

Ⅲ-A311

貯水池斜面の地表付近で形成される間隙水圧の特徴

徳倉建設(株)	正会員	平岩 由夫
岐阜大学 工学部	正会員	佐藤 健
中部電力(株)	正会員	長谷川 英明
徳倉建設(株)	正会員	若松 雅佳

1. 研究の目的

安定計算で想定される円弧すべりとは異なる形状で、水位変動の激しい貯水池斜面の崩壊が発生している事例が多い。水位変動に起因したと思われる小規模な侵食が繰り返し発生して、徐々に拡大する破壊形態が推測されたので、貯水池の水位変動に伴う地山斜面の間隙水圧を計測して、侵食型崩壊発生機構の解明に取り組んだ。

2. 現場計測と貯水池の水位変動

貯水池斜面に埋設した間隙水圧計(P1, P3, P4, P5)とテンシオメータ(T1, T2, T3, T4)の配置をFig.1に、貯水池の水位変動から算定される地山斜面の冠水率をFig.2に示した。冠水率50%に対応する標高が水位変動の激しい位置であり、テンシオメータはその標高をねらって設置した。P1は常時水中であるので、通常の間隙水圧計である。P3-P5はフィルターをAEVが 2kgf/cm^2 のセラミックフィルターに交換し、負圧も計測できるようにした。間隙水圧計による測定は1995年10月から開始しており、P2が途中、断線により計測不能になったが、他の計測器は3回の越冬期も乗り越え、現在も順調に計測を続けている。1996年8月からはテンシオメータを設置して、地表面付近の間隙水圧の変動を追跡している。テンシオメータの設置深度にはTDR(電磁波水分計)も設置しており、貯水池水位が標高864mよりも下降した場合には、土中水分も測定できるようになっている。

3. 水位変動に対する間隙水圧の応答

長期変動特性は稿を改め報告することとし、ここでは1997年8月13日～8月21日の間隙水圧の変動を考察する。Fig.3にT1で計測された間隙水圧の経時変化を示した。図中には貯水池の水位も併せて示した。これらの結果から、①貯水池の水位変動に対して、間隙水圧の応答がよい時とわるい時があり、②水位の上昇と下降過程で、間隙水圧の挙動に差異が認められることが分かる。P1～P5、T2～T4の間隙水圧も同じ傾向を示す。

4. サクション開放後の間隙水圧

横軸に貯水池水位、縦軸に間隙水圧をとり、貯水池水位と間隙水圧の応答を調べた。

キーワード：間隙水圧

連絡先：(徳倉建設(株)) 〒460-8615 名古屋市中区錦 3-13-5 TEL 052-961-3271 FAX 052-971-1570
(岐阜大学) 〒501-1112 岐阜市柳戸 1-1 TEL 058-293-2418 FAX 058-230-1891
(中部電力(株)) 〒459-8001 名古屋市緑区大高町字北関山 20-1 TEL 052-624-9186 FAX 052-623-5117

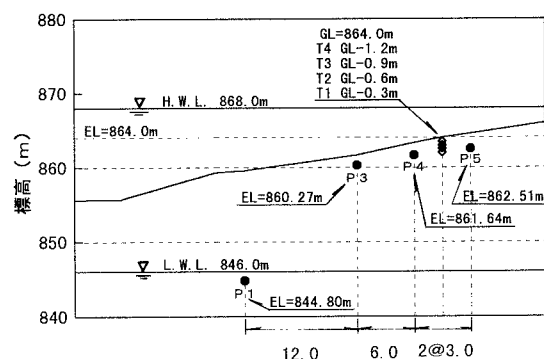


Fig. 1 間隙水圧計の埋設位置と斜面での配置

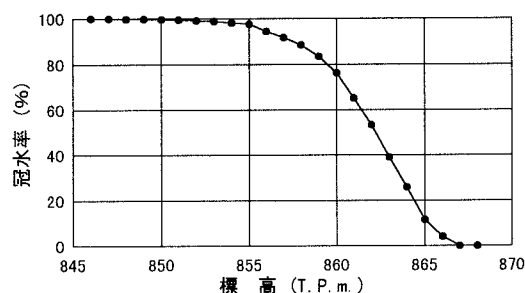


Fig. 2 貯水池斜面の冠水率（1966年9月～1997年8月）

Fig. 4にT1, Fig. 5にP4の結果を示した。Fig. 3の経時変化と併せて眺めると時間的経過もよくわかる。

Fig. 4, 5の中の直線は、地山内の間隙水圧を静水圧と仮定して描いたものである。8月17日21時から8月18日3時の6時間の変化に注目する。貯水池の水位上昇に伴うサクシヨンの開放によって間隙水圧が負圧から正圧に急激に移行する様子がよくわかる。この期間は土中の空気が大気中に排出、貯水池の水が土中に浸透、空気と水の置換がダイナミックに生起している時である。サクシヨン開放後に形成される間隙水圧が静水圧よりも大きくなっている。間隙水圧は貯水位の上昇とともに増加し続けるが、静水圧線に載ることはなく、むしろ静水圧線からの乖離が水位の上昇とともに大きくなる傾向さえ伺われる。不飽和土中の間隙水圧はサクシヨン力として作用するが、サクシヨン開放後は、空気と水との置換がスムーズに行われず、土中に空気が封入された状態で、貯水池水位が上昇している可能性が高い。このような状態では、土中の間隙空気圧は大気圧になっておらず、気体の法則に従う圧力が形成されているものと考えられる。

地表付近で不攪乱試料を採取し、加圧法で水分保持特性を調べた。結果をFig. 6に示した。毛管上昇高さ(AEV)を水分保持特性から読み取ると10cm程度が推定される。AEVを土中から空気が排気される最大間隙空気圧と考えて、サクシヨン解放直後に土中に封入された空気が形成する圧力を推定すれば、(堰水深+AEV)となる。したがって、封入間隙空気と接する土中の間隙水圧は、形成された空気圧だけ静水圧より大きくなる。貯水池水位が標高864.22mの時のT1の計測値はFig. 4より94cm水頭である。T1を設置した地表面の標高は864mであり、堰水深は22cmで、形成される間隙空気圧は(堰水深+AEV)から32cm水頭となる。この間隙空気圧分だけ静水圧よりも大きくなるのである。T1の埋設深度は30cmであるので、T1位置の静水圧を推定すれば52cmとなる。

したがって、地表面が冠水すると、T1から地表面に向かって上向きの浸透流が発生することになる。

この時の動水勾配は限界動水勾配に比べて大きい。

5. 結論

水位変動が激しく発生する貯水池斜面では、土中の空気がスムーズに大気中に開放されずに、地表面の比較的浅いところにトラップされることを現地計測の結果から指摘した。また、土中にトラップされた空気とその後の貯水位の上昇とともに大気圧以上の間隙空気圧を形成し、これが地表面付近で上向きの浸透流を発生させる可能性があることも指摘した。

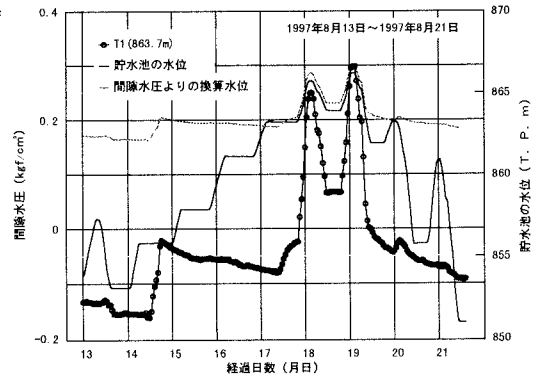


Fig. 3 間隙水圧の読みと貯水池水位の経時変化図

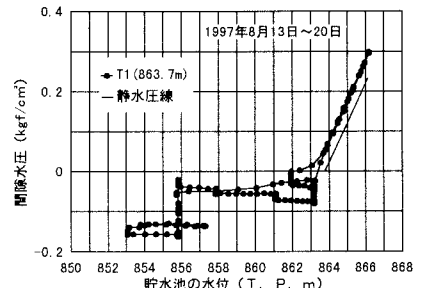


Fig. 4 間隙水圧と貯水池水位標高の関係

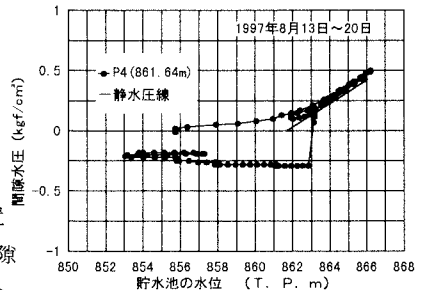


Fig. 5 間隙水圧と貯水池水位標高の関係

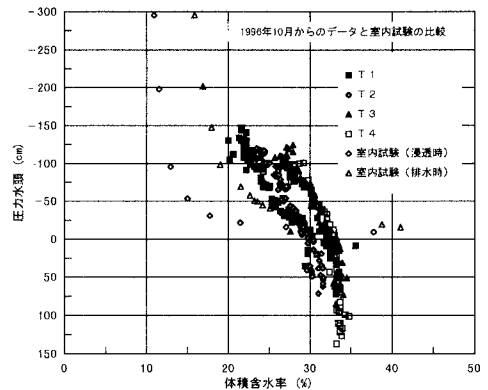


Fig. 6 体積含水率と圧力水頭の関係