

建設省土木研究所 正員 栗林栄一
 建設省土木研究所 正員 川島一彦
 建設省土木研究所 正員 柴田松雄

1. まえがき

沈埋トンネルにおいては、地盤の不等沈下や温度変化による応力の緩和を図ったり、あるいは地震時に特定の断面に応力が集中することを避けるために可撓性継手を用いてトンネルエレメント間を接合する場合が多い。本報告は可撓性継手を設けた場合の沈埋トンネルの長手方向に沿う応答特性と継手の剛さの影響に重点を置いて試算した結果をまとめたものである。

2. 解析モデルおよび入力地震動

対象としたのは、幅37.4m、高さ8.95m、長さ4131mで中央に海中換気塔をもつ鉄筋コンクリート方式の沈埋トンネルである。継手はねの剛性は現在までの設計の事例および模型実験の結果等を参考にして基本値を定め、これを増減させた場合の応答を計算した。入力地震動の作用方向はトンネル軸方向およびこれに直交する方向とし、それぞれ独立に応答を計算した。計算に用いた地震動は、平均応答スペクトル曲線（建設省土木研究所、1970）、日向灘中地震（1968.4.1）による板島橋近傍地盤上の記録、根室半島沖地震（1973.6.17）による静内橋近傍地盤の地下40mの記録の3種類である。

3. 計算結果

トンネルと換気塔間で連続構造とした場合および可撓性継手を設けた場合の断面力の分布の一例（静内橋地震動を入力した場合）を図-1に示す。この結果に他の入力地震動に対する計算結果を加えて、トンネルと換気塔間で連続とした場合の断面力に対する継手を設けた場合の断面力（断面力比）としてまとめると図-2の結果が得られる。ここで、(a)は、個々の継手位置における断面力が継手を設け、その剛さを变化させた場合にどのように減少するかを示したものであり、(b)は、個々の継手位置ではなく、換気塔間のトンネル全長に生じる断面力の最大値がどのように減少するかを示したものである。また、可撓性継手を設けた場合に、隣接エレメント間に生じる相対変位量が、トンネル位置の周辺地盤の応答変位とどのような関係にあるかを示したのが図-3である。

4. まとめ

(1)沈埋トンネルに生じる地震時応力は、可撓性継手を設けることにより一般に減少する。しかしながら、可撓性継手を設けても、断面力が低下しなかったり、継手を設けなかった場合よりも大きな断面力が生じる場合もある。

(2)可撓性継手を設けることによる当該継手位置での断面力の低減の度合いは地震動入力に関係なく、おおよそどの継手でも同程度である。継手の剛さを軟かくすることによる断面力の低減の度合いは、軸力および曲げモーメントにおいて著しく、せん断力において著しくない。

(3)可撓性継手を設けることによって沈埋トンネル全長を通しての断面力の最大値が低減される度合いは、上記(2)程著しく可撓性継手の剛さに依存しない。また、この場合、断面力は可撓性継手を軟かくすることにより、必ずしも単調には減少しない。

(4)可撓性継手を設けた場合に隣接エレメント間に生じる相対変位は、一般に継手が軟かくなる程大きくなる。エレメント間の相対変位量は、トンネル軸方向の方が軸直角方向よりも大きく、また、トンネル軸方向の場合でも、その地点の地盤の応答変位を多少上回る程度となっている。

参考文献 栗林、川島、柴田：沈埋トンネル軸線上の変位および断面力に対する可撓性継手の影響の解析

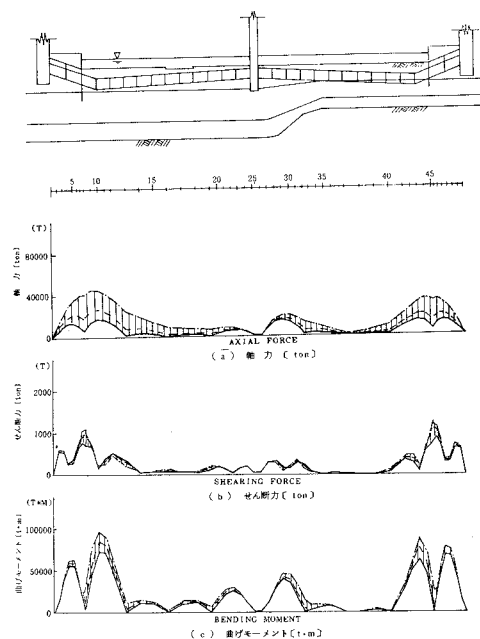
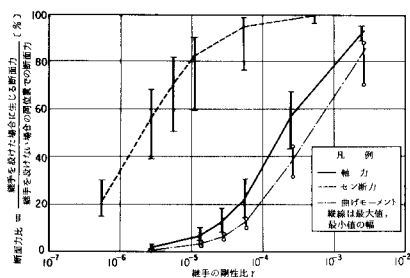
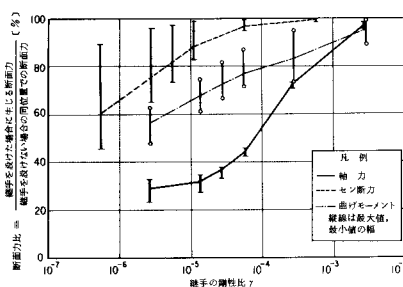


図-1 静内揺動地震動を作用させた場合の応答分布図



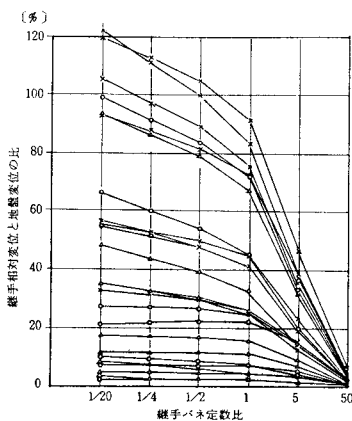
(a) 継手位置での断面力の減少の度合い



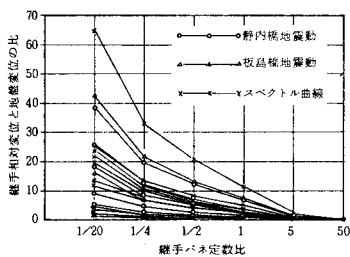
(b) 沈埋トンネル区間の最大断面力の減少の度合い

(注) $\gamma = \frac{kx^{EI}}{EA/dL}$ ここで、
 kx^{EI} , ky^{EI} : 継手の軸力および軸
 直角方向のばね定数
 EA , EI : トンネル要素の
 伸びおよび曲げ剛性
 dL : 曲げ剛性継手の長さ

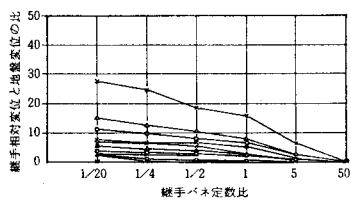
図-2 継手を設けることによる断面力の減少の度合い



(a) 軸方向相対変位



(b) 軸直角方向相対変位



(c) 鉛直方向相対変位

図-3 可撓性継手の相対変位と沈埋トンネルの位置における地盤変位の比率