

基礎地盤コンサルタンツ(株)
北海道南支庁釧路市建設部
同 上

○ 斎藤 大
谷口 秀男
出田 広明

1. まえがき

盛土の耐震設計を行なう場合、単に慣性力だけを見込んでだけでなく、地震時の土性変化(過剰間隙水圧の発生、強度変化など)を考慮に入れる必要性のあることが、近年叫ばれてきている¹⁾。らなみに十勝地震の際の鉄道盛土の破壊、伊豆大島近海沖地震での釜ふいダムの破壊、宮城県沖地震での河川堤防の破壊などのうちにも過剰間隙水圧の発生に起因しているものがあると考えられて、検討も行なわれている。

建設が進められている新千歳空港敷地内の一部には、ゆるい火山灰質砂質土層や泥炭層から成る沢部と埋立て、10 m程度の盛土を築く予定となる場所がある。この場所においては、地震時に慣性力だけでなく、砂質土内に生じる過剰間隙水圧や、泥炭の強度変化に起因して盛土が破壊する危険性が考えられる。この点および対策について詳細は検討を行なってみたいので、以下に報告する。

2. 検討箇所の土質状況および検討方法

検討箇所の土質状況を示すと図1および表1のようになる。地震時には火山灰質砂層(上、下部とも)内の過剰間隙水圧の発生や、泥炭層、盛土層の強度変化が問題となると考えられた。そこで、これらの層から不攪乱試料を採取し、振動三軸試験を行なってそれらの特性を求めた。また、常時応力解析と地震時応答解析を行ない、試験結果と組みあわせて地震時土性変化量を求めた。これらの変化量は火山灰質砂質土層では過剰間隙水圧量で、その他の層では強度定数(c , ϕ)の変化量として表わし、これらの値を用いて円弧すべり法による安定解析を行なった。

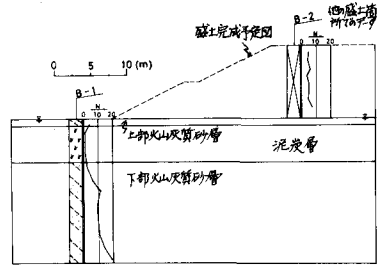


図1. 土層構成図

表1. 土性一覧表

土層名	土質分類	強度定数	Vs
盛土層	S-V	$c=0 \text{ t/m}^2$ $\phi=38.5^\circ$	197m/s
上部火山灰質砂層	SV	$c=0 \text{ t/m}^2$ $\phi=38.5^\circ$	57m/s
泥炭層	Pt	$c=10-12\%$ $\phi=0.0^\circ$	57m/s
下部火山灰質砂層	SV	$c=0 \text{ t/m}^2$ $\phi=40.0^\circ$	125 ~ 263m/s

3. 常時応力解析と地震時応答解析

常時応力解析は三軸圧縮試験結果から得られる変形係数を用い、有限要素法(プログラム名 SMSOLL 2)にて解析した。計算結果のうち変位図を示すと図2のようになる。

地震時応答解析はPS換層から求められた動的変形係数を用い、重複反射法(プログラム名 SHAKE)で行なった。この場合の基礎入力波形は十勝地震の際近隣の室蘭港で記録された波形とし、最大加速度を150 gal とした。

計算結果を図3に示す。図からわかるように、地表最大加速度は210 ~ 240 gal となっている。

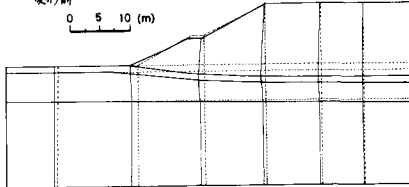


図2. 盛土載荷による変形

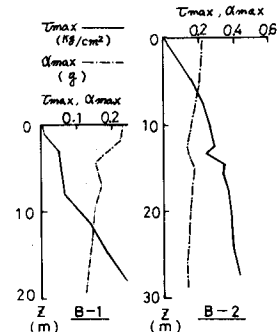


図3. 地震時応答解析結果

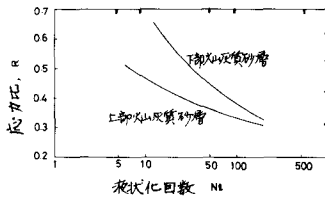


図4. 液状化試験結果

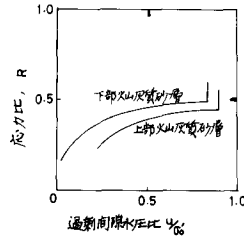


図5. 応力比～過剰間隙水圧比関係

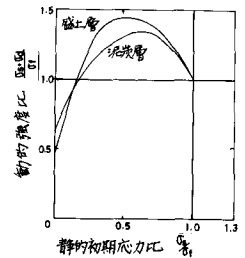


図6. 動的強度試験結果

4. 振動三軸試験結果

火山灰質砂質土については通常の液状化試験を行なった。試験結果を図4, 5に示したが、図からわかるように特に液状化し易いという程の土でもないようである。

泥炭、盛土については静的載荷後に繰返し載荷を行ない、動的強度を求める試験方法²⁾によって動的強度を求める。試験結果を図6に示したが、通常の土に比べて、 σ_s/σ_t が大きい場合の $(\sigma_s + \sigma_d)/\sigma_t$ が少し高めとなっている。

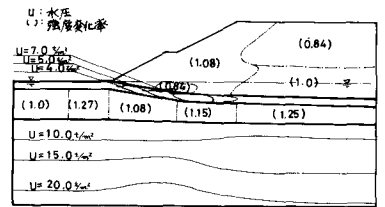


図7. 地震時安定解析に用いた土性変化量

5. 地震時土性変化とこれを考慮した安定解析

火山灰質砂質土では図5の結果と地震応答解析結果とを組みあわせれば過剰間隙水圧量が求められる。また、泥炭、盛土では、図6の結果と常時応力解析とを組みあわせれば強度常時の変化が求まる。これらの方法の詳細は紙面の都合上省略するが、得られた結果を示すと図7のようになった。図からわかるように、過剰間隙水圧はのり尻～のり面部の上部火山灰質砂層ではかなり大きくあるが、その他の部分ではほとんど生じないことがわかる。また、泥炭、盛土の強度変化は部分々々によって異なっていることがわかる。

これらの土性変化を考慮し、震度を0.12として円弧おべり法による安全率を求めると0.76となった。なお、常時の安全率は1.23であった。

6. あとがき

以上のように地震時における土性変化を考慮して安定解析を行なったところ、地震時に盛土は不安定であると判断された。そこで、対策工として押え盛土併用のサンドコンパクションパイル工法を採用することにした。この場合改良範囲を種々変えて検討したところ、図8のような範囲にしておくと、地震時の安全率は1.07となり、地震時にも安定であると判断された。

なお、本検討を行なうにあたり、北海道開発局の秋川豊氏、基礎地盤コンサルタンツ(株)の三浦盛男、安田進氏の協力を得た。末筆ながら感謝する次第である。

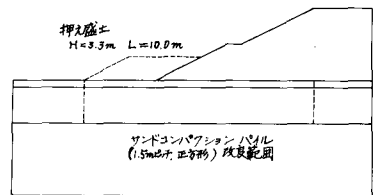


図8. 対策工

参考文献

- 1) 土質工学会編(1973), "土と構造物の動的相互作用", 土質基礎ライブラリー-9.
- 2) 石原研而(1976), "土質動力学の基礎", 鹿島出版会.