

土構造物の予防保全のための調査・設計・対策法に関するひとつの提案

One suggestion about the investigation, design, measures method for preventive maintenance of the earth structure

太田英将(太田ジオリサーチ)

Hidemasa OHTA (Ohta Geo Research Inc.)

キーワード：盛土，簡易調査，排水，崩壊確率，パイプドレーン

Keywords: Embankment, Simple investigation, Drainage, Probability of the collapse, Pipe drain

1. はじめに

わが国の社会インフラあるいは個人資産に関わる土構造物の多くは 1960～70 年代の高度経済成長期に造られ、特段の維持管理をされることなく今日に至っている。現在では、土構造物の老朽化と、盛土が地震にとっても弱かったことが顕在化し始めている。

物を造る時には、ピンポイントの場所で詳細な調査・解析・設計が行われる。予算も十分に確保される。しかし、出来上がった数多くの土構造物の健全性を評価・解析・設計するのに、一体どれだけの予算が割けるのだろうか？

盛土の耐震化などでは、許容変位量管理を行う数値解析手法が研究され、ほぼ完成の域に達している。しかし、予防保全が必要な箇所すべてに対して必要な調査・解析費を確保できる見込みは全く無い。技術は十分であっても、事業成立性が無いのである。

このため、現実的な方法論を考えなければならない。それができなければ土構造物の予防保全は絵にかいた餅となってしまう。

本発表は、土構造物の予防保全において、実現可能性のある方法論の活発な議論を引き起こすための話題提供として行うものである。

2. 予防保全が必要な土構造物

自然が平たい地形を造るのは、主に沖積低地のみである。人間は傾斜地においても平たい地形を造るために、切土・盛土といった造成を行い平坦化してきた。竣工直後から、自然は、放置された土構造物を元の地形（切土箇所を除き）に戻す仕事を開始し始める。利用する限り、人工地盤は維持管理が必要である。土構造物としては以下のようなものが代表的である。

①道路盛土

道路は線状構造物であり、繋がってはいじめて機能する。山間地の緊急輸送道路指定されている道路で、大地震時に壊れたら仮復旧であってもかなりの時間を要するものとして、盛土がある。今壊れていない盛土の健全性評価および対策は「しらみつぶし」に行わねばならない。時間と費用の制約がある。

②鉄道盛土

鉄道盛土は、多くの乗客を安全に輸送するために、

高い安全性と不断のメンテナンスが行われている。例外的に予防保全レベルが高い土構造物である。

③宅地盛土

大規模造成地内の盛土は、その存在位置すら明らかでなく、施工時の情報もすでに破棄されて存在しない。事実上メンテナンスを放棄された土構造物である。「盛土は年数の経過とともに強くなる」という根拠なき神話によって、阪神・淡路大震災や、東日本大震災で数多くの谷埋め盛土が滑動崩落し、個人に責任が重くのしかかった。

④河川堤防盛土

本来自由に河道を換えて土砂を平野に供給し続ける機能を持っていた河川を、堤防によって流路を固定するための構造物である。何度も改築が行われている歴史のかつ内部構造不明な土構造物である。

⑤溜め池堤体盛土

農業用などに非常に数多くの溜め池が造られ、十分なメンテナンスがなされていない。対策には、予算の制約が大きい。

3. 調査手法のひとつの提案

調査における必要条件として、次の2つを挙げた。

①時間と労力がかからないこと

②実測値で評価すること

半日くらいで一つの箇所の調査が終わることをイメージしている。

3.1 地盤強度計測：土層強度検査棒の活用

土層強度検査棒は、土木研究所が開発した超簡易な地盤調査器具である。突き刺して土層深を得、上載荷重を掛けつつベーンコーンを回して、 $c \cdot \phi$ を得る（図 1 参照）。 $c \cdot \phi$ は三軸圧縮試験結果との相関関係から導くため精密ではないが、数多くの計測が可能で統計的処理に導くことができる。

3.2 透水性計測：原位置透水試験装置の活用

盛土の安定問題において、透水性は非常時重要なファクターであるが、極めていい加減に扱われているのが実情である。大雑把な土質分類との一対一の対応で決めていることが多い。

マリオットサイホンを利用した原位置透水試験装置は、地表に直径 30cm、深さ 30cm の穴を掘って計測する。現場においては、穴を掘る時間と労力が

ほぼ全てである（図1参照）。

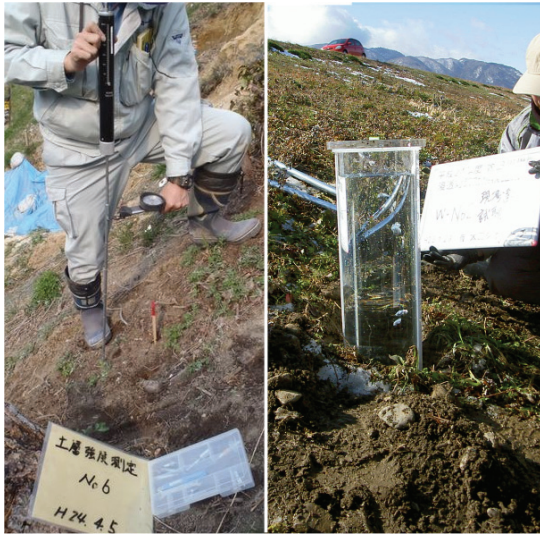


図1 地盤強度・透水性試験実施状況

3.3 地下水脈探査：地中音測定装置

後述するパイプドレーンが数多く打設できることは限らないので、ピンポイントで狙う技術も必要である。そのためには「自然の地下水排除工」であるパイプ流の近くに打設するのが効果的であろう。地中音でパイプ流の存在箇所を探査する方法が実用化されている。地中音測定法は、五感の一つで確認できるので、他の間接的手法よりも説得性が高い。説得性が高いことは、特に非専門家が依頼者・受益者となる民間需要では重要である。

4. 解析手法のひとつの提案

4.1 地震時谷埋め盛土以外の盛土構造物

土構造物の安定問題を取り扱うのであるから、安定計算を使うことになる。数多くの盛土法面に対して対策優先順位をつけたいので、天気予報や、地震発生確率などのような「確率評価」の方が、従来用いられていた目標安全率よりも「説得性」の観点から適していると思われる。土層強度検査棒で、同一

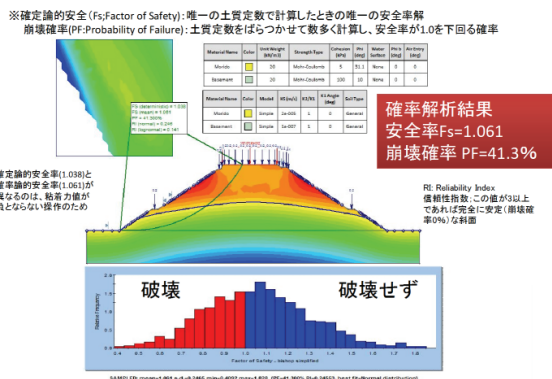


図2 破壊確率を用いた安定計算実施例

盛土に対して3箇所以上のデータを取ることは容易であり、この情報を利用して崩壊確率を算定し、対策に対する意思決定に用いる（図2参照）。

4.2 谷埋め盛土の地震時評価

造成盛土宅地なども、大地震で壊れる前に詳細な調査を行うことが極めて難しい対象である。阪神・淡路大震災以降の数多い貴重なデータ（変動盛土と非変動盛土の形状）から、簡易に得られる情報に基づいて予測確度の高い手法（側方抵抗モデル）が導かれている。

5. 対策手法のひとつの提案

対策の基本的考え方は、以下の3つである。

- ①安価であること
- ②誰にでも施工できること
- ③調査・解析結果が仮に不適切であったとしても決して危険側にならないこと

メンテナンス対策には、③に示したように、どう転んでも安全側になる、というフェイルセーフが求められる。

土構造物の崩壊は、土中の水圧が最大の誘因と考えられるため、間隙水圧消散を目的としたパイプドレーン工を提案する（図3参照）。この工法は、東海道新幹線の盛土区間において100万本以上施工された長い実績を持ち、最近では高速道路・造成地盛土・河川堤防などに用いられており、信頼性が高い。



図3 パイプドレーン工施工状況

6. まとめ

老朽化する社会インフラや既存造成地の維持管理は、すでに差し迫った問題となっている。しかし、従来型の一点豪華主義的な調査・解析・設計・対策では、量的・時間的・費用的問題を解決できないだろう。簡易な調査・対策は、業界の利益に反することになる可能性もあるが、技術者として解決していかないといけない問題と考える。