Seria: MECHANIKA z.103

Nr kol. 1112

Zbigniew Sroka Katedra Mechaniki Budowli i Budownictwa Rolniczego Akademia Rolnicza w Poznaniu

NUMERYCZNY MODEL FILTRACJI PRZEZ I WOKÓŁ SŁABO PRZEPUSZCZALNEGO EKRANU W WARSTWIE O OGRANICZONEJ MIĄŻSZOŚCI

Streszczenie. Praca dotyczy numerycznej analizy filtracji w warstwie porowatej częściowo przesłoniętej słabo przepuszczalnym ekranem. Zastosowany model numeryczy zbudowano wykorzystując koncepcję dekompozycji obszaru filtracji, a w podobszarach metodę elementów brzegowych (MEB).

1. WSTEP

Elementy przeciwfiltracyjne budowli hydrotechnicznych wykonane w postaci ścian, ekranów, rdzeni uwzględnia się w obliczeniach jako całkowicie nieprzepuszczalne. Pomimo wykonania tych elementów z materiałów o współczynniku filtracji znacznie mniejszym niż w podłożu, to z uwagi na występujące tam duże gradienty hydrauliczne, mogą pojawić się przesiąki istotnie wpływające na wartość wydatku czy rozkład prędkości. Tezę te zweryfikowano na wybranym, typowym w budownictwie wodnym zagadnieniu.

Analizowano płaski przepływ filtracyjny w nieskończenie długiej warstwie o ograniczonej miąższości. Przepływ wymuszony różnicą poziomów wody na stanowisku górnym i dolnym utrudnia słaboprzepuszczalny rdzeń (rys.1a). Ruch wody odbywa się w warunkach pełnego nasycenia zgodnie z liniowym prawem Darcy'ego.

2. MODEL OBLICZENIOWY

Przy budowie modelu mate natycznego przyjęto następujące uproszczenia:

a) obszar filtracji ograniczono do długości B=3T. z każdej strony,

 b) grubość ekranu jest istotnie mniejsza od pozostałych wymiarów liniowych (d<<T).

 c) wektor prędkości w rdzeniu ma kierunek poziomy i jest stały po grubości [1].





Rys.1 Schemat zadania oraz przyjęty sposób dyskretyzacji

d) współczynnik filtracji w rdzeniu jest dużo mniejszy niż w podłożu (k $_{\rm 2}<<{\rm k}_{\rm 1}$).

Poszukuje się rozkładu wysokości piezometrycznych h(x,y) spełniającego w obszarze równanie:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left[k \frac{\partial h}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[k \frac{\partial h}{\partial y} \right] = 0 \qquad (1)$$

o zmiennym współczynniku filtracji k=k(x,y) oraz następujące warunki brzegowe:

 na stanowisku górnym i dolnym zadane wysokości piezometryczne odpowiednio Hjoraz H__.

- na pozostałej części brzegu brak przepływu (8h/8n=0).

Model numeryczny analizowanego zagadnienia zbudowano wykorzystując dekompozycję obszaru filtracji oraz iteracyjną metodę sprzęgania rozwiązań opisaną w [2]. Obszar filtracji podzielono na 3 fragmenty (rys.1.b). We fragmentach 1 i 2 zastosowano metodę elementów brzegowych (po 35 elementów jednowęzłowych), natomiast w trzecim (rdzeń) obliczenia wykonywano analitycznie w sposób stosowany dla cienkich przewarstwień.

3. OBLICZENIA

Poszukiwane bezwymiarowe natężenie przepływu filtracyjnego jest funkcją dwóch parametrów:

a) stosunku S/T opisującego geometrię obszaru,

b) parametru $\lambda = (k_2/k_1)(T/d)$ określającego względną przepuszczalność rdzenia.

Dla trzech wybranych wartości parametru S/T = 0.33, 0.42, 0.50 rozwiązywano zadanie wielokrotnie przyjmując kolejno parametr λ = 0, 0.3, 0.6, 1.8, 3.0, 4.5, 6.0. Otrzymaną zależność przepływu Q/(k H) od parametrów S/T oraz λ przedstawia rys 2a. Na rys.2b pokazano tę zależność w rozbiciu na część przepływającą przez rdzeń Q/(k H) oraz część przepływającą pod rdzeniem Q/(k H). Wyniki obliczeń dla λ =0 (rdzeń nieprzepuszczalny) porównano z istniejącym rozwiązaniem analitycznym. U-yskano połną zgodność rezultatów.



Rys.2 Zależność obliczonego przepływu od parametrów S/T oraz λ a) dla przepływu całkowitego Q, b) w rozbiciu na część przepływającą przez rdzeń Q_r oraz pod rdzeniem Q_p; Q, Q_p, Q_r [L²T⁻¹]

Dla wybranego, konkretnego zadania (T=6m, S=3m, $H_1=8m$, $H_2=6m$, d=0.1m, $k_1=1\cdot10^{-6}m/s$, $k_2=0.01k_1$) wykonano obliczenia weryfikacyjne metodą elementów skończonych. Otrzymane wyniki wykazały dobrą zgodność z rozwiązaniem przedstawionym na rys. 2 (różnice w obliczonych przepływach rzędu kilku procent) oraz potwierdziły poprawność przyjętych założeń Wraszczających.

LI TERATURA

- (1) Нумеров Ш.Н., Панасенко Л.А.: К вопросу о фильтрации в горизонтальном пласте при наличии несовершенной полупроницаемой диафрагмы. Известия ШНИИТ, Соорник Наувных Трудов, т.126, 1978.
- [2] Sroka Z.: Iteracyjna metoda sprzęgania dyskretnych metod obliczeniowych w zagadnieniach filtracji ustalonej. Rozprawa doktorska, Akademia Rolnicza Wrocław 1990.

ЧИСЛЕННАЯ МОДЕЛЬ ФИЛЬТРАЦИИ ЧЕРЕЗ И ВОКРУТ ПОЛУПРОНИЦАЕМОМ ДИАФРАГМЫ В ПЛАСТЕ КОНЕЧНОМ ТОЛШИНЫ

Резрые

В работе представлен численный анализ вадачи фильтрации в горивонтальном пласте частично перекрытом полупроницаемой диафрагмой. Численная модель построена путем разбивки области фильтрации на подобласти для которых решение получено с помощью метода граничных элементов. Результаты расчетов сравнено с результатами которыне получено другими методами.

NUMERICAL MODEL OF SEEPAGE TROUGH AND AROUND A SEMIPERMEABLE CORE WALL IN A FINITE THICKNESS LAYER

Summary

This paper presents numerical analysis of seepage in porous layer with a semipermeable core wall. The boundary element method with decomposition of a flow region has been used in the presented model. The results of calculations were compared with other solutions.