

鹿島建設 正会員 大保 直人
同上 正会員 澤内 至武
同上 正会員 林 寛

1. はじめに 液状化の発生や液状化に伴って発生する被害を解明するための室内実験が数多く実施されているが、地震時に液状化が発生した地域や被害を受けた構造物の近傍の地盤で間隙水圧の上昇を捉えた例は極めて少ない。最近、東京湾周辺の軟弱地盤での間隙水圧計を設置した地震観測が数多く実施されつつある¹⁾。ウォーターフロント周辺に建設されているタンク周辺地盤の地震時挙動の解明、液状化対策工法としての鋼矢板リング工法の有効性を確認するための実証データの収集及び液状化解析プログラムの検証データの収集を目的として、1991年から地震観測を実施している。ここでは、地震観測の概要の紹介とこれまでに観測された地震データについて紹介する。

2. 地震観測の概要 図-1には、自由地盤及び深さ10mの鋼矢板リングで基礎が補強されているタンク(タンクA)及びパイプロ・フロテーション工法で基礎周辺が改良されているタンク(タンクB)の周辺に設置した加速度計及び間隙水圧計の配置を示す。地震計は、自由地盤に3点(深さ20m、6m、1m)、タンクAに2点(6m、1m)、タンクBに1点(1m)加速度計を埋設した。さらに、液状化発生の可能性のある自由地盤とタンクAに2点(6mと3m)、タンクBに1点(3m)に間隙水圧計を埋設した。本地震観測システムは、GL-20mの地震計が0.5Galの起動レベルを上回った時間の10秒前から地震波形の収録を開始し、このレベルを下回ってから40秒後に収録を終了する。

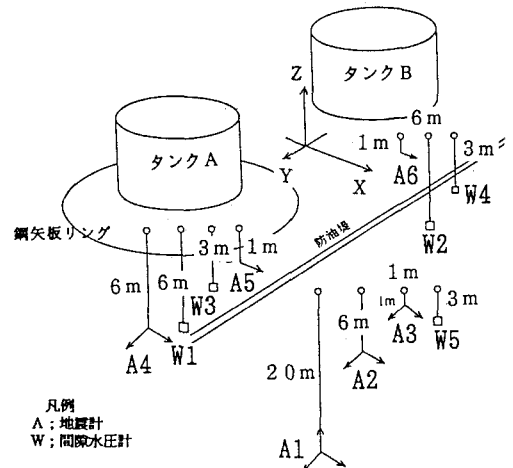


図-1 地震計配置図

3. 地震観測結果 1991年7月末から地震観測を開始し、1992年末までに39個の地震が収録された。その中で地表での最大加速度が10Gal以上の地震の地震諸元及び地表1mでの自由地盤、タンクA及びタンクBの最大加速度値を表-1に示す。

表-1 観測された主要地震一覧

地震番号	地震発生地点	観測時刻	地震規模	震源深さ	最大値 (Gal)	地盤	タンクA	タンクB
1	千葉県北部	91:09:29:14:00	4.3	81	12	10	8	
2	東京湾	91:11:19:17:24	4.9	81	30	18	24	
3	東京湾	92:02:02:04:04	5.9	93	159	96	126	
4	東京湾	92:02:03:07:47	4.1	93	14	6	9	
5	東京都東部	92:04:10:23:31	4.9	89	39	21	27	
6	東京湾	92:05:20:17:24	4.8	92	29	15	16	
7	東京湾	92:10:14:14:37	4.1	83	29	19	21	
8	神奈川県西部	92:11:19:17:48	3.9	39	11	7	7	
9	神奈川県東部	92:12:27:07:13	4.0	37	14	10	13	

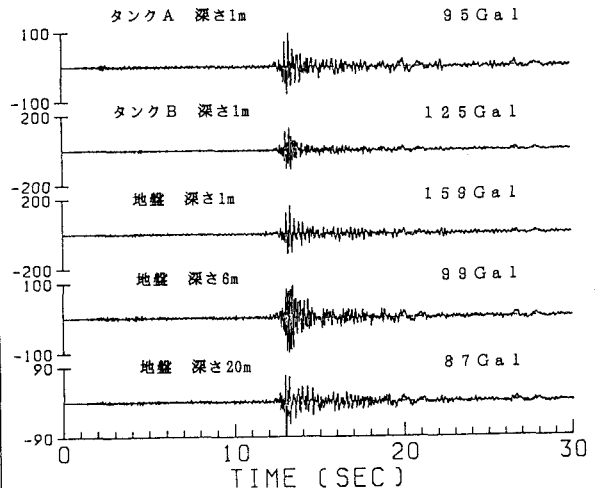


図-2 観測された加速度波形例 (1992年2月2日)

これまでに観測された地震の中で最大加速度の最も大きかった地震は、東京湾南部に震源を持ち東京で震度V（1992年2月2日）の地震で、最大加速度は、地表で159Galであった。図-2に、この地震で観測されたタンクA、タンクBの深さ1m、及び自由地盤の深さ1m、6m、20mの測定点の加速度地震波形を示す。なお、この地震では、本観測地点を含め江東及び木更津の砂地盤で間隙水圧が蓄積された波形が収録され、一部解析的な検討をすでに実施している²⁾。図-3には、自由地盤での応答性状を調べるために基盤（A1X）に対する地表面（A3X）の伝達関数の重ねあわせを示したが、明瞭なピークが、約2Hz付近に存在している。

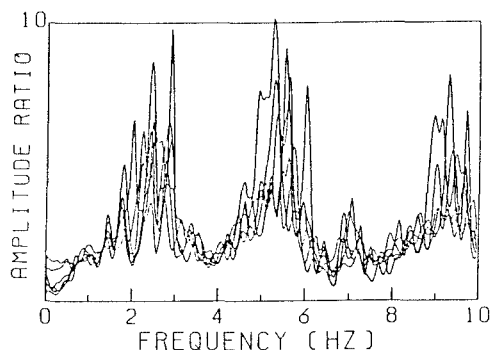


図-3 基盤に対する自由地盤の伝達関数

図-4には、自由地盤の地表（A3X）で観測された最大加速度に対する、鋼矢板リングで補強されたタンク（タンクA）の地表（A5X）及び地盤改良を施されたタンク（タンクB）地表（A6X）で観測された最大加速度振幅比の変化を示した。地震観測開始から2カ月後に観測された地震番号1では、タンクBの振幅が、タンクAより小さな振幅を示しているが、これ以降の観測データでは、タンクAの振幅が小さくなっている。タンクA及びBの振幅の変化は、タンク油量の変化に係るものと考えられる。

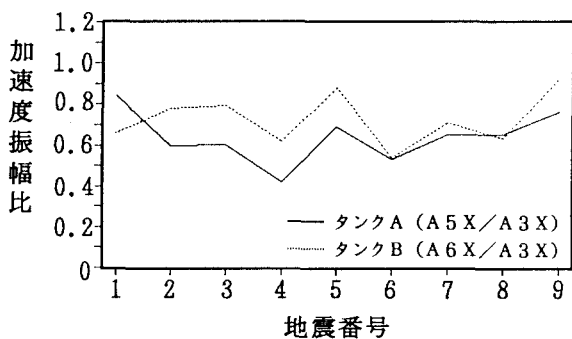
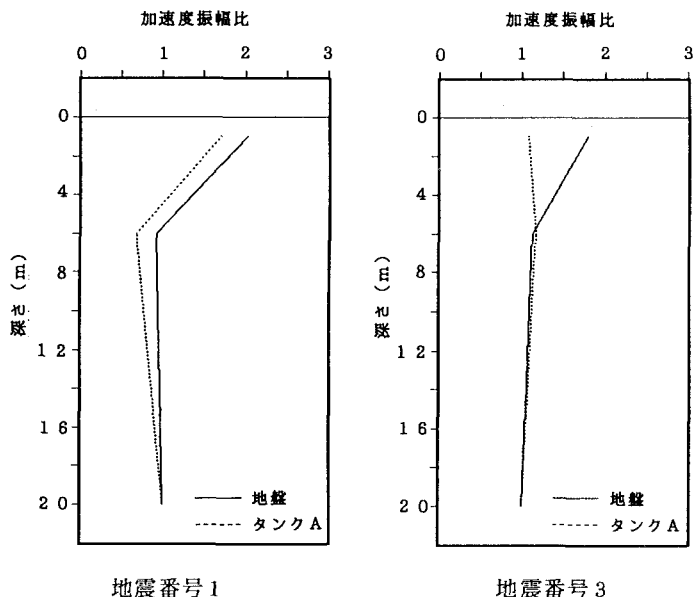


図-4 自由地盤に対するタンクA、Bの最大加速度振幅比

図-5には、地震番号1及び3で深さ20mで観測されたX方向成分の最大加速度（A1X）に対する自由地盤とタンクAの深さ6m（A2X、A4X）、と1m地点（A3X、A5X）で観測された最大加速度振幅比の深さ方向分布を示す。鋼矢板内地盤での加速度応答に著しい違いが見られる。これは、タンクAの油量（自重）の変化が鋼矢板内の地盤の剛性に影響を与えたためと考えられる。今後さらにタンクの油量等との関係について検討する予定である。

4. まとめ 鋼矢板リング工法の液状化対策工法の有効性を確認するための地震観測の概要及び観測結果について紹介した。今後、地震観測地点周辺地盤の地震応答特性の検討、液状化発生の予測等、地震観測データの解析や液状化解析手法の検証を実施していきたい。（参考文献）1）大保他：東京湾周辺の軟弱地盤での地震時挙動観測について、第21回地震工学研究発表会、1991年、2）林他：鉛直方向入力地震動が間隙水圧の上昇に与える影響、第47回年次学術講演会、1992年



地震番号1

地震番号3

図-5 自由地盤、タンクAでの加速度の増幅特性

4. まとめ 鋼矢板リング工法の液状化対策工法の有効性を確認するための地震観測の概要及び観測結果について紹介した。今後、地震観測地点周辺地盤の地震応答特性の検討、液状化発生の予測等、地震観測データの解析や液状化解析手法の検証を実施していきたい。（参考文献）1）大保他：東京湾周辺の軟弱地盤での地震時挙動観測について、第21回地震工学研究発表会、1991年、2）林他：鉛直方向入力地震動が間隙水圧の上昇に与える影響、第47回年次学術講演会、1992年