ပြည်ထောင်စုသမ္မတမြန်မာနိုင်ငံတော်အစိုးရ

အမျိုးသားသဘာဝဘေးအန္တရာယ်ဆိုင်ရာစီမံခန့်ခွဲမှုကော်မတီ

အဆောက်အဦများ ပြန်လည်ပြုပြင်အသုံးပြုရေးနှင့်
အသစ်တည်ဆောက်ရေး ကြီးကြပ်မှုကော်မတီ

ဆောက်လုပ်ရေးဝန်ကြီးဌာန

ငလျင်ဒဏ်ကြောင့်ပျက်စီးသွားသော အဆောက်အဦ၊ လမ်း၊ တံတား များအတွက် ပျက်စီးမှုအမျိုးအစားနှင့် ပျက်စီးမှုပုံစံများအလိုက် ပြန်လည်ပြုပြင်ရာတွင် လိုက်နာဆောင်ရွက်ရမည့် လုပ်ထုံးလုပ်နည်းနှင့် ဆောင်ရွက်ရမည့်လုပ်ငန်းအဆင့်ဆင့်

(Standard Operating Procedure – SOP)

ဇွန်လ၊ ၂၀၂၆ ခုနှစ်

ပြည်ထောင်စုသမ္မတမြန်မာနိုင်ငံတော်အစိုးရ

အမျိုးသားသဘာဝဘေးအန္တရာယ်ဆိုင်ရာစီမံခန့်ခွဲမှုကော်မတီ

အဆောက်အဦများ ပြန်လည်ပြုပြင်အသုံးပြုရေးနှင့်

အသစ်တည်ဆောက်ရေးကြီးကြပ်မှုကော်မတီ

ဆောက်လုပ်ရေးဝန်ကြီးဌာန

လျှင်ဒဏ်ကြောင့် ပျက်စီးသွားသော အဆောက်အဦ ၊ လမ်း ၊ တံတား များအတွက် ပျက်စီးမှုအမျိုးအစားနှင့် ပျက်စီးမှုပုံစံများအလိုက် ပြန်လည်ပြုပြင်ရာတွင် လိုက်နာဆောင်ရွက်ရမည့် လုပ်ထုံးလုပ်နည်းနှင့် ဆောင်ရွက်ရမည့် လုပ်ငန်းအဆင့်ဆင့်

(Standard Operating Procedure – SOP)

နေရာ။ နေပြည်တော် ။

ဇွန်လ ၊ ၂၀၂၆ ခုနှစ်

လျှပ်စစ်ဓာတ်အားကြောင့် ပျက်စီးသွားသော အဆောက်အဦများအတွက် အဆောက်အဦ အမျိုးအစားနှင့် ပျက်စီးမှု ပုံစံများအလိုက် ပြန်လည်ပြုပြင်ရာတွင် လိုက်နာဆောင်ရွက်ရမည့် လုပ်ထုံးလုပ်နည်းနှင့် ဆောင်ရွက်ရမည့် လုပ်ငန်းအဆင့်ဆင့်

(Standard Operating Procedure - SOP)

Level-1 (အဆင့်-၁) အပြာရောင်အဆင့်

သာမန်ပြုပြင်ခြင်း

(Minor Repair)

Level - 1 (အဆင့်-၁) အပြာရောင်အဆင့် သာမန်ပြုပြင်ခြင်း (Repair)

၁။ အဓိကရည်ရွယ်ချက်မှာ အဆောက်အဦ၏ မူလပုံသဏ္ဍာန်ကို ပြန်လည်ရရှိစေရန်ဖြစ်ပြီး ဝန်ဆောင်မှုများအားလုံး စတင်လုပ်ဆောင်ပြီး အဆောက်အဦ၏ ပြန်လည်ပြင်ဆင်မှုများကို လျှင်မြန်စွာ စတင်ဆောင်ရွက်နိုင်ရန်ဖြစ်သည်။ လုပ်ဆောင်ချက်များတွင် အောက်ပါတို့ ပါဝင်ပါသည်-

(က) အက်ကွဲကြောင်းများနှင့် အင်္ဂတေများ ပြုတ်ကျခြင်းကဲ့သို့သော ချို့ယွင်းချက်များကို ပြုပြင်ခြင်း။

(ခ) တံခါးများ၊ ပြတင်းပေါက်များ ပြုပြင်ခြင်း၊ မှန်ချပ်များ လဲလှယ်ပေးခြင်း။

(ဂ) လျှပ်စစ်ဝါယာကြိုးများကို စစ်ဆေးခြင်းနှင့် ပြုပြင်ခြင်း။

(ဃ) ရေ/မိလ္လာပိုက်များနှင့် ပိုက်ဆက်ခြင်းလုပ်ငန်းများကို စစ်ဆေးခြင်းနှင့်ပြုပြင်ခြင်း။

(င) အဆောက်အဦပတ်လည် အပြင်နံရံများနှင့် ရေဆင်းခုံ၊ ရေဆင်းမြောင်း စသည်တို့ကို ပြန်လည်ပြင်ဆင်ခြင်း။

(စ) တည်ဆောက်ပုံ မမှန်ကန်သောနံရံများ ပြန်လည်ပြင်ဆင်ခြင်း။

(ဆ) ပြိုကျ/ ပြုတ်ကျ ပျက်စီးနေသော အမိုး၊ အကာများကို ပြန်လည်ပြင်ဆင်ခြင်း။

(ဇ) အက်ကွဲပျက်စီးနေသော အုတ်မြစ်ကြမ်းခင်းများကို ပြန်လည်ပြင်ဆင်ခြင်း။

၂။ **အုတ်ညှပ်အဆောက်အဦ (Brick Nogging Building) များကို ပြုပြင်ဆောင်ရွက်ပါက အောက်ပါတို့ကို ဆောင်ရွက်ရပါမည် -**

(က) အုတ်ညှပ်တန်း (Frame System) မပါဝင်ပါက ထည့်ရမည်။

(ခ) အုတ်စည်း၊ အုတ်နင်း၊ ဂျာလီ၊ Bracket ပြည့်စုံမှန်ကန်အောင် ဆောင်ရွက်ရမည်။

(ဂ) သစ်သားတိုင်သည် လိုအပ်သော အရွယ်အစားမရှိပါက အရွယ်အစား ပြည့်မီအောင် ဆောင်ရွက်ရမည်။

(ဃ) တိုင်၊ ထုတ်၊ ယောက်၊ တန်း များအား ထိပ်တိုက်တွေ့ဆုံရာတွင် အထိုင်၊ အထစ် ဖားတုံးတို့ဖြင့် ဆောင်ရွက်ရမည်။

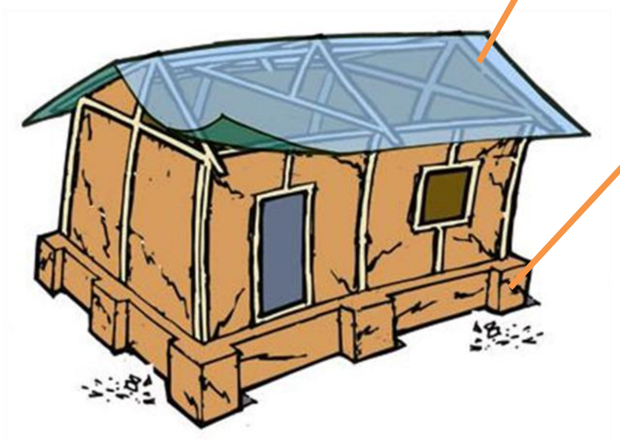
(င) တိုင်၊ ထုတ်၊ ယောက်၊ ဒိုင်း၊ မျှား၊ အဆက်များအား နည်းစနစ်မှန်ကန်အောင် ဆက်ရမည်။ (မိချောင်းခေါင်းဆက်၊ လက်ခုတ်လက်ဝါး)

(စ) အကန့်လိုက် အက်ကွဲနံရံအား ဖယ်ရှား၍ အစားထိုးနံရံအား အုတ်စည်း၊ အုတ်နင်း မှန်စွာ ဂျာလီ ၊ Bracket တို့ဖြင့် ဆောင်ရွက်ရမည်။

(ဆ) အုတ်မြစ် ကွဲအက်ပျက်စီးပါက သံကျင်တွယ် ပျက်စီးလျှင် အစားထိုးပြုပြင် ဆောင်ရွက်ရမည်၊ Plinth Beam ထပ်တိုးဆောင်ရွက်နိုင်ပါက ပိုမိုကောင်းမွန် ပါသည်။

RETROFITTING BRICK NOGGING

VULNERABILITY AT A GLANCE

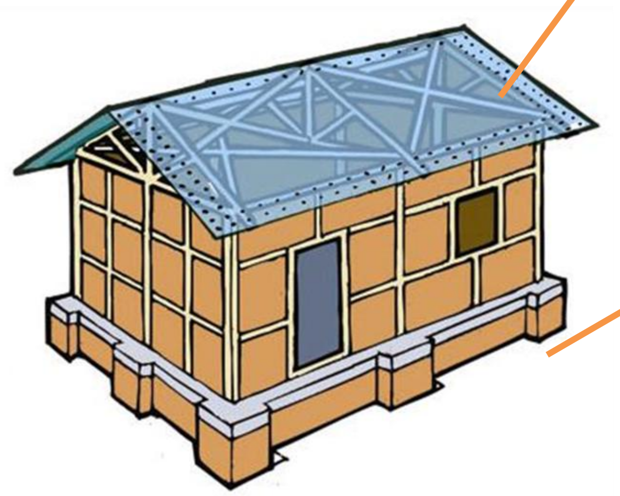


Roofing
- Roof blown away
- Truss and roof frame broken, sunk
- Roof frame tilted
- Loose connections

Wall and Framing
- Frame tilted
- Wall opened, loosen
- Wall strut and rails are missing
- Diagonal wall cracks appear
- Large cracks between timber members and brick walls appear

Floor and Footing
- Member broken, tilted, floor sunk
- Loose connections
- Insect attack

DISASTER RESISTING FEATURES AT A GLANCE



Roofing

- Add truss bracings
- Add roof bracing horizontally and inclined
- Tie and firmly connect all roof members
- Nail closely at the edges

Wall and Framing

- Repair or replace defect parts
- Check for verticality
- Add wall struts and rails
- Add brackets to connect brick walls to the timber frames
- Tighten all connections
- Paint timber members with preservatives

Floor and Footing

- Repair or replace defect parts
- Check for verticality
- Compact around the footing
- Add additional support or reinforcement if necessary

၃။ **အုတ်အဆောက်အဦ Brick Pier (Masonry Load Bearing Building) များကို ပြုပြင်ဆောင်ရွက်ပါက အောက်ပါအတိုင်း ဆောင်ရွက်ရပါမည်-**

(က) ကြမ်းခင်းနှင့် ဆက်စပ်ကွဲအပ်မှုများအတွက် အုတ်အရည်အသွေး ကောင်းမွန်ပါက နံရံများကို Grouting ဆောင်ရွက်နိုင်ပါသည်။

(ခ) အမိုးပိုင်းအနီး ကွဲအပ်မှုများအတွက် အစားထိုး အုတ်စီခြင်းဖြင့် ဆောင်ရွက်နိုင်သည်။

(ဂ) Roof Beam မပါဝင်ပါက အပေါ်ပိုင်းချုပ် Beam ထည့်သွင်းပါသည်။

(ဃ) နံရံများတွင် တိုင် အပါအဝင် Concrete ချုပ်တန်း ၆'' ထု Lintel ထည့်သွင်းပါသည်။

(င) Doors & Windows အပေါ်ချုပ်တန်း Lintel ထည့်သွင်းပါသည်။

(စ) ယခင်အဆောက်အဦများ ဖြစ်ပါက အုတ်ကွက်ဖော် နံရံတိုင်များအား အားဖြည့် Plaster ဖြင့် ချောနိုင်ပါသည်။

RETROFITTING BRICK PIER BUILDING

VULNERABILITY AT A GLANCE

Roofing

- Roof blown away
- Truss and roof frame broken, sunk
- Roof frame tilted
- Loose connections

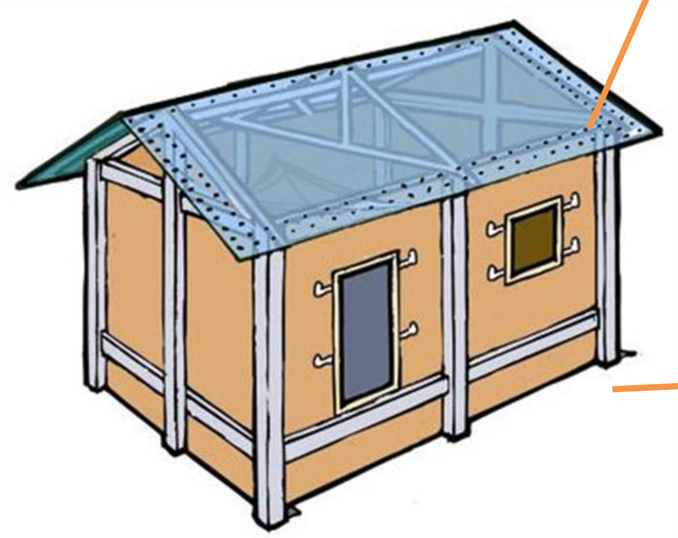
Wall and Framing-

- Frame tilted
- Wall opened, loosen
- Wall strut and rails re missing
- Diagonal wall cracks appear
- Large cracks between timber members and brick walls appear

Floor and Footing

- Member broken, tilted, floor sunk
- Loose connections
- Insect attack

RETROFITTING WITH DISASTER RESISTING FEATURES AT A GLANCE



Roofing

- Add truss bracings
- Add roof bracings horizontally and inclined
- Tie and firmly connect all roof members

Wall and Framing-

- Repair or replace defect parts
- Check for verticality
- Add wall struts and rails
- Add brackets to connect brick walls to the timber frames
- Tighten all connections
- Paint timber members with preservatives

Floor and Footing

- Repair or replace defect parts
- Check for verticality
- Compact around the footing
- Add additional support or reinforcement if necess

၄။ သံကူကွန်ကရစ်အဆောက်အဦများကို ပြုပြင်ဆောင်ရွက်ရာတွင် အပိုင်းလိုက် စစ်ဆေး ဆောင်ရွက်ရပါမည်။

(က) **နံရံများကို ပြုပြင်ခြင်း (Repair of Walls)။** အုတ်နံရံများ၊ ပြတင်းပေါက်ကြားရှိ အုတ်နံရံများ၊ တံခါးပေါက်အပေါ်ရှိ အုတ်နံရံများသည် ထောင့်ဖြတ်တင်းအား (diagonal tensile stress)၊ ကွေးညွှတ်မှုများ (bending moments)၊ လျှောပြတ်အား (shear stress) နှင့် အခုံးပုံစံ (arch type) ဝန်အား သယ်ဆောင်မှုစနစ်တို့ကြောင့် အမျိုးမျိုးသော အက်ကြောင်းများ ဖြစ်ပေါ်စေပြီး အက်ကြောင်းအရွယ်အစားပေါ်မူတည်၍ အရည်ထိုးသွင်းပြုပြင်နည်း (Injection)၊ အက်ကြောင်းတစ်လျှောက် အုတ်နှင့်ကျောက်များကို အနည်းငယ်ဖယ်ရှားပြီး အစားထိုးခြင်း၊ သို့မဟုတ် အပြည့်အဝဖယ်ရှားပြီး အစားထိုးခြင်း (Limited Removal and Replacement)နှင့် နံရံ၏ တစ်ခုလုံးကို အစားထိုးခြင်း (Entire Removal and Replacement) စသည့် ပြုပြင်ခြင်း နည်းလမ်းအမျိုးမျိုးကို အသုံးပြုနိုင်ပါသည်။ **(Figure 1.1)**

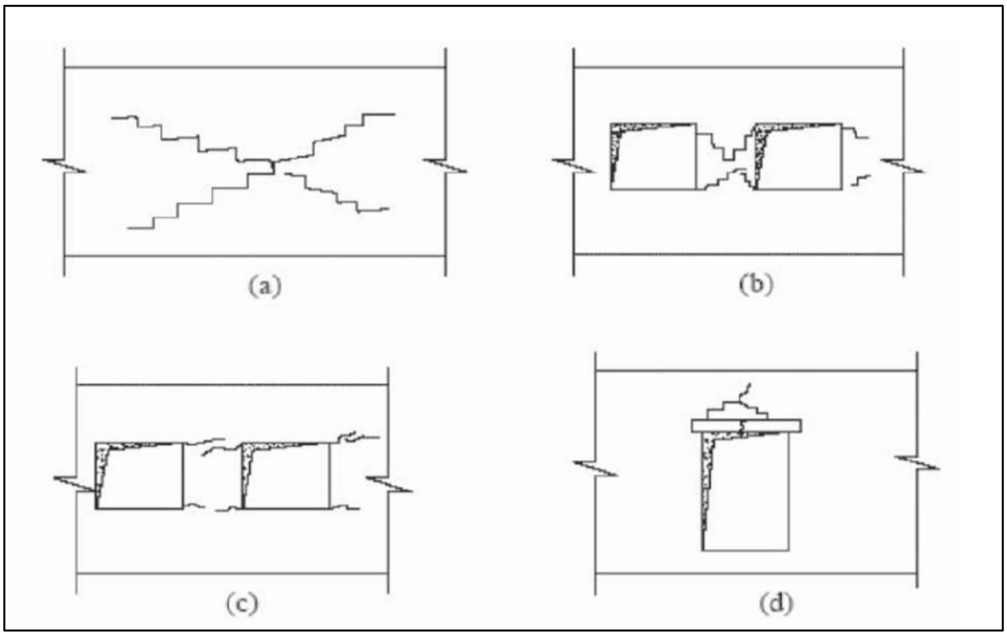


Figure 1.1 various types of cracks observed in masonry walls

(ခ) **အက်ကြောင်းများကို အရည်ထိုးသွင်းပြုပြင်နည်း (Injection Repair of Cracks)။** Crack width > 0.012" (0.3 mm) သို့မဟုတ် Crack width < 1/8" (3.2 mm) ရှိ အက်ကြောင်းများကို fluid cement mortar ဖြင့် Injection လုပ်နိုင်ပါသည်။ Injection ပြုပြင်ရာတွင် လုပ်ဆောင်ရမည့် အဆင့်များမှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်ပါသည် -

(၁) အက်ကြောင်းနေရာများရှိ ပလာစတာစသည့် မြေစေး၊ ဖုန်မှုန့် သို့မဟုတ် အခြားညစ်ညမ်းများကို သန့်ရှင်းအောင် လေဖြင့် သို့မဟုတ် ရေဖြင့် ဖယ်ရှားပါ။

(၂) အက်ကြောင်းတစ်လျှောက် 12” မှ 24” (305 mm မှ 610 mm) အကွာတွင် အပေါက်များဖောက်ပြီး ထိုအပေါက်များအတွင်းသို့ 2” (50 mm) အနက်အထိ Sleeve များကိုထိုးသွင်းပါ။ **(Figure 1.2)**

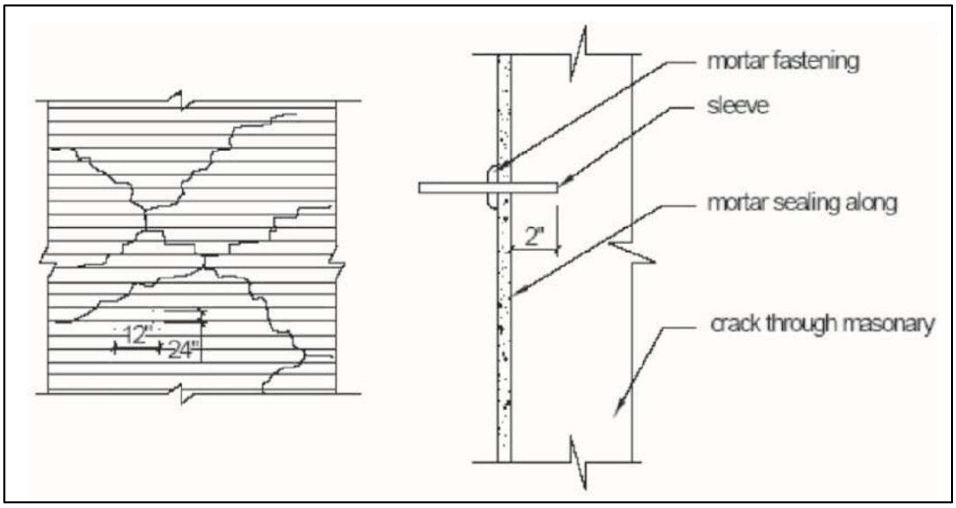


Figure 1.2 Injection repair of cracks in masonry walls

(၃) Cement mortar ဖြင့် Sleeve များကို ထိန်းချုပ်ထားပြီး Stopper အဖုံးများဖြင့်ပိတ်ပါ။ Sleeve Stopper များကို ဖယ်ရှားပြီး အက်ကြောင်းကို လေဖြင့်ထပ်မံသန့်စင်ကာ အရည်ထိုးသွင်းမည့်လမ်းကြောင်း တဆက်တည်း ရှိ/မရှိကို ရေထည့်၍ စစ်ဆေးပါ။

(၄) ဘိလပ်မြေအရည်များကို 450 psi (3.1 MPa) ဖိအားဖြင့် အရည်ကို အောက်ဘက် Sleeve မှ အပေါ်ဘက် Sleeve သို့ထွက်လာသည်အထိ

ထိုးသွင်းပါ။ အက်ကြောင်းပြည့်သွားသည်အထိ ဤလုပ်ငန်းစဉ်ကို ဆက်လုပ်ပါ။

(၅) Sleeve များကို ဖယ်ရှားပြီး ပြုပြင်ထားသည့် အက်ကြောင်းများကို ဖုံးအုပ်ပါ။

(၆) ပါးလွှာသော အုတ်နံရံများတွင် သေးငယ်သော အက်ကြောင်းများကို ပြုပြင်ရာတွင် cement grout ဖြင့် ထိုးသွင်းခြင်း သို့မဟုတ် အင်္ဂတေ (mortar) ဖြင့် ဖာထေးခြင်း သို့မဟုတ် အခြားသင့်တော်သော နည်းလမ်းများဖြင့် ပြုပြင်နိုင်ပါသည်။

Level-1 နံရံအက်ကြောင်းများ ဖြစ်ပေါ်နေပုံ

(ဂ) **ကျယ်ပြန့်သောအက်ကြောင်းများကို ပြုပြင်နည်း (Repair of Large Cracks)။** Crack width 1/8” (3.2 mm) ရှိ အက်ကြောင်းထက်ကြီးပါက cement grout ထိုးသွင်းနည်းဖြင့် ပြုပြင်နိုင်ပါသည်။ သို့သော် အက်ကြောင်းအကျယ်သည် 3/8” (9.5mm) ထက် ကြီးပါက သို့မဟုတ် အက်ကြောင်းနှင့် ကပ်လျက်ပျက်စီးနေသော အုတ်နှင့်ကျောက်များရှိပါက Injection နည်းလမ်းထက် ပိုမိုကျယ်ပြန့်သောအက်ကြောင်းများအတွက် ပြုပြင်ခြင်းနည်းလမ်းများဖြင့် ပြုပြင်နိုင်ပါသည်။

(ဃ) **Vertical crack များကို ပြုပြင်နည်း။** အက်ကြောင်းနှင့်ကပ်လျက် ပျက်စီးနေသော အုတ်နှင့်ကျောက်များကို ဖယ်ရှားပါ။ သံချောင်းများထည့်ကာ concrete သို့မဟုတ် အုတ်နှင့်ကျောက်များဖြင့် အစားထိုးပြီး လိုအပ်သလို cement grout ဖြင့်ဖြည့်ပါ။ နံရံ၏ အခြားတစ်ဖက်တွင် အထက်ပါနည်းအတိုင်း လုပ်ဆောင်ပါ။ **(Figure 1.3)**

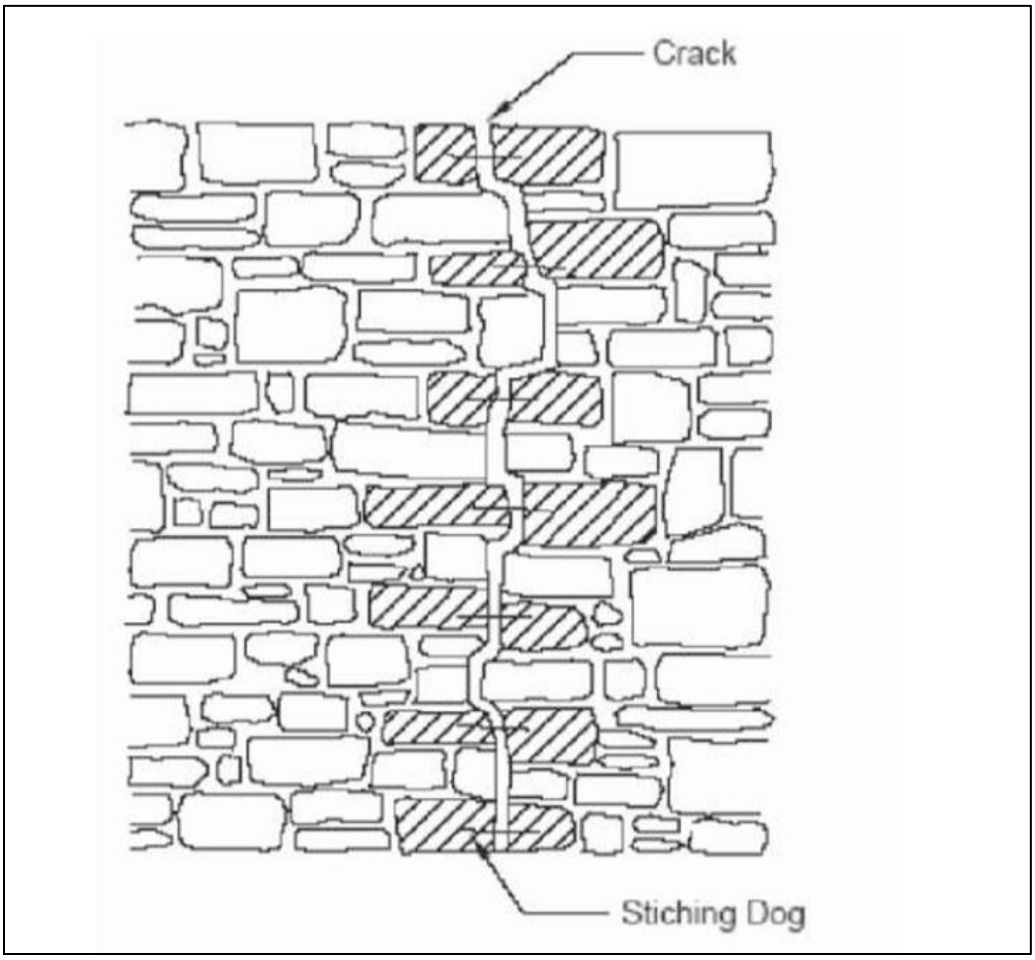
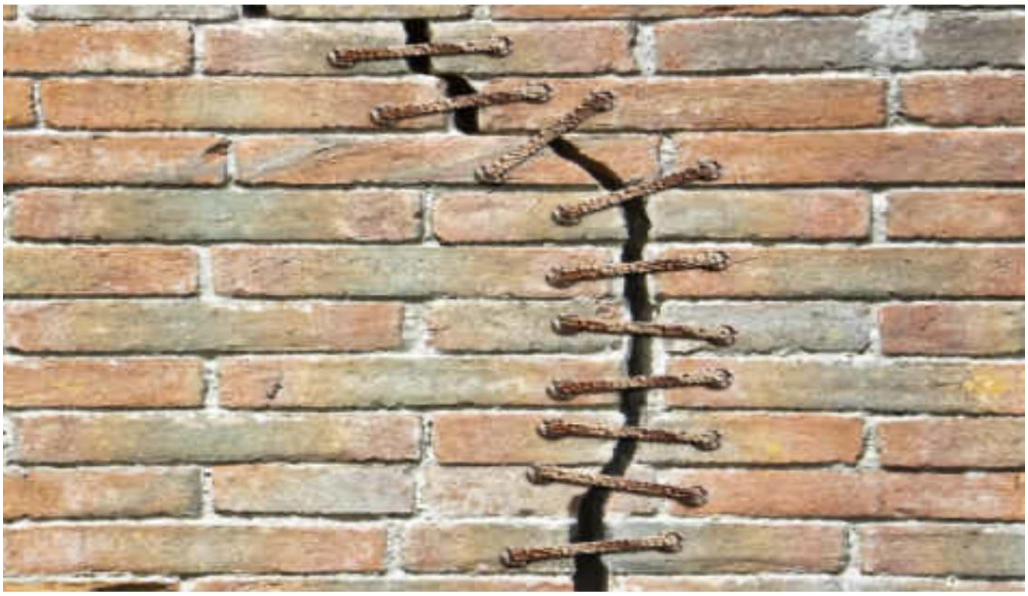


Figure 1.3 Repair of large cracks in masonry walls



(c) **Inclined crack** များကို ပြုပြင်နည်း။ ပထမဦးစွာ Injection နည်း သို့မဟုတ် Stitching နည်းဖြင့် ပြုပြင်ရပါမည်။ စောင်းနေသော အက်ကြောင်းများသည် Injection နည်းတစ်ခုတည်းဖြင့် Stress ကို လုံလောက်စွာ မလွှဲပြောင်းနိုင်သောကြောင့် နံရံ၏ အတွင်းနှင့်အပြင်ဘက်တွင် သံချောင်းများကို concrete ဖြင့်မြှုပ်ထားသောပုံစံဖြင့် အားဖြည့်ရပါမည်။ **(Figure 1.4)**

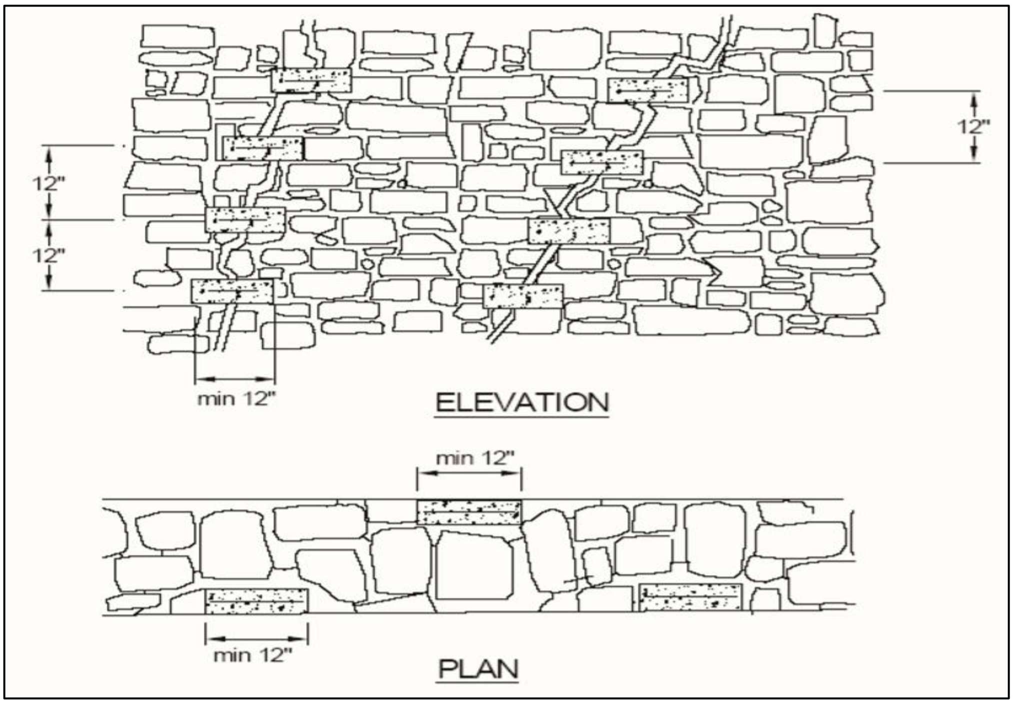
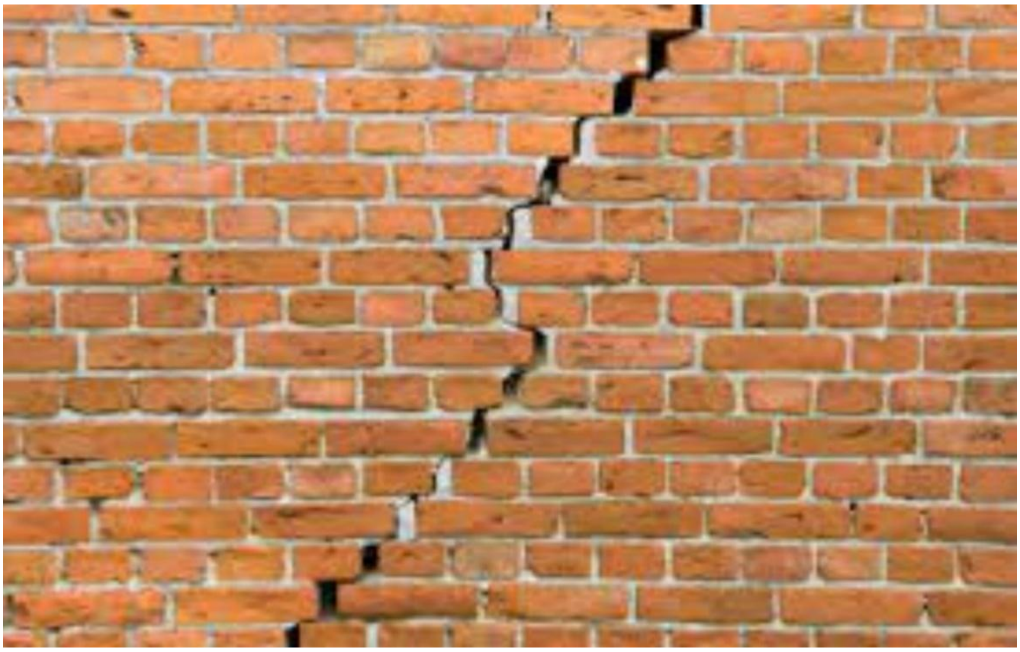


Figure 1.4 Repair of inclined cracks in masonry walls



(စ) **Stone Stitching နည်းလမ်းဖြင့်ချုပ်ဆက်ခြင်း ။** အက်ကြောင်းတစ်လျှောက်ကို stone stitching ဖြင့် ပြုပြင်နိုင်ပါသည်။ အက်ကြောင်းကပ်လျက် ဘေးနှစ်ဖက် Stone/Brick များအား ဖယ်ရှားပြီး နံရံနှစ်ခုလုံးနှင့် ချိတ်ဆက်သည့်နေရာအား Stone/Brick အသစ်ဖြင့် အစားထိုးတပ်ဆင်ရမည်။ ဤအစားထိုးထားသော stone ကို cement grouting ပြုလုပ်ပြီး 24” (610 mm) ခြားတစ်ခါ တပ်ဆင်ရမည်။ နံရံနှစ်ခုကြားရှိ ကွာဟသွားသော နေရာကိုလည်း cement grout ဖြင့် ဖာထေးရမည်။ **(Figure 1.5)**

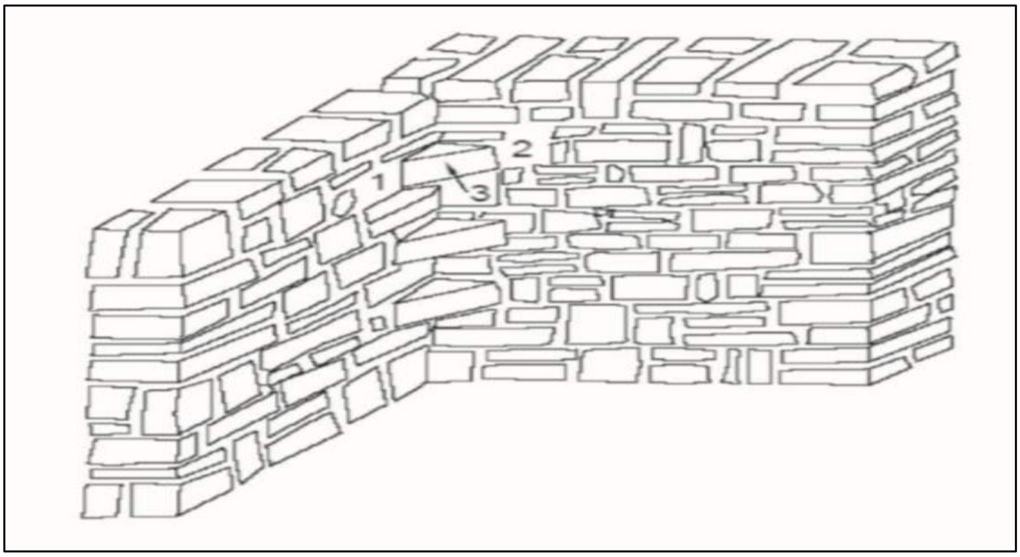


Figure 1.5 Stitching of walls using through stones

(ဆ) **တိုင်းဘားများ (Tie Rods) ဖြင့် ဆွဲချည်၍ ပြုပြင်ခြင်း။** နံရံအပိုင်းများကို ပြန်လည်ဆက်စပ်ရန် (tie rods) များကို နံရံနှစ်ဖက်မှ တပ်ဆင်ရမည်။ Bolt & Nuts တပ်ကာ တင်းအားကို ထိန်းညှိခြင်းဖြင့် နံရံများအား ပြန်လည် မြဲမြံစေပါသည်။ (Tie rods) များကို သံချေးတက်မှု ကာကွယ်ရန် သံချေးခံဆေး (Red Oxide) သုတ်ထားရပါမည်။ **(Figure 1.6)**

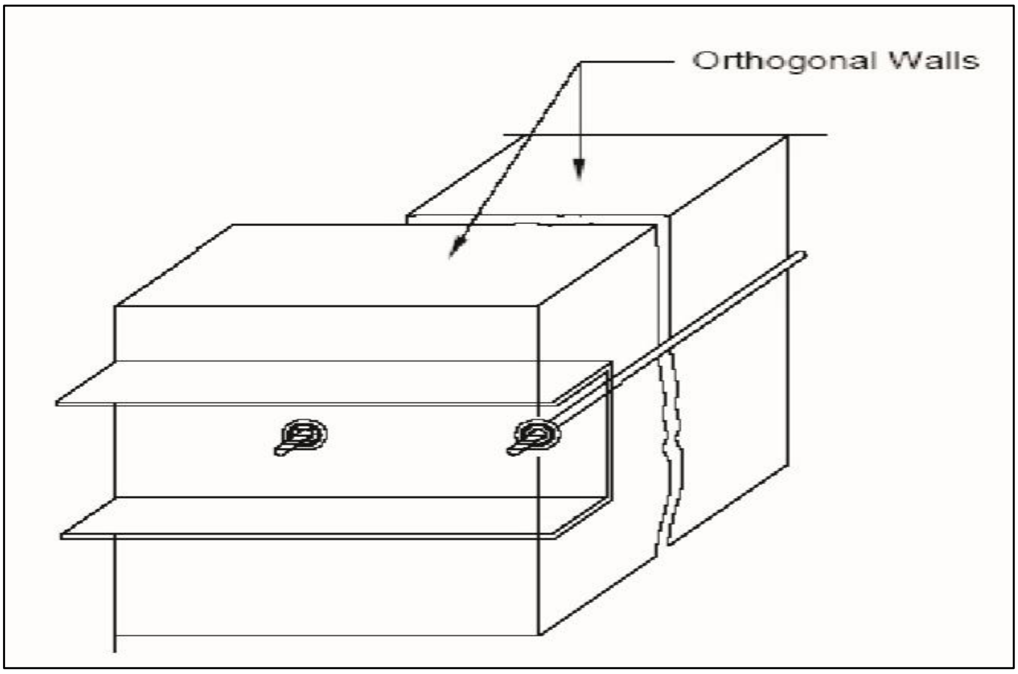
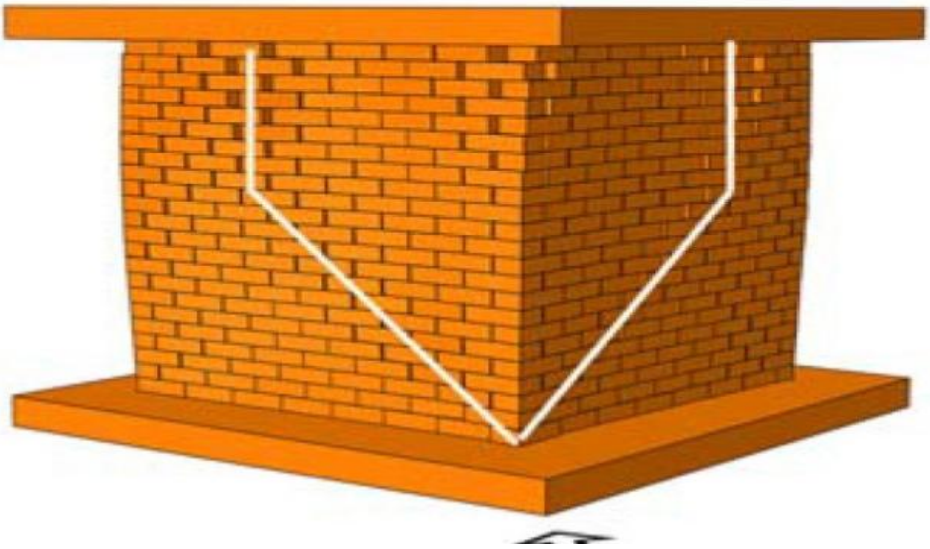


Figure 1.6 Anchoring of separated walls

(ဇ) **Stone Masonry Wall Corner ပျက်စီးမှု အရေးပေါ်ပြုပြင်ခြင်း။** အထူးသဖြင့် ကျောက်နံရံများတွင် ထောင့်နေရာမှ အစုလိုက် ပြိုကျခြင်းမျိုး ဖြစ်တတ်သည်။ အပေါ်အမိုး (သို့) structural member များကို ယာယီထောက်ကန်ထားပါ။ ပျက်စီးနေသော နေရာအနီးရှိ အုတ်များကို ထပ်မံဖယ်ရှားပါ။ ဆက်စပ်မည့် မျက်နှာပြင်ကို သန့်ရှင်းပြီး ပြင်ဆင်ပါ။ ဂရုတစိုက် ပြန်လည်တည်ဆောက်ပါ။ ပြန်တည်ဆောက်သည့်အပိုင်းကို မူလနံရံနှင့် ကောင်းစွာတွဲဆက်ရန် အထူးဂရုပြုလုပ်ဆောင်ပါ။ ထောင့်အား အားဖြည့်ရန် နံရံနှစ်ခုစလုံးတွင် 1/4” အချင်းရှိ သံချောင်း ၂ချောင်းစီကို 24” (610 mm) အကွာဖြင့် ဒေါင်လိုက်အနေအထားဖြင့် တပ်ဆင်ရမည်။ ထိုသံချောင်းများသည် နံရံနှစ်ခုကြားသို့ ကောင်းစွာ ထည့်သွင်းထားရမည်။ **(Figure 1.7)**



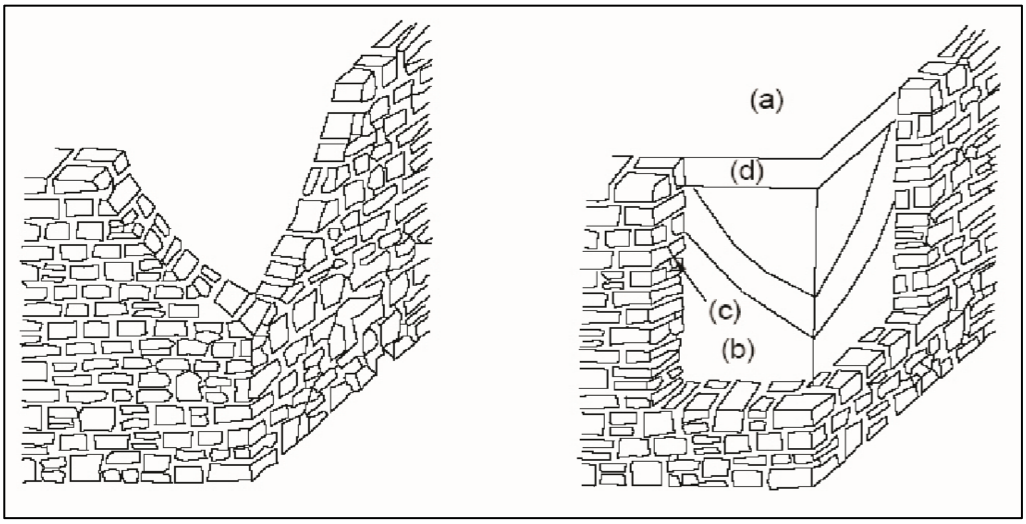


Figure 1.7 Partial reconstruction of masonry walls at corners

(a. Removal or support of part or the roof, b. Additional wall removal,

c. Contact surface preparation and careful rebuilding)

(ဈ) **နံရံများကို အားဖြည့်ခြင်းဖြင့် ပြုပြင်နည်း (Strengthening of Walls) Reinforced Cement Jacketing ။** Crack width 3/8” (9.5 mm) ရှိ အက်ကြောင်းထက်ကျယ်သော အုတ်နံရံများကို ပြန်လည်တည်ဆောက်ရမည်။ ပြန်လည်တည်ဆောက်ရန် မဖြစ်နိုင်ပါက Reinforced Cement jacketing ပြုလုပ်ခြင်းကို အသုံးပြုနိုင်မည်ဖြစ်ပြီး အောက်ပါအဆင့်များကို လိုက်နာရပါမည် -

(၁) ပျက်စီးနေသော (plaster) ပလာစတာကို ဖယ်ရှားပါ။

(၂) အုတ်နံရံမျက်နှာပြင်ကို သန့်စင်ပါ။

(၃) အက်ကြောင်းများကို ရေဖြင့် သန့်စင်အောင် ဆေးကြောပါ။

(၄) နံရံ၏မျက်နှာပြင်တစ်ဖက်တွင်ရှိသော အက်ကြောင်းများကို Cement-Sand mortar ဖြင့် ပိတ်ပါ။

(၅) 1/4" (6.4 mm) အချင်းရှိပြီး တစ်ဖက်တွင် 90° ချိုးထားသော သံချောင်းများ (Cross ties) ထည့်ရန် နံရံတစ်လျှောက် 24” (610 mm) အကွာဖြင့် အပေါက်များ ဖောက်ပါ။ အပေါက်များကို ဖောက်ရာတွင် အုတ်များကြားရှိ Cement ဖြည့်ထားသော နေရာတွင် ဦးစားပေး ဖောက်သင့်သည်။

(၆) သံချောင်းများကို အပေါက်များမှတဆင့် ထည့်သွင်းပြီး Cement grout သို့မဟုတ် epoxy ဖြင့် ဖြည့်ပါ။

(၇) အက်ကြောင်းနေရာတွင် သံကူဝါယာကြိုးဇကာများ (Reinforcing wire mesh) ကို သံချောင်းများ (Cross ties) များဖြင့် ချိတ်ဆက်၍ တပ်ဆင်ပါ။ သံကူဝါယာကြိုးဇကာသည် 1/8“(3.2 mm) အချင်းရှိပြီး၊ opening size သည် 4” (102 mm) အရွယ် ရှိရမည်။နံရံ၏ အခြားတစ်ဖက်တွင်လည်း သံကူဝါယာကြိုးဇကာများကို သံချောင်းများကူ၍ တပ်ဆင်ပြီး တစ်ဖက်တွင် 90° ချိုးထားရမည်။

(၈) နံရံမျက်နှာပြင်ပေါ်တွင် cement အရည်ပါးပါး ကို သုတ်လိမ်းပေးပါ။

(၉) သံကူဝါယာကြိုးဇကာပေါ်တွင် 5/8” (16.0 mm) အထူရှိသော Cement-sand plastering ပြုလုပ်ပါ။ Cement-sand plaster အား 1:3 အချိုးရအောင်ပြုလုပ်ပြီး နံရံ၏ အခြားတစ်ဖက်တွင်လည်း 1:3 အချိုးရှိသော Cement-sand plastering ပြုလုပ်ပါ။

(၁၀) လိုအပ်သော နေရာများတွင် သံကူဝါယာကြိုးဇကာအလျားအား အနည်းဆုံး 12“(305 mm) (Lapping length) ဖြင့် ထပ်ပိုးပါ။ **(Figure 1.8)**

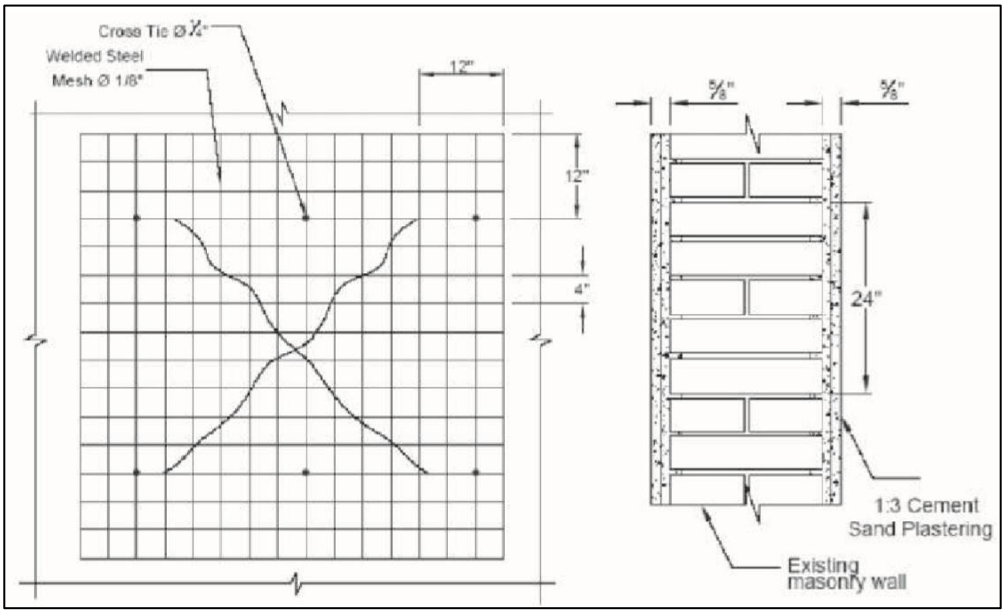


Figure 1.8 Repair of heavily cracked brick/block masonry walls with reinforced cement jacketing

(ည) **နံရံဆက်နေရာ/ထောင့်များတွင် ပျက်စီးနေသော နံရံများကို အားဖြည့်ခြင်းဖြင့် ပြုပြင်နည်း (Strengthening of Damaged Walls at Junctions/Corners)။**

ပျက်စီးနေသော နံရံဆက်နေရာများကို ပြုပြင်ရန် အောက်ပါအဆင့်များအား ဆောင်ရွက်ရပါမည်-

(၁) ပျက်စီးနေသော အုတ်နံရံ၏ အက်ကြောင်းများပါသော အပိုင်းကို ဖယ်ရှားပါ။

(၂) အုတ်နံရံ၏ ဖော်ထားသော အစိတ်အပိုင်းများကို သန့်စင်အောင် ရေဖြင့် ဆေးကြောပါ။

(၃) ဖယ်ရှားပြီးသော နံရံအစိတ်အပိုင်းကို ပြန်လည်တည်ဆောက်ပါ။ လက်ရှိသုံးနေသော အုတ်များနှင့် အမျိုးအစားနှင့် အရွယ်အစားတူညီသည့် အုတ်များကိုသုံးပါ။ ပြန်လည်တည်ဆောက်ရာတွင် cement-sand mortar ကိုအသုံးပြုပါ။ နံရံများကို ထောင့်တွင် သင့်လျော်သော ချိတ်ဆက်နည်းဖြင့် ပြုပြင်ပါ။

(၄) ပြန်လည်တည်ဆောက်ထားသော အုတ်နံရံ၏ စွမ်းဆောင်ရည်အား ပြည့်ဝစေရန် curing ကို ၁၅ ရက်အထိ ပြုလုပ်ပါ။

(၅) အသစ်တည်ဆောက်ထားသော နံရံများတွင် cross ties ထည့်ရန် နှစ်ဖက်လုံးတွင် 24” (610 mm) ခြားကာ အပေါက်များဖောက်ပါ။ အုတ်နံရံ အဟောင်းတွင်လည်း အသစ်စတင်သည့်နေရာမှ အနည်းဆုံး 24” (610 mm) အကွာအဝေးအထိ အပေါက်များဖောက်ပါ။

(၆) cross ties များကို အပေါက်များမှတဆင့် ထည့်သွင်းပြီး Cement grout သို့မဟုတ် epoxy ဖြင့် ဖြည့်ပါ။ cross ties များသည် ¼” (6.4 mm) အချင်းရှိပြီး တစ်ဖက်တွင် 90°ကွေးရမည်။

(၇) အက်ကြောင်းနေရာတွင် သံကူဝါယာကြိုးဇကာများကို သံချောင်းများ ကူ၍ တပ်ဆင်ပါ။ သံကူဝါယာကြိုးဇကာသည် 1/8“(3.2 mm) အချင်း ရှိပြီး၊ opening size သည် 4” (102 mm) အရွယ်ရှိရမည်။ နံရံ၏ အခြားတစ်ဖက်တွင်လည်း သံကူဝါယာကြိုးဇကာများကို သံချောင်းများ ကူ၍ တပ်ဆင်ပြီး တစ်ဖက်တွင် 90° ချိုးထားရမည်။

(၈) အုတ်နံရံ၏ ဖော်ထားသောမျက်နှာပြင်များပေါ်တွင် cement အရည် ပါးပါးကို သုတ်လိမ်းပါ။

(၉) သံကူဝါယာကြိုးဇကာပေါ်တွင် 5/8” (16.0 mm) အထူရှိသော cement-sand plastering ပြုလုပ်ပါ။ Cement-sand plaster အား 1:3 အချိုးရ အောင် ပြုလုပ်ပြီး နံရံ၏ အခြားတစ်ဖက်တွင်လည်း 1:3 အချိုးရှိသော Cement-sand plastering ပြုလုပ်ပါ။

(၁၀) လိုအပ်သောနေရာများတွင် သံကူဝါယာကြိုးဇကာ အလျားအား အနည်းဆုံး 12” (305 mm) (Lapping length) ဖြင့် ထပ်ပိုးပါ။

၅။ **အုတ်မြစ်ကြမ်းခင်းများ ကျွံကျခြင်း (Settlement of Floor of Ground Floor)အတွက် အောက်ပါအတိုင်း အဆင့်ဆင့် ဆောင်ရွက်ရပါမည်-**

(က) ကြမ်းခင်းကျွံကျမှုရှိခဲ့လျှင် ပထမဦးစွာ ဧရိယာကို Level တိုင်းပါ။

(ခ) အချို့သောအခြေအနေများတွင် ပျက်စီးသွားသောကြမ်းပြင်ဧရိယာကို Level မသတ်မှတ်မီ Retaining Wallများ လိုအပ်နိုင်သည်။

(ဂ) ပျက်စီးနေသော အစိတ်အပိုင်းမှ မကောင်းသောအရာများကို ဖယ်ရှား၍ ပျက်စီး နေသော နေရာကို သန့်ရှင်းအောင် ပြုလုပ်ပါ။

(ဃ) ပျက်စီးသည့်နေရာအား ရေဖြင့်ဆေးကြောပြီး ဧရိယာတစ်ခုလုံးကို စိုစွတ်မှု ရှိအောင် ပြုလုပ်ပါ။

(င) Soling နှင့် Concreting မျက်နှာပြင် (1:1.5:3) ကို လိုအပ်သလို ပြင်ဆင် ဆောင်ရွက်၍ ပလာစတာလုပ်ငန်း ဆောင်ရွက်ပါ။

(စ) ကြမ်းခင်းတွင် အက်ကြောင်းဖြစ်ပေါ်ပါက ဘိလပ်မြေ အနှစ် (1:3) ဖော်စပ်၍ Joint Sealant အဖြစ် အက်ကြောင်းဖာထေး ပြုပြင်နိုင်ပါသည်။

Figure1.9 Minor cracks on floors of ground floor

Figure 1.10 Settlement of Ground floor

Level-2 (အဆင့်-၂) လိမ္မော်ရောင်အဆင့်

အကြီးစားပြုပြင်ခြင်းနှင့် အဆင့်မြှင့်တင်ခြင်း

(Major Repair and Retrofit)

Level-2 (အဆင့်-၂) မူလပုံစံအတိုင်း ပြန်လည်ပြုပြင်ခြင်း (Restoration)

၁။ အဓိကရည်ရွယ်ချက်မှာ ဝန်ထမ်းရမည့် အစိတ်အပိုင်းများကို ဖြည့်စွက်ပြင်ဆင်၍ ၎င်း၏မူလကြံ့ခိုင်မှုကို ပြန်လည်ရရှိရန်အတွက်ဖြစ်သည်။ လုပ်ဆောင်ချက်များတွင် အောက်ပါတို့ ပါဝင်ပါသည် -

(က) စနစ်တကျ ဖျော်စပ်ထားသော အင်္ဂတေ၊ Epoxy ကဲ့သို့သော စွဲကပ်အား ကောင်းမွန်သည့်ပစ္စည်းကို နံရံများ၊ တိုင်များ၊ တန်းများ စသည်တို့ရှိ အက်ကွဲရာအတွင်းပိုင်းထဲသို့ ထိုးသွင်းခြင်း။ (Injection လုပ်ရန်)

(ခ) ကွဲအက်နေသောနံရံ၏ မျက်နှာနှစ်ဖက်စလုံးတွင် အားဖြည့်ကွက်များအား Spikes များဖြင့် နံရံတွင် ထည့်သွင်းပြီး ပြန်လည်အချောကိုင်ခြင်း။

(ဂ) ကွဲအက်နေသော အုတ်နံရံများနှင့် အုတ်တိုင်များကို ဖယ်ရှားပြီး ကျုံ့ဝင်မှု မရှိသော အင်္ဂတေကို အသုံးပြု၍ ပြန်လည်တည်ဆောက်ခြင်း။

(ဃ) ပျက်စီးသောတိုင် သို့မဟုတ် ထုတ်တန်းကို ဖယ်ရှား၍ လိုအပ်သော သံနှင့် ကွန်ကရစ်ဖြင့် အားဖြည့်ထည့်ပြီး ကြီးကြပ်ဆောင်ရွက်ရမည်။

၂။ **စစ်ဆေးပြုပြင်ခြင်း (Steps of retrofitting) ။** လျောင်ဒဏ်ခံရသည့် အဆောက်အဦအား စစ်ဆေးရာတွင် အဆောက်အအုံကို စစ်ဆေးခြင်း၊ အဆောက်အဦ ပစ္စည်းအရည်အသွေးကို စစ်ဆေးခြင်းနှင့် ပျက်စီးသွားသော အဆောက်အဦ၏ အစိတ်အပိုင်းအားလုံးကို စာရင်းပြုစုခြင်း တို့ကို အောက်ဖော်ပြပါအတိုင်း စစ်ဆေးဆောင်ရွက်ရမည် ဖြစ်ပါသည်-

(က) ပျက်စီးရသည့် အကြောင်းရင်းကို သိရှိရန်နှင့် လျောင်လှုပ်သောအခါ ဝန်အား သက်ရောက်မှု လမ်းကြောင်းများကို ဆုံးဖြတ်ရန်အတွက် အဆောက်အအုံအား dynamic analysis ပြုလုပ်ပါ။

(ခ) အစိတ်အပိုင်းများ၏ ပျက်စီးရခြင်း အကြောင်းရင်း (Shear, Compression, Tension, Flexure, Anchoring, etc.) ကို ဆုံးဖြတ်ပါ။

(ဂ) ပျက်စီးမှုအမျိုးအစားကို ဖော်ထုတ်နိုင်သည် နှင့်တစ်ပြိုင်နက် အဆောက်အဦ အစိတ်အပိုင်းများ၏ မူလကြံ့ခိုင်မှုကို ပြန်လည်ရရှိစေရန်အတွက် အစိတ်

အပိုင်းများကို ပြုပြင်ခြင်းနှင့် ပြန်လည်ထူထောင်ခြင်းတို့ကို သီးခြားလုပ်ဆောင်နိုင်သည်။

(ဃ) ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာမှုရလဒ်များအရ ပြန်လည်ပြုပြင်ထားသော အစိတ်အပိုင်းများပါရှိသော အဆောက်အဦသည် လုပ်ငန်းဆိုင်ရာသတ်မှတ်ချက်စံ၏ နောက်ဆုံးကုဒ်ကို အခြေခံ၍ ဆောင်ရွက်ထားပြီး ထိုဧရိယာအတွက် အမြင့်ဆုံး ငလျင်လှုပ်ခြင်းအား ခံနိုင်ရည်ရှိကြောင်းကို စစ်ဆေးတွေ့ရှိရလျှင် ပိုမိုခိုင်ခံ့အောင်ပြုလုပ်ရန် မလိုအပ်ပါ။

(င) သို့ရာတွင် ပြန်လည်ပြုပြင်ထားသော အစိတ်အပိုင်းများပါရှိသော အဆောက်အဦကို လုပ်ငန်းဆိုင်ရာသတ်မှတ်ချက်စံ၏ နောက်ဆုံးကုဒ်ဖြင့် သတ်မှတ်ထားသော ငလျင်လှုပ်ခတ်မှုထက် နိမ့်ကျစေရန် ဒီဇိုင်းဆွဲထားခြင်း သို့မဟုတ် ဒီဇိုင်းထုတ်ထားခြင်း မရှိပါက အဆောက်အဦအား အောက်ပါအချက်များအတိုင်း ခိုင်ခံ့အောင် ပြုလုပ်ရန် လိုအပ်ပါသည်-

(၁) အဆောက်အဦ၏ မည်သည့်အစိတ်အပိုင်းအား ခိုင်ခံ့အောင် ပြုလုပ်ရမည်ကို ခွဲခြမ်းစိတ်ဖြာ၍ ခိုင်ခံ့မှုရှိစေရန် ပြန်လည်တည်ဆောက်ရမည်။

(၂) ပြင်းထန်သော ပျက်စီးမှုရှိသော အင်ဂျင်နီယာ အဆောက်အအုံများအတွက် အဆောက်အဦအစိတ်အပိုင်းအား ခိုင်ခံ့အောင် ပြုလုပ်ရာတွင် 3D Non-Linear Analysis Performance Based Design ကို လုပ်ဆောင်သင့်သည်။

(၃) အဆောက်အဦအား ခိုင်ခံ့စေရန်အတွက် ကုန်ကျစရိတ်သည် များပြားပါက ရွေးချယ်နိုင်သည့် နည်းလမ်းတစ်ခုမှာ တင်းကြပ်မှုနည်းသော လိုအပ်ချက် (Stiffness Requirement) အသုံးပြု၍ အဆောက်အဦ၏ လုပ်ဆောင်ချက် (Function) ကို ပြောင်းလဲတွက်ချက်ခြင်းဖြင့် ကုန်ကျစရိတ်ကို လျှော့ချနိုင်ပါသည်။

(၄) ခိုင်ခံ့မှုရှိအောင် ပြင်ဆင်ပြီးစီးပြီးနောက် အဆိုပါ အဆောက်အဦ၏ ခံနိုင်ရည်ရှိစေရေးအတွက် အဆောက်အဦအား ပြန်လည်ဆန်းစစ်ရပါမည်။

(စ) Level(2) အဆင့် ပြင်ဆင်ရန် ကျွမ်းကျင်သော Structure Engineer ထံသို့ ပညာရပ်ဆိုင်ရာ အကြံပြုချက်ယူ၍ ဆောင်ရွက်သင့်ပါသည်။

၃။ **ကွန်ကရစ်တည်ဆောက်မှုများကို ပြုပြင်ခြင်းနှင့် အားဖြည့်ခြင်း (Repair and Retrofitting of Concrete Structures) တို့ကို အောက်ပါအတိုင်း ဆောင်ရွက်နိုင်ပါသည်-**

(က) မျှော်မှန်းထားသော ငလျင်ဒဏ်ခံနိုင်ရည်၊ ပျက်စီးမှုအဆင့်၊ အစိတ်အပိုင်းများ၏ အမျိုးအစားနှင့် connection များပေါ်မူတည်၍ injection ပြုလုပ်ခြင်း၊ ပျက်စီးနေသော အစိတ်အပိုင်းများကို ဖယ်ရှားပြီး အစားထိုးခြင်း၊ သို့မဟုတ် jacketing ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့် ပြုပြင်နိုင်ပါသည်။

(ခ) Retrofit ပြုလုပ်ထားသော member များ၏ stiffness ပြောင်းလဲမှုကြောင့် အဆောက်အအုံ၏ internal force ပြန်လည်ဖြန့်ဝေသွားမှုကို အသေးစိတ် စဉ်းစား ရန် အရေးကြီးသည်။

၄။ **သံကူကွန်ကရစ်တိုင် (Column) များကို ပြုပြင်ရာတွင် အောက်ပါနည်းလမ်းများဖြင့် ပြုပြင်ဆောင်ရွက်နိုင်ပါသည်-**

(က) **အရည်ထိုးသွင်းပြုပြင်နည်း (Injection Case)။** သေးငယ်သော အက်ကြောင်းများရှိသော ကွန်ကရစ်တိုင် (Column)များကို အားဖြည့်ဆေးရည်ထိုးသွင်းခြင်း (Injection) ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့် ပြုပြင်နိုင်ပါသည်။ အက်ကွဲကြောင်းအကျယ် (Crack width) (0.1mm to 6.4mm) ကြားရှိ အက်ကြောင်းများကို Epoxy Injection ပြုလုပ်သင့်ပြီး Crack width (2.1mm to 6.4mm) ကြားရှိ အက်ကြောင်းများကို Cement grout Injection ပြုလုပ်သင့်ပါသည်။ **(Figure 2.1)**

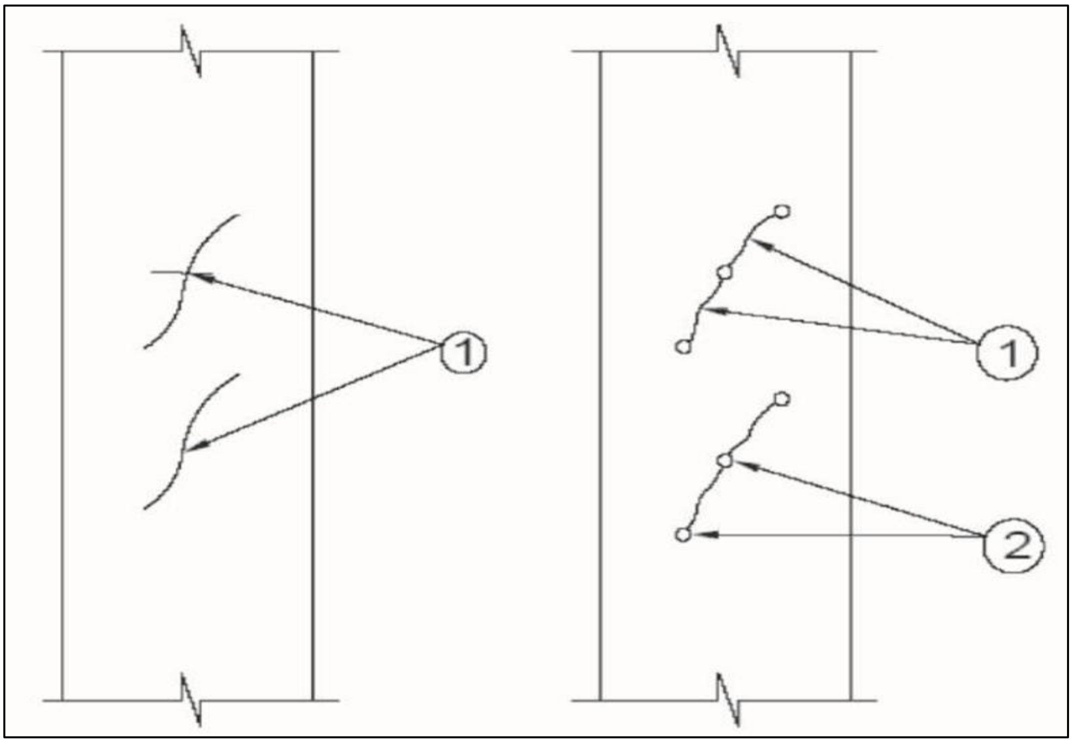


Figure 2.1 Repair of damaged columns with slight cracks (1. Cracks; 2. Injection Ports)

(ခ) **ဖယ်ရှားခြင်းနှင့်အစားထိုးခြင်း (Removal & Replacement Case)။** concrete ကြေမွခြင်း၊ longitudinal rebar များ ကွေးခြင်း သို့မဟုတ် tie bar များ ပြတ်ခြင်းကဲ့သို့သောပျက်စီးမှုများအတွက် ဖယ်ရှားပြီးအစားထိုးခြင်း (removal & replacement) ပြုလုပ်သင့်ပါသည်။ ပြုပြင်ရန်သာ လိုအပ်ပါက အောက်ပါအတိုင်း ဆောင်ရွက်ရပါမည်-

(၁) မူလအတိုင်းအတာအတိုင်း ပြုလုပ်ရမည်ဖြစ်ပြီး အားဖြည့်ရန် လိုအပ်ပါက တိုင်အရွယ်အစား (Column area) ကို တိုးချဲ့ရမည်ဖြစ်ပါသည်။

(၂) ပျက်စီးနေသော ကွန်ကရစ် (concrete) များကို ဖယ်ရှားပြီး၊ ဒေါင်လိုက်သံချောင်း (Longitudinal rebar) အသစ်များကို ထည့်သွင်း၍ သံဂဟေဆက်ကာ ထိန်းကွင်း (tie rebar) အသစ်များကို ထည့်သွင်းရမည်။

(၃) ကျုံ့ကြွမှုမရှိသော (Non-shrinkage) သို့မဟုတ် ကျုံ့ကြွမှုနည်းသော (Low shrinkage) ကွန်ကရစ် (concrete) များကို အသုံးပြုရမည်။

(၄) အသစ်နှင့် ရှိပြီးသား concrete များကြား ကောင်းမွန်သော ချိတ်ဆက်မှု ရရှိရန် အထူးဂရုပြုရမည်။

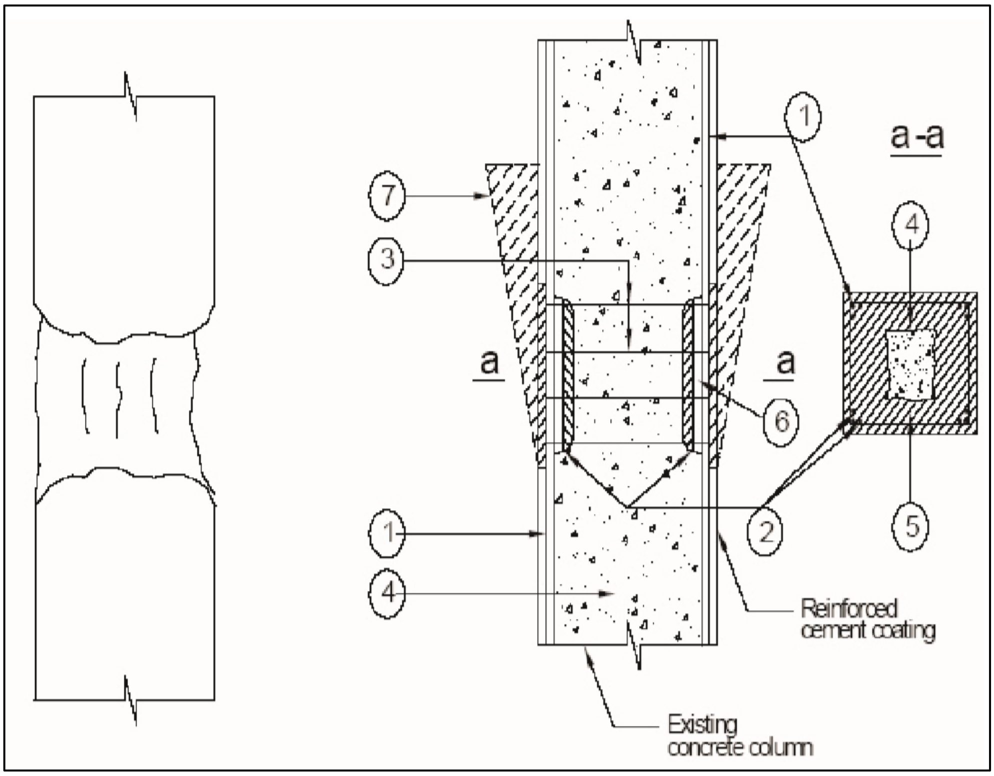


Figure 2.2 Repair of concrete columns with slight damage

(1. Existing reinforcement; 2. Added new reinforcement;

3. Added new ties; 4. Existing concrete; 5. New concrete;

6. Welding; 7. Temporary castform)

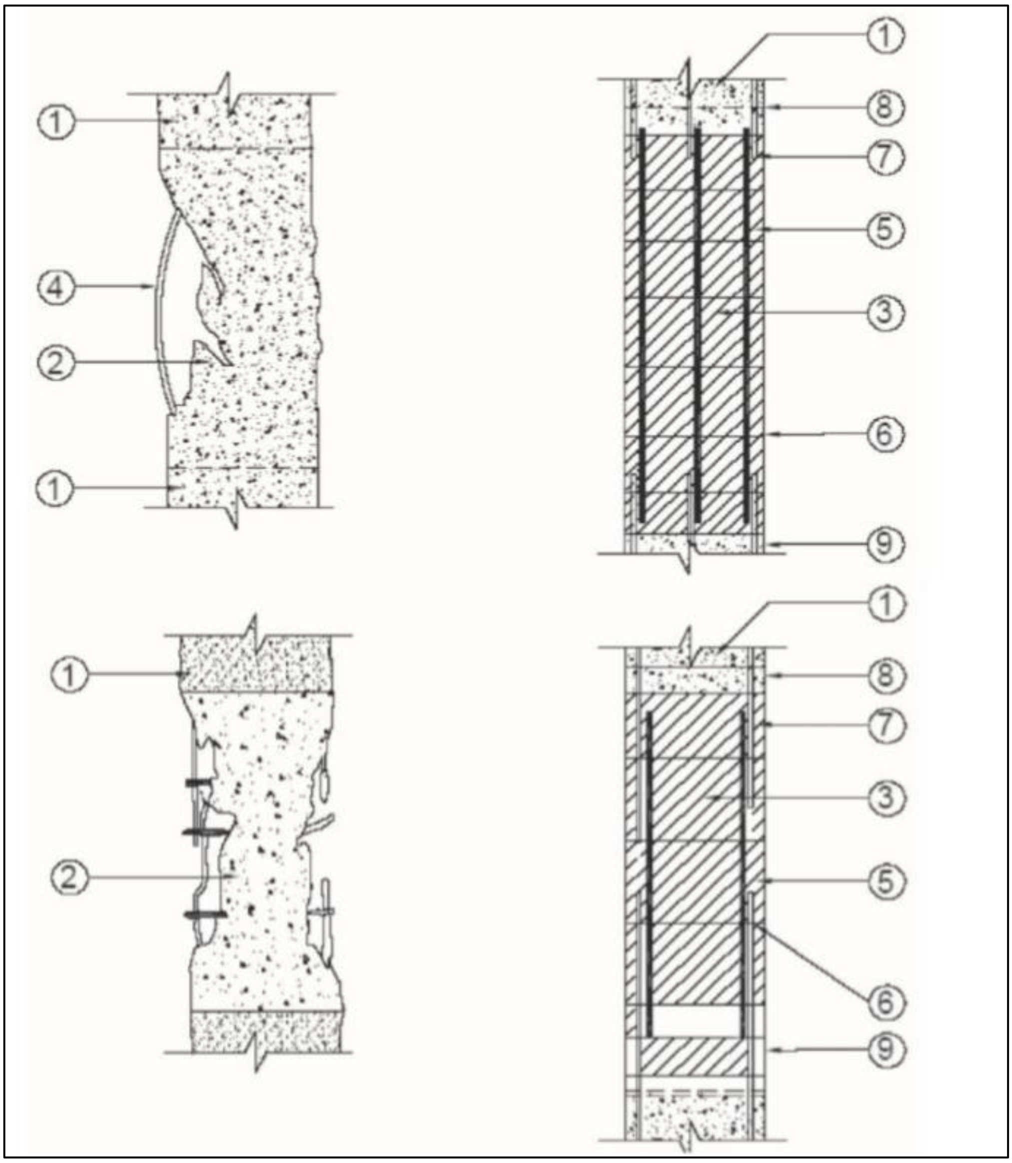


Figure 2.3 Repair of concrete columns with broken ties

(1. Existing non-damaged concrete; 2. Existing damaged concrete; 3. New concrete; 4. Buckled reinforcement; 5. New reinforcement; 6. New ties; 7. Welding; 8. Existing ties; 9. Existing reinforcement)

(ဂ) **သံကူကွန်ကရစ်ထပ်ပိုးခြင်း (Jacketing Case)။** ပြင်းထန်သော ပျက်စီးမှုများနှင့် ခံနိုင်ရည်အား (Strength) မလုံလောက်သော ကွန်ကရစ်တိုင် အခြေအနေများအတွက် အားကူသံကူကွန်ကရစ်အားဖြည့်ခြင်း (Reinforced Concrete Jacketing) ပြုလုပ်သင့်ပါသည်။ Reinforced Concrete Jacketing အား တိုင် (Column) ၏ တစ်ဖက်၊ နှစ်ဖက်၊ သုံးဖက် သို့မဟုတ် လေးဖက်တွင် ထည့်သွင်း၍ ဆောင်ရွက်နိုင်ပါသည်။ အသစ်နှင့် ရှိပြီးသား ကွန်ကရစ်

(Concrete) များကြား အကောင်းဆုံး ချိတ်ဆက်မှုရရှိရန်နှင့် ငလျင်ဒဏ်ကို အကောင်းဆုံး ခံနိုင်ရည် ရှိစေရန် လေးဖက်လုံး အားပြည့် (Jacketing) ပြုလုပ်ခြင်းသည် အသင့်တော်ဆုံး နည်းလမ်းဖြစ်ပါသည်။ တစ်ဖက်၊ နှစ်ဖက် သို့မဟုတ် သုံးဖက်သာ အားဖြည့်ခြင်း (Jacketing) ပြုလုပ်ပါက လက်ရှိတိုင်၏ ကွန်ကရစ်ဖုံးအုပ်လွှာ (existing column cover) ကို ဖယ်ရှားပြီး ရှိပြီးသံချောင်း (existing tie bar) များနှင့် သံချောင်းအသစ် (new tie bar) များကို သံဂဟေဆက်ခြင်း၊ လက်ရှိ အားပြုသံချောင်း (existing longitudinal bar) များနှင့် အသစ်ထိန်းကွင်း (new tie bar) များကို ချိတ်ဆက်ခြင်းများ ပြုလုပ်ရန် လိုအပ်ပါသည်။ တစ်ထပ်အတွက်သာ (One story space) မဟုတ်ပဲ ကြမ်းခင်း (Floor slab) ကို ဖောက်ပြီး တိုင်၏အားပြုသံချောင်း (column longitudinal rebar) များ ထားရှိမှသာ အပေါ်ထပ် အောက်ထပ်တိုင် (column) များ တစ်ဆက် တစပ်တည်း ချိတ်ဆက်မှု (continuous connection) ရရှိ၍ လုံလောက်သော ကွေးညွှတ်မှုအင်အား (flexural strength) များ ရရှိနိုင်မည် ဖြစ်ပြီး ငလျင်ဒဏ်ခံနိုင်ရည်ကို မြှင့်တင်နိုင်မည် ဖြစ်ပါသည်။ Reinforced Concrete Jacketing ပြုလုပ်ခြင်းသည် အောက်ပါအချက်များနှင့် ကိုက်ညီရပါမည်-

(၁) တည်ဆောက်ရေးလုပ်ငန်းသုံးပစ္စည်း (Material) အသစ်များ၏ ခံနိုင်ရည်အား (Strength) သည် သုံးစွဲပစ္စည်း (Material) အဟောင်းများ၏ ခံနိုင်ရည်အား (Strength) အောက် မလျော့နည်းစေရပါ။

(၂) ကွန်ကရစ်ခံနိုင်ရည်အား (Concrete Strength) သည် လက်ရှိခံနိုင်ရည်အား (Existing Concrete Strength) ထက် အနည်းဆုံး 500 psi (3.45 MPa) ပိုများ ရမည်။

(၃) အားဖြည့်အထူ (Jacket Thickness) သည် ကွန်ကရစ်မှုတ်စက်ဖြင့် (Shotcrete) သုံးလျှင် 1.5 in (38.1mm) ၊ နေရာတွင်သွန်းလောင်းခြင်း (cast-in-situ) သုံးလျှင် 4 လက်မ (102 mm) အောက် မလျော့နည်းစေရပါ။

(၄) အဓိကအားပြုသံချောင်းဧရိယာ (Longitudinal Reinforcement Area) သည် အားပြုဧရိယာရှိ အသားတင်ဧရိယာ (Jacket Section Gross Area) ၏ 0.01 ဆ ထက်များ၍ 0.06 ဆ ထက်မပိုရပါ။ (၄)ဘက်ချဲ့ အားဖြည့်ခြင်း (Four Side Jacketing) အတွက် အားပြုသံချောင်း (Longitudinal Rebar) ၄ ချောင်း အနည်းဆုံးထည့်ရမည့်အပြင် အားပြုသံချောင်း၏ အချင်း (Longitudinal Rebar Diameter) သည် 5/8 လက်မ (16 mm) အနည်း ဆုံးရှိရမည်။

(၅) Longitudinal Rebar များကို Tie Bar များအား 135° ထောင့်ဖြင့် ဘေးတိုက်ထောက်ပံ့ပေးရမည်။ တချို့အခြေအနေများတွင် Column ၏ အတွင်းပိုင်းကို အပေါက်ဖောက်၍ Epoxy ဖြင့် ချိတ်ဆက်ထားသော Tie Bar များ ထည့်သွင်းရန် လိုအပ်ပါသည်။

(၆) ချုပ်ကွင်းသံချောင်းအချင်း (Tie Rebar Diameter) သည် 3/8 in (9.5 mm) အနည်းဆုံးရှိရမည်ဖြစ်ပြီး အားပြုသံချောင်းအချင်း (Longitudinal Rebar Diameter) ၏ 1/3 ဆ ထက် မနည်းရပါ။

(၇) ချုပ်ကွင်းတစ်ခုနှင့်တစ်ခုခြား (Tie Spacing) သည် အများဆုံး 4 in (102 mm) ဖြစ်ပြီး အားပြည့်အထူ (Jacket Thickness) ထက် မများရပါ။

(၈) Existing Concrete Surface တွင် ပျက်စီးသွားသော Material များ၊ ဖုန်နှင့် ဆီချေးများ သန့်ရှင်းခြင်း ပြုလုပ်ရပါမည်။ Concrete ၊ Shotcrete များ မလောင်းမီ Existing Column မှာ အစိုဓါတ်ရှိရပါမည်။ **(Figure 2.4)**

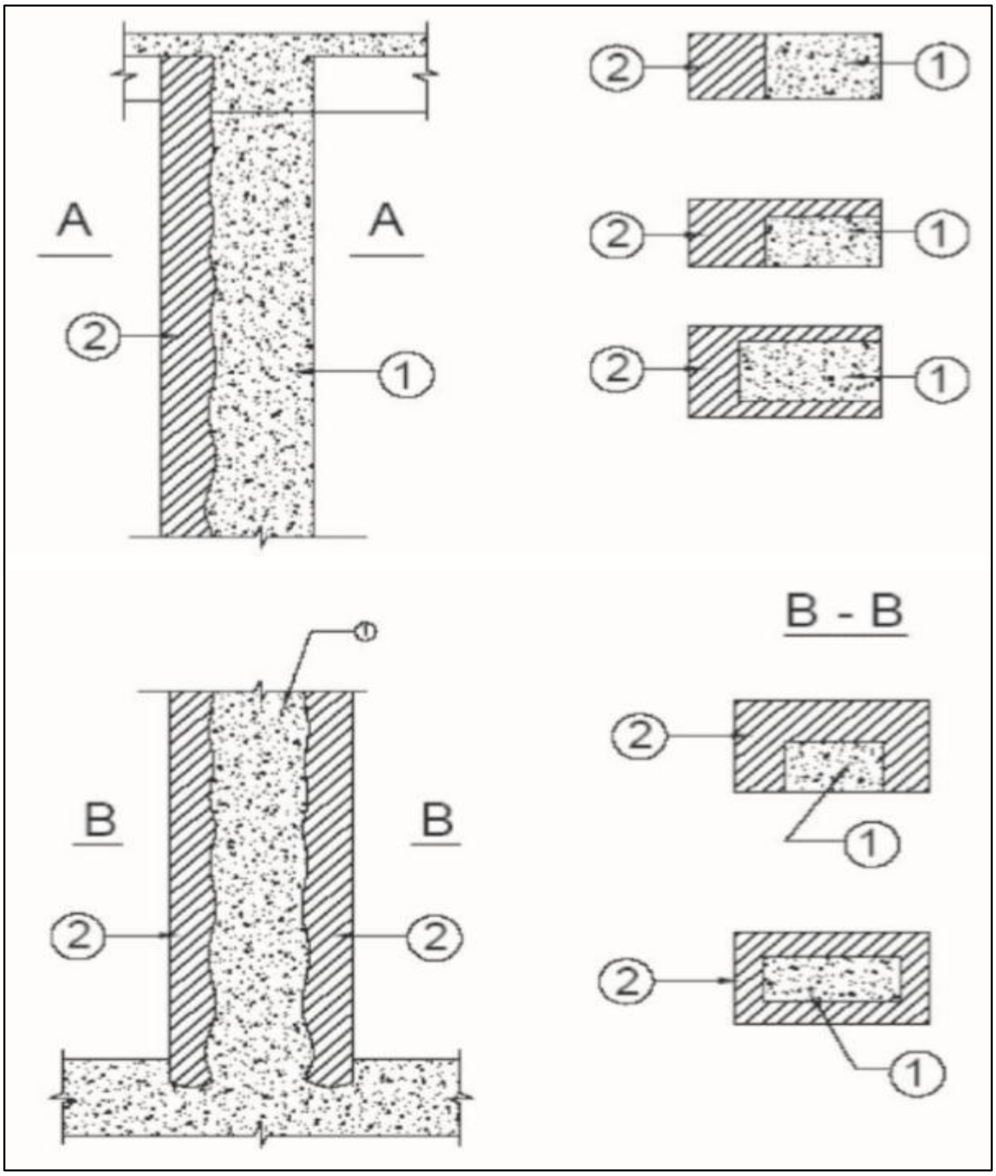


Figure 2.4 Repair of concrete columns by jacketing (1. Existing column, 2. Jacketing concrete)

၅။ **သံကူယက်မများ (Beam) ပြုပြင်ခြင်း။** ကွန်ကရစ်ယက်မ (Beam) များ၏ ပြန်လည်ပြုပြင်ခြင်း လုပ်ငန်းစဉ် (Rehabilitation Procedure) ရွေးချယ်ရာတွင် အားကောင်းယက်မ-အားနည်းတိုင် (“strong beam- weak column”) မဖြစ်စေရန် သင့်လျော်သော ခံနိုင်ရည်အား (strength) နှင့်သင့်လျော်သော ခံနိုင်ရည်အား (strength) နှင့် ချုပ်ထိန်းနိုင်မှု (stiffness) ရရှိစေရန် အလွန်အရေးကြီးပါသည်။

(က) **အရည်ထိုးသွင်းပြုပြင်နည်း (Injection Case)။** သေးငယ်သော အက်ကြောင်းများရှိသည့် Beam များကို Column ပြုပြင်ခြင်းနှင့် အလားတူ Epoxy Injection or Cement Grout Injection ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့် ပြုပြင်နိုင်ပါသည်။

(ခ) **ဖယ်ရှားခြင်းနှင့်အစားထိုးခြင်း (Removal & Replacement Case)။** concrete ကြေမွခြင်း၊ Rebar နှင့် Concrete များကြား ချိတ်ဆက်မှု ယိုယွင်းခြင်း၊ rebar များပြတ်ခြင်းကဲ့သို့သော ပျက်စီးမှုများအတွက် ဖယ်ရှားပြီးအစားထိုးခြင်း (removal & replace ment) ပြုလုပ်သင့်ပါသည်။ ပြုပြင်စဉ်တွင် ပျက်စီးသွားသော beam ကို သေချာစွာ ထောက်မထားရမည်။ မူလရှိနေသော beam/slab အောက်ရှိ အသစ် လောင်းသော concrete များ ကောင်းမွန်သော သိပ်သည်း ကျစ်လစ်မှု ရရှိစေရန် ဂရုပြုရမည်။

(ဂ) **သံကူကွန်ကရစ်ထပ်ပိုးခြင်း (Jacketing Case)။** ပြင်းထန်သော ပျက်စီးမှုများနှင့် Strength မလုံလောက်သော အခြေအနေများအတွက် Reinforced Concrete Jacketing ပြုလုပ်သင့်ပါသည်။ Reinforced Concrete Jacketing အား Beam ၏ တစ်ဖက်၊ သုံးဖက် သို့မဟုတ် လေးဖက်တွင် ထည့်သွင်း၍ ဆောင်ရွက်နိုင်ပါသည်။ အသစ်နှင့် ရှိပြီးသား Concrete များကြား အကောင်းဆုံး ချိတ်ဆက်မှုရရှိရန် beam concrete cover အားဖယ်ရှားပြီး Surface Roughness ပြုလုပ်ရမည်။ မူလ reinforcement နှင့် ထပ်မံအားဖြည့်မည့် reinforcement ကို တွဲဆက်မှု ရှိစေရန် သံဂဟေ ဆက်ခြင်းများ ပြုလုပ်ရမည်။ Joint နေရာများတွင် Beam Longitudinal Rebar များ၏ လုံလောက်သော တွဲဆက်မှု အလျားအတိုင်းအတာ (development length) ကို ရရှိအောင် ပြုလုပ်ရမည်။ အသစ်ထပ်ဖြည့်သော ထိန်းကွင်းအဖျားကွေး (stirrup legs) များသည် slab အတွင်းသို့ လုံလောက်စွာ ကုတ်မိစေရန် ထိုးသွင်းထားသင့်သည်။

(ဃ) **မျက်နှာပြင်တစ်ဖက်တွင်သံကူကွန်ကရစ်ထပ်ပိုးခြင်း (One-sided jacketing)။** Beam ၏ mid span တွင် ကွေးညွတ်မှုအင်အား (flexural strength) တက်စေရန် အတွက်သာ ယက်မ၏အောက်မျက်နှာပြင် (One-sided jacket or Beam soffit jacket) ကို သုံးသင့်သည်။ ထပ်ဖြည့်လိုက်သော longitudinal reinforcement နှင့် stirrups များသည် မူလရှိပြီးသော longitudinal

reinforcement နှင့် stirrups များနှင့် ကောင်းမွန်စွာ တွဲဆက်မှုရှိရမည်။ ကွန်ကရစ်အသစ်နှင့် အဟောင်းသည်လည်း ကောင်းမွန်သော စွဲကပ်မှု (bonding) ရရှိစေရမည်။

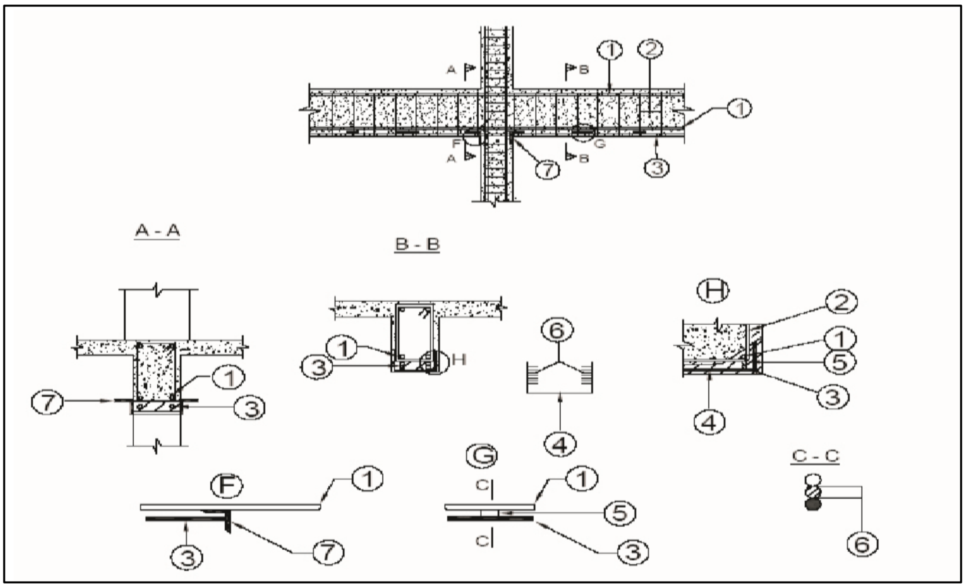


Figure 2.5 Strengthening of concrete beams by one-sided jacketing (1. Existing reinforcement; 2. Existing stirrups; 3. Added longitudinal reinforcement; 4. Added stirrups; 5. Welded connecting bar; 6. Welding; 7. Collar of angle profile)

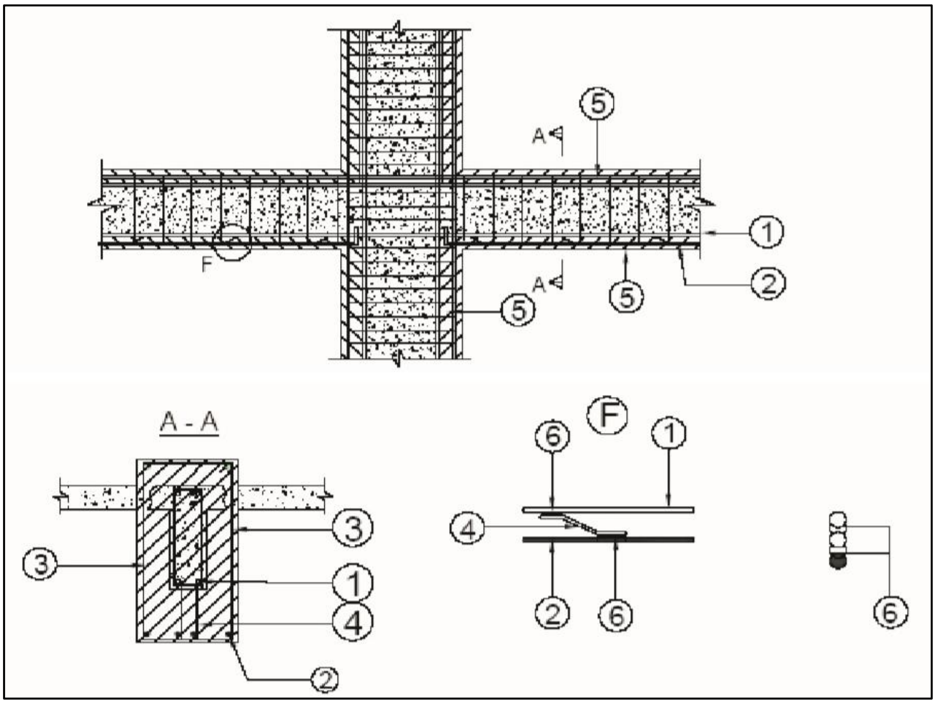


Figure 2.6 Strengthening of concrete beams by one-sided jacketing (1. Existing reinforcement; 2. Added longitudinal reinforcement; 3. Added stirrups; 4. Welded connecting bar; 5. Concrete jacket; 6. Welding)

(င) **မျက်နှာပြင်လေးဖက်တွင် သံကူကွန်ကရစ်ထပ်ပိုးခြင်း(Four-sided jacketing)။**

Beam ၏ ကွေးညွှတ်မှုနှင့် လျှောပြတ်မှုအင်အား (flexural & shear strength) တက်စေရန် ဖြတ်ပိုင်းဧရိယာ (cross section) နှင့် သံကူဧရိယာ (reinforcement area) များတိုးပေး ခြင်းဖြင့် four-sided jacket or encasement လုပ်နိုင်သည်။ Longitudinal reinforcement အသစ်နှင့် အဟောင်းကို ထောင့်ချိုးကွေးသံချောင်း (bent bars) များ သံပြား (steel plate) များနှင့် တွဲဆက်သင့်သည်။ slab ကို ဖောက်၍ stirrups အပြည့်ပတ်ပြီး လျှောပြတ်မှုအားကူသံချောင်း (negative steel) များပါ ထည့်ပေးရမည်။ Longitudinal reinforcement များ အဆက်နေရာ (joint region) တွင် လုံလောက်သော development length ကို ရရှိအောင် ပြုလုပ်ရမည်။

(စ) **မျက်နှာပြင်သုံးဖက်တွင် သံကူကွန်ကရစ်ထပ်ပိုးခြင်း (Three-sided jacketing)။**

Shotcrete method နှင့်တွဲ၍ three-sided jacketing ပြုလုပ်နိုင်ပါသည်။ **(Figure 2.7)** ၎င်း၏ အဓိက အားနည်းချက်မှာ ထပ်ဖြည့်လိုက်သော stirrup သည် jacket အပေါ်ပိုင်းတွင် ချည်နှောင်တင်းကြပ်မှု (Anchorage) မသေချာခြင်း ဖြစ်စေသည်။ Reinforcement concrete jacketing တွင် အောက်ပါ သတ်မှတ်ချက်များရှိသည် -

(၁) Material အသစ်၏ strength သည် material အဟောင်းအောက် မလျော့နည်းစေရပါ။

(၂) Jacket thickness သည် shotcrete သုံးလျှင် 1.5 in (38.1mm) ၊ cast-in-situ သုံးလျှင် 3 in (76.2mm) အောက် မလျော့နည်းစေရပါ။

(၃) Moment Resisting Frame အတွက် top နှင့် bottom longitudinal reinforcement ကို မဖြတ်ပဲ တောက်လျှောက်ထည့်ရမည်။ support နေရာတွင် 0.005 times of A_g အောက် မလျော့နည်းစေရပါ။ Column joint အတွင်း Top & Bottom reinforcement များသည် လုံလောက်သော development length ရရှိစေရမည်။

(၄) ပထမဆုံး Stirrup ကွင်းအား Column face မှ ၂" အကွာတွင် စထားပါ။ ထို့နောက် beam depth ၏ ၄ ဆ အထိ stirrups spacing သည်

(Beam Depth / 4) ထက် မကျဲရပါ။ support region ကို ကျော်လွန်သွားလျှင် stirrup spacing ကို ၂ ဆထားနိုင်သည်။

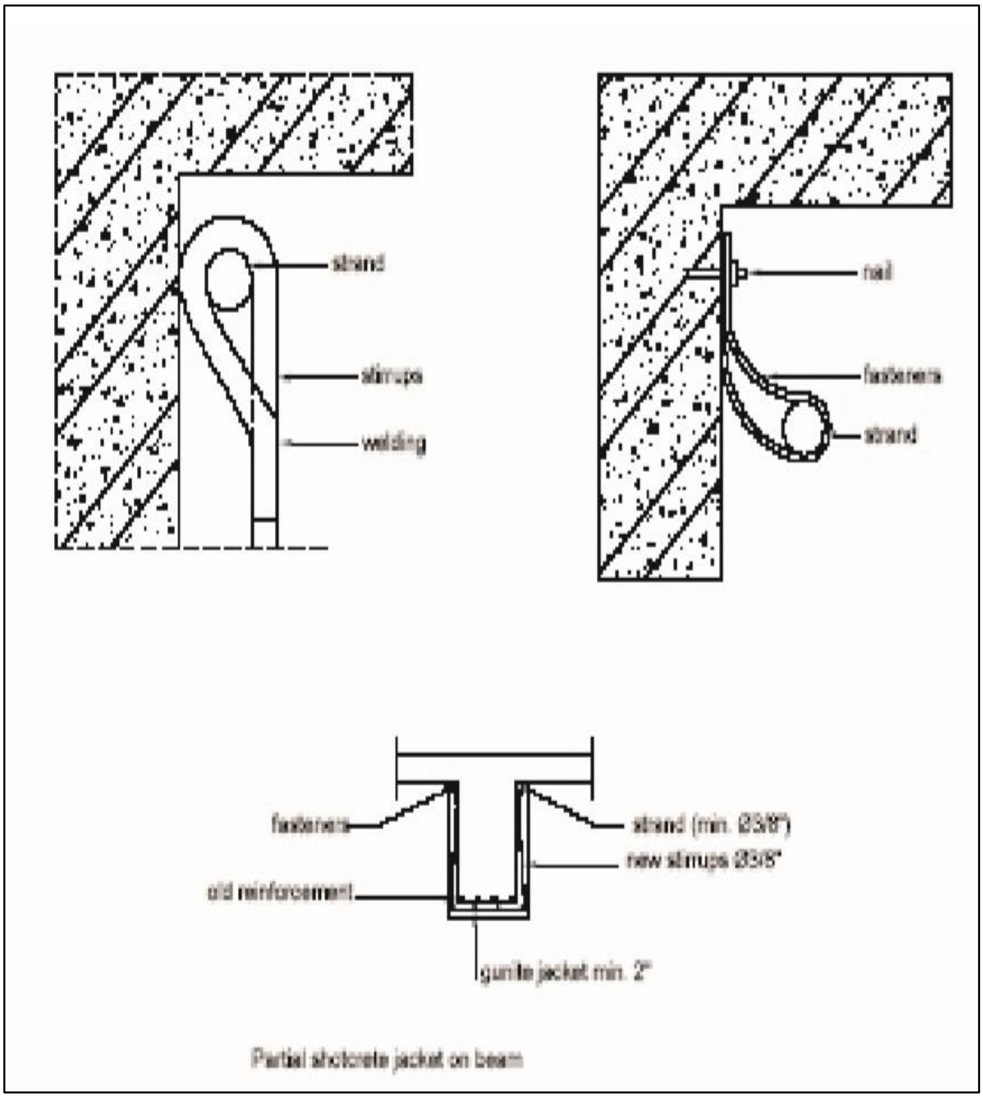


Figure 2.7 Strengthening of concrete slab-beam system by three-sided jacketing

(ဆ) **Gravity Load ခံနိုင်ရည်အား ပြုပြင်ခြင်း (Repairing Gravity Load Capacity)။** လျှောပြတ်မှုခံနိုင်ရည်အား (Shear resistance) တက်စေရန် လျှောပြတ်မှု အက်ကွဲကြောင်း (shear crack) များကို အထက်အောက်ချုပ်မှုလီ (vertical clamps) or အစောင်းချုပ်မှုလီ (diagonal clamps) များနှင့် တွဲချုပ်ထားနိုင်ပါသည်။ vertical clamps များကို crack profile နှင့် ပုံပါအတိုင်း တွဲချုပ်နိုင်ပြီး diagonal clamps များကို longitudinal အားခွဲကို ခံနိုင်စေရန် longitudinal reinforcement နှင့်တွဲဆက်ထားရမည်။ အလေးဝန်တန်ပြန်

သက်ရောက်မှု (Load reversal) ရှိနိုင်ပါက four-sided jacketing သည် ဦးစားပေးလုပ်ဆောင်သင့်သောနည်းဖြစ်သည်။ **(Figure 2.8)**

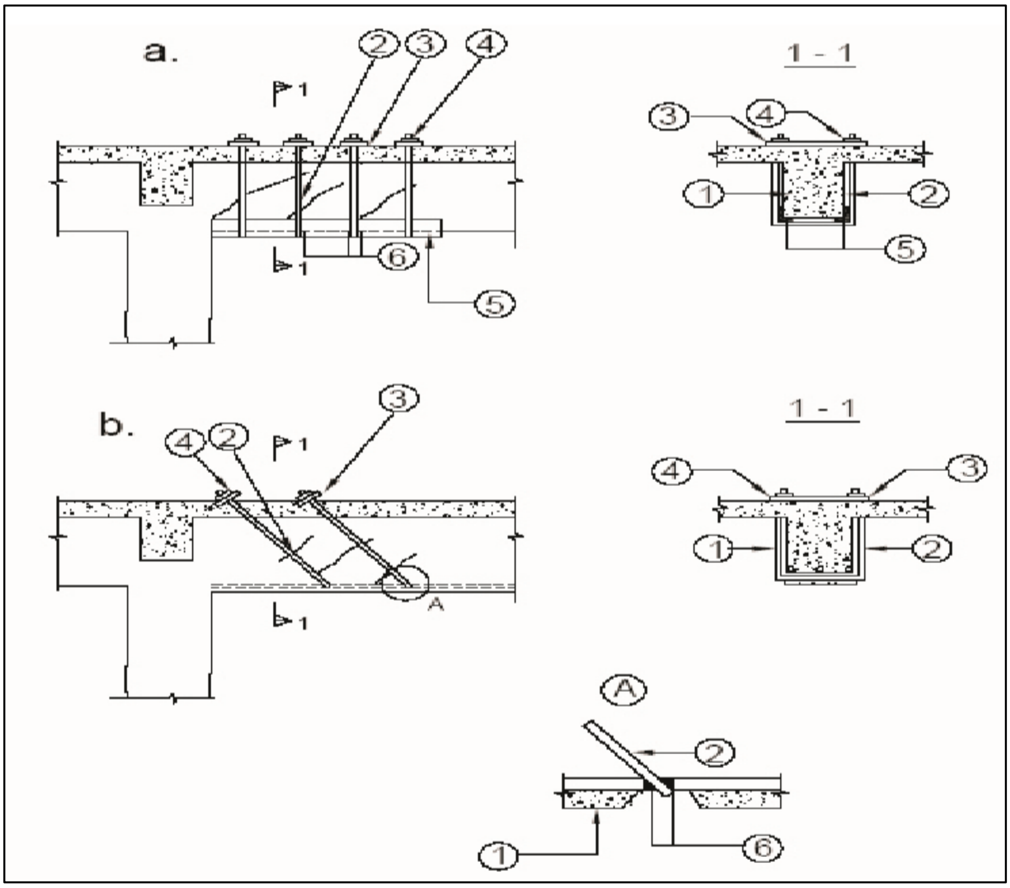


Figure 2.8 Repairing Gravity Load Capacity of Beams

(1. Existing beam; 2. Steel clamp; 3. Steel plate; 4. Nut;

5. Angle profile; 6. Welding)

၆။ **Footing များ အားကောင်းစေရန်ပြုပြင်ခြင်း။ အောက်ပါအချက်များ ဆောင်ရွက်ရပါမည်-**

(က) သံကူကွန်ကရစ် အဓိကအစိတ်အပိုင်း (structural elements) များကို အားဖြည့်ခြင်း (strengthening) လုပ်ခြင်းသည် ပျက်စီးနေသော/ မပျက်စီးသေးသော အဆောက်အဦများ၏ လျောင်ဒဏ်ခံနိုင်ရည်ကို တိုးစေသည်။

(ခ) လျောင်ကြောင့် ပျက်စီးသွားသော သံကူကွန်ကရစ် Elements များ၏ ခံနိုင်ရည်အားကို ပြန်လည်ရရှိရန် ပြုပြင်ဖို့လိုအပ်သည်။

(ဂ) မူလကွန်ကရစ်နှင့် အသစ်ထပ်မံဖြည့်သည့် ကွန်ကရစ်ကို တစ်သားတည်း စွဲကပ်မှု (bond) ဖြစ်အောင် ပြုလုပ်ခြင်းသည် အလွန်အရေးကြီးသည်။ ထိုသို့

ပြုလုပ်ရန် မူလကွန်ကရစ်၏ ဖုံးအုပ်လွှာ Cover များကို ခြစ်ထုတ်ပြီး မျက်နှာပြင်အား ကြမ်းအောင်ပြုလုပ်ရမည်။ မျက်နှာပြင်အား ကွန်ကရစ် မလောင်းမီ Epoxy ဖြင့် သုတ်လိမ်းပြီး ကွေးထားသော သံချောင်းများကို Welding လုပ်ခြင်းဖြင့်လည်းကောင်း၊ သံလက်ခုံများကို ထည့်သွင်းခြင်းဖြင့်လည်းကောင်း တည်ဆောက်နိုင်သည်။

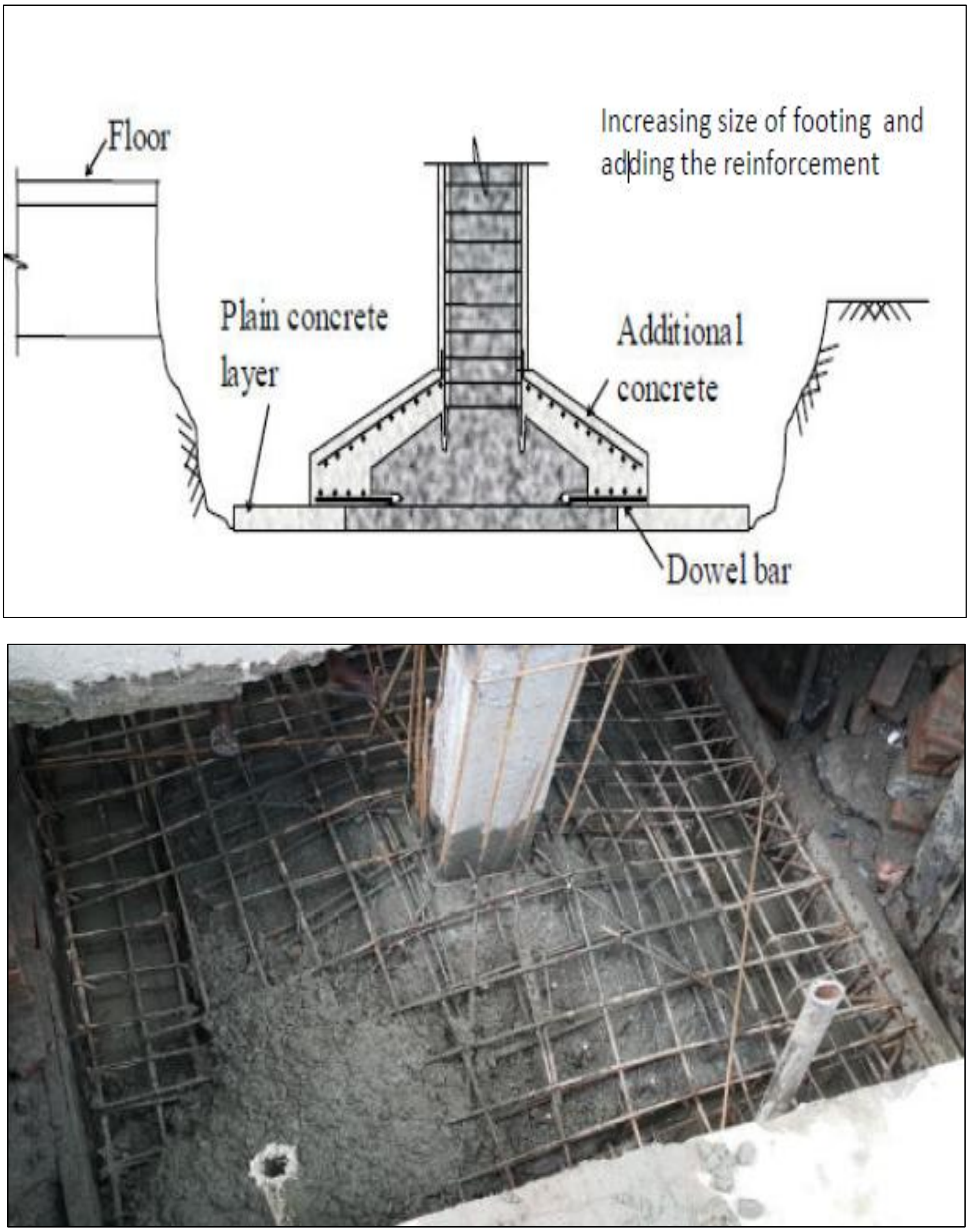


Figure 2.9 Strengthening of Footing

၇။ **Column နှင့် Beam များ အားကောင်းစေရန် ပြုပြင်ခြင်း။** အောက်ပါအချက်များကို ဆောင်ရွက်ရပါမည် -

(က) တည်ဆောက်မှုအတွက် လိုအပ်သော ထောက်မမှုစနစ် (supporting system) ကို ပံ့ပိုးပေးပါ။

(ခ) အားနည်းသောကွန်ကရစ်များရှိပါက ဖယ်ရှားပစ်ပါ။

(ဂ) သံချောင်းများတွင် သံချေးများရှိပါက သန့်ရှင်းပါ။ ဖယ်ရှားပါ။

(ဃ) သံချေးများဖယ်ရှားခြင်း နှင့် သံချေးမတက်စေရန် ဆောင်ရွက်ပါ။

(င) အပိုဆောင်းသံများကို ဒီဇိုင်းအရ ထည့်သွင်းပေးပါ။

(စ) လိုအပ်သော ငြမ်းများ အသုံးပြုပါ။

(ဆ) မူလကွန်ကရစ်နှင့် အသစ်ထည့်သွင်းမည့် ကွန်ကရစ်အကြားတွင် ပိုလီမာ (polymer) အခြေခံ တွဲဆက်မှု (bonding) အလွှာ (coat) သို့မဟုတ် cement ပါဝင်မှုများသော bonding ကို အသုံးပြုပါ။

(ဇ) လိုအပ်သောထူထဲမှု၊ အဆင့်နှင့် အလုပ်လုပ်နိုင်မှုရှိသော ကျုံ့ကြွမှု ခံနိုင်ရည်ရှိသော plasticizer ပါဝင်သည့် ကွန်ကရစ်ကို ထည့်သွင်းပေးပါ။

Column Jacketing

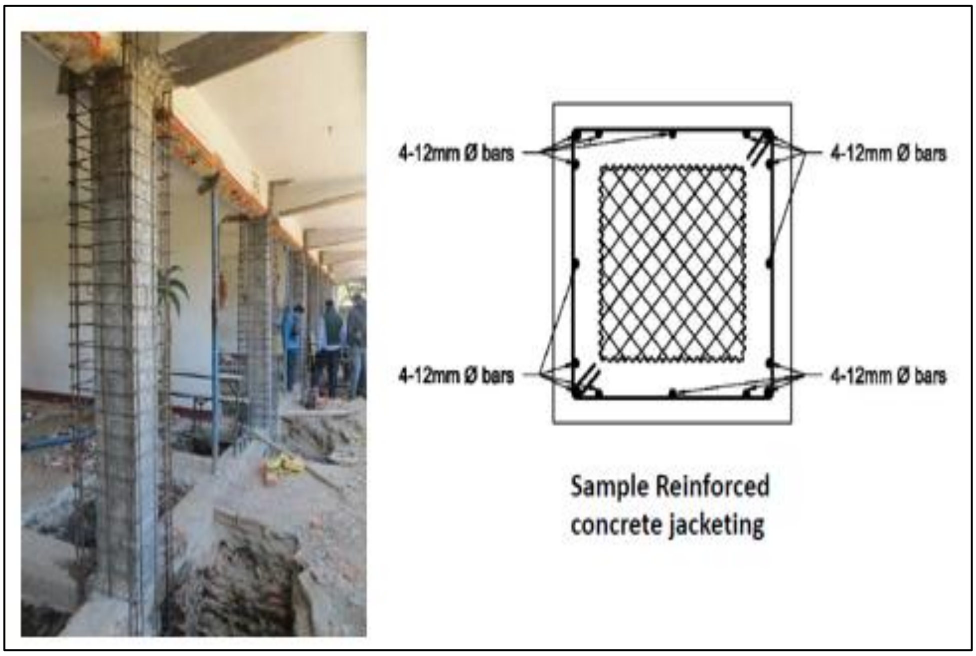


Figure.2.10 Sample Reinforced Column Jacketing

၈။ **သံမဏိဖြင့် ထုပ်ပိုးခြင်း (Rolled Steel Jacketing)။** အောက်ပါအချက်များကို ဆောင်ရွက်ရပါမည် -

(က) သံမဏိဖြင့် ထုပ်ပိုးခြင်းနည်းလမ်း (Steel Jacketing) သည် တိုင်အားလုံးကို သေးသေးငယ်ငယ် သံမဏိပြားများဖြင့် လုံးဝအုပ်၍ အဖုံးပြုလုပ်ခြင်းဖြစ်ပြီး၊ ထိုသံမဏိပြားများကို တိုင်၏မျက်နှာပြင်မှ အနည်းငယ်အကွာတွင် တပ်ဆင်ထားပြီး ၎င်းအကြားရှိနေရာများကို grout ဖြင့် ဖြည့်သည်။

(ခ) တိုင်ကို ပြည့်ပြည့်စုံစုံ ထုပ်ပိုးခြင်းအစား အခြားရွေးချယ်စရာတစ်ခုမှာ သံမဏိဘောင်စနစ် (Steel Cage) ဖြစ်သည်။

(ဂ) မူလတိုင်၏ ထောင့်များတွင် သံမဏိထောင့်ချုပ်များ (steel angles) ကို တပ်ဆင်ပြီး၊ ထိုထောင့်ပတ်များပေါ်တွင် အလျားလိုက်ချုပ်တန်း (transversal straps) သို့မဟုတ် တဆက်တည်းရှိသည့် သံမဏိပြားများကို ရေးနည်းအတိုင်း ရောစပ်ခြင်းဖြင့် တပ်ဆင်သည်။

(ဃ) ချုပ်တန်း (straps) များကို သံမဏိထောင့်ချုပ်များနှင့် ဝရိန် (welding) ဖြင့် ဘေးဘက်မှ တင်းကျပ်အောင်ပြုလုပ်ရမည်။ သံမဏိဘောင်နှင့် မူလကွန်ကရစ်အကြားရှိနေရာများကို သရွတ်ဖြင့်ဖြည့်သိပ်ခြင်း (grout) ဖြင့် ဖြည့်ပေးရမည်။

(င) သံချေးမတက်စေရန်နှင့် မီးဘေးမှ ကင်းစေရန် grout concrete သို့မဟုတ် shotcrete ဖြင့် ထပ်အုပ်နိုင်သည်။

(စ) Concrete jacketing သည် မူလကွန်ကရစ် အစိတ်အပိုင်းပေါ်တွင် အနည်းငယ်ထူပြီး သံဆင်ထားသော ကွန်ကရစ်အလွှာတစ်ခုကို ပြုလုပ်ခြင်းဖြစ်သည်။

(ဆ) ဤအမျိုးအစား Jacketing သည် ဖွဲ့စည်းအစိတ်အပိုင်းများ၏ ကွေးညွတ်ခံနိုင်စွမ်း (flexural strength)၊ ပြုတ်ထွက်ခံနိုင်စွမ်း (ductility) နှင့် လျှောပြတ်ဒဏ်ခံနိုင်စွမ်း (shear strength) ကို တိုးတက်လာစေသည်။

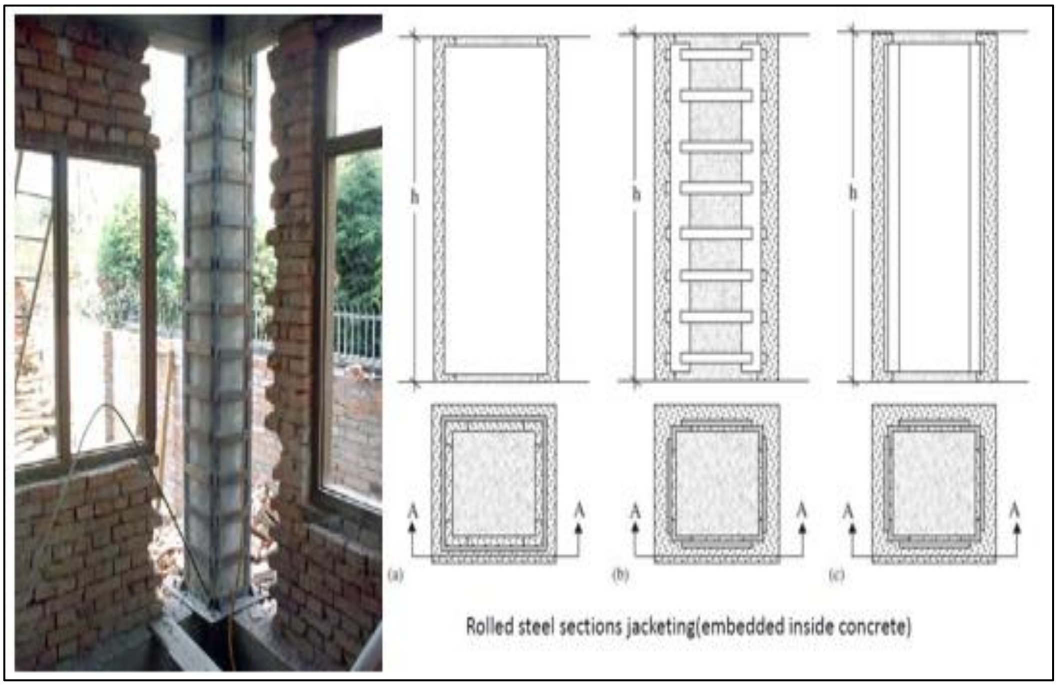
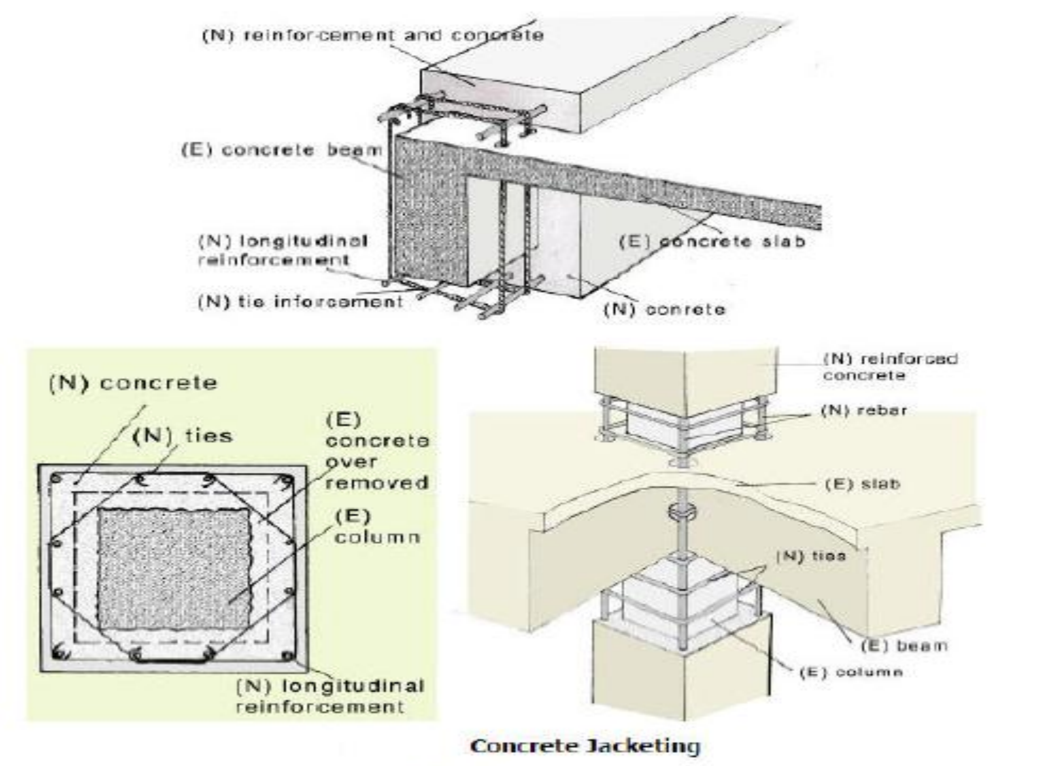
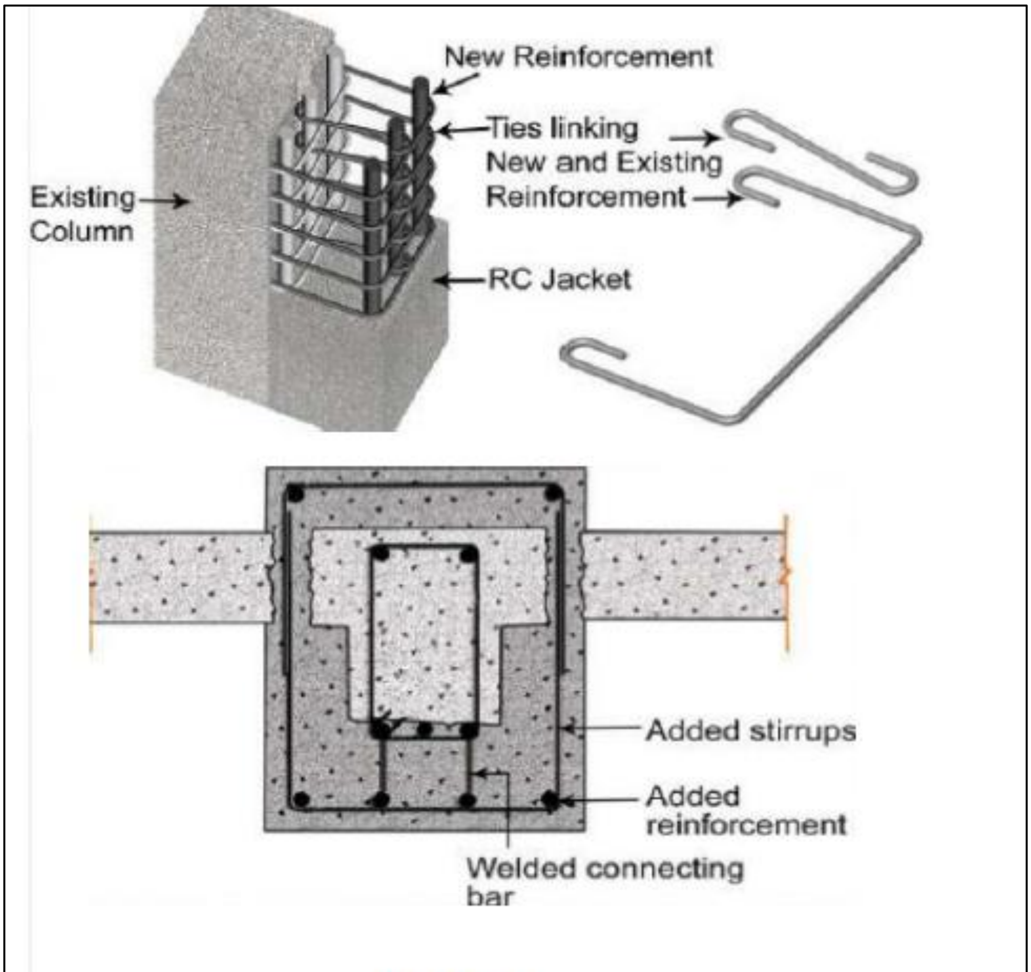


Figure 2.11 Retrofitting of columns by steel profile jacketing



Option 1



Option 2

၉။ **Slab နှင့် Diaphragm များ အားကောင်းစေရန် ပြုပြင်ခြင်း ။** အောက်ပါအချက်များကို စစ်ဆေးဆောင်ရွက်ရပါမည် -

(က) အများအားဖြင့် ကွန်ကရစ်အဆောက်အဦများတွင် Diaphragm (တပ်ဆင်ထားသည့် အခင်းနှင့် ကွန်ကရစ်နံရံပြားဖွဲ့စည်းမှု) များက လုံလောက်မှုရှိသည်။ သို့သော် ကြီးမားသော အလွတ်နေရာများ (Large Openings) ရှိလာသောအခါများတွင် လုံလောက်မှုမရှိနိုင်ပါ။

(ခ) Diaphragm များ၏ ခံနိုင်ရည်ကို တိုးတက်အောင်ပြုလုပ်ရန် နည်းလမ်းများတွင် သံလွှာထပ်ဖြည့်ခြင်း၊ ကွန်ကရစ်ခင်း slab များ (Topping Slabs) ထည့်သွင်းခြင်း၊ ကွန်ကရစ်ခင်း၏ အပေါ်မျက်နှာပြင်တွင် သံမဏိပြားအားဖြည့်ခြင်း၊ သို့မဟုတ် ကွန်ကရစ်ခင်း Slab များအောက်တွင် အလျားလိုက်ယက်မများ Diaphragm များ (Horizontal Braced Diaphragms) တပ်ဆင်ခြင်းတို့ ပါဝင်သည်။

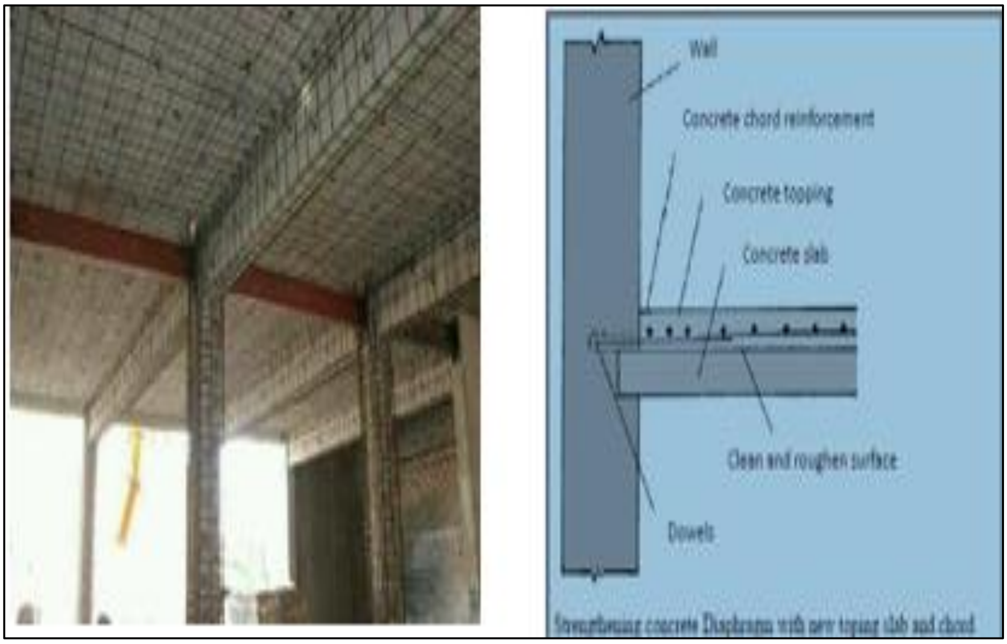


Figure.2.12 သံချောင်းများဖြင့် Diaphragm အားကောင်းစေခြင်း

၁၀။ **အထက်ဖော်ပြပါ နည်းလမ်းများသည် Rapid Post Disaster အရ ဆောင်ရွက်ရမည့် Building Usability Assessment နည်းလမ်းများဖြစ်ပြီး နိုင်ငံတကာအသိအမှတ်ပြု နည်းပညာမြင့် ပစ္စည်းကိရိယာများကို အသုံးပြုဆောင်ရွက်သည့် ခေတ်မီနည်းလမ်းများကိုလည်း ကျွမ်းကျင်သော အသိအမှတ်ပြု Structure Engineer/Designer များ၏ စိစစ်အကဲဖြတ် ဆုံးဖြတ်ကြပ်မတ်မှုဖြင့် ဆောင်ရွက်နိုင်ပါသည်။**

အနီရောင်အဆင့်

ပြိုကျခြင်း၊ ယိုင်လဲခြင်း နှင့် ပျက်စီးမှု ပြင်းထန်သော အဆောက်အဦများအား စိစစ်အကဲဖြတ်၍ ဖျက်သိမ်းခြင်းနှင့် နည်းပညာမြင့် ပစ္စည်းကိရိယာများဖြင့် အဆင့်မြှင့်တင် အကြီးစားပြုပြင်ခြင်း

အနီရောင်အဆင့် ပြိုကျခြင်း၊ ယိုင်လဲခြင်းနှင့် ပျက်စီးမှု ပြင်းထန်သော အဆောက်အဦများကို စိစစ်အကဲဖြတ်၍ ဖျက်သိမ်းခြင်းနှင့် နည်းပညာမြင့် ပစ္စည်းကိရိယာများ အသုံးပြု၍ အဆင့်မြှင့်တင် အကြီးစားပြုပြင်ခြင်း

၁။ အဓိကရည်ရွယ်ချက်မှာ အဆောက်အဦများ ပြိုကျခြင်း၊ ယိုင်လဲခြင်းနှင့် ပြင်းထန်သော ပျက်စီးမှုများ ရှိသည့် အနီရောင်အဆင့် အဖြစ် သတ်မှတ်ထားရှိသော အဆောက်အဦများကို Level-2 (အဆင့်-၂) စစ်ဆေးရေးအဖွဲ့များဖြင့် စက်ကိရိယာ စုံလင်စွာ အသုံးပြု၍ အသေးစိတ် စစ်ဆေးပြီး၊ အဆိုပါအဆောက်အအုံများ ဆက်လက်ဆောင်ရွက်ရမည့် နည်းလမ်းအား ကျွမ်းကျင် ပညာရှင်များ ပါဝင်သော ဘုတ်အဖွဲ့က စိစစ်အကဲဖြတ် ဆုံးဖြတ်ရပါမည်။

၂။ **စိစစ်အကဲဖြတ်ခြင်း** ။ အနီရောင်အဆင့် သတ်မှတ်ထားသော အဆောက်အဦများကို Level-2 (အဆင့်-၂) စစ်ဆေးရေးအဖွဲ့များဖြင့် စစ်ဆေးပြီးပါက အနီရောင်အဆင့်အဖြစ် ဆက်လက် သတ်မှတ်၍ ဖယ်ရှားရှင်းလင်းခြင်း (သို့မဟုတ်) လိမ္မော်ရောင်အဆင့်သို့ ပြောင်းလဲ သတ်မှတ်၍ ကျွမ်းကျင်ပညာရှင်များဖြင့် စနစ်တကျပြင်ဆင်ခြင်းတို့ကို ဆက်လက် ဆောင်ရွက် နိုင်ရန်အတွက် ဘေးအန္တရာယ် ကင်းရှင်းမှု စစ်ဆေးရေးအဖွဲ့များ၏ ကွင်းဆင်း စစ်ဆေးချက်များ အရ တာဝန်ရှိ သူများ၏ စိစစ်အကဲဖြတ် အတည်ပြုချက်ဖြင့် အောက်ပါအတိုင်း ဆက်လက် ဆောင်ရွက်ရပါမည် -

(က) **အနီရောင်အဆင့်အဖြစ် ဆက်လက်သတ်မှတ်၍ ဖယ်ရှားရှင်းလင်းခြင်း ။** အဆောက်အဦများ ပြိုကျသွားခြင်း၊ ယိုင်လဲသွားခြင်းနှင့် အဆောက်အဦ၏ ကြံ့ခိုင်မှုအတွက် အဓိကဝန်ထမ်းပေးထားသော Column များတွင် Structure များ ပြင်းထန်စွာပျက်စီး၍ အဆောက်အဦ ပစ္စည်း အရည် အသွေးများ ကျဆင်း နေသော အခြေအနေဖြစ်ကြောင်းနှင့် ပြုပြင်ရန် မသင့်ကြောင်း Level-2 (အဆင့်-၂) စစ်ဆေးရေးအဖွဲ့မှ တင်ပြလာပါက စိစစ်အကဲဖြတ်ဘုတ်အဖွဲ့၏ အတည်ပြုချက်ဖြင့် အနီရောင်အဆင့် ဆက်လက်သတ်မှတ်ပြီး ဘေးအန္တရာယ် ကင်းရှင်းစေရေးအတွက် ဖယ်ရှားရှင်းလင်းခြင်း ဆောင်ရွက်ရမည် ဖြစ်ပါသည်။ (ဖျက်သိမ်းရမည့် အဆောက် အအုံများတွင် တံခါး/ ပြတင်းနှင့် မီး၊ ရေ/ မိလ္လာ စသော ဆယ်တင် အသုံးပြုနိုင်သည့် ပစ္စည်းများကို စနစ်တကျ ဆယ်တင် သိမ်းဆည်းရန် လိုအပ်မည် ဖြစ်ပါသည်။)

(ခ) လိမ္မော်ရောင်အဆင့်သို့ ပြောင်းလဲသတ်မှတ်၍ ပြန်လည်ပြင်ဆင်ခြင်း ။
အဆောက်အဦသည် Structure များ ထိခိုက်မှုများ ရှိသော်လည်း ပြိုကျခြင်း၊ ယိုင်လဲခြင်း မရှိဘဲ အဆောက်အဦ၏ အဓိက ဝန်ထမ်း ပေးထားသော Column များတွင် Structure များ ပြန်လည်ပြုပြင်နိုင်သည့် အခြေအနေတွင် ရှိခြင်း၊ အဆောက်အဦ၏ မူလဒီဇိုင်း (Design) နှင့် အရည်အသွေး ကောင်းမွန်ခြင်း၊ ကျွမ်းကျင်သော Structural Engineer / Designer ဖြင့် အချိန်ယူ၍ စနစ်တကျ ပြင်ဆင်လျှင် ပြန်လည် အသုံးပြုနိုင်သည့် အခြေအနေတွင် ရှိကြောင်း Level-2 (အဆင့်-၂) စစ်ဆေးရေးအဖွဲ့မှ တင်ပြလာပါက စိစစ် အကဲဖြတ်ဘုတ်အဖွဲ့၏ အတည်ပြုချက်ဖြင့် လိမ္မော်ရောင်အဆင့်သို့ ပြင်ဆင် သတ်မှတ်၍ ပြန်လည် ပြုပြင် ဆောင်ရွက်နိုင်ပါသည်။ (ပြန်လည် ပြင်ဆင်မည် ဆိုပါက သာမန် အင်ဂျင်နီယာ များဖြင့် ပြင်ဆင်ခွင့်မပြုဘဲ အသိအမှတ်ပြု လက်မှတ်ရ မှတ်ပုံတင်အင်ဂျင်နီယာပညာရှင် (Professional Engineer-P.E) Structure / Construction များမှ ပြင်ဆင်မည့်နည်းလမ်း (Method Statement) နှင့် အသုံးပြုမည့် ပစ္စည်းတို့အား စနစ်တကျ တွက်ချက် အတည်ပြုပြီး မှသာ ပြင်ဆင်ဆောင်ရွက်ရမည် ဖြစ်ပါသည်။)

၃။ **အနီရောင် အဆင့်မြှင့်တင် အကြီးစား ပြုပြင်ခြင်း** ။ မျှော်မှန်းထားသော ငလျင်ဒဏ် ခံနိုင်ရည်၊ ပျက်စီးမှု အဆင့်၊ အစိတ်အပိုင်းများ၏ အမျိုးအစားနှင့် Connection များပေါ် မူတည်၍ Grout Injection ပြုလုပ်ခြင်း၊ ပျက်စီးနေသော အစိတ်အပိုင်းများကို ဖယ်ရှားပြီး အစားထိုးခြင်း သို့မဟုတ် Jacketing (သံကူကွန်ကရစ် သို့မဟုတ် သံမဏိဖြင့် အကျပ်ထည့်ခြင်း)၊ အုတ်မြစ် (Footing) နှင့် ကြမ်းခင်း (Slab) များကို သံကူအားဖြည့်ခြင်းဖြင့် လိမ္မော်ရောင် အဆင့်ကဲ့သို့ ပြုပြင်ခြင်းများအပြင် ထပ်မံ လိုအပ်ပါက Bracing ထည့်၍ သော်လည်းကောင်း၊ Shear Wall များ ထည့်၍ သော်လည်းကောင်း၊ Carbon Fiber Reinforced Polymer (CFRP) သုံး၍ အားဖြည့်ခြင်း ဆောင်ရွက်၍ သော်လည်းကောင်း အသိအမှတ်ပြု လက်မှတ်ရ ကျွမ်းကျင်ပညာရှင် Structure Engineer / Designer များမှ လုပ်ငန်းဆိုင်ရာသတ်မှတ်ချက်စံ၏ နောက်ဆုံးကုဒ်ဖြင့် ဒီဇိုင်း ဆွဲခြင်းဖြင့် ထည့်သွင်း ဆောင်ရွက်ရပါမည်။

(က) Bracing ထည့်၍ အားဖြည့်ခြင်း ။ Bracing ထည့်၍ အားဖြည့်ခြင်းကို အောက်ပါ လုပ်ငန်းစဉ်များဖြင့် ဆောင်ရွက်ရပါမည် -

(၁) ထောက်မ တွဲဆက်မည့် အစိတ်အပိုင်းများ (လက်ရှိ ရှိပြီးသား Column သို့မဟုတ် Beam) တွင် အထိုင်မူလီ (Anchor bolt) များကို တပ်ဆင်ပါ။

(၂) သံပြားများ (Plates) နှင့် ဒေါင်လိုက်ထောက်တိုင်များ (Vertical struts) ကို တပ်ဆင်ပါ။

(၃) စောင်းလျက်ရှိသော ထောက်တိုင်များ (Inclined struts) ကို တပ်ဆင်ပါ။ တွဲဆက်မှုအစိတ်အပိုင်း (Connections) အားလုံးသည် ဂဟေဆော်ရမည့် တွဲဆက်မှုအစိတ်အပိုင်း (Welded connections) ဖြစ်ရမည်။

(၄) ဒိုင်းအကန့်များ (Bracings) တပ်ဆင်ရမည့် တည်နေရာများကို အသိအမှတ်ပြု လက်မှတ်ရကျွမ်းကျင်ပညာရှင် Structure Engineer/ Designer ၏ Design ပုံစံ (Drawing) တွင် ဖော်ပြထားသည့်အတိုင်း တိကျစွာ ဆောင်ရွက်ပါ။

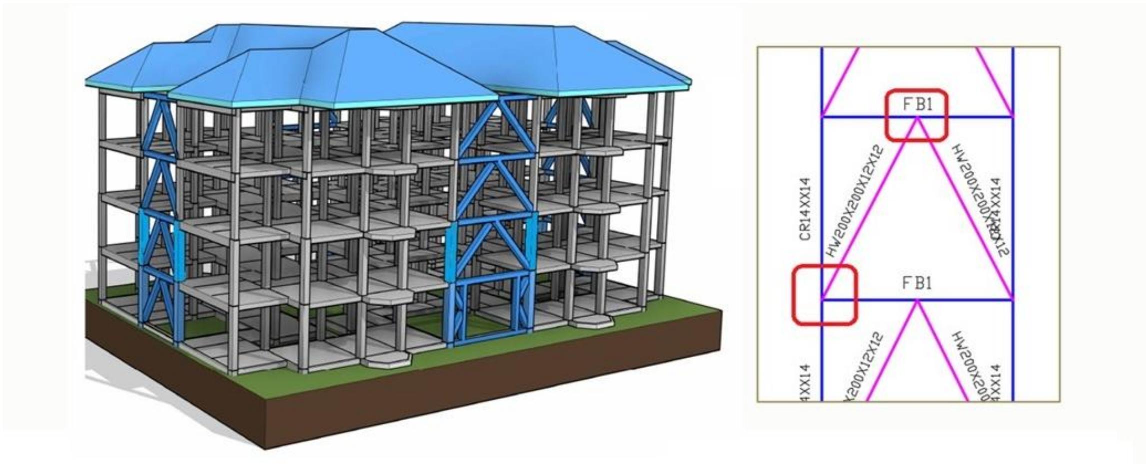


Figure 3.1 Brace System in Building

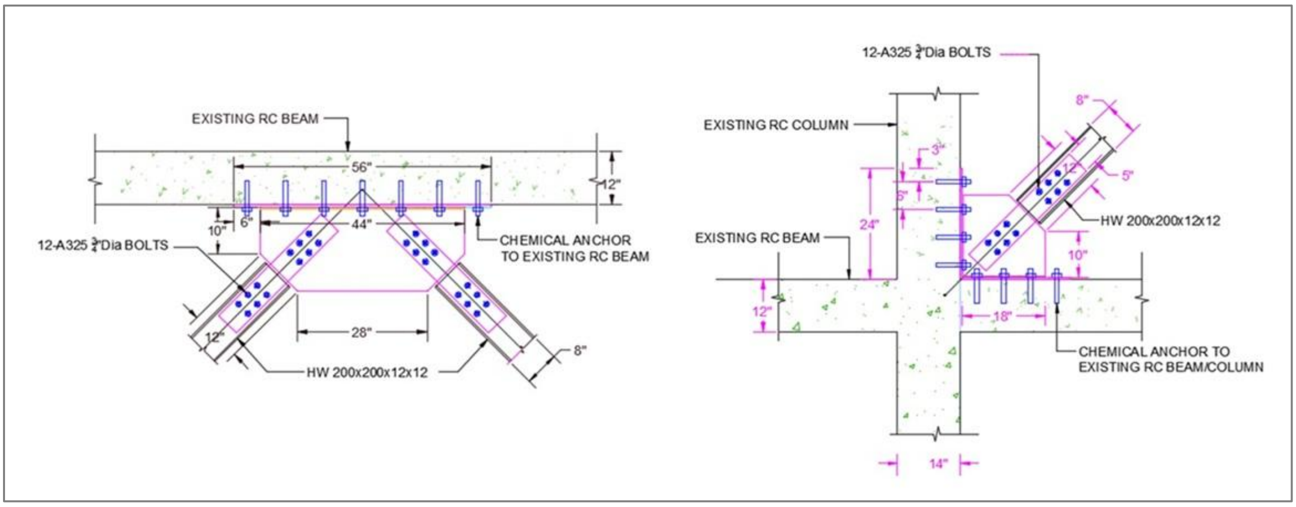


Figure 3.2 Detailing of Joints

Figure 3.3 Temporary Bracing inclined strut and Strengthening with Bracing

(ခ) Shear Wall ထည့်သွင်း၍ အားဖြည့်ခြင်း ။ Shear Wall ထည့်သွင်းခြင်းကို အောက်ပါ လုပ်ငန်းစဉ်များဖြင့် ဆောင်ရွက်ရပါမည် -

(၁) လက်ရှိ ရှိပြီးသား Column များနှင့် Beams များထဲသို့ အပေါက်များ ဖောက်ပြီး မျက်နှာပြင်ကို သန့်ရှင်းပါ။ Chemical အသုံးပြု၍ Dowels များ တပ်ဆင်ပါ။

(၂) အသိအမှတ်ပြု လက်မှတ်ရကျွမ်းကျင်ပညာရှင် Structure Engineer/ Designer ၏ Design အတိုင်း Rebar (Tie/ Dowel) များ တပ်ဆင်ပါ။

(၃) ကွန်ကရစ်ရည်များ ယိုစိမ့်မှု မရှိစေရန်အတွက် သစ်သားပုံစံ ဆင်ခြင်း (Formwork) စနစ်တကျ ဆောင်ရွက်ပါ။

(၄) ကွန်ကရစ်သားများကြား အပေါက်ဖြစ်ကျန်ခဲ့ခြင်း (Honeycombs) မရှိစေရန် အတွက် ကွန်ကရစ်ကို တစ်လွှာချင်းစီ စနစ်တကျ လောင်းထည့်ပြီး Vibrator အသုံးပြု၍ ဆောင်ရွက်ပါ။ အနည်းဆုံး ၇ ရက်ခန့် Curing ပြုလုပ်ပါ။

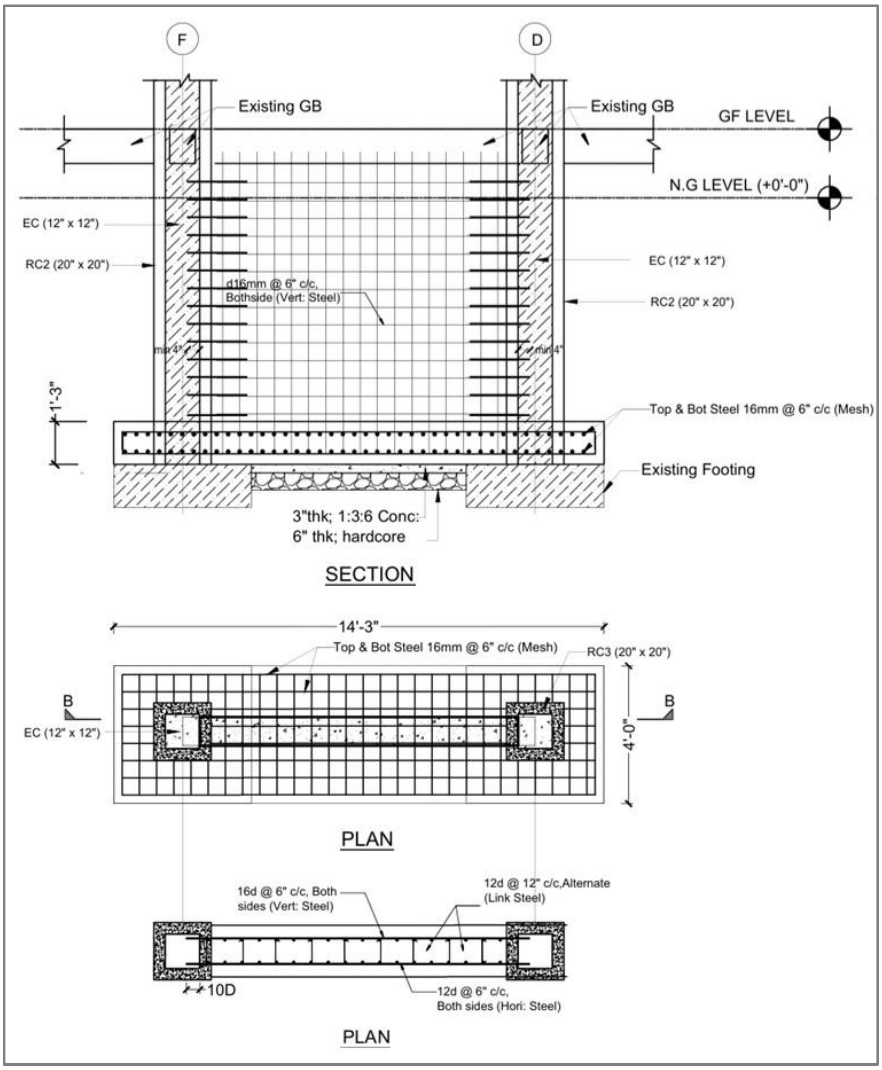


Figure 3.4 Strengthening with Shear Wall

(ဂ) Carbon Fibre Reinforcement Ploymer (CFRP) သုံး၍ အားဖြည့်ခြင်း ။ CFRP သုံး၍ အားဖြည့်ခြင်းကို အောက်ပါလုပ်ငန်းစဉ်များဖြင့် ဆောင်ရွက်ရပါမည် -

(၁) ကွန်ကရစ် မျက်နှာပြင်ပေါ်ရှိ ဆေးဟောင်းများ၊ ဖုန်များနှင့် ပွနေသော ကွန်ကရစ်များကို ဖယ်ရှားပါ။

(၂) ချိုင့်ခွက်များ (အထူးသဖြင့် Carbon Plate သို့မဟုတ် Carbon Fibre ကပ်မည့် နေရာ) ကို Repair Mortar / Epoxy Filler ဖြင့် ဖို့ပြီး ညီညာအောင် လုပ်ပါ။ CFRP မဆောင်ရွက်မီ မျက်နှာပြင်သည် ခြောက်သွေ့ပြီး သန့်ရှင်း နေရမည်။

(၃) အသုံးပြုမည့် ပစ္စည်း (Carbon Plate သို့မဟုတ် Carbon Fibre) ပေါ်မူတည်၍ အသုံးပြုရမည့် ကော်စေး (Adhesive Material) ကို သုတ်လိမ်းပါ။

(၄) အသိအမှတ်ပြု လက်မှတ်ရ ကျွမ်းကျင်ပညာရှင် Structure Engineer/ Designer ၏ Design အတိုင်း အသုံးပြုမည့် ပစ္စည်း (Carbon Plate သို့မဟုတ် Carbon Fibre) ကို ဖြတ်တောက်၍ ကပ်ပါ။ အကယ်၍ Design ပုံစံတွင် အလွှာပေါင်းများစွာ (Multiple layers) ကပ်ရန် သတ်မှတ်ထားပါက ကော်စေး ရွှဲစေခြင်းနှင့် ပတ်ခြင်းအဆင့်များကို ထပ်ခါ တလဲလဲ ပြုလုပ် ပေးရမည်။

Figure 3.5 CFRP Strengthening

၄။ **ပြုပြင်ခြင်း မဆောင်ရွက်မီ ယာယီ အားဖြည့်ခြင်း** ။ ပျက်စီးနေသော အစိတ်အပိုင်းများကို ဖယ်ရှားပြီး အစားထိုးခြင်း သို့မဟုတ် Jacketing (သံကူကွန်ကရစ် သို့မဟုတ် သံမဏိဖြင့် အကျပ်ထည့်ခြင်း) မဆောင်ရွက်မီ ထောက်တိုင်များ စနစ်တကျ တပ်ဆင်ခြင်းကို စနစ်တကျ လုပ်ဆောင်ရပါမည်။

(က) တိုင်ပတ်ပတ်လည်ရှိ အုတ်နံရံများ၊ ဗိသုကာအလှဆင်ပစ္စည်းများနှင့် Ceiling (မျက်နှာကြက်) များကို ဖယ်ရှားပြီး လုပ်ငန်းခွင် ရှင်းလင်းပါ။

(ခ) သတ်မှတ်အကွာအဝေးအလိုက် ထောက်တိုင်များ (Steel Props) တပ်ဆင်ပါ။

(ဂ) တိုင်ဟောင်းကို မထိခိုက်မီ ထောက်တိုင်စနစ် (Shoring System) တစ်ခုလုံး ခိုင်ခံ့မှု ရှိမရှိ အင်ဂျင်နီယာမှ သေချာစစ်ဆေးအတည်ပြုပြီးမှသာ တိုင်ဟောင်း၏ Concrete Surface ကို ဖယ်ရှားခြင်း နှင့် Structural Jacketing အဆင့်များကို စတင်ပါ။

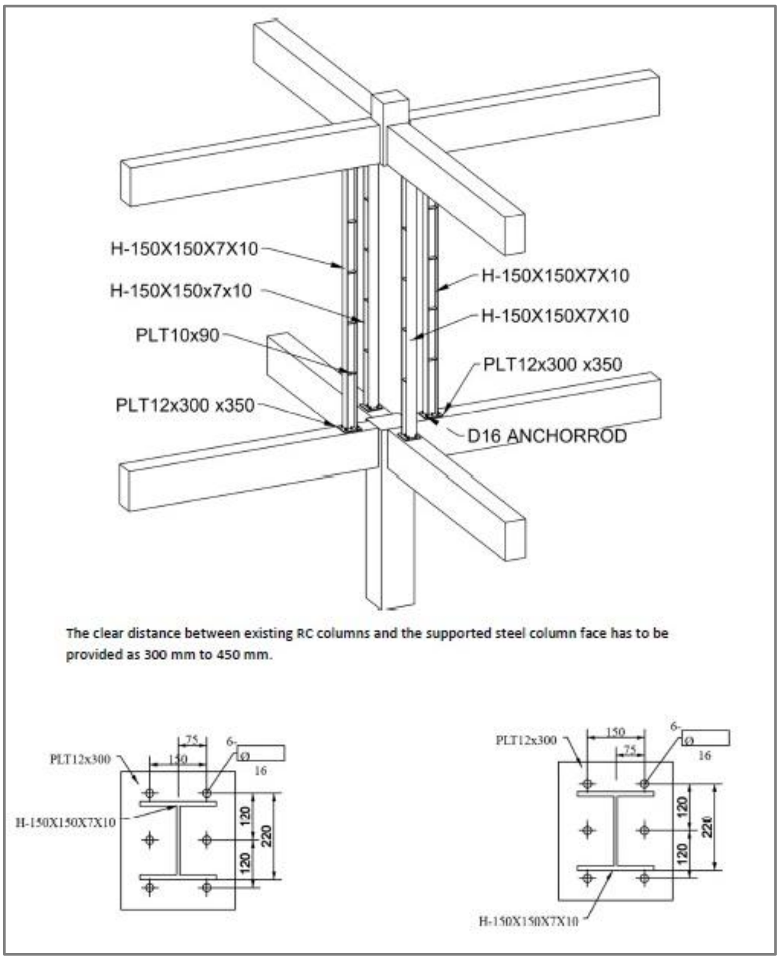


Figure 3.6 Detailing of Temporary Support

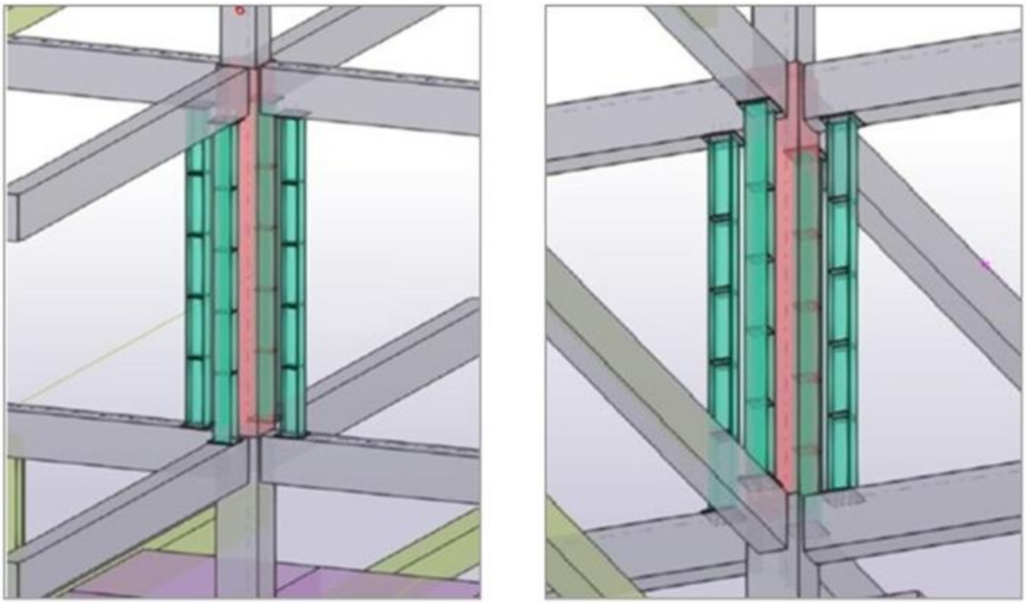
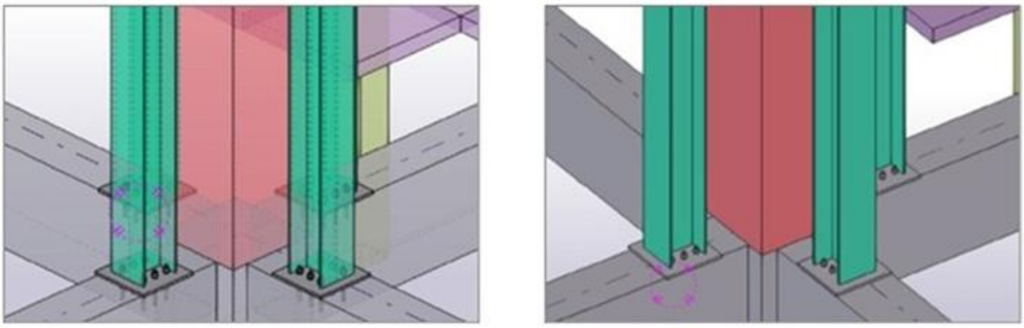


Figure 3.7 3D Views of Shoring System

(4 numbers of Beam and Interior Column Joint)



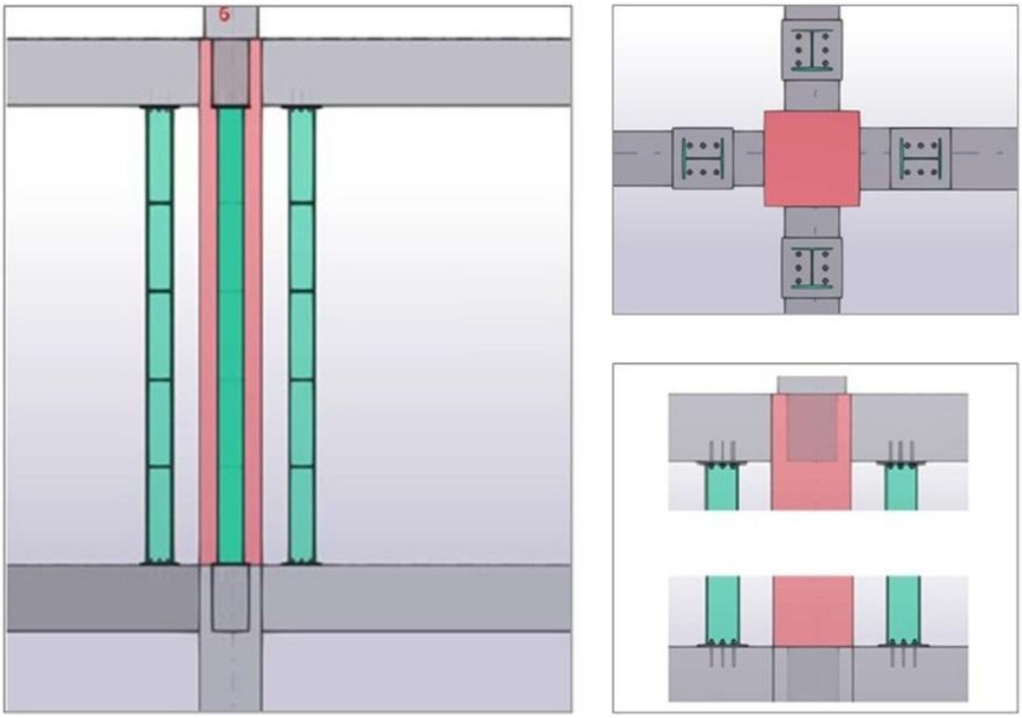


Figure 3.8 3D Views, Section and Plan of Shoring System

(4 numbers of Beam and Interior Column Joint)

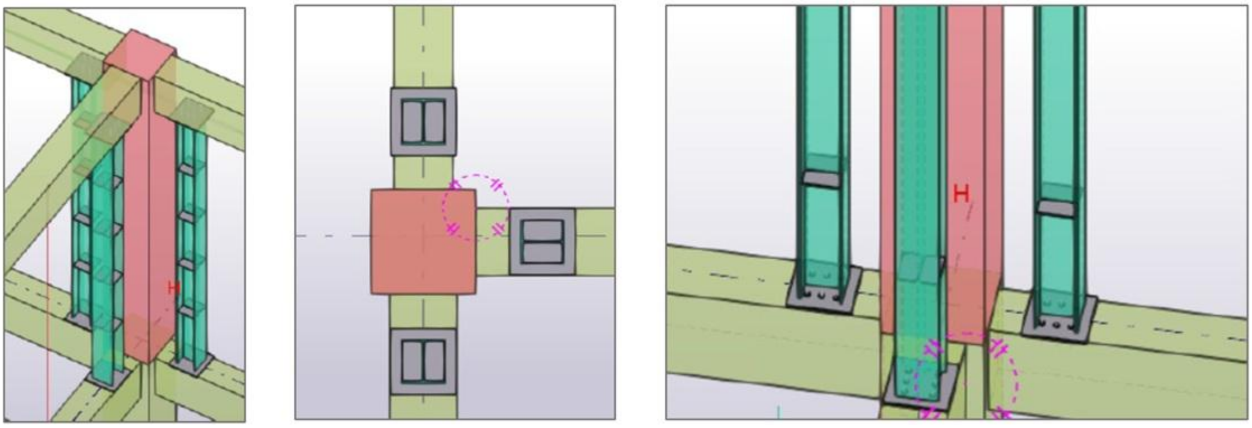


Figure 3.9 3D Views and Plan of Shoring System

(3 numbers of Beam and Exterior Column Joint)

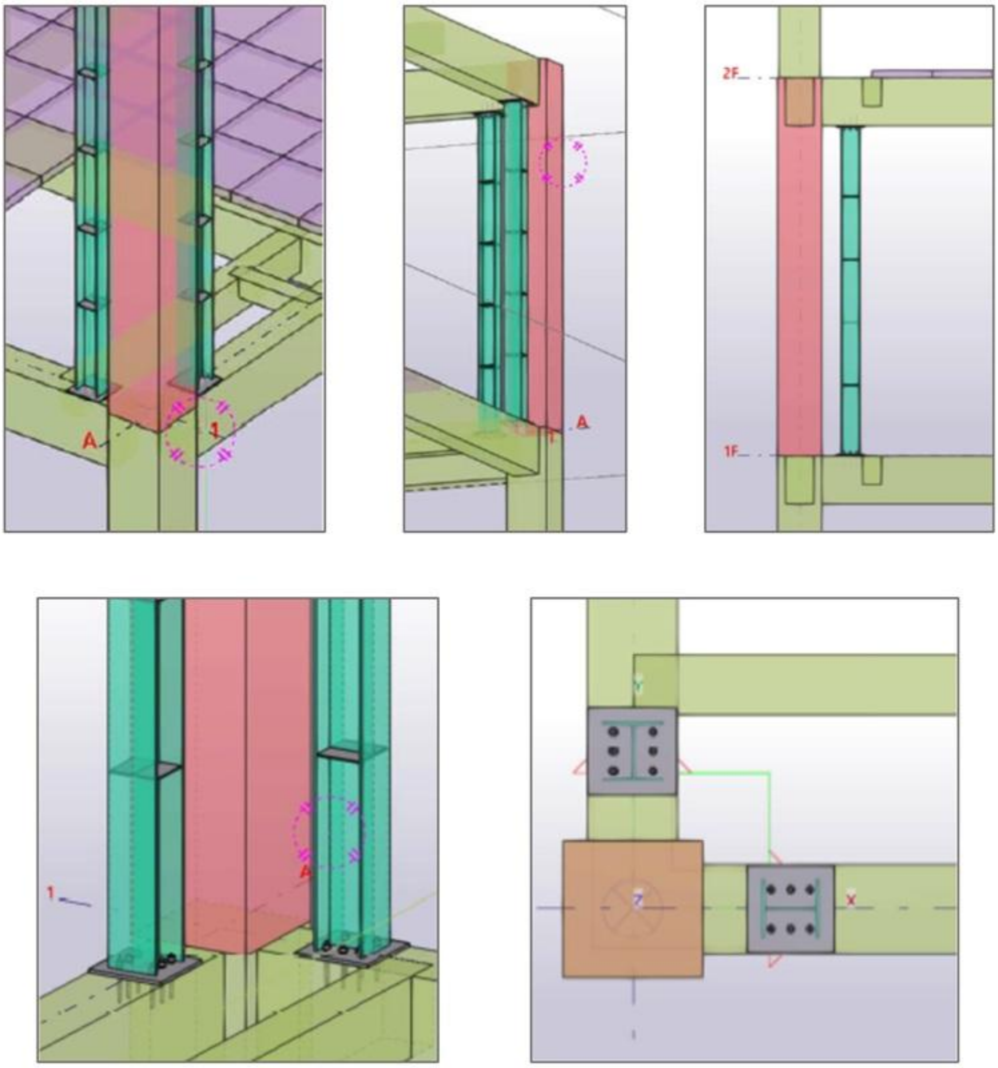


Figure 3.10 3D Views and Plan of Shoring System

(2 numbers of Beam and Exterior Column Joint)

Figure 3.11 Shoring System with Steel Props

၅။ **မြေဆီလွှာ ပြုပြင်မွမ်းမံခြင်း (Soil Improvement)** ။ အုတ်မြစ် (Footing) ကို သံကူအားဖြည့်ခြင်း အပြင် အဆောက်အဦ၏ ဝန်ကို ကောင်းမွန်စွာ ထမ်းနိုင်စေရန်၊ မြေပြိုခြင်းနှင့် အုတ်မြစ် (Footing) နှင့် ကြမ်းခင်း ကျုံ့ကျခြင်းတို့ကို ကာကွယ်နိုင်ရန်အတွက် မူလမြေကြီး၏ ဂုဏ်သတ္တိများကို ပြုပြင်မွမ်းမံရန် ဓာတုပစ္စည်း (ဘိလပ်မြေ သို့မဟုတ် ထုံး) ရောစပ်၍ ပြုပြင်ခြင်း သော်လည်းကောင်း၊ မြေကြီးထဲရှိ အက်ကွဲကြောင်းများနှင့် လေဟာနယ်များ ထဲသို့ ဘိလပ်မြေရည် သို့မဟုတ် ဓာတုရည်များကို ဖိအားဖြင့် Grouting ထိုးသွင်း၍ ပြုပြင်ခြင်း သော်လည်းကောင်း လိုအပ်ပါက အသိအမှတ်ပြု လက်မှတ်ရ ကျွမ်းကျင်ပညာရှင် Geotechnical Engineer / Designer များ၏ လမ်းညွှန်မှုဖြင့် ဆောင်ရွက်ရပါမည်။

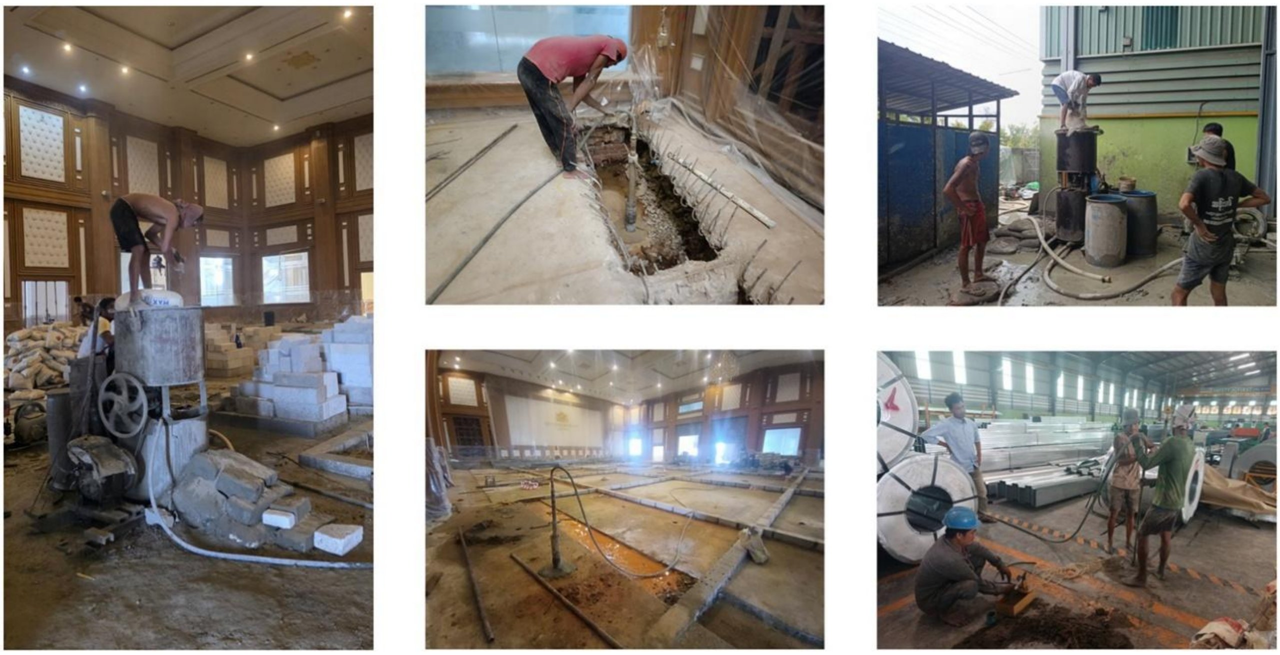


Figure 3.12 Soil Improvement with Grouting in Construction

၆။ **အဆောက်အဦများ အသစ်တည်ဆောက်ခြင်း** ။ အဆောက်အဦများကို အသစ်တည်ဆောက်ရာတွင် အခြေခံအကျဆုံးဖြစ်သော မြေသားခံနိုင်ဝန်အားကို စနစ်တကျ စမ်းသပ်စစ်ဆေး၍ ရရှိလာသော Soil Test Result အား အသုံးပြုရပါမည်။ မြေစမ်းသပ်ထားသော အစီရင်ခံစာ (Soil Investigation Report) တွင် မြေသားအဆင့် သတ်မှတ်ချက် (Site Class) ပြုလုပ်ရန် မြေနမူနာယူရမည့်တွင်း (Boring) အရေအတွက် နှင့် မြေအနက်ကို ဆောက်လုပ်ရေးဝန်ကြီးဌာနမှ ထုတ်ပြန်ထားသော **မြန်မာနိုင်ငံ အဆောက်အအုံဆိုင်ရာ စံချိန်စံညွှန်း လမ်းညွှန်ချက်များ Myanmar National Building Code (MNBC 2025)** တွင်

သတ်မှတ်ထားရှိမှုနှင့်အညီ စမ်းသပ် ဆောင်ရွက်ရန် လိုအပ်ပါမည်။ ထို့အပြင် MNBC 2025 တွင် ဖော်ပြပါရှိသော ငလျင်ကြောင့် မြေပြင် ရွေ့လျားမှုဆိုင်ရာ လှိုင်းတို (S_s) နှင့် တစ်စက္ကန့်လှိုင်း (S_1) အရှိန် တန်ဖိုးများအပေါ် အခြေခံ၍ သတ်မှတ်ထားသော ငလျင်ဒီဇိုင်း အမျိုး အစားများ (Seismic Design Category) အလိုက် ငလျင်လှုပ်ခတ်မှု ဒဏ်ကို ခံနိုင်သည့် ဒီဇိုင်းပုံစံများကို မြန်မာနိုင်ငံအင်ဂျင်နီယာကောင်စီ၏ သတ်မှတ်ချက်နှင့်အညီ အသိအမှတ်ပြုလက်မှတ်ရ မှတ်ပုံတင်အင်ဂျင်နီယာပညာရှင် (Professional Engineer-P.E) ၊ မှတ်ပုံတင်အကြီးတန်း အင်ဂျင်နီယာ (Register Senior Engineer-R.S.E) Structural / Geotechnical များဖြင့် ဒီဇိုင်းရေးဆွဲတွက်ချက်၍ တည်ဆောက်ရန် လိုအပ်မည်ဖြစ်ပြီး အဆောက်အဦပုံစံများကို ရှည်လျားသောပုံစံ အသုံးပြုခြင်း မပြုဘဲ Block အလိုက်ကို Expansion Joint ခွာ၍ တည်ဆောက်သည့် ပုံစံအားအသုံးပြု ဆောင်ရွက်ရန် လိုအပ်မည် ဖြစ်ပါသည်။ (ငလျင်လှုပ်ခတ်မှု ပြင်းအား သတ်မှတ်ချက် ရစ်(ခ်)တာ စကေး ၈ အထိ ခံနိုင်သော Structure Design ဖြင့် ဆောင်ရွက်ရန် လိုအပ်မည် ဖြစ်ပါသည်။)

ကိုးကားစာအုပ်များ

1. Antoniou, S. (2023). ***Seismic retrofit of existing reinforced concrete buildings***. Wiley-Blackwell.

2. Department of Urban Development and Building Construction. (2016). ***Seismic retrofitting guidelines of buildings in Nepal***. Ministry of Urban Development, Government of Nepal.

3. Federal Emergency Management Agency. (2006). ***Techniques for the seismic rehabilitation of existing buildings* (FEMA 547)**. U.S. Department of Homeland Security.

4. Ministry of Construction. (2025). ***Myanmar national building code 2025***. Government of the Republic of the Union of Myanmar.

5. Myanmar Engineering Society, UN-Habitat, & Myanmar Engineering Council. (2019). ***Field guide: Rapid post disaster, building usability assessment***.

6. National Disaster Management Authority. (2009). ***Seismic retrofitting and repair manual for buildings*** (Q. Ali, Ed.). NDMA Pakistan; United Nations Development Programme (UNDP).

7. UN-Habitat, & Myanmar Engineering Society. (2011). ***Guidelines on retrofitting of rural houses in Myanmar***. United Nations Human Settlements Programme.

လျှေင်ဒဏ်ကြောင့် ပျက်စီးသွားသော လမ်းများအတွက်

လမ်းအမျိုးအစားအလိုက်နှင့် ပျက်စီးမှု ပုံစံအလိုက် ပြန်လည်ပြုပြင်ရာတွင်

လိုက်နာဆောင်ရွက်ရမည့် လုပ်ထုံးလုပ်နည်းနှင့် ဆောင်ရွက်ရမည့် လုပ်ငန်းအဆင့်ဆင့်

(Standard Operating Procedure – SOP)

လျှောင်ဒဏ်ကြောင့် ပျက်စီးသွားသော လမ်းများအတွက် လမ်းအမျိုးအစားအလိုက်နှင့် ပျက်စီးမှု ပုံစံအလိုက် ပြန်လည်ပြုပြင်ရာတွင် လိုက်နာဆောင်ရွက်ရမည့် လုပ်ထုံးလုပ်နည်း (Standard Operating Procedure – SOP)

၁။ အဓိကရည်ရွယ်ချက်မှာ ပျက်စီးသွားသော လမ်းများ၏ မူလပုံစံနှင့် အရည်အသွေးကို ပြန်လည်ရရှိနိုင်ရေးအတွက် ပြင်ဆင်မှုများကို လျှင်မြန်စွာ စတင်ဆောင်ရွက်နိုင်ရန် ဖြစ်ပါသည်။

၂။ **လျှောင်ဒဏ်ကြောင့်လမ်းပျက်စီးမှုပုံစံများ။** အင်အားအလွန်ပြင်းထန်သော မြေလျှင် ဖြစ်ပေါ်ပြီးနောက် ပျက်စီးသွားသော လမ်းများ၏ အဓိကပျက်စီးမှုပုံစံများကို အောက်ပါအတိုင်း တွေ့ရှိရပါသည်-

(က) လမ်းသားထိခိုက်မှုနည်းသော အက်ကွဲကြောင်းများ (Minor Cracks)

(ခ) လမ်းသားထိခိုက်မှုရှိသော အက်ကွဲကြောင်းများ (Major Cracks)

(ဂ) လမ်းသားထိခိုက်မှုများသော ကွန်ကရစ်လမ်းလွှာ ကွဲအက်နိမ့်ကျမှု (Surface Rupture and Settlement)

(ဃ) လမ်းတစ်ခြမ်းနိမ့်ကျ၍ ကွန်ကရစ်လမ်းလွှာပျက်စီးမှု (Differential Settlement)

(င) တံတားအဝင်အထွက် ချဉ်းကပ်လမ်း နေရာများတွင် နိမ့်ကျမှု (Approach Road Settlement)

(စ) ကန့်လန့်ဖြတ်ကွန်ကရစ်လမ်းလွှာများ အပေါ်/အောက်ဘက်သို့ ကားထွက်/နိမ့်ကျ ပျက်စီးမှု (Bulges or Depression)

(ဆ) ကွန်ကရစ်လမ်းမျက်နှာပြင်လွှာ အနည်းငယ် နိမ့်ကျ / မြင့်တက်မှု (Faulted Slab)

(ဇ) ကွန်ကရစ်မျက်နှာပြင်လမ်းလွှာ အလျားလိုက်/ကန့်လန့်ဖြတ် ရွေ့လျား၍ ပျက်စီးမှု (Slab Movement)

(ဈ) ကတ္တရာကွန်ကရစ်လမ်း နိမ့်ကျပျက်စီးမှု (Depression of Asphalt Concrete)

(ည) ကတ္တရာကွန်ကရစ်လမ်း တွန့်ခေါက်ပျက်စီးမှု (Corrugation of Asphalt Concrete)

(ဋ) Pen-Mac လမ်းနိမ့်ကျပျက်စီးမှု (Depression of Pen. Mac.)

(ဋ) ငလျင်ပြတ်ကွဲအက်ခြင်းနှင့် မြေအရည်ပျော်ခြင်းကြောင့် မြေသားတာဘောင် ပျက်စီးမှု (Fault Rupture and Liquefaction Effects on Embankment)

(ဌ) မြေသားတာဘောင် ထိခိုက်ပျက်စီးမှု (Spreading / Settlement / Slope Failure of Embankment)

(ဃ) မြေကာနံရံနှင့် မြေထိန်းအဆောက်အအုံများ ပျက်စီးမှု (Cracking/Sliding/ Overturning and Settlement of Walls and Earth Retaining Structures)

၃။ **လမ်းပျက်စီးမှုများကို ပြန်လည်ပြုပြင်တည်ဆောက်ရမည့် ပုံစံများ ။** အင်အားအလွန် ပြင်းထန်သော မြေငလျင်ဖြစ်ပေါ်ပြီးနောက် ပျက်စီးသွားသောလမ်းများ၏ အဓိကပျက်စီးမှုပုံစံ များပေါ် အခြေခံ၍ အောက်ပါအတိုင်း ပြန်လည်ပြုပြင်တည်ဆောက်ရပါမည်-

(က) **လမ်းသားထိခိုက်မှုနည်းသော အက်ကွဲကြောင်းများ (Minor Cracks)** ဖြစ်ပေါ်၍ ပြန်လည်အသုံးပြုရန် သင့်တော်သည့် လမ်းအပိုင်းများ ပြုပြင်ခြင်းကို အောက်ပါ အတိုင်း ဆောင်ရွက်ရပါမည်-

(၁) လမ်းအက်ကွဲမှုပမာဏကို စစ်ဆေး၍ အောက်ခံမြေထဲသို့ Grouting ပြုလုပ်ပြီး မြေသားအင်အား ဖြည့်ရမည်။

(၂) ကွဲအက်မှုအကျယ် (Crack Opening) (<25mm) ၂၅ မီလီမီတာအောက် ကွဲအက်မှု ဖြစ်ပေါ်ပါက Crack Sealing / Crack Filling ဆောင်ရွက် ရမည်။

(၃) Crack Filling Material များ အဖြစ် Asphalt / Asphalt Emulsion, Asphalt Cement, Fiber Modified Asphalt, Polymer Modified Emulsion (PME) နှင့် Crack Sealing Material များအဖြစ် Asphalt Rubber (AR), Specialty AR Low Modulus, Silicone များကို အသုံးပြု ဆောင်ရွက်ရပါမည်။

(၄) Crack Sealing / Crack Filling ဆောင်ရွက်ပြီးပါက Material Setting မဖြစ်မီ ယာဉ်သွားလာမှုကြောင့် ပွတ်တိုက်မှုမဖြစ်ပေါ်စေရန် ယာဉ်သွားလမ်းအား ယာယီလမ်းလွှဲထား၍ ဆောင်ရွက်ရပါမည်။

(ခ) **လမ်းသားထိခိုက်မှုရှိသော အက်ကွဲကြောင်းများ (Major Cracks)** ဖြစ်ပေါ်နေသောလမ်းအပိုင်းများကို ပြုပြင်တည်ဆောက်ရာတွင် အောက်ပါတို့ကို ဆောင်ရွက်ရပါမည်-

(၁) လမ်းအက်ကွဲမှုပမာဏကို စစ်ဆေး၍ အောက်ခံမြေထဲသို့ Grouting ပြုလုပ်ပြီး မြေသားအင်အား ဖြည့်ရမည်။

(၂) ကွဲအက်မှုအကျယ် (Crack Opening) (>25mm) ၂၅ မီလီမီတာအထက်ဖြစ်ပြီး ကွဲအက်မှုအနက်သည် အနည်းဆုံး ၂ လက်မ မှ အများဆုံး ကွန်ကရစ် လမ်းလွှာအထူ၏ တစ်ဝက် (သို့မဟုတ်) Dowel Bar အပေါ်မျက်နှာပြင်အထက်ဖြစ်ပါက ကွန်ကရစ်လမ်းလွှာအား Partial Depth Repair အနည်းဆုံး အရှည် ၆ ပေ ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၃) ကွဲအက်မှုအကျယ် (Crack Opening) (>25mm) ၂၅ မီလီမီတာအထက်ဖြစ်ပြီး ကွဲအက်မှုအနက်သည် ကွန်ကရစ်လမ်းလွှာအထူ၏ တစ်ဝက်ထက်ကျော်လွန်ပြီး အလျား ၁၃ ပေ အောက် ဖြစ်ပါက ကွန်ကရစ်လမ်းလွှာအား Full Depth Repair ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၄) ကွဲအက်မှုအကျယ် (Crack Opening) (>25mm) ၂၅ မီလီမီတာ အထက်ဖြစ်ပြီး ကွဲအက်မှုအနက်သည် ကွန်ကရစ်လမ်းလွှာအထူ၏ တစ်ဝက်ထက်ကျော်လွန်ပြီး အလျား ၁၃ ပေ ထက်ပိုပါက ကွန်ကရစ်လမ်းလွှာအား Slab Replacement ဆောင်ရွက်ရမည်။

(ဂ) **လမ်းသားထိခိုက်မှုများသော ကွန်ကရစ်လမ်းလွှာ ကွဲအက်နိမ့်ကျမှု (Surface Rupture and Settlement)** ဖြစ်ပေါ်နေသော လမ်းပိုင်းများကို ပြုပြင်တည်ဆောက်ရာတွင် အောက်ပါတို့ကို ဆောင်ရွက်ရပါမည်-

(၁) ပျက်စီးနေသော ကွန်ကရစ်အပိုင်းအစများအား မခွဲထုတ်မီ မြေပြတ်ရွေ့အက်ကွဲကြောင်း (Fault) အနက်နှင့် အကျယ်ပေါ်မူတည်ပြီး ကွန်ကရစ်အက်ကွဲကြောင်းအတွင်းသို့ ရေဖိအားဖြင့်ထိုး၍ သဲဖြည့်သွင်းခြင်း (သို့) သဲများကို အလွှာလိုက် Vibration တုန်ခါမှုဖြင့် သဲဖြည့်သွင်း၍ သိပ်သည်းအောင်ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၂) ပျက်စီးနေသောကွန်ကရစ်အပိုင်းအစများအား ခွဲထုတ်၍ သင့်တော်သောနေရာတွင် စုပုံထားရှိရမည်။

(၃) ကွန်ကရစ်အကျိုးများအား သင့်တော်သည့် အရွယ်အစားရအောင်ကြိတ်ခွဲ၍ ဒုအခြေခံလွှာ (သို့) အမာခံအောက်ခံမြေ (Improved Subgrade) အဖြစ် လမ်းဒီဇိုင်းအင်ဂျင်နီယာ၏ ခွင့်ပြုချက်ဖြင့် ပြန်လည်အသုံးပြုနိုင်သည်။

(၄) ကျောက်ရောမြေ/ မြေနီ သို့မဟုတ် ရွေးချယ်ထားသောမြေကို အသုံးပြုကြိတ်ခင်း၍ ယာယီသွားလာနိုင်ရန် ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၅) အက်ကွဲကြောင်းအနက်ပေါ်မူတည်ကာ မြေသားလုပ်ငန်းမှစ၍ လမ်းလွှာဒီဇိုင်းအတိုင်း လမ်းလွှာအသစ် (Reconstruction) ပြန်လည်တည်ဆောက်ရမည်။

(ဃ) **လမ်းတစ်ခြမ်းနိမ့်ကျ၍ ကွန်ကရစ်လမ်းလွှာပျက်စီးမှုများ (Differential Settlement)** ဖြစ်ပေါ်နေသော လမ်းပိုင်းများကို ပြုပြင်တည်ဆောက်ရာတွင် အောက်ပါတို့ကို ဆောင်ရွက်ရပါမည်-

(၁) နိမ့်ကျပျက်စီးသွားသော လမ်းအပိုင်းရှိ ပျက်စီးသွားသော ကွန်ကရစ်အပိုင်းအစများကို ခွဲထုတ်ဖယ်ရှား၍ သင့်တော်သောနေရာများတွင် စုပုံထားပြီး ကြိတ်ခွဲထုချေရမည်။

(၂) ငလျင်ကြောင့် ကွန်ကရစ်ပျက်စီးမှုဖြစ်ပေါ်နေသော လမ်းလွှာအောက်တွင် မြေလွှာပြတ်ရွေ့ခြင်း၊ ကွဲအက်ခြင်း၊ နိမ့်ကျခြင်း၊ ဂလိုင်ဖြစ်ပေါ်ခြင်းများ တွေ့ရှိပါက ဘိလပ်မြေသရွတ်မှုတ်သွင်းခြင်း (Cement Grouting) ပြုလုပ်ခြင်း၊ ရေဖိအားဖြင့်ထိုး၍ သဲဖြည့်သွင်းခြင်း (သို့) သဲများကို အလွှာလိုက် Vibration တုန်ခါမှုဖြင့် သိပ်သည်းအောင် ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၃) ပြန်လည်တည်ဆောက်ရမည့် အပိုင်းဖြစ်ပါက ရွေးချယ်မြေဖြင့် အောက်ခံမြေသားတာဘောင်မှစ၍ ပြန်လည်ပြုပြင်ဖို့ကြိတ်ရမည်။

(၄) လမ်းဒီဇိုင်းအင်ဂျင်နီယာ၏ ခွင့်ပြုချက်ဖြင့် ကြိတ်ခွဲထုချေထားသော ကွန်ကရစ်အပိုင်းအစများအား သဲနှင့်ရော၍ ဒု-အခြေခံလွှာတွင် အသုံးပြုနိုင်သည်။

(၅) လမ်းလွှာဒီဇိုင်းအတိုင်း စနစ်တကျ ပြန်လည်တည်ဆောက်ရမည်။

(င) **တံတားအဝင်အထွက် ချဉ်းကပ်လမ်း နေရာများတွင် နိမ့်ကျမှု (Approach Road Settlement)** ဖြစ်ပေါ်နေသော လမ်းပိုင်းများကို ပြုပြင်တည်ဆောက်ရာတွင် အောက်ပါတို့ကို ဆောင်ရွက်ရပါမည်-

(၁) တံတားအဝင်အထွက် Abutment နှင့် ချဉ်းကပ်လမ်းအကြား လမ်းအောက်ခံမြေ လျှောပြတ်၍ နိမ့်ကျမှု/ ဂလိုင်/ ချိုင့်များ ဖြစ်ပေါ်မှုများအတွက် ဘိလပ်မြေသရွတ်မှုတ်သွင်းခြင်း (Cement Grouting) ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၂) မြေသားတာဘောင် ကွဲအက်နိမ့်ကျမှုအပေါ်မူတည်၍ မြေသားတာဘောင်အား တူးထုတ်၍ သဲ/ ကျောက်/ ကျောက်ရောမြေ/ ပြန်လည်အသုံးပြုနိုင်

သောကွန်ကရစ်အကျိုးအပဲ့ (Recycled Concrete Aggregate (RCA)) အသုံးပြုပြီး ဂလိုင်များအတွင်း အလွှာလိုက်ဖြည့်၍ (Vibration) တုန်ခါမှု ဖြင့် သိပ်သည်းအောင်ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၃) တည်ဆောက်ထားသည့် တံတား/ Box Culvert နှင့် ချဉ်းကပ်လမ်း Gradient အပေါ် မူတည်၍လည်းကောင်း၊ နိမ့်ကျသွားသည့် အနိမ့်အမြင့် ပမာဏအပေါ်မူတည်၍လည်းကောင်း၊ ယာယီဆောင်ရွက်မည့် ချဉ်းကပ် လမ်းကို ကျောက်ရောမြေ (သို့မဟုတ်) ကျောက်စရစ်မြေနီဖြင့် ဖြေညှိပြီး မူလ Gradient အတိုင်း ရရှိရန် (သို့မဟုတ်) ပြေပြစ်သော တံတားအတက် အဆင်းအဖြစ် ရရှိစေရန် (အများဆုံး Gradient 1% ထက်မပိုဘဲ) ကြိုတင် ရောကျောက်ကတ္တရာ (Pre Mix) / Reclaimed Asphalt Pavement (RAP)/ Level Seal တို့ဖြင့် ဖြေညှိဆောင်ရွက်ရမည်။

(၄) နိမ့်ကျသွားသည့် ချဉ်းကပ်လမ်းသည် ယာယီ ဖြေညှိဆောင်ရွက်ရန် မဖြစ် နိုင်ပါက အမြဲတမ်း ပြင်ဆင်ဆောင်ရွက်ရန် သတ်မှတ်ထားသည့် Gradient အတိုင်း ကမ်းကပ်ခုံအခြေတွင် (၂)ပေ အကျယ်အား ဒုအခြေခံလွှာသုံး ခွဲကျောက်/ ကျောက်စရစ် ၇၀% + သဲ ၃၀% ဖြင့် (၁)ပေစီ အလွှာလိုက် ဖို့ကြိတ်၍ သတ်မှတ်ချဉ်းကပ်လမ်း လမ်းလွှာဒီဇိုင်းအတိုင်း ဆောင်ရွက် ရမည်။

(၅) တံတားငယ်/ Culvert ၏ ပျက်စီးမှုများကို Assessment/ Detail Evaluation ပြုလုပ်၍ လိုအပ်ပါက ပြုပြင်ခြင်း/ အသစ်တည်ဆောက်ခြင်း ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၆) လမ်းလွှာဒီဇိုင်းအတိုင်း စနစ်တကျ ပြန်လည်တည်ဆောက်ရမည်။

(စ) **ကန့်လန့်ဖြတ်ကွန်ကရစ်လမ်းလွှာများ အပေါ်/ အောက်ဘက်သို့ ကားထွက်/ နိမ့်ကျပျက်စီးမှု (Bulges or Depression)** ဖြစ်ပေါ်နေသော လမ်းပိုင်းများကို ပြုပြင်တည်ဆောက်ရာတွင် အောက်ပါတို့ကို ဆောင်ရွက်ရပါမည်-

(၁) မြေလွှာပြတ်ရွေ့ခြင်းကြောင့် ကွန်ကရစ်လမ်းလွှာ အပေါ်ဘက်သို့ ထိုးထောင်ထွက်၍ ပျက်စီးသွားသော ကွန်ကရစ်လမ်းပိုင်းကို ခွဲထုတ်ဖယ်ရှား၍ သင့်တော်သောနေရာများတွင် စုပုံထားရမည်။

(၂) လမ်းအောက်ခံမြေ လျှောပြတ်၍ ဂလိုင်/ ချိုင့် ဖြစ်ပေါ်မှုများအတွက် သဲဖြည့်သွင်းခြင်း/ ဘိလပ်မြေ သရွတ်မှုတ်သွင်းခြင်း (Cement Grouting) ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၃) ယာယီသွားလာနိုင်ရန် အမာခံအောက်ခံမြေအဖြစ် ကျောက်ရောမြေ (သို့) ကျောက်စရစ်မြေနီ (သို့) ကျောက်ကတ္တရာဖြင့် ဖြေညှိ၍ ကြိတ်ခင်းရမည်။

(၄) လမ်းဒီဇိုင်းအင်ဂျင်နီယာ၏ ခွင့်ပြုချက်ဖြင့် ကြိတ်ခွဲထုချေထားသော ကွန်ကရစ် အပိုင်းအစများအား သဲနှင့်ရော၍ ဒု-အခြေခံလွှာတွင် အသုံးပြုနိုင်သည်။

(၅) လမ်းပျက်စီးမှုပမာဏအပေါ်မူတည်၍ လမ်းလွှာဒီဇိုင်းအတိုင်း စနစ်တကျ ပြန်လည်တည်ဆောက်ရမည်။

(ဆ) **ကွန်ကရစ်လမ်းမျက်နှာပြင်လွှာ အနည်းငယ် နိမ့်ကျ / မြင့်တက်မှု (Faulted Slab)** ဖြစ်ပေါ်နေသော လမ်းပိုင်းများကို ပြုပြင်တည်ဆောက်ရာတွင် အောက်ပါတို့ကို ဆောင်ရွက်ရပါမည်-

(၁) ကွန်ကရစ်လမ်းလွှာအောက် လမ်းအောက်ခံမြေတွင် ဂလိုင်ဖြစ်ပေါ်ပါက ကနဦး သဲဖြည့်သွင်းခြင်းလုပ်ငန်း ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၂) ကွန်ကရစ်လမ်းသား ကောင်းမွန်၍ လမ်းသား အနည်းငယ်နိမ့်ကျမှု ဖြစ်ပေါ်နေသောအပိုင်းအား ယာယီသွားလာနိုင်ရန် ကြိုတင်ရောကျောက် ကတ္တရာ (Pre-mix) (သို့) ကတ္တရာ ကွန်ကရစ် (Black Base) ဖြင့် မျက်နှာပြင်ဖြေညှိလွှာ တည်ဆောက်ရမည်။

(၃) ကွန်ကရစ်လမ်းသား ကောင်းမွန်၍ မြင့်တက်နေသော အပိုင်းအား Partial Depth (Milling, Slot Stitching and Laying Concrete with 3600 psi)

ဆောင်ရွက်ပြီး လိုအပ်သော အင်အားရရှိရန်နှင့် ယာဉ်သွားလာမှု ကောင်းမွန်စေရန်အတွက် ကတ္တရာကွန်ကရစ် မျက်နှာပြင်ထပ်ပိုးလွှာ တည်ဆောက်ရမည်။

(၄) လိုအပ်ပါက ဘိလပ်မြေသရွတ်မှုတ်သွင်းခြင်း (Cement Grouting) ပါတွဲ၍ ဆောင်ရွက်ရမည်။

(ဧ) **ကွန်ကရစ်မျက်နှာပြင်လမ်းလွှာ အလျားလိုက်/ကန့်လန့်ဖြတ်ရွေ့လျား၍ ပျက်စီးမှု (Slab Movement)** ဖြစ်ပေါ်နေသော လမ်းပိုင်းများကို ပြုပြင်တည်ဆောက်ရာတွင် အောက်ပါတို့ကို ဆောင်ရွက်ရပါမည်-

(၁) Longitudinal Joint များရှိ Tie Bar များပြတ်ထွက်ခြင်းနှင့် ဘေးတိုက်ရွေ့လျားခြင်းကြောင့် အဆက်များ သတ်မှတ်ပမာဏထက် ပို၍ကျယ်ခြင်း/ အဆက်များ ရွေ့လျားခြင်း ဖြစ်ပေါ်သောနေရာများရှိ အဆက်များကို Slot Stitching စသည့် FHWA Guide Line ပါ Repair of Concrete Pavement Joints, Technical Advisory အတိုင်းပြုပြင်ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၂) လိုအပ်သော အင်အားရရှိရန်နှင့် ယာဉ်သွားလာမှု ကောင်းမွန်စေရန်အတွက် ကတ္တရာကွန်ကရစ်မျက်နှာပြင် ထပ်ပိုးလွှာတည်ဆောက်ရမည်။

(ဈ) **ကတ္တရာကွန်ကရစ်လမ်းနိမ့်ကျပျက်စီးမှု (Depression of Asphalt Concrete)** ဖြစ်ပေါ်နေသော လမ်းပိုင်းများကို ပြုပြင်တည်ဆောက်ရာတွင် အောက်ပါတို့ကို ဆောင်ရွက်ရပါမည်-

(၁) ပျက်စီးသွားသော ကတ္တရာကွန်ကရစ်လမ်းပိုင်းကို milling ပြုလုပ်၍ သင့်တော်သည့်နေရာတွင် စုပုံထားရမည်။

(၂) ယာယီသွားလာနိုင်ရန် နိမ့်ကျပျက်စီးသွားသောအပိုင်းအား ကြိုတင်ရောကျောက်ကတ္တရာ (Pre mix) (သို့) ကတ္တရာကွန်ကရစ် (Black Base) (သို့) Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) ဖြင့် ဖြေညှိခင်းကြိတ်ခြင်း ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၃) ပျက်စီးမှုပုံစံအပေါ်မူတည်၍ လိုအပ်ပါက လမ်းသားတာဘောင်အတွင်းသို့ ဘိလပ်မြေသရွတ်မှုတ်သွင်းခြင်း (Cement Grouting) ဆောင်ရွက်၍ ကတ္တရာကွန်ကရစ်ထပ်ပိုးလွှာ တည်ဆောက်ခြင်း၊ လမ်းအနိမ့်အမြင့် ဖြေညှိခြင်းများ ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၄) လမ်းတာဘောင်နိမ့်ကျပျက်စီးပါက မြေသားလုပ်ငန်းမှစ၍ လမ်းလွှာဒီဇိုင်း အတိုင်းလမ်းလွှာအသစ် (Reconstruction) ပြန်လည်တည်ဆောက်ရမည်။

(၅) လမ်းလွှာဒီဇိုင်းအတိုင်း စနစ်တကျ ပြန်လည်တည်ဆောက်ရမည်။

(ည) **ကတ္တရာကွန်ကရစ်လမ်း တွန့်ခေါက်ပျက်စီးမှု (Corrugation of Asphalt Concrete)** ဖြစ်ပေါ်နေသော လမ်းပိုင်းများကို ပြုပြင်တည်ဆောက်ရာတွင် အောက်ပါတို့ကို ဆောင်ရွက်ရပါမည်-

(၁) တွန့်ခေါက်သွားသည့် ကတ္တရာကွန်ကရစ်အား ဖြတ်ထုတ်၍ ကြိုတင်ရော ကျောက်ကတ္တရာ (Pre mix) (သို့) ကတ္တရာကွန်ကရစ် (Black Base) ဖြင့် လမ်းအနိမ့်အမြင့် ဖြေညှိပြီး ယာယီသွားလာနိုင်ရန် ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၂) ပျက်စီးမှုပုံစံအပေါ်မူတည်၍ လိုအပ်ပါက လမ်းသားတာဘောင်အတွင်းသို့ ဘိလပ်မြေသရွတ်မှုတ်သွင်းခြင်း (Cement Grouting) ဆောင်ရွက်၍ ကျောက်ကတ္တရာဖြင့် ထပ်ပိုးလွှာတည်ဆောက်ခြင်း၊ (Pen Mac) ဖြင့် Level Seal လမ်းအနိမ့်အမြင့် ဖြေညှိခြင်းများဆောင်ရွက်ခြင်း၊ Heavy Patching ဖြင့် အကွက်လိုက် လမ်းဖြေညှိခြင်းများ ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၃) လမ်းတာဘောင်နိမ့်ကျပျက်စီးပါက မြေသားလုပ်ငန်းမှစ၍ လမ်းလွှာဒီဇိုင်း အတိုင်းလမ်းလွှာအသစ် (Reconstruction) ပြန်လည်တည်ဆောက်ရမည်။

(၄) လမ်းလွှာဒီဇိုင်းအတိုင်း စနစ်တကျ ပြန်လည်တည်ဆောက်ရမည်။

(ဋ) **Pen-Mac လမ်းနိမ့်ကျပျက်စီးမှု (Depression of Pen. Mac.)** ဖြစ်ပေါ်နေသော လမ်းပိုင်းများကို ပြုပြင်တည်ဆောက်ရာတွင် အောက်ပါတို့ကို ဆောင်ရွက်ရပါမည်-

(၁) နိမ့်ကျပျက်စီးသွားသော Pen-Mac လမ်းပေါ်သို့ ကျောက်ရောမြေ (သို့) ကျောက်စရစ်မြေနီဖြင့် နိမ့်ကျသည့် အနက်ပေါ်မူတည်၍ အလွှာလိုက် ခင်းကြိတ်ပြီး ယာယီသွားလာနိုင်ရန် ပြန်လည်ပြုပြင်ရမည်။

(၂) ပျက်စီးမှုပုံစံအပေါ်မူတည်၍ လိုအပ်ပါက လမ်းသားတာဘောင်တွင်းသို့ ဘိလပ်မြေသရွတ်မှုတ်သွင်းခြင်း (Cement Grouting) ဆောင်ရွက်၍ ကတ္တရာ ကွန်ကရစ် ထပ်ပိုးလွှာတည်ဆောက်ခြင်း၊ လမ်းအနိမ့်အမြင့် ဖြေညှိခြင်းများ ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၃) လမ်းတာဘောင်နိမ့်ကျပျက်စီးပါက မြေသားလုပ်ငန်းမှစ၍ လမ်းလွှာဒီဇိုင်း အတိုင်း လမ်းလွှာအသစ် (Reconstruction) ပြန်လည်တည်ဆောက်ရမည်။

(၄) လမ်းလွှာဒီဇိုင်းအတိုင်း စနစ်တကျ ပြန်လည်တည်ဆောက်ရမည်။

(ဌ) **လျှောပြတ်ကွဲအက်ခြင်းနှင့် မြေအရည်ပျော်ခြင်းကြောင့် မြေသားတာဘောင် ပျက်စီးမှု (Fault Rupture and Liquefaction Effects on Embankment)။** မြေငလျင်ဖြစ်ပေါ်ခြင်းကြောင့် Fault Rupture ၊ Liquefaction သို့မဟုတ် (Sand Boil နှင့် Ground Crack) ဖြစ်ပေါ်နေသောအပိုင်းတွင် မြေလွှာလျှောပြတ် အက်ကွဲနိမ့်ကျမှုပုံစံသည် (V-Shape နှင့် U-Shape) ပုံသဏ္ဍာန် နက်ရှိုင်းစွာ ကွဲအက်မှုပုံစံ ဖြစ်ပေါ်နေသော လမ်းပိုင်းများကို ပြုပြင်တည်ဆောက်ရာတွင် အောက်ပါတို့ကို ဆောင်ရွက်ရပါမည်-

(၁) Crack အရွယ်အစားပုံသဏ္ဍာန်၊ အရှည်နှင့် အနက်ပေါ်မူတည်၍ ပြုပြင် ရမည်။

(၂) V-Shape ပုံစံ အနက်ကြီးမားစွာဖြစ်ပေါ်နေသောအပိုင်းအား

(ကက) အလွယ်တကူရရှိနိုင်သည့် သဲ ကဲ့သို့သောပစ္စည်းများကို အသုံးပြု၍ အက်ကွဲကြောင်းအတွင်းသို့ ဖြည့်သွင်းခြင်း ဆောင်ရွက်ရမည်။

(ခခ) ဒေသထွက်ရရှိနိုင်မည့် လမ်းခင်းပစ္စည်း (သဲ/ ကျောက် နှင့် ပြန်လည် အသုံးပြုနိုင်သော ကွန်ကရစ်အကျိုးအပဲ့ (Recycled Concrete Aggregate (RCA)) ၊ Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) များအား အလွှာလိုက်ဖြည့်ခြင်းနှင့် Vibration တုန်ခါမှု ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၃) U-Shape ပုံစံ အနက်ကြီးမားစွာဖြစ်ပေါ်နေသောအပိုင်းအား ဒေသအတွင်း ရရှိနိုင်မည့် လမ်းခင်းပစ္စည်း (သဲ/ ကျောက် နှင့် ပြန်လည်အသုံးပြုနိုင်သော ကွန်ကရစ်အကျိုးအပဲ့ (Recycled Concrete Aggregate (RCA)) ၊ Reclaimed Asphalt Pavement (RAP) များအား အလွှာလိုက်ဖြည့်ခြင်း နှင့် Vibration တုန်ခါမှု ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၄) Liquefaction သို့မဟုတ် Sand Boil နှင့် Ground Crack ဖြစ်ပေါ်နေသော အပိုင်းတွင် Geo Material များ အသုံးပြု၍လည်းကောင်း၊ အောက်ခံ မြေလွှာအခြေအနေပေါ်မူတည်၍ Deep Foundation Design ဖြင့်သော် လည်းကောင်း ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၅) လမ်းလွှာတည်ဆောက်မည့်အောက်အနက် 3´-0˝ အတွင်း မြေလွှာ လျှောပြတ်၍ ပက်ကြားကွဲအက်ဖြစ်ပေါ်နေသည့်မြေကို ဖယ်ရှား၍ ကျောက်ရောမြေ/ မြေနီကို အသုံးပြု၍ လမ်းအောက်ခံမြေ ပြန်လည်တည် ဆောက်ရမည်။

(၆) ကြိတ်ခွဲထုချေထားသော ကွန်ကရစ်အပိုင်းအစများအား သဲနှင့်ရော၍ ဒု-အခြေခံလွှာတွင် အသုံးပြုခင်းကြိတ်ရမည်။

(၇) လမ်းလွှာဒီဇိုင်းအတိုင်း စနစ်တကျ ပြန်လည်တည်ဆောက်ရမည်။

(၃) **မြေသားတာဘောင် ထိခိုက် ပျက်စီးမှု (Spreading / Settlement / Slope Failure of Embankment)** ဖြစ်ပေါ်နေသော လမ်းပိုင်းများကို ပြုပြင်တည် ဆောက်ရာတွင် အောက်ပါတို့ကို ဆောင်ရွက်ရပါမည်-

(၁) ဖို့မြေအပိုင်းတွင် ဂလိုင်ဖြစ်ပေါ်၍ နိမ့်ကျမှု (Settlement) ဖြစ်ပေါ်ပါက ဂလိုင်အတွင်း ဘိလပ်မြေ/ ထုံး သရွတ်မှုတ်သွင်းခြင်း (Cement/ Lime Grouting ဆောင်ရွက်၍ ကျောက်ရောမြေ/ မြေနီကို အသုံးပြု၍ လမ်းအောက်ခံမြေ ပြန်လည်တည်ဆောက်ရမည်။

(၂) ဖို့မြေလျှောစောင်း ပြိုကျမှု (Slope Failure/ Spreading) ဖြစ်ပေါ်ပါက တာဘောင်အခြေမှစ၍ အလွှာလိုက် ကြိတ်ခင်းတည်ဆောက်ရန်နှင့် ဆင်ခြေလျှော (Side Slope) အား သတ်မှတ်လျှောစောင်း ရရှိအောင် တည်ဆောက်ရမည်။

(၃) မြေသားတာဘောင်အမြင့် မြင့်ခြင်းနှင့် တာခြေရေနှင့် ထိစပ်နေသော အပိုင်းဖြစ်ပါက လျှောစောင်း ပြိုကျခြင်းမှုကို ထိန်းပေးနိုင်မည့် မြေကာနံရံ/ အခြေထိန်း မြေကာနံရံ တည်ဆောက်ရမည်။

(၄) **မြေကာနံရံနှင့် မြေထိန်း အဆောက်အအုံများ ပျက်စီးမှု (Cracking/ Sliding/ Overturning and Settlement of Walls and Earth Retaining Structures)** ဖြစ်ပေါ်နေသော လမ်းပိုင်းများကို ပြုပြင်တည်ဆောက်ရာတွင် အောက်ပါတို့ကို ဆောင်ရွက်ရပါမည် -

(၁) မြေကာနံရံနှင့်မြေထိန်းအဆောက်အအုံများ (Walls and Earth Retaining Structures) ကွဲအက်ပြတ်ထွက်ခြင်း (Cracking)၊ ရွေ့လျားခြင်း (Sliding)၊ တိမ်းစောင်းယိုင်လဲခြင်း (Overturning)၊ နိမ့်ကျခြင်း (Settlement)များကို ကနဦးအကဲဖြတ်စစ်ဆေးခြင်း (Initial Assessment) နှင့် အသေးစိတ် လေ့လာဆန်းစစ်ခြင်း (Detail Evaluation) ဆောင်ရွက်ပြီး ပြိုကျပျက်စီးမှု

ဖြစ်ပေါ်နိုင်ပါက ဖယ်ရှားခြင်း (သို့မဟုတ်) Minor Damage ဖြစ်ပါက မူလ အနေအထားနှင့် အင်အား ပြန်လည်ရရှိအောင် Retrofitting and Strengthening ဆောင်ရွက်ရမည်။

(၂) Retaining Structure အား အသစ်တည်ဆောက်ခြင်း (သို့မဟုတ်) Retrofitting and Strengthening Method ဖြင့် ဆောင်ရွက်မည်ဆိုပါက မြေလွှာစမ်းသပ်ခြင်း (Boring Test)၊ ဓာတ်ခွဲစမ်းသပ်ခြင်း (Laboratory Test)၊ မြေပြင်အနိမ့်အမြင့် တိုင်းတာပုံထုတ်ခြင်း (Topographic Survey) နှင့် ဇလဗေဒ အချက်အလက်ကောက်ယူခြင်း (Hydrological Survey) တို့ကို ဆောင်ရွက်၍ ဒီဇိုင်းပုံစံထုတ် တည်ဆောက်ရမည်။

၄။ သက်ဆိုင်ရာ စည်ပင်သာယာရေးကော်မတီ/ စည်ပင်သာယာရေးအဖွဲ့တို့မှ စီမံခန့်ခွဲသော လမ်းများအား ပြန်လည်ပြုပြင်တည်ဆောက်ခြင်းလုပ်ငန်းများ ဆောင်ရွက်ရာတွင် ပျက်စီးသွားသောကွန်ကရစ်လမ်းများအစား လမ်းပြန်လည်တည်ဆောက်မည့် လုပ်ငန်းပမာဏအပေါ် မူတည်၍ ဒုအခြေခံလွှာနှင့် အခြေခံလွှာတို့အား ရွယ်စေ့စုံကျောက် (well-Graded) များ အသုံးပြုခြင်း၊ ကျောက်ရောမြေ (Granular) များအသုံးပြုခြင်း၊ ခွဲကျောက် (Crush Rock) များ အသုံးပြု၍ ကျောက်ကတ္တရာ (Penetration Macadam (Pen-Mac) အဖြစ် ဦးစွာ ပြုပြင်တည်ဆောက်ပြီး နောင်တစ်ချိန်တွင် ကတ္တရာကွန်ကရစ်ထပ်ပိုးလွှာ တည်ဆောက်ခြင်းလုပ်ငန်းများ ဆောင်ရွက်နိုင်ပါသည်။

၅။ **လမ်းပြုပြင်တည်ဆောက်စဉ် လိုက်နာဆောင်ရွက်ရမည့် အချက်များ။** အောက်ပါတို့ကို လိုက်နာဆောင်ရွက်သွားရန် လိုအပ်မည်ဖြစ်ပါသည်-

(က) လမ်းပြန်လည်ပြုပြင်ရေးလုပ်ငန်းများ ဆောင်ရွက်နေစဉ် လုပ်ငန်းခွင် ဧရိယာအား လည်းကောင်း၊ ယာယီပြုလုပ်ထားသော လမ်းအနိမ့်အမြင့် ဖြေညှိထားသော နေရာများအားလည်းကောင်း ယာဉ်အန္တရာယ်၊ လမ်းအန္တရာယ်ကင်းရှင်းရေး (Road Safety) အတွက် Road Signs and Signal များ စနစ်တကျ တပ်ဆင်ထား

ရမည့်အပြင် လမ်းလွှဲများအတွက် Traffic Management Plan (TMP) အား စနစ်တကျ ပြုလုပ်ပေးထားရမည်။

(ခ) အင်အားပြင်း မြေငလျင်လှုပ်ရှားမှုများကြောင့် Highways လမ်းမများတွင် ဘူမိဗေဒဆိုင်ရာ သိသာသော ပျက်စီးမှုနှင့် ပြောင်းလဲမှုများဖြစ်သည့် Ground Shaking ၊ Liquefaction ၊ Differential Settlements ၊ Lateral Spreads ၊ Ground Cracks နှင့် Surface Fault Rupture များကြောင့် လမ်းတံတားများ ပျက်စီးခြင်း၊ ပြိုကျခြင်း၊ ရွှေ့လျားခြင်းနှင့် တောင်ပေါ်လမ်းများတွင် Slope Failure ၊ Rock Fall ၊ Debris Flow နှင့် Landslide စသည့် အကျိုးဆက်များ ဖြစ်ပေါ်နိုင်၍ စောင့်ကြည့်ခြင်း နှင့် လေ့လာသုံးသပ်ခြင်းများ (Monitoring and Evaluation) တို့ကို စနစ်တကျ ဆောင်ရွက်ရန်လိုအပ်ပါမည်။

(ဂ) ပြုပြင်တည်ဆောက်ထားသော လမ်းပိုင်းများနှင့် ဆက်စပ်သော ပတ်ဝန်းကျင် ဧရိယာများကို စောင့်ကြည့်၍ အန္တရာယ်ရှိနိုင်ခြေ (Hazard Risk) ရှိပါက အချိန်နှင့် တပြေးညီ သက်ဆိုင်ရာသို့ တင်ပြဆောင်ရွက်ရန်နှင့် ယာဉ်သွားလာမှု မပြတ် တောက်စေရေးအတွက် ကြိုတင်ပြင်ဆင်ခြင်းများ ဆောင်ရွက်ရမည် ဖြစ်ပါသည်။

၆။ လမ်းအသစ်များ တည်ဆောက်မည်ဆိုပါက လမ်းအူကြောင်း စတင်ရှာဖွေစဉ်ကပင် ငလျင်ဇုံ၊ Fault line များ၊ Hydrological၊ Geological နှင့် Geotechnical ဆိုင်ရာ အကြောင်း အရာအချက်အလက်များကို လေ့လာဆန်းစစ်၍ အသင့်တော်ဆုံး လမ်းအူကြောင်းများကို ရှာဖွေပြီး MNBC 2025 – Part 3,4,6 အပေါ် အခြေခံ၍ ဒီဇိုင်းပုံစံရေးဆွဲတည်ဆောက်သွားရန် လိုအပ်မည်ဖြစ်ပါသည်။

၇။ ငလျင်ဒဏ်ကြောင့် ပျက်စီးသွားသော လမ်းများအတွက် လမ်းအမျိုးအစားအလိုက်နှင့် ပျက်စီးမှုပုံစံအလိုက် ပြန်လည်ပြုပြင်ရာတွင် လိုက်နာဆောင်ရွက်ရမည့် အခြေခံလုပ်ထုံး လုပ်နည်းများ (Standard Operating Procedure – SOP) ကို တင်ပြထားခြင်းဖြစ်ပြီး လိုအပ် ပါက အသေးစိတ် လမ်းဒီဇိုင်းနှင့် ပုံစံများကို ကွင်းဆင်းစစ်ဆေး တိုင်းတာဆောင်ရွက်ပြီးနောက်

တွက်ချက်ထုတ်ပေးထားသည့် သတ်မှတ်လမ်းဒီဇိုင်းပုံစံများအတိုင်း လိုက်နာဆောင်ရွက်သွားရန် ဖြစ်ပါသည်။

ကိုးကားစာရင်း

၁။ လမ်းအကြောင်းသိကောင်းစရာ

၂။ လမ်းပြင်ဆင်ထိန်းသိမ်းခြင်းလက်စွဲ

၃။ Guideline of Repair of Concrete Pavement Joints, Technical Advisory, FHWA

၄။ FIELD GUIDE FOR THE POST-EARTHQUAKE SAFETY EVALUATION OF BRIDGES AND ROADS, 2000, Indiana Department of Transportation

၅။ Case Histories of Post-Liquefaction Remediation, 2001, Technical Committee for Earthquake Geotechnical Engineering, TC4, ISSMGE

၆။ The effect of RCA pavements on the liquefaction-induced settlement, Civil Engineering Faculty, Istanbul Technical University

၇။ Seismic Retrofitting Manual for Highway Structures: Part 2 – Retaining Structures, Slopes, Tunnels, Culverts, and Roadways

၈။ U.S Department of Transportation Federal Highway Administration Criteria for Crack Sealing or Filling

၉။ Myanmar National Building Code 2025

လျှောင်ဒဏ်ကြောင့် ပျက်စီးသွားသော တံတားများအတွက် ပျက်စီးမှု အမျိုးအစားနှင့် ပြင်ဆင်ရမည့် အဆင့်များအလိုက် ပြန်လည်ပြုပြင်ရာတွင် လိုက်နာဆောင်ရွက်ရမည့် လုပ်ထုံးလုပ်နည်းနှင့် ဆောင်ရွက်ရမည့် လုပ်ငန်းအဆင့်ဆင့်

(Standard Operating Procedure - SOP)

Standard Operating Procedure (SOP) For Bridge Repair

၁။ ပြင်ဆင်ရမည့်အဆင့်သတ်မှတ်ခြင်း။ တံတားပျက်စီးမှုပေါ်အခြေခံ၍ ပြင်ဆင်ရမည့် အဆင့်များကို အောက်ပါအတိုင်း သတ်မှတ်ပြင်ဆင်နိုင်ပါသည်-

(က) အသေးစားပြင်ဆင်ခြင်း(Preventive Maintenance)

(ခ) အလတ်စားပြင်ဆင်ခြင်း(Corrective Maintenance)

(ဂ) အကြီးစားပြင်ဆင်ခြင်း(Upgrade Bridge Construction)

(ဃ) အသစ်ပြန်လည်တည်ဆောက်ခြင်း(New Bridge Construction)

၂။ **အသေးစားပြင်ဆင်ခြင်း (Preventive Maintenance)။** တံတား၏ Structure ပိုင်းအား ထိခိုက်ခြင်းမရှိပဲ တံတားအစိတ်အပိုင်းများ၏ အပေါ်ယံမျက်နှာပြင်တွင် ဖြစ်ပေါ်နေသော ပျက်စီးမှုများ၊ တံတားကြံ့ခိုင်မှုအား မထိခိုက်သည့် တံတားအင်္ဂါအစိတ်အပိုင်းပျက်စီးမှုများအား အသေးစား ပြင်ဆင်ခြင်း (Preventive Maintenance) လုပ်ငန်းများ ဆောင်ရွက်ရမည် ဖြစ်ပါသည်။ (ဥပမာ- တံတားအစိတ်အပိုင်းများ၏ အပေါ်ယံတွင် ဖြစ်ပေါ်နေသည့် 1mmထက် ငယ်သော Cracks များနှင့် ကွန်ကရစ်ကွာကျခြင်း (Spalling) များ၊ လက်ရန်းနှင့် လမ်းကာတုံး ပျက်စီးမှုများ၊ Median Wall များ၊ Toe wall များ၊ ရေမြောင်းများနှင့် Fancy Block များ ပျက်စီးခြင်းတို့ ဖြစ်ပါသည်။) ဆောင်ရွက်ရမည့် လုပ်ငန်းအဆင့်ဆင့်မှာ အောက်ပါအတိုင်း ဖြစ်ပါသည်-

(က) အသေးစိတ်စစ်ဆေးခြင်း(Detailed Inspection)။ မျက်မြင်စစ်ဆေးခြင်း(Visual Inspection) ဖြင့်သာ စစ်ဆေးရန်လိုအပ်ပြီး ပျက်စီးမှုများအား Recorded Photo များ၊ Inspection Form များနှင့်မှတ်တမ်းတင်ခြင်း တို့ကို အသေးစိတ်စစ်ဆေး ဆောင်ရွက် ရပါမည်။

(ခ) စိစစ်အကဲဖြတ်ခြင်း(Evaluation) ။ ပျက်စီးမှုများသည် ပုံမှန်ပြင်ဆင်ခြင်း (သို့) အသေးစားပြုပြင်ခြင်း လိုအပ်မှုရှိ/မရှိ အကဲဖြတ်သုံးသပ်၍ လိုအပ်ပါက Non-Destructive Testing (NDT) ဖြင့်စစ်ဆေးကာ လေးလမှခြောက်လ ကာလတို အတွင်း ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်း ဆောင်ရွက်ရပါမည်။

(ဂ) ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းခြင်း(Maintenance)။ 0.2 mm အောက်ငယ်သော Crack များအတွက် Crack Covering Method ဖြင့်လည်းကောင်း၊ 0.2 mm နှင့် 0.5 mm ကြား Crack များအတွက် Injection Method ဖြင့်လည်းကောင်း၊ 0.5 mm

ထက်ကြီးသော Crack များအတွက် Infilling Method ဖြင့်လည်းကောင်း၊ အက်ကွဲကြောင်းများအား သန့်ရှင်းရေးပြုလုပ်ပြီး သင့်တော်သော Organic Materials များဖြစ်သည့် Epoxy or Acrylic များသုံး၍ ပြုပြင်ခြင်း၊ Inorganic Materials များဖြစ်သည့် Cement or Polymer Cement များသုံး၍ ပြုပြင်ခြင်း၊ မျက်နှာပြင်အား အကာအကွယ်ပေးနိုင်သည့် Coating (Paint, Sealants) များ အသုံးပြု၍ ပြုပြင်ခြင်းကို ဆောင်ရွက်ရပါမည်။

(ဃ) **စောင့်ကြည့်မှတ်သားခြင်း(Monitoring)**။ သက်ဆိုင်ရာတာဝန်ခံအင်ဂျင်နီယာမှ တံတား မပြုပြင်မီ၊ ပြုပြင်ဆဲနှင့် ပြုပြင်ပြီးပုံများအား မှတ်တမ်းဓာတ်ပုံရိုက်ကူးပြီး လစဉ် မှတ်တမ်းရေးသွင်း၍ ပြန်လည်ပြုပြင်ပြီး ၆ လ ကြာသည့်အထိ အခြေအနေ ပိုဆိုးခြင်း ရှိမရှိစောင့်ကြည့်မှတ်သားထားရမည်ဖြစ်ပါသည်။

Injection Method ဖြင့် ပြုပြင်ပုံအဆင့်ဆင့် မှတ်တမ်းများ

ပျက်စီးနေမှုမှတ်တမ်းဓာတ်ပုံ

ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်းဆောင်ရွက်နေပုံ

Injection Method ဖြင့် ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်း ဆောင်ရွက်နေပုံ

လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ပြီးစီးမှု

Toe wall ပျက်စီးမှု ပြုပြင်ပုံအဆင့်ဆင့်မှတ်တမ်းများ

ပျက်စီးနေမှုမှတ်တမ်းဓာတ်ပုံ

ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်းဆောင်ရွက်နေပုံ

ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်းဆောင်ရွက်နေပုံ

ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ပြီးစီးမှု

၃။ **အလတ်စားပြင်ဆင်ခြင်း(Corrective Maintenance)။** တံတား၏ Structure ပိုင်းနှင့် Function ပိုင်းအား အနည်းငယ် ထိခိုက်သောပျက်စီးမှုများ ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းခြင်းလုပ်ငန်းအား အလတ်စား ပြင်ဆင်ထိန်းသိမ်းခြင်းအဖြစ် ဆောင်ရွက်ရမည် ဖြစ်ပါသည်။(ဥပမာ-Expansion Joint များ ပျက်စီးခြင်း၊ Bearing များ ရွေ့လျားပျက်စီးခြင်း၊ Shaft၊ Top Beam နှင့် Abutment များတွင် Shear Crack များနှင့် 10mmထက်ငယ်သော အက်ကွဲကြောင်းများဖြစ်ပေါ်ခြင်း စသည်တို့ ဖြစ်ပါသည်။ ဆောင်ရွက်ရမည့်လုပ်ငန်းအဆင့်ဆင့်မှာ အောက်ပါအတိုင်းဖြစ်ပါသည်-

(က) အသေးစိတ်စစ်ဆေးခြင်း(Detailed Inspection) ။ အသေးစိတ်မျက်မြင်တိုင်းတာ စစ်ဆေးခြင်း (Detailed Inspection)နှင့် Non Destructive Testing (NDT)များ၊ Inspection Hammer များ၊Rebound Hammerများ ကိုအသုံးပြု၍ သက်ဆိုင်ရာ တာဝန်ခံအင်ဂျင်နီယာကိုယ်တိုင် အသေးစိတ်စစ်ဆေးခြင်းနှင့် ပုံမှန်မဟုတ်သော ကွေးညွှတ်မှုများအတွက် Detailed Inspection များပြုလုပ်ရပါမည်။

(ခ) **စိစစ်အကဲဖြတ်ခြင်း(Evaluation)**။ ပျက်စီးမှုများသည် အလတ်စားပြုပြင်ခြင်း လိုအပ်မှုရှိ/မရှိ စစ်ဆေးအကဲဖြတ်၍ လိုအပ်ပါက တစ်နှစ်အတွင်း ဦးစားပေး ပြုပြင် ရေးကို ဆောင်ရွက်ရမည်။

(ဂ) **ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းခြင်း(Maintenance)**။ ပျက်စီးသွားသော ကွန်ကရစ် (သို့) Expansion Joint (သို့)Bearing (သို့) သံပေါင်များတို့အား ဖယ်ရှားခြင်းနှင့် အစားထိုးခြင်းတို့ ဆောင်ရွက်ခြင်း၊ 0.5 mm နှင့် 10 mm ကြား အက်ကွဲကြောင်း များအား Section Rehabilitation Method နည်းဖြင့်ဆောင်ရွက်ခြင်း၊ အားလျော့ နည်းသည့် Structure အစိတ်အပိုင်းများအား (Fiber-Reinforced Polymers, FRP) နည်းဖြင့် အားဖြည့်ခြင်း နှင့် Concrete Jacketing ပြုလုပ်ခြင်း တို့ကို MNBC 2025 အတိုင်း လိုက်နာ ဆောင်ရွက်ရမည်ဖြစ်ပြီး ပြန်လည်ပြုပြင်ရာတွင် အသုံးပြုမည့် ဆောက်လုပ်ရေးလုပ်ငန်း သုံးပစ္စည်းများသည်လည်း **MYANMAR NATIONAL BUILDING CODE -2025** တွင် ဖော်ပြပါရှိသည့် နည်းလမ်းများနှင့် စံချိန်စံညွှန်းများ ပြည့်စုံရမည်ဖြစ်သည်။

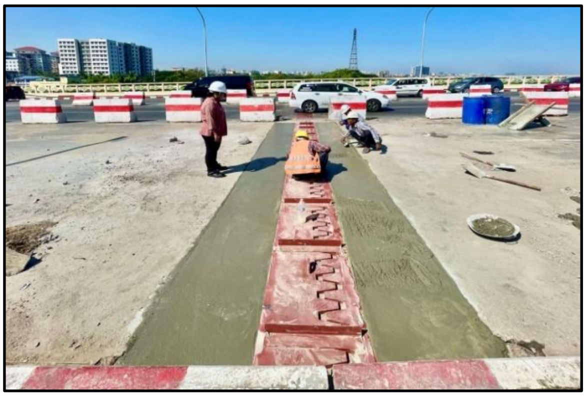
(ဃ) **စောင့်ကြည့်မှတ်သားခြင်း(Monitoring)**။ ။သက်ဆိုင်ရာတာဝန်ခံအင်ဂျင်နီယာမှ တံတားမပြုပြင်မီ၊ ပြုပြင်ဆဲနှင့် ပြုပြင်ပြီးပုံများအား မှတ်တမ်းဓာတ်ပုံရိုက်ကူးပြီး ပြင်ဆင်ပြီး ၃လ အတွင်းစောင့်ကြည့်မှတ်သားခြင်း(Post-repair review in **3 months)** အားဆောင်ရွက်ရမည်ဖြစ်ကာ လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ပြီးစီးမှု မှတ်တမ်း အား Drawing များနှင့်တစ်ကွ Material Certificateများနှင့်အတူ မှတ်တမ်းထားရှိ ရမည်ဖြစ်သည်။

Expansion Joint ပျက်စီးမှုအား ပြုပြင်ပုံအဆင့်ဆင့် မှတ်တမ်းများ

Expansion Joint ပျက်စီးနေပုံ

Expansion Joint ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်းဆောင်ရွက်နေပုံ

Expansion Joint ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်းဆောင်ရွက်နေပုံ



Expansion Joint ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်း ဆောင်ရွက်ပြီးစီးမှု

Bearing ပျက်စီးမှု ပြုပြင်ပုံမှတ်တမ်းများ

Bearing ခုံများ ကြေမွပျက်စီးနေပုံ

Bearing ခုံများ ကြေမွပျက်စီးနေပုံ

Bearing ခုံ ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်းဆောင်ရွက်နေပုံ

Bearing ခုံ ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်း ဆောင်ရွက်ပြီးစီးပုံ

Pier Jacketing လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်နေပုံမှတ်တမ်းများ

Pier တိုင် မပြုပြင်မီပုံ

Pier တိုင် Jacketing လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်နေပုံ

Pier တိုင် Jacketing လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်နေပုံ

Pier တိုင် Jacketing လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ပြီးစီးပုံ

ရေလယ်တိုင် Cap ၏ အက်ကွဲကြောင်း(Crack)များအား ပြုပြင်ပုံအဆင့်ဆင့်မှတ်တမ်းများ

အရှည် ၂၀ မီတာခန့်၊အကျယ် ၂၅ မီလီမီတာခန့် Crack များ ဖြစ်ပေါ်နေပုံ

Rebar Stapler Pin Hook တပ်ဆင်နိုင်ရန် အပေါက်များ ဖောက်နေပုံ

Rebar Stapler Pin Hook များ တပ်ဆင်ထားပုံ

လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ပြီးပုံ

၄။ အကြီးစားပြင်ဆင်ခြင်း(Upgrade Bridge Construction)။ တံတား၏ Structure ပိုင်းဆိုင်ရာစွမ်းဆောင်ရည်အား သိသာထင်ရှားစွာ လျော့ကျစေသော ပျက်စီးမှုများ ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းခြင်းလုပ်ငန်းအား အကြီးစား ပြင်ဆင်ထိန်းသိမ်းခြင်းအဖြစ် ဆောင်ရွက်ရမည်ဖြစ်ပြီး လိုအပ်ပါက တံတားအား ခေတ္တပိတ်၍ အကြီးစားပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်းကို ဆောင်ရွက်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။ (ဥပမာ- သံပေါင်တံတားကြီးများတွင် Lateral Bracingနှင့် Bearingများ ပျက်စီးခြင်း ၊ တံတားတိုင်များတွင် ကြီးမားသော Shear Crack များ ဖြစ်ပေါ်ပြီး တံတားတိုင်များစောင်းရွဲ့သွားခြင်း၊ အက်ကွဲကြောင်းများ၏ ပျက်စီးမှုသည် မူလ Design ပုံစံဧရိယာ၏ Section Loss ၁၀% ထက်ကျော်လွန်နေခြင်း၊Bearing Failure ဖြစ်ခြင်း၊ တံတားတိုင်များ နိမ့်ကျခြင်း၊ ယက္ကမများနေရာရွေ့လျားခြင်းနှင့် ယက္ကမများပြုတ်ကျခြင်း စသည်တို့ ဖြစ်ပါသည်။)

ဆောင်ရွက်ရမည့်လုပ်ငန်းအဆင့်ဆင့်မှာ-

(က) အသေးစိတ်စစ်ဆေးခြင်း(Detailed Inspection)။ တံတားအား ခေတ္တပိတ်၍ Periodic Detailed Inspection အဖြစ် (Structural နှင့် Geotechnical Investigation)များ ပူးပေါင်း၍ ဆောင်ရွက်ခြင်း၊ ယာဉ်သွားလာမှုအားကန့်သတ်၍ ခံနိုင်ဝန်အား ပြန်လည်တွက်ချက်ကာ သတ်မှတ် အကဲဖြတ်ခြင်း တို့ဖြင့် အသေးစိတ် စစ်ဆေးခြင်း ဆောင်ရွက်ရပါမည်။

(ခ) စိစစ်အကဲဖြတ်ခြင်း(Evaluation) ။ ယာယီဒေါက်တိုင်များ (Temporary Supports) တပ်ဆင်ဆောင်ရွက်ခြင်း၊ မူလတံတားခံနိုင်ဝန်အား အားဖြည့်ခြင်းဖြင့် ယာယီပြုပြင်၍ Structureအား ဆက်လက်အသုံးပြုရန် သင့်/မသင့် ကို စိစစ်အကဲဖြတ်ပြီး တစ်နှစ်မှ ငါးနှစ်အတွင်း ပြီးစီးအောင်ဆောင်ရွက်ရမည်။

(ဂ) **ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းခြင်း(Maintenance**) ။ အရေးပေါ်ပြုပြင်ခြင်း၊ ပျက်စီးသည့် အစိတ်အပိုင်းများအား အစားထိုးလဲလှယ်ခြင်း (ဥပမာ-ယက္ခမျှားနှင့်ကြမ်းခင်းများ အစားထိုး) ပြုလုပ်ခြင်းနှင့် တံတားအစိတ်အပိုင်းများအား Strengthening ပြုလုပ်ခြင်းအဖြစ် Concrete Jacketing နှင့် Steel Jacketing များ ပြုလုပ်ခြင်းဖြင့် တံတား Structure ပျက်စီးမှုများအား ပြုပြင်ထိန်းသိမ်းခြင်းတို့ကို **MYANMAR NATIONAL BUILDING CODE -2025** တွင် သတ်မှတ်ထားသည့် စံချိန်စံညွှန်းများ အတိုင်း လိုက်နာဆောင်ရွက်ရပါမည်။

(ဃ) **စောင့်ကြည့်မှတ်သားခြင်း(Monitoring**) ။ တံတားအား ပြန်လည်ဖြတ်သန်းခွင့် မပြုမီ ခံနိုင်ဝန်စမ်းသပ်ခြင်း (Load Testing) (Sensorsနှင့် Drone Camera)များသုံး၍ စဉ်ဆက်မပြတ်စောင့်ကြည့်ခြင်းနှင့် ပြင်ဆင်မှုပြီးစီးသည်အထိ လစဉ်စစ်ဆေးခြင်း တို့ဖြင့်စောင့်ကြည့်မှတ်သားခြင်းအား ဆက်လက်ဆောင်ရွက်ရပါမည်။သက်ဆိုင်ရာ တာဝန်ခံအင်ဂျင်နီယာမှ တံတားမပြုပြင်မီ ၊ ပြုပြင်ဆဲနှင့် ပြုပြင်ပြီးပုံများအား မှတ်တမ်း ဓာတ်ပုံရိုက်ကူးပြီး လုပ်ငန်းဆောင်ရွက်ပြီးစီးမှုမှတ်တမ်းအား Drawing များနှင့်တစ်ကွ Material Certificateများနှင့်အတူ မှတ်တမ်းထားရှိရမည်။

မြစ်ဆွတ်ချောင်းတံတား၏ အုတ်မြစ်ဘိုးပိုင်များအား အားဖြည့်ပြုပြင်ခြင်းမှတ်တမ်းများ

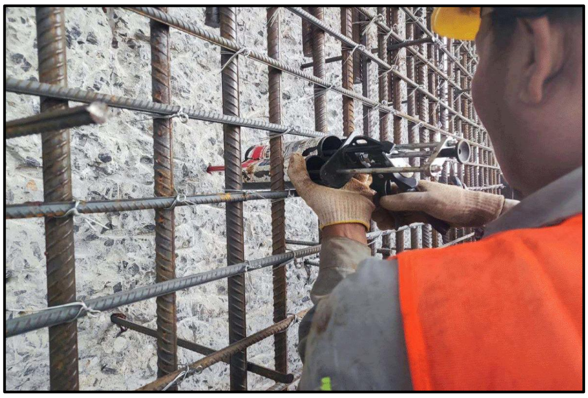
ဘိုးပိုင်များ ပျက်စီးနေပုံ

အားဖြည့်ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်း ဆောင်ရွက်နေပုံ

အားဖြည့်ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်း ဆောင်ရွက်နေပုံ

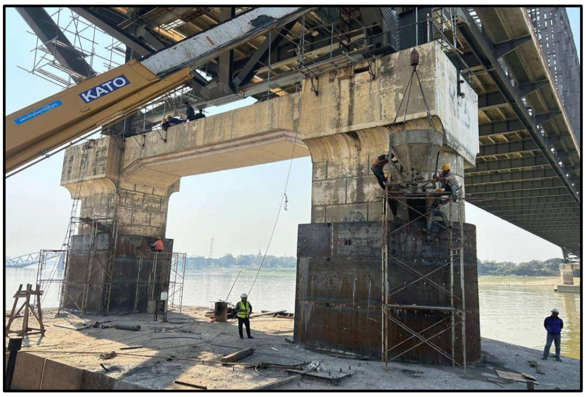
အားဖြည့်ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်း ဆောင်ရွက်ပြီးစီးမှု

ရောဝတီတံတား(ရတနာပုံ)၏ ရေလယ်တိုင်အား Steel Jacketing ဖြင့် အားဖြည့်ပြုပြင်ခြင်းမှတ်တမ်းများ



အားဖြည့်ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်း ဆောင်ရွက်နေပုံ

အားဖြည့်ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်း ဆောင်ရွက်နေပုံ



အားဖြည့်ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်း ဆောင်ရွက်နေပုံ

အားဖြည့်ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်း ဆောင်ရွက်ပြီးစီးမှု

Relocation of Steel Box Girders with 3D Synchronous Lifting System and 320T 3D Hydraulic Jack

Steel Box Girder များ ရေစုန်ဘက်သို့ ရွှေ့သွားပုံ

Bearing များ ပျက်စီးနေပုံ

3D Jack ဖြင့် Steel Box Girder များအထိုင်ချခြင်းလုပ်ငန်း ဆောင်ရွက်ပြီးစီးပုံ

သမင်လွှဲရိုးတံတား ပြုပြင်ပုံ မှတ်တမ်းများ

ကြမ်းခင်းများ ကျိုးကျ ပျက်စီးနေပုံ

ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်းဆောင်ရွက်နေပုံ

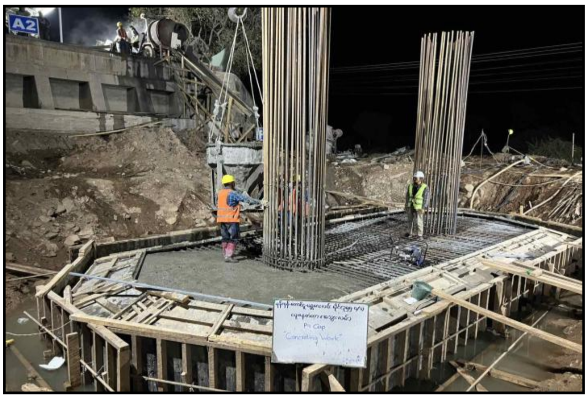
ပြုပြင်ခြင်းလုပ်ငန်းဆောင်ရွက်နေပုံ

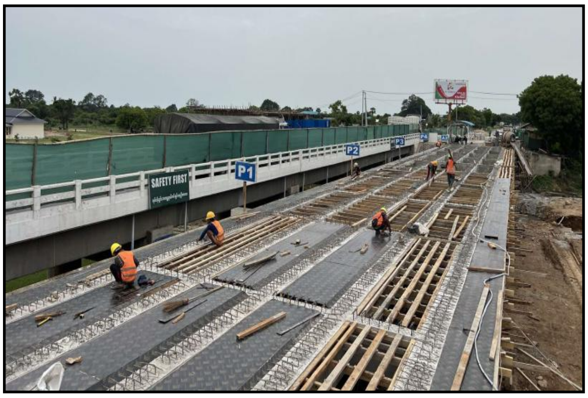
ယာဉ်များဖြတ်သန်းနေပုံ

ယုဇနတံတား ပြုပြင်ပုံ မှတ်တမ်းများ

ပျက်စီးမှု မှတ်တမ်းဓာတ်ပုံ

ပျက်စီးမှု မှတ်တမ်းဓာတ်ပုံ





၅။ **အသစ်တည်ဆောက်ခြင်း(New Bridge Construction) ။** တံတား၏ Structure များ ပျက်စီးမှုသည် ပြန်လည်အသုံးပြုရန် မသင့်လျော်သော အခြေအနေနှင့် ပြည်သူများအား ထိခိုက်စေနိုင်သည့် (Structure Safety & Public Safety) တံတားပျက်စီးမှုများအတွက် အသစ်ပြန်လည်တည်ဆောက်ခြင်း ဆောင်ရွက်ရမည်ဖြစ်ပါသည်။(ဥပမာ- တံတားတိုင်များပြိုလဲခြင်း၊ တံတားအုတ်မြစ်များနှင့် အောက်ထည်များ သတ်မှတ်ဝန်ထမ်းနိုင်ရန် အားဖြည့်ဆောင်ရွက်နိုင်သည့်အခြေအနေမရှိတော့ခြင်း စသည်တို့ဖြစ်ပါသည်။ ဆောင်ရွက်ရမည့်လုပ်ငန်းအဆင့်ဆင့်မှာ-

(က) **ချက်ချင်းဆောင်ရွက်ရမည့်လုပ်ငန်းများ(Emergency Response)**။ တံတားအား အရေးပေါ်ပိတ်ခြင်းနှင့် သက်ဆိုင်ရာအာဏာပိုင်များ အသိပေး၍ လိုအပ်သည့် အရေးပေါ်အကူအညီများရယူဆောင်ရွက်ခြင်းတို့ကို ချက်ချင်းဆောင်ရွက်ရပါမည်။

(ခ) **အသေးစိတ်စစ်ဆေးခြင်း(Detailed Inspection)**။ ပျက်စီးသည့် တံတား Structure အားအရေးပေါ်စိစစ်အကဲဖြတ်ခြင်းနှင့်ခေတ်မီကိရိယာများ (Ground Penetrating Radar, Laser scamming) အသုံးပြု၍ တံတားတစ်စင်းလုံးအား အသေးစိတ်စစ်ဆေးဆောင်ရွက်ရပါမည်။

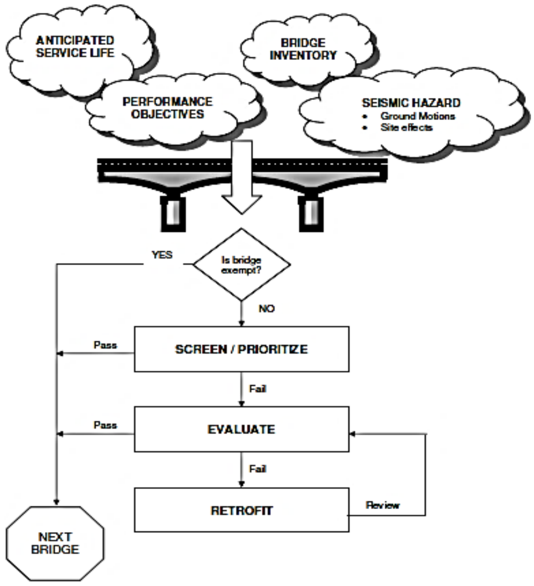
(ဂ) **အသစ်တည်ဆောက်ခြင်း (Reconstruction)**။ လမ်းပန်းဆက်သွယ်ရေး ပြတ်တောက်မှုမရှိစေရန် ယာယီလမ်းလွှဲ တံတားပြုလုပ်၍ ပျက်စီးသွားသော တံတားအား ဖျက်သိမ်းပြီး အသစ်တည်ဆောက်ရမည်။ အသစ်တည်ဆောက်မည့် တံတားအား **MYANMAR NATIONAL BUILDING CODE -2025** တွင်ပါဝင်သည့် Design စံချိန်စံညွှန်းများ Quality Management System တို့နှင့်အညီ တည်ဆောက်ခြင်းလုပ်ငန်း ဆောင်ရွက်ရမည်။

(ဃ) **တည်ဆောက်ပြီးပါက ဆောင်ရွက်ရမည့် လုပ်ငန်းများ (Task to do after construction)။** တံတားဖြတ်သန်းခွင့်မပြုမီ ခံနိုင်ဝန်စမ်းသပ်ခြင်း(Load Testing)၊ အသစ်ပြန်လည် တည်ဆောက်သည့် တံတားမှတ်တမ်းအား Design ပိုင်းဆိုင်ရာ စံချိန်စံညွှန်းများနှင့်အရည်အသွေးပိုင်းဆိုင်ရာစံချိန်စံညွှန်းများနှင့်အညီ ဆောင်ရွက်ထားခြင်း ရှိ/မရှိ၊ တံတားရေရှည်ကြံ့ခိုင်မှုကို ထိခိုက်စေနိုင်သည့် ရေလမ်းကြောင်း ပြုပြင်ဆောင်ရွက် ထားခြင်း ရှိ/မရှိ၊ Safety Sign များနှင့် Load Limit Sign များ

တပ်ဆင်ထားခြင်း ရှိ/မရှိ စသည့် Initial Inspection စစ်ဆေးပြီးမှတ်တမ်းထားရှိရမည်။

ဖ။ တံတားအသစ်တည်ဆောက်ရာတွင် အောက်ပါအချက်များ လိုက်နာဆောင်ရွက်ရပါမည်-

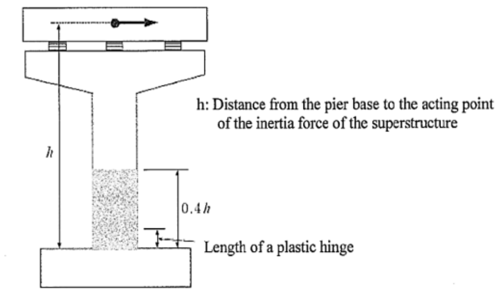
(က) Earthquake ground motions များသည် မြေလွှာများအောက် ကျောက်များအတွင်းဖြစ်ပေါ်နေသော လှုပ်ခါမှုနှင့် ငလျင်ကြောင့်ဖြစ်ပေါ်သော ကြိမ်နှုန်းများကြောင့် ဖြစ်ပေါ်ခဲ့ပြီး၊ Geotechnical hazards များဖြစ်သည့် Liquefaction နှင့် Rupture များကြောင့် တံတားပျက်စီးမှုများကို ဖြစ်ပေါ်စေပါသည်။ ငလျင်လှုပ်ခတ်နေစဉ်အတွင်း တံတားများ၏ ငလျင်ဒဏ်ခံနိုင်မှုသည် အောက်ခံမြေလွှာပေါ်တွင် အဓိက အခြေခံပြီး၊ မြေသိပ်သည်းမှု၊ ရေပါဝင်မှု၊ အမြင့်ဆုံးငလျင်လှိုင်းရိုက်ခတ်မှုတို့အပေါ် အခြေခံပါသည်။ ငလျင်ကြောင့် Non - linear response to cyclic stresses များ ဖြစ်ပေါ်စေပြီး အောက်ခံ မြေလွှာ၏ ခံနိုင်ရည်အား Stiffness ကို လျော့ကျစေပါသည်။ အဆိုပါ အခြေအနေများကြောင့် မြေလွှာအတွင်းရှိ Pore Water Pressure မြင့်တက်လာကာ တံတားများအား ပျက်စီးမှု ဖြစ်ပေါ်စေခြင်းဖြစ်ပါသည်။ တံတားများ ပျက်စီးပါက အသေးစိတ်သွားရောက် စစ်ဆေးပြီး ပျက်စီးမှုအဆင့်များ သုံးသပ်အကဲဖြတ်၍ အားဖြည့်ပြုပြင်ခြင်းနှင့် အသစ် ပြန်လည်တည်ဆောက်ခြင်း လုပ်ငန်းများကို ဆောင်ရွက်ရမည်။



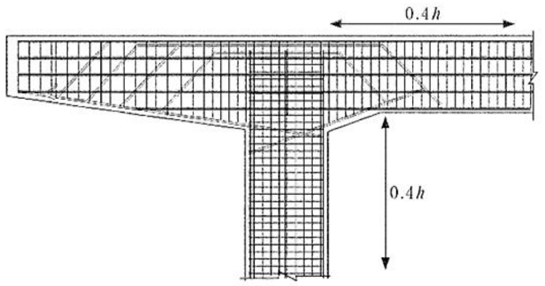
Overview of the retrofitting process for highway bridges.

(ခ) တံတားအုတ်မြစ်၊ အောက်ထည်နှင့် အပေါ်ထည် တည်ဆောက်ခြင်းအတွက် Seismic Detailing များအား လိုက်နာပြီး တံတားပုံစံထုတ်ခြင်းနှင့် ကြံ့ခိုင်မှုရှိသော တည်ဆောက်ခြင်းများကို ဆောင်ရွက်ကြရာတွင်-

• တံတားတိုင်များတွင် Design Drawing ပါ အသုံးပြုရမည့် သံချောင်းများအား Plastic Zone အတွင်း တစ်ချောင်းနှင့် တစ်ချောင်းမဆက်ရန်၊



Region Requiring Consideration for Plasticity



Allocation of a Region Requiring Consideration for the Plasticity of a Pier with a Haunch

• Hoop Ties များအတွက်-

(a) Plastic Zone အတွင်း အသုံးပြုမည့် သံချောင်းများအား အနည်းဆုံး 13mmΦ မှစ၍ အသုံးပြုနိုင်ပြီး သံချောင်းတစ်ခုနှင့်တစ်ခုကြားအကွာအဝေးသည် 150mm ထက် မကျော်ရ၊

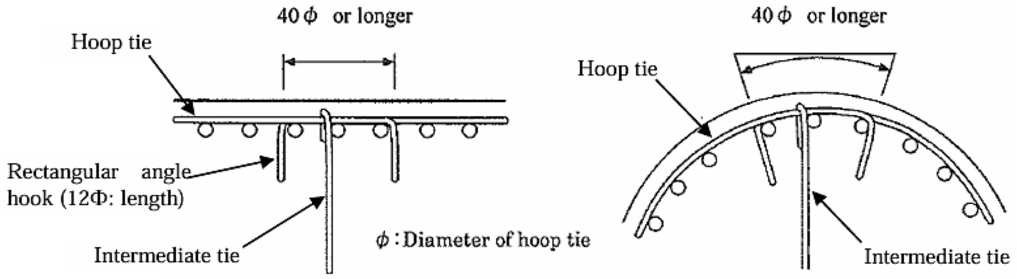
(b) Enclose Axial Reinforcement တွင်

(i) Semi-circular hook = 8Φ or 120 mm, whichever is the greater

(ii) Acute angle hook = 10Φ

(iii) Rectangular angle hook = 12Φ ထားရှိရမည်

(c) Hoop Ties များအား အနည်းဆုံးသံချောင်း၏ 40Φအထိ တစ်ခုနှင့် တစ်ခု တွယ်ဆက်ရန်၊

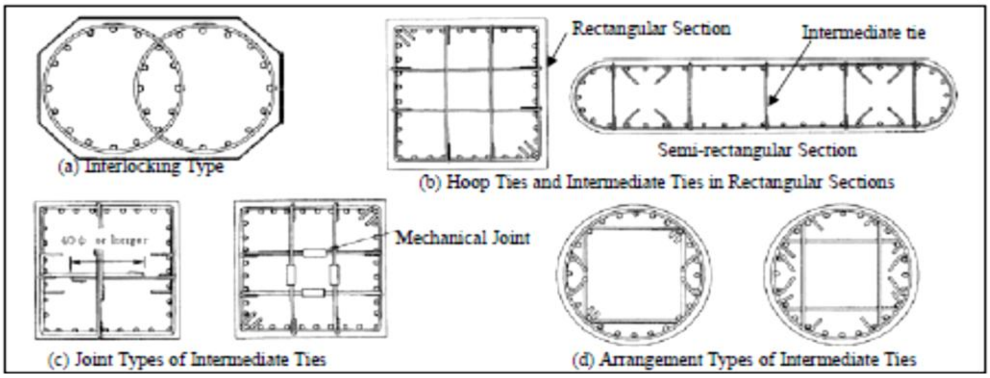


Guidelines for the Interval of Hoop Reinforcements for Deformed Reinforcing Bars Specified by JIS G 3112 (mm)

(d) သံကူကွန်ကရစ်ရေလယ်တိုင်များတွင် ကြံ့ခိုင်မှုနှင့် Seismic Performance ရရှိစေရန် Seismic သက်ရောက်သည့် Plastic Zone နေရာများတွင် Rebar Confinement ကို သေချာဆောင်ရွက်ရန်နှင့် Spiral or Tie သံချောင်းများအား တိုင်လုံးပတ်၏ ၁.၅ ဆ ရှိသော (သို့) အများဆုံး Plastic Moment 75% ထက်ကျော်သော (သို့) တွက်ချက် ထားသည့် Plastic Hinge အရှည်စသည့် Plastic Hinge အကွာအဝေး(၃)ခုအနက်မှ အများဆုံး အကွာအဝေးအတွင်း အဓိက Longitudinal Bars များနှင့် ကန့်သတ် ချက်များအတိုင်းစနစ်တကျတွယ်ဆက်ရန်၊

Nominal diameter of hoop reinforcements	D13, D16, and D19	D22	D25,D29	D32
Guidelines for the interval of hoop reinforcements (mm)	150	200	250	300

(e) Intermediate Ties များအတွက် Hoop Ties များနှင့် အရွယ်အစားတူညီသော သံချောင်းများ အသုံးပြုရန်နှင့် အကွာအဝေးတူညီရန်၊ Standard Hook များ အသုံးပြုရန်



Arrangement of Hoop Ties and Intermediate Ties According to Column Types

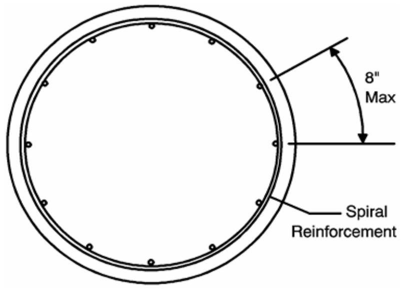
• (AASHTO)အရ တံတားကြံ့ခိုင်မှုအားကောင်းစေရန် လိုက်နာရမည့် အချက်များ-

(a) Potential Plastic Hinge Zone အတွင်း သံချောင်းဆက်ခြင်းမပြုလုပ်ရန်၊

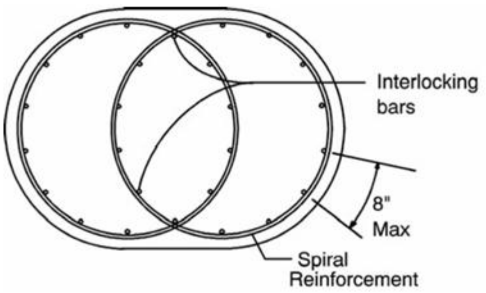
(b) အဓိက Longitudinal Bars များ၏အကွာအဝေး ≤ 8 inches.

(c) ရေလယ်တိုင်ပုံစံ အဝိုင်းများတွင် အကွာအဝေးတူညီသော Continuous Spirals များအသုံးပြုရန်၊

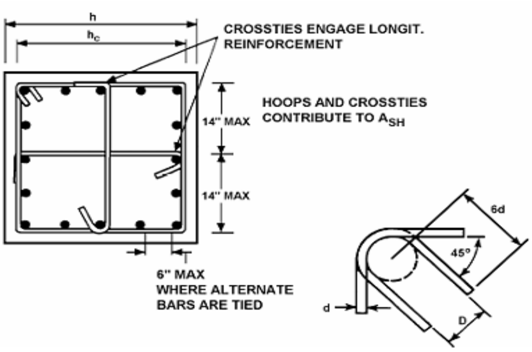
(d) Plastic Hinge Zone အတွင်း Ties များအား အများဆုံး 6" အကွာအဝေးထား၍ ချည်နှောင်ရန်၊

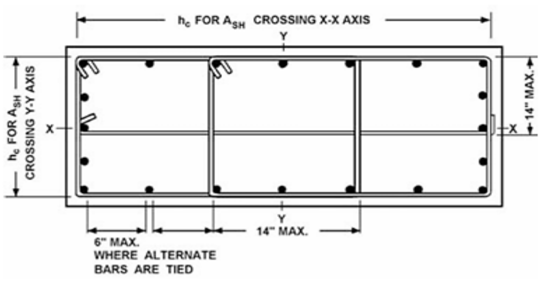


Single Spiral



Column Interlocking Spiral Details





Column Tie Details

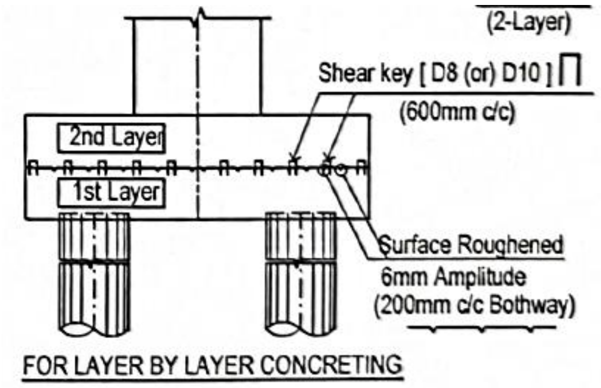
စသည့် Seismic Detailing များအား တည်ဆောက်ရေးလုပ်ငန်းခွင်များတွင် လိုက်နာ ဆောင်ရွက်ခြင်းဖြင့် တံတားဝန်ထမ်းတိုင်များ၏ Plastic Hinge Zone များတွင် ဖြစ်ပေါ် စေနိုင်သော Shear Capacity ခံနိုင်အား ပိုကောင်းလာစေပြီး တံတားကြံ့ခိုင်မှုကို ပိုမို ကောင်းမွန်စေရန် ဆောင်ရွက်ရမည်။

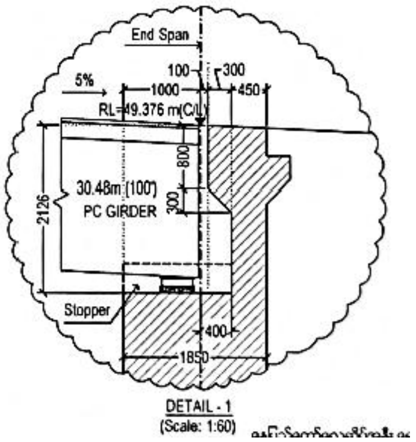
(ဂ) ငလျင်ဒဏ်ကြောင့် ပျက်စီးခဲ့သော တံတားများအား ပြန်လည်ပြုပြင်အသစ် တည်ဆောက်ရာတွင် Seismic Performance ကောင်းစေရန် Continuous Structure အဖြစ် အသစ်တည်ဆောက်ခြင်း ၊ Plate Girder ပေါ်တွင် Shear Stud များတပ်ဆင်ခြင်း ၊ ယခင်တပ်ဆင်ထားခြင်းမရှိသော Cross Diaphragm များ အားဖြည့်ခြင်းများအပြင် ပြန်လည်တည်ဆောက်သည့် တံတားများတွင် အသုံးပြုသည့် သံချောင်းအမျိုးအစားများကိုလည်း ASTM A706 (သို့) HRB 500E ရွေးချယ်၍ ခံနိုင်ရည်မြင့်တည်ဆောက်ရေးလုပ်ငန်းသုံးပစ္စည်းများ အသုံးပြုရမည်။

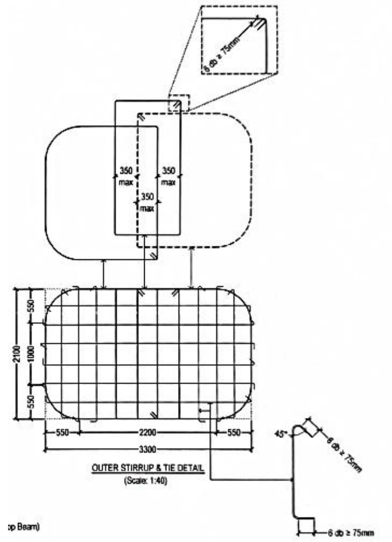
ထို့ပြင် Seismic သက်ရောက်သည့် Plastic Hinge Zone နေရာများတွင် Rebar Confinement ကို စနစ်တကျဆောင်ရွက်ရမည်။

Property	HRB500E	ASTM A706 Grade 60	ASTM A706 Grade 80
Carbon (C) Max	0.25%	0.30%	0.33%
Silicon (Si) Max	0.80%	0.50%	0.55%
Manganese (Mn)Max	1.60%	1.50%	1.56%
Phosphorus (P) Max	0.045%	0.035%	0.043%
Sulfur (S) Max	0.045%	0.045%	0.053%
Carbon Equivalent(Ceq)Max	0.55	0.55	0.55
Weldability	Seismic-grade weldable	Weldable	Weldable

Chemical Composition Comparison of GB/T 1499.2 HRB500E and ASTM A706 Reinforcing





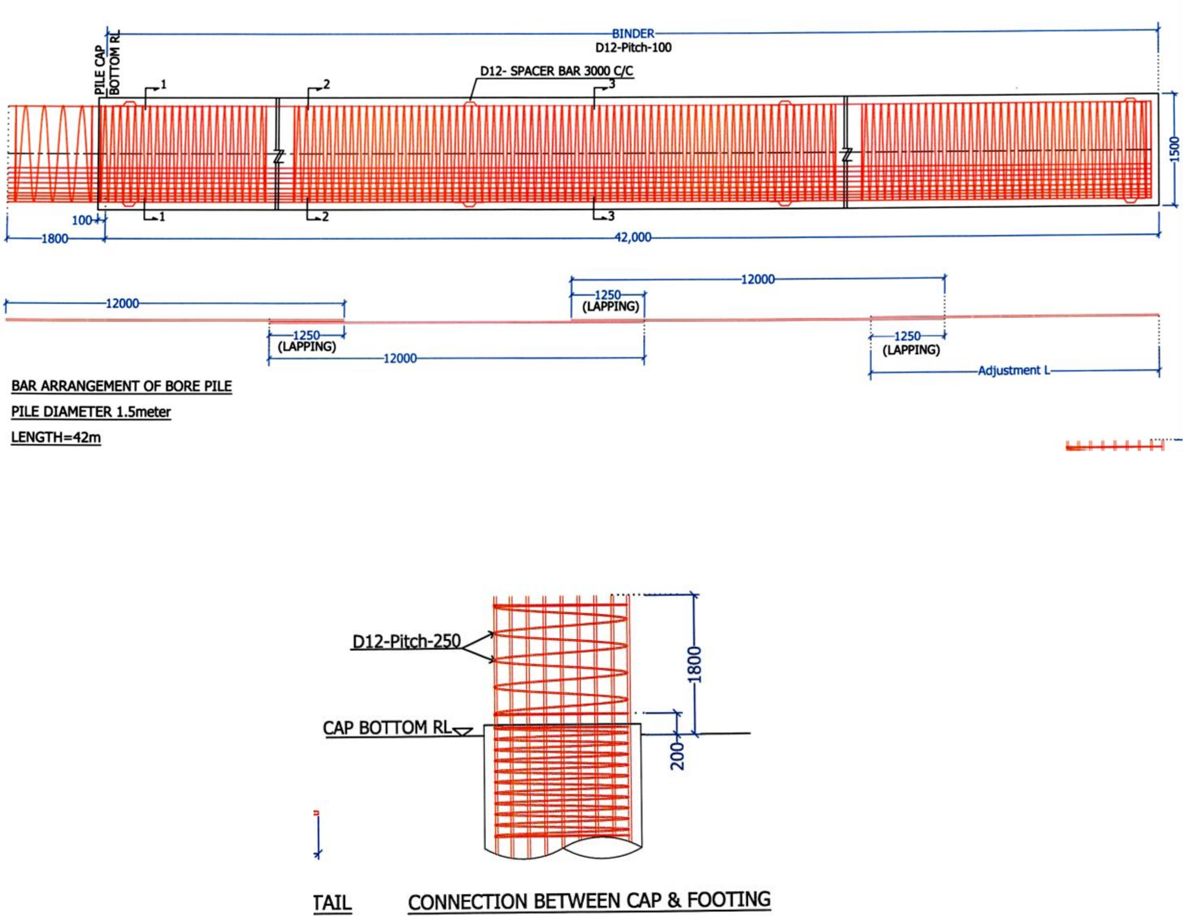


Note:
1) Design Strength of Concrete,fc = 3,500 psi (25 Mpa)(Cylinder) ASTM C94M
2) Yield Strength of Re-bar,fy = 60,000 psi (420 Mpa) , ASTM A615 (Grade 60) (Cap & Top Beam)
3) Yield Strength of Re-bar,fy = 60,000 psi (420 Mpa) , ASTM A706 (Grade 60) (Shaft)
4) Cover(footing) = 75mm (Top) / 100mm (Bottom)
5) Cover = 50mm (Top Beam & Shaft)
6) Splicing of reinforcement in the Pier Shaft is not permitted in plastic hinge zone.

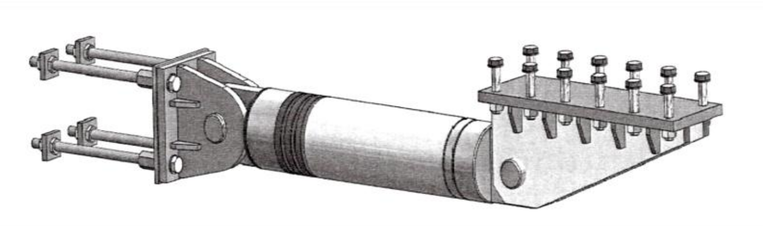
Seismic detailing used in Department of Bridge according to Myanmar National Building Code 2025

ဆွာချောင်းတံတား၏ သံမဏိသံပေါင် Steel Plate Girder ပေါ်တွင် Shear Stud များ တပ်ဆင်ထားခြင်း

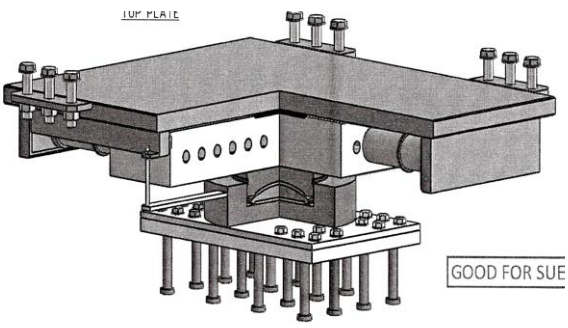
ငလျင်ဒဏ်ကြောင့် ပျက်စီးခဲ့သော တံတားများအား အသေးစိတ် စစ်ဆေး၍ အကြီးစား ပြန်လည်ပြုပြင်ခြင်းအဖြစ် တံတား၏ အောက်ခြေအုတ်မြစ်များနှင့် မူလပိုင်ထိပ်အုပ်များအား အားဖြည့်ပြုပြင်ခြင်း၊ တံတား၏ ကမ်းကပ်ခုံနှင့် ရေလယ်တိုင်များအား Retrofitting အားဖြည့်ပြုပြင်ခြင်းဖြင့် တံတား၏ခံနိုင်ဝန်ပိုမိုကောင်းမွန်လာစေရန် ဆောင်ရွက်ရမည်။



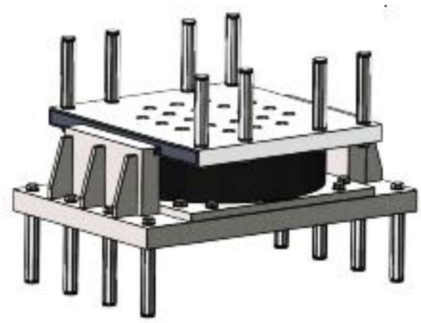
Bored pile detailing used in Department of Bridge according to Myanmar National Building Code 2025



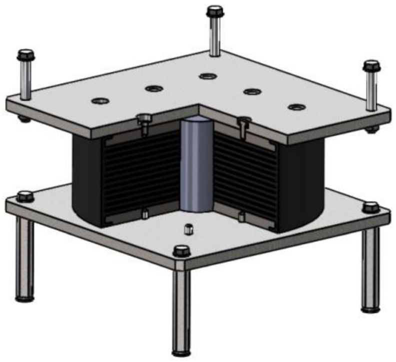
Dumper used in New Bridge Construction Project



Eradiquake Bearing used in New Bridge Construction Project



High Dumping Rubber Bearing used in New Bridge Construction and Upgrade Bridge Construction Project



Lead Rubber Bearing used in New Bridge Construction

ဆွာချောင်းတံတား Lead Rubber Bearing များ တပ်ဆင်ခြင်း ပြုပြင်ပုံ မှတ်တမ်းများ

ယုဇနတံတားHigh Dumping Rubber Bearing များ တပ်ဆင်ခြင်း ပြုပြင်ပုံ မှတ်တမ်းများ