

## 考古遺跡における工学的手法を取り入れた地震被害調査

東京大学大学院 学生会員 伊藤 寛倫  
 東京大学生産技術研究所 正会員 小長井 一男  
 (独)産業技術総合研究所 寒川 旭

### 1. はじめに

1988年に著者の1人である寒川が提唱し誕生した地震考古学は、「考古学の遺跡発掘調査で認められる地震の痕跡（住居跡・古墳等の変形等）を手がかりとして過去の地震を探る」学問である<sup>1)</sup>。考古遺跡が地震研究の対象となる理由としては、日本にはおびただしい量の考古遺跡があること、考古遺跡では遺構・遺物を多く含む地層から年代が特定できること、変形前の整った形がある程度予測可能であること、等が挙げられる。実際現在までに考古遺跡で発見された地震跡を手がかりとして、被害をもたらした地震の発生日やマグニチュードの推定が行われている。

考古遺跡で発見される地震の痕跡とは、断層変位・液状化・地滑り等の痕跡である。これらは全て地震工学の調査・研究対象となり得るものであるが、現在のところ考古遺跡を対象として、工学的視点からこれらの調査・研究が行われた例は少ない。

### 2. 目的と手法

本研究の目的は、考古遺跡で発見される地震の痕跡を工学的手法により調査・分析し、地震考古学を工学的に発展させることにある。研究を進めるにあたっては、発掘調査中に地震の痕跡が検出されている考古遺跡を実際に訪れ現地で調査を行う。

### 3. 地震被害調査の実例

以下に実際に行った考古遺跡における地震被害調査のうち、元島遺跡(財)静岡県埋蔵文化財調査研究所)と今城塚古墳(高槻市立埋蔵文化財センター)の2例について紹介する。

#### a) 元島遺跡(静岡県磐田郡福田町)

元島遺跡は太田川の下流域に広がる海拔2m程度の平野上に位置する。弥生時代中期から江戸時代にかけての集落跡が確認されている複合遺跡である<sup>2)</sup>。

元島遺跡では液状化の痕跡が発見されている(図1)。13世紀の洪水層( )が液状化し上部の粘土層( )を突き破って噴砂が上昇している。噴砂が15世紀の遺構を引き裂き16世紀の遺構面に覆われているので、1498年に発生した明応東海地震によって生じた液状化の痕跡と考えられる。

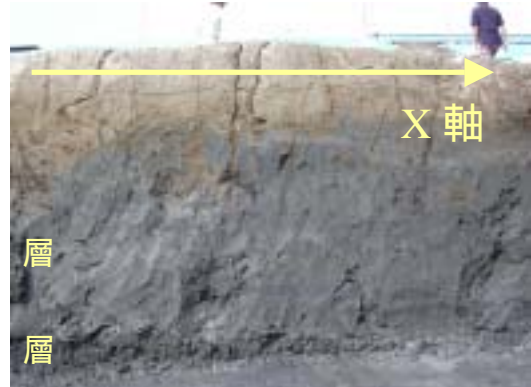


図1 噴砂の見られるトレンチ(元島遺跡)

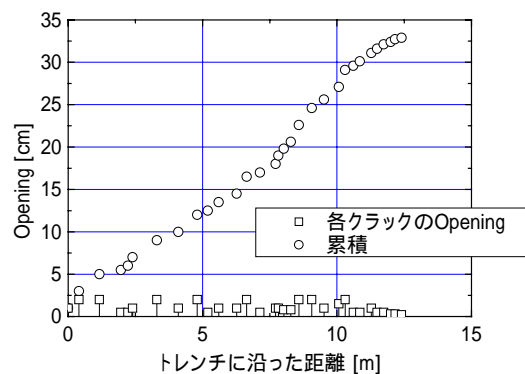


図2 トレンチに沿って生じた開口

工学的な分析として、遺跡の地表に生じたひずみの推定を行った。図2は、図1に示すX軸に沿って、噴砂のつまった個々の開口の大きさを計測した結果である。トレンチに沿って12.4mに対して累積で32.9cmの開口があることから、地表には約3%のひずみが生じたと推定される。

液状化層(層)は最大粒径6cmの礫を含むゆるい砂礫層で、およそ2mの厚みを持つ層に地震による慣性力が加わって間隙水圧が蓄積され、液状化したと考えられる。また元の水平面が幾分傾いていることから層の側方流動が生じたと考えられる。この側方流動により地表面が一様に約3%伸びたのであろう。

図1で噴砂はほぼ垂直に上昇していることから、

キーワード：地震考古学，考古遺跡，噴砂，地滑り，一面せん断試験

連絡先：〒153-8505 東京都目黒区駒場4-6-1 東京大学生産技術研究所 小長井研究室 TEL: 03-5452-6098 (ext.) 57250

Rankin 土圧理論的な主動破壊ではなく、液状化による水圧破碎，あるいは曲げによって層が破壊し，噴砂の筋道ができたと考えられる．層の破壊状況から，液状化で生じた水圧を推定することを現在検討中である．

明応東海地震による被害が甚大であったことは古文書（例えば「円通松堂禅師語録」）にも記録されているが，上記の調査結果からも，構造物に大きな被害が出たことが推定できる．

#### b) 今城塚古墳（大阪府高槻市）

今城塚古墳は淀川北岸で最大級の前方後円墳であり，継体大王の真の陵墓であるとされている<sup>3)</sup>．「今城」の名は戦国時代に織田信長（推定）に城砦として利用されたことに由来し，大規模な改変を受けている．しかしこれとは別に，前方部及び内濠等人為的な改変の少ない部分で，盛土・埋土と地山との境で典型的な地滑りの痕跡が発見された（図3）．滑り落ちた土塊が15世紀の放射性炭素年代値を示す試料を含む層を覆っていることから，1596年に発生した伏見地震によって生じたと考えられる．



図3 滑り面の様子

図3に示す地滑りは，地山（砂質粘土）の上を墳丘盛土からの崩壊土（有機質土）が滑っていた．滑り面で発揮されたせん断応力を推定することを目的として一面せん断試験を行った．一面せん断試験は，この滑り面がちょうどせん断断面となるようにサンプルを整形して行った．図4に試験の結果を示す．得られた強度定数は， $c=15.8\text{kPa}$ ， $\phi=25.2$ 度であった．

一方，図5に示すのは墳丘盛土内での主動破壊の様子である．墳丘は，縦横約40cm，高さ約10cmの小土塊を幾重にも積み上げて盛られている．これら小土塊が水平に積み上げられたと仮定すると，滑り土塊の回転も考慮して，図5から読み取れる内部摩擦角は30度弱であり，一面せん断試験の結果がある程度妥当な値であることを示している．

地滑りの規模や滑った距離と地震の規模とを関連づけるのが今後の課題である．今回の試験で得られ

た滑り面における強度定数を用いて，墳丘から土塊が滑り落ちる様子をシミュレーションすることを検討中である．

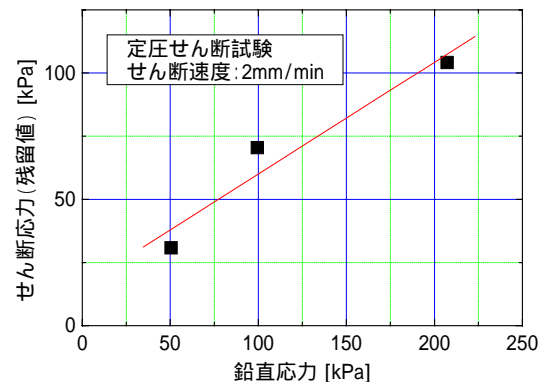


図4 滑り面に沿った一面せん断試験の結果



図5 墳丘盛土内における主動破壊

#### 4. まとめと今後の展望

2つの調査例からも，考古遺跡に見られる地震の痕跡を調査することにより，その被害を工学的に分類できる可能性が分かる．工学的な分析は，過去の地震の規模等を推定する上で，数値的な裏づけを与えることができるという点から重要である．

今後の展望としては，

- ・ 調査対象を広げ，地震被害を分類するための工学的指標の確立を目指すこと
- ・ 過去の地震の場所・時期・被害の工学的指標等をフィールドとするデータベース化を目指すことを新たな課題として考えている．

#### 【参考文献】

- 1) 寒川旭: 地震考古学(中公新書 1096), 中央公論社, 1992.
- 2) (財)静岡県埋蔵文化財調査研究所: 元島遺跡説明会配布資料.
- 3) 高槻市教育委員会: 史跡・今城塚古墳 - 平成 9-12 年度・規模確認調査 -, 1997-2001.