

## VI-20

### 「汎用シールドセグメント解析システム」の開発

(株)熊谷組 榎島幸博・山本忠典

同上 大田 弘

同上 宮下芳高・中村洋一

#### 1. はじめに

最近のシールド工法の大きな課題として、「大深度化」、「大口径化」に対応できる「セグメントの合理的な設計法の確立」があげられる。すなわち、地下空間に求められる安全性を保証する一方で、工事費の約30～40%を占めるセグメント覆工費の経済性の追求のための「合理的な設計」が望まれている。

そこで筆者らは、今までのセグメントに関する研究・開発のノウハウをもとに、合理的なセグメントの設計を行うための実用性に富んだ「汎用シールドセグメント解析システム(SIGMA)」を開発したので報告する。

#### 2. システムの概要

本システムは、シールドセグメントの解析に際し、種々のセグメント形状・構造および解析条件に合理的に対応できると同時に、入力データ作成の繁雑さを解消した、極めて利便性・有用性の高いシステムである。

##### (1) システムの構成および運用法

システムは、セグメント本体およびセグメント継手、リング継手に発生する応力・変形を算定する解析プログラム(SIGMA/SOLV)と解析プログラムの節点座標、要素構成などの構造データを自動生成するプリプロセッサ(SIGMA/PRE)、そして構造図・断面力図・変位図などを作図するポストプロセッサ(SIGMA/POST)から構成されている。また、その運用法は図-1に示す通りである。

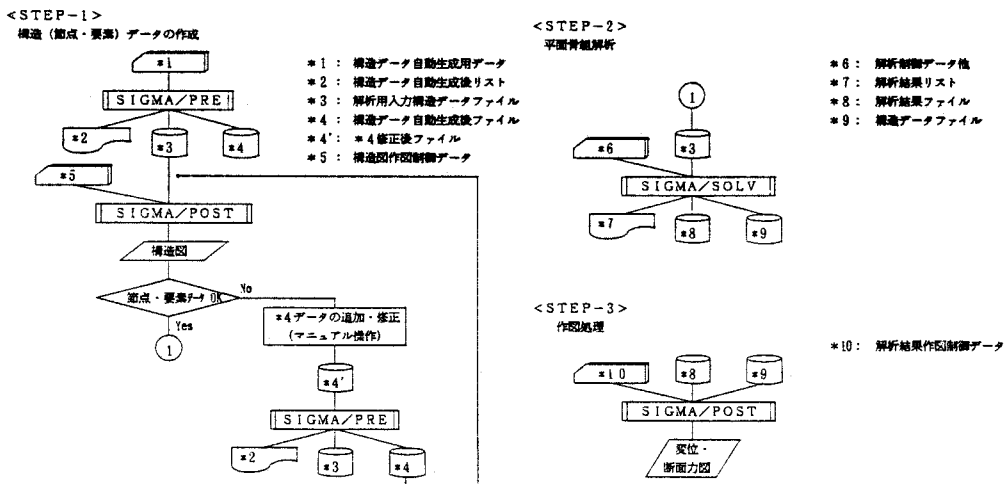


図-1 システム運用法

##### (2) 解析の基本モデル

解析の基本モデルは、図-2に示す通り、セグメント主部材を多角形のはり部材に、セグメント継手を回転バネに、リング継手を接線方向と法線方向のセン断バネにおきかえ、これに自重・土水圧・地盤反力などの荷重を作用させたものであり、2次元骨組構造として解析する。

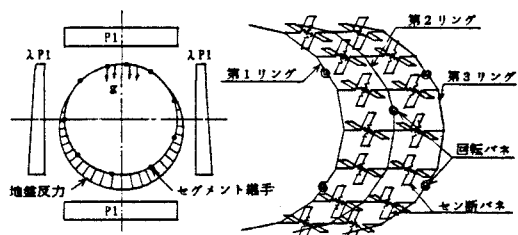


図-2 解析基本モデル

### （3）システムの特徴

- ・提案されている各種設計法<sup>1)</sup>に対応でき、任意のトンネル形状、セグメント構造および千鳥組（2方および3方千鳥）効果が考慮できる。
- ・載荷荷重、部材の追加・削除などの構造の変化に応じたステップ解析が行え、施工（実験）過程を解析的にシミュレートできる。（図-3参照）
- ・材料非線形解析が行え、特にセグメント継手、リング継手のバネ剛性については、種々の非線形特性が扱える。（図-4参照）また、セグメント継手については、軸力依存型モデルも扱える。
- ・地盤反力のモデル化に際し、集中バネの他、材軸方向、材直角方向の分布バネが扱える。また、そのノーテンション解析も行える。
- ・利用者にとって、複雑な作業となる入力データの作成、特に構造データ、荷重データの作成などを極力簡略化し、複雑な2連トンネルなどの場合でも、わずか数行の入力データでそれらの自動生成が行える。

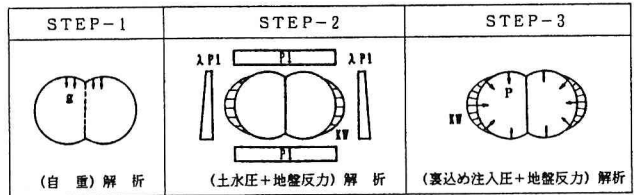


図-3 ステップ解析の一例

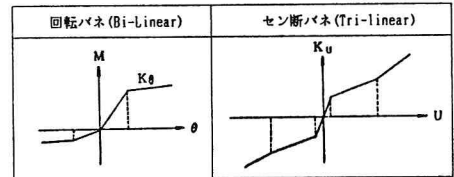


図-4 継手部バネの非線形特性の一例

### 3. システムの適用分野

本システムは、下記のような解析に適用できる。

- （1）作用荷重、構造の変化など施工段階を考慮した解析
- （2）各種載荷試験結果の解析
- （3）現場計測結果の解析

なお、本システムには、種々の解析機能が組み込まれており、シールドセグメント解析だけでなく、一般構造物の設計・解析にも適用することができる。

### 4. 解析事例

地下鉄駅部のトンネルを想定（図-5参照）して、横型3連マルチフェイスシールドトンネルを解析した。

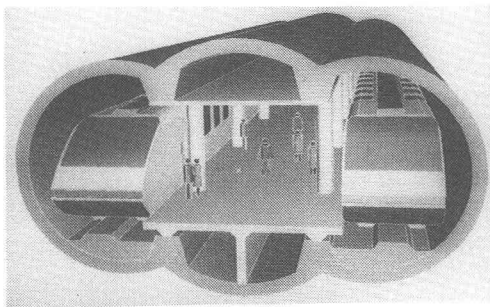


図-5 駅部トンネル概観図

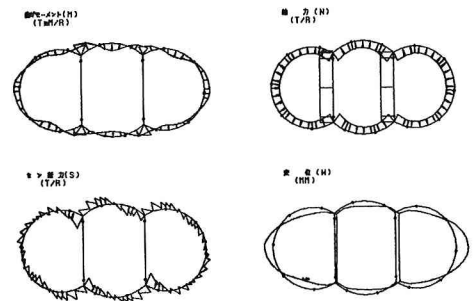


図-6 解析結果例

### 5. おわりに

今後は、セグメントの載荷試験データ、現場計測データなどとの比較検討を一段と推し進め、本システムの利便性・有用性をさらに高めて行きたいと考えている。

#### 参考文献

- 1) たとえば、半谷：二次覆工を有するシールドトンネル覆工の力学的特性に関する研究，鉄道技術研究報告，No. 1303, 1985. および、村上，小泉：シールドセグメントリングの耐荷機構について，土木学会論文報告集，No. 272, 1978.