

## RAMMED EARTH ဆိုသည်မှာ



- (၁) ရိုးရှင်းသောဆောက်လုပ်ရေးနည်းစနစ်တစ်ခုဖြစ်ပါသည်။  
ပုံစံခွက် Formwork အတွင်းသို့ မြေသား ထည့်၍  
ထုရိုက်ဖိသိပ်ခြင်းဖြင့် ခိုင်မာသောမြေသားနံရံ  
တည်ဆောက်ခြင်းကို Rammed Earth ဆောက်လုပ်ခြင်းဟု  
ခေါ်ဆိုပါသည်။



(၂) သဲ၊ ကျောက်စရစ်နှင့်ရွှံ့စေးမြေကို အချိုးမှန်ကန်စွာ ရေစပ်ရပ်စိုထိုင်းသည့်အထဲ ရေအနည်းငယ်နှင့် ရော၍ သမသည်အထိ ရောမွှေပြီးလျှင် ပုံစံခွက် External Supported Frame အတွင်း ထည့်ပြီးလျှင် ဖိသိပ်ထုရိုက်ခြင်းဖြင့် ပုံစံအတိုင်း ခိုင်မာသော မြေသားနံရံ ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။

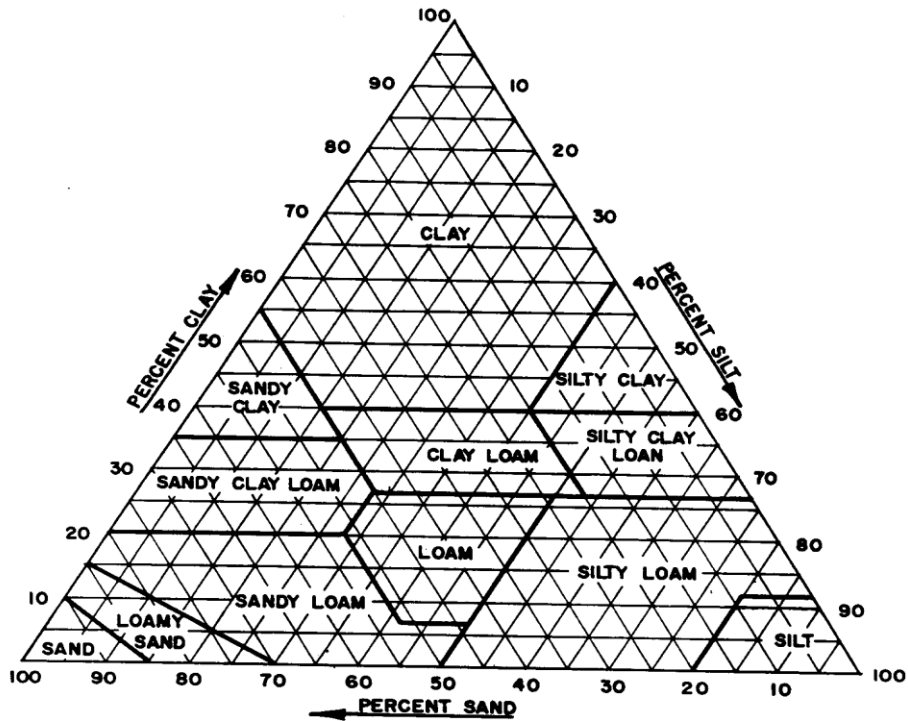


Figure 2. The U.S. Department of Agriculture Textural Classification Chart

Source: Soil Survey Manual, U.S. Department of Agriculture Handbook No. 18, 1951.

(၃) မြေသားအသားသေစေရန်  
 ယခင်ရှေးရိုးဆောက်လုပ်ရေးခေတ်ကာလများက ထုံး Lime  
 သို့မဟုတ် တိရိစ္ဆာန်၏သွေးကို သုံးခဲ့သော်လည်း  
 ယခုခေတ်ကာလတွင် Cement ဘိလပ်မြေကို Stabilizen  
 မြေသားသေစေရန် အသုံးပြုပါသည်။

(၄) External Supported Frame ပုံစံခွက်ထဲတွင် မြေသားကို  
 ဖိသိပ်ထုရိုက်ထောင်းပြီးလျှင် ပုံစံခွက် Formwork  
 ကိုချက်ချင်းဖယ်ထုတ်နိုင်ပါသည်။  
 နံရံခြောက်သွေ့မာကြောစေရန် ပူနွေးခြောက်သွေ့ သော  
 နေ့ရက်များလိုအပ်ပါသည်။



(၅) Rammed Earth မြေသားနံရံ အသားသေစေရန်  
 နှစ်နှစ်ခန့်အထိ ကြာနိုင်ပါသည်။ မြေသားအသား  
 သေသည်နှင့်အမျှ ပိုမိုခိုင်ခန့်သော နံရံမြေသားကို  
 ဖြစ်စေပါသည်။





(၆) မြေသားအသားသေသွားသောအခါ  
လူ၏လက်ဖြင့်ပြုလုပ်ထားသော Solid Rock ကျောက်စိုင့်၊  
ကျောက်ခဲ အဆောက်အဦးနံရံကို ရရှိပါမည်။



ရှေးခေတ် Rammed Earth ဆောက်လုပ်ရေးနှင့် မူရင်းဒေသတိုင်းပြည်များ

(၁) **Rammed Earth** ဆောက်လုပ်ရေးနည်းပညာကို လွန်ခဲ့သောနှစ်ထောင်ပေါင်းများစွာမှ ရှေးဟောင်း အဆောက်အဦးများကို လေ့လာခြင်းအားဖြင့် လူသားတို့သည် ခေတ်ကာလအလိုက် သင့်တော်သော ဆောက်လုပ်ရေး ပစ္စည်းဖြစ်သည်။ မြေသားဖြင့် ခိုင်ခန့်သောအဆောက်အဦးနံရံကြီးများအဖြစ် ဆောက်လုပ်ခဲ့ကြသည်။

(၂) တရုတ်ပြည်မှ **Great Wall**  
 Granada တွင်ရှိသည့် နာမည်ကျော် **Alhambra** အဆောက်အဦး  
 Lhasa တွင်ရှိသော **Potala Palace** စသည်တို့သည် **Rammed earth** အဆောက်အဦးများဖြစ်ကြသည်။


## HISTORY & ORIGINS

Rammed earth technology has been around for thousands of years, as an ancient sustainable construction material, used to form **monolithic walls**.


Long sections of the **Great Wall of China**, and famous buildings such as the **Alhambra in Granada**, and the **Potala Palace in Lhasa** are built in rammed earth.

Many European **castles** and the cores of **pyramids** were made of rammed earth, then faced with stone.

CHINA



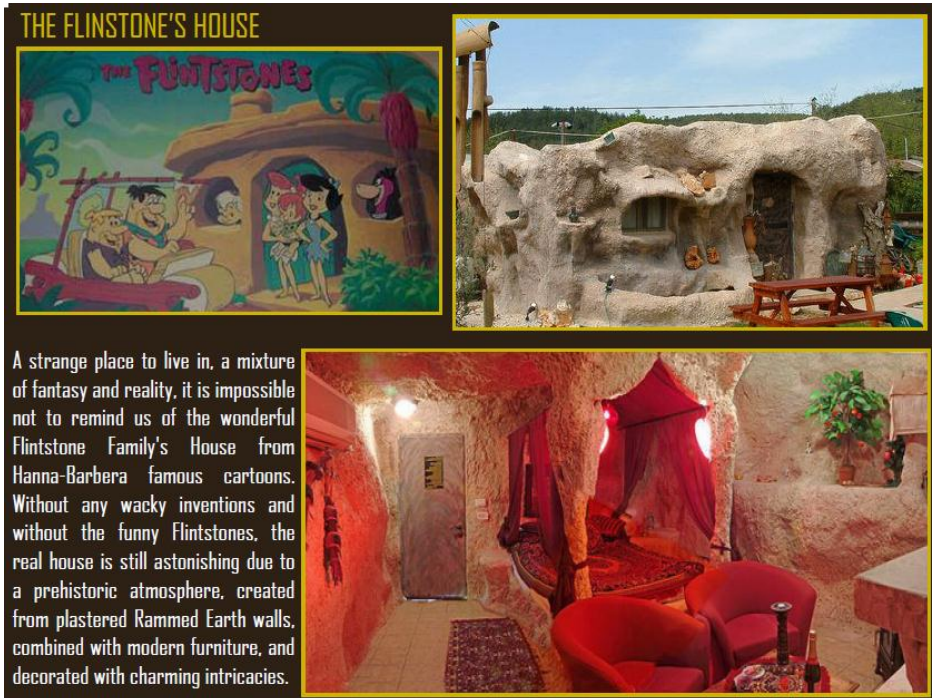
SPAIN



(၃) ဥရောပတိုက်မှာရှိသော ရဲတိုက်ကြီးများ **Castles** Pyramids ပီရမစ်ကြီးများ၏ အတွင်းပိုင်းများသည် **Rammed Earth** နည်းပညာဖြင့်ဆောက်လုပ်ထားပြီး အပြင်မျက်နှာပြင်ကို ကျောက်တုံးများနှင့် တည်ဆောက်ထားပါသည်။



နာမည်ကျော် ကာတွန်းရုပ်ရှင်တွင်လည်း ပလာစတာကိုင်ထားသော Rammed Earth အဆောက်အဦးနှင့် ခေတ်မှီပရိ ဘောဂများကို တွေ့ရပါမည်။



**Rammed Earth ဆောက်လုပ်ရေးနည်းပညာ စံချိန်စံညွှန်းများ**

- ကောင်းမွန်စွာ ဂရုတစိုက် ဆောက်လုပ်ထားသော Rammed Earth နံရံများသည် မိုးရွာသွန်းခြင်း၊ လေတိုက်ခြင်း၊ မီးလောင်ခြင်း၊ ခြောက်ခြင်းတိုးကို ခံနိုင်ရည်ရှိရုံသာမက သေနတ်ကျည်ဆံကိုလည်း ခံနိုင်ပါသည်။
- အမိုးနှင့် နံရံ၏ အလေးချိန်ကို ထမ်းထားရသော Load Bearing Rammed Earth Walls နံရံများကို (၁၈)လက်မမှ (၁၄)လက်မအထူ ဆောက်လုပ်သင့်ပါသည်။
- ဝန်မထမ်းရသော Non-Load Bearing Rammed Earth Wall နံရံများကို (၁၀)လက်မ မှ (၁၄)လက်မ အထူ ဆောက်လုပ်သင့်ပါသည်။



- Rammed Earth Walls များကို Plaster ကိုင်၍ဖြစ်စေ၊ သဘာဝအတိုင်းမြေလွှာ များပေါ်လွင်နေ ခြင်းဖြင့်ဖြစ်စေ ထားနိုင်ပါသည်။ သဘာဝမြေလွှာများသည် အနည်ထိုင် သဲ၊ ကျောက်လွှာများကဲ့သို့ လှပနေပါမည်။



- မည်သည့်အဆောက်အဦးဒီဇိုင်း စတိုင်နှင့်အမိုးကိုမဆို Rammed Earth ဆောက်လုပ်ရေး နည်းပညာ သုံး၍ တည်ဆောက်နိုင်ပါသည်။



- သေချာစွာပုံစံပြုလုပ် ဒီဇိုင်းဆွဲထားသော Rammed Earth အဆောက်အဦးသည် ဆောင်းရာသီ တွင်နွေးပြီး နွေရာသီတင် အေးမြသော အခန်းအပူချိန်ကို ရရှိစေသဖြင့်နှစ်စဉ် Air-Con အသုံးပြုရမှု နည်း၍ လျှပ်စစ်ဓါတ်အား ချွေတာရာ ရောက်ပါသည်။
- Rammed Earth Walls ၏ Compressive Strength ဖိသိပ်မှု ခံနိုင်အားသည် အကြမ်းအားဖြင့် 300 psi ရှိပါသည်။
- Rammed Earth Walls များသည် ချက်ချင်းမြေသားသေသည်ဟု ပြောနိုင်သော်လည်း ရာသီဥတုနှင့် လေထုစိုထိုင်း စက်မှုတည်၍ လပေါင်းများစွာမှစ၍ နှစ်ပေါင်းများစွာတိုင်အောင် မြေသားသေရန် အချိန်ယူနိုင်ပါသည်။

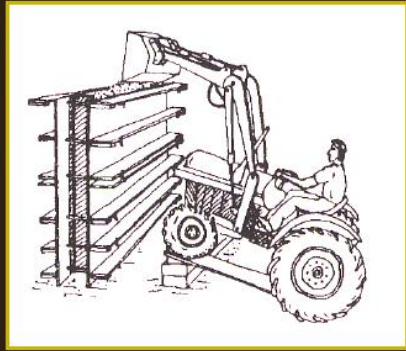
### **Soils**

- Rammed Earth ဆောက်လုပ်ရေးနည်းပညာသည် ရာသီဥတုအရ မြေသားအုတ်များပြုလုပ်ရန် သင့်တော်သော နေရာဒေသများမှ စတင်ထွန်းကားလာသည်။
- မြေအုတ်ကို နေလှန်းခြောက်သွေ့ရန် အနည်းဆုံးမိုးမရွာသော နေပူရက် (၁၀)ရက်ခန့်ရှိရပါမည်။



- ရွံသားမြေများသောမြေကို Ramped Earth Construction အတွက် ကောင်းမွန်သင့်တော်သော်လည်း မြေအုတ်ပြု လုပ်ရာတွင် ခြောက်သွေ့သည်နှင့်အမျှ အက်ကြောင်းများပေါ်လာပါမည်။
- Ramped Earth Construction တွင်မြေသားကို ကောချ်ရှ် အရွယ်အစားညီစေခြင်း လိုအပ်သော အချိုးအစား အလိုက်သမရန် ရောမွှေစေခြင်းတို့ ဂရုတစိုက်ပြုလုပ်မှသာ နံရံကောင်းရရှိပါမည်။
- သဲ၊ ရွံစေးနှင့် ကျောက်တုံးငယ်တို့ကို အချိုးအစားမှန်ကန်စွာ ရောစပ်ရပါမည်။
- မြေသားအပြောင်းအလွှဲများလွန်းပါက Cement ဘိလပ်မြေ (၆) ခန့်ရောပေးရပါမည်။
- Ramped Earth Walls မြေသားနံရံများသည် အဆောက်အဦး၏ အပူအအေးကိုမျှတစေသည်။
- မြေအောက်မြေသားဖြစ်စေ၊ ဆောက်လုပ်ရေးလုပ်ငန်းမှ မလိုအပ်၍တူးထုတ်လိုက်သော မြေသား ဖြစ်စေ Ramped Earth Construction အတွက် အသုံးပြုနိုင်သည်။
- Ramped Earth Construction အတွက် ပြုပြင်၍ သမအောင်ရောမွှေထားသော မြေသားကို Form Work ထဲသို့ ထည့်ရသောအလုပ်သည် အလုပ်သမားအား အများအပြားလိုအပ်သော အလုပ်ဖြစ် သည်။
- မြေသားအမြောက်အများကို ရွှေ့သယ်ခြင်း၊ အမြင်သို့မြှောက်တင်၍ Form Work ပုံစံခွက်အတွင်းသို့ လောင်းထည့်ရပါမည်။ မြေသားသည် အစိုင်အခဲထုထည်ဖြစ်နေပါသဖြင့် Concrete လောင်းထည့် သကဲ့သို့ မရိုးရှင်းလှပါ။
- မရိုးဖလာ ရှေးဟောင်းဆောက်လုပ်ရေးနည်းစနစ်များအတိုင်း မြေသယ်တောင်းများကို လက်ဆင့်ကမ်း သယ်ပို့ခြင်း၊ မြေသယ်တောင်းများကို ပင့်ချီကျောပိုး၍ Form Work အတွင်းသို့ သွန်လောင်းထည့် ခြင်းများ ပြုလုပ်ရန်လိုအပ်သည်။

- Transporting the soil mix to the forms is a demanding task.
- Large quantities of soil must be moved and **transported vertically** for placement in the forms. This process is not the same as pouring concrete, because the material is not liquid.
- Traditionally, workers passed **baskets** or **buckets** of earth up to where it was needed.
- **Hoists** can also be used effectively for this task.

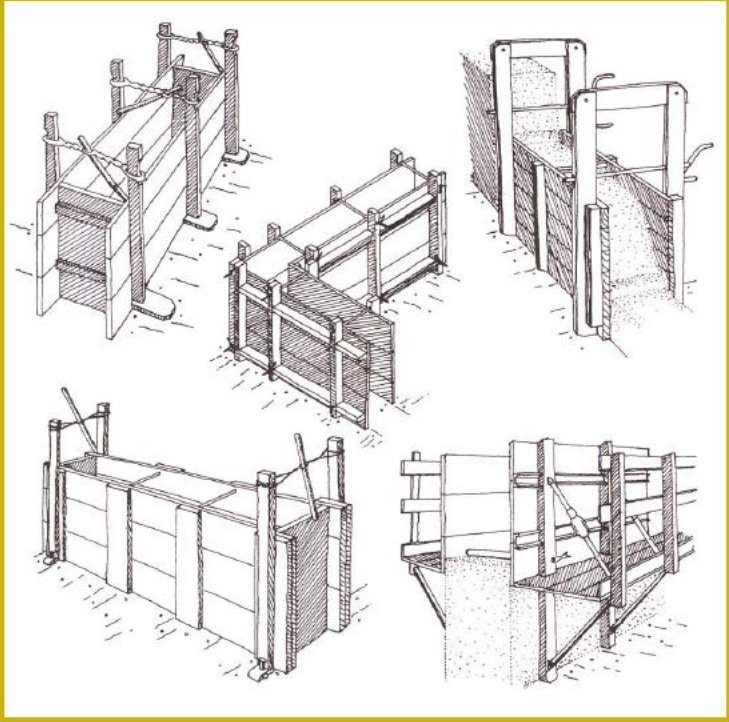


- Soil is taken from the ground and if necessary sieved to remove larger particles.
- Additives such as **straw** or **lime** may be mixed into the soil, which is then dropped into the formwork in layers, usually around **15 cm** high.
- Additives such as **Kaolin** and **Bentonite clays** are typically used to improve the **strength and mechanical characteristics** of the soil.
- Chemical stabilization using **lime**, **Portland cement**, and **industrial waste products**, rich in **cementing agents**, have been used in an attempt to improve the strength of the rammed earth.

- စက်ယန္တရားများကို အသုံးပြုနိုင်ပါက ပိုမိုလွယ်ကူ၍ အဆင်ပြေအောင် ဆောက်လုပ်နိုင်မည် ဖြစ်ပါ သည်။
- မြေသားများတူးဖော်ပြီးလျှင် အရွယ်အစားကြီးမားသော အစိုင်အခဲ ကျောက်တုံး၊ ကျောက်ခဲများကို ဖယ်ရှားရမည်ဖြစ်သည်။
- ကောက်ရိုး သို့မဟုတ် ထုံးကို မြေသားများတစ်ခုနှင့်တစ်ခု တွယ်ကပ်ရန် Formwork အတွင်း မထည့် မှီရောပေးရမည်။ Formwork ကို များသောအားဖြင့် (15)cmခန့်အမြင့် ထားရှိတတ်ပါသည်။
- မြေသား၏ကြံ့ခိုင်မှုနှင့် လုပ်ငန်းခွင်အတွက် အသုံးပြုရာတွင် ပိုမိုသင်လျော်၍ အရည်အသွေး ကောင်းလာစေရန် Kaolin ကေအိုလင် နှင့် Bentonite Clays ဘင်တိုနိုက် မြေဖယောင်းကို ရောပေး လေ့ရှိပါသည်။
- Lime ထုံးနှင့် Cement ဘိလပ်မြေကို မြေသားနှင့်ရောပေးခြင်းဖြင့် Earth Building ၏ကြံ့ခိုင်မှု ပိုမို ကောင်းမွန် စေပါသည်။

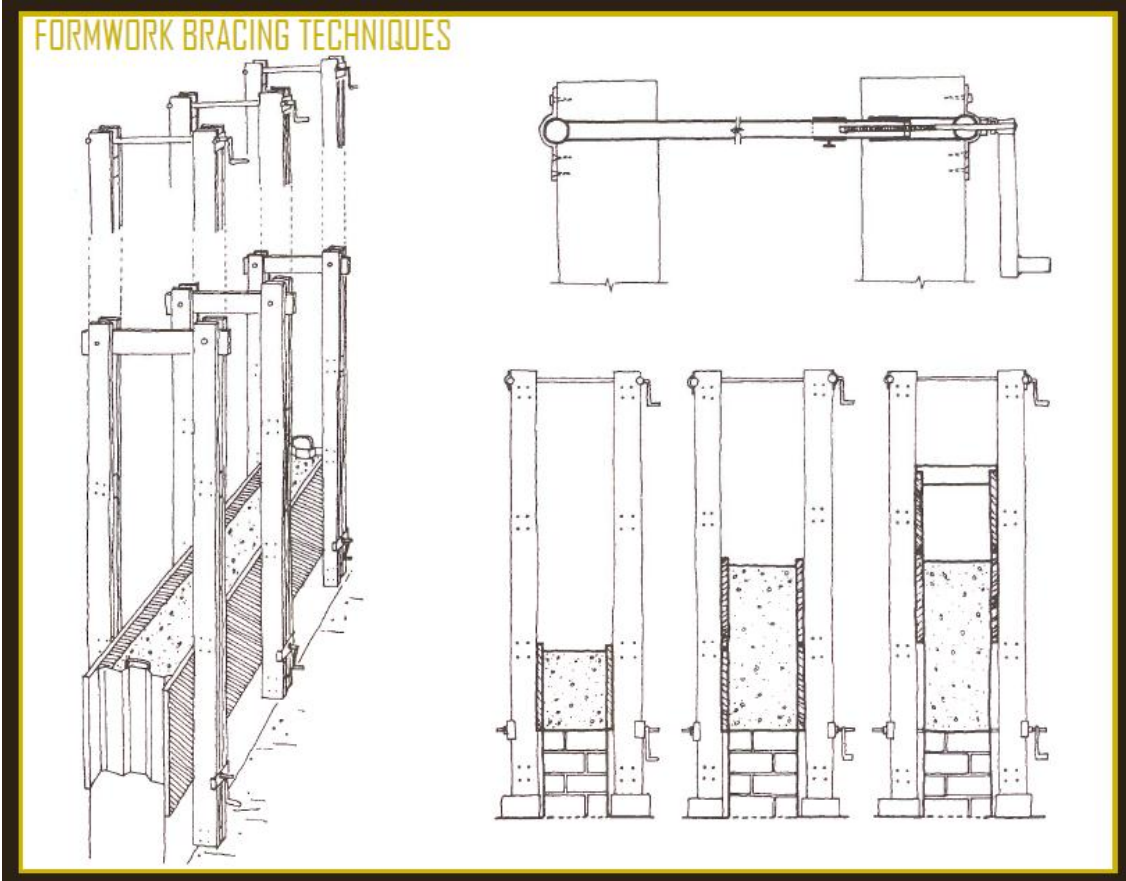
Rammed Earth အဆောက်အဦးအတွက် Formwork ပြုလုပ်ရာတွင် two parallel timber sides မျဉ်းပြိုင်ညီ သစ်သားနံရံနှစ်ခုကို နှစ်ခု သို့မဟုတ် နှစ်ခုထက်ပိုသော ဒေါက်တိုင်များသုံး၍ ပြုလုပ်ခဲ့ သည်။

## FORMWORK

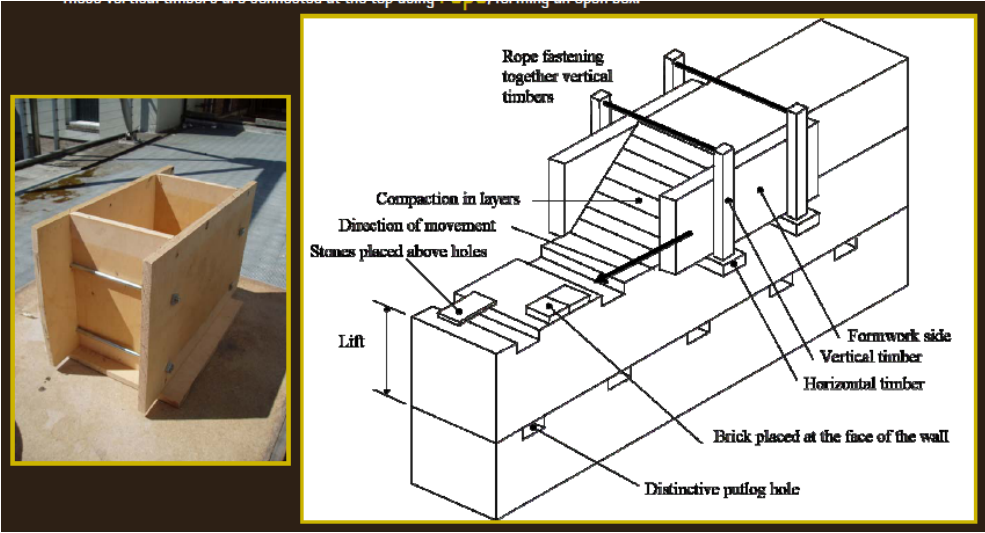


- Form work for rammed earth must be **stable** and **well-built** in order to **resist pressure and vibration** resulting from ramming.
- Small, simply designed forms that are **easy to manage** are most effective.
- Ease of assembly** and **dismantling** should be considered when designing forms.
- A variety of materials can be used, including **wood, aluminum, steel, or glass fiber**.

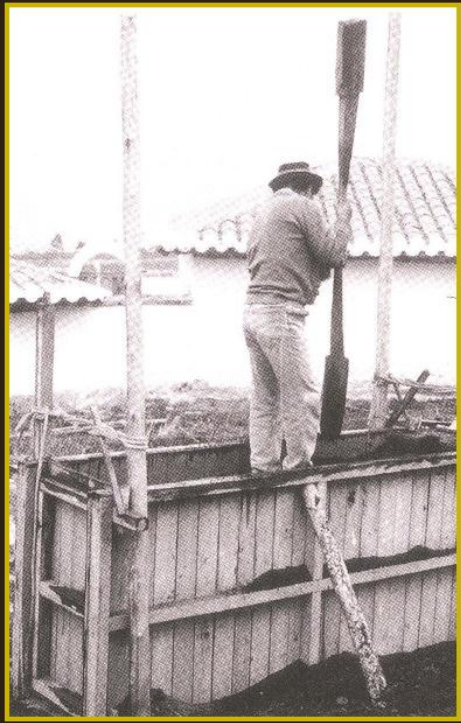
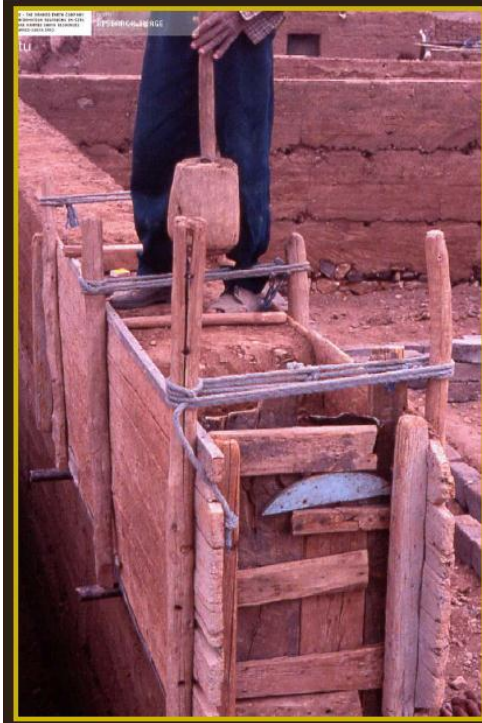




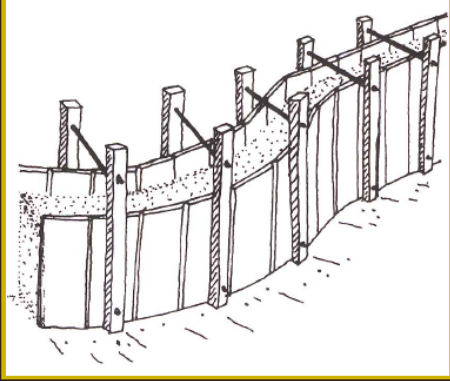
- သစ်သား Formwork များကို တစ်လွှာပြီးတစ်လွှာ အသုံးပြု၍ ဆင့်ကဲဆင့်ကဲ တပ်တလဲလဲ အသုံးပြုရ ပါမည်။



- သစ်သား Formwork များ၏ ထိပ်တွင်ကြိုးများ tir-rod များအသုံးပြု၍ Open-box အဖြစ်လုပ်ဆောင် ပါသည်။

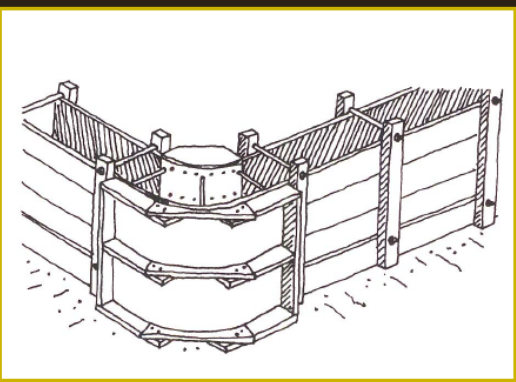


- Spacers များသုံး၍ Formwork များကို Rammed Earth Walls ၏ အထူအပါး တူညီမှုရရှိရန် ပြုလုပ် သလို Spacers များကို နုတ်ယူပြီးနောက် ကျန်ရှိနေသော အပေါက်များကို ပြန်ပိတ်ရပါသည်။
- နံရံအကွေ့အကောက်များ၊ နံရံဒေါင့်ချိုးအကွေးများကို Rammed Earth Construction နည်းပညာသုံး၍ တည်ဆောက်ရာတွင် အထူးပြုလုပ်ထားသော Formworks များကို Spacers ဒေါက်တိုင်များသုံး၍ ပြုလုပ်နိုင်သည်။



- With traditional formworks, the boards on both sides are held apart and kept together by **spacers**, which pierce the wall causing openings that must be filled in after removal of formwork.
- With a special formwork, **rounded corners** and **curved walls** can also be formed, by varying the size of the boards and spacers.

- With formwork so intricate, the boards must be **stiff** so that they do not bend outwards while ramming is underway.
- The formwork should be **easy to adjust** in both vertical and horizontal directions.
- Variations in the thickness of the walls must also be controllable within a **specified tolerance**.



- Formworks များကို ခိုင်ခန့်စွာပြုလုပ်ထားခြင်းဖြင့် Ramming စရိုက်ဖိသိပ်ချိန်တွင် ပုံပျက်ပန်းပျက် ပေါင်းကားခြင်း မှ ကာကွယ်နိုင်သည်။

အသုံးပြုရန်အတွက် တစ်ဆင့်မြှင့်၍ တပ်ဆင်ရပါမည်။ Formwork ကိုဖြုတ်ယူပြီးနောက် Spacer Rod ဒေါက်တိုင်နေရာများတွင် အပေါက်များကျန်ရစ်ပါမည်။ တစ်ဆင့်ပြီးတစ်ဆင့် Ramming ထုရိုက် ဖိသိပ်ပြီးသောအခါတွင် Lift ခေတ် Rammed Earth Wall ကိုရရှိပါမည်။

- မြေသားနံရံကြီးသည် အလွန်ခိုင်ခန့်လှပစွာ ရရှိပါမည်။ Formwork ကိုလည်း Ramming ပြီးလျှင် ပြီးချင်းချက်ချင်းဖယ်ထုတ်နိုင်ပါသည်။ Wire brush နှင့်လိုချင်သော Toxture ကို formwork ဖြုတ်ပြီးချက်ချင်း ရေးခြစ်နိုင်ပါသည်။ နောက်မိနစ် (၆၀)ခန့်အကြာတွင် မြေသားနံရံသည် မာကြော ခြောက်သွေ့လာပြီး ရေးခြစ်ရန်ခက်ခဲလာမည်ဖြစ်သည်။





- မြေသားနံရံများသည် လုံးဝမာကြောခြောက်သွေ့ရန် အချိန်ယူရမည်ဖြစ်သော်လည်း အခြားလုပ်ငန်း စဉ်များကို ချက်ချင်း ဆက်လက် လုပ်ကိုင်နိုင်မည်ဖြစ်သည်။

## Design Considerations ဂရုပြုရမည့်အချက်များ



- Rammed earth wall များသည် Tonsile ? Strength မကောင်းသောကြောင့် ချုပ်တန်း Beams သို့မဟုတ် collar beam များအသုံးပြုသင့်သည်။
- Beams များကို Concrete ဘိလပ်မြေ wood သစ်သား သို့မဟုတ် steel သံဖရိန်များနှင့် ပြုလုပ်နိုင် သည်။
- အချို့သောဒေသများတွင် column တိုင်များကဲ့သို့ အထက်အောက် Vertical Reinforcing အားဖြည့် ဒေါက်တိုင်များလိုအပ်သည်ဟု ဒေသဆိုင်ရာ အာဏာပိုင်တို့၏ ဥပဒေလိုအပ်ချက်ရှိပါသည်။
- Rammer Earth နံရံများတွင် ပြုတင်းပေါက်၊ လူဝင်ပေါက် အစရှိသည့် အပေါက်များဖောက်ရာတွင် Lintels များသုံးရပါမည်။
- ပြုတင်းပေါက်များမှ ရေစီးဝင်ယိုစိမ့်မှုနှင့် ရေခိုးရေငွေ့တို့သည် Rammed Earth အဆောက်အဦး အတွက်အရေးကြီး ဂရုစိုက်ရမည့် အချက်များဖြစ်သည်။

မြေသားနံရံအထူနှင့် လိုက်လျောညီထွေ ရှိမည့် ပြုတင်းပေါက် Frame များကိုအထူးပြုလုပ်ရမည်ဖြစ်သည်။

- တံခါးနှင့်ပြုတင်းပေါက် Frame တံခါးကျည်းဘောင်များကို Wood သစ်သားသုံးသင့်ပါသည်။ Metal သတ္တုများသည် မြေသားနံရံနှင့် ရေခိုးရေငွေ့တို့ ထိတွေ့မှုကြောင့် လွယ်ကူစွာ သံချေးတက် corrosive ဖြစ်ကာပျက်စီးနိုင်ပါသည်။
- မြေသားနံရံများသည် ရေယိုစိမ့်မှုရှိပါက ပျက်စီးမည်ဖြစ်သောကြောင့် Roof ခေါင်မိုး၊ Windows ပြုတင်းပေါက်များ Dpprs တံခါးများကို သေချာစွာ တပ်ဆင်ရမည်။
- အများအားဖြင့် အဆောက်အဦးဥပဒေများသည် Foundations အောက်ခြေ မုတ်မြစ်တို့ကို သံကူ ကွန်ကရစ် concrete reinforced with steel နှင့်ဆောက်လုပ်ရန် ဖော်ပြလေ့ရှိပါသည်။
- Reinforced concrete pier နှင့် beam foundation သကြားတင် Soil Block material များကို Filler material အဖြစ် အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။
- သမိုင်ဝင်ရှေးဟောင်း Rammed Earth Buildings များကိုလေ့လာသောအခါ Foundation မရှိသည်ကို တွေ့ရပါသည်။ သဲနှင့် ကျောက်တုံးငယ်များကိုသာ Foundation အဖြစ်သုံးထားပါသည်။ တူးထုတ် ထားသော Trenches မြောင်းထဲတွင် သဲနှစ်ဆနှင့် Gravel ကျောက်တုံးငယ်သုံးဆကို ရောထည့်ထား ပါသည်။ Trench အောက်ခြေတွင် ရေမဝပ်စေရန် ရေစီးထွက်နိုင်ရန် ဆောက်လုပ်ထားခဲ့ကြပါသည်။
- မြေသားများကို အောက်ခြေရေဝပ်သော နေရာများတွင် အသုံးမပြုသင့်ပါ။ သဘာဝရေခိုးရေငွေ့များ မြေငွေ့ပျံ့ရာမှမြေသားမား၏ ခိုင်ခန့်မှု လျော့ကျသွားစေသောကြောင့်ဖြစ်ပါသည်။

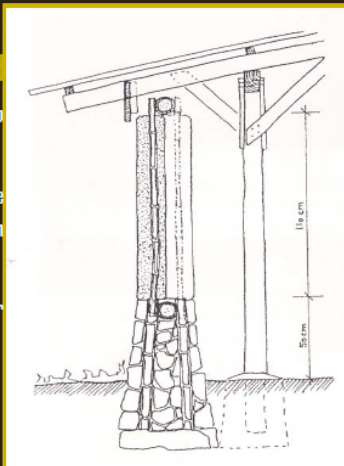


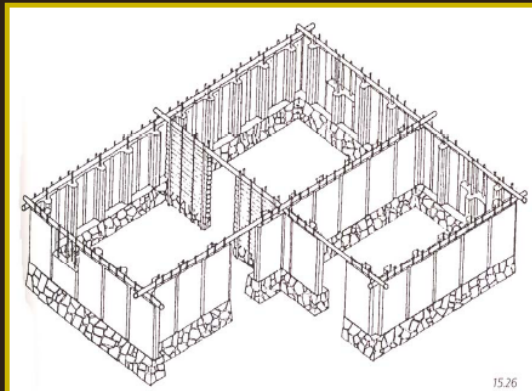
**BAMBOO REINFORCED RAMMED EARTH**

- ဝါးလုံးအားဖြည့်ထည့်သွင်းထားသော Rammed Earth အဆောက်အဦးတွင် ဝါးလုံးက T ပုံစံ Formwork တွင် ထည့်သွင်းတည်ဆောက်ထားပါသည်။

**BAMBOO REINFORCED RAMMED EARTH**

- A Rammed earth wall is erected over a **bamboo reinforced monolithic stone foundation**, using a special T-shaped steel slip form.
- The **31 inch wide wall sections** are rammed continuously until the final wall height is reached so that no horizontal shrinkage cracks can occur.
- Each section is separated by a **3/4 inch gap** to provide for **independent movement during seismic activity**.





- Four **vertical bamboo rods** act as reinforcement for the wall sections, and together with the gap give sufficient stability against horizontal loads created by seismic activity.
- The bamboo is interconnected with the reinforcement of the foundation as well as with the **ring beam** that connects the tops of all the wall sections.

- နံရံအထူ (၃၁)လက်မအထက်အောက် တပြေးညီကို အဆက်မပြတ် လိုအပ်သော အမြင့် ရောက်အောင် ထုရိုက်ဖိထောင်းထားသောကြောင့် ရေပြင်ညီအက်ကြောင်းများ မဖြစ်တော့ပါ။
- ဖြတ်ပိုင်းနှစ်ခုအကြားတွင် 3/4 လက်မ ကြားခံထား၍ ဆောက်လုပ်ထားသောကြောင့် မြေသား ရွှေ့လျားမှုကို ခံနိုင်ရည်ရှိပါသည်။

- အထက်အောက် ဒေါက်တိုင်သဖွယ်ထားသော ဝါးလုံး (၄)လုံးကို အကြောင်းခံ၍ တည်ဆောက် ထားခြင်းနှင့် ¾ လက်မ ကြားခံထားသောကြောင့် လုံလောက်သောကြံ့ခိုင်မှုရှိပါသည်။
- ဝါးလုံးများသည် Foundation နှင့် အပေါ်ချုပ်တန်း Ring Beam အကြားတွင် အားဖြည့်ဒေါက်တိုင် များအဖြစ် လုပ်ဆောင်ပါသည်။

### **RAMMED EARTH ၏အကျိုးကျေးဇူးများ**

- CO<sub>2</sub> Emissions ကိုလျော့ချနိုင်သည်။
- အပူလျှောက်ကူးမှု နည်းပါသည်။ Thermal Mass
- အသံလုံသည့် Noise Reduction
- Strength ကြံ့ခိုင်မှု တောင့်တင်းမှုကောင်းသည်
- Durability အကြမ်းခံသည်။
- Low Maintenance ပြုပြင်မွန်းမံရမှုနည်းသည်။
- ထိန်းသိမ်းစောင့်ရှောက်ရမှုနည်းသည်။
- မီးလောင်ခံသည့် Fire Resistance
- Pest Resistance ပိုးမွှားမဖောက်နိုင်ခြင်း
- Cost Effective ဆောက်လုပ်စရိတ်သက်သာခြင်း
- Rapid Construction လျှင်မြန်စွာ တည်ဆောက်နိုင်ခြင်း
- Enviromentally Friendly ပတ်ဝန်းကျင်တွင် အဆိပ်တောက်မရှိ ကျန်းမာရေးနှင့် ကိုက်ညီခြင်း

**CO<sub>2</sub> Emissions**

- အဆောက်အဦး ဆောက်လုပ်စဉ်အတွင်း Rammed Earth Construction သည် CO<sub>2</sub> ထုတ်လွှတ်မှု နည်းပါသည်။
- Cement ဘိလပ်မြေထုတ်လုပ်ရာတွင် Limestone ထုံးကျောက်မီးဖုတ်ရာမှ CO<sub>2</sub> ဓါတ်ငွေ့အများအပြား ထွက်သည်။
- Cement ဘိလပ်မြေစက်ရုံများ၏ Emission ၁၀ ခန့်ရှိသည်။
- ဆောက်လုပ်ရေး site မှမြေသားကို တိုက်ရိုက်သုံးနိုင်သဖြင့် သယ်ယူပို့ဆောင်ရန်မလိုပါ။ Transport vehicles များ၏ CO<sub>2</sub> emission မရှိတော့ပါ။

### Thermal Performance

- အဆောက်အဦး၏ အတွင်းအပူချိန်ကို မျှတစေသည်။ နွေအခါတွင်အေး၍ ဆောင်းရာသီတွင် နွေးစေ ပါသည်။
- အဆောက်အဦးအတွက် အအေးပေးစနစ် အပူပေးစနစ်များ Air-Con နှင့် Heater များလိုအပ်မှု လျှော့ချနိုင်သည်။ Power Consumption နည်းစေသည်။
- အဆောက်အဦးအတွင်းရှိ Internal relative humidity of the building ရေခိုးရေငွေ့ကို အလိုအလျောက်ထိန်းသိမ် ပေးသဖြင့် လေ၏အရည်အသွေးကောင်းစေသည်။ Improved air quality.
- အဆောက်အဦးအတွင်းရှိလေကို ခြောက်သွေ့စေသော Air-Con System အတွက် သင့်တော်သော ပတ်ဝန်းကျင် လေစိုထိုင်းဆေကို ချိန်ညှိပေးသည်။

### Structural Performance

- Rammed Earth Walls များသည် အဆောက်အဦး၏ အလေးချိန်ကို ထမ်းထားသည်။
- ခြောက်သွေ့သော dry, un-stabilized rammed earth ၏ strength သည် 1MPa ခန့်ရှိပါသည်။



- Rammed earth wall တွင်ရေပါဝင်မှုများပါက wall ၏ခိုင်ခန့်နှင့် တောင့်တင်းမှုနည်းစေပါသည်။ အဆောက်အဦး၏ structure ကိုအခိုင်ခန့်ဆုံး အတောင့်တင်းဆုံးဖြစ်ရန် အဓိကထား၍ ဆောက်လုပ် ရပါမည်။

### Embodied Energy

- Rammed Earth building ကိုပြန်လည်အသုံးချနိုင်ခြင်း CO<sub>2</sub> emissions နည်းပါးခြင်း၊ အဆောက်အဦး၏ ပြုပြင်မွမ်းမံရမည့် စရိတ်နည်းပါးခြင်းတို့ကြောင့် အခြားအဆောက်အဦးပစ္စည်း များထက် energy လိုအပ်မှုလျော့နည်းသည်။

### Feasibility

- Rammed earth buildings များသည် အဆောက်အဦးဆိုင်ရာ အာဏာပိုင်တို့၏ လိုအပ်ချက်များကို အောက်ပါအချက်များနှင့် ကိုက်ညီပါသည်။

Strength ကြံ့ခိုင်တောင့်တင်းမှု

အပူခါတ်ကာကွယ်မှု Insulation

Water resistance ရေခါတ်ခံနိုင်မှု

Fire မီးခံနိုင်မှု

Acoustic အသံလုံမှု

- အချို့မြေသားများသည် Rammed Earth buildings ဆောက်ရန်မသင့်တော်ပါ။ မြေသားကိုသင့်တော် မှန်ကန်သော ရေအချိုးအဆ သေချာစွာတွက်ချက်၍ ဆောက်လုပ်ရေး လုပ်ငန်း မစမှီရောစပ်ပေး ရမည်။

- Rammed Earth Wall ၏ ဆောက်လုပ်ရေးပုံစံနှင့် ကြံ့ခိုင်မှုသည် ရိုးရှင်းပါသည်။ ဆောက်လုပ်ရာတွင် ဂရုစိုက်၍ အင်ဂျင်နီယာ design detail များကိုလိုက်နာသင့်သည်။

## GREEN BUILDINGS

- Vineyard Residence  
Victoria, Australia

# GREEN BUILDINGS



## Vineyard Residence

### Victoria, Australia

- Architect: John Wardle Architects
- Completion: 2002
- Area: 400 m<sup>2</sup>

- Rammed Earth Walls **angling outward** evokes the impression of continuing into the landscape.
- Cross ventilation is achieved throughout all the areas, between the walls.



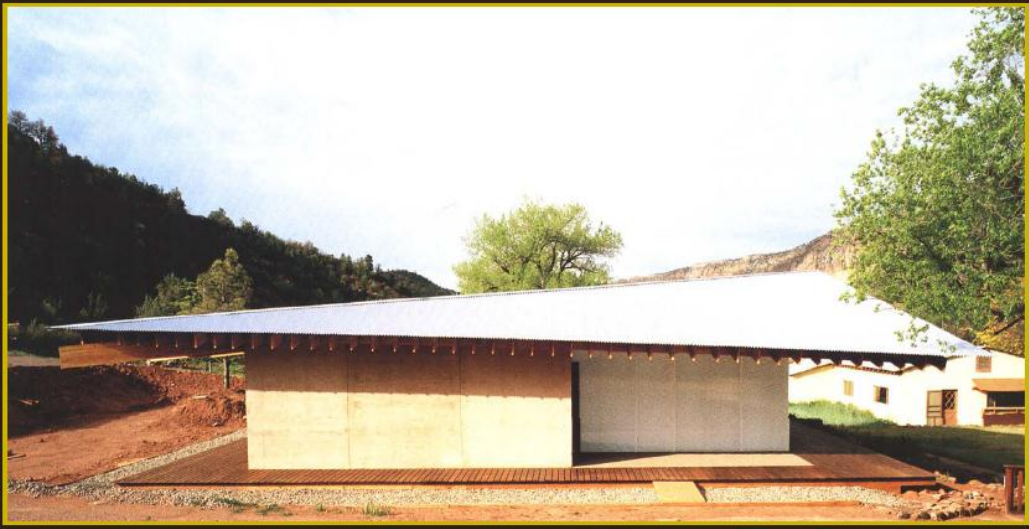
## Center for Gravity Foundation HU

### Center for Gravity Foundation Hall

#### Jemez Springs, New Mexico

- Architects: H. Predock, J. Frane
- Completion: 2003
- Area: 279 m<sup>2</sup>

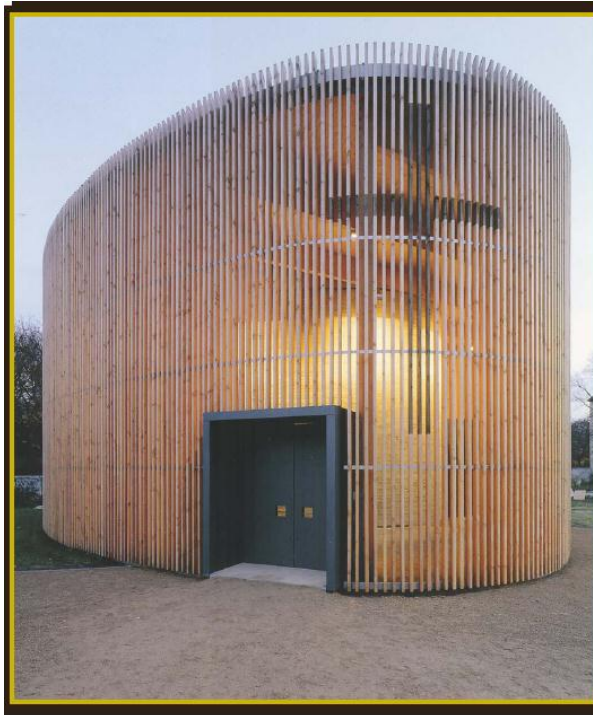
- The thick Rammed Earth Walls act as **thermal composites**, keeping unwanted summer heat out during the day and re-radiating it at night.
- Cooling is achieved thru cross ventilation by opening the sliding panels to the east and the entry doors to the west.
- In the winter, heat is generated by geothermal water.



Jemez Springs, New Mexico

- Chapel of Reconciliation

Berlin, Germany



### Chapel of Reconciliation Berlin, Germany

- Architect: Reitermann + Sassenroth
- Completion: 2000
- Area: 315 m<sup>2</sup>
- The interior is of oval shape, and is delimited by a rammed earth wall 7.2m in height and .6m in thickness.
- The Rammed Earth wall contains large fragments of broken brick from the former church, as well as gravel, which together constitutes 55% of the material. This **coarse-grained mixture** reduces **material shrinkage to only .15%**.
- The **admixture of flax fibers** and intensive compaction with a tamping roller was able to produce a **compressive strength of 3.2N/mm<sup>2</sup>**.

ဆက်လက်လိုလားသူများ အသေးစိတ်သိလိုသော သူများ အနေနှင့် ဦးကျော်နိုင်၊

သို့ ဆက်သယ်၍ လိုအပ်သော Information အချက်အလက် စာအုပ်စာတန်းများ ကိုရယူနိုင်ပါသည်။

ဦးကျော်နိုင် BE.Mech 85, PE (BS) နွေရာသီ Vocational Training နည်းပညာသင်တန်းများ & Red Pitaya Wine

အမှတ် ၈၂ (၇၁/၇၂) ရပ်ကွက်ကြီး ၁၀

ရတနာလမ်း နှင့် သီရိလမ်းအကြား

ကားကြီးကွင်းအနီး



ပဒေသာမြို့သစ်

ပြင်ဦးလွင်မြို့

References:

- (1) Rammed Earth Construction by CELINA ROSTAM SARA LOE / ARCH 206 /  
SPRING 2008/ USC SCHOOL OF ARCHITECTURE
- (2) The Modern Alternative by Andrew McKimmie
- (3) [http: // saltspringguide.com](http://saltspringguide.com)
- (၄) Myanmar Engineering Society Tech Digest Vol 7/No.3 April, 2015