

神戸大学工学部 学生会員 ○竹口 智穂

神戸大学自然科学系先端融合研究環都市安全研究センター 正会員 沖村 孝

神戸大学自然科学系先端融合研究環都市安全研究センター 正会員 鳥居 宣之

### 1. はじめに

地震による被害事例に地下水位の高い盛土での被害が報告されている。そこで、本研究では、地下水位が地震時の盛土の安定性に及ぼす影響を検討する。具体的には、新潟県中越地震で被害が発生した長岡市高町団地内の宅地盛土を対象に、過剰間隙水圧の影響を考慮できる修正ニューマーク法<sup>1)</sup>を用いて地震時の残留変位量を算定し、検討を行った。

### 2. 修正ニューマーク法の残留変位量の算定方法

地震時に発生する過剰間隙水圧の影響によるすべり面を生じる破壊形態が報告されていることから、鳥居ら<sup>1)</sup>は過剰間隙水圧比と液状化抵抗率との経験式を用いて、過剰間隙水圧時刻歴算定モデルを組み入れた修正ニューマーク法を提案している。なお、通常広く用いられているニューマーク法<sup>2)</sup>では修正フェレニウス法によりすべり円弧を求めるが、過剰間隙水圧を考慮する場合に精度に問題があるとし、修正ニューマーク法では円弧すべり仮定の中で相対的に精度の高いビショップ法を用いている。

### 3. 解析ケース

高町団地内の大規模な崩壊地(I~III)と被害が軽微であった非崩壊地(IV・V)を解析対象地とした。図-1に解析断面位置図を示す。解析断面は現地測量結果から決定し、物性値には既往の調査結果を、入力波形は防災科研長岡市所氷雪研究所で観測された地中基盤波のE-W成分<sup>3)</sup>を用いた。入力する波形と物性値を図-2、表-1に示す。また、地下水位は盛土内に存在しない場合、擁壁の下端高さまでである場合、盛土高さの1/8、1/4までである場合の計4ケースを各々の断面に与えて解析を行った。

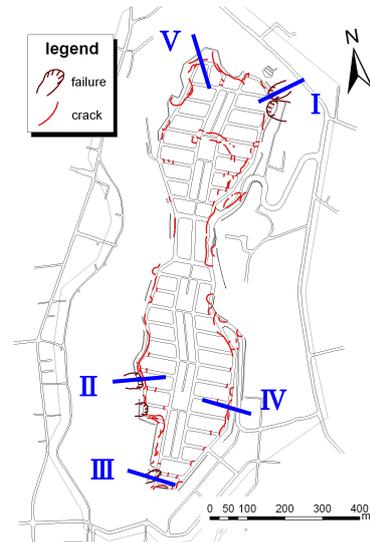


図-1 断面位置図

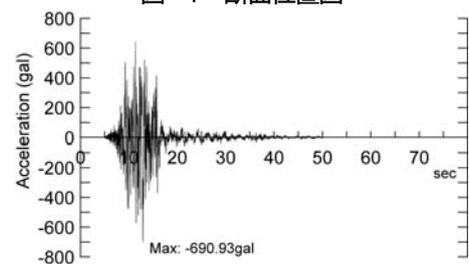


図-2 入力波形<sup>3)</sup>

### 4. 解析結果と考察

図-3に崩壊地(I~III)と非崩壊地(IV・V)の解析断面(崩壊形状含む)及びすべり円弧を、図-4に時刻歴残留変位量、図-5に時刻歴限界水平震度の算定結果の一例として、崩壊地(II)と非崩壊地(V)の算定結果をそれぞれ示す。図-4より、崩壊地(II)では、地下水位が盛土高さの1/8を超える残留変位量が急激に増えており、これは他の2崩壊地でも同様の傾向が見られた。一方、非崩壊地(V)では、程度は崩壊地と比較すると小さいが、地下水位が高い場合には残留変位量が大きくなっており、非崩壊地(IV)でも同様の傾向が見られた。また、非崩壊地(V)では地下水位が盛土高さの1/4を超えると崩壊地と同程度の被害が生じた可能性を示唆する結果となった。図-5より、盛土内に地下水位が存在しない場

表-1 解析に用いる物性値

物性値 地層名	粘着力 $c$ (kN/m <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (deg)	単位体積重量 $\gamma_s$ (kN/m <sup>3</sup> )	N値 (平均)	細粒分含有率 $F_c$ (%)
盛土(B)	6.3	34.4	18.0	2(1.8)	10.0
崖錐堆積物(d <sub>t</sub> )	15.0	15.0	16.0	2~3(2.3)	66.3
御山層(O)	50.0	25.0	18.0	8~12(9.5)	70.1
擁壁(W)	50.0	45.0	22.9	—	—

合には、当然のことながら限界水平震度は過剰間隙水圧の影響を受けないために一定である。しかし、地下水位が高くなるにつれて、限界水平震度の低下する時刻にはほとんど差は見られないが、限界水平震度の低下程度は異なっている。崩壊地(II)では、地下水位が盛土高さの1/8を超えると、約8~9秒後に過剰間隙水圧の影響で限界水平震度がほぼ0になっており、このことが原因となって残留変位量が急激に増大したと考えられる。これは他の2崩壊地でも同様の傾向が見られた。一方、非崩壊地(V)では、地下水位が盛土高さの1/8の場合、限界水平震度が0.3から0.1に低下しており、1/4を超えると限界水平震度がほぼ0になっている。以上のことから、盛土形状ならびに地下水位条件によってその低下程度は異なるが、地震による過剰間隙水圧の上昇に伴い限界水平震度が低下し、その結果残留変位量が増大するといえる。よって、地震時の盛土の安定性を検討する上で、盛土内の地下水位を知ることは重要であるといえる。

<参考文献>1)鳥居宣之ほか：地震時の過剰間隙水圧を考慮した盛土斜面の簡易残留変位量算定手法の提案，第50回地盤工学シンポジウム平成17年度論文集，pp.401-406，2005。2)堀井克巳ほか：ニューマーク法による鉄道盛土の地震時滑動変位予測，第32回地盤工学学会発表会，pp.1895-1896，1997。3)防災科学技術研究所強震ネットワーク K-NET インターネット閲覧(<http://www.k-net.bosai.go.jp/k-net/>)，2007。

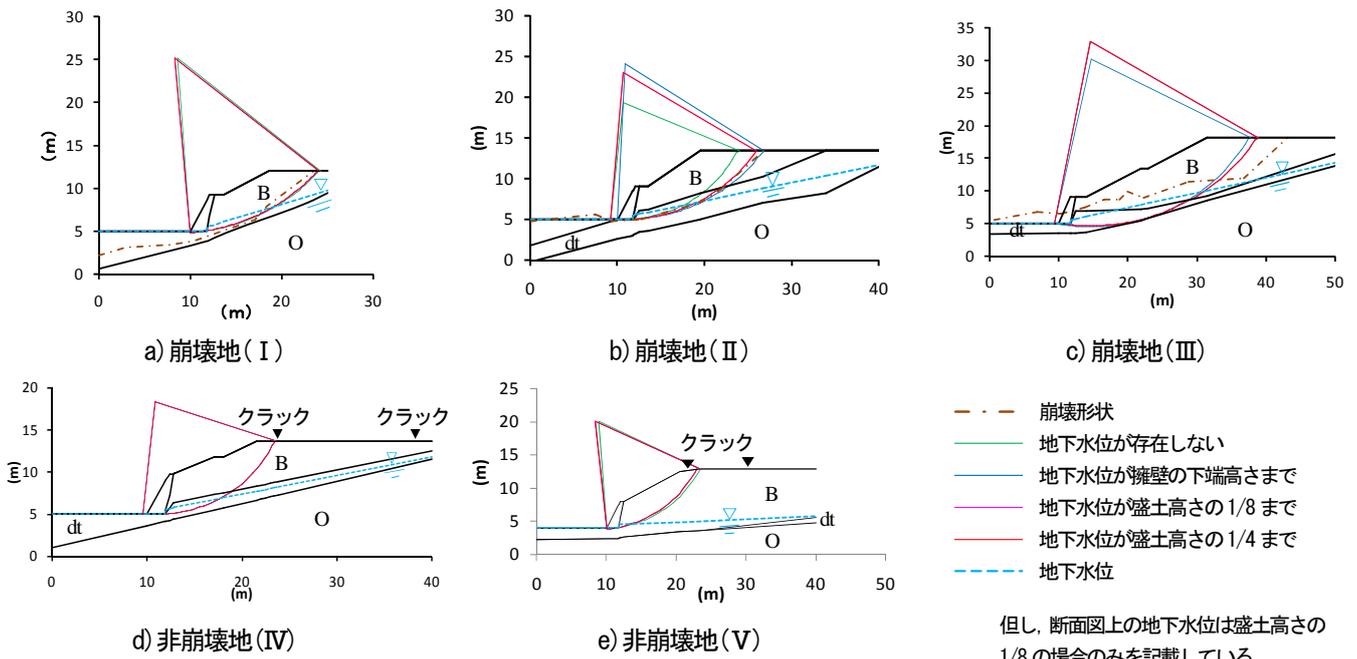


図-3 解析断面図(崩壊形状含む)及びすべり円弧

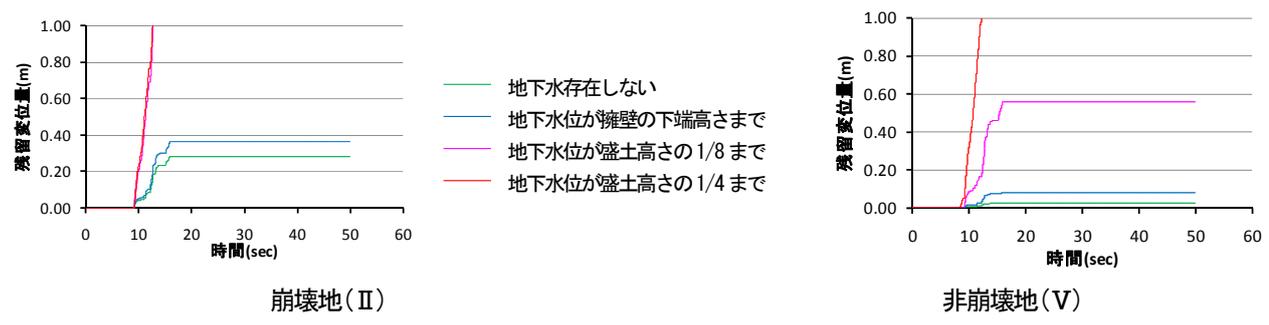


図-4 時刻歴残留変位量の算定結果

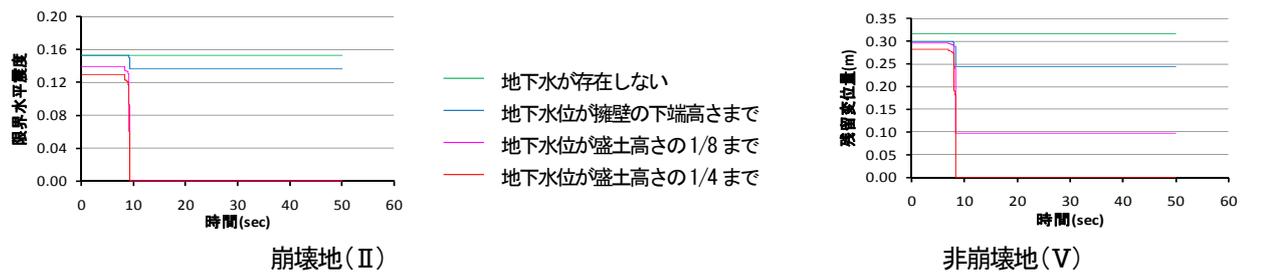


図-5 時刻歴限界水平震度の算定結果