Content Page no.

Part III. Deep excavation retaining walls

Chapter I. deep excavation retaining wall

1. Basic Principle 1
2. Types of deep excavation retaining walls 2
3. Wall Selection Criteria 3

Type 1. Braced walls (with strut support) 3

1. What is a brace wall 3
2. Parts of a brace wall 3
3. Working procedure 5
   - Example of working procedure 5
   - tension crack sliding failure 6
4. Heaving failure 6
5. Boiling Failure 7

Type 2. Pile walls 7

a) soldier piles and lagging walls 7
b) Sheet piles Wall 9
   (1) Timber sheet piles 10
   (2) RCC sheet piles 10
   (3) Steel sheet piles 11
   (4) Aluminium sheet pile 12
   (5) What is Raker? 12
   (6) What is strut 14
   (7) Cofferdam 15
      1) What is Cofferdam? 15
      2) Shapes of Cofferdam 16
      3) Types of Cofferdam 16
         1. Braced cofferdams 16
         2. Cellular cofferdams 17
         3. Double-walled sheet pile cofferdams 18
      4) Basic Principle of Cofferdam 19
c) Bore piles walls 19
   a. Intermittent Bored Pile Walls 20

   b. Tangent Bored Pile walls 22
   c. Secant Bored Pile Walls 22
      1. Secant piles with unreinforced primary piles 22
      2. Secant piles with reinforced primary piles 22
   d. Double line of Bored Piles wall 30

Types 3. Diaphragm Walls (or) Slurry Trench Walls 23

Types 3-A. Cast-in-situ Diaphragm walls 24

1. Types of panel 24
2. Material requirement 24
3. Quide Wall / guide wall 25
4. panel thickness 25
5. Panel lengths 25
6. Shapes of Diaphragm wall panel 25
7. Types of Diaphragm wall Panel Joints 26
8. Additional information on diaphragm walls 26
   a. Where can be used 26
   b. How may be used 26
   c. depth of panel 26
   d. excavation equipment 26
      Grab (cable bucket) 27
      Kelly 27
      hydrofraise soil cutters 27
   e. trepaning 27
   f. Where to use it 27
   g. It's Integration 27
   h. Watertightness 28
   i. deviating panel 28
   j. specialized 28
   k. Equipments lists 28
   l. Concrete mix specification 28
   m. Bentonite slurry 29
   n. Check before tremie 29
   o. Check Verticality 29
   p. checke Depth 30

   q. continious operation 30
   r. Check concrete 30
   s. Depth of Tremie pipe in concrete 30
   t. Truck deliveries plot 30

Types 3-B. Prefabricated Diaphragm Walls 31

Types 4. Soil Walls 33

(1) Soil nail wall 33

1. What is soil nail walls 33
2. The general construction procedure 34
3. Advantage of Soil nail walls 35
4. compare with ground anchor wall 36
5. Where to use 36
6. When to use it 36
7. advantages of Soil Nail Wall 37
8. disadvantages of Soil nail wall 40
9. Soil nail wall construction sequence 41
   Step 1. Excavate small cut 41
   Step 2. Drill Nail Hoe 41
   Step 3. Install and Grout Nail 41
      (Includes Strip Drain Installation)
   Step 4. Place temporary facing 42
   Step 5. Construction of subsequent level 43
   Step 6. Placing final facing 43

(2) Jet Grout wall 44

1. What is Jet Grouting 44
2. Jet Grouting Procedure 45
   Step 1. soil treating and hole drilling 45
   Step 2. placing equipment 46
   Step 3. fluid injecting 47
   Step 4. Spoil 47
   Step 5. raising of the string 48
   Step 6. speed of rotation 48
3. 3-Methods of Jet Grouting 48
   a. Single Fluid Jet Grouting System 50

   b. Double Fluid Jet Grouting System 50
   c. Triple Fluid Jet Grouting System 51
4. Applications of Jet Grouting 51
   a. For construction of horizontal barriers 52
   b. Control of groundwater 52
   c. Underpinning 52
   d. Tunneling 53
   e. Support for excavation 53
5. Advantages of Jet Grouting 53

(3) ground anchor wall 54

a. Parts of anchor 54
b. Active and passive anchor 55
c. Two types of wall tieback anchor 56
d. Helical Tieback Anchor 57
e. Classification of Ground Anchors 58
   Class - 1. Permanent anchor 58
   Class - 2. frictional type anchor 58
   Class - 3. ground pressure type anchor 58
   Class - 4. complex type anchors 58
   5. Uses of ground anchor 59

Chapter II. Diaphragm wall

(1) 4-involvement of the technique 61

1. narrow trench 61
2. congested area 61
3. where and suit 61
4. Top Down technique 61

(2) Facilitator of diaphragm wall 62

retaining wall 62
cut-off provision 62
final wall for basement 62
separating structure 62
rectangular pile 62
barrette pile 63

(3) 8 sequences of Diaphragm wall construction Method 63

Sequence 1: Guide wall installation 63
Sequence 2: Pre-excavation 65
Sequence 3: Primary panel (Female panel) excavation 66
Sequence 4. Slurry pumping 69
Sequence 5. Joint construction methods 70
Sequence 6. Reinforcement cage lowering 71
Sequence 7. Concrete tremieing 72
Sequence 8. Secondary panel (Male Panel) excavation 74

(4) Tremie Pipe 74
(5) Diaphragm Wall Advantages 80
(6) Diaphragm wall Equipment Table 81

1. Diaphragm wall excavator 82
2. Service Crane 82
3. Excavator or JCB and dumper 82
4. Stop ends 83
5. Stop ends extractor/chisel 83
6. Polymer setup 84
7. Pumps 84
8. Tremie set & Accessories 84
9. Welding Machines 84
10. Diesel Generator 84
11. Sounding chain & tape 84
12. Office Container & Workshop 86
13. Rebar fabricated yard 87
14. Supporting slurry 87

(7) Quality Assurance and Quality control 88
(8) Health and Safety 88

(a) safety equipment 88
(b) Safety Procedure of Diaphragm wall Construction 89
(c) Safety Procedure of night work 90
(d) Safety Supervisor activities during execution 90
(e) Risk Identifications 91
(f) Risk Management 91

Chapter III. Bore Pile

Types of pile 92

(1) 4 Phases Involved in Bored Cast in-situ Pile Construction Work 93

Phase 1. Pile boring - ဖောက်ထွင်းခြင်း 93
Phase 2. Reinforcement cage lowering - သံဘောင်ချခြင်း 99
Phase 3. Flushing (tremie pipes lowering + slurry circulation) tremie pipe ချပြင်းနှင့် bentonite slurry လှည့်ပြန်ခြင်း 100
Phase 4. Pile concreting - လွန်နောရစ်သွန်းရေလောင်းခြင်း 101

(3) Method Statement for Bored Pile 103

Statement 1. Location Setting Out and Referencing ဖြေနေရာခွင်းလေ့ကျင့်သားခြင်း 104
Statement 2. Driving of Temporary Steel Casing ယာယီမြေတိပ်ပို့ကိုကွင်းချခြင်း 104
Statement 3. Boring (or) Drilling Vertical Hole ဖောက်ထွင်းခြင်း 105
Statement 4. Cleaning of Bored Hole ကွင်းသန့်စင်ခြင်း 106
Statement 5. bentonite slurry ဘင်တပ်ဖိုက်ဂစ်ရေညှိထည့်သွင်းပုံ 107
Statement 6. Fabrication and installation of rebar cages 108
Statement 7. Pouring of Tremie Concrete 110

(4) Bentonite - ဘင်တပ်ဖိုက်ဂစ်အကြောင်း 112
(5) Polymer - ပိုလီမာအကြောင်း 113

Chapter IV. Types of Excavation Supports or Earth Retaining Structures and their Applications

1. What Are Excavation Supports? 115
2. safe height limit - ဒေါ်ထွေ့ရသောတူးမြောက်ခြင်း 116
3. Types of Excavation Supports 116
   a. Soldier pile and lagging wall 117
   b. Soil Nailing Method of Excavation Support 119
4. King Post (Diaphragm wall Strut) 122

Chapter V. Casion Foundation 124

Part IV. General Knowledge

Chapter I. How to Control Corrosion of Steel Reinforcement in Concrete? 125

1. Why Corrosion Control of Reinforcement bars (Rebars) is necessary? 125
2. causes for corrosion of reinforcement 126
3. Methods of Corrosion Control of Reinforcement in Concrete: 127

Method 1. Cement-Polymer Composite Coated Rebars (CPCC) 128

(1) Products involved in Cement Polymer Composite Coated rebar 128
(2) Process of Cement Polymer Composite Coated rebar: 129

Method 2. Fusion Bonded Epoxy Coated Rebars (FBEC) 131

(1) Process of Fusion Bonded Epoxy Coated Rebars 131

Chapter II. Errors During Concrete Construction at Site and How to Avoid Them

RC အဆောက်အဦးများတည်ဆောက်ရာတွင် မှားယွင်းတတ်သည့် များနှင့် ထိုကဲ့သို့မှားအောင် ဆောင်တားရမည့် ဂါဝေါများ 134

Error 1. Adding water to concrete - ရေဆွတ်ခြင်း 135
Error 2. Improper alignment of formwork - ပုံစံတင်မတ်ခြင်း 136
Error 3. Improper consolidation or compaction of concrete - နှည်းမှန်လမ်းမမှန်ခြင်း၊ ကွန်ကရစ်ကို သင်တည့်ကျစေရန်လစ်ဟင်း ဆောင်ရွက်မှုမရှိခြင်း 137

1. Bugholes 138
2. Honeycombing 138
3. cold joint 140
4. Segregation 141

Error 4. Improper curing – curing မကောင်းခြင်း 141
Error 5. Improper location of reinforcing steel – rebar များ၊ဖေနေရာမမှန်ခြင်း 142

Rebar များနေရာမှန်တင်မထားသည်မှိုရေလာအကြောင်းဆင်းများ 143

Error 6. Movement of formwork - ကွန်ကရစ်သွန်းလောင်းနေစဉ် ပုံစံဂွင်ရွေ့ခြင်း 146
Error 7. Premature removal of shores or reshores - ပုံစံခွာကပ်ထောက် များ ပြန်ခေတာကြေးတိုများကို အချိန်မီမဖြုတ်ခြင်း 146
Error 8. Settling of the concrete - ကွန်ကရစ်အမယ်ထိုင်ခြင်း 148
Error 9. Settling of the subgrade - ထောက်ခံမြေပြိုမှုပဲခြင်း 148
Error 10. Vibration of freshly placed concrete - လောင်းပြီးကာလတွန်ကရစ် (သို့) ရေစောမယူမည့်သော၊ သောကွန်ကရစ်သည့်၊ Vibration ဝင်ကပ် ဝံ့ဘေးခြင်း 149
Error 11. Improper finishing of flat concrete surface - မရေလျှင်ကန်သောနေ့လင်းမြင်ခြင်း၊ ကွန်ကရစ်ရေမှုန်ပြင် အရေချောကိုလိုခြင်း 149

Chapter III. What Factors Causes Failure of Concrete Structures? ကွန်ကရစ်အဆောက်အဦးများမျက်စီရမှုသာအကြောင်းရင်းခံ များ 151

Factor 1. Incorrect selection of materials တည်ဆောက်ရေးပူညီအရေးရေးပိမှားယွင်းခြင်း 152
Factor 2. Errors in design calculation and detailing Design ရေးဆွဲတွက်ချက်ရာတွင်လည်းကောင်း အသေးဆိတ်တွက်ချက်ရာတွင်လည်းကောင်း မှားယွင်းခြင်း 154
Factor 3. Improper construction techniques and insufficient quality control and supervision ပသင်ရောက်သောနည်းလမ်းခြင်း တည်ဆောက်ခြင်း၊ quality control နှင့် supervision ဖြည့်ကျင့်ခြင်း 155

1. Incorrect placement of steel - သံမဏိတား ဖနေရာများခြင်း 156
2. Inadequate cover to reinforcement - သံ cove နဲ့ခြင်း 156
3. Incorrectly made construction joints – Cnstruction joint မှားယွင်းခြင်း 156
4. Grout leakage - ပုံစံခွာကပ်လျှပ်ခြင်း 158
5. Poor compaction - ကောင်းစွာသိပ်သည်းအောင် ဆောင် ရွက်မှုမပြည့်ခြင်း 159
6. Segregation of concrete mixture - ကျောက်ဂျမ်းခြင်း 160

7. Poor curing - ကွန်ကရစ်ရေမနှင့်ခြင်း 160
8. High quantity water content: ရေဓာတ်ထားမသော ကွန်ကရစ် ထဲတွင် ရေများခြင်း 160

Factor 4. Chemical attacks on concrete structures ဓာတုဗေဒ ပျက်ယွင်းစေကြောင့် အဆောက်အဦးများ ပျက်ခြင်း 160

Factor 5. External mechanical factors ပြင်ပသောဘေးဒဏ် ထိုးနှက်ချက် ကို၊ ခံရသောကြောင့် အဆောက်အဦးပျက်ခြင်း 162

Chapter IV. Kicker

1. What is the Column Kicker? 163
2. Dimensions and Formwork of Column Kicker 164
3. Example of a kicker 164
4. Advantages of Column Kicker 166
5. Disadvantages of Column Kicker 167
6. Types of kicker 167

Chapter VI. Minimum Concrete Cover for Reinforcement ကွန်ကရစ်ကာဘာ အနည်းဆုံးလိုအပ်ချက် 17

Chapter VII. Case Studies of Failures in RCC Buildings RC အဆောက်အဦးများ၏ ပျက်စီးမှုဆိုင်ရာလေ့လာခြင်း 18

Case 1: Failure of RCC Column Due to Corrosion of Reinforcement 18
Case 2: Failure of Building Due to Improper transfer of load 18
Case 3: Failure of Reinforced Concrete Structure due to Poor concrete mix and water quality 18
Case 4: Failure of RCC Structure due to use of Beach Sand in Construction 18
Case 5 : Structural Damage to Failure of Soil ဖြေမပိုင်ဝေသကြောင့် အဆောက်အအုံများ ပျက်ခြင်း 18

ပုံကြမ်းများ၊ဆောင်ပုံများ Table များ အညွှန်း 19