

III-A 154 平成7年兵庫県南部地震時における重力式岸壁の被災変形量解析

運輸省港湾技術研究所 正会員 森田年一  
 運輸省港湾技術研究所 正会員 井合 進

1. はじめに

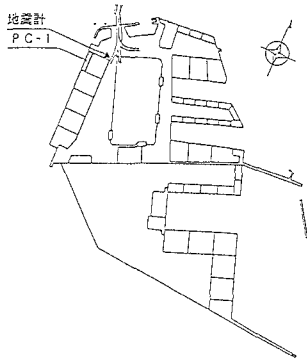
平成7年兵庫県南部地震では、多数の重力式岸壁が被災した。以前より、筆者らは液状化汎用解析プログラム（以下、FLIP: FINITE ELEMENT ANALYSIS OF LIQUEFACTION PROGRAM）を用いて解析を行い、重力式岸壁に関する検討を行ってきた。これらの検討の一環として、平成7年兵庫県南部地震の際に被災した重力式岸壁を対象に、ポートアイランドで観測された鉛直アレー地震記録を用いて、FLIPによる被災変形量解析を行い、地震時の地盤及び岸壁の挙動を概ねシュミレートすることができた<sup>1)</sup>。本報告では、前述の解析に対してのパラメタスタディとして、間隙水圧の上昇を考慮しない場合の解析を行い、間隙水圧の上昇の影響についてとりまとめた。

2. 地震記録

本報告で対象とする地震は、1995年1月17日5時46分に淡路島北東沖約3km（深さ約20km）を震源として発生した平成7年兵庫県南部地震（マグニチュード7.2）である。地震記録観測地点は、ポートアイランドの北西部に位置する図-1に示す地点で、K.P. +4.5m（地表）・K.P. -12m・K.P. -28m・K.P. -79mの4層で観測されている。

3. 解析方法

本報告で、解析対象とした重力式岸壁は、地震記録観測地点にも比較的近いポートアイランド西側のコンテナ岸壁である。その岸壁の位置を図-1に、標準断面図を図-2に示す。解析では、岸壁法線より海側52



神戸ポートアイランド

図-1 地震計・岸壁位置図

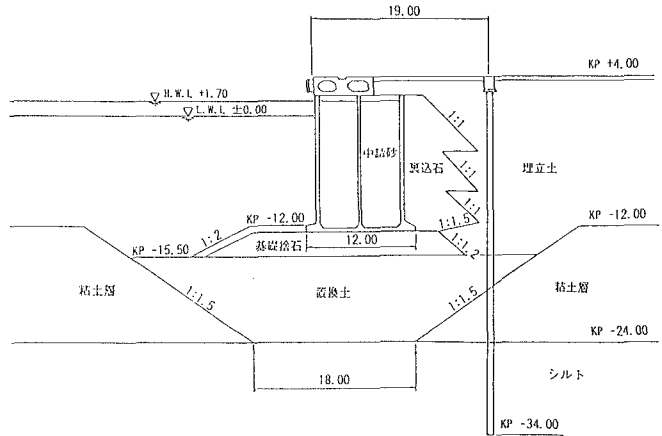


図-2 標準断面図

m、陸側83m、地表（K.P. +4.0m）もしくは海面（K.P. +0.9m）よりK.P. -24mの範囲を対象断面として、既存の標準断面図および土質資料をもとに岸壁およびその付近の地盤をモデル化し、解析を行った。また、入力地震動は、K.P. -28mにおいて観測された地震波形を用い、方向成分は水平動1成分および上下動成分とした。水平動成分は岸壁法線直角方向成分を、上下動成分は観測された上下方向成分を、そのまま置換土の底部であるK.P. -24mの層に入射した。解析に使用した波形は、図-3に示すように前10秒をカットし、観測開始10秒後から40秒後までの主要動を含む30秒間である。解析は非排水条件下で行い、積分ではWilson- $\theta$ 法（ $\theta = 1.4$ ）を用い、数値解析的に安定性を高めるためにレーレー減衰として $\alpha = 0.0$ 、 $\beta = 0.002$ を用いた。

4. 物性値の再検討・解析ケース

前述の通り、筆者らは本対象岸壁についてすでに地震時の被災変形量解析を実施している。その際、まさ土の湿潤密度を  $1.7 \sim 1.8 \text{ (g/cm}^3\text{)}$  として解析を行ったが、その後の土質調査によりまさ土の湿潤密度がこれよりやや高めめの  $2.2 \sim 2.3 \text{ (g/cm}^3\text{)}$  との報告<sup>2)</sup>があり、本解析ではこの値を用いて再解析を行った。また、パラメスタディとして、間隙水圧の上昇を考慮しない場合についての解析を行い、両者の結果を比較した。

5. 解析結果

間隙水圧の上昇を考慮した場合の解析により求められたケーソン天端における水平および鉛直の変位の時刻歴を、図-4に示す。これをみると最大で水平変位が3.24m、鉛直変位が1.11mとなっている。水平方向入力地震波では加速度が最大となっている4秒から5秒の時点の変形量は、最終的な変形量と比較した場合、それほど大きな値ではなく時間の経過とともに変形量が增大していく様子がわかる。

また、間隙水圧の上昇を考慮しない場合の解析により求められたケーソン天端における水平および鉛直の変位の時刻歴を、図-5に示す。これをみると最大で水平変位が1.98m、鉛直変位が0.67mとなっており、図-4と比較すると間隙水圧の上昇に伴う有効応力の低下がケーソンの変形に及ぼした影響は、変形全体の40%程度の割合と推定できる。

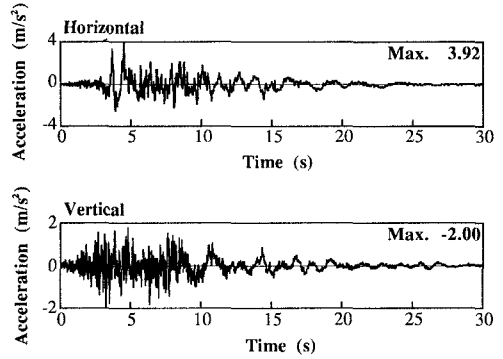


図-3 入力地震波形

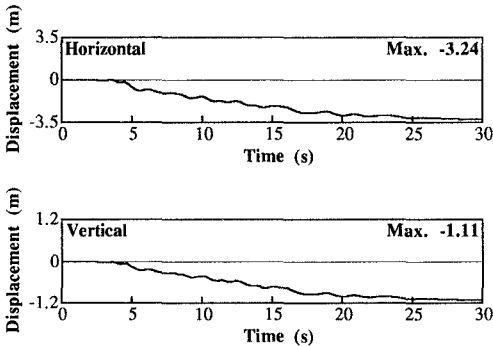


図-4 間隙水圧の上昇を考慮した場合

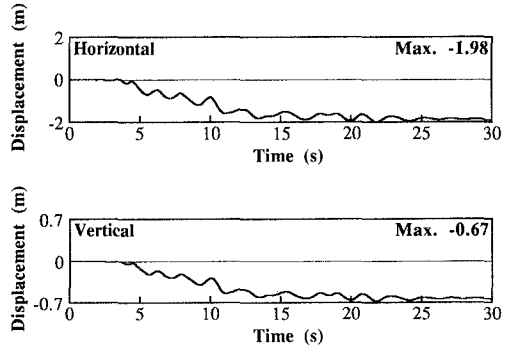


図-5 間隙水圧の上昇を考慮しない場合

6. まとめ

- 1) まさ土の湿潤密度を  $2.2 \sim 2.3 \text{ (g/cm}^3\text{)}$  として解析した場合においても、最終的な変形量はほぼ地震後の測量結果<sup>2)</sup>と整合性のある結果となった。
- 2) 間隙水圧の上昇に伴う有効応力の低下がケーソンの変形に及ぼした影響は、変形全体の40%程度の割合と推定された。

最後に、地震記録を御提供して下さった神戸市開発局に謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 森田年一、井合進：平成7年兵庫県南部地震による重力式岸壁の被災数値シミュレーション解析、阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集、土木学会、1996年1月、pp. 405-412
- 2) 地震対策に関する港湾技術セミナーテキスト、財団法人 沿岸開発技術研究センター、1995年10月、pp. 38、pp. 16-17