

芸予地震による山口県内の液状化について

山口大学工学部 正会員 ○兵動 正幸 吉本 憲正
山口大学工学部 学生員 渡辺 真悟 難波 宏文
山口大学工学部 学生員 山脇 大輔 山根 祐輔

1. まえがき

瀬戸内海の安芸灘において 2001 年 3 月 24 日 15 時 28 分ごろ、震源の深さ約 51km, M6.4 の地震が発生した。この地震は、広島県を中心とする中国地方の各地に多大な被害をもたらした。安芸灘の一体では過去に、M6～M7 クラスの地震が繰り返し発生しており、特に 1905 年 6 月には、M7.3 の大きな地震が発生している。今回の地震による山口県内の震度は、岩国市、柳井市で震度 5 強、光市、徳山市、山口市で震度 5 弱と近年にない大きなものであった。また、山口県内の岩国市や和木町において、おそらく県内で初めてと思われる液状化による噴砂現象が確認された。そこで著者らは、山口県内、特に震度 5 強を記録した岩国市を中心に、港湾施設の被害及び液状化被害の調査を実施した。さらに、調査を行った地点付近の加速度波形等のデータを収集し、液状化発生原因の検討を行った。

2. 港湾施設及び液状化の被害

山口県内の港湾施設の被害は、約 20 箇所、その大部分が岩国市、和木町、大島の護岸や岸壁である。図-1 に、岩国市及び和木町の港湾施設及び液状化被害箇所を示す。これらの被害状況は、主にエプロン部分のクラックや陥没であり、その被害程度は、クラックの幅が大きいところで 5～10cm 程度、陥没が 20～30cm 程度となっている。いずれも、使用に大きな支障が生じる程のものではなかったが、埋立地に被害が集中している。図中に示す A～C の地点は、液状化による噴砂現象が確認された地点である。液状化による噴砂現象は、民家の庭先、駐車場、畑、岩国新港のコンテナ置き場等で確認されている。これらの地点はいずれも埋め立てられて造成された地盤である。写真-1 に地点 A の液状化による噴砂現象を示す。この写真は、地震発生直後に撮られたもので、液状化し、水とともに噴砂がわき上がっている様子が捉えられている。山口県内において、このように視覚的に液状化現象が確認されたのは、おそらく初めてのことと思われる。写真に示されるように、山口県内で生じた液状化現象は、広島県内等で確認されたものと比較すると規模が小さく被害も軽微なものである。図-2 に和木町及び広島県内で液状化による噴砂現象が確認された地点より採取した噴砂の粒径加積曲線を示す。尚、港湾の施設の技術上の基準において「液状化の可能性あり」の範囲も併せて示す¹⁾。図より、いずれの噴砂試料も港湾の基準のほぼ中央部付近を通る粒度分布を示しており、液状化しやすい地盤であったと思われる。また、和木町で採取された試料は、他の試料に

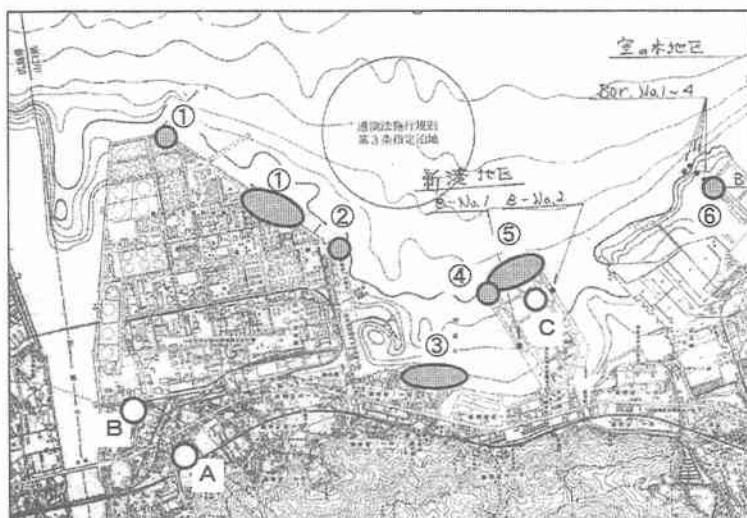


図-1 港湾施設及び液状化の被害箇所



写真-1 地点 A の液状化

比べると若干、粒径が大きいが粒度分布が悪く液状化しやすい材料であるといえる。岩国市及び和木町の液状化の規模が、広島県内のそれより小さいのは、震央距離が約 50km あったことが一つの原因と考えられる。図-3 (a) (b) に k-net 及び kik-net で観測された岩国市及び吉田村の加速度波形を示す。これら 2 つの波形は、震央距離が約 50km の地点で観測された地表面の加速度波形という点で一致している。(a) は、今回の芸予地震で観測された波形で、(b) は、昨年の 10 月に発生した鳥取県西部地震で観測された波形である。両者を比較すると、最大加速度は岩国が 219.0gal、吉田が 258.6gal で同程度である。しかしながら、主要動の部分に着目すると、岩国の波形では、100gal 以上の波が 10 秒程度継続しているのに対して、吉田の波形では、わずか 3 秒程度しか継続していないことが分かる。このような波形の違いは、結果として液状化の発生の有無につながっていると考えられる。つまり、鳥取県西部地震では、境港市など震央から 20~30km 程度の比較的震央に近い地域において液状化による噴砂現象が確認されたが、吉田村のように 50km 離れた地域での液状化による噴砂現象は確認されていない。これに対して、今回の芸予地震では、岩国市や和木町など震央距離が 50km ある離れた地域においても液状化による噴砂現象が確認されており、直下型と海洋型の地震動の違いが顕著に現れた結果といえる。そして、継続時間の長い地震動においては、振幅がそれ程大きくなくても液状化に対して、十分危険であることを示唆している。また、安芸灘では、文頭にも述べたように M6~M7 クラスの地震を繰り返し発生しており、今後、M7 クラスの地震が発生する可能性がある。特に、M7 クラスの地震が発生した場合、継続時間が長いだけでなく、振幅も大きくなるため、山口県内の至る所で液状化による被害が発生すると思われる。

3. まとめ

今回の芸予地震において、山口県内の港湾施設が約 20 箇所被害を被ったが、いずれも使用に大きな支障が生じる程のものではなかった。山口県内ではおそらく初めてと思われる液状化による噴砂現象が、岩国新港のコンテナ置き場で 1 カ所、和木町の民家の庭先、あるいは畑等数カ所で確認された。この地震は、海洋型であり、地震動の継続時間、特に主要動部分が長く継続したため、震央距離が 50km ある岩国市等でも液状化による噴砂現象が確認された。このことは、継続時間の長い地震動においては、振幅がそれ程大きくなくても液状化に対して、十分危険であることを改めて認識させられるものであった。

謝辞

山口県港湾課の溝部氏には、資料並びに各種情報を提供していただいた。また、調査遂行にあたり県市町職員の方々には、様々な形で協力していただいた。さらに、調査遂行にあたり k-net 及び kik-net の強震観測記録を使用させていただいた。記して謝意を表する。

参考文献

1) (社) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説、1999。

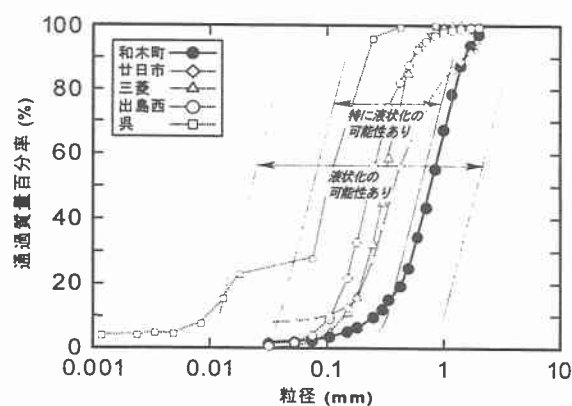
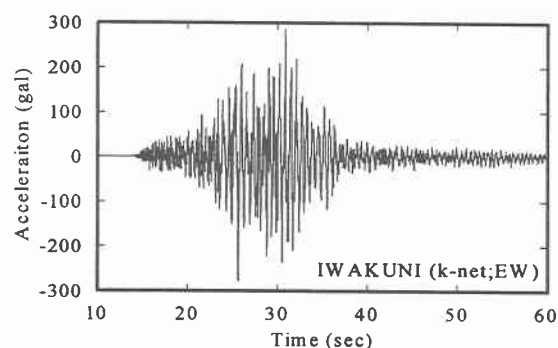
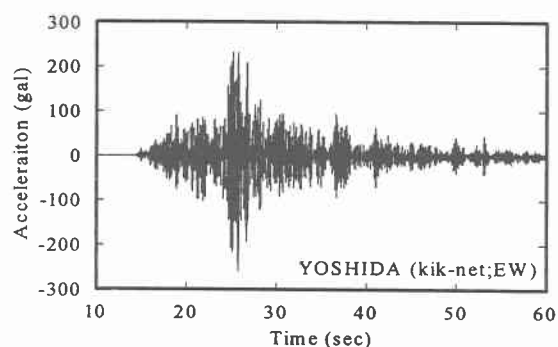


図-2 噴砂の粒径加積曲線



(a) 岩国 (k-net ; EW)



(b) 吉田 (kik-net ; EW)

図-3 加速度波形