

建設省土木研究所 正 員 加納 尚史

〃 正 員 川島 一彦

〃 正 員 大田方 尚己

1. まえがき

従来、沈埋トンネルの動的解析では、同一の堆積条件にある地層は同一の地盤定数を有するとの仮定の下に行われる場合が多い。しかし、実際には近接する何箇所かのボーリングデータを相互に比較すると、 N 値等地盤定数にはかなりの違いがあるのが一般的であるとして、ここでは沈埋トンネルの動的解析において、沈埋トンネルの軸線に沿う方向の地盤剛性に箇所別の変化を見込むことにより、どの程度沈埋トンネルの応答に影響があるかを検討した結果について報告する。

2. 解析対象モデルおよび解析条件

解析対象とした沈埋トンネルは、幅44.3m、高さ12.9m、長さ800m(160m@5)であり、エレメント間には可とう性継ぎが設けられている。

沈埋トンネルの周辺地盤の構成を図-1に示す。このような地盤条件が沈埋トンネル全長にわたって連続しているものと仮定した。ただし、前述したように、同一の堆積条件にある地層でも、箇所ごとに地盤定数はかなり変化することを見込んで、表層地盤を図-2に示すように、トンネル軸方向に41断面、深さ方向に14断面に分割した。この上で、同一の地層(図-1、図-2に示す A_{c1} 、 A_{c2} 、 D_{1c} 層)に属する断面内の地盤のせん断剛性 G が、平均 G_m 、標準偏差 $G\sigma$ の正規分布に従うものと仮定した。こうして求めた地盤のせん断剛性の分布の一例として、最上層(A_{c1} 層)に対するせん断剛性 G の頻度分布を図-3に示す。これらの地盤のせん断剛性を無作為にトンネル軸方向の41断面に対して割り振ることとした。ここで、箇所ごとの地盤のせん断剛性のばらつきの度合いは、 $G\sigma/G_m$ (以下、変動係数と呼ぶ)によって与えるものとし、変動係数 $G\sigma/G_m$ を任意に0.2、0.5、1.0と3段階に変化させた。また、同一の変動係数に対する地盤モデルをそれぞれ3種類ずつ作成した。したがって、解析対象モデルは3@3=9ケースである。

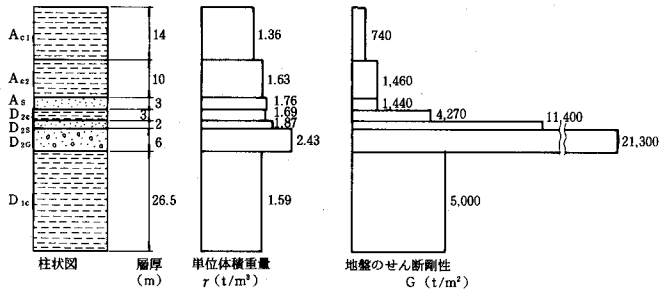


図-1 解析対象とした地盤条件

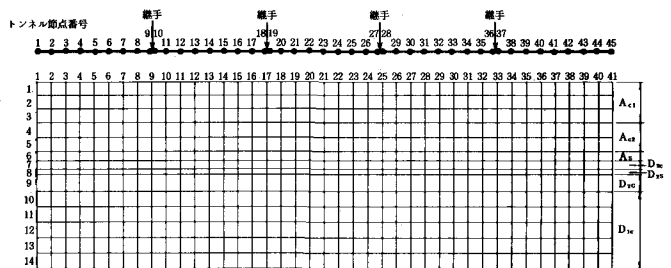
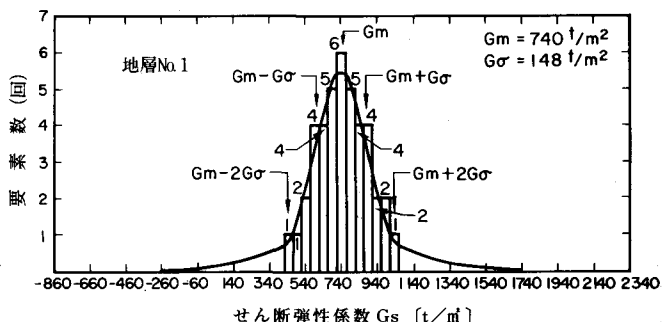


図-2 周辺地盤の分割

割り振ることとした。ここで、箇所ごとの地盤のせん断剛性のばらつきの度合いは、 $G\sigma/G_m$ (以下、変動係数と呼ぶ)によって与えるものとし、変動係数 $G\sigma/G_m$ を任意に0.2、0.5、1.0と3段階に変化させた。また、同一の変動係数に対する地盤モデルをそれぞれ3種類ずつ作成した。したがって、解析対象モデルは3@3=9ケースである。

図-3 最上層におけるせん断剛性の頻度分布(変動係数 $G\sigma/G_m=0.2$ の場合)

応答計算には、田村らによって提案された

沈埋トンネルの動的解析手法¹⁾を用いた。また、入力地震動としては、東京湾横断道路トンネル用に提案されている動的解析用入力地震動²⁾を用いた。

3. 地盤剛性の箇所別の変化の影響

図-4はケース1に対する沈埋トンネルの最大断面力の分布を示したものである。これによれば、変動係数の2程度の地盤剛性のばらつきを見込むことにより、結構大きな断面力が生じており、軸力、せん断力、曲げモーメントいずれの場合にも、変動係数が大きくなるとともに一般に大きくなることがわかる。また、最大断面力の変化の度合いは軸力では比較的小さいのに対して、曲げモーメント、せん断力の順で大きくなっている。これは、軸力→曲げモーメント→せん断力の順で、局所的な地盤剛性の変化の影響をより強く受けることを示している。

図-5は、沈埋トンネルに生じる最大断面力が、地盤剛性の箇所別変化の度合いにより、どのように変化するかを示したものである。ここでは図-4に示したケース1の他に、ケース2、ケース3の結果も同時に示している。軸力、せん断力、曲げモーメントごとに、変動係数の増加に伴う最大断面力の増加の様子は異なっているが、いずれの場合にも、変動係数が0.5程度までは、最大断面力が単調に増加することが注目される。

4. 結論

本解析での結果をまとめると以下のようになる。

- 1) 従来は計算上断面力が生じないとして取扱われてきた一樣成層地盤中の沈埋トンネルにおいても、地盤のせん断剛性の箇所別の違いを考慮することにより、断面力が生じる。
- 2) 地盤のせん断剛性の変化の度合い(変動係数)が大きいく程、沈埋トンネルの断面力も大きくなる。
- 3) 地盤のせん断剛性の変動係数を仮に0.2~0.3程度とみなすと、これによって沈埋トンネルに生じる最大断面力は地形条件の変化等によって生じる最大断面力と比較して必ずしも小さな値ではない。

参考文献 1) 田村岡本, 浜田; Dynamic Behavior of a Submerged Tunnel during Earthquakes, 東京大学生研報告, 24巻, 5号, 1975

2) 建設省土木研究所; 沈埋トンネルの耐震性に関する研究(その1), 土研資料, 第2229号, 昭和60年3月

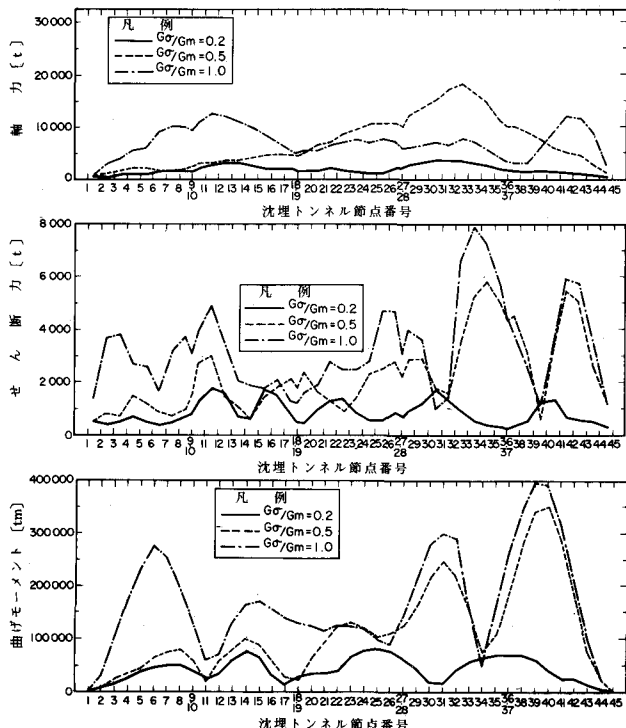


図-4 沈埋トンネルに生じる最大断面力の分布(ケース1の場合)

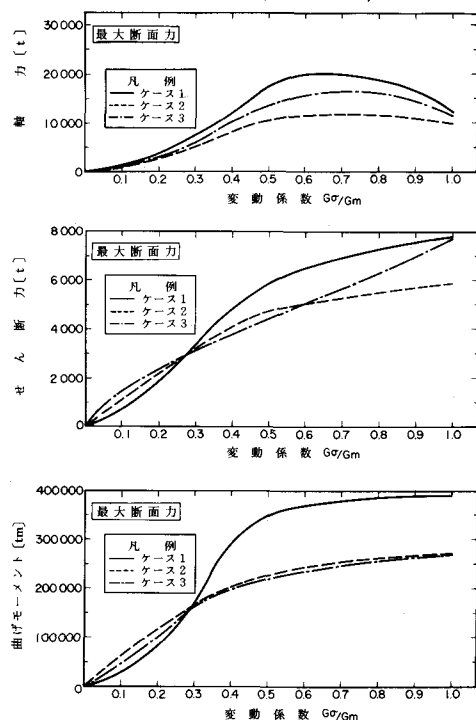


図-5 変動係数の変化に伴うトンネル最大断面力の変化