

I-487

壁式連続地中壁基礎の耐震検討

首都高速道路公団

正員 吉川 博

〃

正員 鈴木和夫

八千代エンジニアリング（株）

正員 前原康夫

1. はじめに

首都高速板橋戸田線美女木インターチェンジは全体で5層の立体交差構造であり、高速道路の基礎はアンダーパスの側壁と兼用した壁式連続地中壁である。地盤も軟弱であり、支持層となる東京礫層までGL-37~41mと深い。このような基礎は地震時には複雑な挙動を示すことが予想され、地盤と基礎の動的相互作用を考慮したモデルで地震応答解析を行い、耐震設計法を検討した。

2. 耐震設計法

まず、基礎の設計に先立ち、図1に示す様な地盤をバネマス系に置換したモデルを用い、地震動や地盤バネ定数・部材曲げ剛性をパラメータとして動的解析（時刻歴、スペクトル法）を行い、基礎の動的挙動を検討した結果、底版以下の連続壁の応力は周辺地盤の変形によって構造部材が強制変位させられるために生じる応力が支配的であることが予想された。そのため、慣性力以外に地盤変位を考慮して基礎の設計を行っている。なお、成層地盤としての地盤変位は波動理論（SHAKE）によって求めた。この耐震設計法を確認するために、地盤を2次元FEMでモデル化して地震応答解析を行った。

3. 地震応答解析モデル

解析の対象としたのは、交差点位置のP54と掘割部のP53橋脚であるが、P54の解析モデルを図2に示す。モデルの下面（基盤）は東京礫層であり、橋脚の中心には対称軸としての境界条件、基礎の外側の側方地盤には伝達境界を設けている。地盤については、弾性波速度から初期剛性を算定し、地震時の剛性低下は等価線形法によって考慮している。橋脚柱一本当りの連続壁の有効幅については静的3次元FEMで別途検討しており、その結果に基づいて断面剛性を算定した。部材の曲げ剛性については、コンクリートひび割れを無視し全断面有効としての断面2次モーメントを用いる場合が多いが、特に地盤変位による部材応力は曲げ剛性に大きく左右されることが、バネマスモデルによる検討結果からわかっており、ここでは、特に地盤変位の影響の大きい底版以下の連続壁の曲げ剛性は、やや安全側の値として全断面有効の50%を用いている。基盤に入力する地震動は応答変位法に用いられているものや道路橋示方書改訂案などを参考にして、地盤加

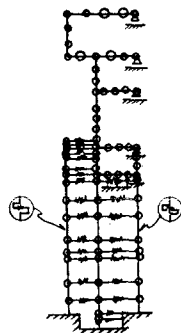


図1 地盤バネマスモデル

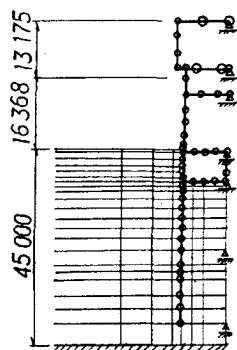


図2 FEMモデル

4. 解析結果

地盤を2次元FEMでモデル化して、時刻歴解析した結果による主な応答波形を図3に示す。地盤の1次周期は1.46sec、橋脚の1次周期は0.79secであるが、底版及びそれ以深の連続壁のモーメントは地盤振動の影響が強いことがわかる。最大変位、地盤水平方向応力、曲げモーメント分布を図4、5、6に示す。自由地盤と基礎・基礎内地盤の最大変位はほぼ同程度であるが、相対変位も1.7cm程度生じている。連続壁内外の水平地盤反力を比較すると、底版の直下では内部の地盤反力はかなり小さいが、深い位置では外側より大きな値の所もある。内部の地盤については上部からの慣性力にあまり抵抗せず、地震時には水平変位して基礎によりかかる傾向の方が強いのではないかとと思われる。図7は静的な設計に用いた断面力分布であるが、

基礎部の曲げモーメントは慣性力によるものだけでは動的解析の値とかなり異なっている。図には自由地盤における地盤変位を地盤バネを介して、基礎を強制変位させた時のモーメントも示した。地盤変位を考慮すると静的と動的のモーメント分布はかなり近付いてくる。設計値と応答値の曲げモーメントの比較を表1に示す。

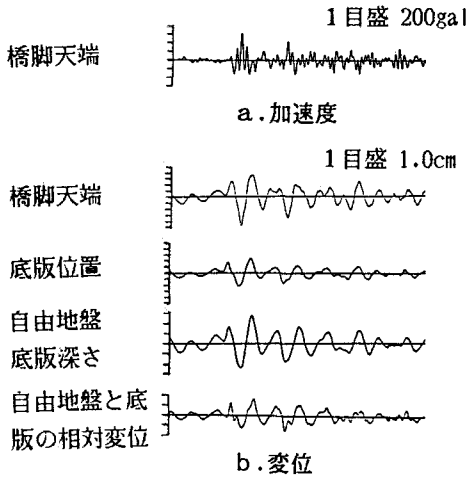


図3 応答波形

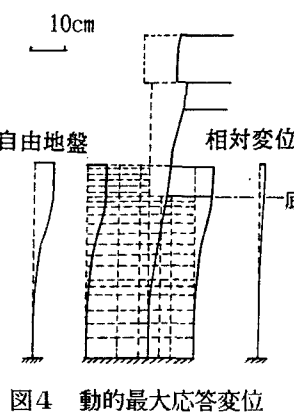


図4 動的最大応答変位

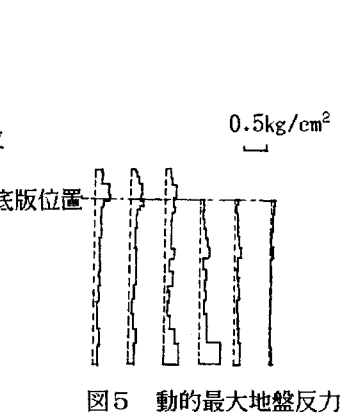


図5 動的最大地盤反力

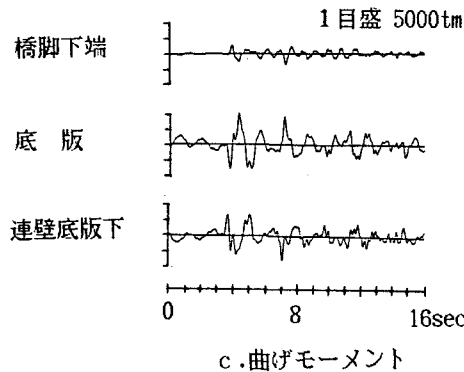


図6 動的最大
曲げモーメント

図7 静的曲げモーメント

5. おわりに

以上の検討結果より、橋脚では慣性力が支配的であるが、基礎では地盤変位の影響が支配的であることが確認され、壁式連続地中壁基礎の耐震設計には表層地盤の変位を考慮した設計を行うのが望ましいことがわかった。しかし、ここでは、部材のコンクリートひび割れや鉄筋降伏を厳密に考慮していないことや橋脚と基礎接合部付近については、大型模型による載荷実験も実施していることから、これらの影響を考慮した弾塑性応答解析も行い設計法の妥当性を確認する予定である。

参考文献

鈴木他、壁式連続地中壁基礎と鉄筋コンクリート橋脚との接合部の設計法に関する研究、第44回土木学会年次学術講演会

表1 曲げモーメントの比較(t・m)

位置	項目	P53	P54
橋脚 下 端	応答値	2154.0	3448.4
	慣性力	1971.1	2814.4
	地盤変位	413.8	301.7
	合計	2384.9	3116.1
連 壁底 版 下	応答値	4926.6	7980.0
	慣性力	99.4	496.6
	地盤変位	4372.2	6170.0
	合計	4471.6	6666.6