

図-2. 大北地すべり概要図 (S=1:5,000)

3. 水圧式自記水位計観測

水圧式自記水位計は、水中に設置した受圧センサーにより水圧に対応する圧力変化を電気信号あるいは機械信号として受け、これをケーブルにより地上の記録に伝達する方式である。この方式は、感圧部が小型であり、ケーブル部が水位検出に関与しないようになっている。よって、この方式は、小孔径の観測孔、また孔曲がりや傾斜が生じる可能性がある観測孔、さらに急激な水位上昇が生じると予想される観測孔では有効な観測手段とされている（図-3参照）。

今回の水圧式自記水位計観測は、孔内水位の連続的变化を把握する目的に、Cブロックの観測孔（No.7-1, 7-2）、Eブロックの観測孔（No.9-2, 9-3）、計4箇所の観測孔において実施した（図-2, 4参照）。なお、観測孔のパイプは、孔内傾斜計観測との併用となるため、アルミケーシングを使用した。設置したパイプのうち、地表から深度5~6m位までを除いて、ストレナー加工のものを使用した。また、パイプと孔壁の隙間は砂で充填を行った。

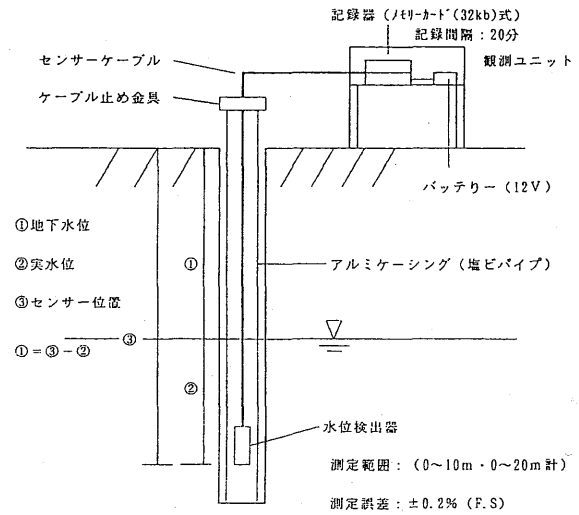
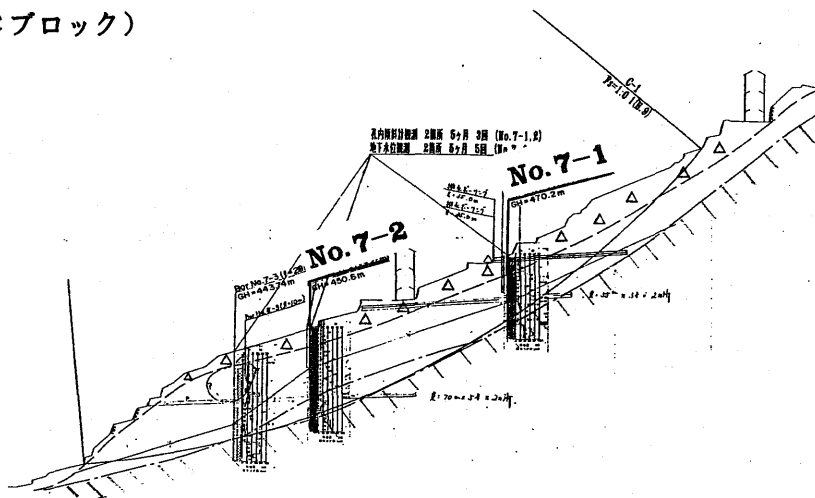
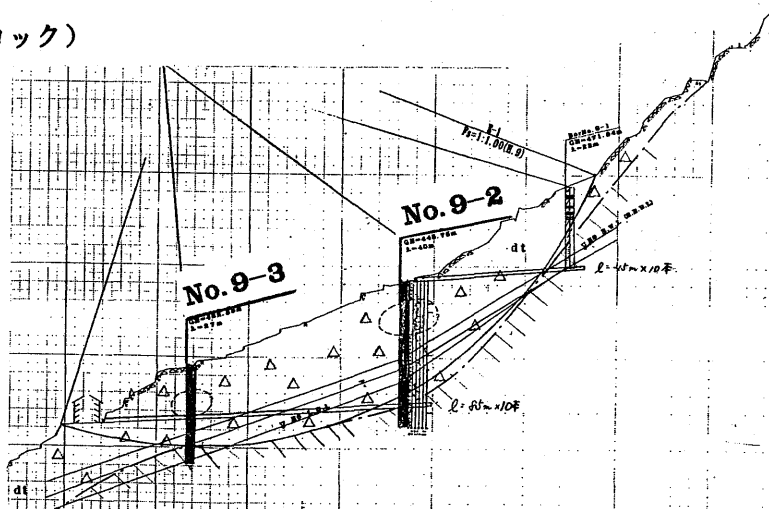


図-3. 自記水位計設置概要図

(Cブロック)



(Eブロック)



凡例

- △ △ 崩積土
- 風化岩
- 基盤岩

図-4. C、Eブロック観測断面図 (S=1:2, 000)

4. 観測結果

観測は、6月（Eブロックは7月下旬）から行っており、現在も実施中である（図-5参照）。本稿では、これまでの観測結果のうち、7月26日～28日の3日間の自記水位計観測結果（図-6参照）について記述する。なお、7月26日は四国地方に台風9号が上陸した日である。台風によってもたらされた豪雨は7月26日1時～20時まで続き、総降雨量は345mmとなった。

7月26日～28日の3日間の時間最高孔内水位と時間雨量の変化図を見ると、豪雨に発生に伴い、どの観測孔も孔内水位の上昇していることが認められた。しかしながら、孔内水位の変動、特に水位上昇の過程は、ブロックにより異なり、また、同じブロック内の各観測孔においても異なった傾向が認められた。

Cブロックの2つの観測孔（No. 7-1, 7-2）では、孔内水位の変動に異なった傾向が認められた。ブロック頭部のNo. 7-1は、降雨から約7時間後に緩やかに水位が上昇し始め、約4mの水位上昇が観測された。これに対し、中間部のNo. 7-2は、降雨から約3時間後に急激に水位が上昇し始め、約11mの水位上昇が観測された。また、2つの観測孔の最高水位が形成された時間は、No. 7-2の方が約2時間早く観測された。

一方、Eブロックの2つの観測孔（No. 9-2, 9-3）の孔内水位の変動についても、異なった傾向が認められた。ブロック中間部のNo. 9-2は、降雨から約13時間まで全く変動がなかったが、その後急激に水位が上昇し、約7mの水位上昇が観測された。また、水位上昇を開始した14時から15時までの1時間の水位上昇は約5mと、その他3つの観測孔に比べてかなり急激な水位上昇を示した。ブロック下部のNo. 9-3は、降雨から約12時間までは全く変動がなかったが、その後急激に水位が上昇し、約7mの水位上昇が観測された。なお、2つの観測孔の最高水位が形成された時間は、No. 9-2の方が約2時間早く観測された。

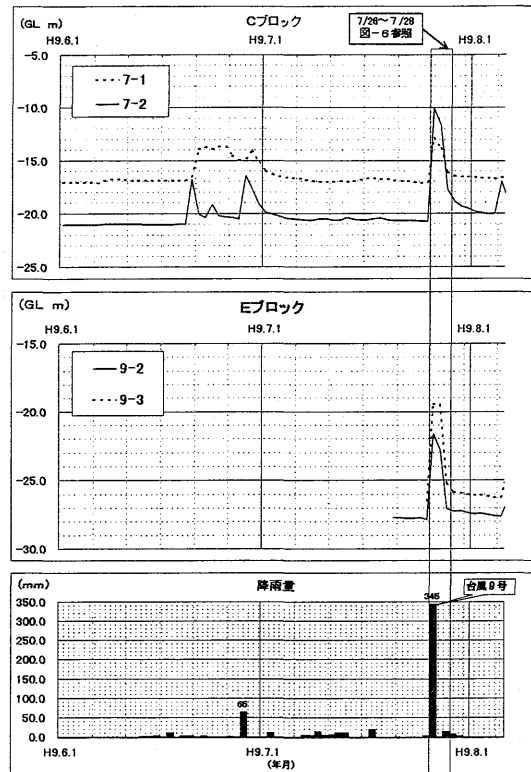


図-5. C, Eブロック孔内水位・雨量日変化図

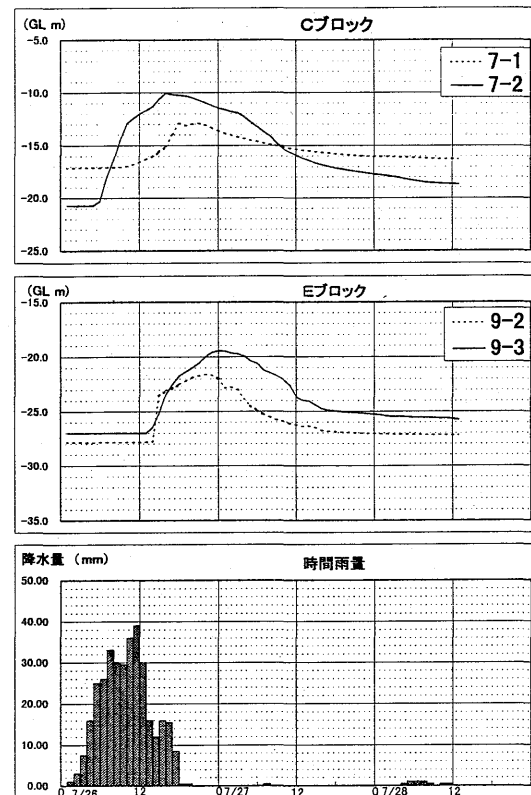


図-6. C, Eブロック孔内水位・雨量時間変化図
(7/26～28)

5. 考察、および今後の課題

孔内水位の変動は、ブロックにより、また同じブロック内の各観測孔でも異なった現象が認められた。こうした結果となった原因として、主に以下のようなことが考えられる。

(1) Cブロック

Cブロックでの孔内水位の水位上昇過程の違いや、最高水位の時間にずれが生じた要因として、以下のことが考えられる。

①各観測孔付近での地盤の透水係数の違い。

No. 7-1付近では透水係数が低く、逆にNo. 7-2付近では高いものと考えられる。

②流動層の違いや当ブロックに対する地下水供給源の位置関係。

③No. 7-2においては、豪雨時にすべり面付近の流動層からの水位上昇のほかに、ボーリング調査時の地下水検層では認められなかった浅層・中間層で流動層が形成された。

この場合、すべり面付近の流動層と豪雨時に形成された各流動層が連動し、すべり面に真の間隙水圧として作用していれば問題はない。しかしながら、連動していない場合は、偽の間隙水圧（狂水位）を測定している可能性が考えられ（図-7参照）、安定解析・対策工の検討上問題となる現象である。

(2) Eブロック

Eブロックでの孔内水位の水位上昇過程の違いや、最高水位の時間にずれが生じた原因として、以下のことが考えられる。

①各観測孔付近での地盤の透水係数の違い。

②流動層の違いや当ブロックに対する地下水供給源の位置関係。

③Eブロックの周縁、ないしNo. 9-2より上部に断層や不透水層など地下水が遮断される壁の存在。

今回の観測結果では、2観測孔とも降雨が始まって約12~13時間水位が全く変動しなかったこと、No. 9-2では水位上昇を開始してから約1時間で約5mと急激な上昇が認められている。こうした現象は、地下水の流動がEブロックの周縁、ないしNo. 9-2より上部の断層や不透水層に遮断され、降雨が続くことによって遮断されて溜まった地下水が上昇し、下流へと溢れ出て観測孔での急激な水位上昇をもたらした可能性が考えられる（図-8参照）。

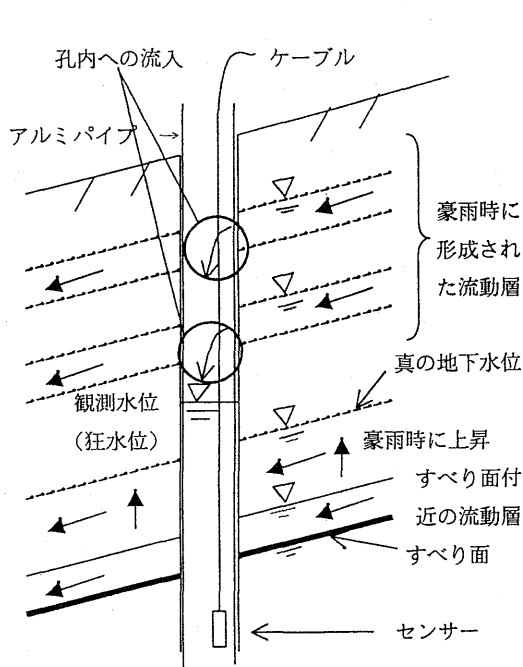


図-7. No. 7-2付近の豪雨時の流動層状況概要図

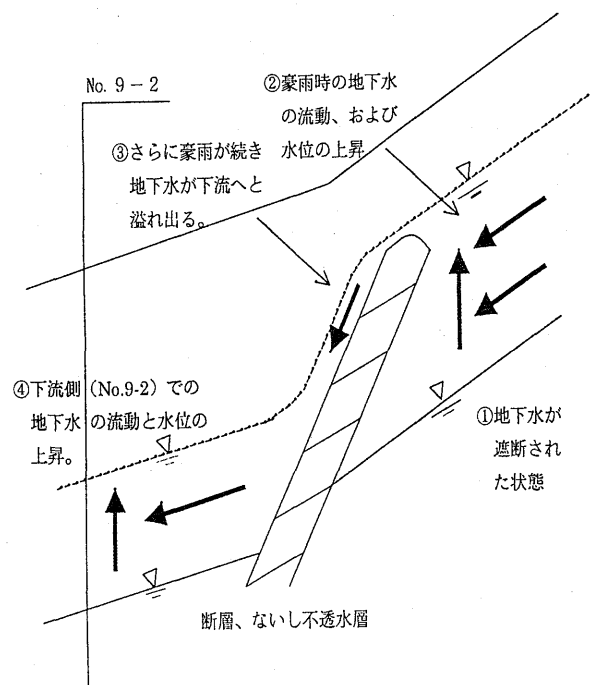


図-8. Eブロック地下水の流動状況概要図

(3) 計器による誤差

自記水位計は、水位変動0～20mの測定範囲で、測定精度が±0.2%である。また、水位と大気圧との差圧を測定しているため、台風通過時の急激な大気圧変化の影響は受けていないものと考えられる。よって、計器の誤差による可能性は低いと考えられる。しかしながら、EブロックのNo.9-2のように短時間での急激な水位上昇が発生した場合、センサーが正確に対応できていない可能性が考えられるため、急激な水位変動時の観測水位についての検証が必要と考えられる。

以上、今回の観測結果となった主な原因について考察したが、これらの原因についてその詳細は把握できていない状況である。また、その他にも原因があるものことも考えられる。しかしながら、今回、自記水位計により観測された孔内水位の変動過程を詳細に解析した結果は、地すべり地における水文地質の情報をある程度提供しているのではないかと考えられる。また、こうした解析結果は、今後必要となる追加調査（精査）の検討資料としても有効ではないかと考えられる。よって、地すべり地における水圧式自記水位計による観測は、現在各地すべり地において広く使用されているが、初期の調査（粗査）段階での自記水位計観測とその結果の詳細な解析、地すべり調査・解析において重要であることが分かった。

今後の課題としては、自記水位計による観測結果がどの程度地すべり地における水文地質情報を反映しているのか検討を続けていく必要がある。そのために、今後も水圧式自記水位計による観測を継続し、地表踏査やボーリング調査・地下水検層、孔内傾斜計観測などの結果を含めて総合的に解析していく必要がある。また、(1)Cブロックの③の対処としては、豪雨時における地下水検層の実施や、各流動層、特にすべり面付近の流動層に限定した水位専用観測孔の設置・観測などによるより精細な地下水解析が必要と考えられる。さらに、揚水試験や地温探査などの地下水追跡調査により、透水係数および地下水の流動状況を把握し、より詳細に水文地質状況を把握して自記水位観測結果との比較検討が必要と考えられる。

<参考文献>

- 1) 平成8年度 地すべり対策工事調査（大北地区）報告書. 徳島県脇町土木事務所. 1996
- 2) 申 潤植. 地すべり工学 -理論と実践-. (株)山海堂. 1989. 3