

SLOPE STABILITY ANALYSIS AND EARTH RETAINING STRUCTURE (GABION WALL) အကြောင်း သိကောင်းစရာ

(ဖလမ်းလေဆိပ် ဆောက်လုပ်ရေး စီမံခိန်းအား လေ့လာမှု)

ရေပြင်ညီအတိုင်း တည်ရှိနေသော မြေမျက်နှာပြင်မှ ထောင့်ဒီဂရိတစ်ခုဖြင့် အစောင်းအတိုင်း တည်ရှိနေသော မြေမျက်နှာပြင်ကို Slope ဟု ခေါ်ဆို သတ်မှတ်ကြသည်။

ယေဘုယျအားဖြင့် ထို Slope များကို -

(၁) မူလသဘာဝအတိုင်း တည်ရှိနေသော Slope များနှင့်

(၂) လူတို့ ဖန်တီးပြုလုပ်ထားသော Slope များ

ဟူ၍ အမျိုးအစား နှစ်မျိုး ခွဲခြားသတ်မှတ်နိုင်သည်။

မူလသဘာဝအတိုင်း တည်ရှိနေသော Slope များ ဆိုသည်မှာ သဘာဝအတိုင်း ဖွဲ့စည်းတည်ရှိ နေသော Slope များ (တောင်တန်းဒေသများတွင် တည်ရှိနေသော Slope များ) ကို ခေါ်ဆိုသည်။

လူတို့ ဖန်တီးပြုလုပ်ထားသော Slope များ ဆိုသည်မှာ ရထားလမ်းများ၊ တူးပြောင်းများအတွက် ဆောက်လုပ်ထားသော တာတမံများ၏ Slope များ၊ ရေသို့လှောင်ရှုံး ဆောက်လုပ်ထားသော မြေသားတမံများ၏ Slope များ အစရှိသည်တို့ကို ခေါ်ဆိုသည်။

မူလသဘာဝအတိုင်း တည်ရှိနေသော Slope များကိုသော်လည်းကောင်း လူတို့ ဖန်တီးပြုလုပ်ထားသော Slope များကိုသော်လည်းကောင်း အဆုံးမရှိသော Slope (Infinite Slope)နှင့် အဆုံးရှိသော Slope (Finite Slope) ဟူ၍ အမျိုးအစား နှစ်မျိုး ထပ်မံခွဲခြားနိုင်သည်။

Slope တစ်ခု၏ တည်ပြုမှုစွမ်းရည် (Slope Stability) ဆိုသည်မှာ Slope မျက်နှာပြင် လျောကျခြင်း၊ ပြုကျခြင်း မဖြစ်စေရန် ခုခံတားဆီးနိုင်မှ စွမ်းရည်ပင် ဖြစ်သည်။ ပုံမှန်အားဖြင့် မတ်စောက်မှုများသော Slope များသည် တည်ပြုမှ အနည်းဆုံး ဖြစ်မည်ဟု ဆိုနိုင်သော်လည်း ပြေပြစ်သော Slope များတွင်လည်း ပြုကျပျက်စီးမှ ဖြစ်စဉ်များ ဖြစ်ပေါ်နိုင်ပါသည်။

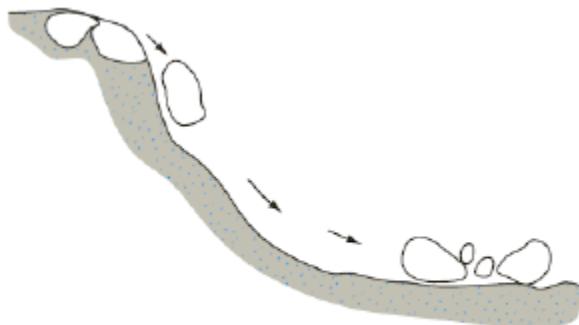
ထိုသို့ Slope များ တည်ပြုမှ ပျက်ယွင်းကာ ပြုကျပျက်စီးနိုင်သော အကြောင်းအရင်းများကို ယေဘုယျအားဖြင့် အမျိုးအစား နှစ်မျိုး ခွဲခြား သတ်မှတ်နိုင်သည်။

(၁) သက်ရောက်အား (Stress) များ တိုးလာခြင်းနှင့်

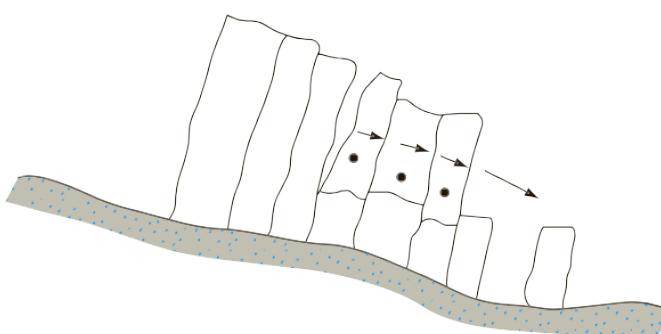
(၂) ခံနိုင်ရည်အား (Strength) များ လျော့ကျခြင်းတို့ဖြစ်သည်။

အထက်ပါ အကြောင်းအရာ နှစ်ရပ်အား ဖြစ်ပေါ်စေ၍ Slope အများစုံ ပြောကျပျက်စီးစေနိုင်သော အဓိက အချက်များမှာ ရော့များ Slope အတွင်းသို့ စီးဆင်းဝင်ရောက်ခြင်းကြောင့် ဖြစ်သည်။

Slope များ ပြောကျပျက်စီးမှုပုံစံ အမျိုးအစားများအား အောက်ဖော်ပြပါပုံများတွင် ကြည့်ရှုနိုင်ပါသည်။



“Fall” type of landslide

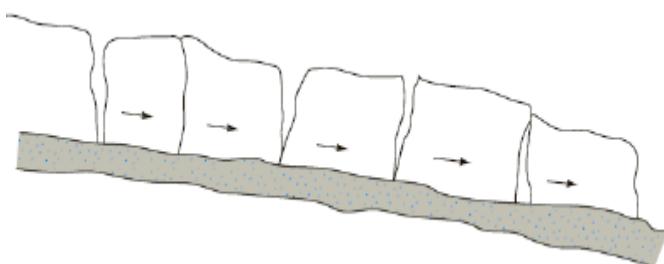


Slope failure by “toppling”

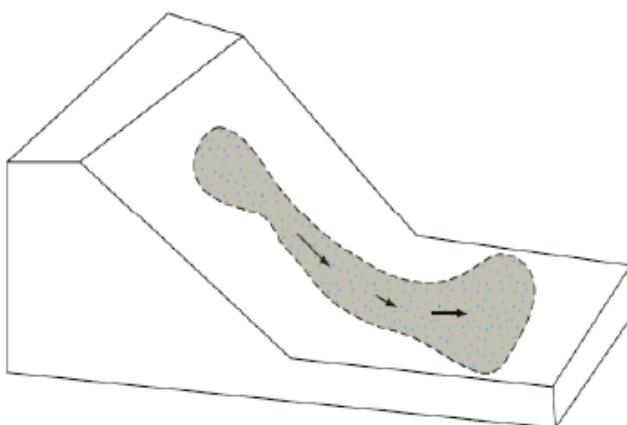




Slope failure by “sliding”



Slope failure by “lateral spreading”



Slope failure by “flowing”

မြို့ပြအင်ဂျင်နီယာများသည် သဘာဝ Slope များ တူးဖော်ထားသည့် Slope များနှင့် ဖို့မြေတာတမ်းများ၏ ခိုင်ခံမှုကို စစ်ဆေးရန်အတွက် တွက်ချက်မှုများကို ပြလုပ်ကြသည်။ ဤသို့ စစ်ဆေးတွက်ချက်မှုများတွင် Slope၏ လျှောပြတ်နိုင်သည့် မျက်နှာပြင်တလျှောက်တွင် ဖြစ်ပေါ်လာသည့် လျှောပြတ်သက်ရောက်အား (Shear stress) ကို ရှာဖွေ၍ Slope ၏ လျှောပြတ်ခံနိုင်ရည်အား (Shear strength) နှင့် နှိုင်းယှဉ်ခြင်းတို့ ပါဝင်သည်။ ထိုဖြစ်စဉ်ကို Slope ၏ တည်ပြုမှု (Stability) ကို လေ့လာဆန်းစစ်ခြင်းဟု ခေါ်ဆိုပေသည်။

Slope ၏ တည်ပြုမှု (Stability) ကို လေ့လာဆန်းစစ်ရာတွင် -

(c) Limit Equilibrium Method နှင့်

(d) Finite Element Method ဟူ၍ နည်းလမ်း နှစ်မျိုးဖြင့် လေ့လာတွက်ချက်နိုင်သည်။

ထိုနည်းလမ်းနှစ်မျိုးအနက်မှ Limit Equilibrium ပေါ်မှုတည်၍ တွက်ချက်သော နည်းလမ်းများကို အသုံးများကြသည်။ **Limit Equilibrium Method** တွင် Slope ၏ တည်ပြုမှု ပျက်ယွင်းကာ ပြိုကျပျက်စီးနိုင်သော မျက်နှာပြင် (Failure Plane)အား ကြိုတင်သတ်မှတ်၍ ငင်း Slope၏ လျှောပြတ်ခံနိုင်ရည်အား (Shear strength)ကို ရှာဖွေတွက်ချက်သည်။

Finite Element Method သည် Theory of Elasticity (သို့) Plasticity ကို အခြေခံ၍ လျှောပြတ်သက်ရောက်အား (Shear Stress) နှင့် လျှောပြတ်ခံနိုင်ရည်အား (Shear Strength) တို့ကို နှိုင်းယှဉ်တွက်ချက်သည်။

ထိုနည်းလမ်း နှစ်မျိုးထဲမှ တစ်မျိုးကိုအသုံးပြု၍ဖြစ်စေ နှစ်မျိုးလုံးကို အသုံးပြု၍ဖြစ်စေ တွက်ချက်နိုင်ပြီး ရရှိလာသော Factor of Safety တန်ဖိုးကိုကြည့်၍ Slope ၏ တည်ပြုမှု ရှိ/မရှိကို ဆုံးဖြတ်နိုင်သည်။

Factor of Safety တန်ဖိုးများကို အောက်ပါအတိုင်း ခွဲခြားသတ်မှတ်နိုင်သည်။

Factor of Safety တန်ဖိုးသည် (c.o) အောက်လျှော့နည်းပါက Slope သည် တည်ပြုမှုမရှိဘဲ ပြိုကျပျက်စီးနိုင်သည်။

Factor of Safety တန်ဖိုးသည် (c.o) ဖြစ်ပါက Slope သည် တည်ပြုမှုရှုံးသာ ဖြစ်နိုင်သည်။

Factor of Safety တန်ဖိုးသည် (c.o) ထက်ကြီးမှသာလျှင် Slope သည် တည်ပြုမှုရှုံးမည်ဖြစ်သည်။

တည်ပြုမှုမရှိဘဲ ပြိုကျပျက်စီးနိုင်သော Slope များကို ရေရှည်တွင် ခိုင်ခံ၍ တည်ပြုမှုရရှိစေရန်

(c) ရေစီးရေလာ ကောင်းမွန်အောင် ပြုလုပ်ပေးခြင်း

(j) အတားအဆီး၊ အကာအရံများ (Restraining Structures) ဆောက်လုပ်ခြင်း

(၃) Slope ၏ မူလရှိသော မြေသား/ကျောက်သားများအား ခံနိုင်ရည်အား (Strength) ကောင်းမွန်လာစေရန် ဓာတုဖော်ပစ္စည်း (Chemical) များအား အသုံးပြုခြင်း အစရှိသည့် နည်းလမ်းများကို အသုံးပြု၍ ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းခြင်းများကို ပြုလုပ်နိုင်ပါသည်။

ထိုသို့ Slope ၏ တည်ဖြံမှုများကို ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းရန်အတွက် နည်းလမ်းများစွာရှိသည့်အနက်မှ ကျောက်ခြင်း (Gabion) များကို မြေထိန်းနံရံများအဖြစ် အသုံးပြုတည်ဆောက်လာကြသည့်မှာ နှစ်ထောင်ပေါင်းများစွာပင် ကြာမြင့်ခဲ့ပြီဖြစ်သည်။ ကျောက်ခြင်း (Gabion) များကို အသုံးပြုခြင်းအားဖြင့် အောက်ပါ အကျိုးကျေးဇူးများကို ရရှိနိုင်သည်။

(c) ကျောက်ခြင်း (Gabion) သည် သဘာဝပစ္စည်းများကို အစိကအသုံးပြုသည့်အတွက် သဘာဝပတ်ဝန်းကျင်နှင့် အံဝင်ခွင်ကျ၍ လိုက်လျော့လိုက်တွေ့မှ ရှိစေသည်။

(j) ဒေသတွင်းရှိသော ပစ္စည်းများကို အသုံးပြု၍ အလွယ်တကူ ပြုလုပ်နိုင်သည့်အတွက် သယ်ယူပို့ဆောင်ရေး စရိတ်များ နည်းပါးသည့်အတွက် ကုန်ကျစရိတ်ကို သိသာစွာ လျော့ချိန်သည်။

(၃) ကျောက်ခြင်း (Gabion) များဖြင့် မြေလွှာကို ကန့်သတ်ထားခြင်းဖြင့် ရေများ(မိုးရေ) ကောင်းစွာ ဖြတ်စီးနိုင်ပြီး မြေပြီးမှုကို ဖြစ်စေသော ရေ့အားကို လျော့ကျစေနိုင်သည်။

(d) Slope တွင် မြေက်ပေါက်စေရန် ကျောက်ခြင်း (Gabion) များနှင့်အတူ မြေက်ပင်များကိုလည်း တွဲဖက်စိုက်ပျိုးနိုင်သည့်အတွက် အချိန်ကြာလာသည်နှင့်အမျှ စွမ်းဆောင်ရည် တိုးတက်ကောင်းမွန်လာစေသည်။

ကျောက်ခြင်း (Gabion) များကို ဈေးကွက်ထဲတွင်သော်လည်းကောင်း၊ ကိုယ်တိုင်ပြုလုပ်၍ သော်လည်းကောင်း အသုံးပြုနိုင်သည်။ အရွယ်အစားမျိုးစုံ ရှိသော်လည်း အလျား (j) မီတာ၊ အနံ (c) မီတာ၊ အမြင့် (c) မီတာ အရွယ်အစား ကျောက်ခြင်းများကို အသုံးများကြသည်။

မြန်မာနိုင်ငံ အနုံအပြားတွင်လည်း ကျောက်ခြင်းများကို မြေကာနံရံများအဖြစ် တွင်တွင် ကျယ်ကျယ် အသုံးပြုတည်ဆောက်လာကြသည်ကို တွေ့ရှိရသည်။ ယခုလတ်တလောတွင်လည်း ချင်းပြည်နယ်၊ ဖလမ်းမြို့ရှိ ဖလမ်း(ဆူရှုဘူး) လေဆိပ် စီမံကိန်းတွင် မြေကာနံရံများ အဖြစ် ကျောက်ခြင်းများကို အသုံးပြုတည်ဆောက်ထားသည်ကို တွေ့ရှိနိုင်သည်။

ဖလမ်း (ဆူရုံဘူန်) လေဆိပ်သည် ဖလမ်းမြို့အနောက်မြောက်ဘက် (၈.၅) မိုင်အကွာတွင်ရှိသော ဆူရုံဘူန်တောင်တန်းပေါ်တွင် တည်ရှိပြီး ပင်လယ်ရေမျက်နှာပြင်အထက် ပေ (၆၀၀၀) အမြင့်တွင် တည်ရှိသည်။ လေယာဉ်ပြီးလမ်းသည် ပေ (၆၀၀၀) ရှည်၍ အကျယ် (၁၀၀) ပေ ရှိပြီး ကတ္တရာလမ်း အမျိုးအစားဖြစ်သည်။

ပင်လယ်ရေမျက်နှာပြင်အထက် ပေ (၆၀၀၀) အမြင့်တွင် တည်ဆောက်ထားသော လေဆိပ် ဖြစ်သည့်အလောက် ငါးလေဆိပ်တည်ရှိရာ Slope ၏ ခိုင်ခုံတည်ပြိမှုသည် လွန်စွာ အရေးပါလှ ပေသည်။ သို့ဖြစ်ပါ၍ Slope တလျောက် လိုအပ်သော နေရာများတွင် Slope ၏ တည်ပြိမှုရှိစေရန် အောက်ဖော်ပြပါ အဆင့်များအတိုင်း ပြုလုပ်ဆောင်ရွက်ခဲ့ပါသည်။

(၁) ကွင်းဆင်းလေ့လာစစ်ဆေးခြင်း

(၂) မြေသားနမူနာများ ရယူခြင်း

(၃) ဓာတ်ခွဲခန်းသို့ မြေသားနမူနာများအား ပို၍ စမ်းသပ်စစ်ဆေးခြင်း

ဒီဇိုင်း တွက်ချက်မှ ပြုလုပ်ရာတွင် လိုအပ်သော အင်ဂျင်နီယာဆိုင်ရာ ဂုဏ်သွို့များ၊ အချက်အလက်များ ရရှိစေရန် အောက်ပါ စမ်းသပ်မှုများကို ပြုလုပ်ခဲ့ပါသည်။

(၁) Water Content Determination Test

(၂) Specific Gravity Test

(၃) Atterberg Limit Test

(၄) Particle Size Analysis Test

(၅) Direct Shear Test

(၆) Modified Proctor Compaction Test

(၇) CBR Test

(၈) Density Test

(၄) ဒီဇိုင်းတွက်ချက်ခြင်း

Slope ၏ လိုအပ်သော နေရာများတွင် Slope-1, Slope-2, Slope-3ဟူ၍ နေရာ ၃ခု ခွဲခြားသတ်မှတ်ကာ ငါး Slope ၃ခုအတွက် Slope ၏တည်ပြုမှု (Stability) တွက်ချက်ခြင်းနှင့် ကျောက်ခြင်းမြေကာနံရုံးမြို့များကို ဆောင်ရွက်ခဲ့သည်။

Slope ၏တည်ပြုမှု (Stability) တွက်ချက်ရာတွင် အောက်ပါနည်းလမ်းများနှင့် အခြေခံလိုအပ်ချက်များကို အသုံးပြု၍ တွက်ချက်ခဲ့သည်။

လေ့လာဆန်းစစ်တွက်ချက်သည့် နည်းလမ်းများ -

- Plane Failure Surface Method (Culmann Method)
- Slope Stability Chart Method
- Slope Stability Analysis (Michalowski Method)

အခြေခံလိုအပ်ချက်များ -

- Typical design density of stone = 16kN/m³
- Safety Factor (Sliding) = 1.5 (minimum)
- Safety Factor (Overturning) = 2 (minimum)
- Safety Factor (Slope Stability) = 1.5 (minimum)

ကျောက်ခြင်း (Gabion) ဒီဇိုင်းတွက်ချက်ရာတွင် အလျား (၂)မီတာ၊ အနံ (၁)မီတာ၊ အမြင့် (၁)မီတာ အရွယ်အစားကို အသုံးပြု၍ ရုံးရုံး မြေသားမြေထိန်းနံရုံးမြို့မြို့တွက်ချက်မှုများအတိုင်း တွက်ချက်မှုများ ပြုလုပ်ခဲ့သည်။

လျှောစောက်ကို (၄၅) ဒီဂရီလားရှိပြီး အမြင့် ၂၅ ပေခြားစီတိုင်းတွင် ကျောက်ခြင်း (Gabion) များကို အသုံးပြု၍ ထိုကျောက်ခြင်း (Gabion) များ တဆင့်နှင့် တဆင့်ကြား (၁၂.၅၀) ပေ စီတိုင်းတွင် မြေမျက်နှာသွင်ပြင်နှင့် အလိုက်သင့်ဖောက်ထားသော ရေမြောင်းများကို တည်ဆောက်ပေးထားခြင်းဖြင့် Slope ၏ တည်ပြုမှု ရရှိစေရန် ဆောင်ရွက်ထားရှိသည်။

ထိုအပြင် Slope ၏ တည်ပြုမှု (Stability) အား Plaxis 2D Geotechnical Software ဖြင့်လည်း တွက်ချက်၍ နှိုင်းယှဉ် လေ့လာမှုများကိုလည်း ပြုလုပ်ခဲ့ပါသည်။

Slope Stability Design

Slope Stability Analysis (Falam)

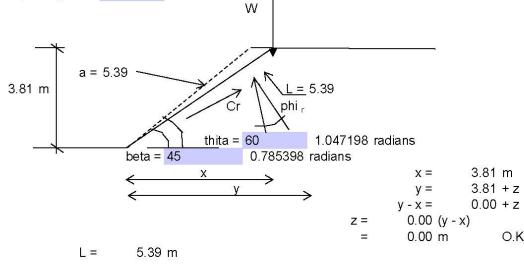
Slope (1)

SE Borrow

Method (1) Plane Failure Surface Method

Slope depending on back up soil/rock strata

$$\begin{aligned} \text{Cohesion Factor } c &= 18.20 \text{ kN/m}^2 \\ \text{Unit Weight } r &= 20.79 \text{ kN/m}^3 \\ \text{Friction Angle } \phi &= 22 \text{ Degree} \quad 0.383972 \text{ radians} \\ \text{Slope Height } H &= 3.81 \text{ m} \end{aligned}$$



$$L = 5.39 \text{ m}$$

$$a = H / \sin \beta \\ = 5.39 \text{ m}$$

$$\alpha = \theta - \beta \\ = 15.026179939 \text{ radians}$$

$$W = r/2 (a \sin \alpha) L \\ = 78.11 \text{ kN}$$

Apply Trial and Error Method

$$\begin{aligned} F_{\phi} &= 1.70 \\ \phi_i &= \tan^{-1}(\tan \phi / F_{\phi}) \\ &= 0.233334 \quad 13.37 \text{ degree} \end{aligned}$$

$$C_r / \sin(\theta - \phi_i) = W / (\sin(90 + \phi_i)) \\ C_r = 58.36 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} C_r &= C_r / L = 10.83 \\ F_c &= c / C_r = 1.68 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Repeated Trials} \\ F_s &= F_c = F_{\phi} = 1.68 \quad >> 1.5 \\ \text{Design is satisfactory!} \end{aligned}$$

Method (2) Taylor's friction circle method of slope stability

$$\begin{aligned} \text{From Fig (15.23), beta} &= 45 \text{ degree} \\ \phi_i = \phi' &= 22 \text{ degree} \quad 0.383972 \text{ radians} \\ m &= 0.0664 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= c'_d / rH \\ 0.0664 &= c'_d / rH \\ c'_d &= 5.26 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$F'_{\phi} = \tan \phi / \tan \phi'_d = 1$$

$$F'_c = c' / c'_d = 3.46 \neq F'_{\phi}$$

This is not the factor of safety with respect to strength.

$$\begin{aligned} \text{Repeated Trials} \\ \phi'_d &= 20 \text{ degree} \quad 0.349066 \text{ radians} \\ m &= 0.06 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m &= c'_d / rH \\ 0.06 &= c'_d / rH \\ c'_d &= 4.75 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

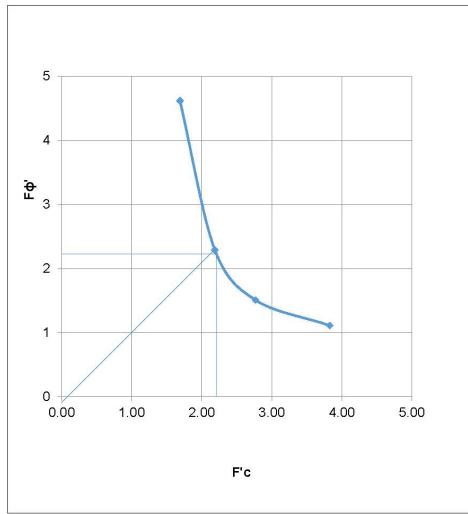
$$F'_{\phi} = \tan \phi / \tan \phi'_d = 1.11$$

$$F'_c = c' / c'_d = 3.83 \neq F'_{\phi}$$

Similar calculations of $F\phi'$ and F'_c for various assumed values of ϕ'_d are given in the following table.

ϕ'_d	$\tan \phi'_d$	F'_{ϕ}	m	c'_d kN/m^2	F'_c
22	0.40	1.00	0.0664	5.26	3.46
20	0.36	1.11	0.06	4.75	3.83
15	0.27	1.51	0.083	6.57	2.77
10	0.18	2.29	0.105	8.32	2.19
5	0.09	4.62	0.136	10.77	1.69

Slope Stability Design



From Graph, $FS'_c = FS'_\phi = FS_s = 2.2 >> 1.5$
O.K. Design is satisfactory#

Method (3) Michalowski (2002)

Cohesion Factor c =	18.20 kN/m ²	380.11 lb/ft ²
Unit Weight γ =	20.79 kN/m ³	132.35 lb/ft ³
Friction Angle ϕ phi =	22 Degree	0.383972 radians
Slope Height H =	3.81 m	
beta =	45 Degree	

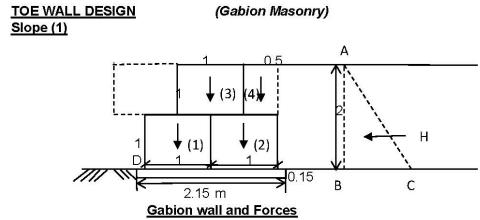
$$c'/rH \tan \phi' = 0.57$$

From Fig 15.25,

$$\frac{Fs / \tan \phi'}{Fs} = \frac{5.474}{2.21} >> 1.50$$

O.K. Design is satisfactory#

Gabion Retaining Wall Design



Phi, ϕ	30 degrees	0.523599 radians
cohesion factor c	18.2 KN/m ²	
Assume delta, δ'	30 degrees	0.523599
Beta		
Unit Weight of Back Fill (r)	20.79 KN/m ³	Dry Cond.
Unit Weight of Lean Concrete	22.79 KN/m ³	
Density of stone	16 KN/m ³	
Number of baskets	3	

Lateral Earth Pressure Coefficient, K_a
 $= \tan(45-\phi/2)^c$
 $= 0.455$

BC
 $= K_a r h$
 $= 18.92 \text{ kN/m}^2$

Horizontal Force due to Earth Pressure, H
 $= \text{Area of ABC}$
 $= 0.5 \times AB \times BC$
 $= 18.92 \text{ kN}$

Weight of Gabion Wall
Weight of soil
 $= 10.395 \text{ kN}$
Weight of gabion baskets
 $= 48 \text{ kN}$
Weight of footing
 $= 7.35 \text{ kN}$

Total weight of gabion wall
 $= 65.75 \text{ kN}$

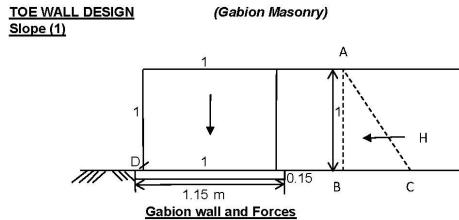
Resistance against sliding, R
 $= \text{Total weight of gabion wall} \times \tan \delta'$
 $= 37.94 \text{ kN}$

Factor of safety against sliding, F_s
 $= \frac{\text{Resistance against sliding, R}}{\text{Horizontal Force due to Earth Pressure, H}}$
 $= \frac{37.94}{2.01} >> 1.5 \text{ O.K.}$

Overturning Moment
Obtain moment around point D
 $= 1/3 \times AB \times H$
 $= 12.61 \text{ kN-m}$

Resisting moment
 $= 66.19 \text{ kN-m}$

Factor of safety against overturning, F_o
 $= \frac{\text{Resisting moment}}{\text{Overturning Moment}}$
 $= \frac{66.19}{12.61} >> 2 \text{ O.K.}$



Phi, ϕ	30 degrees	0.523599 radians
cohesion factor c	18.2 KN/m ²	
Assume delta, δ'	30 degrees	0.523599
Beta		
Unit Weight of Back Fill (r)	20.79 KN/m ³	Dry Cond.
Unit Weight of Lean Concrete	22.79 KN/m ³	
Density of stone	16 KN/m ³	
Number of baskets	1	

Lateral Earth Pressure Coefficient, K_a
 $= \tan(45-\phi/2)^c$
 $= 0.455$

BC
 $= K_a r h$
 $= 9.46 \text{ kN/m}^2$

Horizontal Force due to Earth Pressure, H
 $= \text{Area of ABC}$
 $= 0.5 \times AB \times BC$
 $= 4.73 \text{ kN}$

Weight of Gabion Wall
Weight of gabion baskets
 $= 16 \text{ kN}$
Weight of footing
 $= 3.93 \text{ kN}$

Total weight of gabion wall
 $= 19.93 \text{ kN}$

Resistance against sliding, R
 $= \text{Total weight of gabion wall} \times \tan \delta'$
 $= 11.50 \text{ kN}$

Factor of safety against sliding, F_s
 $= \frac{\text{Resistance against sliding, R}}{\text{Horizontal Force due to Earth Pressure, H}}$
 $= \frac{11.50}{2.43} >> 1.5 \text{ O.K.}$

Overturning Moment
Obtain moment around point D
 $= 1/3 \times AB \times H$
 $= 1.58 \text{ kN-m}$

Resisting moment
 $= 8 \text{ kN-m}$

Factor of safety against overturning, F_o
 $= \frac{\text{Resisting moment}}{\text{Overturning Moment}}$
 $= \frac{8}{1.58} >> 2 \text{ O.K.}$

Slope Stability Analysis using Software

- Software – Plaxis software (Version 8.5)

Design Parameters used in Analysis

Material Model Mohr-Coulomb

Soil Type	Clayey Sand with Gravel
-----------	-------------------------

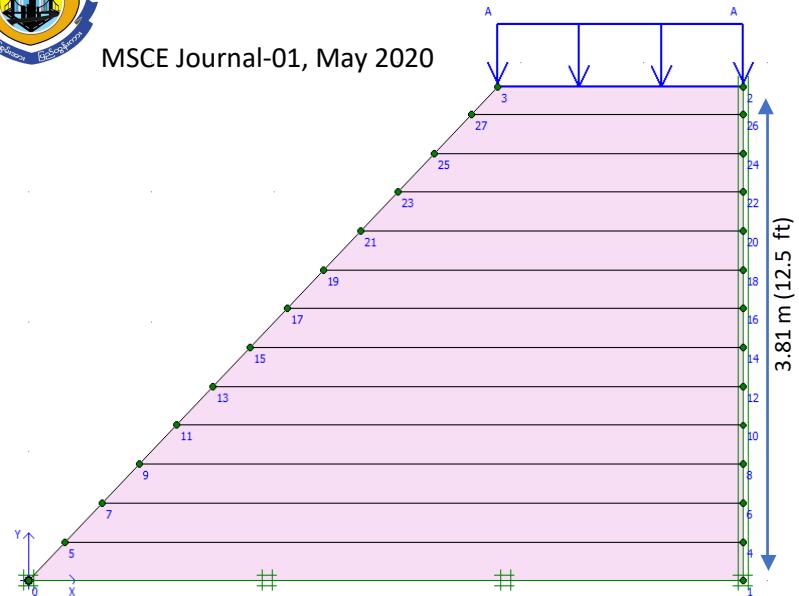
Cohesion, c (kN/m^2)	18.2
--	------

Friction Angle, ϕ ($^\circ$)	22 $^\circ$
-------------------------------------	-------------

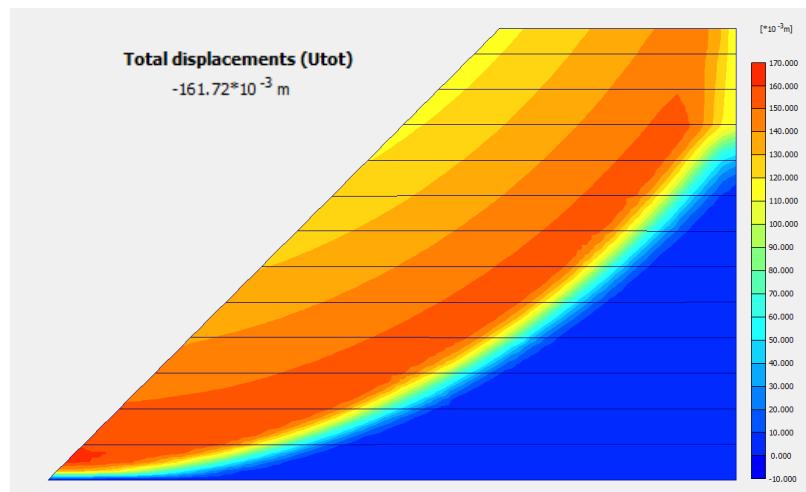
Unit Weight, γ_{sat} ((kN/m^3))	23.28
---	-------

Unit Weight, γ_{unsat} ((kN/m^3))	20.79
---	-------

Analysis Result • Factor of safety = 2.1



Slope Geometry



7.4

ယခုအခါလက်ရှိတွင် Slope-1 သည် ကျောက်ခြင်း (Gabion)ကို မြေကာနံရုံအဖြစ် အသုံးပြု၍ အောင်မြင်စွာ တည်ဆောက်ပြီးစီးမှ အခြေအနေကို အောက်ပါပုံများတွင် မြင်တွေ့နိုင်ပါသည်။

UNDER CONSTRUCTION STAGE OF GABION RETAINING WALL (R-1)



UNDER CONSTRUCTION STAGE OF GABION RETAINING WALL (R-1)

Filling, Spreading, Compacting, Slope and Berm Formation, Gabion Placement & Rock Filling



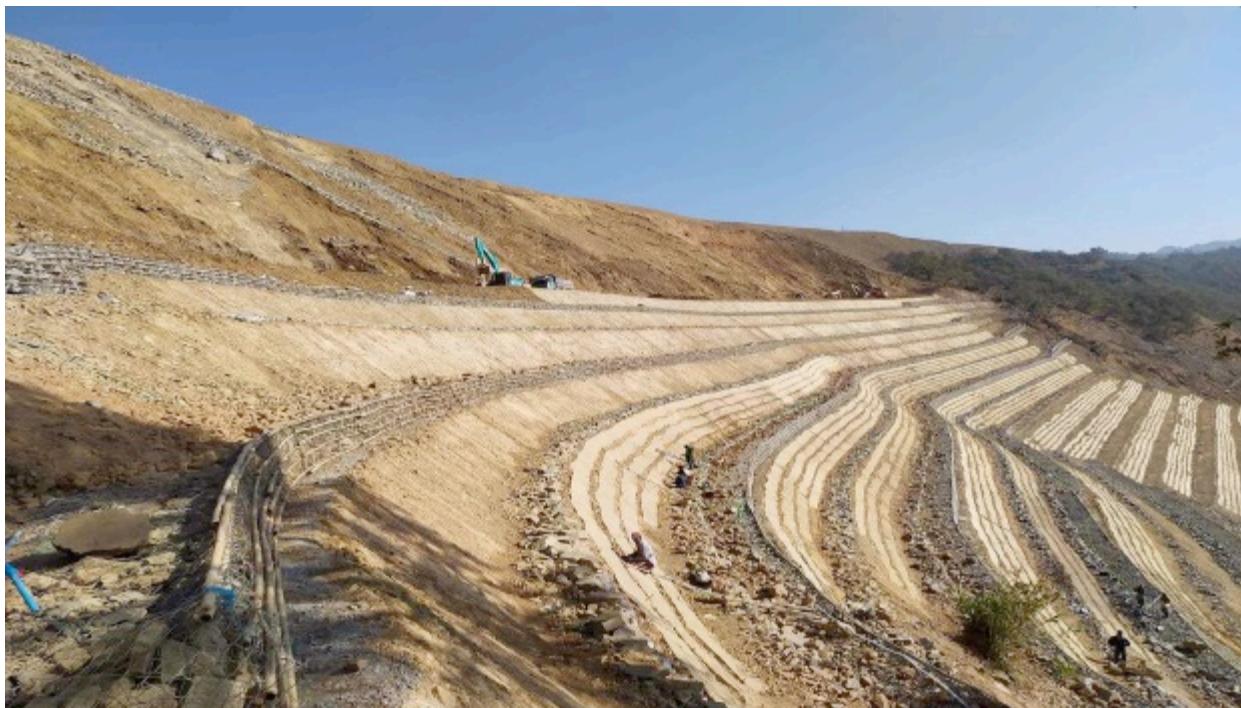
DCP Test CBR 20-25%

Sand Cone Test 95% SPD

COMPLETION OF GABION RETAINING WALL (R-1)

COMPLETION OF GABION RETAINING WALL (R-1)**UNDER CONSTRUCTION STAGE OF GABION RETAINING WALL (R-2)**

UNDER CONSTRUCTION STAGE OF GABION RETAINING WALL (R-2)



ကာခြည်ပင့်၊ ယမင်းသူ

၂၀၂၀၊ ဧပြီ (၃၀) ရက်။

Senior Geotechnical Engineers, CSC Ltd.

e-mail: csc1999@gmail.com; Web: www.csc1999.com

- References:
- (1) Das, B.J. 2016. Principle of Geotechnical Engineering, Ninth Edition, Nelson, Cengage Learning in Canada by Nelson Education Ltd, United States of America.
 - (2) Baran Toprak, Ozer Sevim, Ilker Kalkan. 2016. Gabion Walls and Their Use, International Journal of Advances in Mechanical and Civil Engineering, ISSN: 2394-2827.