

(III-83) 二重螺旋型セグメント(DNA)の設計手法について

成和コンサルタント 正会員 千田 晃
成和コンサルタント 日野 隆
成和コンサルタント 正会員 畑野真仁
成和コンサルタント 周 平

1. はじめに

シールドトンネルでは、掘進とセグメント組み立てを同時に行うことでシールドトンネルの施工が大幅な高速化が可能である。この掘進同時組立てを実現するために、セグメントを二重の螺旋状に組み立てる施工方法（以下DNAシールド¹⁾と呼ぶ）が既に提案されている。筆者らは、この施工方法についての梁バネモデルによる設計手法を確立した。

2. DNAシールドの概要

DNAシールドは、トンネルの掘進中に180° 相対する2つのセグメントピースを同時に組立てていく工法である。セグメントには長方形の対偶から直角三角形を切り取った変形六角形ものを用いる（図1、参照）。継手形式は任意であるが、セグメント継手にはコーンコネクタ²⁾、リング継手にはANEX³⁾、といったワンタッチ式のものをを用いることを基本とする。

この工法はKセグメントが存在しない為、組み立て作業が一定である。直線区間に対してはセグメントピース形状が同一のため連続的なセグメントピース供給が行えるなどの特長がある。

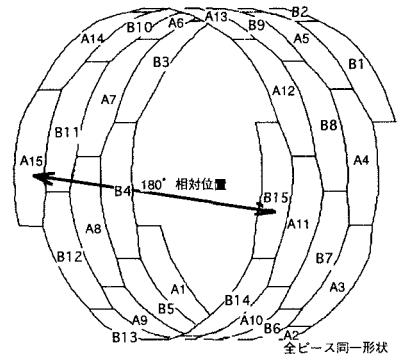


図1 DNAシールドの概形

設計手法については、既発表論文¹⁾において、梁バネモデル解析とFEMによる構造解析とを比較し、両者の結果がほぼ同様の値となっていることから、DNAシールドが梁バネモデルによって設計できる事を確認している。

3. 梁バネモデルによる設計手法

本研究では、梁バネモデルによるモデル化手法を比較により検討した。

(1) 構造条件

トンネル外径5700[mm]、セグメント幅1200[mm]、セグメント高さ250[mm]のDNAセグメントで構成される4リング1サイクルのシールドトンネルとした。セグメントピース形状は図2に示すとおり、リング継手、セグメント継手の1/4を切り取ったDNA

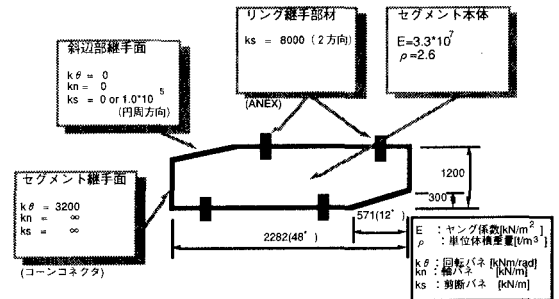


図2 セグメントピースの設計定数

Aセグメントとした。このセグメントは、7.5分割の4リング1サイクルの二重螺旋構造のトンネルとなる。また、継手部材は、コーンコネクタとANEXの組み合わせとした。これらの設計定数をまとめて図2に示した。

(2) 荷重条件

硬質地盤（ケース1）と軟弱地盤（ケース2）を想定しそれぞれ次の通りとした。

Key-words：シールド、高速施工、セグメント、螺旋、同時掘進

連絡先：成和コンサルタント 設計部

東京都新宿区西早稲田2-18-23 tel.03(5285)4080 fax.03(5285)4059

(共通) 土被り25[m]、単位体積重量1.8[t/m³]、水位GL-5.0[m]

(ケース1) 砂質土 (土水分離)、N値30 ($\lambda=0.45$ 、 $k=30$ [kN/mm³])

(ケース2) 粘性土 (土水一体)、N値3 ($\lambda=0.7$ 、 $k=2.5$ [kN/mm³])

(3) モデル化手法

4つのモデルを用いて比較検討を行った(図3、参照)。モデル1及び2は、2リング千鳥組みモデルである。モデル1は、既発表論文¹⁾にて用いたモデルであり、リング継手の曲げによる拘束効果を考慮したモデルとなっている。モデル2は、この効果を見込まないモデルとした。モデル3及び4は、4リング螺旋モデルである。モデル3は、斜辺部継手による円周方向のセグメントピース間の噛み合わせの効果を見込んだモデルとし、逆に、モデル4はこれを無視したモデルとした。ここで

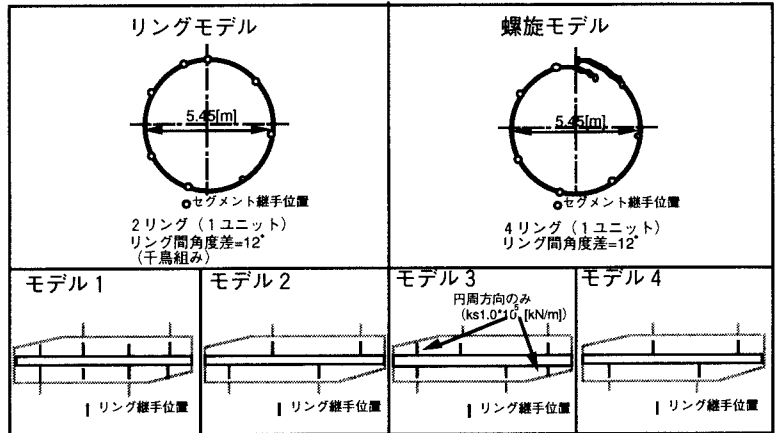


図3 梁バネモデルによるモデル化手法

は、この噛み合わせの効果を通常のボルト継手程度であると仮定した。

4. 検討結果

検討結果の断面力を表1にまとめて示した。その傾向は荷重条件による変化はなく、モーメントではモデル1が最も大きく、以下2、3、4の順番に小さくなっており、剪断力では逆の傾向が見られた。モデル間の断面力の差異はケース1では、設計上の有為な開きとはなっていないが、ケース2ではその開きが若干大きかった。

従って、DNAセグメントの設計モデルとしては、既発表論文の手法で十分に設計が可能であると考えられる。ただし、地盤条件や斜辺部継手の条件などの条件により、螺旋モデルを組み合わせる事が望ましい。

5. まとめ

本研究では、梁バネモデルによるDNAセグメントの設計手法を確立した。

設計モデルとしては、リングモデルはモデル作成の容易であり、設計断面力の概略の把握に適している。逆に、螺旋モデルは、設計断面力が正確であり、斜辺部継手の正確な評価方法として適用可能であると考えられる。

今後は、通常の千鳥組セグメントには見られない、トンネル軸方向の軸力や斜辺部継手の評価方法を確立することでさらに実用的な設計手法として高めるべきであると考ええるものである。

(参考文献)

1) 石井、金子、畑野 他;セグメントの二重螺旋形組立てによるシールドトンネルの高速施工、

第8回トンネル工学研究発表会(論7),1998

2) 森、本田、林 他;コーンコネクタ(セグメント継手)の開発、土木学会第52回年講(Ⅲ-B138),1998

3) 石田、金子、今井 他;ANEX継手の性能実験、土木学会第53回年講(VI-23),1998

表1 検討結果

ケース1			
モデル	M[kNm/R]	N[kN/R]	Q[kN/R]
1	72.2~-46.2	1540~1320	69.3
2	66.7~-42.2	1540~1320	62.6
3	51.7~-27.7	1550~1340	51.5
4	50.9~-27.9	1550~1350	49.9
ケース2			
モデル	M[kNm/R]	N[kN/R]	Q[kN/R]
1	162.2~-152.2	1550~1220	142.7
2	145.9~-131.2	1530~1220	126.4
3	114.1~-78.0	1550~1240	99.3
4	111.7~-76.4	1530~1280	95.2