

令和6年能登半島地震で被災したアンカー補強土壁の 数値解析に基づく補強対策の提案

岡三リビック（株） ○小浪 岳治 林 豪人 伊藤 友哉
名古屋工業大学 前田 健一

1. はじめに

のと里山海道の穴水インターチェンジのランプ付近に構築されたアンカー補強土壁は、令和6年能登半島地震により被災を受け、その嵩上げ盛土部及び補強土壁の一部が崩壊した（写真-1）。これは過去に確認されていない変状形態であった。被災地周辺に作用した地震動が補強土壁の設計時の想定を上回っていたこと、地震前の積雪による融雪水が嵩上げ盛土部に浸透して土の強度が低下したことが変状発生の要因として考えられる。この新たな形態の変状の今後の発生を防止するため、それらの要因に対して効果的な対策工を選定し、それについて数値解析に基づいて検討を行った。

2. 対策工法の選定と検討方法

被災したアンカー補強土壁はレベル1地震動（設計水平震度 $kh=0.10$ ）を想定して設計されていた。今回はアンカー補強土壁の補強領域の上部が一部影響を受けたものの、主に嵩上げ盛土部が崩壊しており、仮にアンカー補強土壁自体がレベル2地震動を想定して設計されていたとしても、嵩上げ盛土への対策がなければ崩壊は防ぎえなかつたと考えられる。そこで嵩上げ盛土の崩壊を抑制する対策工として、(1)嵩上げ盛土への水平排水層の設置と、(2)嵩上げ盛土へのジオテキスタイル補強を挙げ、これらを検討対象とした。

円弧すべり法の安全率 F_s が1.0となる限界震度 kh_{cr} を求め、各対策工によって限界震度 kh_{cr} がどの程度向上したかを確認することにより、対策工の効果の検討を行った。なお各対策工は、レベル2地震動を想定したアンカー補強土壁の上部の嵩上げ盛土に対して実施することを前提とした。円弧すべりの検討に用いた土質定数を表-1に示す。ここで補強領域および嵩上げ盛土の土質定数は、被災後に採取した試料を対象に三軸圧縮試験を実施した結果を用いた。融雪による浸透水を要因とした土の強度低下を考慮するため、被災前の被災地付近で観測された降雨量データを用いて浸透流解析を行い、土の飽和度に応じてその粘着力



写真-1 被災状況

表-1 解析定数一覧

定数区分	入力値					
	γ (kN/m ³)	G (kN/m ³)	C (kN/m ²)	ϕ (度)	μ	K (cm/sec)
盛土層 (嵩上げ部)	17.0	50000	10.3	27.8	0.5	1.1×10^{-1}
盛土層 (補強土部)	16.0	60000	12.1	24.9	0.5	1.1×10^{-1}
支持層	20.0	120000	300.0	0.0	0.3	1.1×10^{-5}

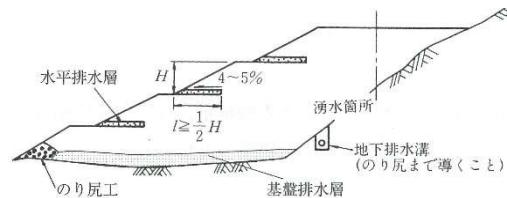


図-1 水平排水層の配置例

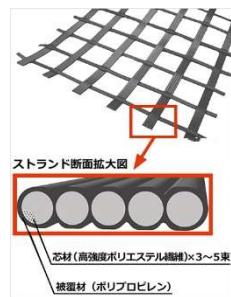


図-2 製品例（左：排水材、右：ジオテキスタイル）

を低下させた。(1)水平排水層は、図-1に示す道路土工-盛土工指針の例を参考とし、嵩上げ盛土の各段の高さの1/2の長さの不織布を格段の法尻に配置した。(2)ジオテキスタイルは製品基準強度40kN/mとし、長さ5.0m、高さ方向ピッチ0.6mで配置した。それぞれの対策工の製品例を図-2に示す。

3. 検討結果

今回被災したアンカー補強土壁、(1)嵩上げ盛土に水平排水層を設置した場合、および(2)嵩上げ盛土をジオテキスタイルで補強した場合の結果の概要を、それぞれ図-3～5に示す。また、それぞれのケースでの限界震度khcrを表-2に示す。全てのケースにおいて、いずれも嵩上げ盛土のすべりで限界震度が最小となつた。したがつて、ここで提案した対策工はいずれも嵩上げ盛土でのすべりが先行すると考えられる。

各対策工での嵩上げ盛土のすべりの限界震度khcrを被災したアンカー補強土壁と比較すると、(1)水平排水層の設置の場合は1.27倍、(2)ジオテキスタイルによる補強の場合は1.53倍となつた。いずれも今回被災したアンカー補強土壁より嵩上げ盛土の耐震性能は向上しており、対策工の実施によって崩壊を防ぐことができた可能性がある。

4. 結論

令和6年能登半島地震により過去に認められないアンカー補強土壁の変形形態の発生を受け、その変形を防止しうる対策工の効果について、限界震度の比較に基づいて検討を行つた。その結果、嵩上げ盛土に水平排水層を設けた場合は1.27倍、嵩上げ盛土にジオテキスタイルを設けた場合は1.53倍、それぞれ限界震度の向上が認められ、嵩上げ盛土の崩壊リスクの低減が期待できる。

参考文献

- 1) 日本道路協会、道路土工-盛土工指針、2010.

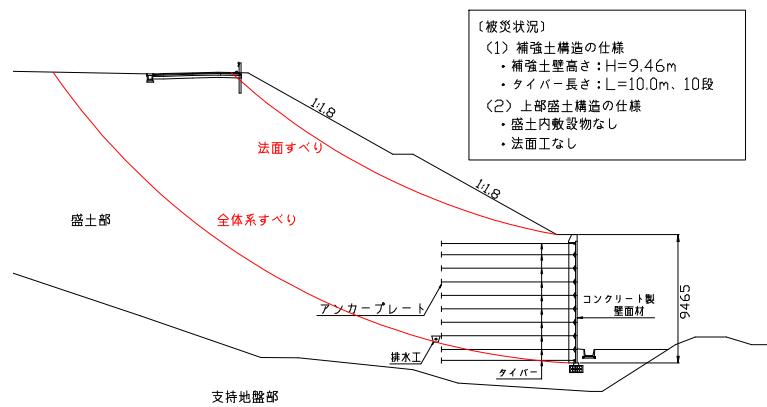


図-3 被災したアンカー補強土壁の想定すべり

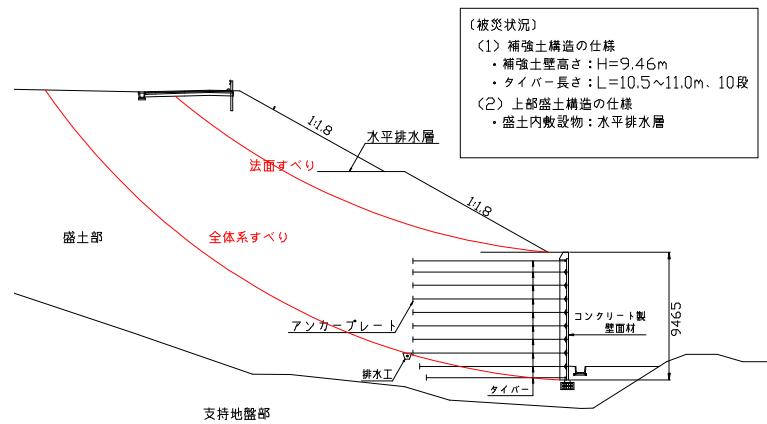


図-4 水平排水層を設置した場合の想定すべり

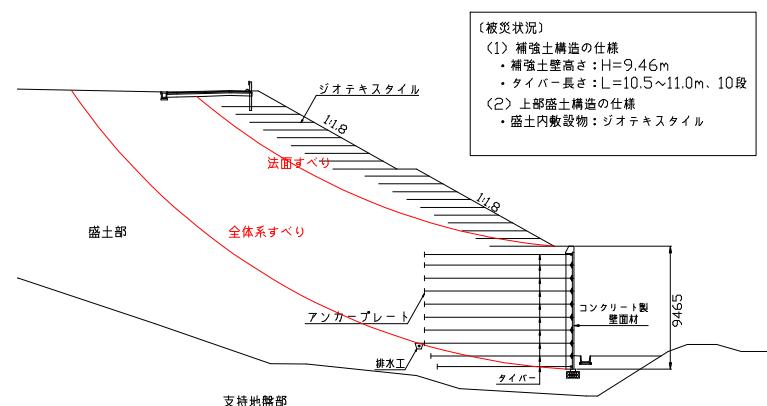


図-5 ジオテキスタイルを設置した場合の想定すべり

表-2 限界震度khcr一覧

ケース	限界震度khcr			
	嵩上げ盛土すべり	全体系すべり	補強土壁滑動	補強土壁転倒
被災ケース	0.183	0.315	0.284	0.312
水平排水層を設置	0.233	0.328	0.318	0.323
ジオテキスタイルを設置	0.280	0.344	0.324	0.341