

I-527

任意非線形継手特性をもつシールド
トンネルの地震応答解析中国電力 正会員○杉原 聡
神戸大学工学部 正会員 高田至郎

1. はじめに シールドトンネルの長手方向の地震応答解析を行う際には、覆工のモデル化とその数値解析手法が重要な課題となる。特にトンネル軸方向の震動の場合、軸剛性が引張側と圧縮側で異なり、非線形を示す特徴がある。線状地中構造物の軸方向震動の場合では、非線形な特性を有する継手部分に変形が集中する。したがってシールドトンネルの耐震性の検討において、継手部分の挙動を周辺地盤も含めて動的に解析する必要があると考えられる。本文では、任意な非線形継手特性を取り扱える、周辺地盤を含めた非線形地震応答解析並びに応答変位法による比較検討結果について報告する。

2. 解析手法 シールドトンネルのモデル化はシールドトンネル20m を線形な梁と非線形なばね特性を持つ継手として評価した。線形な梁部分は質量及び圧縮剛性と同じ引張剛性を持つ梁とし、非線形継手部分にシールドトンネルの有する軸剛性の非線形特性を持つようにした。

継手の履歴特性を載荷方向と除荷方向に分けて考えると、継手開き量と荷重がわかるとその点でのばね定数は一定であると考えられる。本解析では、任意の非線形履歴特性を数値計算する手法として継手開き量と荷重の関係を示す平面で格子を作り、各格子点のデータとして履歴の勾配を与えることによって任意の非線形継手特性を取り扱った。また、数値解析では各時刻での継手開き量と荷重で決定される点の最寄りの格子点での値をばね定数とした。

図1にシールドトンネルの動的解析モデルを示す。

以下に解析の項目について示す。

①表層地盤のモデル化を行う。モデル化はせん断一次振動と等価な振動特性を持つ質点およびばねに置換するものである。

②継手ばね特性を決める。リング継手の継手金具面板の曲げ剛性から求める¹⁾。

③周辺地盤を含めてシールドトンネルの質点-ばねモデルを作成する。ここで周辺地盤とシールドトンネルを結ぶばねはすべりを考慮するためにバイリニア型のばね特性でモデル化した。

④周辺地盤を含めたシールドトンネルのモデルをパワースペクトルをもとに計算した定常波に包絡関数をかけて作成した地震波を使用して動的解析を行う。

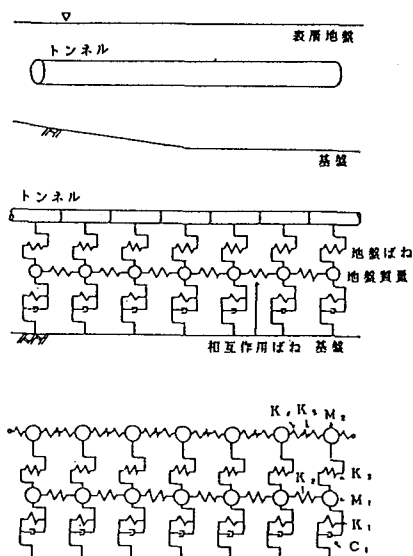


図-1 シールドトンネルのモデル化

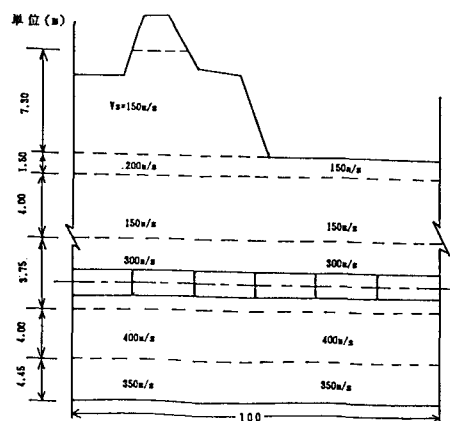


図-2 解析モデル

3. 解析 解析は流域下水道河川横断トンネルの資料より設定し、エルセントロ地震のパワースペクトルを用いて解析を行った。図2には解析モデルと周辺地盤の諸定数を示す。図3はエルセントロ地震波を入力した際のトンネル位置での地盤変位応答、図4、図5は各継手の変位応答、各質点の軸力である。

各継手では引抜け側では変位によってほとんど軸力が発生しないが、圧縮余裕のない押し込み側では大きい軸力となっている。図6は計算結果より描いた継手履歴特性であり、非線形性を表現していることが分かる。

また、比較のために行った応答変位法²⁾の結果を図7に示す。地盤特性急変部では動的解析結果が応答変位法によるものより大きい応答値を与えることが分かる。

4. まとめ 長手方向に任意な非線形ばね特性をもつシールドトンネルの地震応答解析を行う方法を考案し、解析例を示した。これによりシールドトンネルの継手の特性を考慮でき、シールドトンネルに発生する軸力だけでなく継手の開き量も把握できることを示した。

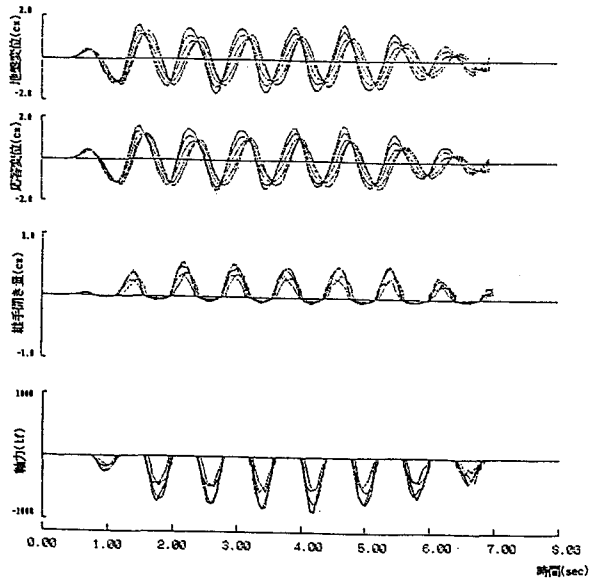


図-3, 4, 5 解析結果（時刻歴 1/1000sec）

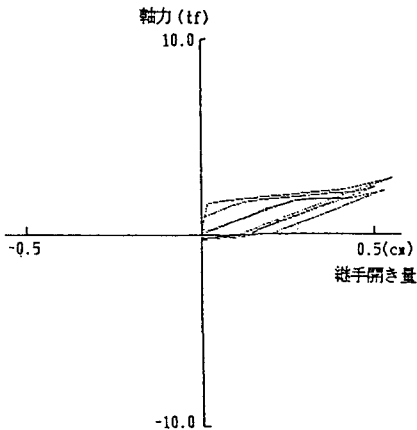


図-6 解析結果（継手履歴）

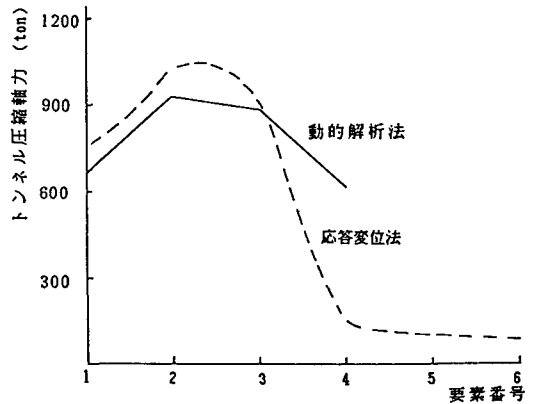


図-7 応答変位法と動的解析法の結果比較図

5. 参考文献

- 1) 川島一彦・大日方尚巳・志波由紀夫・加納尚史：覆工剛性の非線形性を考慮したシールドトンネルの動的解析，土木技術資料，第28巻，第10号，1986.10.
- 2) 日本ガス協会：高圧ガス導管耐震設計指針，1988.4.