

I - B 306 地盤変動を考慮した橋梁基礎の耐震検討

阪神高速道路公団 正会員 南 莊 淳*
 阪神高速道路公団 正会員 ○安田扶律*
 日本技術開発 正会員 林 勝巳**
 日本技術開発 正会員 尾儀一郎**

1. はじめに

兵庫県南部地震では、沿岸埋立地を中心とした地盤の流動化現象に伴い、護岸近傍の橋梁基礎において多数の被害が発生した。これを受けて、H8道路橋示方書の改訂では、護岸から100m以内の基礎については、地盤の液状化に伴う側方流動の可能性がある場合は、その影響を流動力として考慮した耐震設計を行うこととなった。一方、ポアホールカメラ等による杭のクラック調査によると、護岸から100m以上離れた内陸の基礎においても被害が見られた。また、その発生位置は、地中深部に及んでおり、このような現象は構造物重量に起因する慣性力だけでは説明がつかない。そこで、埋立地内陸部の橋梁基礎に着目して、被災状況（クラック発生状況）の把握を目的として、地盤の変位に着目した応答変位法による解析を行い、クラック位置と発生曲げモーメント分布の関係を検討した。

2. 解析条件

解析モデルおよび検討方法

図-1に地盤条件と基礎の位置関係を示す。地盤は、地表から、埋土(B)、沖積粘土(Ac1)、洪積砂礫および粘土の互層(Dg1)で構成される。検討は、静的骨組み構造解析による。杭およびフーチングを梁要素、地盤をバネ要素でモデル化して、地盤の応答変位を地盤バネ（道路橋示方書算定式を使用¹⁾）を介して強制変位として与える。強制変位は、図-1に示す洪積粘性土の下面（GL-61.4m）を基盤面として、図-2に示す入力地震動（運輸省SMAC強震型対応ポートアイランドGL-83mEW入射波²⁾）を用いて、一次元重複反射理論による応答計算（解析コード：SHAKE）により算定した地盤の応答変位より、杭先端位置の変位に対する相対変位を用いた。なお、地盤の剛性、減衰定数のひずみ依存特性は、当該地における試験結果を用いた³⁾。また、杭および地盤の非線形性は、以下のである。

杭：非線形梁要素（図-3にM-φ曲線を示す）

地盤：非線形バネ要素（水平バネ：上限値；受働土圧、鉛直バネ：上限値；極限鉛直支持力）

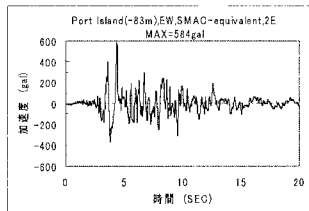


図-2 入力地震動

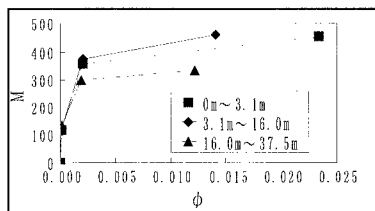


図-3 杭のM-φ特性

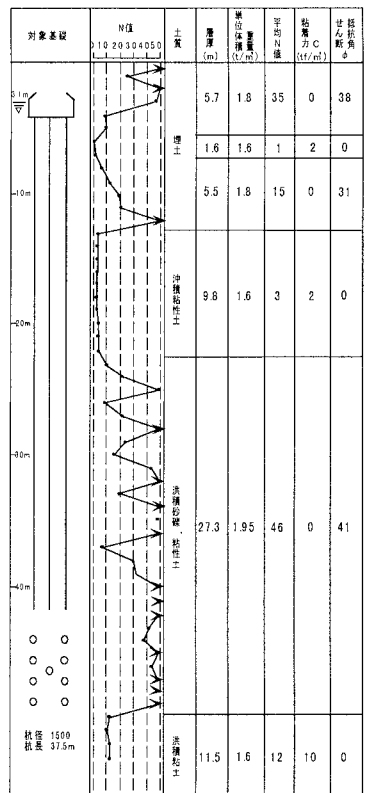


図-1 地盤条件と基礎の位置関係

キーワード：応答変位法、杭基礎、地震被害

* 〒541-0056 大阪市中央区久太郎町4-1-3 TEL 06-252-8121 FAX 06-252-4583

** 〒531-0072 大阪市北区豊崎町5-6-10 (商業ビル) TEL 06-359-5341 FAX 06-359-5298

3. 解析結果および考察

地盤のせん断波速度（Vs）の相違と杭に与える地盤の強制変位および発生曲げモーメントの関係を図-4に示した。図-1の土層区分毎に平均N値でVsを評価した場合がケース1である。ケース2は、沖積粘性土層（Ac1）をPs検層で評価した場合で、ケース3はN値測定位置毎に評価した場合である。ケース1はAc1層とDg1層間、ケース2はB層とAc1層およびAc1層とDg1層間でインピーダンス比が大きくなり、ケース3は地層間で明確なインピーダンスの差がない。図-5は、杭に発生したクラックと発生曲げモーメントの対応が良いケース2について、地盤のせん断ひずみと発生曲げモーメント分布、クラック発生位置等の関係を示したものである。これらの結果より、以下の点が指摘できる。

- ①埋立地盤、沖積粘性土および洪積砂礫層間で、せん断波速度の相違が明確なほど、地盤の水平変位の変化（せん断ひずみ）が大きくなり、杭に発生する曲げモーメントのピークが現れやすい。
- ②地層間のインピーダンス比が大きい場合、地層境界部（沖積粘性土の上下端部）で地盤のせん断ひずみの変化が大きくなる。杭に発生する曲げモーメントのピークは、この地盤のせん断ひずみの変化点に現れる。
- ③杭に生じたクラック発生頻度のピーク位置と発生曲げモーメントのピーク位置は良い対応を示す。
- ④応答変位法を用いることで、地中深部で生じたクラックを説明できる。

4. あとがき

今後、さらに詳細に実現象を説明するために、応答変位法と慣性力の影響を組み合わせた検討が必要である。そのためには、地盤～構造系の連成解析および基礎～橋脚一体構造等により全体挙動を把握する必要がある。

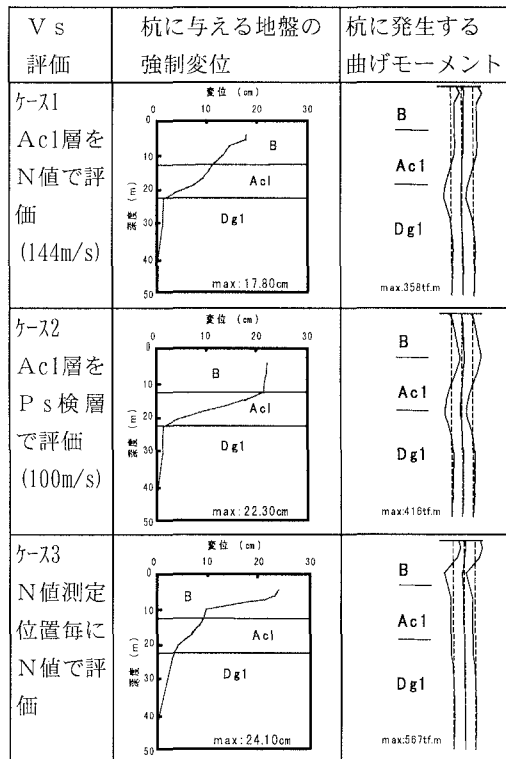


図-4 地盤のせん断波速度の相違と応答

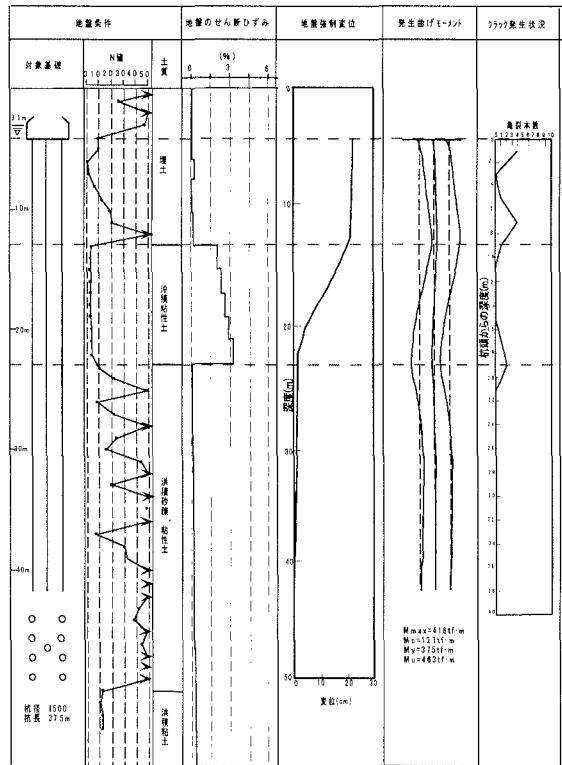


図-5 曲げモーメントとクラックの比較

【参考文献】1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説下部工編、H8.12、2)野津厚、上部達生、佐藤幸博、篠澤巧：距離減衰式から推定した地盤加速度と設計震度の関係、港湾技研資料、No.893、1997年12月、3)阪神高速道路公団、(財)阪神高速道路管理技術センター：埋立地盤の橋梁基礎構造物に関する震災調査研究、H8.12