

I-681

兵庫県南部地震による埋立地盤、コンテナ岸壁の地震応答解析

運輸省 港湾技術研究所 正員 田中 祐人
" 正員 稲富 隆昌
" 正員 飯塚 栄寿

1. まえがき

兵庫県南部地震により、淡路島や神戸市近辺の各港湾施設は大きな被害を受けた。埋立地盤である神戸市のポートアイランドや六甲アイランドでは、コンテナ岸壁やガントリークレーンの被害が著しかった。その原因は、直下型地震による水平・垂直方向の強震動や液状化の影響、さらに海・陸側のクレーンレール基礎の違いなど、種々の要因が考えられる。

本文では、これらの原因究明の序として、埋立地盤およびコンテナ岸壁の地震時の動的挙動を検討するため、地震応答解析を実施する。

2. 解析方法

解析の対象として、神戸市開発局が地震観測を実施しているポートアイランドのコンテナ岸壁(ケーソン式、PC-1)を選定した。その岸壁と地震計の位置を図1に、岸壁の断面を図2に示す。観測された岸壁直角方向(EW)の地震波を図3の破線に示す。

解析には、地盤と構造物の相互作用を考慮できる2次元FEM連成振動解析プログラム(FLUSH)を用いた。この解析では、半無限地盤を反映するため左右端に伝達境界を設け、また下端を剛基盤とした。解析に使用した地震波はKP-79EWの30秒間(図3参照)であり、解析の最高周波数を10Hz、収束誤差を5%とした。初期せん断剛性 G_0 、ポアソン比 ν などの地盤物性はPS検層のデータを、拘束圧によるせん断歪み依存性 $G/G_0, h \sim \gamma$ に関しては埋立地の液状化ハンドブック¹⁾を参照した。

3. 解析結果と考察

(1) 埋立地盤

埋立地盤の水平加速度に対する解析(実線)と観測(破線)の比較を図3に示す。各深度とも、地震計のノイズによる影響があり最大加速度は一致していない。しかし、解析波形は初期微動部分を除き観測波形の位相をよく表している。また、深度が浅くなるに従って加速度波形が長周期化しており、地盤の軟化が進行していることがわかる。

(2) コンテナ岸壁

ガントリークレーンの海側レールにおける水平加速度の解析波形を図4に示す。海側、陸側レールとも、地盤に比べ剛性の高いケーソンや杭基礎に支持されているため、地盤表面(KP-0EW)に比べ加速度が大きくなる。

海側レールの応答変位が最大になる時刻の変形を図5に示す。最大の応答は海側へのはらみだしであり、その変形量は12cm程度であった。また、ケーソンの海側変位により埋立地盤が引張られ、埋立地盤が大きくせん断変形している。

4. あとがき

本解析は等価線形法で地盤の軟化を計算しており、地盤加速度の解析波形は観測波形と比較的よく一致した。しかし、本解析で得られた岸壁の変形量は実際に比べ著しく小さく、構造物に滑りや地盤中に破壊、液状化などが生じたものと考えられる。これらの要因を加味した解析手法が今後の大きな課題である。

最後に、貴重な地震・地盤データを提供していただいた神戸市開発局の方々に感謝の意を表します。

参考文献 1) 沿岸開発技術研究センター:埋立地の液状化対策ハンドブック, pp. 50~59, 1993

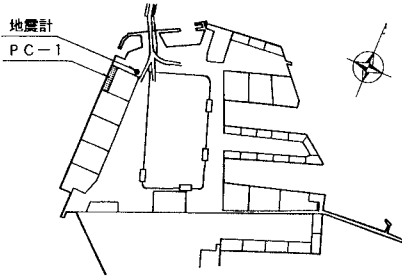


図1 コンテナ岸壁と地震計の位置

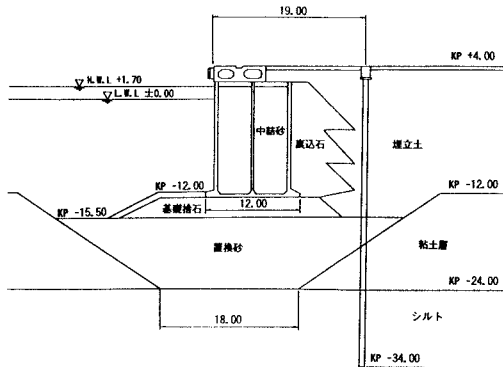


図2 コンテナ岸壁の断面

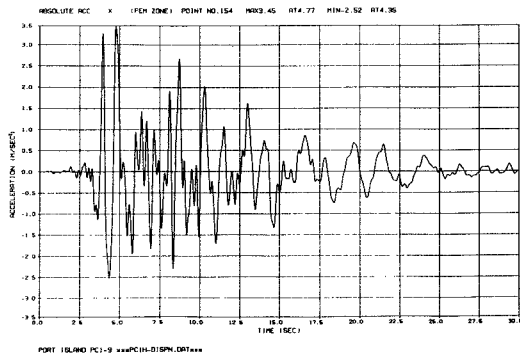


図4 海側レールの解析加速度波形

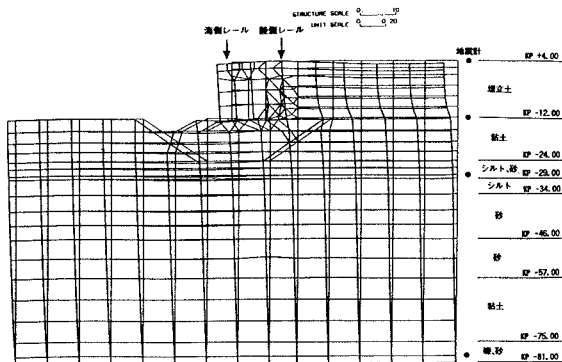


図5 海側レールの応答変位が最大になる時刻の変形図

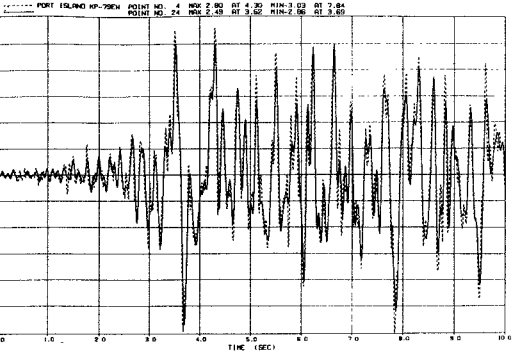
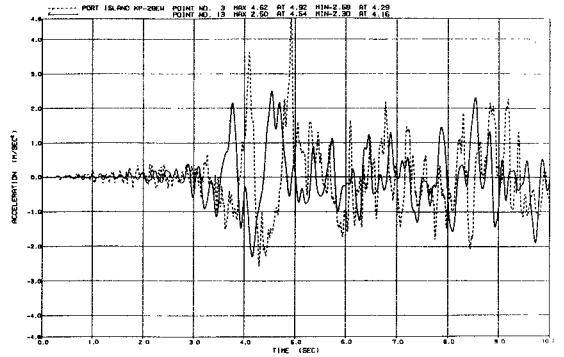
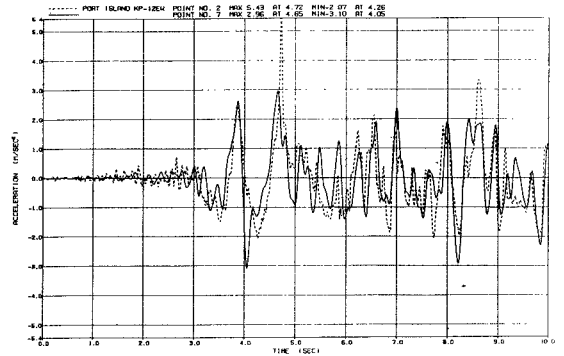
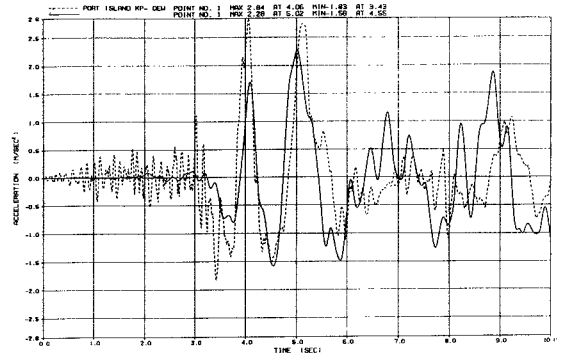


図3 観測地震波(破線)と解析波形(実線)
上からKP-0EW, 12EW, 28EW, 79EW