

建設省土木研究所耐震研究室
同
オリエンタルコンサルタンツ

正員 上田 治
正員 羽立 隆幸
正員 〇田 中 努

1. はじめに

今日、東京湾横断道路をはじめ東京湾岸道路や大阪湾岸道路などの一部に、沈埋トンネルが計画されている。これらの沈埋トンネルについては、これまで多くの研究や実験が行われて基本的な地震時挙動が明らかにされ、それに基づいた沈埋トンネル用の解析プログラムも作成されている。土木研究所で開発したプログラム「DAST-M」は、沈埋トンネルと換気塔を連成した形で各々の動特性の違いを考慮できるものである。このようなプログラムによれば換気塔と沈埋トンネルとの取り合い部の解析を行うことができ、たとえば換気塔～沈埋トンネル間の可撓性継手の剛性や許容相対変位量に関する検討が行われている。継手を設計する場合、相対変位量が 5cm か 10cm かということは重要で、それによって別の継手構造を考えなければならないこともある。しかしながら、沈埋トンネルとの連成系において換気塔部分をどのようなモデルにすれば必要充分な解析が行えるかという研究はあまり行われていないのが現状である。

筆者らは、多摩川河口に計画されている沈埋トンネル～換気塔全体系の地震応答計算を行い、換気塔の挙動に注目した解析をしたが、それに関連して換気塔モデルについて検討を加えたのでその結果を報告する。

2. 表層地盤の変形モード

通常、沈埋トンネルに沿う表層地盤はせん断1次モードで振動するものとしてモデル化されるが、多くの場合均質な一層地盤と仮定したときのモードを用いている。しかし表層地盤が沖積層と洪積層とからなる場合、両者の剛性が大きく違うために多層地盤としてモードを求めると、図-1のように均質な一層地盤のモードとはかなり違ったものが得られる。この図から洪積層での変形が大きく異なり、換気塔底面や杭の位置で考慮すべき地盤の振動にかなりの差があることがわかる。

3. 杭基礎を表すバネ

沈埋トンネルとの連成系だけでなく換気塔の検討を行う場合には、図-2のように杭基礎をせん断バネと回転バネとで表わすことが多い。しかし、せん断バネは杭頭に水平力が作用したときの反力から求めるものであり、

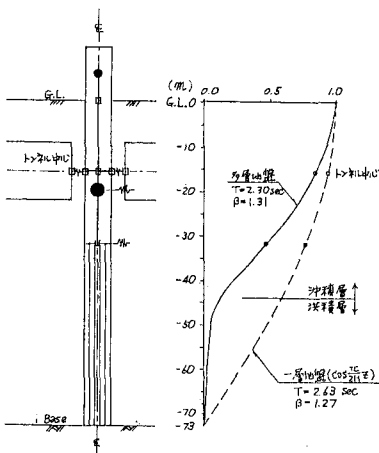


図-1 地盤の変形モード

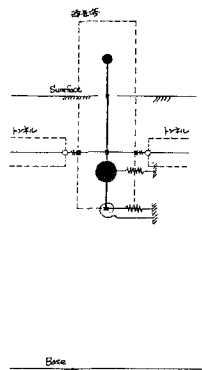


図-2 換気塔モデル(A)

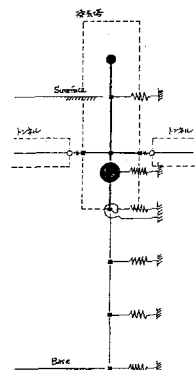


図-3 換気塔モデル(B)

回転バネは固定された杭頭に生ずるモーメントを表現できない。したがって杭の変形の度合が大きい場合には、杭基礎の特性を表わしにくくなるので、せん断バネの代わりに杭部材を設けた図-3のようなモデルを用いた方が良いと思われる。

4. 地震応答計算の結果

上記の2案の影響を調べるために2つのモデルの比較を行った。1つは図-2のAモデル(均質一層地盤+せん断・回転バネ)で、もう1つは図-3のBモデル(多層地盤+杭部材・回転バネ)である。入力地震動は基盤面で150galに修正した板島橋(1968年日向灘沖地震)の記録波形で、振動方向は軸方向とした。また地盤の減衰定数は20%、地盤~トンネル間は10%とした。応答波形の例を図-4~7に示すが、図中の破線はAモデル、実線はBモデルである。

まず、図-4は換気塔底面位置の地盤の変位波形で、両波形はほとんど相似形だがBモデルの地盤の変位はAモデルの60%程度にしかない。図-5は換気塔(地上部)の変位である。Bモデルの換気塔は底面付近での変位は小さいが回転角が大きいので、地上部ではAモデルの75%程度になる。図-6,7は換気塔の面側の継手の相対変位で、沈埋トンネルとの相対変位がAモデルと同程度かそれ以上になることがわかる。

多層地盤のモードを考慮し杭部材を設けた換気塔のBモデルは、Aモデルより、水平変位が小さく回転変位が大きくなり、沈埋トンネルエレメントとの継手の相対変位が大きくなる結果を得た。これらの変化は、基盤もしくは支持層に達する杭基礎を有し、ロッキング・スウェイ振動とする換気塔の動特性が、沈埋トンネルとの連成系の中でより表現できるようになったことを意味するものと考えられる。

〈参考文献〉 換気塔を含めた沈埋トンネルの地震応答解析 昭和55年3月 土研資料オ1578号

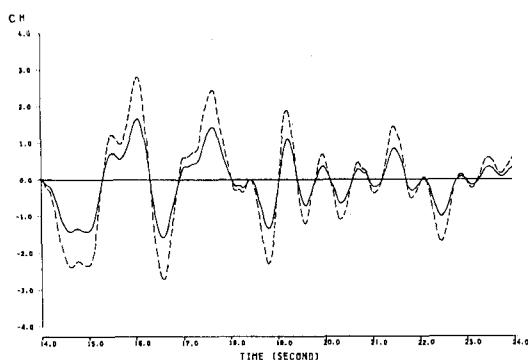


図-4 換気塔底面位置の地盤の変位

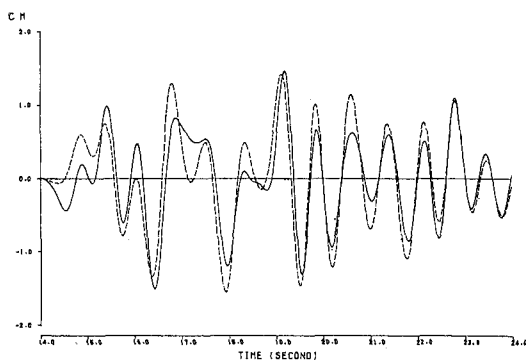


図-6 継手の相対変位(沈埋トンネル側)

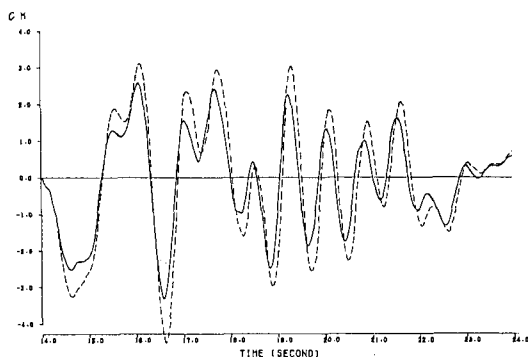


図-5 換気塔(地上部)の変位

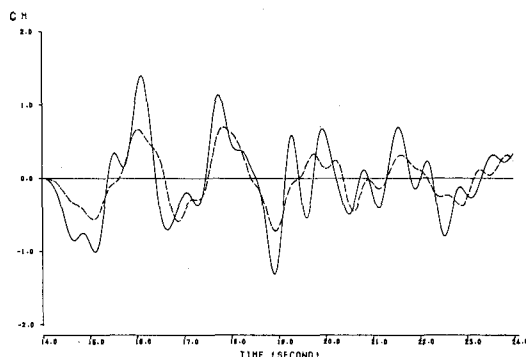


図-7 継手の相対変位(アプローチ側)