

石川県珠洲市岩坂の貯水池周辺の地すべり地における 地下水変動について

澤 崎 雅 之* ・ 日下部 吉 彦*

Fluctuations of Ground Water in Landslide Area around the Reservoir at Iwasaka district, Suzu City, Ishikawa Prefecture

Masayuki SAWAZAKI ・ Yoshihiko KUSAKABE

The fluctuations of ground water level and pore water pressure have been measured in the landslide area around the reservoir constructed at Iwasaka district, Suzu City.

The Miocene Mudstone which is interbedded with thin beds of tuff, is distributed in the landslide area.

The results of measurements show that the variations of the ground water level have been comparatively small through the duration of measurement, by reason of the drainage works for ground water. The average variation of the ground water level is about 1.3m through a year. These figures suggest that the occurrence of landslide due to rise of ground water level is little.

1. まえがき

地すべり地において地下水の挙動、特に地下水位や間隙水圧の季節変動を把握しておくことは、斜面安定解析上重要と考えられており、これまでに現地調査に基づき報告^{1)～3)}がいくつか行われている。

ここでは、既に対策工が施工されており、その後も観測が継続されている、貯水池周辺に位置する地すべり地において、地下水位及び間隙水圧の連続測定を実施した結果に基づいて、若干の考察を行っている。

2. 調査地の地形・地質

2-1. 地形

調査対象地域は、石川県珠洲市岩坂にある洪水調節と農業用水確保の目的で作られたダム（諸元は表-1参照）の上流約500mの右岸に位置している。ダム周辺には、標高100mに満たない丘陵が多く、主な谷系は北西-南東方向に延びている。ダム周辺に認められる地すべり地の多くは、その頭部が尾根付近にあり、本流またはその支流に向かって開いた形となっている。したがって地すべりブロックの多くは、谷沿いに並列した形となっている。これらの地すべり地のほと

*建設工学科 土木工学専攻

んどには、明瞭な滑落崖が確認でき、そのうち大きなものは、幅200m位の山体が移動したと考えられるものもある。地下水位、間隙水圧の観測を実施した地域は図-1に示されるような幅100m、長さ150mの台地状の斜面であり、地形的に上位斜面と下位斜面に区分できる。上位緩斜面の標高は62~68mであり、中央付近が小丘状に高くなっている。一部に杉の植林がされているが、ほとんどは草地である。南側と西側は標高90m前後の尾根筋まで急斜面（勾配約25°~30°）を形成しており、この部分は古い滑落崖の可能性がある。

この急斜面と緩斜面との変化部には凹状地形が北と東の方向へ延びている。緩斜面の中央付近にある小丘の北側には、図-1に示されるような、段差30~50cmの亀裂が東西方向に入っている。緩斜面の東側は急斜面（勾配約35°）になっており、麓の道路沿いには基盤の泥岩が露出している。緩斜面の北側も急斜面となっていて、下位緩斜面へと続いている。一方、下位斜面は、上位緩斜面より規模が小さく、杉や雑木が生い茂っている。標高は45m前後である。この緩斜面の北側の道路に面した急斜面には、地すべりによる押し出し地形と考えられる凸状地形が見られる。また、この凸状地形の西側は馬蹄形の凹状地形をなし、古い地すべりの跡と考えられる。さらに、凸状地形の東側には落差2~4mの滑落崖を有する崩壊地形があり、それが下位斜面の北縁を切っている。なお、この崩壊地形の東側の道路沿いには湧水が見られる。

2-2. 地質

地すべり地を含むダム周辺には、飯塚珪藻泥岩層、南志見泥岩層などの中新統が分布しているが、概ね、飯塚珪藻泥岩層はダム下流側に、南志見泥岩層は上流側に分布している。したがって多くの地すべり地形が認められるダム上流の右岸地帯の基盤岩をなしているのは、この南志見泥岩層である。南志見泥岩層は、一般的には、均質無層理の暗灰褐色~黒色の泥岩から成っているしかし、中には、異なる粒径の地層が互層をなして存在しているところもあり、シルト質な部分や珪質な部分などもみられる。また、所々に級化成層に似た部分があり、層状の縞状模様をつくっている。さらに、泥岩層中には層状細片に砕けやすい部分が卓越している場合もある。

地層の走向傾斜はN60°E、10°~20°Nで、斜面の傾斜方向とわずかに斜交した流れ盤構造になっている。

表-1 ダムの諸元

形 式	中心コア型フィルダム
堤 頂 長	158 m
堤 高	31 m
堤 頂 幅	7 m
総貯水量	850,000 m ³
有効貯水量	778,000 m ³
常時満水位	E L 35.5 m
計画洪水位	E L 40.6 m

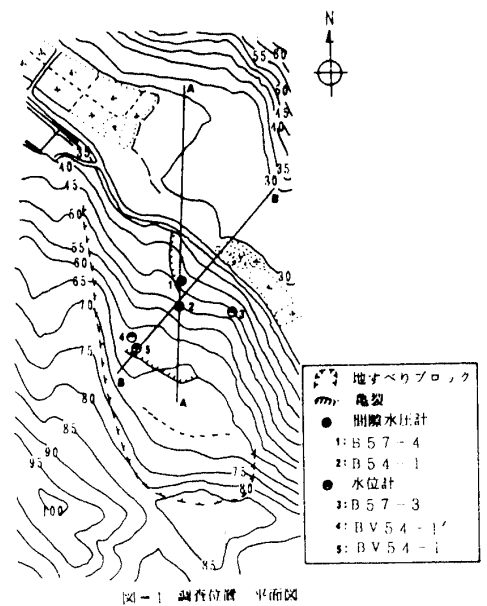


図-1 調査位置 平面図

図-2は、図-1におけるA-A断面の地質断面図である。最上部の凝灰岩層(T_1)の上位は礫まじりシルト粘土から成る崩積土層である。この崩積土層の下位が基盤を形成

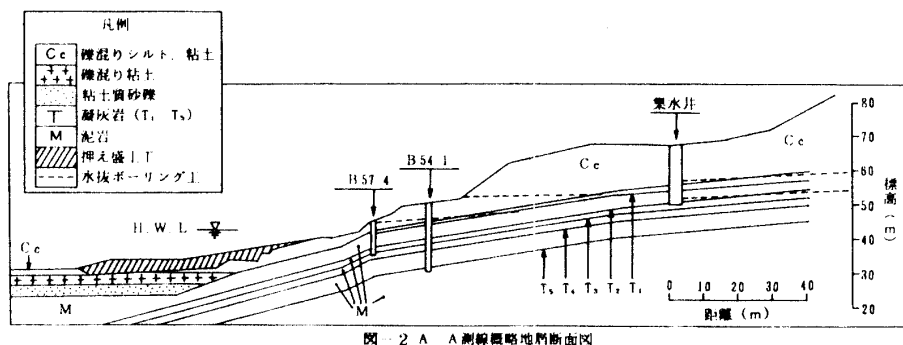


図-2 A-A断面略地質断面図

している泥岩層である。最上部の凝灰岩層と泥岩中に挟有される4枚の凝灰岩層を、上位から順に T_1 T_2 T_3 T_4 T_5 としてある。

3. 計測概要

当地域においては、昭和54年度(1979年)から現在まで、自記水位計、間隙水圧計、地中傾斜計、地盤傾斜計、伸縮計等による計器観測が行われているが、ここでとりあげるのは、孔内地下水位と間隙水圧の2項目である。なお、間隙水圧については、昭和60年(1985年)7月以降、孔内地下水位については、昭和61年(1986年)12月以降、デジタルストレインレコーダを用いて、6時間毎に自動観測を行った結果である。

図-1において、孔内地下水位は、BV54-1孔、BV54-1'孔、B57-3孔の合計3孔で、間隙水圧はB57-4孔で2ヶ所、B54-1孔で3ヶ所の合計5ヶ所で計測を実施した。ここで、それぞれの観測開始年度は、記号BあるいはBVの次の数字が表わしており、例えば、BV54-1孔ならば観測開始年度は昭和54年を意味している。

孔内地下水位については、昭和61年12月以降、間隙水圧計の先端に約50cmで、側面に多数の穴があいた塩ビパイプを付けたものを、孔底に設置して計測を行った。

3-1. 孔内地下水位測定

BV54-1'孔は、全長15.5mで凝灰岩 T_1 層の直上に達しており、全長ストレーナ加工が施されている。BV54-1孔は全長20mで、凝灰岩 T_1 層を貫通して、凝灰岩 T_2 層の直上に達しており、凝灰岩 T_1 、 T_2 層の区間のみストレーナ加工が施されている。上記の両孔は、地すべり地末端の貯水池水際線からはほぼ等距離で隣接している。したがって、BV54-1'孔は礫まじりシルト質粘土より構成されている崩積土中の地下水位を、BV54-1孔は、基盤岩と考えられる、凝灰岩 T_1 と T_2 層の間に存在する泥岩中の地下水位を、各々計測していることになる。B57-3孔は全長10mで、地表面下2m付近を境に、上部が礫まじりシルト質粘土層、下部が風化泥岩層より構成されており、全長ストレーナ加工が施されている。また、図-1からもわかるように、貯水池に最も近い距離に位置している。

3-2. 間隙水圧測定

間隙水圧はB57-4孔とB54-1孔の両孔で計測を実施しており、その設置状況と地質柱状図を

図-3に示す。

B57-4孔における間隙水圧計の測定対象区間を要約すると以下のようになる。

B57-4(上) 凝灰岩T₂層上位の泥岩中の水圧

B57-4(下) 凝灰岩T₃層付近の泥岩中の水圧

また、B54-1孔における間隙水圧計の測定対象区間を要約すると以下のようになる。

B54-1(上) 凝灰岩T₁層上位の崩積土中の水圧

B54-1(中) 凝灰岩T₂層上位の泥岩中の水圧

B54-1(下) 凝灰岩T₄層上位の泥岩中の被圧地下水位

以上が孔内地下水位と間隙水圧の計測概要であり、それらの相互の位置関係を示したのが図-4である。図中の縦軸の標高は考慮してあるが、横軸については、位置関係は正しく、相互の距離は任意にとってある。

なお、間隙水圧の実測値は、孔内地下水位の観測結果と比較しやすいように、各観測深度ごとに水頭の示す水位に換算してあり、以下にこれを換算水位と呼ぶことにする。

4. 地すべり対策工の概要⁴⁾

当地域における対策工は、排水工、抑止工に主眼を置いた工事で、昭和55年(1980)度末には全て完了しており、その結果は図-5に示す通りである。

排水工及び抑止工の内容は次のようになっている。

排水工

①地表面排水路工

②集水井工及び集水ボーリング工

集水井本体は直径3.5m、深度18mで直径5cm

長さ50mの集水ボーリング7本を放射状に

配置したものを2段に施工

③水抜ボーリング工

直径5cm、長さ40mの水抜ボーリング3本

を放射状に配置した組合わせを4ヶ所設置

抑止工

①杭打工

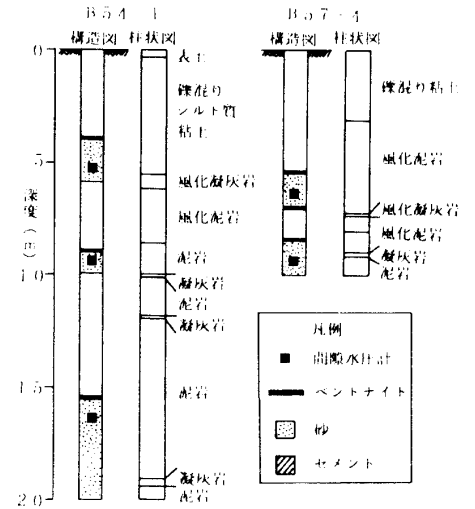


図-3 間隙水圧計の設置状況と地質柱状図

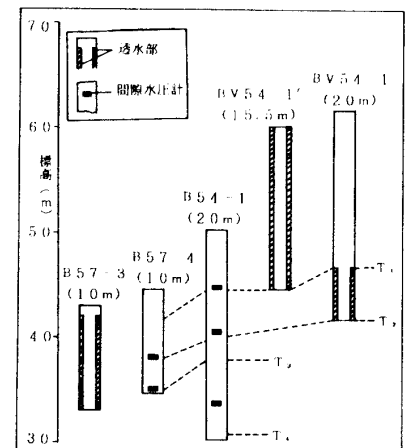


図-4 地下水位・間隙水圧測定位置関係の模式図

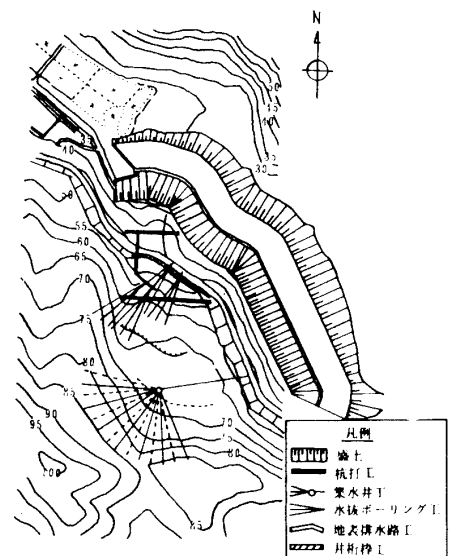


図-5 地すべり対策工平面図

直径約30cmの鋼管杭を上段と下段
に設置

②押え盛土工

③井桁枠による土留工

5. 結果及び考察

5-1. 地下水位、換算水位の変動状況⁵⁾

図-6に、昭和62年(1987年)、一年間の地下水位、間隙水圧換算水位、貯水位の変動状況及び降雨量の計測結果を示す。

図-6(a)は、貯水位の変動とほぼ連動した挙動を示すグループであり、図-6(b)は、貯水位変動とほとんど連動せずに、むしろ降雨量に対応した挙動を示すグループである。

B57-3孔は、貯水池に一番近い位置にあり、かつ全長ストレーナ加工されていることから、最も貯水位の変動に敏感に連動していることがわかる。

さらに、B54-1下あるいは、B57-4下の間隙水圧計は、図-4から判断されるように、観測期間中の貯水位面に比較して、低い標高に設置されていることから、貯水位変動の影響が表れているものと考えられる。

また、図-6(b)のB54-1上の計測結果に、ほとんど変動が生じていないのは、図-2あるいは、図-5から判断されるように、崩積土中の地下水排除の目的で施工されている水抜ボーリング工が、効果を発揮しているためと考えられる。

次に、互いに隣接するBV54-1とBV54-1'の地下水位変動を比較するため、8月中旬のデータを拡大したのが図-7(a)である。同時に図-7(b)には、平成元年7月のデータを示してある。

図-7より判断されることは、崩積土中の水位を測定しているBV54-1'では、降雨に対して非常に敏感に反応していることである。それに対して、T₁層下部の泥岩中の水位を測定しているBV54-1では、少量の降雨に対しては敏感に反応していない。しかし、2日連続で50mm以上の降雨があった場合、BV54-1'に比較して約5～6時間の時間差で反応することがわかる。

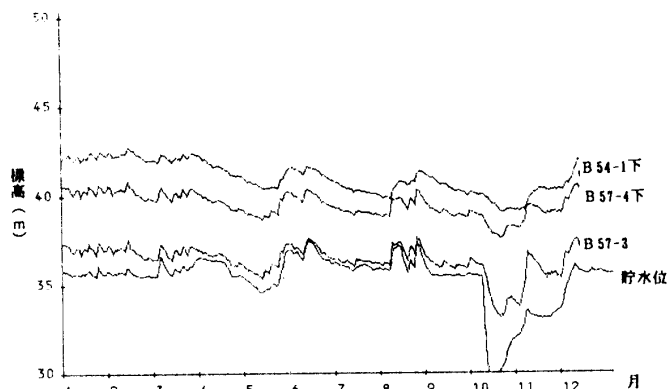


図-6 (a) 地下水位、間隙水圧換算水位、貯水位、降雨量の変動図 (昭和62年)

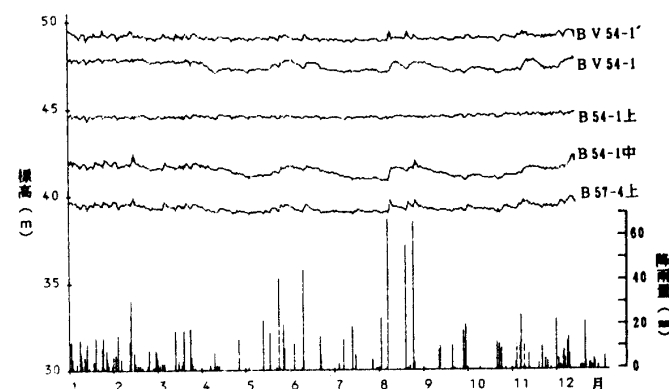


図-6 (b) 地下水位、間隙水圧換算水位、貯水位、降雨量の変動図 (昭和62年)

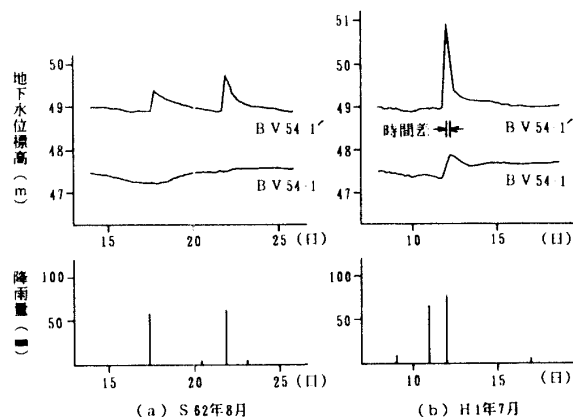


図-7 BV54-1とBV54-1'の地下水位変動図

5-2. 地すべり発生の検討

ところで、当地域において地すべり発生が最も懸念されるのは、凝灰岩 T_1 層の上面をすべり面とするすべりであり、地すべりに対して最も関係が深いのは T_1 層上位の崩積土中を流れる地下水である。その水位はBV54-1'で測定されており、換算水位はB54-1上で測定されている。

各水位、換算水圧の年度別変動幅を示した図-8からも判断されるように、BV54-1'孔では、今日までの測定期間を通じて、比較的水位の変動は小さく、年間を通じての水位変動幅の平均値は1.3 m程度である。またB54-1上の換算地下水位の変動幅はさらに小さく、最大値で0.87m、平均で0.57m程度である。

既に検討されている結果⁶⁾によると、平均1 mの水位変動がある場合の安全率の変化はほぼ0.05~0.07程度の範囲になって、 T_1 層上面をすべり面とする地すべりの安全率に対して、新たな地すべりを誘発するような影響は与えないものと考えられる。

5-3. 融雪期の地下水挙動

図-9は、昭和61年(1986年)2月~4月における、間隙水圧換算地下水位、貯水位、積雪量、及び降雨量をプロットしたものである。図-9から、積雪量は2月中旬から減少し始め、3月中旬には積雪ゼロになっていることがわかる。

一方、各換算地下水位の値は、凝灰岩 T_1 層上位の崩積土中に設置されているB54-1上の測定値を除いて他の4ヶ所の換算地下水位は、積雪ゼロとなる約一週間前の融雪末期から上昇しはじめて、最大で約1.4mの水位上昇となっている。さらに、4月中旬には下降していることがわかる。このことから、融雪水は積雪ゼロとなった時点より、約1ヶ月間影響を及ぼしていると推測される。

また、図-10は、昭和59年(1984年)に観測された地下水排除量と、3日先行累積降雨量との関係を、融雪水の影響があると考えられる4月7日及び降雨による9月5日の両日で比較した図である。

図-10から、融雪水は地下に浸透しやすく、豪雨などの降雨は地下水に反映されにくいことがわかる。

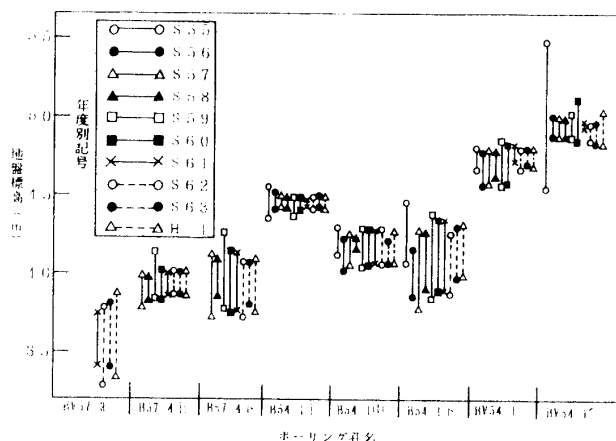


図-8 各水位・換算水圧の年度別変動幅

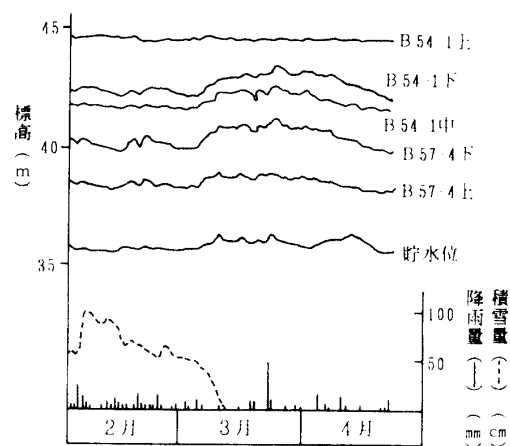


図-9 間隙水圧換算地下水位・貯水位
降雨量・積雪量の関係(昭和61年)

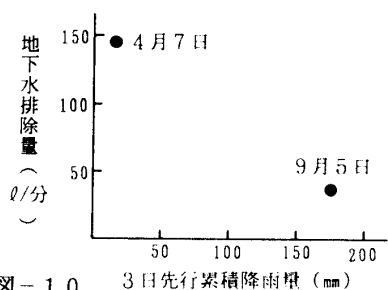


図-10 3日先行累積降雨量(mm)
地下水排除量と3日先行累積降雨量
の関係(昭和59年)

6. あとがき

貯水池近傍に位置する地すべり地の地下水挙動について、地下水位及び間隙水圧に関する測定結果に基づいて考察を行ったが、その結果、下記のようなことが指摘できる。

- (1) 本地域においては、地下水排除工の効果により、水位上昇に起因したT₁層をすべり面とする地すべり発生の可能性は少ないと考えられる。
- (2) 降雨に比較して融雪水は地下に浸透しやすく、また、その影響は、融雪終了後、1ヶ月位と考えられる。

参 考 文 献

- 1) 小川正二, 池田俊雄他3名: “濁沢地すべり地における融雪水・間隙水圧・地下水位・地温の変動特性”, 地すべり, Vol.25, No.1, pp.21 ~27, 1988.
- 2) 檜垣大介, 丸山清輝他2名: “地すべり地における間隙水圧変動の観測”, 地すべり, Vol.28, No.3, pp.9~16, 1991.
- 3) 近藤観慈, 吉松 弘, 吉田克美: “破碎帯地すべりにおける地下水位の挙動特性”, 地すべり, Vol.29, No.2, pp.39 ~45, 1992.
- 4) 北陸農政局, 石川県: 昭和53~55年度岩坂ダム関係調査報告書.
- 5) 澤崎雅之, 伊藤一郎, 小川正二: “貯水池周辺の地すべり地における水位、水圧測定結果について”, 第26回地すべり学会研究発表講演集, pp.268~271, 1987.
- 6) 石川県: 昭和52年度農業用ダム建設事業岩坂地区地質調査委託業務報告書.

(平成6年12月12日受理)