

I-591

アイソレーションシートを施工したシールドトンネルの軸力載荷実験

成和コンサルタント(株) 正員 ○ 内 田 隆
 日本道路公団 亀 岡 弘 之
 建設省 土木研究所 川 島 一 彦
 東京湾横断道路(株) 和 佐 勇 次 郎

1. はじめに

本実験は、アイソレーションシートがシールドトンネルの長手方向の軸剛性および一次覆工・二次覆工間の力の伝達特性におよぼす影響について調べることを目的として、実施したものである。

2. 実験概要

供試体は図-1に示すように外径3.3mのリング組みとした。一次覆工は軸方向の長さ90cmのセグメントを長尺ボルトで10リング連結した。二次覆工はアイソレーションシートの内側に鉄筋コンクリートを打設した。アイソレーションシートは図-2に示すように1mmのEVAシートとし、5mmの不織布とともにカーボディスクを使用してセグメントに取り付けた。なお、ボルトボックス部には発泡スチロールを埋め込んだ。実験ケースは二次覆工の有無を考え、2ケースとした。載荷荷重は正負交番の軸力とし、供試体の一端を固定し他端の一次覆工にジャッキを連結して載荷した。引張荷重はピーク値をループ毎に増加させリング継ぎボルトが降伏する手前まで載荷した。圧縮荷重は各ループとも200tonまで載荷した。

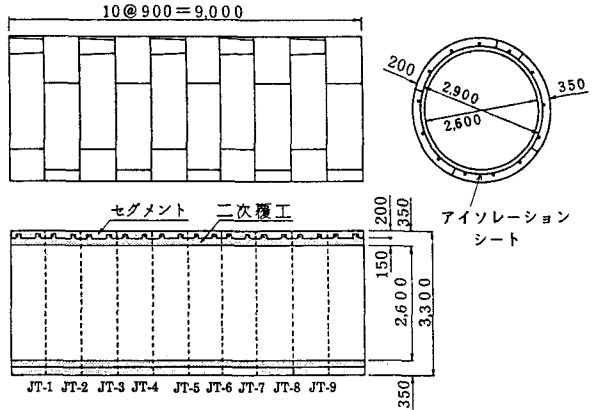


図-1 供試体概要図

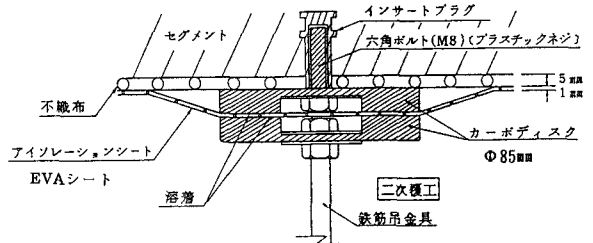
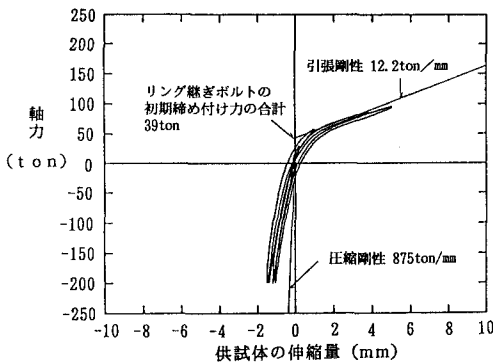


図-2 アイソレーションシート取付け方法

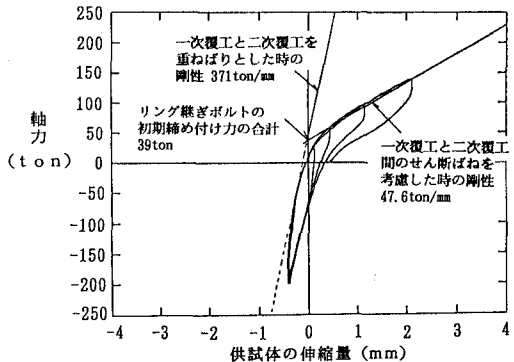
3. 実験結果

3.1 アイソレーションシートの効果

軸力～供試体変位の履歴ループを図-3に示す。



(a) 二次覆工が無い場合



(b) 二次覆工が有る場合

図-3 載荷履歴図

また、図-4に一次覆工の軸方向力(各リング継手のボルト軸力の合力)と二次覆工の軸方向力の分布を示す。二次覆工が無い場合は各リング継手のボルト軸力の合力はほぼ等しかった。二次覆工が有る場合は載荷ジャッキ側のボルト軸力の合力が大きく、反力壁側へ向けて徐々に小さくなった。これに対し、二次覆工の軸方向力は載荷ジャッキ側から反力壁側へ向けて徐々に大きくなった。載荷側の1セグメント区間(90cm)でアイソレーションシートを介して伝達された力は約25tonで、この値は①継手部やボルトボックス部の二次覆工の凹凸により覆工同士が部分的にかみあうこと。②トンネルのリングとしての拘束。等により要素試験結果から算定される覆工間の摩擦係数(約1.1ton)に比べて非常に大きな値となった。ただし、本実験では載荷ジャッキ側のリング継手(JT-9)の開き量が設計用地震動 L_2 レベルに達しても二次覆工コンクリートにはクラック等の変状は見られなかった。なお、一次覆工と二次覆工のズレは載荷の初期の段階から発生しており最大約2mmとなった。

3.2 供試体の軸剛性

図-3の履歴ループに剛性の算定結果を併記する。二次覆工が無い場合の実験結果は支圧部のコンクリートの圧縮変形を考慮して算定した剛性(12.2 ton/mm)¹⁾とほぼ一致した。

二次覆工が有る場合については、以下の仮定に基づいて剛性を算定した(図-5参照)。

- ①一次覆工と二次覆工を剛体とする。
- ②変形がリング継手に集中する。
- ③一次覆工と二次覆工を線形の等分布せん断ばねで接続する。

せん断ばね定数はリング継ぎボルト軸力の軸方向分布を実験結果と比較することにより、 1.8 kg/cm^3 程度と推定した。本モデルによって算定した剛性(47.6 ton/mm)は実験結果と良く一致した。

4. まとめ

一次覆工・二次覆工間に設置したアイソレーションシートが覆工間の力の伝達特性におよぼす影響が載荷実験により明らかとなった。また、覆工間に分布せん断ばねを取り付けたモデルによりアイソレーションシートの効果を考慮した剛性が算定できることがわかった。なお、本実験は東京湾横断道路(株)と建設省土木研究所との共同研究として実施したものである。

参考文献

- 1) 三木・杉田・加納・志波：シールドトンネル覆工の長手方向の耐震性に関する模型載荷実験—二次覆工のない場合—、土木学会第44回年次学術講演会 第1部、pp1102~1103、1989年10月

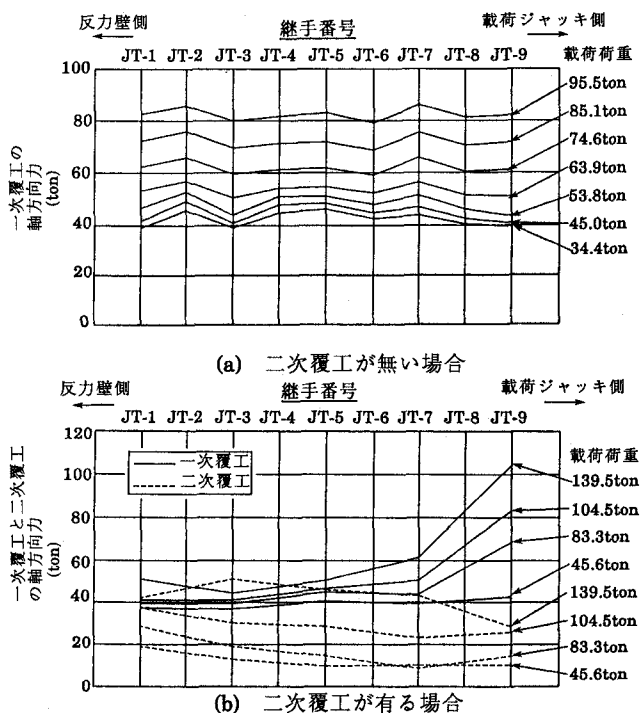
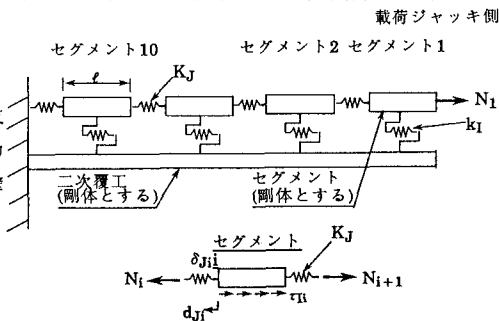


図-4 リング継ボルト軸力と二次覆工の軸方向力の分布



- δ_{Ji} : 継手相対変位
 d_{Ji} : セグメント絶対変位
 k_I : 一次覆工～二次覆工間の等分布せん断ばね
 K_J : リング継手ばね
 N_i : 載荷荷重

図-5 剛性の算定モデル