

III-72 ダムの挙動管理

京都大学農学部 正会員 ○村上 章
同 上 正会員 長谷川高士

1. はじめに

ダムなどの重要構造物において計測される変位、応力、間隙水圧などといった諸量は、次のような2つの役割を果たす：1)逆解析の入力として与え、以後の挙動予測を行う；2)ダムおよびその基礎の挙動管理に直接使用されるか、あるいはそれに必要な指標の算出に使用される。前者に関しては既にいくつかの報告があり、実事例に対しても興味深い結果が得られはじめている。本文では後者について、逆解析との関わりを与えながら、考察をすすめることとする。

2. 局所安全率の変化

ダムおよびその基礎に対する安定性の評価には、局所安全率などのように応力とその規準となることがしばしばある。このとき、変位観測値を用いた逆解析により計算値がダムおよび基礎の内部における状況を精度よく表現することや、応力観測値を得るのに適切な場所を知ることが必要となる。地盤物性定数の逆解析を行うための入力として応力を使用しても意味がないので、ここでは変位を逆解析の入力・照査に、応力を挙動管理に、それぞれ限定して用いることを考える。

荒井らが行った試験盛土基礎地盤に関する逆解析結果¹⁾によれば、圧密の進行に伴うせん断応力の増加に起因して、求めた基礎の弾性係数（ヤング率）が載荷後の時間とともに徐々に減少する傾向にある。こうした剛性の低下はダムの自重や貯水による載荷を受ける基礎についてもありうべき事柄であり、ダムの安全性を論ずるに際しよく使われる局所安全率にも、少なからざる影響を及ぼすものと考えられる。また、局所安全率はこの要因以外に、外力の変化に対してもその影響を強く受けると考えられる。

そこで、応力以外の計測諸量を用いて逆解析がまず行われたとして、次に観測期間の進行に伴う、ある領域における剛性低下が局所安全率(F)に与える効果を明らかにするために、当該領域の弾性係数に対するFの変化率を次式により求める。

$$\frac{\partial F}{\partial E} = \frac{\partial}{\partial E} \left[\frac{\sin \phi}{(\sigma_1 - \sigma_2)/2} \cdot \left\{ \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{2} + c \cot \phi \right\} \right] \quad (1)$$

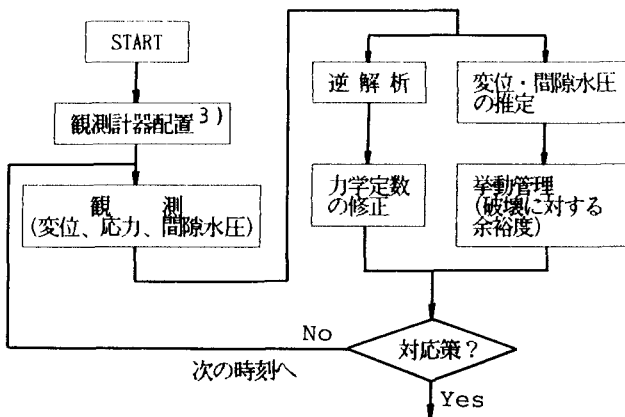
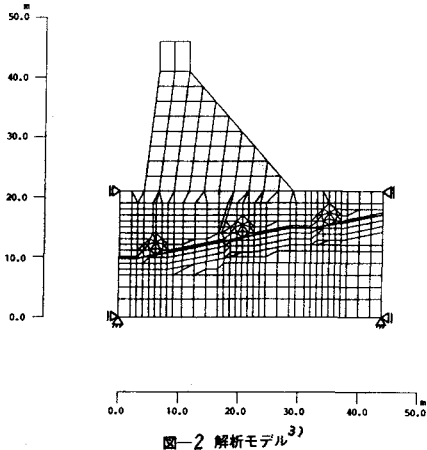


図-1 安全管理のフローチャート²⁾

外力の変化に対するFの変化は陽に書き下すことができないので、載荷前後での局所安全率の変化を観察することでこれを知るものとする。

3. 挙動管理の方法

挙動管理のフローは基本的に図-1を考える²⁾。変位計測値は逆解析に用いられ、物性定数の観測修正にフィードバックされる。逆解析に使用した以外の変位は挙動予測の判定に用いられる。こうした逆解析で推定された物性定数をもって、局所安全率

図-2 解析モデル³⁾

を算出し、挙動管理を行う。基礎に断層などの弱層が存在するときは、その部分の載荷による剛性低下の影響に留意して、応力変化を監視する必要がある。応力の計測は逆解析には必ずしも必要でないが、構造物の安全性管理には重要な量である。このとき、応力計測を実施すべき場所を検討しなければならない。その位置は逆解析に必要な変位の計測位置とは必ずしも一致しない。

図-2の事例³⁾をとる。この場合では、その基礎に薄い弱層がほぼ水平方向に存在しており、対策工法としてダウエリングコンクリートが打設されている。3ヶ所のダウエルコンクリートのうち、ひとつは監査廊のために残し、他は施工後観測終了ののち、コンクリート充填により埋戻す計画である。この詳細

や逆解析のための変位観測計器配置は、文献3に示したとおりである。

この例での局所安全率の変化率分布を図-3に掲げる。この結果から、ダウエルコンクリート周辺で安全率に対する剛性低下の影響が大きいことがわかる。さらに、図-4には局所安全率 F の変化率が正となる領域を白抜きで示した。これは弱層の剛性低下 ($dE < 0$) に対して、安全率が低下する ($dF < 0$) 領域をあらわす。図-3および図-4から応力値の変化に注意すべき箇所として、ダウエルコンクリートおよびその周辺、さらに下流側基礎を挙げることができる。

4. むすび

あるダムサイトを例にとり、逆解析に関連した挙動管理の方法を考察した。今後は実データの蓄積を待って、挙動管理の規準や方法についてさらなる検討を深めたいと考える。

謝 辞：元本学学生 原田行司氏（現・フジタ工業）には、数値計算や図面整理にご助力いただいた。ここに記して、深謝の意を表します。

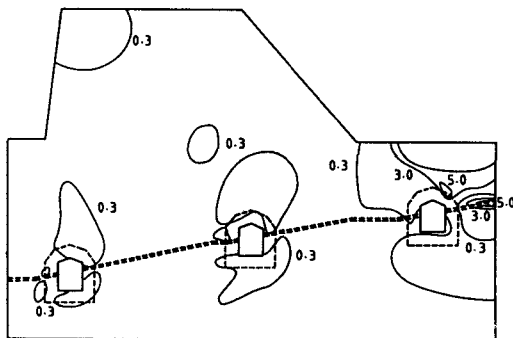
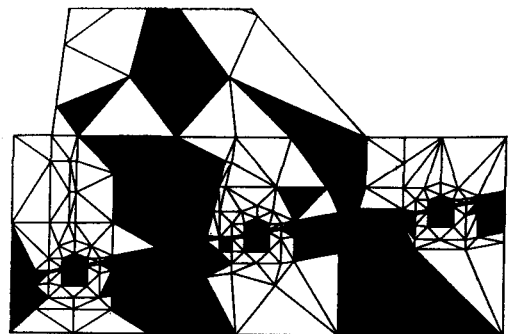
図-3 局所安全率の変化率 ($\times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{tf}$)

図-4 局所安全率の変化率が正となる領域(白抜き)

☆参考文献：

- 1) Arai, K., Ohta, H., Kojima, K. and M. Wakasugi: Application of back-analysis to several embankments of soft clay deposits, Soils and Foundations, Vol.26, No.2, pp.60-72, 1986.
- 2) 村上 章・長谷川高士：逆解析と挙動管理，第23回土質工学研究発表会発表講演集，1988(投稿中)。
- 3) 村上 章・長谷川高士：Kalmanフィルタ有限要素法による逆解析と観測節点配置，土木学会論文集，第388号/III-8，pp.227-235，1987。