

2016 年熊本地震による地下水位最大変動量

大成ジオテック 正会員	福田光治
熊本市	林 豊
大津菊陽水道企業団	栗木徳明

1. はじめに

2016 年熊本地震により熊本地下水は大きく変動した。熊本市は 21 か所の観測井で地震による地下水位変動を日常的に測定している。データはアナログのチャートで出力されており、スケールアップして目視で地下水位変動を読み取らねばならない。熊本市の地下水位は地震によく応答する。地震波形が得られないほどの微弱な地震動にもよく反応してる。これまでの地震では 1995 年阪神淡路地震、1999 年台湾地震、2004 年インドスマトラ沖地震、2011 年東日本大地震など熊本からすれば遠地地震でも明瞭な地下水変動が観測されている。

本論文では熊本地下水位応答変動をクラックに封印された被圧地下水位現象として 2 質点水封タンクモデルを提案しているの、その手法を 2016 年熊本地震に適用した結果を示す。

2. 2016 年熊本地震による熊本地下水位変動測定例

図-1 は 2016 年熊本地震時の健軍観測井地下水位の変動チャートである。チャートから読み取った地下水位をチャートに書き込んである。太い縦線は 6 時間ごとに、細い縦線は 1 時間ごとに記されており、上端ゼロは日付け変換時刻である。前震は 2016 年 4 月 14 日 21:26 に発生した。発振時にいったん下方に振り切れ、すぐに上方に振り切れている。数時間かけながら元に戻ろうとするが、さらに 4 月 15 日 0:03 で大きな地震があり、下方に振り切れる。しかしまた徐々に回復してくる。今度は 4 月 16 日 1:25 に本震で上下に振り切れるが、4 月 17 日には地下水位 3.2m 付近で安定してくる。地震直前の地下水位は約 8m、本震直後の安定期が約 3m であるから一連の地震で、チャートでは約 5m の地下水位変動が発生していることになる。

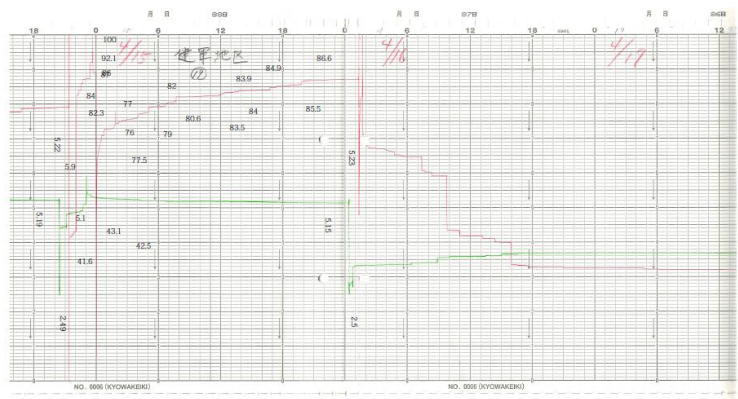


図-1 2016 年熊本地震健軍地下水位

しかし同じ位置の観測井の地下水位は 2016 年熊本地震でいったん下方に触れるが、地震後は年間の季節変動で追跡できるモードに回復している。タンクモデル¹⁾で解析すると、地震後第 1 タンクから第 2 タンクへの流出を 2 倍にすると降雨パターン

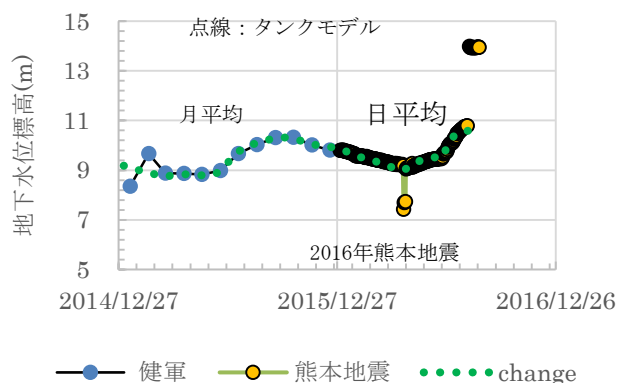


図-2 2016 年熊本地震健軍季節変動

キーワード：熊本、地下水、地震応答、2 質点水封タンクモデル

〒865-0091 熊本市中央区上水前寺 1 丁目 1-9 Tel 096-381-0892

に応答する地下水位変化が近似化できる。

3. 遠地地震による熊本地下水位変動特性と2質点水封タンクモデル

熊本市の観測井地下水位は遠距離微弱地震にもよく応答する。図-3は2010年2月27日17時34分14秒チリ地震応答とされる画津観測井地下水位チャートである。二つの波形があるが、後者の大きな振幅がチリ地震に応答し、前者の小さい振幅は2010年2月27日5時31分0秒に発生した日向沖地震の影響である。大部分は図-3のような振動波形になっている。

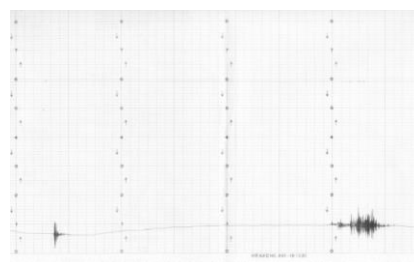


図-3 2010年ペルー地震

この振動波形を対象に図-4に示す2質点水封タンクモデル²⁾により地下水位変動の最大変動量を解析

している。熊本市の厚い帯水層は砥川溶岩で水道になっている。亀裂が卓越している。亀裂で分離した大きな土塊が揺れて、その間にある被圧地下水水圧が上昇するというモデルである。



写真-1 砥川溶岩

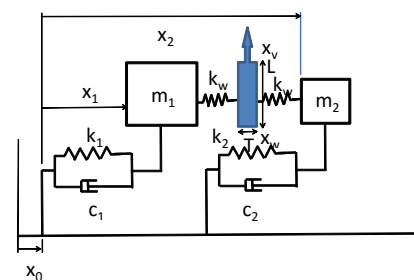


図-4 地震時地下水位変動簡易モデル

4. チャート変動量と解析結果の比較

前震直後の健軍地下水位では21時の後の22時, 23時, 24時に上昇し, そのあと15日0時に大きく低下している。そして15日1時, 2時, 4時, 5時, 7時, 8時, 12時, 13時, 14時, 17時, そして16日1時に本震に応答する。

16日の本震後も4時, 5時, 7時, 8時, 10時, 11時, 13時と微少な階段状の地下水位変動が確認される。

余震に対応した階段状の水位変化とK-NETからダウンロードした余震EW波形を入力し, 亀裂幅50cmにして比較したのが図-5である。解析とチャートの振幅比を右端座標に対し比較精度を示してある。概略比は1~7の範囲にあり, 最大変動量に着目する限りは, 熊本地下水位地震応答は砥川溶岩亀裂で表現できるような形態にあることが分かる。

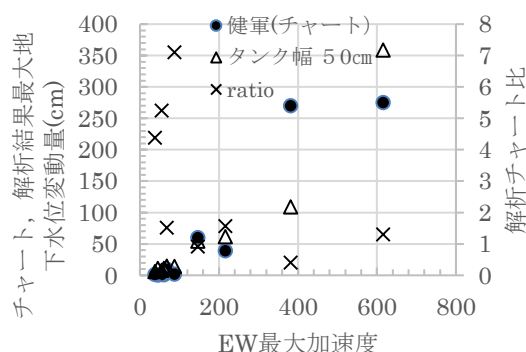


図-5 2質点水封タンクモデル
(クラック幅 50 cm)

5. おわりに

2016年熊本地震では地下水環境が変化し難透水層の構造が変化することが予想される。また最大変動量は砥川溶岩亀裂の運動に関係することが推定されることを示した。

参考文献)

- 1) 福田光治: 熊本地下水研究史と水保全、地下水地盤環境に関するシンポジウム 2011 発表論文集、pp. 27-36、2011。
- 2) 福田光治・林豊: 熊本被圧地下水地震応答変位、地盤工学会第57回地盤工学シンポジウム、pp. 145-152、2012。

表-2 モデルパラメータ (健軍)

Newmark β	0.25	
Water tank		
width response factor	0.5	
compressibility factor	625000000	m ² /kN
width	0.5	m
density	10	kN/m ³
Acceleration	9.8	m/s ²
Coefficient of volume compressibility	0.0000004	m ² /kN
Particle 1		
mass m	35000000	kg
spring coefficient k	500000	kN/cm
coefficient of viscosity c	212	kN·s/cm
Particle 2 ratio		
m	1	
k	1	
c	1	