

# 2019年制定 鋼・合成構造標準示方書 [維持管理編]

## 目次

<b>第1章 総則</b> .....	1
1.1 適用の範囲 .....	1
1.2 維持管理の原則 .....	1
1.3 用語の定義 .....	3
1.3.1 鋼・合成構造標準示方書に共通して用いる用語 .....	3
1.3.2 維持管理編で用いる用語 .....	7
<b>第2章 維持管理の基本</b> .....	9
2.1 一般 .....	9
2.2 要求性能 .....	11
2.3 維持管理計画 .....	12
2.4 点検 .....	16
2.4.1 一般 .....	16
2.4.2 初期点検 .....	17
2.4.3 日常点検 .....	18
2.4.4 定期点検 .....	20
2.4.5 臨時点検 .....	20
2.5 評価 .....	21
2.6 対策 .....	22
2.7 記録 .....	23
2.8 維持管理技術者 .....	23
<b>第3章 定期点検</b> .....	25
3.1 一般 .....	25
3.2 定期点検の方法 .....	26
<b>第4章 詳細調査</b> .....	35
4.1 一般 .....	35
4.2 調査方法 .....	35
4.2.1 一般 .....	35
4.2.2 腐食に関する調査 .....	35
4.2.3 疲労き裂に関する調査 .....	38
4.2.4 高力ボルト，リベットの変状に関する調査 .....	39
4.2.5 部材変形に関する調査 .....	40
4.2.6 その他の調査 .....	41
<b>第5章 評価</b> .....	44
5.1 一般 .....	44
5.2 定量的評価手法 .....	46
5.2.1 一般 .....	46
5.2.2 評価指標 .....	47

5.2.3	応答値の算定 .....	47
5.2.3.1	一般 .....	47
5.2.3.2	作用のモデル化 .....	48
5.2.3.3	構造物のモデル化 .....	48
5.2.3.4	構造解析 .....	50
5.2.3.5	解析データの保管 .....	52
5.2.4	限界値 .....	53
5.2.5	性能評価 .....	54
5.3	外観変状に基づく評価手法 .....	55
5.3.1	一般 .....	55
5.3.2	外観変状のグレーディング .....	57
5.3.3	構造性能のグレーディング .....	58
5.3.4	桁橋 .....	58
5.3.4.1	一般 .....	58
5.3.4.2	床版 .....	59
5.3.4.3	主桁 .....	63
5.3.4.4	接合部（ずれ止め等） .....	69
5.3.5	トラス橋 .....	70
5.3.6	支承部 .....	71
5.3.7	水門扉 .....	74
5.3.8	送電用鉄塔 .....	76
5.3.9	港湾構造物 .....	77
5.4	性能評価に基づく判断 .....	78
5.4.1	一般 .....	78
5.4.2	対策の優先度判定 .....	79
5.4.3	維持管理計画の見直し .....	79

**第6章 対策**..... 81

6.1	一般 .....	81
6.2	対策の種別 .....	83
6.3	監視 .....	83
6.4	補修 .....	84
6.4.1	一般 .....	84
6.4.2	腐食に対する補修 .....	85
6.4.3	疲労き裂に対する補修 .....	85
6.4.4	高力ボルト，リベットの変状に対する補修 .....	86
6.4.5	部材変形に対する補修 .....	86
6.5	補強 .....	86
6.6	取替 .....	87
6.7	改築 .....	88
6.8	供用制限 .....	88
6.9	廃棄 .....	89

**第7章 記録**..... 90

7.1	一般 .....	90
7.2	記録の方法 .....	90
7.3	記録の項目 .....	91

7.4 記録の保管 .....	92
7.5 記録の共有 .....	93

## 資料編

I 詳細調査の方法 .....	95
II 各機関・協会等における変状に対する評価事例.....	177
III 外観変状に基づくグレーディングによる評価事例.....	190
IV Load Rating による評価事例.....	210
V 有限要素解析による評価事例 .....	220
VI 臨時点検の方法および評価 .....	242
VII 補修・補強対策 .....	251

# 2019年制定 鋼・合成構造標準示方書 [維持管理編]

## 資 料 編

### 目 次

#### I 詳細調査の方法

第1章 腐食に関する詳細調査 .....	95
1.1 はじめに .....	95
1.2 腐食の種類 .....	95
1.2.1 腐食反応機構 .....	96
1.2.2 鋼材の腐食速度 .....	98
1.3 腐食環境の調査 .....	99
1.3.1 大気の飛来塩分量の測定方法 .....	99
1.3.2 構造物の付着塩分量の測定方法 .....	99
1.3.3 腐食環境の総合評価の方法 .....	100
1.4 各種防食方法に関する調査 .....	102
1.4.1 塗装の調査 .....	102
1.4.2 耐候性鋼の調査 .....	107
1.4.3 溶融亜鉛めっきの調査 .....	108
1.4.4 溶射皮膜の調査 .....	109
1.5 腐食の状態に関する調査 .....	109
1.5.1 腐食範囲の調査 .....	109
1.5.2 残存板厚の調査 .....	109
第2章 疲労に関する詳細調査 .....	114
2.1 はじめに .....	114
2.2 目視での留意事項 .....	115
2.3 き裂の状態に関する調査 .....	115
2.3.1 表面き裂の調査 .....	115
2.3.2 内部き裂の調査 .....	130
2.3.3 き裂の発生要因に関する調査 .....	152
第3章 高力ボルト継手部の変状に関する詳細調査 .....	169
3.1 はじめに .....	169
3.2 点検時における留意事項 .....	169
3.2.1 目視 .....	169
3.2.2 打音調査 .....	169
3.2.3 超音波探傷試験 .....	170
3.3 損傷した高力ボルトに関する調査 .....	171
3.3.1 高力ボルトの調査 .....	171
3.3.2 高力ボルト軸力の測定 .....	172

## II 各機関・協会等における変状に対する評価事例

第1章 はじめに .....	177
第2章 腐食に対する評価 .....	177
2.1 各種表面被覆の評価 .....	177
2.1.1 塗膜の評価・判定 .....	177
2.1.2 耐候性鋼の評価・判定 .....	181
2.1.3 溶融亜鉛めっきの評価・判定 .....	182
2.1.4 溶射皮膜の評価・判定 .....	182
2.2 腐食した鋼構造物・構造部材の耐荷性能の評価 .....	183
2.2.1 腐食程度の評価 .....	183
2.2.2 部材の耐荷性能の評価指標 .....	184
第3章 疲労に対する評価 .....	186
第4章 ボルト継手部の変状に対する評価 .....	187

## III 外観変状に基づくグレーディングによる評価事例

第1章 はじめに .....	190
第2章 評価の手順 .....	190
第3章 外観変状のグレードと力学的抵抗性の関係の例 .....	192
第4章 評価事例 .....	193
4.1 道路橋のRC床版 .....	193
4.2 道路橋（桁橋）の腐食 .....	194
4.3 道路橋（トラス橋）の腐食 .....	196
4.4 道路橋（桁橋）の疲労 .....	197
4.5 道路橋の支承の変状 .....	200
4.6 水門扉の変形 .....	206
4.7 送電用鉄塔の腐食 .....	207
4.8 港湾構造物の腐食 .....	207
第5章 構造物単位の評価と対策 .....	209

## IV Load Rating による評価事例

第1章 Load Rating について .....	210
1.1 はじめに .....	210
1.2 AASHTO LRFR .....	210
第2章 Load Rating の試算 .....	213
2.1 橋梁諸元 .....	213
2.2 格子解析 .....	213

2.2.1 解析概要 .....	213
2.2.2 解析結果 .....	214
2.3 FEM 解析 .....	216
2.3.1 解析概要 .....	216
2.3.2 材料特性 .....	216
2.3.3 荷重 .....	216
2.3.4 解析結果 .....	217
2.3.5 各基準における RF 値の比較 .....	218

## V 有限要素解析による評価事例

第1章 腐食した部材の性能評価 .....	220
1.1 腐食した柱部材の性能評価 .....	220
1.1.1 海洋環境において腐食した円形鋼管の残存圧縮耐力 .....	220
1.1.2 自然腐食した溝形鋼および山形鋼の中心軸圧縮挙動とその強度評価 .....	221
1.2 腐食した桁部材の性能評価 .....	224
1.3 腐食したトラスガセット部の性能評価 .....	227
第2章 疲労に関する性能評価 .....	229
2.1 疲労耐久性評価のための溶接継手部の応力評価 .....	229
2.2 発見したき裂の評価に関する FEM 適用事例 .....	233
2.2.1 き裂の進展性に関する事例 .....	234
2.2.2 疲労き裂を有する部材の耐荷性能評価 .....	235
2.3 疲労損傷部材の補修・補強効果確認 .....	236
2.3.1 補修・補強後の疲労耐久性の確認 .....	236
2.3.2 ソールプレート溶接部に発生した疲労き裂対策 .....	238
2.3.3 鋼床版閉断面縦リブと横リブ交差部に発生する疲労き裂に対する疲労き裂対策 .....	239

## VI 臨時点検の方法および評価

第1章 はじめに .....	242
第2章 臨時点検および性能評価の方法 .....	242
2.1 点検の流れ .....	242
2.2 点検の実施の判断 .....	244
2.3 調査箇所および方法 .....	248
2.4 評価 .....	249

## VII 補修・補強対策

第1章 腐食に対する対策 .....	251
1.1 腐食要因の除去による環境改善 .....	251
1.1.1 清掃と洗浄 .....	251
1.1.2 構造詳細の改良 .....	251

1.2 塗膜の確保 .....	252
1.2.1 ボルト添接部および部材端部.....	253
1.2.2 増塗り塗装 .....	254
1.3 各種表面被覆の劣化に対する対策 .....	254
1.3.1 素地調整 .....	254
1.3.2 塗装 .....	256
1.3.3 溶射 .....	257
1.3.4 その他の対策 .....	258
1.4 腐食した鋼構造部材の耐荷性能の回復と増強.....	258
1.4.1 コンクリート系材料による方法.....	259
1.4.2 FRP 系材料による方法 .....	259
1.4.3 金属系材料による方法.....	261
1.4.4 金属製部材への取替え.....	262
1.5 耐荷性能の回復程度の評価と留意点 .....	264
1.5.1 耐荷性能の維持.....	265
1.5.2 耐荷性能の回復.....	265
1.5.3 耐荷性能の増強.....	265
第2章 疲労き裂に対する対策 .....	266
2.1 対策の基本 .....	266
2.1.1 対策の種類と分類.....	266
2.1.2 応急対策と補修・補強.....	267
2.1.3 対策の効果の確認.....	269
2.2 応急（緊急）補修事例 .....	270
2.2.1 ストップホール+高力ボルト締め.....	270
2.2.2 き裂切削による除去+溶接ビード止端仕上げ.....	273
2.3 恒久対策補修事例 .....	274
2.3.1 支承ソールプレート溶接部のき裂.....	274
2.3.2 桁端切欠き溶接部のき裂.....	276
2.3.3 箱桁内ダイヤフラムのカラープレート溶接部のき裂.....	277
2.3.4 主桁ウェブと横桁フランジ取合い部発生き裂への恒久対策 .....	278
2.3.5 鋼床版トラフリブ溶接部からデッキプレート方向に進展したき裂.....	280
第3章 高力ボルトの変状に対する対策 .....	283
3.1 対策の種類 .....	283
3.1.1 継手部の防せい.....	283
3.1.2 防護工の検討 .....	287
3.1.3 補修・補強 .....	287
3.2 施工時および施工後の確認 .....	288
3.3 対策事例 .....	288
3.3.1 変状の状況 .....	289
3.3.2 変状原因の推定.....	290
3.3.3 対策方針 .....	290
3.3.4 補修・補強の検討.....	291
3.3.5 施工 .....	292

第4章 支承取替の対策 .....	293
4.1 対策の基本 .....	293
4.2 対策の種類 .....	293
4.2.1 応急対策 .....	293
4.2.2 清掃 .....	294
4.2.3 補修・補強 .....	295
第5章 補強対策事例 .....	303
5.1 鋼トラス橋の外ケーブルを用いた補強 .....	303
5.2 主桁増設および縦桁の主桁化による上部工補強.....	305
5.3 鋼上路式アーチ橋の斜材増設による全体剛性補強.....	306
5.4 鋼下路式アーチ橋の鋼床版化 .....	308