

2016年制定
土木構造物共通示方書（性能・作用編）
総目次

【本編】

1章 総則	1
2章 性能確保の基本	8
3章 作用	21

【付属資料】

付属の概要	43
-------	----

【作用各論的付録】

A 地震作用	51
B 走行作用	109
C 風作用	139
D 地盤作用	179
E 波浪および流体による作用	216
F 津波	246
G 衝撃作用	285
H 環境作用	329
I 疲労の影響	348
J 降雨作用	351

【構造各論的付録】

K 抗土圧構造物	371
L ボックスカルバート	377
M 容器構造物	398
N 港湾・海岸構造物	408
O 塔状構造物	423
P 仮設構造物	433

2016年制定
土木構造物共通示方書（性能・作用編）【付属資料】
目 次

付属資料の概要

1. はじめに	43
2. 俯瞰的な視点ー各種作用からのアプローチと 各種構造物からのアプローチ	43
3. 章立てについて	48

【作用各論的付録】

A 地震作用	51
1. 作用因子としての参照地震動	51
1.1 性能目標と参照地震動	51
1.2 参照地震動の設定における基本方針	53
1.3 参照地震動の定義位置	54
1.4 参照地震動の表現法	56
2. 参照地震動の評価方法	57
2.1 一般	57
2.2 使用性照査用地震動	57
2.3 安全性照査用地震動	58
3. 安全性照査対象地震の選定	60
4. 安全性照査用地震動の評価	62
4.1 評価方法	62
4.2 基礎データ	63
4.3 パラメータの設定	63
5. 地盤の地震応答解析	64
A-1 参照地震動設定のための基礎知識	67
1. 地震動に影響を及ぼす諸要因	67
2. 震源特性	68
2.1 ω^{-2} モデル（オメガスクエア・モデル）	68
2.2 指向性（directivity）	69
2.3 アスペリティ	70
3. 伝播経路特性	70
4. サイト特性	70
5. 表層地盤の非線形挙動	72

A-2 安全性照査用地震動の設定方法	74
1. 概説	74
2. 半経験的手法	75
2.1 経験的サイト増幅特性の評価	75
2.2 経験的サイト増幅・位相特性を考慮した 統計的グリーン関数法	79
2.3 経験的グリーン関数法	82
3. 理論的手法	83
4. ハイブリッド手法	83
5. 経験的手法	84
6. 安全性照査用地震動の算定事例	86
7. 海溝型大地震に対する安全性照査用地震動の評価	92
A-3 確率論的地震ハザード解析	94
1. 地震ハザード評価に関する確率論的評価と確定論的評価	94
2. 確率論的地震ハザード解析の概要	94
3. 2種類の不確定性	96
4. フーリエ振幅と群遅延時間に着目した 確率論的地震ハザード解析の概要	98
5. 確率論的想定地震	99
A-4 空間変動	101
1. 解析手法	101
2. 解析手法の選択	102
B 走行作用	109
1. 概要	109
2. 作用因子	109
3. 作用モデル	110
4. 作用効果	110
5. 基礎データ	111
B-1 設計用活荷重の試算例および基礎データ	112
1. 設計用活荷重の試算例	112
1.1 対象支間長と車線数の設定	112
1.2 荷重条件の設定	112
1.3 等分布荷重の試算	114
2. 軸重測定方法	115
3. 大型車実態調査例	116

4.	動的効果としての衝撃係数	124
4.1	動的効果としての衝撃係数の定義	124
4.2	動的増幅率算定法	126
4.3	衝撃係数の確率特性	129
5.	歩行外力モデル	129
5.1	梶川の方法	129
5.2	Wheelerの方法	130
5.3	小幡・林川の方法	131
5.4	米田の方法	131
B-2	走行作用モデルおよび作用効果の検討例	133
1.	対象支間長と車線数の設定	133
2.	作用因子の設定	133
3.	等分布作用モデルの試算	133
4.	作用効果の検討	136
5.	道路橋示方書のB活荷重による荷重効果	137
C	風作用	139
1.	概要	139
2.	作用因子	139
3.	作用モデル	142
4.	作用効果	142
C-1	基本風速の設定法	144
1.	極値統計解析による基本風速の設定法	144
2.	地形因子解析手法による基本風速の設定法	147
3.	台風シミュレーション手法による基本風速の設定法	148
4.	地形模型風洞試験による方法	149
5.	数値流体計算による方法	149
C-2	風の変動特性に関するモデル化	152
1.	風速の高さ方向分布	152
2.	乱れ強さ	153
3.	風速のパワースペクトル密度	155
4.	風速の空間相関	156
C-3	風作用モデル	157
1.	静的空気力あるいは定常空気力モデル	158
2.	変動空気力あるいはガスト空気力モデル	160
3.	非定常空気力あるいは自励空気力モデル	161

C-4 風荷重の算出の詳細	162
1. 設計基準風速 U_d	162
2. 抗力係数	162
3. 投影面積	166
4. ガスト応答係数 G	166
5. 風荷重の載荷方法	167
6. 橋梁構造に対する風荷重値	168
7. 風速の頻度分布	170
C-5 作用効果の補足	172
C-6 竜巻	174
D 地盤作用	179
1. 一般	179
1.1 地盤内の応力変化	179
1.2 構造物に作用する外力	179
1.3 地盤自体に生じる作用	179
2. 基本方針	179
2.1 地盤作用	179
2.2 土圧	180
3. 作用因子	181
3.1 水圧、浮力及び浸透力の作用因子	181
3.2 土圧の作用因子	181
3.3 土の単位体積重量	181
3.4 土のせん断強度	181
3.5 地震時作用する土圧	181
3.6 地盤反力係数	181
4. 作用	182
4.1 地下水位・水圧・浮力	182
4.2 土圧	182
4.2.1 擁壁に常時作用する土圧	182
4.2.2 地中壁に常時作用する土圧	184
4.2.3 トンネルの掘削開放応力	184
4.2.4 地震時の液状化	185
4.2.5 特性値	185
4.2.6 地盤反力係数	185
4.2.7 全体モデルによる解析	186

4.3	物体力	186
4.3.1	地震時慣性力	186
4.3.2	浸透力	187
5.	作用	188
5.1	パラメータの不確定性	188
5.2	特性値	189
D-1	液状化	191
1.	概要	191
1.1	土とは：土粒子と水の二相混合体材料	191
1.2	繰返しせん断と粒子構造の変化 (ダイレイタンシーとその直感的理解法)	191
1.3	砂質土の液状化と応力～ひずみ関係	194
2.	液状化の評価方法	197
2.1	種々の液状化判定法	197
2.2	F_L 値をもとに判定を行う方法 (F_L 法)	199
2.3	液状化の詳細評価法	202
3.	東北地方太平洋沖地震	209
4.	地盤の液状化に伴う残留変形と流動 (側方流動)	211
5.	液状化の被害事例	213
E	波浪および流体による作用	216
1.	一般	216
2.	作用因子	216
2.1	水位	216
2.1.1	一般	216
2.1.2	潮汐	216
2.1.3	設計水位	217
2.2	流れ	217
2.2.1	一般	217
2.2.2	流れの速度	218
2.3	波高および周期	219
2.3.1	一般	219
2.3.2	波高および周期の特性	219
2.3.3	波浪スペクトル	221
3.	作用	225
3.1	一般	225

3.2	流れの作用	225
3.3	波の作用	226
3.3.1	単一の細長体に対する波の作用	226
3.3.2	集合した円柱群に対する波の作用	227
3.3.3	大型物体に対する波の作用	227
3.4	スラミング作用	227
3.5	直立壁への波の作用に関する拡張合田公式	227
E-1	極値波浪統計	231
1.	一般	231
2.	極値波浪統計のためのデータセット	231
3.	高波の波高の極値分布関数	232
4.	極値分布関数へのデータ当てはめと選定	232
5.	R 年確率波高と信頼区間	232
6.	最高波高に対する R 年確率波高	233
7.	R 年確率波高に対する波周期	233
E-2	波の変形	234
1.	一般	234
2.	波浪変形の諸過程	234
3.	浅水変形	235
3.1	線形浅水係数	235
3.2	非線形浅水係数	235
4.	波の屈折	236
5.	波の回折	236
6.	波の反射と伝達	236
7.	破砕	237
8.	流れによる波の変形	237
9.	実用的な数値モデル	237
10.	その他の変形	238
E-3	波頂水位および波の運動力学特性	239
1.	一般	239
2.	波頂高	239
3.	水粒子速度	239
4.	波と流れの運動力学	240
E-4	異常潮位に関する統計データ	242

F 津波	246
1. 最大クラスの津波と設計津波の水位	246
2. 津波の発生	246
3. 波の伝播	247
4. 津波の高さ	247
5. 津波の周期	247
6. 津波の波速	248
7. 津波の変形	248
7.1 浅水変形	248
7.2 屈折とエッジ波	248
7.3 段波と波状段波	249
8. 津波の流速	250
9. 津波の波力	250
9.1 防波堤や護岸に働く津波の波力	250
9.1.1 波状段波が発生する場合	251
9.1.2 波状段波が発生せず、越流しない場合	253
9.1.3 波状段波が発生せず、越流する場合	253
9.2 陸上構造物に働く津波の波力	254
10. 津波の数値計算	255
10.1 津波の初期波形	255
10.2 基礎方程式	255
10.3 数値計算法	256
10.3.1 差分法	256
10.3.2 境界条件	257
11. 津波による被害	258
F-1 橋梁等に作用する津波波力	261
1. 橋梁の津波作用力の評価式	261
1.1 橋梁の津波作用力の評価式の適用	261
1.2 上部構造に生じる段波波力の評価式	265
1.3 上部構造に生じる持続波力の評価式	268
1.4 橋脚や橋台に生じる段波波力の評価式	270
1.5 橋脚や橋台に生じる持続波力の評価式	271
2. 津波作用力の評価式を用いた照査例	272
2.1 対象橋梁の概要	273
2.2 津波作用力の設定例	274
2.3 作用力に対する抵抗力の照査	281

G 衝撃作用	285
1. 照査用衝撃作用設定のための基礎知識	285
1.1 衝撃作用の分類	285
1.2 衝撃作用の因子	285
1.3 衝撃作用の頻度認識による分類	285
2. 照査用衝撃作用の因子設定のための基本方針	286
2.1 偶発作用の因子設定	286
2.2 変動作用の因子設定	286
2.3 衝撃作用の設計値	287
3. 照査用解析モデルと衝撃作用	287
3.1 衝撃作用を含む動的構造解析による照査	287
3.2 衝撃作用の時刻歴荷重モデルを用いた動的構造解析による照査	287
3.3 準静的な荷重モデルを用いた静的構造解析による照査	288
3.4 その他の解析法による照査	288
4. 衝撃作用の各種荷重モデル	288
4.1 爆発荷重	288
4.2 細長い弾性体の衝突荷重モデル	289
4.3 柔らかい飛翔体の衝突荷重モデル	289
4.4 事前実験による衝突荷重モデル	289
4.5 接触理論を基礎とする衝突荷重モデル	289
4.6 緩衝材・緩衝構造を介する荷重モデル	289
4.7 エネルギー入力モデル	290
4.8 流体圧モデル	290
5. 実験と衝撃荷重モデル	290
G-1 落石シミュレーション	292
1. 落石運動の予測	292
1.1 経験則による方法	293
1.1.1 跳躍量	293
1.1.2 速度	293
1.1.3 落石のエネルギー	294
1.2 シミュレーションによる方法	295
1.2.1 質点系シミュレーション手法の概要	295
1.2.2 非質点系シミュレーション手法の概要	296
1.2.3 シミュレーション手法の適用事例	297
2. まとめ	300

G-2 爆発荷重	302
1. 火薬の種類	302
2. 爆発現象	302
3. 爆発波のパラメータ	303
4. スケール法則	304
5. 爆発波の相互作用	310
6. 正規およびマッハ反射	312
7. 構造物に作用する爆風圧	314
7.1 前面の壁	316
7.2 側壁および屋根	317
7.3 後面の壁	319
G-3 剛体に対する弾性棒の衝突荷重モデル	320
G-4 剛体に対する柔らかい飛翔体の衝突モデル	321
G-5 落石対策便覧式	322
G-6 敷砂緩衝材の荷重モデル	324
G-7 Ellinas 式による鋼管緩衝材モデル	326
G-8 エネルギー入力	327
G-9 流体圧モデル	328
H 環境作用	329
1. 構造物への環境作用	329
2. 飛来塩分による影響	329
2.1 構造物への影響	329
2.2 生成メカニズム	330
2.3 飛来塩分の実測	330
2.4 モデル化	334
3. 凍結防止剤による影響	336
3.1 構造物への影響	336
3.2 生成メカニズム	336
3.3 実測例	337
3.4 モデル化	338
4. 乾湿作用	339
4.1 構造物への影響	339
4.2 乾湿作用の生成メカニズム	339
4.3 実測例	339
4.4 モデル化	340

5.	化学物質の影響	340
5.1	構造物への影響	340
5.2	生成メカニズム	341
5.3	実測例	341
6.	コンクリートの凍害	344
7.	紫外線の影響	345
8.	生物の影響	346
I	疲労の影響	348
1.	はじめに	348
2.	自動車荷重の特徴	348
3.	自動車荷重のモデル化	348
3.1	荷重モデルの設定	348
3.2	荷重の大きさに関する補正係数	349
3.2.1	活荷重補正係数 (T 荷重補正係数, 同時載荷係数)	349
3.2.2	疲労衝撃係数	349
3.2.3	構造解析係数	349
3.3	荷重の繰返し回数に関する補正係数	349
3.3.1	載荷頻度補正係数	349
3.3.2	車線交通量の偏りを考慮するための係数	350
3.3.3	設計供用期間	350
J	降雨作用	351
1.	一般	351
1.1	性能目標と降雨作用	351
1.2	降雨作用の設定における基本方針	351
2.	作用因子	351
3.	作用モデル	351
4.	降雨作用の選定	352
4.1	使用性照査用降雨作用	352
4.2	安全性照査用降雨作用	352
5.	設計における降雨作用の見方について	352
6.	近年の「集中豪雨」の傾向とその影響について	353
J-1	極値統計解析による確率降雨量マップの作成	361
1.	はじめに	361
2.	データ収集	361

3. データの一次処理	361
4. 確率統計解析	362
4.1 確率分布	362
4.2 母数推定	362
4.3 誤差推定	363
5. 確率降雨量マップ	363

【構造各論的付録】

K 抗土圧構造物	371
1. 対象構造物の基本条件	371
1.1 対象構造物	371
1.2 設計供用期間	371
2. 要求性能と照査項目	372
3. 考慮する作用	372
4. 個々の作用	372
4.1 固定作用	373
4.1.1 作用因子	373
4.1.2 作用	373
4.1.3 作用効果	373
4.2 積載作用	373
4.2.1 作用因子	373
4.2.2 作用	373
4.2.3 作用効果	373
4.3 土圧	373
4.3.1 作用因子	373
4.3.2 作用モデル	374
4.3.3 作用効果	374
4.4 地震作用	374
4.4.1 作用因子	374
4.4.2 作用モデル	374
4.4.3 作用効果	375
5. 作用の組合せ	376
L ボックスカルバート	377
1. 対象構造物の基本条件	377
2. 要求性能と照査項目	377

2.1	要求性能	377
2.2	照査項目	377
3.	考慮する作用	382
4.	個々の作用	382
4.1	環境作用	382
4.1.1	作用因子	382
4.1.2	作用モデル	382
4.1.3	作用効果	385
4.2	地震作用	387
4.2.1	作用因子	387
4.2.2	作用モデル	394
5.	作用の組合せ	397
M	容器構造物	398
1.	対象構造物の基本条件	398
2.	要求性能と照査項目	399
3.	考慮する作用	401
4.	個々の作用	402
4.1	固定作用	402
4.1.1	作用因子	403
4.1.2	作用	403
4.1.3	作用効果	403
4.2	液圧による作用	403
4.2.1	作用因子	403
4.2.2	作用	403
4.2.3	作用効果	404
4.3	温度作用	404
4.3.1	作用因子	404
4.3.2	作用	404
4.3.3	作用効果	404
4.4	地震作用	405
4.4.1	作用因子	405
4.4.2	作用	406
4.4.3	作用効果	406
5.	作用の組合せ	407

N 港湾・海岸構造物	408
1. 対象構造物の基本条件	408
2. 要求性能と性能規定	409
2.1 防波堤	410
2.1.1 要求性能	410
2.1.2 性能規定（重力式防波堤の例）	410
2.2 係留施設	410
2.2.1 要求性能	410
2.2.2 性能規定（重力式係船岸の例）	410
3. 考慮する作用	411
4. 個々の作用	411
4.1 地震作用	411
4.1.1 作用因子	411
4.2 波浪作用	415
4.2.1 作用因子	415
4.2.2 作用モデル	418
5. 作用の組合せ	420
5.1 係留施設（重力式岸壁）	421
5.2 外郭施設（防波堤）	421
0 塔状構造物	423
1. 対象構造物の基本条件	423
2. 要求性能と照査項目	424
2.1 要求性能	424
2.2 照査項目	425
2.2.1 ひび割れ幅の照査	425
2.2.2 ひび割れ発生の照査	426
2.2.3 断面破壊の照査	426
2.2.4 変形の照査	426
2.2.5 温度の照査	426
3. 考慮する作用	426
4. 個々の作用	427
4.1 固定作用	427
4.1.1 作用因子	427
4.1.2 作用	427
4.1.3 作用効果	427

4.2	温度作用	427
4.2.1	作用因子	427
4.2.2	作用	428
4.2.3	作用効果	428
4.3	地震作用	428
4.3.1	作用因子	428
4.3.2	作用	429
4.3.3	作用効果	429
4.4	風作用	429
4.4.1	作用因子	429
4.4.2	作用	430
4.4.3	作用効果	432
5.	作用の組合せ	432
P	仮設構造物	433
1.	対象構造物の基本条件	433
2.	要求性能と照査項目	434
2.1	要求性能	434
2.2	照査項目	435
3.	考慮する作用	435
4.	個々の作用	436
4.1	固定作用	436
4.1.1	作用因子	436
4.1.2	作用	436
4.1.3	作用効果	436
4.2	積載物による作用	436
4.2.1	作用因子	436
4.2.2	作用	436
4.2.3	作用効果	437
4.3	作業荷重による作用	437
4.3.1	作用因子	437
4.3.2	作用	437
4.3.3	作用効果	437
4.4	水平強度照査用の水平作用	438
4.5	風作用	438
4.5.1	作用因子	438

4.5.2	作用	438
4.5.3	作用効果	440
4.6	地震作用	440
5.	作用の組合せ	440