

2001 年芸予地震による地盤の液状化（速報）

復建調査設計株式会社 正会員 ○若槻好孝
同 上 正会員 藤井照久

1. まえがき

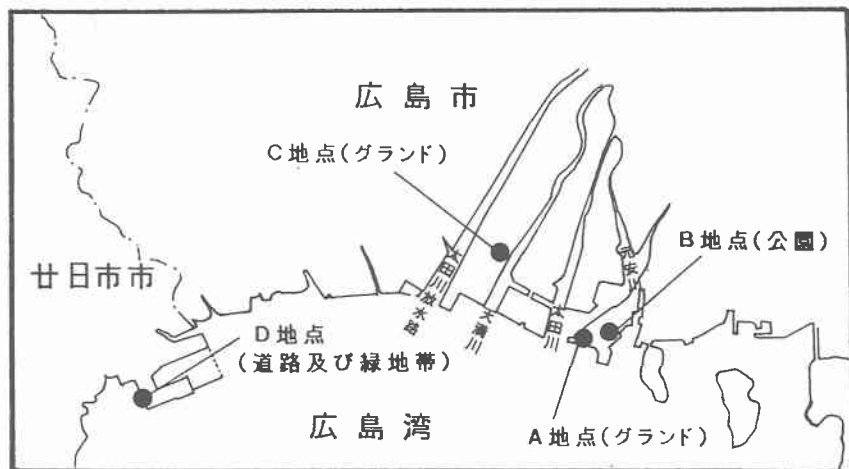
2001 年 3 月 24 日午後 3 時 27 分、瀬戸内海西部の芸予灘を震源として、マグニチュード 6.4 の芸予地震が発生した。この地震によって広島市およびその周辺地域の地盤で液状化が生じ、噴砂が認められた。本報では、これら噴砂の物理特性について分析するとともに、鳥取県西部地震を含めた過去の地震で発生した噴砂の物理特性との比較を行った結果を報告する。

2. 噴砂の物理特性

芸予地震直後に図一 1 に示す A～D の 4 地点で噴砂を確認した。確認した噴砂試料は、分級されていない箇所を確認し、森ら¹⁾の示す方法に基づき採取を行った。図一 1 中には、それぞれの地点の土地利用状況も合わせて示している。

各地点の埋立完成年は、「広島市の埋立史」²⁾によれば、A、B 地点で 1966 年、C 地点で 1947 年と報告されている。D 地点は明確でないが、A、B 地点と同様に埋立から約 30 年未満の比較的若齢な埋立地であるものと考えられる。

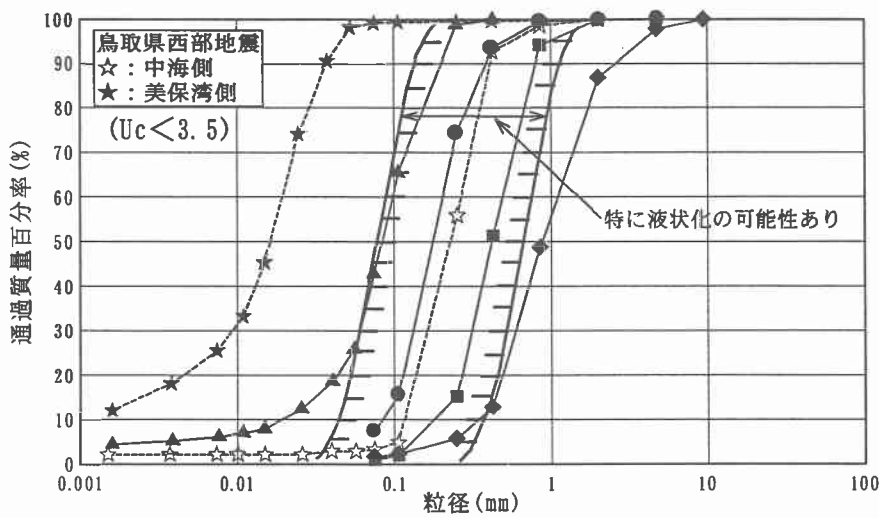
表一 1 に噴砂の物理特性を示す。また、図一 2 に各地点の噴砂の粒径加積曲線を示す。なお、表中の記号と図中の記号は一致する。図中には、昨年（2000 年）発生した鳥取県西部地震で採取した代表的な噴砂の粒径加積曲線を示している。さらに、同図には、港湾施設の技術上の基準・同解説³⁾に示されている均等係数（ U_c ）が 3.5 未満の場合の「特に液状化の可能性あり」の範囲もあわせて掲載している。



図一 1 噴砂採取地点平面図

表一 1 噴砂の物理特性

地点	最大粒径 D_{max} (mm)	平均粒径 D_{50} (mm)	均等係数 U_c	曲率係数 U_c'	細粒分含有率 F_c (%)	土質分類	記号
A	4.75	0.18	2.2	1.1	8	(S-F)	●
B	0.425	0.085	4.6	1.8	43	(SM)	▲
C	4.75	0.42	2.2	1.0	1	(SP)	■
D	9.5	0.89	2.9	0.9	2	(SP-G)	◆



図一 2 噴砂の粒径加積曲線

①A地点

埋立時の浚渫砂である。砂分含有率は 92(%)で均等係数 (U_c) も 2.2 と小さい。また、粒度分布も「特に液状化の可能性あり」の範囲に位置する土である。

②B地点

A地点と同様に埋立時の浚渫砂である。両地点は比較的近接しているが、粒度構成は異なり、B地点では細粒分が 43(%)、砂分が 57(%)と細粒分の含有率が高い。また、最大粒径も 0.425(mm)と小さく、A地点と比較すると粒径加積曲線は細粒分側にシフトするような位置に分布する。細粒分は、シルト分が 37(%)、粘土分が 6(%)であり、シルト分が卓越している。また、液性限界および塑性限界ともに NP を示し、非活性な細粒分である。B地点の粒径加積曲線も大半が「特に液状化の可能性あり」の範囲に分布する。

③C地点

埋立時の浚渫砂である。砂分が 99(%)と多く、均等係数は 2.2 と小さい。また、粒度分布も「特に液状化の可能性あり」の範囲に位置し、液状化しやすい土であるといえる。

④D地点

埋立時の埋め土材料として用いられたまさ土である。この噴砂は、A～C地点とは異なり、礫分を 13(%)混入している。均等係数は 2.9 と小さいものの、他の地点の噴砂と比較して粗粒分側に分布しており、「特に液状化の可能性あり」の範囲からやや外れる粒度構成である。

3. 過去の地震による噴砂との比較

鳥取県西部地震では、弓ヶ浜半島に分布する 1980 年以降に埋立てられた若齢な海岸埋立地で噴砂が集中的に発生している。

この地震では、美保湾側と中海側で粒径加積曲線が大きく異なり、特に美保湾側ではこれまでに確認されていない細粒な土が液状化したという特徴が認められた(図-2 参照)。一方、芸予地震も海岸埋立地に液状化が集中しているが、各地点で粒度分布が異なり、幅広い粒度構成をなしていることが特徴的である。

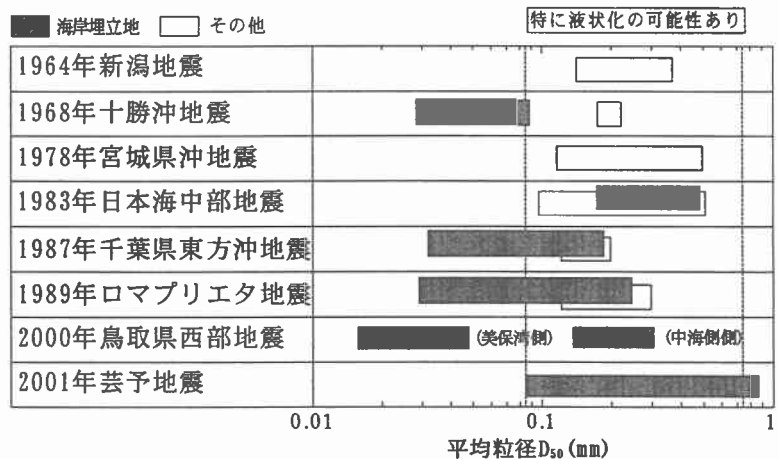


図-3 各地震で生じた噴砂の平均粒径範囲

図-3 は、森ら¹⁾ が示した各地震で発生した噴砂の平均粒径の範囲に鳥取県西部地震および芸予地震で著者らが採取した噴砂の平均粒径の範囲を加筆したものである。これによれば、従来の地震では海岸埋立地で平均粒径が細粒分側に多く分布し、液状化しにくいとされる土の液状化が認められるが、芸予地震ではこのような土は認められない。また、芸予地震では、これまでの地震と比較して平均粒径が粗粒分側に位置している土も液状化していることに特徴があるといえる。

4. まとめ

今回の芸予地震 (M6.4) では、液状化が発生したものの、これによって構造物が致命的な被害を受けるようなものではなかった。しかし、過去の芸予地震の最大クラスの地震 (M7クラス) が発生すれば、埋立地全体が甚大な被害を受ける可能性があるといえる。

<参考文献>

- 1) 森伸一郎：埋立地の液状化で生じた噴砂の諸特性，土と基礎，Vol. 39，No. 2，pp. 17～22，1991。
- 2) 網干寿夫：広島県の埋立史，土と基礎，Vol. 39，No. 1，pp. 46～50，1991。
- 3) (社)日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説，1999。