

東京電機大学大学院 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 学生 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、軟弱地盤上での液状化による構造物被害のほかに、イズミット湾周辺にあるギョルジュクでの断層変位に伴う地盤の沈下で構造物が水没する被害が発生した。また、イズミット湾南岸にあるデールメンデレを含む各地域で海岸線の地盤が海底断層に向かって流出し、海岸線付近にあったホテルや公園が流出し大きな被害を受けたことが報告されている¹⁾。図1にデールメンデレの被害地域を示す。また、日本でも新潟県沖にある粟島で波浪によって海岸が流出し港湾構造物が被害にあった事例がある²⁾。粟島の事例があるように大地震が発生した場合、国内でもデールメンデレのような被害が発生する可能性があると考えられる。そこで、本研究では日本でも同様の被害があるのか過去の文献から調査した。また海岸模型傾斜地盤を作製して粒形により加速度変化がどのようになるかを確認するために振動台実験を行った。以下にその概要を示す。

2.日本での海岸変状

宇佐美など^{3),4)}の文献をもとに日本で過去海岸変状または湖岸変状が発生した地域についてまとめたのが図2である。また、この図には1万年前から現在において扇状地が形成された地域および沿岸の漂砂が多い箇所と海岸変状が発生した地域との関係を示した。図中にある★印のところは過去に海岸変状または湖岸変状が発生した地域を示す。この図から、扇状地が発達している箇所と漂砂が多い箇所に海岸・湖岸変状をきたした地域が多く見られる傾向にあることがわかる。この要因として扇状地がある箇所では過去または現在において土砂の流入が多いことが考えられる。また、漂砂が多い箇所では土砂の過剰な堆積で構造が不安定になっていると考えられる。以上のような素因が考えられ、地震動が誘因となって海岸・湖岸変状が発生したと思われる。また、イズミット湾には海岸線にそって海底断層が走っている。海岸・湖岸変状の起こった地域の多くに断層または海底断層が海岸・湖岸に沿って走っている場合が多く何らかの地殻変動が影響している可能性も考えられる。

3.日本とイズミット湾南岸各地域の海岸勾配の比較

イズミット湾周辺で海岸変状があった箇所と日本で過去に海岸変状があったと考えられる箇所の海底地形キーワード：地盤災害、地震、海岸変状、海底斜面の安定解析

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(2748)

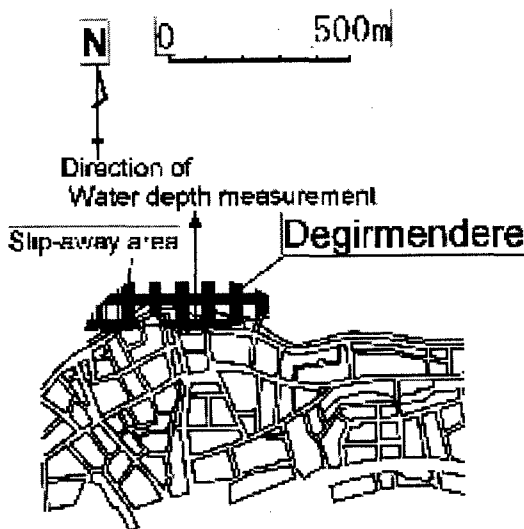


図1 デールメンデレの被害地域



図2 海岸変状と扇状地・漂砂の関係

勾配を比較した図を図3に示す。海底地形は海図から最も勾配が急であると思われる地域を対象として描いた。汀線付近の勾配を計算してみるとデールメンデレでは最大で 45° 近くの勾配を示しているが、斜面付近では 20° になっている。ウラスルでは 6° とデールメンデレに比べてかなり小さい海底勾配になっている。日本では現在も海底地すべりにより海岸侵食が頻繁に起こっている三保海岸および黒部川河口付近の生地鼻を代表例とした。また、小川港は 1498 年の明応大地震の際に林叟院という寺院が海中に没したということで比較の対象とし、別府湾も 1596 年に瓜生島が地震により水没したという伝説があり対象とした。そこで、日本各地の汀線付近の勾配を比較すると三保海岸で約 23° 、生地鼻で約 22° となっている。小川港付近は当時の海岸線の海底勾配をとったものだが、海底勾配は 8° 前後となっている。これは、海底地すべりが頻繁に起こるといわれている大陸棚外縁の傾斜である $6^\circ \sim 15^\circ$ に集中しており海底地すべりに伴い海岸変状が発生したことを示唆していると考えられる。

4. 海岸模型傾斜地盤振動台実験

海岸模型傾斜地盤を作製して振動台実験を行った。また、試料は豊浦砂 ($d_{50}=0.174\text{ mm}$)、吹上から採取した砂礫 ($d_{50}=10.3\text{ mm}$) を用いた。試料の投入方法は水中の安息角になるように水中落下法によりなるべく緩く堆積させた。図4に実験結果を示す。横軸に傾斜角、縦軸に表層が崩壊するときの加速度をとった。豊浦砂、砂礫とも傾斜角の増大とともに崩壊する加速度が小さくなった。また、粒径が大きいほうが崩壊するまでの加速度が大きくなった。

5. デールメンデレにおける安定計算

イズミット湾のデールメンデレで斜面の安定解析を行った結果、デールメンデレの安全率は常時で $F_s=2.98$ 、地震時では $F_s=0.70$ と地震時では安全率が急激に低下することがわかった。砂礫地盤で覆われたこの海岸では地震動により崩壊した可能性が高い。

6. まとめ

- (1) 扇状地および漂砂による土砂の過剰な流入および不安定な堆積をする地域に海岸変状が発生しやすいと考えられる。
- (2) 崩壊を生じる加速度は勾配や粒径に影響され、勾配が急峻な場合や粒径が小さい場合に崩壊する加速度は小さくなると考えられる。

参考文献

- 1) 地盤工学会：2000 年トルコ・コジャエリ地震調査報告書，2000。
- 2) 斎藤・橋本・谷岡：粟島災害について，第 23 回海岸工学講演会論文集，pp262～266，1976。
- 3) 宇佐美龍夫：新編日本地震被害総覧，東京大学出版会，1995。
- 4) 東京大学地震研究所：新収日本地震史料，1980。
- 5) 土質工学会：海洋・海岸工学と土質，pp8～9，1985。

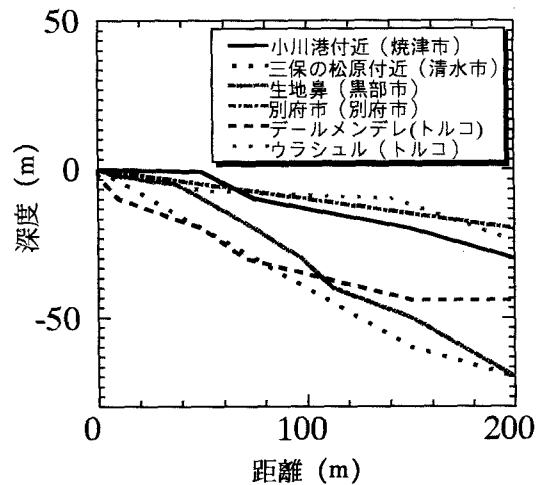


図3 海底地形の比較

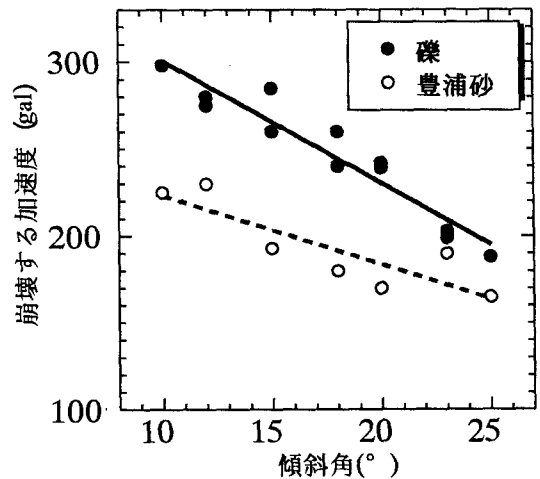


図4 傾斜角と崩壊する加速度の関係