

CS-49

地下構造物の耐震設計における地盤～構造物間の滑り・剥離の影響

中央復建コンサルタンツ（株）	正会員	北嶋武彦
大阪市交通局	正会員	杉原和彦
大阪市計画局		西岡元次
（財）大阪市交通事業振興公社	正会員	西田允俊
中央復建コンサルタンツ（株）	フェロー	山口直紀

1. はじめに

兵庫県南部地震で一部の地下構造物に大きな被害がみられたことから、地下構造物についても大規模地震に対する耐震設計が要求されている。このような大地震を対象とした解析では地盤～構造物間に滑り・剥離が生じることが予測される。本論文は、応答変位法による地下構造物の耐震設計において、地盤～構造物間に生じる滑り・剥離が解析結果に与える影響度の検討を行ったものである。

2. 検討条件

(1) 検討構造物

検討に用いた構造物は図-1に示す土被り5mの1層2径間地下鉄一般トンネルである。

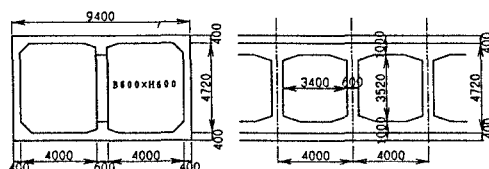


図-1. 検討に用いた地下構造物

(2) 検討に用いた地盤条件

地盤概要と兵庫県南部地震相当の地震が入力したときの地盤の応答解析結果（変位分布、加速度分布）を図-2に示す。

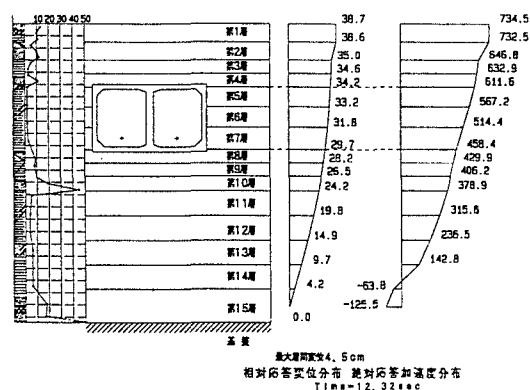


図-2. 地盤概要と地盤応答解析結果

3. 応答変位法の解析手法

(1) 解析モデル

応答変位法は、構造物を梁部材で表した骨組モデルにばねを介して地盤変位を与え、地震時断面力を求める手法である。しかし、地盤ばねの評価が困難であるため、最近では地盤のばね値を直接算出しない方法として、FEMモデルを用いて応答変位法を行う場合がある。¹⁾ 本論文では図-3に示すFEMモデルを用いて応答変位法による地震時断面力の計算を行った。なお、地盤剛性は地盤の応答解析結果を用い、構造物は非線形として取り扱った。地震荷重は、地盤変位荷重の他、周面せん断力および慣性力を考慮した。

(2) 滑り・剥離の評価

応答変位法で生じる以下の解析上の不合理に対して、地盤～構造物の境界面にジョイント要素を設置

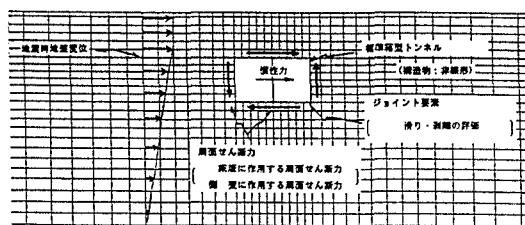
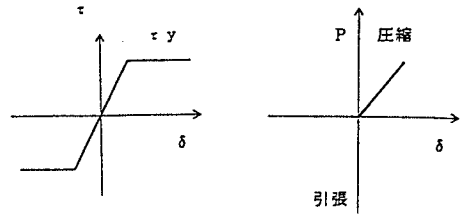


図-3. FEMによる解析モデル

し、滑り・剥離を評価した。

- ①地盤のせん断強度を越えた荷重（せん断力）が構造物に伝達される場合がある。
- ②地盤が構造物を引張るような荷重が作用する場合がある。

ジョイント要素の概要を図-4に示す。



①滑りを評価するせん断ばね ②剥離を評価する部材直角方向のばね

図-4. ジョイント要素の概要

4. 解析結果

1) 地盤～構造物の滑り・剥離状況

図-5に地盤～構造物の剥離状況を示す。上下床版で滑りがみられ、両側側壁で剥離現象がみられた。図-6は、周面せん断力だけを滑り・剥離を考慮しないモデルに作用させた場合の地盤～構造物間の境界面の応力分布を示したものである。両側側壁に地盤が構造物を引張るような応力が発生しており、このことから図-5にみられる地震入力側の剥離現象は周面せん断力によるものと推測される。

地震力

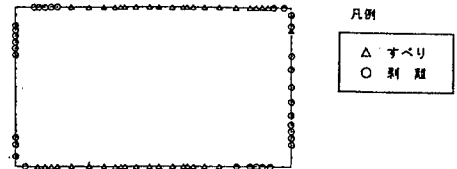


図-5. 滑り・剥離の状況

2) 滑り・剥離が地震時断面力に与える影響

図-7に滑り・剥離を考慮した場合と考慮しない場合の地震時断面力の比較を示す。滑り・剥離を考慮することによって曲げモーメントは、25%程度小さくなる箇所がみられたが全体的には大きな影響は認められない。また、中柱のせん断力についても、滑り・剥離を評価することによって5%程度小さくなる結果が得られた。

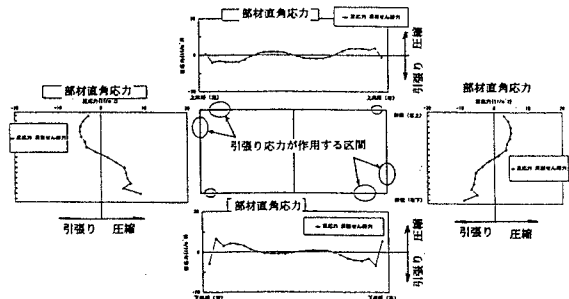


図-6. 周面せん断力による地盤～構造物間応力状態

5. まとめ

応変変位法で地下構造物の耐震解析をする場合、地盤が構造物を引張ったり、地盤の強度を越えるせん断力が作用する等の解析上の不合理が生じる場合がある。この不合理については、地盤～構造物間の発生応力をコントロールすることにより解消することができる。本検討ではジョイント要素によりこれらの滑り・剥離現象を評価した。滑り・剥離の評価が解析結果に与える影響は小さいが、滑り・剥離を評価しない場合は地震時断面力を過大に評価することになる。

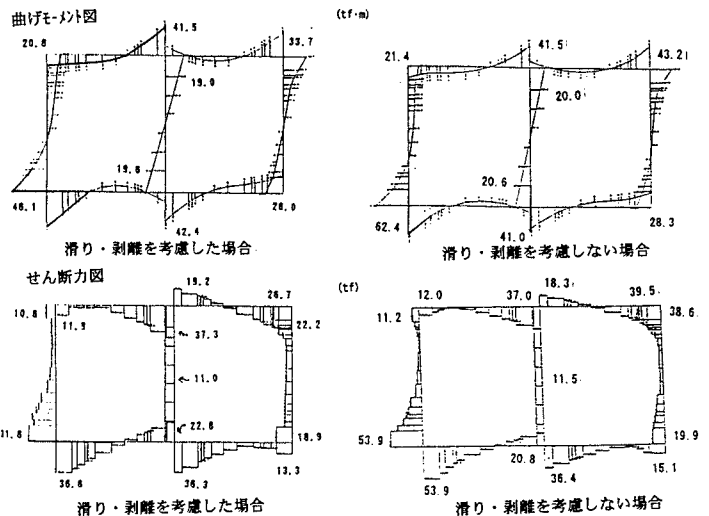


図-7. 滑り・剥離の評価による地震時断面力の比較