

Ⅲ-B134

# 二重螺旋型セグメント(DNA)の構造特性について

大成建設 正会員 金子研一

大成建設 正会員 栄 毅哉 大成建設 正会員 小尾博俊

成和コンサルタント 高島 良 IHI 北山仁志

## 1. はじめに

シールドの掘進とセグメントの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になる。この作業を連続的に行うために、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シールドと呼ぶ)を開発し、セグメントの性能実験を行い実用化に支障のないことを確認している。

以下、DNAシールドの概要とその構造特性を把握するために行った3次元FEM解析結果について報告する。

## 2. DNAシールドの概要

セグメントは長方形の対偶から直角三角形を切り取ったものを用いる(図1、2参照)。切り取る長さは、掘進速度とセグメントの組み立て時間および直径に応じた分割から決める。継手形式は任意であるが、リング間の継手にはCONEXやANEXといったワンタッチ式のものを用いることを基本とする。Kセグメントが無いため組み立て作業が一定であり、直線区間に対してはセグメントが同一のため連続的な供給が行える他、以下の特長がある。①対称位置のセグメントを組み立てるため、シールドの方向制御が容易。②シールド機長の増分はセグメントの切り欠き長さ程度。③従来の掘進速度でも高速施工となる。

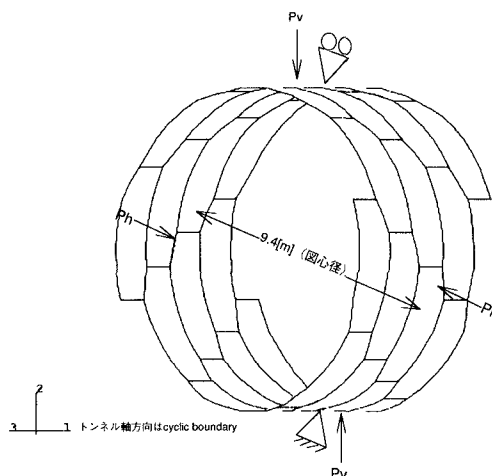


図1 FEMによる構造解析(解析条件)

## 3. FEMによる構造計算

### (1) 解析条件

構造条件を図1に示した。トンネル径(図心径)9400[mm]、セグメント幅1200[mm]、セグメント高さ400[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。

メッシュ分割と境界条件を図1及び2に示す。セ

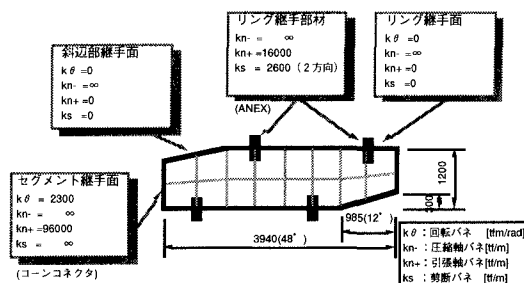


図2 セグメントピースのモデル化

**Key-words:** シールド、高速施工、同時掘進、螺旋、セグメント

連絡先: 大成建設 技術開発第二部、情報企画部  
成和コンサルタント 設計部  
石川島播磨重工業 設計部

東京都新宿区百人町3-25-1 tel.03(5386)7567 fax.03(5386)7578  
東京都新宿区西早稲田2-18-23 tel.03(5285)4062 fax.03(5285)4059  
愛知県知多市北浜11-1 tel.0562(31)8250 fax.0562(31)8260

グメントピースには薄肉シェル要素、継手面は軸バネ、剪断バネ、回転バネ、継手部材は軸バネ、剪断バネ、回転バネをそれぞれ用いてモデル化した。コンクリートの材料定数は $\sigma_{ck}=450[\text{kgf/cm}^2]$ のコンクリートを仮定し、 $E=3.6 \times 10^4 [\text{tf/m}^2]$ 、 $\nu=0.17$ とした。継手面の剪断バネは摩擦係数に対応したバイリニアのバネとした。継手部材は「ANEX<sup>®</sup>とコーンコネクタ<sup>®</sup>」、「普通ボルトとコーンコネクタ」の2ケースとした。ここには「ANEXとコーンコネクタ」の解析結果を示した。これらの材料定数は要素実験から図2に示す値とした。

荷重条件は側方地盤反力を含めた荷重とし、 $P_h/P_v=0.7 \sim 0.85$  ( $P_v=10 [\text{tf/m}^2]$ ) の分布荷重で与えた。本稿には $P_h/P_v=0.7$ とした時の解析結果を示す。この荷重条件は $\lambda=0.6$ 程度の地盤相当の荷重条件である。

#### (2) 解析結果

解析結果の一例として、周方向の曲げモーメントのコンターを図3に示す。この曲げモーメントは梁バネモデルにおける曲げモーメントに相当する。

#### (3) 梁バネモデルとの比較

通常の千鳥組みセグメントとの構造特性の違いを把握する事を目的として、DNAセグメントを模した、2リング1サイクルの千鳥組みセグメントによる梁バネモデル解析を行ない、これとFEMによる構造解析とを比較した。表1にはセグメントピース中央部についての比較結果を示した。両者はほぼ同様の値となっている。また、セグメント継手部についても同様の結果となっている。

#### 4. まとめ

DNAセグメントは通常の千鳥組みセグメントと同様のリング剛性を有し、梁バネモデルによる断面力の検討が可能であると考えられる。ただし、通常の千鳥組みセグメントには見られない、トンネル軸方向の軸力と斜辺部継手近傍に局部応力が発生するが、これも設計上は問題にはならない事を確認している。また、今後は継手剛性評価のさらに詳細な検討の他、施工時や地震時についても検討し、実用的な設計手法を確立する予定である。

#### (参考文献)

- 1) 石田、金子、今井 他；ANEX継手の性能実験、土木学会第53回年講、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-B139)、1997

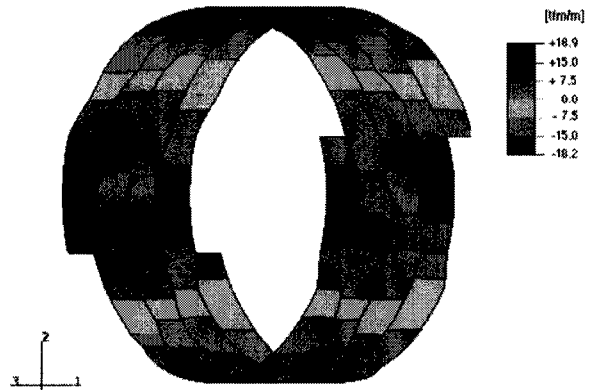


図3 解析結果（曲げモーメントのコンター）

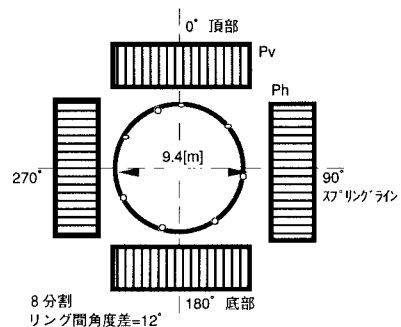


図4 梁バネモデルによる構造解析

表1 FEMと梁バネモデルの解析結果の比較  
セグメントピース中央部（最大値）

|         | FEM            | 梁バネモデル         |
|---------|----------------|----------------|
| 曲げモーメント | 底部、頂部 18.9     | 底部 20.3        |
| [tfm/m] | スプリングライン -18.2 | スプリングライン -20.8 |
| 軸力      | 底部、頂部 -30.1    | 底部 -30.0       |
| [tf/m]  | スプリングライン -49.1 | スプリングライン -48.8 |
| 剪断力     | 最大 ±5.7        | 最大 ±9.7        |
| [tf/m]  |                |                |
| 変位（最大値） |                |                |
| 変位      | FEM            | 梁バネモデル         |
| [cm]    | 鉛直 2.1         | 垂直 2.0         |
|         | 水平 2.2         | 水平 2.2         |