

掘削深さの異なる上下線分離削道路トンネルの耐震設計に関する一考察

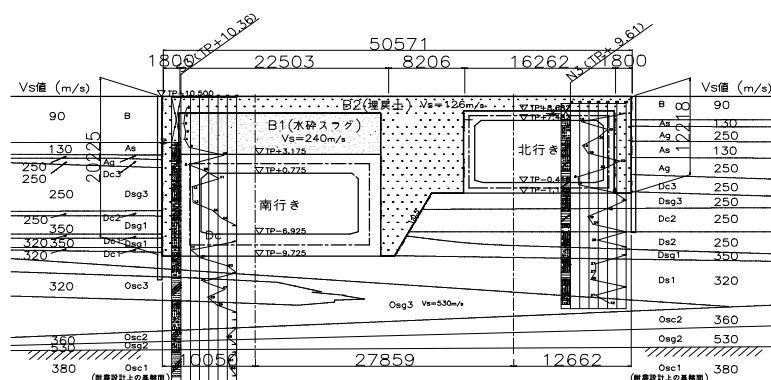
阪神高速道路公団* 正会員 南 莊 淳 非会員 森 喜仁 正会員○石橋 照久
パシフィックコンサルタンツ(株)** 正会員 森崎 啓 正会員 馬渡 あかね

1. はじめに

阪神高速道路公団で現在施工中の神戸市道高速2号線(神戸山手線)長田トンネルの開削トンネル部(図-1)では、大断面RCボックスカルバート二連を、同一掘削域内に平行して施工する計画である。開削トンネルの耐震設計手法は、「開削トンネル耐震設計指針(案)」(以下「指針(案)」)¹⁾をはじめとして、多くの基準類で採用されている「応答変位法」が一般的であり、設計体系としても概ね確立されている。

当該区間の設計においても、応答変位法により耐震検討を行ったが、施工条件・地盤条件を考慮すると、下記の技術的な課題が考えられるため、二次元FEM動的解析による耐震検討を実施した。

- 1) 同一掘削域に規模や設置深さが異なる単独ボックスカルバートが二連計画されており、埋戻し地盤を含めた複雑なトンネル・地盤間の相互作用が想定されること。
- 2) 当該地の地盤は不均一地盤であり、応答変位法で仮定している成層地盤の地震応答特性とは異なる可能性が高いこと。



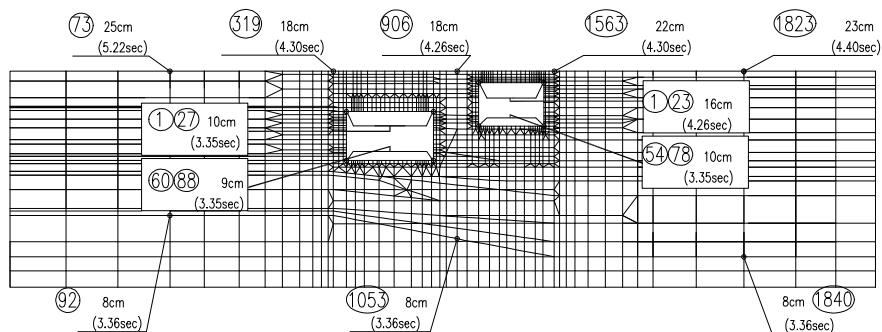


図 - 4 着目位置における最大変位分布図

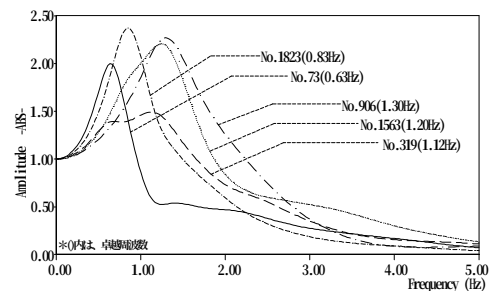


図 - 5 周波数加速度応答関数

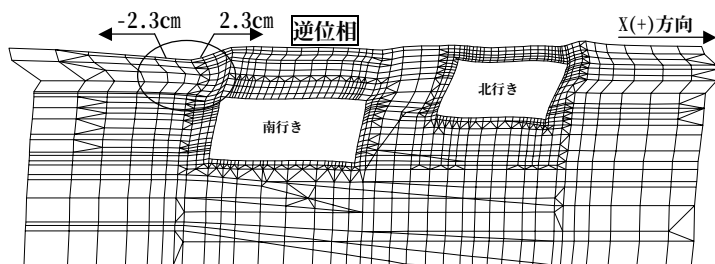
4. 動的解析結果と応答変位法の比較

4.1 最大断面力発生時刻での地盤応答

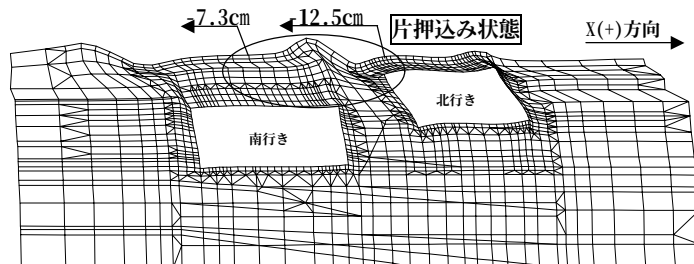
図 - 6a)は、南行き断面に最大断面力が発生する時刻($t=3.66$ 秒)での変形モード図であり、南行き背後地盤地表付近と掘削地盤領域を含む地盤が逆位相の変形状態を示している。

図 - 6b)は、北行き断面に最大断面力が発生する時刻($t=4.26$ 秒)の変形モード図であり、北行き断面周辺部の水平変位と南行き断面周辺部の水平変位に大きな差異が見られ、片押し込み状態となっている。

以上の構造物～地盤間の挙動は、応答変位法で前提としている「同方向・同位相」の地盤挙動とは明らかに異なる挙動である。



a) 南行き隅各部最大断面力発生時刻 (3.66 秒)の変形モード図

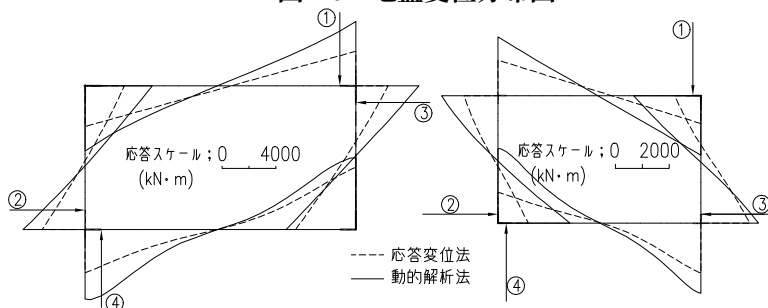


b) 北行き隅各部最大断面力発生時刻 (4.26 秒)の変形モード図

図 - 6 地盤変位分布図

4.2 発生断面力比較

図 - 7 は、応答変位法および動的解析による地震時増分曲げモーメントを比較したものであり、各部材の最大値に着目して比較したものを表 - 1 に示す。動的解析は応答変位法に比べて、南行きで 1.71～2.01 倍、北行きで 2.16～2.46 倍の値を示しており、土被りが浅い北行き断面の比率が最大で 2.46 倍と大きくなっている。なお、本稿には掲載していないが、せん断力に対しても同様の結果が得られている。



a) 南行き断面(3.66 秒)

b) 北行き断面(4.26 秒)

図 - 7 曲げモーメント比較図 (地震時増分断面力)

表 - 1 応答曲げモーメント一覧表

着目要素		南行き (kN・m)			北行き (kN・m)		
		動的解析法 (A)	応答変位法 (B)	断面力比率 (A)/(B)	動的解析法 (A)	応答変位法 (B)	断面力比率 (A)/(B)
頂版	1	3907	2065	1.89	1967	912	2.16
左側壁	2	3808	2149	1.77	2258	946	2.39
右側壁	3	3617	2065	2.01	2189	1594	1.37
底版	4	5005	2930	1.71	2667	1084	2.46

5. まとめ

当該対象断面のように、同一掘削域に規模や設置深さが異なるボックスカルバートが計画される場合や、不均一地盤である場合等、特殊な設計断面の耐震設計においては、応答変位法のみでの耐震設計には限界がある。

このような場合には、地盤の二次元的な変化や構造物間の動的相互作用の影響を的確に再現できる解析手法を用いて、応答変位法による耐震設計を照査する必要がある。

【参考文献】 1)阪神高速道路公団：開削トンネル耐震設計指針(案),1999.12.

2)建設省土木研究所資料・第 1778 号,1982.2.