

III-B 157 荷重変動を受けるシールドトンネル覆工の挙動に関する模型実験(2)

佐藤工業㈱ 正会員 木村 定雄
早稲田大学 学生員 野本 雅昭
早稲田大学 学生員 渡邊 誠司
早稲田大学 正会員 小泉 淳

1. はじめに

トンネル完成後に荷重変動を受けるシールドトンネル覆工の断面力算定の考え方は、応力履歴を考慮する方法と応力履歴を考慮しない方法とに大別され、それらの考え方の違いは覆工の変形に伴って生じる土圧の評価の違いに起因することは前報¹⁾に述べたとおりである。一方、これまでの筆者らの研究によると、覆工の変形に伴って生じる土圧を評価する方法は、覆工が地山側に変位し地盤の抵抗土圧を winkler の仮定に従う地盤ばねで評価する方法（部分地盤ばねモデルによる方法）よりも、覆工がトンネル内空側に変位し地盤が主働側となる覆工部位についても引張型の地盤ばねを用いて土圧の低減効果をも評価する方法（全周地盤ばねモデルによる方法²⁾）の方が、覆工挙動を表現する上で適切であるものと考えられる。

本報告は全周地盤ばねモデルを用いて、模型実験¹⁾におけるトンネル模型の挙動を解析することにより、荷重変動を受けるシールドトンネル覆工の挙動について、より詳細に検討した結果について述べたものである。

2. 解析手法

解析に用いた荷重-構造モデル(全周地盤ばねモデル)の概要を図1に示す。表1は解析ケースを示したものであり、解析に用いた荷重および地盤ばね定数は表2に示したとおりである。解析ケースはすべて応力履歴の考え方に基づいたものであり、解析に用いた地盤ばね定数が各々のケースで異なっている。ケース1, 2は模型地盤のみの载荷実験から求めた地盤ばね定数(K_e)を用いた解析ケースであり、ケース3, 4はトンネル模型を埋設した载荷実験からトンネル模型(アクリル管)周りの地盤ばね定数として直接的に求めた地盤ばね定数(K_l)を用いた解析ケースである。 K_e と K_l とを比較するとそれらは概ね一致しているが、荷重変動により地盤が受働状態から主働状態に転じる時の地盤ばね定数である K_{et2} と K_{lt2} とが顕著に異なり K_{et2} が K_{lt2} に比較して大きな値となっている。なお、 K_e および K_l の具体的な求め方は参考文献2)を参照されたい。

3. 実験結果と解析結果の比較およびその考察

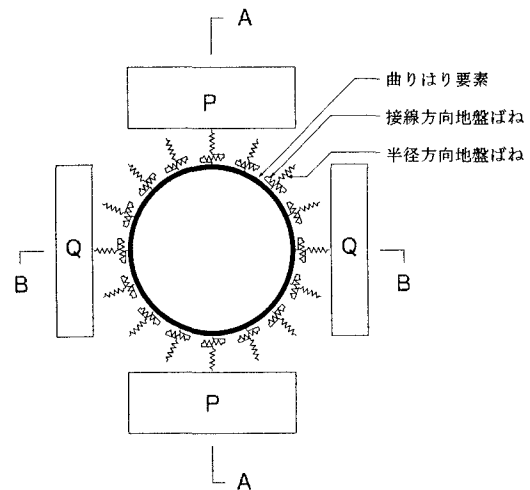


図1 全周地盤ばねモデル

表1 解析ケース

解析ケース	荷重変動前の荷重状態		変動する荷重状態	
	受働側	主働側	受働側	主働側
1	K_{ec1}	K_{et1}	K_{ec1}	K_{et1}
2			K_{ec2}	K_{et2}
3	K_{lc1}	K_{lt1}	K_{lc1}	K_{lt1}
4			K_{lc2}	K_{lt2}

荷重変動を受ける前の荷重状態においてアクリル管に生じた曲げモーメント、軸力および変位を図2 a), b), c)に示す。また荷重変動後のそれらを図3 a), b), c)に示す。すでに述べたとおり荷重変動を受ける前の K_e と K_1 とは概ね一致していることから、それらの地盤ばね定数を用いた解析値(ケース1, 3)はほぼ同じであり、またそれらの解析値は実験値ともよく一致している。次に荷重変動後のアクリル管の挙動を見ると、ケース2を除く解析値は概ね実験値に近い値となっており、中でもケース4の解析値が最も実験値と符合していることがわかる。これらのことから、全周地盤ばねモデルの方法を用いて地盤ばね定数を適切に評価すれば、荷重変動を受けるアクリル管の挙動を精度よく表現できるものとする。

4. おわりに

今回実施した模型実験の結果と全周地盤ばねモデルによる方法の解析結果との比較から、荷重変動を受けるシールドトンネル覆工の挙動は、覆工変形に伴う土圧を地盤ばねにより評価することで十分に推定することが可能であると考えられる。しかしながら、地盤の挙動が主働側となる場合や受働側から主働側に転じる場合の地盤ばね定数を事前に求めるのは難しいものと思われる。今後は、この主働側の地盤ばね定数の評価方法についてさらに詳細な検討を加える予定である。

表2 解析に用いた荷重および地盤ばね定数

	荷重変動前に用いる地盤ばね定数		変動する荷重に用いる地盤ばね定数	
	受働側	主働側	受働側	主働側
地盤実験(K_e) (kgf/cm^3)	K_{ec1}	K_{et1}	K_{ec2}	K_{et2}
	5.17	2.71	8.11	12.53
トンネル模型実験(K_1) (kgf/cm^3)	K_{1c1}	K_{1t1}	K_{1c2}	K_{1t2}
	4.69	3.19	8.28	4.39
荷重	状態①		状態②	状態③④
	A-A方向(kgf/cm)		10.0	-6.8
	B-B方向(kgf/cm)		3.2	10.0

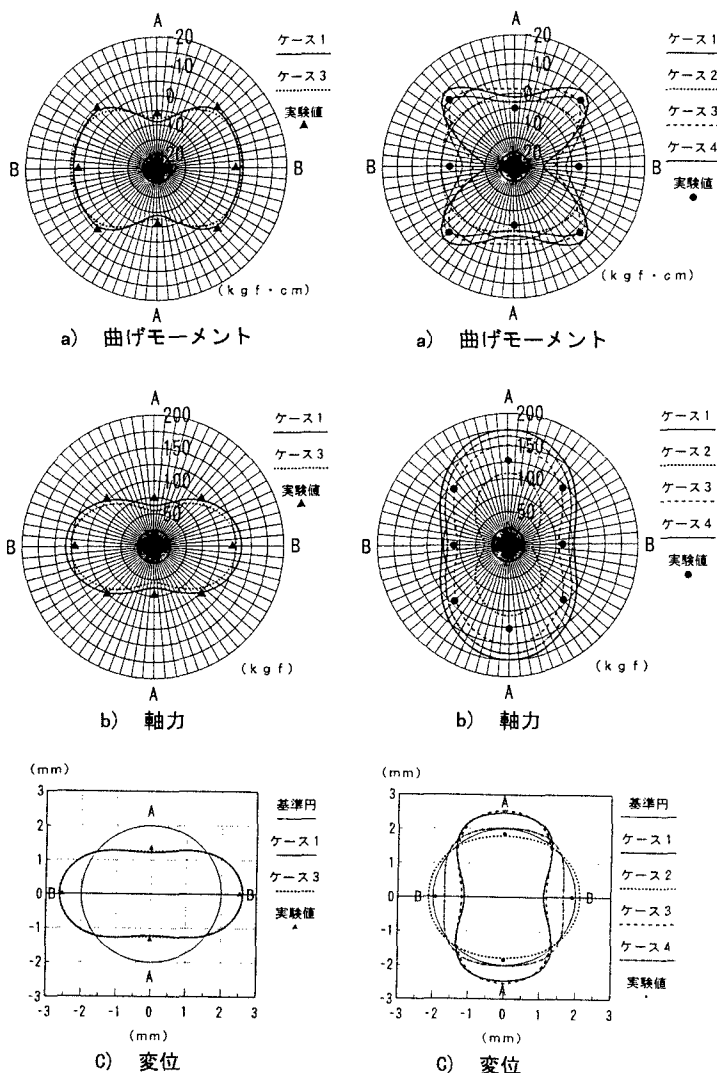


図2 荷重変動を受ける前の結果

図3 荷重変動後の結果

【参考文献】1) 木村, 三浦, 野本, 小泉: 荷重変動を受けるシールドトンネル覆工の挙動に関する模型実験, 第51回年次学術講演会, III部門, 1996. 9.

2) 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. 71~78, 1995. 11.