# 東北地方太平洋沖地震時のひたちなか海浜鉄道湊線盛土直下における地下水位変動

茨城大学(福山コンサルタント) 正会員 ○齋藤 修

茨城大学 国際会員 安原 一哉

福山コンサルタント 山本 芳裕

#### 1. はじめに

茨城大学と㈱福山コンサルタントでは共同研究の一環として 2010 年 9 月から,ひたちなか海浜鉄道湊線の 鉄道盛土のり尻の一ヶ所に水位計を設置し常時地下水位観測を行っている(写真 1,図 1). 観測の主目的は, 降雨時の盛土内の水位上昇量と盛土の安定性を関連づけるための基礎資料を得ることで、得られた観測値は降 雨量と地下水位の関係として取りまとめられている. 2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震により,ひた ちなか海浜鉄道湊線は大きな被害を受けたが,この水位計は幸い破損することなく計測を継続し,本震前後の 地下水位変化(上昇量)を測定することが出来たので報告するとともに水位変化について若干の考察を試みる.



写真1 水位計設置箇所(殿山駅-平磯駅) 2. ひたちなか海浜鉄道湊線を用いた計測経緯



図1 ひたちなか海浜鉄道湊線の 水位計設置位置(殿山駅-平磯駅)

水位計を設置した,ひたちなか海浜鉄道湊線は,茨城県ひたちなか市の勝田駅と阿字ヶ浦駅を結ぶ総延長 14.3 k mのローカル線である.本線を用いて茨城大学では 2007 年から沿線の盛土,切土のり面に着目し,の り面の崩壊あるいは不安定化などの地盤挙動を加速度センサ IC タグによるセンサネットワークシステムで把 握することを試みている.さらに 2010 年 9 月からは水位センサを設置して,盛土直下の地下水位を常時観測 している.この水位センサはボーリングにより盛土のり面に設置されていることから,豪雨時盛土内水位の上 昇量も測定できるようになっている.

## 3. 水位計の仕様と設置状況

水位計はひたちなか海浜鉄道湊線の殿山駅-平磯駅間の鉄道盛土のり尻に、ボーリングを行うことにより設



キーワード 水位計,降雨,鉄道盛土,液状化

連絡先 〒310-0056 茨城県日立市中成沢町 2-1-1 茨城大学 090-2157-2165 E-mail: o-saitou@ijsnet.ne.jp

置した.設置した水位計の仕様と設置状況を図2に示す.図に示されたボーリング柱状図より、地下水位が GL-3.1m, GL-3.9~4.7m には N=10の比較的緩い砂質土(中砂)が堆積していることがわかる.

# 4. 本震前後の水位観測データ

図3に水位計が捉えた 2011 年3月 11 日 14 時 26 分前後の地下水位変化を示す.本水位計の計測開始時刻 は 2010 年 9 月 1 日 12:30 サンプリング間隔 30 分, 測定データはセンサ付属のメモリーに保存し PC によっ て随時収集するものである.本震時の水位変化のピークはさらに大きい値である可能性があるが,約25cmの

地下水位上昇を確認した. 上昇 したこの水位は、本震後ただち に消散しているが、完全に安定 するまでに数週間を要している. また,最終的に本震前の水位よ りやや低くなっているのも興味 深い.

E

(白CGL)



#### 5. 考察

図3 本震前後の降雨データと地下水位との変化

本震の前後で水位が上昇した理由のひとつとして, 地震時の繰り返しせん断応力による飽和砂質土層内の過 剰間隙水圧の蓄積, すなわち液状化が考えられる。そこで水位計設置箇所の飽和砂質土層を対象に N 値によ る簡易液状化判定 4を行い,液状化に対する抵抗率FLを算出した.表1に液状化判定に用いた地盤定数と判 定結果を示した. 表より GL-3.90m~4.70m(層厚 0.80m)に分布する砂質土層(中砂)の FL値は 0.488 と 算出され 1.0 以下を示すことから、本層は液状化するとみなせる.

しかしながら、当該地の地盤においては、本震ならびにその後の余震によって噴砂などのいわゆる液状化の 痕跡は認められていない.これらのことから当該砂質土層は地震時の繰返しせん断応力により若干ではあるが、 過剰間隙水圧が発生し水位上昇に至ったものと思われる.さらに地表面に液状化の痕跡が認められなかった理 由としては、当該層が薄いこと、水位上昇量も小さいことなどから、局所的に過剰間隙水圧は上昇したものの 噴砂を伴うような土層全体の液状化までには発展しなかったと考えられる.

土層				地盤定数							液状化計算結果					参考值	
区分	土質	GL-m	標準貫 深度 GL-m	入試験 N値	湿潤重量 γt (kN/m2)	飽和重量 γsat (kN/m2)	細粒分 含有率 Fc(%)	塑性 指数 Ip	平均 粒径 D50(mm)	判定 対象層	動的せん 断強度比 R	有効上載圧 σv' (kN/m2)	地震せん 断応力比 L	液状化 抵抗率 F∟	液状化 判定	H23.3.11の 実測水位 上昇量∠h	過剰間隙 水圧比 ⊿h/σv'
盛土及び表土	砂質土(シルト質細砂)	0~1.70	1.33	2	16.0	18.0	50	NP	0.07	対象外	0.202	21.3	0.392	-	-		-
現地盤	砂質土(シルト質細砂)	~3.30	2.30	11	16.0, 17.5	18.0, 19.5	30	NP	0.15	0	0.44	37.0	0.386	1. 141	_		-
	粘性土(シルト質粘土)	<b>~</b> 3. 90	3.40	2	14.0	16.0	-	-	-	対象外	-	46.3	-	-	-		-
	砂質土(中砂)	<b>~</b> 4.70	4.30	10	18.0	20. 0	8.8%	NP	0. 23※	0	0.251	53.3	0.515	0. 488	FL<1.0となり 液状化可能性有	25.9cm	0.049
	礫質土(砂礫)	~ 5.39	5.27	63	19.0	21.0	10.7*	NP	3.10※	0	169.7	63.6	0.54	313.9	-		-
	注1) (確は標準貫入試験により得られた値、※印は粒度試験結果から得られた値、それ以外は道路橋示方書の土質に応じた一般値を用いた。 注2) その他の計算条件:地下水位6L-3.10m,地域別補正係数 Cz=1.0,地盤種別Ⅲ種,設計水平震度(タイプ1地震動)=0.40 注3) 液状に計算深度は10値が得られている深度とした。																

### 表 1 液状化判定結果

#### 6. まとめ

本研究は盛土と降雨時の地下水位の変化を観測して地盤の特性を捉える事が目的である. 今回は東日本大震 災時の地下水位変化を明確に捉えることが出来た.茨城県旧那珂湊市は津波の被害も受け,地震直後に液状化 の報告が多数得られている.水位計設置場所近辺では液状化の報告は無かった.細かなボーリングデータが無 いが現存のデータを比較すれば様々な要因が見えてくる. 今後,低価格な水位センサ IC タグの開発も視野に 入れ、多点観測の推進を行い地盤特性と水位変化の関係を明確にしていきたい.

## 参考文献

1)齋藤 修・堀江和也・石山大祐・安原一哉・桑原祐史:MEMS 加速度センサを用いた IC タグによる地盤 振動の解析と可能性,社団法人日本測量協会応用測量論文集 Vol.19,pp.81-90,2008.6.

2) 齋藤 修, 安原一哉, 山本芳裕: 東日本大震災における鉄道盛土下における地下水位変化, 地盤工学会関東支 部第8回発表会 Geo-Kanto2011

3) 日本道路協会:道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編 H14 年 3 月, pp. 119-126.

- 30