

1999年トルコ・コジャエリ地震による液状化地盤の流動事例の分析

早稲田大学 フェロー会員 濱田 政則
 東海大学 正会員 Aydan Omer
 早稲田大学大学院 学生会員 ○喜田 和政

1. はじめに

1999年8月17日に発生したトルコ・コジャエリ地震は、広範囲な地域において砂質地盤の液状化を発生させた。液状化に起因して地盤の流動が生じ、水道などの埋設管路に被害が生じた。著者らの研究グループは、トルコ陸軍地図局及び南カリフォルニア大学の協力を得て、地震前後の航空写真を用いた地表面変位の測定を行っている。本論文では、これらの測定のうち、サパンチャ湖南岸のサパンチャ・ホテル周辺における測定結果と地盤条件の分析結果を報告する。

2. 航空写真による地盤変位量の測定

図-1にサパンチャ湖及びサパンチャ・ホテルの位置を示す。サパンチャ・ホテル周辺では地盤の水平移動と沈下によって広範囲に亘って湖岸が浸水した（写真-1）。付近の地表面には、湖岸にほぼ平行ないくつもの亀裂と噴砂の跡が見られ、地盤の水平移動が発生したことを示している。本研究では、図-2に示す5つのエリアにおいて地表面変位の測定と地盤条件の調査を行った。樹木の根元など地震前後の航空写真に共通な目標物の3次元座標を測量して、地震前後の各々の座標の差を地表面の水平変位量、沈下量とした。地表面変位の測量精度は水平方向で約50～60cmと見積もられている。地表面変位を図-3(a)～(e)に示す。サパンチャ・ホテル周辺の湖岸では地盤が全体的に湖方向に移動していることが分かり、3mを超える大きな変位も多く観測されている。

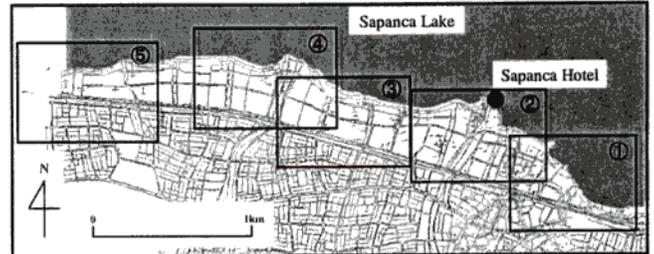
図-1 サパンチャ湖の位置¹⁾

図-2 分析対象地域

3. ボーリング地点における地表面水平変位量の推定と地表面勾配の算定

著者らの研究グループは、新潟地震など国内の地震における地表面変位の測量をもとに、次式のような地表面変位の予測式を提案している²⁾。

$$D_s = 36 \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\left(\sigma_{vi} H_i + \frac{1}{2} \gamma_i H_i^2 \right)}{\left(\sigma_{vi} + \frac{1}{2} \gamma_i H_i \right)^{\frac{3}{2}} \cdot \bar{N}_i} \theta \quad (1)$$

D_s : 地表面水平変位の予測量

σ_{vi} : 深さ方向に i 番目の液状化層上面に作用する全鉛直応力

H_i : i 番目の液状化層の層厚

γ_i : i 番目の液状化層の単位体積重量

\bar{N}_i : 有効鉛直応力によって補正された N 値

キーワード トルコ・コジャエリ地震, サパンチャ湖, 液状化, 側方流動, 地表面変位

連絡先 〒169-8555 新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学部 濱田研究室 TEL 03-3208-0349

式(1)のトルコ・コジャエリ地震への適用性を検証するため、流動地域でのボーリング調査結果による液状化層の判定及び地震前の航空写真による地表面勾配(図-3の測線に沿った)の測定を行い、式(1)の諸数値を決定した。トルコ・コジャエリ地震における地表面変位の予測値と観測値を国内地震によるデータと併せて図-4に示す³⁾。トルコ・コジャエリ地震におけるデータは、日本の既往地震におけるデータよりもややばらつきが大きい。サパンチャ湖周辺の地盤には粘性土層が含まれるなど、国内の事例と地盤条件が異なることなどが理由として考えられる。

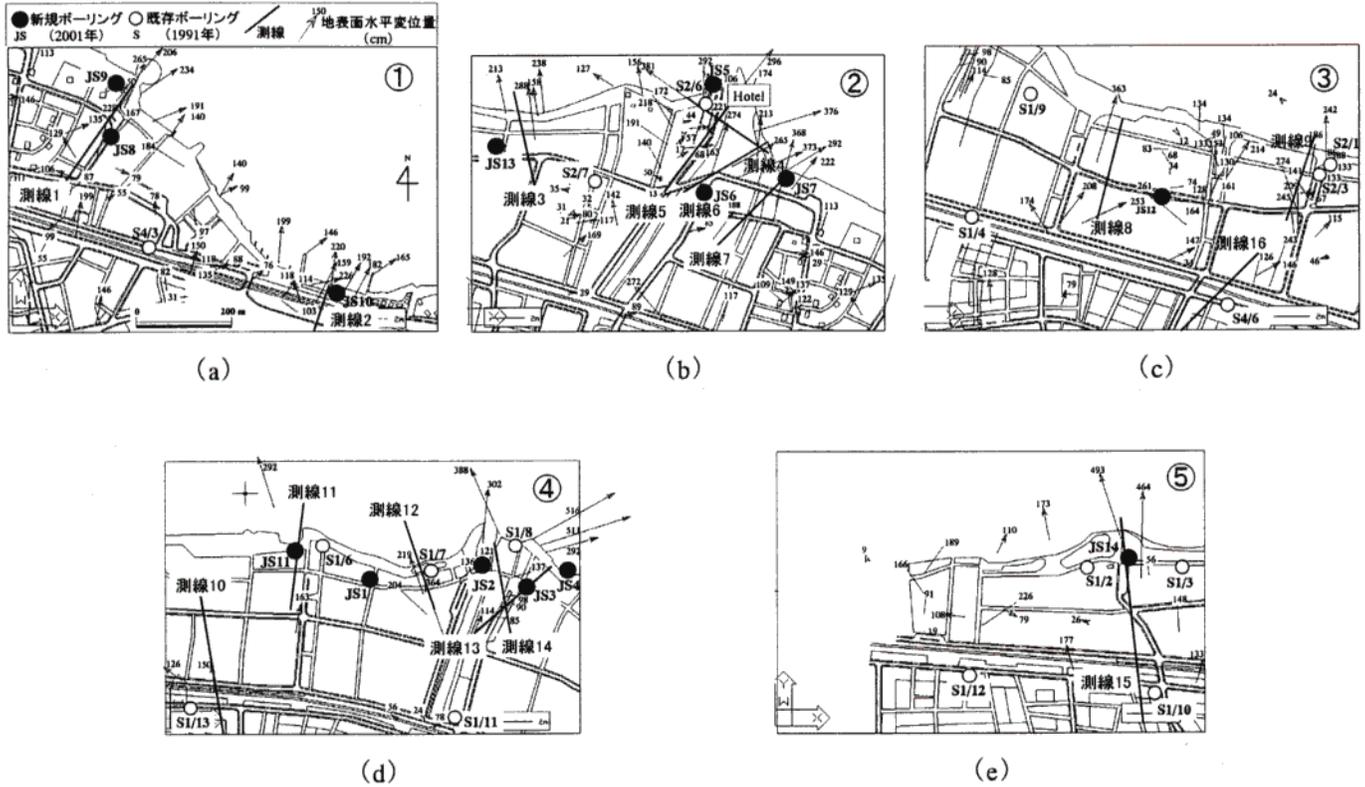


図-3 地表面の水平変位量（ベクトルの先頭の数字が変位量〔cm〕を示す）

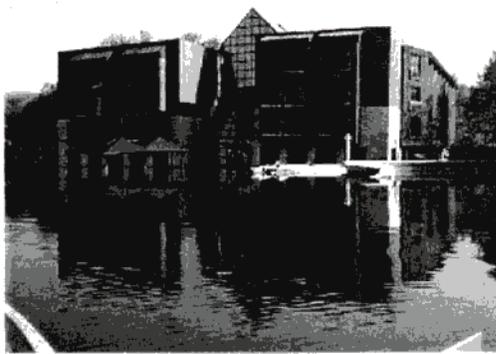


写真-1 浸水したサパンチャ・ホテル

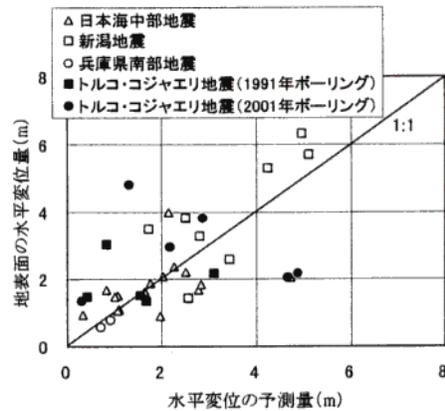


図-4 地表面変位の予測値と実測値の関係

参考文献

- 1) 1999年トルコ・コジャエリ地震調査報告,2000
- 2) 濱田政則, 若松加寿江, 島村一訓, 田島幸治, 楡達郎: 液状化地盤の水平変位量の予測法に関する研究「第2回構造物の破壊過程解明に基づく地震防災性向上に関するシンポジウム論文集」,2000
- 3) 犬塚真一: 1999年トルコ・コジャエリ地震による側方流動—サパンチャ・ホテル周辺における事例分析—, 2001年度修士論文