

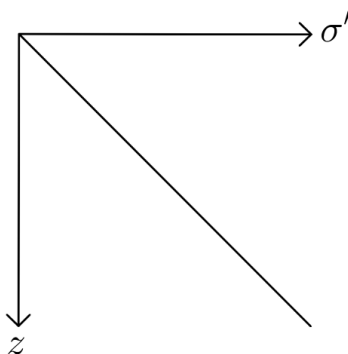
Inverkan av valveffekter vid beräkning av jordtryck

Victor Myrström

29 maj 2015

Följande text är en populärvetenskaplig sammanfattning av ett examensarbete genomfört vid tekniska högskolan i Lund, LTH.

Uppskattning av jordtryck är av väsentlig betydelse vid dimensionering av geokonstruktioner. I de flesta beräkningsmodeller som avser jordtryck försummas inverkan av friktionskrafter längs kontaktytorna till andra material. Jordtrycket får under dessa förutsättningar en geostatisk spänningsfördelning och antar en linjär ökning med avseende på djupet.

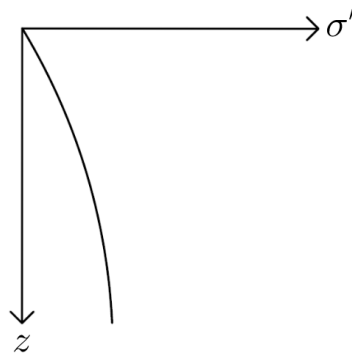


Figur 1: Geostatisk spänningsfördelning

I särskilda fall kan friktionen få en betydande inverkan på den spänning som uppstår i jorden. Fyllnadsmaterial som innehar en begränsad utbredning och som innesluts från två eller flera motstående sidor kommer att präglas av flersidig friktion. Effekten blir att jordtrycket reduceras avsevärt och dess variation med djupet antar en olinjär form. Då kan antagandet om friktionsfria kontaktytor kraftigt felvärdera den rådande spänningssituation som uppstår. Under dessa omständigheter kommer inte geostatiska jordtrycksmodeller att visa god överensstämmelse med verklig jordspänning.

Fenomenet benämns som valveffekt och påvisades först under slutet av 1800-talet vid förvaring av granulära material i silor. Det noterades att den kraft som verkade i botten på silon inte svarade mot tyngden av ovanliggande kornmassa. Janssen (1895) framlade en analytisk formulering av silotryck och visade att lasterna tog alternativa vägar vid flersidig friktion. Janssens pionjärarbete har under 1900-talet vidareutvecklats av bland andra Marston (1913) och Terzaghi (1943).

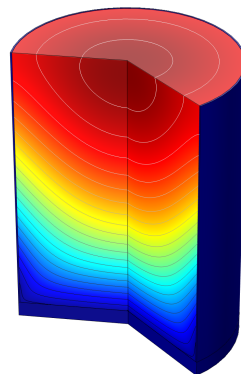
Valveffeker är ett fenomen som uppstår genom mobilisering av skjuvkrafter under en relativ deformation i granulära material. Valveffekten har en betydande inverkan på jordars beteende och påverkar spänningens storlek och fördelning. För begränsade mängder av granulära fyllnadsmaterial som innesluts av omgivande, styvare material får valveffekten en betydande inverkan.



Figur 2: Spänningsfördelning vid valveffekt

Verkliga jordtryckssituationer har simulerats i finita elementprogrammet COMSOL 4.4. Klassiska teorier framtagna av Janssen och Terzaghi m.fl. har jämförts med resultat baserade på numerisk analys. En parameterstudie av fyllnadsmaterialets friktionsvinkel har utförts och olika beräkningsmodeller har upprättats där geometri samt avstånd mellan kontaktytor har varierats. Beräkningsmodellerna syftar till att efterlikna de geometrier, i vilka de analytiska teorierna är härledda ifrån. Janssens siloteori har verifierats mot axialsymmetriska geometrier av fyllnadsmaterial och Terzaghis teori har utvärderats mot tvådimensionella geometrier med vertikala brottplan. Även inverkan av kontaktytornas lutning mot horisontalplanet har undersökts, med syfte att kartlägga potentiella förändringar av lasteffekter.

Resultatet, baserat på numerisk analys, visar att faktorer som fyllnadsmaterialets egenskaper och geometri, samt kontaktytornas lutning är avgörande för valveffektens verkningsgrad. Numeriskt resultat visar god överensstämmelse med analytiska samband för smala geometrier med vertikala begränsningsytor.



Figur 3: Numerisk analys av silotryck

Referenser

- [1] Janssen H. A., 1895, Versuche uber Getreidedruck in Silozellen, *Zeitschrift des Verein Deutscher Ingenieure*, 1045-1049
- [2] Marston A. and Anderson A. O., 1913, *The theory of loads on pipes in ditches and tests of cement and clay drain tile and sewer pipe*, Bulletin No 31, Iowa Engineering Experiment Station, Ames, Iowa
- [3] Terzaghi, K., 1943, *Theoretical Soil Mechanics*, John Wiley and Sons, New York