

山砂利層分布域における谷埋め盛土の調査解析事例

国際航業株式会社 ○原田 あゆ子, 片岡 達彦, 小野 尚哉, 境 幸浩

1. はじめに

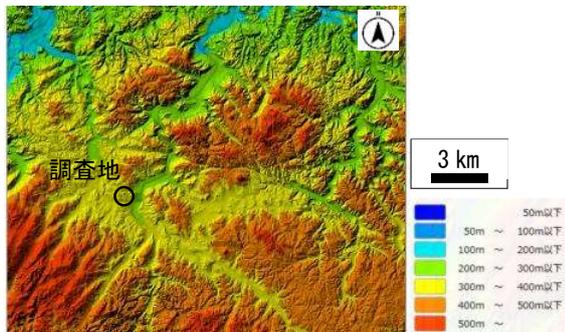
大地震等における大規模盛土造成地の滑動崩落による宅地地盤の被害防止を目的として、大規模盛土造成地の安全対策が進められている。

本事例の対象は、谷の集合部に造成された形状が不明瞭な2つの盛土で、盛土材料に中国地方で「山砂利層」と呼ばれる地層の風化部を起源とする材料を多含しているとみられる盛土であった。正確な盛土形状の把握や、盛土材と基盤岩風化部の物性値の差異を把握するため、複数時期の空中写真判読や表面波探査、ボーリング、土質試験などを行い、盛土の安全性評価を実施した。

2. 地形地質概要

調査地周辺は標高300~400mの丘陵地に位置する。丘陵地は老年期の浸食起伏面からなり、構造線群に支配されて蛇行流下する河川により浸食解析された谷底低地に接する。調査地は南東にゆるく傾斜した斜面にあり、北西-南東方向に延びる谷地形が連続している(図-1)。

地質は、白亜紀の流紋岩質溶結凝灰岩や、古第三系吉備層群の山砂利層が分布する。流紋岩類の分布は盛土域の基盤としては確認されず、この流紋岩類が浸食されて生じた谷を埋めるように山砂利層が堆積している。山砂利層は中~大礫サイズの亜円~亜角礫を多含し、地表付近では風化により未固結の砂礫層の様相を呈する。

図-1 調査地周辺の地形¹⁾

3. 調査結果

①地形判読

宅地カルテでは上下2つの盛土として抽出されていた。

調査地は旧地形では、2つの谷とその合流部にあたる。造成前の空中写真判読の結果、調査地には不明瞭な尾根に挟まれた複数の支沢が認められる。なお、支沢の合流部や一部谷幅が広がった箇所には土砂の堆積が認められる。2つの谷を隔てる尾根は起伏量が小さく不明瞭であり、上下の盛土を隔てる明瞭な地形境界も認められない。このことから、縦断系も横断系も緩やかな谷型斜面を埋めて、一連の盛土が造成されたと推察される(図-2)。

②表面波探査

盛土形状や地質構造の把握を目的に、盛土面全体に測線を配置して測定を行った。

表面波探査の結果、調査地には厚さ3~6mの盛土の分布が想定された(図-3)。また、旧谷地形に相当すると考えられる部分では、厚さ10m程度の盛土分布が想定された。

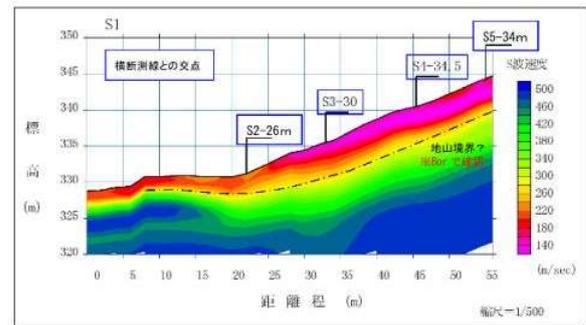
図-2 空中写真判読結果²⁾ 平行法で実態視可能

図-3 表面波探査縦断面解釈図

③ボーリング調査

ボーリング調査で確認された地層は盛土と基盤岩(山砂利層)であった。

盛土層は概ね礫混じり粘土質砂または砂質粘土で、所々に玉砂利を含む。N値は2~8であった。

基盤岩をなす山砂利層は、強風化部では褐色を呈し、弱い指圧で容易に崩れ、細礫混じり砂状となる。弱風化部は短柱状~棒状で採取され、ハンマーの軽打で容易にわれる程度の硬さであった。礫は深成岩類や火山岩類からなり中硬質であるが、基質は軟質で、爪で傷がつく程度であった。基質は流紋岩質凝灰岩由来と考えられ、長石や石英、粘土鉱物を主体とする。強風化部のN値は22~107、弱風化部のN値は60~300であった。

④地下水位観測

掘削中の水位は、いずれも盛土内に分布した。

3箇所連続水位観測を行った結果、いずれも盛土内に水位があり、一部降雨に連動した水位変動が認められた。なお盛土尻付近には複数の湧水が認められ、一部は湿

地化していることから、恒常的な浸透水があり、降雨から遅延して水位上昇を生じる水理地質構造を有すると推察される。

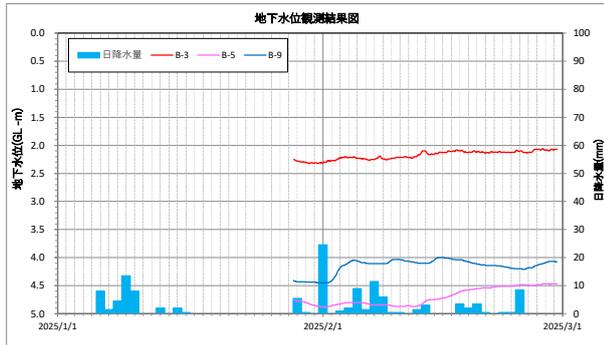


図-4 地下水位観測結果³⁾

4. 安全性評価

これまでの調査結果をもとに安全性評価を実施した。

①断面設定

表面波探査、ボーリング結果をもとに断面図を作成した。上下の盛土は連続したものとして作成し、2つの盛土の接続部付近の盛土厚は2~3m程度とした。

地下水位は、観測された最高水位を設定した(図-6)。

②解析ケース

地形や盛土の形状から、2つの盛土が一連として動く可能性は小さいと考えられるが、可能性は否定できないため、以下の5パターンの安定計算を実施した。

- ケース①下盛土末端のすべり
- ケース②下盛土全体のすべり
- ケース③上盛土末端のすべり
- ケース④上盛土全体のすべり
- ケース⑤2つの盛土全体のすべり

③地盤定数の設定

代表N値、せん断強度(内部摩擦角 ϕ 、粘着力 c)、単位体積重量の検討を行った。

- ・代表N値：対象層のN値から異常値を除いた平均値
- ・粘着力 c ：盛土部：室内土質試験結果の最小値
地山部：代表N値から相関式で算出
- ・内部摩擦角 ϕ ：
盛土砂分優勢層：粘着力が12.9kNとなる時の値
盛土細粒分優勢層：室内土質試験結果の最小値
地山部：代表N値から相関式で算出
- ・単位体積重量：盛土部：湿潤密度試験結果から推察
地山部：代表N値から相関式で算出

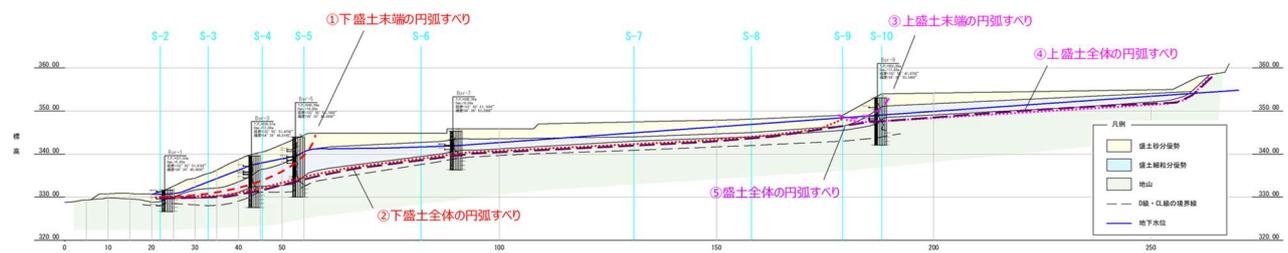


図-5 解析断面図

④安定解析結果

安定解析の結果、いずれのケースでも必要安全率を上回る結果となり、本崩壊形態では盛土が崩壊に至る可能性は少なく、変形(変状)の発生程度と考えられる。

地震時の安全率は1以上であるが、「地下水あり」と判断される。大規模盛土造成地の経過観察マニュアルによると、地下水位の上昇などによって危険側に働く可能性(安全率1未満になる可能性)がある場合は、継続的な安全性確認が望ましいとされているため、経過観察を行い、変状の進行が確認された際には、豊水期の水位を観測し、安定解析を行うことが望ましいと評価した。

表-1 安定計算結果一覧表

盛土 No	安定計算結果		備考
	常時	地震時	
必要安全率	1.50	1.00	宅地防災マニュアルに準拠
ケース①	1.72	1.02	下盛土末端
ケース②	3.66	1.31	下盛土全体
ケース③	2.04	1.33	上盛土末端
ケース④	8.35	2.06	上盛土全体
ケース⑤	4.34	1.47	盛土全体

5. まとめ

本事例の盛土では、山砂利層の分布域であり、同風化部を盛土材とした盛土層と地山の強風化部に物性値の違いがあるのか不明であった。標準貫入試験の結果、盛土部はN値2~8であったのに対し、強風化部はN値20~107と明瞭な違いが認められた。当初、土質名だけで整理すると類似した物性を示すと想定していたが、物性は明確に異なることが明らかとなった。

盛土形状は、精緻な地形判読やボーリングの結果から、一連の盛土として断面を作成した。

抽出された盛土に対し、地形判読等を行い盛土が連続する可能性がある場合、複数の不安定化の状況を想定し、それぞれの条件が発生する可能性を考慮しつつ、各条件における検討を行うことで、想定外の事象を避けることが出来ると考える。

《引用・参考文献》

- 1) 国土地理院地形図(に加筆)、(最終閲覧日2025年6月8日)
- 2) 国土地理院撮影空中写真(1974年撮影)に加筆
- 3) 気象庁アメダス：観測地点「三次」(最終閲覧日2025年3月1日)