

早稲田大学理工学部 正員 村上博智
早稲田大学大学院 〇学生員 小泉 淳

1. 序 慣用されているセグメントリングの構造力学的なモデル化には、トンネルを構成する一リングを対象として二通りの方法がある。一つは曲げ剛性一様リングと考える方法であり、いま一つはワヒンジ系リングと考える方法である。本研究は上述の両者の立場を包含することを可能とするようなモデル化を行い、更に周辺地盤をWinkler地盤と評価することによって、トンネル軸方向の一リングを対象として行なわれた小口径シールドトンネルの現場載荷実験^{注1}結果との比較を試みたものである。

2. 構造系・荷重系のモデル化

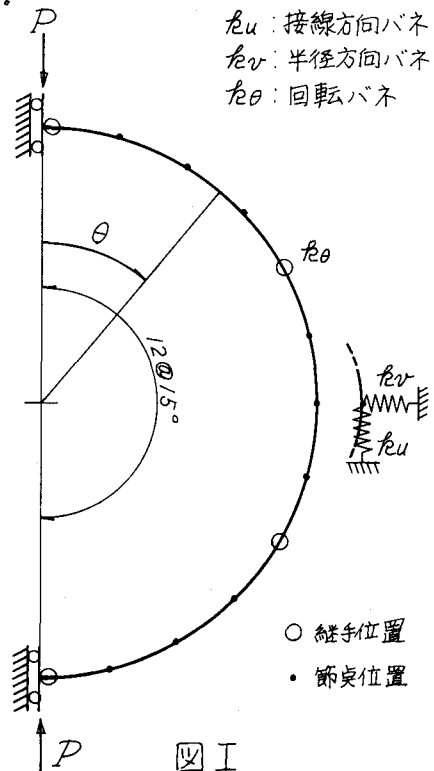
- (i) トンネル断面方向 曲げ剛性一様なセグメントが、曲げモーメントに対する回転バネによって継がれて、セグメントリングが構成されていると考える。回転バネ定数は、セグメント継手試験より求めるものとする。
- (ii) 周辺地盤 セグメントリングとトンネル周辺の土との連成作用はトンネル断面の半径方向及び接線方向に対して、いわゆるWinklerの仮定が成り立つものとする。

3. 解析方法 解析は、セグメントリングを図工に示すような骨組構造にモデル化し、マトリックス法を用いて行なう。回転バネは、そのバネ定数を無限大にすることにより剛性一様リング状態を、又、0にすることによりワヒンジリング状態を表わす。半径方向バネ・接線方向バネは、各節点のそれぞれの方向の変位が受働圧正を生じると考えられる場合にのみ考慮される。解析は半径方向及び接線方向バネのない状態からスタートしてそれらのバネの存在する位置が確定するまで繰返し行なわれる。

4. 現場載荷実験 載荷方法は図工に示す如くである。現場の半径方向地盤反力係数は、平板載荷試験の結果、 $k_{vr}=10\sim 20$ kg/cm^2 であり、又一方N値は20~25程度であった。実験方法等の詳細は注1を参照のこと。

5. 解析結果及び実測値との比較 解析結果及び実測値は $P=1$ kg に対する値に換算して図II a-gに示す。

- (i) 解析結果 k_u, k_v の如何に拘らず、地盤反力の出現範囲は剛性一様リングの場合、 $30^\circ \leq \theta \leq 150^\circ$ 程度、回転バネをもつリングの場合、 $15^\circ \leq \theta \leq 165^\circ$ 程度である。
- (ii) 剛性一様リングの場合、曲げモーメント及び変位量の計算結果は、 k_u, k_v ともに大きな値をとると、実測値に漸近することがわかる。(図II参照)
- (iii) 回転バネをもつリングの場合、曲げモーメントはあまり良い一致を示さなかったが、変位量は k_u, k_v ともに大きな値をとると、実測値にほぼ一致する。
- (iv) 接線方向地盤反力係数について、リング接線方向への地盤の抵抗をバネに抽象化することには疑問があるが、この解析では、バネに置換して、そのバネ定数に相当する接線方向地盤反力係数(k_u)を変化させて数値



実験を試みた。その結果、図IIに示す如く、この方向への地盤反力(地盤の抵抗)は無視できないと考えられる。

注1. 才26回 年次学術講演会
III-137. 小径シールドトンネルの
現場載荷実験;

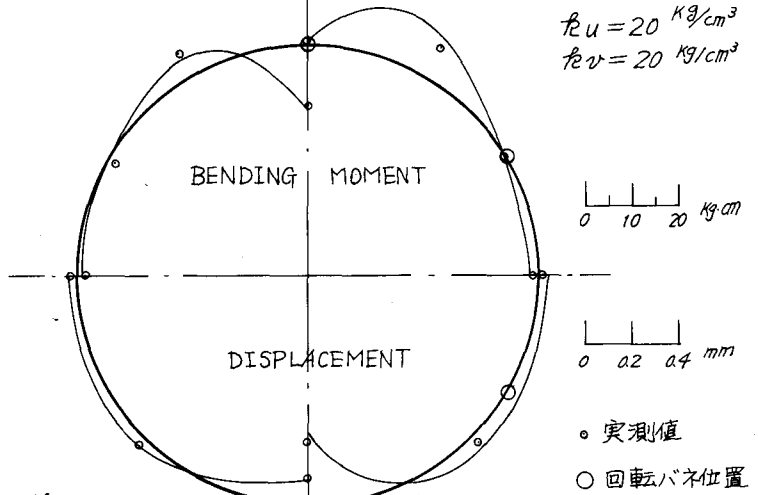
図II

- $f_u = 20 \text{ kg/cm}^2$
- - - - - $f_u = 15 \text{ kg/cm}^2$
- · - · - $f_u = 10 \text{ kg/cm}^2$
- $f_u = 5 \text{ kg/cm}^2$

剛性一様リング

回転バネをもつリング

II-a



$f_u = 20 \text{ kg/cm}^2$
 $f_v = 20 \text{ kg/cm}^2$

0 10 20 kg-cm

0 0.2 0.4 mm

● 実測値
○ 回転バネ位置

