

I. まえがき

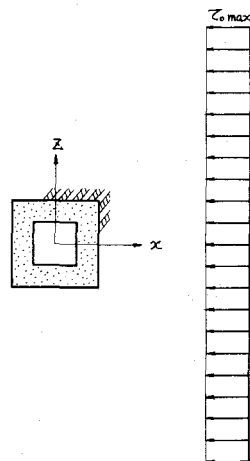
本論文は、筆者が昨年、土木学会西部支部大会に於いて発表した「地震時に於ける岩盤内空洞の変形」の研究延長として、まとめたものである。前論文で既述したように、従来、地中構造物、例えばトンネルの覆工とか地中建築物の壁等の耐震設計の際、ほとんど土圧論的手法に震度法を加味した方法で処理されてきたが、岩質な地中に構造物が存在するような場合、むしろ弾性波動論的に考慮した方が妥当と考えられる。また、このような対象を取り上げる場合、地中構造物とその回りの地山との相互作用の解明が非常に重大な耐震上の問題となる。

前論文では、主に覆工のない素掘り矩形トンネルの地震時応答を求めたが、本論文では、地震時に於いて覆工と回りの地山がいかなる相互作用を及ぼし合っているか、その評価を試みた。その方法として地震時、覆工と地山が一体に応答するものとして弾性論的に解析し、階差法を用いて数値計算を行っている。

このような地中構造物の地震時挙動の問題を取り扱う場合、どうしても問題の抽象化は避けられず常に疑問に残るが、岩質な地山に存在する地中構造物の耐震設計上の問題解決に於いて、一助となれば幸いである。

II. 仮定

- 岩盤は均質な等方性弾性体とする。
- ひずみ分布は二次元とし、平面ひずみ状態とする。
- トンネルの断面は正方形とする。
- 地震波は剪断平面波であり無限に連続な正弦波形とする。
 $u = a \sin \omega \left(t - \frac{r}{C_s} \right)$, $w = 0$ 従って、最大地震剪断力
 は、 $\tau_{\max} = G \cdot \frac{a\omega}{C_s}$ となる。
- 地震時、トンネルによる攪乱の影響はトンネルの一辺の二倍までとする。
- 岩盤内で地震波動の伝播速度 C_s は非常に速いので、トンネル周辺部は一様に剪断を受けるものとする。
- 岩盤内での減衰作用は小さいので、これを考慮しない。



III. 基礎運動方程式

一般に三次元で表示すると次式のように表わされる。

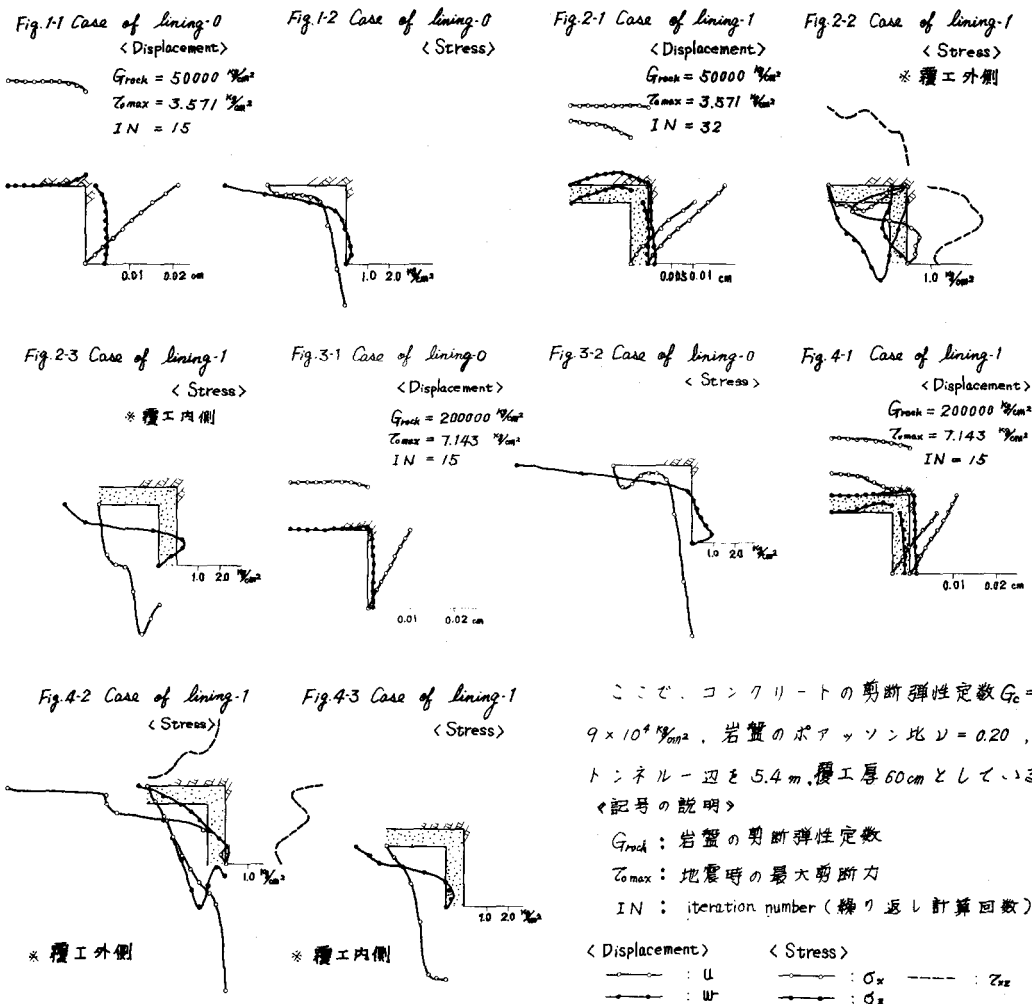
$$\begin{pmatrix} \frac{\partial u}{\partial t} \\ \frac{\partial v}{\partial t} \\ \frac{\partial w}{\partial t} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} f_1(u, t) \\ f_2(v, t) \\ f_3(w, t) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \rho \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\partial \varepsilon}{\partial x} & \nabla^2 u & X \\ \frac{\partial \varepsilon}{\partial y} & \nabla^2 v & Y \\ \frac{\partial \varepsilon}{\partial z} & \nabla^2 w & Z \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \lambda + \mu \\ \mu \\ 1 \end{pmatrix} \quad \dots\dots (1)$$

ここで、左辺第二項 f は減衰項であり、 X, Y, Z は x, y, z 軸方向の物体力と表わしている。

また、 $\varepsilon = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}$, $\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$.

IV. 計算例

地震波の大きさとして $0.0W = 10 \text{ cm/sec}$ を代入し、覆工はコンクリート製として計算している。



V. 結 語

上図、Fig.1-1～4-3の結果は地震時に岩盤が剪断のみを受けるとして近似計算したものである。実際、岩盤内構造物の地震時挙動がいかなるものかは、残念ながら、この方面の研究も少なく、現象そのものについても十分、把握されておらず、未知の部分が多いためである。本論文に於いては前述の仮定の下に解析を試みているが実際と合致しているかどうかは、実測や実験結果に論を待たねばならない。従って、本論文は岩盤内構造物の耐震設計の一試案として、まとめたものである。

また、筆者は本論文の結果の妥当性を確かめるため、静的ではあるが光弾性実験を行っている。当日、その結果を発表する予定です。

※参考文献

・地中構造物に働く地震力に関する研究 (岡本、加藤、伯野) 土木学会論文集 92号。