I －B379

単円・複円形シールドトンネル模型振動実験（その１）

――― 実験概要および実験結果 ―――

(財)鉄道総合技術研究所　羽矢　洋，西山誠治
同　上　西村昭彦
ＤＯＴ工法協会・多円形シールド工法協会　横溝文行，大保直人
同　上　鈴木猛康，浦野和彦

１．はじめに

筆者らは複円形シールドトンネルの耐震設計法の確立を目的に，シールドトンネル模型を使用した振動台実験を行い，シールドトンネルが地震時に受ける外力（法線方向土圧，接線方向せん断力）とその分布状態等の知見を得るとともに，動的解析による実験結果のシミュレーションを行ったので報告する．

本報告では一連の研究成果を２部構成としてまとめ，（その１）では実験概要および実験結果について，（その２）では動的ＦＥＭ解析による実験のシミュレーション結果について報告する．

２．実験概要

(1) シリコン地盤概要

人工地盤は弾性材料であるシリコンを用い作製した．想定地盤は粘性土地盤（密度1.8tf/m3，弾性係数375kgf/m2，深さ18.8m程度）とし表１に示す条件に基づきシリコンを配合した．

なお，地盤の共振実験より，シリコン地盤の１次固有振動数が3.70Hzであることを確認した．表１にシリコンの物性値を，図１にシリコン地盤および計測器配置概要を示す．

表１　シリコン地盤物性地一覧

地盤諸元	地盤（粘性土）	模型地盤
密度 ρ	1.8 tf/m³	1.0 tf/m³
せん断弾性定数 G	375 kgf/m²	1.20 kgf/m²
深さ H	18.75 m	0.75 m
ポアソン比 ν	0.40	0.50

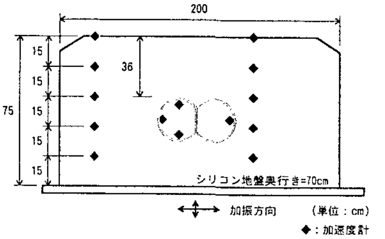


図１　シリコン地盤および計測器配置状況

(2) 模型概要

本実験では複円形シールドトンネルの外周面，とりわけ”カモメ部”に発生する地盤反力（法線方向土圧および接線方向のせん断力）とその分布状態を把握するために，トンネル模型の外周面を受圧版および２方向ロードセルにより構成させ，実測可能な構造とした．なお，模型は複円形モデルの他に基本データの収集を目的に単円形モデルも併せ製作した．図２～４に複円形シールドトンネル模型概要図，模型組立状況および設置状況を示す．

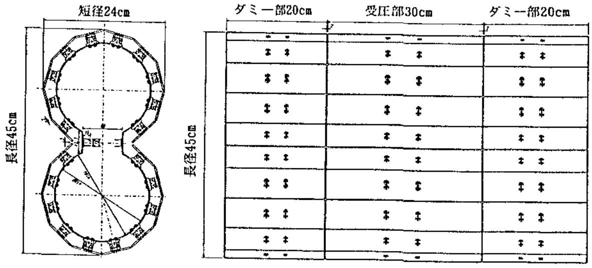


図２　模型概要図

シリコン地盤と密着する受圧板は厚さ3mmのアルミ板で，内フレームは複円形モデルが1.2mm，単円モデルが1.0mmのアルミ板で製作した．なお，複円形モデルの中壁は厚さ10mmの硬質ゴム（ニトリル

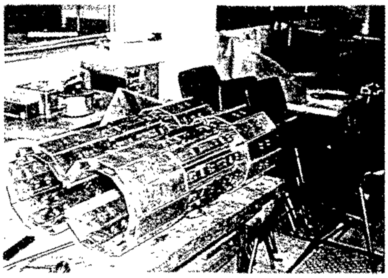


図３　模型組立状況（受圧板未設置）

キーワード：シールドトンネル，模型実験，耐震，振動台実験

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38（財)鉄道総合技術研究所 TEL042-573-7262,FAX042-573-7248

ブタジエンゴム）で製作を行い，中壁に発生する断面力は歪ゲージにより実測を行った．

(3) 計測項目および加振条件

主な計測項目は以下の通りとする．なお，加振条件を表２に示す．

・入力および地盤内加速度
・受圧板に発生する接線方向せん断力，法線方向地盤反力
・中壁に発生する動ひずみ（曲げモーメント算定用）
・模型内フレームに加速度計貼り付け（模型変形量算定用）

３．実験結果

(1) 接線方向せん断力分布

４Hz正弦波水平加振時模型に作用する最大せん断力分布状況を図５に示す．この図をみると，単円形モデル，複円形モデルとも上下面，左右面に大きなせん断力の発生が認められるものの，斜め上，斜め下45度の面でのせん断力の発生は小さく，とりわけカモメ部におけるその値は著しく小さいことがわかる．

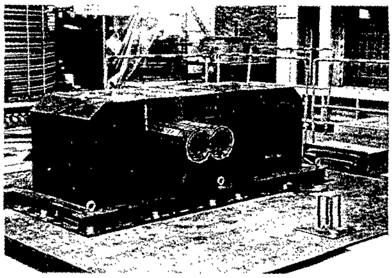
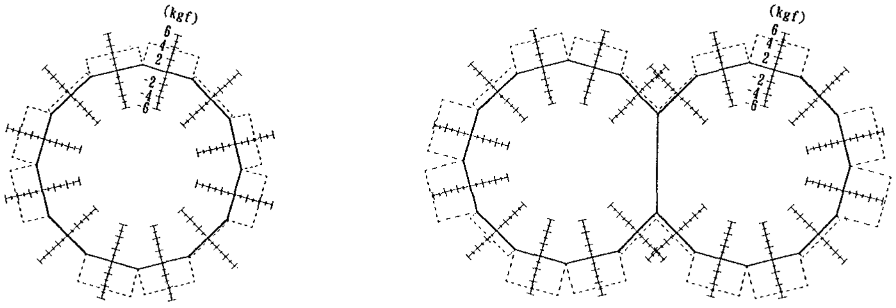


図４　模型配置状況

表２　加振条件

入力波	正弦波（４Hz） 地震波（ポートアイランドＥＷ成分）
加振方向	水平１方向加振 水平・鉛直同時入力加振
加振加速度	正弦波加振 --- 水平40gal,鉛直30gal 地震波加振 --- 水平80gal,鉛直40gal



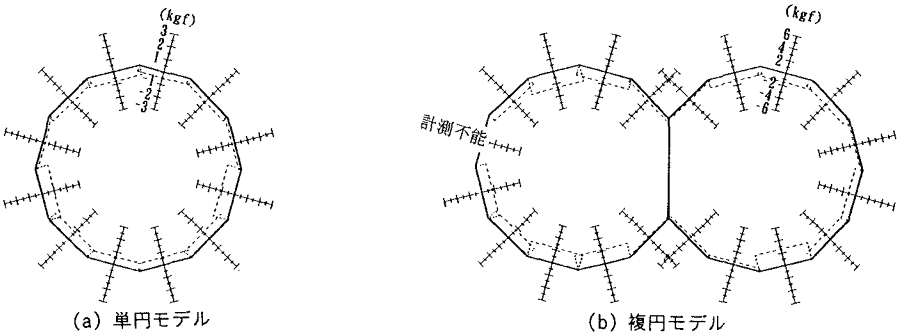
(a) 単円モデル　　(b) 複円モデル

図５　接線方向せん断力分布状況

(2) 法線方向地盤反力分布

４Hz正弦波水平加振時に模型に作用する法線方向地盤反力の最大値分布状況を図６に示す．

図を見ると，明確ではないもののシールドトンネル上面付近および下面付近の地盤反力の大きさが，側面と比較し大きく現れていることがわかる，さらに，カモメ部に発生する地盤反力は十分に小さいことがわかる．



(a) 単円モデル　　(b) 複円モデル

図６　放線方向地盤反力分布状況

４．おわりに

今回の実験により，シールドトンネルが地震時に受ける外力（接線方向せん断力，法線方向地盤反力）とその分布状態等多くの知見を得た．

なお，本振動実験を実施するにあたり電力中央研究所地盤耐震部の当麻上席研究員には多大なるご協力をいただきました．紙面を借りて篤くお礼申し上げます．