

## 護岸近傍に設置された鋼管井筒橋梁基礎の地震時挙動

早稲田大学 学生会員 高地 亮介  
 早稲田大学 フェロー 清宮 理  
 早稲田大学 正会員 安 同祥

1.はじめに 近年、護岸や斜面近傍に橋梁を建設する事例が増えている。水平地盤に設置される基礎の耐震性に関する検討は多くなされ、また耐震設計も基本的には水平地盤を対象に行われており、護岸斜面の影響は多くの場合考慮されていない。そこで本研究では、護岸斜面を考慮した上で地震時において鋼管井筒基礎と鉄筋コンクリート製橋脚がどのような影響を受けるか有限要素法による動的応答解析によって検討を実施した。

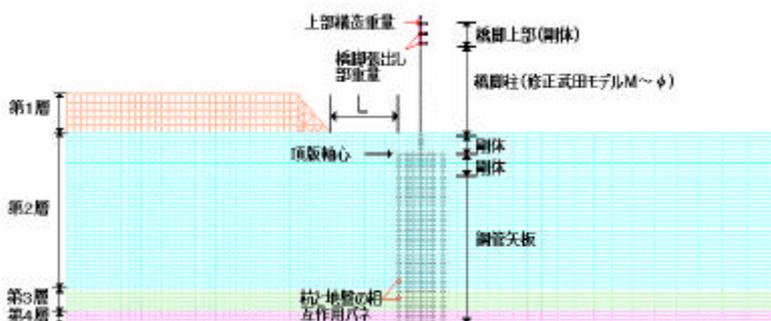


図-1 解析モデル

2.解析モデル及び物性値 今回対象とした鋼管井筒基礎は外周に 20 本の鋼管杭と 4 本の中打ち杭からなる 6.698mの井筒基礎である。この基礎の形状として、鋼管杭の長さは 19m で外径は 800mm である。鉄筋コンクリート製の頂版の平面形状は 5.898m の円形で厚さは 5.5m である。橋脚は張出し式で全高は 13.5m で柱は高さが 11.0m、張出し部の長さは 2.5m、

張出し部の重量は 1120 kN である。上部構造の死荷重反力と橋脚の支持する上部構重量は 18500 kN である。今検討は 2次元モデルで行うため外周の 20 本の鋼管杭を計算方向の端部から 3 本・6 本・2 本・6 本・3 本に 5 箇所にグルーピングした。解析は解析ソフト「Soil Plus」を使用した。解析上、鋼管井筒基礎の諸元は各グループ重心位置における物性値によって評価した。また、橋脚柱の曲げ非線形特性は M~ (修正武田モデル) によって考慮した。ここで、図 - 1 に解析モデルを示す。モデルの総要素数約は 9000 である。また、地盤の諸元は、第 1 層厚さ 5m、N 値 2、第 2 層厚さ 20m、N 値 3、第 3 層厚さ 3m、N 値 20 第 4 層厚さ 1.5m、N 値 50 で表層地盤は厚さ 28m で耐震設計上の地盤種別は 種地盤である。鋼管井筒橋梁基礎の諸元は、外壁鋼管矢板は材質が SKY400、外径 800mm、板厚 13mm、断面二次モーメント 0.00229m<sup>4</sup>、中打ち単独杭は SKK400、外径 800mm、厚さ 9.0mm、断面二次モーメント 0.00133 m<sup>4</sup> である。

### 3.入力地震動



図-2 兵庫県南部地震神戸海洋気象地盤上地震動

(ピーク 812.02Gal、継続時間 30 秒)



図-3 MYG004 築館 NS 地震動

(ピーク 2700Gal 継続時間 300 秒)

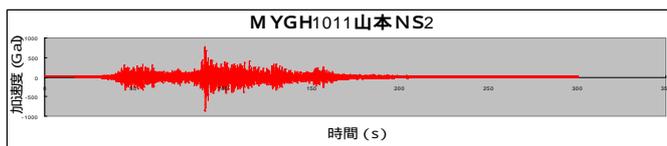


図-4 MYGH1011 山元 NS2 地震動(ピーク 786Gal、継続時間 300 秒)

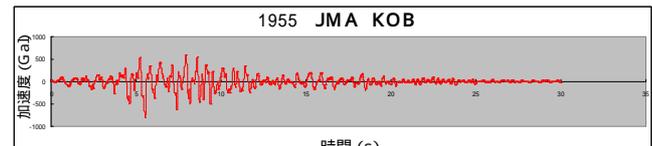


図-5 宮城県沖地震開北橋周辺地震動(ピーク 319Gal、継続時間 30 秒)

地震入力は基盤入力とし、図 2~ 図 5 に示す道路橋示方書に示される加速度波形と東北地方沖太平洋地震で K-net で得られた加速度波形を用いた。

キーワード：傾斜護岸地盤、鋼管井筒、橋梁基礎、地震応答計算

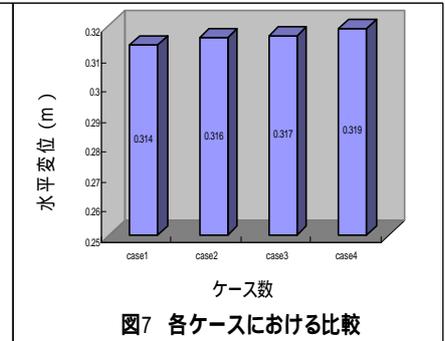
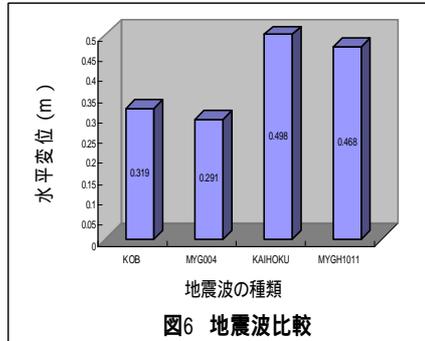
連絡先：〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学創造理工学研究科清宮研究室 TEL:03-5286-3852

4. 解析ケース 護岸と橋脚部の距離を変え、各ケースにおいて橋脚にどのような影響を与えるのか検討した。護岸(斜面)は勾配1:1で高さ5mである。斜面法尻と橋脚の距離をLとし0-20mと護岸なしの計4ケースの解析を行った。各ケースでの斜面法尻と橋脚までの距離を表-1に示す。ケース5は護岸がなく第1層を取り除いた水平地盤である。

	斜面と橋脚の距離
case1	0.0
case2	5.0
case3	10.0
case4	20.0

表-1 検討ケース一覧

5. 橋脚上部における水平変位及び加速度の比較 図-6に示すように距離が20mの場合でcase4を用いて4種類の地震入力波形で比較すると海洋型地震動での最大水平変位は、直下型の水平変位の約1.7倍の変位を示した。また東北沖地方沖地震での最大応答変位は道路橋示方書で示されている



入力地震波形の場合とほとんど同じ最大応答値となった。図-7兵庫県南部地震での入力条件で距離(L)を変数にして橋脚上部の最大水平変位を比較すると、ほとんど応答が同じで護岸の影響は見られなかった。道路橋示方書ではレベル2地震動に対して基礎天端の水平変位の許容値を400mm、回転角を0.025radを目安にしているが今回一応許容値を満足していた。また橋脚上部での最大水平加速度は約1.6m/s<sup>2</sup>でほぼ各ケースとも同様な値となっていた。

6. 鋼管矢板の断面力 図-8に示す最大せん断力は、図-1に示す解析モデルの鋼管矢板7本の内左から2番目の鋼管矢板の最大値分布を示している。最大せん断力の深さ方向の分布形状はcase1~case5(case5は斜面なしの場合)でそれ程顕著な差は見られないが、護岸が橋脚部に近づくにつれて大きな値を示した。護岸の有無により最大で2割程度せん断力が増加した。また図-9に示す最大曲げモーメントに関しては、各ケースにおいてほとんど分布形状に差がないが同じく護岸との距離が短くなると2割程度大きな値を示すことが分かった。最大曲モーメントは鋼管井筒基礎上部に計算されるがいずれも降伏曲げモーメント以下であった。

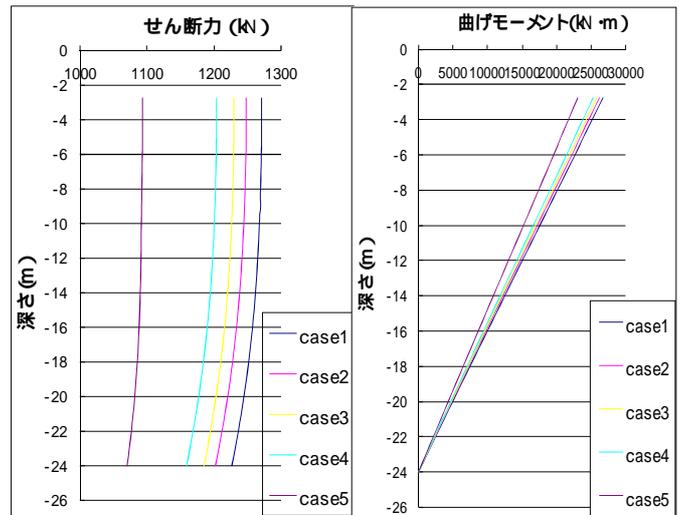


図-8 最大せん断力分布

図-9 最大曲げモーメント分布

7. 橋脚(非線形)部のM~比較 図-9にcase1からcase4で修正武田モデルによりモデル化したRC橋脚部のM~履歴図を示す。図-9に示すように、M~の履歴図はcase1とcase4でほぼ同じ履歴を描いていた。このため、護岸の位置はRC橋脚の履歴特性に大きな影響を今回与えなかったと言える。

8. まとめ 今回の計算モデルでは、RC橋脚天端での最大水平変位や最大水平加速度及び橋脚部での発生断面力については斜面の影響はほとんどなかった。鋼管井筒基礎で鋼管矢板の断面力については、護岸の位置が接近すると最大で2割程度大きくなった。今後、表層地盤での液状化や護岸部での側方流動の影響などを調べたい。

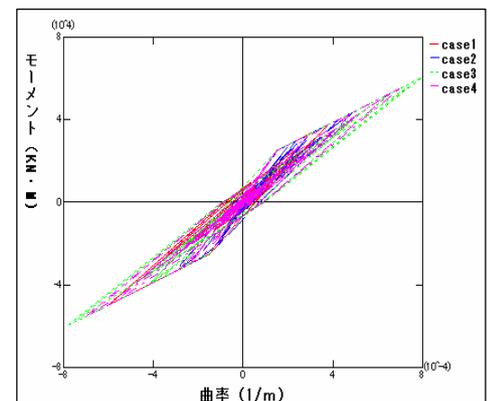


図-10 M~履歴図