

動水圧計算における Lagrange 要素と Euler 要素

○ 日本大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生会員 後藤健二

日本大学理工学部土木工学科

正 会 員 塩尻弘雄

1. 目的

ダム地震時挙動には、貯水池との相互作用が大きな影響を与える。ダムの解析的検討に当たって有限要素法が用いられることが多いが、貯水部分についても解析法が必要となる。貯水部には、粘性を無視し速度ポテンシャルや動水圧を未知変数とする Euler 要素、あるいは、変位を未知数とする Lagrange 要素が用いられる。後者の自由度は増加するが、通常の有限要素コードに組み合わせやすく、粘性も扱える。ここでは、貯水部分のみをモデル化し、解析条件を変化させてそれぞれの有効性について検討する。

2. 解析方法

ダムの貯水（図 1）を想定し、ダムを剛として解析を行う。ダムが正弦振動するものとし、ダムの壁に作用する水圧を有限要素法で解析し、ポテンシャル理論に基づく理論値^{*1}と比較する。

要素は四角形線形内挿関数要素を用いるものとして、Lagrange 要素については、低減積分、4点完全積分の場合、及び Euler 要素（4点積分）を使用する。

ダムの貯水の長さ、要素寸法、水の粘性を変化させる。

比較する要素寸法については、図 2 に示す粗い要素、図 3 に示す細かい要素、図 4 に示す不均一な粗い要素、図 5 に示す不均一な細かい要素について比較した。

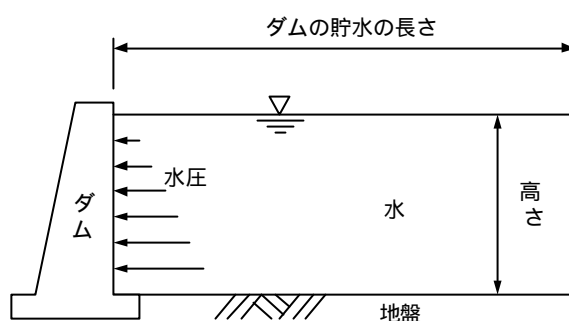


図 1 ダムの構造

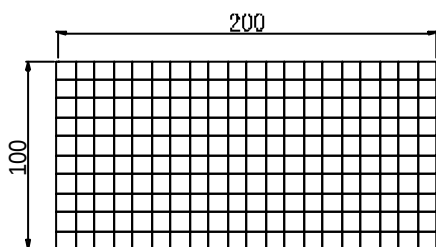


図 2 粗い要素 (10m x 10m)

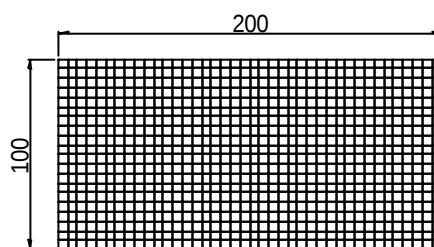


図 3 細かい要素 (5m x 5m)

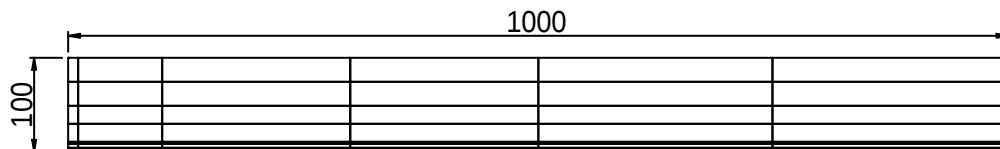


図 4 不均一な粗い要素

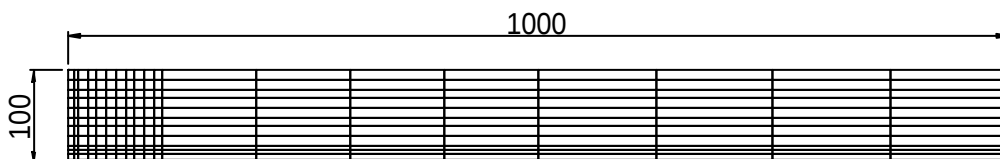


図 5 不均一な細かい要素

キーワード : Lagrange 要素、Euler 要素、次数低減積分、水の粘性、動水圧

連絡先 : 日本大学大学院理工学研究科

(〒101-8303 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 TEL/FAX :03-3259-0876)

3. 解析結果

ダム壁面に作用する動水圧分布を図 6～12 に示す。振動数は、1.0Hz、振幅は 1mである。

貯水の長さ1000m時

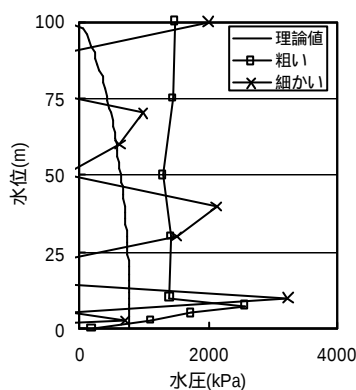


図 6 Lagrange要素
4点積分と理論値の関係

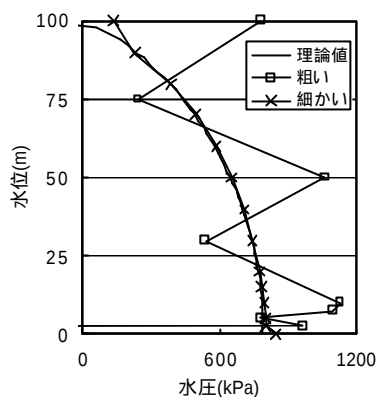


図 7 Lagrange要素
低減積分と理論値の関

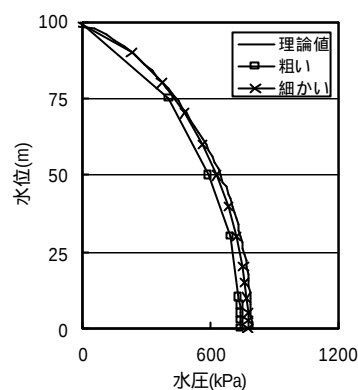


図 8 Euler 要素と理論値の関係

貯水の長さ200m時

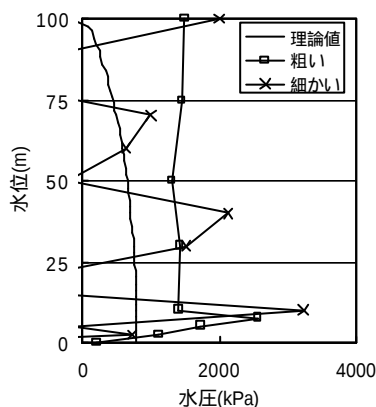


図 9 Lagrange 要素
4点積分と理論値の関係

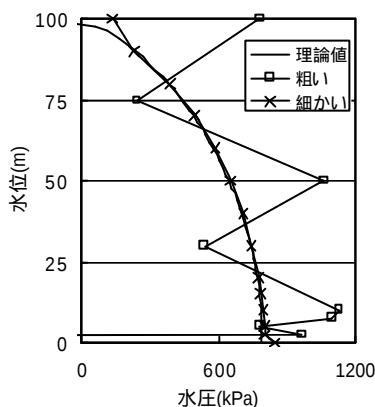


図 10 Lagrange 要素
低減積分と理論値の関

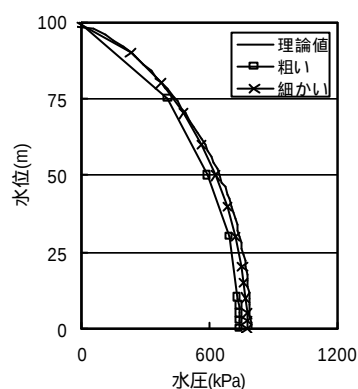


図 11 Euler 要素と理論値の関係

4. まとめ

Lagrange要素の4点積分は、誤差が大きい。しかし、Lagrange要素の低減積分は、要素のアスペクト比が極端に大きくならない限り良好な値を与える。Euler 要素は、どの解析条件でも安定した結果が得られる。

水の粘性については、あまり影響がないことが確認できた。

5. 参考文献

*1 塩尻弘雄 :水と地盤との相互作用を考慮した構造物の地震応答解析法の研究、電力中央研究所報告、昭和 62 年

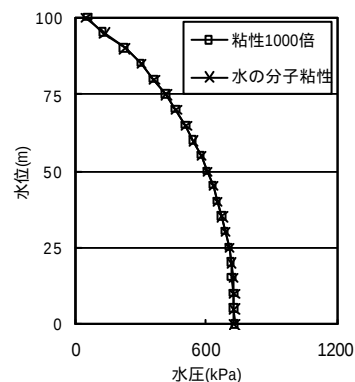


図 12 Lagrange要素低減
積分の粘性関係