

中央開発(株) ○堀井 克己  
 (財)鉄道総合技術研究所 館山 勝  
 東京大学生産技術研究所 龍岡 文夫  
 ” 古関 潤一

1. はじめに

阪神・淡路大震災において、鉄道構造物では高架橋などのRC構造物だけでなく、盛土や擁壁などの土構造物でも多大な被害が生じた。そこで、土構造物のうち盛土のり面および重力式擁壁を対象に、水平動に鉛直動を加味した地震時安定解析を行いいくつかの知見を得たので報告する。

2. 解析方法と対象

解析方法は、館山らの提案する方法<sup>1)</sup>によった。この方法は鉛直動の影響が考慮できるように、現行の設計計算式を拡張したものである。解析対象は、盛土のり面および重力式擁壁である。解析に用いたモデル断面を図-1に示す。盛土および重力式擁壁の高さは5mとした。盛土材は砂質土であり、その物性は既存資料等を参考にして $\gamma=1.8\text{tf/m}^3$ 、 $\phi=35^\circ$ とした。なお、これらの諸元は、阪神で被災した土構造物の平均的なものである。解析には、神戸海洋気象台の加速度波形（最大加速度: NS=818, EW=617, UD=332gal）のNS, UD成分について、ピークを抽出し地震外力として用いた。図-2に南北断面内のピーク加速度の分布を示す。今回の地震動は、水平動が支配的であるが、上下動も大きいことがわかる。

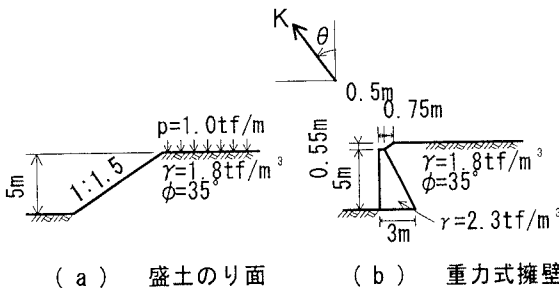


図-1 検討モデル

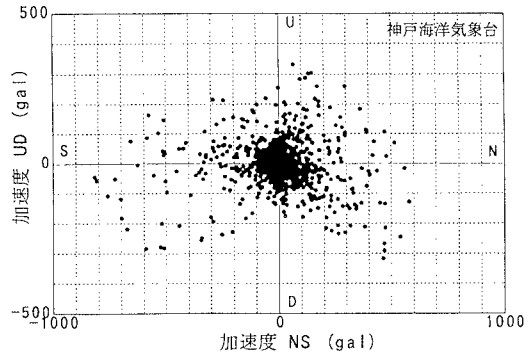


図-2 南北鉛直断面内の加速度分布

3. 盛土のり面の検討

盛土のり面の安定性は円弧すべり法で検討した。計算方法は、すべり面の円弧が盛土のり面を切る2点を固定し、円弧の中心角を変化させて最小安全率を求める方法である。すべり円弧が切る両端はのり先とのり肩から右方1mの点に設定した。この設定は、阪神における震害例の崩壊面を参考にしたものである。

盛土のり面の安定性に及ぼす合震度( $K=-\text{Acc}/g$ )とその作用方向 $\theta$ による違いをみるために感度計算を行った。この結果を図-3に示す。最小安全率が生じる合震度の方向は、合震度が大きくなるにつれて、水平動から斜め上向きに漸移することがわかる。なお、間隙水圧や粘着力がない場合で地震動が鉛直動のみ（すなわち水平動がない）の場合は、安全率は作用方向には依存せず、常時状態( $K=0$ )の $F_s$ に一致する。これは、安全率の算定式の分母分子中の $K_v$ の項がキャンセルされるためである。また、この方法はスライス間力の影響を考慮しないフェレニウス法であるので、この影響を考慮した方法での検討も行う予定である。

次に、神戸地震波のピーク波形を与えて、安定計算を実施した。地震外力としてこの波形を用いる場合、南向き(S)と北向き(N)の地震力も、解析モデルの左向きに作用させた。この結果を図-4に示す。安全率の変化を時間に対して示している。これから、南向きの地震動が低い安全率を与えることがわかる。

4. 重力式擁壁の検討

重力式擁壁の安定性は転倒および滑動について検討した。計算方法は、重力式擁壁に作用する土圧を計算し、この土圧合力を壁体に作用させて転倒および滑動安全率を求める方法である。土圧合力は、壁背面の土塊(楔)に対する力のつりあいから算定した。安定計算では、この楔のすべり面の角度を変化させて、破壊モード別に最小安全率を求めた。なお、壁背面の摩擦角は $\delta=0$ 、壁底面の摩擦角は $\delta=\phi$ とした。

感度計算の結果を転倒・滑動のモード別に、それぞれ図-5, 6に示す。これより、合震度が大きくなるにつれて、安全率は小さくなるが、円弧すべりの場合と異なり、最小安全率が生じる合震度の作用方向が水平

から斜め上向きに漸移する傾向は小さいことがわかる。なお、実際の擁壁では前面の受動抵抗が期待できるので、安全率はこの計算値より幾分大きくなる。

次に神戸地震波形に対して行った結果を図-7, 8に示す。この場合もS向きの波形が限界震動になっていることがわかる。なお、転倒と滑動を比較した場合、滑動の方が転倒より低い安全率を与えている。

5. おわりに

以上の結果、円弧すべりや転倒・滑動の破壊モードに対して、同一の震度でも震度の作用方向の影響が少ないことがわかった。神戸地震動を地震外力に用いた解析では、限界震動は南向きの水平動で決まるようである。今後、神戸地震動の特性、地盤条件による影響、地盤と土構造物の相互作用等を考慮して被害実態を検証し、より合理的な耐震設計法の確立に資することが必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 箱山・堀井・龍岡・古関(1995)：鉛直動を加味した土構造物の地震時解析手法，土木学会第50回年次学術講演会

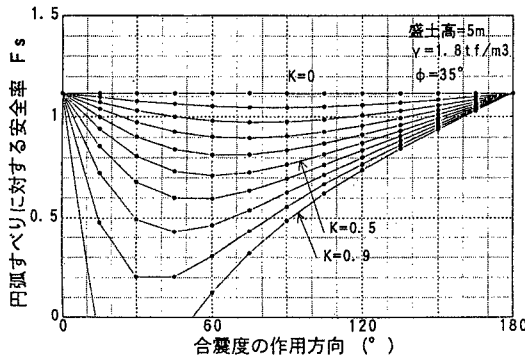


図-3 合震度～作用方向～Fsの関係

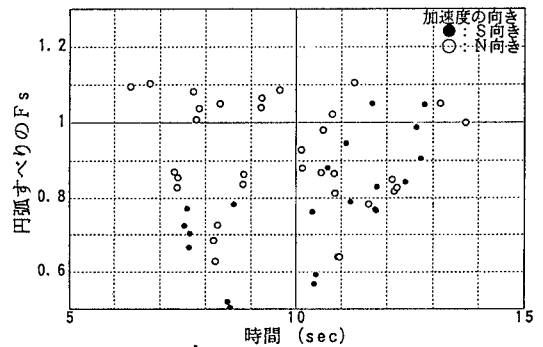


図-4 円弧すべりのFsの時間的変化

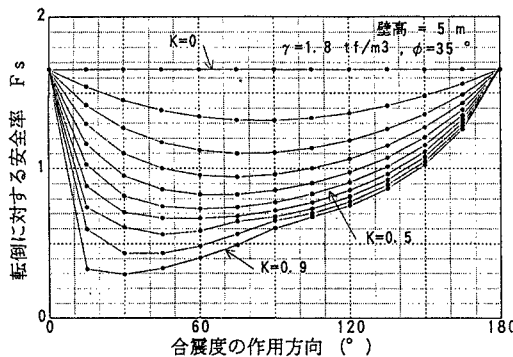


図-5 合震度～作用方向～転倒Fsの関係

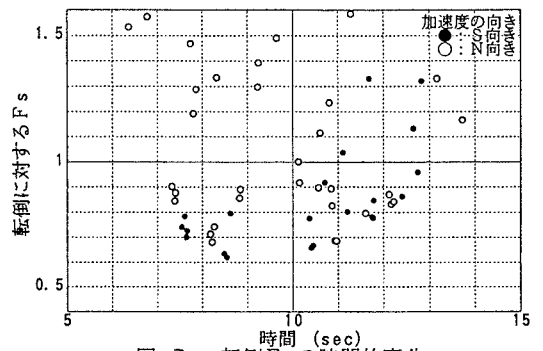


図-7 転倒Fsの時間的変化

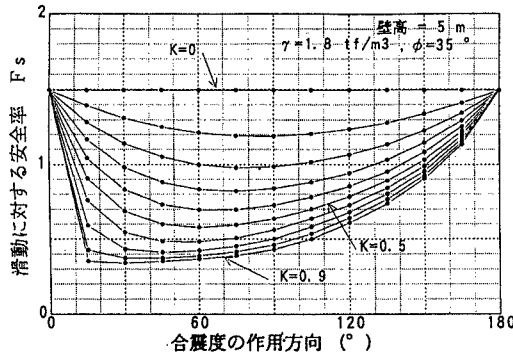


図-6 合震度～作用方向～滑動Fsの関係

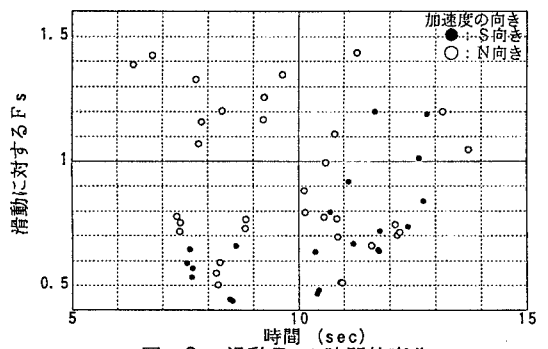


図-8 滑動Fsの時間的変化