

シールドテール内のセグメント挙動

小山 幸則¹・水原 勝由²・管 茜檬³

¹フェロー会員 立命館大学客員教授 総合科学技術研究機構 (〒113-0034 東京都文京区湯島一丁目8-4)
E-mail: yukinori.koyama@gmail.com

²正会員 株式会社 地域地盤環境研究所 東京事務所(〒113-0034 東京都文京区湯島一丁目8-4)
E-mail:mizuhara@geor.co.jp

³株式会社 地域地盤環境研究所 東京事務所(〒113-0034 東京都文京区湯島一丁目8-4)
E-mail:kan@geor.co.jp

近年、セグメントの設計は、省力化やコスト縮減を図るために、セグメントの薄肉化や幅広化、簡略化された継手の採用が多くなっている。しかし一方では、セグメント耐力減少の可能性が増加し、施工時荷重の増加や施工的に厳しい条件によっては、セグメントの不具合（ひび割れ等）が顕在化してきている。

本研究では、シールドテールとセグメントリングに競争が生じ、この状況でセグメントに施工時荷重が作用した場合を三次元解析で再現し、セグメントの応力挙動とセグメントの健全性に与える影響について考察する。

Key Words: shield tunnel, construction load, tail clearance, competition between shield tail and segment, stress behavior

1. はじめに

近年、シールドトンネルでは経済性を求めて、セグメント設計においてセグメントの薄肉化や幅広化、簡略化された継手の採用が多くなっている。しかし一方では、合理化されたセグメントの施工直後でのひび割れ発生が顕在化していることも最近の研究で明らかになっている¹⁾。これらのひび割れの多くは、テール通過中のジャッキ推力や裏込め注入圧などの施工時荷重やテールとセグメントの局所的接触（競争）に一因があると言われている。また、ひび割れなどの不具合は、セグメントの長期的な耐久性、耐荷性能の低下をもたらす要因となっている。

本研究では、シールドテール部でのセグメントリングとシールドマシンの偏心、セグメントリングの変形、裏込め注入材のテールシールド内への侵入固結などの現象が、テールクリアランスの縮小を招き、局所的な競争を生じさせることに着目し、テールプラシのモデル化とともに、ジャッキパターン、推力、裏込め注入圧を考慮した三次元解析を行い、セグメントの応力挙動および健全性に与える影響について検討をおこなった。

2. 解析条件

(1) セグメント

解析に用いるセグメント仕様は、鉄筋コンクリート平板型セグメントと想定し、外径8400mm、高さ400mm、幅1600mmと仮定する。また、セグメント継手はスライドコッター、リング継手はピンとした。

表-1 セグメントの物性値

材料	設計基準強度 ²⁾ $f_{ck}(N/mm^2)$	ヤング係数 $E_c(kN/mm^2)$	ポアソン比 ³⁾ ν
コンクリート	51	41	0.17
鉄筋 SD345	-----	200	-----

表-2 セグメントの許容応力度(N/mm^2)²⁾

材料	許容曲げ圧縮 σ_{cn}	許容せん断 τ_{al}	許容引張 σ_{st}
コンクリート	19	0.76	-----
鉄筋 SD345	-----	-----	200

セグメントの材料物性を表-1、許容応力度を表-2に示す。

(2) 地盤条件

セグメントの位置関係を図-1に示す。シールド通過後のセグメント外周を支持するのは硬化した裏込め注入材および地盤であり、裏込め注入材の硬化は図-1中のR4からとする。このR4~R6の3リング間は、強度発現過程を考慮した裏込め注入材と地盤を合成したばね支承（全周ばね）としている。

地盤は非常に密な砂質土とし、地盤と硬化した裏込め注入材の地盤ばね（合成ばね）は、表-3の値（R4=35.0, R5=50.0, R6=90.0MN/m²）をトンネル半

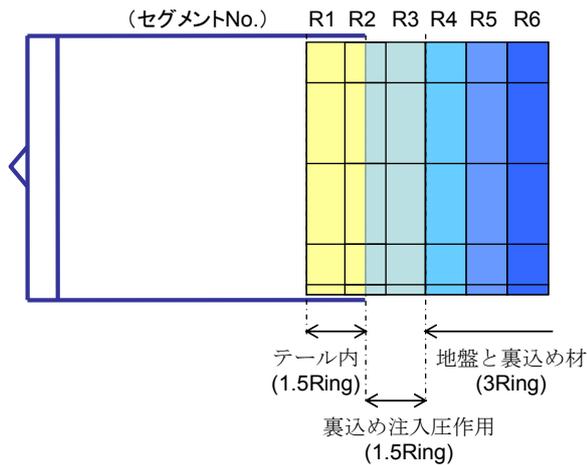


図-1 セグメントの位置関係

表-3 地盤反力係数×トンネル半径の値 (MN/m²)⁴⁾

砂質土	裏込め注入硬化過程	裏込め硬化注入後	N値
非常に密	35.0~47.0	55.0~90.0	30~50

径で除した値とすることで裏込め注入材の強度発現過程を考慮した。また、接線方向について半径方向の合成ばねの1/3とした。

(3) 継手

a) セグメント継手

セグメント継手はバイリニア関係を有する回転ばねとして設定した。第一勾配は $K_{m1} = \infty$ とし、継手面の開口が生じた後の第二勾配は「内水圧が作用するトンネル覆工構造設計の手引き」⁵⁾ により計算し、 $K_{m2} = 67,000 \text{ kN} \cdot \text{m/rad}$ とした。図-2 にセグメント継手の曲げモーメントと継手回転角の関係を示す。

セグメント継手の軸剛性およびせん断剛性は、主に軸圧縮状態にあるので非常に大きな剛性を有するものと考えられるが、解析上は $K_n = 1 \times 10^{10} \text{ kN/m}$ とした。

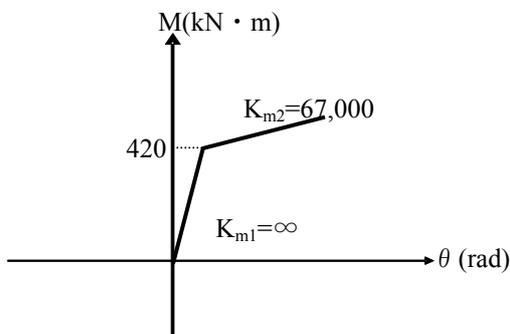


図-2 セグメント継手の曲げモーメントと回転角の関係

b) リング間継手

リング間継手は、シールド推進力の伝達状況やジャッキパターン等によって継手面における法線方向の剛性が非線形に変化する。つまり、リング間継手面が閉じた場合は継手面に軸圧縮力が作用し全断面有効となるが、開口した場合は継手面は軸圧縮ゼロとなり配置されたリング継手のピンのみが寄与することになる。そこで全周にわたりリング間継手面をジョイント要素でモデル化することにより開口状態を表現することとした。

リング間継手面の法線方向の剛性は図-3に示す構成則で設定した。継手面が軸圧縮状態にあり、接触している状態では、剛性を無限大（解析計算上、 $K_n = 1 \times 10^8 \text{ kN/m}$ ）とした。逆に、引張応力が発生し、継手面が離れた状態では、継手面の剛性が大きく低下し、リング継手のピンが働くように設定した。

リング継手のピンの剛性は、ピンの引張剛性を考慮した軸引張剛性とピンの遊び等を考慮したせん断剛性を仮定した。

○継手面の法線方向剛性

法線方向の剛性	$K_n = \infty \text{ kN/m}$
閉口最大量	$V_{mc} = 0 \text{ mm}$
引張強度	$\sigma_t = 0 \text{ kN/m}^2$
定数	$\varepsilon = 10,00000$

○リングボルト剛性

軸引張剛性	$K_t = 360,360 \text{ kN/m}$
せん断剛性	$K_s = 5,000 \text{ kN/m}$

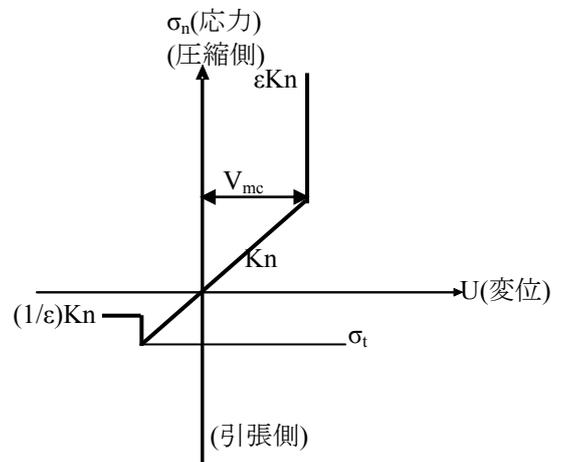


図-3 リング間継手面の法線方向の構成則

(4) テールシール

シールドテールには、裏込め注入材や土砂を伴う地下水のシールド内への流入を防止するためにテールシールが設けられ、その多くは図-4に示すような複数段に装備されるブラシ式となっており、ブラシ内およびブラシの間にグリスを充填し、土水圧に抵抗する構造となっている。

テールシールブラシは、テールクリアランスの変化やグリス圧の変化に追随し、セグメントに対して押し付け力に変化する。テールクリアランスの変化は、主に組立時ジャッキ推力の作用によるセグメントリングの変形やセグメントリングとシールドマシンの偏心、また裏込め注入材のテールシール内への侵入固結によるものと考えられる。このテールクリアランスの縮小が、テールとセグメントリングの競りを生じさせるとことになる。

本解析では、テールブラシ及びそれに挟まれる区間を非線形剛性特性を有するジョイント要素とすることで、テールクリアランスの縮小の有無をモデル化した。

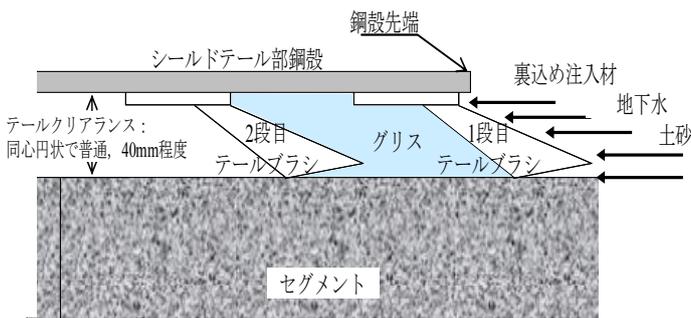


図-4 テールシールブラシの構造

a) 法線方向

テールブラシの法線方向の構成則を図-5に示す。テールブラシの変形量がクリアランス量 (V_{mc}) 以内の場合は、ブラシ剛性 K_n を保持するが、クリアランス量を超えてからは剛性が急激に大きくなる。例えば、クリアランスに一切固結物が無いような場合(縮小なし)は、ブラシ剛性 K_n を有しながら、クリアランス量 $V_{mc}=40\text{mm}$ まで変形が許されることとなる。逆に、全クリアランスに裏込め材などが充満・固結し、変形ができないような場合は、クリアランス量 $V_{mc}=0\text{mm}$ となることで、剛性が無限大となり、ジャッキ推力を加えることでテールとセグメントの競りの影響を表現する。また、引張状態となった場合は、剛性がゼロに近いものとなる。

テールブラシの剛性は有泉ら⁶⁾が行った実験結果のクリアランスと押付け荷重の関係より求めた(図-6)。

法線方向ブラシ剛性	$K_n = 167 \text{ kN/m}$
クリアランス量	
縮小なし	$V_{mc} = 40\text{mm}$
縮小あり	$V_{mc} = 0\text{mm}$
引張強度	$\sigma_t = 0\text{kN/m}^2$
定数	$\epsilon = 10,000$

b) ずれ方向

テールブラシのずれ方向(トンネル軸方向)の構成則を図-7に示す。なお、トンネル円周方向のずれは微小であるため、考慮しないこととする。テールブラシは、直応力に応じた摩擦力が作用し、それが

静止摩擦力を超えるとずれが生じる。ずれ始めまでの剛性は大きな値になると考えられるが、ここでは地盤ばねの場合と同様にずれ方向の剛性は法線方向の剛性の1/3とした。

ずれ方向の静止摩擦力($\sigma_n \tan \phi + c$)は、表-4に示す山村ら⁷⁾が行ったテールシールの摩擦係数実験結果を参考に、縮小のない場合の摩擦係数は $\tan \phi = 0.02$ とした。また、縮小のある場合の摩擦係数は $\tan \phi = 0.5$ とし、粘着力 c は0とした。

ずれ方向のブラシ剛性	$K_s = K_n/3 = 56 \text{ kN/m}$
摩擦係数	
縮小なし	$\tan \phi = 0.02$
縮小あり	$\tan \phi = 0.5$
粘着力	$c = 0 \text{ kN/m}^2$
定数	$\epsilon = 1/10,000$

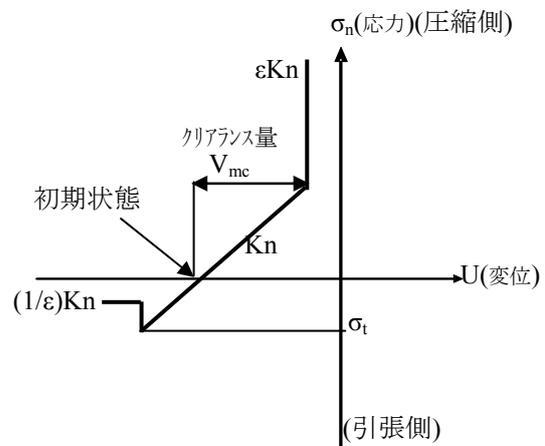


図-5 テールシールブラシ法線方向構成則

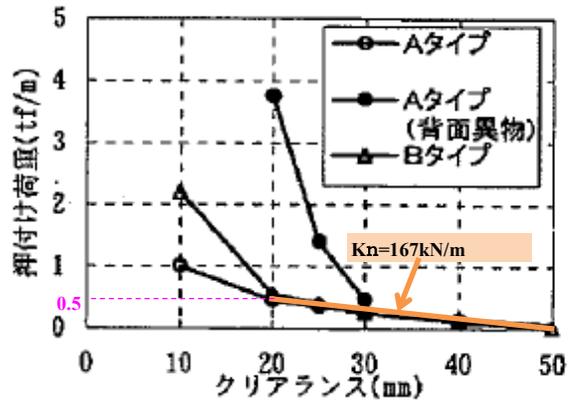


図-6 クリアランスと荷重の関係⁶⁾

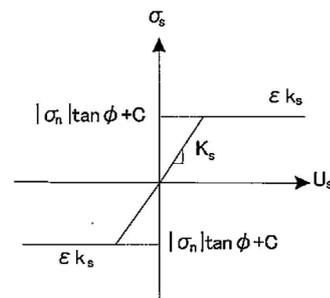


図-7 テールシールブラシずれ方向構成則

表-4 山村らの摩擦係数実験結果⁷⁾

		鋼板		コンクリート板	
		乾燥	油分潤滑	乾燥	油分潤滑
静止摩擦力	Fs	8.774	2.050	3.936	1.804
滑り停止時の力	Fm	6.560	1.066	3.280	0.328
滑り中の摩擦力	Fk	7.667	1.558	3.808	1.066
静止摩擦係数	μ_s	0.139	0.032	0.062	0.028
動摩擦係数	μ_k	0.122	0.024	0.057	0.017

(3) テールクリアランスの縮小条件

図-1中のR2セグメント位置へのテールシールドへの裏込め材の侵入、あるいはセグメントの変形、偏芯によるテールクリアランス量の縮小を模擬した解析条件を表-5に示す。解析は、テールクリアランス量の縮小なしが1パターン、天端、インバート部、左右スプリングライン位置を中心に $\pm 15^\circ$ を縮小範囲とした3パターン、計4パターンで実施した。なお、縮小なしの場合は固結物のない状態を想定しクリアランス量は40mmとし、縮小ありの場合はクリアランスがすべて埋められることを想定してクリアランス量は0mmとした。

表-5 テールクリアランスの模擬条件

	縮小状況	クリアランス量	範囲
1	縮小なし	40mm	----
2	縮小あり	0mm	下部30度
3			上下30度
4			左右30度

3. 解析モデル

(1) 要素分割

図-8にシェル要素でモデル化したセグメントの全体図を示す。縦断方向全長9.6m(6R@1.6m)をモデル化範囲とし、テールブラシが位置するR2を32分割、その他は16分割とし、周方向について112分割とした。また、セグメントの主断面図および縦断面図を図-11に示す。

テールブラシの実質影響範囲は図-10に示すように2段目ブラシ位置の15cm範囲とし、グリス圧の範囲は2段目ブラシからシールド鋼殻先端までの35cm、それより地山側には裏込め注入圧が作用することとした。図-11(a)にR2の断面拡大図、(b)にR2縦断全体図を示す。クリアランスの縮小ありの場合は、テールブラシ区間に続き、後続のグリス圧領域にも固結物が存在するため、固結範囲はグリス圧作用範囲とした。

図-12にはセグメント継手およびリング間継手(リング間継手面+リング継手)の詳細配置図を示す。

境界条件は、①シールドを固定し、②R4~R6の地盤ばねの地盤側を固定し、③R6の坑口側のトンネル縦断方向を固定した。

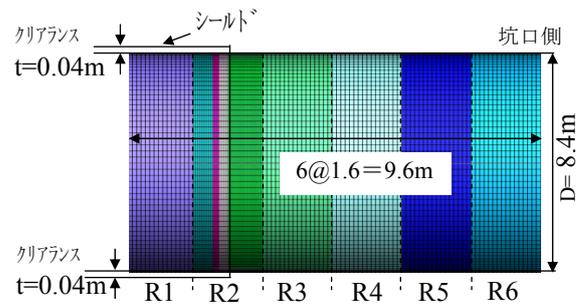


図-8 要素分割全体図

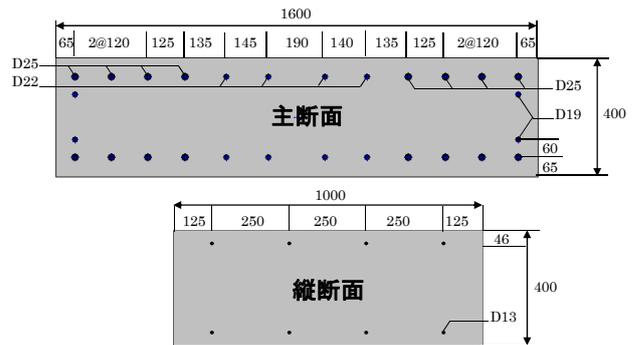


図-9 セグメント断面(mm)

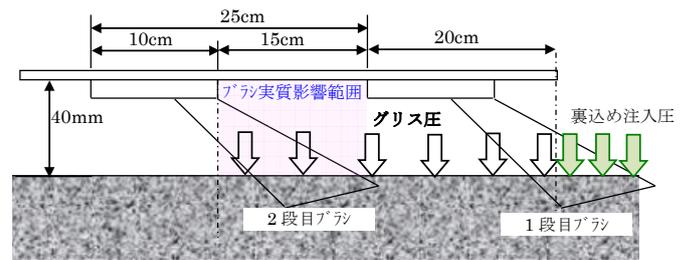
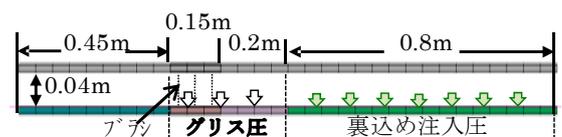


図-10 テールブラシ位置図

縮小なし場合



縮小あり場合

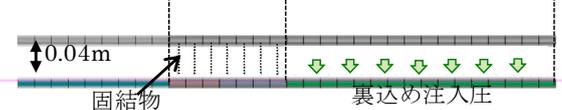


図-11 (a) R2断面拡大図

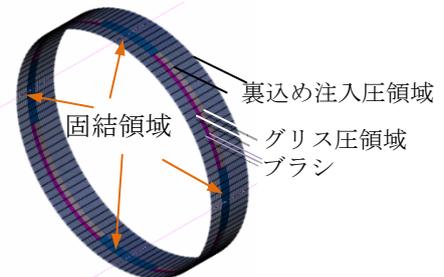


図-11 (b) R2縦断図

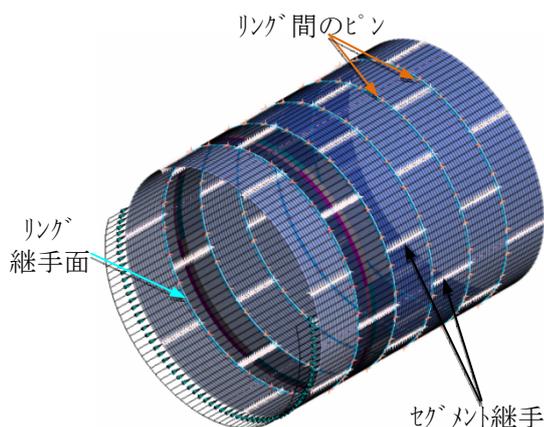


図-12 継手詳細配置図

(2) 荷重条件

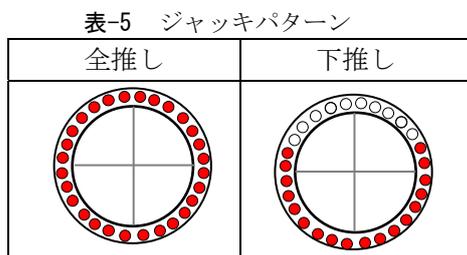
a) ジャッキ推力

シールドジャッキの仕様は最大 3000kN/本（総本数 28 本）とし、解析に用いる推力は最大推力の 75% とした。

ジャッキ推力 $P = 3000 \times 75\% = 2,250 \text{ kN/本}$

b) ジャッキパターン

本解析に用いるジャッキパターンは、表-5に示すとおりである。全推しの場合には全てのジャッキを使用する。下推しの場合には上部150度範囲のジャッキを除いたものとした。



c) グリス圧および裏込め注入圧

裏込め注入圧はトンネル天端で 250 kN/m^2 、単位体積重量 15 kN/m^3 の水ガラス系裏込め注入材（エア-35%程度混入）を想定した荷重分布とした。裏込め注入圧は下端で約 376 kN/m^2 である（図-13）。グリス圧は、裏込め注入圧と同じ圧力とした。

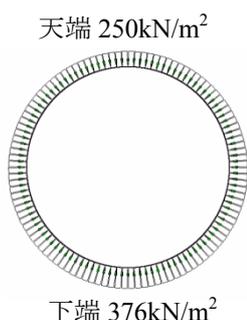


図-13 裏込め注入圧およびグリス圧の分布

(3) 解析ケース

ジャッキパターン 2 タイプとテールクリアランス縮小範囲で 4 パターンを想定し、表-6 に示した解析ケースとした。

表-6 解析ケース

条件	推力 2250kN/本	ジャッキパターン		テールクリアランス			
		全推	下推	縮小なし	縮小あり		
					下部30度	上下30度	左右30度
Case1	○	○		○			
Case2	○	○				○	
Case3	○		○	○			
Case4	○		○		○		
Case5	○		○			○	
Case6	○		○				○

4. 解析結果と考察

(1) 周方向に関する挙動

表-7に周方向の断面力分布図、図-14に縮小範囲中心位置の断面力図を示す。

軸力は、グリス圧および裏込め注入圧の影響を受け、R2~R3で最大軸圧縮力が発生する。図-14に示す全推しの場合、テールクリアランス縮小なしでは全圧縮、Case2の上部ではテールクリアランス縮小位置で圧縮軸力が増加、一方、下部縮小位置では軸力の増加が殆ど見られない。下部縮小位置では裏込め注入圧の上下差圧によるトンネルの浮き上りで、軸力変化が緩和されたと推察される。

下推しジャッキパターンでは、最大引張軸力がジャッキ推力の作用境界付近（トンネルSL付近）で発生する。

曲げモーメントは、Case4（下部30° 縮小あり）の場合を除き、テールクリアランス縮小付近で大きく増減していることがわかる。

せん断力は、曲げモーメントと同様、テールクリアランス縮小付近で大きく増減し、近くにあるセグメント継手位置でせん断力が大きく増加している。

また、下推しのジャッキパターンでテールクリアランス縮小なしの場合は、最大せん断力がジャッキ推力の作用境界位置の継手近傍で発生、テールクリアランス縮小の場合は、左右縮小ブラシ中心位置付近（R2位置）が最大となっている。

(2) 縦断方向に関する挙動

表-9に縦断方向の断面力分布図を示す。

下推しの場合、荷重が作用する下半部で押し込み変形、上部は切羽側への倒れこみ変形が発生する。そのため、上半部で引張となり、リング継手のピンの位置の横に小さな圧縮が見られ、リング継手面が離れた箇所ではリング継手のピンに引張力が作用する。

曲げモーメントおよびせん断力については、周方向と同様な傾向が見られる。

(3) 応力度照査について

周方向の応力度照査結果を表-8に示す。最大最小軸力および曲げモーメントの位置の応力は、全て許容応力度以内となった。

縦断方向の応力度照査結果を表-10に示す。周方向と同じ位置でせん断応力が超過している以外に、最大正曲げモーメント及び最大引張軸力の位置において、鉄筋の引張応力度が超過する結果となった。これは縦断方向の鉄筋量が少ないことに加え、下押しジャッキパターンによる天端付近で発生した軸引張力による結果であると考えられる。

一方、表-11に示すようにCase2,Case5,Case6のテールクリアランスに縮小がある場合、縮小箇所付近でせん断応力が許容値を超過している。

表-7 周方向断面力分布 (最大値↓ 最小値↓)

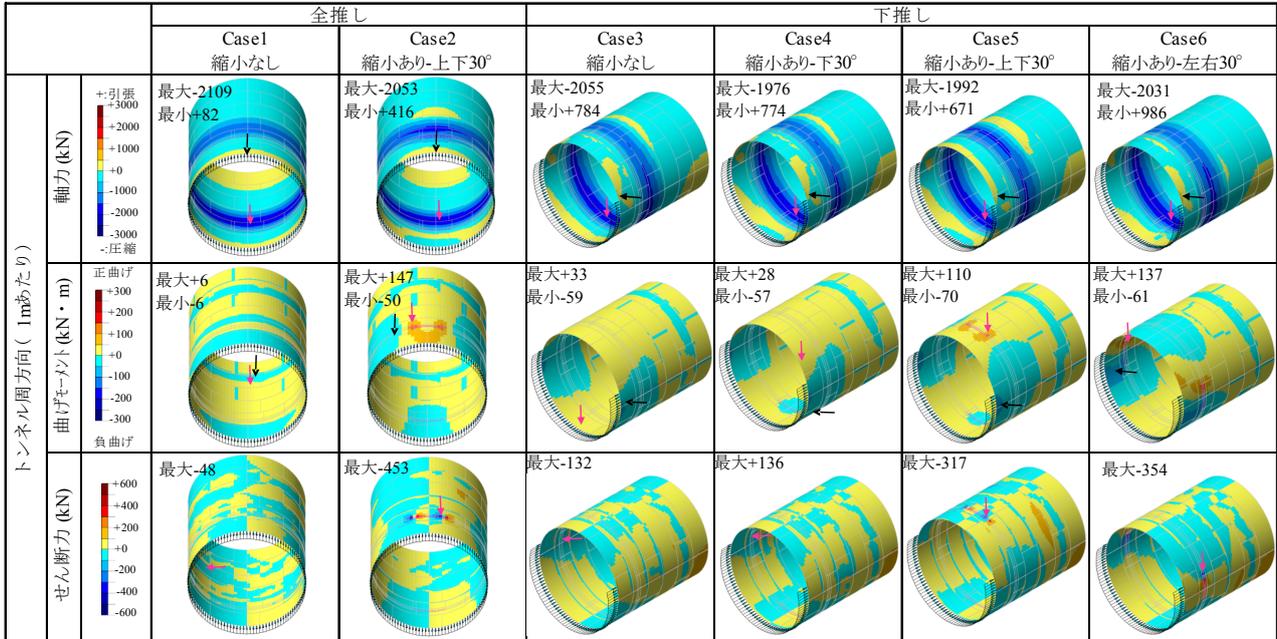
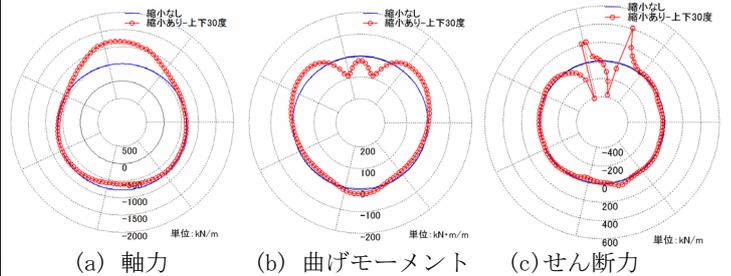


表-8 周方向の応力度照査結果

ケース	照査位置	セグメント		鉄筋		
		曲げ圧縮応力度 σ_c (N/mm ²)	せん断応力度 τ_s (N/mm ²)	圧縮側 σ_{cs} (N/mm ²)	引張側	
全推し	Case1 縮小なし	最大正曲げ	-0.4	---	-5.6	0.0
		最大負曲げ	0.0	---	0.0	16.5
		最大軸圧縮	-4.1	---	-61.5	0.0
	Case2 縮小あり (上下30°)	最大軸引張	0.0	---	0.0	16.5
		最大せん断	---	0.14	---	---
		最大正曲げ	-6.7	---	-77.3	18.5
下推し	Case3 縮小なし	最大負曲げ	-2.1	---	-19.2	30.8
		最大軸圧縮	-4.5	---	-64.4	0.0
		最大軸引張	-1.4	---	0.0	113.2
	Case4 縮小あり (下30°)	最大せん断	---	1.35(NG)	---	---
		最大正曲げ	-1.2	---	-7.6	38.3
		最大負曲げ	-2.6	---	-26.6	22.7
下推し	Case5 縮小あり (上下30°)	最大軸圧縮	-4.4	---	-64.0	0.0
		最大軸引張	0.0	---	0.0	107.4
		最大せん断	---	0.39	---	---
	Case6 縮小あり (左右30°)	最大正曲げ	-0.4	---	0.0	60.7
		最大負曲げ	-2.5	---	-28.1	12.1
		最大軸圧縮	-4.0	---	-59.2	0.0
下推し	Case5 縮小あり (上下30°)	最大軸引張	0.0	---	0.0	103.3
		最大せん断	---	0.41	---	---
		最大正曲げ	-5.1	---	-60.2	8.2
	Case6 縮小あり (左右30°)	最大負曲げ	-3.2	---	-38.0	6.3
		最大軸圧縮	-3.9	---	-58.5	0.0
		最大軸引張	0.0	---	0.0	119.9
Case6 縮小あり (左右30°)	最大せん断	---	0.95(NG)	---	---	
	最大正曲げ	-6.1	---	-68.9	27.9	
	最大負曲げ	-2.6	---	-24.3	36.4	
Case6 縮小あり (左右30°)	最大軸圧縮	-4.5	---	-64.7	0.0	
	最大軸引張	0.0	---	0.0	175.8	
	最大せん断	---	1.06(NG)	---	---	

全推し



下推し

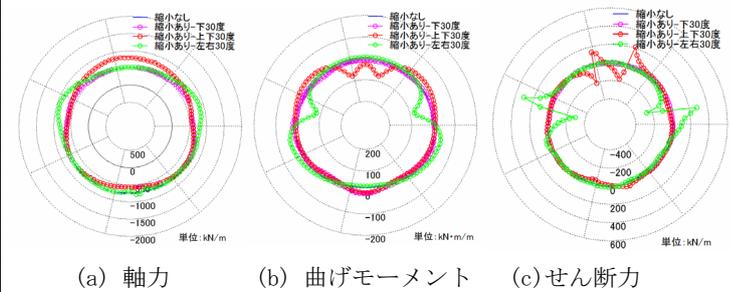


図-14 縮小範囲中心位置の断面力図

3) まとめ

本研究により、以下の事項が明らかとなった。

- 1) テールクリアランスの縮小によるセグメントの断面力の変化をおおむね再現できた。
- 2) セグメント応力は、トンネル縦断方向断面力および周方向断面力ともに、ジャッキパターンに大きく影響を受ける。
- 3) テールクリアランスが縮小した場合、縮小付近で断面力が大きく増減する。
- 4) セグメント周方向の応力度については、テールクリアランスの縮小に伴うせん断応力度が最も

厳しく、セグメントテール脱出時に最もせん断破壊が発生し易いことがわかった。

- 5) セグメント縦断方向の応力度については、周方向と同じくテールクリアランスの縮小に伴うせん断応力度が許容応力度を超えることがある。また、ジャッキパターンによるトンネル縦断方向の軸引張が卓越した場合、鉄筋の許容引張応力度を超える場合が考えられる。
- 6) テールクリアランスの縮小がない場合は、ジャッキ推力を大きく偏心させて载荷してもセグメントに損傷を与える可能性は小さい。

表-9 縦断方向断面力分布 (最大値 ↓ 最小値 ↓)

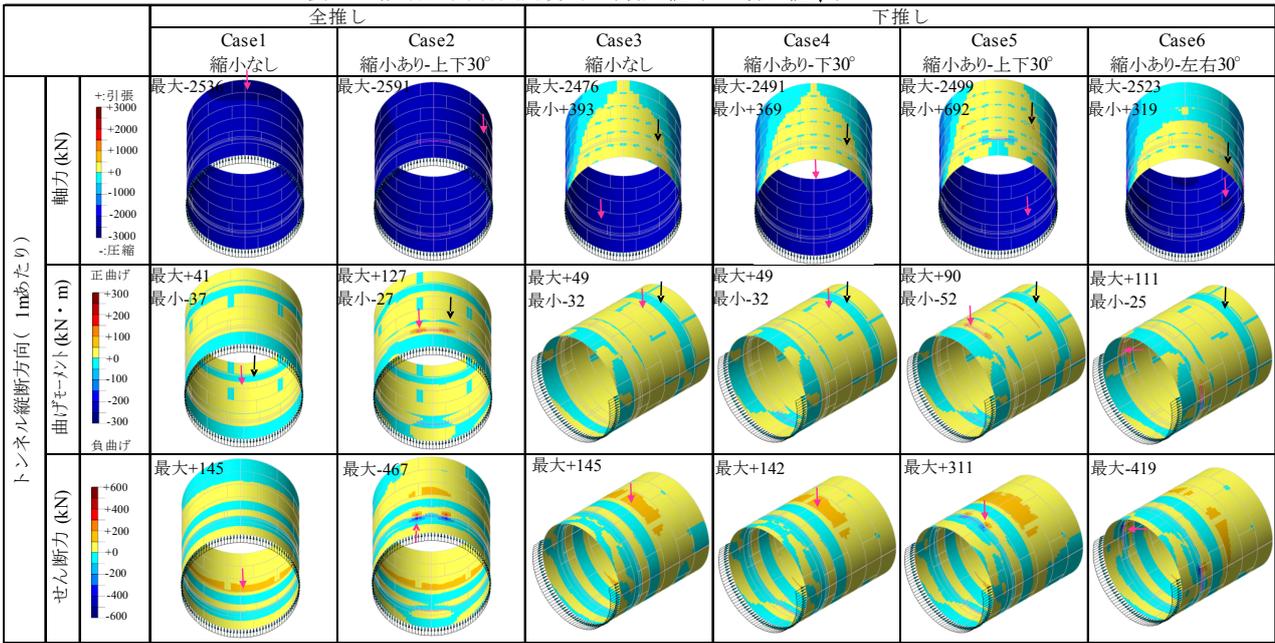
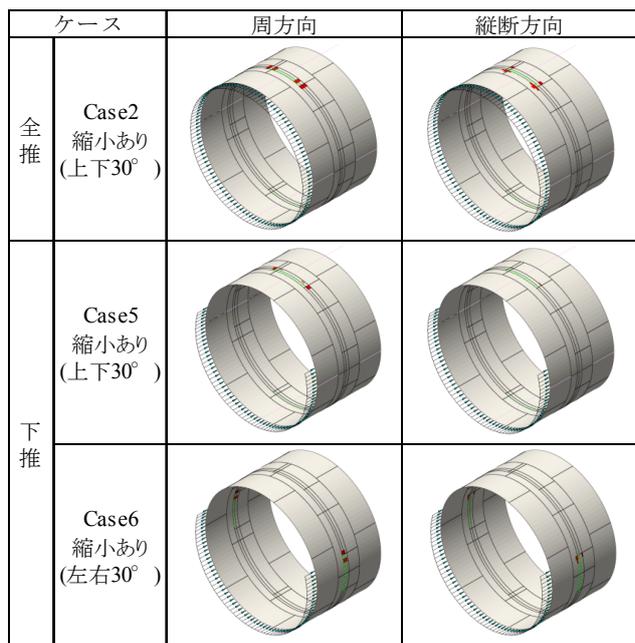


表-10 縦断方向の応力度照査結果

ケース	照査位置	セグメント		鉄筋		
		曲げ圧縮応力度	せん断応力度	圧縮側	引張側	
		σ_c (N/mm ²)	τ_s (N/mm ²)	σ_{sa} (N/mm ²)		
全推し	Case1 縮小なし	最大正曲げ	-6.9	---	-99.2	0.0
		最大負曲げ	-6.7	---	-96.3	0.0
		最大軸圧縮	-6.1	---	-91.6	0.0
	Case2 縮小あり (上下30°)	最大軸引張	---	---	---	---
		最大せん断	---	0.41	---	---
		最大正曲げ	-10.4	---	-140.2	0.0
下推し	Case3 縮小なし	最大負曲げ	-4.3	---	-15.9	308.6(NG)
		最大軸圧縮	-6.2	---	-91.7	0.0
		最大軸引張	0.0	---	0.0	389.6(NG)
	Case4 縮小あり (下30°)	最大せん断	---	0.41	---	---
		最大正曲げ	-4.3	---	-16.2	304.3(NG)
		最大負曲げ	-2.8	---	-11.7	191.1
Case5 縮小あり (上下30°)	最大軸圧縮	-6.0	---	-90.0	0.0	
	最大軸引張	0.0	---	0.0	364.6(NG)	
	最大せん断	---	0.41	---	---	
Case6 縮小あり (左右30°)	最大正曲げ	-8.0	---	-36.1	520.9(NG)	
	最大負曲げ	-4.6	---	-14.4	346.3(NG)	
	最大軸圧縮	-6.2	---	-91.6	0.0	
Case6 縮小あり (左右30°)	最大軸引張	-1.7	---	0.0	682.5(NG)	
	最大せん断	---	0.89(NG)	---	---	
	最大正曲げ	-7.4	---	-97.5	0.0	
Case6 縮小あり (左右30°)	最大負曲げ	-2.1	---	-15.6	92.1	
	最大軸圧縮	-6.5	---	-95.4	0.0	
	最大軸引張	0.0	---	0.0	382.5(NG)	
最大せん断	---	1.19(NG)	---	---		

表-11 セグメント本体の許容せん断応力度超過箇所 (赤色部分)



5. おわりに

本研究では、セグメントがシールドテールを通過する際の競り現象に着目し、セグメントの応力挙動および健全性に与える影響を把握するため、施工時荷重を考慮した3次元解析を行った。その結果、テールクリアランス縮小範囲（競り発生位置）の周辺では、断面力が大きく増減し、セグメントの健全性が損なわれる可能性が高くなることがわかった。また、ジャッキパターンおよび過大な推力によってセグメント継手部にはせん断破壊が生じることがわかった。

シールドの曲線施工および上下に線形が変化する場合、それに伴ってシールドの姿勢が変化し、トンネル軸とシールドマシン軸が角度を持ち、ジャッキ推力によってさらに大きな競り荷重が作用することが考えられる。その場合は、セグメントの健全性が損なわれる可能性が高くなることが考えられる。

今後は、以上の状態を考慮したジャッキ推力の影響について検討を行い、その影響を明らかにする必要があると考えている。

参考文献

- 1) 土木学会：トンネルライブラリー第17号シールドトンネルの施工時荷重, pp.69, 2006
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解析 シールドトンネル, pp.72~73, 2002
- 3) 土木学会：トンネル標準示方書 シールド工法・同解説, pp.62, 2006
- 4) 文献2), pp.59~60
- 5) 先端建設技術センター：内水圧が作用するトンネル覆工構造設計の手引き, pp.47, 2001
- 6) 有泉, 岡留, 五十嵐, 長屋：トンネル工学研究論文・報告集第9巻, pp.271~276, 1999
- 7) 山村康夫, 小室好孝, 飯島正和：超高水圧用テールシールドの耐久性調整, 土木学会第48回年次学術講演会, pp.158~159, 1993

(2013.9.2 受付)

BEHAVIOR OF SEGMENTS THROUGH SHILED TAIL DURING CONSTRUCTION STAGE

Yukinori KOYAMA, Katsuyoshi MIZUHARA and Shimon KAN

In late years the segment designs tend to thickness, wide breadth and simplified joint with the aim of saving power and cost. However, on the other hand, the defect of segment is increasing due to construction loads and hard conditions, also causing the proof stress reducing.

In this study, we aimed at the competition between shield tail and segment, reproduced the construction loads on segment through shield tail including joint, tail brush and jack pattern, consider the segment stress behavior. As a result, around tail clearance reduction range that section force greatly increased and decreased. And it brings high risk of shear fracture. Other possible factor like jack pattern and excessive thrust also influence segment section force.