## အပိုင်း (၁) လမ်းအကြောင်း အထွေထွေ ဗဟုသုတများ


1. ကွန်ကရစ်လမ်းမိတ်ဆက် ..... 1
1.1 နိဒါန်း ..... 1
1.2 တစ်ဦးချင်းရည်ရွယ်ချက် ..... 1
1.3 မြန်မာနိုင်ငံရှိလမ်းများ၏အချက်အလက်များ ..... 2
1.3.1 လမ်းမျက်နှာပြင် အမျိုးအစား ..... 3
1.3.2 တန်ချိန်ကဏ္ဍားများနှင့် ဝန်ရိုးအလေးချိန် ကန့်သတ်ချက် ..... 4
1.3.3 ကွန်ကရစ်လမ်းကိုအသုံးပြုမှုများလာခြင်း ..... 5
1.4 လမ်းအမျိုးအစားရွေးချယ်ခြင်း ..... 8
1.4.1 အမျိုးအစားရွေးချယ်ရန် စံသတ်မှတ်ချက် ..... 9
1.4.2 လမ်း၏ဒီဇိုင်းသက်တမ်း ..... 10
1.4.3 ကွန်ကရစ်လမ်း (Rigid Pavement) ကိုရွေးချယ်ခြင်း ..... 11
1.5 ကတ္တရာလမ်းကြောတွင် ကွန်ကရစ်လမ်း သုံးစွဲသင့်သည့်နေရာများ ..... 12
1.6 ကျမ်းကိုးစာရင်း ..... 16
2. လမ်းမျက်နှာပြင်အမျိုးအစားများ ..... 17
2.1 နိဒါန်း ..... 17
2.2 ကတ္တရာလမ်း (Flexible Pavement) ..... 18
2.2.1 နိုင်လွန်ကတ္တရာလမ်း (Hot-Mix Asphalt) ..... 19
2.2.2 အအေးရောကတ္တရာ (Cold Mix Asphalt, CMA) ..... 21
2.2.3 အနွေးရောကတ္တရာ (Warm Mix Asphalt, WMA) ..... 23
2.2.4 မက္ကဒမ်လမ်း (Penetration Macadam Method ) ..... 23
2.3 ကွန်ကရစ်လမ်း (Rigid or Concrete Pavement) ..... 25
2.3.1 Continuously Reinforced Concrete Pavement (CRCP) ..... 26
2.3.2 Jointed Plain Concrete Pavement (JPCP) ..... 27
2.3.3 Jointed Reinforced Concrete Pavement (JRCP) ..... 29
2.3.4 Prestressed Concrete Pavement (PCP) ..... 29
2.4 နှစ်မျိုးစပ်လမ်း (Composite Pavement ) ..... 30
2.4.1 ကွန်ကရစ်အပေါ်တွင်နိုင်လွန်ကတ္တရာခင်းခြင်း(AC/PCC) ..... 31
2.4.2 ကွန်ကရစ်အပေါ်နှစ်လွှာထပ်ခင်းခြင်း (PCC over PCC) ..... 32
2.5 Rigid နှင့် Flexible Pavement နှိုင်းယှဉ်ချက်များ ..... 33
2.5.1 ဝန်အားသက်ရောက်ပုံ ..... 33
2.5.2 အခြားသောနှိုင်းယှဉ်ချက်များ ..... 33
2.6 ကျမ်းကိုးစာရင်း ..... 35


## အပိုင်း (၂) ကွန်ကရစ်လမ်း တည်ဆောက်နည်းများ


3. JPCP အစိတ်အပိုင်းများ ..... 37
3.1 ပါဝင်သည့်ပစ္စည်းများ ..... 38
3.1.1 ကွန်ကရစ် ..... 38
3.1.2 သဲနှင့်ကျောက် ရောစာများ ..... 38
3.1.3 ရေ ..... 39
3.1.4 ဓာတုအရောအနှောများ (Chemical Admixtures) ..... 39
3.2 ကွန်ကရစ်ဂုဏ်သတ္တိများ ..... 39
3.2.1 ညီညွတ်မှု (Uniformity) ..... 40
3.2.2 လုပ်ကိုင်ရလွယ်ကူမှု (Workability) ..... 41
3.2.3 ခံနိုင်အား တိုးတက်လာခြင်း (*Strength development)* ..... 42
3.2.4 ကျုံ့ခြင်း (Shrinkage) ..... 43
*3.2.5* ရေစိမ့်ဝင်နိုင်စွမ်း (*Permeability)* ..... 44
3.2.6 တာရှည်ခံနိုင်စွမ်း ..... 44
3.3 ကွန်ကရစ်အရောအနှောဒီဇိုင်း (Mix Design) ..... 49
3.4 ကွန်ကရစ်ရောစပ်ခြင်း (Mix Proportion) ..... 49
3.4.1 အရောအနှော အတည်ပြုခြင်း(Mixture Verification) ..... 51
3.5 အဆက်အမျိုးအစားများ ..... 52
3.5.1 အဓိကအဆက်များ (Joints) ..... 52
3.5.2 ကန့်လန့်ဖြတ်အဆက်များ(Transverse Joints) ..... 54
3.5.3 အလျားလိုက်အဆက်များ (Longitudinal Joints) ..... 55
3.5.4 အခြားအဆက်များ (Other Joints) ..... 56
3.6 တွဲဆက်သံချောင်းများ (Tie Bars) ..... 58
3.7 ဝန်အားကူးပြောင်းမှု(Load Transfer) ..... 62
3.7.1 ကွန်ကရစ်အတွင်းမှကျောက်များချိတ်ဆက်မှု (Aggregate Interlock) ..... 63
3.7.2 Dowel barများ ..... 63
3.8 စလက်ပြားပုံပျက်ခြင်း ..... 68
3.8.1 စလက်ပြားများတွန့်လိမ်ခြင်း (curling) ..... 68
3.8.2 စလက်ပြားတွန့်ခေါက်ခြင်း (Warping) ..... 70
3.9 Subgrade, Subbase and Base ..... 70
3.9.1 အောက်ခံမြေ (Subgrade) ..... 70
3.9.2 ဒုအခြေခံလွှာ (Sub-base) ..... 71
3.9.3 အခြေခံအလွှာ (Base Layer) ..... 71
3.9.4 Lean Concrete Base ..... 74
3.9.5 Hot Mix Asphalt Base ..... 74
3.9.6 Asphalt Treatead Permeable Bases (ATPB) ..... 75
3.9.7 ပြုပြင်မွမ်းမံထားသည့်အခြေခံလွှာ (stablized base) ..... 77
3.10 Traffic Index (TI)တွက်နည်း ..... 78
3.11 ကျမ်းကိုးစာရင်း ..... 78
4. JPCP တည်ဆောက်နည်းများ ..... 79
4.1 အောက်ခြေမြေသားအခြေခံအလွှာများပြင်ဆင်ခြင်း ..... 79
4.1.1 အထွေထွေ ..... 79
4.1.2 မြေဖြတ်လွှာ ..... 80
4.1.3 ဒုအခြေခံလွှာ (Sub-base) ..... 82
4.1.4 အောက်ခံလွှာ၏တောင့်တင်းနိုင်မှုတန်ဖိုး "k" ..... 83
4.1.5 Dry Lean Concrete ၏တောင့်တင်းနိုင်မှုတန်ဖိုး ..... 84
4.1.6 Separation membrane ..... 86
4.2 ရာသီဥတုကန့်သတ်ချက်များ ..... 86
4.2.1 ရာသီဥတုပူပြင်းချိန်တွင် ကွန်ကရစ်သွန်းလောင်းခြင်း ..... 86
4.2.2 ရာသီဥတုအေးလွန်းသည့်အချိန်တွင် ကွန်ကရစ်သွန်းလောင်းခြင်း ..... 89
4.3 သံချောင်းများတပ်ဆင်ခြင်း ..... 89
4.3.1 Tie bar များတပ်ဆင်ခြင်း ..... 89
4.3.2 Dowel bar များတပ်ဆင်ခြင်း ..... 93
4.3.3 အားကူသံချောင်းများတပ်ဆင်ခြင်း ..... 94
4.4 Dowel နှင့် Tie Barsထည့်သွင်းရာတွင်တွေ့ရသည့်ပြဿနာများ ..... 94
4.5 ကွန်ကရစ်သွန်းလောင်းခြင်း ..... 97
4.6 အဆက်များတည်ဆောက်ခြင်း ..... 98
4.6.1 လှဖြင့်ဆက်ကြောင်းဆွဲခြင်း ..... 98
*4.6.2* ပုံမှန်လွှကြောင်းဖြတ်ခြင်း ..... 100
4.6.3 စောလျင်စွာလွှကြောင်းဖြတ်ခြင်း ..... 101
4.7 အဆက်များ ထေဖေးထည့်ခြင်း (Joint Sealing) ..... 102
4.8 မျက်နှာပြင်အပြီးသတ်ပုံဖေါ်ခြင်း
5 လမ်းထပ်ပိုးလွှာများ (Types of Overlays) ..... 109
5.1 ကတ္တရာလမ်းဟောင်းပေါ်တွင် နိုင်လွန်ကတ္တရာထပ်ပိုးလွှာတင်ခြင်း ..... 109
5.2 ကွန်ကရစ်လမ်းဟောင်းပေါ်တွင် နိုင်လွန်ကတ္တရာထပ်ပိုးလွှာတင်ခြင်း ..... 109
5.3 ကတ္တရာလမ်းဟောင်းပေါ်တွင် ကွန်ကရစ်ထပ်ပိုးလွှာတင်ခြင်း ..... 113
5.4 ကွန်ကရစ်လမ်းဟောင်းပေါ်တွင် ကွန်ကရစ်ထပ်ပိုးလွှာတင်ခြင်း ..... 113
5.4.1 တွဲဆက်မှုမရှိသည့်နှစ်လွှာ ..... 113
5.4.2 တွဲဆက်ထားသည့်နှစ်လွှာ (Bonded overlay) ..... 113
5.4.3 တစ်စိတ်တစ်ပိုင်းတွဲဆက်ထားသည့်နှစ်လွှာ ..... 114
5.5 ကျမ်းကိုးစာရင်း ..... 114
6. အထူးကိစ္စရပ်များ ..... 115
6.1 လမ်းချဲ့ထွင်ခြင်း ..... 115
6.1.1 ကွန်ကရစ်လမ်းအား နိုင်လွန်ကတ္တရာလမ်းပခုံးနှင့်ထည့်၍တိုးချဲ့ခြင်း ..... 115
6.1.2 ကွန်ကရစ်လမ်းလမ်းတိုးချဲ့ခြင်း ..... 117
6.2 ကျဉ်းသောလမ်းပခုံးများ ..... 118
6.3 လမ်းအမျိုးအစားအကူးအပြောင်းအခြေအနေ (Transition Situation) ..... 118
6.4 လမ်းဆုံရှိအဆက်များ ..... 119
6.5 လမ်းအလယ်အဆက်တလျှောက်ကွန်ကရစ်တုံးအတားအဆီးများချခြင်း ..... 120
6.6 ရေဆင်းမြောင်းအပေါ်မှကွန်ကရစ်လမ်းခင်းခြင်း ..... 120
6.7 ကျမ်းကိုးစာရင်း ..... 122


## အပိုင်း (၃) ကွန်ကရစ်လမ်း ဒီဇိုင်း


7. ကွန်ကရစ်လမ်းဒီဇိုင်း ..... 123
7.1 နိဒါန်း ..... 123
7.2 ကွန်ကရစ်လမ်းလမ်းဒီဇိုင်းနည်းစနစ်များ ..... 124
7.2.1 Road Note 29 Method ..... 125
7.2.2 PCA Method ..... 126
7.2.3 AASHTO Method ..... 126
7.2.4 IRC Method ..... 126
7.3 ဒီဇိုင်းအခြေခံအချက်များ ..... 128
7.3.1 သက်ရောက်သည့်ဝန်အား (Loading) ..... 129
7.4 လမ်းအောက်ခံလွှာများ ..... 135
7.4.1 အောက်ခံလွှာ (subgrade)၏ ခံနိုင်အားနှင့် ဂုဏ်သတ္တိများ ..... 135
7.4.2 ဒုအခြေခံလွှာ (subbase) ထည့်သွင်းခြင်းနှင့်ချန်လှပ်ခြင်း ..... 136
7.5 ကွန်ကရစ်၏ဂုဏ်သတ္တိများ ..... 138
7.5.1 ကွန်ကရစ်၏ခံနိုင်အား (Strength of concrete) ..... 138
7.5.2 Modulus of Elasticity ..... 140
7.5.3 Poisson's ratio ..... 140
7.5.4 Shrinkage properties ..... 140
7.5.5 Fatigue behavior ..... 141
7.6 ပြင်ပအခြေအနေများ (External Conditions) ..... 142
7.6.1 အပူချိန်ပြောင်းလဲခြင်း ..... 142
7.6.2 စလက်ပြားနှင့် အောက်ခံလွှာအကြားရှိ ပွတ်တိုက်အား ..... 143
7.7 ဆက်ကြောင်းများ ..... 145
7.7.1 ဆက်ကြောင်းများစီစဉ်ထားသိုပုံ (Joint Lay outs) ..... 145
7.8 အားကူသံချောင်းများ (Reinforcement) ..... 145
7.9 ဖိအားများကို သရုပ်ခွဲခြင်း (Analysis of Stress) ..... 145
7.9.1 ကြိုတင်သတ်မှတ်ထားမှုများ ..... 145
7.9.2 ရှေးဦးဒီဇိုင်းပညာရှင် ..... 146
7.9.3 Relative Stiffness ..... 147
7.9.4 Temperature Stresses ..... 149
7.9.5 Other Stresses ..... 151
7.9.6 Critical Combination of Stresses ..... 152
7.10 IRC Design Method ..... 156
7.10.1 Thickness Design ..... 156
7.10.2 စလက်ပြားအထူတွက်ထုတ်ပုံနမူနာ ..... 160
7.10.3 Design of Joints ..... 162
7.10.4 Design of Dowel Bars (Example) ..... 174
7.10.5 Design of Tie Bars (Example) ..... 176
7.11 ကျမ်းကိုးစာရင်း ..... 178
8. နောက်ဆက်တွဲများ ..... 179
9. ကြော်ငြာကဏ္ဍ ..... 193