

III- 679

遠心載荷装置を用いたシールド模型実験

大成建設（株）技術研究所○（正）須網 功二 （正）名倉 克博
大成建設（株）土木設計部 （正）種村 宜彦 （正）石田 修

1. はじめに

本研究の目的は、遠心載荷装置を用いた模型実験によって、並設シールドトンネル施工時における後続シールドによる先行シールドの挙動を把握することにある。実験では、（１）マシン推進時に発生する地盤のゆるみ（テールボイド）、（２）その後セグメントがシールドマシン内からでて土圧を受ける応力解放状態の２過程を模擬可能な模型を用いてセグメントに発生する断面力および地盤の変形を計測する。本報告では、予備実験として行った単設シールド実験の結果を報告する。

2. 模型装置

模型装置の断面図を図－１に示す。模型装置は、主にセグメント部、テール部、内空変位拘束ジャッキ部、およびスライド装置で構成されている。セグメントの外周にセットされたテール部を空気圧によって引き抜くことによってセグメントのまわりに5mmのゆるみを与え、その後、セグメントの内空変位を拘束したジャッキを油圧で解除することによって応力解放を模擬する。なお、スライド装置を設け、遠心場における締固め時、セグメントが地盤の沈下に追従して動く（下方）ことを可能にした。セグメントおよびテール部の諸物性を表－１に示す。

3. 実験内容および実験方法

1) 実験内容

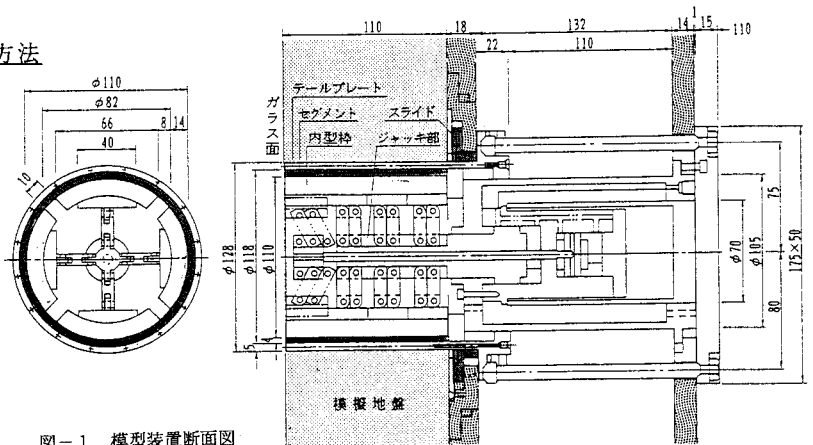
図－２に実験土槽の概略図を示す。実験土槽は700×700×400（奥行き）mmを用い、模擬地盤はその内奥行き110mmを占める。

本実験では、セグメントや地表面の地盤の挙動を、セグメントに発生するひずみ、地表面沈下量をそれぞれひずみゲージ、変位計によって計測した。また、実験後、ガラス面側の模擬地盤における正方メッシュのマーカの変形状態を調べることによって模擬地盤の挙動をとらえた。

実験内容は表－２に示すように、実験パラメータを土盛りとし、応力解放のみを模擬した実験、ゆるみと応力解放を模擬した実験を行った。なお、本実験における相似則を表－３に示す。

2) 実験方法

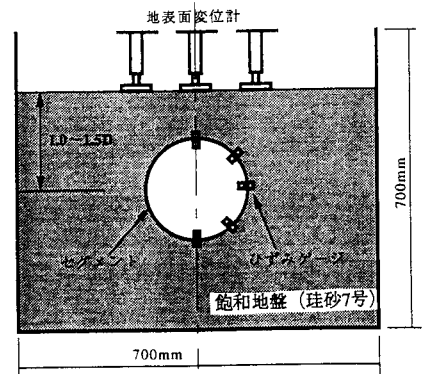
実験は次の手順で行った。（１）乾燥模擬地盤の作成（自由落



図－１ 模型装置断面図

表－１ 模型装置の諸物性

	セグメント	テール部 (テールプレート)
材料	硬質アルミ	硬質アルミ
ヤング率 (kgf/cm ²)	7.6×10^5	7.6×10^5
肉厚 (mm)	4.0	5.0
図心半径 (mm)	57.00	61.50



図－２ 実験土槽および計測配置図

下）（2）飽和後、遠心場(100G場)にて模擬地盤作成（3）排水＋凍結＋模型装置設置＋解凍、（4）遠心場

(100G場)にて再度圧密、（5）ゆるみ＋応力解放。本実験では、模擬地盤の地盤応力状態をできるかぎり実際の地盤に近い状態にするため、模擬地盤作成時に地盤内に既存物を入れず、模擬地盤作成後に模型装置を設置した。また、模擬地盤削孔時、模型装置挿入時における地盤の乱れを最小限にするため、締固めを行った後、一度排水し-5～-10℃で模擬地盤を凍結させて行った。

4. 実験結果

図-3に応力解放のみを考慮した実験の結果を示す。土被り1.0Dにおいて発生する断面力は、土被り1.5Dの場合と比較すると、軸力に関してはクラウン部およびスプリング部において、曲げモーメントに関してはクラウン部において30～40%程度低い値を示した。図-4に土被り1.5Dの場合における、応力解放のみを考慮した実験と応力解放前にセグメントの周辺地盤にゆるみを与えた実験の結果を示す。この図よりセグメントの周辺地盤に5mmのゆるみを与えることによって、セグメントに発生する曲げモーメントは増加し、軸力は低下する傾向が伺われる。

5. まとめ

応力解放、ゆるみを模擬することが可能な模型装置を用いてセグメントに発生する断面力を把握することができた。実験結果より、セグメント周辺部にゆるみを与えることによって、軸力が減少し、曲げモーメントが増加する傾向が得られた。

今後、単設シールド実験で得られた実験データをFEM解析により検証した上で、併設シールドの実験を行う予定である。

表-2 実験項目

ケースNo.	模擬地盤特性				実験パラメータ	実験内容
	地盤材料	c (kgf/cm ²)	ϕ °	γ_{sat} (d/m ³)	土被り	
1	珪砂7号	0.0 ～ 0.1	35 ～ 37	1.8 ～ 1.9	1.5D	掘削
2					1.0D	掘削
3					1.5D	ゆるみ ＋掘削

表-3 相似則

パラメータ	記号	相似則
長さ	L	1/n
土の単位体積重量	γ	n
地盤の変形係数	E	1
地中変位	δ	1/n
地中応力	σ	1
地中ひずみ	ϵ	1
管の曲げ剛性	EI	1/n ³
管のたわみ	w	1/n

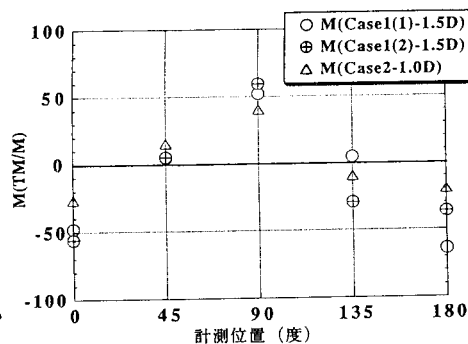


図-3 (1) 応力解放による発生曲げモーメント

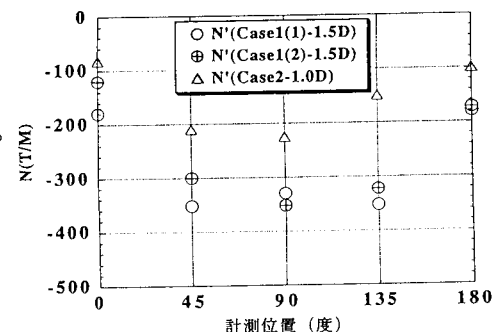


図-3 (2) 応力解放による発生軸力

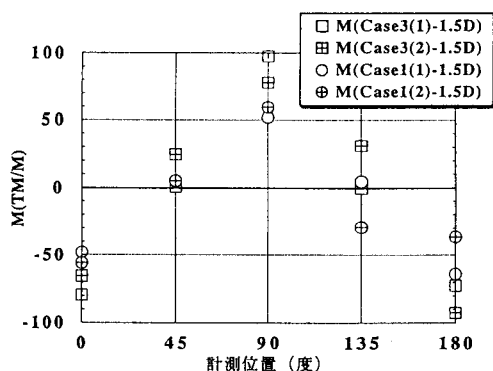


図-4 (1) ゆるみと応力解放による発生曲げモーメント

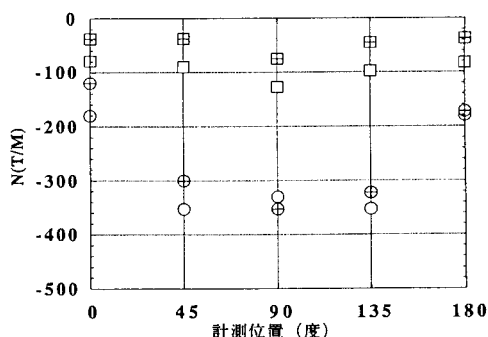


図-4 (2) ゆるみと応力解放による発生軸力