# 2011 年東北地方太平洋沖地震において 地震動により被災した小名浜5号埠頭 耐震強化岸壁(-12m)の再現解析

柴田 大介<sup>1</sup>・金子 浩士<sup>2</sup>・森 篤史<sup>3</sup>・佐藤 誠一<sup>4</sup>・田代 聡一<sup>5</sup> 大矢 陽介<sup>6</sup>・井合 進<sup>7</sup>

 <sup>1</sup>正会員 株式会社 日本港湾コンサルタント (〒141-0031 東京都品川区西五反田 8-3-6 TK 五反田ビル 7F) E-mail: daisuke\_shibata@jportc.co.jp
 <sup>2</sup>非会員 株式会社 日本港湾コンサルタント (〒141-0031 東京都品川区西五反田 8-3-6 TK 五反田ビル 7F) E-mail: hiroshi\_kaneko@jportc.co.jp
 <sup>3</sup>正会員 日本工営株式会社 (〒102-0083 東京都千代田区麹町 4-2 麹町 4 丁目共同ビル 7F) E-mail: a6456@n-koei.co.jp
 <sup>4</sup>正会員 日本工営株式会社 (〒102-0083 東京都千代田区麹町 4-2 麹町 4 丁目共同ビル 7F) E-mail: a5016@n-koei.co.jp
 <sup>5</sup>正会員 東亜建設工業株式会社 (〒163-1031 東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿パークタワー31F) E-mail: s\_tashiro@toa-const.co.jp
 <sup>6</sup>正会員 独立行政法人 港湾空港技術研究所 (〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1) E-mail: ooya-y@pari.go.jp
 <sup>7</sup>正会員 京都大学防災研究所 (〒611-0011 京都府宇治市五ヶ庄) E-mail: iai.susumu.6x@kyoto-u.ac.jp

本検討では、東北地方太平洋沖地震により被害を受けた港湾構造物の中から小名浜港 5 号埠頭耐震強化 岸壁(-12m)を対象として、地震時の再現解析を試みた.再現解析には、液状化による構造物被害予測プ ログラム FLIP(Finite element analysis of Liquefaction Program)を使用した.また、継続時間の長い東北地方 太平洋沖地震による小名浜港での事後推定波を入力地震動とすること、対象岸壁では液状化による過剰間 隙水圧の消散に伴う沈下が発生していることを踏まえ、地震中および地震後の間隙水の移動や液状化に伴 う土骨格の体積収縮を考慮可能な透水解析機能と構成モデル(カクテルグラスモデル)を用いた.

> Key Words : effective stress analysis, liquefaction, finite element method, strain space multiple mechanism model, the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake

#### 1. はじめに

2011 年 3 月 11 日に発災した東北地方太平洋沖地震 (*M<sub>w</sub>*9.0)では、東日本を中心に多くの港湾構造物が地 震動および津波による甚大な被害を受けた<sup>1)</sup>.本検討で は、地震動により被害を受けた港湾構造物の中から小名 浜港 5 号埠頭耐震強化岸壁(-12m)を対象として、地震 時の再現解析を試みた.なお、再現解析には、液状化に よる構造物被害予測プログラム FLIP (Finite element analysis of Liquefaction Program)<sup>2) 3)</sup>を使用した.

従来の FLIP は、設計地震動の継続時間が比較的短か ったため、非排水条件下で定式化されたひずみ空間多重 モデル「東畑・石原モデル+井合モデル」<sup>2)</sup>(以下、マ ルチスプリングモデルと称す)が用いられてきた.マル チスプリングモデルでは、間隙水の収支バランス式にお いて土骨格と間隙水の相対速度をゼロとし,間隙水の流 れを考慮しない非排水条件に基づいていた.そのため, 地震時の透水を考慮できないが,過剰間隙水圧上昇に伴 う地盤剛性の低下を適切に考慮できる.近年,土骨格と 間隙水の相対速度を考慮した間隙水の収支バランス式と 運動方程式を連成させて解く透水解析機能や,新たに堤 案されたストレスダイレイタンシー関係<sup>3</sup>が導入され, 間隙水の移動や液状化に伴う体積圧縮を考慮できるよう になった(以下,カクテルグラスモデルと称す).

本検討の解析モデルとしては、継続時間の長い東北地 方太平洋沖地震を対象とすること、対象岸壁では液状化 による過剰間隙水圧の消散に伴う沈下が発生しているこ とを踏まえ、地震中および地震後の間隙水の移動や液状 化に伴う体積収縮等の排水条件を考慮可能なカクテルグ ラスモデルを用いた.また、比較対象として従来から実 務で用いられている<sup>例えば4)</sup> マルチスプリングモデル(非 排水条件)および透水の影響を考慮するために非排水条 件でのカクテルグラスモデルについても併せて検討した. 図-1 に検討フローを示す.



図-1 検討フロー

#### 2. 検討対象施設とその被災状況

検討対象である小名浜港5号埠頭岸壁は水深-12mの特定,緊急物資輸送対応の耐震強化岸壁であり,ケーソンによる重力式構造となっている(図-2,図-3).

再現解析を検討する検討断面位置での被災状況(沈下 量・傾斜角等)を整理した結果を表-1に示す.現地の被 災状況としては、岸壁傾斜角 0.0°~2.2°,岸壁法線前 出し量 20cm~80cm,天端沈下量 28cm~66cm(地殻変動 量を除く)であった<sup>5</sup>.



図-2 検討対象施設位置



図-3 検討対象施設標準断面図

表-1 現地の被災状況

			一								
測線		祖治王祐可	地殼変動量	沈下量	想定沈下量	前出し量	傾斜角				
		元仍八페同	(m)	(m)	(m)	(m)	(°)				
No.10	+0.00	2.90	0.45	0.73	0.28	0.2	0.7				
No. 11	+0.00	2.88	0.45	0.75	0.30	0.2	0.0				
No. 12	+0.00	2.88	0.45	0.75	0.30	0.2	0.1				
No. 13	+0.00	2.85	0.45	0.78	0.33	0.3	0.9				
No.14	+0.00	2.82	0.45	0.81	0.36	0.5	0.5				
No. 15	+0.00	2.81	0.45	0.82	0.37	0.7	0.7				
No. 16	+0.00	2.78	0.45	0.85	0.40	0.6	1.5				
No. 17	+0.00	2.67	0.45	0.96	0.51	0.7	1.8				
No.18	+0.00	2.61	0.45	1.02	0.57	0.8	1.7				
No. 19	+0.00	2.58	0.45	1.05	0.60	0.8	1.6				
No. 20	+0.00	2.53	0.45	1.10	0.65	0.8	2.2				
No. 21	+0.00	2.56	0.45	1.07	0.62	0.8	1.9				
No. 22	+0.00	2.52	0.45	1.11	0.66	0.8	0.8				

#### 3. 解析条件の設定とモデル化

(1) 土層構造および地盤パラメータの設定

解析モデルは標準断面図を基に、岸壁法線から両端 100mまでの範囲をモデル化した(図-4).

地盤パラメータは当該岸壁にて実施されている試験 が標準貫入試験および物理試験のみであったことから, N 値から換算式<sup>の</sup>を用いて設定することを基本とした

(表-2).密度等は設計時資料より設定し,液状化対象 層は、土質条件(N値5~10程度、Fc平均9%)を踏ま え、岸壁背後地盤の埋立土とした.埋立土を対象とした 液状化パラメータは、液状化試験が実施されていないこ とから、従来より提案されているN値と細粒分含有率 Fcによる簡易設定法<sup>®</sup>によりマルチスプリングモデル の液状化パラメータを設定した(表-3).また、カクテ ルグラスモデルについては、マルチスプリングモデルの 液状化抵抗曲線に対してフィッティングするように要素 シミュレーションを行い、過剰間隙水圧比の上昇程度, 発生ひずみレベル等に着目して設定した(表-4).図-5



~図-9に要素シミュレーションの結果を示す.

検討対象である小名浜港5号埠頭岸壁では,岸壁背後 で 30~65cm 程度の沈下が生じており、これは岸壁背後 の岩ズリが地震動作用による揺すり込みの影響を受けた ことが原因であると考えられている.しかし、当該地点 では現地から採取した岩ズリに関する排水繰返し三軸試 験が実施されていない.一方,仙台塩釜港高砂2号岸壁 でも岸壁背後において 60~70cm 程度の沈下が生じてお り、小名浜港と同様に岩ズリの揺すり込みによる影響が 考えられている. こちらは、現場から採取した岩ズリ等 を用いた排水繰返し三軸試験が実施されている<sup>7)</sup>.本再 現解析においても、 岩ズリの揺すり込みによる影響を検 討するため、この試験結果を用いてダイレイタンシーに 関するパラメータを設定した(表-5).また,ケーソン 直下の雑石についても岩ズリと同様に揺すり込みによる 影響が考えられることから、鉄道構造物等設計標準・同 解説<sup>8)</sup>における盛土の揺すり込み沈下量算出方法をもと に雑石の体積圧縮曲線を設定し、その結果にフィッティ ングするようにダイレイタンシーに関するパラメータを 設定した(表-6).

表-2 地盤パラメータ

地層名	N65	$\rho_t$ (t/m <sup>3</sup> )	$\rho_{sat}$ (t/m <sup>3</sup> )	$\sigma'_{ma}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$G_{ma}$ (kN/m <sup>2</sup> )	v	<i>K</i> <sub>ma</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	C (kN/m <sup>2</sup> )	φ (°)	n	h max
埋立土	8.3	1.8	2.0	98	75400	0.33	196600	-	39	0.45	0.24
岩ずり	10.4	1.8	2.0	98	86600	0.33	225800	-	39	0.45	0.24
砂質土	22.2	-	2.0	98	140600	0.33	366700	-	41	0.45	0.24
固結シルト (風化部)	-	-	1.8	171.88	10200	0.33	26600	30	-	0.55	0.20
基礎捨石	-	-	2.0	98	180000	0.33	469400	20	35	0.45	0.24
雑石	-	-	2.0	98	180000	0.33	469400	20	35	0.45	0.24

★-3 般状化ハフメータ(埋い土:マルナムノリン)	表−3	液状化パファ	(一タ	(埋立十:	マルチブ	、ブリ	ンク	)
---------------------------	-----	--------	-----	-------	------	-----	----	---

N65	Fc(%)	$\varphi p$	S1	Wl	Pl	P2	Cl
8.3	9	28	0.005	5.409	0.5	0.966	2.404
※)簡易調	没定法(改	:訂版)によ	い設定				

表4	液状化パラメータ	(埋立十:	カクテルグラス)
1X T			//////////////////////////////////////

$\varphi_p$	€d <sup>cm</sup>	r <sub>edc</sub>	r <sub>ed</sub>	$q_{1}$	$q_2$	$l_k$	$H_{maxL}$	$r_k$
28	0.2	1.5	0.2	10	1.25	2	0	0.5
$r_k$ "	$S_{I}$	с 1	$q_4$	$r_{\gamma}$	r mtmp	1965SW	$q_{us}$	STOL
0.5	0.005	2.5	1	0.1	0.5	0	0	10E-6

※)マルチスプリングの結果にフィッティングするように設定

表-5 ダ	イレイ	タンシー	パラメー	・タ	(岩ズリ)
-------	-----	------	------	----	-------

ст Е d	r <sub>edc</sub>	r <sub>ed</sub>	$q_{1}$	$q_2$	$l_k$	$H_{maxL}$
0.2	1.0	1.82	1.0	0	2.0	0.24
$r_k$	$r_k$ "	$S_{I}$	с 1	$q_4$	$r_{y}$	r <sub>mtmp</sub>
0.1	0.1	0.005	1	1	0.5	0.5

※)排水繰返し三軸試験結果より設定

表-6 ダイレイタンシーパラメータ(雑石) a

E d cm	r <sub>edc</sub>	r <sub>ed</sub>	$q_{1}$	$q_2$
0.2	0.5	0.2	1.0	0
$r_k$	$r_k$ "	$S_{I}$	С 1	q 4
0.5	0.5	0.005	1	1

※)鉄道標準近似式より設定

**表--7** 透水係数

-		~
材料区分	透水係数(m/s)	備考
基礎捨石	$1.0 \times 10^{-4}$	既往検討9)
雑石	$1.0 \times 10^{-4}$	既往検討 <sup>9)</sup>
砂質土	$2.0 \times 10^{-5}$	埋立土と同等
固結シルト(風化)	$1.0 \times 10^{-7}$	港湾基準10)
埋立土	$2.0 \times 10^{-5}$	クレーガー <sup>11)</sup>
岩ズリ	$1.1 \times 10^{-3}$	既往検討7)

表-8 構造物パラメータ

構造物	ヤンク <sup>*</sup> 率E (kPa)	ポアソン比v	密度p (t/m <sup>3</sup> )					
ケーソン	$2.2 \times 10^{7}$	0.17	2.2					
上部工	2.2×10 <sup>7</sup>	0.17	2.3					
※)構造物は線形平面要素でモデル化								

表-9 ジョイント要素パラメータ

-										
	ジョイト要素の、ラメータ									
ジョイト	法線方向剛性	接線旋剛性	粘わ	摩艩	ジョイト要素					
位置	$K_n$ (kPa/m)	$K_s$ (kPa/m)	C(kPa)	<i>φ</i> (度)	レレー減速β					
ゲーン	10.10	10,106	0	31	0					
底面	1.0×10	1.0×10	0	51	0					
ゲーン	10~106	1.0~10 <sup>6</sup>	0	15	0					
256	1.0<10	1.0<10		1.5						









 $H_m$ 

0.24

r mtmp

0.5

2.0

ry

0.5



図-9 有効応力経路(等方圧密繰返しせん断)

#### (2) 入力地震動

図-10 に入力地震動を示す.入力地震動には,事後推 定された小名浜港5号埠頭の工学的基盤面の2E波<sup>12)</sup>を 岸壁法線直角方向に角度補正したものを用いた.





#### (3) 検討ケース

現地の被災状況を再現するために、透水を考慮したカ クテルグラスモデル(CD-OD-A)を基本とし、間隙水の 移動による影響を確認する目的で非排水条件のカクテル グラスモデル(CU-O-A)の検討を実施した.また、非 排水条件では実務での実績が多いマルチスプリングモデ ル(MU-O-A)との比較も行った.さらに、岸壁の変形 に影響が大きい捨石定数について、捨石新定数 (C=20kN/m<sup>2</sup>,  $\phi$ =35°)<sup>13)</sup>の検討も実施した.また、雑 石の体積圧縮特性による影響を確認する目的で雑石のダ イレイタンシーを考慮しないケース(CD-O-A)の検討 も実施した.基本ケース(CD-OD-A)検討の結果、加振 後に過剰間隙水圧が残留していたことから、透水係数を 変化させたケース(CD-OD-A-2、CD-OD-A-5、 CD-OD-A-10)の検討を行った.検討ケース一覧を表-10 に示す.

表-10 検討ケース

No.	解析条	件	ケース名	備考
1	マルチスプリンク	非排水	MU-O-A	捨石旧定数
2	マルチスプリンク	非排水	MU-O-B	捨石新定数
3	カクテルク・ラス	非排水	CU-O-A	
4	カクテルク・ラス	排水	CD-O-A	
5	カクテルク・ラス	排水	CD-OD-A	透水係数(基本)
6	カクテルク・ラス	排水	CD-OD-A-2	透水係数×2
7	カクテルク・ラス	排水	CD-OD-A-5	透水係数×5
8	カクテルク・ラス	排水	CD-OD-A-10	透水係数×10

※No.5,6,7,8は岩ズリと雑石のダイレイタンシー考慮

#### 4. 再現解析の結果と考察

#### (1) 残留水平変位

表-11 に, 解析結果一覧を示す. また, 各ケースにつ いて、加振後(時刻 240 秒)の過剰間隙水圧比分布およ び残留変形図を図-11~図-18に示す.まず、岸壁天端の 残留水平変位に着目すると、現地実測値が 20cm~80cm であるのに対して、岩ズリのダイレイタンシーを考慮せ ず,かつ,捨石旧定数を用いたケース(CD-O-A)で10cm, 同様の条件で埋立土の透水を考慮したケース (CU-O-A) では 11cm の結果となった.ここで、実測値と解析値に 差が生じた原因として、岸壁背後の岩ズリおよび岸壁直 下の雑石のダイレイタンシーを考慮できていないことが 影響している可能性が考えられる.一方, 岩ズリと雑石 のダイレイタンシーを考慮したケース (CD-OD-A) では, 残留水平変位が 47cm となっており、現地の被災状況に より近づく結果となった. このことから, 現地の被災要 因として地震による岩ズリおよび雑石の揺すり込み沈下 の影響がある可能性が考えられる. ここで, 現地では岸 壁直背後の液状化は観測されていないのに対し、図-15 を見ると加振後に岩ズリおよび雑石の一部において過剰 間隙水圧が残留した結果となっている. そのため、ここ では透水係数に着目して,基本の透水係数を2倍,5倍, 10 倍に変化させて透水性の違いによる影響を検討した. その結果、透水係数を大きくすることで岩ズリと雑石の 過剰間隙水圧の残留値は小さくなり、岸壁天端の残留変 位は小さくなった. 透水係数を基本ケース (CD-OD-A) の 10 倍にすると加振後に岩ズリと雑石の過剰間隙水圧 が消散する結果となった.

#### (2) 残留鉛直変位

次に、岸壁天端の残留鉛直変位に着目すると、現地実 測値が28cm~66cmであるのに対して、解析結果は3cm ~18cmとなっている.この原因としては、雑石のダイレ イタンシーに関するパラメータの影響が考えられる.本 検討では、前述のように近似式<sup>8</sup>を基に推定を行ったが、 より現地に近いパラメータに見直すことで再現性の向上 が期待できる可能性がある.

#### (3) 残留傾斜角

ケーソンの傾斜角については、現地実測値<sup>5</sup>が 0.0° ~2.2°であるのに対して解析結果は0.2°~1.1°となっ ており、現地の被災状況に近い結果となった.従来から 実務で用いられている非排水条件下のマルチスプリング モデルについては、残留変位およびケーソン傾斜角とも に現地の被災状況<sup>5</sup>に近い結果が得られており、本被災 事例においてもマルチスプリングモデル(非排水条件) の適用性が確認できた.

#### (4) 岸壁背後沈下量

図-19 に各ケースの地表面の沈下量を示す. 現地の実 測値では、岸壁背後で 30~65cm 程度の沈下が生じてい るのに対して、岩ズリのダイレイタンシーを考慮しない ケース (CD-O-A,CU-O-A) では、7cm~9cm 程度しか沈 下が生じていない. 一方、岩ズリのダイレイタンシーを 考慮したケース (CD-OD-A) では、97cm の沈下となっ ており、岩ズリの揺すり込みによる影響をある程度評価 できる結果となった.

	岸壁天端	岸壁天端	ケーソン
ケース名	水平変位	鉛直変位	傾斜角
	(cm)	(cm)	(°)
現地実測値	20~80	28~66	0.0~2.2
MU-O-A	57	18	1.1
MU-O-B	43	9	0.6
CU-O-A	11	3	0.2
CD-O-A	10	3	0.2
CD-OD-A	47	13	0.9
CD-OD-A-2	36	10	0.7
CD-OD-A-5	22	7	0.4
CD-OD-A-10	15	6	0.3

表-11 解析結果一覧(残留值)



図-11 過剰間隙水圧比分布と残留変形図(MU-0-A)



図-12 過剰間隙水圧比分布と残留変形図(MU-O-B)



図-13 過剰間隙水圧比分布と残留変形図(CU-O-A)



図-14 過剰間隙水圧比分布と残留変形図(CD-O-A)



図-15 過剰間隙水圧比分布と残留変形図(CD-OD-A)



図-16 過剰間隙水圧比分布と残留変形図(CD-OD-A-2)



図-18 過剰間隙水圧比分布と残留変形図(CD-OD-A-10)



#### 図-19 地表面の沈下量

### 5. まとめ

本検討では、東日本大震災で地震動の被害を受けた小 名浜港5号埠頭耐震強化岸壁(-12m)を対象に排水条件 下のカクテルグラスモデルを用いた再現解析を実施し、 従来より用いられてきたマルチスプリングモデルと同様 に、被災メカニズムを説明できる結果となった.

岸壁の変位量に対して、ダイレイタンシーを考慮する ことで、岸壁背後の沈下等の被災結果に調和的な変形を 再現可能であることを解析によって確認できた.ここで は透水係数に着目して、岩ズリおよび雑石の透水係数を 変化させて検討を行った.その結果、透水係数を通常の 10 倍程度まで大きくすることで加振後に過剰間隙水圧 が消散する結果となったが、透水係数を大きくすること で変位量は小さくなる傾向となった.そのため、透水係 数の適切な設定は今後の課題である.また、体積圧縮特 性については、雑石のダイレイタンシーに関するパラメ ータを今後見直すことで再現性の向上に期待できる可能 性がある.

謝辞:本検討はFLIP の改良と高度利用法の研究を推進 する目的で設立された一般社団法人FLIP コンソーシア ムWG の活動の一環として実施されたものである.関係 者の方々,特に貴重なデータを提供頂いた国土交通省東 北地方整備局仙台港湾空港技術調査事務所に謝意を表し ます.

#### 参考文献

- 高橋重雄,戸田和彦,菊池喜昭,菅野高弘,栗山喜昭,山崎 浩之,長尾毅,下迫健一郎,根木貴史,菅野甚活,富田孝史, 河合弘泰,中川康之,野津厚,岡本修,鈴木高二朗,森川嘉 之,有川太郎,岩波光保,水谷崇亮,小濱英司,山路徹,熊 谷兼太郎,辰巳大介,鷲崎誠,泉山拓也,関克己,廉慶善, 竹信正寛,加島寛章,伴野雅之,福永勇介,作中淳一郎,渡 邊祐二:2011 年東日本大震災による港湾・海岸・空港の地震・ 津波被害に関する調査速報,港湾空港技術研究所資料, No.1231, 2011.4.
- Iai, Matsunaga, Kameoka : Strain Space Plasticity Model for Cyclic Mobility, SOILS AND FOUNDATIONS, Vol.32, No.2, pp.1-15, 1992.
- Iai S, Tobita T, Ozutsumi O, Ueda K. : Dilatancy of granular materials in a strain space multiple mechanism model. International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, Vol.35, No.3, pp.360-392,2011.
- 一般財団法人沿岸技術研究センター:港湾構造物設計事例集 (平成19年改訂版),2007.
- 5) アジア航測・みらい建設工業共同企業体:小名浜港外港湾施設等被災状況調査 岸壁傾斜調査報告書, 2011.
- 森田年一,井合進, Hanlong Liu,一井康二,佐藤幸博:液状 化による構造物被害予測プログラム FLIP において必要な各 種パラメタの簡易設定法,港湾技研資料 No.869,1997.
- 7) 山崎浩之,後藤佑介,小濱栄司,大矢陽介,楠謙吾:繰返し 載荷を受ける岩ズリの体積圧縮特性に関する実験,第47回 地盤工学研究発表会,2012.
- 国土交通省鉄道局監修,鉄道総合技術研究所編:鉄道構造物
  等設計標準・同解説 耐震設計,平成24年9月
- 9) FLIP研究会 透水解析 WGII 平成 22 年度 成果報告書
- 10) 国土交通省港湾局監修,港湾の施設の技術上の基準・同解説 平成19年7月,社団法人 日本港湾協会
- 11) 土質工学会, 土質工学ハンドブック 土質工学会編
- 12) 野津厚,若井淳:2011 年東日本大震災で被災した港湾における地震動特性,港湾空港技術研究所資料,No.1244,2011.
- 13) 佐藤成, 亀山和弘, 大塚夏彦, 森浩章, 小堤治, 井合進, 安田進: 非排水有効応力地震応答解析における捨石材のモデル 化に関する検討, 第46回地盤工学シンポジウム, pp.25-30, 2001.

## SIMULATION ANALYSIS OF HIGH EARTHQUAKE RESISTANCE ONAHAMA BERTH No.5 (-12m) DAMAGED BY THE 2011 OFF THE PACIFIC COAST OF TOHOKU EARTHQUAKE

## Daisuke SHIBATA, Hiroshi KANEKO, Atsushi MORI, Seiichi SATO Souichi TASHIRO, Yousuke OHYA and Susumu IAI

In this study, simulation analysis was conducted on seismic strengthened Berth No.5 (-12m) in Onahama Port, selected as a model structure among the port facilities damaged by 2011 off the pacific coast of Tohoku Earthquake. The simulation analyses were conducted by use of FLIP (Finite Element Analysis of Liquefaction Program). In addition, cocktail glass model was used in the program, based on the facts that the wave estimated for Onahama Port after 2011 off the pacific coast of Tohoku Earthquake of long duration was taken as the input seismic motion and that the settlement due to dissipation of excess pore water pressure after liquefaction was occurred at the berth. In the cocktail glass model, the pore water flow during and after earthquake and the drainage conditions such as volumetric shrinkage due to liquefaction can be considered.