

# 大気環境における鋼構造物の防食性能回復の課題と対策

## 目 次

第1章	はじめに	1
第2章	腐食損傷事例と防食性能回復の課題	3
2.1	典型的な腐食損傷事例とその発生要因	3
2.1.1	湿潤状態になりやすい部位	4
2.1.2	飛来海塩が付着・蓄積しやすい部位	4
2.1.3	適切な塗膜厚を確保することが困難な部位	6
2.1.4	防食性能回復が困難な部位	8
2.1.5	不十分な素地調整による腐食損傷事例	9
2.2	防食性能回復の課題	10
第3章	鋼構造物の部位レベルの腐食進行性と腐食環境の評価手法	12
3.1	腐食進行性の評価手法	13
3.1.1	裸普通鋼板の腐食深さの経時性	14
3.1.2	モニタリング鋼板 (MSP)	15
3.1.3	めっきおよびステンレスの小片鋼板	18
3.1.4	塗装小片鋼板	19
3.2	腐食環境の評価手法	23
3.2.1	ガルバニック電流測定	24
3.2.2	電気化学インピーダンス測定	28
3.3	腐食進行性と腐食環境の評価事例	32
3.3.1	大気暴露試験	33
3.3.2	実構造物	39
第4章	構造改良による腐食環境の改善	52
4.1	構造およびディテールの変更による腐食因子の排除	53
4.1.1	腐食因子の進入防止	53
4.1.2	格点部構造の改良	57
4.1.3	高力ボルトの対策	59
4.1.4	高力ボルト継手部の連結板の腐食対策	64
4.1.5	鋼コンクリート境界部の対策	68

4.1.6	土砂・塵埃等の堆積対策	75
4.1.7	部材間接触・摩擦・狭隘構造の改善	79
4.1.8	異種金属材料の取付けと接触防止	84
4.2	塗膜の損傷と劣化の抑制	88
4.2.1	部材角部の防食性能確保	88
4.2.2	足場用クランプ, チェーン等による塗膜損傷への配慮	90
4.2.3	現場溶接部への配慮	93
4.2.4	現場切断部への配慮	94
4.3	適切な排水計画と排水設備の設置	96
4.3.1	適切な排水計画	96
4.3.2	適切な排水設備の設置	97
4.3.3	適切な排水機能の保持	102
4.4	漏水・滞水対策	105
4.4.1	結露水対策	105
4.4.2	伸縮装置からの漏水対策	109
4.4.3	床版からの漏水対策	111
4.4.4	水切りの設置	115
4.4.5	支承部周辺の滞水対策	120
4.5	腐食環境の改善	123
4.5.1	飛来塩分の影響を受ける大気腐食環境の改善	123
4.5.2	交差物の影響を受ける大気腐食環境の改善	123
4.5.3	植生等の除去に腐食環境による改善	125
4.5.4	桁端部空間の確保	127
4.6	維持管理困難部位の排除	133
4.6.1	鋼橋の維持管理の現状	133
4.6.2	点検困難部位の事例	135
4.6.3	維持管理困難部位の事例	138
4.6.4	維持管理理想外部位の事例	141
4.6.5	維持管理困難部位と維持管理理想外部位に望まれる対応	144
4.7	桁端部における漏水に対する考え方	144
4.7.1	伸縮装置からの漏水の現状	144
4.7.2	フェイルセーフ機能	146
4.7.3	伸縮装置のディテール処理	147
<b>第5章</b>	<b>素地調整</b>	<b>152</b>
5.1	素地調整の現状	152

5.2	素地調整工法	153
5.2.1	代表的な素地調整工法	153
5.2.2	ブラスト処理の施工管理	165
5.2.3	ブラスト処理後の品質評価技術	166
5.2.4	ブラストの補助工法	173
5.2.5	ブラストと補助工法の組合せ	183
5.3	素地調整の課題と対策	187
5.3.1	ブラスト工法	187
5.3.2	動力工具を用いた素地調整	191
5.3.3	米国の素地調整事例	194
5.4	素地調整の困難部位と不可能部位	197
5.4.1	構造的な素地調整困難部位	198
5.4.2	構造的な素地調整不可能部位	203
5.4.3	素地調整時の配慮不足による素地調整困難部位	205
5.5	適切な素地品質確保のための取組み	206
5.5.1	著しく腐食した塗装部材に対するブラスト工法の適用性	206
5.5.2	塗替え塗装時における塗膜内に取り込まれる塩分の影響	213
5.5.3	ブラスト素地調整における塩分除去の事例	220
5.5.4	塗替え塗装における素地調整条件の最適化	222
5.6	耐候性鋼材の素地調整	230
5.6.1	耐候性鋼材特有のさびの性質	230
5.6.2	耐候性鋼橋の素地調整工法に関する検討事例	233
5.7	部分素地調整の事例	245
5.7.1	道路橋	245
5.7.2	鉄道橋	248
<b>第6章</b>	<b>塗装</b>	<b>254</b>
6.1	塗装鋼構造物の塗膜の維持管理	254
6.1.1	塗替え塗装	254
6.1.2	塗替え判定方法	255
6.1.3	塗替え施工方法	261
6.1.4	施工管理方法	262
6.2	塗膜に関する課題	263
6.2.1	課題の概要	263
6.2.2	典型的な腐食・塗膜変状	263
6.3	腐食損傷部位の塗替え	268

6.3.1	塗替え判定方法の検討	268
6.3.2	部分塗替え時の施工管理上の留意事項	271
6.3.3	特定部材の部分塗替え時の留意事項	276
6.3.4	塗装の施工管理におけるインスペクター制度の検討	277
6.4	旧塗膜の健全性評価	279
6.4.1	外観見本帳による塗膜の健全性評価方法	279
6.4.2	付着性評価試験による塗膜の健全性評価方法	282
6.4.3	その他の方法	284
<b>第7章</b>	<b>金属皮膜</b>	<b>287</b>
7.1	金属皮膜の種類と変状事例	287
7.1.1	大気環境中の鋼構造物の防食に用いられる金属皮膜の種類	287
7.1.2	実構造物における金属皮膜の変状事例	288
7.1.3	皮膜の組合せに関する耐食性と防食性の検討事例	302
7.2	防食性能評価	313
7.2.1	金属溶射	313
7.2.2	溶融めっき	319
7.3	防食性能の回復事例	328
7.3.1	金属溶射	328
7.3.2	溶融亜鉛めっき	340
7.3.3	溶融アルミニウムめっき	344
<b>第8章</b>	<b>耐候性鋼材</b>	<b>351</b>
8.1	耐候性鋼材の防食性能の維持	351
8.1.1	耐候性鋼材の防食性能	351
8.1.2	防食性能の低下要因と回復の考え方	352
8.1.3	定期点検時の維持作業	353
8.1.4	維持管理の手順	355
8.2	維持管理における腐食減耗の評価方法と判断基準	356
8.2.1	維持管理目標の設定	356
8.2.2	耐候性鋼材の状態評価	357
8.2.3	腐食速度の評価と予測	367
8.2.4	補修要否の判断と防食性能の回復方法	371
8.3	防食性能の回復方法	373
8.3.1	防食性能の回復事例	374
8.3.2	異常さび発生要因の排除の可否に関する事例	386

8.3.3	補修対策における選択と留意点	388
<b>第9章</b>	<b>防食性能回復における関連技術</b>	<b>407</b>
9.1	表面性状と腐食損傷の評価・測定技術	408
9.1.1	レーザー散乱光表面粗さ計	408
9.1.2	パターン光投影法による3次元表面測定	410
9.1.3	地際腐食評価センサ	413
9.1.4	地際腐食損傷の検査システム	415
9.2	素地調整の前処理技術	417
9.2.1	レーザー光による表面処理	417
9.2.2	化学的素地調整	420
9.3	表面被覆と犠牲陽極材による防食技術	422
9.3.1	腐食性イオン固定化剤入り有機ジンクリッチペイント	422
9.3.2	セメント系防食下地材	424
9.3.3	一層塗り防せい塗料	426
9.3.4	狭隘部で施工可能な溶射機	427
9.3.5	大気犠牲陽極防食	429
9.4	ボルト連結部の防食技術	432
9.4.1	ボルト・ナットキャップ	432
9.4.2	55%Al-Znめっきボルト	433
9.4.3	Al-5%Mg溶射高力ボルト	434
9.4.4	低温溶射によるボルト連結部の防食	436
9.5	防食性能回復のため施工性向上技術	438
9.5.1	先行床施工式フロア型システム吊足場	438
9.5.2	熱収縮シート密封養生	441
<b>第10章</b>	<b>鋼橋における防食性能回復の手順と事例</b>	<b>446</b>
10.1	防食性能回復の手順	446
10.2	海岸部の鋼鉄道I桁橋(A橋)	448
10.2.1	A橋の概要	448
10.2.2	腐食損傷の調査	449
10.2.3	腐食要因の調査	450
10.2.4	腐食環境の改善方法の検討	452
10.2.5	防食性能の回復方法の検討	453
10.3	平野部の鋼道路I桁橋(B橋)	455
10.3.1	B橋の概要	455
10.3.2	腐食損傷の調査	455

10.3.3	腐食環境の改善方法の検討	457
10.3.4	防食性能の回復方法の検討	457
10.3.5	防食性能回復後の経過観察	460
10.4	河口部の鋼道路箱桁橋(C橋)	460
10.4.1	C橋の概要	460
10.4.2	腐食損傷の調査	461
10.4.3	腐食要因の調査	463
10.4.4	腐食環境の改善方法の検討	469
10.5	山間部の鋼道路上路トラス橋(D橋)	470
10.5.1	D橋の概要	470
10.5.2	腐食損傷の調査	470
10.5.3	腐食要因の調査	476
10.5.4	腐食環境の改善方法の検討	494
10.5.5	防食性能の回復方法の検討	495

## 付録

付録1 鋼材の腐食に関する基礎知識

付録2 塗膜による防食機構の基礎知識

付録3 金属皮膜による防食機構の基礎知識

施工動画 (DVD)