

ある岩盤試験のシミュレーション解析

京都大学工学部 正員 小林 昭一
電 源 開 発 正員 藤田 耕三

1. はじめに

土木構造物は、最近、益々巨大化の一途をたどりつつあるが、その基礎と岩盤との相互作用を評価する方法は、いまだ確立されていない。岩盤中、あるいは岩盤上に土木構造物を設計する際、必要となるのは、岩の物理定数、特に弾性係数、ポアソン比、せん断弾性係数、破壊条件である。しかし岩盤のこれらの特性を直接に求めることは不可能に近い。今まで種々の試験が試みられたがいずれも成功していない。岩盤の弾性係数やポアソン比を直接的に求めるためには、室内試験と同様に一樣な応力、ないし変形の下で行なうのが望ましい。しかしながら岩盤を対象とした一樣な応力ないし一樣な変形条件の試験を行うことは容易ではない。できれば従来の試験法、あるいは比較的簡単な試験法により、岩盤物性を間接的ではあるが推定し、評価する方法を確立することが望ましい。そのためには試験時の応力と変形、破壊の過程を十分に確に把握しておくことが必須である。実際に原位置試験によりこれらを観測し、定量的に把握することが望ましいが現実問題としては、複雑な不連続面とジョイントを含みかつ種々の異なった岩紋のものについて個々に調べ上げることは殆ど不可能に近い。もう一つの方法は試験の過程を数値にシミュレートすることであろう。この方法では現実のものを扱っていない上、いくつかのモデル化が必要であり若干の不正確さはまぬがれないが、その反面、任意に種々の条件を設定でき相当地広く調べることができ、また新しい試験法を模索するのに大いに有効であろう。

本研究は、基礎と岩盤との相互作用の評価方法確立のための一段階としてシミュレーション解析により基礎的研究を行なったものである。上記したように原位置試験において物理定数を求めることは非常に困難であるが、種々の試験より得られた結果がどのような物理定数のもとで得られたかをシミュレーション解析によりさぐりあてること、その物理定数を推定することが可能である。したがってどのような試験を行なった時には、岩のどのような特性が把握でき、その結果よりどのような物理定数が推定可能かをあらかじめ知ることもまた可能である。岩盤試験のシミュレーション解析は、このような意味で原位置試験そのものと表裏一体を成し、極めて重要な位置を占めるものである。

2. シミュレーションモデルと手法

岩盤試験は、種々考えられるが、その中でも物性試験に近いものが望ましいと考えられる。岩質材料の特徴は、引張強度が圧縮強度に比べ非常に低いということである。したがって岩盤の引張強度を知ることは非常に重要であると思われるが、従来より行なわれているブロックせん断試験よりこれを推定することは、簡単ではない。この引張強度を求めるための試験としては、岩盤上にコンフリートを打設し、これを壊れるまで引張るという簡単な試験が考えられる。その他にも例えば 図-1 に模型的に示すような種々の試験法も

KOBAYASHI SHOUICHI, FUJITA KOUZOU

考えられる。この引張試験としても純引張試験ではないので、破壊の過程を的確に把握するためには、シミュレーション解析が必要となる。このことは他の全ての試験についてもあてはまる。これらの中で、図-1(c)に対応するものについてのシミュレーション解析を示す。シミュレーションは次の仮定の下に行なった。

- (a). 平面ひずみ問題として、三角形一定ひずみ要素を用いた有限要素法によった。
- (b). 要素分割、および荷重のかけ方は図-2に示す。
- (c). 要素は圧縮では壊れないとし、引張応力がある一定値に達すると破壊すると仮定した。
- (d). 解析の手法は、破壊条件に達した要素を一つづつ壊していく逐次解析方法をとった。ただし、連鎖的に壊れる場合は、何個でもつづけて壊した。
- (e). 要素の最大主応力が、破壊条件に達すると破壊するものとしてその方向の弾性係数を100分の1におとし直交異方性体として計算した。
- (f). コンクリート部分は破壊しないと仮定した。

3. シミュレーション解析結果

コンクリートの弾性係数、 $3.0 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 、ポアソン比 0.1667、岩盤のそれらを $5.0 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 、0.25 としたシミュレーション解析結果を以下に示す。

図-3 圧縮-木平析産 岩盤の引張強度 15 kg/cm^2 とした場合の局部破壊の例

図-4 “ “ “ “ 10 kg/cm^2 “ “

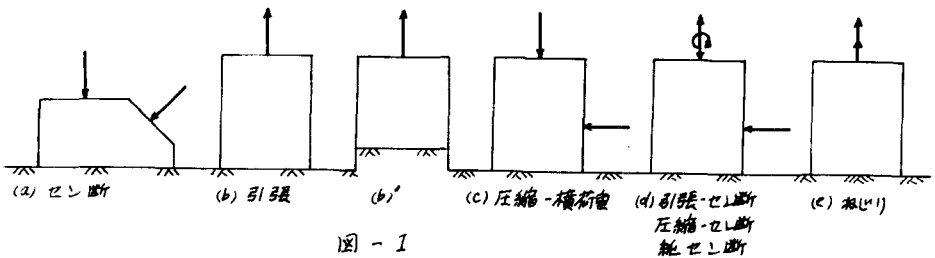


図-1

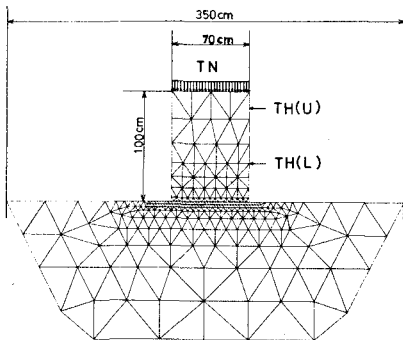


図-2

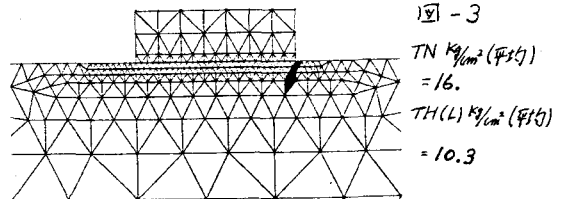


図-3

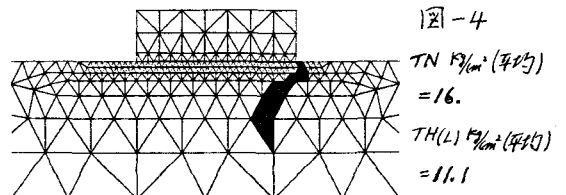


図-4