

仮設構造物の本体利用による掘割構造の縦断方向耐震検討

日本道路公団中部支社 正会員 緒方 辰男
 ○(株)建設企画コンサルタント 正会員 西 剛整
 大阪大学大学院工学研究科 フェロー会員 西村 宣男

1. まえがき

都市部における道路構造物として、環境上の問題などから掘割構造物やボックス構造物等、大規模な地中構造物の建設が増加している。これらの地中構造物に対する耐震設計は、主に構造物の横断方向に対して行われるが、縦断方向については具体的な手法が定まっているとはいえないのが現状である。一方、経済性や周辺環境への配慮の問題から、剛性の高い仮設土留め壁の本体構造物への有効利用が図られるようになってきている。本報告では、4車線高速道路として適用される本体利用工法による掘割道路構造物の縦断方向について、特にレベル2規模の大規模地震に対する耐震性確認のために有限要素法による動的解析を行った結果を報告する。

2. 検討手法

本検討では、有限要素法（FEM）を用いることにより地層の変化を考慮した。また、延長の長い線状構造物では地震波の進行方向に対する位相差を考慮する必要があるが、ここでは既往の事例等を考慮して位相速度を 1000m/s

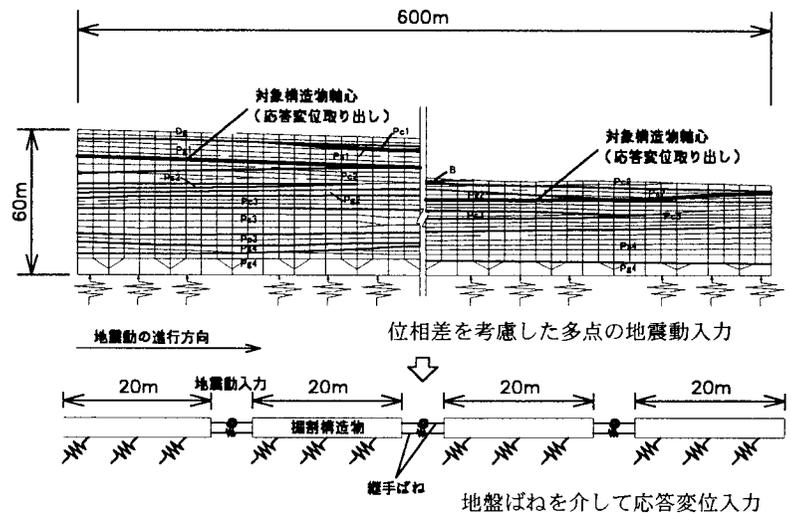


図-1 解析概念図

とした。検討手法の概念を図-1に示す。このように地盤のみをモデル化した FEM 解析により構造物位置での応答変位量を算出し、構造物自体の断面力と変位は応答変位法に基づいて算出している。なお、図-1では実際の地層区分を示しているが、全体的に比較的硬質な砂礫と固結粘性土で構成される良質な洪積層を主体としている。

FEMによる地盤の応答解析では、まず、地震動の位相差のない条件で、等価線形化法により解析を実施し、地盤の収束剛性を求めた。地震動の位相差を考慮した解析は、地盤の剛性をこの収束剛性とした条件で、線形解析として実施している。地震動の位相差は、地震動の多点入力として考慮した。すなわち、図-1に示すモデルの基盤面における左端を基点とし、1000m/sの位相差を考慮して作成した地震動波形を、基盤を構成する各節点に作用させた。入力地震動は、レベル2（タイプII）地震動（水平波形）を考慮した。

解析モデルは対象工事の道路延長幅 385m に両側 100m 以上の余裕幅を設けて全幅 600m とし、耐震設計上の基盤面を硬質砂礫層（Pg4層）とした。解析では、この層自体も線形材料として5m程度の層厚分をモデル化した。また、解析における境界条件として側方はローラー、底面は固定境界とした。応答変位法解析では、地盤応答解析の結果による掘割構造物軸芯位置の地盤変位量を取り出し、静的に作用させた。構造物は縦断方向に20m間隔で継手目地を有することから、この箇所には非線形の軸及び回転ばねを設けた。

3. 解析結果

(1) 地盤の応答変位

構造物軸芯位置における地盤の応答変位分布を図-2に示す。解析における地表面の最大変位量は 35.7cmであったが、構造物位置では 30cm程度の最大変位となった。

キーワード 仮設構造物の本体利用、動的解析、有限要素法、応答変位法

連絡先 〒169-0075 東京都新宿区高田馬場 3-23-1 (株)建設企画コンサルタント TEL 03-5337-4065

図-2では、比較的変位の大きい $t=9.90$ 秒における結果を示している。また、図中には比較のために地震動の位相差を考慮しない場合と、これを考慮した解析結果を示した。図-2の結果より、位相差を考慮した場合の地盤変位は、位相差を無視した条件に比較してかなり大きくなっていることがわかる。また、位相差を無視した場合には表層厚の大きい基点部が最も変位が大きい。位相差を考慮した解析では、基点側から徐々に変位は大きくなる。位相差を考慮した解析では、基盤面自体に相対変位が生じることとなるが、これが累積する形で、構造物位置の変位も増加したものと考えられる。

(2) 応答変位法解析結果

応答変位法解析では、地盤応答解析による $t=9.90$ 秒時の変位を静的に作用させた。解析による構造物の変位分布を図-3に示す。この図では、変位分布が階段状を示しているが、これは、継手目地を有するためである。このように構造物に引張力が作用すると、変位は目地部に集中する。基点から500m程度の位置では、変位が逆転することにより目地部には圧縮力が生じる。この場合の変位は構造物全体に生じることになり、分布はなだらかになる。

図-4には図-3における節点間変位の相対値を示した。目地部以外では大きな変位は生じていないため、ここでの結果は、目地部の開き量であることになる。この結果による目地開き量は最大1.5cm程度であることがわかる。目地の開きについては、水道施設等において簡易な手法が示されている¹⁾が、その手法では3.3cmの目地開きが算出された。したがって、本解析結果は簡易法の約1/2の変位が得られたことになる。

図-5は、部材軸力の分布を示した。引張側(-)で50,000kN程度、圧縮側(+)で130,000kN程度の軸力が生じることがわかる。また、図-4における目地開きのない箇所では軸圧縮力が生じており、目地の開く箇所ではすべて引張力となっている。対象構造物の軸引張及び軸圧縮耐力は、発生軸力よりもかなり大きく、耐力上問題のないことを確認した。

4. あとがき

本報告では、FEMを用いた縦断方向の耐震検討手法を示し、それに基づく結果の例を示した。この検討例では、特に縦断方向の耐震性についての問題はないことが確認されたが、地盤が軟弱な場合には目地間隔の調整や部材軸方向の鉄筋量を増加させる必要も生じるものと考えられる。

なお、レベル2規模の地震動に対する縦断方向の耐震性能については、現状では明確となっているとはいえない状況にある。今後は、耐震検討手法の確立に加え、各地震レベルに応じた耐震性能を明確にし、その照査法を定めることが必要と考える。

参考文献

- 1) 例えば(社)日本下水道協会：下水道施設耐震設計例－処理場・ポンプ場編－，2002年版

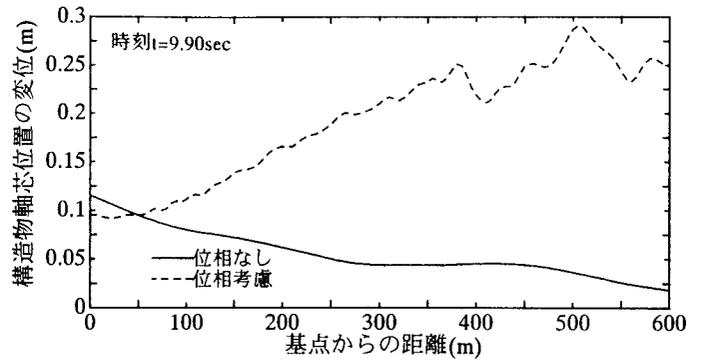


図-2 構造物位置の地盤の変位分布

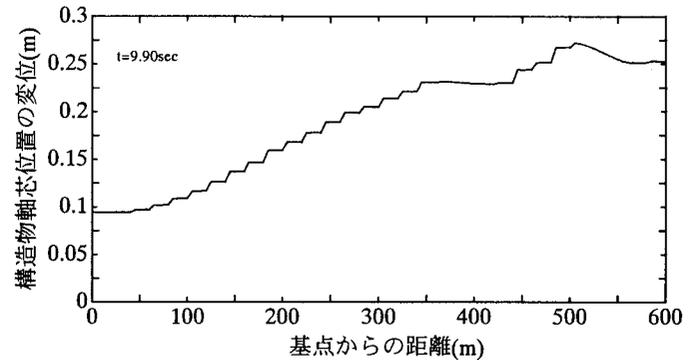


図-3 構造物の変位分布

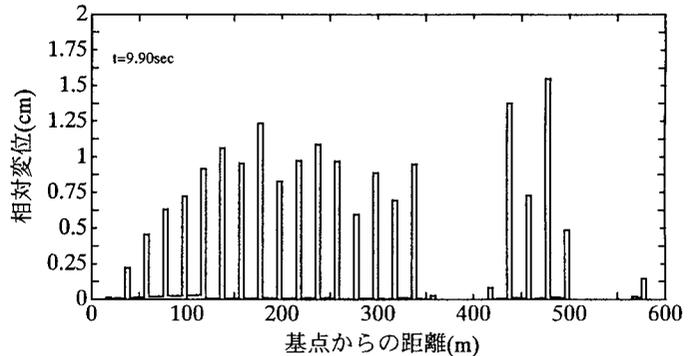


図-4 目地部の開き量

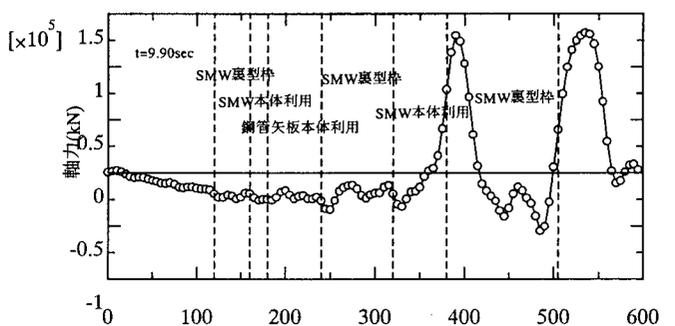


図-5 軸力分布