

鹿野園地区 地すべり対策工事に関する取り組みについて

奈良土木事務所 工務第二課 池田 明信

1. はじめに

奈良市街地の南東部に位置している奈良市鹿野園町は昔から地下水の豊富な場所であり、周辺住民に利用されてきた。その一方でこの地下水による影響と推察される地すべりが平成4年に発生しており、地すべり対策実施後の平成7年には国土交通省の「地すべり防止区域」に指定されている。そうした中、令和元年8月30日に50.5mmの雨量を観測した際に顕著な変位が確認されるなど再び動き出した中で、令和2年7月の梅雨時期の降雨によって木造2階建ての民家は元々あった場所から水平方向に10メートル以上も移動するといった大規模な地すべりが発生した。また、地すべりブロック末端部には一級河川岩井川が流れており、河道閉塞が発生し土砂ダム崩壊による被害が懸念された。本論文では、この大規模な地すべりが発生してから現在に至るまでのソフト対策及びハード対策としての取り組みについて紹介する。

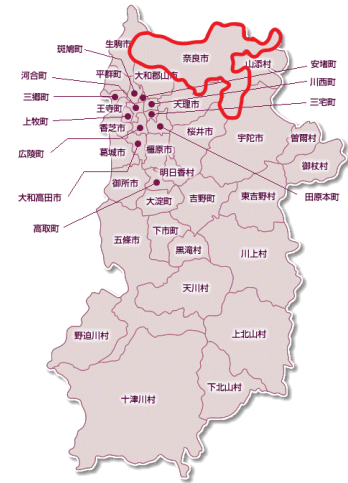


図1 位置図

2. 地すべりの状況

令和2年7月の降雨による被災状況を写真1に示す。写真の左右で見比べた際、民家が主側線上に移動していることが分かる。



写真1 地すべり状況

写真左：民家移動前 写真右：民家移動後

3. ソフト対策

3.1 避難所の開設

岩井川の河道閉塞の発生とその後の土砂ダム崩壊時の被災が懸念される下流域の人命を守るため、令和2年7月14日、県が地すべり等防止法に基づいた立ち退き指示を発令した（本発令は翌日15日に解除）。これを受けて奈良土木事務所では、14日及び15日の2日間、土砂ダム崩壊時の被災が懸念される民家4世帯の住民8人に対して鹿野園町の公民館を避難所として開設し対応にあたった。この時、奈良土木事務所では職員が2人1班体制の班編制を組み、昼夜連続で避難所に待機して更なる地すべりの発生や河道閉塞等の緊急事態に備えた。

3.2 伸縮計・GPS・水位計・定点撮影等による24時間監視体制の構築

避難所閉鎖後も2人1班体制の班編制はそのまま、平日夜間及び土日祝の昼夜間は職員自ら事務所に常駐して地すべり監視に当たった。現場ガードマンからの定時又は異常報告に加え、10分間隔で更新される斜面監視用システムの確認を主に行った。また、令和2年11月からはLINEアプリを活用した監視報告体制に移行となり、奈良土木事務所職員10名で構成された鹿野園監視チームを設けて日替わりで対応に当たっている。この体制は現在も続いている。その日の当番職員は平日は22時の1回、土日祝日は9時・16時・22時の3回、個人所有の端末を用いて伸縮計等に異常が無いかを確認し（図2）、LINEグループ（鹿野園監視チーム）上で報告している（図3）。伸縮計の変位等で異常がある場合は、連絡体制に則り砂防・災害対策課に連絡する他、現場確認も当番職員自ら行っている。併せてガードマンも24時間交代で現場の状況を目視で監視しており、斜面からの落石が頻発していないか、倒木は発生していないか等の報告を受けている。更に、昼間は施工者も監視しており3重の監視体制を整えている。

機種	地点名	項目	最新値	観測日時	電圧	通信状態	監視内容
	S-2'	伸縮移動量	0.0 mm/h	2021/10/09 13:30:00	EXT 13.1 V	正常	
	S-4'	伸縮移動量	0.0 mm/h	2021/10/09 13:30:00	EXT 13.4 V	正常	
	S-5	伸縮移動量	0.0 mm/h	2021/10/09 13:30:00	MAIN 2.8 V	正常	
	S-6	伸縮移動量	0.0 mm/h	2021/10/09 13:30:00	MAIN 2.7 V	正常	
	河川水位（上流）	実水位	0.97 m	2021/10/09 13:30:00	EXT 13.3 V	正常	
	河川水位（下流）	実水位	0.09 m	2021/10/09 13:30:00	EXT 13.4 V	正常	
	R1-No.1	地下水位	8.02 GL-m	2021/10/09 13:00:00	MAIN 2.4 V	正常	
	R2-No.1	地下水位	14.65 GL-m	2021/10/09 13:00:00	MAIN 2.9 V	正常	
	R2-No.2	地下水位	20.00 GL-m	2021/10/09 13:00:00	MAIN 2.9 V	正常	
	ネットワークカメラ2	-	-	2021/10/09 13:30:00	EXT 13.5 V	正常	
	ネットワークカメラ3	-	-	2021/10/09 13:30:00	EXT 13.5 V	正常	

図2. 各計測器のリアルタイムデータ

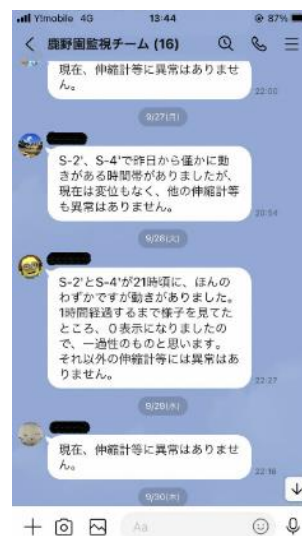


図3. 報告ページ

4. ハード対策

4.1 対岸からの工事用進入路の設置及びその他応急対策工事

地すべりが発生した現場は、グラウンドアンカー工・横ボーリング工及び地すべりブロックの排土工の施工に取りかかる直前に活動が活発化した。滑動が続き、岩井川の河道閉塞が発生した場合、地すべりブロックの撤去の際に当初予定していた進入路からアプローチする手段が絶たれることが懸念された。こうした場合でも土砂を撤去できるように、対岸から緊急で進入路を設けた（写真2）。また、河道が閉塞されても河川の水を流せるよう、直径300mm及び1000mmの排水管を約100mにわたり設置した（写真3）。更に浸水が想定される住宅地の upstream 側に、氾濫から住宅地を保全するため、高さ2mまで積み上げた大型土のうを約25mにわたり設置した。こうした進入路や大型土のう等の設置以降、地すべりの滑動が落ち着いたために使われる事態には幸いならなかったが、事態悪化を想定した迅速かつ必要な対応策だったと考える。



写真2. 工事用進入路設置後



写真3. 排水管設置後

4.2 本格的な対策工事への取り組み

本施工現場は写真1で示すように、大規模な地すべりが発生した関係から当初設計で予定していた地形と大きく異なった。地すべりの原因となった地下水の排水及び地すべりブロック頭部の排土等について対策を講じたが、とりわけ頭部排土量については、当初設計の1,200m³から7,500m³にまで増加した（図4）。また、工事規模の拡大に伴い、工事をⅠ期工事とⅡ期工事に分割した。Ⅰ期工事では頭部排土の他、グラウンドアンカー工及び横ボーリング工を施工しており令和3年9月30日を以て竣工した（写真4）。ここで本施工現場は工事規模から分割したと述べたが、計画安全率（P.F.s）はⅠ期工事で1.20を確保する設計としている。工事の進捗に伴う計画安全率は次の通りである。



写真4. Ⅰ期工事完成時

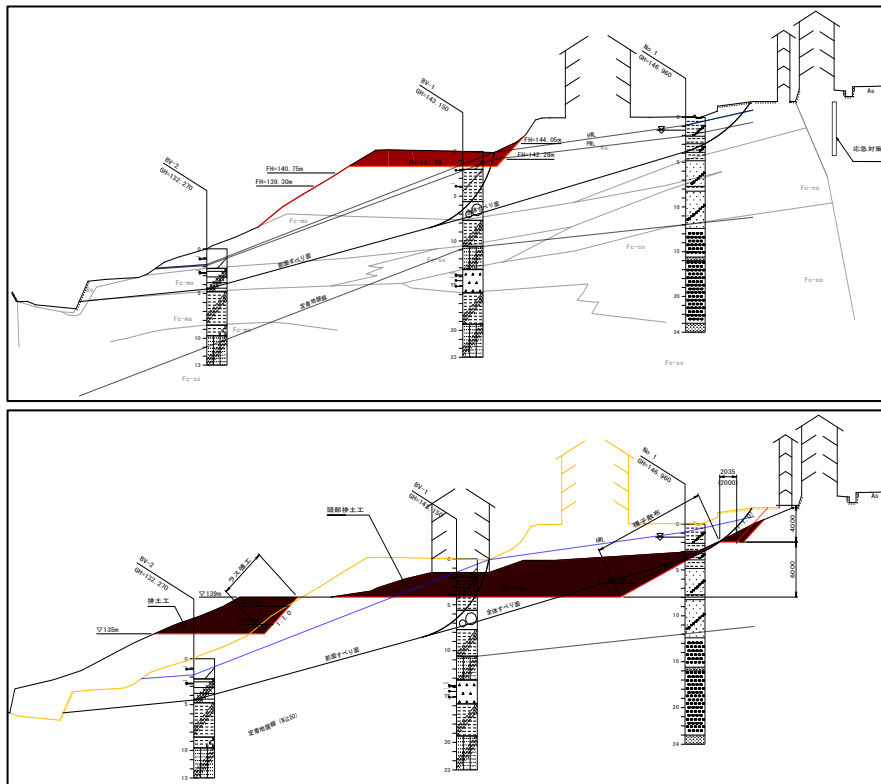


図4. 頭部排土量の変化（赤ハッチング箇所が該当）
 上：当初設計 下：修正設計（黄線は地すべり前の地形）

■計画上の安全率

- ・頭部排土の排出完了→1.055
- ・グラウンドアンカー（1段目22本）完了 → 1.127
- ・グラウンドアンカー（2段目22本）完了 → 1.201

これは近畿地方整備局設計便覧及び災害手帳に「重要な道路や河川あるいは人家などに重大な影響を与える箇所については原則として1.20とする」と記載されており、本施工現場においてこの設計を満足したものとなっている。続けてⅡ期工事では、岩井川に滑り落ちた地すべりブロック末端部の土砂を撤去する計画であるが、この土砂が現状押し寄せ盛土としての機能を果たしている。岩井川の護岸復旧の際にはこの土砂を撤去する必要があるため（写真5）、先行的にグラウンドアンカー工及び横ボーリング工を追加施工し、計画安全率を一時的に1.20以上に高めた上で最後に土砂を撤去する整備計画としている。なお、現在稼働しているⅡ期工事は令和4年8月12日竣工予定である。



写真5. 押し寄せた土砂により橋梁が被災した様子

5. おわりに

地すべりの原因は地下水による影響が大きいですが、この鹿野園地区は特に地下水が豊富であり、Ⅰ期工事の横ボーリング施工直後からも配管からの排水状況が観察された。また、Ⅱ期工事でも法切りした面から発生する湧水の状況によっては追加で横ボーリング工を施すことも考えられる。つまり、地すべりの再発防止という観点からは、本施工現場に流れてくる地下水を上流で抑制する必要がある。また、本施工現場の地すべりブロックは全体の一部分であり、実際には広域にわたっても存在することも示唆されている。こうした現状を踏まえ、想定される地すべりブロックの詳細な調査を行い、その結果に応じて集水ボーリング等の抑制工を追加検討していくことが必要だと考える。また、監視体制についても更なる効率化や、それに伴う担当職員の負担軽減等を目的とした新たな仕組みを模索していくべきである。引き続き、鹿野園地区の人命・財産を守り、被害想定区域に住んでいる方々の不安を解消できるよう、鹿野園地区の地すべり対策工事を推進して参りたい。

謝辞：

最後に、本事業の設計・施工に多大なる尽力を頂いた方々、並びに事業にご理解・ご協力を頂いた地元の皆様方に、この場を借りて深く御礼申し上げます。