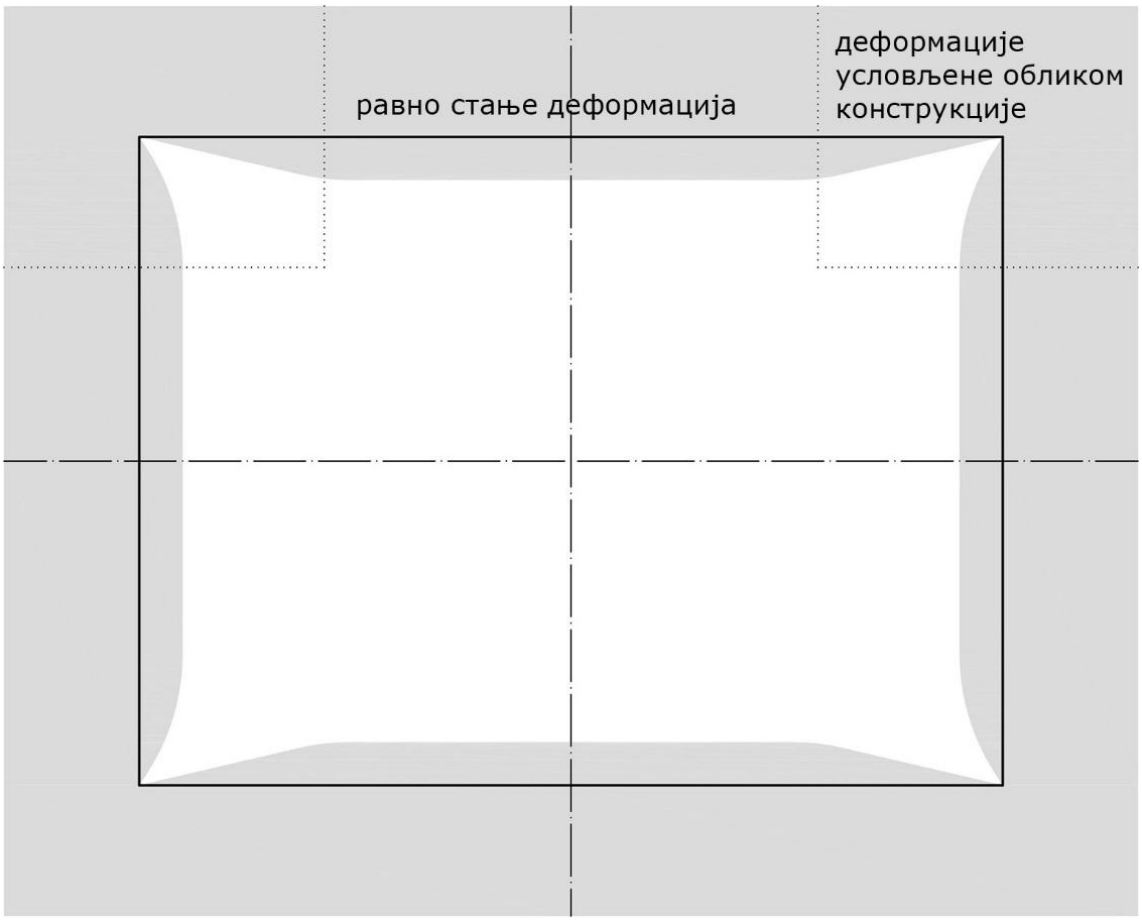
Отпорност конструкције

Стена у земљиној кори у природном окружењу, пре било каквих инжењерских активности, одликује се:

- Дискретном структуром. Састављена је од честица стенског материјала које на окупу држе кохезионе силе. Када се неким спољним узроком честице размичу међу њима се индукује напон затезања који је дефинисан Хуковим законом. Када растојање између честица услед затезања достигне граничну вредност, кохезионе силе између њих нестају и на том месту је немогуће индуковати напон затезања. Стена мења структуру.
- Природно стање стене у земљиној кори карактерише напрегнутост. Напрегнутост је условљена постанком земље и њеном грађом, тј. гравитацијом која је фундаментална сила у природи и инерционим силама које су последица промене количине кретања у појединим деловима земљине коре, а које су последица гравитационе интеракције са месецом пре свега, али и другим планетама. Напрегнутост стене је потенцијална енергија која је еквивалент њеног еластичног деформисања.

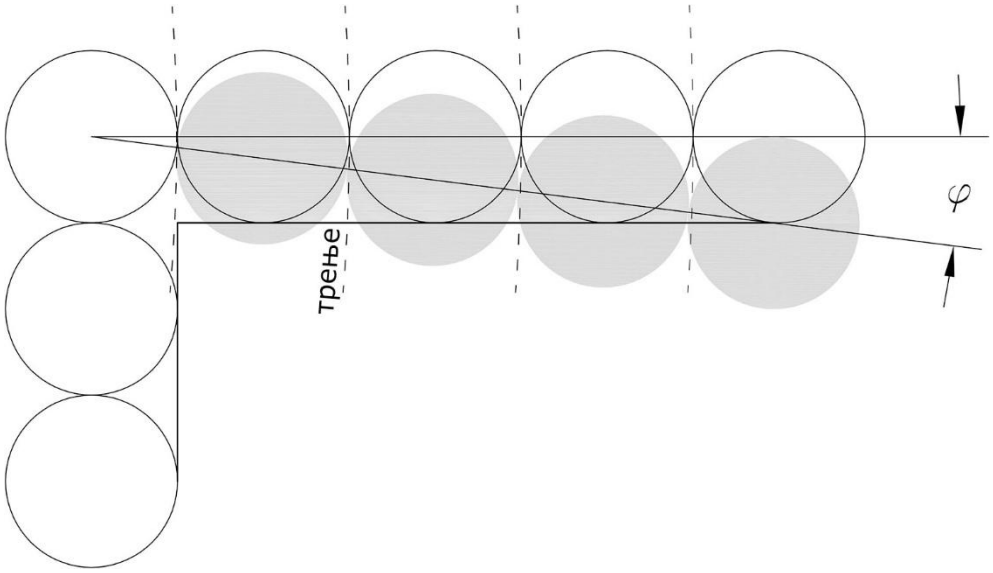
Када се уклони део стене из природне конструкције стенског масива честице око настале просторије се крећу ка празном простору јер су изгубиле потпору уклоњених честица. Обавља се деформациони рад који је еквивалентан потенцијалној енергији еластично деформисане стене. Деформисању стене, тј. промени локације стенских честица супротстављају се кохезионе силе, отпор трења између честица које се различито крећу и отпор изграђене конструкције.

Отпор конструкције је приказан на слици 1, на којој је приказано стање деформације подземне просторије правоугаоног попречног пресека. Ако посматрамо само плафон просторије, издвајају се угаоне зоне код којих је његова деформација условљена обликом просторије и централна зона са равним стањем деформација. Детаљ угла са кружићима који симболизују честице у 2Д приказу дат је на слици 2. Честице које чине плафон просторије које су изгубиле потпору уклањањем честица, које су биле на месту садашњег празног простора, крећу се ка празном простору.

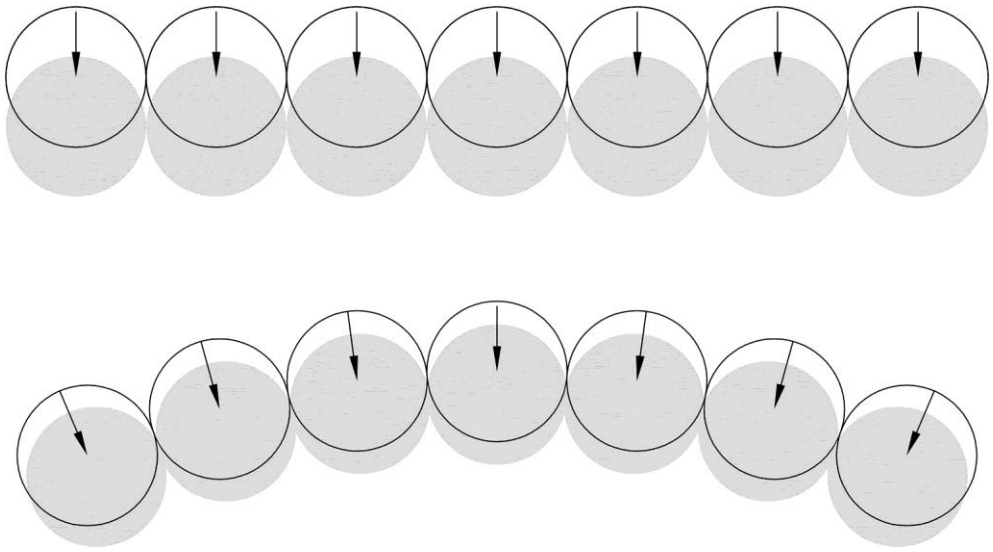


Слика 1. Стање деформација подземне просторије

Прва честица у углу, која чини плафон, је у бочном контакту са честицом која мирује. Услед тога кретању ове честице се супротставља и отпор трења између њих, па ће сходно томе и њено кретање бити пропорционално скраћено. Следећа честица у низу ће имати дужи пут за износ пропорционалан трењу између две суседне честице. После извесног растојања када се потроши утицај бочног трења све честице имају исти пут, примерен напону и модулу еластичности. Кроз средишта свих померених честица са редукованом дужином кретања повуче се линија. Угао који ова линија заклапа са линијом повученом кроз средишта истих честица у претходном њиховом положају је заправо угао унутрашњег трења (φ).

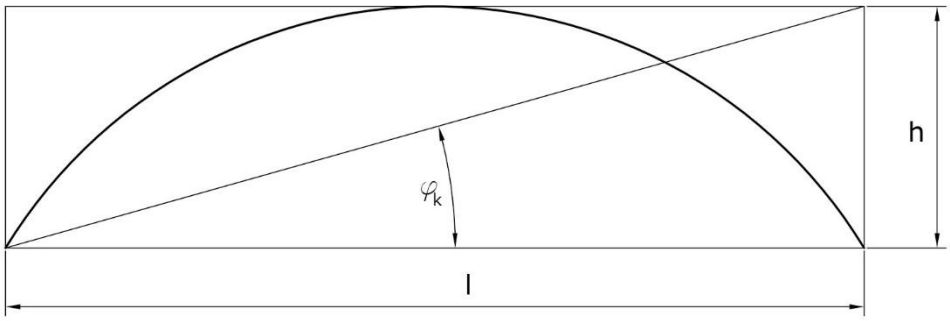


Слика 2. Утицај отпора конструкције на деформацију



Слика 3. Утицај отпора конструкције на деформацију

Када плафон просторије посматрамо без бочног утицаја, односно када је цео плафон у равном стању деформација (или напона), слика 3. све честице се крећу истовремено истом брзином и нема отпора трења између суседних честица. Када се исти плафон изведе у форми кружног лука све честице које су изгубиле потпору крећу се ка празном простору



Слика 4. Одређивање угла трења конструкције

у правцу центра кружног лука. Њиховом кретању додатни отпор пружа чињеница да се њихове путање секу у центру кружног лука. Овај додатни отпор је отпор конструкције и изражава се као додатни угао трења. Па се ефективни угао трења ($\bar{\varphi}$) састоји од угла трења материјала (φ_m) и угла трења конструкције (φ_k), односно:

$$\bar{\varphi} = \varphi_m + \varphi_k$$

Угао трења конструкције се одређује геометријски, како је приказано на слици 4. На слици је показан кровни део подземне просторије и угао трења конструкције који квантификује отпор конструкције. А заправо је једноставније одмах израчунати тангенс тог угла и додати га на тангенс угла трења материјала.

DOI: 10.13140/RG.2.2.27471.80809