

粘性土におけるエネルギー解放率の測定法

－供試体形状の影響について－

【目的】 農業用アースフィルダムにおける漏水の原因の一つに、急激な貯水量の増加による水圧で亀裂が押し広げられて発生する水理破砕がある。亀裂進展のパラメータとして応力は不適當であるため、金属の破壊力学分野では破壊靱性やエネルギー解放率等がパラメータとして用いられている。これまでの研究で、これらのパラメータは土にも適用できる可能性が高いことが分かっている。エネルギー解放率とは、単位面積の亀裂の進展に使用されるエネルギーであるが、本研究では供試体形状がエネルギー解放率の測定に与える影響について検討する。

【実験方法】 試料に新潟県大谷内ダムの基礎地盤から採取した火山灰性粘性土を用い、図-1のような厚さ 20mm の I 字型供試体を作成した。なお、供試体中央部の長さ(H_1)が 20、30、40、50mm の 4 種類の供試体とした。供試体中央部(図-2)に 15、20、25mm の初期亀裂($2a$)を入れ、引張試験装置で供試体下部を固定した。供試体上部を 0.02mm/s の速度で供試体の縦軸方向に引張荷重(P)を作用させ、初期亀裂が進展し破断にいたるまで引張した。さらに破壊時の引張力から有限要素解析によってエネルギー解放率を算定した。

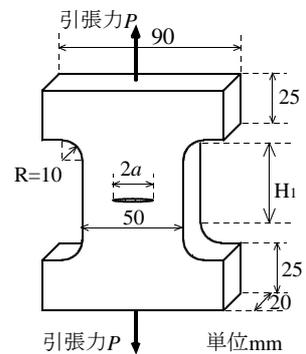


図-1 供試体概要図

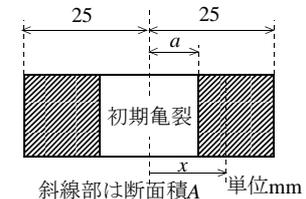


図-2 供試体中央部断面図

【結果及び考察】 図-3 に平均引張応力($\bar{\sigma}=P/A$)の最大値と H_1 の関係を示す ($2a=25$ の場合)。平均引張応力の最大値にばらつきはあったものの、 H_1 が 40mm 程度で極大値を示した。このことは、他の初期亀裂長においても同様であった。図-4 にエネルギー解放率と H_1 の関係を示す ($2a=25$ の場合)。 H_1 が小さくなるにつれてエネルギー解放率は小さくなる傾向が見られた。また、 H_1 の同じ供試体では初期亀裂の長さによらず、エネルギー解放率はほぼ同じ値であった。

以上の結果から、 H_1 が長いほど亀裂先端付近に応力が集中し、エネルギー解放率の値が大きくなる。そのため、亀裂の進展により破断に至ると考えられる。逆に H_1 が小さくなるにつれて、 $x=a$ (x は初期亀裂の中心からの距離 ($a \leq x \leq 25$)) 付近に集中していた応力が $x=25$ 側に分散していく。そのため、エネルギー解放率の値が小さくなる。しかし、 $x=25$ 側に応力が集中したため、亀裂の進展ではなく引張によって破断したと考えられる。また、 H_1 が 30、40mm のときは亀裂先端から H_1 まで応力が均等に分布したため、平均引張応力が大きくなったと考えられる。今回の試験において供試体形状の H_1 を変化させることでエネルギー解放率および引張強度を測定できる可能性が高いことが分かった。

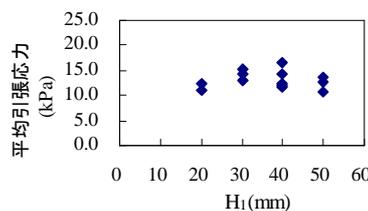


図-3 $2a=25$ における H_1 と平均引張応力

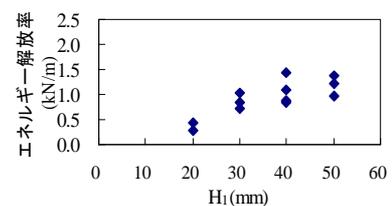


図-4 $2a=25$ における H_1 とエネルギー解放率