

# 2013年4月13日淡路島付近で発生した地震による 液状化現象と港湾施設被害

鍋島 康之\* 岸 優希\*\* 谷口 大地\*\*

## Liquefaction And Port Facilities Damages Due to the Earthquake Occurred on 13 April 2013 on Awaji Island

Yasuyuki NABESHIMA, Yuki KISHI, Daichi TANIGUCHI.

### ABSTRACT

An earthquake occurred on 13 April 2013 on Awaji Island. This earthquake had a strong motion for a short time. Earthquake intensities of 6 lower in Awaji city, 5 upper in Minami-Awaji city and 5 lower in Sumoto city were recorded. Many port facilities were damaged by the strong intensity. In the reclaimed islands in Awaji city, liquefaction occurred in many places. This paper reports the major damages due to the earthquake with a focus on particular liquefaction and port facility damages. Liquefaction was observed in reclaimed land in Awaji city and many port piers were damaged in the middle part of Awaji Island.

**KEY WORDS:** Awaji Island, earthquake, liquefaction, port facility

### 1. はじめに

平成25年4月13日5時33分に淡路島付近の深さ15キロにおいて、マグニチュード6.3の地震が発生した。最大震度6弱が淡路市で観測され、南あわじ市で震度5強、洲本市で震度5弱、近畿地方の広い範囲で震度4が観測された。兵庫県南部地震の震源に近く、夜明け前に発生したことから、18年前の阪神淡路大震災を思い起こさせる地震であった。著者らは、地震発生直後に現地に入って緊急調査<sup>1)</sup>を行い、その後も数回現地で液状化被害や港湾施設の被害を調査<sup>2),3)</sup>している。

本報告では、4月13日に淡路島で発生した地震により発生した液状化被害の状況をまとめ、液状化により

\*都市システム工学科、\*\*明石高専学生

噴出した砂の粒度を比較した。また、淡路島内の小さな漁港から比較的大きな港湾まで、完璧などの港湾施設の被害状況をまとめる。

### 2. 地震概要

平成25年4月13日5時33分に淡路島付近(北緯34度25.1分、東経134度49.7分)の深さ15kmに

表1 淡路島で観測された震度<sup>4)</sup>

震度6弱	淡路市郡家*, 淡路市志筑*
震度5強	南あわじ市広田*, 南あわじ市湊*, 淡路市久留麻*
震度5弱	洲本市小路谷, 洲本市五色町都志*, 南あわじ市福良, 淡路市中田, 淡路市富島

\*印は気象庁以外の震度観測点

において、マグニチュード 6.3 の地震が発生した。各地の震度（震度 5 以上）は表 1 に示す通りである<sup>4)</sup>。今回の断層面は東西方向に圧力軸を持ち南北走向の逆断層で、場所も兵庫県南部地震で活動した断層の延長線よりもやや南にずれている<sup>5)</sup>。この地震により洲本市五色では最大加速度 586gal（三成分合成）が観測されている<sup>6)</sup>。また、今回の震源域において活断層はこれまでに確認されておらず、未知の活断層であると考えられている<sup>5)</sup>。

### 3. 液状化被害

淡路市の大阪湾側には北から、佐野新島、生穂（いくほ）新島、志筑（しづき）新島、塩田新島の 4 つの埋立地がある。これらの埋立地は、兵庫県企業庁によって昭和 46 年から事業に着手し、埋め立てられた埋立地である。今回の地震では、これらの埋立地では液状化現象が広い範囲で発生し、地中から砂が噴出する現象（以下、噴砂）が観測された。図 1 に調査により液状化の痕跡が確認できた箇所を示す。



図 1 液状化が確認された淡路市の埋立地

#### 3・1 液状化被害

##### 3・1・1 生穂新島

生穂新島では、淡路市役所の 2 箇所の駐車場において液状化現象が確認できた（図 2）。淡路市役所周辺には太陽光発電所があり、液状化被害が発生していることが考えられるが、敷地内部には入ることができなかつたため、液状化現象を確認することができなかつた。

##### 3・1・2 志筑新島

志筑新島では大阪湾側のショッピングモール周辺道路で、歩道のアスファルトと緑地帯の隙間から液状化による噴砂跡が多数確認できた（図 3）。また、緑地内でも液状化が発生しており、砂が噴出した際にできた

穴が確認できた。また、志筑新島の医療系専門学校周辺や津名総合運動公園内でも噴砂跡があり、液状化の発生を確認できた。



図 2 淡路市役所駐車場の噴砂跡



図 3 ショッピングモール周辺の噴砂跡

##### 3・1・3 塩田新島

塩田新島の液状化箇所を広い範囲で確認することができた。液状化が確認できた 3 箇所の埋立地の中で塩田新島が最も液状化による噴砂跡が多数確認でき、噴砂の量も他の埋立地よりも多かった。特に淡路家畜市場周辺が液状化による噴砂が多く（図 4）、噴砂の堆積量は多いところでは 4~5cm あつた（図 5）。また、塩田新島には遊園地 ONOKORO があるが、駐車場でも液状化現象による噴砂跡が確認できた。

##### 3・1・4 その他

今回の液状化現状は淡路市大阪湾側の埋立地に集中しており、住宅地等の液状化現象についての報告<sup>3)</sup>は見られない。このため、今回の地震による液状化現象は埋立地の若齢地盤に限られていたことがわかる。ただし、佐野新島については地震発生直後の調査でも液状化が発生した痕跡が確認できなかつた。この理由として、洲本市では最大加速度 470gal が観測されているのに対して、東浦では最大加速度 373gal と若干小さくなつており<sup>6)</sup>、地震動の違いが考えられる。



図4 淡路家畜市場周辺の噴砂跡



図5 塩田新島の噴砂堆積厚さ

### 3・2 噴砂の粒度比較

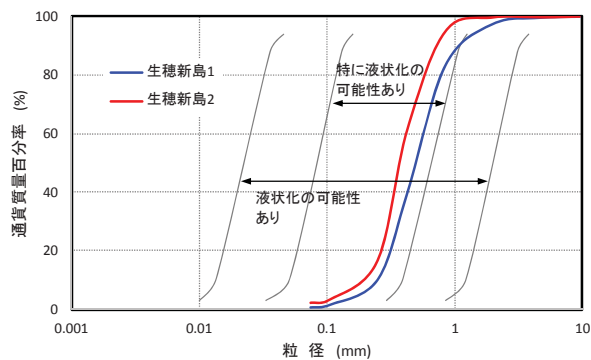
淡路市の生穂新島、志筑新島、塩田新島の3埋立地では広い範囲で噴砂が見られた。生穂新島で2か所、志筑新島で1か所、塩田新島で4か所の噴砂を収集し、粒度ならびに土粒子密度を測定した。その結果を表2と図6に示す。

表2 噴砂の粒度特性

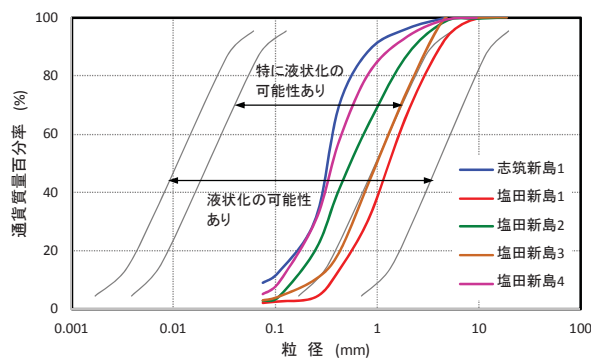
	土粒子密度 (g/cm <sup>3</sup> )	最大粒径 (mm)	均等係数 U <sub>c</sub>	曲率係数 U <sub>c</sub> '
生穂新島1	2.65	9.5	2.4	0.5
生穂新島2	2.64	9.5	2.6	0.6
志筑新島1	2.64	4.75	5.2	2.0
塩田新島1	2.73	19.0	4.9	0.8
塩田新島2	2.69	19.0	4.7	0.4
塩田新島3	2.68	19.0	5.6	1.0
塩田新島4	2.72	9.5	3.8	1.2

生穂新島で採取された噴砂は他の埋立地で採取された噴砂と異なり、均等係数と曲率係数が小さく、粒径が均一であることがわかる。また、山崎らによって示された粒度による液状化判定<sup>7)</sup>に従うと、「特に液状化の可能性あり」と判定され、非常に液状化を起こしやすい粒度である。また、志筑新島ならびに塩田新島で採取された噴砂の特徴としては均等係数が大きく、比較的粒度が良い砂であることがわかる。しかし、同じく

粒度による液状化判定を行うと、塩田新島1の噴砂を除き、「特に液状化の可能性あり」の範囲内であり、塩田新島1も若干外れているだけである。これらのことから、採取した噴砂は液状化を起こす可能性が高い粒径範囲内に分布していることがわかる。



(1) 均等係数 U<sub>c</sub> < 2.5



(2) 均等係数 U<sub>c</sub> ≥ 2.5

図6 噴砂の粒度分布

## 4. 港湾施設被害

淡路島には洲本港など16の地方港湾のほか、第1種・第2種漁港を合わせて22の漁港がある。今回の地震ではこれらの港湾にも被害が見られた。著者らが被害調査を行った港湾施設のうち、被害が大きかった事例について報告する。表3に今回の調査で被害が確認された港湾施設を示す。

### 4・1 淡路市の港湾施設

#### 4・1・1 津名港塩田地区

津名港塩田地区の港湾施設では地盤の液状化に伴う側方流動の影響と考えられる岸壁の移動が確認できた。図7に示すように岸壁が約200mの幅で移動しており、岸壁に約10cmの段差が生じ(図8)、岸壁ブロックが破損している個所も見受けられた。この港湾施設は利用されていないためか、調査時点では補修などの工事がされていない。



表3 港湾施設の被害状況

市	港湾名	被害概要
淡路市	津名港	塩田地区では液状化に伴う側方流動により岸壁が移動、段差が発生 志筑地区でも岸壁の移動と段差が発生、津名港ターミナルビル周辺岸壁でも移動が発生
	生穂漁港	岸壁部分が前方へ移動、岸壁周辺部でアスファルトに亀裂・沈下、土間コンクリートが移動・沈下、荷捌き所と土間コンクリート間のパイプが破損
	釜口漁港	岸壁に隙間が発生、水叩きの一部が陥没
	育波漁港	岸壁の2か所で広範囲の隙間
	浅野漁港	組合事務所と荷捌き所の岸壁に隙間が発生、荷捌き所内ではコンクリートが破損・沈下
	尾崎漁港	水叩きの一部が陥没、岸壁に隙間が発生、荷捌き所付近で沈下を確認
	仮屋漁港	水叩きの一部で沈下、段差が発生
	塩田漁港	岸壁に隙間
洲本市	炬口漁港	岸壁にひび割れ、隅角部の岸壁が移動
	渡瀬漁港	水叩きにひび割れ
	鳥飼漁港	岸壁に亀裂
南あわじ市	阿那賀漁港	岸壁に亀裂を確認

4・1・2 津名港志筑地区

生穂新島と志筑新島に囲まれた津名港志筑地区においても港湾施設の被害が確認でき、志筑地区では図9に示すように岸壁の移動が確認でき、約7cmの段差も生じていた。同じく、図10に示すように津名港ターミナルビル北側の岸壁でも幅約50mにわたって岸壁背面で沈下が見られ、約3cmの段差が生じていた。また、若干ではあるが岸壁が移動・傾斜している状況が観察できた。今回行った調査では津名港塩田・志筑地区で被害が最も大きく、これは淡路市志筑で震度6弱が測定<sup>8)</sup>されていることから、強い地震動によるものと考えられる。



図9 津名港志筑地区の岸壁被害



図7 津名港塩田地区の港湾施設被害



図10 津名港ターミナルビル北側の岸壁被害



図8 津名港塩田地区岸壁の段差

4・1・3 生穂漁港

4月13日当時、これまでの生穂漁港の南側に新しい卸売施設が新規に建設され、完成直前であったが粉会の地震で被害が生じた。図11に示すように卸売施設の岸壁部分が幅約80mにわたって前方へ移動しており、最大変位量は20cm程度あった。また岸壁周辺部では、図12のように岸壁周辺のアスファルトに亀裂が生じ、最大で約20cm沈下しており、また岸壁の土間コンクリートが移動・沈下し、荷捌き所と土間コンクリートの間に接続されていたパイプが破損していた(図13)。沈下量は約10cmと考えられる。調査時点では補修工事中であった。



図 11 生穂漁港岸壁の移動

内ではコンクリートが破損し、約 5cm 沈下している部分もあった。



図 14 釜口漁港の水叩き陥没跡（補修後）



図 12 アスファルトの亀裂・段差



図 15 浅野漁港の岸壁被害



図 13 荷捌き所のパイプ接続部の破損

#### 4・1・4 釜口漁港

釜口（かまぐち）漁港では岸壁に約 6cm の隙間が発生し、水叩きが 2 ヶ所で陥没し、孔が開いていたとの証言を得た。図 14 に示すように 8 月 13 日の調査時には陥没部分はコンクリートですでに補修が終了していた。

#### 4・1・5 浅野漁港

浅野漁港では組合事務所と荷捌き所の岸壁に幅約 230m にわたって 3cm の隙間が生じていた（図 15）。地震発生時がシラス漁の最盛期で、被害が軽微であったため、自主的に補修したとのことであった。荷捌き所

#### 4・1・5 その他の漁港

淡路市では浅野漁港、尾崎漁港、仮屋（かりや）漁港、塩田漁港において被害が確認されたので、概略のみ述べる。

浅野漁港では岸壁に 2 か所で隙間や段差が見られ、最大段差約 5cm、幅約 200m にわたって変位が見られた。また、尾崎漁港では水叩きの一部が約 10cm 陥没しており、岸壁に約 4cm の隙間が生じていた。次に、仮屋漁港では水叩きの一部で沈下が生じ、約 3cm の段差が幅約 50m にわたって発生していた。最後に、塩田新島と塩田の間にある塩田漁港でも軽微ではあるが岸壁に 5cm 程度の隙間が幅約 130m にわたって生じていたが、既に補修されていた。

#### 4・2 洲本市の港湾施設

##### 4・2・1 炬口漁港

炬口（たけのくち）漁港は洲本川を挟んで洲本港の北側に位置している漁港である。岸壁にひび割れや隙間があり、図 16 に示すように隅角部のコンクリートブロックが約 7cm 移動していた。洲本では最大 470gal の



加速度<sup>6)</sup>が観測されているにもかかわらず、港湾施設の被害は軽微であった。

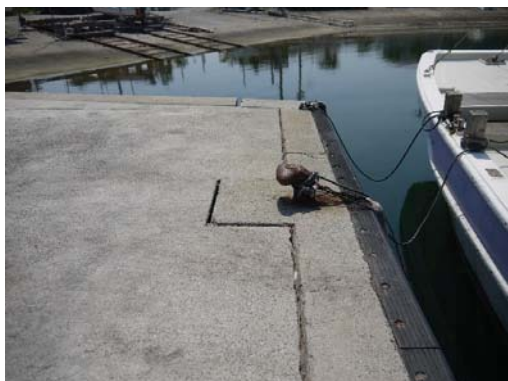


図 16 炬口漁港の岸壁被害

#### 4・2・2 渡瀬漁港・鳥飼漁港

洲本市内の漁港では、渡瀬漁港と鳥飼漁港の2ヶ所で被害が確認できた。渡瀬漁港は水叩きに幅約7mにわたってひび割れが生じ、最大10cm程度の開きが確認できた。次に、兵庫県がまとめた被害報告<sup>9)</sup>には記載がなかったが、鳥飼漁港においても岸壁に幅約30mにわたって亀裂が生じていることが確認できた。

#### 4・3 南あわじ市の港湾施設

##### 4・3・1 阿那賀漁港

兵庫県がまとめた被害報告<sup>9)</sup>には記載されていないが、阿那賀漁港においても図17に示すように岸壁に幅約40mにわたって亀裂が生じていた。



図 17 阿那賀漁港の被害状況

## 5. まとめ

平成25年4月13日に淡路島付近で発生した地震により発生した液状化被害の状況をまとめ、液状化により噴出した砂の粒度を比較した。また、淡路島内の小さな漁港から比較的大きな港湾まで、岸壁などの港湾施設の被害状況をまとめた。

1) 液状化は淡路市の埋立地に集中しており、他の地域

では確認できなかった。液状化した場所で噴砂を採取し、粒度を測定した結果、すべての試料は液状化を起こす可能性が高い粒度内に分布していた。

2) 淡路島内の主要な港湾について被害調査を行った結果、岸壁などの港湾施設に被害が見られた。一部の埋立地では、背面地盤の液状化によるものと思われる側方流動が確認できた。

3) 今回発生した地震の規模が小さかったが、漁港を含めた港湾施設には短時間での修復可能な軽微な被害を含めると相当数の被害があることがわかった。

今後は、漁港を含む比較的規模の小さい港湾施設の液状化対策や耐震対策について検討し、近い将来、発生が予想されている南海地震・東南海地震に向けて減災の一助としたい。

## 参考文献

- 1) 平成25年4月13日淡路島地震被害【速報】，<http://www.akashi.ac.jp/csee/wp-content/uploads/sites/19/2013/07/20130415.pdf>，(2013.9.13 取得)
- 2) 平成25年4月13日淡路島地震被害【第2報】，<http://www.akashi.ac.jp/csee/wp-content/uploads/sites/19/2013/07/20130422.pdf>，(2013.9.13 取得)
- 3) 平成25年4月13日淡路島地震被害状況【第3報】，<http://www.akashi.ac.jp/csee/wp-content/uploads/sites/19/2013/08/e1a75b65ac0ff42dee2db61403385dc5.pdf>，(2013.9.13 取得)
- 4) 国土交通省災害情報：“淡路島付近を震源とする地震について(第8報)”，<http://www.mlit.go.jp/common/000995019.pdf>，(2013.9.13 取得)
- 5) 片尾浩，澁谷拓郎：“4月13日淡路島の地震 M6.3 と余震観測”，DPRI Newsletter, No.69, pp.2~3 (2013)
- 6) 防災科学研究所：“2013年04月13日 淡路島付近の地震による強震動”，[http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/topics/html20130413053245/main\\_20130413053245.html](http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/topics/html20130413053245/main_20130413053245.html)，(2013.9.13 取得)
- 7) 山崎浩之，善功企，小池二三勝：“粒度・N 値法による液状化の予測・判定に関する考察”，港湾技研資料，No.914 (1998)
- 8) 国土交通省国土技術政策総合研究所：“淡路島付近を震源とする地震による建築物の被害調査報告”，<http://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2013/130426.pdf>，(2013.9.13 取得)
- 9) 兵庫県災害対策本部事務局：“平成25年4月13日淡路島を震源とする地震現在判明している被害と対応状況”，<http://web.pref.hyogo.lg.jp/kk03/jishin/documents/jisinjouhou6.pdf>，(2013.9.13 取得)