

高大連携通信

発行 兵庫県立神戸高等学校新学科検討委員会
第 20 号 平成 14 年(2002 年) 11 月 18 日(月)

今週 11 月 20 日(水)の連携講義は「農業土木工学」という分野です

「浸透水と土粒子の力学的相互作用、水利施設の安全設計」(農学部 田中 勉 先生)

今回で連携通信も 20 号となりました(拍手!)。今回は農学部らしくない講義です。農学部の中で工学部の土木工学科と変わらないような研究室もあります。対象が農業関連というだけの違いです。講師の田中先生は農業土木が専門で、堤防などの設計などを行なっています。

溜池が氾濫するとき、堤防の上を水があふれて堤防が壊れるよりも、堤防に水がしみ込み、堤の外にしみ出し始める。その小さな水流により堤防の小土粒子が流れ、水の浸透する穴が徐々に大きくなる。やがて、堤全体が崩れる。最初に水が浸透してゆく穴は、蟻の穴、モグラの穴、小動物のトンネルなどが考えられます。いわゆる、「蟻の穴から堤が崩れる」となるわけです。堤防が崩れる前触れがあるのです。

洪水時の土石流や、堤防の堤の決壊、地震時の地盤の流動化現象などを考える。

土が一定の状態に固まっているとき、土を構成している土粒子は互いに結合して固まっている。しかし、水が土に浸透すると、土の粒子を水が包み込むようになり、ある程度以上の水膜が形成されると、土粒子同士の摩擦が急減して土粒子が一気に液体状態のように流動化する。これを土壌の流動化現象といい、地盤に水分が多く含まれる元低湿地などで起こる現象です。(阪神淡路大震災時の地盤流動化も各地で見られました)。

堤防から濁り水がしみ出しているときは、堤防決壊がせまっている!

大雨のとき、裏山から流れてくる水が泥で濁っているとき注意しなさい。堤防から濁り水がしみ出しているときは注意しなさい。これは大雨の災害時の避難行動においてよく言われていることです。水防団の人が水防指令発令時に堤防の見回りをするのは堤防の漏水(堤防からしみ出てくる水)を見つけるためです。そのときは小さな漏水だが、やがて堤防全体の崩れにつながる最初の現象だから、その漏水位置の堤防を補強する作業を急ぎます。特に、濁り水がしみ出しているときは浸透水により「土粒子が流されている」のだから、堤防決壊が近いことを暗示しているのです。

大澤先生の問題の解答 (連携通信 17 号)

①~③は抵抗の合成公式(直列、並列)で計算すればよい(中学生級のレベル)ので省略します。

④は無限に続く回路だから、合成公式の計算だけでは不可能です。①の抵抗値を $R_1 \Omega$ 、②の抵抗値を $R_2 \Omega$ 、③の抵抗値を $R_3 \Omega$ とすると、 n 個目のものは抵抗値が $R_n \Omega$ になります。それに 3 つの抵抗を左に追加したものを考えると抵抗値が $(n+1)$ 個目のものに相当する回路になるから合成抵抗値が $R_{n+1} \Omega$ になるはずだ。

右の並列接続部分は合成抵抗値が $\frac{1}{x} = \frac{1}{1} + \frac{1}{R_n}$ だ。残りの部分は直列なので、全体の合成抵抗値は

$1+x+1$ になる。 $x = \frac{R_n}{1+R_n}$ より、全体の合成抵抗は $2 + \frac{R_n}{1+R_n}$ だ。この抵抗値が $(n+1)$ 個目のものに相当

するので $R_{n+1} \Omega$ になる。よって、漸化式 $R_{n+1} = 2 + \frac{R_n}{1+R_n} = \frac{2+3R_n}{1+R_n}$ が成立する。この一般解が求まればよい

のですが、無限個つないだ場合では、 $R_\infty = 2 + \frac{R_\infty}{1+R_\infty}$ であるから、 $R_\infty = 1 + \sqrt{3}$ になる。よって、無限個つない

だ場合の合成抵抗値は $2.73205\dots \Omega$ になります。※表計算ソフト Excel でも求めることができます。(13 個程度の接続で、無限大個の抵抗値と 15 桁まで一致することが分かります)