

鳥取城堀跡が微動特性に及ぼす影響（その2：高密度微動観測による H/V の考察）

(株) ニュージェック 正会員 ○蔭山太俊

鳥取大学 正会員 香川敬生

鳥取大学 正会員 野口竜也

1. はじめに

鳥取城堀跡が微動特性に及ぼす影響を調べるため、常時微動を用いた 3 成分単点観測と半径 0.3m からのアレー観測を実施し、 $V_s=80\text{m/s}$ 、層厚 3m という堀跡埋積物を推定した上で、その影響で H/V の周期 0.2 秒付近に 2 次卓越周期が現れることが分かった（蔭山・他，2011¹⁾）。

本論文では、堀跡が微動特性に及ぼす影響をもとに、高密度微動観測による H/V・堀跡の地図・ボーリングデータ等を比較し、それらの対応について考察を行った。

2. 対象地域

対象地域の表層には、粘土層、砂層などの軟弱層が堆積している²⁾。また、図 1 は 1857 年から測量に着手され 1859 年に完成した鳥取城下全図³⁾と現在の地図を重ね、対象地域を拡大したものである。鳥取城下全図には、用水等に利用されていた当時の堀が描かれている。堀跡の存在および資料の豊富さから醇風小学校とその周辺を主な対象地域とし、常時微動観測からこの地域の堀跡の深さを 3m と想定した。

3. 高密度微動観測

鳥取城堀跡が微動特性に及ぼす影響を調べるため、鳥取市街地の対象地域において、高密度(約 50m 間隔)の 3 成分単点観測を 105 点実施した。その観測点を図 2 に、結果の例として、観測点 No.15, 22, 55, 56, 72, 87, 103 の H/V を図 3~9 に示した。

また、醇風小学校のグラウンドをお借りし、半径 0.3~30m の円形アレー観測を 7 点実施した。アレー観測記録の解析には微動解析ツール BIDOver2.0⁴⁾を利用し、結果の例として、観測点 No.87, 103 の S 波速度構造を表 1 に示した。

4. 堀跡が微動特性に及ぼす影響

鳥取城堀跡が微動特性に及ぼす影響として、周期 0.05~0.3 秒における微動 H/V が、堀跡上でない観測

点(No.15 等)ではフラットに、堀跡の存在が推定できた No.103 では凹凸を示すことが分かった。また、堀跡上でない No.87 でも H/V が同周期帯で凹凸を示したが、No.103 の 1 層目は S 波速度が 80m/s と周辺の粘土層の速度[$V_s=120\sim150\text{m/s}$ 程度（野口・他，2003⁵⁾)] に比べ遅い軟弱な堀跡埋積物であり、No.87 の 1 層目は S 波速度が 120m/s と周辺の粘土層の速度とほぼ同等であるため粘土層であると推定した。

以上より、H/V が凹凸を示す観測点は堀跡上以外でも存在することが分かったが、堀跡上の No.103 は特に明瞭な凹凸を示し、軟弱な堀跡埋積物によって、H/V の 0.2 秒付近に 2 次卓越周期と思われるピークが現れることが分かった。

これらの結果を基に、H/V を以下の A~C に分類し、H/V 分布図と堀跡との対応を図 10 に示した。

- A) H/V の山および谷のピーク振幅比の差が 0.5 以上あり、凹凸が明瞭なもの。
- B) 分類 A 以外で H/V が凹凸を示すもの。
- C) H/V がフラットとなるもの。

分類 A に該当する観測点は 12 点と全体の約 1 割しか存在せず、その多くが図 10 において堀跡上であった。

5. 考察

ここでは、堀跡が微動特性に及ぼす影響をもとに、高密度微動観測による H/V・堀跡の地図・ボーリングデータ等を比較し、それらの対応について考察をおこなった。

【観測点 No.22】

観測点 No.22 は、堀跡上でないが、周期 0.05~0.3 秒において H/V が特に明瞭な凹凸を示した。近傍のボーリングデータ⁶⁾より、最上部粘土層とそれ以下の層の固さに明瞭な差があり(最上部粘土層の N 値が 2、その下層の砂層の N 値が 20 程度)、その影響で H/V が特に明瞭な凹凸を示したと推定した。

【観測点 No.55】

観測点 No.55 は、堀跡上にも係わらず、周期 0.05～0.3 秒において H/V がフラットとなった。この観測点がある道路は、周辺の土地と比較して大きく沈下した様子が見られる。よって、過去に軟弱な堀跡埋積物があったとしても、沈下の影響で締め固められ、H/V がフラットを示す観測点があると推定した。

【観測点 No.56 および No.72】

観測点 No.56, 72 は、周期 0.05～0.3 秒において H/V が特に明瞭な凹凸を示したが、鳥取城下全図では、この観測点下に堀跡の存在が示されていない。しかし、江戸時代初期の鳥取城下町の絵図である因幡鳥取城図³⁾(図 11)では、この観測点周辺に三日月湖状の堀が描かれている(図 11 の赤枠)。よって、これらの観測点はより古い堀跡上の観測点であり、H/V が特に明瞭な凹凸を示したと推定した。

対象地域で高密度微動観測により得られた H/V の卓越周期は約 0.8 秒程度であったが、50m という至近距離にもかかわらず、ごく表層地盤の違いにより約 0.2 秒の 2 次卓越周期が現れる観測点と、現れない観測点が点在した。なお、この 0.2 秒という卓越周期は、木造構造物等に影響を与える周期帯と一致する。よって、構造物が堀跡上にあるかどうか、地震時の被害に影響を与える可能性が示唆された。

謝辞

鳥取大学工学部土木工学科地圏環境工学研究室の皆様には観測に御協力頂きました。また、アレー解析には微動解析ツール BIDO ver2.0⁴⁾を使用させて頂きました。御協力下さったすべての皆様にこの場を借りて心から感謝を示します。

参考文献

- 1) 蔭山太俊・香川敬生・野口竜也(2011)：鳥取城堀跡が微動特性および地震動に及ぼす影響，第 63 回土木学会中国支部研究発表会 I-4
- 2) 木山英郎・藤村尚編者(1996)：'96 鳥取地盤図(社)地盤工学会中国支部。
- 3) 伊藤康晴・鳥取市歴史博物館編集(2010)：ここはご城下にござるー因州鳥取の城下町再発見ー，鳥取市歴史博物館。
- 4) 長 郁 夫：BIDO ver2.0，<http://staff.aist.go.jp/>

ikuo-chou/BIDO/2.0/bidodl.html

- 5) 野口竜也・西田良平・岡本拓夫・平澤孝規(2003)：工地震・微動・重力観測による鳥取平野の地盤構造の推定，土木学会地震工学論文集 CD-ROM, Vol.27, No.197.
- 6) 中国地方基礎地盤研究会(1995)：山陰臨海平野地盤図'95。

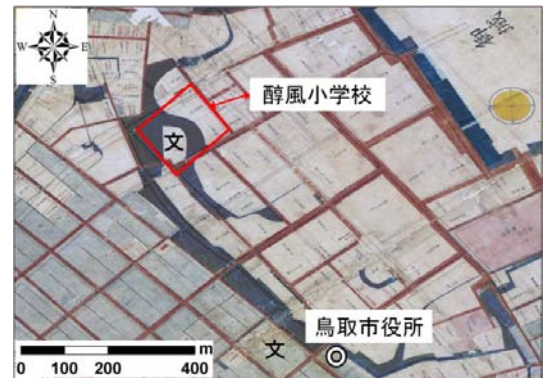
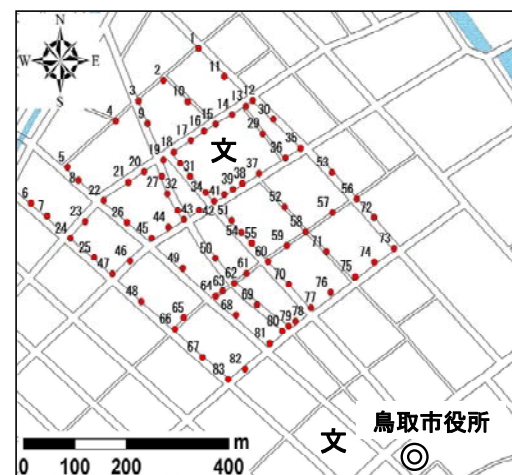
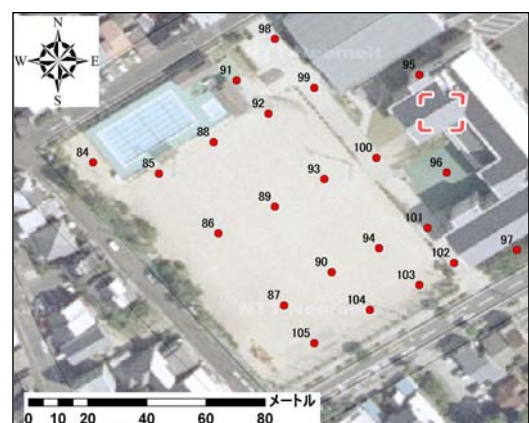


図 1 対象地域の堀跡³⁾



(a) 鳥取市街地



(b) 醇風小学校内

図 2 高密度微動観測点 (3 成分単点観測)

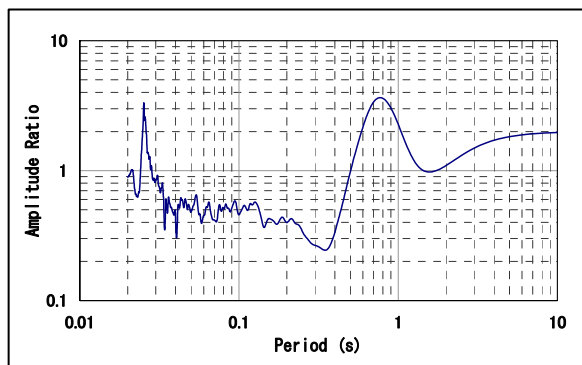


図 3 H/V (観測点 No.15)

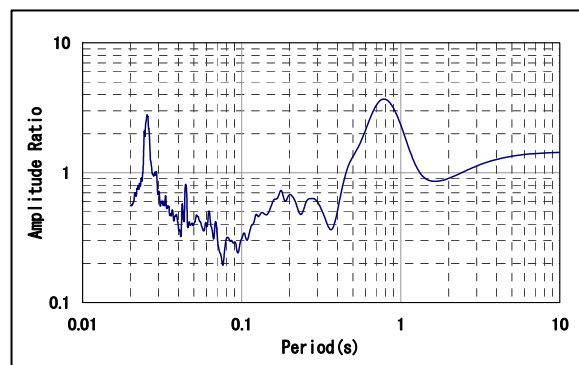


図 7 H/V (観測点 No.72)

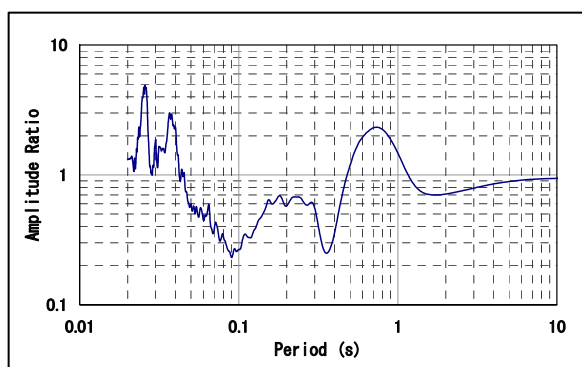


図 4 H/V (観測点 No.22)

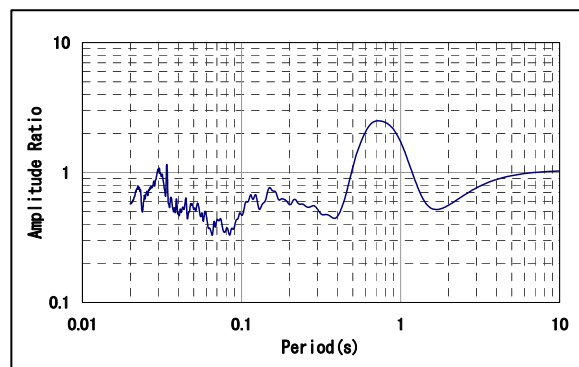


図 8 H/V (観測点 No.87)

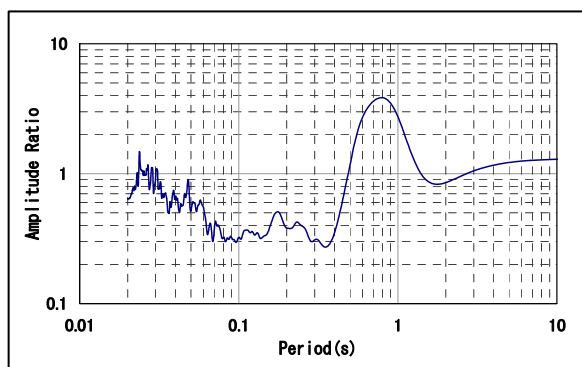


図 5 H/V (観測点 No.55)

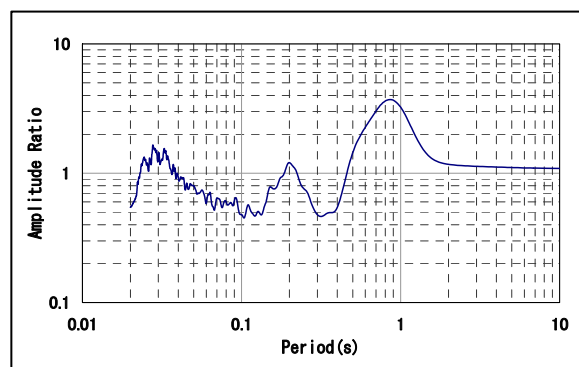


図 9 H/V (観測点 No.103)

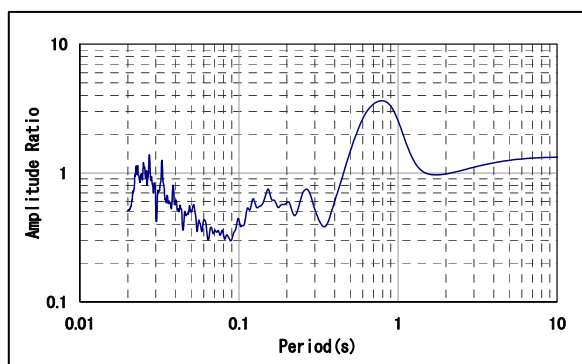


図 6 H/V (観測点 No.56)

表 1 アレー観測により得られた S 波速度構造
(上 : No.87 下 : No.103)

ρ (g/cm ³)	V_s (m/s)	層厚(m)
1.6	120	4
1.7	180	∞

ρ (g/cm ³)	V_s (m/s)	層厚(m)
1.4	80	3
1.7	135	∞

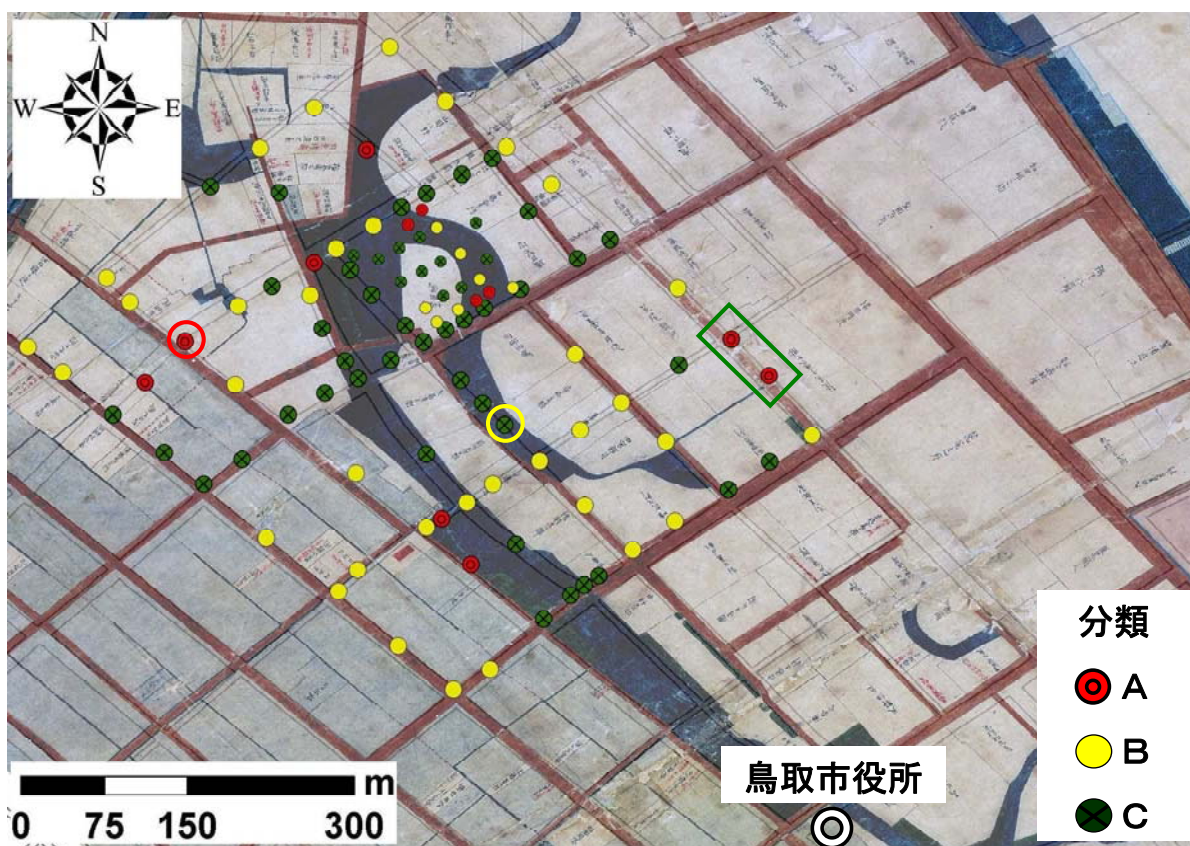


図 10 H/V 分布図と堀跡³⁾

[赤色枠：No.22 黄色枠：No.55 緑色枠：No.56 (左上) No.72 (右下)]

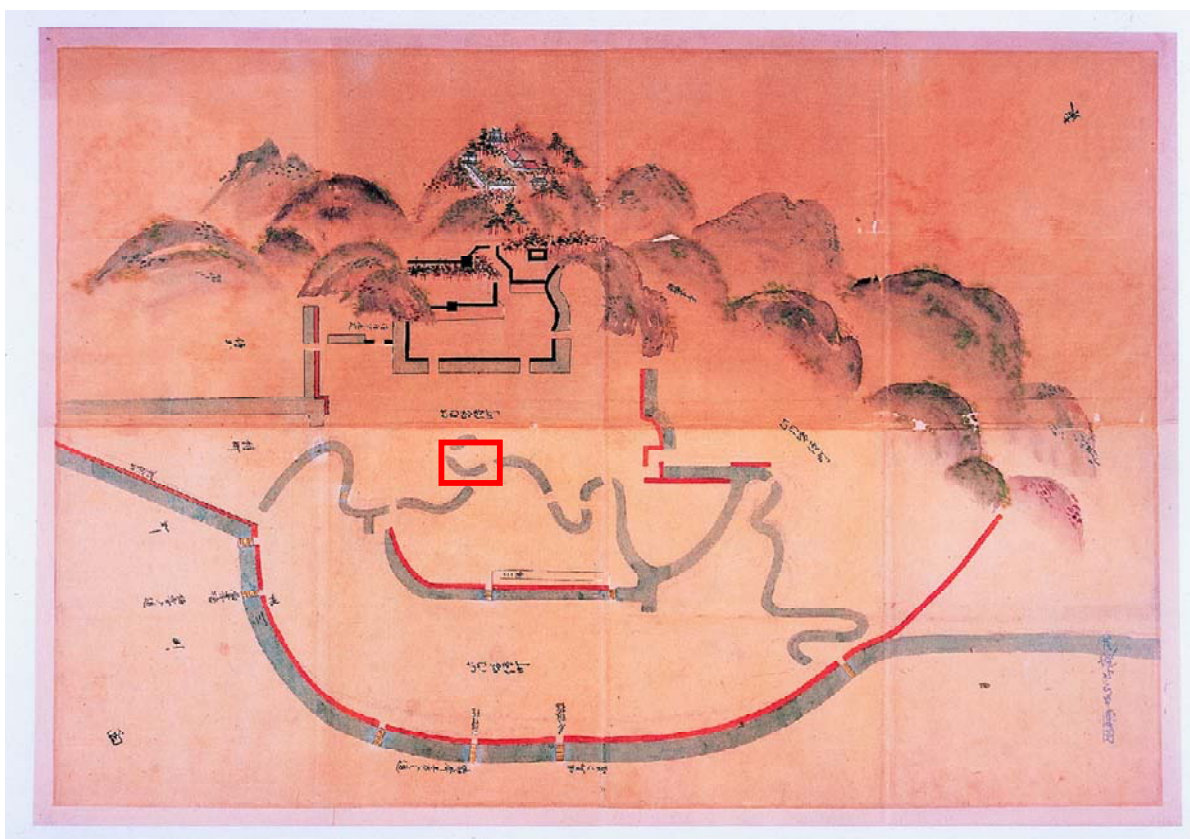


図 11 因幡鳥取城図³⁾