

Ⅲ-B108

シールドトンネルの合理的な設計法に関する研究

ー 全周地盤ばねモデルにおける主働的地盤ばね定数の評価に関する一考察 ー

早稲田大学 学生員 三浦 啓二
 早稲田大学 佐藤 栄一
 佐藤工業(株) 正会員 木村 定雄
 早稲田大学 正会員 小泉 淳

1. はじめに

シールドトンネル覆工の主体をなすセグメントリングの断面力算定法には、慣用計算法、修正慣用計算法、はり-ばねモデルによる計算法(部分地盤ばねモデル、全周地盤ばねモデル)がある。これまでに筆者らは、自立性の高い地盤に適用するための合理的な断面力算定法について実験のおよび解析的検討を行ってきた。その結果、はり-ばねモデルによる計算法のうち全周地盤ばねモデルによる断面力算定法が最も合理的であるとの結論を得ている^{1),2)}。全周地盤ばねモデルは、トンネルがその内空側(地盤が主働側)に変位する部位においても覆工と地盤との相互作用を評価する主働的地盤ばねを考慮したところに特徴がある。さらに従来の研究において受働的地盤ばね定数(一般に断面力算定に用いる地盤反力係数)から主働的地盤ばね定数を推定するための基本的な考え方についても提案してきた。本報告は地盤が主働側となる場合の挙動をより明確に把握するため、トンネル全体が内側に変形しトンネル全周にわたって主働的地盤ばねが作用する状態をつくりだす模型実験を行い、主働的

地盤ばね定数の基本的な考え方の妥当性について検討した結果について述べたものである。なおこのような荷重状態は、Winklerの仮定のみに従う部分地盤ばねモデルでは表現できないものである。

2. 模型実験の概要

円形トンネル全体をその内側に變形させるために4方向から同一の荷重を同時に载荷した。さらに地盤の主働側の挙動をより顕著に表わすモデルとして矩形のトンネル模型も考えた。円形模型と矩形模型における変形の概念をそれぞれ図1 a)およびb)に示す。実験に用いた土槽、载荷装置および計測項目の概要は図2に示すとおりである。模型地盤は豊浦標準砂を用いて自然落下法により成形した。トンネル覆工の模型には土圧により横断面内に変形が生じ

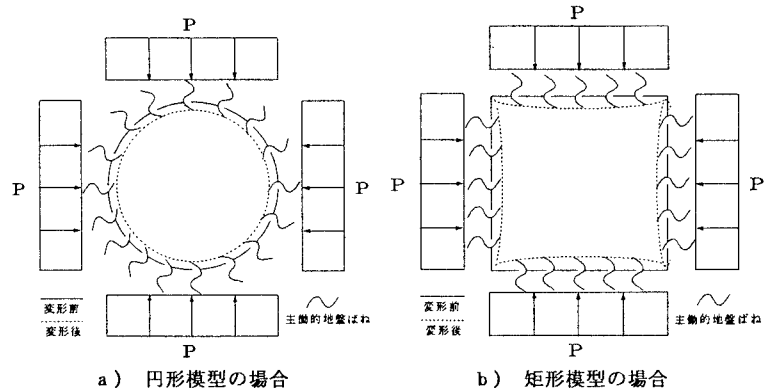


表1 地盤の諸元 図1 変形の概念

変形係数(kgf/cm ²)	75.32
ポアソン比	0.25
円形主働的地盤ばね定数(kgf/cm ³)	2.71
矩形主働的地盤ばね定数(kgf/cm ³)	2.04

表2 トンネル模型の諸元

	円形の鋼管	円形の亚克力管
外径(cm)	20	20
厚さ(cm)	1	0.3
幅(cm)	40	40
ヤング率(kgf/cm ²)	2.1×10^5	3.27×10^4
	矩形的鋼管	矩形的亚克力管
一辺の長さ(cm)	20	20
厚さ(cm)	1	0.3
幅(cm)	40	40
ヤング率(kgf/cm ²)	2.1×10^5	4.53×10^4

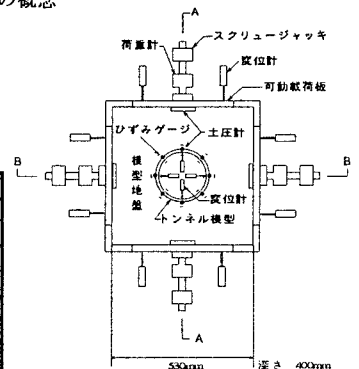


図2 実験装置および計測項目の概要

キーワード：覆工設計，土圧，地盤反力

連絡先：東京都中央区日本橋4-12-20

TEL:03-3661-4794 FAX:03-3668-9484

ないものとして鋼管を，また変形が生じるものとしてアクリル管を用いた．円形模型の場合に用いる地盤ばね定数は従来の研究から求まっているものを用いた¹⁾．また矩形模型の場合のそれは，鋼管およびアクリル管を用いた実験から得られた管に作用する土圧(管土圧)の差分と管土圧の計測点におけるアクリル管の変形量から求めた．地盤の諸元を表1に，円形模型と矩形模型の諸元を表2に示す．

3. 解析の概要

解析は全周地盤地盤ばねモデルを用いてトンネル模型の断面力を算定したものである．荷重は円形模型と矩形模型ともに鋼管を用いた実験で得られた管土圧の平均値を用いた(表3参照)．また矩形模型の場合では主働的地盤ばねの効果がどの程度顕著に表われるのかを明確にするために，微弱なばね(ばね定数 $=1.0 \times 10^{-13} \text{ kgf/cm}^3$)を用いた解析も行った．なおこれらの解析では，半径方向のみの地盤ばねを考慮している．

4. 実験結果と解析結果との比較

円形アクリル管の実験結果と解析結果とを，図3～図5に示す．円形の場合，トンネル模型全体が軸圧縮状態となるため変形量が小さく，実験値は最大でも0.06mm程度であった．そのため主働的地盤ばねによる影響は小さい．ゆえに曲げモーメントは小さく，実験値と解析値がほぼ一致している．軸力についても概ね解析結果が実験結果を表現しているようである．

表3 実験値の平均値

	管土圧(gf/cm^2)	変位量(cm)
円形の鋼管	213.75	0
円形のアクリル管	240.53	4.53×10^{-3}
矩形の鋼管	217.35	0
矩形のアクリル管	4.77	-1.04×10^{-1}

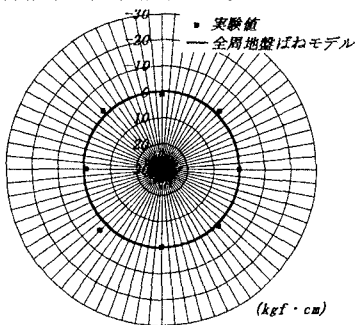


図3 曲げモーメント図

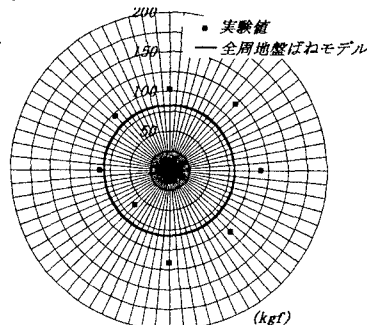


図4 軸力図

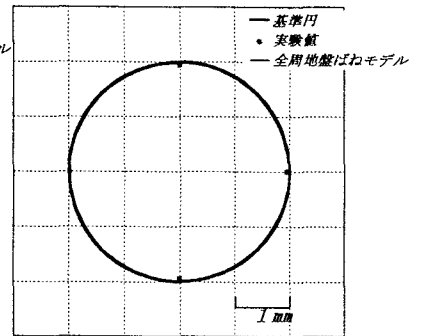


図5 変位図

矩形アクリル管の実験結果と解析結果とを図6～図8に示す．矩形の場合，地盤の主働的な挙動が顕著に表われており，曲げモーメント，軸力および変位のすべてにおいて，主働的地盤ばねを評価することにより解析値が実験値を表現できる．

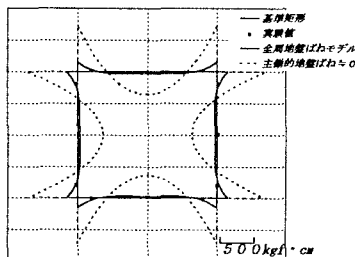


図6 曲げモーメント図

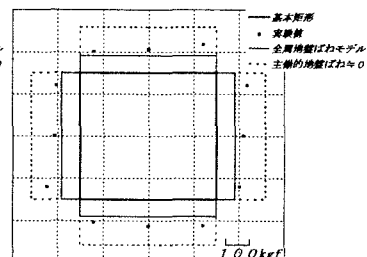


図7 軸力図

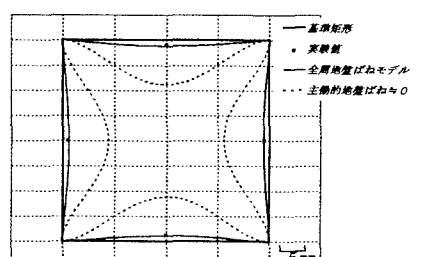


図8 変位図

【参考文献】1) 木村，野本，渡邊，小泉：トンネル覆工に作用する土圧と覆工変形の相互作用に関する模型実験，トンネル工学研究論文・報告集，VOL. 5, p. p71～78, 1995. 11

2) 三浦，野本，木村，小泉：荷重変動を受けるシールドトンネル覆工の設計に関する一考察，第23回関東支部技術研究発表会，Ⅲ-48, 1996. 3.