

わが国における地震時の海岸変状の事例調査

東京電機大学 学生員 ○ 風見 健太郎
 東京電機大学 正会員 安田 進
 東京電機大学 佐野 秀紀 鈴木 宏和

1. はじめに

1999 年に発生したトルコ・コジャエリ地震では、液状化被害のほかに Izmit 湾南岸地域の Golcuk , Degirmendere で海岸線を中心に大きな被害が発生した。Golcuk では海岸が沈下し水没する被害 , Degirmendere では海岸が流出するといった被害が発生した。そこで、日本でもトルコ・コジャエリ地震と同様な被害が発生していると思われ文献¹⁾を用いて調査を行なった。調査を行なった結果、日本でも過去にトルコ・コジャエリ地震と同様な被害が発生していることがわかった。また、本研究では、過去に被害をもたらした地震動と同程度の規模の地震が発生したことを想定して、過去に被害が起きた地域付近の断面をとって斜面の安定解析を行い検討した。以下にその概要を示す。

2. 湖岸の水没による海岸変状の事例

琵琶湖周辺では地震が発生するたびに多くの土地が海中に水没していることが文献¹⁾からわかった。代表的なのは 1662 年に発生した滋賀県を震源とする M 7.5 の地震である。この地震では 85ha あまりの土地が海中に没したとのことである。過去、他にも琵琶湖周辺では湖岸の土地が水没する被害が発生している。そこで、図 1 にこの周辺での断層と被害が発生した地域を記した図を示す。この図から被害が発生した地域では断層が発生してきていることがわかる。これは、トルコ・コジャエリ地震で地盤が沈下し水没した Golcuk でも、同様に断層が発生しており類似していることがわかる。

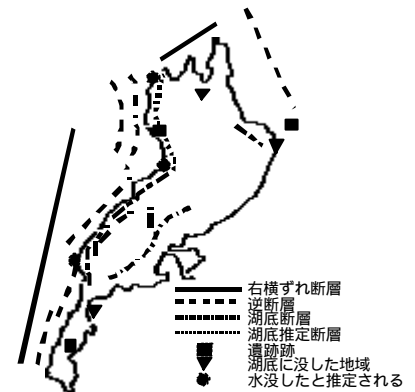


図 1 琵琶湖周辺の水没地域と断層

3. 海底地すべりに伴う海岸変状の事例

(1) 1498 年明応大地震の事例

1498 年に駿河湾沖を震源として発生した明応大地震では、地形変化を多く生じた地震であることがわかった。そのなかでも代表的なのが、現在の静岡県焼津市小川港付近にあったといわれている林叟院という寺院が海没した事例である。海没した原因として海底谷の存在が挙げられる。そこで、小川港付近の海底地形図を図 2 に示す。地形図を見る限り小川港付近は陸地から 500m 足らずで急深の海底谷となっていることがわかる。江戸時代から明治期にかけて数百 m の海進があったという事実があり、海底谷のすぐ近くに海岸があったと考えられる。また、林叟院の跡地は陸地から 300 ~ 400 m のところにあり、急深の海底谷が 100 ~ 200 m 程度のところにせまっており、地震動により何らかの原因で海に引きずり込まれて海没したと推定される。現地調査を行ったところ、この付近の海岸は直径が 10mm 程度の礫により覆われており、この付近を覆っているのは瀬戸川や大井川から運ばれた扇状地堆積物であると思われる。したがって、谷地形に堆積していた砂礫が地震によりすべり破壊を生じたのではないかと考えられる。

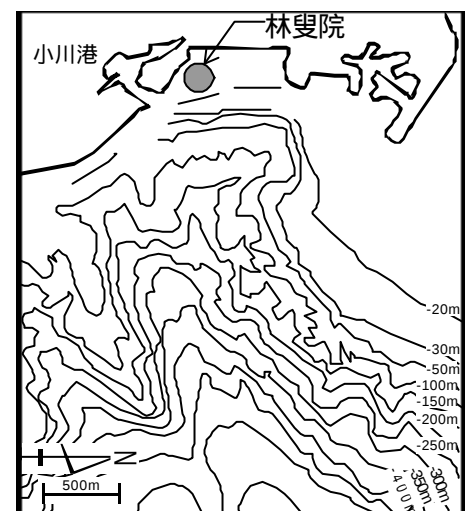


図 2 小川港付近の海底地形図

(2) 1154 年の生地鼻の事例

キーワード：断層，地盤災害，斜面の安定解析，地震動

連絡先：東京電機大学大学院理工学研究科，埼玉県比企郡鳩山町石坂，0492 - 96 - 2911 (2784)

新収日本地震資料¹⁾によると、1154年に富山平野にある生地鼻付近で地震動が原因で地盤が陥没し、新治村という村があったところが一瞬にして海となったという事例がある。富山平野は大河川である黒部川が流れ込んでおり、この付近は扇状地堆積物に覆われていると思われる。また、図3の海底斜面勾配を比較した図から、生地鼻付近の海底の勾配は、小川港と同様に急峻になっていることがわかる。この付近は沿岸の漂砂も多いことがわかっている²⁾。

4. 地盤流出が考えられる地域の斜面

図3にトルコ・コジャエリ地震で地盤が流出した被害が発生した地域と日本で過去に地盤の流出が原因と考えられる地域の海底斜面を比較した図を示す。この図を見るとコジャエリ地震で被害が発生した Degirmendere および三保の松原で汀線付近の傾斜が最も大きくなっていることがわかる。また、小川港や生地鼻付近や他の地域でも海底地すべりが頻繁に発生するといわれている $6^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ³⁾の範囲にあり、海底地すべりに伴い地盤災害が発生したと思われる。

5. 安定解析

過去に被害があった生地鼻と海底勾配が Degirmendere に匹敵する三保の松原付近について斜面の安定解析を行なった。解析の条件は三保の松原の場合、このあたりは $D_{50}=10$ mm 前後の粒径の礫漂砂が多いということから、モデルには $\phi=32^{\circ}$ の礫からなる斜面のモデルを想定した。また、生地鼻は河川からの土砂の流入による扇状地堆積物の上に漂砂による土砂が堆積して円弧状の地形を形成する円弧砂シと呼ばれており、下層を扇状地性堆積物 $D_{50}=100$ mm、上層を漂砂による堆積物である $D_{50}=10$ mm として2層地盤にした。

図4に安全率 (F_s) と水平震度の関係の図を示す。この図から常時 ($K_h=0$) のときでは安全率は1.0を大きく上回っているが、地震力が加わると安全率が急激に低下した。三保の松原では1498年に発生した明応大地震でのマグニチュードと震央距離から Joney and Boore の式⁴⁾から $A_{max}=148$ gal となった。また、生地鼻では文献⁵⁾から $A_{max}=393$ gal 程度と推定される。水平震度は地震最大加速度の2/3程度と仮定するとそれぞれ、0.10、0.26程度となる。これらの値を図4に当てはめると想定した地震動のケースでは三保の松原、生地鼻で安全率がほぼ1.0を下回る。崩壊前の地形は分からないのではっきりとは言えないが、現在の海底勾配程度であったと仮定すると、地震時にこれらの箇所で崩壊したことが説明できた。

6. まとめ

琵琶湖では過去に地盤が水没する被害が発生している。

小川港、黒部川流域では地震動により扇状地性の堆積物が滑り崩壊を生じたのではないかと考えられる。

参考文献

- 1) 東京大学地震研究所：新収日本地震資料，1980。
- 2) 宇多 高明：日本の海岸侵食，pp169～pp177，1998。
- 3) 土質工学会：海洋・海岸工学と土質，pp8～pp9，1985。
- 4) 地盤工学会：地震による地盤災害に関するゾーニングマニュアル，pp14～pp15，1999。
- 5) 平石・柴木・原崎・原・三島：地震断層と海底地すべりを考慮した1998年パプアニューニア地震津波の日本沿岸への適用，第47回海岸工学論文集 pp341～pp345，2000。

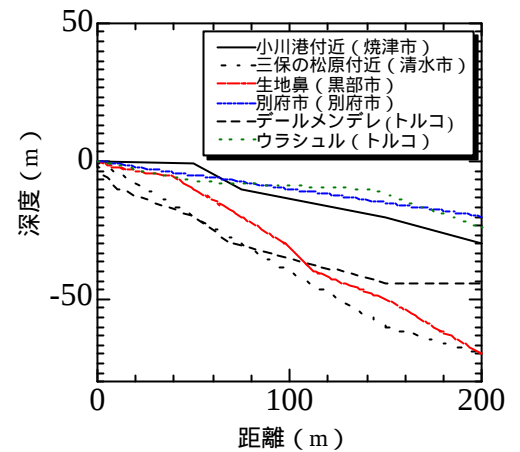


図3 各地の海底斜面勾配の比較

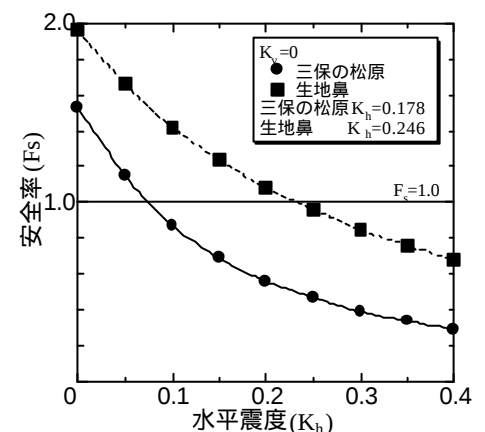


図4 安全率と水平設計震度の関係