

(株)間組技術研究所

正員 ○ 小林 晃

正員 向上 弘美

正員 北村 孝海

1. まえがき

ダムにおけるパイピング、斜面の崩壊、矢板回りのクイックサンド現象等、浸透流による破壊現象は、構造物の設計、施工において、重要な問題である。この方面の研究は、多くのデータと実績を積みつつあるが、まだ充分とは言えない。その理由として、土と水の相互作用である浸透破壊現象を予知するための十分な物性と構成方程式を得ることが、非常に困難であることがあげられる。そこで、筆者らは、設計、施工の一つの目安として、動水勾配と透水係数の関係に着目し、一解析方法を試み、実験値との比較を行った。勿論、このような解析方法が、現実を十分に再現しうるものとは限らず、多くの問題を残したが、一つの試みとして、ここに報告する。

2. 破壊現象を考慮した透水係数

解析方法は、不飽和-飽和浸透流解析に、破壊現象を考慮した透水係数を用いて計算するものである。透水係数を次式のように表わした。

$$K = K_0 \cdot K_r \cdot K_g \cdot K_m$$

K_0 ; 飽和部の透水係数

K_g { $K(0.0k)$: 不飽和部の K_0 の相対透水係数
1.0 ; 飽和部

K_r ; 流路に関する K_0 の相対透水係数

K_m ; 骨格、間隙変形に関する K_0 の相対透水係数

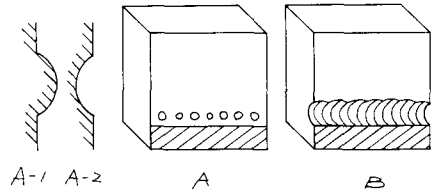


図-1

3. 実験値との比較

大野が行った琉球砂層の不攪乱試料を用いた浸透流実験結果と解析結果の比較を行った。実験は、上中下流部の3ヶ所で、観測孔による水位測定、下流端からの流出量測定を行っている。破壊状況は、図-1に示すように、下流側壁面の約10ヶ所で、膨張(A-1)、欠落(A-2)が見られ、後、約1週間後に、Bのような状態に至った。その後、この状態を維持したが、変化は見られず、全面破壊には至らなかった。また、内部侵食は観測できなかったが、下流壁面で偏った破壊がなかったため、奥行中の影響は、なかったものと判断した。実験過程の動水勾配 i と K_m の関係を図-2に示す。ここで、 i は、両端水位差と底部長から求め、 K_m は、流量測定結果から換算した。解析では、この実験を要素試験とみなし、この関係を、入力物性データとした。但し、 K_g は一定、 K_r は実験値を用いた。また、実験の観測水位変化を図-3に示す。解析結果は図-4に示す通りで、同図には、 K_m を考慮しない場合、すなわち、透水係数が i に無関係とした解析結果も示している。同図では、 K_m を考慮した場合は、考慮しない場合より、特に下流側で水位が低くなる傾向がある。一方、実験値と比較すると、実験値は、解析値より、下流部において、かなり低い水位を示していることがわかる。

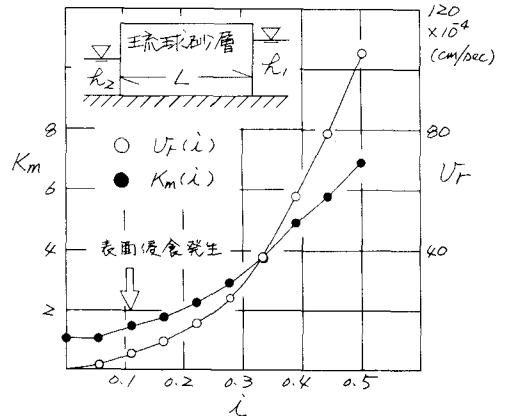


図-2

4. 考 察

以上の差異の原因は、この実験を要素試験とみなして、入力物性データを求めたことにあるものと思われる。

すなわち、実験で生じた破壊現象は、下流側の局所的なものであるにもかかわらず、その実験流量を、供試体の全域で平均化した値として用いたところに問題がある。ここに応力・変形状態が供試体全域で一様でなければならぬ要素試験の難しさがある。そこで、筆者らは、モデル実験から、不飽和透水特性を逆算する方法²⁾をヒントに、この実験をモデルと考え、 K_m との関係を模擬解析によって逆算する方法の検討を、現在、行っている。

5. 問題実質が考察

(1) 浸透破壊の特性に、何らかの可逆性が含まれている可能性がある。例えば、ヒステリシスの存在の有無、性質(図-5)等がわかれば、周期的な水位変動や揚・注水による浸透履歴が生じる際の解析において、重要な因子となるであろう。

(2) 破壊を考慮した透水係数として、動水勾配と透水係数の関係に着目したが、この関係には、間隙比の変化や変形・ひずみのパラメータが陽には、入っていないため、当然、この考え方には限界がある。

(3) また、この手法では、内部侵食を生じていても、全面破壊に至るまで全体として K_m との関係に変化が現れないような材料に対しては、適応できない。但し、この場合には、供試体をさらに細分することによって、何らかの K_m との関係が得られる可能性がある。

(4) 実験を模擬することによって、 K_m との関係が推定できる程度の浸透破壊過程が詳細できれば、工学的取り扱い、経済的な面からみて、有効といえるであろう。

6. あとがき

浸透破壊過程と、動水勾配と変形に伴う透水係数との非線形関係に着目し、解析に導入した一方法を提案した。

また、浸透破壊過程に関する物性を、モデル実験を模擬することにより、逆算することを提案した。しかし、多くの問題が残されている。また、現実には、物性を正しく切ることは、非常に困難であると思われるので、浸透破壊をより忠実に再現しうる構成方程式の確立が必要と思われる。

参考文献

1) 大野経雄、その他：砂のパイピング特性に関する実験的研究，第17回土質工學研究発表会 PP.23/7~22/20. 1982. 6.

2) 大西有三、西垣誠：土中水の不飽和流動 3. 不飽和流の解析(解析例)，土と基礎 29-8, PP.37~45 1981-8

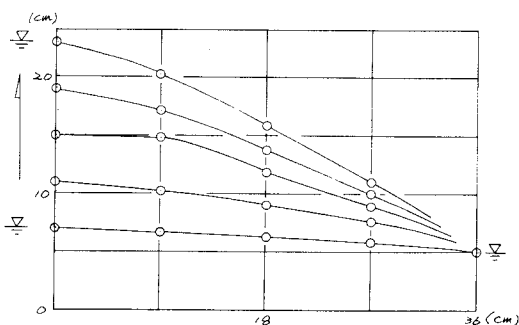


図-3

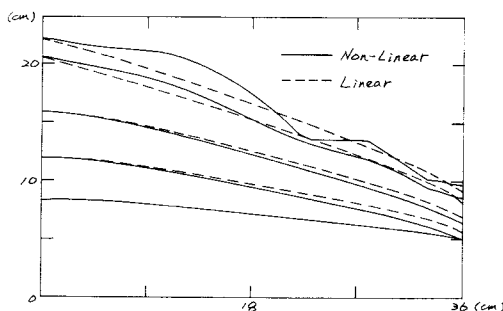


図-4

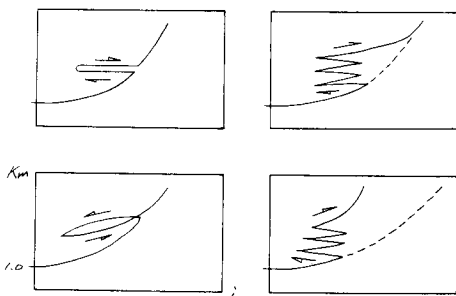


図-5