&トランジション	6000	900	700	0.35	0.36	0.37	45	2.0
岩盤	10000	10000	10000	0.27	0.27	0.27	30	0

る水位が低下してから生じている。満水期間の長い第2回、第3回ではこの変位は満水期間中徐々に変形して最大になっている。図3に堤頂第1測線の平面的な変位を図示する。明らかに堤体中央部において水平最大変位が生じ、両側において変形は微少にばり彎曲している。落水に伴う変位の上流側への復元も下流側の変形量に応じて変っている。両側では変形は初期のたん水で一定化するが、中央部では変形は続いている。

〔数値解析結果と実測値の比較〕 既に三角形要素、四角形要素による材料線形モデルについて算定を行ったが、今回アイソパラメトリック要素による材料線形モデルおよび弾塑性モデルとして算定した。図4に要素図を示す。要素数132、節点数138である。堤体は平面ひずみ状態とし、築堤後の貯水圧の増加のみに対する挙動を算定した。したがって、堤体の自重は考慮していない。入力条件は表1のとおりであるが、材料定数は室内試験および現地試験から決定した。水浸部分の定数は①水浸時も定数が変わらないもの、②水浸部を1割小さくしたもの、③水浸部を3割減少させたものを入力した。落水時の算定結果のうち、実測値に対応する4点の堤体変形量を表2に示す。堤頂

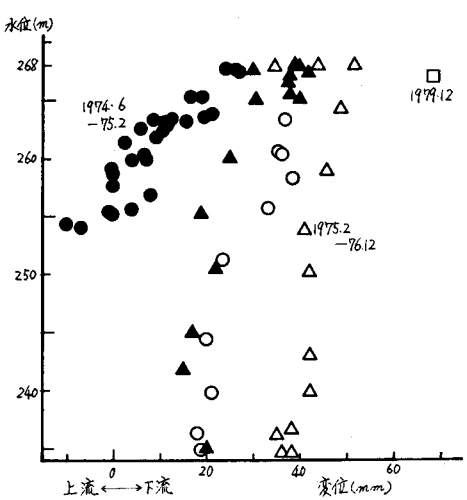


図2 貯水位と測点6の水平変位の関係

表2 解析結果と実測値の比較 (cm)

の downstream への最大水平変位は線形モデルで54~59cm、入力方法に問題があるが参考として塑性モデルで59~65cmが生じている。これは現在第3回目の実測値8~8.5cmより小さいが、第1回の55cm、第2回目の6cmに相当する値である。これらのことから水浸による堤体材料の特性の変化および時間要素を考慮した粘弾性モデルの検討が必要になってくるとはいえ、最も単純な線形弾性モデルでも貯水による変形をある程度推定可能であることがわかった。

節点番号	条件①		フルク渡条件②		フルク渡条件③		フルク渡条件④		測点番号	実測値
	線形	弾性	線形	弾性	線形	弾性	線形	弾性		
⑥	5.4	5.9	5.6	6.0	5.9	6.2	5.9	6.5	⑥	6.3
⑫	3.9	4.4	4.0	4.5	4.1	4.6	4.2	4.7	⑫	2.5
④	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	1.0	④	2.0
⑫	1.0	1.0	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	⑬	3.5

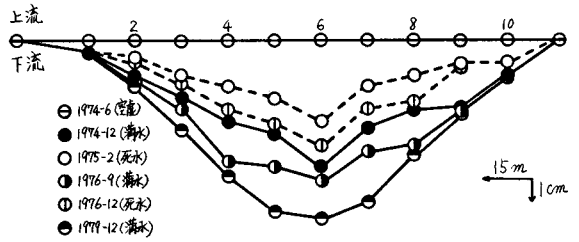


図3 堤頂の水平変位分布

〔おわりに〕 解析に観測に協力頂いた本学卒業生柏原(現岡山県)、久保(現中四農政局)、若林(現徳島県)、藤田(現入雲建設コンサル)の各君に謝意を表す。最後に本研究は、昭和54年度文部省科学研究を受け、これを謝す。なお計算は国大計算機センターACOS 700を用いた。

〔引用文献〕 1) 藤井他(75): 農工全集 2) 藤井他(75): 土木全集 3) 藤井他(77): 農土中 4) 文庫集

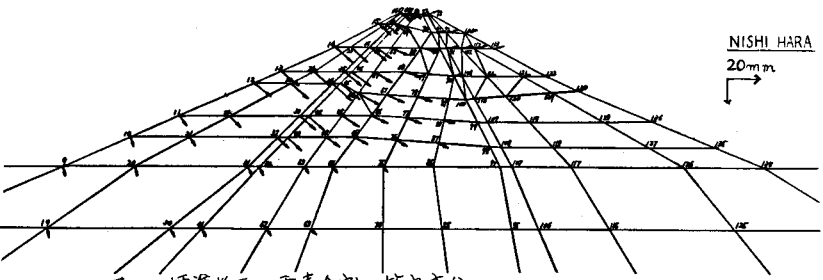


図4 標準断面の要素分割と算定変位