

(Ⅲ - 49) 全周地盤ばねモデルを用いたセグメント設計の合理化に関する一考察

早稲田大学 学 生 員 渡邊 誠司

早稲田大学 元山 恒

佐藤工業㈱ 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断面力算定法の一つに“はり-ばねモデルによる計算法”がある。この計算法は、一般に用いられている慣用計算法の覆工の構造モデルにおける継手をより現実に近づけて評価したものである。さらに、地盤をWinklerの仮定に従う弾性ばね（受働的地盤ばね）でモデル化（部分地盤ばねモデル）して、セグメントリングの変形に伴う抵抗土圧を評価し、覆工設計の合理化を図っている。

一方、自立性の高い地盤においては、設計時に想定した土荷重より相当に小さい荷重しかセグメントには作用しないという報告もあり¹⁾、土被りや適用する地盤に応じてセグメント設計のさらなる合理化が望まれている。

以上のことなどから、筆者らはトンネルがその内空側に変位し、地盤が主働側となるセグメントの変形部位についても主働的地盤ばね（引張ばね）を配して地盤と覆工との相互作用を考慮した全周地盤ばねモデルについて基礎的研究を行ってきている²⁾。これまでの研究ではセグメントに作用する荷重のうち底部地盤反力は、従来の部分地盤ばねモデルの場合と同様に等分布反力として取り扱ってきた。しかしながら、頂部鉛直土圧・水圧や覆工の自重に対する地盤反力としてこれを見なせば、地盤ばねを介してこれを評価する方法も考えられる。

本報告は、これらを勘案して底部地盤反力の評価方法の違いによるセグメント挙動の相違を数値計算により確認したものである。

2. 全周地盤ばねモデルによる断面力算定法

セグメントリングに生じる断面力の算定には全周地盤ばねモデルによる計算法を用いた。この方法はセグメントリングが地山側に変位する覆工部位では受働的特性を評価したばね（圧縮ばね）で、トンネル内空側に変位する部位では主働的特性を評価したばね（引張ばね）でトンネルの周辺地盤を評価したものである。

さらにここでは、底部地盤反力を等分布荷重として評価する方法（以下、等分布反力の方法）と、地盤ば

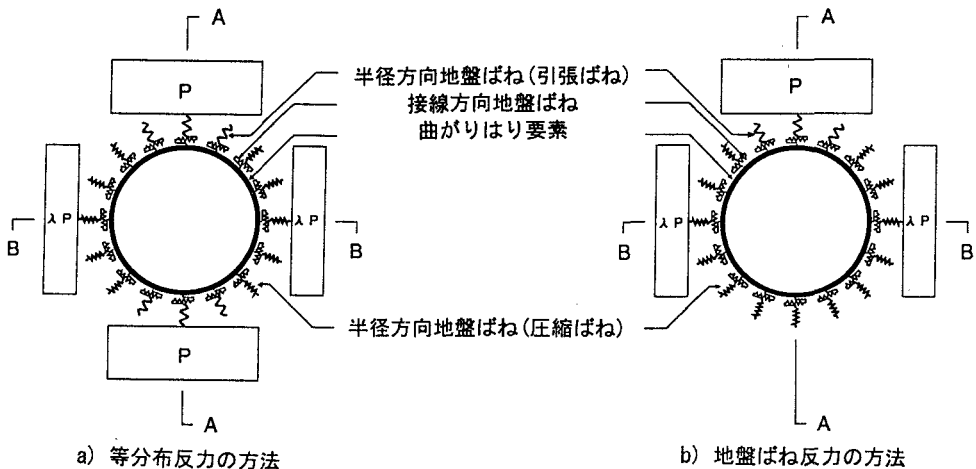


図1 荷重系一構造モデルの考え方

ねを介して評価する方法（以下、地盤ばね反力の方法）との両者について検討した。図1はそれら荷重系一構造モデルの概要を示したものである。計算に用いた諸条件は表1に示すとおりであり、筆者らが行っている模型実験（トンネル模型の土槽内水平載荷実験）の諸元と同じとした。なお、構造モデル中の接線方向の地盤ばねは、その影響が小さい³⁾ことから今回の計算では無視している。

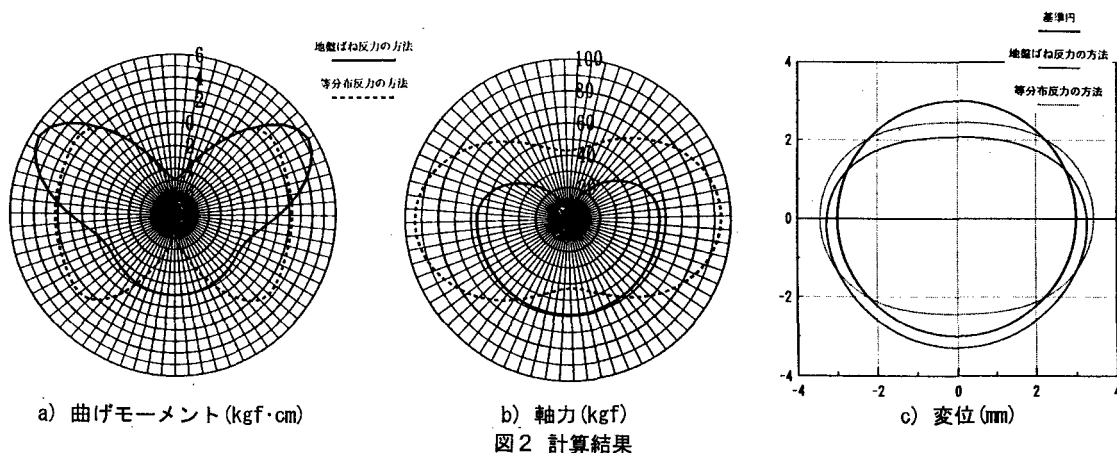
8. 計算結果およびその考察

等分布反力の方法および地盤ばね反力の方法による計算結果を図2a)～c)に示す。曲げモーメントは等分布反力の方法では頂部と底部において正曲げで最大値となるのに対し、地盤ばね反力の方法では負曲げが卓越しており、さらに両者のモードには違いが見られる。軸力は等分布反力の方法では側部で最大となるのに対し、地盤ばね反力の方法では底部で最大となっている。変位は地盤ばね反力の方法では断面内変形を起こすとともにセグメントリングの下方への移動が見られる。

これらの解析で用いた地盤ばねはトンネルの極座標系の要素として取り扱っている。しかし、トンネルが深さ方向に移動するような場合には全体座標系として地盤ばねを評価することも必要となることが予想される。さらにまた、トンネルが重力場に構築されることを考慮すると、トンネル底部に作用する地盤のリバウンド現象も影響するものと考えられ、底部地盤反力を単に頂部鉛直土圧・水圧や覆工の自重反力として考えるのには疑問がある。これらトンネル底部に作用する荷重や地盤ばねによる評価方法の詳細については今後検討してゆく予定である。

表1 解析条件

荷重			
P	8.00 kgf/cm		
λ P	2.67 kgf/cm		
模型地盤の諸元			
主働側ばね定数	2.71 kgf/cm ³		
受働側ばね定数	5.17 kgf/cm ³		
変形係数 E	75.3 kgf/cm ³		
ポアソン比 ν	0.25		
トンネル模型の諸元（アクリル管）			
外径	20cm	厚さ	0.30cm
幅	40cm	ポアソン比 ν	0.36
ヤング率		3.27×10^4 kgf/cm ²	



【参考文献】

- 1) たとえば、新堀、清水：施工10年後のセグメント応力測定結果、トンネル工学研究発表論文・報告集、第2巻、p. p79～82、1992. 10
- 2) たとえば、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－相互作用を評価する地盤ばねについて－、トンネル工学研究論文・報告集、第5巻、p. p71～78、1995. 11.
- 3) 木村、小泉、野本、舟橋：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－覆工に作用する土圧と覆工に生じる断面力について－、第49回年次講演会、Ⅱ、1994. 9.