

京都大学工学部 正 員 大 西 有 三
京都大学大学院 学生員○大 津 宏 康

1. まえがき

多層系地盤において、トンネル掘削をおこなった場合の地下水面の変動についてⅠに述べた。(Ⅰ)は、浸透流のみに注目した解析であった。(Ⅱ)においては、土中水のみではなく、地盤の変形と浸透流の動きの両者を同時に相互作用として解析をおこなった。

2. 解析例

(Ⅱ)における解析例としては、Fig. 1 に示すモデルを用いた。Fig. 1 のモデルは、地盤を構成する材料が二種類であると仮定している。この二種類の材料を、Material-1 と Material-2 として、その材料定数を Table-1 に示した。Fig. 1 において、陰影をほどこした部分を透水性の悪い地盤として、Material-2 とする。また、その他の部分については、Material-1 とする。

Fig. 1 に示すトンネル部分を掘削した場合の地下水位の変動を考える。比較のために均質地盤における水面形を Fig. 3-(a) に示し、不均質地盤の結果を Fig. 3-(b) に示した。Fig. 3-(a) では、不飽和領域がトンネル部の直上の地表面付近から発生し、その後水位は低下していき、トンネル部の一部まで達していくのがわかる。これに対して、多層地盤では、不飽和領域は、まず透水性の悪い層と透水性の比較的良好な層との

部分との接触部分から発生する。この初期の時点では、まだ地表面付近に不飽和領域は発生していない。その後、不飽和領域はトンネル部と透水性の悪い層との間で、拡大していく。そして、地表面付近は $t=2304000 \text{ sec}$

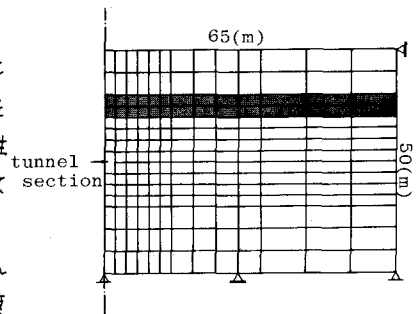


Fig. 1 モデル図

	Young's Modulus (t/m^2)	Poisson's Ratio	Void Ratio	Unit Weight (t/m^3)	Coefficient of Permeable (m/sec)
Material-1	1.0×10^4	0.33	0.5	2.3	1.0×10^{-7}
Material-2	1.0×10^4	0.33	0.5	2.3	1.0×10^{-9}

Table - 1 材料定数

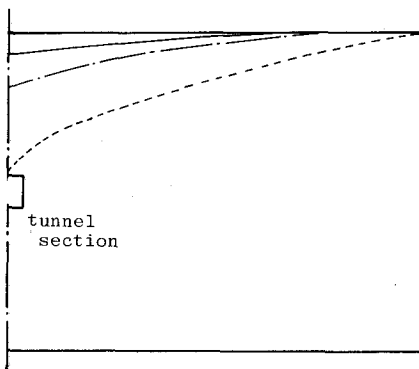


Fig. 3-(a) 水面形

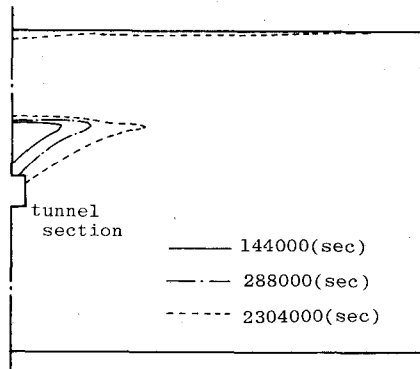


Fig. 3-(b) 水面形

(約88日)において多少不飽和領域が発生するに過ぎない。

次に、一層系と多層系の地盤での地表面沈下図を Fig. 4 に示した。両者を比較すれば、予想されるように多層系の場合の方がトンネルに近い部分での沈下量が小さいことが認められる。しかし、水面形の場合に比べて、その差異があまり明確でない。これは、地盤の弾性定数をかなり大きく仮定していることによるものと考えられる。

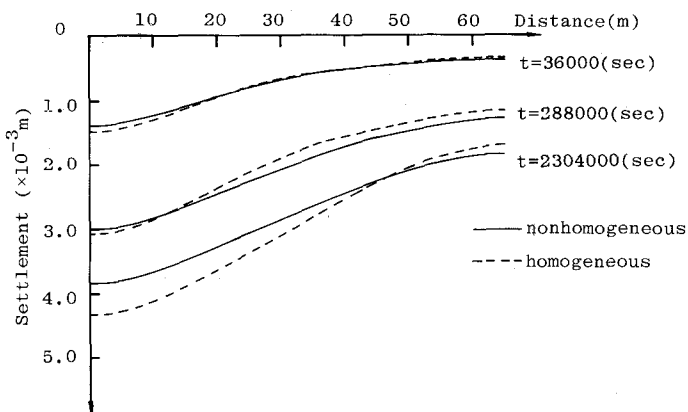


Fig. 4 地表面沈下図

一層と多層の場合の $t=2304000$ sec (約88日)での垂直有効応力 (σ_v) 図を Fig. 5 に示す。両者の比較で、多層系の場合には初期に不飽和領域が発生する部分において、一層系よりも大きな応力が発生している。また、この領域で等主応力線の間隔がもっとも狭くなっている。一方地表面付近については、一層系の場合には、この領域は不飽和

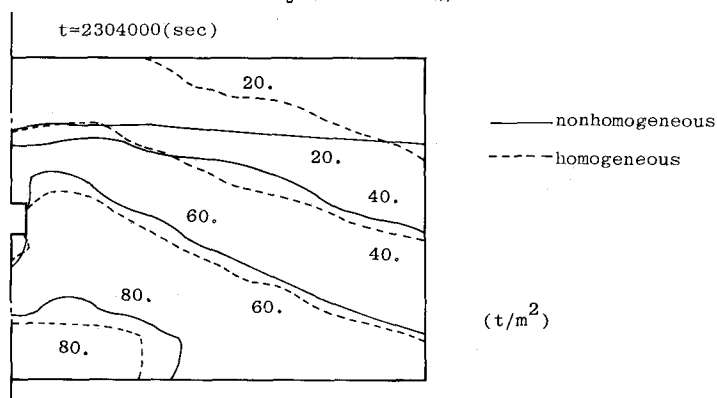


Fig. 5 垂直有効応力 (σ_v) 図

領域になるので、大きな応力を示す。これに対して、多層系の場合には、不飽和領域がほとんどこの領域には発生しないために、小さな応力しか発生していない。つまり、従来からいわれている飽和-不飽和遷移領域で発生する自重圧密過程が、明確に示されており、水面変動にともなう応力への影響が本解析においては、明確に反映されているものと考えられる。

3. おわりに

トンネル掘削にともなう水面変動と、同時に起きる地盤内の応力の変化を正確に把握することは、極めて重要な問題である。特に多層地盤などにおいては、一層複雑な問題となることが予想される。このような複雑な問題に対して、(I)においては、浸透流のみに注目した飽和-不飽和浸透流解析をおこない、また(II)においてはCoupling問題の概念を用いることにより、飽和-不飽和領域も考慮して浸透現象と変形の相互の影響を論じた。(I)、(II)の両者の解析結果から、透水性の悪い層のある地盤においては、トンネル掘削時に地下水水位低下工法などを用いなくてもドライワークが可能であることが言えると思われる。

4. 参考文献

- 1) 大西有三・村上毅, 有限要素法による地盤の応力変形を考慮した浸透流解析, 土木学会論文報告集, No. 298, 6月, 1980
- 2) 大西有三・大津康康, トンネル掘削にともなう地盤と地下水の変動に関する数値解析, 第13回岩盤力学に関するシンポジウム講演概要集, 1980