

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、被災経験から橋梁の耐震性能評価に対する要求が高まり、耐震技術など大きく進歩しているが、検証や解明が十分行われていない耐震設計上の課題がいくつか残されている。最近護岸や斜面付近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証は多くなされ、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にある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証を実施した。

2. 解析モデル及び物性値

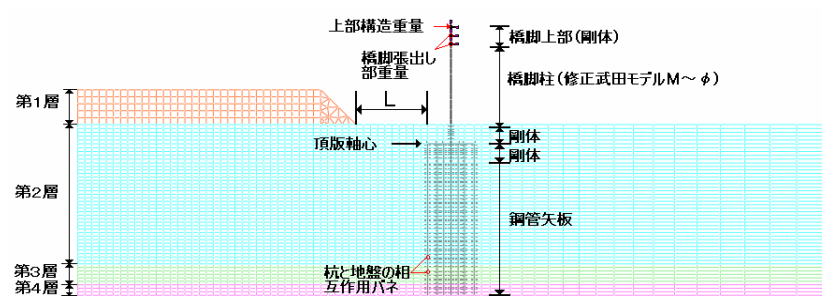


図-1 解析モデル

解析は解析ソフト「Soil Plus」を使用した。基礎は外周に 20 本の鋼管杭と 4 本の中打ち杭からなる $\phi 6.698\text{m}$ の井筒基礎で構造物の物性値について、鋼管杭の長さは 19m で外径は 800mm である。頂版の平面形状は $\phi 5.898\text{m}$ 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 (柱は 11.0m、張出し部は 2.5m、張出し部の重量は 440 k N、660 k N)。

上部構造の死荷重反力は 18500 k N で計算方向 (橋軸直角方向) の橋脚の支持する上部構重量も 18500 k N 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 本にグルーピングした。

解析上、井筒基礎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 $M\sim\phi$ (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、地盤と鋼管井筒橋梁基礎の諸元を表-1 と表-2 として示す。表層地盤は厚さ 28m で耐震設計上の地盤種別は III 種地盤である。

地震入力は基盤入力とし、入力地震動は図-2 に示すように 1995 年兵庫県南部地震時気象庁神戸海洋気象台地盤上で記録されたピーク 812.02Gal で継続時間 30 秒ある。

表-1 地盤条件

層	地盤の種類	層厚 (m)	平均N値	粘着力 c (tf·m ²)	せん断抵抗角 ϕ (度)	単位体積重量 (tf·m ³)		変形係数 E_s (kgf·cm ²)
						γ	γ'	
第1層	粘性土	5	2	2	0	1.6	0.7	56
第2層	粘性土	20	3	3	0	1.7	0.8	84
第3層	粘性土	3	20	0	32	1.8	0.9	550
第4層	粘性土	1.5	50	0	40	2	1.1	1400

表-2 鋼管矢板の断面力

	材料	外径 D_o (m)	厚さ t_o (m)	本数	純断面積 A_o (m ²)	断面二次モーメント I_o (m ⁴)	断面係数 Z_o (m ³)
外壁鋼管矢板	SKY400	800.0	13.0	20	2.96E-02	2.29E-03	5.74E-03
中打ち単独杭	SKK400	800.0	9.0	4	1.99E-02	1.55E-03	3.88E-03

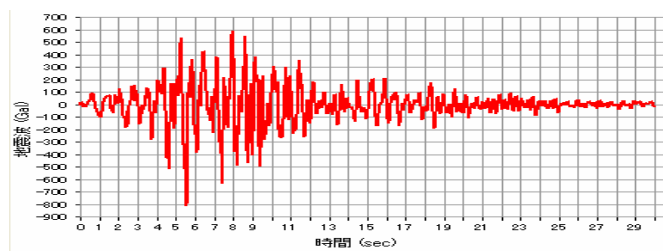


図-2 入力地震動

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

3. 解析ケース

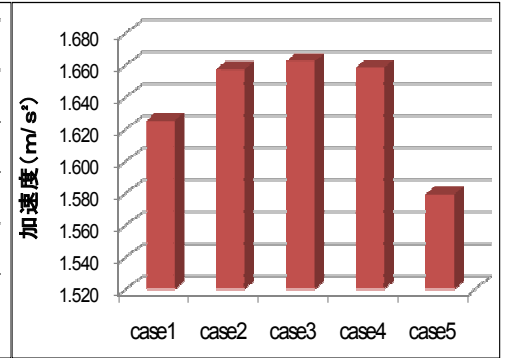
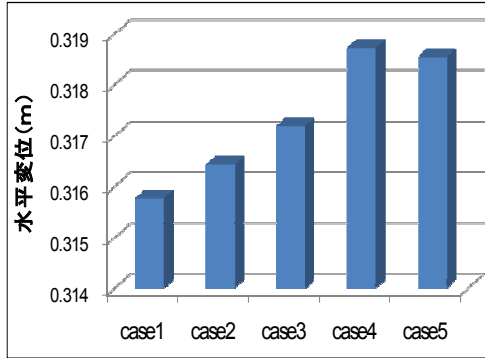
護岸と橋脚部の距離を変え、各ケースにおいて橋脚にどのような影響を与えるのか検討した。護岸(斜面)は勾配1:1で高さ5mである。図-1に示すように斜面法尻と橋脚の距離をLとし0-20mと護岸なしの計5ケースの解析を行った。各ケースでの斜面法尻と橋脚までの距離を表-3に示す。ケース5は護岸がなく第1層を取り除いた水平地盤である。

表-3 検討ケース一覧

	斜面と橋脚の距離L(m)
case1	0.0
case2	5.0
case3	10.0
case4	20.0
case5	斜面なし

4. 橋脚上部における水平変位及び加速度の比較

各ケースにおける橋脚上部の水平変位では、ほとんど応答が同じで護岸の影響は見られなかった。また加速度では case1~case3 においては護岸と橋脚の距離Lが大きい程やや増加するがほぼ同程度である。護岸の有無も



加速度に大きな影響は与えていない。 図-3 水平変位の比較

図-4 加速度の比較

5. 鋼管矢板の断面力および橋脚(非線形)部のM~φ比較

図-5, 6に示す最大せん断力と最大曲げモーメントは図-1に示す解析モデルの鋼管矢板7本の内左から2番目の鋼管矢板の断面力のこの場所での最大値を示している。最大せん断力の深さ方向の分布形状は case1~case5 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す。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形状に差がないが同じく護岸との距離が短くなると大きな値を示すことが分かった。

次に、図-7に case1 と case5 修正武田モデルによりモデル化したRC橋脚部のM~φ履歴図を示す。図-7に示すように、M~φの履歴図は case1 と case5 で同じ履歴を描いている。そのため、護岸の位置は橋脚の履歴特性に大きな影響を今回与えなかった。

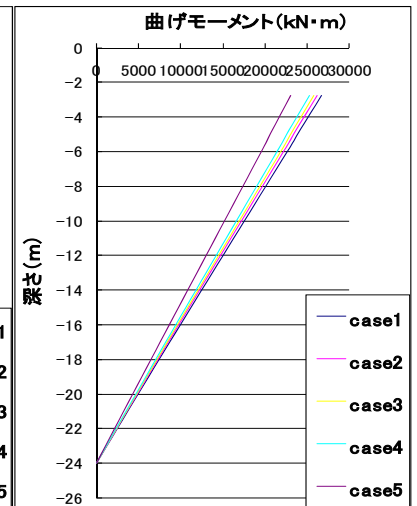
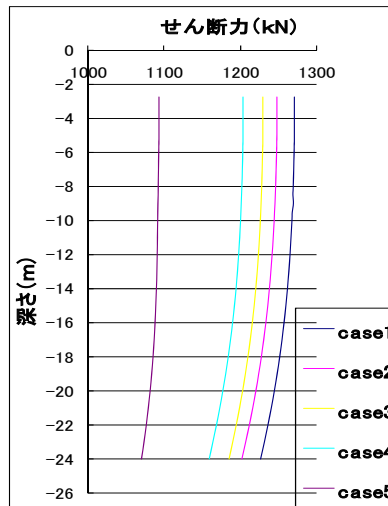


図-5 最大せん断力分布

図-6 最大モーメント分布

6. まとめ

計算結果から RC 橋脚天端での水平変位や水平加速度については護岸の影響はほとんどなかった。鋼管矢板及び橋脚部で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、液状化や側方流動の影響などを調べたい。

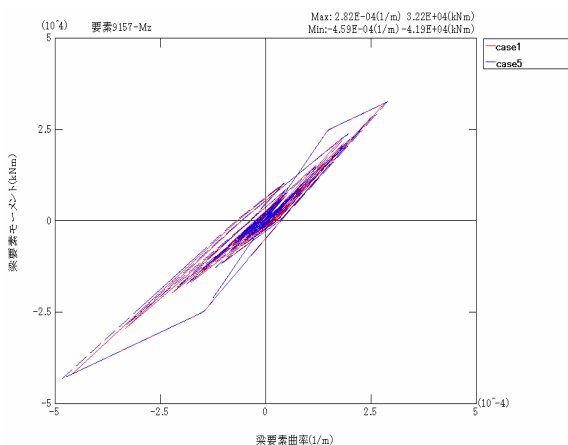


図-7 橋脚のM~φ履歴図

参考文献 1) 「鋼管矢板基礎-その設計と施工-」 鋼管杭協会平成14年12月