

神戸大学工学部 学生会員 ○森 加代子
 神戸大学都市安全研究センター 正会員 沖村 孝
 神戸大学都市安全研究センター 正会員 鳥居 宣之
 応用地質株式会社 正会員 南部 光広

1. はじめに

地震後の残留変位量による斜面の安定性評価が重要視されている。残留変位量の簡易算定手法としてニューマーク法¹⁾が広く用いられている。本研究では、擁壁の存在に着目し、擁壁の転倒・滑動に対する抵抗力を考慮したニューマーク法を提案し、新潟県中越地震時に被害の多発した長岡市高町団地内の宅地盛土を対象に、残留変位量の算定を行った。

2. 残留変位量の算定方法

変位量算定の解析フローを図-1 に示す。すべり円弧上の土塊において、図-2 のように土塊下部では擁壁の転倒・滑動に対する抵抗力が作用すると考え、それを抵抗モーメントと考える。したがって、修正 Fellenius 法の式に加えると次式 (1) となり、この式を用いて、すべり面を決定するため安全率 F_s ならびに限界震度 k_h を算出する。また、ニューマーク法においても同様に擁壁による抵抗力を考慮し、変位量を算定する。

$$F_s = \frac{R \sum \{cl + (W \cdot \cos \alpha - ub \cdot \cos \alpha - k_h \cdot W \cdot \sin \alpha) \cdot \tan \phi\} + P \cdot S}{\sum (W \cdot x_g + k_h \cdot W \cdot y_g)} \quad (1)$$

ここに、 R ：円弧半径、 c ：粘着力、 l ：すべり面の長さ、 W ：スライス重量、 α ：すべり面が水平面となす角、 u ：間隙水圧、 b ：スライス幅、 k_h ：水平震度、 ϕ ：内部摩擦角、 x_g 、 y_g ：円弧中心とスライス重心の水平・鉛直距離、 P ：単位奥行き当たりの擁壁による斜面崩壊に対する抵抗力、 S ：円弧中心と抵抗力 P の作用線の鉛直距離。

3. 解析ケース

長岡市高町団地内の崩壊地 (I～Ⅲ) と被害の軽微であった非崩壊地 (Ⅳ～Ⅵ) を解析対象とした。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、入力波形は長岡市栖吉町前山での観測波形²⁾を用いた。入力する物性値と波形を表-1、図-3 に示す。また、すべり面は、宅地面において崩壊またはクラック発生地点、盛土斜面において擁壁下端部を通るものとした。この2点を通る円弧のうち、 $k_h=0.25$ のとき、式 (1) で求めた安全率が最小となる円弧を解析に用いる円弧として設定した。図-4、図-5 にすべり円弧と解析断面を示す。なお、図中には限界水平震度も示している。ただし、擁壁は抵抗モーメントとして与えるので、擁壁形状は断面から省いている。

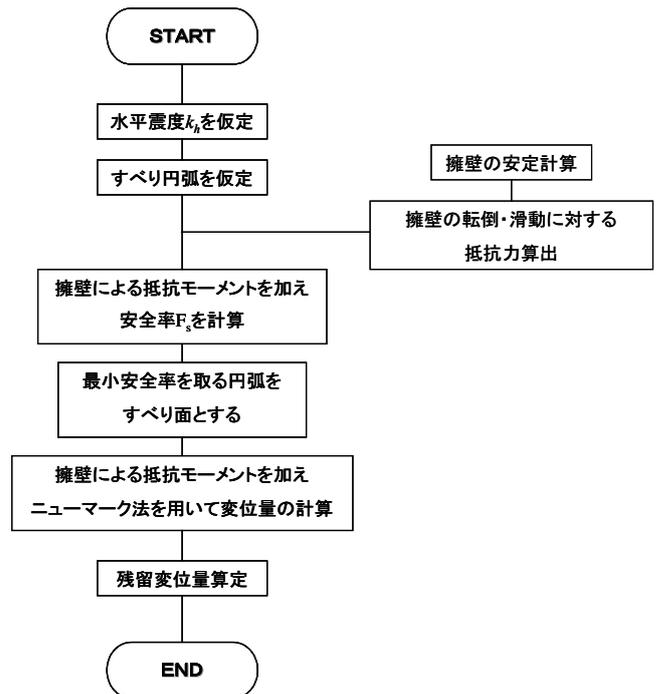


図-1 解析フロー

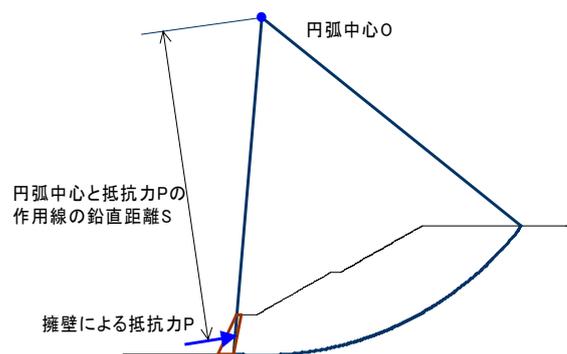


図-2 擁壁による抵抗モーメント

表-1 入力物性値

	粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	単位体積重量 γ (kN/m ³)
盛土B	6.3	34.4	18.0
崖錐堆積物 dt	15.0	15.0	16.0
御山層 0	50.0	25.0	18.0

4. 解析結果とまとめ

図-4, 図-5 に示した断面とすべり円弧を用いて, 擁壁の抵抗力を考慮したニューマーク法により変位量を算定した結果が図-6, 図-7 である. なお, 転倒に対する抵抗力と滑動に対する抵抗力を比較した結果, 滑動に対するものが明らかに小さかったため, 解析には滑動に対する抵抗力を用いた. また, 擁壁形状を盛土の一部とし, 盛土の形状の一部として考え, 通常のニューマーク法で変位量を算定した結果も示す. その際, 擁壁部分の単位体積重量は 23.5kN/m^2 と設定した.

崩壊地と非崩壊地を比べると, I 地区を除いて, 変位量に $400\sim 500\text{mm}$ の差がみられる. 高岡団地の非崩壊地では 500mm 以上の変位を伴う被害が発生した箇所はほぼ見られない. よって, 500mm 以上の変位で大崩壊が発生していると考え, II, III 地区では実被害を再現させる結果となった. 一方, 非崩壊地では, V 地区で算定結果が 8.7mm と実被害の沈下量 200mm と大きく異なる結果となった. 他の 2 地区では実被害とはほぼ同じあるいは下回る結果となったがオーダー的には同じ結果であった. 提案手法による変位量算定結果と通常のニューマーク法を用いて算定した結果を比べると, III 地区を除いて, 通常のニューマーク法の変位が大きいことから, 本手法の方が擁壁の抵抗力の効果をよりよく反映させているといえる. 今後は, 本手法のさらなる修正を行い, より精度の高い残留変位量の簡易算定手法の提案を目指す.

<参考文献> 1) 堀井克己ほか: 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回地盤工学会発表会, pp.1895-1896, 1997. 2) 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.

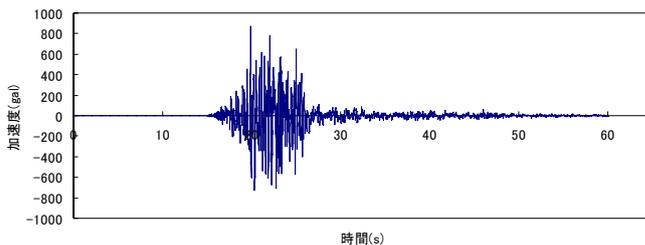


図-3 入力波形²⁾

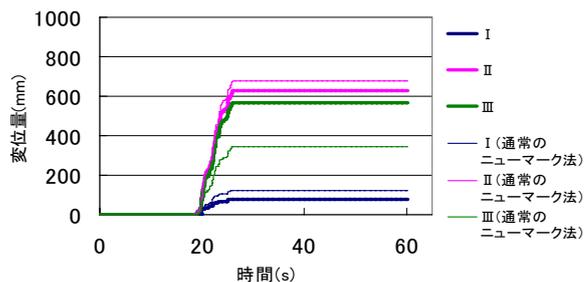


図-6 残留変位量の算定結果 (崩壊地)

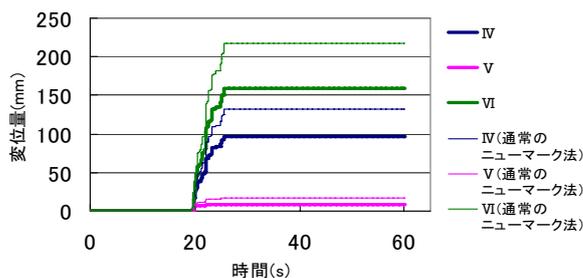


図-7 残留変位量の算定結果 (非崩壊地)

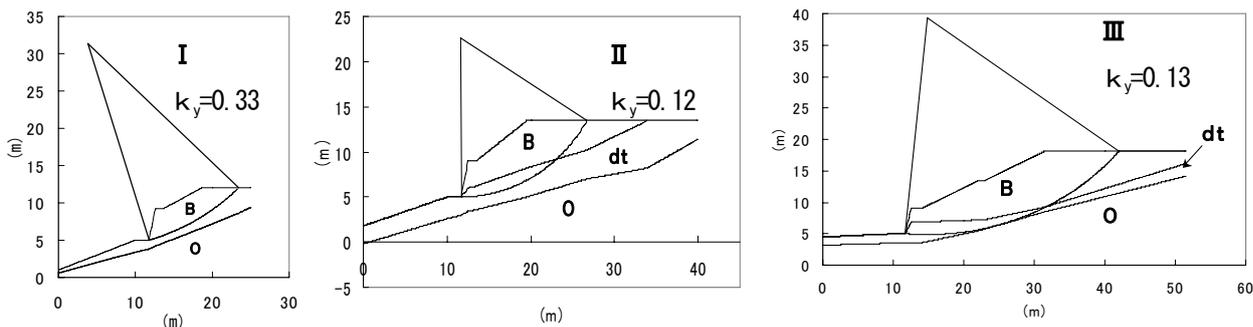


図-4 各解析断面のすべり円弧 (崩壊地)

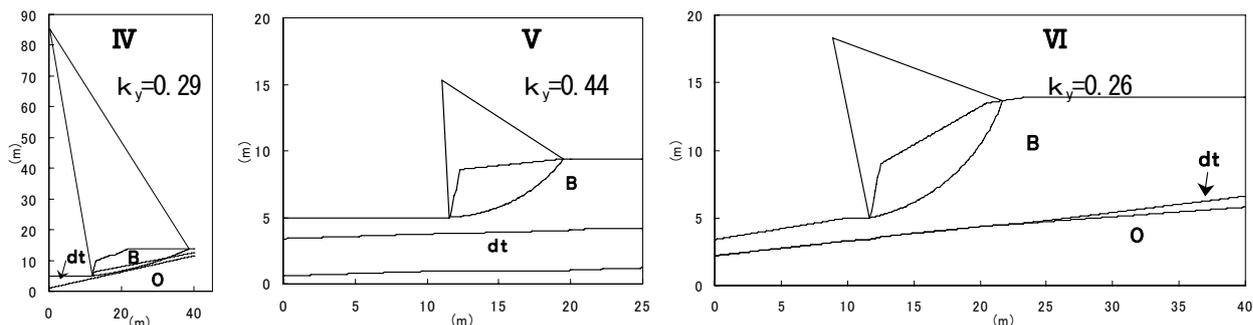


図-5 各解析断面のすべり円弧 (非崩壊地)