

III-670

シールドトンネル用ライニングの力学実験（その1）

実物大リング載荷実験について

東京ガス

正員 林 光俊

日本シールドエンジニアリング ○正員 滝本 孝哉, 斉藤 正幸

1. はじめに シールドトンネル用ライニングの力学実験には、その製品の性能を検査する目的で一般的に行われている、単体曲げ試験、継手曲げ試験、ジャッキ推力試験、吊り金具引抜試験のほか、新たな構造形式の開発や設計方法の検証などの研究目的で行われる、リング載荷実験や添接曲げ実験などがある。

本報告は、シールドトンネル用ライニングの一連の研究開発において、これらの力学実験の中のリング載荷実験について、従来の載荷方法の問題点を検討し、新たな載荷方法を試みた結果を報告するものである。

2. 載荷方法 シールドトンネル用ライニングの実物大リング載荷実験は、従来、図-1に示すように2点載荷あるいは4点載荷を行っている。しかしながら、2点載荷の場合には、鉛直荷重に相当する荷重は評価できると考えられるが、水平方向の荷重および地盤反力の影響が評価できない。そこで、水平方向からの荷重を載荷することが可能なように4点載荷とする方法が考えられるが、この方法で載荷した場合、ライニングに発生する曲げモーメントの分布が図-2に示すように一般的な設計断面力分布と異なる。このことから、これらの載荷方法では、ライニングが地山内に組立てられた場合の地盤反力の影響が評価できないと判断される。これに対して、模型実験では図-3に示すように村上・小泉が行ったライニング周辺に反力体となる薄肉鋼管を設置し地盤反力の影響を評価した事例がある¹⁾。この方法は、地盤反力の影響を簡略的に評価できる点などで優れた方法である

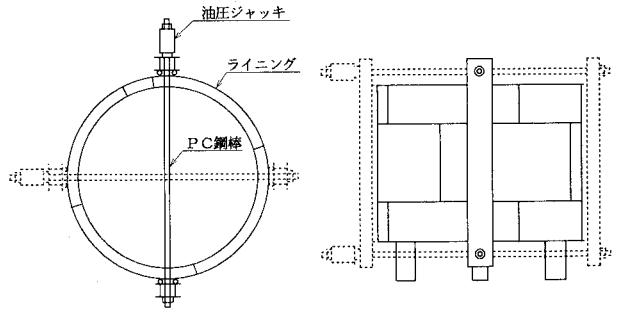


図-1 従来のリング載荷実験概要図

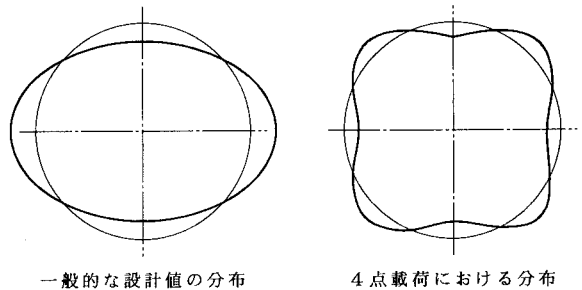


図-2 曲げモーメント分布

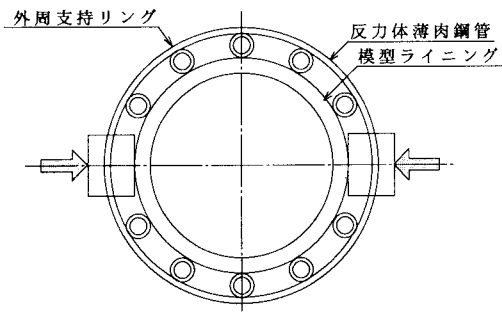


図-3 模型実験における載荷例¹⁾

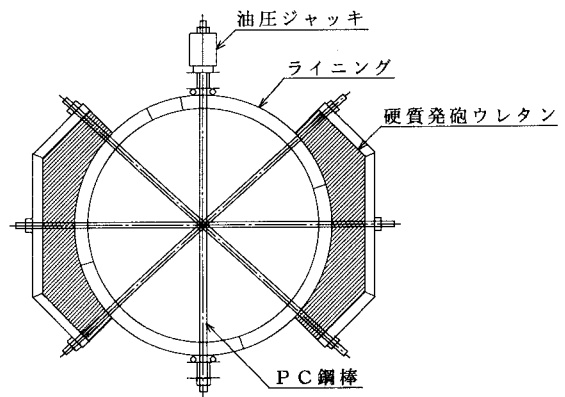


図-4 硬質発砲ウレタンを用いた載荷方法

が、実物大のライニングに対しては反力体の剛性を確保することが難しいなどの問題点があり、実物大実験に適用された例はない。

そこで、著者らは、図-4に示すように反力体に硬質発砲ウレタンを用い、地盤反力の影響を評価できる載荷方法を採用し、実物大のリング載荷実験を実施した。反力体に用いた硬質発砲ウレタンの圧縮特性は図-5に示す通りであり、事前解析の結果、曲げモーメント分布は地盤反力係数 5000tf/m^3 程度の地盤に相当すると判断された。

3. 載荷実験結果 図-6に載荷重と直径変位の関係を示す。この結果から、ライニングの変形に関して、実験結果と解析結果は良く一致しているといえる。また、図-7に載荷重 10tf における主鉄筋ひずみ分布を示す。このひずみ分布より、曲げモーメントの分布が通常の設計曲げモーメント分布と同一の傾向を示していることがわかる。ライニングの変形および曲げモーメントに関する実験結果と解析値との比較結果から、今回採用したリング載荷実験の載荷方法は、地盤反力の影響を評価することが可能なものであると考えられる。

4. おわりに 従来、実物大リング載荷実験は地盤反力の影響を評価することが難しく、設計条件を実験で再現することができなかった。このため、実績のあるライニングとの比較を行うことで実験結果を評価する手法も採られてきた。しかしながら、今回採用した硬質発砲ウレタンを反力体とし、側方土圧の影響を軸力導入によって評価する方法によって、概ね設計条件を再現することが可能ことが確認された。この載荷方法は、そのライニングの設計条件における安全性の確認、力学的特性、ならびに従来地上における載荷実験では正確に評価することができないとされてきた曲げ剛性の有効率 η 、曲げモーメントの割増率 ζ を実験によって確認することが可能になると考えられる。

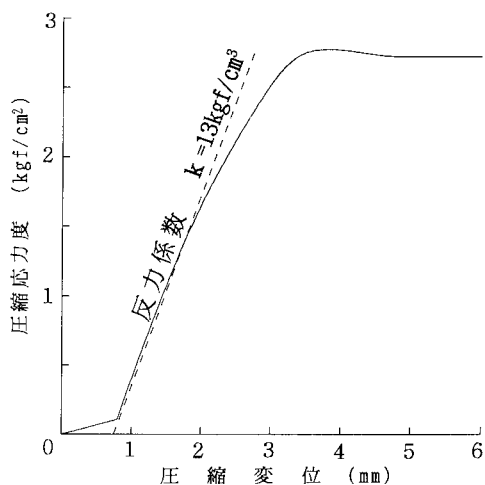


図-5 発砲ウレタンの圧縮特性

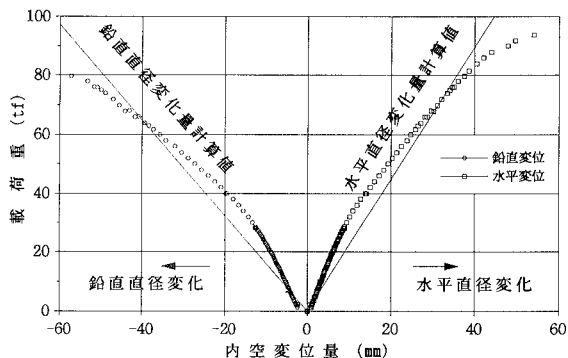


図-6 載荷重と内空直径変位の関係

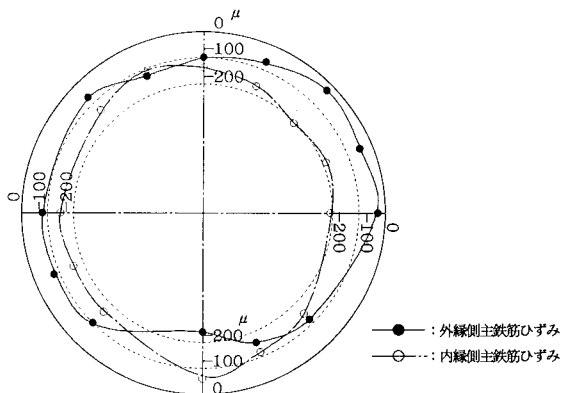


図-7 主鉄筋ひずみ分布図

【参考文献】

- 1) 村上・小泉：二次覆工で補強されたシールドセグメントリングの挙動について，土木学会論文集 第388号 p.85～94，1987.12.