

VÁLASZ MTA DOKTORI ÉRTEKEZÉS OPPONENSI VÉLEMÉNYRE

ÉRTEKEZÉS CÍME: Új matematikai modellek szemcsés anyagok modellezéséhez

ÉRTEKEZÉS SZERZŐJE: Dr. Oldal István

BÍRÁLÓ: Dr. Keszthelyi-Szabó Gábor, MTA doktora

Köszönöm a kutatómunkám és a doktori értekezésem értékelését és az alapos bírálatot. A bírálatban feltett kérdésekre azok sorrendjében válaszolok azonos számozást alkalmazva.

1. kérdés: *A silókifolyás esetén, a boltozat alakfüggvényét lehet-e pontosabban közelíteni? Ha igen mennyit javítana a modell pontosságán?*

A boltozat alakfüggvényét másodfokú függvénnyel közelítettem. A kísérleti vizsgálatok alapján, amit stabil boltozatokra végeztem el, a közelítés megfelelő pontosságú. Azonban valószínű, hogy ennél jobb közelítés is létezik. Mivel az alak leírásában a magasság és a szélesség adott, csak a görbületben lenne változás. A jelenlegi modell néhány százalékos hibával közelíti a kifolyási értékeket. Ez azt jelenti, hogy a legjobb alak esetén is csak minimális lesz az eredmény javulása. A jobb közelítő függvények több paramétert igényelnek, amik kalibrálása problémákat vet fel az alkalmazás során. Összegezve tehát valószínűleg lehet pontosabb közelítő alakfüggvényt találni, de a gyakorlatban több hátránya lenne, mint előnye.

2. kérdés: *Mi az oka, hogy a kifolyási modell csak tölcséres áramlás esetén ad jó eredményt??*

Maga a jelenség, miszerint a kifolyónyílás fölött instabil boltozatok alakulnak ki és omlanak össze a kifolyás során véleményem szerint térfogati kifolyás esetén is fennáll. A kidolgozott számítási modell tölcséres kifolyásra való korlátozottságának oka az a peremfeltétel amely szerint a kifolyónyílás szélén álló anyaghalmoz van. Ez a feltétel csak tölcséres kifolyás esetén teljesül, így a kapott eredmény is csak ebben az esetben pontos. Térfogati kifolyás esetén a teljes anyaghalmoz mozog, nincs olyan pontja az áramló szemcsés halmaznak, ami ismert sebességű, így ezzel a megközelítéssel nem tudjuk meghatározni a sebességeket és a tömegáramot.

3. kérdés: *Nem okoz-e problémát a csillapítási modell alkalmazásakor, hogy nem folytonos függvény lesz a kontakt modell?*

Diszkrét elemes modellezés esetén explicit időlépéses eljárást alkalmazunk. Mivel időlépésenként modellezzük a folyamatokat, így bármilyen (akár folytonos függvénnyel leírható) kapcsolati modellt alkalmazunk, a szimulációban ennek a függvénynek értékei fognak megjelenni, azaz a modellezés során az alapfüggvénytől függetlenül szakadásosként fog viselkedni. Így DEM alkalmazás esetén a függvényem viselkedése ebből a szempontból nem különbözik bármelyik folytonos függvénytől. Ezt feltételeztem a modell megalkotásakor, és a programba történő adaptáláskor bebizonyosodott, hogy nincs szükség módosításra a szoftver megfelelő működéséhez. (A MercuryDPM alkalmazást publikáltam, de EDEM alkalmazás esetén is ugyanolyan jól működött.) Elég volt kizárólag a függvényt kicserélni és a program ugyanúgy futott, mint a beépített folytonos függvények esetén, így a feltételezésem helyesnek bizonyult.

4. kérdés: *A Hertz-modellen alkalmazva a csillapítási modellt lesz-e előnye kevésbé extrém alkalmazásnál, mint a vizsgált izotróp nyomás (pl. nyírás esetén)?*

Az izotróp nyomást azért választottam, mert a modell elvéből feltételezhető volt, hogy ebben az esetben lesz a legnagyobb hatása az új modell jobb stabilitásának és ezt az előnyt akartam egyértelműen megjeleníteni, amire ez volt a legalkalmasabb. Viszont az izotróp nyomás gyorsan eléri a fizikai határokat, ezért van rövid futtatási idő. Ezen eredmények publikálása során a bírálók is kértek hosszabb futtatási idejű összehasonlítást, amit nyíróvizsgálat esetén el is végeztünk. A vizsgálat jellegéből adódóan a különbség nem olyan nagy, mint izotróp nyomás esetén. Ennél a vizsgálatnál 25%-kal volt nagyobb a Hertz-Mindlin modell számítási igénye. Tehát az új modell ebben a kevésbé szélsőséges esetben is stabilabb volt, így nagyobb időlépést lehetett alkalmazni, ami rövidebb futtatási időt eredményezett. Ezeket a vizsgálatokat a doktori disszertáció benyújtása után végeztük el, ezért nem szerepelnek az eredmények között.

Köszönöm a bírálatot és a tézisek elfogadását. Remélem, hogy a válaszok minden kérdést tisztáznak és az eredményeket tovább erősítik.

Gödöllő, 2025. 04. 16.

Oldal István