

建設省工本研究所	○正員	川島一彦
建設省工本研究所	正員	柴田松雄
建設省工本研究所	正員	栗林栄一

1. はじめに

沈埋トンネルあるいは共同溝等の線状の地中構造物は、一般に単位体積重量が周辺の地盤の湿潤単位体積重量よりも小さく、みかけの減衰が大きい等の理由で、地震時に構造物自身がそのまわりを取巻く地盤を押しつけて着るしい自己振動をすることはないとされている。このような特性に基づき、地震時の地盤の変位もしくは変形から構造物の長軸に沿った応答を算定する手法（応答変位法）が提案され、一部はすでに実務の設計に取り入れられている[1]。本報告は簡単な仮定条件のもとに、上記の考え方を構造物の横断面の地震応答の算定に適用した試算例を示すものである。

2. 地震力のモデル化

常時の状態において、構造物横断面に作用する荷重は、自重、水圧および土圧と考えられる。地震時に構造物の周辺地盤が図1に示すように長手方向にわたって一様な振幅で横断面方向に振動し始めたときと仮定すると、構造物には常時に作用していた荷重に加えて、周辺地盤の変形の一部が伝えられ始める。いま、地震時における水圧の増減、構造物および土載工に生じる慣性力の影響がともに小さいと仮定し、かつ、常時の荷重と地震時の地盤の変形によって構造物に作用する荷重が互いに独立であると仮定すれば、地震時に構造物に作用する全荷重は、上記の荷重の和として近似することができよう。地震時に表層近くの地盤に生じる変形には、せん断変形の影響が支配的と言われている。従って、この場合には、地盤の条件および地震動入力を与えれば、離散型のせん断振動モデルあるいは多重反射の計算により地盤の運動を算定することができる。

3. 解析モデルおよび計算結果

計算の対象として海面下約30mの比較的軟弱な沖積地盤中（厚さ55m）に埋設された幅32.4m、高さ8.95mの鉄筋コンクリート方式の仮想的矩形沈埋トンネルを取り挙げた。地震動入力は、耐震計算上の基礎面を与えることとし、日向灘沖地震（1968.4.1）による板島橋近傍の地盤上で得られた地震動の記録[2]をその点の基礎の地震動に変換したものを、および、根室沖島沖地震（1973.6.17）による静内橋地下40mの礫層中で得られた地震動の記録[3]の2種類を応答スペクトル曲線の形で用いた。これらの地震動を基礎に作用させて図3に示すような沈埋トンネル周辺地盤の地震時応答を得た。

沈埋トンネルは図4に示すように、地盤に弾性的に保持された骨組構造物としてモデル化し、構造物の両側面に図2に示した地盤の変形を水平ばねを介して作用させた。このようにして算定した応力を常時の荷重と重畳して図5に示すような応力分布を得た。

比較のために震度法により構造物に作用する慣性力、土働土圧、受働土圧、土載工の慣性力、沈埋トンネル底面のせん断抵抗力を定め、これらの力のつり合いから、図6に示す応力分布を得た。ここで、水平震度は沈埋トンネルに対しては0.22、周辺地盤に対しては0.18とした。

4. まとめ

- (1) 水圧の影響が支配的であるので、応答変位法の結果（図5）と震度法の結果（図6）の違いがうまうま表われているが、両計算法はおおむね同程度の応力を与えている。
- (2) 軟弱な地盤中に埋設された地中構造物の横断面の耐震計算には、地震時の地盤の変位もしくは変形の一部が伝えられて構造的に変形をもたらしという応答変位法が適用可能ではないかと考えられる。

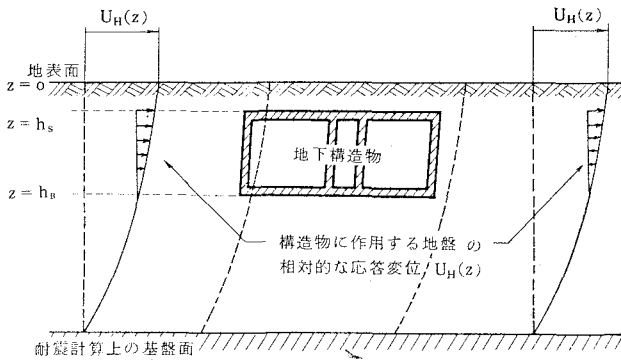


図-1 地震時の地盤の変形による沈埋トンネルの変形

0 50 100 150 200 (mm)

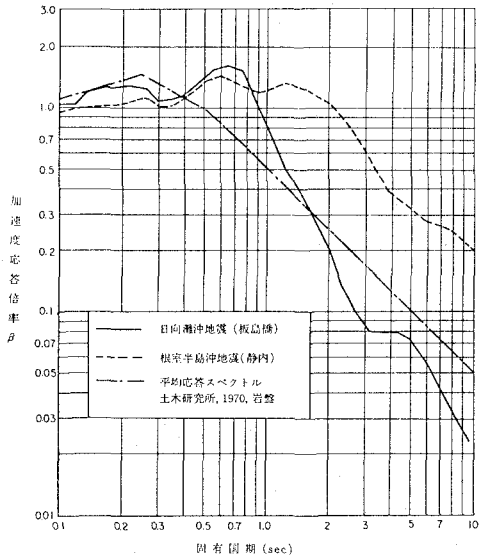


図-2 地震動入力スペクトル

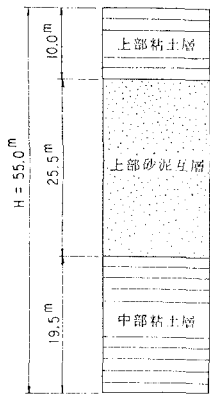


図-3 表層地盤の応答変位

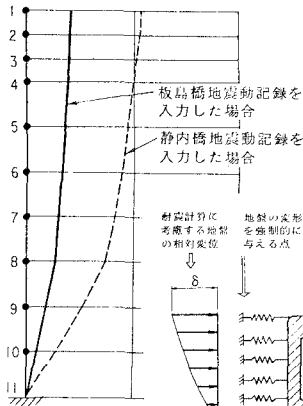
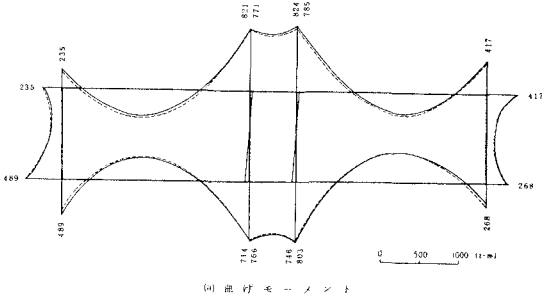
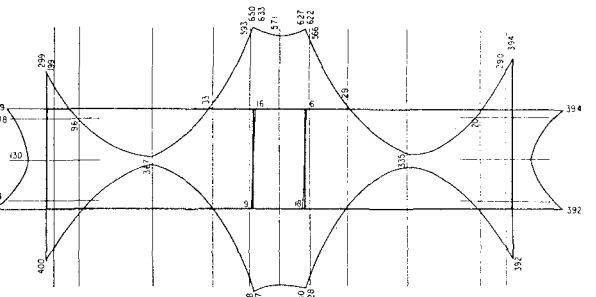


図-4 沈埋トンネルの力学モデル

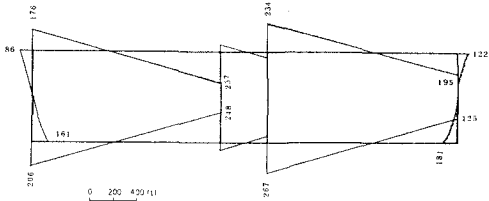
地盤の変形を強制的に与える点



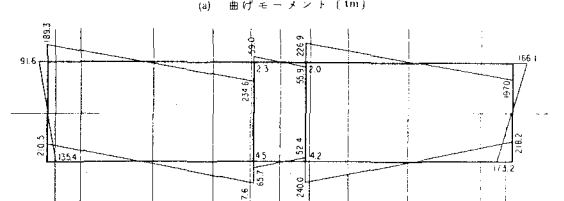
(a) 応答変位



(a) せん断力 [10k]



(b) せん断力



(b) せん断力 [1]

図-5 応答変位法による断面力の分布

図-6 震度法による断面力の分布

参考文献 1) 土木学会: 沈埋トンネル耐震設計指針(第), 昭和50年, 2) 栗林, 岩崎, 若月, 高木: 強震記録のデジタル数値改訂版, 工研資料第876号, 昭和48年, 3) 岩崎, 若林, 堀内: 地中地震動の観測結果, 工研資料第1183号, 昭和51年, 4) 栗林, 川島, 柴田, 宮田: 応答変位法による地中構造物横断面の耐震設計法が最も最終耐力に関する研究, 工研資料第1253号, 昭和52年.