目　錄

前言

公路橋梁耐震設計規範

第一章　總則 …… 1

1.1　適用範圍 …… 1
1.2　耐震設計基本要求 …… 1
1.3　振動單元 …… 1
1.4　基面 …… 1
1.5　耐震分析方法 …… 1
1.6　韌性設計 …… 1
1.7　隔震與消能設計 …… 2
1.8　符號說明 …… 2

第二章　靜力分析方法 …… 9

2.1　通則 …… 9
2.2　工址之地盤分類 …… 9
2.3　設計總橫力 …… 9
2.4　設計地震下之總橫力 …… 10
2.5　避免最大考量地震下崩塌之水平地震力 …… 13
2.6　設計總橫力下限值 …… 15
2.7　設計總橫力之分布 …… 15
2.8　活動支承傳遞之地震力 …… 16
2.9　垂直地震力 …… 16
2.10　地震效應之組合 …… 16

第三章　動力分析方法 …… 19

3.1　通則 …… 19
3.2　譜加速度係數之阻尼比調整係數 …… 19
3.3　反應譜分析法 …… 20
3.4　歷時分析法 …… 21
3.4.1 地震歷時 …… 21
3.4.2 線性歷時分析 …… 21
3.4.3 非線性歷時分析 …… 21
3.5　垂直地震效應 …… 22

第四章　構材之設計 ……23

4.1　載重組合 ……23
4.2　橋墩設計剪力 ……24
4.2.1 單柱橋墩 ……24
4.2.2 具有雙柱或雙柱以上之構架式橋墩 ……24
4.2.3 壁式橋墩 ……24
4.2.4 多跨剛接連續橋 ……24
4.3　接合部之設計剪力 ……25
4.4　基礎之設計力 ……25
4.5　支承系統之設計 ……25
4.5.1 支承系統之垂直承載力 ……25
4.5.2 支承系統之水平承載力 ……26
4.5.3 支承系統之抗拉拔承載力 ……26
4.6　P-Δ效應 ……27

第五章　鋼筋混凝土構材之韌性設計 ……29

5.1　通則 ……29
5.2　混凝土與鋼筋之材質要求 ……29
5.3　鋼筋混凝土橋柱之韌性要求 ……29
5.3.1 主筋量規定 ……29
5.3.2 彎矩強度 ……29
5.3.3 橋柱剪力強度 ……30
5.3.4 塑鉸區的橫向圍束鋼筋 ……31
5.3.5 橫向圍束鋼筋之配置 ……32
5.3.6 主筋續接 ……32
5.4　壁式橋墩之韌性要求 ……33
5.5　橋柱接頭部 ……33
5.6　橋墩施工縫 ……33
5.7　基樁 ……34
5.8　中空鋼筋混凝土橋柱之韌性要求 ……34

第六章　鋼橋墩構材之韌性要求 ……35

6.1　通則 ……35
6.2　耐震鋼材之材質要求 ……35
6.3　鋼橋柱細部設計要求 ……35
6.4　鋼橋柱接頭設計要求 ……35

第七章　隔震與消能設計……37

7.1　通則……37
7.1.1 適用範圍……37
7.1.2 隔震設計基本要求……37
7.1.3 不適合採用隔震設計之橋梁……37
7.1.4 其他相關規定……37
7.2　分析方法之選擇……38
7.3　靜力分析方法……38
7.3.1 隔震橋梁之水平設計位移……38
7.3.2 隔震橋梁之有效週期與等效阻尼比……38
7.4　相關耐震設計細節……39
7.4.1 橋墩與連結構材之設計地震力……39
7.4.2 梁端間隙……40
7.5　動力分析方法……40
7.5.1 反應譜分析法……40
7.5.2 非線性歷時分析……41
7.6　隔震元件之實體試驗與性能保證試驗……41
7.6.1 通則……41
7.6.2 實體試驗……42
7.6.3 性能保證試驗……42
7.7 消能系統之設計……42

第八章　有關耐震其他規定……43

8.1 地震時地盤可能產生不穩定狀態之耐震設計……43
8.1.1 級軟弱土層之判定……43
8.1.2 砂土層之液化潛能判定……43
8.1.3 土壤參數折減……43
8.1.4 基礎耐震設計……43
8.2　地震土壓力……44
8.3　地震動水壓……45
8.4　施工期間地震之考慮……46
8.5　梁端防落長度與防落設施……46
8.5.1 活動支承……47
8.5.2 固定支承……48
8.6　梁端間隙……48
8.7　伸縮裝置之設計伸縮量……48

公路橋梁耐震設計規範解說

第一章　總則 ……51

C1.1　適用範圍……51
C1.2　耐震設計基本要求……51
C1.3　振動單元……51
C1.4　基面……52
C1.5　耐震分析方法……52
C1.6　韌性設計……53
C1.7　隔震與消能設計……53

第二章　靜力分析方法 ……55

C2.1　通則……55
C2.2　工址之地盤分類……55
C2.4　設計地震下之總橫力……57
C2.5　避免最大考量地震下崩塌之水平地震力……66
C2.6　設計總橫力下限值……66
C2.7　設計總橫力之分布……66
C2.8　活動支承傳遞之地震力……67
C2.9　垂直地震力……69
C2.10　地震效應之組合……69

第三章　動力分析方法 ……71

C3.1　通則……71
C3.2　譜加速度係數之阻尼比調整係數……72
C3.3　反應譜分析法……73
C3.4　歷時分析法……75
C3.5　垂直地震效應……76

第四章　構材之設計 ……77

C4.1　載重組合……77
C4.2　橋墩設計剪力……77
C4.4　基礎之設計力……78
C4.5　支承系統之設計……84
C4.6　P-Δ效應……85

第五章　鋼筋混凝土構材之韌性設計 ……87

C5.1　通則……87

C5.2 混凝土與鋼筋之材質要求 ····· 87
C5.3 鋼筋混凝土橋柱之韌性要求 ····· 88
C5.3.1 主筋量規定 ····· 88
C5.3.2 彎矩強度 ····· 88
C5.3.3 橋柱剪力強度 ····· 88
C5.3.4 塑鉸區的橫向圍束鋼筋 ····· 90
C5.3.5 橫向圍束鋼筋之配置 ····· 92
C5.3.6 主筋續接 ····· 92
C5.4 壁式橋墩之韌性要求 ····· 92
C5.5 橋柱接頭部 ····· 92
C5.6 橋墩施工縫 ····· 93
C5.7 基樁 ····· 93
C5.8 中空鋼筋混凝土橋柱之韌性要求 ····· 93
第六章 鋼橋墩構材之韌性要求 ····· 95
C6.1 通則 ····· 95
C6.2 耐震鋼材之材質要求 ····· 95
C6.3 鋼橋柱細部設計要求 ····· 95
第七章 隔震與消能設計 ····· 97
C7.1 通則 ····· 97
C7.1.2 隔震設計基本要求 ····· 97
C7.2 分析方法之選擇 ····· 97
C7.3 靜力分析方法 ····· 98
C7.4 相關耐震設計細節 ····· 99
C7.4.1 橋墩與連結構材之設計地震力 ····· 99
C7.4.2 梁端間隙 ····· 99
C7.6 隔震元件之實體試驗與性能保證試驗 ····· 100
C7.6.1 通則 ····· 100
C7.6.2 實體試驗 ····· 100
C7.6.2.1 側向位移與垂直載重條件控制 ····· 100
C7.6.2.2 側向剪應變與垂直壓應力控制 ····· 101
C7.6.2.3 隔震元件特性之決定 ····· 102
C7.6.2.4 試驗結果檢核 ····· 102
C7.6.3 性能保證試驗 ····· 103
C7.6.3.1 位移與垂直載重條件 ····· 103
C7.6.3.2 剪應變與垂直壓應力條件 ····· 103
C7.6.3.3 試驗結果檢核 ····· 104

第八章　有關耐震其他規定 ····· 105

C8.1　地震時地盤可能產生不穩定狀態之耐震設計 ····· 105
C8.1.1 極軟弱土層之判定 ····· 105
C8.1.2 砂土層之液化潛能判定 ····· 105
C8.1.3 土壤參數折減 ····· 109
C8.1.4 基礎耐震設計 ····· 110
C8.2　地震土壓力 ····· 113
C8.3　地震動水壓 ····· 113
C8.4　施工期間地震之考慮 ····· 114
C8.5　梁端防落長度與防落設施 ····· 114
C8.6　梁端間隙 ····· 115
C8.7　伸縮裝置之設計伸縮量 ····· 116

參考文獻 ····· 117

規範附表 ····· 123

規範附圖 ····· 145

解說附表 ····· 149

解說附圖 ····· 153

規範表目錄

表 2-1　用途係數 I …… 123
表 2-2　起始降伏地震放大倍數 α_y …… 123
表 2-3　結構系統韌性容量 R …… 123
表 2-4(a)　反應譜等加速度段之工址放大係數 F_a …… 123
表 2-4(b)　反應譜等速度段之工址放大係數 F_v …… 124
表 2-5　震區短週期與一秒週期之設計水平譜加速度係數 S_S^D 與 S_1^D 與最大考量水平譜加速度係數 S_S^M 與 S_1^M …… 124
表 2-6　各第一類活動斷層近域調整因子 N_A 與 N_V …… 133
表 2-7(a)　台北盆地之台北一區、台北二區及台北三區劃分表 …… 134
表 2-7(b)　台北縣市屬一般震區之村里及其震區短週期與一秒週期之設計水平譜加速度係數 S_S^D 與 S_1^D 與最大考量水平譜加速度係數 S_S^M 與 S_1^M …… 140
表 2-8　活動支承之摩擦係數 …… 142
表 3-1　短週期與一秒週期結構之阻尼比修正係數 B_S 與 B_1 …… 142
表 3-2　一般工址、活動斷層近域以及台北縣市一般震區之設計水平譜加速度係數 S_{aD} …… 142
表 3-3　台北盆地設計水平譜加速度係數 S_{aD} …… 142
表 7-1　橋梁構件阻尼比 …… 143
表 7-2　調整係數 c_ϕ …… 143
表 8-1　土壤參數之折減係數 D_E …… 143

規範圖目錄

圖 7-1　梁端間隙示意圖 …… 145
圖 8-1　地震時之土壓力 …… 145
圖 8-2　作用於壁狀結構物之動水壓 …… 146
圖 8-3　作用於柱狀結構物之動水壓 …… 146
圖 8-4　梁端防落長度 L_N 之定義 …… 147
圖 8-5　L_e 參考圖 …… 148

解說表目錄

表 C2-1　曾經引致大規模地震之第一類活動斷層性質表 …… 149
表 C3-1　形狀規則橋梁 …… 149
表 C4-1　直接基礎支承力因素 …… 150
表 C4-2　礎各項影響因素之計算式(Modified from Meyerhof, 1963) …… 151
表 C4-3　沉箱基礎支承力因素 …… 152
表 C4-4　沉箱基礎底面之形狀影響因素 …… 152

解說圖目錄

圖 C1-1 橋梁之振動單元 …… 153
圖 C2-1 橋梁設計地震力、降伏地震力、極限地震力與韌性容量 R … 154
圖 C2-2 工址設計水平譜加速度係數 S_{aD} 示意圖 …… 154
圖 C2-2-1 反應譜等速度段之工址放大係數 F_v 地盤分類指標 V_{S30} 之變化關係 …… 155
圖 C2-3 震區短週期設計水平譜加速度係數 S_S^D 分布圖 …… 156
圖 C2-4 震區一秒週期設計水平譜加速度係數 S_1^D 分布圖 …… 157
圖 C2-5 彈性系統與彈塑性系統之位移 (位移相等法則) …… 158
圖 C2-6 彈性系統與彈塑性系統之位移 (能量相等法則) …… 158
圖 C2-7 計算結構系統地震力折減係數四個週期範圍 …… 158
圖 C2-8 單樁等值樁頭勁度矩陣 …… 159
圖 C2-9 單樁等值樁頭勁度矩陣各元素之分析模型 …… 159
圖 C2-10(a) 橋梁示意圖 …… 160
圖 C2-10(b) 沿橋梁軸向施加載重 $w(x)$時產生之軸向變形 $u(x)$ …… 160
圖 C2-10(c) 沿橋梁橫向施加載重 $w(x)$時產生之橫向變形 $u(x)$ …… 160
圖 C2-10(d) 沿橋梁軸向施加之設計地震力 $p_e^L(x)$ …… 160
圖 C2-10(e) 沿橋梁橫向施加之設計地震力 $p_e^T(x)$ …… 160
圖 C2-11 震區短週期最大考量水平譜加速度係數 S_S^M 分布圖 …… 161
圖 C2-12 震區一秒週期最大考量水平譜加速度係數 S_1^M 分布圖 …… 162
圖 C2-13 簡支梁橋軸方向之水平載重 …… 163
圖 C4-1 以迭代法求構架式橋墩柱軸力示意圖 …… 163
圖 C4-2 整體基樁之降伏彎矩 M_{fy} …… 164
圖 C4-3 長方形基礎之有效接觸面積 …… 164
圖 C4-4 圓方形基礎之有效接觸面積 …… 165
圖 C4-5 圓形基礎之 與 關係圖 …… 165
圖 C4-6 基礎版設計時地盤反力之合力作用位置 …… 165
圖 C5-1 受圍束柱心混凝土受力情形 …… 166
圖 C5-2 鋼筋混凝土螺筋柱柱心之圍束壓力 …… 166
圖 C5-3(a) 圓柱圍束鋼筋示意圖(一) …… 167
圖 C5-3(b) 圓柱圍束鋼筋示意圖(二) …… 167
圖 C5-4(a) 矩形柱圍束鋼筋詳細圖(一) …… 168
圖 C5-4(b) 矩形柱圍束鋼筋詳細圖(二) …… 168
圖 C6-1 矩形鋼橋柱角隅破裂 …… 169
圖 C6-2 圓形鋼橋柱挫屈及其發展引致之傾斜及破裂 …… 169
圖 C6-3 有縱向加勁板鋼橋柱示意 …… 169
圖 C6-4 角隅需有足夠焊透深度 …… 169

圖 C6-5　角隅補強之構造細節 …… 169
圖 C6-6　角隅作成圓弧狀消除角隅焊接構造 …… 169
圖 C7-1　隔震之基本理念 …… 170
圖 C7-2　隔震橋梁示意圖 …… 171
圖 C7-3　雙線性遲滯迴圈示意圖 …… 171
圖 C8-1(a)　Seed 經驗法之分析流程 …… 172
圖 C8-1(a)續 Seed 經驗法之相關圖表 …… 173
圖 C8-1(b)　Tokimatsu 與 Yoshimi 簡易經驗法之分析流程 …… 174
圖 C8-1(c)　CPT-q_c 法之分析流程 …… 175
圖 C8-2　橋墩之耐震設計用地盤面 …… 176
圖 C8-3　橋臺之耐震設計用地盤面 …… 176
圖 C8-4　土壤參數不為零之中間土層存在時之耐震設計用地盤面 …… 176
圖 C8-5(a)　流動化之影響範圍 …… 177
圖 C8-5(b)　液化層與非液化層交互存在時，流動化之影響範圍 …… 177
圖 C8-5(c)　流動力之計算模式 …… 178