

トンネル施工の2次元シミュレーションにおける 等価掘削荷重の推定

福井大学工学部 学生員 ○ 持田哲郎
福井大学工学部 正会員 福井卓雄
福井大学大学院 学生員 呂 岩

1 はじめに

トンネル施工の2次元解析手法によるシミュレーションにおいては、切羽の進行に伴って切羽が支持する荷重を徐々に低減させてやる必要がある。そこで本研究では、3次元弾性解析により得られる切羽周辺の応力・変形分布から、切羽の荷重分担率を評価し、2次元解析における等価掘削荷重を推定する。これを線形・非線形岩盤の施工シミュレーションに応用して、その適用性を検討する。

2 2次元解析による応力・ひずみ・変位

2次元解析において、内圧を $2\sigma_0$ 、荷重分担率を $\alpha (0 \leq \alpha \leq 1)$ とし、[1]を参考に以下のように、応力 σ_r 、 σ_θ 、変位 u_r 、ひずみ ε_r 、 ε_θ についてそれぞれ式を立てる。

$$\sigma_r = -(1 - \alpha)\sigma_0 \quad (1)$$

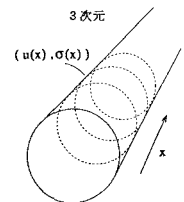
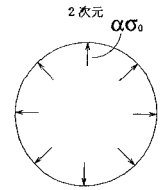
$$\sigma_\theta = -(1 + \alpha)\sigma_0 \quad (2)$$

$$u_r = -\alpha u_0, \quad u_0 = \frac{1 + \nu}{E} \sigma_0 a \quad (3)$$

$$|\sigma_r - \sigma_\theta| = 2\alpha\sigma_0 \quad (4)$$

$$\varepsilon_r = \frac{1}{E} [(1 - \nu^2)\sigma_r - \nu(1 + \nu)\sigma_\theta] \quad (5)$$

$$\varepsilon_\theta = \frac{1}{E} [(1 - \nu^2)\sigma_\theta - \nu(1 + \nu)\sigma_r] \quad (6)$$



3 3次元解析による応力・ひずみ・変位

3次元解析により得られた応力、ひずみ、変位を図-1に表す[2]。またこの場合のポアソン比は0.4である。

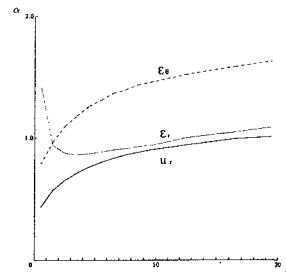
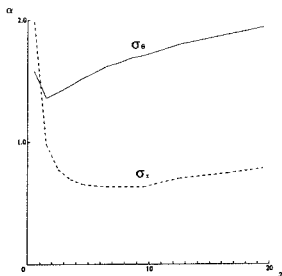


図 1

4 荷重分担率決定の基準

次に、2次元解析における等価掘削荷重を推定するうえで必要とする荷重分担率 α の決定の基準として、以下のような4つの基準を考える。

$$u_{2r}(\alpha) = u_{3r}(x) \quad (7)$$

$$\sigma_{2\theta}(\alpha) = \sigma_{3\theta}(x) \quad (8)$$

$$|\sigma_{2r}(\alpha) - \sigma_{2\theta}(\alpha)| = |\sigma_{3\theta}(x)| \quad (9)$$

$$\varepsilon_{2\theta}(\alpha) = \varepsilon_{3\theta}(x) \quad (10)$$

それぞれ(7)は半径変位、(8)は周応力、(9)は剪断応力、(10)は周ひずみについてあらわしている。

5 荷重分担率の比較

上で示した4つの基準について、ポアソン比の値を何種類か与え考える。ここでは ν が0.25のときと0.4のときの荷重分担率の値を図-2に表す。

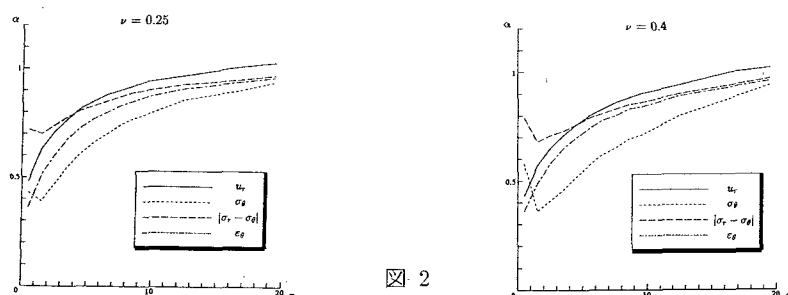


図 2

6 考察

図-2において、切羽付近では、ポアソン比の影響が大きく出ているということがわかる。また切羽付近では、基準によって荷重分担率の値に差が生じている。しかし、 u_r と ε_{θ} に関しては、あまり差がないように思われる。

それぞれの基準によって荷重分担率の値に差が生じるため、解析内容によってどういう基準をとるかが大事となってくる。例えば、弾性問題などの解析には、 u_r または ε_{θ} を、また、周辺の応力場を考えるとときには σ_{θ} を、降伏など剪断応力を考えるときには $|\sigma_r - \sigma_{\theta}|$ を用いるのが適していると考えられる。

以上のことから、トンネル施工の解析において2次元解析は、完全とはいえないことがわかる。しかし、解析を行う際に、解釈を適切に行うことによって、3次元解析には及ばないまでも、ある程度の解析は期待できると思われる。

詳細については当日発表する。

参考文献

- [1] Fung, Y.C.: *Foundation of Solid Mechanics*. Chapter 6. 9. Prentice-Hall, 1965.
- [2] 丹羽義次, 小林昭一, 福井卓雄: 積分方程式による空洞周辺の三次元応力解析, 土木学会論文報告集, 第26号, 1977.