機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
第１章　総　則 **１－１　目的** １．機械工事塗装要領（案）は，機械設備を対象とし，防食技術の一つである被覆防食のうち塗料による防食について定めることにより，その長寿命化，保守管理の合理化を目指し，設備の機能確保を図ることを目的とする。 ２．本要領は，耐久性に優れた新材料や新技術の導入を妨げるものではない。 【解　説】 １．本要領では，機械設備の被覆防食のうち塗料による防食方法として，現在，最も望ましいと考えられる方法の提案を目指し，出来るだけ防食効果が得られる方法を推奨している。また，塗料の改良や変遷に伴い，より実状に沿った内容とした。 なお，金属被覆，材料防食，複合防食等その他防食技術については，参考として一般論を記載している。 ２．機械設備の施設は，水中に没したり，風雨に曝されたり，常時湿潤な環境にあるなど，非常に厳しい腐食環境に設置されることが多い。また，これらの施設は，管理上，常に正常な機能を発揮することが求められている。このため，適切な防食を施すことが必要である。 ３．本要領は，ライフサイクルコスト（ＬＣＣ）を考慮して耐久性の優れた防食方法を採用している。 1955年（昭和30年）頃より，従来の油性調合ペイントに代わり長油性フタル酸樹脂塗料（合成樹脂調合ペイント）が使用されるようになり耐候性も向上した。その後，エポキシ系，アクリル系，ウレタン系などの合成樹脂系塗料が多く使われるようになり，最近ではふっ素樹脂系塗料など更に耐候性が向上した塗料も使われるようになった。これらの塗料系を塗重ねることにより長寿命化が期待できるため，それらの組合わせ塗装を多く採用可能とした。また，塗装膜厚を厚くすることにより，塗膜表面からの劣化時間を長くする方法で長寿命化を図る厚膜系を採用できることとしている。 ４．近年，塗装工程で発生する粉塵や塗料そのものに含まれる有害な物質などが人体や環境に与える問題が懸念されている。取扱い方法について本要領の当面の対応策を以下のとおりとするが，代替え手段や明確な判断が示された時点で随時修正する。 (1) 環境との調和に配慮し，環境汚染対策や「国等による環境物品等の調達の推進に関する法律」（グリーン購入法）などの関連法規に基づき，防せい（錆）顔料や着色顔料およびドライヤーに鉛やクロムなど有害な重金属を含む塗料は使用しないこととし，平成15年11月に鉛・クロムフリーさび止めペイントがJIS化され環境への配慮から，鉛・クロムフリーさび止めペイントを用いた塗料系とする。 (2) 塩化ゴム系塗料は，製造時に国際的に規制（1990年モントリオール議定書採択，四塩化炭素は1995年生産中止）されている四塩化炭素を使用する場合があることから，原則として使用しないこととする。ただし、現場条件等により塩化ゴム系塗料を使用することが優位な場合等においては、環境に十分配慮し、四塩化炭素フリー型塩化ゴム系塗料の使用を検討することとする。 (3) タールエポキシ樹脂塗料は，発癌性の疑いのあるコールタールを含むことから，作業者の安全衛生の観点から，使用しないこととする。 (4) 地球温暖化や光化学スモッグの原因の一つとされるＶＯＣ（揮発性有機化合物）を削減す	**第１章　総　則** **１－１　目的** １．機械工事塗装要領（案）は，機械設備を対象とし，防食技術の一つである被覆防食のうち塗装による防食について定めることにより，その長寿命化，保守管理の合理化を目指し，設備の機能確保を図ることを目的とする。 ２．本要領は，耐久性に優れた新材料や新技術の導入を妨げるものではない。 【解　説】 １．本要領では，機械設備の被覆防食のうち塗装による防食方法として，現在，最も望ましいと考えられる方法の提案を目指し，出来るだけ防食効果が得られる方法を推奨している。また，塗料の改良や変遷に伴い，より実状に沿った内容とした。 なお，金属被覆，ライニング等，電気防食，材料による防食，複合防食等その他防食技術については，参考として一般論を記載している。 ２．機械設備の施設は，水中に没したり，風雨に曝されたり，常時湿潤な環境にあるなど，非常に厳しい腐食環境に設置されることが多い。また，これらの施設は，管理上，常に正常な機能を発揮することが求められている。このため，適切な防食を施すことが必要である。 ３．本要領は，ライフサイクルコスト（ＬＣＣ）を考慮して耐久性の優れた防食方法を採用している。 1955年（昭和30年）頃より，従来の油性調合ペイントに代わり長油性フタル酸樹脂塗料（合成樹脂調合ペイント）が使用されるようになり耐候性も向上した。その後，エポキシ系，アクリル系，ウレタン系などの合成樹脂系塗料が多く使われるようになり，最近ではふっ素樹脂系塗料など更に耐候性が向上した塗料も使われるようになった。これらの塗料系を塗重ねることにより長寿命化が期待できるため，それらの組合わせ塗装を多く採用可能とした。また，塗装膜厚を厚くすることにより，塗膜表面からの劣化時間を長くする方法で長寿命化を図る厚膜系を採用できることとしている。 ４．近年，塗装工程で発生する粉塵や塗料そのものに含まれる有害な物質などが人体や環境に与える問題が懸念されている。取扱い方法について本要領の当面の対応策を以下のとおりとするが，代替え手段や明確な判断が示された時点で随時修正する。 (1) 環境との調和に配慮し，環境汚染対策や「国等による環境物品等の調達の推進に関する法律」（グリーン購入法）などの関連法規に基づき，防せい（錆）顔料や着色顔料およびドライヤーに鉛やクロムなど有害な重金属を含む塗料は使用しないこととし，平成15年11月に鉛・クロムフリーさび止めペイントがJIS化され環境への配慮から，鉛・クロムフリーさび止めペイントを用いた塗料系とする。 (2) 塩化ゴム系塗料は，製造時に国際的に規制（1990年モントリオール議定書採択，四塩化炭素は1995年生産中止）されている四塩化炭素を使用する場合があることから，原則として使用しないこととする。ただし、現場条件等により塩化ゴム系塗料を使用することが優位な場合等においては、環境に十分配慮し、四塩化炭素フリー型塩化ゴム系塗料の使用を検討することとする。 (3) タールエポキシ樹脂塗料は，発癌性の疑いのあるコールタールを含むことから，作業者の安全衛生の観点から，使用しないこととする。 (4) 地球温暖化や光化学スモッグの原因の一つとされるＶＯＣ（揮発性有機化合物）を削減す	塗料は材料であって方法ではない。現行要領案では「塗装」とすべき箇所が「塗料」になっているので、方法に関する箇所は「塗装」で統一。 第2章で説明する記載内容及び順序に修正。

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
るため大気部用（非水没部）の塗装には，光化学スモッグの発生が少ないとされる弱溶剤形塗料（注１）を用いることとした。また，ＶＯＣ量を大幅に削減した低溶剤形塗料(注２)や水性塗料を用いた環境への負荷が低い塗料系の適用を検討することがよい。 （注１）弱溶剤形塗料：芳香族炭化水素系有機溶剤（トルエン，キシレン等）に替えて，脂肪族炭水化水素系有機溶剤（ミネラルスピリット等）を用いた塗料 接水部については，暴露試験結果が出ていないため，現段階では適用しないこととした。 （注２）低溶剤形塗料：適切な成分を選択することによって、揮発成分をできるだけ低く抑え、かつ、満足できる塗装作業性を維持している塗料 (5) サンドブラスト処理材に用いられているけい砂は，けい肺など作業者の安全衛生などの観点からJIS Z 0312:2004「ブラスト処理剤用非金属系研削材」から平成19年4月に抹消されたため，その他のJIS規格適合品の使用を検討することとする。なお，けい砂の使用を余儀なくされる場合には，防塵対策等に細心の注意を払い実施することとする。 ５．記載のない新材料や新技術についても，耐久性や施工性などについて十分な検討のうえ，適用することを妨げるものではない。 １－２　適用範囲 １．本要領は，水門設備，揚排水ポンプ設備，ダム施工機械設備，トンネル換気設備，その他設備（トンネル非常用施設，消融雪設備，道路排水設備，共同溝付帯設備等）の機械設備工事の塗装に適用する。 【解　説】 １．本要領で適用する機械設備は，国民生活の安全・安心を確保する重要な設備であり，安定した機能を維持するためにも，設置環境に適した塗料系を選定する。 ２．本要領は，他の基準で定められている設備や構造物及び購入機械，部品等は適用を除外する。	水性塗料を用いた環境への負荷が低い塗料系の適用を検討することがよい。 （注１）弱溶剤形塗料：芳香族炭化水素系有機溶剤（トルエン，キシレン等）に替えて，脂肪族炭化水素系有機溶剤（ミネラルスピリット等）を用いた塗料 接水部については，暴露試験結果が出ていないため，現段階では適用しないこととした。 （注２）低溶剤形塗料：適切な成分を選択することによって，揮発成分をできるだけ低く抑え，かつ，満足できる塗装作業性を維持している塗料 (5) サンドブラスト処理材に用いられているけい砂は，けい肺など作業者の安全衛生などの観点からJIS Z 0312:2004「ブラスト処理剤用非金属系研削材」から平成19年4月に抹消されたため，その他のJIS規格適合品の使用を検討することとする。なお，けい砂の使用を余儀なくされる場合には，防塵対策等に細心の注意を払い実施することとする。 (6) 有害物質等を含んだ旧塗膜の除去する剥離作業においては，剥離剤に含まれる化学物質への引火による火災や，吸入による中毒事案が頻発していることから，必ず添付されているＳＤＳ（安全データシート。化学物質の危険有害性，取扱い上の注意などが記載された文書。）に記載されている事項（特に危険有害情報，取扱い及び保管上の注意，ばく露防止及び保護蔵置）を確認すること。また，特定化学物質障害予防規則（昭和47年労働省令第39号），有機溶剤中毒予防規則（昭和47年労働省令第36号）などの法令による規制の対象となっている物質が含まれている場合は，法令に規定されている措置を確実に講じることとする。 ５．記載のない新材料や新技術についても，耐久性や施工性などについて十分な検討のうえ，適用することを妨げるものではない。 １－２　適用範囲 １．本要領は，水門設備，揚排水ポンプ設備，ダム施工機械設備，トンネル換気設備，その他設備（トンネル非常用施設，消融雪設備，道路排水設備，共同溝付帯設備等）の機械設備工事の塗装に適用する。 【解　説】 １．本要領で適用する機械設備は，国民生活の安全・安心を確保する重要な設備であり，安定した機能を維持するためにも，設置環境に適した塗料系を選定する。 ２．本要領は，他の基準で定められている設備や構造物及び購入機械，部品等は適用を除外する。	脂肪族炭水化水素系→脂肪族炭化水素系に修正。 (6)項として、「剥離剤を使用した塗料の剥離作業における労働災害防止」を明記。

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

第２章　防食一般

２－１　防食の基本

１．機械設備は，腐食を避けるために適切な防食方法を選定する。
２．防食設計は，設置環境等を考慮し適切な防食仕様等を決定する。

【解　説】

１．金属の腐食

金属は，自然界ではエネルギー的に安定した状態である鉱石等の酸化物として存在している。酸化物を還元して得られた金属は，エネルギー的に不安定な状態にあるため元の安定な酸化物に戻ろうとする性質があり，腐食形態として乾食及び湿食がある。

(1) 乾食は，空気や高温ガスと金属が直接化学的に反応するものであり，常温ではその進行速度は非常に遅くほとんど問題にならない。

(2) 湿食は，水の存在下での電気化学的反応であり常温でも進行する。金属が溶け出しやすい部分（電位が卑な部分）と溶け出しにくい部分（電位が貴な部分）が電解質溶液中に存在すると両者の電位が異なるため，この間の電位差に応じた電子の流れ（腐食電流）によって，卑な部分で金属は溶け出て酸化されて腐食が生じる。鋼では 図2.1-1 に示すような電気化学反応が生じる。

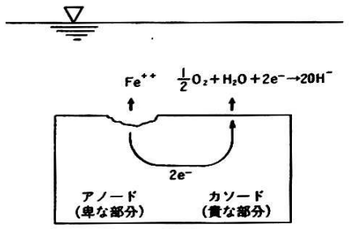


図2.1-1　電解質溶液中における鋼の腐食例

鋼の腐食は，電解質溶液のpHが低いほどその進行速度は大きい。

pH10以上では鋼の腐食速度は小さい。これは，アルカリの作用によって鋼表面に不動態被膜（耐食性に優れた非常に薄い被膜）が形成されるためである。

pH４～10で鋼の腐食は，主に電解質溶液に溶けている溶存酸素量に依存している。溶存酸素量が多いほど腐食は大きくなる。

海水中のほうが淡水中より腐食が著しいのは，海水が強電解質溶液であるため鋼のイオン化を促進するためである。また，飛沫部の腐食は，海水で濡れている時間が大気部より長く，かつ大気中からの酸素の供給も多いためその進行が速い。

２．腐食形態

(1) 異種金属接触腐食

金属は，強電解質溶液である海水中では表2.1-1 のように，その種類により電位に差がある。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

第２章　防食一般

２－１　防食の基本

１．機械設備は，腐食を避けるために適切な防食方法を選定する。
２．防食設計は，設置環境等を考慮し適切な防食仕様等を決定する。

【解　説】

１．金属の腐食

金属は，自然界ではエネルギー的に安定した状態である鉱石等の酸化物として存在している。酸化物を還元して得られた金属は，エネルギー的に不安定な状態にあるため元の安定な酸化物に戻ろうとする性質があり，その現象を腐食という。腐食には乾食及び湿食がある。

(1) 乾食は，空気や高温ガスと金属が直接化学的に反応するものであり，常温ではその進行速度は非常に遅くほとんど問題にならない。

(2) 湿食は，水の存在下での電気化学的反応であり常温でも進行する。電位が低い（「卑」という）部分と電位が高い（「貴」という）部分が、自然界における水のような電解溶液によって電気的に繋がっている場合、電位の差に応じた電子の流れ（腐食電流）によって、卑な部分では金属が溶け出し酸化されて腐食が生じる。この腐食が生じる卑な部分を「アノード」といい、貴な部分を「カソード」という。鋼における電解溶液中の化学反応式及び模式図を図2.1-1に示す。

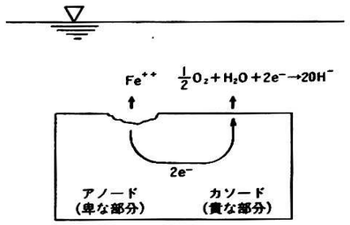


図2.1-1　電解質溶液中における鋼の腐食例

鋼の腐食は，電解質溶液のpHが低いほどその進行速度は大きく、pH10以上では小さい。これは，アルカリの作用によって鋼表面に不動態被膜（耐食性に優れた非常に薄い被膜）が形成されるためである。

pH４～10で鋼の腐食は，主に電解質溶液に溶けている溶存酸素量に依存している。溶存酸素量が多いほど腐食は大きくなる。

海水中のほうが淡水中より腐食が著しいのは，海水が強電解質溶液であるため鋼のイオン化を促進するためである。また，飛沫部の腐食は，海水で濡れている時間が大気部より長く，かつ大気中からの酸素の供給も多いためその進行が速い。

２．腐食形態

(1) 異種金属接触腐食

金属は，強電解質溶液である海水中では表2.1-1 のように，その種類により電位に差がある。

変更理由等

語句の修正

記載内容の修正

語句の修正

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

電位の異なる金属が電解質溶液中で接触すると，金属間に腐食電池が形成されて卑の金属が酸化され貴な金属は還元される。これを異種金属接触腐食という。例えば，普通鋼材とステンレス鋼材が河川中などで直接接触したり，離れていても電気的に接続していると，ステンレス鋼材近傍の普通鋼材は通常より著しく腐食する。

溶接部は，局部的に加熱・冷却されるため金属組織は一般部と異なり卑となるため一般部より腐食しやすい。

表2.1-1　海水中における金属の電位の順

卑	マグネシウム
↑	亜　鉛
	アルミニウム
	炭素鋼
	鋳　鉄
	13%クロム　ステンレス鋼（活性）
	18－８ステンレス鋼（活性）
	鉛
	黄　銅
	銅
	モネル
	13%クロム ステンレス鋼（不動態）
↓	チタン
貴	18－８ ステンレス鋼（不動態）

(2) すき間腐食

電解質溶液中において金属表面に供給される溶存酸素量の差（通気差または酸素濃淡）によって電位差が生じて，酸素の多い部分で還元反応が生じ，酸素の少ない部分で金属は溶け出す。

非常に狭いすき間に電解質溶液が侵入すると，侵入した電解質溶液がほとんど入れ替わらないため，酸素の供給が悪くなり酸素濃淡が生じ，腐食が進行する。

例えば，ボルトで閉じ合わせた面や，フジツボ等の貝類や藻類が金属表面に付着した場合の付着物の下，及び金属表面を覆うさびこぶの下などに酸素濃淡が生じてすき間腐食が進行する。

(3) 孔食

不動態化している金属の電位は貴となっているが，不動態被膜の一部が何らかの原因で局部的に破られるとその部分の電位は卑となり腐食電池が形成される。このとき，卑な面積が貴な面積より非常に小さいため，腐食は著しく進行する。さらに，金属表面に腐食孔ができると，図2.1-2 のように孔に侵入した塩化物イオンなどの腐食因子が外へ出にくくなるため，腐食は急速に進行する。

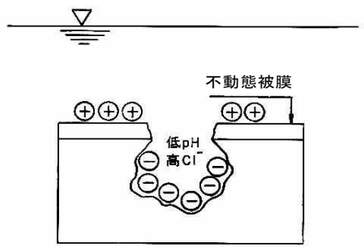


図2.1-2　孔　食

(4) 微生物腐食

自然界に微生物は広く存在しており，河川環境にも様々な微生物が生存している。ステンレス鋼の腐食に関与する代表的な微生物として嫌気性菌の硫酸塩還元菌や好気性菌である鉄酸化細菌がある。これらの微生物は，電位を貴化させステンレス鋼の腐食感受性を高め腐食されやすくする。

淡水域においてステンレス鋼は電位が貴化しても腐食は発生しない。しかし，海水域では塩

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

電位の異なる金属が電解質溶液中で接触すると，金属間に腐食電池が形成されて卑の金属が酸化され腐食し、貴な金属は還元される。これを異種金属接触腐食という。例えば，普通鋼材とステンレス鋼材が河川中などで直接接触したり，離れていても電気的に接続していると，ステンレス鋼材近傍の普通鋼材は通常より著しく腐食する。

溶接部は，局部的に加熱・冷却されるため、金属組織が一般部と異なり卑となりやすく腐食しやすい。

表2.1-1　海水中における金属の電位の順

卑	マグネシウム
↑	亜　鉛
	アルミニウム
	炭素鋼
	鋳　鉄
	13%クロム　ステンレス鋼（活性）
	18－８ステンレス鋼（活性）
	鉛
	黄　銅
	銅
	モネル
	13%クロム ステンレス鋼（不動態）
↓	チタン
貴	18－８ ステンレス鋼（不動態）

(2) すき間腐食

金属間または金属と材料との間にすき間が存在する環境下で、すき間の内外においてイオン、酸素などの濃度の違いによる電位差で発生する腐食をすき間腐食という。不動態化による耐食性が高いステンレス鋼（2-3項参照）においても、海水など塩化物イオンが多い電解質溶液中において非常に狭いすき間があると，侵入した電解質溶液がほとんど入れ替わらず、塩化物イオン濃度の上昇、pHの低下などにより酸化被膜が破壊され、すき間腐食が発生することが知られている。すき間の例としては、ボルトで閉じ合わせた面や，フジツボ等の貝類や藻類が金属表面に付着した場合の付着物の下，及び金属表面を覆うさびこぶの下などである。

(3) 孔食

不動態化している金属の電位は貴となっているが，不動態被膜の一部が何らかの原因で局部的に破られるとその部分の電位は卑となり腐食電池が形成される。このとき，卑な面積が貴な面積より非常に小さいため，腐食は著しく進行する。さらに，金属表面に腐食孔ができると，図2.1-2 のように孔に侵入した塩化物イオンなどの腐食因子が外へ出にくくなるため，腐食は急速に進行する。

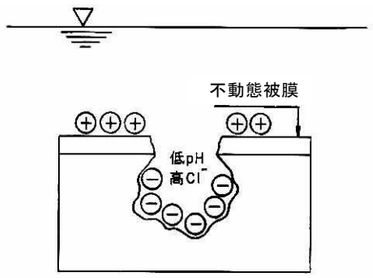


図2.1-2　孔　食

(4) 微生物腐食

自然界に微生物は広く存在しており，海洋や河川環境にも様々な微生物が生存している。ステンレス鋼の腐食に関与する代表的な微生物として嫌気性菌の硫酸塩還元菌や好気性菌である鉄酸化細菌がある。これらの海洋や河川環境における微生物は，浸漬時間に伴って電位を貴化させることが知られており、この貴化による電位差がステンレス鋼の局部腐食の発生に関与すると考えらている。腐食形態は、孔食、すき間腐食などであり、特にSUS304などのオーステナ

変更理由等

語句の修正

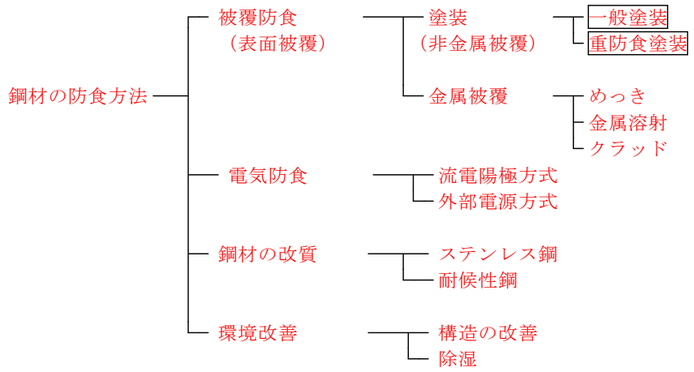
記載内容の修正

ステンレス鋼の腐食について説明を追加

語句の修正

ステンレス鋼の腐食について説明を追加

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
化物濃度が高いため，ステンレス鋼の不動態被膜は破壊され腐食が生じる。このとき，微生物の関与があると腐食は急激に進行する。 汽水域では，満潮時など塩化物濃度が高い時期には，ステンレス鋼の不動態被膜は破壊されるが，干潮時に塩化物がほとんどなくなり淡水になると不動態被膜は直ちに修復されるため腐食は進行しない。しかし，干潮時にも塩化物濃度が高いまま長時間維持されたり，すき間部や溶接部などステンレス鋼の腐食の弱点となりやすい場所に，微生物が大量に繁殖していると腐食は急激に促進されることがある。 ３．防食設計の基本（防食方法の選定） 防食設計にあたっては，次の点に注意する必要がある。 (1) 環境条件の把握 防食設計は，設備の設置される環境条件を適正に把握したうえで実施する必要がある。 ・大気中，水中，干満部 ・水質（pH値，溶存酸素，塩化物イオン濃度，水温等） ・ヘドロや微生物の発生，堆積状況 ・フジツボ，カキ等の発生状況 (2) 設置環境 防食の観点から，設置環境は大別すると大気部，干満部，水中部に分けられる。水中での腐食は主として溶存酸素の他塩化物イオンによるところが大であることから，海水，淡水の区分により防食方法が異なることとなる。大気中での腐食は表面に付着する水分と大気中の酸素，塩化物，硫黄酸化物等によって生じることから，海岸部，工業地帯及び都市部は防食上厳しい条件となる。また，水中と大気中の繰返し（乾湿交番）による塩類濃縮条件が大きく影響する場合がある。 (3) 規　模 防食方法を塗装によるか耐食性材料を用いるかを選定するうえで，設備の規模が比較的小さい場合，初期投資が大きくなっても塗装におけるメンテナンスコストを考慮すると耐食性材料を選定した方がトータルコストで有利な場合がある。また，設備の規模によっては，現場での耐食性材料の加工，溶接等に問題があり，一概に耐食性材料を適用できないため，設備の規模により塗装を採用することが有利な場合がある。防食方法を選定するためには設備規模単独による検討は避け，前提条件を必要に応じて組合わせを行い選定する必要がある。 (4) 構造・形状（補修の難易） 設備は部位により，補修のしやすい箇所・形状であるか否かにより防食方法が異なる。補修が比較的容易な箇所であれば，塗装を防食方法として選定することが一般的であるが，設計上やむを得ず補修が困難な箇所・形状が存在する場合や保守管理作業を軽減させたい場合などには耐食性材料による防食方法を採用する。 また，塗装等補修の必要な防食方法を採用する場合，構造・形状の決定にあたっては，設備の計画段階で補修の施工性を十分に検討することが必要である。 耐食性材料による防食の場合，材料の特性を考慮して選定する。また，海水等腐食環境の厳しい場合には電気防食等を併用する必要もある。 (5) 設備の長寿命化，ランニングコストの低減による維持管理の合理化 経済性の評価は，単に初期投資（イニシャルコスト）のみでなく，メンテナンス費用（ランニングコスト）も考慮したライフサイクルコスト（ＬＣＣ）によって評価を行う必要がある。 ライフサイクルコスト（ＬＣＣ）＝イニシャルコスト ＋ ランニングコスト ＋ 撤去費 施工費用（初期投資）　年間保守管理費用×耐用年数	イト系ステンレス鋼の溶接部においては，つぼ型の内部腐食やスケルトン状の著しい腐食を生じることがある。 海水域では塩化物濃度が高いため，ステンレス鋼の不動態被膜は破壊されやすく腐食が生じやすいが，微生物が存在する淡水に関してもステンレス配管内に長期間滞留する場合などにおいて発生リスクはあるとされている。 ３．防食の基本的な考え方 (1) 防食方法の種類 鋼材を対象とした主たる防食方法は，図2.1-3のように区分される。  図2.1-3　防食方法の種類 ※関塗研「ー改訂ーわかりやすい塗装のはなし　塗る」より引用（一部編集） ①表面を被覆する……塗装，金属被覆，ライニング等による防食 ②腐食電池を電気的に作らせない……電気防食 ③腐食しにくい材料を使用する……ステンレス鋼等の防食性の高い材料を用いた防食 ④腐食しにくい環境に改善する……構造の改善・除湿・防錆剤の封入※など ⑤上記の組合わせによる複合防食 ※：魚腹式構造の扉体等の密閉構造の内部に窒素ガスを封入したり，気化性防錆剤を設置することにより，腐食を抑制する場合がある。 防食方法を選定するにあたっては，次の各事項に注意する必要がある。 (2) 設置環境 防食の観点から，設置環境は大別すると大気部，干満部，水中部に分けられる。水中での腐食は主として溶存酸素の他塩化物イオンによるところが大であることから，海水，淡水の区分により防食方法が異なることとなる。大気中での腐食は表面に付着する水分と大気中の酸素，塩化物，硫黄酸化物等によって生じることから，海岸部，工業地帯及び都市部は防食上厳しい条件となる。また，水中と大気中の繰返し（乾湿交番）による塩類濃縮条件が大きく影響する場合がある。設置環境として考慮すべき事項は次のとおりである。 ・大気中，水中，干満部 ・水質（pH値，溶存酸素，塩化物イオン濃度，水温等） ・ヘドロや微生物の発生，堆積状況 ・フジツボ，カキ等の発生状況 (3) 規　模	第3章で記載していた防食方法の種類の図は基本的な考え方として第2章で記載。 ー改訂-わかりやすい塗装のはなし 塗る ①→④ 防錆剤について追加

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

防食設計において塗装を選定する場合，塗装を施す設備が設置される環境条件を設計計画段階で考慮し，適切な塗装仕様や塗装方法の選定及び扉体上流面や底部等塗替困難な部分や塗装の劣化が早い部分には耐食性材料を採用することによって，塗替インターバルの長期化，ランニングコストの低減，保守管理の合理化を図る必要がある。

(6) 周辺環境との調和

設備の設計計画において景観設計の重要度が増してきた今日，防食方法の選定にあたっても景観への調和を考慮する必要がある。塗装を用いる場合は，塗装色の選定，構造物のデザイン等，防食材料を用いる場合は，金属光沢表面の環境への順応性の確認，彩色の要否，周辺住民の理解等を考慮する必要がある。また，色彩，光沢等が魚介類等の生物に与える影響も考慮の対象となる。

４．防食方法は，次のように区分される。

(1) 表面を被覆する……塗料，金属被覆，ライニング等による防食

(2) 腐食しにくい材料を使用する……ステンレス鋼等の防食性の高い材料を用いた防食

(3) 腐食電池を電気的に作らせない……電気防食

(4) 上記 (1) ～ (3) の組合わせによる複合防食

各防食方法の概略比較を 表2.1-2 に示す。

表2.1-2　防食方法の比較

項目 ＼ 防食方法	耐久性	施工性	美 観	経済性	備　　考
塗　　装	△	○	○	○	用途に応じた塗装系を選択できる
金 属 溶 射	△	△	△	△	複雑な構造には適さない
溶融亜鉛めっき	△	△	×	○	熱ひずみを受ける
耐 食 性 材 料	○	△	△	×	耐食性はあるが比較的高価である
電 気 防 食	○	○	×	○～△	流電陽極方式及び外部電源方式がある
複 合 防 食	○	△	○	×	溶射と塗装，めっきと塗装の併用など

ただし　○：優　　△：良　　×：劣る

（注）ⅰ）耐久性については，構造物の設置環境または防食仕様により異なるため一概には述べられないが，通常各防食方法に適用される設置環境及び防食仕様により比較した場合の耐用期間の長さの度合いを表したものである。

ⅱ）施工性については，各防食方法の通常考えられる仕様において，施工のために要する機材類の規模の大小，作業の難易，補修の難易を考慮し比較した場合の度合いを表したものである。

ⅲ）美観については主観的要素が強いため一概には述べられないが，色の種類の多い塗装及び塗装と他の防食方法を組合わせた場合における複合防食について「○」，金属溶射，耐食性材料について「△」，色が限られる溶融亜鉛めっき，電気防食について「×」とした。

ⅳ）経済性については，施工時のイニシャルコストを主体に示したものである。

上記以外に特殊な防食方法として，魚腹式構造の扉体等の密閉構造の内部に窒素ガスを封入したり，気化性防錆剤を設置することにより，腐食を抑制する方法もある。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

防食方法を塗装によるか耐食性材料を用いるかを選定するうえで，設備の規模が比較的小さい場合，初期投資が大きくなっても塗装におけるメンテナンスコストを考慮すると耐食性材料を選定した方がトータルコストで有利な場合がある。また，設備の規模によっては，現場での耐食性材料の加工，溶接等に問題があり，一概に耐食性材料を適用できないため，設備の規模により塗装を採用することが有利な場合がある。防食方法を選定するためには設備規模単独による検討は避け，前提条件を必要に応じて組合わせを行い選定する必要がある。

(4) 構造・形状（補修の難易）

設備は部位により，補修のしやすい箇所・形状であるか否かにより防食方法が異なる。補修が比較的容易な箇所であれば，塗装を防食方法として選定することが一般的であるが，設計上やむを得ず補修が困難な箇所・形状が存在する場合や保守管理作業を軽減させたい場合などには耐食性材料による防食方法を採用する。

また，塗装等補修の必要な防食方法を採用する場合，構造・形状の決定にあたっては，設備の計画段階で補修の施工性を十分に検討することが必要である。

耐食性材料による防食の場合，材料の特性を考慮して選定する。また，海水等腐食環境の厳しい場合には電気防食等を併用する必要もある。

(5) 設備の長寿命化，ランニングコストの低減による維持管理の合理化

経済性の評価は，単に初期投資（イニシャルコスト）のみでなく，メンテナンス費用（ランニングコスト）も考慮したライフサイクルコスト（ＬＣＣ）によって評価を行う必要がある。

ライフサイクルコスト（ＬＣＣ）＝イニシャルコスト ＋ ランニングコスト ＋ 撤去費
施工費用（初期投資）　年間保守管理費用×耐用年数

防食設計において塗装を選定する場合，塗装を施す設備が設置される環境条件を設計計画段階で考慮し，適切な塗装仕様や塗装方法の選定及び扉体上流面や底部等塗替困難な部分や塗装の劣化が早い部分には耐食性材料を採用することによって，塗替インターバルの長期化，ランニングコストの低減，保守管理の合理化を図る必要がある。

(6) 周辺環境との調和

設備の設計計画において景観設計の重要度が増してきた今日，防食方法の選定にあたっても景観への調和を考慮する必要がある。塗装を用いる場合は，塗装色の選定，構造物のデザイン等，防食材料を用いる場合は，金属光沢表面の環境への順応性の確認，彩色の要否，周辺住民の理解等を考慮する必要がある。また，色彩，光沢等が魚介類等の生物に与える影響も考慮の対象となる。

４．防食方法の一般的な特性

表2.1-2 に主たる防食方法の一般的な特性を比較した。

表2.1-2　防食方法の比較

項目 ＼ 防食方法	耐久性	施工性	美 観	経済性	備　　考
塗　　装	△	○	○	○	用途に応じた塗装系を選択できる
金 属 溶 射	△	△	△	△	複雑な構造には適さない
溶融亜鉛めっき	△	△	×	○	熱ひずみが発生しやすい
耐 食 性 材 料	○	△	△	×	耐食性はあるが比較的高価である
電 気 防 食	○	○	×	○～△	流電陽極方式及び外部電源方式がある
複 合 防 食	○	△	○	×	溶射と塗装，めっきと塗装の併用など

ただし　○：優　　△：良　　×：劣る

変更理由等

記載内容の修正

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
	（注）　ⅰ）　耐久性については，構造物の設置環境または防食仕様により異なるため一概には述べられないが，通常各防食方法に適用される設置環境及び防食仕様により比較した場合の耐用期間の長さの度合いを表したものである。 ⅱ）　施工性については，各防食方法の通常考えられる仕様において，施工のために要する機材類の規模の大小，作業の難易，補修の難易を考慮し比較した場合の度合いを表したものである。 ⅲ）　美観については主観的要素が強いため一概には述べられないが，色の種類の多い塗装及び塗装と他の防食方法を組合わせた場合における複合防食について「○」，金属溶射，耐食性材料について「△」，色が限られる溶融亜鉛めっき，電気防食について「×」とした。 ⅳ）　経済性については，施工時のイニシャルコストを主体に示したものである。防食設計においては、ランニングコストを含めたライフサイクルコストを評価する。	記載内容の修正

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

２－２　被覆防食

１．被覆防食は塗料，金属被覆，ライニング等による防食方法をいう。

【解　説】

１．鋼材の表面を他の材料で被覆することによって腐食環境から遮断する方法であり，防食方法としては最も一般的なものである。

被覆される材料によって塗料（非金属被覆），金属被覆とライニング等に大別される。

(1) 塗料（非金属被覆）

この方法は，最も広く用いられている防食方法で，補修も簡単で実績も多い。

(2) 金属被覆

めっきは，熱歪みや，めっき槽の関係で，構造物の大きさに制約がある。溶射は，めっきの代替方法として大形の構造物に採用された経緯もある。ただし，この方法は大気中の使用に適している。

(3) ライニング等

有機質ライニング材は塗装と比べ，腐食環境遮断効果が大きく，耐水，耐薬品性などが優れているものが多いが，施工にあたっては，高度な技能を要し，施工効率も悪い。

無機質ライニング材は耐火，耐熱性及び圧縮性に優れているが，変形に対してもろいのが欠点である。

２．塗料

(1) 塗料の構成

塗料の組成は一般的にはビヒクルと顔料それに溶剤及び少量の添加剤を混合して作られる。

これらを適当に組合わせることにより種々の性質を持った塗料ができる。

塗料には溶剤を用いない，いわゆる無溶剤形があり，また顔料を用いない透明塗料がある。

塗料の組成のうち，乾燥して塗膜を形成するのは顔料とビヒクルの主体である油脂や樹脂それに添加剤である。

勿論，無溶剤形塗料はそのほとんどが塗膜形成成分となる。

塗料組成を塗膜を形成する面から見た場合の構成を 図2.2-1 に示す。

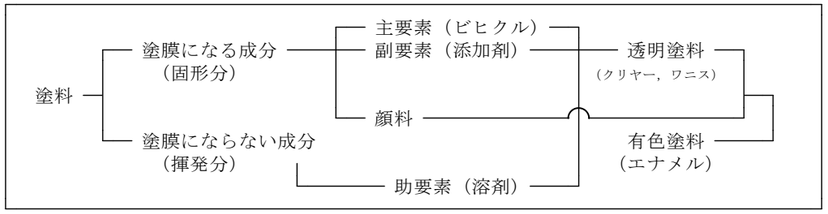


図2.2-1　塗料の構成

※関塗研「ー最新ーわかりやすい塗装のはなし 塗る」より引用

塗膜の形成要素及び顔料について概略を述べると次のようになる。

1）塗膜形成主要素：ビヒクルと言われ，文字通りの塗料の組成中で塗膜を形成する主要素であり，塗料の性質はこのビヒクルによってほぼ決定される。

ビヒクルに乾性油を用いた塗料を油性塗料と言い，エポキシ樹脂を用いた塗料をエポキシ樹脂塗料と呼ぶなど，使用しているビヒクルの種類がそのまま塗料の名称になっている

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

２－２　被覆防食

１．被覆防食は塗装，金属被覆，ライニング等による防食方法をいう。

【解　説】

１．被覆防食の種類

鋼材の表面を他の材料で被覆することによって腐食環境から遮断する方法であり，防食方法としては最も一般的なものである。

被覆される材料によって塗装（非金属被覆），金属被覆とライニング等に大別される。

(1) 塗装（非金属被覆）

この方法は，最も広く用いられている防食方法で，補修も簡単で実績も多い。

(2) 金属被覆

めっきは，熱歪みや，めっき槽の関係で，構造物の大きさに制約がある。溶射は，めっきの代替方法として大形の構造物に採用された経緯もある。ただし，この方法は大気中の使用に適している。

(3) ライニング等

有機質ライニング材は塗装と比べ，腐食環境遮断効果が大きく，耐水，耐薬品性などが優れているものが多いが，施工にあたっては，高度な技能を要し，施工効率も悪い。

無機質ライニング材は耐火，耐熱性及び圧縮性に優れているが，変形に対してもろいのが欠点である。

２．塗料

(1) 塗料の構成

塗装の被覆材となる塗料の組成は，一般的にはビヒクルと顔料それに溶剤及び少量の添加剤を混合して作られる。

これらを適当に組合わせることにより種々の性質を持った塗料ができる。

塗料には溶剤を用いない，いわゆる無溶剤形があり，また顔料を用いない透明塗料がある。

塗料の組成のうち，乾燥して塗膜を形成するのは顔料とビヒクルの主体である油脂や樹脂それに添加剤である。

勿論，無溶剤形塗料はそのほとんどが塗膜形成成分となる。

塗料組成を塗膜を形成する面から見た場合の構成を 図2.2-1 に示す。

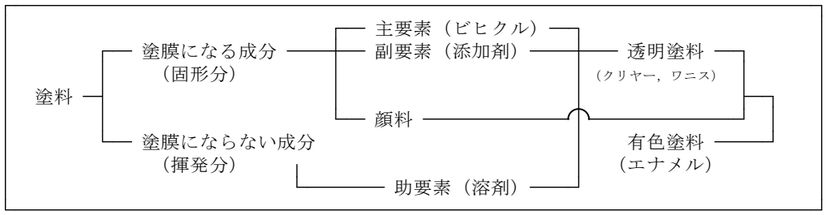


図2.2-1　塗料の構成

※関塗研「ー改訂ーわかりやすい塗装のはなし　塗る」より引用

塗膜の形成要素及び顔料について概略を述べると次のようになる。

1）塗膜形成主要素：ビヒクルと言われ，文字通りの塗料の組成中で塗膜を形成する主要素

変更理由等

語句の修正

意見に基づく修正
ー改訂-わかりやすい塗装のはなし 塗る で統一

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

ことが多い。

溶剤に可溶であり，塗装した後にこのビヒクルが硬化することによって完成した塗膜となる。

2）塗膜形成副要素：添加剤と言われ，沈殿防止剤，皮張り防止剤，流れ止め剤，ドライヤー，湿潤剤その他があり，塗料に少量添加して，塗料の貯蔵安定性を向上させたり塗膜を改質させたりするものである。

3）顔料：水や溶剤に不溶または微溶の粉末で，その機能は塗膜の着色や防錆性付与である。

前者を着色顔料，後者を防錆顔料という。

他に増量剤として，あるいは塗装作業性や塗膜性能などを向上させることを目的として用いられる体質顔料がある。

4）塗膜形成助要素：溶剤といわれビヒクルを溶解して塗料に流動性を与え，塗装時の作業性を良くし塗膜を平滑に仕上げるためのものである。

塗装後は蒸発してしまうので塗膜としては残らない。

塗膜形成要素の代表的なものを 図2.2-2 に示す。

(2)　塗料の分類

塗料には非常に多くの種類があり，その分類の仕方もまた多種多様である。

分類方法の１例を上げれば，ビヒクルの種類，塗料の状態，塗装方法などがあり，同一塗料であっても，各種分類方法に重複するものが多い。

各種塗料の分類を 表2.2-1 に示す。

表2.2-1　塗料の分類

分　　類	名　　称
ビヒクルの種類による分類	油性塗料・エポキシ樹脂塗料・フェノール樹脂塗料・シリコンアルキド樹脂塗料・フタル酸樹脂塗料・ポリウレタン樹脂塗料・ふっ素樹脂塗料など
溶剤の種類による分類	水性塗料・溶剤形塗料・無溶剤形塗料など
顔料の種類による分類	鉛・クロムフリーさび止めペイント・アルミニウムペイント・ジンクリッチペイント・ＭＩＯ塗料など
塗料の状態による分類	エマルション塗料・調合ペイント・粉体塗料・二液形塗料など
塗料の役割による分類	１次プライマー・下塗り塗料・中塗り塗料・上塗り塗料など
塗装方法による分類	はけ塗り用塗料・吹付け塗り用塗料など
塗料の性能による分類	さび止め塗料・耐薬品塗料，蛍光塗料・結露面用塗料・低温時用塗料・さび鋼板面用塗料・耐熱塗料・熱線反射塗料・防汚塗料・耐候性塗料など
用途による分類	橋りょう用塗料・船底用塗料・木工用塗料・自動車用塗料・コンクリート用塗料道路表示用塗料など
乾燥方式による分類	常温乾燥型塗料・焼付け塗料・電子線硬化塗料・紫外線硬化塗料など

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

であり，塗料の性質はこのビヒクルによってほぼ決定される。

ビヒクルに乾性油を用いた塗料を油性塗料と言い，エポキシ樹脂を用いた塗料をエポキシ樹脂塗料と呼ぶなど，使用しているビヒクルの種類がそのまま塗料の名称になっていることが多い。

溶剤に可溶であり，塗装した後にこのビヒクルが硬化することによって完成した塗膜となる。

2）塗膜形成副要素：添加剤と言われ，沈殿防止剤，皮張り防止剤，流れ止め剤，ドライヤー，湿潤剤その他があり，塗料に少量添加して，塗料の貯蔵安定性を向上させたり塗膜を改質させたりするものである。

3）顔料：水や溶剤に不溶または微溶の粉末で，その機能は塗膜の着色や防錆性付与である。

前者を着色顔料，後者を防錆顔料という。

他に増量剤として，あるいは塗装作業性や塗膜性能などを向上させることを目的として用いられる体質顔料がある。

4）塗膜形成助要素：溶剤といわれビヒクルを溶解して塗料に流動性を与え，塗装時の作業性を良くし塗膜を平滑に仕上げるためのものである。

塗装後は蒸発してしまうので塗膜としては残らない。

塗膜形成要素の代表的なものを 図2.2-2 に示す。

(2)　塗料の分類

塗料には非常に多くの種類があり，その分類の仕方もまた多種多様である。

分類方法の１例を上げれば，ビヒクルの種類，塗料の状態，塗装方法などがあり，同一塗料であっても，各種分類方法に重複するものが多い。

各種塗料の分類を 表2.2-1 に示す。

表2.2-1　塗料の分類

分　　類	名　　称
ビヒクルの種類による分類	油性塗料・エポキシ樹脂塗料・フェノール樹脂塗料・シリコンアルキド樹脂塗料・フタル酸樹脂塗料・ポリウレタン樹脂塗料・ふっ素樹脂塗料など
溶剤の種類による分類	水性塗料・溶剤形塗料・無溶剤形塗料など
顔料の種類による分類	鉛・クロムフリーさび止めペイント・アルミニウムペイント・ジンクリッチペイント・ＭＩＯ塗料など
塗料の状態による分類	エマルション塗料・調合ペイント・粉体塗料・二液形塗料など
塗料の役割による分類	１次プライマー・下塗り塗料・中塗り塗料・上塗り塗料など
塗装方法による分類	はけ塗り用塗料・吹付け塗り用塗料など
塗料の性能による分類	さび止め塗料・耐薬品塗料，蛍光塗料・結露面用塗料・低温時用塗料・さび鋼板面用塗料・耐熱塗料・熱線反射塗料・防汚塗料・耐候性塗料など
用途による分類	橋りょう用塗料・船底用塗料・木工用塗料・自動車用塗料・コンクリート用塗料道路表示用塗料など
乾燥方式による分類	常温乾燥型塗料・焼付け塗料・電子線硬化塗料・紫外線硬化塗料など

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

- 塗料
  - 塗膜形成要素
    - 塗膜形成主要素 ビヒクル
      - 油性系
        - 亜麻仁油，荏油(エゴマの実の油)，大豆油
        - 麻実油(アサミ油)
        - 桐油
        - いわし油，いか油
        - } ボイル油 / 練油 / 精製油
      - 樹脂系
        - フェミノール樹脂，フタル酸樹脂，ポリエステル樹脂
        - メラミン樹脂，尿素樹脂，弗素樹脂
        - 酢酸ビニル樹脂，塩化ビニル樹脂，アクリル樹脂
        - スチロール樹脂
        - 合成ゴム
      - 瀝青質
        - アスファルト，ギルソナイト，コールタール
        - ※タールエポキシ樹脂塗料は，発癌性の疑いのあるコールタールを含むことから作業者の安全衛生の観点から本要領では扱わない。
      - 繊維素誘導体
        - ニトロセルロース，エチルセルロース
      - ゴム誘導体
        - 塩化ゴム　※製造時に国際的に規制されている四塩化炭素を使用する場合があることや，防食性能が十分でないこと及び塗替え塗装に問題があることから本要領では取り扱わない
      - 合成ラテックス
        - 酢酸ビニル，アクリル，スチレン・ブタジェン
    - 塗膜形成副要素 添加剤
      - 可塑剤（柔軟性を与える），ドライヤー，皮張り防止剤
        防腐剤，消泡剤，乳化剤，流れ止め剤，艶消剤，防汚剤
        (船底塗料)，防虫剤
    - 顔料
      - 着色顔料
        - 亜鉛華，チタン白，カーボンブラック，黄鉛
        - 赤レーキ（塗料），他
      - 防錆顔料
        - 鉛･ｸﾛﾑﾌﾘｰ，鉛丹，亜酸化鉛，亜鉛末，クロム酸鉛･･(金属防錆塗料)
        - ※平成15年11月に鉛・ｸﾛﾑﾌﾘｰさび止めペイントがJIS化されたため，鉛・ｸﾛﾑﾌﾘｰさび止めペイントを用いた塗装系に変更
      - 金属粉顔料
        - アルミニウム粉
      - 体質顔料
        - 硫酸バリウム，炭酸カルシウム
        - ……（着色顔料の体質，増量剤）
      - 発光顔料
        - 硫化亜鉛，硫化カドミウム，クロム酸鉛…(発光塗料)
      - 温度指示顔料
        - コバルト化合物，ヨード化水銀酸塩…(温度指示塗料)
  - 塗膜形成助要素
    - 溶剤 希釈剤
      - アルコール類 ……エタノール，ブタノール，他
      - エステル類 ……酢酸メチル，酢酸エチル
        酢酸ブチル，他
      - グリコール類 ……エチレングリコール，ジエチレングリコール，
        プロピレングリコール，他
      - ケトン類 ……アセトン，メチルエチルケトン，他
      - 芳香族炭化水素 …トルオール，キシロール
      - 脂肪族炭化水素類 …ミネラルスピリット
      - 水

※地球温暖化や光化学スモッグの原因のひとつとされるＶＯＣを削減するため大気部用（非水没部）の塗装には，光化学スモッグの発生が少ないとされる弱溶剤形塗料を用いることとした。また，ＶＯＣ量を大幅に削減した低溶剤形塗料や水性塗料を用いた環境への負荷が低い塗料系の適用を検討

図2.2-2　塗料の原料による分類

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

- 塗料
  - 塗膜形成要素
    - 塗膜形成主要素 ビヒクル
      - 油性系
        - 亜麻仁油，荏油(エゴマの実の油)，大豆油
        - 麻実油(アサミ油)
        - 桐油
        - いわし油，いか油
        - } ボイル油 / 練油 / 精製油
      - 樹脂系
        - フェミノール樹脂，フタル酸樹脂，ポリエステル樹脂
        - メラミン樹脂，尿素樹脂，弗素樹脂
        - 酢酸ビニル樹脂，塩化ビニル樹脂，アクリル樹脂
        - スチロール樹脂
        - 合成ゴム
      - 瀝青質
        - アスファルト，ギルソナイト，コールタール
        - ※タールエポキシ樹脂塗料は，発癌性の疑いのあるコールタールを含むことから作業者の安全衛生の観点から本要領では扱わない。
      - 繊維素誘導体
        - ニトロセルロース，エチルセルロース
      - ゴム誘導体
        - 塩化ゴム　※製造時に国際的に規制されている四塩化炭素を使用する場合があることや，防食性能が十分でないこと及び塗替え塗装に問題があることから本要領では取り扱わない
      - 合成ラテックス
        - 酢酸ビニル，アクリル，スチレン・ブタジェン
    - 塗膜形成副要素 添加剤
      - 可塑剤（柔軟性を与える），ドライヤー，皮張り防止剤
        防腐剤，消泡剤，乳化剤，流れ止め剤，艶消剤，防汚剤
        (船底塗料)，防虫剤
    - 顔料
      - 着色顔料
        - 亜鉛華，チタン白，カーボンブラック，黄鉛
        - 赤レーキ（塗料），他
      - 防錆顔料
        - 鉛･ｸﾛﾑﾌﾘｰ，鉛丹，亜酸化鉛，亜鉛末，クロム酸鉛･･(金属防錆塗料)
        - ※平成15年11月に鉛・ｸﾛﾑﾌﾘｰさび止めペイントがJIS化されたため，鉛・ｸﾛﾑﾌﾘｰさび止めペイントを用いた塗装系に変更
      - 金属粉顔料
        - アルミニウム粉
      - 体質顔料
        - 硫酸バリウム，炭酸カルシウム
        - ……（着色顔料の体質，増量剤）
      - 発光顔料
        - 硫化亜鉛，硫化カドミウム，クロム酸鉛…(発光塗料)
      - 温度指示顔料
        - コバルト化合物，ヨード化水銀酸塩…(温度指示塗料)
  - 塗膜形成助要素
    - 溶剤 希釈剤
      - アルコール類 ……エタノール，ブタノール，他
      - エステル類 ……酢酸メチル，酢酸エチル
        酢酸ブチル，他
      - グリコール類 ……エチレングリコール，ジエチレングリコール，
        プロピレングリコール，他
      - ケトン類 ……アセトン，メチルエチルケトン，他
      - 芳香族炭化水素 …トルオール，キシロール
      - 脂肪族炭化水素類 …ミネラルスピリット
      - 水

※地球温暖化や光化学スモッグの原因のひとつとされるＶＯＣを削減するため大気部用（非水没部）の塗装には，光化学スモッグの発生が少ないとされる弱溶剤形塗料を用いることとした。また，ＶＯＣ量を大幅に削減した低溶剤形塗料や水性塗料を用いた環境への負荷が低い塗料系の適用を検討

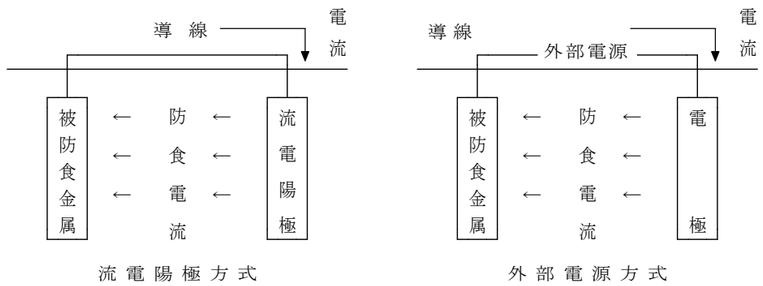
図2.2-2　塗料の原料による分類

変更理由等

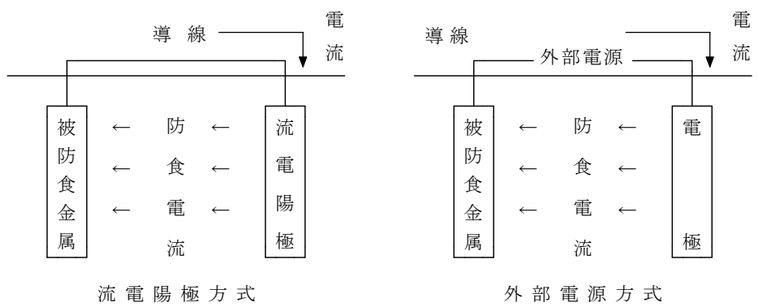
機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
３．金属被覆 金属被覆は被覆材を鋼材に対して電気化学的（犠牲陽極）に作用させて防食する方法と耐食性を持った金属を被覆材として防食する方法とがある。 前者の例として，亜鉛やアルミニウムのめっきや溶射があり，後者の例として鋼，ニッケル，クロムなどのめっきや各種クラッドがある。 金属被覆の代表的なものはめっきであり，めっきの種類としては溶融めっき，電気めっき，化学めっきなどがある。 鋼構造物に用いられるものとしては溶融亜鉛めっきが最も多い。 溶融亜鉛めっきは溶融した亜鉛浴中に鋼材を浸せきし，その表面に亜鉛層を形成させるもので，鋼材と亜鉛の界面には鉄－亜鉛の合金層が形成される。 防食機構は亜鉛と鉄の接触による電気化学的（亜鉛の犠牲陽極）作用によるものであるが亜鉛めっき表面は大気中では不溶性の塩基性炭酸亜鉛などの不動態層が形成され，安定化するので長期的な防食性が得られる。 金属被覆としては他に溶射やクラッドがある。 溶射とは各種の金属を溶融し，それを鋼材面に吹きつけて被膜を形成させる方法である。 溶射金属としては亜鉛，アルミニウム，亜鉛－アルミニウム合金などが用いられ，溶射方法としてガス溶射，アーク溶射，プラズマ溶射などがある。 金属溶射は溶射材を鋼材面に物理的に付着させるので鋼材面に付着のための表面あらさが必要である。 溶射の場合は溶融亜鉛めっきのような合金層は形成されないが，防食機構は溶融亜鉛めっきなどと同様である。 クラッドとは単独金属では対応出来ない要求に対し異種金属を合体させ複合材料を得ることによってそれを満たすものである。 処理方法としては熱間クラッド法，冷間クラッド法，シーム溶接法などがある。 ４．ライニング等 有機質ライニング材は塗料と同じく，主成分は高分子の物質であり，それに充填物（粉体，粒体，フレーク，繊維，他）などで構成される。 塗装との違いは厚膜に被覆することで遮断効果を発揮させて防食するということであり，通常は0.5㎜以上の被膜厚に施工される。 一般的には塗装と比べ，腐食環境遮断効果が大きく，耐水，耐薬品性などが優れているものが多いが，反面施工にあたっては高度の技能を要し，また施工効率も悪い。 高分子物質としては，熱可塑性樹脂，熱硬化性樹脂，ゴムに大別される。 熱可塑性樹脂としてはポリ塩化ビニル，ポリエチレン，ポリプロピレンなどが用いられる。 熱可塑性なので被膜は加熱によって軟化する。 熱硬化性樹脂としてはエポキシ樹脂やフェノール樹脂などが用いられる。 加熱によって反応硬化するので高温域での軟化はほとんどない。 ゴムライニングの場合は天然ゴム，合成ゴムがある。 ゴム弾性があり，力を加えることで変形する。 硫黄を加えて加硫化ゴムとし，硬質にすることもある。 無機質被覆としては，代表的なものとしてモルタルライニング，グラスライニング，ほうろうなどがある。特長としては耐火，耐熱性及び圧縮性に優れているが，変形に対してもろいのが欠点である。	３．金属被覆 金属被覆は被覆材を鋼材に対して電気化学的（犠牲陽極）に作用させて防食する方法と耐食性を持った金属を被覆材として防食する方法とがある。 前者の例として，亜鉛やアルミニウムのめっきや溶射があり，後者の例として鋼，ニッケル，クロムなどのめっきや各種クラッドがある。 金属被覆の代表的なものはめっきであり，めっきの種類としては溶融めっき，電気めっき，化学めっきなどがある。 鋼構造物に用いられるものとしては溶融亜鉛めっきが最も多い。 溶融亜鉛めっきは溶融した亜鉛浴中に鋼材を浸せきし，その表面に亜鉛層を形成させるもので，鋼材と亜鉛の界面には鉄－亜鉛の合金層が形成される。 防食機構は亜鉛と鉄の接触による電気化学的（亜鉛の犠牲陽極）作用によるものであるが亜鉛めっき表面は大気中では不溶性の塩基性炭酸亜鉛などの不動態層が形成され，安定化するので長期的な防食性が得られる。 金属被覆としては他に溶射やクラッドがある。 溶射とは各種の金属を溶融し，それを鋼材面に吹きつけて被膜を形成させる方法である。 溶射金属としては亜鉛，アルミニウム，亜鉛－アルミニウム合金などが用いられ，溶射方法としてガス溶射，アーク溶射，プラズマ溶射などがある。 金属溶射は溶射材を鋼材面に物理的に付着させるので鋼材面に付着のための表面あらさが必要である。 溶射の場合は溶融亜鉛めっきのような合金層は形成されないが，防食機構は溶融亜鉛めっきなどと同様である。 クラッドとは単独金属では対応出来ない要求に対し異種金属を合体させ複合材料を得ることによってそれを満たすものである。 処理方法としては熱間クラッド法，冷間クラッド法，シーム溶接法などがある。 ４．ライニング等 有機質ライニング材は塗料と同じく，主成分は高分子の物質であり，それに充填物（粉体，粒体，フレーク，繊維，他）などで構成される。 塗装との違いは厚膜に被覆することで遮断効果を発揮させて防食するということであり，通常は0.5㎜以上の被膜厚に施工される。 一般的には塗装と比べ，腐食環境遮断効果が大きく，耐水，耐薬品性などが優れているものが多いが，反面施工にあたっては高度の技能を要し，また施工効率も悪い。 高分子物質としては，熱可塑性樹脂，熱硬化性樹脂，ゴムに大別される。 熱可塑性樹脂としてはポリ塩化ビニル，ポリエチレン，ポリプロピレンなどが用いられる。 熱可塑性なので被膜は加熱によって軟化する。 熱硬化性樹脂としてはエポキシ樹脂やフェノール樹脂などが用いられる。 加熱によって反応硬化するので高温域での軟化はほとんどない。 ゴムライニングの場合は天然ゴム，合成ゴムがある。 ゴム弾性があり，力を加えることで変形する。 硫黄を加えて加硫化ゴムとし，硬質にすることもある。 無機質被覆としては，代表的なものとしてモルタルライニング，グラスライニング，ほうろうなどがある。特長としては耐火，耐熱性及び圧縮性に優れているが，変形に対してもろいのが欠点である。	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
２－３　材料による防食 １．材料による防食はステンレス鋼等の防食性の高い材料を用いた，防食方法をいう。 【解　説】 １．ステンレス鋼 ステンレス鋼はクロム，またはクロム，ニッケルが主として含まれており，一般にはクロムが12%以上含まれている鋼のことをいう。 この鋼は表面に極めて薄い不動態の酸化被膜を形成して優れた防食性を示す。 ステンレス鋼の種類は用途によって数多くあるが，代表的なものとしてはクロムを18～20%，ニッケルを8～10.5%含有するSUS304ステンレス鋼が挙げられる。 ステンレス鋼は塩化物が多量に存在すると応力腐食割れなどを生じやすく，また，すき間腐食や鋼材との接触腐食なども生じやすいので使用する環境や形状，鋼材との組合わせなどには十分注意する必要がある。 ２．その他の材料 その他の材料として，耐海水性鋼，新耐候性鋼，チタン，チタンクラッド，アルミニウム合金，ＦＲＰ，セラミックコーティングなどがある。	２－３　電気防食 １．電気防食は水中部で水分と酸素の影響により発生する局部電池を生かして、腐食電流が流れる事を防止する対策として用いられる。 【解　説】 １．湿食は電気化学反応によって進行するものであり，不均一な金属表面は電位の異なる部分の集合体となり水分と酸素の存在下でアノード極（電位が卑な部分）とカソード極（電位が貴な部分）が形成され腐食電流が流れて腐食を促すことは ２－１ 防食の基本 で述べた。 電気防食とは外部から電流を流すことによって金属表面の電位差をなくし，腐食電流の回路を形成させないようにすることで腐食を防止するものである。 外部から電位の高いカソード部に電流を流すと電位が低下するので適量の電流を流すことによって，その電位がアノード部と一致し，腐食電流の回路は形成しなくなる。 電気防食には流電陽極方式と外部電源方式法とがある。 図2.4-1 はその適用方法である。 流電陽極方式は被防食金属にこれより低電位の金属を直接または導線で接続し，両者間の電位差を利用して防食電流を流す方法である。 この低電位の金属を流電陽極または犠牲陽極という。 流電陽極としては亜鉛，アルミニウム，マグネシウムやそれらの合金が主として用いられる。 外部電源方式は直流の外部電源を用い，－極を被防食金属に，＋極を外部電源用の電極に接続して通電し，電極から被防食金属に防食電流を流す方法である。 電極としては黒鉛，鉛合金，磁性酸化鉄などが用いられる。  図2.4-1　電気防食の適用方法	記載順序の変更

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
２－４　電気防食 １．電気防食は水中部で水分と酸素の影響により発生する局部電池を生かして、腐食電流が流れる事を防止する対策として用いられる。 【解　説】 １．湿食は電気化学反応によって進行するものであり，不均一な金属表面は電位の異なる部分の集合体となり水分と酸素の存在下でアノード極（電位が卑な部分）とカソード極（電位が貴な部分）が形成され腐食電流が流れて腐食を促すことは ２－１ 防食の基本 で述べた。 電気防食とは外部から電流を流すことによって金属表面の電位差をなくし，腐食電流の回路を形成させないようにすることで腐食を防止するものである。 外部から電位の高いカソード部に電流を流すと電位が低下するので適量の電流を流すことによって，その電位がアノード部と一致し，腐食電流の回路は形成しなくなる。 電気防食には流電陽極方式と外部電源方式法とがある。 図2.4-1 はその適用方法である。 流電陽極方式は被防食金属にこれより低電位の金属を直接または導線で接続し，両者間の電位差を利用して防食電流を流す方法である。 この低電位の金属を流電陽極または犠牲陽極という。 流電陽極としては亜鉛，アルミニウム，マグネシウムやそれらの合金が主として用いられる。 外部電源方式は直流の外部電源を用い，－極を被防食金属に，＋極を外部電源用の電極に接続して通電し，電極から被防食金属に防食電流を流す方法である。 電極としては黒鉛，鉛合金，磁性酸化鉄などが用いられる。  図2.4-1　電気防食の適用方法	２－４　材料による防食 １．材料による防食はステンレス鋼等の防食性の高い材料を用いた，防食方法をいう。 【解　説】 １．ステンレス鋼 ステンレス鋼はクロム，またはクロム，ニッケルが主として含まれており，一般にはクロムが12%以上含まれている鋼のことをいう。 この鋼は表面に極めて薄い不動態の酸化被膜を形成して優れた防食性を示す。 ステンレス鋼の種類は用途によって数多くあるが，代表的なものとしてはクロムを18～20%，ニッケルを8～10.5%含有するSUS304ステンレス鋼が挙げられる。 ステンレス鋼は塩化物が多量に存在すると応力腐食割れなどを生じやすく，また，すき間腐食や鋼材との接触腐食なども生じやすいので使用する環境や形状，鋼材との組合わせなどには十分注意する必要がある。近年では、海水において使用する機械設備に対して、SUS304よりニッケル含有量を増やし炭素量を減らして溶接部の耐食性を向上させたSUS316Lを採用するケースが増えている。 ２．その他の材料 その他の材料として，耐海水性鋼，新耐候性鋼，チタン，チタンクラッド，アルミニウム合金，ＦＲＰ，セラミックコーティングなどがある。	記載順序の変更 SUS316Lについて加筆

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
２－５　複合防食 １．複合防食は複数の防食方法を組合せる防食方法をいう。 【解　説】 １．金属溶射や溶融亜鉛めっきは，大気中において，金属被膜により単独でも比較的長い防食効果をもつが，さらに長期の防食効果を期待する場合や，周囲の景観との調和を考慮する場合に，塗装を併用する。 塗装を併用することにより金属被膜の劣化を軽減するとともに，金属被膜の犠牲陽極的効果により塗膜損傷部の拡大を防止するので，より長期の防食効果を期待できる。 塗膜が損傷した場合に，金属被膜が損傷する前に塗膜損傷部の補修を行えば，下地処理が簡単であり，防錆管理が容易になる。 ２．金属溶射と塗装 金属溶射被膜の表面は粗面であり，気孔を有するため，封孔処理を行わなければ，ふくれを生ずる。 また，亜鉛溶射の上に塗られる塗料は，耐アルカリ性を有するものでなければならない。 塗装は通常，下塗り，中塗り，上塗り塗料が用いられる。 1）下塗りとして使用される塗料は，溶射被膜との付着性がよいものを選択しなければならない。 使用可能な塗料の例としては，エッチングプライマー，脂肪酸を含有しない樹脂系の塗料，エポキシ樹脂系，ビニル樹脂系，フェノール樹脂系等がある。 2）中塗りとして使用される塗料は，基本的には下塗りと上塗りとの中間的組織で，しかも両者のバインダ的役割を果たせるものであることが望ましい。 3）上塗りとして使用される塗料は，中塗り，もしくは下塗り塗料との付着性が良いものでなければならない。 また，腐食環境に直接さらされるため，十分な耐候性を有し，かつ周囲の景観に調和した塗装色になる塗料を採用する必要がある。 ３．溶融亜鉛めっきと塗装 溶融亜鉛めっき面は，塗装下地としては表面の活性が強く，二次生成物が水溶性であるために不安定な状態であり，あらかじめめっき作業工程の段階で表面状態の注意が必要である。 大気中において塗装は，エポキシ及びポリウレタン樹脂塗料が用いられる。 めっき表面の状態における素地調整（下地処理）の方法を 表2.5-1 に示す。	２－５　複合防食 １．複合防食は複数の防食方法を組合せる防食方法をいう。 【解　説】 １．金属溶射や溶融亜鉛めっきは，大気中において，金属被膜により単独でも比較的長い防食効果をもつが，さらに長期の防食効果を期待する場合や，周囲の景観との調和を考慮する場合に，塗装を併用する。 塗装を併用することにより金属被膜の劣化を軽減するとともに，金属被膜の犠牲陽極的効果により塗膜損傷部の拡大を防止するので，より長期の防食効果を期待できる。 塗膜が損傷した場合に，金属被膜が損傷する前に塗膜損傷部の補修を行えば，下地処理が簡単であり，防錆管理が容易になる。 ２．金属溶射と塗装 金属溶射被膜の表面は粗面であり，気孔を有するため，封孔処理を行わなければ，ふくれを生ずる。 また，亜鉛溶射の上に塗られる塗料は，耐アルカリ性を有するものでなければならない。 塗装は通常，下塗り，中塗り，上塗り塗料が用いられる。 1）下塗りとして使用される塗料は，溶射被膜との付着性がよいものを選択しなければならない。 使用可能な塗料の例としては，エッチングプライマー，脂肪酸を含有しない樹脂系の塗料，エポキシ樹脂系，ビニル樹脂系，フェノール樹脂系等がある。 2）中塗りとして使用される塗料は，基本的には下塗りと上塗りとの中間的組織で，しかも両者のバインダ的役割を果たせるものであることが望ましい。 3）上塗りとして使用される塗料は，中塗り，もしくは下塗り塗料との付着性が良いものでなければならない。 また，腐食環境に直接さらされるため，十分な耐候性を有し，かつ周囲の景観に調和した塗装色になる塗料を採用する必要がある。 ３．溶融亜鉛めっきと塗装 溶融亜鉛めっき面は，塗装下地としては表面の活性が強く，二次生成物が水溶性であるために不安定な状態であり，あらかじめめっき作業工程の段階で表面状態の注意が必要である。 大気中において塗装は，エポキシ及びポリウレタン樹脂塗料が用いられる。 めっき表面の状態における素地調整（下地処理）の方法を 表2.5-1 に示す。	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表2.5-1　溶融亜鉛めっき素地調整の事例

下地処理の方法 / めっき表面の状態	水洗い	研磨(サンドペーパー・タワシ)	溶剤拭き	グラインダ仕上げ	ウエス拭き	ワイヤブラッシング
突起物のある場合（スパッタ・異物等）				○		○
化成処理をした場合	○	○				
塩化アンモニウムが付着している場合	○	○				
白錆の発生がある場合		○				
油分の付着がある場合			○			
水分の付着がある場合					○	
塩分の付着がある場合	○					
汚れ(ゴミ・塵埃の付着)		○			○	

４．電気防食と塗装

塗装系や塗装方法は，２－２ 被覆防食 に準じた鉄鋼に対する通常の塗装仕様でよい。

電気防食は水中にあって防食効果を発揮するものであるから，塗膜が大気中と水中を連続する場合には，大気中の塗装は単独の寿命を考慮する必要がある。

この際に，電気防食の陽極寿命は長短を計算できるので，陽極更新の時期を大気中の塗装の塗替時期に合せておけば，維持管理が容易である。

電気防食は，水中において被防食体が耐食性材料以外の場合に，塗装を併用する。

塗装を併用することにより，防食電流の低減や，特に汽水や淡水などの高抵抗中での電流分布の改善に有効であるとともに，電気防食効果により塗膜損傷部の拡大を防止するので，より長期の防食効果を期待できる。

さらに，保守点検の困難な水中部の防食管理は，防食電位の測定により評価できるので，塗装の定期的な補修計画が容易になる。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表2.5-1　溶融亜鉛めっき素地調整の事例

下地処理の方法 / めっき表面の状態	水洗い	研磨(サンドペーパー・タワシ)	溶剤拭き	グラインダ仕上げ	ウエス拭き	ワイヤブラッシング
突起物のある場合（スパッタ・異物等）				○		○
化成処理をした場合	○	○				
塩化アンモニウムが付着している場合	○	○				
白錆の発生がある場合		○				
油分の付着がある場合			○			
水分の付着がある場合					○	
塩分の付着がある場合	○					
汚れ(ゴミ・塵埃の付着)		○			○	

４．電気防食と塗装

塗装系や塗装方法は，２－２ 被覆防食 に準じた鉄鋼に対する通常の塗装仕様でよい。

電気防食は水中にあって防食効果を発揮するものであるから，塗膜が大気中と水中を連続する場合には，大気中の塗装は単独の寿命を考慮する必要がある。

この際に，電気防食の陽極寿命は長短を計算できるので，陽極更新の時期を大気中の塗装の塗替時期に合せておけば，維持管理が容易である。

電気防食は，水中において被防食体が耐食性材料以外の場合に，塗装を併用する。

塗装を併用することにより，防食電流の低減や，特に汽水や淡水などの高抵抗中での電流分布の改善に有効であるとともに，電気防食効果により塗膜損傷部の拡大を防止するので，より長期の防食効果を期待できる。

さらに，保守点検の困難な水中部の防食管理は，防食電位の測定により評価できるので，塗装の定期的な補修計画が容易になる。

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
２－６　素地調整 １．素地調整は，鋼材に被覆防食等を行うために最適な処理を鋼材表面に施すことをいう。 【解　説】 １．塗装の防錆効果は，塗膜が鋼材面に密着していることによって発揮されるものであり，鋼材面と塗膜の間に，さび，黒皮，劣化塗膜，空気，水，塩分，その他の異物が介在している場合は，塗料の防錆効果が十分期待できないばかりか逆に発錆が促進される。鋼材がさびると体積が増加して塗膜をもちあげるが，これらの介在物も塗膜を透過してくる水や空気により膨張して塗膜をもちあげるものが多い。塗膜がもちあげられると，ふくれ，われ，はがれ等の塗膜損傷が生じ水や空気の塗膜内への浸透が容易になり，発錆や塗膜劣化がいっそう促進され拡大していく。このように，鋼材面と塗膜の間に異物が介在すると塗料の防錆効果は著しく減少するので，鋼材面を清浄にしてから塗料を塗布することが必要である。 　また，塗料は一般に平滑な面よりも適度に粗な面に塗布した方が，接触面積が大きく物理的な付着効果が大きいのでよく密着する。 　塗料を塗布する場合は，鋼材面を清浄にし適度に粗にする作業が不可欠である。 　この作業を素地調整という。 　素地調整が塗膜寿命に及ぼす影響は極めて大きく，塗装が終わった後では，素地調整の程度は確認できないので，塗装設計時に最適な素地調整のグレードを決めることが肝要である。 ２．素地調整の方法については，３－２　素地調整　を参照。	２－６　素地調整 １．素地調整は，鋼材に被覆防食等を行うために最適な処理を鋼材表面に施すことをいう。 【解　説】 １．塗装の防錆効果は，塗膜が鋼材面に密着していることによって発揮されるものであり，鋼材面と塗膜の間に，さび，黒皮，劣化塗膜，空気，水，塩分，その他の異物が介在している場合は，塗料の防錆効果が十分期待できないばかりか逆に発錆が促進される。鋼材がさびると体積が増加して塗膜をもちあげるが，これらの介在物も塗膜を透過してくる水や空気により膨張して塗膜をもちあげるものが多い。塗膜がもちあげられると，ふくれ，われ，はがれ等の塗膜損傷が生じ水や空気の塗膜内への浸透が容易になり，発錆や塗膜劣化がいっそう促進され拡大していく。このように，鋼材面と塗膜の間に異物が介在すると塗料の防錆効果は著しく減少するので，鋼材面を清浄にしてから塗料を塗布することが必要である。 　また，塗料は一般に平滑な面よりも適度に粗な面に塗布した方が，接触面積が大きく物理的な付着効果が大きいのでよく密着する。 　塗料を塗布する場合は，鋼材面を清浄にし適度に粗にする作業が不可欠である。 　この作業を素地調整という。 　素地調整が塗膜寿命に及ぼす影響は極めて大きく，塗装が終わった後では，素地調整の程度は確認できないので，塗装設計時に最適な素地調整のグレードを決めることが肝要である。 ２．素地調整の方法については，３－２　素地調整　を参照。	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

第３章　防食設計

３－１　防食方法

１．防食方法は，機械設備の設置目的，使用環境，規模，保守管理体制，景観等を考慮して被覆による防食，耐食性材料及び，これらと塗装及び電気防食との複合防食から最適な方法を選定する。
２．新しい防食方法・材料は，その防食性能を確認して使用する。

【解　説】

１．防食方法は，機械設備の設置目的を達成するために機能維持を最優先として，使用環境，規模，保守管理体制，景観等を考慮して，被覆による防食，耐食性材料，電気防食及びこれらの組合わせによる複合防食から最適な方法を選定する。

２．防食方法は，図3.1-1 に示すように分類される。

本要領では，塗装について示す。金属被覆，ライニング，耐食性材料，電気防食等他の防食方法の選定が必要な場合には、他の関係資料を参考として検討する。

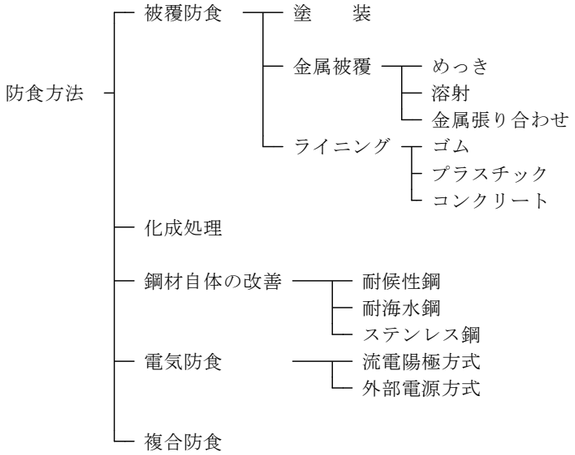


図3.1-1　防食方法の種類
※関塗研「ー最新ーわかりやすい塗装のはなし　塗る」より引用

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

第３章　防食設計

３－１　防食方法

１．防食方法は，機械設備の設置目的，使用環境，規模，保守管理体制，景観等を考慮して被覆による防食，耐食性材料及び，これらと塗装及び電気防食との複合防食から最適な方法を選定する。
２．新しい防食方法・材料は，その防食性能を確認して使用する。

【解　説】

１．防食方法の選定

機械設備の設置目的を達成するために機能維持を最優先として，用途・目的，設置環境，規模，保守管理体制，構造・形状，景観，経済性等を考慮し，最適な防食方法を選定する。

防食方法の選定において，考慮すべき検討条件には次のものがある。

変更理由等

記載内容の修正

記載する順序を図3．１－1に順に合わせた。

図3.1-1は第2章に移動

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

３．防食方法の選定において，考慮すべき検討条件には次のものがある。

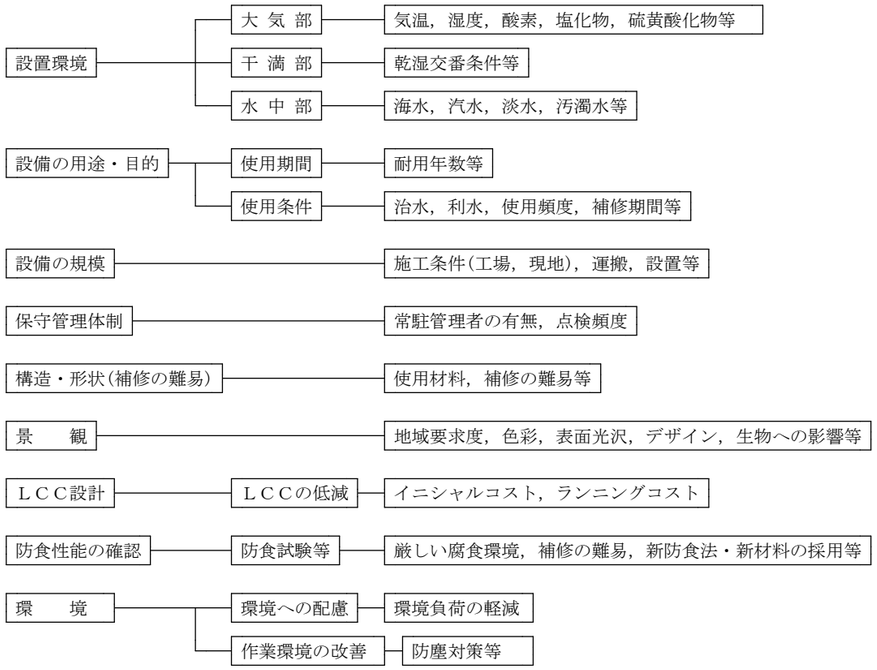


図3.1-2　防食設計における検討条件

４．防食設計は，防食方法を選定する際に検討した条件等により，必要な防食性能を決定し，これに適合した具体的な仕様等を決定するものである。

５．塗装による防食方法を採用する場合は，適用する塗装仕様によって防食性能が異なるため，その選定にあたっては，構造物が設置される環境，使用条件，構造・形状，塗替塗装の難易度等の条件を検討しなければならない。塗装仕様には，適用部位，塗料の種類（塗料名），素地調整の等級，膜厚，標準塗布量，塗重ね順序，塗装方法・場所，塗装間隔，塗装色が含まれる。

　塗装仕様は，新設塗装（工場塗装，現場塗装），塗替塗装に大別され，使用条件により大気部，干満部，水中部に分類される。

　工場塗装ができない部位及び輸送，据付途上において塗膜が損傷した部位は，現場塗装を行うが，現場塗装は工場塗装と同程度の防食性能を有するものとし，適切な塗装仕様，施工方法を選定することが重要である。

６．塗替塗装は，劣化した塗膜を除去し，再塗装することによって腐食を防止し，構造物の機能を維持することを目的とする。さらに，再塗装によって美観を維持することにより，周囲景観との調和維持を図ることができる。塗膜の劣化には次のものがある。

(1) さ　　び　　(5) 色の変退色
(2) ふ く れ　　(6) 白 亜 化
(3) わ　　れ　　(7) 付着力の低下
(4) 剥　　離

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

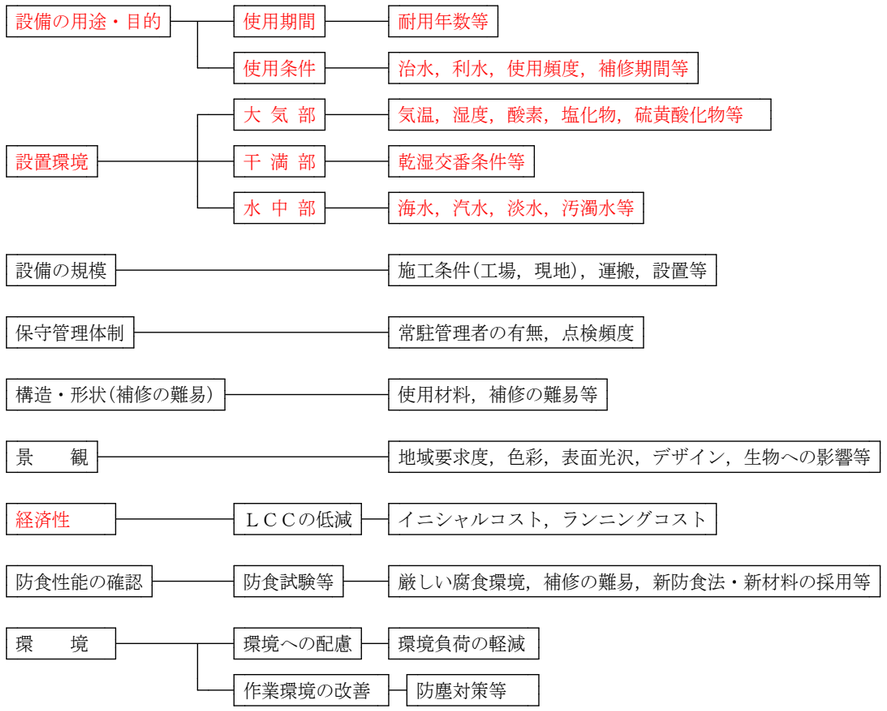


図3.1-1　防食設計における検討条件

２．塗装仕様の分類（新設塗装・塗替塗装）

　塗装による防食方法を採用する場合は，適用する塗装仕様によって防食性能が異なるため，その選定にあたっては，構造物が設置される環境，使用条件，構造・形状，塗替塗装の難易度等の条件を検討しなければならない。塗装仕様には，適用部位，塗料の種類（塗料名），素地調整の

変更理由等

第2章の説明順序による変更

２～４は第2章へ移動
５以降の項目繰り上げ

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
塗替塗装仕様の決定にあたっては，塗膜の劣化状況の調査結果，環境や作業条件の確認とともに耐久性に関する要求事項に基づいて，適切な塗替時期，塗替方法を検討する必要がある。塗替塗装には，塗膜の劣化や発錆が他の部分より早期に生じた部分に対する応急的な処置としての部分塗装を含む。 塗替塗装は，施工条件によって水中塗装となることもある。 ７．大気中の鋼構造物であって，保守管理，補修が困難な場合等には金属溶射，溶融亜鉛めっきを採用することができる。 金属溶射による防食方法を採用する場合には，その仕様（溶射金属の種類，溶射方式，素地調整，溶射被膜の後処理）について，構造，使用条件，作業環境等を考慮して決定する。また，溶融亜鉛めっきによる防食方法を採用する場合には，その仕様，種類，付着量について，設備の目的・機能及び設置環境を考慮して適切に選定することが必要である。 ８．化成処理は，溶液を用いて，金属表面に酸化膜や無機塩の薄い防錆被膜及び塗装下地を化学的に作る方法で，時には金属を着色する方法にも応用されている。 ９．鋼構造物の保守管理，補修が困難な場合等には，材料特性，使用環境，設備の用途・目的，保守管理の難易度等を考慮して適切なステンレス鋼及びその他の耐食性材料を使用することができる。 ステンレス鋼の腐食には，異種金属接触腐食，すき間腐食，孔食，粒界腐食等がある。ステンレス鋼といえども，腐食特性，使用環境，構造等によっては腐食する場合があるため，腐食対策を検討したうえで適切な処置を施す。ステンレス鋼以外の耐食性材料の使用にあたっても，同様に材料の腐食特性，使用環境，設計・施工条件等を十分に検討する。 10．水中構造物において，単独の防食方法では長期の保守管理が困難と予想される場合等には，電気防食との複合防食とすることができる。 電気防食は，環境，設備の規模，構造，保守管理等を考慮し，予想される腐食原因，腐食形態及び設備の水没条件等から適用範囲及び方式を決定する。 11．金属溶射，溶融亜鉛めっきに塗装を施すことにより，溶射やめっき金属の消耗を軽減するとともに，犠牲陽極的効果により塗膜損傷部の拡大を防止でき，長期防食効果を期待できる。したがって，金属溶射，亜鉛めっきを採用する場合は，設置環境，使用条件，保守管理等を考慮して塗装との併用による複合防食とする等の考慮も必要である。ただし，金属溶射面やめっき面に塗装を施す際は，塗膜の付着不良となることがあるので，塗料の選定，素地調整方法等を検討する必要がある。 12．機械設備は，長期間の機能維持を必要とする公共構造物であり，関連する技術や使用する材料は長年の評価に耐え得ることが要求される。このため，技術の流れを的確に把握して，新技術，新材料にも対応していくことが重要であるが，新しい防食方法・材料の採用にあたっては，その性能を防食性能試験等で確認する。	程度，膜厚，標準塗布量，塗重ね順序，塗装方法・場所，塗装間隔，塗装色が含まれる。 塗装仕様は，新設塗装（工場塗装，現場塗装），塗替塗装に大別され，使用条件により大気部，干満部，水中部に分類される。 工場塗装ができない部位及び輸送，据付途上において塗膜が損傷した部位は，現場塗装を行うが，現場塗装は工場塗装と同程度の防食性能を有するものとし，適切な塗装仕様，施工方法を選定することが重要である。 また塗替塗装は，劣化した塗膜を除去し，再塗装することによって腐食を防止し，構造物の機能を維持することを目的としたものである。塗替塗装によって美観を維持することにより，周囲景観との調和維持を図ることもできる。塗膜の劣化には次のものがある。 （1）さ　び　（5）色の変退色 （2）ふくれ　（6）白亜化 （3）わ　れ　（7）付着力の低下 （4）剥　離 塗替塗装仕様の決定にあたっては，塗膜の劣化状況の調査結果，環境や作業条件の確認とともに耐久性に関する要求事項に基づいて，適切な塗替時期，塗替方法を検討する必要がある。塗替塗装には，塗膜の劣化や発錆が他の部分より早期に生じた部分に対する応急的な処置としての部分塗装を含む。 塗替塗装は，施工条件によって水中塗装となることもある。 ３．金属被覆 大気中の鋼構造物であって，保守管理，補修が困難な場合等には金属溶射，溶融亜鉛めっきを採用することができる。 金属溶射による防食方法を採用する場合には，その仕様（溶射金属の種類，溶射方式，素地調整，溶射被膜の後処理）について，構造，使用条件，作業環境等を考慮して決定する。また，溶融亜鉛めっきによる防食方法を採用する場合には，その仕様，種類，付着量について，設備の目的・機能及び設置環境を考慮して適切に選定することが必要である。 ４．化成処理 化成処理は，溶液を用いて，金属表面に酸化膜や無機塩の薄い防錆被膜及び塗装下地を化学的に作る方法で，時には金属を着色する方法にも応用されている。 ５．鋼材の改質 既存の鋼構造物において、被覆防食では充分な防食ができない場合、あるいは新設時の検討において保守管理，補修が困難であると判断できる場合等には，材料特性，使用環境，設備の用途・目的，保守管理の難易度等を考慮して適切なステンレス鋼及びその他の耐食性材料を使用することができる。 ステンレス鋼の腐食には，異種金属接触腐食，すき間腐食，孔食，粒界腐食等がある。ステンレス鋼といえども，腐食特性，使用環境，構造等によっては腐食する場合があるため，適切な鋼種の選択と構造設計を実施する。ステンレス鋼以外の耐食性材料の使用にあたっても，同様に材料の腐食特性，使用環境，設計・施工条件等を十分に検討する。 ６．電気防食 水中構造物において，単独の防食方法では長期の保守管理が困難と予想される場合等には，電気防食との複合防食とすることができる。 電気防食は，環境，設備の規模，構造，保守管理等を考慮し，予想される腐食原因，腐食形態及び設備の水没条件等から適用範囲及び方式を決定する。 ７．金属被覆 金属溶射，溶融亜鉛めっきに塗装を施すことにより，溶射やめっき金属の消耗を軽減するとと	語句の修正 項目繰り上げ

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
	もに，犠牲陽極的効果により塗膜損傷部の拡大を防止でき，長期防食効果を期待できる。したがって，金属溶射，亜鉛めっきを採用する場合は，設置環境，使用条件，保守管理等を考慮して塗装との併用による複合防食とする等の考慮も必要である。ただし，金属溶射面やめっき面に塗装を施す際は，塗膜の付着不良となることがあるので，塗料の選定，素地調整方法等を検討する必要がある。 ８．新技術・新素材の採用 機械設備は，長期間の機能維持を必要とする公共構造物であり，関連する技術や使用する材料は長年の評価に耐え得ることが要求される。このため，技術の流れを的確に把握して，新技術，新材料にも対応していくことが重要であるが，新しい防食方法・材料の採用にあたっては，その性能を防食性能試験等で確認する。	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
３－２　素地調整 １．素地調整は，防錆塗膜の品質を確保するために適切な方法を選定する。 【解　説】 １．素地調整の方法には，種々あるがこのうちブラスト法は，使用する材料(研削材)であるスチールグリット，スチールショット，ガーネット，粉砕スラグ等の細粒を噴射し，その衝撃力で黒皮，さび等を除去する方法で素地調整に広く利用されており，得られた処理面は清浄度，表面粗さとも塗装素地として優れている。従来使用されてきたけい砂は，けい肺など作業者の安全衛生などの観点から JIS Z 0312「ブラスト処理用非金属系研削材」から平成19年4月に抹消されたため，その他のJIS規格適合品の使用を検討すること。なお，けい砂の使用を余儀なくされる場合には，防塵対策等に細心の注意を払い実施すること。 素地調整の程度はISOで規定されており，ブラスト処理はSaで表示され，またパワーツールによる処理はStで表示されている。 ２．工場製作時のブラスト法として，次の２種類がある。 (1) 原板ブラスト法 １次素地調整（工場加工前の素地調整）として原板ブラスト，１次プライマー処理を行い，その後２次素地調整（部材加工後の素地調整）として，パワーツール処理または部分的なブラスト処理を行い，部分的な１次プライマー処理を行う。 (2) 製品ブラスト法 製品ブラストには製作区分により下記２通りがある。 1) １次素地調整は，無処理とし，２次素地調整としてブラスト処理を行い、１次プライマー処理を行う。 2) １次素地調整として原板ブラスト，１次プライマー処理を行い，２次素地調整として溶接切断部に入念なブラストを行い，その他の部分は，さび，汚れを除去する目的で完全に素地まで露出しない程度のブラスト（スィープブラスト）を行い，再び全面に１次プライマー処理を行う。 原板ブラスト法と製品ブラスト法の比較を 表3.2-1 に示す。	３－２　素地調整 １．素地調整は，防錆塗膜の品質を確保するために適切な方法を選定する。 【解　説】 １．素地調整の方法には，種々あるがこのうちブラスト法は，使用する材料(研削材)であるスチールグリット，スチールショット，ガーネット，粉砕スラグ等の細粒を噴射し，その衝撃力で黒皮，さび等を除去する方法で素地調整に広く利用されており，得られた処理面は清浄度，表面粗さとも塗装素地として優れている。従来使用されてきたけい砂は，けい肺など作業者の安全衛生などの観点から JIS Z 0312「ブラスト処理用非金属系研削材」から平成19年4月に抹消されたため，その他のJIS規格適合品の使用を検討すること。なお，けい砂の使用を余儀なくされる場合には，防塵対策等に細心の注意を払い実施すること。 素地調整の程度はISOで規定されており，ブラスト処理はSaで表示され，また動力工具等による処理はStで表示されている。 ２．工場製作時のブラスト法として，次の２種類がある。 (1) 原板ブラスト法 １次素地調整（工場加工前の素地調整）として原板ブラスト，１次プライマー処理を行い，その後２次素地調整（部材加工後の素地調整）として，動力工具等による処理または部分的なブラスト処理を行い，部分的な１次プライマー処理を行う。 (2) 製品ブラスト法 製品ブラストには製作区分により下記２通りがある。 1) １次素地調整は，無処理とし，２次素地調整としてブラスト処理を行い，１次プライマー処理を行う。 2) １次素地調整として原板ブラスト，１次プライマー処理を行い，２次素地調整として溶接切断部に入念なブラストを行い，その他の部分は，さび，汚れを除去する目的で完全に素地まで露出しない程度のブラスト（スィープブラスト）を行い，再び全面に１次プライマー処理を行う。 原板ブラスト法と製品ブラスト法の比較を 表3.2-1 に示す。	語句の修正。

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表3.2-1　原板ブラスト法と製品ブラスト法の比較

ブラスト法 ＼ 項目	原板ブラスト法	製品ブラスト法
作　業　性	・機械化されており作業性が良い。 ・２次素地調整がパワーツールによる手作業となることから手間がかかる。	・箱内面及び狭隘箇所では施工性が劣る。 ・作業員の安全，衛生に注意を要する。 ・研掃材の処理が発生する。 ・作業者の熟練度によってアンカーパターン及び処理グレード等にバラツキができる可能性がある。 ・処理能力が優れ速い。
機械加工面との関連	・原板の状態で処理することから機械加工面の養生は必要ない。 ・機械加工を行った部分に油脂類などが付着する場合がある。 ・溶接箇所は事前にプライマーの除去が必要となる。 （切断，溶接時に発生するガス対策）	・仮組立後ブラストを施工するため，取り付けた機械加工部品を解体し塗装後再組立する手間が生じる。 ・機械加工面の養生が必要となる。 ・溶接欠陥等が発生しにくい。
対象物の構造	・構造物の大きさ，形状に影響されずに処理可能。	・閉構造，複雑な構造は困難。
防　食　性	・製品は，２種ケレンとなるため切断部，溶接部及びひずみ取り部等の防食性能が製品ブラストと比べ劣る。 ・狭隘箇所など製品ブラスト施工が厳しい条件下では有効である。 ・施工管理を十分行えば製品ブラストと防食性は変わらない。	・製作過程におけるさびや付着異物等が完全に除去でき，また，溶接部やひずみ取り損傷部も完全に処理できるので塗膜本来の性能が確保できる。 ・製品の形状や大きさにより処理グレードに差が生じやすい。
そ　の　他	・１次プライマーが切断及び溶接性に悪影響を及ぼす場合がある。 ・ピットやブローホール等の溶接欠陥を防止するため溶接線上のプライマーを除去する手間が生じる。	・ミルスケールやさびがステンレス部に付着し，もらいさびを受ける場合がある。 ・製品を長期間保管する場合は，発錆防止対策のための養生が必要となる。

① 溶接部は，非溶接部に比べて発錆しやすい条件下にあるため，特に入念に素地調整を行わなければならない。

溶接部に特有の条件としては，水素ガスの発生，被覆剤のアルカリの影響，スパッタ，スラグ等の付着がある。スパッタ，スラグについては入念にこれを除去しなければならない。

② 現場塗装時の素地調整は，塗装の品質保持，耐久性の向上のために原則としてブラスト処理を行う。施工にあたっては，ブラスト時の騒音，研掃材及び塗料カスの飛散防止対策等現場の周辺環境に十分留意しなければならない。

③ 塗替時における素地調整は，ブラスト処理や，パワーツール処理にて行われるが，塗膜の劣化状態に応じて，適切な素地調整の方法を選択することが重要である。

素地調整の種類を 表3.2-2 に示す。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表3.2-1　原板ブラスト法と製品ブラスト法の比較

ブラスト法 ＼ 項目	原板ブラスト法	製品ブラスト法
作　業　性	・機械化されており作業性が良い。 ・２次素地調整が動力工具等による手作業となることから手間がかかる。	・箱内面及び狭隘箇所では施工性が劣る。 ・作業員の安全，衛生に注意を要する。 ・研掃材の処理が発生する。 ・作業者の熟練度によってアンカーパターン及び処理グレード等にバラツキができる可能性がある。 ・処理能力が優れ速い。
機械加工面との関連	・原板の状態で処理することから機械加工面の養生は必要ない。 ・機械加工を行った部分に油脂類などが付着する場合がある。 ・溶接箇所は事前にプライマーの除去が必要となる。 （切断，溶接時に発生するガス対策）	・仮組立後ブラストを施工するため，取り付けた機械加工部品を解体し塗装後再組立する手間が生じる。 ・機械加工面の養生が必要となる。 ・溶接欠陥等が発生しにくい。
対象物の構造	・構造物の大きさ，形状に影響されずに処理可能。	・閉構造，複雑な構造は困難。
防　食　性	・製品は，切断部，溶接部及びひずみ取り部等の防食性能が製品ブラストと比べ劣る。 ・狭隘箇所など製品ブラスト施工が厳しい条件下では有効である。 ・施工管理を十分行えば製品ブラストと防食性は変わらない。	・製作過程におけるさびや付着異物等が完全に除去でき，また，溶接部やひずみ取り損傷部も完全に処理できるので塗膜本来の性能が確保できる。 ・製品の形状や大きさにより処理グレードに差が生じやすい。
そ　の　他	・１次プライマーが切断及び溶接性に悪影響を及ぼす場合がある。 ・ピットやブローホール等の溶接欠陥を防止するため溶接線上のプライマーを除去する手間が生じる。	・ミルスケールやさびがステンレス部に付着し，もらいさびを受ける場合がある。 ・製品を長期間保管する場合は，発錆防止対策のための養生が必要となる。

① 溶接部は，非溶接部に比べて発錆しやすい条件下にあるため，特に入念に素地調整を行わなければならない。

溶接部に特有の条件としては，水素ガスの発生，被覆剤のアルカリの影響，スパッタ，スラグ等の付着がある。スパッタ，スラグについては入念にこれを除去しなければならない。

３．現場塗装時の素地調整については次の内容に留意すること。

(1) 現場塗装時の素地調整は，塗装の品質保持，耐久性の向上のために原則としてブラスト処理を行う。施工にあたっては，ブラスト時の騒音，研掃材及び塗料カスの飛散防止対策等現場の周辺環境に十分留意しなければならない。

(2) 塗替時における素地調整は，ブラスト処理や，動力工具等による処理にて行われるが，塗膜の劣化状態に応じて，適切な素地調整の方法を選択することが重要である。

素地調整の程度を 表3.2-2 に示す。

変更理由等

素地調整の程度2種の内容をしたことによる修正

現場塗装を別項目だしに修正
以下降順

語句の修正。

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表3.2-2　塗替塗装の素地調整の種類

素地調整種別		素　地　調　整　の　内　容	適　用　範　囲
１種	A	ブラスト処理により塗膜，さび，その他付着物を除去し，清浄な金属面とする。 金属面は，ISO 8501-1 Sa2 1/2 相当とする。	現地環境がブラスト処理可能な場合の全ての構造物，塗装仕様に適用する。 （１種Ｂの場合を除く）
	B	ブラスト処理により塗膜，さび，その他付着物を除去し，清浄な金属面とする。 一度粗ブラストを行い数日間放置し，赤さびを出した後再度ブラストを行う。 金属面は，ISO 8501-1 Sa2 1/2 相当。	旧塗膜がタールエポキシ樹脂塗料の場合，及び旧塗膜の膜厚が厚くブラストの一度打ちでは塗膜除去が困難な場合。
	C	局部的なさび発生箇所のみをブラスト処理により，塗膜，さび，その他付着物を除去し，清浄な金属面を露出させる。 （４種併用とする。）	現地環境がブラスト処理などが可能な場合に適用する。
	D	水中でブラスト処理を行う。 金属面は，ISO 8501-1 Sa2 1/2 相当とする。	ｅ－１Ｂ塗装系(表3.3-9)を適用する場合
２　種		ブラスト処理または動力工具を使用して，さび，塗膜，その他付着物等を全て除去する。 金属面は，ISO 8501-1 Sa2，St3 相当とする。	塗膜劣化が全面にわたり，塗装系の変更が必要である場合。
３　種		動力工具を用いて活膜部以外の塗膜不良部（ふくれ，はがれ，われなど），さび，その他付着物を全て除去する。 活膜部については，表面清掃と目粗しを行う。 金属面は，ISO 8501-1 St3 相当とする。	旧塗膜の劣化が全面にわたっていない場合。
４　種		動力工具，手工具を併用し塗膜表面の劣化物，その他付着物を除去する。 同時に目粗しを行う。	１種Ｃと併用とする。

注）素地調整後の表面状態は ISO 8501- 表面清浄度の目視評価 参照。

３．ISOによる処理等級

(1) ブラストによる処理等級

Sa0：無調整表面

Sa1：軽くブラストを行うことによってルーズミルスケール，さびや異物が除去される。施工方法としては，ガーネット・粉砕スラグブラスト，ショットブラストが使用される。

Sa2：ブラストによって殆どのミルスケール，さびや異物が除去される。清掃された後の面は灰色を示す。施工方法はSa1と同じである。

Sa2 1/2：十分なブラストによってミルスケール，さびや異物は痕跡を残すだけとなる。施工方法はSa1と同じである。

Sa3：金属面となるまでブラストによってミルスケール，さびや異物は完全に除去される。清掃された後の面は完全な金属色を示す。

(2) パワーツールによる処理等級

St0：無調整表面

St1：軽いワイヤブラシかけ

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表3.2-2　塗替塗装の素地調整の程度

素地調整の程度	素　地　調　整　の　内　容	適　用　範　囲	
１　種	ブラスト処理により塗膜，さび，その他付着物を除去し，清浄な金属面とする。 金属面は，ISO 8501-1 Sa2 1/2 相当とする。	現地環境がブラスト処理可能な場合の全ての構造物，塗装仕様に適用する。	
２　種	動力工具，手工具を併用して，塗膜，さび，その他付着物等を全て除去し，金属面を露出させる。 ただし，旧塗膜のジンクリッチプライマーやジンクリッチペイントが健全な場合は，ジンクリッチプライマーやジンクリッチペイントを残し，他の旧塗膜を全面除去する。 金属面は，ISO 8501-1 St3 相当とする。	さび，塗膜，その他付着物の除去にあたり，現地環境がブラスト処理不可能な場合。	
３　種	動力工具，手工具を併用して，活膜部以外の塗膜不良部（われ，ふくれ，はがれなど），さび,その他付着物を全て除去する。 活膜部については，表面清掃と目粗しを行う。 金属面は，ISO 8501-1 St3 相当とする。	活膜は残すが，それ以外のさび，われ，はがれは除去する場合。 適用範囲は，以下のＡ・Ｂ・Ｃとする。	
		A	旧塗膜の劣化程度がひどく全体面積に対し，おおむね錆が15～30%及びふくれ，われ，はがれが30%以上発生したものであり，一般的には点錆がかなり点在している状態のもの
		B	旧塗膜の劣化程度は，全体面積に対し，おおむね錆が5～15%及びふくれ，われ，はがれが5～30%程度発生したものであり，一般的には点錆が少し点在している状態のもの
		C	旧塗膜の劣化程度は少なく全体面積に対し，おおむね錆が5%以下及びふくれ，われ，はがれが0～30%程度発生したものであり，一般的には点錆がほんの少し点在している状態のもの
４　種	動力工具，手工具を併用し塗膜表面の劣化物，その他付着物を除去する。 同時に目粗しを行う。 金属面は，ISO 8501-1 St2 相当とする。	除錆作業を行わず，目粗しや清掃のみを行う場合。	

注）素地調整後の表面状態は ISO 8501- 表面清浄度の目視評価 参照。

４．ISOによる処理等級

(1) ブラストによる処理等級

Sa0：無調整表面

Sa1：軽くブラストを行うことによってルーズミルスケール，さびや異物が除去される。施工方法としては，ガーネット・粉砕スラグブラスト，ショットブラストが使用される。

Sa2：ブラストによって殆どのミルスケール，さびや異物が除去される。清掃された後の面は灰色を示す。施工方法はSa1と同じである。

Sa2 1/2：十分なブラストによってミルスケール，さびや異物は痕跡を残すだけとなる。施工方法はSa1と同じである。

Sa3：金属面となるまでブラストによってミルスケール，さびや異物は完全に除去される。

変更理由等

語句の修正

1種はブラスト処理、2種、3種は動力工具による付着物の除去とし、関連する基準等との整合を図った。

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
St2：手工具，動力工具で丁寧に除錆を行う。手工具としてはスクレーパ，ワイヤブラシなど，動力工具としてはパワーブラシ，ディスクサンダーなどを用いる。 St3：手工具，動力工具でSt2より丁寧に除錆を行う。使用する工具はSt2と同じである。 ４．ブラスト法の吹付粒子による分類 (1) 非金属系研削材によるブラスト 軟硬任意の粒子（ガーネット・粉砕スラグ等）を鋼面に吹付け，表面を清浄に仕上げる吹付加工方法である。 従来使用されてきた珪砂はけい肺など作業者の安全衛生などの観点からJIS Z 0312「ブラスト処理用非金属系研削材」から平成19年4月に抹消されたため，その他のJIS規格適合品の使用を検討すること。なお，けい砂の使用を余儀なくされる場合には，防塵対策等に細心の注意を払い実施すること。 (2) ショットブラスト 非金属系研削材によるブラスト法と同じ操作であるが屋内作業で行われる。非金属系研削材の代りにショットを使用する。ショットとは溶融銑鉄を水中に噴射して球状に凝固させ冷却剛化した粒子で硬度HRC1～46，粒径0.4～1.5㎜のものである。切削作用は少なく，表面硬化用として使用され，下地に傷がつくことを嫌う清浄作用に有効である。 ショットの他に吹付粒子の種類により次の各種がある。 1) キャストスチールショットブラスト キャストスチールショットブラストは硬度HRC45～50，強じん性が大である。数回使用後のショットはショット自身の加工硬度のため，そのピーニング効果が約30%増加する。 2) カットワイヤショットブラスト カットワイヤショットブラストは直径1㎜，Ｃ0.1～0.7%で硬度HRC48～72の鋼線を一定の長さに機械的に切断した粒子である。強度はきわめて大で，切断のままのものは鋭角があり，仕上り面引かき作用をもつ。また，表面硬化用(ショットピーニング)には，その角を丸めた粒子のものを使用する場合もある。 (3) スチールグリットブラスト スチールグリットはショットを粉砕して製造した鋭利な角をもつ粒子である。切削性があり，質が均一で強度が大きいためピーニング効果をもつばかりでなく，破砕してちり化する傾向が少ない。また，回収が容易である。このために初期の価格は高くても総合的には経済上有利であるが，欠点としては，吸湿して酸化し凝固しやすいことである。 ５．機械的さび落し（パワーツール） ディスクサンダー（研磨ホイル），ワイヤホイル（パワーブラシ），ニューマチックハンマ，あるいはチューブクリーナなど動力工具を使用して，さびを除去する方法である。機械的さび落としは黒皮の除去能力が小さいが素地面粗さが大体均一になり仕上りは良好である。ただし，黒皮は完全に除去できない欠点がある。 チューブクリーナは，フレキシブルチューブの先に種々のカッタをつけたものであり，黒皮の除去能力は大きいが素地面の粗さが大きくなる。したがって，塗膜厚のバラツキが大きく，防食性に劣る欠点がある。 機械による素地調整はブラスト法よりさび落し精度は劣るが手軽であることから広く一般に使用されている。 平面部では問題ないが，複雑な形状をした構造物では完全にさび落としができない難点がある。しかし，現在においてはブラスト法に次ぐ効果的な素地調整方法である。現場塗装の素地調整にはこの方法が多用されている。	清掃された後の面は完全な金属色を示す。 (2) 動力工具等による処理等級 St0：無調整表面 St1：軽いワイヤブラシかけ St2：動力工具，手工具で丁寧に除錆を行う。手工具としてはスクレーパ，ワイヤブラシなど，動力工具としてはパワーブラシ，ディスクサンダーなどを用いる。 St3：動力工具，手工具でSt2より丁寧に除錆を行う。使用する工具はSt2と同じである。 ５．ブラスト法の吹付粒子による分類 (1) 非金属系研削材によるブラスト 軟硬任意の粒子（ガーネット・粉砕スラグ等）を鋼面に吹付け，表面を清浄に仕上げる吹付加工方法である。 従来使用されてきた珪砂はけい肺など作業者の安全衛生などの観点からJIS Z 0312「ブラスト処理用非金属系研削材」から平成19年4月に抹消されたため，その他のJIS規格適合品の使用を検討すること。なお，けい砂の使用を余儀なくされる場合には，防塵対策等に細心の注意を払い実施すること。 (2) ショットブラスト 非金属系研削材によるブラスト法と同じ操作であるが屋内作業で行われる。非金属系研削材の代りにショットを使用する。ショットとは溶融銑鉄を水中に噴射して球状に凝固させ冷却剛化した粒子で硬度HRC1～46，粒径0.4～1.5㎜のものである。切削作用は少なく，表面硬化用として使用され，下地に傷がつくことを嫌う清浄作用に有効である。 ショットの他に吹付粒子の種類により次の各種がある。 1) キャストスチールショットブラスト キャストスチールショットブラストは硬度HRC45～50，強じん性が大である。数回使用後のショットはショット自身の加工硬度のため，そのピーニング効果が約30%増加する。 2) カットワイヤショットブラスト カットワイヤショットブラストは直径1㎜，Ｃ0.1～0.7%で硬度HRC48～72の鋼線を一定の長さに機械的に切断した粒子である。強度はきわめて大で，切断のままのものは鋭角があり，仕上り面引かき作用をもつ。また，表面硬化用(ショットピーニング)には，その角を丸めた粒子のものを使用する場合もある。 (3) スチールグリットブラスト スチールグリットはショットを粉砕して製造した鋭利な角をもつ粒子である。切削性があり，質が均一で強度が大きいためピーニング効果をもつばかりでなく，破砕してちり化する傾向が少ない。また，回収が容易である。このために初期の価格は高くても総合的には経済上有利であるが，欠点としては，吸湿して酸化し凝固しやすいことである。 ６．機械的さび落し ディスクサンダー（研磨ホイル），ワイヤホイル（パワーブラシ），ニューマチックハンマ，あるいはチューブクリーナなど動力工具を使用して，さびを除去する方法である。機械的さび落としは黒皮の除去能力が小さいが素地面粗さが大体均一になり仕上りは良好である。ただし，黒皮は完全に除去できない欠点がある。 チューブクリーナは，フレキシブルチューブの先に種々のカッタをつけたものであり，黒皮の除去能力は大きいが素地面の粗さが大きくなる。したがって，塗膜厚のバラツキが大きく，防食性に劣る欠点がある。 機械による素地調整はブラスト法よりさび落し精度は劣るが手軽であることから広く一般に使用されている。	語句の修正

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

６．化学的処理方法

さび面のミルスケール，さびなどを除去するのに化学薬品を使用する方法である。

処理液には硫酸，塩酸，りん酸があるが，硫酸は脆性のおそれがあるので，塩酸またはりん酸を用いている。りん酸にクロム酸洗液を混合したものが多く使用されている。これはクロム酸が酸化作用を促進させるためである。処理したさび面は一時的な防錆でさびやすく，できるだけ早く下塗り塗装をする必要がある。しかし，最近では上記のように下塗り塗装をするまでに，発錆防止のため脱脂，脱錆と同時にりん酸塩結晶被膜をつくるピックリング法が開発されて効果をあげている。ピックリング法はある程度品物の大きさに制限があるが，機械的処理方法ではどうしても処理できない複雑な形状をした素材に対しては非常に有効な素地調整方法である。

表3.2-3　各種素地調整の利点と欠点

処　理	ブラスト			機械的さび落とし	化学的処理方法
	非金属系研削材によるブラスト	ショットブラスト	スチールグリットブラスト		
利　点	ミルスケール，さび，汚物が完全に除去される。複雑な表面も処理可能である。	ミルスケール，さび，汚物が完全に除去される。人手がかからない。衛生的で大量処理が可能である。切削作用は少なく，表面硬化用として使用される。	ミルスケール，さび，汚物が完全に除去される。人手がかからない。衛生的で大量処理が可能である。切削性がある。	素地面粗さが大体均一になり仕上がりが良好である。手軽であり広く一般に使用される。	化学薬品を使用するため複雑な形状をした素材に対して有効である。
欠　点	JIS Z 0312に定められている非金属系研削材の中には粉塵への考慮・供給体制の検討を必要とする研削材がある。	単純な形状のものしか処理できない。したがって，ブラスト処理後，長時間放置される場合は再び錆がでやすい。	同　左	黒皮は完全に除去できない。複雑な形状のものは完全にさび落としができない。	化学薬品を使用するため，取扱い，環境に十分注意する必要がある。

７．素地調整の種類，設定した内容及び必要性などは次の理由による。

(1)　１種Ａ

通常のブラスト素地調整である。

(2)　１種Ｂ

旧塗膜がタールエポキシ樹脂系塗料で，塗替にビニルエステル樹脂系ガラスフレーク塗料を用いる場合タール分が残留しているとビニルエステル樹脂が硬化阻害を起こして乾燥膜が得られないか，見かけ上硬化してもふくれが生じやすい膜になる。また，他の塗装系でもタールのブリードが生じ，美観性に問題が生じる。

これらを防ぐにはタールを十分除去する必要があるが，通常のブラストの一度打ちではタールが残留しやすく，タールが残った場所では塗膜の硬化バラツキやブリードを生じやすい。

現場的には，一度粗ブラストを打ち１～３日放置し，赤さびが出てから再度ブラストを打つのが最も確実な方法である。一方この工法はブラスト費用，工事期間とも従来工法より費用がかかる問題があり，１種Ａ方式と区分して１種Ｂ方式を設定した。また，この方式は旧塗膜の塗替回数が多く塗膜厚合計が厚くなり（エポキシ樹脂塗料で1.5㎜を越えている場合な

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

平面部では問題ないが，複雑な形状をした構造物では完全にさび落としができない難点がある。しかし，現在においてはブラスト法に次ぐ効果的な素地調整方法である。現場塗装の素地調整にはこの方法が多用されている。

７．化学的処理方法

化学薬品を用いて金属表面の油脂・汚れ・さびを除去し，また防錆効果のある被膜を形成して塗装下地として最適な素地を作る処理方法である。

(1)　脱脂作業

油脂を溶解させる有機溶剤を使用して，処理面に付着した油脂類を除去し清浄にする方法で，有機溶剤の入った浸漬槽に処理物を浸漬して処理する方法とウエスに有機溶剤を含ませ拭き取る方法がある。

(2)　除錆作業

一般的に酸洗いと呼ばれる方法で鉄骨などの鋼構造物を酸液槽に浸漬して，鋼材表面のミルスケール（黒皮）を除去する方法で「ピッキング」ともいわれる。黒皮の厚みは５～３０μｍ程度であるが，表面には細かな割れ目があり酸洗いによるミルスケール除去を容易にしている。

酸洗いに用いる酸には，塩酸・硫酸・リン酸などがあり，脱スケール速度は塩酸＞硫酸＞リン酸の順となる。一般に硫酸とリン酸は加温して使用するが，塩酸は常温で使用される。酸洗い液を継続して使用すると脱スケール速度が低下するので，常に酸の管理が必要となる。

酸洗いで鉄が溶けると水素を発生する。発生した水素が鋼材中に吸蔵され鋼材に水素脆性を起こすことがあるため，高炭素鋼では注意が必要となる。

また，酸洗いした鋼材は，通常，酸洗い－水洗－中和－水洗－乾燥を行ってから塗装に移るが，酸洗いした鋼材表面に酸分や塩類が残存していると，塗装面にふくれ，剥離発生などの影響を与えるので注意が必要となる。

(3)　除錆被膜処理作業

薄板鋼板の場合，リン酸水溶液で表面を処理し，水に不溶性のリン酸鉄系被膜を作る処理を行うことがある。この被膜は多孔性で鉄面および塗り重ねる塗料に良く付着し，防錆性を向上させる。

表3.2-3　各種素地調整の利点と欠点

処　理	ブラスト			機械的さび落とし	化学的処理方法
	非金属系研削材によるブラスト	ショットブラスト	スチールグリットブラスト		
利　点	ミルスケール，さび，汚物が完全に除去される。複雑な表面も処理可能である。	ミルスケール，さび，汚物が完全に除去される。人手がかからない。衛生的で大量処理が可能である。切削作用は少なく，表面硬化用として使用される。	ミルスケール，さび，汚物が完全に除去される。人手がかからない。衛生的で大量処理が可能である。切削性がある。	素地面粗さが大体均一になり仕上がりが良好である。手軽であり広く一般に使用される。	化学薬品を使用するため複雑な形状をした素材に対して有効である。
欠　点	JIS Z 0312に定められている非金属系研削材の中には粉塵への考慮・供給体制	単純な形状のものしか処理できない。したがって，ブラスト処理後，	同　左	黒皮は完全に除去できない。複雑な形状のものは完全にさび落としができな	化学薬品を使用するため，取扱い，環境に十分注意する必要がある。

変更理由等

化学的処理方法について加筆

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

<table>
<tr><th>H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説</th><th>R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説</th><th>変更理由等</th></tr>
<tr><td>ど)，通常のブラスト処理では塗膜除去が十分できない場合の素地調整方法としても適用できるものである。
(3) １種C
その他構造物でさびが深い場合，動力工具では孔の奥まで十分さびを除去できない場合が多く，このため補修塗装後短期間でさびが出てくるケースが見受けられる。
このような塗膜劣化が生じている場合に適用する素地調整方法である。構造物の種類，立地条件からブラスト処理ができない場合は３種でやむを得ないが，できる限り１種Cを採用するのが望ましい。
(4) １種D
水門設備の扉体水没部分で孔食が発見された場合で，扉体を大気中に引き上げて塗替塗装を行うことができない場合，一時的に防食するため該当する局部を水中硬化パテ材で補修することにした。
これに対応する素地調整法である。
さび，孔食の発生程度，状況，次回扉体を大気中に引き上げるまでの期間などを勘案しｅ－１Ｂ塗装系(表3.3-9)を適用する場合はこの素地調整法を適用するものとする。
(5) ２種
旧塗膜を全て除去する場合で，ブラスト処理と動力工具を使用する場合に適用する。
(6) ３種
主として大気中構造物の塗替塗装で部分的に塗膜劣化が認められる場合に適用する。
活膜部についても，新旧塗装膜の密着性を確保するために十分な目あらしが必要である。
(7) ４種
いわゆる目あらし清掃素地調整法である。１種Cと併用して用いる。扉体のワイヤロープ周辺では油分の付着が認められることが多いが，塗重ね塗膜の付着阻害因子である油分の十分なる除去も４種には含まれる。</td>
<td>の検討を必要とする研削材がある。 | 長時間放置される場合は再び錆がでやすい。 | い。

８．素地調整の程度，設定した内容などは次の理由による。
(1) １種
ブラスト処理により塗膜，さび，その他付着物を除去し，処理等級をISO 8501-1 Sa2 1/2相当とする素地調整の程度である。
錆落としの程度，表面粗さの付き具合等が優れているので，新設時に用いられ，現場塗替塗装においても塗装の品質保持，耐久性の向上を目的に塗装系の変更時や塗装範囲，施工性を考慮しつつ原則として１種を採用するものとする。
(2) ２種
動力工具により塗膜，さび，その他付着物を全て除去して，処理等級をISO 8501-1 St3 相当として鋼材面を露出させる素地調整の程度である。
ブラスト処理が不可な場合の全面塗替時の素地調整として採用するが，旧塗膜のジンクリッチプライマーやジンクリッチペイントが健全な場合は，ジンクリッチプライマーやジンクリッチペイントを残し，他の旧塗膜を全面除去とする。ブラスト処理に対して，作業に要する時間が長く費用も高くなるので採用には注意が必要である。
(3) ３種
動力工具により活膜部以外の塗膜不良部（ふくれ，はがれ，われなど)，さび,その他付着物を全て除去して，処理等級をISO 8501-1 St3 相当として鋼材面を露出させる素地調整の程度である。
活膜部については塗膜表面の粉化物や付着物を除去し活膜全体を軽く目あらしする。活膜部以外のさび面積，塗膜異常面積により３段階（A，Ｂ，Ｃ）に細分している。
(4) ４種
いわゆる目あらし清掃素地調整法である。扉体のワイヤロープ周辺では油分の付着が認められることが多いが，塗重ね塗膜の付着阻害因子である油分の十分なる除去も４種には含まれる。

９．環境対策型塗膜剥離剤
鋼構造物の塗替塗装前の素地調整は主にブラスト処理が用いられるが，除去塗膜を含んだ研掃材が産業廃棄物として大量に発生したり，粉塵が飛散するため，現場施工ではこれを防止するための板張りや飛散防止ネットなどによる養生を完全に行う必要がある。また，鉛化合物，六価クロム化合物，ＰＣＢなどの有害物質を含んだ旧塗膜を除去する剥離等作業を，近隣環境への配慮のために隔離措置された作業場や屋内等の狭隘で閉鎖された作業場で作業を行う場合は，湿潤化して行うことされており，塗膜ダスト防止や騒音対策の観点からも塗膜剥離剤を塗膜に塗布し化学的に塗膜を膨潤軟化させて除去する塗膜剥離剤が適用されるようになってきている。
環境対策型塗膜剥離剤は，従来の塩素系有機溶剤を主成分とした塩素系剥離剤とは異なり，安全性の高い高級アルコールを主成分とするため毒性及び皮膚刺激性が低く，表層塗膜の溶解を抑え，塗膜の深部まで塗膜剥離剤が浸透することで，塗装系の表層のみが剥離することなく，最大５００μｍまで一度に除去できるため，効率的な除去・回収が可能となっている。
ただし，くぼみに残った塗料，さびや黒皮，無機系ジンクリッチプライマーなどは除去できないことから，必要に応じてその他除去方法との併用することが望ましい。</td>
<td>語句の修正

素地調整の程度について各種内容を修正

剥離剤について追加</td></tr>
</table>

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
３－３　被覆防食 １．被覆防食は，設置環境及び景観対策を考慮し最適な方法を選定する。 3-3-1　塗料 １．塗装仕様は，良好な防食性能を有するものを適用する。 ２．塗装色は，周辺環境との調和を図るとともに色彩効果を考慮する。 ３．塗装間隔は，塗膜の付着性を考慮して決定する。 ４．塗装時の環境は，塗膜の品質を維持するため，十分な管理を行う。 ５．塗替塗装は，塗膜の劣化状態を判断し，適切な方法を選定する。 【解　説】 １．塗料 (1) 塗装仕様は，機械設備の防錆を目的とし塗膜の耐久性，耐候性等防錆機能を発揮するものでなければならない。塗装仕様の選定にあたっては，機械設備の腐食環境条件，材質，構造，形状，及び製作工程，作業条件等に考慮する必要がある。 1) 塗装の防食性能は，塗料により異なるが一般的に次のとおりである。 ① 塗膜が表面を被膜して腐食因子（酸素，水，塩化物）を遮断するとともに絶縁体となって腐食電流の流れを遮断する。 ② 亜鉛の犠牲陽極作用により鉄がイオン化して溶出するのを抑制する。 ③ 塗装は，一般的に１次プライマー，下塗り，中塗り，上塗りで構成されており，それぞれ異なった機能が要求されているため塗装系における塗料の組合わせが悪かったり，異なる製造者の塗料を使用したりすると塗膜の密着性が悪くなり，層間剥離やしわになることもあるので注意しなければならない。	３－３　被覆防食 １．被覆防食は，設置環境及び景観対策を考慮し最適な方法を選定する。 3-3-1　塗装 １．塗装仕様は，良好な防食性能を有するものを適用する。 ２．塗装色は，周辺環境との調和を図るとともに色彩効果を考慮する。 ３．塗装間隔は，塗膜の付着性を考慮して決定する。 ４．塗装時の環境は，塗膜の品質を維持するため，十分な管理を行う。 ５．塗替塗装は，塗膜の劣化状態を判断し，適切な方法を選定する。 【解　説】 １．塗装仕様の検討事項 (1) 塗装仕様は，機械設備の防錆を目的とし塗膜の耐久性，耐候性等防錆機能を発揮するものでなければならない。塗装仕様の選定にあたっては，機械設備の腐食環境条件，材質，構造，形状，及び製作工程，作業条件等に考慮する必要がある。 1) 塗装の防食性能は，塗料により異なるが一般的に次のとおりである。 ① 塗膜が表面を被膜して腐食因子（酸素，水，塩化物）を遮断するとともに絶縁体となって腐食電流の流れを遮断する。 ② 亜鉛の犠牲陽極作用により鉄がイオン化して溶出するのを抑制する。 ③ 塗装は，一般的に１次プライマー，下塗り，中塗り，上塗りで構成されており，それぞれ異なった機能が要求されているため塗装系における塗料の組合わせが悪かったり，異なる製造者の塗料を使用したりすると塗膜の密着性が悪くなり，層間剥離やしわになることもあるので注意しなければならない。	語句の修正

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表3.3-1　各種塗料系間の塗重ね適否

下塗塗料の種類 ＼ 上塗塗料の種類	長ばく形エッチングプライマー	エポキシジンクリッチプライマー	無機質ジンクリッチプライマー	油性系	フタル酸系	シリコンアルキド系	フェノールＭＩＯ系	エポキシ系	変性エポキシ系	ポリウレタン系	ふっ素系	アクリルシリコン系
長ばく形エッチングプライマー	○	×	×	○	○	○	○	△	△	○	○	○
エポキシジンクリッチプライマー	○	○	×	×	×	×	×	○	○	○	○	○
無機ジンクリッチプライマー	○	○	△	×	×	×	×	○	○	△	△	△
油性系	×	×	×	○	○	○	○	×	×	×	×	×
フタル酸系	×	×	×	○	○	○	○	△	△	△	△	△
シリコンアルキド系	×	×	×	○	○	○	○	△	△	△	△	△
フェノールＭＩＯ系	×	×	×	○	○	○	○	×	×	×	×	×
エポキシ系	×	×	×	△	△	△	△	○	○	○	○	○
変性エポキシ系	×	×	×	△	△	△	△	○	○	○	○	○
ポリウレタン系	×	×	×	△	△	△	△	△	△	○	○	△
ふっ素系	×	×	×	△	△	△	△	△	△	△	○	△
アクリルシリコン系	×	×	×	△	△	△	△	△	△	△	△	○

○：塗重ね可
△：条件付きで塗重ね可（塗料メーカーに事前に確認のこと）
×：不可
※関塗研「ー最新ーわかりやすい塗装のはなし　塗る」より引用

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表3.3-1　各種塗料系間の塗重ね適否

下塗塗料の種類 ＼ 上塗塗料の種類	長ばく形エッチングプライマー	有機質ジンクリッチプライマー	無機質ジンクリッチプライマー	油性系	フタル酸系	フェノールＭＩＯ系	塩化ゴム系	エポキシ系	変性エポキシ系	ポリウレタン系	ふっ素系
長ばく形エッチングプライマー	○	×	×	◎	◎	○	○	△	△	－	－
有機質ジンクリッチプライマー	○	◎	×	×	×	×	○	◎	◎	－	－
無機質ジンクリッチプライマー	○	◎	△	×	×	×	△	◎	◎	－	－
油性系	×	×	×	◎	◎	◎	×	×	×	×	×
フタル酸系	×	×	×	◎	◎	◎	×	×	×	×	×
フェノールＭＩＯ系	×	×	×	○	◎	○	◎	×	×	×	×
塩化ゴム系	×	×	×	×	△	△	◎	×	×	×	×
エポキシ系	×	×	×	△	△	△	◎	◎	○	◎	◎
変性エポキシ系	×	×	×	△	△	△	◎	◎	◎	○	○
ポリウレタン系	×	×	×	△	△	△	△	△	△	◎	△
ふっ素系	×	×	×	△	△	△	△	△	△	△	◎

◎：塗重ね可（よく用いられる組み合わせ）
○：塗重ね可
△：条件付きで塗重ね可（塗料メーカーに事前に確認のこと）
×：不可
※関塗研「ー改訂ーわかりやすい塗装のはなし　塗る」より引用

変更理由等

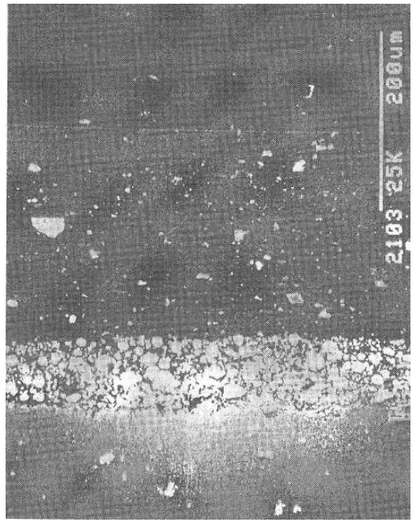
引用文献内容変更による修正

ー改訂-わかりやすい塗装のはなし 塗る

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

塗膜の断面の写真を 図3.3-1～図3.3-3 に示す。
各塗料の性能と適用範囲を 表3.3-2 に示す。



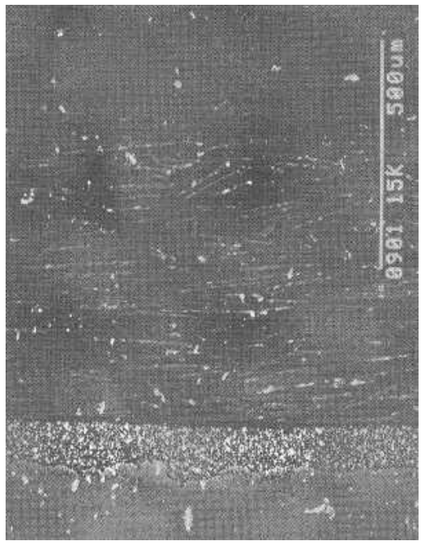
犠牲陽極となって鉄面を防錆する無機ジンクリッチペイント塗膜をエポキシ樹脂下塗塗膜で保護し，上塗に耐候性の良いポリウレタン樹脂塗膜を使用している。

ポリウレタン樹脂用塗料上塗
ポリウレタン樹脂用塗料中塗

エポキシ樹脂塗料下塗
無機ジンクリッチペイント

（塗膜断面を研磨しているので亜鉛末の形状が変化している。
図3.3-3 に亜鉛末の正常な形状がある）

図3.3-1　下塗／中塗／上塗の塗膜断面

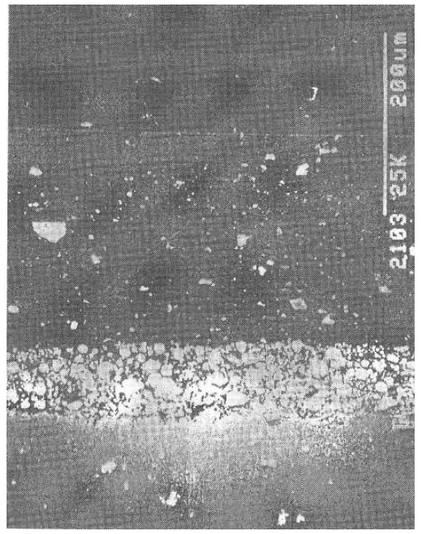


ガラスフレークが塗膜のなかで配列している。これにより，塩分などの腐食物質の浸透を遅らせて，良好な防錆性能を発揮する。

図3.3-2　ガラスフレーク塗膜断面

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

塗膜の断面の写真を 図3.3-1～図3.3-3 に示す。
各塗料の性能と適用範囲を 表3.3-2 に示す。



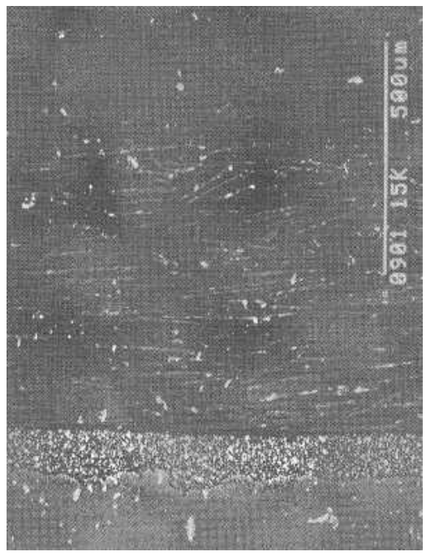
犠牲陽極となって鉄面を防錆する無機ジンクリッチペイント塗膜をエポキシ樹脂下塗塗膜で保護し，上塗に耐候性の良いポリウレタン樹脂塗膜を使用している。

ポリウレタン樹脂用塗料上塗
ポリウレタン樹脂用塗料中塗

エポキシ樹脂塗料下塗
無機ジンクリッチペイント

（塗膜断面を研磨しているので亜鉛末の形状が変化している。
図3.3-3 に亜鉛末の正常な形状がある）

図3.3-1　下塗／中塗／上塗の塗膜断面



ガラスフレークが塗膜のなかで配列している。これにより，塩分などの腐食物質の浸透を遅らせて，良好な防錆性能を発揮する。

図3.3-2　ガラスフレーク塗膜断面

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

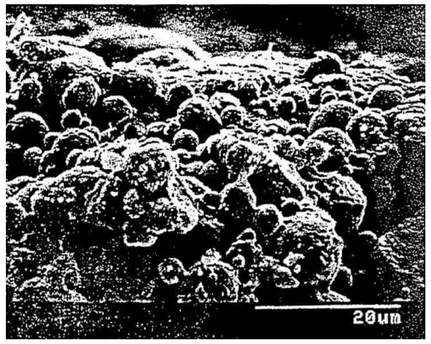


図3.3-3　無機ジンクリッチペイント塗膜

１μmから10μmの大きさの亜鉛末が塗膜中にあり，空隙があることが見られる。

亜鉛末含有量が多く，樹脂が少ないので亜鉛末どうし，亜鉛末と鉄面が直接接触して犠牲陽極となり防食する。

表3.3-2　塗料の性能

一般塗料名＼塗料性能	防錆性	耐候性	耐水性	耐酸性	耐アルカリ性	塗装作業性
油性系塗料	△	△	△	△	×	◎
フタル酸樹脂塗料	×	△	△	△	×	◎
無機ジンクリッチ塗料	◎	×	◎	×	△	△
有機ジンクリッチ塗料	◎	×	○	×	△	○
エポキシ樹脂塗料	○	×	◎	○	◎	○
変性エポキシ樹脂塗料	○	×	◎	○	◎	○
ポリウレタン樹脂塗料	△	○	○	○	○	○
ふっ素樹脂塗料	△	◎	○	○	○	○
ガラスフレーク含有塗料(ビニルエステル)	◎	△	◎	◎	◎	△
ガラスフレーク含有塗料(エポキシ)	◎	△	◎	○	◎	△

記号の凡例
- ◎特に優れている
- ○優れている
- △やや劣る
- ×劣る

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

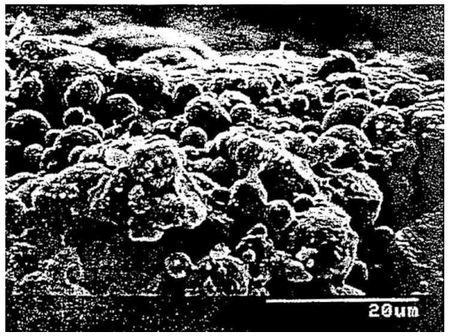


図3.3-3　無機ジンクリッチペイント塗膜

１μmから10μmの大きさの亜鉛末が塗膜中にあり，空隙があることが見られる。

亜鉛末含有量が多く，樹脂が少ないので亜鉛末どうし，亜鉛末と鉄面が直接接触して犠牲陽極となり防食する。

表3.3-2　塗料の種類と塗膜性能

塗料の種類＼塗料性能	防錆性	耐候性	耐水性	耐酸性	耐アルカリ性	塗装作業性
油性系塗料	△	△	△	△	×	◎
フタル酸樹脂塗料	△	△	△	△	×	◎
無機ジンクリッチ塗料	◎	－	◎	×	×	△
有機ジンクリッチ塗料	◎	－	○	×	×	○
エポキシ樹脂塗料	◎	△	◎	◎	◎	○
変性エポキシ樹脂塗料	◎	△	◎	◎	◎	○
ポリウレタン樹脂塗料	△	○	○	○	○	○
ふっ素樹脂塗料	△	◎	○	○	○	○
ガラスフレーク含有塗料(ビニルエステル)	◎	△	◎	◎	◎	△
ガラスフレーク含有塗料(エポキシ)	◎	△	◎	○	◎	△

記号の凡例
- ◎特に優れている
- ○優れている
- △やや劣る
- ×劣る

変更理由等

引用文献との整合による修正

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

２．塗装仕様

(1) 塗装は，１次プライマー，下塗り，中塗り，上塗りで構成されており，それぞれ次のような機能を要求される。

１次プライマーはブラスト処理した鋼材が発錆しやすいので，一時的防錆を目的としてブラスト処理直後の鋼板に塗装される。その機能としてさび止めの他，速乾性，耐候性，溶断性，溶接性を要求される。

下塗りは防錆効果を持ち，鋼材の腐食反応を防止する機能を要求される。また，鋼材に密着し，中塗りに対する付着性も要求される。

塗膜の防錆性の面での劣化機構は 図3.3-4 のように考えられている。

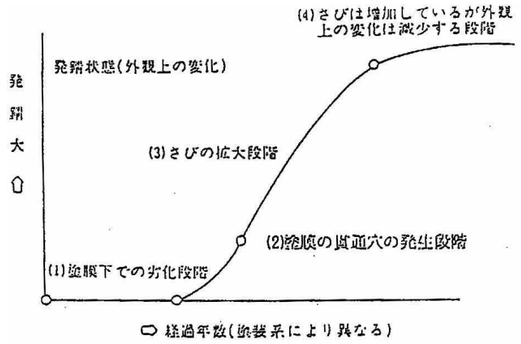


図3.3-4　塗膜の劣化機構

中塗りは上塗り及び下塗りに対する付着性と，下塗りを隠ぺいし，上塗りの仕上がりを良くする機能が要求される。

上塗りは美観と，水や空気を通しにくくし，日射や大気などの因子により劣化しにくくする機能が要求される。

(2) 水中部分での防食は水，塩分などの腐食因子を遮断するとともに，鋼材の腐食を防ぐため，次のような塗料が用いられる。

1) 鋼材と接する下塗り第１層にジンクリッチペイントを用いて，亜鉛の犠牲陽極作用による強い防錆力によって，鋼材を保護する。

2) 下塗り塗料には密着性，耐水性に優れたエポキシ樹脂塗料を用いて水，塩分などの腐食因子を遮断する。

3) 水中部分で流木などによる衝撃によって塗膜の損傷を考慮する場合には，耐衝撃性や耐水性に優れたガラスフレーク塗料を用いる。

4) 水中部での色相を考慮する場合には，上塗り塗料としてエポキシ樹脂塗料上塗りを用いる。上塗り塗料にはエポキシ樹脂塗料の他にポリウレタン樹脂塗料やふっ素樹脂塗料があるが，エポキシ樹脂塗料が水中部での付着性に優れている。

(3) 大気部での景観や美観を考慮する場合は次のような塗料が用いられる。

1) ポリウレタン樹脂塗料上塗りは耐候性に優れているので長期間の耐候性を期待する場合に使用される。

2) ふっ素樹脂塗料上塗りはポリウレタン樹脂塗料上塗りよりも耐候性に優れており，より長期間の耐候性を期待する場合に使用される。

ポリウレタン樹脂塗料上塗りやふっ素樹脂塗料上塗りの耐候性データを 表3.3-3 に示す。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

２．塗装仕様

(1) 塗装は，１次プライマー，下塗り，中塗り，上塗りで構成されており，それぞれ次のような機能を要求される。

１次プライマーはブラスト処理した鋼材が発錆しやすいので，一時的防錆を目的としてブラスト処理直後の鋼板に塗装される。その機能としてさび止めの他，速乾性，耐候性，溶断性，溶接性を要求される。

下塗りは防錆効果を持ち，鋼材の腐食反応を防止する機能を要求される。また，鋼材に密着し，中塗りに対する付着性も要求される。

塗膜の防錆性の面での劣化機構は 図3.3-4 のように考えられている。

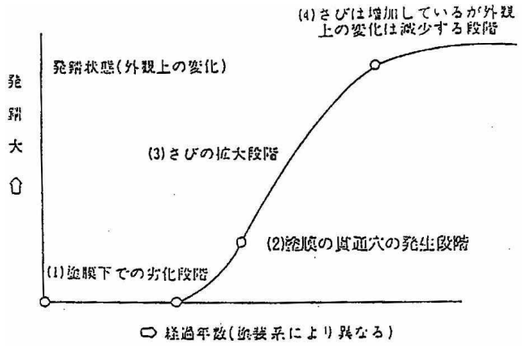


図3.3-4　塗膜の劣化機構

中塗りは上塗り及び下塗りに対する付着性と，下塗りを隠ぺいし，上塗りの仕上がりを良くする機能が要求される。

上塗りは美観と，水や空気を通しにくくし，日射や大気などの因子により劣化しにくくする機能が要求される。

(2) 水中部分での防食は水，塩分などの腐食因子を遮断するとともに，鋼材の腐食を防ぐため，次のような塗料が用いられる。

1) 鋼材と接する下塗り第１層にジンクリッチペイントを用いて，亜鉛の犠牲陽極作用による強い防錆力によって，鋼材を保護する。

2) 下塗り塗料には密着性，耐水性に優れたエポキシ樹脂塗料を用いて水，塩分などの腐食因子を遮断する。

3) 水中部分で流木などによる衝撃によって塗膜の損傷を考慮する場合には，耐衝撃性や耐水性に優れたガラスフレーク塗料を用いる。

4) 水中部での色相を考慮する場合には，上塗り塗料としてエポキシ樹脂塗料上塗りを用いる。上塗り塗料にはエポキシ樹脂塗料の他にポリウレタン樹脂塗料やふっ素樹脂塗料があるが，エポキシ樹脂塗料が水中部での付着性に優れている。

(3) 大気部での景観や美観を考慮する場合は次のような塗料が用いられる。

1) ポリウレタン樹脂塗料上塗りは耐候性に優れているので長期間の耐候性を期待する場合に使用される。

2) ふっ素樹脂塗料上塗りはポリウレタン樹脂塗料上塗りよりも耐候性に優れており，より長期間の耐候性を期待する場合に使用される。

ポリウレタン樹脂塗料上塗りやふっ素樹脂塗料上塗りの耐候性データを 表3.3-3 に示す。

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

3）耐候性の良いふっ素樹脂塗料上塗りやポリウレタン樹脂塗料上塗りを使用する場合はこれらとの塗重ね性に支障のない中塗り塗料を選択するとともに，防錆性の良好なジンクリッチペイント，エポキシ樹脂塗料や変性エポキシ樹脂塗料などを下塗り塗料として用いた塗装仕様と組合わせるのが良い。

防錆性と耐候性から見た各種塗装系の性能を 図3.3-5 に示す。

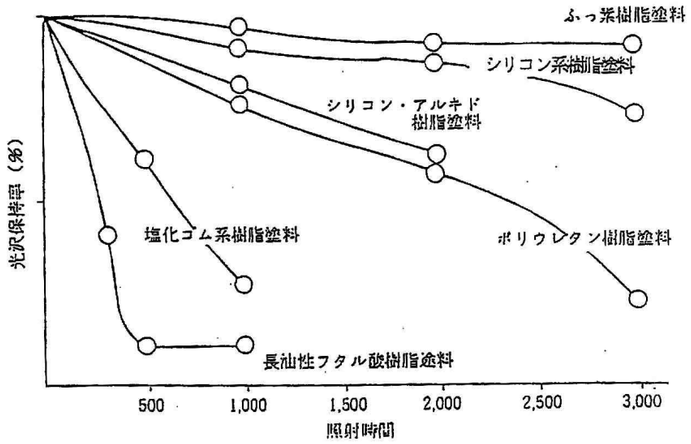


図3.3-5　塗料の耐候性（サンシャインウエザーメーター試験結果）

表3.3-3　防錆性と耐候性から見た各種塗装系

耐候性	防食性期待年数	大 ―― 防　錆　性 ―― 小		
		（１０年以上）	（１０年）	（５年）
	第１層目塗料 ＼ 上塗り樹脂塗料	ジンクリッチペイント	ジンクリッチプライマー	長ばく形エッチングプライマー
大	ふっ素	ジンクリッチペイント エポキシ下塗 ふっ素用中塗 ふっ素上塗	ジンクリッチプライマー エポキシ下塗 ふっ素用中塗 ふっ素上塗	
耐候性	ポリウレタン	ジンクリッチペイント エポキシ下塗 ポリウレタン用中塗 ポリウレタン上塗	ジンクリッチプライマー エポキシ下塗 ポリウレタン用中塗 ポリウレタン上塗	
	フタル酸			長ばく型エッチングプライマー 鉛・クロムフリーさび止め フタル酸中塗 フタル酸上塗
小	エポキシ	ジンクリッチペイント エポキシ下塗 エポキシ中塗 エポキシ上塗	ジンクリッチプライマー エポキシ下塗 エポキシ中塗 エポキシ上塗	

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

3）耐候性の良いふっ素樹脂塗料上塗りやポリウレタン樹脂塗料上塗りを使用する場合はこれらとの塗重ね性に支障のない中塗り塗料を選択するとともに，防錆性の良好なジンクリッチペイント，エポキシ樹脂塗料や変性エポキシ樹脂塗料などを下塗り塗料として用いた塗装仕様と組合わせるのが良い。

防錆性と耐候性から見た各種塗装系の性能を 図3.3-5 に示す。

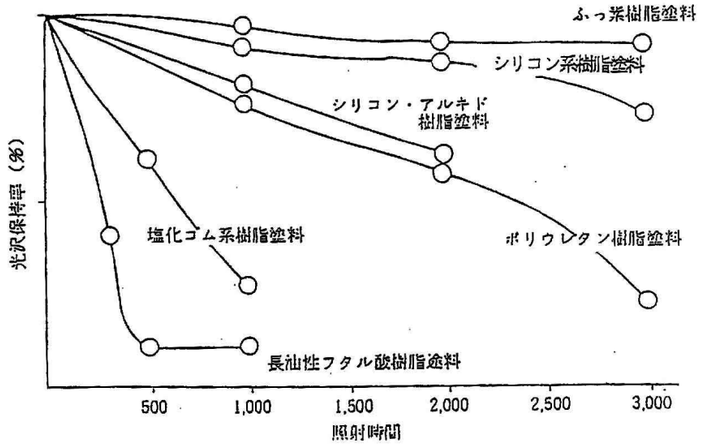


図3.3-5　塗料の耐候性（サンシャインウエザーメーター試験結果）

表3.3-3　防錆性と耐候性から見た各種塗装系

耐候性	防食性期待年数	大 ―― 防　錆　性 ―― 小		
		（１０年以上）	（１０年）	（５年）
	第１層目塗料 ＼ 上塗り樹脂塗料	ジンクリッチペイント	ジンクリッチプライマー	長ばく形エッチングプライマー
大	ふっ素	ジンクリッチペイント エポキシ下塗 ふっ素用中塗 ふっ素上塗	ジンクリッチプライマー エポキシ下塗 ふっ素用中塗 ふっ素上塗	
耐候性	ポリウレタン	ジンクリッチペイント エポキシ下塗 ポリウレタン用中塗 ポリウレタン上塗	ジンクリッチプライマー エポキシ下塗 ポリウレタン用中塗 ポリウレタン上塗	
	フタル酸			長ばく型エッチングプライマー 鉛・クロムフリーさび止め フタル酸中塗 フタル酸上塗
小	エポキシ	ジンクリッチペイント エポキシ下塗 エポキシ中塗 エポキシ上塗	ジンクリッチプライマー エポキシ下塗 エポキシ中塗 エポキシ上塗	

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

(4) 各種塗料の特徴及び適用範囲を 表3.3-4 に示す。

表3.3-4　各種塗料の特徴

塗料の種類	特　　徴	適 用 範 囲
有機ジンクリッチプライマー	金属亜鉛末とエポキシ樹脂からなる主剤と硬化剤からなる多液型塗料で亜鉛末とエポキシ樹脂を練り合わせた二液型と亜鉛末とエポキシ樹脂を別にした三液型とがある。 亜鉛の犠牲陽極作用によって強い防錆効果があり６ヶ月程度の屋外暴露に耐えられる。	エポキシ樹脂塗料などの１次プライマーとして用いられる。 さび面とは付着しないので，必ずブラスト処理した鋼材に塗装する。 鉛・クロムフリーさび止めペイントやフタル酸樹脂塗料とは付着しないので，これらの塗料を塗重ねることはできない。
無機ジンクリッチプライマー	金属亜鉛末を主成分とする粉末エチルシリケートを主成分とする液からなる二液型塗料であり，乾燥塗膜中に70～90%の金属亜鉛が含まれる。 亜鉛の犠牲陽極作用によって強い防錆効果があり６ヶ月程度の屋外暴露に耐えられる。	エポキシ樹脂塗料などの１次プライマーとして用いられる。 さび面とは付着しないので，必ずブラスト処理した鋼材に塗装する。 耐熱性に優れているため，耐熱塗料のプライマーとして用いることができる。 鉛・クロムフリーさび止めペイントやフタル酸樹脂塗料とは付着しないので，これらの塗料を塗重ねることはできない。
エッチングプライマー 鉛・クロムフリーエッチングプライマ	化成処理と塗装の両機能を有する化成処理形防錆塗料である。１種の短ばく形と２種の長ばく形がある。 ２種の長ばく形には鉛・クロムフリーが開発されている。	短ばく形は主として素地との付着性を向上させる。 ２種の長ばく形は，防食性を付与しており，単独膜でも３ヵ月程度の防錆性を有している。
鉛・クロムフリーさび止めペイント	鉛およびクロムを含まない顔料をさび止め顔料とし，ボイル油またはフタル酸樹脂ワニスをビヒクルとした１液形塗料である。作業性・付着性が良い。	一般的な腐食環境では，比較的良好な防錆性と耐久性があるが，厳しい腐食環境には適さない。
有機ジンクリッチペイント	金属亜鉛末とエポキシ樹脂からなる主剤と硬化剤からなる多液型塗料で亜鉛末とエポキシ樹脂を練り合わせた二液型と亜鉛末とエポキシ樹脂を別にした三液型とがある。 亜鉛の犠牲陽極作用による強い防錆効果がある。	鋼材と接する下塗第１層として使用されエポキシ樹脂塗料を塗重ねて，高い防錆力が期待される。 ２種ケレン面により塗膜を除去する塗替塗装にも適用される。
無機ジンクリッチペイント	金属亜鉛末を主成分とする粉末とエチルシリケートを主成分とする液からなる二液型塗料であり乾燥塗膜中に70～80%の金属亜鉛が含まれる。 亜鉛の犠牲陽極作用による強い防錆効果がある。	鋼材と接する下塗第１層として使用されエポキシ樹脂塗料を塗重ねて，高い防錆力が期待される。 さび面には付着しないので必ずブラスト処理した鋼材に塗装する。
エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)	エポキシ樹脂の主剤と硬化剤とからなる二液型塗料。 密着性，耐水性，耐薬品性に優れている。	防錆力の強いジンクリッチペイントと組合わせて主として大気中にある部位に適用する塗装系の下塗り塗料として用いられる。
エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	エポキシ樹脂の主剤と硬化剤とからなる二液型塗料。 密着性，耐水性，耐薬品性に優れている。	防錆力の強いジンクリッチペイントと組合わせて主として水中部にある部位に適用する塗装系の下塗り塗料として用いられる。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

(4) 各種塗料の特徴及び適用範囲を 表3.3-4 に示す。

表3.3-4　各種塗料の特徴

塗料の種類	特　　徴	適 用 範 囲
有機ジンクリッチプライマー	金属亜鉛末とエポキシ樹脂からなる主剤と硬化剤からなる多液型塗料で亜鉛末とエポキシ樹脂を練り合わせた二液型と亜鉛末とエポキシ樹脂を別にした三液型とがある。 亜鉛の犠牲陽極作用によって強い防錆効果があり６ヶ月程度の屋外暴露に耐えられる。	エポキシ樹脂塗料などの１次プライマーとして用いられる。 さび面とは付着しないので，必ずブラスト処理した鋼材に塗装する。 鉛・クロムフリーさび止めペイントやフタル酸樹脂塗料とは付着しないので，これらの塗料を塗重ねることはできない。
無機ジンクリッチプライマー	金属亜鉛末を主成分とする粉末とアルキルシリケートを主成分とする液からなる一液一粉末型塗料であり，乾燥塗膜中に70～ 90%の金属亜鉛が含まれる。 亜鉛の犠牲陽極作用によって強い防錆効果があり６ヶ月程度の屋外暴露に耐えられる。	エポキシ樹脂塗料などの１次プライマーとして用いられる。 さび面とは付着しないので，必ずブラスト処理した鋼材に塗装する。 耐熱性に優れているため，耐熱塗料のプライマーとして用いることができる。 鉛・クロムフリーさび止めペイントやフタル酸樹脂塗料とは付着しないので，これらの塗料を塗重ねることはできない。
エッチングプライマー 鉛・クロムフリーエッチングプライマ	化成処理と塗装の両機能を有する化成処理形防錆塗料である。１種の短ばく形と２種の長ばく形がある。 ２種の長ばく形には鉛・クロムフリーが開発されている。	短ばく形は主として素地との付着性を向上させる。 ２種の長ばく形は，防食性を付与しており，単独膜でも３ヵ月程度の防錆性を有している。
鉛・クロムフリーさび止めペイント	鉛およびクロムを含まない顔料をさび止め顔料とし，ボイル油またはフタル酸樹脂ワニスをビヒクルとした１液形塗料である。作業性・付着性が良い。	一般的な腐食環境では，比較的良好な防錆性と耐久性があるが，厳しい腐食環境には適さない。
有機ジンクリッチペイント	金属亜鉛末とエポキシ樹脂からなる主剤と硬化剤からなる多液型塗料で亜鉛末とエポキシ樹脂を練り合わせた二液型と亜鉛末とエポキシ樹脂を別にした三液型とがある。 亜鉛の犠牲陽極作用による強い防錆効果がある。	鋼材と接する下塗第１層として使用されエポキシ樹脂塗料を塗重ねて，高い防錆力が期待される。 素地調整の程度２種により塗膜を除去する塗替塗装にも適用される。
無機ジンクリッチペイント	金属亜鉛末を主成分とする粉末とアルキルシリケート，顔料及び溶剤を主な原料とした，粉末と液からなる塗料で，乾燥塗膜中に70～ 80%の金属亜鉛が含まれる。 亜鉛の犠牲陽極作用による強い防錆効果がある。	鋼材と接する下塗第１層として使用されエポキシ樹脂塗料を塗重ねて，高い防錆力が期待される。 さび面には付着しないので必ずブラスト処理した鋼材に塗装する。
エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)	エポキシ樹脂の主剤と硬化剤とからなる二液型塗料。 密着性，耐水性，耐薬品性に優れている。	防錆力の強いジンクリッチペイントと組合わせて主として大気中にある部位に適用する塗装系の下塗り塗料として用いられる。
エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	エポキシ樹脂の主剤と硬化剤とからなる二液型塗料。 密着性，耐水性，耐薬品性に優れている。	防錆力の強いジンクリッチペイントと組合わせて主として水中部にある部位に適用する塗装系の下塗り塗料として用いられる。

変更理由等

語句の修正

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

塗料の種類	特　　徴	適 用 範 囲
変性エポキシ樹脂塗料下塗	エポキシ樹脂塗料の付着性を向上させるためにエポキシ樹脂にモノマーや化合物を反応させたり，他の樹脂を混合させたもので，主にエポキシ樹脂からなる主剤と硬化剤とからなる二液型塗料。 特に密着性に優れており旧塗膜や十分に除錆できない面に塗布できる。	フタル酸樹脂，鉛・クロムフリーさび止めペイント，エポキシ樹脂塗料などに塗重ねることができ，十分にさび落としができない面にも塗布できるので塗替塗装や現場継手部の塗装に使用される。
エポキシ樹脂ＭＩＯ塗料	ＭＩＯ（鱗片状酸化鉄）をエポキシ樹脂に配合した主剤と硬化剤からなる二液型塗料で性能はエポキシ樹脂塗料下塗りと同等であるが，塗膜の表面粗度が大きいので12ヶ月程度暴露した後でも上に塗重ねる塗料との付着性が良い。	エポキシ樹脂塗料下塗りが使用される塗装系で，工場で下塗りまで塗布し，現場で中塗り，上塗りを塗布する塗装工程で下塗り塗料として使用する。 これにより，下塗り塗料を12ヶ月程度暴露しても良好な付着性が得られる。
エポキシ樹脂塗料中塗	エポキシ樹脂の主剤と硬化剤とからなる二液型塗料。 下塗り及び上塗りに使用される塗料との付着性に優れている。	主として水中に侵漬される部位に適用する塗装系でエポキシ樹脂塗料上塗りを用いるときの中塗りとして用いられる。
長油性フタル酸樹脂塗料	合成樹脂調合ペイントと呼ばれ，中塗と上塗に分類される。 作業性が良く他の塗料に比べ安全性が高い。 紫外線による光沢低下や色の変化が比較的速く生じやすい。	一般的な腐食環境に適用される。 高湿度環境や結露環境では塗膜に膨れや剥離が生じやすい。 また，コンクリートのアルカリや酸類に弱く剥離の原因となる。
ポリウレタン樹脂塗料用中塗	二液型塗料であり，エポキシ樹脂の主剤と硬化剤とからなるものと，ポリオール系樹脂の主剤と非黄変性イソシアネートを硬化剤とからなるものとがある。 下塗り及び上塗りに使用されるポリウレタン樹脂塗料との付着性に優れている。	主として大気中にある部位に適用する塗装系でポリウレタン樹脂塗料を用いるときの中塗りとして使用される。
ふっ素樹脂塗料用中塗	二液型塗料であり，エポキシ樹脂の主剤と硬化剤とからなるものと，ポリオール系樹脂または，ふっ素樹脂の主剤と非黄変性イソシアネートを硬化剤とからなるものがある。 下塗り及び上塗りに使用されるふっ素樹脂塗料上塗りとの付着性に優れる。	主として大気中にある部位に適用する塗装系でふっ素樹脂塗料上塗りを用いるときの中塗りとして使用される。
エポキシ樹脂塗料上塗	エポキシ樹脂塗料の主剤と硬化剤とからなる二液型塗料。 耐水性に優れた上塗り塗料である。 耐候性は，十分でなく，屋外に暴露されるとチョーキング（白亜化）を起こす。	防錆力の強いジンクリッチペイントやエポキシ樹脂塗料下塗りと組合わせて主として水中に浸漬される部位に使用される。
ポリウレタン樹脂塗料上塗	ポリオール系樹脂の主剤と非黄変性イソシアネートを硬化剤とからなる二液型塗料。 耐候性に優れた上塗り塗料である。 耐水性はエポキシ樹脂塗料上塗りに比べやや劣っている。	防錆力の強いジンクリッチペイントやエポキシ樹脂塗料下塗りと組合わせて主として大気中にある部位で耐候性を要求される場合に使用される。
弱溶剤	ＶＯＣ(揮発性有機化合物)含有量の低減を目的とし、ハイソリッド化(固形分比率を高く）した溶剤。	弱溶剤塗料は大気中にある部位に適用する。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

塗料の種類	特　　徴	適 用 範 囲
変性エポキシ樹脂塗料下塗	エポキシ樹脂塗料の付着性を向上させるためにエポキシ樹脂にモノマーや化合物を反応させたり，他の樹脂を混合させたもので，主にエポキシ樹脂からなる主剤と硬化剤とからなる二液型塗料。 特に密着性に優れており旧塗膜や十分に除錆できない面に塗布できる。	フタル酸樹脂，鉛・クロムフリーさび止めペイント，エポキシ樹脂塗料などに塗重ねることができ，十分にさび落としができない面にも塗布できるので塗替塗装や現場継手部の塗装に使用される。
エポキシ樹脂ＭＩＯ塗料	ＭＩＯ（鱗片状酸化鉄）をエポキシ樹脂に配合した主剤と硬化剤からなる二液型塗料で性能はエポキシ樹脂塗料下塗りと同等であるが，塗膜の表面粗度が大きいので12ヶ月程度暴露した後でも上に塗重ねる塗料との付着性が良い。	エポキシ樹脂塗料下塗りが使用される塗装系で，工場で下塗りまで塗布し，現場で中塗り，上塗りを塗布する塗装工程で下塗り塗料として使用する。 これにより，下塗り塗料を12ヶ月程度暴露しても良好な付着性が得られる。
エポキシ樹脂塗料中塗	エポキシ樹脂の主剤と硬化剤とからなる二液型塗料。 下塗り及び上塗りに使用される塗料との付着性に優れている。	主として水中に侵漬される部位に適用する塗装系でエポキシ樹脂塗料上塗りを用いるときの中塗りとして用いられる。
長油性フタル酸樹脂塗料	合成樹脂調合ペイントと呼ばれ，中塗と上塗に分類される。 作業性が良く他の塗料に比べ安全性が高い。 紫外線による光沢低下や色の変化が比較的速く生じやすい。	一般的な腐食環境に適用される。 高湿度環境や結露環境では塗膜に膨れや剥離が生じやすい。 また，コンクリートのアルカリや酸類に弱く剥離の原因となる。
ポリウレタン樹脂塗料用中塗	二液型塗料であり，エポキシ樹脂の主剤と硬化剤とからなるものと，ポリオール系樹脂の主剤と非黄変性イソシアネートを硬化剤とからなるものとがある。 下塗り及び上塗りに使用されるポリウレタン樹脂塗料との付着性に優れている。	主として大気中にある部位に適用する塗装系でポリウレタン樹脂塗料を用いるときの中塗りとして使用される。
ふっ素樹脂塗料用中塗	二液型塗料であり，エポキシ樹脂の主剤と硬化剤とからなるものと，ポリオール系樹脂または，ふっ素樹脂の主剤と非黄変性イソシアネートを硬化剤とからなるものがある。 下塗り及び上塗りに使用されるふっ素樹脂塗料上塗りとの付着性に優れる。	主として大気中にある部位に適用する塗装系でふっ素樹脂塗料上塗りを用いるときの中塗りとして使用される。
エポキシ樹脂塗料上塗	エポキシ樹脂塗料の主剤と硬化剤とからなる二液型塗料。 耐水性に優れた上塗り塗料である。 耐候性は，十分でなく，屋外に暴露されるとチョーキング（白亜化）を起こす。	防錆力の強いジンクリッチペイントやエポキシ樹脂塗料下塗りと組合わせて主として水中に浸漬される部位に使用される。
ポリウレタン樹脂塗料上塗	ポリオール系樹脂の主剤と非黄変性イソシアネートを硬化剤とからなる二液型塗料。 耐候性に優れた上塗り塗料である。 耐水性はエポキシ樹脂塗料上塗りに比べやや劣っている。	防錆力の強いジンクリッチペイントやエポキシ樹脂塗料下塗りと組合わせて主として大気中にある部位で耐候性を要求される場合に使用される。
弱溶剤形塗料	ＶＯＣ(揮発性有機化合物)含有量の低減を目的とし，脂肪族炭化水素系有機溶剤を用いた塗料。	弱溶剤形塗料は大気中にある部位に適用する。

変更理由等

語句の修正

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

塗料の種類	特　　徴	適 用 範 囲
ふっ素樹脂塗料 上塗	ふっ素樹脂の主剤と非黄変性イソシアネートを硬化剤とからなる二液型塗料。 非常に耐候性の優れた上塗塗料である。耐水性はエポキシ樹脂塗料上塗りに比べやや劣っている。	防錆力の強いジンクリッチペイントやエポキシ樹脂塗料下塗りと組合わせて主として大気中にある部位で塗膜の色や光沢を長期間保存する場合に用いられる。
ガラスフレーク含有塗料 （エポキシ樹脂）	20%程度のガラスフレークを含有した塗料で，ガラスフレークとエポキシ樹脂を主成分とする主剤と硬化剤からなる。 耐水性，耐摩耗性，耐衝撃性にすぐれている。厚膜に塗布できる。	防錆性が期待される水中部に使用される。 流木などによる衝撃で塗膜に傷がつきやすい部位に使用される。
ガラスフレーク含有塗料 （ビニルエステル樹脂系）	20%程度のガラスフレークを含有した塗料で，ガラスフレークとビニールエステル樹脂を主成分とする主剤と有機過酸化物を主成分とする硬化剤からなる。 冬季には硬化促進剤を用いることができる。 耐水性，耐摩耗性，耐衝撃性にすぐれている。厚膜に塗布できる。	防錆性が期待される水中部に使用される。 流木などによる衝撃で塗膜に傷がつきやすい部位に使用される。
超厚膜型エポキシ樹脂塗料	エポキシ樹脂の主剤と硬化剤からなる二液型塗料。 １回の塗布で１～２㎜の厚さに塗布できる。 厚膜に塗布できるので防錆性に優れている。	超厚膜に塗装することにより，長期（30年以上）の耐久性が期待できるので局部的な腐食が著しい水中部，土中埋設部などに適用する。
水中硬化パテ	エポキシ樹脂の主剤と硬化剤からなる無溶剤の二液型塗料。 湿潤した大気中や海水，淡水の水中でも塗装でき優れた耐水性を持つ。 ２～３㎜程度の厚膜に塗布できる。	常時水中部にあり，補修塗装のために大気中に引き上げられない場合に，正規補修工事ができるまでの間，小面積を補修塗装する。
シリコン系 耐熱塗料 耐熱アルミニウム塗料	耐熱性に優れたシリコン樹脂に耐熱顔料やアルミペーストを配合した塗料である。	ダクト・排気管等の塗装部に適用する。

1）有機及び無機ジンクリッチプライマー・ペイントの特徴

ジンクリッチプライマーは，展色剤によって有機系ジンクリッチプライマーと無機系ジンクリッチプライマーの２種類に分けられる。無機系ジンクリッチプライマーにはケイ酸塩やケイ酸化合物などが展色剤として用いられる。

有機ジンクリッチペイントと無機ジンクリッチペイントの特長は，塗膜中の亜鉛含有量が90%（重量）の有機質と無機質の亜鉛含有量を容積比で比較すると，有機質では平均60%が亜鉛で40%が合成樹脂類となり，球形の亜鉛粒子相互間の空間を合成樹脂が充填するような比率となっている。無機質の場合は，78%が亜鉛で22%が無機質のバインダーとなり，この比率では亜鉛粒子間の空間をバインダーで充填するには不十分でありこの結果塗膜は空隙を生じ多孔質となる。

無機ジンクリッチペイントの上にエポキシ樹脂塗料を塗重ねた時，発泡しやすいので，エポキシ樹脂塗料下塗を過剰希釈したもの（エポキシ樹脂塗料下塗160g/㎡に対しシンナー50～80g/㎡で希釈したもの）でミストコートを行い，発泡を防止する。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

塗料の種類	特　　徴	適 用 範 囲
ふっ素樹脂塗料 上塗	ふっ素樹脂の主剤と非黄変性イソシアネートを硬化剤とからなる二液型塗料。 非常に耐候性の優れた上塗塗料である。耐水性はエポキシ樹脂塗料上塗りに比べやや劣っている。	防錆力の強いジンクリッチペイントやエポキシ樹脂塗料下塗りと組合わせて主として大気中にある部位で塗膜の色や光沢を長期間保存する場合に用いられる。
ガラスフレーク含有塗料 （エポキシ樹脂）	20%程度のガラスフレークを含有した塗料で，ガラスフレークとエポキシ樹脂を主成分とする主剤と硬化剤からなる。 耐水性，耐摩耗性，耐衝撃性にすぐれている。厚膜に塗布できる。	防錆性が期待される水中部に使用される。 流木などによる衝撃で塗膜に傷がつきやすい部位に使用される。
ガラスフレーク含有塗料 （ビニルエステル樹脂系）	20%程度のガラスフレークを含有した塗料で，ガラスフレークとビニールエステル樹脂を主成分とする主剤と有機過酸化物を主成分とする硬化剤からなる。 冬季には硬化促進剤を用いることができる。 耐水性，耐摩耗性，耐衝撃性にすぐれている。厚膜に塗布できる。	防錆性が期待される水中部に使用される。 流木などによる衝撃で塗膜に傷がつきやすい部位に使用される。
超厚膜型エポキシ樹脂塗料	エポキシ樹脂の主剤と硬化剤からなる二液型塗料。 １回の塗布で１～２㎜の厚さに塗布できる。 厚膜に塗布できるので防錆性に優れている。	超厚膜に塗装することにより，長期（30年以上）の耐久性が期待できるので局部的な腐食が著しい水中部，土中埋設部などに適用する。
水中硬化パテ	エポキシ樹脂の主剤と硬化剤からなる無溶剤の二液型塗料。 湿潤した大気中や海水，淡水の水中でも塗装でき優れた耐水性を持つ。 ２～３㎜程度の厚膜に塗布できる。	常時水中部にあり，補修塗装のために大気中に引き上げられない場合に，正規補修工事ができるまでの間，小面積を補修塗装する。
シリコン系 耐熱塗料 耐熱アルミニウム塗料	耐熱性に優れたシリコン樹脂に耐熱顔料やアルミペーストを配合した塗料である。	ダクト・排気管等の塗装部に適用する。

1）有機及び無機ジンクリッチプライマー・ペイントの特徴

ジンクリッチプライマーは，展色剤によって有機系ジンクリッチプライマーと無機系ジンクリッチプライマーの２種類に分けられる。無機系ジンクリッチプライマーにはケイ酸塩やケイ酸化合物などが展色剤として用いられる。

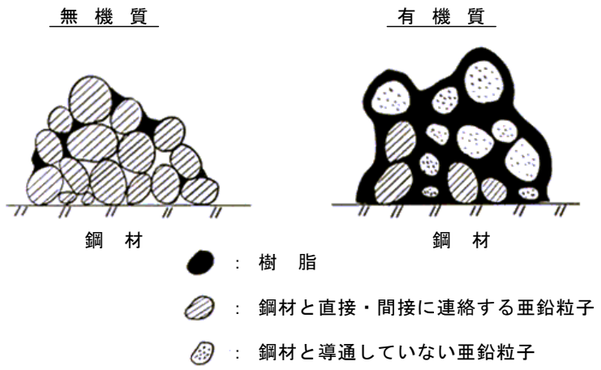
有機ジンクリッチペイントと無機ジンクリッチペイントの特長は，塗膜中の亜鉛含有量が90%（重量）の有機質と無機質の亜鉛含有量を容積比で比較すると，有機質では平均60%が亜鉛で40%が合成樹脂類となり，球形の亜鉛粒子相互間の空間を合成樹脂が充填するような比率となっている。無機質の場合は，78%が亜鉛で22%が無機質のバインダーとなり，この比率では亜鉛粒子間の空間をバインダーで充填するには不十分でありこの結果塗膜は空隙を生じ多孔質となる。

無機ジンクリッチペイントの上にエポキシ樹脂塗料を塗重ねた時，発泡しやすいので，エポキシ樹脂塗料下塗を過剰希釈したもの（エポキシ樹脂塗料下塗160g/㎡に対しシンナー50～80g/㎡で希釈したもの）でミストコートを行い，発泡を防止する。

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説



有機及び無機ジンクリッチペイント比較表

項　目	有機ジンクリッチペイント	無機ジンクリッチペイント
塗料特性	作業性－貯蔵性がよい 温度，湿度など気象条件など塗膜の硬化に及ぼす影響は少ない 素地調整－無機ジンクリッチペイントに比べ素地調整程度の範囲が広い	作業性－有機質系より劣る 塗膜の硬化には一般に適当な温度，湿度範囲が必要 素地調整－入念な素地調整が必要 ISO規格：Sa2 1/2 以上
塗膜特性	加工性，可とう性に優れている 展色剤の種類で耐溶剤性，耐候性が異なる 防食性：無機系よりやや劣る	耐摩耗性，耐候性，耐溶剤性，耐熱性，電導性が良好 防食性：有機系より優れている

2）機械設備の下地処理及びプライマーの基本的な適用方法

① ブラスト方式別下地処理

イ 原板ブラスト方式の場合

製鋼工場において，原板ブラストを行って黒皮を除去し，一次プライマーを塗布した鋼材で比較的大形の設備に適用する。

ロ 製品ブラスト方式の場合

比較的小形の設備や構造が複雑で，溶接箇所が多い製品は加工終了後にブラスト処理を行い，その後プライマーを塗布することを基本とする。

水門設備のブラスト方式（参考）

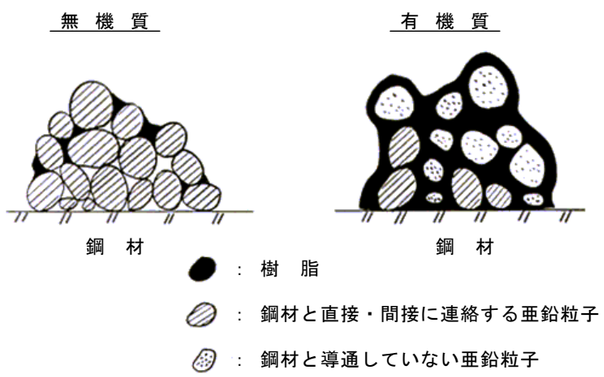
設備区分	素地調整法
小形水門	製品ブラスト
水門	原板ブラスト
水門開閉機	製品ブラスト

② プライマーの取扱い

イ 有機ジンクリッチプライマー

有機ジンクリッチプライマーは，作業性，加工性，付着性等に優れており，構造の複雑な製品や，曲げ，溶接箇所の多い製品に使用することが望ましく，一般的には素

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説



有機及び無機ジンクリッチペイント比較表

項　目	有機ジンクリッチペイント	無機ジンクリッチペイント
塗料特性	作業性－貯蔵性がよい 温度，湿度など気象条件など塗膜の硬化に及ぼす影響は少ない 素地調整－無機ジンクリッチペイントに比べ素地調整程度の範囲が広い	作業性－有機質系より劣る 塗膜の硬化には一般に適当な温度，湿度範囲が必要 素地調整－入念な素地調整が必要 ISO規格：Sa2 1/2 以上
塗膜特性	加工性，可とう性に優れている 展色剤の種類で耐溶剤性，耐候性が異なる 防食性：無機系よりやや劣る	耐摩耗性，耐候性，耐溶剤性，耐熱性，電導性が良好 防食性：有機系より優れている

2）機械設備の下地処理及びプライマーの基本的な適用方法

① ブラスト方式別下地処理

イ 原板ブラスト方式の場合

製鋼工場において，原板ブラストを行って黒皮を除去し，一次プライマーを塗布した鋼材で比較的大形の設備に適用する。

ロ 製品ブラスト方式の場合

比較的小形の設備や構造が複雑で，溶接箇所が多い製品は加工終了後にブラスト処理を行い，その後プライマーを塗布することを基本とする。

水門設備のブラスト方式（参考）

設備区分	素地調整法
小形水門	製品ブラスト
水門	原板ブラスト
水門開閉機	製品ブラスト

② プライマーの取扱い

イ 有機ジンクリッチプライマー

有機ジンクリッチプライマーは，作業性，加工性，付着性等に優れており，構造の複雑な製品や，曲げ，溶接箇所の多い製品に使用することが望ましく，一般的には素

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
地調整法が製品ブラスト方式の製品に適用される。なお，エポキシ系等の有機ジンクリッチプライマーについては，塗料銘柄の指定が必要となる。 ロ　無機ジンクリッチプライマー 無機ジンクリッチプライマーは，製鋼工場で，ブラスト後のプライマーとして塗布され出荷される。無機ジンクリッチプライマーは，曲げ加工等で剥離等が生じやすいため，一般的には，大形設備等で比較的平面が多い製品に適用される。 (5) 塗装仕様は，工場塗装，現場塗装，塗替塗装及び水中塗装に大別され，さらに使用条件により大気部，干満部，水中部に分かれる。塗装仕様の選定にあたっては，設備の使用条件にあったものでなければならない。 1) 工場塗装は，品質，施工性等を考慮して上塗りまでの全工場塗装とする。 全工場塗装が不可能であり，工場塗装と現場塗装に分割する場合は，エポキシ樹脂ＭＩＯ塗料を塗布することがある。なお，現場溶接部，及び塗膜損傷の補修部の現場塗装と工場塗装に色調差が生じる場合もある。 2) 現場塗装は，素地調整，塗装作業が工場塗装部と異なるため塗装仕様を区別する必要がある。 また，工場塗装部と現場塗装部の色調差を防止するため高耐候性及び変退色性を考慮することが必要である。 3) 塗替塗装は，設備の防食性，彩色性等を付加するものである。そのため塗装仕様は，塗膜劣化状態，環境，作業条件等によって選定する。 4) 没水部，湿潤部等で乾燥時間が十分とれない部位の塗替塗装については，水中硬化型塗料を採用することができる。 水中硬化型塗料は，海洋構造物等海水中で広く使用されており，水門扉，放流管への使用が，試験的に行われている。水中硬化型塗料には，パテタイプとペイントタイプがある。パテタイプは，非常に厚い塗膜が得られるが，パテ状の塗料を手で圧着し被覆するもので，複雑な構造物には不向きである。また，淡水中では付着力が低いものがあるので検討を要する。 なお，補助的に金網を被塗物に設置して付着力の向上を図る場合もある。 ペイントタイプは，はけ塗り可能なものと，ヘラ，コテにより施工するものがある。前者は，主として湿潤部に使用し，後者は，没水部に使用することが多い。素地調整は，ISO Sa2 1/2が推奨されているが旧塗膜がエポキシ樹脂系で素地調整ISO St3.0で塗重ねを行った事例がある。 多種の塗料が開発されているが，一般の塗料と比べ取り扱いが難しいので旧塗膜，塗替面積，施工条件に応じた塗料を採用する。 ３．新設塗装 新設塗装は，原則として上塗りまでの全工場塗装とするものとし，工場塗装を行わない部分は，必要に応じた防錆処理を施すこと。また，工場塗装ができない部位及び輸送，据付途上において塗膜が損傷した部位は，現場塗装を行うこと。 なお，現場塗装は，工場塗装と同程度の防食性を確保するため，適切な塗装仕様及び施工法を選定しなければならない。 塗装時の気象条件は，塗膜の品質を維持するうえで最も重要な要素であることから，十分な管理を行わなければならない。 (1) 新設塗装は，その施工の良否により鋼構造物の耐用年数に大きく影響を及ぼすため品質，施工性及び作業環境が画一化され，塗装作業工程が合理化できる等のメリットを考慮して工場で上塗りまで塗装する全工場塗装を標準とする。	地調整法が製品ブラスト方式の製品に適用される。なお，エポキシ系等の有機ジンクリッチプライマーについては，塗料銘柄の指定が必要となる。 ロ　無機ジンクリッチプライマー 無機ジンクリッチプライマーは，製鋼工場で，ブラスト後のプライマーとして塗布され出荷される。無機ジンクリッチプライマーは，曲げ加工等で剥離等が生じやすいため，一般的には，大形設備等で比較的平面が多い製品に適用される。 (5) 塗装仕様は，工場塗装，現場塗装，塗替塗装及び水中塗装に大別され，さらに使用条件により大気部，干満部，水中部に分かれる。塗装仕様の選定にあたっては，設備の使用条件にあったものでなければならない。 1) 工場塗装は，品質，施工性等を考慮して上塗りまでの全工場塗装とする。 全工場塗装が不可能であり，工場塗装と現場塗装に分割する場合は，エポキシ樹脂ＭＩＯ塗料を塗布することがある。なお，現場溶接部，及び塗膜損傷の補修部の現場塗装と工場塗装に色調差が生じる場合もある。 2) 現場塗装は，素地調整，塗装作業が工場塗装部と異なるため塗装仕様を区別する必要がある。 また，工場塗装部と現場塗装部の色調差を防止するため高耐候性及び変退色性を考慮することが必要である。 3) 塗替塗装は，設備の防食性，彩色性等を付加するものである。そのため塗装仕様は，塗膜劣化状態，環境，作業条件等によって選定する。 4) 没水部，湿潤部等で乾燥時間が十分とれない部位の塗替塗装については，水中硬化型塗料を採用することができる。 水中硬化型塗料は，海洋構造物等海水中で広く使用されており，水門扉，放流管への使用が，試験的に行われている。水中硬化型塗料には，パテタイプとペイントタイプがある。パテタイプは，非常に厚い塗膜が得られるが，パテ状の塗料を手で圧着し被覆するもので，複雑な構造物には不向きである。また，淡水中では付着力が低いものがあるので検討を要する。 なお，補助的に金網を被塗物に設置して付着力の向上を図る場合もある。 ペイントタイプは，はけ塗り可能なものと，ヘラ，コテにより施工するものがある。前者は，主として湿潤部に使用し，後者は，没水部に使用することが多い。素地調整は，ISO Sa2 1/2が推奨されているが旧塗膜がエポキシ樹脂系で素地調整ISO St3.0で塗重ねを行った事例がある。 多種の塗料が開発されているが，一般の塗料と比べ取り扱いが難しいので旧塗膜，塗替面積，施工条件に応じた塗料を採用する。 ３．新設塗装 新設塗装は，原則として上塗りまでの全工場塗装とするものとし，工場塗装を行わない部分は，必要に応じた防錆処理を施すこと。また，工場塗装ができない部位及び輸送，据付途上において塗膜が損傷した部位は，現場塗装を行うこと。 なお，現場塗装は，工場塗装と同程度の防食性を確保するため，適切な塗装仕様及び施工法を選定しなければならない。 塗装時の気象条件は，塗膜の品質を維持するうえで最も重要な要素であることから，十分な管理を行わなければならない。 (1) 新設塗装は，その施工の良否により鋼構造物の耐用年数に大きく影響を及ぼすため品質，施工性及び作業環境が画一化され，塗装作業工程が合理化できる等のメリットを考慮して工場で上塗りまで塗装する全工場塗装を標準とする。	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
1）工場塗装は，平滑で均一な塗膜品質が得られ，また，施工性がよいエアレス塗装を原則とする。 2）素地調整は，１種Ａを原則とするが，詳細については，３－２　素地調整及び，第４章　機械設備の塗装を参照。 3）工場塗装は，工場塗装中，工場保管中，輸送中及び据付等で塗膜損傷，汚れ等を防止するため適切な対策を施す必要がある。 4）新設塗装の施工で，全工場塗装ができない場合は，工場塗装部と現場塗装部の色調差，段差が少なくするよう注意する。 5）現場塗装は，工場塗装と同程度の素地調整を行い，工場塗装と同一の工程で施工する。 6）新設時の標準的な塗装仕様を 表 3.3-5 に示す。 (2) 製作工程上，やむを得ず工場塗装と現場塗装を併用する場合は塗装間隔や膜厚確保について十分に吟味し，同等の塗膜品質が得られるよう考慮しなければならない。 (3) １次プライマーは，工場におけるゲート等製作過程での発錆を防止するもので，作業（溶接・溶断）への影響が少なく，薄く塗布できる塗料が用いられる。防錆効果が有効に持続する期間は３～６ヶ月程度である。 (4) 塗装仕様Ａ，Ｃにおいて工場塗装と現場塗装に分ける場合は，工場でのエポキシ樹脂塗料下塗の２回目としてエポキシ樹脂ＭＩＯ塗料を塗装し，塗装間隔を延長することができる。 (5) 製鉄所における無機ジンクリッチプライマーは工場における製作過程での発錆を防止するものから膜厚は総合膜厚に加えないものとする。 (6) 大型ゲート等で分割して現場溶接を実施しなければならない箇所及び現場据付等で損傷した部分の補修塗装を行う場合は，表3.3-8 現場接合部の塗装仕様に基づき行わなければならない。 (7) 無機系ジンクリッチペイントは有機ジンクリッチペイントに比べ，防食性が優れているが作業性では劣っている。このような特徴があるため，内面等において無機ジンクリッチペイントを使用することにより，塗膜にわれ等の発生が懸念される場合には，有機ジンクリッチペイントの採用を検討する。	1）工場塗装は，平滑で均一な塗膜品質が得られ，また，施工性がよいエアレス塗装を原則とする。 2）素地調整は，１種を原則とするが，詳細については，３－２　素地調整及び，第４章 機械設備の塗装を参照。 3）工場塗装は，工場塗装中，工場保管中，輸送中及び据付等で塗膜損傷，汚れ等を防止するため適切な対策を施す必要がある。 4）新設塗装の施工で，全工場塗装ができない場合は，工場塗装部と現場塗装部の色調差，段差が少なくするよう注意する。 5）現場塗装は，工場塗装と同程度の素地調整を行い，工場塗装と同一の工程で施工する。 6）新設時の標準的な塗装仕様を 表 3.3-5 に示す。 (2) 製作工程上，やむを得ず工場塗装と現場塗装を併用する場合は塗装間隔や膜厚確保について十分に吟味し，同等の塗膜品質が得られるよう考慮しなければならない。 (3) １次プライマーは，工場におけるゲート等製作過程での発錆を防止するもので，作業（溶接・溶断）への影響が少なく，薄く塗布できる塗料が用いられる。防錆効果が有効に持続する期間は３～６ヶ月程度である。 (4) 塗装仕様において工場塗装と現場塗装に分ける場合は，工場でのエポキシ樹脂塗料下塗の２回目としてエポキシ樹脂ＭＩＯ塗料を塗装し，塗装間隔を延長することができる。 (5) 製鉄所における無機ジンクリッチプライマーは工場における製作過程での発錆を防止するものから膜厚は総合膜厚に加えないものとする。 (6) 大型ゲート等で分割して現場溶接を実施しなければならない箇所及び現場据付等で損傷した部分の補修塗装を行う場合は，表3.3-8 現場接合部の塗装仕様に基づき行わなければならない。 (7) 無機系ジンクリッチペイントは有機ジンクリッチペイントに比べ，防食性が優れているが作業性では劣っている。このような特徴があるため，内面等において無機ジンクリッチペイントを使用することにより，塗膜にわれ等の発生が懸念される場合には，有機ジンクリッチペイントの採用を検討する。	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表3.3-5　新設塗装仕様

記号及び塗装系	施工場所	工　　程	塗　　料　　名	標準膜厚（μm）	参考塗布量（g/m²）エアレススプレー
A－1 ジンクリッチペイント ＋ エポキシ樹脂系	製鉄所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工　場	第一層目(下塗)	無機ジンクリッチペイント	75	650
		ミストコート	ミストコート	－	160
		第二層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第三層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第四層目(中塗)	エポキシ樹脂塗料中塗	40	220
		第五層目(上塗)	エポキシ樹脂塗料上塗	40	200
	合　計			355	
A－2 ジンクリッチペイント ＋ エポキシ樹脂系 ＋ ふっ素樹脂系	製鉄所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工　場	第一層目(下塗)	無機ジンクリッチペイント	75	650
		ミストコート	ミストコート	－	160
		第二層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第三層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第四層目(中塗)	ふっ素樹脂塗料用中塗	40	220
		第五層目(上塗)	ふっ素樹脂塗料上塗	30	170
	合　計			345	
A－3 ジンクリッチペイント ＋ エポキシ樹脂系 ＋ ポリウレタン樹脂系	製鉄所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工　場	第一層目(下塗)	無機ジンクリッチペイント	75	650
		ミストコート	ミストコート	－	160
		第二層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第三層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第四層目(中塗)	ポリウレタン樹脂塗料用中塗	40	220
		第五層目(上塗)	ポリウレタン樹脂塗料上塗	30	170
	合　計			345	
B－1 ジンクリッチペイント ＋ エポキシ樹脂系	製鉄所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工　場	第一層目(下塗)	無機ジンクリッチペイント	75	650
		ミストコート	ミストコート	－	160
		第二層目	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第三層目	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第四層目	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
	合　計			375	

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表3.3-5　新設塗装仕様

記号及び塗装系	施工場所	工　　程	塗　　料　　名	標準膜厚（μm）	参考塗布量（g/m²）エアレススプレー
A－1 ジンクリッチペイント ＋ エポキシ樹脂系	製鉄所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工　場	第一層目(下塗)	無機ジンクリッチペイント	75	650
		ミストコート	ミストコート	－	160
		第二層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第三層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第四層目(中塗)	エポキシ樹脂塗料中塗	40	220
		第五層目(上塗)	エポキシ樹脂塗料上塗	40	200
	合　計			355	
A－2 ジンクリッチペイント ＋ エポキシ樹脂系 ＋ ふっ素樹脂系	製鉄所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工　場	第一層目(下塗)	無機ジンクリッチペイント	75	650
		ミストコート	ミストコート	－	160
		第二層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第三層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第四層目(中塗)	ふっ素樹脂塗料用中塗	40	220
		第五層目(上塗)	ふっ素樹脂塗料上塗	30	170
	合　計			345	
A－3 ジンクリッチペイント ＋ エポキシ樹脂系 ＋ ポリウレタン樹脂系	製鉄所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工　場	第一層目(下塗)	無機ジンクリッチペイント	75	650
		ミストコート	ミストコート	－	160
		第二層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第三層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第四層目(中塗)	ポリウレタン樹脂塗料用中塗	40	220
		第五層目(上塗)	ポリウレタン樹脂塗料上塗	30	170
	合　計			345	
B－1 ジンクリッチペイント ＋ エポキシ樹脂系	製鉄所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工　場	第一層目(下塗)	無機ジンクリッチペイント	75	650
		ミストコート	ミストコート	－	160
		第二層目	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第三層目	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第四層目	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
	合　計			375	

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

記号及び塗装系	施工場所	工　程	塗　料　名	標準膜厚（μm）	参考塗布量（g/m²）エアレススプレー
C－1 ジンクリッチペイント ＋ エポキシ樹脂系 ＋ ふっ素樹脂系	製鉄所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工場	第一層目(下塗)	無機ジンクリッチペイント	75	650
		ミストコート	ミストコート	－	160
		第二層目(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)	80	400
		第三層目(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)	80	400
		第四層目(中塗)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	40	220
		第五層目(上塗)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	30	170
	合計			305	
C－2 ジンクリッチペイント ＋ エポキシ樹脂系 ＋ ポリウレタン樹脂系	製鉄所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工場	第一層目(下塗)	無機ジンクリッチペイント	75	650
		ミストコート	ミストコート	－	160
		第二層目(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)	80	400
		第三層目(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)	80	400
		第四層目(中塗)	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料用中塗	40	220
		第五層目(上塗)	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料上塗	30	170
	合計			305	
D－1 ガラスフレーク塗料系 (ビニルエステル樹脂系)	製鉄所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工場	第一層目(下塗)	ガラスフレーク含有塗料用下塗	＊	
		第二層目(中塗)	ガラスフレーク含有塗料(ビニルエステル樹脂系)	300	700
		第三層目(上塗)	ガラスフレーク含有塗料(ビニルエステル樹脂系)	300	700
	合計			600	
D－2 ガラスフレーク塗料系 (エポキシ樹脂系)	製鉄所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工場	第一層目(下塗)	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第二層目(中塗)	ガラスフレーク含有塗料(エポキシ樹脂系)	300	700
		第三層目(上塗)	ガラスフレーク含有塗料(エポキシ樹脂系)	300	700
	合計			615	
D－3 ガラスフレーク塗料系 (エポキシ樹脂系) ＋ ふっ素樹脂系	製鉄所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工場	第一層目(下塗)	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第二層目(下塗)	ガラスフレーク含有塗料(エポキシ樹脂系)	300	700
		第三層目(下塗)	ガラスフレーク含有塗料(エポキシ樹脂系)	300	700
		第四層目(中塗)	ふっ素樹脂用中塗塗料	40	220
		第五層目(上塗)	ふっ素樹脂上塗塗料	30	170
	合計			685	

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

記号及び塗装系	施工場所	工　程	塗　料　名	標準膜厚（μm）	参考塗布量（g/m²）エアレススプレー
C－1 ジンクリッチペイント ＋ エポキシ樹脂系 ＋ ふっ素樹脂系	製鉄所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工場	第一層目(下塗)	無機ジンクリッチペイント	75	650
		ミストコート	ミストコート	－	160
		第二層目(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)	80	400
		第三層目(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)	80	400
		第四層目(中塗)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	40	220
		第五層目(上塗)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	30	170
	合計			305	
C－2 ジンクリッチペイント ＋ エポキシ樹脂系 ＋ ポリウレタン樹脂系	製鉄所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工場	第一層目(下塗)	無機ジンクリッチペイント	75	650
		ミストコート	ミストコート	－	160
		第二層目(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)	80	400
		第三層目(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)	80	400
		第四層目(中塗)	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料用中塗	40	220
		第五層目(上塗)	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料上塗	30	170
	合計			305	
D－1 ガラスフレーク塗料系 (ビニルエステル樹脂系)	製鉄所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工場	第一層目(下塗)	ガラスフレーク含有塗料用下塗	＊	
		第二層目(中塗)	ガラスフレーク含有塗料(ビニルエステル樹脂系)	300	700
		第三層目(上塗)	ガラスフレーク含有塗料(ビニルエステル樹脂系)	300	700
	合計			600	
D－2 ガラスフレーク塗料系 (エポキシ樹脂系)	製鉄所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工場	第一層目(下塗)	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第二層目(中塗)	ガラスフレーク含有塗料(エポキシ樹脂系)	300	700
		第三層目(上塗)	ガラスフレーク含有塗料(エポキシ樹脂系)	300	700
	合計			615	
D－3 ガラスフレーク塗料系 (エポキシ樹脂系) ＋ ふっ素樹脂系	製鉄所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工場	第一層目(下塗)	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第二層目(下塗)	ガラスフレーク含有塗料(エポキシ樹脂系)	300	700
		第三層目(下塗)	ガラスフレーク含有塗料(エポキシ樹脂系)	300	700
		第四層目(中塗)	ふっ素樹脂用中塗塗料	40	220
		第五層目(上塗)	ふっ素樹脂上塗塗料	30	170
	合計			685	

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

記号及び塗装系	施工場所	工　　程	塗　　料　　名	標準膜厚（μm）	参考塗布量（g/m²）エアレススプレー
Ｐ－１ エポキシ樹脂系	工　　場	一次プライマー	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第一層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料	100	500
		第二層目(中塗)	エポキシ樹脂塗料	40	220
		第三層目(上塗)	エポキシ樹脂塗料	40	200
	合　　計			195	
Ｐ－２ エポキシ樹脂系	工　　場	一次プライマー	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第一層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料	40	220
		第二層目(上塗)	エポキシ樹脂塗料	40	200
	合　　計			95	
Ｒ－１ 鉛・クロムフリーさび止めペイント ＋ フタル酸樹脂系	工　　場	一次プライマー	長ばく形エッチングプライマー ※環境への配慮する場合は鉛・クロムフリーを使用することも可能とする。	15	140
		第一層目(下塗)	鉛・クロムフリーさび止めペイント	35	170
	現　　場	第二層目(中塗)	長油性フタル酸樹脂塗料中塗	30	160
		第三層目(上塗)	長油性フタル酸樹脂塗料上塗	25	140
	合　　計			105	
Ｒ－２ 鉛・クロムフリーさび止めペイント ＋ フタル酸樹脂系	工　　場	一次プライマー	長ばく形エッチングプライマー ※環境への配慮する場合は鉛・クロムフリーを使用することも可能とする。	15	140
		第一層目(下塗)	鉛・クロムフリーさび止めペイント	35	170
	現　　場	第二層目(上塗)	長油性フタル酸樹脂塗料上塗	25	140
	合　　計			75	
Ｑ－１ エポキシ樹脂系 ＋ ポリウレタン樹脂系	工　　場	一次プライマー	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第一層目(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂下塗塗料	80	400
		第二層目(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂下塗塗料	80	400
		第三層目(中塗)	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料用中塗	40	220
		第四層目(上塗)	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料上塗	30	170
	合　　計			245	
Ｑ－２ エポキシ樹脂系 ＋ ポリウレタン樹脂系 (長期保管･現地上塗用)	工　　場	一次プライマー	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第一層目(下塗)	エポキシ樹脂下塗塗料	80	400
		第二層目(下塗)	エポキシ樹脂ＭＩＯ塗料	60	350
	現　　場	第三層目(中塗)	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料用中塗	40	220
		第四層目(上塗)	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料上塗	30	170
	合　　計			225	

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

記号及び塗装系	施工場所	工　　程	塗　　料　　名	標準膜厚（μm）	参考塗布量（g/m²）エアレススプレー
Ｐ－１ エポキシ樹脂系	工　　場	一次プライマー	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第一層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料	100	500
		第二層目(中塗)	エポキシ樹脂塗料	40	220
		第三層目(上塗)	エポキシ樹脂塗料	40	200
	合　　計			195	
Ｐ－２ エポキシ樹脂系	工　　場	一次プライマー	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第一層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料	40	220
		第二層目(上塗)	エポキシ樹脂塗料	40	200
	合　　計			95	
Ｒ－１ 鉛・クロムフリーさび止めペイント ＋ フタル酸樹脂系	工　　場	一次プライマー	長ばく形エッチングプライマー ※環境への配慮する場合は鉛・クロムフリーを使用することも可能とする。	15	140
		第一層目(下塗)	鉛・クロムフリーさび止めペイント	35	170
	現　　場	第二層目(中塗)	長油性フタル酸樹脂塗料中塗	30	160
		第三層目(上塗)	長油性フタル酸樹脂塗料上塗	25	140
	合　　計			105	
Ｒ－２ 鉛・クロムフリーさび止めペイント ＋ フタル酸樹脂系	工　　場	一次プライマー	長ばく形エッチングプライマー ※環境への配慮する場合は鉛・クロムフリーを使用することも可能とする。	15	140
		第一層目(下塗)	鉛・クロムフリーさび止めペイント	35	170
	現　　場	第二層目(上塗)	長油性フタル酸樹脂塗料上塗	25	140
	合　　計			75	
Ｑ－１ エポキシ樹脂系 ＋ ポリウレタン樹脂系	工　　場	一次プライマー	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第一層目(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂下塗塗料	80	400
		第二層目(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂下塗塗料	80	400
		第三層目(中塗)	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料用中塗	40	220
		第四層目(上塗)	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料上塗	30	170
	合　　計			245	
Ｑ－２ エポキシ樹脂系 ＋ ポリウレタン樹脂系 (長期保管･現地上塗用)	工　　場	一次プライマー	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第一層目(下塗)	エポキシ樹脂下塗塗料	80	400
		第二層目(下塗)	エポキシ樹脂ＭＩＯ塗料	60	350
	現　　場	第三層目(中塗)	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料用中塗	40	220
		第四層目(上塗)	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料上塗	30	170
	合　　計			225	

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

記号及び塗装系	施工場所	工　　程	塗　　料　　名	標準膜厚（μm）	参考塗布量（g/㎡）エアレススプレー
S－1 エポキシ樹脂塗覆装	工　場	一次プライマー	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第　一　層　目	覆装材(ビニロンクロスまたはヘッシャンクロス)		
		第　二　層　目	ガラスフレーク含有塗料(エポキシ樹脂)	2㎜	
	合　計				
S－2 ＦＲＰライニング	工　場	一次プライマー	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第　一　層　目	ガラス繊維補強強化プラスチック(ＦＲＰ)	2㎜	
	合　計				
S－3 超厚膜エポキシ樹脂系	工　場	一次プライマー	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第　一　層　目	超厚膜形エポキシ樹脂塗料	2㎜	
	合　計				
U－1 アルミニウム系塗料	工　場	一次プライマー	耐熱プライマー	15	140
		第一層目(下塗)	耐熱アルミニウム塗料	20	120
		第二層目(上塗)	アルミニウム塗料	20	120
	合　計			55	
U－2 シリコン系	工　場	第一層目(下塗)	シリコン系耐熱塗料	25	130
		第二層目(下塗)	シリコン系耐熱塗料	25	130
		第三層目(中塗)	シリコン系耐熱塗料	20	130
		第四層目(上塗)	シリコン系耐熱塗料	20	130
	合　計			90	

（注）ⅰ）表中の参考塗布量は、各塗料メーカにより異なることから、目安の参考値として記載しているものである。

ⅱ）塗装仕様Ａ－１，Ｃ－１，Ｃ－２において，工場塗装と現場塗装に分割する場合は，第三層目をエポキシ樹脂ＭＩＯ塗料に変更することができる。

ⅲ）塗装仕様Ａ－１～Ｃ－２において，小型水門，開閉装置，構造が複雑な製品等については第１層目の無機ジンクリッチペイントを有機ジンクリッチペイントに変更できる。なお，有機ジンクリッチペイントに変更した場合にはミストコートを省略する

ⅳ）ガラスフレーク含有塗料用下塗は，塗料メーカーにより種類，塗料使用量，膜厚が異なるので，メーカー推奨値を基本とする。表中の300g/㎡はその一例として使用量を示した。

ⅴ）ミストコートは，エポキシ樹脂塗料下塗160g/㎡を50～80g/㎡のシンナーで希釈したものを用いる。

ⅵ）エポキシ樹脂塗料下塗（水中部用）については同一塗料の塗重ねのため，下塗，中塗，上塗等の表現は省略した。

ⅶ）ポンプの羽根車等上向き塗装を行う場合，あるいは曲面等で塗りにくい部分については塗回数を増やして膜厚を確保しても良い。

ⅷ）さび止めペイント以外の塗料で環境に配慮し、鉛・クロムフリーを使用する場合は、隠ぺい力が劣る有機着色顔料となることを踏まえ選定するものとする。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

記号及び塗装系	施工場所	工　　程	塗　　料　　名	標準膜厚（μm）	参考塗布量（g/㎡）エアレススプレー
S－1 エポキシ樹脂塗覆装	工　場	一次プライマー	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第　一　層　目	覆装材(ビニロンクロスまたはヘッシャンクロス)		
		第　二　層　目	ガラスフレーク含有塗料(エポキシ樹脂)	2㎜	
	合　計				
S－2 ＦＲＰライニング	工　場	一次プライマー	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第　一　層　目	ガラス繊維補強強化プラスチック(ＦＲＰ)	2㎜	
	合　計				
S－3 超厚膜エポキシ樹脂系	工　場	一次プライマー	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第　一　層　目	超厚膜形エポキシ樹脂塗料	2㎜	
	合　計				
U－1 アルミニウム系塗料	工　場	一次プライマー	耐熱プライマー	15	140
		第一層目(下塗)	耐熱アルミニウム塗料	20	120
		第二層目(上塗)	アルミニウム塗料	20	120
	合　計			55	
U－2 シリコン系	工　場	第一層目(下塗)	シリコン系耐熱塗料	25	130
		第二層目(下塗)	シリコン系耐熱塗料	25	130
		第三層目(中塗)	シリコン系耐熱塗料	20	130
		第四層目(上塗)	シリコン系耐熱塗料	20	130
	合　計			90	

（注）ⅰ）表中の参考塗布量は、各塗料メーカにより異なることから、目安の参考値として記載しているものである。

ⅱ）塗装仕様Ａ－１，Ｃ－１，Ｃ－２において，工場塗装と現場塗装に分割する場合は，第三層目をエポキシ樹脂ＭＩＯ塗料に変更することができる。

ⅲ）塗装仕様Ａ－１～Ｃ－２において，小型水門，開閉装置，構造が複雑な製品等については第１層目の無機ジンクリッチペイントを有機ジンクリッチペイントに変更できる。なお，有機ジンクリッチペイントに変更した場合にはミストコートを省略する

ⅳ）ガラスフレーク含有塗料用下塗は，塗料メーカーにより種類，塗料使用量，膜厚が異なるので，メーカー推奨値を基本とする。表中の300g/㎡はその一例として使用量を示した。

ⅴ）ミストコートは，エポキシ樹脂塗料下塗160g/㎡を50～80g/㎡のシンナーで希釈したものを用いる。

ⅵ）エポキシ樹脂塗料下塗（水中部用）については同一塗料の塗重ねのため，下塗，中塗，上塗等の表現は省略した。

ⅶ）ポンプの羽根車等上向き塗装を行う場合，あるいは曲面等で塗りにくい部分については塗回数を増やして膜厚を確保しても良い。

ⅷ）さび止めペイント以外の塗料で環境に配慮し、鉛・クロムフリーを使用する場合は、隠ぺい力が劣る有機着色顔料となることを踏まえ選定するものとする。

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

(8) 塗装仕様は，環境条件をよく検討し選定する必要がある。一般的な環境区分及び使用箇所は表3.3-6による。

表3.3-6　環境区分による適否及び塗装仕様性能一覧表

環境区分 / 塗装系	常時水中部		乾湿交番部(結露部,乾燥部)		屋外大気部		屋内大気部	地中埋設部	接油部	高温部		高耐候性
	耐衝撃性		景観対策		景観対策							
	不要	必要	あり	なし	あり	なし				屋内	屋外	
A－1	○		○	◎					□			
A－2	○		◎									◎
A－3	○		◎									○
B－1	◎								□			
C－1					◎							◎
C－2					○							○
D－1		◎						◎	□			
D－2		◎						◎	□			
D－3		◎	◎		○							◎
P－1	○			○								
P－2	○							○	○			
R－1						○	○					
R－2						○	○					
Q－1					○							○
Q－2					○							○
S－1								◎				
S－2								◎				
S－3		◎		○				◎				
U－1										◎	◎	
U－2										◎	◎	

注記）性能
◎ より優れている
○ 優れている
□ 使用可能

(9) その他の塗料及び塗装仕様

1) 海水中の構造物に，カキ，フジツボ，アオノリ等の海生生物が付着し，その機能を阻害することがある。海生生物の付着対策として，従来毒物溶出型の防汚塗料を塗装することが行われてきたが，長期にわたり毒物（銅イオン，有機錫等）を流出させることは環境上から好ましくないため，最近はシリコン系の無公害塗料の適用が進められている。シリコン系防汚塗装仕様を 表3.3-7 に示す。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

(8) 塗装仕様は，環境条件をよく検討し選定する必要がある。一般的な環境区分及び使用箇所は表3.3-6による。

表3.3-6　環境区分による適否及び塗装仕様性能一覧表

環境区分 / 塗装系	常時水中部		乾湿交番部(結露部,乾燥部)		屋外大気部		屋内大気部	地中埋設部	接油部	高温部		高耐候性
	耐衝撃性		景観対策		景観対策							
	不要	必要	あり	なし	あり	なし				屋内	屋外	
A－1	○		○	◎					□			
A－2	○		◎									◎
A－3	○		◎									○
B－1	◎								□			
C－1					◎							◎
C－2					○							○
D－1		◎						◎	□			
D－2		◎						◎	□			
D－3		◎	◎		○							◎
P－1	○			○								
P－2	○							○	○			
R－1						○	○					
R－2						○	○					
Q－1					○							○
Q－2					○							○
S－1								◎				
S－2								◎				
S－3		◎		○				◎				
U－1										◎	◎	
U－2										◎	◎	

注記）性能
◎ より優れている
○ 優れている
□ 使用可能

(9) その他の塗料及び塗装仕様

1) 海水中の構造物に，カキ，フジツボ，アオノリ等の海生生物が付着し，その機能を阻害することがある。海生生物の付着対策として，従来毒物溶出型の防汚塗料を塗装することが行われてきたが，長期にわたり毒物（銅イオン，有機錫等）を流出させることは環境上から好ましくないため，最近はシリコン系の無公害塗料の適用が進められている。シリコン系防汚塗装仕様を 表3.3-7 に示す。

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表3.3-7　シリコン系防汚塗装仕様（例）

塗　装　系	施工場所	工　程	塗　料　名	標準膜厚（μm）	参考塗布量(g/m²) ｴｱﾚｽｽﾌﾟﾚｰ
ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系＋シリコン系防汚塗料	製 鉄 所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工　場	第一層目(下塗)	無機ジンクリッチペイント	75	650
		ミストコート	ミストコート	－	160
		第二層目(下塗)	エポキシ樹脂系塗料下塗(水中部用)	100	500
		第三層目(下塗)	エポキシ樹脂系塗料下塗(水中部用)	100	500
		第四層目(中塗)	バインダーコート	50	220
	現　場	第五層目(上塗)	シリコン系防汚塗料	75	190
		第六層目(上塗)	シリコン系防汚塗料	75	190
	合　計			475	

（注）ｉ）表中の参考塗布量は、各塗料メーカにより異なることから、目安の参考値として記載しているものである。

４．現場接合部の塗装

現場接合部は，形状が複雑であり，現地での素地調整や塗装作業が繁雑になるため，接合部に適合した塗装仕様を選定する。

(1) 素地調整としてブラスト方法を採用しない場合には，完全にさびを除去する様に，十分な注意が必要である。また，塗装作業も形状が複雑なため，難しくなるので現地作業に適した選定が必要である。現場接合部の塗装に適用する標準的な仕様を 表3.3-8 に示す。

(2) 塗装はエアレススプレーで行うことを原則とするが，はけ塗りを行う場合は標準使用量が異なるため，表3.3-9 を参考とする。

(3) ステンレス材料と普通鋼材が接触する場合は，ステンレス面も含んで塗装する。塗装範囲は図4.1-2 ステンレス鋼と普通鋼の塗装例参照。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表3.3-7　シリコン系防汚塗装仕様（例）

塗　装　系	施工場所	工　程	塗　料　名	標準膜厚（μm）	参考塗布量(g/m²) ｴｱﾚｽｽﾌﾟﾚｰ
ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系＋シリコン系防汚塗料	製 鉄 所	一次プライマー	無機ジンクリッチプライマー	15	200
	工　場	第一層目(下塗)	無機ジンクリッチペイント	75	650
		ミストコート	ミストコート	－	160
		第二層目(下塗)	エポキシ樹脂系塗料下塗(水中部用)	100	500
		第三層目(下塗)	エポキシ樹脂系塗料下塗(水中部用)	100	500
		第四層目(中塗)	バインダーコート	50	220
	現　場	第五層目(上塗)	シリコン系防汚塗料	75	190
		第六層目(上塗)	シリコン系防汚塗料	75	190
	合　計			475	

（注）ｉ）表中の参考塗布量は、各塗料メーカにより異なることから、目安の参考値として記載しているものである。

４．現場接合部の塗装

現場接合部は，形状が複雑であり，現地での素地調整や塗装作業が繁雑になるため，接合部に適合した塗装仕様を選定する。

(1) 素地調整としてブラスト方法を採用しない場合には，完全にさびを除去する様に，十分な注意が必要である。また，塗装作業も形状が複雑なため，難しくなるので現地作業に適した選定が必要である。現場接合部の塗装に適用する標準的な仕様を 表3.3-8 に示す。

(2) 塗装はエアレススプレーで行うことを原則とするが，はけ塗りを行う場合は標準使用量が異なるため，表3.3-9 を参考とする。

(3) ステンレス材料と普通鋼材が接触する場合は，ステンレス面も含んで塗装する。塗装範囲は図4.1-2 ステンレス鋼と普通鋼の塗装例参照。

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表3.3-8　現場接合部の塗装仕様

記号及び塗装系	対応する塗装仕様	工　程	塗　料　名	標準膜厚（μm）	参考塗布量（g/m²）エアレススプレー
A－1J ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系	A－1	第一層目(下塗)	有機ジンクリッチペイント	75	650
		第二層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第三層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第四層目(中塗)	エポキシ樹脂塗料中塗	40	220
		第五層目(上塗)	エポキシ樹脂塗料上塗	40	200
	合　計			355	
A－2J ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系＋ふっ素樹脂系	A－2	第一層目(下塗)	有機ジンクリッチペイント	75	650
		第二層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第三層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第四層目(中塗)	ふっ素樹脂塗料用中塗	40	220
		第五層目(上塗)	ふっ素樹脂塗料上塗	30	170
	合　計			345	
A－3J ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系＋ポリウレタン樹脂系	A－3	第一層目(下塗)	有機ジンクリッチペイント	75	650
		第二層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第三層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第四層目(中塗)	ポリウレタン樹脂塗料用中塗	40	220
		第五層目(上塗)	ポリウレタン樹脂塗料上塗	30	170
	合　計			345	
B－1J ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系	B－1	第一層目(下塗)	有機ジンクリッチペイント	75	650
		第　二　層　目	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第　三　層　目	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第　四　層　目	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
	合　計			375	
C－1J ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系＋ふっ素樹脂系	C－1	第一層目(下塗)	有機ジンクリッチペイント	75	650
		第二層目(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)	80	400
		第三層目(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)	80	400
		第四層目(中塗)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	40	220
		第五層目(上塗)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	30	170
	合　計			305	

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表3.3-8　現場接合部の塗装仕様

記号及び塗装系	対応する塗装仕様	工　程	塗　料　名	標準膜厚（μm）	参考塗布量（g/m²）エアレススプレー
A－1J ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系	A－1	第一層目(下塗)	有機ジンクリッチペイント	75	650
		第二層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第三層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第四層目(中塗)	エポキシ樹脂塗料中塗	40	220
		第五層目(上塗)	エポキシ樹脂塗料上塗	40	200
	合　計			355	
A－2J ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系＋ふっ素樹脂系	A－2	第一層目(下塗)	有機ジンクリッチペイント	75	650
		第二層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第三層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第四層目(中塗)	ふっ素樹脂塗料用中塗	40	220
		第五層目(上塗)	ふっ素樹脂塗料上塗	30	170
	合　計			345	
A－3J ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系＋ポリウレタン樹脂系	A－3	第一層目(下塗)	有機ジンクリッチペイント	75	650
		第二層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第三層目(下塗)	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第四層目(中塗)	ポリウレタン樹脂塗料用中塗	40	220
		第五層目(上塗)	ポリウレタン樹脂塗料上塗	30	170
	合　計			345	
B－1J ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系	B－1	第一層目(下塗)	有機ジンクリッチペイント	75	650
		第　二　層　目	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第　三　層　目	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
		第　四　層　目	エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	100	500
	合　計			375	
C－1J ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系＋ふっ素樹脂系	C－1	第一層目(下塗)	有機ジンクリッチペイント	75	650
		第二層目(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)	80	400
		第三層目(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)	80	400
		第四層目(中塗)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗	40	220
		第五層目(上塗)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗	30	170
	合　計			305	

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

記号及び塗装系	対応する塗装仕様	工　程	塗　料　名	標準膜厚（μm）	参考塗布量（g/m²）エアレススプレー
C－２Ｊ ジンクリッチペイント ＋ エポキシ樹脂系 ＋ ポリウレタン樹脂系	Ｃ － ２	第一層目（下塗）	有機ジンクリッチペイント	75	650
		第二層目（下塗）	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗（大気部用）	80	400
		第三層目（下塗）	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗（大気部用）	80	400
		第四層目（中塗）	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料用中塗	40	220
		第五層目（上塗）	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料上塗	30	170
	合　計			305	
Ｄ－２Ｊ ガラスフレーク塗料系 （エポキシ樹脂系）	Ｄ － １ Ｄ － ２	第一層目（下塗）	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第二層目（中塗）	ガラスフレーク含有塗料（エポキシ樹脂系）	300	700
		第三層目（中塗）	ガラスフレーク含有塗料（エポキシ樹脂系）	300	700
	合　計			615	
Ｄ－３Ｊ ガラスフレーク塗料系 （エポキシ樹脂系） ＋ ふっ素樹脂系	Ｄ － ３	第一層目（下塗）	有機ジンクリッチペイント	15	200
		第二層目（下塗）	ガラスフレーク含有塗料（エポキシ樹脂系）	300	700
		第三層目（下塗）	ガラスフレーク含有塗料（エポキシ樹脂系）		
		第四層目（中塗）	ふっ素樹脂用中塗塗料	40	220
		第五層目（上塗）	ふっ素樹脂上塗塗料	30	200
	合　計			685	

（注）ｉ）表中の参考塗布量は、各塗料メーカにより異なることから、目安の参考値として記載しているものである。

５．塗替塗装

塗替塗装は，設備機能の維持のために塗膜の劣化程度を判断して適切な時期に防食性に優れた塗装を適切な方法で行う。

塗装系は，設備の目的，機能を考慮し塗膜の劣化状態に応じて適切な仕様を決定し，塗装方法は，塗替範囲，環境条件，施工条件，塗装仕様を考慮して適切な塗装方法を選定する。

(1) 塗装はその構造物の防食と彩色を目的として行われるが，塗膜は水分，塩分，紫外線等の環境条件及びその他の要因により劣化する。塗替塗装は，劣化した塗膜を除去し，再び塗装することによって構造物の腐食を防止し，なおかつ美観を維持することにより，その構造物の寿命を延ばすことを目的として行うものである。

このため，塗替塗装を行う時期については塗膜劣化程度から検討が必要であり，一般に塗膜劣化程度の小さいうちに行うことが防食上，有効である。

塗替塗装は，設備の防食性，美観性を向上させる一つの機会でもあるので，新設時以降変化した環境や，期待される耐久性を見直し適切な防食設計を行うことが望ましい。

塗替塗装を行う場所は，設備機器を工場に持ち込んで塗替える場合と，現地で塗替を行う場合がある。工場に持ち込んで行う場合，新設時と同じ条件で塗替塗装ができるので，現場施工より良好な塗膜が得られる利点がある。ただし，大形の機器などは現場条件や輸送も困難な場合があるので，採用にあたっては十分な検討が必要である。

(2) 塗替の範囲は，塗膜の劣化程度により，全面塗装もしくは部分塗装（補修塗装）を選択する。

部分塗装は，何らかの原因により塗膜の劣化や発錆が他の部分より早期に生じた部分に対して，塗替塗装を行うまでの応急的な処置として行うもので，構造物と塗装の寿命延長を目

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

記号及び塗装系	対応する塗装仕様	工　程	塗　料　名	標準膜厚（μm）	参考塗布量（g/m²）エアレススプレー
C－２Ｊ ジンクリッチペイント ＋ エポキシ樹脂系 ＋ ポリウレタン樹脂系	Ｃ － ２	第一層目（下塗）	有機ジンクリッチペイント	75	650
		第二層目（下塗）	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗（大気部用）	80	400
		第三層目（下塗）	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗（大気部用）	80	400
		第四層目（中塗）	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料用中塗	40	220
		第五層目（上塗）	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料上塗	30	170
	合　計			305	
Ｄ－２Ｊ ガラスフレーク塗料系 （エポキシ樹脂系）	Ｄ － １ Ｄ － ２	第一層目（下塗）	有機ジンクリッチプライマー	15	200
		第二層目（中塗）	ガラスフレーク含有塗料（エポキシ樹脂系）	300	700
		第三層目（中塗）	ガラスフレーク含有塗料（エポキシ樹脂系）	300	700
	合　計			615	
Ｄ－３Ｊ ガラスフレーク塗料系 （エポキシ樹脂系） ＋ ふっ素樹脂系	Ｄ － ３	第一層目（下塗）	有機ジンクリッチペイント	15	200
		第二層目（下塗）	ガラスフレーク含有塗料（エポキシ樹脂系）	300	700
		第三層目（下塗）	ガラスフレーク含有塗料（エポキシ樹脂系）		
		第四層目（中塗）	ふっ素樹脂用中塗塗料	40	220
		第五層目（上塗）	ふっ素樹脂上塗塗料	30	200
	合　計			685	

（注）ｉ）表中の参考塗布量は、各塗料メーカにより異なることから、目安の参考値として記載しているものである。

５．塗替塗装

塗替塗装は，設備機能の維持のために塗膜の劣化程度を判断して適切な時期に防食性に優れた塗装を適切な方法で行う。

塗装系は，設備の目的，機能を考慮し塗膜の劣化状態に応じて適切な仕様を決定し，塗装方法は，塗替範囲，環境条件，施工条件，塗装仕様を考慮して適切な塗装方法を選定する。

(1) 塗装はその構造物の防食と彩色を目的として行われるが，塗膜は水分，塩分，紫外線等の環境条件及びその他の要因により劣化する。塗替塗装は，劣化した塗膜を除去し，再び塗装することによって構造物の腐食を防止し，なおかつ美観を維持することにより，その構造物の寿命を延ばすことを目的として行うものである。

このため，塗替塗装を行う時期については塗膜劣化程度から検討が必要であり，一般に塗膜劣化程度の小さいうちに行うことが防食上，有効である。

塗替塗装は，設備の防食性，美観性を向上させる一つの機会でもあるので，新設時以降変化した環境や，期待される耐久性を見直し適切な防食設計を行うことが望ましい。

塗替塗装を行う場所は，設備機器を工場に持ち込んで塗替える場合と，現地で塗替を行う場合がある。工場に持ち込んで行う場合，新設時と同じ条件で塗替塗装ができるので，現場施工より良好な塗膜が得られる利点がある。ただし，大形の機器などは現場条件や輸送も困難な場合があるので，採用にあたっては十分な検討が必要である。

(2) 塗替の範囲は，塗膜の劣化程度により，全面塗装もしくは部分塗装（補修塗装）を選択する。

部分塗装は，何らかの原因により塗膜の劣化や発錆が他の部分より早期に生じた部分に対して，塗替塗装を行うまでの応急的な処置として行うもので，構造物と塗装の寿命延長を目

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

的として行う。部分塗装が選択された場合は，部分的な塗膜の劣化や発錆を生じた原因を調査し，その原因を排除する必要がある。原因が排除できない場合は，より防食機能に優れた塗装系を選定する。

(3) 塗替塗装は，旧塗膜の劣化状況に応じた素地調整を行うが，防食設計により決定した塗装仕様に応じて旧塗膜との塗重ね性が不良である場合には，ブラスト処理により全ての旧塗膜を除去する。

(4) 塗替塗装の塗装系は，塗膜の劣化程度，旧塗膜との塗重ね性を考慮して適切な塗装仕様を選定する。標準的な仕様を表3.3-9 に示す。ただし，塗替塗装は，施工条件が新設塗装と比較して次のように異なることに留意する。

1) 旧塗膜を残す場合は，塗重ね塗料の組合わせが限定される。
2) 下地になる旧塗膜が劣化している。
3) 没水部においては塗膜の膨潤，軟化，発錆等があり，大気部においても，白亜化（チョーキング）等による変退色，樹脂の劣化，発錆などがある。
4) 現地環境条件により施工条件面で制約を受けることが多い。

以上を考慮して本要領では，新設塗装系と塗替塗装系の対応を表3.3-10 に示し，これを標準とする。また，対応表にない塗装系については，新設時の塗装組合わせと同様のものまたは使用環境や塗重ね条件の合う塗装系を選定するものとする。

(5) 冬期のように気温が低いと塗料粘度が増大して作業性の悪化，かつ，乾燥不良が原因で問題が発生することから低温用の塗料の使用が望ましい。

表3.3-9　塗替塗装仕様一覧表

記号及び塗装系	工　程	塗　料　名	参考使用量(g/㎡) エアレス	参考使用量(g/㎡) 刷毛塗	参考膜厚(μm)
a－1B ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系	第1層(下塗)	有機ジンクリッチペイント		500	75
	第2層(下塗)	変性エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)		400	100
	第3層(下塗)	変性エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)		400	100
	第4層(中塗)	エポキシ樹脂塗料中塗		180	40
	第5層(上塗)	エポキシ樹脂塗料上塗		170	40
b－1B ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系	第1層(下塗)	有機ジンクリッチペイント		500	75
	第2層	変性エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)		400	100
	第3層	変性エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)		400	100
	第4層ｃｃｃ	変性エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)		400	100
b－2B ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系	第1層(下塗)	有機ジンクリッチペイント		500	75
	第2層	タールフリー変性エポキシ樹脂塗料		340	150
	第3層	タールフリー変性エポキシ樹脂塗料		340	150
c－1B ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系＋ふっ素樹脂系	第1層(下塗)	有機ジンクリッチペイント		500	75
	第2層(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)		240	60
	第3層(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)		240	60
	第4層(中塗)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗		180	40
	第5層(上塗)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗		140	30

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

的として行う。部分塗装が選択された場合は，部分的な塗膜の劣化や発錆を生じた原因を調査し，その原因を排除する必要がある。原因が排除できない場合は，より防食機能に優れた塗装系を選定する。

(3) 塗替塗装は，旧塗膜の劣化状況に応じた素地調整を行うが，防食設計により決定した塗装仕様に応じて旧塗膜との塗重ね性が不良である場合には，ブラスト処理により全ての旧塗膜を除去する。

(4) 塗替塗装の塗装系は，塗膜の劣化程度，旧塗膜との塗重ね性を考慮して適切な塗装仕様を選定する。標準的な仕様を表3.3-9 に示す。ただし，塗替塗装は，施工条件が新設塗装と比較して次のように異なることに留意する。

1) 旧塗膜を残す場合は，塗重ね塗料の組合わせが限定される。
2) 下地になる旧塗膜が劣化している。
3) 没水部においては塗膜の膨潤，軟化，発錆等があり，大気部においても，白亜化（チョーキング）等による変退色，樹脂の劣化，発錆などがある。
4) 現地環境条件により施工条件面で制約を受けることが多い。

以上を考慮して本要領では，新設塗装系と塗替塗装系の対応を表3.3-10 に示し，これを標準とする。また，対応表にない塗装系については，新設時の塗装組合わせと同様のものまたは使用環境や塗重ね条件の合う塗装系を選定するものとする。

(5) 冬期のように気温が低いと塗料粘度が増大して作業性の悪化，かつ，乾燥不良が原因で問題が発生することから低温用の塗料の使用が望ましい。

表3.3-9　塗替塗装仕様一覧表

記号及び塗装系	工　程	塗　料　名	参考使用量(g/㎡) エアレス	参考使用量(g/㎡) 刷毛塗	参考膜厚(μm)
a－1B ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系	第1層(下塗)	有機ジンクリッチペイント		500	75
	第2層(下塗)	変性エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)		400	100
	第3層(下塗)	変性エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)		400	100
	第4層(中塗)	エポキシ樹脂塗料中塗		180	40
	第5層(上塗)	エポキシ樹脂塗料上塗		170	40
b－1B ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系	第1層(下塗)	有機ジンクリッチペイント		500	75
	第　2　層	変性エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)		400	100
	第　3　層	変性エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)		400	100
	第　4　層	変性エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)		400	100
b－2B ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系	第1層(下塗)	有機ジンクリッチペイント		500	75
	第　2　層	タールフリー変性エポキシ樹脂塗料		340	150
	第　3　層	タールフリー変性エポキシ樹脂塗料		340	150
c－1B ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂系＋ふっ素樹脂系	第1層(下塗)	有機ジンクリッチペイント		500	75
	第2層(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)		240	60
	第3層(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)		240	60
	第4層(中塗)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗		180	40
	第5層(上塗)	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗		140	30

変更理由等

網掛け部は表示されておりません
本文を参照のこと
数値変更無し

上塗等区別がない層については均等割付にて修正

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

記号及び塗装系	工　程	塗　料　名	参考使用量(g/㎡) エアレス	参考使用量(g/㎡) 刷毛塗	参考膜厚(μm)
c－2B ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂塗料＋ポリウレタン樹脂系	第1層(下塗)	有機ジンクリッチペイント		500	75
	第2層(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)		240	60
	第3層(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)		240	60
	第4層(中塗)	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料用中塗		180	40
	第5層(上塗)	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料上塗		140	30
d－1B ガラスフレーク塗料系(ビニルエステル樹脂系)	第1層(下塗)	ガラスフレーク含有塗料用下塗　注iii)		250	80
	第2層(中塗)	ガラスフレーク含有塗料(ビニルエステル樹脂系)		600	300
	第3層(上塗)	ガラスフレーク含有塗料(ビニルエステル樹脂系)		600	300
d－3B 超厚膜エポキシ樹脂系	第1層(下塗)	有機ジンクリッチペイント	350		40
	第2層(下塗)	超厚膜型エポキシ樹脂塗料	1300		300
	第3層(中塗)	エポキシ樹脂塗料中塗　注iv)	220		40
	第4層(上塗)	エポキシ樹脂塗料上塗　注iv)	200		40
d－3 超厚膜エポキシ樹脂系	第1層(下塗)	変性エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	300		60
	第2層(下塗)	超厚膜型エポキシ樹脂塗料	1300		300
	第3層(中塗)	エポキシ樹脂塗料中塗　注iv)	220		40
	第4層(上塗)	エポキシ樹脂塗料上塗　注iv)	200		40
d－4 超厚膜エポキシ樹脂系＋ポリウレタン樹脂系	第1層(下塗)	変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)	300		60
	第2層(下塗)	超厚膜型エポキシ樹脂塗料	1300		300
	第3層(中塗)	ポリウレタン樹脂塗料用中塗	220		40
	第4層(上塗)	ポリウレタン樹脂塗料上塗	170		30
e－1B 水中硬化パテ	第1層(下塗)	水中硬化パテ	－	4000 (ﾍﾗ・ｺﾃ)	2㎜

(注) i) 表中の参考塗布量は、各塗料メーカにより異なることから、目安の参考値として記載しているものである。

ii) 参考使用量（g/㎡）のエアレス及び刷毛　　は各塗装仕様について適用すべき塗装方法を示す。

iii) c－1B，c－2B塗装系においては，上塗り仕上げ塗料としてアクリルシリコン樹脂系塗料を検討しても良い。

iv) ガラスフレーク含有塗料用下塗は塗料メーカーにより種類，塗料使用量，膜厚が異なるので，メーカー推奨値を基本とする。表中の300g/㎡はその一例として使用量を示した。

v) d－3B，d－3塗装系において、第2層目の超厚膜型エポキシ樹脂塗料が1回で1000g/㎡施工のため硬化収縮力が強く，施工上問題となることから，第1層目の有機ジンクリッチペイント，変性エポキシ樹脂塗料下塗（水中部用）は通常の塗膜厚より低めに設定している。

vi) 有機ジンクリッチペイント及び変性エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)のはけ塗りの標準使用量は本来スプレー塗装すべきところをはけで施工するため，1回当たりの膜厚が十分得られないため2回塗りして，塗装仕様の設計膜厚（スプレー塗装1回塗り分）を確保する必要があることを示している。

vii) ケレンの程度及び旧塗装系等各種条件により，この表によりがたい場合には，別途設定するものとする。

(6) 旧塗膜を全て除去する場合は，新設時塗装系または使用環境，寿命等を考え新たな塗装系

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

記号及び塗装系	工　程	塗　料　名	参考使用量(g/㎡) エアレス	参考使用量(g/㎡) 刷毛塗	参考膜厚(μm)
c－2B ジンクリッチペイント＋エポキシ樹脂塗料＋ポリウレタン樹脂系	第1層(下塗)	有機ジンクリッチペイント		500	75
	第2層(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)		240	60
	第3層(下塗)	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)		240	60
	第4層(中塗)	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料用中塗		180	40
	第5層(上塗)	弱溶剤形ポリウレタン樹脂塗料上塗		140	30
d－1B ガラスフレーク塗料系(ビニルエステル樹脂系)	第1層(下塗)	ガラスフレーク含有塗料用下塗　注iii)		250	80
	第2層(中塗)	ガラスフレーク含有塗料(ビニルエステル樹脂系)		600	300
	第3層(上塗)	ガラスフレーク含有塗料(ビニルエステル樹脂系)		600	300
d－3B 超厚膜エポキシ樹脂系	第1層(下塗)	有機ジンクリッチペイント	350		40
	第2層(下塗)	超厚膜型エポキシ樹脂塗料	1300		300
	第3層(中塗)	エポキシ樹脂塗料中塗　注iv)	220		40
	第4層(上塗)	エポキシ樹脂塗料上塗　注iv)	200		40
d－3 超厚膜エポキシ樹脂系	第1層(下塗)	変性エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	300		60
	第2層(下塗)	超厚膜型エポキシ樹脂塗料	1300		300
	第3層(中塗)	エポキシ樹脂塗料中塗　注iv)	220		40
	第4層(上塗)	エポキシ樹脂塗料上塗　注iv)	200		40
d－4 超厚膜エポキシ樹脂系＋ポリウレタン樹脂系	第1層(下塗)	変性エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)	300		60
	第2層(下塗)	超厚膜型エポキシ樹脂塗料	1300		300
	第3層(中塗)	ポリウレタン樹脂塗料用中塗	220		40
	第4層(上塗)	ポリウレタン樹脂塗料上塗	170		30
e－1B 水中硬化パテ	第1層(下塗)	水中硬化パテ	－	4000 (ﾍﾗ・ｺﾃ)	2㎜

(注) i) 表中の参考塗布量は、各塗料メーカにより異なることから、目安の参考値として記載しているものである。

ii) 参考使用量（g/㎡）のエアレス及び刷毛　　は各塗装仕様について適用すべき塗装方法を示す。

iii) c－1B，c－2B塗装系においては，上塗り仕上げ塗料としてアクリルシリコン樹脂系塗料を検討しても良い。

iv) ガラスフレーク含有塗料用下塗は塗料メーカーにより種類，塗料使用量，膜厚が異なるので，メーカー推奨値を基本とする。表中の300g/㎡はその一例として使用量を示した。

v) d－3B，d－3塗装系において、第2層目の超厚膜型エポキシ樹脂塗料が1回で1000g/㎡施工のため硬化収縮力が強く，施工上問題となることから，第1層目の有機ジンクリッチペイント，変性エポキシ樹脂塗料下塗（水中部用）は通常の塗膜厚より低めに設定している。

vi) 有機ジンクリッチペイント及び変性エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)のはけ塗りの標準使用量は本来スプレー塗装すべきところをはけで施工するため，1回当たりの膜厚が十分得られないため2回塗りして，塗装仕様の設計膜厚（スプレー塗装1回塗り分）を確保する必要があることを示している。

vii) 素地調整の程度及び旧塗装系等各種条件により，この表によりがたい場合には，別途設定するものとする。

変更理由等

語句の修正

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

——

の選定を検討することも必要である。

(7) 塗替塗装を繰り返し行い、塗膜の割れ、剥離の発生が大きく、古い塗膜が硬化・伸縮に追従出来なくなったと塗膜劣化調査等から判断される場合、全面ブラストで旧塗膜を除去し塗替塗装を実施する。

表3.3-10　塗替塗装・新設塗装対応表

新設塗装系	塗替塗装系	使用環境
Ａ－１	ａ－１Ｂ	常時水中部及び乾湿交番部等
Ｂ－１	ｂ－１Ｂ	常時水中部及び乾湿交番部等
旧塗装系(タールエポキシ樹脂系)	ｂ－２Ｂ	常時水中部及び乾湿交番部等
Ｃ－１	ｃ－１Ｂ	屋外大気部
Ｃ－２	ｃ－２Ｂ	屋外大気部
Ｄ－１	ｄ－１Ｂ	常時水中部等
Ａ－１	ｄ－３Ｂ	常時水中部及び乾湿交番部等で寿命延長を必要とする場合（超厚膜）
Ｂ－１	ｄ－３	常時水中部及び乾湿交番部等で寿命延長を必要とする場合（超厚膜）
Ｃ－２	ｄ－４	屋外大気部中で寿命延長を必要とする場合（超厚膜）
－	ｅ－１Ｂ	水中部応急補修用

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

(6) 旧塗膜を全て除去する場合は，新設時塗装系または使用環境，寿命等を考え新たな塗装系の選定を検討することも必要である。

(7) 塗替塗装を繰り返し行い、塗膜の割れ、剥離の発生が大きく、古い塗膜が硬化・伸縮に追従出来なくなったと塗膜劣化調査等から判断される場合、全面ブラストで旧塗膜を除去し塗替塗装を実施する。

表3.3-10　塗替塗装・新設塗装対応表

新設塗装系	塗替塗装系	使用環境
Ａ－１	ａ－１Ｂ	常時水中部及び乾湿交番部等
Ｂ－１	ｂ－１Ｂ	常時水中部及び乾湿交番部等
旧塗装系(タールエポキシ樹脂系)	ｂ－２Ｂ	常時水中部及び乾湿交番部等
Ｃ－１	ｃ－１Ｂ	屋外大気部
Ｃ－２	ｃ－２Ｂ	屋外大気部
Ｄ－１	ｄ－１Ｂ	常時水中部等
Ａ－１	ｄ－３Ｂ	常時水中部及び乾湿交番部等で寿命延長を必要とする場合（超厚膜）
Ｂ－１	ｄ－３	常時水中部及び乾湿交番部等で寿命延長を必要とする場合（超厚膜）
Ｃ－２	ｄ－４	屋外大気部中で寿命延長を必要とする場合（超厚膜）
－	ｅ－１Ｂ	水中部応急補修用

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

第４章　機械設備の塗装

４－１　水門設備

１．水門・堰等の設備は，設置環境，使用形態，水質等に応じた適切な防食方法を選定する。

【解　説】

１．対象設備

本要領での対象設備を用途別に分類すると以下のとおりである。

水門扉の用途		
ダム	放流設備	主ゲート
		副ゲート及び予備ゲート
		バルブ
	選択取水設備	選択取水ゲート
	その他	修理用ゲート
		試験湛水用ゲート
		仮排水路閉塞用ゲート
河川	堰用ゲート	
	水門・樋門樋管用ゲート	
	修理用ゲート	

水門設備はダム・堰・水門等，常時水中にあるか，湿潤状態にあり，また水質，流水，風雨，日光，温度差など，厳しい条件にさらされている。これらの設備は国民生活の安全・安心を確保する重要な設備であり，長期に渡り安全に稼働する必要がある。防食に関しても，合理的に行う必要から標準的な方法を示した。

２．水門設備の腐食

水門設備は他の陸上構造物と異なり，接する環境が没水部，乾湿交番部及び大気環境部に分かれ，また機能的には常時没水あるいは大気暴露されたり，没水と大気暴露が交互に繰返される乾湿交番の場合などがあり，それぞれの腐食特性を有している。

没水部の腐食環境としては，通常のダム・発電用ゲートは中性河川水である淡水に接しており，防潮ゲートでは海水に，河口堰では下流側は海水または塩分濃度の高い水に接している。河口に近い水門の場合は，海洋生物の付着による可動部分の機能障害や扉体の重量増加なども問題となるので，海洋生物付着対策も必要である。

この他特殊な例として，pH４以下の酸性河川水の場合もある。

大気暴露環境部も水門設備が設置される環境が海岸，都市工業及び山間・田園地域など多種多様であるため，その腐食環境に適した防食対策を行う必要がある。

（1）腐食形態

1）没水部の腐食

水門設備の没水部における腐食は，①異種金属接触，②水質，③流速，④通気差電池，⑤微生物などが関係し，これらが重なりあった複雑な過程をもって進行していく。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

第４章　機械設備の塗装

４－１　水門設備

１．水門・堰等の設備は，設置環境，使用形態，水質等に応じた適切な防食方法を選定する。

【解　説】

１．対象設備

本要領での対象設備を用途別に分類すると以下のとおりである。

水門扉の用途		
ダム	放流設備	主ゲート
		副ゲート及び予備ゲート
		バルブ
	選択取水設備	選択取水ゲート
	その他	修理用ゲート
		試験湛水用ゲート
		仮排水路閉塞用ゲート
河川	堰用ゲート	
	水門・樋門樋管用ゲート	
	修理用ゲート	

水門設備はダム・堰・水門等，常時水中にあるか，湿潤状態にあり，また水質，流水，風雨，日光，温度差など，厳しい条件にさらされている。これらの設備は国民生活の安全・安心を確保する重要な設備であり，長期に渡り安全に稼働する必要がある。防食に関しても，合理的に行う必要から標準的な方法を示した。

２．水門設備の腐食

水門設備は他の陸上構造物と異なり，接する環境が没水部，乾湿交番部及び大気環境部に分かれ，また機能的には常時没水あるいは大気暴露されたり，没水と大気暴露が交互に繰返される乾湿交番の場合などがあり，それぞれの腐食特性を有している。

没水部の腐食環境としては，通常のダム・発電用ゲートは中性河川水である淡水に接しており，防潮ゲートでは海水に，河口堰では下流側は海水または塩分濃度の高い水に接している。河口に近い水門の場合は，海洋生物の付着による可動部分の機能障害や扉体の重量増加なども問題となるので，海洋生物付着対策も必要である。

この他特殊な例として，pH４以下の酸性河川水の場合もある。

大気暴露環境部も水門設備が設置される環境が海岸，都市工業及び山間・田園地域など多種多様であるため，その腐食環境に適した防食対策を行う必要がある。

（1）腐食形態

1）没水部の腐食

水門設備の没水部における腐食は，①異種金属接触，②水質，③流速，④通気差電池，⑤微生物などが関係し，これらが重なりあった複雑な過程をもって進行していく。

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
① 異種金属接触による腐食 ２－１　２．(1) 異種金属接触腐食 参照。 水門設備は，各種異種金属が使用されており，例えば，戸当り金物や扉体の一部に使用されたステンレス鋼と普通鋼との組合わせでは，ステンレス鋼に対し普通鋼が卑の電位を示し，アノードとして働くため，普通鋼が腐食する。異種金属接触腐食の程度は，金属の組合わせ（電位差），金属の面積比，分極特性及び溶液の電気伝導度などによって影響を受ける。 淡水は伝導度が海水に比して小さいので，腐食程度も少ないのが一般的である。 ② 水質の影響 水門が設置される河川や河口付近の水質は，常時一定ではなく河川やダム湖の環境により非常に異なると共に，季節（特に水温），流量，水深，微生物及び河口での潮の干満などの影響を受けて変動する。 ③ 流速の影響による腐食 淡水では，一般的に流速をあげると鋼材表面への酸素の供給が促進されるので腐食速度は増大するが，ある流速以上になると表面に不動態被膜が形成され腐食は減少する。さらに高流速になると，不動態被膜の破壊により腐食は再び増大する。 ④ 通気差電池による腐食 ２－１　２．(2) すき間腐食 参照。 ⑤ 微生物による腐食 ２－１　２．(4) 微生物腐食 参照。 2) 大気部の腐食 水門の扉体や開閉装置などが接する大気部は，気温，湿度，降雨や結露などのぬれ，海塩粒子，大気汚染物質及び太陽光線などの諸因子の要因を受ける。このうち塗膜劣化の最大因子は太陽光線の紫外線である。また，海岸近くに設置される防潮ゲートや河口堰は，立地条件から海塩粒子の付着量が多いため，鋼材やステンレス鋼の腐食及び塗膜劣化の主因子となる。 (2) 防食法の概要と選定基準 ２－１　４．参照。 水門設備の防食方法には，被覆（塗装）または耐食材料による方法があるが，選定にあたっては，使用環境，規模，構造・形状，使用条件，補修の難易，景観及び経済性などを考慮する必要がある。また，水中部については，構造物に使用される金属の組合わせ（異種金属間の電位差）や選定する防食法の他の構造物への影響を考慮して採用する必要がある。 水門設備に適用される各防食法の選定の目安を 表4.1-1 に示す。	① 異種金属接触による腐食 ２－１　２．(1) 異種金属接触腐食 参照。 水門設備は，各種異種金属が使用されており，例えば，戸当り金物や扉体の一部に使用されたステンレス鋼と普通鋼との組合わせでは，ステンレス鋼に対し普通鋼が卑の電位を示し，アノードとして働くため，普通鋼が腐食する。異種金属接触腐食の程度は，金属の組合わせ（電位差），金属の面積比，分極特性及び溶液の電気伝導度などによって影響を受ける。 淡水は伝導度が海水に比して小さいので，腐食程度も少ないのが一般的である。 ② 水質の影響 水門が設置される河川や河口付近の水質は，常時一定ではなく河川やダム湖の環境により非常に異なると共に，季節（特に水温），流量，水深，微生物及び河口での潮の干満などの影響を受けて変動する。 ③ 流速の影響による腐食 淡水では，一般的に流速をあげると鋼材表面への酸素の供給が促進されるので腐食速度は増大するが，ある流速以上になると表面に不動態被膜が形成され腐食は減少する。さらに高流速になると，不動態被膜の破壊により腐食は再び増大する。 ④ 通気差電池による腐食 ２－１　２．(2) すき間腐食 参照。 ⑤ 微生物による腐食 ２－１　２．(4) 微生物腐食 参照。 2) 大気部の腐食 水門の扉体や開閉装置などが接する大気部は，気温，湿度，降雨や結露などのぬれ，海塩粒子，大気汚染物質及び太陽光線などの諸因子の要因を受ける。このうち塗膜劣化の最大因子は太陽光線の紫外線である。また，海岸近くに設置される防潮ゲートや河口堰は，立地条件から海塩粒子の付着量が多いため，鋼材やステンレス鋼の腐食及び塗膜劣化の主因子となる。 (2) 防食法の概要と選定基準 ２－１　４．参照。 水門設備の防食方法には，被覆（塗装）または耐食材料による方法があるが，選定にあたっては，使用環境，規模，構造・形状，使用条件，補修の難易，景観及び経済性などを考慮する必要がある。また，水中部については，構造物に使用される金属の組合わせ（異種金属間の電位差）や選定する防食法の他の構造物への影響を考慮して採用する必要がある。 水門設備に適用される各防食法の選定の目安を 表4.1-1 に示す。	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表4.1-1　防食方法の選定の目安

項目 ＼ 防食方法	水中		大気中		適用例
	海水・汚染水	淡水	海岸・都市部	その他	
塗装	○	○	○	○	多数
金属溶射	×	×	○	○	操作盤，架台類
溶融亜鉛めっき	×	×	○	○	管理橋，架台類
電気防食	○	△	×	×	放流管
耐食性材料	○	○	○	○	戸当り，放流管，扉体
塗装と電気防食併用	○	△	×	×	河口堰ゲート扉体

ただし　○：適用可能
　　△：実施例が少ない
　　×：適用不可

(3) 防食工法の選定

1) 施設を扉体・戸当りと開閉装置・付属設備に区分して，選定の目安となる防食工法を表4.1-2 に示す。

表4.1-2　防食工法の選定の目安

区分	設置環境・使用条件等	塗装	溶融亜鉛めっき	金属溶射	ステンレス鋼	耐候性鋼
扉体・戸当り	景観対策で色彩設計を要するもの	○	△	△	－	－
	常時は大気中にあるもの	○	○	○	○	－
	主に水中または喫水状態のもの	○	×	×	○	－
開閉装置・付属設備	景観対策で色彩設計を要するもの	○	－	－	－	－
	その他	○	○	○	－	○

(注)　○：選定対象　　×：不適
　　△：〃　(塗装との併用)　　－：選定対象外

3．被覆防食

(1) 塗装仕様は，機械設備の防錆を目的とし塗膜の耐久性，耐候性等防錆機能を発揮するものでなければならない。塗装仕様の選定にあたっては，機械設備の腐食環境条件，材質，構造，形状，及び製作工程，作業条件等に考慮する必要がある。

1) 塗装の防食性能は，塗料により異なるが一般的に次のとおりである。

① 塗膜が表面を被膜して腐食因子（酸素，水，塩化物）を遮断するとともに絶縁体となって腐食電流の流れを遮断する。

② 亜鉛の犠牲陽極作用により鉄がイオン化して溶出するのを抑制する。

③ 塗装は，一般的に１次プライマー，下塗り，中塗り，上塗りで構成されており，それぞれ異なった機能が要求されているため塗装系における塗料の組合わせが悪かったり，異なる製造者の塗料を使用したりすると塗膜の密着性が悪くなり，層間剥離やしわになることもあるので注意しなければならない。

2) 塗装仕様は，工場塗装，現場塗装，塗替塗装及び水中塗装に大別され，さらに使用条件により常時大気部，干満部，常時水中部に分かれる。塗装仕様の選定にあたっては，機械設備の使用条件にあったものでなければならない。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表4.1-1　防食方法の選定の目安

項目 ＼ 防食方法	水中		大気中		適用例
	海水・汚染水	淡水	海岸・都市部	その他	
塗装	○	○	○	○	多数
金属溶射	×	×	○	○	操作盤，架台類
溶融亜鉛めっき	×	×	○	○	管理橋，架台類
電気防食	○	△	×	×	放流管
耐食性材料	○	○	○	○	戸当り，放流管，扉体
塗装と電気防食併用	○	△	×	×	河口堰ゲート扉体

ただし　○：適用可能
　　△：実施例が少ない
　　×：適用不可

(3) 防食工法の選定

1) 施設を扉体・戸当りと開閉装置・付属設備に区分して，選定の目安となる防食工法を表4.1-2 に示す。

表4.1-2　防食工法の選定の目安

区分	設置環境・使用条件等	塗装	溶融亜鉛めっき	金属溶射	ステンレス鋼	耐候性鋼
扉体・戸当り	景観対策で色彩設計を要するもの	○	△	△	－	－
	常時は大気中にあるもの	○	○	○	○	－
	主に水中または喫水状態のもの	○	×	×	○	－
開閉装置・付属設備	景観対策で色彩設計を要するもの	○	－	－	－	－
	その他	○	○	○	－	○

(注)　○：選定対象　　×：不適
　　△：〃　(塗装との併用)　　－：選定対象外

3．被覆防食

(1) 塗装仕様は，機械設備の防錆を目的とし塗膜の耐久性，耐候性等防錆機能を発揮するものでなければならない。塗装仕様の選定にあたっては，機械設備の腐食環境条件，材質，構造，形状，及び製作工程，作業条件等に考慮する必要がある。

1) 塗装の防食性能は，塗料により異なるが一般的に次のとおりである。

① 塗膜が表面を被膜して腐食因子（酸素，水，塩化物）を遮断するとともに絶縁体となって腐食電流の流れを遮断する。

② 亜鉛の犠牲陽極作用により鉄がイオン化して溶出するのを抑制する。

③ 塗装は，一般的に１次プライマー，下塗り，中塗り，上塗りで構成されており，それぞれ異なった機能が要求されているため塗装系における塗料の組合わせが悪かったり，異なる製造者の塗料を使用したりすると塗膜の密着性が悪くなり，層間剥離やしわになることもあるので注意しなければならない。

2) 塗装仕様は，工場塗装，現場塗装，塗替塗装及び水中塗装に大別され，さらに使用条件により常時大気部，干満部，常時水中部に分かれる。塗装仕様の選定にあたっては，機械設備の使用条件にあったものでなければならない。

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
① 工場塗装は，品質，施工性等を考慮して上塗りまでの全工場塗装とする。 全工場塗装が不可能であり，工場塗装と現場塗装に分割する場合は，エポキシ樹脂ＭＩＯ塗料を塗布することがある。なお，現場溶接部，及び塗膜損傷の補修部の現場塗装と工場塗装に色調差が生じる場合もある。 ② 現場塗装は,素地調整,塗装作業が一般部と異なるため塗装仕様を区別する必要がある。 また，工場塗装部と現場塗装部の色調差を防止するため高耐候性及び変退色性を考慮することが必要である。 ③ 塗替塗装は，機械設備の防食性，彩色性等を付加するものである。そのため塗装仕様は，塗膜劣化状態，環境，作業条件等によって選定する。 ④ 没水部，湿潤部等で乾燥時間が十分とれない部位の塗替塗装については，水中硬化型塗料を採用することができる。 水中硬化型塗料は，海洋構造物等海水中で広く使用されており，水門扉，放流管への使用が，試験的に行われている。水中硬化型塗料には，パテタイプとペイントタイプがある。パテタイプは，非常に厚い塗膜が得られるが，パテ状の塗料を手で圧着し被覆するもので，複雑な構造物には不向きである。また，淡水中では付着力が低いものがあるので検討を要する。 なお，補助的に金網を被塗物に設置して付着力の向上を図る場合もある。 ペイントタイプは，はけ塗り可能なものと，ヘラ，コテにより施工するものがある。前者は，主として湿潤部に使用し，後者は，没水部に使用することが多い。素地調整は，ISO Sa1/2以上が推奨されているが旧塗膜がエポキシ樹脂系で素地調整ISO St3.0で塗重ねを行った事例がある。 多種の塗料が開発されているが，一般の塗料と比べ取り扱いが難しいので旧塗膜，塗替面積，施工条件に応じた塗料を採用する。 塗装仕様は，第３章に示したそれぞれの塗装仕様から選択するものとする。 新設塗装仕様は，表3.3-5，現場接合部の塗装仕様は，表3.3-8，塗替塗装仕様は，表3.3-9 より選択する。 3) 塗装仕様は，設置される環境により異なるために，環境条件をよく検討し選定する必要がある。環境区分は次に定めるとおりとする。新設時の適用塗装仕様を 表4.1-3 に示す。 ① 常時水中にある水門扉あるいは設備 常時または，数週間に渡って水中にある水門扉あるいは，設備である。水中にある機会が少ないものであっても，本質的に水中にある期間が数週間になる可能性のあるものも含む。 ② 常時大気部にある開閉装置室や管理橋など常時大気中にある設備	① 工場塗装は，品質，施工性等を考慮して上塗りまでの全工場塗装とする。 全工場塗装が不可能であり，工場塗装と現場塗装に分割する場合は，エポキシ樹脂ＭＩＯ塗料を塗布することがある。なお，現場溶接部，及び塗膜損傷の補修部の現場塗装と工場塗装に色調差が生じる場合もある。 ② 現場塗装は,素地調整,塗装作業が一般部と異なるため塗装仕様を区別する必要がある。 また，工場塗装部と現場塗装部の色調差を防止するため高耐候性及び変退色性を考慮することが必要である。 ③ 塗替塗装は，機械設備の防食性，彩色性等を付加するものである。そのため塗装仕様は，塗膜劣化状態，環境，作業条件等によって選定する。 ④ 没水部，湿潤部等で乾燥時間が十分とれない部位の塗替塗装については，水中硬化型塗料を採用することができる。 水中硬化型塗料は，海洋構造物等海水中で広く使用されており，水門扉，放流管への使用が，試験的に行われている。水中硬化型塗料には，パテタイプとペイントタイプがある。パテタイプは，非常に厚い塗膜が得られるが，パテ状の塗料を手で圧着し被覆するもので，複雑な構造物には不向きである。また，淡水中では付着力が低いものがあるので検討を要する。 なお，補助的に金網を被塗物に設置して付着力の向上を図る場合もある。 ペイントタイプは，はけ塗り可能なものと，ヘラ，コテにより施工するものがある。前者は，主として湿潤部に使用し，後者は，没水部に使用することが多い。素地調整は，ISO Sa1/2以上が推奨されているが旧塗膜がエポキシ樹脂系で素地調整ISO St3.0で塗重ねを行った事例がある。 多種の塗料が開発されているが，一般の塗料と比べ取り扱いが難しいので旧塗膜，塗替面積，施工条件に応じた塗料を採用する。 塗装仕様は，第３章に示したそれぞれの塗装仕様から選択するものとする。 新設塗装仕様は，表3.3-5，現場接合部の塗装仕様は，表3.3-8，塗替塗装仕様は，表3.3-9 より選択する。 3) 塗装仕様は，設置される環境により異なるために，環境条件をよく検討し選定する必要がある。環境区分は次に定めるとおりとする。新設時の適用塗装仕様を 表4.1-3 に示す。 ① 常時水中にある水門扉あるいは設備 常時または，数週間に渡って水中にある水門扉あるいは，設備である。水中にある機会が少ないものであっても，本質的に水中にある期間が数週間になる可能性のあるものも含む。 ② 常時大気部にある開閉装置室や管理橋など常時大気中にある設備	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表4.1-3　適用塗装仕様一覧

塗装対象部＼環境区分		常時水中にあるゲート或いは設備		大気部 一般	大気部 景観対策	内面
扉体・戸当り		A－1	B－1	C－2	C－1	B－1
スクリーン		A－1	B－1	C－2	C－1	－
開閉装置	屋内	－	－	C－2	－	－
	屋外	－	－	C－2	C－1	－
付属設備	取水塔架構	A－1	B－1	C－2	C－1	－
	開閉装置架台	－	－	C－2	C－1	－
	操作橋	－	－	C－2	C－1	－
	開閉装置室	－	－	C－2	C－1	－
	手すり，階段防護柵	－	－	C－2	C－1	－
強い衝撃を受ける設備*i)		D－1	D－2	－	－	－

（注）ⅰ）　強い衝撃を受ける設備とは，飛沫部，流木によるダメージ，高速流が流下する放流管等の機械的なダメージを受ける設備をいう。
ⅱ）　機械部品類等の購入製品は，対象外とする。
ⅲ）　予備ゲート等の一時的に水中に没する設備については塗装仕様Ｂ－１とする。

(2) 溶融亜鉛めっき

溶融亜鉛めっきは，主として大気中で使用される鋼材の防食方法として実績がある。

めっき層は，鋼面に接する合金層（金属間化合物），純亜鉛層の２層から成り，鋼面への密着性と，表面に形成されるち密な酸化物及び炭酸亜鉛保護被膜による耐食性，鋼面に対する犠牲防食作用の３つを特長としている。

溶融亜鉛めっきの耐食性は，腐食環境によって異なり，また，膜厚にも影響される。犠牲防食作用の及ぶ範囲にも限度があるので，塗装同様ピンホールや機械的損傷に注意が必要である。

1) 溶融亜鉛めっきの種類，付着量等は，JISではH 8641に規定がある。

溶融亜鉛めっきは，430～550℃の亜鉛浴槽に鉄鋼部材を浸漬し，その表面にめっき層を形成させるものである。複雑な形状の構造物にも適用できるが，大型構造物では亜鉛浴槽の大きさに制約を受けるので，事前に検討を行う必要がある。また，めっき時の熱応力によるひずみ，ねじれ，やせ馬及び高力ボルト接合添接部の処理方法についても，あらかじめ配慮する必要がある。

溶融亜鉛めっきを施工する箇所は，将来において保守管理が困難と予想される箇所を対象とし，開閉装置架台，操作橋，手摺，階段，防護柵，係船設備等で，大気中に設置されている設備が一般的である。

2) 溶融亜鉛めっきの施工は，JISではH 8641に規定されている。

3) 使用上の注意事項

① 水中における亜鉛めっきの損耗は，溶存酸素，炭酸ガスによって加速される。また，めっき層はpH7～12の間で安定であるので，水質環境がpH7以下，pH12以上の場合や被膜のアルカリ剥離に注意が必要である。

② 加温は腐食を促進する。使用範囲としては40℃以下が望ましく，また約60℃で極性が逆

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表4.1-3　適用塗装仕様一覧

塗装対象部＼環境区分		常時水中にあるゲート或いは設備		大気部 一般	大気部 景観対策	内面
扉体・戸当り		A－1	B－1	C－2	C－1	B－1
スクリーン		A－1	B－1	C－2	C－1	－
開閉装置	屋内	－	－	C－2	－	－
	屋外	－	－	C－2	C－1	－
付属設備	取水塔架構	A－1	B－1	C－2	C－1	－
	開閉装置架台	－	－	C－2	C－1	－
	操作橋	－	－	C－2	C－1	－
	開閉装置室	－	－	C－2	C－1	－
	手すり，階段防護柵	－	－	C－2	C－1	－
強い衝撃を受ける設備*i)		D－1	D－2	－	－	－

（注）ⅰ）　強い衝撃を受ける設備とは，飛沫部，流木によるダメージ，高速流が流下する放流管等の機械的なダメージを受ける設備をいう。
ⅱ）　機械部品類等の購入製品は，対象外とする。
ⅲ）　予備ゲート等の一時的に水中に没する設備については塗装仕様Ｂ－１とする。

(2) 溶融亜鉛めっき

溶融亜鉛めっきは，主として大気中で使用される鋼材の防食方法として実績がある。

めっき層は，鋼面に接する合金層（金属間化合物），純亜鉛層の２層から成り，鋼面への密着性と，表面に形成されるち密な酸化物及び炭酸亜鉛保護被膜による耐食性，鋼面に対する犠牲防食作用の３つを特長としている。

溶融亜鉛めっきの耐食性は，腐食環境によって異なり，また，膜厚にも影響される。犠牲防食作用の及ぶ範囲にも限度があるので，塗装同様ピンホールや機械的損傷に注意が必要である。

1) 溶融亜鉛めっきの種類，付着量等は，JISではH 8641に規定がある。

溶融亜鉛めっきは，430～550℃の亜鉛浴槽に鉄鋼部材を浸漬し，その表面にめっき層を形成させるものである。複雑な形状の構造物にも適用できるが，大型構造物では亜鉛浴槽の大きさに制約を受けるので，事前に検討を行う必要がある。また，めっき時の熱応力によるひずみ，ねじれ，やせ馬及び高力ボルト接合添接部の処理方法についても，あらかじめ配慮する必要がある。

溶融亜鉛めっきを施工する箇所は，将来において保守管理が困難と予想される箇所を対象とし，開閉装置架台，操作橋，手摺，階段，防護柵，係船設備等で，大気中に設置されている設備が一般的である。

2) 溶融亜鉛めっきの施工は，JISではH 8641に規定されている。

3) 使用上の注意事項

① 水中における亜鉛めっきの損耗は，溶存酸素，炭酸ガスによって加速される。また，めっき層はpH7～12の間で安定であるので，水質環境がpH7以下，pH12以上の場合や被膜のアルカリ剥離に注意が必要である。

② 加温は腐食を促進する。使用範囲としては40℃以下が望ましく，また約60℃で極性が逆

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

転（めっき層が鋼より貴な電位をもつ金属となる）することがあるので注意が必要である。

③ ステンレス鋼と亜鉛めっき鋼を併用する場合，電位差がより大きくなり異種金属接触腐食し，めっき層の溶出が促進されるので，極力避けるように配慮する。

④ コンクリートに埋設される部分にめっきが施されていても，付着力には実用上支障がない。

⑤ 溶融亜鉛めっきを使用する場合，ひずみ等の発生により性能に影響するものについては使用しない。

(3) 金属溶射

1) 金属を高温炎やアークで溶かし，これを微粒として吹付ける方法を金属溶射法と呼び，亜鉛及びアルミニウムが鉄鋼の防錆用として広く実用化されている。

溶射方式は，①高温炎式溶射と，②電気式溶射がある。

2) 防食を目的とする金属溶射は，JISでは次の規定がある。

亜鉛・アルミニウム及びそれら合金の溶射　JIS H 8300

表4.1-4　溶射材料と適用環境

溶射材料	適用環境
亜鉛	・清浄な大気中 ・海塩粒子の影響を受けない大気中
アルミニウム	・清浄な大気中 ・亜硫酸ガスを含む大気中 ・海塩粒子の影響を受ける大気中
亜鉛・アルミニウム合金	亜鉛及びアルミニウムに同じ ただし，① 被膜厚が両者よりも薄膜でよい ② 溶射被膜単独では色が黒くなる。

3) 溶射材料による適用環境を表4.1-4に示す。

溶射被膜の後処理については，その目的によって次の３つに代表される。

① 溶射被膜のまま

② 溶射被膜＋封孔処理

③ 溶射被膜＋封孔処理＋塗装

封孔処理とは，多孔質である溶射被膜層中に封孔剤または塗料を含浸させるものである。溶射後速やか（４時間以内）に施工することが望ましい。

この封孔処理を施された溶射被膜は，防食性を維持する効果を持つ他に，溶射被膜の汚れを防止する効果を併せもっている。封孔剤には，溶射被膜に良く浸透し，防錆防食性を有する系として，ビニール系樹脂，エポキシ系樹脂，フェノール系樹脂などがある。

一方，塗装に関しては，下塗り塗料に留意が必要である。すなわち，下塗りとして使用される塗料は，溶射被膜との付着性がよいものを選択する。第一層目として使用可能な塗料の例としては，エッチングプライマー，脂肪酸を含有しない樹脂系の塗料，エポキシ系樹脂，ビニール系樹脂，フェノール系樹脂等がある。

4) 金属溶射の施工上の注意点

① 溶射吹付回数の区分判断が難しいため，施工管理に注意が必要である。

② 下地処理は，溶射被膜との密着性を確保するための凹凸粗面にしなければならず，一種ケレンのISO 8501-1Sa2 1/2以上が必要である。

③ 下地処理で凹凸粗面が得られない場合は，溶射用下地処理剤をエアスプレー塗装する方

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

転（めっき層が鋼より貴な電位をもつ金属となる）することがあるので注意が必要である。

③ ステンレス鋼と亜鉛めっき鋼を併用する場合，電位差がより大きくなり異種金属接触腐食し，めっき層の溶出が促進されるので，極力避けるように配慮する。

④ コンクリートに埋設される部分にめっきが施されていても，付着力には実用上支障がない。

⑤ 溶融亜鉛めっきを使用する場合，ひずみ等の発生により性能に影響するものについては使用しない。

(3) 金属溶射

1) 金属を高温炎やアークで溶かし，これを微粒として吹付ける方法を金属溶射法と呼び，亜鉛及びアルミニウムが鉄鋼の防錆用として広く実用化されている。

溶射方式は，①高温炎式溶射と，②電気式溶射がある。

2) 防食を目的とする金属溶射は，JISでは次の規定がある。

亜鉛・アルミニウム及びそれら合金の溶射　JIS H 8300

表4.1-4　溶射材料と適用環境

溶射材料	適用環境
亜鉛	・清浄な大気中 ・海塩粒子の影響を受けない大気中
アルミニウム	・清浄な大気中 ・亜硫酸ガスを含む大気中 ・海塩粒子の影響を受ける大気中
亜鉛・アルミニウム合金	亜鉛及びアルミニウムに同じ ただし，① 被膜厚が両者よりも薄膜でよい ② 溶射被膜単独では色が黒くなる。

3) 溶射材料による適用環境を表4.1-4に示す。

溶射被膜の後処理については，その目的によって次の３つに代表される。

① 溶射被膜のまま

② 溶射被膜＋封孔処理

③ 溶射被膜＋封孔処理＋塗装

封孔処理とは，多孔質である溶射被膜層中に封孔剤または塗料を含浸させるものである。溶射後速やか（４時間以内）に施工することが望ましい。

この封孔処理を施された溶射被膜は，防食性を維持する効果を持つ他に，溶射被膜の汚れを防止する効果を併せもっている。封孔剤には，溶射被膜に良く浸透し，防錆防食性を有する系として，ビニール系樹脂，エポキシ系樹脂，フェノール系樹脂などがある。

一方，塗装に関しては，下塗り塗料に留意が必要である。すなわち，下塗りとして使用される塗料は，溶射被膜との付着性がよいものを選択する。第一層目として使用可能な塗料の例としては，エッチングプライマー，脂肪酸を含有しない樹脂系の塗料，エポキシ系樹脂，ビニール系樹脂，フェノール系樹脂等がある。

4) 金属溶射の施工上の注意点

① 溶射吹付回数の区分判断が難しいため，施工管理に注意が必要である。

② 下地処理は，溶射被膜との密着性を確保するための凹凸粗面にしなければならず，１種のISO 8501-1Sa2 1/2以上が必要である。

③ 下地処理で凹凸粗面が得られない場合は，溶射用下地処理剤をエアスプレー塗装する方

変更理由等

語句の修正

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
法がある。溶射用下地処理剤の組成は，一般的にエポキシ樹脂とセラミック粒子が用いられる。 ④ 被膜厚を150μm以上とする場合には，接着強度が低下すること（溶射被膜の表面温度が100℃以上となり，冷却時の熱歪みで溶射被膜は素地から剥離する）があるので，溶射被膜表面の温度が上がり過ぎないように，何回かに分けて溶射するか，または予熱する必要がある。 ⑤ 複雑な構造，ノズルの入らない狭い箇所には適さない。また，鋭角部の面取りを必要とする。 4．材料による防食 材料による防食とは，ステンレス材料，耐候性鋼，耐海水鋼等があり，使用環境・条件，保守管理条件等を考慮し選定する。 (1) ステンレス材料 ステンレスクラッド鋼とは片面ステンレスクラッド鋼を示し，両面クラッド鋼とは両面ステンレスクラッド鋼を示す。 1) 取水設備の鋼製取水塔，取水口スクリーンなど，常時水中にあり，水位低下が容易でない箇所は再塗装が困難である。このような箇所には，ステンレス鋼またはステンレスクラッド鋼を使用する。 2) 戸溝にはまり込んだ扉体の端面，ジェットフローゲートなどのボンネットの内側，空気管の内面など，手や身体が入らず再塗装の困難な箇所には，ステンレス鋼またはステンレスクラッド鋼を使用する。 3) 扉体のガイドローラのレール，スプリング式ガイドローラ，マンホールヒンジ部など，塗膜が損傷しやすい箇所では，ステンレス鋼またはステンレスクラッド鋼を使用する。 4) ボルト・ナット，板の端・角などは塗膜の付着がほとんど期待できない。このような箇所には，ステンレス鋼を使用する。 5) 戸当りカバープレート，アンカパッドなど取替えが困難な箇所には，ステンレス鋼またはステンレスクラッド鋼を使用する。 6) 足場掛けなどが容易でない箇所には，ステンレス鋼またはステンレスクラッド鋼を使用する。 7) 常時水中または湿潤な環境で，広いステンレス鋼露出面上に炭素鋼が局部的に露出している場合には，異種金属接触腐食により炭素鋼が腐食するため，炭素鋼をステンレス鋼に置き換えなければならない。環境条件によって異なるが炭素鋼の面積がステンレス鋼の面積より小さくなる場合には，腐食速度が大きくなるため炭素鋼にかわりステンレス鋼を使用する。 参考として，河川・ダム施設の淡水環境下におけるステンレス鋼の種類とこれまでに実績に基づいた一般的用途を 表4.1-5 に示す。	法がある。溶射用下地処理剤の組成は，一般的にエポキシ樹脂とセラミック粒子が用いられる。 ④ 被膜厚を150μm以上とする場合には，接着強度が低下すること（溶射被膜の表面温度が100℃以上となり，冷却時の熱歪みで溶射被膜は素地から剥離する）があるので，溶射被膜表面の温度が上がり過ぎないように，何回かに分けて溶射するか，または予熱する必要がある。 ⑤ 複雑な構造，ノズルの入らない狭い箇所には適さない。また，鋭角部の面取りを必要とする。 4．材料による防食 材料による防食とは，ステンレス材料，耐候性鋼，耐海水鋼等があり，使用環境・条件，保守管理条件等を考慮し選定する。 (1) ステンレス材料 ステンレスクラッド鋼とは片面ステンレスクラッド鋼を示し，両面クラッド鋼とは両面ステンレスクラッド鋼を示す。 1) 取水設備の鋼製取水塔，取水口スクリーンなど，常時水中にあり，水位低下が容易でない箇所は再塗装が困難である。このような箇所には，ステンレス鋼またはステンレスクラッド鋼を使用する。 2) 戸溝にはまり込んだ扉体の端面，ジェットフローゲートなどのボンネットの内側，空気管の内面など，手や身体が入らず再塗装の困難な箇所には，ステンレス鋼またはステンレスクラッド鋼を使用する。 3) 扉体のガイドローラのレール，スプリング式ガイドローラ，マンホールヒンジ部など，塗膜が損傷しやすい箇所では，ステンレス鋼またはステンレスクラッド鋼を使用する。 4) ボルト・ナット，板の端・角などは塗膜の付着がほとんど期待できない。このような箇所には，ステンレス鋼を使用する。 5) 戸当りカバープレート，アンカパッドなど取替えが困難な箇所には，ステンレス鋼またはステンレスクラッド鋼を使用する。 6) 足場掛けなどが容易でない箇所には，ステンレス鋼またはステンレスクラッド鋼を使用する。 7) 常時水中または湿潤な環境で，広いステンレス鋼露出面上に炭素鋼が局部的に露出している場合には，異種金属接触腐食により炭素鋼が腐食するため，炭素鋼をステンレス鋼に置き換えなければならない。環境条件によって異なるが炭素鋼の面積がステンレス鋼の面積より小さくなる場合には，腐食速度が大きくなるため炭素鋼にかわりステンレス鋼を使用する。 参考として，河川・ダム施設の淡水環境下におけるステンレス鋼の種類とこれまでに実績に基づいた一般的用途を 表4.1-5 に示す。	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表4.1-5　ステンレス鋼の種類と用途

分　類	種　　類	用途の例
オ　ー　ス　テ　ナ　イ　ト　系	SUS304	構造物の防食全般扉体，戸当り及び固定部，ローラ，シーブ軸，ワイヤロープ，放流管管胴，整流板
	SUS304L	
	SUS304N2	ローラ踏面板，ローラ，シーブ軸，シリンダロッド
	SUS316	汽水に接する扉体，戸当り及び固定部，ローラ，シーブ軸，ワイヤロープ，放流管管胴，整流板
	SUS316L	
マ　ル　テ　ン　サ　イ　ト　系	SUS403	高荷重がかかる軸受等ローラ，シーブ，トラニオン軸
	SUS410	
オーステナイト・フェライト系	SUS329J1L	ローラ踏面板等
	SUS329J4L	
マルテンサイト系析出硬化型	SUS630	主ローラ軸等
ス　テ　ン　レ　ス　鋳　鋼	SCS13	主ローラ，シーブ等
	SCS14	
	SCS16	
	SCS19	

8）異種金属接触腐食への対策として，異種金属の混用が避けられない場合は，ステンレス鋼を使用する際には，以下に示す項目に十分留意して設計を行わなければならない。

① ステンレス鋼と炭素鋼との突合せ溶接部

炭素鋼の腐食対策として炭素鋼側の塗装を溶接ビードをまたぎステンレス鋼側に塗装を行う場合にどの程度の幅が有効であるかについてダム湖において暴露実験を行った結果を図4.1-1 に示す。異種金属接触腐食試験片（タイプＡとタイプＢ）の腐食速度は最大腐食深さから計算した値である。また，単独腐食試験片の腐食速度は平均板厚から計算した値である。タイプＡとタイプＢの結果に有意な差は見られず，塗装端と炭素鋼の塗装欠陥との距離が50㎜以上で異種金属接触腐食がかなり低減されることが明らかとなった。この塗装の適切な範囲については，当然ながらpH，電気伝導度やイオン濃度などの水質やステンレス鋼と炭素鋼の面積比などによって異なるため，この実験結果をもとに多少の安全を考慮し 図4.1-2に示すように塗装の塗り越しは最低100㎜を確保しそれ以上とすることが有効であると考えられる。なお，ステンレス面は塗料の付着性が良好ではないので素地調整を十分に行いエポキシ樹脂塗料の膜厚を300μm程度塗装する。このように，ステンレス鋼も塗装する理由を以下に示す。

イ　塗膜下に水が浸入し炭素鋼を腐食させるのを，塗膜の長さを確保することにより抑制する。

ロ　万一，ステンレス鋼近傍の炭素鋼上の塗膜が局部的に剥離すると，剥離箇所の電流密度が大きくなり腐食速度が大きくなる。このため，塗膜の長さを確保することにより抵抗を大きくして電流密度を小さくして腐食の進行を抑制する。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表4.1-5　ステンレス鋼の種類と用途

分　類	種　　類	用途の例
オ　ー　ス　テ　ナ　イ　ト　系	SUS304	構造物の防食全般扉体，戸当り及び固定部，ローラ，シーブ軸，ワイヤロープ，放流管管胴，整流板
	SUS304L	
	SUS304N2	ローラ踏面板，ローラ，シーブ軸，シリンダロッド
	SUS316	汽水に接する扉体，戸当り及び固定部，ローラ，シーブ軸，ワイヤロープ，放流管管胴，整流板
	SUS316L	
マ　ル　テ　ン　サ　イ　ト　系	SUS403	高荷重がかかる軸受等ローラ，シーブ，トラニオン軸
	SUS410	
オーステナイト・フェライト系	SUS329J1L	ローラ踏面板等
	SUS329J4L	
マルテンサイト系析出硬化型	SUS630	主ローラ軸等
ス　テ　ン　レ　ス　鋳　鋼	SCS13	主ローラ，シーブ等
	SCS14	
	SCS16	
	SCS19	

8）異種金属接触腐食への対策として，異種金属の混用が避けられない場合は，ステンレス鋼を使用する際には，以下に示す項目に十分留意して設計を行わなければならない。

① ステンレス鋼と炭素鋼との突合せ溶接部

炭素鋼の腐食対策として炭素鋼側の塗装を溶接ビードをまたぎステンレス鋼側に塗装を行う場合にどの程度の幅が有効であるかについてダム湖において暴露実験を行った結果を図4.1-1 に示す。異種金属接触腐食試験片（タイプＡとタイプＢ）の腐食速度は最大腐食深さから計算した値である。また，単独腐食試験片の腐食速度は平均板厚から計算した値である。タイプＡとタイプＢの結果に有意な差は見られず，塗装端と炭素鋼の塗装欠陥との距離が50㎜以上で異種金属接触腐食がかなり低減されることが明らかとなった。この塗装の適切な範囲については，当然ながらpH，電気伝導度やイオン濃度などの水質やステンレス鋼と炭素鋼の面積比などによって異なるため，この実験結果をもとに多少の安全を考慮し 図4.1-2に示すように塗装の塗り越しは最低100㎜を確保しそれ以上とすることが有効であると考えられる。なお，ステンレス面は塗料の付着性が良好ではないので素地調整を十分に行いエポキシ樹脂塗料の膜厚を300μm程度塗装する。このように，ステンレス鋼も塗装する理由を以下に示す。

イ　塗膜下に水が浸入し炭素鋼を腐食させるのを，塗膜の長さを確保することにより抑制する。

ロ　万一，ステンレス鋼近傍の炭素鋼上の塗膜が局部的に剥離すると，剥離箇所の電流密度が大きくなり腐食速度が大きくなる。このため，塗膜の長さを確保することにより抵抗を大きくして電流密度を小さくして腐食の進行を抑制する。

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

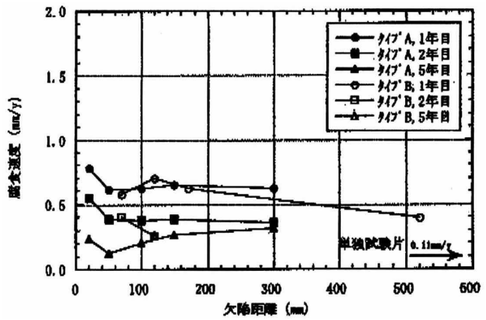


図4.1-1　塗装端からの欠陥距離とその位置での腐食速度

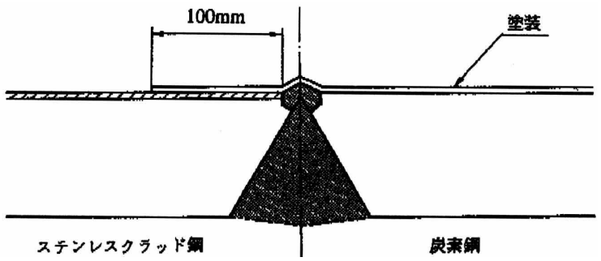


図4.1-2　塗装の塗り越し

② ステンレス材料のボルト接合部

ステンレス材料をボルト接合する場合，炭素鋼ボルトや亜鉛めっきボルトを用いるとボルトの腐食が促進される恐れがあるので，ステンレス鋼ボルトを使用しなければならない。ただし，塗膜などで絶縁が保証される場合にはこの限りではない。

③ ステンレス鋼管と炭素鋼管とのフランジ接合部

常時水中にある場合には，ボルトはステンレス鋼ボルトを用い，接合フランジの間に絶縁性パッキンを挟んで絶縁する。また，ボルトも絶縁スリーブを用いて絶縁する。

9) すき間腐食への対策として，極力すき間を設けないようにすることが望ましいが，軸と軸穴など，すき間が避けられない場合には，以下に示す処置を行わなければならない。

① 鋼種の選定

耐すき間腐食性に劣るマルテンサイト系のSUS403，SUS410やフェライト系の代わりに耐すき間腐食性の良好なSUS304などのオーステナイト系ステンレス鋼を使用する。

② すき間を塞ぐ

適切な鋼種が使用できない場合には，すき間への水の浸透を防ぐため，すき間周辺を目地材のようなもので塞ぐ。

10) ステンレスクラッド鋼を河川・ダム施設で使用する際には，その端面を適切に処理する必要がある。ステンレスクラッド鋼の端面の処理は以下に示すように行わなければならない。

① 端面露出を防ぐ

部材形状，板厚等により，以下に示すイ～ハによる適切な処置を行う。

イ　ステンレス鋼の板を継ぐ。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

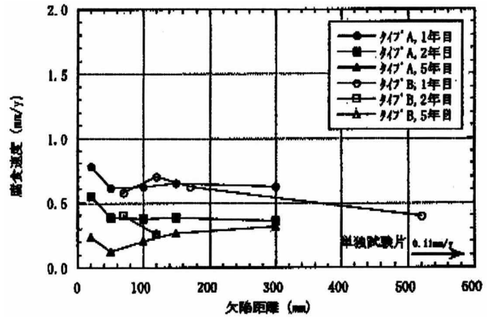


図4.1-1　塗装端からの欠陥距離とその位置での腐食速度

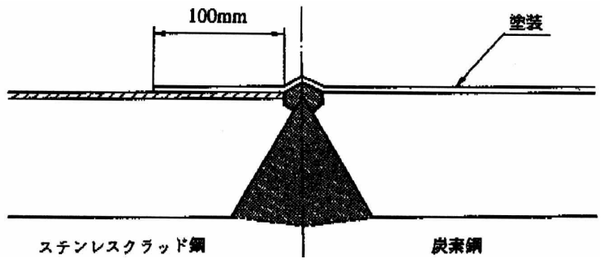


図4.1-2　塗装の塗り越し

② ステンレス材料のボルト接合部

ステンレス材料をボルト接合する場合，炭素鋼ボルトや亜鉛めっきボルトを用いるとボルトの腐食が促進される恐れがあるので，ステンレス鋼ボルトを使用しなければならない。ただし，塗膜などで絶縁が保証される場合にはこの限りではない。

③ ステンレス鋼管と炭素鋼管とのフランジ接合部

常時水中にある場合には，ボルトはステンレス鋼ボルトを用い，接合フランジの間に絶縁性パッキンを挟んで絶縁する。また，ボルトも絶縁スリーブを用いて絶縁する。

9) すき間腐食への対策として，極力すき間を設けないようにすることが望ましいが，軸と軸穴など，すき間が避けられない場合には，以下に示す処置を行わなければならない。

① 鋼種の選定

耐すき間腐食性に劣るマルテンサイト系のSUS403，SUS410やフェライト系の代わりに耐すき間腐食性の良好なSUS304などのオーステナイト系ステンレス鋼を使用する。

② すき間を塞ぐ

適切な鋼種が使用できない場合には，すき間への水の浸透を防ぐため，すき間周辺を目地材のようなもので塞ぐ。

10) ステンレスクラッド鋼を河川・ダム施設で使用する際には，その端面を適切に処理する必要がある。ステンレスクラッド鋼の端面の処理は以下に示すように行わなければならない。

① 端面露出を防ぐ

部材形状，板厚等により，以下に示すイ～ハによる適切な処置を行う。

イ　ステンレス鋼の板を継ぐ。

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
ロ　ステンレス鋼の帯板を取付ける。 ハ　ステンレス鋼の肉盛り溶接を行う。 ② ボルト，グラウトなどの穴あけを避ける ステンレスクラッド鋼に穴あけを行うと穴内面は端面露出となり，上記①に示す処置を施すことは困難であるので，原則として穴あけは行わない。やむを得ず穴あけを行う場合には以下に示す処置を施さなければならない。 イ　ボルト穴周辺をステンレス鋼にする。 ロ　ステンレス鋼のスリーブをはめ込む。 (2) 耐候性鋼，耐海水性鋼 大気中において，保守管理が困難で通常の塗装等の防食方法で対処できない設置環境の場合には，耐候性鋼と塗装との併用が望ましく，海塩粒子を含まない大気中においては，無塗装のまま使用してもかまわない。 海水環境で保守管理が困難なため，通常の塗装等の防食方法で対処できない設置環境の場合には，鋼材の特性や設計，施工条件を考慮して耐海水性鋼材を塗装との併用で使用することが望ましい。 1) 耐候性鋼，耐海水性鋼は，Ｐ，Ｃu，Ｃr，Ｎi，Mo，Ａlなどの合金元素を少量（合計１～２％程度）含んだ低合金系の耐食性鋼材である。 合金元素が少量であることから，ステンレス鋼のように，さびない鋼（不銹鋼）ではなく，炭素鋼同様にさびるが，そのさびる程度（腐食）が炭素鋼より少ない鋼である。これは，年月の経過とともに，表面に生成したさびが地鉄に密着したち密なさび層を形成し，このさび層が腐食環境と地鉄とのバリアーになり，腐食の進行をおくらせるためである。 2) 耐候性鋼 ① 耐候性鋼は，大気腐食によって生成したさび層にＰ，Ｃu，Ｃr等が濃縮し，その保護性によって長期間暴露後の腐食減肉の増加が極めて少なくなる特長がある。 ② 耐候性の保護さびは適度の「ぬれ」と「かわき」の繰り返しの結果形成されるので，降雨が必須条件となるが，降雨後乾燥しない，または湿潤条件下の構造部材では保護さびが形成されないので，設計上注意が必要である。 また，海塩粒子が存在すると，それがさび層にとりこまれて保護性が低下するので，無塗装では海岸及びその近くで使用すべきではない。 「無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領（改定案）」によれば，飛来塩分量が0.05mdd（mg/dm^3/day）以下の地点には，JIS SMA を無塗装使用してよいとしている。 ③ 耐候性鋼には無塗装仕様，さび安定化処理仕様，塗装仕様の３つの使用法があり，塗装寿命の延長効果も確認されている。 3) 耐海水性鋼 ① 耐海水性鋼は，JISに規定されていないが，Ｐ，Ｃu，Ｃr，Ｎi，Mo，Ａlなどを少量添加し，耐食性を向上させた材料で，耐候性鋼同様に形成されるさび層に合金元素が濃縮し，その保護作用により腐食減量が少なくなる。 ② 耐海水性鋼の耐食性は，使用される条件にもよるが，海水中環境で普通鋼材のおよそ1.5倍程度，飛沫帯環境でおよそ２倍以上の耐食性が得られるものもある。耐海水性鋼には飛沫帯用，海中部用，飛沫帯海中部両用がある。 ③ 耐海水性鋼も耐候性鋼同様，塗装寿命の延長効果があり，塗装併用でも利用されている。	ロ　ステンレス鋼の帯板を取付ける。 ハ　ステンレス鋼の肉盛り溶接を行う。 ② ボルト，グラウトなどの穴あけを避ける ステンレスクラッド鋼に穴あけを行うと穴内面は端面露出となり，上記①に示す処置を施すことは困難であるので，原則として穴あけは行わない。やむを得ず穴あけを行う場合には以下に示す処置を施さなければならない。 イ　ボルト穴周辺をステンレス鋼にする。 ロ　ステンレス鋼のスリーブをはめ込む。 (2) 耐候性鋼，耐海水性鋼 大気中において，保守管理が困難で通常の塗装等の防食方法で対処できない設置環境の場合には，耐候性鋼と塗装との併用が望ましく，海塩粒子を含まない大気中においては，無塗装のまま使用してもかまわない。 海水環境で保守管理が困難なため，通常の塗装等の防食方法で対処できない設置環境の場合には，鋼材の特性や設計，施工条件を考慮して耐海水性鋼材を塗装との併用で使用することが望ましい。 1) 耐候性鋼，耐海水性鋼は，Ｐ，Ｃu，Ｃr，Ｎi，Mo，Ａlなどの合金元素を少量（合計１～２％程度）含んだ低合金系の耐食性鋼材である。 合金元素が少量であることから，ステンレス鋼のように，さびない鋼（不銹鋼）ではなく，炭素鋼同様にさびるが，そのさびる程度（腐食）が炭素鋼より少ない鋼である。これは，年月の経過とともに，表面に生成したさびが地鉄に密着したち密なさび層を形成し，このさび層が腐食環境と地鉄とのバリアーになり，腐食の進行をおくらせるためである。 2) 耐候性鋼 ① 耐候性鋼は，大気腐食によって生成したさび層にＰ，Ｃu，Ｃr等が濃縮し，その保護性によって長期間暴露後の腐食減肉の増加が極めて少なくなる特長がある。 ② 耐候性の保護さびは適度の「ぬれ」と「かわき」の繰り返しの結果形成されるので，降雨が必須条件となるが，降雨後乾燥しない，または湿潤条件下の構造部材では保護さびが形成されないので，設計上注意が必要である。 また，海塩粒子が存在すると，それがさび層にとりこまれて保護性が低下するので，無塗装では海岸及びその近くで使用すべきではない。 「無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領（改定案）」によれば，飛来塩分量が0.05mdd（mg/dm^3/day）以下の地点には，JIS SMA を無塗装使用してよいとしている。 ③ 耐候性鋼には無塗装仕様，さび安定化処理仕様，塗装仕様の３つの使用法があり，塗装寿命の延長効果も確認されている。 3) 耐海水性鋼 ① 耐海水性鋼は，JISに規定されていないが，Ｐ，Ｃu，Ｃr，Ｎi，Mo，Ａlなどを少量添加し，耐食性を向上させた材料で，耐候性鋼同様に形成されるさび層に合金元素が濃縮し，その保護作用により腐食減量が少なくなる。 ② 耐海水性鋼の耐食性は，使用される条件にもよるが，海水中環境で普通鋼材のおよそ1.5倍程度，飛沫帯環境でおよそ２倍以上の耐食性が得られるものもある。耐海水性鋼には飛沫帯用，海中部用，飛沫帯海中部両用がある。 ③ 耐海水性鋼も耐候性鋼同様，塗装寿命の延長効果があり，塗装併用でも利用されている。	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
５．複合防食（塗装と他の防食法との併用） 水門設備の防食で電気防食を併用する場合は，使用する塗料は防食電流の流入・劣化を防ぐ塗装系を選択することが望ましい。 ステンレス，アルミなどの耐食性材料を部分的に併用する場合には，面積比や部材を考慮して異種金属接触腐食に対して適切な措置を行なわなければならない。 (1) 塗装による防食と電気防食の防食機能はそれぞれ独立したものであり，全体の防食効果は両者の相乗効果により発揮される。 塗装による防食効果は気中部及び水中部において健全な塗膜を保持することによって発揮する。 電気防食の防食効果は水中部において，塗膜損傷部の鋼材露出部で機能し，鋼の腐食を防止するとともにさび層の成長・増大に起因する塗膜損傷の拡大を防止し，塗膜寿命を延ばす。また，塗膜は防食電流の低減や電流分布の改善に有効である。 (2) 電気防食を併用している塗装鋼材では，塗装金属面が強アルカリ性を呈するため塗膜が劣化する可能性がある。また，防食電流の流入により劣化しにくい塗膜である必要があることなどから，電気防食を併用するのに適切な塗装系を選択しなければならない。 本要領の中での塗装系では，Ａ－１，Ａ－２，Ａ－３，Ｂ－１，Ａ－１Ｊ，Ａ－２Ｊ，Ａ－３Ｊ，Ｂ－１Ｊ，Ｃ－１Ｊ，Ｃ－２Ｊ，ａ－１Ｂ，ｂ－１Ｂ，ｂ－２Ｂなどのジンクリッチペイントとエポキシ樹脂塗料下塗（水中部用）または変性エポキシ樹脂塗料下塗（水中部用）を組合わせた塗装系が適している。 (3) 電気防食を併用した塗膜で過度に電位が低いと陽極で塗膜の剥離が起きる可能性がある。よって，塗装と電気防食を併用する場合には適正な電位を保持しなければならない。 電気防食の方式には流電陽極方式と外部電源方式とがあり，さらに流電陽極にはＡl合金，Ｚn合金，Mg合金がある。このうち，流電陽極のＡl合金，Ｚn合金を適正な塗装系と併用することは問題ないが，Mg合金や外部電源方式と塗装を併用する場合は，適正な電位（-1050mV）よりも低くならないように留意しなければならない。 (4) 大型構造物の場合，機能上の問題や構造の複雑さ等により，異種金属接触腐食や酸素濃淡電池，塗装欠陥部に起因するマクロセル腐食等が生ずる恐れがあるため，電気防食を適用しておくことが重要である。 適用可能な電気防食方式としてはMg合金（淡水用），ＡlまたはＺn合金（汽水）による流電陽極方式，白金めっきチタン電極等による外部電源方式がある。 (5) ステンレス，アルミなどの耐食性材料を部分的に使用すると，普通鋼と接触または近接する耐食性材料との間で異種金属接触腐食が起きることがある。 例えば普通鋼とステンレスとが接触している場合は陽極（この場合は軟鋼）の腐食速度が大きくなり，普通鋼とアルミが接触する場合は陽極であるアルミの腐食速度が大きくなる。 更に，陰極の面積に対して陽極の面積が小さいと陽極での電流密度が大きくなり，腐食速度が大きくなる。 普通鋼部分に塗装して絶縁することによってこれらの現象を防ぐことが行われるが，塗膜にピンホール，傷，塗り残しなどの欠陥があると，その欠陥部分の腐食が集中的に進行する。 よって，耐食性材料と塗装を併用する場合は特に，塗膜に欠陥がないように注意する必要がある。	５．複合防食（塗装と他の防食法との併用） 水門設備の防食で電気防食を併用する場合は，使用する塗料は防食電流の流入・劣化を防ぐ塗装系を選択することが望ましい。 ステンレス，アルミなどの耐食性材料を部分的に併用する場合には，面積比や部材を考慮して異種金属接触腐食に対して適切な措置を行なわなければならない。 (1) 塗装による防食と電気防食の防食機能はそれぞれ独立したものであり，全体の防食効果は両者の相乗効果により発揮される。 塗装による防食効果は気中部及び水中部において健全な塗膜を保持することによって発揮する。 電気防食の防食効果は水中部において，塗膜損傷部の鋼材露出部で機能し，鋼の腐食を防止するとともにさび層の成長・増大に起因する塗膜損傷の拡大を防止し，塗膜寿命を延ばす。また，塗膜は防食電流の低減や電流分布の改善に有効である。 (2) 電気防食を併用している塗装鋼材では，塗装金属面が強アルカリ性を呈するため塗膜が劣化する可能性がある。また，防食電流の流入により劣化しにくい塗膜である必要があることなどから，電気防食を併用するのに適切な塗装系を選択しなければならない。 本要領の中での塗装系では，Ａ－１，Ａ－２，Ａ－３，Ｂ－１，Ａ－１Ｊ，Ａ－２Ｊ，Ａ－３Ｊ，Ｂ－１Ｊ，Ｃ－１Ｊ，Ｃ－２Ｊ，ａ－１Ｂ，ｂ－１Ｂ，ｂ－２Ｂなどのジンクリッチペイントとエポキシ樹脂塗料下塗（水中部用）または変性エポキシ樹脂塗料下塗（水中部用）を組合わせた塗装系が適している。 (3) 電気防食を併用した塗膜で過度に電位が低いと陽極で塗膜の剥離が起きる可能性がある。よって，塗装と電気防食を併用する場合には適正な電位を保持しなければならない。 電気防食の方式には流電陽極方式と外部電源方式とがあり，さらに流電陽極にはＡl合金，Ｚn合金，Mg合金がある。このうち，流電陽極のＡl合金，Ｚn合金を適正な塗装系と併用することは問題ないが，Mg合金や外部電源方式と塗装を併用する場合は，適正な電位（-1050mV）よりも低くならないように留意しなければならない。 (4) 大型構造物の場合，機能上の問題や構造の複雑さ等により，異種金属接触腐食や酸素濃淡電池，塗装欠陥部に起因するマクロセル腐食等が生ずる恐れがあるため，電気防食を適用しておくことが重要である。 適用可能な電気防食方式としてはMg合金（淡水用），ＡlまたはＺn合金（汽水）による流電陽極方式，白金めっきチタン電極等による外部電源方式がある。 (5) ステンレス，アルミなどの耐食性材料を部分的に使用すると，普通鋼と接触または近接する耐食性材料との間で異種金属接触腐食が起きることがある。 例えば普通鋼とステンレスとが接触している場合は陽極（この場合は軟鋼）の腐食速度が大きくなり，普通鋼とアルミが接触する場合は陽極であるアルミの腐食速度が大きくなる。 更に，陰極の面積に対して陽極の面積が小さいと陽極での電流密度が大きくなり，腐食速度が大きくなる。 普通鋼部分に塗装して絶縁することによってこれらの現象を防ぐことが行われるが，塗膜にピンホール，傷，塗り残しなどの欠陥があると，その欠陥部分の腐食が集中的に進行する。 よって，耐食性材料と塗装を併用する場合は特に，塗膜に欠陥がないように注意する必要がある。	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

４－２　揚排水ポンプ設備

１．揚排水ポンプ設備は，設置環境及び使用条件に応じた適切な防食方法を選定する。

【解　説】

１．設備構成

揚排水ポンプ設備には，次のような各設備機器が含まれる。

主ポンプ，主配管（可撓伸縮管，管内クーラ含む），弁類，原動機，減速機，クラッチ類，
架台類・蓋類，水槽類，油槽類，小配管，ダクト・排気管，除塵設備，角落し設備，
天井クレーン設備　など

揚排水ポンプ設備は，各種設備機器が長期間接水もしくは多湿状態の腐食性のある環境下にあり，さらに 流水，風雨，日光，高温などの厳しい条件にさらされる。

この要領は，そのような環境下における各設備を合理的に保護（防錆・防食）するための具体的な方法について示した。

また，設備機器に美観を保持させることや設備の区分や危険表示を行うことについても配慮を行うものとする。

２．設置環境区分

(1) 設置環境区分

各設備がさらされる環境には次のようなものがある。

・接水部 ――― 常時または一時的にも，水に接触する部分
（なお，立軸ポンプの揚水管内外面，横軸ポンプの水槽に設置となる吸込管内外面，スクリーンなどは接水しない部分もすべて接水部とみなす。）

・大気部
- 屋外部 ―― 屋外で直射日光，風雨に暴露される部分
- 屋内湿潤部 ―― 屋内で結露などにより湿潤する可能性がある部分（主ポンプ吐出管外面，吐出弁外面，二床式機場におけるポンプ室設置機器の外面など。）
- 屋内乾燥部 ―― 屋内で，直射日光にさらされない上記以外の部分

・地中部埋設部 ―――― 地中に埋設され，土砂と接触する部分
・接油部 ―――― 燃料油や潤滑油と接触する部分
・高温部 ―――― 高温（100℃以上）に加熱される部分

(2) 使用条件

防食方法の決定には，各設備機器それぞれの運転条件，運転頻度，対象部位の位置や大きさ，作業性あるいは補修方法，などを含めた使用条件面も含めて，総合的に勘案すること。

(3) 手　　順

防食方法として，一般条件範囲内のものについては，「被覆防食（塗装）」を採用する。

塗装は，比較的簡単に複雑な形状のものや大きなものにも対応でき，設置環境や使用条件に応じた塗装仕様を適用すれば，実用上優れた防食効果を得ることができる。

第３章の塗装仕様は，設備が下記の一般的条件範囲内（ＡまたはＢ）にあるとき，実績が十分ある合理的なものを標準的に取り決めたものである。

［一般的条件範囲］

Ａ．水のとき（水質）

pH　　：　6.0－8.0
導電率　：　500 S/cm以下

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

４－２　揚排水ポンプ設備

１．揚排水ポンプ設備は，設置環境及び使用条件に応じた適切な防食方法を選定する。

【解　説】

１．設備構成

揚排水ポンプ設備には，次のような各設備機器が含まれる。

主ポンプ，主配管（可撓伸縮管，管内クーラ含む），弁類，原動機，減速機，クラッチ類，
架台類・蓋類，水槽類，油槽類，小配管，ダクト・排気管，除塵設備，角落し設備，
天井クレーン設備　など

揚排水ポンプ設備は，各種設備機器が長期間接水もしくは多湿状態の腐食性のある環境下にあり，さらに 流水，風雨，日光，高温などの厳しい条件にさらされる。

この要領は，そのような環境下における各設備を合理的に保護（防錆・防食）するための具体的な方法について示した。

また，設備機器に美観を保持させることや設備の区分や危険表示を行うことについても配慮を行うものとする。

２．設置環境区分

(1) 設置環境区分

各設備がさらされる環境には次のようなものがある。

・接水部 ――― 常時または一時的にも，水に接触する部分
（なお，立軸ポンプの揚水管内外面，横軸ポンプの水槽に設置となる吸込管内外面，スクリーンなどは接水しない部分もすべて接水部とみなす。）

・大気部
- 屋外部 ―― 屋外で直射日光，風雨に暴露される部分
- 屋内湿潤部 ―― 屋内で結露などにより湿潤する可能性がある部分（主ポンプ吐出管外面，吐出弁外面，二床式機場におけるポンプ室設置機器の外面など。）
- 屋内乾燥部 ―― 屋内で，直射日光にさらされない上記以外の部分

・地中部埋設部 ―――― 地中に埋設され，土砂と接触する部分
・接油部 ―――― 燃料油や潤滑油と接触する部分
・高温部 ―――― 高温（100℃以上）に加熱される部分

(2) 使用条件

防食方法の決定には，各設備機器それぞれの運転条件，運転頻度，対象部位の位置や大きさ，作業性あるいは補修方法，などを含めた使用条件面も含めて，総合的に勘案すること。

(3) 手　　順

防食方法として，一般条件範囲内のものについては，「被覆防食（塗装）」を採用する。

塗装は，比較的簡単に複雑な形状のものや大きなものにも対応でき，設置環境や使用条件に応じた塗装仕様を適用すれば，実用上優れた防食効果を得ることができる。

第３章の塗装仕様は，設備が下記の一般的条件範囲内（ＡまたはＢ）にあるとき，実績が十分ある合理的なものを標準的に取り決めたものである。

［一般的条件範囲］

Ａ．水のとき（水質）

pH　　：　6.0－8.0
導電率　：　500 S/cm以下

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

塩素イオン　：　200 ppm以下
全　鉄　　：　　1 ppm以下

B．大気のとき

大気汚染防止法施行令第11条別表５の下欄に該当しない状態で，かつ，海岸線からの直線距離が２km以上の内陸

なお，この一般条件範囲より外れる機器や部位は，「その他の被覆や材料による方法など」の適用を検討する。これらの選定の目安を 表4.2-1 に示す。

表4.2-1　防食方法の選定の目安

環　境 / 防食方法	水　中		大　気　中		適　用　例
	海水・汚染水	淡　水	海岸・都市部	そ　の　他	
塗　装	○	○	○	○	多数
粉　体　塗　装	○	○	△	△	ポンプのケーシング，手摺など
溶融亜鉛めっき	×	×	○	○	スクリーンなど
耐 食 性 材 料	○	○	△	×	ポンプの羽根車，主軸など
電　気　防　食(塗装と併用)	○	△	×	×	ポンプのケーシングなど

ただし，○：適用可能
△：実施例が少ない
×：適用不可

３．被覆防食

(1) 塗装仕様

揚排水ポンプ設備の塗装仕様は，一般的な使用環境・使用条件下における各設備機器に対して選定する。

塗装色は，周辺環境との調和を図るとともに色彩効果を考慮する。また，塗装間隔は，塗膜の付着性に大きく影響を与えるため，温度，湿度等の気象条件や塗料の特性，施工条件を考慮して決定する。

1）塗装仕様には，素地調整，プライマー及び塗料（下塗り，中塗り，上塗り）などと塗装条件（塗装膜厚，塗装間隔等）とにより構成され，設備機器の使用条件を考慮して決定するものとする。

個々の条件に適合した塗装仕様は，第３章 3-3-1 塗料 を参照のこと。

また，各設備機器に対する適用塗装仕様を，表4.2-2 に示す。

2）素地調整は，塗膜の品質を決める重要な要素であり，これが不適当であると，良質の塗料を塗布しても良好なる塗膜は得られないので，入念に施工すべきである。

使用する塗料は，該当する規格に適合したもの，またはそれらと同等品以上のものとし，塗重ねる塗料は，原則として同一製造業者のものを使用する。

エポキシ樹脂系は，原則として工場塗装で上塗りまで施工し，現地に搬入するものとする。但し，工程上などで現場にて仕上げ塗装を行う場合は，第２層をエポキシ樹脂ＭＩＯ塗料とし，後を現場塗装とすることができる。

シリコン系耐熱塗料は，200，300，500，600℃対応というように，温度により組成が異なるから，当該機器の表面温度に十分対応できる塗料を選定する。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

塩素イオン　：　200 ppm以下
全　鉄　　：　　1 ppm以下

B．大気のとき

大気汚染防止法施行令第11条別表５の下欄に該当しない状態で，かつ，海岸線からの直線距離が２km以上の内陸

なお，この一般条件範囲より外れる機器や部位は，「その他の被覆や材料による方法など」の適用を検討する。これらの選定の目安を 表4.2-1 に示す。

表4.2-1　防食方法の選定の目安

環　境 / 防食方法	水　中		大　気　中		適　用　例
	海水・汚染水	淡　水	海岸・都市部	そ　の　他	
塗　装	○	○	○	○	多数
粉　体　塗　装	○	○	△	△	ポンプのケーシング，手摺など
溶融亜鉛めっき	×	×	○	○	スクリーンなど
耐 食 性 材 料	○	○	△	×	ポンプの羽根車，主軸など
電　気　防　食(塗装と併用)	○	△	×	×	ポンプのケーシングなど

ただし，○：適用可能
△：実施例が少ない
×：適用不可

３．被覆防食

(1) 塗装仕様

揚排水ポンプ設備の塗装仕様は，一般的な使用環境・使用条件下における各設備機器に対して選定する。

塗装色は，周辺環境との調和を図るとともに色彩効果を考慮する。また，塗装間隔は，塗膜の付着性に大きく影響を与えるため，温度，湿度等の気象条件や塗料の特性，施工条件を考慮して決定する。

1）塗装仕様には，素地調整，プライマー及び塗料（下塗り，中塗り，上塗り）などと塗装条件（塗装膜厚，塗装間隔等）とにより構成され，設備機器の使用条件を考慮して決定するものとする。

個々の条件に適合した塗装仕様は，第３章 3-3-1 塗料 を参照のこと。

また，各設備機器に対する適用塗装仕様を，表4.2-2 に示す。

2）素地調整は，塗膜の品質を決める重要な要素であり，これが不適当であると，良質の塗料を塗布しても良好なる塗膜は得られないので，入念に施工すべきである。

使用する塗料は，該当する規格に適合したもの，またはそれらと同等品以上のものとし，塗重ねる塗料は，原則として同一製造業者のものを使用する。

エポキシ樹脂系は，原則として工場塗装で上塗りまで施工し，現地に搬入するものとする。但し，工程上などで現場にて仕上げ塗装を行う場合は，第２層をエポキシ樹脂ＭＩＯ塗料とし，後を現場塗装とすることができる。

シリコン系耐熱塗料は，200，300，500，600℃対応というように，温度により組成が異なるから，当該機器の表面温度に十分対応できる塗料を選定する。

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表4.2-2　適用塗装仕様一覧表

対象設備		設備機器	素地調整	接水部	大気部 屋外／屋内湿潤部	大気部 屋内／乾燥部	地中埋設部	接油部	高温部	備考
揚排水ポンプ設備		主ポンプ	1種	P-1	Q-1, Q-2	R-1	－	－	－	
		主配管(含,可撓伸縮管・管内ケーブ)	1種	P-1	Q-1, Q-2	R-1	P-2	－	－	
		弁類	1種	P-1	Q-1, Q-2	R-1	－	－	－	
		原動機	1種	－	－	R-2	－	－	－	内面はメーカー標準
		減速機	1種	－	－	R-1	－	－	－	内面はメーカー標準
		クラッチ類	1種	－	－	R-2	－	－	－	内面はメーカー標準
		架台類・蓋類	1種	－	Q-1	R-2	P-2	－	－	
		水槽類	1種	P-2	－	R-2	－	－	－	
		油槽類	4種	－	－	R-2	S-1, S-2	P-2	－	内面はメーカー標準
	小配管	SGP	4種	－	－	R-2	P-2	－	－	
		FCD	1種	P-2	－	R-2	P-2	－	－	
		ダクト・排気管	4種	－	－	R-2	－	－	U-1, U-2	外面
		除塵設備	1種	P-1	Q-1	R-2	－	－	－	
		角落し設備	1種	P-1	－	－	－	－	－	
		天井クレーン設備	－	－	－	－	－	－	－	メーカー標準

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表4.2-2　適用塗装仕様一覧表

対象設備		設備機器	素地調整	接水部	大気部 屋外／屋内湿潤部	大気部 屋内／乾燥部	地中埋設部	接油部	高温部	備考
揚排水ポンプ設備		主ポンプ	1種	P-1	Q-1, Q-2	R-1	－	－	－	
		主配管(含,可撓伸縮管・管内ケーブ)	1種	P-1	Q-1, Q-2	R-1	P-2	－	－	
		弁類	1種	P-1	Q-1, Q-2	R-1	－	－	－	
		原動機	1種	－	－	R-2	－	－	－	内面はメーカー標準
		減速機	1種	－	－	R-1	－	－	－	内面はメーカー標準
		クラッチ類	1種	－	－	R-2	－	－	－	内面はメーカー標準
		架台類・蓋類	1種	－	Q-1	R-2	P-2	－	－	
		水槽類	1種	P-2	－	R-2	－	－	－	
		油槽類	4種	－	－	R-2	S-1, S-2	P-2	－	内面はメーカー標準
	小配管	SGP	4種	－	－	R-2	P-2	－	－	
		FCD	1種	P-2	－	R-2	P-2	－	－	
		ダクト・排気管	4種	－	－	R-2	－	－	U-1, U-2	外面
		除塵設備	1種	P-1	Q-1	R-2	－	－	－	
		角落し設備	1種	P-1	－	－	－	－	－	
		天井クレーン設備	－	－	－	－	－	－	－	メーカー標準

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

3) 塗替塗装は 3-3-1 塗料 ５．塗替塗装の 表3.3-9 により選定することを原則とするが，下記に留意して決定する。

① 塗替塗装を実施する場合は，旧塗膜状態により決定するものとするが，付着性を考慮して旧塗料系を使用することを原則とする。

② 素地調整は旧塗膜の状況により ３－２ 素地調整 より適宜選定するものとする。

4) 塗装方法は，原則としてエアレススプレーによるものとする。

なお，塗装方法により塗布１回当たりの塗布量が異なるので，留意する必要がある。

また，塗布間隔，塗布時気象条件など規定条件下に十分管理し，塗装品質の確保に努めるものとする。

(2) 粉体塗装

鋳鉄管内面等において，普通塗装で塗膜の信頼性や耐久性などが課題となる場合には，粉体塗装を採用することができる。

1) 合成樹脂の粉末を金属表面に付着させ，加熱・融着して連続塗膜を形成させる方法を粉体塗装という。塗料が無溶剤であることから塗膜が硬く，１回の作業で厚塗りを行うことができる。(50～400μm)。

厚塗りを必要とするガードレール・フェンス・配管等に適し，最近は屋外の配電盤にも使用されている。

揚排水機場においては，感潮河川の河口付近にある主ポンプのケーシング・揚水管に粉体塗装を施した例があり，その塗装仕様を 表4.2-3 に示す。

表4.2-3　粉体塗装仕様例

工　程	塗　　料	標準膜厚 μm	施工場所	備　考
素地調整	１種（ISO-Sa2 1/2 以上）		工場	
前 処 理	被塗装物表面温度が約220℃になるように加熱		〃	
塗　　装	エポキシ樹脂 粉体焼付塗料	130～150	〃	静電吹付塗装 表面温度 190～210℃
放　　冷	静置放冷 （冬季低温の場合は保温室内で徐冷）		〃	

塗装方法には数種あるが，主ポンプで一般に用いられているものは静電吹付法である。

静電吹付法とは，図4.2-1 に示す高電圧発生装置（約90,000Ｖ）のプラス極と被塗装物を接地し，マイナス極を静電スプレーガンに接続して，負に帯電させた塗料を被塗装物に吹き付けて接着させた後，全体を加熱し溶着させる。

加熱温度は熱可塑性塗料（塩化ビニル樹脂等）で200℃５～７分，熱硬化性塗料（エポキシ樹脂等）で180℃20～30分程度である。本法は，必ずしも被塗装物を予熱する必要はないが，厚い塗膜を得る場合は50～80℃で予熱する。塗膜の厚さは130～150μm，最大500μm程度である。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

3) 塗替塗装は 3-3-1 塗料 ５．塗替塗装の 表3.3-9 により選定することを原則とするが，下記に留意して決定する。

① 塗替塗装を実施する場合は，旧塗膜状態により決定するものとするが，付着性を考慮して旧塗料系を使用することを原則とする。

② 素地調整は旧塗膜の状況により ３－２ 素地調整 より適宜選定するものとする。

4) 塗装方法は，原則としてエアレススプレーによるものとする。

なお，塗装方法により塗布１回当たりの塗布量が異なるので，留意する必要がある。

また，塗布間隔，塗布時気象条件など規定条件下に十分管理し，塗装品質の確保に努めるものとする。

(2) 粉体塗装

鋳鉄管内面等において，普通塗装で塗膜の信頼性や耐久性などが課題となる場合には，粉体塗装を採用することができる。

1) 合成樹脂の粉末を金属表面に付着させ，加熱・融着して連続塗膜を形成させる方法を粉体塗装という。塗料が無溶剤であることから塗膜が硬く，１回の作業で厚塗りを行うことができる。(50～400μm)。

厚塗りを必要とするガードレール・フェンス・配管等に適し，最近は屋外の配電盤にも使用されている。

揚排水機場においては，感潮河川の河口付近にある主ポンプのケーシング・揚水管に粉体塗装を施した例があり，その塗装仕様を 表4.2-3 に示す。

表4.2-3　粉体塗装仕様例

工　程	塗　　料	標準膜厚 μm	施工場所	備　考
素地調整	１種（ISO-Sa2 1/2 以上）		工場	
前 処 理	被塗装物表面温度が約220℃になるように加熱		〃	
塗　　装	エポキシ樹脂 粉体焼付塗料	130～150	〃	静電吹付塗装 表面温度 190～210℃
放　　冷	静置放冷 （冬季低温の場合は保温室内で徐冷）		〃	

塗装方法には数種あるが，主ポンプで一般に用いられているものは静電吹付法である。

静電吹付法とは，図4.2-1 に示す高電圧発生装置（約90,000Ｖ）のプラス極と被塗装物を接地し，マイナス極を静電スプレーガンに接続して，負に帯電させた塗料を被塗装物に吹き付けて接着させた後，全体を加熱し溶着させる。

加熱温度は熱可塑性塗料（塩化ビニル樹脂等）で200℃５～７分，熱硬化性塗料（エポキシ樹脂等）で180℃20～30分程度である。本法は，必ずしも被塗装物を予熱する必要はないが，厚い塗膜を得る場合は50～80℃で予熱する。塗膜の厚さは130～150μm，最大500μm程度である。

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

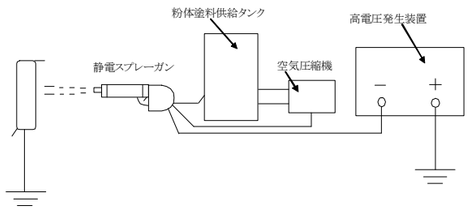


図4.2-1　静電吹付法

図4.2-1 には示されていないが，作業はスプレーブースと呼ばれる閉鎖室で施工し，飛散した塗料はブース底部のホッパで回収して再利用する。

粉体塗装に使用される塗料は，耐候性・耐食性・光沢・平滑性など被塗装物の塗装目的によって相違するが，建材・自動車・家電等，外観によって商品価値が左右されるものにはポリエステル系，アクリル系樹脂塗料，耐候・耐食性を主体とする鉄骨・配管・機械部品等にはエポキシ樹脂系塗料が多く用いられる。

(3) 溶融亜鉛めっき

大気中に設置される鋼構造物において，再塗装が困難と予想される場合は，溶融亜鉛めっきを採用することができる。

1) めっきには，電気めっき・化学めっき・溶融めっき・拡散めっき・蒸着めっき等があり，それぞれ特徴を有するが，排水機場の除塵設備等に用いられるめっき処理は殆どが溶融亜鉛めっきである。

2) めっき層の厚さ（付着量）はJIS H 8641で規定されており，通常除塵設備のような過酷な環境下ではHDZ55（付着量550g/㎡）とされる。

3) 溶融亜鉛めっきの大気中における耐食性は付着量を規格に準拠して十分に大きくすれば効果が発揮される。但し，当該設置場所の大気汚染状況を把握して亜鉛の適正判定を判断しておくことが望ましい。

4) 一方，水中での耐食性はめっきされる基材は鉄鋼が大部分であり，これが水中，特に海水中であると後述する電気防食の項に示すように亜鉛が流電陽極となり消耗してゆく。このため，水中部の亜鉛めっきは推奨できないが，湿潤部等についてはめっき被膜の上に塗装を施し保護する方法が取られる。

4．材料による防食

揚排水ポンプ設備機器が腐食性の環境下にあり，表面への処理の施工性や損耗に課題があるとき，または，化学的な処置が管理上懸念されるときには，材料として耐食性のある低合金鋼，低合金鋳鉄，オーステナイト鋳鉄，ステンレス鋼，銅合金を用いることができる。

(1) 腐食性環境

ポンプ設備は，作動する機械であり，静的状態で使用されるものに比べ機械の内部に液体の流れがあり，腐食に加えてエロージョン作用も受ける厳しい条件下にある。

また，構造上不可避のすき間部が多いことや異種材料の組合わせ使用を避けられないなどの制約条件もある。

揚水に海水や汚水が含まれたり，設置周辺が海岸近傍であったり，湿気の多い状態下のような腐食性環境のときには，腐食に対する対策を検討する必要がある。

(2) ポンプなどの材料

ポンプには，一般的に，調達性，加工性，経済性などの観点から普通鋳鉄，炭素鋼あるいは

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

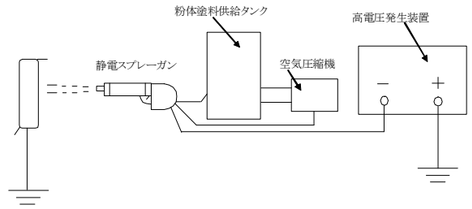


図4.2-1　静電吹付法

図4.2-1 には示されていないが，作業はスプレーブースと呼ばれる閉鎖室で施工し，飛散した塗料はブース底部のホッパで回収して再利用する。

粉体塗装に使用される塗料は，耐候性・耐食性・光沢・平滑性など被塗装物の塗装目的によって相違するが，建材・自動車・家電等，外観によって商品価値が左右されるものにはポリエステル系，アクリル系樹脂塗料，耐候・耐食性を主体とする鉄骨・配管・機械部品等にはエポキシ樹脂系塗料が多く用いられる。

(3) 溶融亜鉛めっき

大気中に設置される鋼構造物において，再塗装が困難と予想される場合は，溶融亜鉛めっきを採用することができる。

1) めっきには，電気めっき・化学めっき・溶融めっき・拡散めっき・蒸着めっき等があり，それぞれ特徴を有するが，排水機場の除塵設備等に用いられるめっき処理は殆どが溶融亜鉛めっきである。

2) めっき層の厚さ（付着量）はJIS H 8641で規定されており，通常除塵設備のような過酷な環境下ではHDZ55（付着量550g/㎡）とされる。

3) 溶融亜鉛めっきの大気中における耐食性は付着量を規格に準拠して十分に大きくすれば効果が発揮される。但し，当該設置場所の大気汚染状況を把握して亜鉛の適正判定を判断しておくことが望ましい。

4) 一方，水中での耐食性はめっきされる基材は鉄鋼が大部分であり，これが水中，特に海水中であると後述する電気防食の項に示すように亜鉛が流電陽極となり消耗してゆく。このため，水中部の亜鉛めっきは推奨できないが，湿潤部等についてはめっき被膜の上に塗装を施し保護する方法が取られる。

4．材料による防食

揚排水ポンプ設備機器が腐食性の環境下にあり，表面への処理の施工性や損耗に課題があるとき，または，化学的な処置が管理上懸念されるときには，材料として耐食性のある低合金鋼，低合金鋳鉄，オーステナイト鋳鉄，ステンレス鋼，銅合金を用いることができる。

(1) 腐食性環境

ポンプ設備は，作動する機械であり，静的状態で使用されるものに比べ機械の内部に液体の流れがあり，腐食に加えてエロージョン作用も受ける厳しい条件下にある。

また，構造上不可避のすき間部が多いことや異種材料の組合わせ使用を避けられないなどの制約条件もある。

揚水に海水や汚水が含まれたり，設置周辺が海岸近傍であったり，湿気の多い状態下のような腐食性環境のときには，腐食に対する対策を検討する必要がある。

(2) ポンプなどの材料

ポンプには，一般的に，調達性，加工性，経済性などの観点から普通鋳鉄，炭素鋼あるいは

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
青銅などの銅鋳物が用いられる。 (3) 耐食性材料 腐食性のある条件に対しては，次のような材料を検討する。 ただし，これらの耐食材料は，一般に高価となることが多いので，腐食環境や既存類似設備の対策実績などを十分に調査・検討し，決定することが必要である。 1) 低合金鋼・低合金鋳鉄 比較的経済的に，普通鋼・鋳鉄の腐食を軽減する目的で，ニッケルやクロムなどの合金元素を少量添加した材料である。 腐食の形態は普通鋼・鋳鉄と同様であるが，少量の合金元素の添加によって組織が緻密化し腐食の進行を抑制するものである。 ポンプのケーシングなどに用いられる。 2) オーステナイト鋳鉄 ニッケルを多く含んだ鋳鉄で，ニレジスト鋳鉄ともよばれる。 腐食は軽度の全面腐食の形であらわれるが，腐食速度は遅く，高流速下でも増加しない特徴を持つ。 すき間腐食や孔食に対しても問題が少なく，ポンプのケーシングなどの鋳物部に用いられる。 3) ステンレス鋼・ステンレス鋳鋼 さびを発生させないという特徴から，あらゆる機器・部位に使用されている。 フェライト系よりもオーステナイト系の方が，耐食性がよいが，粒界腐食に強い二層ステンレス鋼も使用されている。 4) 銅合金 銅合金は，腐食速度の点で普通鋼・鋳鉄に比べはるかに少ない。腐食の形態は全面腐食で進行するが，流速の増加に伴って加速度的に腐食損傷が生じるのでそのような用途には，アルミニウム青銅などエロージョンに強い材質を用いる。海水などに対しては，低亜鉛のものを選定すること。 ポンプでは，羽根車やしゅう動部材などに適用される。 5．複合防食（電気防食） 腐食環境が厳しく，揚水に導電性があるときには，電気防食を検討するものとする。 電気防食を行うときは，普通塗装や粉体塗装などとの併用を原則とする。 電気防食には，流電陽極方式と外部電源方式がある。	青銅などの銅鋳物が用いられる。 (3) 耐食性材料 腐食性のある条件に対しては，次のような材料を検討する。 ただし，これらの耐食材料は，一般に高価となることが多いので，腐食環境や既存類似設備の対策実績などを十分に調査・検討し，決定することが必要である。 1) 低合金鋼・低合金鋳鉄 比較的経済的に，普通鋼・鋳鉄の腐食を軽減する目的で，ニッケルやクロムなどの合金元素を少量添加した材料である。 腐食の形態は普通鋼・鋳鉄と同様であるが，少量の合金元素の添加によって組織が緻密化し腐食の進行を抑制するものである。 ポンプのケーシングなどに用いられる。 2) オーステナイト鋳鉄 ニッケルを多く含んだ鋳鉄で，ニレジスト鋳鉄ともよばれる。 腐食は軽度の全面腐食の形であらわれるが，腐食速度は遅く，高流速下でも増加しない特徴を持つ。 すき間腐食や孔食に対しても問題が少なく，ポンプのケーシングなどの鋳物部に用いられる。 3) ステンレス鋼・ステンレス鋳鋼 さびを発生させないという特徴から，あらゆる機器・部位に使用されている。 フェライト系よりもオーステナイト系の方が，耐食性がよいが，粒界腐食に強い二層ステンレス鋼も使用されている。 4) 銅合金 銅合金は，腐食速度の点で普通鋼・鋳鉄に比べはるかに少ない。腐食の形態は全面腐食で進行するが，流速の増加に伴って加速度的に腐食損傷が生じるのでそのような用途には，アルミニウム青銅などエロージョンに強い材質を用いる。海水などに対しては，低亜鉛のものを選定すること。 ポンプでは，羽根車やしゅう動部材などに適用される。 5．複合防食（電気防食） 腐食環境が厳しく，揚水に導電性があるときには，電気防食を検討するものとする。 電気防食を行うときは，普通塗装や粉体塗装などとの併用を原則とする。 電気防食には，流電陽極方式と外部電源方式がある。	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
４－３　ダム施工機械設備 １．ダム施工機械設備は，使用条件に応じた適切な防食方法を選定する。 【解　説】 １．対象設備 ダムを築造するには，種々の機械設備が必要となるが，骨材生産からコンクリート打込みまでの対象設備を，使用目的別に大別すると以下のとおりである。 1）コンクリート運搬打設設備 2）コンクリート製造設備 3）セメント輸送及び貯蔵設備 4）骨材製造設備 5）骨材輸送及び貯蔵設備 6）濁水処理設備 7）コンクリート冷却及び加熱設備 8）給気設備 9）給水設備 10）電気設備 ダム施工機械設備は，ダム本体建設に使用される機器であり，本体完了までの限られた期間使用される機器である。このため，素地調整・塗装仕様は他の設備と異なったものとしている。また，設備を他のダム建設に転用して使用する場合もあるため，転用時の塗装仕様も考慮している。 ２．防食方法の選定 防食の選定にあたっては，次の事項を検討し選定する。 (1) ダム施工機械設備の塗装は，「第２章・第３章・第５章」によるものとするが，塗装の実施にあたっては，次の事項を考慮し仕様を選定するものとする。 1）設備の構造的・材質的特性 2）使用目的 3）環境，温度及び湿度 4）素地調整の難易・必要度合 5）新設または塗替の別 6）塗装方法，施工性の難易度 7）色彩 (2) 特にダム施工機械設備は，ダム築造の限られた期間使用すること。自然の地形を利用して計画されるため，設置箇所を確認して決定する。 ３．被覆防食 ダム施工機械設備の塗装は，機器の設置環境，使用条件，美観及び転用の有無を考慮して決定する。 1）ダム施工機械設備は屋外で使用される機器が主であるため塗装仕様の分類は以下のとおりとした。	４－３　ダム施工機械設備 １．ダム施工機械設備は，使用条件に応じた適切な防食方法を選定する。 【解　説】 １．対象設備 ダムを築造するには，種々の機械設備が必要となるが，骨材生産からコンクリート打込みまでの対象設備を，使用目的別に大別すると以下のとおりである。 1）コンクリート運搬打設設備 2）コンクリート製造設備 3）セメント輸送及び貯蔵設備 4）骨材製造設備 5）骨材輸送及び貯蔵設備 6）濁水処理設備 7）コンクリート冷却及び加熱設備 8）給気設備 9）給水設備 10）電気設備 ダム施工機械設備は，ダム本体建設に使用される機器であり，本体完了までの限られた期間使用される機器である。このため，素地調整・塗装仕様は他の設備と異なったものとしている。また，設備を他のダム建設に転用して使用する場合もあるため，転用時の塗装仕様も考慮している。 ２．防食方法の選定 防食の選定にあたっては，次の事項を検討し選定する。 (1) ダム施工機械設備の塗装は，「第２章・第３章・第５章」によるものとするが，塗装の実施にあたっては，次の事項を考慮し仕様を選定するものとする。 1）設備の構造的・材質的特性 2）使用目的 3）環境，温度及び湿度 4）素地調整の難易・必要度合 5）新設または塗替の別 6）塗装方法，施工性の難易度 7）色彩 (2) 特にダム施工機械設備は，ダム築造の限られた期間使用すること。自然の地形を利用して計画されるため，設置箇所を確認して決定する。 ３．被覆防食 ダム施工機械設備の塗装は，機器の設置環境，使用条件，美観及び転用の有無を考慮して決定する。 1）ダム施工機械設備は屋外で使用される機器が主であるため塗装仕様の分類は以下のとおりとした。	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

設備機器
- 製缶物
- 機械物
- シュート・ホッパ内面
- 接水部
- 配管部
  - 露出部
  - 埋設部

2）塗装仕様は製作時と転用時の標準的な仕様を 表4.3-1 に示した。一般的な塗装仕様は 3-3-1 塗料 を参照。

表4.3-1　塗装仕様一覧表

区　分		工　種		製作時塗装仕様	転用時塗装仕様
製缶物		工場	素地調整	１種	－
			塗　装	R－２	－
		現場	素地調整	－	２種
			塗　装	－	R－２
機械物		工場	素地調整	１種	２種
			塗　装	R－１	R－１
接水部		工場	素地調整	１種	２種
			塗　装	P－２	P－２
		現場	素地調整	－	２種
			塗　装	－	P－２
配管部	露出部	現場	素地調整	１種	２種
			塗　装	R－２	R－２
	埋設部	現場	素地調整	１種	２種
			塗　装	P－２	P－２

（注）：転用時の素地調整は，劣化が少ない場合は３種で良い。

3）ダム施工機械設備で，衝撃力を受けたり，摩耗する箇所等においては，塗装での保護が期待できないため，設計時に十分な耐久性の検討が必要である。特に骨材生産機器，コンクリート製造機器，シュート・ホッパ等の内面については，さび止めのみとする。
4）大気露出部の機器においても，粉塵や，酸，アルカリ等の発生する機器や周辺に設置されている機器については，フタル酸系塗料の使用を控えることも必要である。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

設備機器
- 製缶物
- 機械物
- シュート・ホッパ内面
- 接水部
- 配管部
  - 露出部
  - 埋設部

2）塗装仕様は製作時と転用時の標準的な仕様を 表4.3-1 に示した。一般的な塗装仕様は 3-3-1 塗料 を参照。

表4.3-1　塗装仕様一覧表

区　分		工　種		製作時塗装仕様	転用時塗装仕様
製缶物		工場	素地調整	１種	－
			塗　装	R－２	－
		現場	素地調整	－	２種
			塗　装	－	R－２
機械物		工場	素地調整	１種	２種
			塗　装	R－１	R－１
接水部		工場	素地調整	１種	２種
			塗　装	P－２	P－２
		現場	素地調整	－	２種
			塗　装	－	P－２
配管部	露出部	現場	素地調整	１種	２種
			塗　装	R－２	R－２
	埋設部	現場	素地調整	１種	２種
			塗　装	P－２	P－２

（注）：転用時の素地調整は，劣化が少ない場合は３種で良い。

3）ダム施工機械設備で，衝撃力を受けたり，摩耗する箇所等においては，塗装での保護が期待できないため，設計時に十分な耐久性の検討が必要である。特に骨材生産機器，コンクリート製造機器，シュート・ホッパ等の内面については，さび止めのみとする。
4）大気露出部の機器においても，粉塵や，酸，アルカリ等の発生する機器や周辺に設置されている機器については，フタル酸系塗料の使用を控えることも必要である。

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

４－４　トンネル換気設備

１．トンネル換気設備は，使用条件に応じた適切な防食方法を選定する。

【解　説】

１．対象設備

トンネル換気設備には，次のような各設備機器が含まれる。

換気機（送・排風機，ジェットファン，ブースターファン），ダンパ，減速機，
コーナーベーン，送気ノズル，吸込防護金網，仕切壁，点検歩廊，手元開閉器箱，
電動機冷却ファン，強制給油装置，油圧装置，油配管，消音設備，

トンネル換気設備は，各種設備機器が長期間自動車排気ガスにさらされたり，海水の飛沫や潮風，融雪剤の飛沫にさらされるなど腐食性のある環境下にある。

この要領は，そのような環境下における各設備を合理的に保護（防錆・防食）するための具体的な方法について規定する。

また，設備機器に美観を保持させることや設備の区分や危険表示を行うことについても配慮を行うものとする。

２．使用条件・保守管理条件に応じた防食方法

(1) 設置環境区分

各設備機器がさらされる環境には，次のようなものがある。

接排気ガス部 ――― 常時または一時的にも，排気ガスに接触する部分
大気部 ―― 屋外部／屋内湿潤部 ―― 屋外で時として風雨にさらされたり
　　屋内でも高い湿度下となる部分
　　└ 屋内乾燥部 ――― 屋内で，乾燥状態下となる部分

(2) 使用条件

防食方法の決定には，各設備機器それぞれの運転条件，運転頻度，保守条件，対象部位の位置や大きさ，作業性，あるいは補修方法など含めて総合的に勘案すること。

選定の目安は，表4.4-1 による。

表4.4-1　選定の目安

環境 防食方法	接排気ガス部	非排気ガス部		適用例
		屋外部／屋内湿潤部	屋内乾燥部	
塗装	○	○	○	多数
粉体塗装	△	△	△	――
めっき	○	○	○	取付金具など
溶射	×	×	×	――
電気防食	×	×	×	――

○　適用可能　△　実施例が少ない　×　適用不可

(3) 材料による防食

設備機器が腐食性の環境下にあり，表面への処理の施工性や損耗等の課題があるときには，トータルコストも検討した上で，材料として耐食性のあるステンレス鋼を用いることができるものとする。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

４－４　トンネル換気設備

１．トンネル換気設備は，使用条件に応じた適切な防食方法を選定する。

【解　説】

１．対象設備

トンネル換気設備には，次のような各設備機器が含まれる。

換気機（送・排風機，ジェットファン，ブースターファン），ダンパ，減速機，
コーナーベーン，送気ノズル，吸込防護金網，仕切壁，点検歩廊，手元開閉器箱，
電動機冷却ファン，強制給油装置，油圧装置，油配管，消音設備，

トンネル換気設備は，各種設備機器が長期間自動車排気ガスにさらされたり，海水の飛沫や潮風，融雪剤の飛沫にさらされるなど腐食性のある環境下にある。

この要領は，そのような環境下における各設備を合理的に保護（防錆・防食）するための具体的な方法について規定する。

また，設備機器に美観を保持させることや設備の区分や危険表示を行うことについても配慮を行うものとする。

２．使用条件・保守管理条件に応じた防食方法

(1) 設置環境区分

各設備機器がさらされる環境には，次のようなものがある。

接排気ガス部 ――― 常時または一時的にも，排気ガスに接触する部分
非排気ガス部 ―― 屋外部／屋内湿潤部 ――― 屋外で時として風雨にさらされたり
　　屋内でも高い湿度下となる部分
　　└ 屋内乾燥部 ――― 屋内で，乾燥状態下となる部分

(2) 使用条件

防食方法の決定には，各設備機器それぞれの運転条件，運転頻度，保守条件，対象部位の位置や大きさ，作業性，あるいは補修方法など含めて総合的に勘案すること。

選定の目安は，表4.4-1 による。

表4.4-1　選定の目安

環境 防食方法	接排気ガス部	非排気ガス部		適用例
		屋外部／屋内湿潤部	屋内乾燥部	
塗装	○	○	○	多数
粉体塗装	△	△	△	――
めっき	○	○	○	取付金具など
溶射	×	×	×	――
電気防食	×	×	×	――

○　適用可能　△　実施例が少ない　×　適用不可

(3) 材料による防食

設備機器が腐食性の環境下にあり，表面への処理の施工性や損耗等の課題があるときには，トータルコストも検討した上で，材料として耐食性のあるステンレス鋼を用いることができるものとする。

変更理由等

語句の修正

語句の修正

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

３．被覆防食

(1) 塗装仕様

トンネル換気設備の塗装仕様は，設備の設置環境，使用条件，美観等を考慮して決定する。

一般的な使用環境・使用条件とは，設備機器の塗装対象部位が，　４－４　トンネル換気設備　解説２．(1)　に示す大気の環境下にあるものをいう。

これらの条件を満たさないときは，該当設備機器の部位の重要度，近隣の類似設備機器の使用実績などについて十分検討する必要がある。

1) 塗装仕様には，素地調整，プライマー及び塗装（下塗り，中塗り，上塗りなど）がある。

個々の条件に対応した塗装仕様は，第３章の表を参照のこと。なお，その他の規定条件を遵守し塗布する必要がある。

適用塗装仕様一覧表を 表4.4-2 に示す。

2) エポキシ樹脂系は,原則として工場塗装で上塗りまで施工し，現地に搬入するものとする。

但し，工程上などで現場にて仕上げ塗装を行う場合は，第２層をエポキシ樹脂ＭＩＯ塗料とし，後を現場塗装とすることができる。

表4.4-2　塗装仕様一覧表

対象設備		素地調整	接ガス部	非接ガス部		備考
	設備機器			屋外部	屋内部	
トンネル換気設備	送排風機	１種	P-1	Q-1	R-1	動翼・羽根車はメーカー標準
	ジェットファン	１種	P-1	－	－	羽根車はメーカー標準
	ﾍﾞﾙﾏｳｽ,接続管,ﾀﾞﾝﾊﾟ等	１種	P-1	Q-1	R-1	
	ｺｰﾅﾍﾞｰﾝ，仕切板 等	１種	P-1	Q-1	R-1	
	天井ｸﾚｰﾝ設備	－	－	－	－	メーカー標準

3) 塗替塗装

塗替塗装は 3-3-1 塗料　５．塗替塗装の 表3.3-9 により選定することを原則とするが，下記に留意して決定する。

① 塗替塗装を実施する場合は，旧塗膜状態により決定するものとするが，付着性を考慮して，旧塗料系を使用することを原則とする。

② 素地調整は，旧塗膜の状況により　３－２　素地調整　より適宜選定するものとする。

(2) 粉体塗装

ケーシング等で普通塗装で塗膜の信頼性や耐久性が課題となる場合には，粉体塗装を採用することができる。

1) 合成樹脂の粉末を金属表面に付着させ，加熱・融着して連続塗膜を形成させる方法を粉体塗装という。塗料が無溶剤であることから塗膜が硬く，１回の作業で厚塗り(50～400μm)を行うことができる。

粉体塗装要領は　４－２　揚排水ポンプ設備　解説３．(2)　による。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

３．被覆防食

(1) 塗装仕様

トンネル換気設備の塗装仕様は，設備の設置環境，使用条件，美観等を考慮して決定する。

一般的な使用環境・使用条件とは，設備機器の塗装対象部位が，　４－４　トンネル換気設備　解説２．(1)　に示す非排気ガス部の環境下にあるものをいう。

これらの条件を満たさないときは，該当設備機器の部位の重要度，近隣の類似設備機器の使用実績などについて十分検討する必要がある。

1) 塗装仕様には，素地調整，プライマー及び塗装（下塗り，中塗り，上塗りなど）がある。

個々の条件に対応した塗装仕様は，第３章の表を参照のこと。なお，その他の規定条件を遵守し塗布する必要がある。

適用塗装仕様一覧表を 表4.4-2 に示す。

2) エポキシ樹脂系は,原則として工場塗装で上塗りまで施工し，現地に搬入するものとする。

但し，工程上などで現場にて仕上げ塗装を行う場合は，第２層をエポキシ樹脂ＭＩＯ塗料とし，後を現場塗装とすることができる。

表4.4-2　塗装仕様一覧表

対象設備		素地調整	接排気ガス部	非排気ガス部		備考
	設備機器			屋外部	屋内部	
トンネル換気設備	送排風機	１種	P-1	Q-1	R-1	動翼・羽根車はメーカー標準
	ジェットファン	１種	P-1	－	－	羽根車はメーカー標準
	ﾍﾞﾙﾏｳｽ,接続管,ﾀﾞﾝﾊﾟ等	１種	P-1	Q-1	R-1	
	ｺｰﾅﾍﾞｰﾝ，仕切板 等	１種	P-1	Q-1	R-1	
	天井ｸﾚｰﾝ設備	－	－	－	－	メーカー標準

3) 塗替塗装

塗替塗装は 3-3-1 塗料　５．塗替塗装の 表3.3-9 により選定することを原則とするが，下記に留意して決定する。

① 塗替塗装を実施する場合は，旧塗膜状態により決定するものとするが，付着性を考慮して，旧塗料系を使用することを原則とする。

② 素地調整は，旧塗膜の状況により　３－２　素地調整　より適宜選定するものとする。

(2) 粉体塗装

ケーシング等で普通塗装で塗膜の信頼性や耐久性が課題となる場合には，粉体塗装を採用することができる。

1) 合成樹脂の粉末を金属表面に付着させ，加熱・融着して連続塗膜を形成させる方法を粉体塗装という。塗料が無溶剤であることから塗膜が硬く，１回の作業で厚塗り(50～400μm)を行うことができる。

粉体塗装要領は　４－２　揚排水ポンプ設備　解説３．(2)　による。

変更理由等

表4.4-1との整合

表4.4-1との整合

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
(3) 溶融亜鉛めっき 普通塗装よりも，形状・構造などの面からの施工性や，表面の防錆をより確実に行いたいときには，溶融亜鉛めっきを用いる。 1) めっきには，電気めっき・化学めっき・溶融めっき・拡散めっき・蒸着めっき等があり，それぞれ特徴を有するが，トンネル換気設備等に用いられるめっき処理は殆ど溶融亜鉛めっきである。 溶融亜鉛めっきは，薄板・線材については連続または半連続的に作業を行うが，構造物・製品・半製品に類するバッチ作業で一品処理するものはドブ漬けと称する。 めっき層の厚さ（付着量）はJIS H 8641 で規定されている。 トンネル換気ファンにおいてはトンネル内で使われる機器に用いられることがある。例としては，ジェットファンのターンバックル，取付金具や計測機器の取付金具などがある。	(3) 溶融亜鉛めっき 普通塗装よりも，形状・構造などの面からの施工性や，表面の防錆をより確実に行いたいときには，溶融亜鉛めっきを用いる。 1) めっきには，電気めっき・化学めっき・溶融めっき・拡散めっき・蒸着めっき等があり，それぞれ特徴を有するが，トンネル換気設備等に用いられるめっき処理は殆ど溶融亜鉛めっきである。 溶融亜鉛めっきは，薄板・線材については連続または半連続的に作業を行うが，構造物・製品・半製品に類するバッチ作業で一品処理するものはドブ漬けと称する。 めっき層の厚さ（付着量）はJIS H 8641 で規定されている。 トンネル換気ファンにおいてはトンネル内で使われる機器に用いられることがある。例としては，ジェットファンのターンバックル，取付金具や計測機器の取付金具などがある。	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

４－５　その他の設備

１．その他の設備は，その各々の設備環境及び使用条件に応じた適切な防食方法を選定する。

【解　説】

１．対象設備

各施設，設備には，表4.5-1 に示す各設備機器が含まれる。

表4.5-1　施設，設備構成

施設，設備名	設　備　機　器
トンネル非常用施設	ポンプ 消火栓 配管（弁含む）
消融雪設備	ポンプ 配管（弁含む）
道路排水設備	ポンプ 配管（弁含む） 除塵設備 クレーン
共同溝付帯設備	ポンプ 送風機 仕切板等 配管（弁含む） ダクト（仕切板等含む）

各施設，設備は，各種設備機器が長期間接水もしくは多湿状態の腐食性のある環境下にあり，さらに 流水，風雨，日光，高温などの厳しい条件にさらされる。

この要領は，そのような環境下における各設備を合理的に保護（防錆・防食）するための具体的な方法について規定する。

また，設備機器に美観を保持させることや設備の区分や危険表示を行うことについても配慮を行うものとする。

２．設置環境及び使用条件に応じた防食方法

(1) 設置環境区分

各設備がさらされる環境には次のようなものがある。

・接水部 ――― 常時または一時的にも，水に接触する部分
（なお，ポンプの水槽に設置となる吸込管内外面，スクリーンなどは接水しない部分もすべて接水部とみなす。）

・大気部 ―― 屋外部 ―― 屋外で直射日光，風雨に暴露される部分
　　 ―― 屋内湿潤部 ―― 屋内で結露などにより湿潤する可能性がある部分
　　 ―― 屋内乾燥部 ―― 屋内で，直射日光にさらされない上記以外の部分

・地中部埋設部 ―――――― 地中に埋設され，土砂と接触する部分

・接油部 ―――――― 燃料油や潤滑油と接触する部分

・高温部 ―――――― 高温（100℃以上）に加熱される部分

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

４－５　その他の設備

１．その他の設備は，その各々の設備環境及び使用条件に応じた適切な防食方法を選定する。

【解　説】

１．対象設備

各施設，設備には，表4.5-1 に示す各設備機器が含まれる。

表4.5-1　施設，設備構成

施設，設備名	設　備　機　器
トンネル非常用施設	ポンプ 消火栓 配管（弁含む）
消融雪設備	ポンプ 配管（弁含む）
道路排水設備	ポンプ 配管（弁含む） 除塵設備 クレーン
共同溝付帯設備	ポンプ 送風機 仕切板等 配管（弁含む） ダクト（仕切板等含む）

各施設，設備は，各種設備機器が長期間接水もしくは多湿状態の腐食性のある環境下にあり，さらに 流水，風雨，日光，高温などの厳しい条件にさらされる。

この要領は，そのような環境下における各設備を合理的に保護（防錆・防食）するための具体的な方法について規定する。

また，設備機器に美観を保持させることや設備の区分や危険表示を行うことについても配慮を行うものとする。

２．設置環境及び使用条件に応じた防食方法

(1) 設置環境区分

各設備がさらされる環境には次のようなものがある。

・接水部 ――― 常時または一時的にも，水に接触する部分
（なお，ポンプの水槽に設置となる吸込管内外面，スクリーンなどは接水しない部分もすべて接水部とみなす。）

・大気部 ―― 屋外部 ―― 屋外で直射日光，風雨に暴露される部分
　　 ―― 屋内湿潤部 ―― 屋内で結露などにより湿潤する可能性がある部分
　　 ―― 屋内乾燥部 ―― 屋内で，直射日光にさらされない上記以外の部分

・地中部埋設部 ―――――― 地中に埋設され，土砂と接触する部分

変更理由等

接油部、高温部の削除

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

(2) 使用条件

防食方法の決定には，各設備機器それぞれの運転条件，運転頻度，対象部位の位置や大きさ，作業性あるいは補修方法などを含めた使用条件面も含めて，総合的に勘案すること。

(3) 手　順

防食方法として，一般条件範囲内のものについては，「被覆防食（塗装）」を採用する。

塗装は，比較的簡単に複雑な形状のものや大きなものにも対応でき，設置環境や使用条件に応じた塗装仕様を適用すれば，実用上優れた防食効果を得ることができる。

第３章の塗装仕様は，設備が一般条件範囲内（一般条件範囲は　４－２　揚排水ポンプ設備解説２．(1) 参照）にあるとき，実績が十分なる合理的なものを標準的に取り決めたものである。

なお，この一般条件範囲より外れる機器や部位は，重ね防食塗装あるいは「その他の被覆や材料による方法など」の適用を検討する。これらの選定の目安を 表4.5-2 に示す。

表4.5-2　防食方法の選定の目安

環境 防食方法	水　中		大 気 部		適 用 例
	海水･汚染水	淡　水	海岸･都市部	そ の 他	
塗装	○	○	○	○	多数
粉体塗装	×	×	△	△	消火栓
溶融亜鉛めっき	×	×	△	△	配管・ダクトなど
耐食性材料	○	○	△	×	水中モータポンプのアンカーボルトなど
電気防食 （塗装と併用）	×	×	×	×	－

ただし，○：適用可能
△：実施例が少ない
×：適用不可

３．被覆防食

(1) 塗装仕様

その他の設備の塗装仕様は，設備の設置環境，使用条件，美観等を考慮して選定する。

1) 使用環境・使用条件とは，設備機器の塗装対応部位が，次の条件を満たすものであることをいう。

これらの条件を満たさないときは，塗装仕様を適用するかどうかについて，該当設備機器の部位の重要度，近隣の類似設備機器の使用実績などについて十分検討する必要がある。

① 大気部（屋外／屋内湿潤部）

塩素イオンが飛来しないこと。

② 塗装仕様

塗装方法は，原則として はけ または エアレススプレーによるものとする。

塗装方法により，塗布１回当たりの塗布量が異なるので留意する必要がある。

塗装場所には，工場にて行うものと現地据付後行うものがある。

なお，その他の規定条件を遵守し塗布する必要がある。

適用塗装仕様一覧表を表 4.5-3 に示す。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

(2) 使用条件

防食方法の決定には，各設備機器それぞれの運転条件，運転頻度，対象部位の位置や大きさ，作業性あるいは補修方法などを含めた使用条件面も含めて，総合的に勘案すること。

(3) 手　順

防食方法として，一般条件範囲内のものについては，「被覆防食（塗装）」を採用する。

塗装は，比較的簡単に複雑な形状のものや大きなものにも対応でき，設置環境や使用条件に応じた塗装仕様を適用すれば，実用上優れた防食効果を得ることができる。

第３章の塗装仕様は，設備が一般条件範囲内（一般条件範囲は　４－２　揚排水ポンプ設備解説２．(1) 参照）にあるとき，実績が十分にある合理的なものを標準的に取り決めたものである。

なお，この一般条件範囲より外れる機器や部位は，重ね防食塗装あるいは「その他の被覆や材料による方法など」の適用を検討する。これらの選定の目安を 表4.5-2 に示す。

表4.5-2　防食方法の選定の目安

環境 防食方法	水　中		大 気 部		適 用 例
	海水･汚染水	淡　水	海岸･都市部	そ の 他	
塗装	○	○	○	○	多数
粉体塗装	×	×	△	△	消火栓
溶融亜鉛めっき	×	×	△	△	配管・ダクトなど
耐食性材料	○	○	△	×	水中モータポンプのアンカーボルトなど
電気防食 （塗装と併用）	×	×	×	×	－

ただし，○：適用可能
△：実施例が少ない
×：適用不可

３．被覆防食

(1) 塗装仕様

その他の設備の塗装仕様は，設備の設置環境，使用条件，美観等を考慮して選定する。

1) 使用環境・使用条件とは，設備機器の塗装対応部位が，次の条件を満たすものであることをいう。

これらの条件を満たさないときは，塗装仕様を適用するかどうかについて，該当設備機器の部位の重要度，近隣の類似設備機器の使用実績などについて十分検討する必要がある。

① 大気部（屋外／屋内湿潤部）

塩素イオンが飛来しないこと。

② 塗装仕様

塗装方法は，原則として はけ または エアレススプレーによるものとする。

塗装方法により，塗布１回当たりの塗布量が異なるので留意する必要がある。

塗装場所には，工場にて行うものと現地据付後行うものがある。

なお，その他の規定条件を遵守し塗布する必要がある。

適用塗装仕様一覧表を表 4.5-3 に示す。

変更理由等

語句の修正

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表4.5-3　塗装仕様一覧表

対象設備			素地調整	接水部	大気部		地中埋設部	備考
	設備機器				屋外／屋内湿潤部	屋内／乾燥部		
トンネル非常用施設	ポンプ及び消火栓		－	－	－	－	－	メーカー標準
	配管	弁類	1種	P-1	Q-1	R-2	P-2	
		SGP	4種	－	Q-1	R-2	P-2	

対象設備			素地調整	接水部	大気部		地中埋設部	備考
	設備機器				屋外／屋内湿潤部	屋内／乾燥部		
消融雪設備	ポンプ		－	－	－	－	－	メーカー標準
	配管	弁類	1種	P-1	Q-1	R-2	P-2	
		SGP	4種	－	Q-1	R-2	P-2	

対象設備			素地調整	接水部	大気部		地中埋設部	備考
	設備機器				屋外／屋内湿潤部	屋内／乾燥部		
道路排水設備	ポンプ設備		－	－	－	－	－	メーカー標準
	配管	弁類	1種	P-1	Q-1	R-2	P-2	
		FCD	1種	P-1	Q-1	R-2	P-2	
		SGP	4種	－	Q-1	R-2	P-2	
	除塵設備		1種	P-1	Q-1	R-2	－	
	クレーン		1種	－	－	－	－	メーカー標準

対象設備			素地調整	接水部	大気部		地中埋設部	備考
	設備機器				屋外／屋内湿潤部	屋内／乾燥部		
共同溝付帯設備	ポンプ		－	－	－	－	－	メーカー標準
	排風機		－	－	－	－	－	メーカー標準
	仕切板等		1種	－	Q-1	R-2	－	
	配管	弁類	1種	P-1	Q-1	R-2	P-2	
		SGP	4種	P-1	Q-1	R-2	P-2	
	ダクト		4種	－	Q-1	R-2	－	

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表4.5-3　塗装仕様一覧表

対象設備			素地調整	接水部	大気部		地中埋設部	備考
	設備機器				屋外／屋内湿潤部	屋内／乾燥部		
トンネル非常用施設	ポンプ及び消火栓		－	－	－	－	－	メーカー標準
	配管	弁類	1種	P-1	Q-1	R-2	P-2	
		SGP	4種	－	Q-1	R-2	P-2	

対象設備			素地調整	接水部	大気部		地中埋設部	備考
	設備機器				屋外／屋内湿潤部	屋内／乾燥部		
消融雪設備	ポンプ		－	－	－	－	－	メーカー標準
	配管	弁類	1種	P-1	Q-1	R-2	P-2	
		SGP	4種	－	Q-1	R-2	P-2	

対象設備			素地調整	接水部	大気部		地中埋設部	備考
	設備機器				屋外／屋内湿潤部	屋内／乾燥部		
道路排水設備	ポンプ設備		－	－	－	－	－	メーカー標準
	配管	弁類	1種	P-1	Q-1	R-2	P-2	
		FCD	1種	P-1	Q-1	R-2	P-2	
		SGP	4種	－	Q-1	R-2	P-2	
	除塵設備		1種	P-1	Q-1	R-2	－	
	クレーン		1種	－	－	－	－	メーカー標準

対象設備			素地調整	接水部	大気部		地中埋設部	備考
	設備機器				屋外／屋内湿潤部	屋内／乾燥部		
共同溝付帯設備	ポンプ		－	－	－	－	－	メーカー標準
	排風機		－	－	－	－	－	メーカー標準
	仕切板等		1種	－	Q-1	R-2	－	
	配管	弁類	1種	P-1	Q-1	R-2	P-2	
		SGP	4種	P-1	Q-1	R-2	P-2	
	ダクト		4種	－	Q-1	R-2	－	

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
４．材料による防食 （1）ステンレス鋼 設備機器が腐食性の環境下にあり，表面への処理の施工性や損耗に課題があるとき，または，化学的な処置が管理上懸念されるときには，材料として耐食性のあるステンレス鋼を用いることができるものとする。 1）常時水中にあり，水位低下が容易でない箇所。 2）箱体の内側，空気管の内面など，手や身体が入らず再塗装の困難な箇所。 3）塗膜が損傷しやすい箇所。 4）水中モータポンプのアンカボルトなど取替えが困難な箇所。	４．材料による防食 （1）ステンレス鋼 設備機器が腐食性の環境下にあり，表面への処理の施工性や損耗に課題があるとき，または，化学的な処置が管理上懸念されるときには，材料として耐食性のあるステンレス鋼を用いることができるものとする。 1）常時水中にあり，水位低下が容易でない箇所。 2）箱体の内側，空気管の内面など，手や身体が入らず再塗装の困難な箇所。 3）塗膜が損傷しやすい箇所。 4）水中モータポンプのアンカボルトなど取替えが困難な箇所。	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
第５章　防食の施工・品質及び維持管理 **５－１　施工管理** １．防食施工は，適用する防食方法の防食性能を確実に発揮させるために，施工対象，施工時期，施工場所及び施工環境条件等を十分に検討し，的確な方法で行う。 ２．施設の保守管理のために，防食方法・材料に関する防食記録を表示し，適切に保管する。 **【解　説】** １．防食施工 (1) 防食性能を確実に発揮させるとは，防食設計により求められる耐食性，耐候性等の防食性能を定められた期間維持することをいう。 (2) 施工対象は，新設時の全工場塗装などの全体，部分塗装や戸当りなどの部分，ステンレス鋼と普通鋼の接触部などの環境部がある。 (3) 施工時期は，防食方法に応じて製作時，据付時及び保管時など適切な時期がある。 (4) 施工場所は，製作を行う工場及び設備が設置されている現場がある。 (5) 施工環境条件は，施工時の気象・気候条件及び施工対象部分の表面温度や結露などの局部的な条件がある。 (6) 被覆による防食施工上の留意事項を以下に示す。 1) 塗装 ① 素地調整を行い金属面が露出した部分は，活性状態にあり発錆しやすいので速やかに１層目の塗装を行う。 ② 全工場塗装を行った設備が，輸送，据付時に塗膜を損傷した場合は，損傷の状況に応じて工場塗装と同様の工程で補修を行う。 ③ 塗替塗装の施工は，塗装の範囲，塗装対象の形状，施工環境，美観，塗料の種類などにより適切な方法を選定するが，全面塗替塗装の場合は，均質で優れた品質の塗膜が得られるエアレス塗装が望ましい。 ④ 塗装施工は，塗料に応じて気温及び湿度の制限を設けて施工する。 なお，必要に応じて保温対策等を行い施工することができる。 ⑤ 被塗装部が50℃以上５℃以下の場合，降雨，降雪，結露，霧，またはそのおそれがある場合，及び適切な防護施設がなく，風で被塗装部に塵埃等の付着が予想される場合は，塗装作業を行ってはならない。 ⑥ 塗装の塗重ね間隔は，塗料毎に定められた塗重ね時間を厳守する。 ⑦ エッジ部等で塗料が付着しにくい部位は，先行塗装の増し塗りか，面取りや角を丸く加工を行い塗膜厚を確保する。 2) 金属溶射 ① 金属溶射の素地調整は，ISO 8501-1 Sa2 1/2以上を原則とするが，粗面形成材を用いて素地調整を行う方法もあり，金属溶射の方法に応じ適切に施工する。 ② 素地調整を行い金属面が露出した部分は，活性状態にあり発錆しやすいので速やかに１層目の金属溶射を行う。 ③ 金属溶射被膜は，防食設計により決定した膜厚を確保し，必要以上の膜厚とならないよう均一に施工する。 ④ 溶射被膜を150μm以上とする場合には，被膜の接着強度が低下するため被膜表面温度が上がりすぎないように数回に分けて施工する。	**第５章　防食の施工・品質及び維持管理** **５－１　施工管理** １．防食施工は，適用する防食方法の防食性能を確実に発揮させるために，施工対象，施工時期，施工場所及び施工環境条件等を十分に検討し，的確な方法で行う。 ２．施設の保守管理のために，防食方法・材料に関する防食記録を表示し，適切に保管する。 **【解　説】** １．防食施工 (1) 防食性能を確実に発揮させるとは，防食設計により求められる耐食性，耐候性等の防食性能を定められた期間維持することをいう。 (2) 施工対象は，新設時の全工場塗装などの全体，部分塗装や戸当りなどの部分，ステンレス鋼と普通鋼の接触部などの環境部がある。 (3) 施工時期は，防食方法に応じて製作時，据付時及び保管時など適切な時期がある。 (4) 施工場所は，製作を行う工場及び設備が設置されている現場がある。 (5) 施工環境条件は，施工時の気象・気候条件及び施工対象部分の表面温度や結露などの局部的な条件がある。 (6) 被覆による防食施工上の留意事項を以下に示す。 1) 塗装 ① 素地調整を行い金属面が露出した部分は，活性状態にあり発錆しやすいので速やかに１層目の塗装を行う。 ② 全工場塗装を行った設備が，輸送，据付時に塗膜を損傷した場合は，損傷の状況に応じて工場塗装と同様の工程で補修を行う。 ③ 塗替塗装の施工は，塗装の範囲，塗装対象の形状，施工環境，美観，塗料の種類などにより適切な方法を選定するが，全面塗替塗装の場合は，均質で優れた品質の塗膜が得られるエアレス塗装が望ましい。 ④ 塗装施工は，塗料に応じて気温及び湿度の制限を設けて施工する。 なお，必要に応じて保温対策等を行い施工することができる。 ⑤ 被塗装部が50℃以上５℃以下の場合，降雨，降雪，結露，霧，またはそのおそれがある場合，及び適切な防護施設がなく，風で被塗装部に塵埃等の付着が予想される場合は，塗装作業を行ってはならない。 ⑥ 塗装の塗重ね間隔は，塗料毎に定められた塗重ね時間を厳守する。 ⑦ エッジ部等で塗料が付着しにくい部位は，先行塗装の増し塗りか，面取りや角を丸く加工を行い塗膜厚を確保する。 2) 金属溶射 ① 金属溶射の素地調整は，ISO 8501-1 Sa2 1/2以上を原則とするが，粗面形成材を用いて素地調整を行う方法もあり，金属溶射の方法に応じ適切に施工する。 ② 素地調整を行い金属面が露出した部分は，活性状態にあり発錆しやすいので速やかに１層目の金属溶射を行う。 ③ 金属溶射被膜は，防食設計により決定した膜厚を確保し，必要以上の膜厚とならないよう均一に施工する。 ④ 溶射被膜を150μm以上とする場合には，被膜の接着強度が低下するため被膜表面温度が上がりすぎないように数回に分けて施工する。	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

⑤ 金属溶射の施工は，塗装と同様に気象等の自然条件の制限を設ける。

3）溶融亜鉛めっき

溶融亜鉛めっきは，亜鉛浴槽の大きさに制約を受けるため設備の寸法など事前検討を十分行う。

(7) 耐食性材料

1）ステンレス鋼を使用する場合，ステンレス鋼の溶接性は種類毎に異なるため各々の特性を把握し，防食性能の低下を防止する処理を講ずる必要がある。

溶接による防食性能の低下と防止対策を，表5.1-1 に示す。

表5.1-1　ステンレス鋼の溶接による防食性能の低下と防止対策

溶接による防食性能の低下	防　止　対　策
オーステナイト系ステンレス鋼は，溶接熱影響部で450～850℃の領域は，オーステナイト層の粒界にクロム炭化物が析出し(鋭敏化)，この粒界近傍は，クロム量が減少するため防食性能が低下する。(ウェルドデケイ)	ウェルドデケイが存在しても問題にならない場合も多いが，粒界腐食や応力腐食割れが発生しやすい環境で使用する場合は，適切な対策を施す。 ・具体的対策については接合マニュアル参照
ステンレス鋼と普通鋼及びステンレスクラッド鋼の溶接では，溶接金属の化学成分が母材によって大きく変化し，溶接材料の化学成分とは異なったものとなるため防食性能が低下する。	普通鋼により希釈される溶接金属の希釈率を求め，溶接金属の健全性と検討し，適切な溶接材料を決定する。 ・溶接金属の健全性の検討は接合マニュアル参照

2）ステンレス鋼以外の耐食性材料は，ステンレス鋼と同様に溶接性，加工性を十分把握し施工する。

(8) 複合防食

1）防食設計により決定した防食方法が，被覆による防食，耐食性材料，電気防食のうち２種以上を適用する場合を複合防食という。

2）複合防食の施工は，各防食方法毎の施工方法に準じる他各々の防食方法が相互に防食性能を低下させるような干渉を防止する。

防食性能を低下させる干渉には，電気防食で過防食となった場合に，被防食側に水素が発生しマルテンサイト系ステンレス鋼やチタンでは水素脆化を生じる場合や，塗装被膜のふくれ，剥離が発生する場合などがある。

3）電気防食

① 流電陽極方式の電極の取付け方法は，溶接式，スタッドボルト式，U型ボルト式，吊り下げ式があり，輸送及び据付時の破損を考慮して，原則として現場で取り付ける。

② 流電陽極方式の電極は，将来の取り替えを考慮した取付け方法とするとともに，被防食体と電気的に確実に接続する。

③ 外部電源方式は，被防食体以外の鋼矢板護岸，鉄筋コンクリート構造物等，他の構造物への干渉に注意し，干渉により障害の発生が予測される場合には適切な措置を講ずる。

なお，「電気設備に関する技術基準の解釈について（通商産業省）第236条」の規定により施工する。

④ 外部電源方式の電気防食を採用した場合には，防食電位の調整を的確に行う他，水質等の変化による防食電位を把握するため定期的な防食電位測定等を行う。

(9) 防食施工上弱点となる部分の管理方法例を以下に示す。

1）溶接部の処置

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

⑤ 金属溶射の施工は，塗装と同様に気象等の自然条件の制限を設ける。

3）溶融亜鉛めっき

溶融亜鉛めっきは，亜鉛浴槽の大きさに制約を受けるため設備の寸法など事前検討を十分行う。

(7) 耐食性材料

1）ステンレス鋼を使用する場合，ステンレス鋼の溶接性は種類毎に異なるため各々の特性を把握し，防食性能の低下を防止する処理を講ずる必要がある。

溶接による防食性能の低下と防止対策を，表5.1-1 に示す。

表5.1-1　ステンレス鋼の溶接による防食性能の低下と防止対策

溶接による防食性能の低下	防　止　対　策
オーステナイト系ステンレス鋼は，溶接熱影響部で450～850℃の領域は，オーステナイト層の粒界にクロム炭化物が析出し(鋭敏化)，この粒界近傍は，クロム量が減少するため防食性能が低下する。ステンレス鋼溶接部の腐食を粒界腐食あるいはウェルドデケイという。	ウェルドデケイが存在しても問題にならない場合も多いが，粒界腐食や応力腐食割れが発生しやすい環境で使用する場合は，適切な対策を施す。 ・具体的対策については接合マニュアル参照
ステンレス鋼と普通鋼及びステンレスクラッド鋼の溶接では，溶接金属の化学成分が母材によって大きく変化し，溶接材料の化学成分とは異なったものとなるため防食性能が低下する。	普通鋼により希釈される溶接金属の希釈率を求め，溶接金属の健全性と検討し，適切な溶接材料を決定する。 ・溶接金属の健全性の検討は接合マニュアル参照

2）ステンレス鋼以外の耐食性材料は，ステンレス鋼と同様に溶接性，加工性を十分把握し施工する。

(8) 複合防食

1）防食設計により決定した防食方法が，被覆による防食，耐食性材料，電気防食のうち２種以上を適用する場合を複合防食という。

2）複合防食の施工は，各防食方法毎の施工方法に準じる他各々の防食方法が相互に防食性能を低下させるような干渉を防止する。

防食性能を低下させる干渉には，電気防食で過防食となった場合に，被防食側に水素が発生しマルテンサイト系ステンレス鋼やチタンでは水素脆化を生じる場合や，塗装被膜のふくれ，剥離が発生する場合などがある。

3）電気防食

① 流電陽極方式の電極の取付け方法は，溶接式，スタッドボルト式，U型ボルト式，吊り下げ式があり，輸送及び据付時の破損を考慮して，原則として現場で取り付ける。

② 流電陽極方式の電極は，将来の取り替えを考慮した取付け方法とするとともに，被防食体と電気的に確実に接続する。

③ 外部電源方式は，被防食体以外の鋼矢板護岸，鉄筋コンクリート構造物等，他の構造物への干渉に注意し，干渉により障害の発生が予測される場合には適切な措置を講ずる。

なお，「電気設備の技術基準の解釈（経済産業省）第199条」の規定により施工する。

④ 外部電源方式の電気防食を採用した場合には，防食電位の調整を的確に行う他，水質等の変化による防食電位を把握するため定期的な防食電位測定等を行う。

⑤ 電気防食に関して、次の要領類を参考とすることができる。

変更理由等

語句の修正

該当基準の改定

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
溶接部に特有の問題として，スパッター，スラグの付着，水素ガスの発生，被覆材のアルカリの影響などがあるため，一般部に比較して発錆しやすいので,入念に素地調整を行う。 スパッター，スラグについては，入念に除去する。また，溶接直後の溶接金属からは，拡散性水素の放出が懸念されるので，溶接方法，溶接棒の種類の違いによる水素ガス放出時間に留意して塗装を行う。 被覆材のアルカリの影響は，必要によりりん酸溶液またはブラスト処理によるアルカリ処理を実施後塗装を行う。 2）部材エッジ部の処置 ① 部材のエッジ部は，そのまま塗装すると一般の平板部に比較して，膜厚不足を生じ，塗膜の早期劣化が進行し発錆の原因となる。従って，平板部と同程度の耐食性を確保するには，適度に面取りや角を丸く加工することが必要である。 ② 部材エッジ部の加工実施時期は，新設塗装の場合工場製作時の素材段階で，塗替塗装では素地調整段階で現場加工するのが，経済的である。 角を丸くする場合の寸法は，Ｒ＝2.0㎜程度で効果が得られるといわれている。 3）コンクリート埋設部その境界部の処置 コンクリート内に埋設される鋼材（アンカーなどの金物，コンクリート面固着金物など）は，防錆処理が困難なため発錆によるさび汁によりコンクリートの汚れが多々見受けられる。この対策として，埋設前に鋼材とコンクリートとの密着を阻害しない無機及び有機ジンクリッチ塗料などを塗布すると工場及び現場における保管期間の長期化の場合を含めて，防錆上効果的である。 また，二次コンクリート充填後に端面や部材周りにコーキング材を塗布することも防錆上有効である。 (10) 塗替塗装時の施工上の留意事項 1）塗替塗装の施工は，製品の設置条件，周辺環境，気候，足場作業，製品の発錆状況，旧塗膜剥離，層間付着性等工場塗装，新規現場塗装と大きく異なるので，それら条件を十分に留意して施工しなければならない。 ① 塗替塗装の素地調整は，その製品の発錆状況がその部位により大きく異なるので，最適な素地調整の方法を選択して施工しなければならない。 イ 海塩粒子，凍結防止剤，農薬，その他塩基性化合物の付着のおそれがある場合は，必ず塩分測定を行い，被塗面に塩分量が，100mg/㎡（NaCl換算）以上付着している場合は，水洗等により塩分を除去し，100mg/㎡未満とする。 Ａ．塩分付着測定に必要な器具 ・ 脱イオン水（蒸留水）150cc／回 ・ 局方ガーゼ（30㎝×30㎝程度） ・ ビニール手袋 ・ マスキングテープ（20㎜幅程度） ・ メジャー ・ ポリビーカー ・ 塩素イオン検知管（北川式塩素イオン検知管Ｓ型） Ｂ．試料採取要領 ① 測定箇所をメジャーにて0.25㎡（例50×50㎝）を正確に測り，マスキングテープで仕切る。 ② 片手にビニール手袋をし，手袋表面を脱イオン水で良く洗浄する。 ③ 脱イオン水で十分洗浄した２つのポリビーカーの内，一方に脱イオン水を	【海水や汽水域の構造物】 港湾構造物防食・補修マニュアル（(一財) 沿岸技術研究センター） 【鋼製地下貯蔵タンク】 危険物施設の鋼製地下貯蔵タンク・配管に適用する電気防食規格及びガイドライン （(公社) 腐食防食学会） (9) 防食施工上弱点となる部分の管理方法例を以下に示す。 1）溶接部の処置 溶接部に特有の問題として，スパッター，スラグの付着，水素ガスの発生，被覆材のアルカリの影響などがあるため，一般部に比較して発錆しやすいので,入念に素地調整を行う。 スパッター，スラグについては，入念に除去する。また，溶接直後の溶接金属からは，拡散性水素の放出が懸念されるので，溶接方法，溶接棒の種類の違いによる水素ガス放出時間に留意して塗装を行う。 被覆材のアルカリの影響は，必要によりりん酸溶液またはブラスト処理によるアルカリ処理を実施後塗装を行う。 2）部材エッジ部の処置 ① 部材のエッジ部は，そのまま塗装すると一般の平板部に比較して，膜厚不足を生じ，塗膜の早期劣化が進行し発錆の原因となる。従って，平板部と同程度の耐食性を確保するには，適度に面取りや角を丸く加工することが必要である。 ② 部材エッジ部の加工実施時期は，新設塗装の場合工場製作時の素材段階で，塗替塗装では素地調整段階で現場加工するのが，経済的である。 角を丸くする場合の寸法は，Ｒ＝2.0㎜程度で効果が得られるといわれている。 3）コンクリート埋設部その境界部の処置 コンクリート内に埋設される鋼材（アンカーなどの金物，コンクリート面固着金物など）は，防錆処理が困難なため発錆によるさび汁によりコンクリートの汚れが多々見受けられる。この対策として，埋設前に鋼材とコンクリートとの密着を阻害しない無機及び有機ジンクリッチ塗料などを塗布すると工場及び現場における保管期間の長期化の場合を含めて，防錆上効果的である。 また，二次コンクリート充填後に端面や部材周りにコーキング材を塗布することも防錆上有効である。 (10) 塗替塗装時の施工上の留意事項 1）塗替塗装の施工は，製品の設置条件，周辺環境，気候，足場作業，製品の発錆状況，旧塗膜剥離，層間付着性等工場塗装，新規現場塗装と大きく異なるので，それら条件を十分に留意して施工しなければならない。 ① 塗替塗装の素地調整は，その製品の発錆状況がその部位により大きく異なるので，最適な素地調整の方法を選択して施工しなければならない。 イ 海塩粒子，凍結防止剤，農薬，その他塩基性化合物の付着のおそれがある場合は，塩分測定を行い，被塗面に塩分量が，50mg/㎡（NaCl換算）以上付着している場合は，水洗または素地調整等により塩分を除去することを原則とする。 Ａ．塩分付着測定に必要な器具 ・ 脱イオン水（蒸留水）150cc／回 ・ 局方ガーゼ（30㎝×30㎝程度） ・ ビニール手袋 ・ マスキングテープ（20㎜幅程度） ・ メジャー	該当基準の改定 塩分測定のタイミング及び数値の見直し

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

100ml（採取用），もう一方に脱イオン水を50ml（採取後の洗浄用）入れる。
④ ガーゼを適当にたたんでポリビーカーの水で湿らせ固く絞る。
⑤ 湿ったガーゼで測定面を平行方向にぬぐう。(図5.1-2 参照)
この時水をたらさないよう十分に注意する。

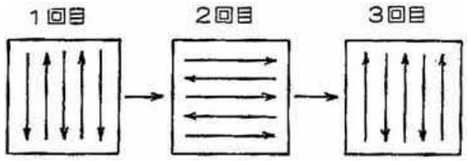


図5.1-1

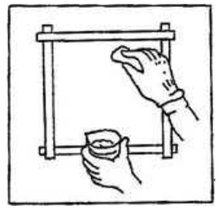


図5.1-2　塩分採取方法

※関塗研「ー最新ーわかりやすい塗装のはなし　塗る」より引用

⑥ ガーゼをポリビーカー内の水でよくすすぐ。
⑦ 図5.1-1に示すとおり、縦横に⑤～⑥を５回位繰り返す。
⑧ 最後に乾いたガーゼで測定箇所面を十分拭き取り，そのガーゼと，最初に拭き取りしたガーゼをポリビーカーに入れる。
使用したビニール手袋の表面を，洗浄用の脱イオン水が入ったポリビーカーで良く洗浄し，洗浄後の脱イオン水50mlを採取用の脱イオン水100mlが入ったポリビーカーに加える。

C．塩分の測定方法

・ 検知管の両端をヤスリで切取り図 5.1-3のように目盛りの数値の小さい方を下にして試料液の中に入れる。

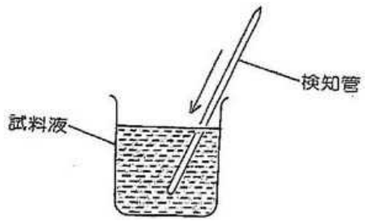


図5.1-3　塩分の測定方法

※関塗研「ー最新ーわかりやすい塗装のはなし　塗る」より引用

・ 試料液中に塩分があれば，下端より白色の変色層ができる。液が検知管の上端まで浸透したら検知管を取出し，変色層の先端の目盛りより濃度を読み取る。
検知管で求めた塩素イオン濃度〔ppm〕は，そのまま塩分量〔mg／㎡〕に等しい。

ロ 劣化及び発錆状況に応じて，素地調整の方法を選択する。
ハ 素地調整後，多量のさび，剥離塗膜が排出されるので，電気掃除機ダスターはけで十分な清掃を行う。
ニ 開閉装置，ワイヤロープ等，機械関係の周辺には多量の油脂類が付着しているので，溶剤，洗浄剤等で十分に拭き取り除去する。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

・ ポリビーカー
・ 塩素イオン検知管（北川式塩素イオン検知管Ｓ型）

B．試料採取要領

① 測定箇所をメジャーにて0.25㎡（例50×50㎝）を正確に測り，マスキングテープで仕切る。
② 片手にビニール手袋をし，手袋表面を脱イオン水で良く洗浄する。
③ 脱イオン水で十分洗浄した２つのポリビーカーの内，一方に脱イオン水を100ml（採取用），もう一方に脱イオン水を50ml（採取後の洗浄用）入れる。
④ ガーゼを適当にたたんでポリビーカーの水で湿らせ固く絞る。
⑤ 湿ったガーゼで測定面を平行方向にぬぐう。(図5.1-2 参照)
この時水をたらさないよう十分に注意する。

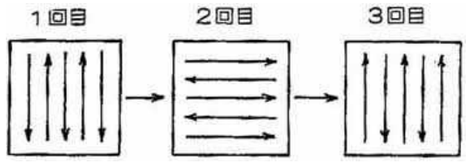


図5.1-1

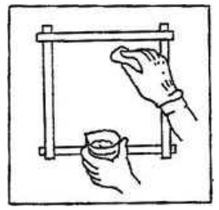


図5.1-2　塩分採取方法

※関塗研「ー改訂ーわかりやすい塗装のはなし　塗る」より引用

⑥ ガーゼをポリビーカー内の水でよくすすぐ。
⑦ 図5.1-1に示すとおり、縦横に⑤～⑥を５回位繰り返す。
⑧ 最後に乾いたガーゼで測定箇所面を十分拭き取り，そのガーゼと，最初に拭き取りしたガーゼをポリビーカーに入れる。
使用したビニール手袋の表面を，洗浄用の脱イオン水が入ったポリビーカーで良く洗浄し，洗浄後の脱イオン水50mlを採取用の脱イオン水100mlが入ったポリビーカーに加える。

C．塩分の測定方法

・ 検知管の両端をヤスリで切取り図 5.1-3のように目盛りの数値の小さい方を下にして試料液の中に入れる。

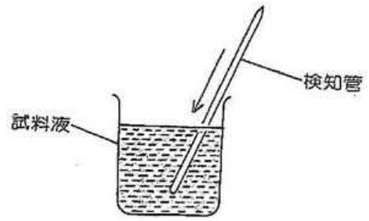


図5.1-3　塩分の測定方法

※関塗研「ー改訂ーわかりやすい塗装のはなし　塗る」より引用

・ 試料液中に塩分があれば，下端より白色の変色層ができる。液が検知管の上端

変更理由等

ー改訂-わかりやすい塗装のはなし 塗る

ー改訂-わかりやすい塗装のはなし 塗る

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
ホ 素地調整を施工した面は，周辺環境によってさびの再発生，塩分の付着，ホコリの付着等があるので，清掃後は短時間で第一層目塗装をする。 ② 足場作業等工場塗装と大きく異なるので，それらを十分に留意して塗装を行わなければならない。 ③ 塗装作業は塗装仕様を遵守して作業しなければならない。なお，塗装施工前には素地調整後の旧膜厚の測定を行うものとする。 ④ 塗装にあたっては，周辺の環境対策，防塵等に留意して施工しなければならない。 ブラストやケレン及び塗装等を施工してはいけない箇所は養生する。 （機械加工面，ステンレス面，ネジ部等） 2．防食記録 (1) ダム・堰・水門等の設備は長期使用するため，防食施工が施されており，効率的な保守管理や補修に必要な防食に関する情報を防食記録として保管する。 (2) 防食施工後は，防食方法，材料，施工年月日などの必要事項を記録する。 (3) 防食記録は，直接記入または銘板等により設備本体へ表示するとともに，記録図書や電子情報等のデータベースとして保管する。 (4) 防食記録の手法や具体的事例を以下に示す。 1) 効率的な保守管理や補修に必要な情報として防食記録を保管する。 2) 直接記入や銘板及びデータベースとして記録する項目の例を 表5.1-2 に示す。 3) 防食記録は，設備の設計，保守管理及び補修の情報とするため，設備の計画・設計時等に実施した防食に関する暴露試験の内容及び結果を記録し，保管する。 4) 防食記録は，補修に必要な情報を構造物に直接記入したり，銘板等で見やすいところに表示しておくことが最も確実な方法である。 ① 直接，設備本体に防食記録を表示する場合は，次による。 イ 記入は，ペイント書きまたは粘着シートにより行う。 ロ 記入場所は，見やすい場所とする。 ハ 記入は，経年変化により消えないように注意する。 ② 銘板により防食記録を表示する場合は，次による。 イ 銘板の材質はステンレス鋼等の長期にわたり腐食しにくい材質とし，構造物または近くの壁面等に取付ける。 ロ 銘板を取付ける場合は，構造物との異種金属接触腐食に留意し，腐食の原因とならないようにする。 5) 防食に関する記録書類は，次に示すものであり,その施設の管理者が保管するものとする。 ① 塗装 イ 塗装仕様書 ロ 塗装品質規格証明書 ハ 塗装工程表 ニ 温度，湿度管理図 ホ 塗膜厚検査記録 ② 金属溶射 イ 金属溶射施工報告書 ロ 温度，湿度管理図 ハ 金属溶射膜厚検査記録 ニ 付着度試験成績表	まで浸透したら検知管を取出し，変色層の先端の目盛りより濃度を読み取る。 検知管で求めた塩素イオン濃度〔ppm〕は，そのまま塩分量〔mg／㎡〕に等しい。 ロ 劣化及び発錆状況に応じて，素地調整の方法を選択する。 ハ 素地調整後，多量のさび，剥離塗膜が排出されるので，電気掃除機ダスターはけで十分な清掃を行う。 ニ 開閉装置，ワイヤロープ等，機械関係の周辺には多量の油脂類が付着しているので，溶剤，洗浄剤等で十分に拭き取り除去する。 ホ 素地調整を施工した面は，周辺環境によってさびの再発生，塩分の付着，ホコリの付着等があるので，清掃後は短時間で第一層目塗装をする。 ② 現場水洗い清掃は，塩分濃度制限50mg/㎡（NaCl換算）以上付着している場合のほか，素地調整の程度３種及び４種で油脂・泥等が付着している場合に実施するものとする。なお，土砂・泥等の堆積により素地調整に影響が考えられる場合は別途清掃を実施することが望ましい。 ③ 足場作業等工場塗装と大きく異なるので，それらを十分に留意して塗装を行わなければならない。 ④ 塗装作業は塗装仕様を遵守して作業しなければならない。なお，塗装施工前には素地調整後の旧膜厚の測定を行うものとする。 ⑤ 塗装にあたっては，周辺の環境対策，防塵等に留意して施工しなければならない。 ブラストやケレン及び塗装等を施工してはいけない箇所は養生する。 （機械加工面，ステンレス面，ネジ部等） 2．防食記録 (1) ダム・堰・水門等の設備は長期使用するため，防食施工が施されており，効率的な保守管理や補修に必要な防食に関する情報を防食記録として保管する。 (2) 防食施工後は，防食方法，材料，施工年月日などの必要事項を記録する。 (3) 防食記録は，直接記入または銘板等により設備本体へ表示するとともに，記録図書や電子情報等のデータベースとして保管する。 (4) 防食記録の手法や具体的事例を以下に示す。 1) 効率的な保守管理や補修に必要な情報として防食記録を保管する。 2) 直接記入や銘板及びデータベースとして記録する項目の例を 表5.1-2 に示す。 3) 防食記録は，設備の設計，保守管理及び補修の情報とするため，設備の計画・設計時等に実施した防食に関する暴露試験の内容及び結果を記録し，保管する。 4) 防食記録は，補修に必要な情報を構造物に直接記入したり，銘板等で見やすいところに表示しておくことが最も確実な方法である。 ① 直接，設備本体に防食記録を表示する場合は，次による。 イ 記入は，ペイント書きまたは粘着シートにより行う。 ロ 記入場所は，見やすい場所とする。 ハ 記入は，経年変化により消えないように注意する。 ② 銘板により防食記録を表示する場合は，次による。 イ 銘板の材質はステンレス鋼等の長期にわたり腐食しにくい材質とし，構造物または近くの壁面等に取付ける。 ロ 銘板を取付ける場合は，構造物との異種金属接触腐食に留意し，腐食の原因とならないようにする。 5) 防食に関する記録書類は，次に示すものであり,その施設の管理者が保管するものとする。 ① 塗装	現場水洗い清掃の追加 以下降順

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
<u>塩分付着量測定記録表（例）</u> 1）測 定 日　　年　　月　　日 2）測定場所 3）測 定 者 No. ／ 測定箇所（部位） ／ 塩分付着量（mg／㎡） 測定位置図	イ 塗装仕様書 ロ 塗装品質規格証明書 ハ 塗装工程表 ニ 温度，湿度管理図 ホ 塗膜厚検査記録 ② 金属溶射 イ 金属溶射施工報告書 ロ 温度，湿度管理図 ハ 金属溶射膜厚検査記録 ニ 付着度試験成績表	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
	塩分付着量測定記録表（例） １）測 定 日　　年　　月　　日 ２）測定場所 ３）測 定 者 № ｜ 測定箇所（部位） ｜ 塩分付着量（mg／㎡） 測定位置図	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表5.1-2　防食記録項目

区　　別	項　　目	直接記入や銘板	データベース	備　　考
共　　通	防食の方法	○	○	塗装，溶射，電気防食等の区別
	素地調整・下地処理	○	○	原板ブラスト製品ブラストの区別 下地処理剤，酸洗いの有無等
	施工年月日	○	○	
	施工業者	○	○	
	施工方法		○	工程等
	施工箇所	○		施工部位名(扉体，戸当り等)のみ
	施工箇所図面		○	
	写　　真		○	施工結果
	防食方法の変更理由		○	防食内容変更時に記入
	補修理由		○	補修作業時
塗　　装	塗装仕様	○	○	塗料名，塗布量，膜厚を各層毎に記入
	上塗り色	○	○	塗料用標準色見本帳 (社)日本塗料工業会の色票番号
	工場塗装と現場塗装の区別		○	
	施工面積		○	
	温度，湿度管理図		○	
金属溶射	材　　料	○	○	金属成分
	温度，湿度管理図		○	
溶融亜鉛めっき	付着量	○	○	JISによる表示でもよい
電気防食	防食目的	○	○	全体防食，部分防食
	防食方式	○	○	流電陽極方式，外部電源方式等の区別 上流側，下流側，内部，端部等の区別
	陽極材	○	○	Al合金，Zn合金，Mg合金 上流側，下流側，内部，端部等での区別
	陽極の寿命	○	○	
	陽極(電極)数量	○	○	
	陽極(電極)形状・寸法		○	
	陽極(電極)重量	○	○	
耐食性材料	材　　質	○	○	
溶　　接　　材		○	○	

③ 溶融亜鉛めっき

イ 溶融亜鉛めっき施工報告書

ロ 溶融亜鉛めっき品質証明書

ハ 溶融亜鉛めっき付着量検査記録

④ 電気防食

イ 電気防食施工報告書

ロ 電極材料の品質証明書

ハ 防食電位測定記録

(5) 直接記入または銘板による防食記録の表示方法として，表5.1-3 施工記録表(その１)，表5.1-3 施工記録表(その２) がある。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表5.1-2　防食記録項目

区　　別	項　　目	直接記入や銘板	データベース	備　　考
共　　通	防食の方法	○	○	塗装，溶射，電気防食等の区別
	素地調整・下地処理	○	○	原板ブラスト製品ブラストの区別 下地処理剤，酸洗いの有無等
	施工年月日	○	○	
	施工業者	○	○	
	施工方法		○	工程等
	施工箇所	○		施工部位名(扉体，戸当り等)のみ
	施工箇所図面		○	
	写　　真		○	施工結果
	防食方法の変更理由		○	防食内容変更時に記入
	補修理由		○	補修作業時
塗　　装	塗装仕様	○	○	塗料名，塗布量，膜厚を各層毎に記入
	上塗り色	○	○	塗料用標準色見本帳 (社)日本塗料工業会の色票番号
	工場塗装と現場塗装の区別		○	
	施工面積		○	
	温度，湿度管理図		○	
金属溶射	材　　料	○	○	金属成分
	温度，湿度管理図		○	
溶融亜鉛めっき	付着量	○	○	JISによる表示でもよい
電気防食	防食目的	○	○	全体防食，部分防食
	防食方式	○	○	流電陽極方式，外部電源方式等の区別 上流側，下流側，内部，端部等の区別
	陽極材	○	○	Al合金，Zn合金，Mg合金 上流側，下流側，内部，端部等での区別
	陽極の寿命	○	○	
	陽極(電極)数量	○	○	
	陽極(電極)形状・寸法		○	
	陽極(電極)重量	○	○	
耐食性材料	材　　質	○	○	
溶　　接　　材		○	○	

③ 溶融亜鉛めっき

イ 溶融亜鉛めっき施工報告書

ロ 溶融亜鉛めっき品質証明書

ハ 溶融亜鉛めっき付着量検査記録

④ 電気防食

イ 電気防食施工報告書

ロ 電極材料の品質証明書

ハ 防食電位測定記録

(5) 直接記入または銘板による防食記録の表示方法として，表5.1-3 施工記録表(その１)，表5.1-3 施工記録表(その２) がある。

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表5.1-3　施工記録表(その１)

塗装年月日		①　年　月　日	
塗料名	工程	塗装回数	規格
	下塗り	②	③
	中塗り	④	⑤
	上塗り	⑥	⑦
素地調整		⑧	
塗料会社名		⑨	
施工者		⑩	

(注)　○及び数字は不要とする。

①……塗装完了年月日を記入する。

②，④，⑥……各塗り層による塗装回数を記入する。

③，⑤，⑦……各塗り層による規格及び品名で，規格は設計膜厚と一般塗料名を，品名は塗料会社による商品名とし，両方を記入する。

⑧……塗装前に行った素地調整の種類を記入する。

⑨……使用した塗料の製造会社を記入する。

⑩……当該工事の請負者名を記入する。

表5.1-3　施工記録表(その２)

施工年月日	①　年　月　日
設備部位名	② 材質または溶射系
③	④
施工者	⑤

(注)　○及び数字は不要とする。

①……施工完了年月日を記入する。

②……耐食性材料を適用した場合は材質とし，溶射を適用した場合は溶射とする。

③……設備各部位（例：水門設備，スキンプレート，桁，戸当り等）の名称を記入する。

④……設備各部位の材質または溶射の種類を記入する。

⑤……当該工事の請負者名を記入する。

(6) 防食記録を，文書，図等によって行うことが難しい場合には，写真（デジタルカメラ含む），ビデオ等を有効に活用する。

(7) 防食記録は，長期にわたり設備・機器の機能を維持するために必要な資料であり，容易に検索できる方法で保管・運用することが必要である。運用にあたっては，コンピュータを利用し，光ディスク等の記録媒体を用いたデータベースとすると便利である。

３．塗装の施工管理

(1) 工程管理

工事の内容においてネットワーク（PERT）方式または，バーチャート方式により作成した

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表5.1-3　施工記録表(その１)

塗装年月日		①　年　月　日	
塗料名	工程	塗装回数	規格
	下塗り	②	③
	中塗り	④	⑤
	上塗り	⑥	⑦
素地調整		⑧	
塗料会社名		⑨	
施工者		⑩	

(注)　○及び数字は不要とする。

①……塗装完了年月日を記入する。

②，④，⑥……各塗り層による塗装回数を記入する。

③，⑤，⑦……各塗り層による規格及び品名で，規格は設計膜厚と一般塗料名を，品名は塗料会社による商品名とし，両方を記入する。

⑧……塗装前に行った素地調整の種類を記入する。

⑨……使用した塗料の製造会社を記入する。

⑩……当該工事の請負者名を記入する。

表5.1-3　施工記録表(その２)

施工年月日	①　年　月　日
設備部位名	② 材質または溶射系
③	④
施工者	⑤

(注)　○及び数字は不要とする。

①……施工完了年月日を記入する。

②……耐食性材料を適用した場合は材質とし，溶射を適用した場合は溶射とする。

③……設備各部位（例：水門設備，スキンプレート，桁，戸当り等）の名称を記入する。

④……設備各部位の材質または溶射の種類を記入する。

⑤……当該工事の請負者名を記入する。

(6) 防食記録を，文書，図等によって行うことが難しい場合には，写真（デジタルカメラ含む），ビデオ等を有効に活用する。

(7) 防食記録は，長期にわたり設備・機器の機能を維持するために必要な資料であり，容易に検索できる方法で保管・運用することが必要である。運用にあたっては，コンピュータを利用し，光ディスク等の記録媒体を用いたデータベースとすると便利である。

３．塗装の施工管理

(1) 工程管理

工事の内容においてネットワーク（PERT）方式または，バーチャート方式により作成した

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
実施工程表により管理するものとする。 1）工程管理は目的とする工事内容の品質を損なうことなく，より早く，より経済的に，より安全に施工するために必要なものである。 2）適切な工程管理を行うために，工事着手前に現地の状況を十分調査し，きめ細かな管理計画を立案することが望ましい。 工事に関連する諸官庁等への手続きについては準備段階で十分な調整を行い，塗装日数，必要塗料及び作業員の手配や各層毎の塗重ね間隔を十分に考慮した工程表を作成し，工事の進捗状況を管理する必要がある。 (2) 出来形・作業管理 求められる品質，性能を確保するため，出来形及び作業を管理しなければならない。 1）工場管理 工場塗装は，初期の防錆効果を決定する最も重要な要素であるから，その工法及び施工管理に十分注意する必要がある。 ① 素地調整管理 イ 素地調整はブラスト処理を原則とする。 ロ 溶接部の素地調整は，ブラスト処理であれば特に問題ないが，手工具及び動力工具による方法は，塗膜の付着性に影響を及ぼさないように，十分に処理しなければならない。 ハ 素地調整表面の合否はISO規格，ISO規格写真（ISO 8501－表面清浄度の目視評価参照）との対比によって行わなければならない。 ニ 素地調整に使用される研掃材は，繰り返し使用されるので，適時補充して必要粒度を保たなければならない。 表面あらさは，原則として80μｍＲz以下とする。 ② 塗料の管理 イ 塗装面積を算出し，塗装作業時のロス率を見込んで，適量の塗料を確保しなければならない。 ロ 塗料の品質，製造年月日，ロット番号，色彩，数量等を管理しなければならない。 ハ 塗料の使用量は，充空缶で必要量以上であることを確認しなければならない。 ニ 原則として，有効期間を過ぎた塗料を使用してはならない。 使用する場合は，抜取り試験を行って，品質を確認しなければならない。 ホ 塗装作業中の塗料に異常が見られた場合は，同一ロットの塗料の使用を中止して，原因を究明するとともに，その対策を講じなければならない。 ヘ 塗料の保管は,風雨，直射日光にさらされない安全な場所に保管しなければならない。 ③ 塗装作業管理 イ 塗料の性質を良く調べ，使用方法を誤らないこと。 特にシンナーを間違えない。 多液型塗料の使用に際しては，混合比率を守ること，なお混合した塗料は可使時間内に使用すること。 ロ 素地調整された面には，素手で触らないこと。 （指紋がつくと，さびやふくれを生ずる） ハ 塗料の性状に適した塗装用具を使用し，いつでも使用できるように整備しておくこと。 ニ 塗料の顔料が沈殿分離していることがあるので十分に撹拌してから使用すること。 ホ 乾燥膜厚が規定膜厚を確保できるよう，ウェットフィルムゲージにて膜厚管理を行	実施工程表により管理するものとする。 1）工程管理は目的とする工事内容の品質を損なうことなく，より早く，より経済的に，より安全に施工するために必要なものである。 2）適切な工程管理を行うために，工事着手前に現地の状況を十分調査し，きめ細かな管理計画を立案することが望ましい。 工事に関連する諸官庁等への手続きについては準備段階で十分な調整を行い，塗装日数，必要塗料及び作業員の手配や各層毎の塗重ね間隔を十分に考慮した工程表を作成し，工事の進捗状況を管理する必要がある。 (2) 出来形・作業管理 求められる品質，性能を確保するため，出来形及び作業を管理しなければならない。 1）工場管理 工場塗装は，初期の防錆効果を決定する最も重要な要素であるから，その工法及び施工管理に十分注意する必要がある。 ① 素地調整管理 イ 素地調整はブラスト処理を原則とする。 ロ 溶接部の素地調整は，ブラスト処理であれば特に問題ないが，手工具及び動力工具による方法は，塗膜の付着性に影響を及ぼさないように，十分に処理しなければならない。 ハ 素地調整表面の合否はISO規格，ISO規格写真（ISO 8501－表面清浄度の目視評価参照）との対比によって行わなければならない。 ニ 素地調整に使用される研掃材は，繰り返し使用されるので，適時補充して必要粒度を保たなければならない。 表面あらさは，原則として80μｍＲz以下とする。 ② 塗料の管理 イ 塗装面積を算出し，塗装作業時のロス率を見込んで，適量の塗料を確保しなければならない。 ロ 塗料の品質，製造年月日，ロット番号，色彩，数量等を管理しなければならない。 ハ 塗料の使用量は，充空缶で必要量以上であることを確認しなければならない。 ニ 原則として，有効期間を過ぎた塗料を使用してはならない。 使用する場合は，抜取り試験を行って，品質を確認しなければならない。 ホ 塗装作業中の塗料に異常が見られた場合は，同一ロットの塗料の使用を中止して，原因を究明するとともに，その対策を講じなければならない。 ヘ 塗料の保管は,風雨，直射日光にさらされない安全な場所に保管しなければならない。 ③ 塗装作業管理 イ 塗料の性質を良く調べ，使用方法を誤らないこと。 特にシンナーを間違えない。 多液型塗料の使用に際しては，混合比率を守ること，なお混合した塗料は可使時間内に使用すること。 ロ 素地調整された面には，素手で触らないこと。 （指紋がつくと，さびやふくれを生ずる） ハ 塗料の性状に適した塗装用具を使用し，いつでも使用できるように整備しておくこと。 ニ 塗料の顔料が沈殿分離していることがあるので十分に撹拌してから使用すること。 ホ 乾燥膜厚が規定膜厚を確保できるよう，ウェットフィルムゲージにて膜厚管理を行	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

うこと。

ヘ 指定された塗装間隔を守ること。

ト 塗装場の環境は明るく，しかも平均した明るさであること。

チ 各種塗料の規定された制限気温，湿度内で塗装作業を行うこと。

リ 塵埃を避けること。

ヌ 適度の風は必要であるが，強風にさらされないこと。

ル 火気に注意すること。

ヲ 気象条件（降雨，結露等）を十分考慮して塗装作業を行うこと。

ワ 塗膜の欠陥を防止すること。

表5.1-4　塗膜欠陥とその原因と防止策

欠陥の呼名	現象	原因	防止策
はけ目	はけ目が線状に残っている。	塗料の流動性が不足している。はけが不適当。	粘度を下げる。はけを変えてみる。
流れ（だれ）	塗料が流れ下がった状態になっている。	希釈しすぎか厚く塗りすぎる。塗料粘度が不適当。	希釈率を下げる。厚塗りせず２層にする。厚塗り性の良い塗料に変える。
しわ（ちぢみ）	塗膜にしわができる。	下塗りが未乾燥か厚塗りで表面が先に乾いた場合。	下塗りが良く乾いてから塗る。厚塗りをやめる。
白化（ブラッシング）	表面が荒れて，光沢がなくぼけている。	塗膜の溶剤が急に揮発したり，乾燥しないうちに結露した場合。	リターダシンナーを用いる。結露しないよう工夫する。
はじき	塗装面に塗料がなじまないで付着しない部分が生じたり，局部的に塗膜が薄くなっている。	塗装面に油脂類や水分が付着している時や，被塗膜表面に油性分が多いとき。	塗装面を清掃する。 はけ使いを十分に行う。
にじみ（ブリード）	塗重ねの時，下塗りが上塗りに浸透して色相が変わっている。	下塗り塗膜を上塗りの溶剤が侵し，顔料を溶かす。	にじまない塗料を使う。 下塗りがよく乾燥してから塗る。
むら	色や光沢がむらになっている。	顔料が良く混ざっていない。下塗りへの溶剤浸透が不均一。	調合の時良く撹拌する。 希釈率を小さくする。
ピンホール	塗膜に針あとのような細い穴があいている。	スプレーで厚塗りする時空気を巻き込み，乾燥途中で放出するため気孔をつくる。	低温時の塗布を避ける。 圧力比を上げる。 スプレーガンのチップを変える。 塗料の粘度を下げる。
すけ	上塗りを通して下塗りの色が透けて見える。	上塗りの時希釈しすぎている。 上塗りが薄すぎる。	希釈しすぎない。 厚めに塗る。 色の差を少なくする。
ふくれ	塗膜が押し上げられてふくれている。	塗膜下に水分が入り，膨張してふくれる。	水分やさびを十分除去して塗る。 湿度の高いときは塗らない。
亀裂（われ）	塗膜の表面にひびわれが発生する。	厚く塗装し過ぎて表面乾燥後内部が乾燥していない。	適正膜厚に塗装する。異種塗料を塗重ねていないか調べる。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

うこと。

ヘ 指定された塗装間隔を守ること。

ト 塗装場の環境は明るく，しかも平均した明るさであること。

チ 各種塗料の規定された制限気温，湿度内で塗装作業を行うこと。

リ 塵埃を避けること。

ヌ 適度の風は必要であるが，強風にさらされないこと。

ル 火気に注意すること。

ヲ 気象条件（降雨，結露等）を十分考慮して塗装作業を行うこと。

ワ 塗膜の欠陥を防止すること。

表5.1-4　塗膜欠陥とその原因と防止策

欠陥の呼名	現象	原因	防止策
はけ目	はけ目が線状に残っている。	塗料の流動性が不足している。はけが不適当。	粘度を下げる。はけを変えてみる。
流れ（だれ）	塗料が流れ下がった状態になっている。	希釈しすぎか厚く塗りすぎる。塗料粘度が不適当。	希釈率を下げる。厚塗りせず２層にする。厚塗り性の良い塗料に変える。
しわ（ちぢみ）	塗膜にしわができる。	下塗りが未乾燥か厚塗りで表面が先に乾いた場合。	下塗りが良く乾いてから塗る。厚塗りをやめる。
白化（ブラッシング）	表面が荒れて，光沢がなくぼけている。	塗膜の溶剤が急に揮発したり，乾燥しないうちに結露した場合。	リターダシンナーを用いる。結露しないよう工夫する。
はじき	塗装面に塗料がなじまないで付着しない部分が生じたり，局部的に塗膜が薄くなっている。	塗装面に油脂類や水分が付着している時や，被塗膜表面に油性分が多いとき。	塗装面を清掃する。 はけ使いを十分に行う。
にじみ（ブリード）	塗重ねの時，下塗りが上塗りに浸透して色相が変わっている。	下塗り塗膜を上塗りの溶剤が侵し，顔料を溶かす。	にじまない塗料を使う。 下塗りがよく乾燥してから塗る。
むら	色や光沢がむらになっている。	顔料が良く混ざっていない。下塗りへの溶剤浸透が不均一。	調合の時良く撹拌する。 希釈率を小さくする。
ピンホール	塗膜に針あとのような細い穴があいている。	スプレーで厚塗りする時空気を巻き込み，乾燥途中で放出するため気孔をつくる。	低温時の塗布を避ける。 圧力比を上げる。 スプレーガンのチップを変える。 塗料の粘度を下げる。
すけ	上塗りを通して下塗りの色が透けて見える。	上塗りの時希釈しすぎている。 上塗りが薄すぎる。	希釈しすぎない。 厚めに塗る。 色の差を少なくする。
ふくれ	塗膜が押し上げられてふくれている。	塗膜下に水分が入り，膨張してふくれる。	水分やさびを十分除去して塗る。 湿度の高いときは塗らない。
亀裂（われ）	塗膜の表面にひびわれが発生する。	厚く塗装し過ぎて表面乾燥後内部が乾燥していない。	適正膜厚に塗装する。異種塗料を塗重ねていないか調べる。

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

欠陥の呼名	現象	原因	防止策
はがれ	塗膜が付着力を失って塗装面から剥離する。	素地調整不十分，塗装面に油汚れ付着，異種塗料の塗重ね，古い塗膜が十分に密着していない上への塗装。	素地調整の程度，塗装面の汚れ，異種塗料を塗重ねていないか調べる。

2）現場作業管理

現場塗装は基本的に工場塗装に準じるが，被塗物の置かれている環境に制約されるので，工期，工法及び作業管理に十分対処し，施工する必要がある。

① 作業足場の架設

イ 作業用足場は，作業者が安全に作業を行えるとともに，塗装面にできるだけ接触しないこと。

ロ 作業足場は，労働安全衛生規則の諸規定に従って作業が安全に行えるように設置するが，突風や振動によって作業姿勢が崩れないように足元の安定には特に注意して設置すること。

ハ 吊り足場，張出し足場及び５ｍ以上の足場の組立，解体，変更の作業には，「足場作業主任者」を選任して作業を行われなければならない。

ニ 設置作業に際して，交通を遮断する状況が発生する場合には，道路，河川等の管理者及び所轄警察署の許可条件に基づき，交通を阻害しないよう足場の構造及び施工法を決めなければならない。

ホ 足場機材は，部材等の強度上信頼性の高い機材を使用する。
表5.1-5 に規格に定められた鋼管足場用の部材を示す。

表5.1-5　規格に定めた鋼管足場用の部材等

用　　途	部　　材　　等
枠組足場用	建枠，交さ筋かい，床付き布枠，布枠，持ち送り枠 ジャッキ型ベース金具，脚柱ジョイント，アームロック
単管足場用	単管ジョイント，締結金具（クランプ），固定型ベース金具
布板一側足場用	布板，支持金具
移動式足場	建枠，脚輪
吊り足場用	吊りチェーン，つり枠
その他	壁つなぎ用金具，合板足場板

② シート防護の設置

イ 塗替塗装では塗料の飛散や落下を防止するだけでなく，素地調整作業によって発生するさびや塗膜片（ケレンダスト）の飛散を防止しなければならない。

ロ シート防護を取付けた足場は，強風時には足場に大きな風圧がかかるので，風の影響には十分注意しなければならない。
特に次の事項について注意する必要がある。

Ａ．足場上下面に張るシートには雨水の溜まりを防ぐよう考慮して使用する。

Ｂ．シートは縁辺，隅角部，取付穴などを布や鳩目打ちなどにより補強したもので，織りむらや著しい材質老化などの欠陥のないものを使用する。

Ｃ．シートの継ぎ合わせ部分は，すき間が生じないように足場と緊結する。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

欠陥の呼名	現象	原因	防止策
はがれ	塗膜が付着力を失って塗装面から剥離する。	素地調整不十分，塗装面に油汚れ付着，異種塗料の塗重ね，古い塗膜が十分に密着していない上への塗装。	素地調整の程度，塗装面の汚れ，異種塗料を塗重ねていないか調べる。

2）現場作業管理

現場塗装は基本的に工場塗装に準じるが，被塗物の置かれている環境に制約されるので，工期，工法及び作業管理に十分対処し，施工する必要がある。

① 作業足場の架設

イ 作業用足場は，作業者が安全に作業を行えるとともに，塗装面にできるだけ接触しないこと。

ロ 作業足場は，労働安全衛生規則の諸規定に従って作業が安全に行えるように設置するが，突風や振動によって作業姿勢が崩れないように足元の安定には特に注意して設置すること。

ハ 吊り足場，張出し足場及び５ｍ以上の足場の組立，解体，変更の作業には，「足場作業主任者」を選任して作業を行われなければならない。

ニ 設置作業に際して，交通を遮断する状況が発生する場合には，道路，河川等の管理者及び所轄警察署の許可条件に基づき，交通を阻害しないよう足場の構造及び施工法を決めなければならない。

ホ 足場機材は，部材等の強度上信頼性の高い機材を使用する。
表5.1-5 に規格に定められた鋼管足場用の部材を示す。

表5.1-5　規格に定めた鋼管足場用の部材等

用　　途	部　　材　　等
枠組足場用	建枠，交さ筋かい，床付き布枠，布枠，持ち送り枠 ジャッキ型ベース金具，脚柱ジョイント，アームロック
単管足場用	単管ジョイント，締結金具（クランプ），固定型ベース金具
布板一側足場用	布板，支持金具
移動式足場	建枠，脚輪
吊り足場用	吊りチェーン，つり枠
その他	壁つなぎ用金具，合板足場板

② シート防護の設置

イ 塗替塗装では塗料の飛散や落下を防止するだけでなく，素地調整作業によって発生するさびや塗膜片（ケレンダスト）の飛散を防止しなければならない。

ロ シート防護を取付けた足場は，強風時には足場に大きな風圧がかかるので，風の影響には十分注意しなければならない。
特に次の事項について注意する必要がある。

Ａ．足場上下面に張るシートには雨水の溜まりを防ぐよう考慮して使用する。

Ｂ．シートは縁辺，隅角部，取付穴などを布や鳩目打ちなどにより補強したもので，織りむらや著しい材質老化などの欠陥のないものを使用する。

Ｃ．シートの継ぎ合わせ部分は，すき間が生じないように足場と緊結する。

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
D．シートの取付け後，強風や大雨が予想される場合には，必要に応じてシートを取り外すなどの措置をとらなければならない。 ③ 素地調整管理 イ 現地接合部溶接面及び発錆している箇所の素地調整は，局部ブラストを施すのが望ましいが，ブラスト処理が施工上困難と判断される場合は，適切な工具を用いて塗膜に有害な物質を除去し，十分な素地調整を行わなければならない。 ロ 塗膜損傷部の素地調整は断面を滑らかにしなければならない。 ④ 塗装作業管理 基本的条件は工場施工条件に準じるが，特に次の事項について注意する必要がある。 イ 現場塗装作業はエアレススプレーを原則とするが，塗料の飛散防止など周囲の環境に十分対処できない場合は，はけ塗りを使用することができる。 ロ 塗装効果は，塗装時の施工環境及び乾燥条件によって大きく左右される。 天候の急変によって，塗膜の欠陥が発生しないように，施工に関しては「気象条件」に留意して施工しなければならない。なお，次の条件の場合は塗装を行ってはならない。 A．塗料毎に許可された温度，湿度の範囲を外れるとき。(表5.1-7) B．被塗面が結露しているときまたはその恐れがあるとき。 C．被塗面が50℃以上，５℃以下となるとき。 D．屋外で塗装する場合で降雨，降雪，降露，または霧の発生時。 E．屋外で塗装する場合で強風のとき。 ハ 変色防止をするため，没水用途に使用する被塗物に対しては，塗装後定められた養生（乾燥）日数を確保する必要がある。(表5.1-6) ニ その他環境対策等には，下記に示す事項について留意しなければならない。 A．狭隘な箇所・密閉された箇所があるので，防爆型照明器具，防爆型換気装置等を使用し，爆発，有機溶剤中毒の防止に努める。 B．屋内で油脂の除去・清掃に溶剤を使用する場合は防爆型換気装置で十分な換気を行う。 C．足場上では高所作業安全規則を遵守する。 D．作業工程が日没・夜間になる場合は屋外作業を行わない。 E．冬期や雨期に塗装作業を行う場合は，環境条件に特に留意する。 F．素地調整及び塗装にあたっては，塗料の飛散防止など周囲の環境に与える影響や，作業足場や転落防止対策などの作業員の安全衛生対策にも留意し，施工しなければならない。 G．塗装場所の防護を行うことは，塗料の飛散防止の他，未乾燥塗膜への砂塵やほこりの付着防止などの効果があるので，極力シートでの防護を行ったうえで塗装することが望ましい。 また，屋外塗装において，塗装作業終了後，乾燥中に急激な気温低下や結露が生じる恐れがある場合は，適切な養生を施さなければならない。 H．現場塗替の素地調整で使用する研削材等及び塗装終了時に発生する塗料缶は産業廃棄物扱いとなるため，所定の処分場に運搬し，マニフェスト管理を行うものとする。	D．シートの取付け後，強風や大雨が予想される場合には，必要に応じてシートを取り外すなどの措置をとらなければならない。 ③ 素地調整管理 イ 現地接合部溶接面及び発錆している箇所の素地調整は，局部ブラストを施すのが望ましいが，ブラスト処理が施工上困難と判断される場合は，適切な工具を用いて塗膜に有害な物質を除去し，十分な素地調整を行わなければならない。 ロ 塗膜損傷部の素地調整は断面を滑らかにしなければならない。 ④ 塗装作業管理 基本的条件は工場施工条件に準じるが，特に次の事項について注意する必要がある。 イ 現場塗装作業はエアレススプレーを原則とするが，塗料の飛散防止など周囲の環境に十分対処できない場合は，はけ塗りを使用することができる。 ロ 塗装効果は，塗装時の施工環境及び乾燥条件によって大きく左右される。 天候の急変によって，塗膜の欠陥が発生しないように，施工に関しては「気象条件」に留意して施工しなければならない。なお，次の条件の場合は塗装を行ってはならない。 A．塗料毎に許可された温度，湿度の範囲を外れるとき。(表5.1-7) B．被塗面が結露しているときまたはその恐れがあるとき。 C．被塗面が50℃以上，５℃以下となるとき。 D．屋外で塗装する場合で降雨，降雪，降露，または霧の発生時。 E．屋外で塗装する場合で強風のとき。 ハ 変色防止をするため，没水用途に使用する被塗物に対しては，塗装後定められた養生（乾燥）日数を確保する必要がある。(表5.1-6) ニ その他環境対策等には，下記に示す事項について留意しなければならない。 A．狭隘な箇所・密閉された箇所があるので，防爆型照明器具，防爆型換気装置等を使用し，爆発，有機溶剤中毒の防止に努める。 B．屋内で油脂の除去・清掃に溶剤を使用する場合は防爆型換気装置で十分な換気を行う。 C．足場上では高所作業安全規則を遵守する。 D．作業工程が日没・夜間になる場合は屋外作業を行わない。 E．冬期や雨期に塗装作業を行う場合は，環境条件に特に留意する。 F．素地調整及び塗装にあたっては，塗料の飛散防止など周囲の環境に与える影響や，作業足場や転落防止対策などの作業員の安全衛生対策にも留意し，施工しなければならない。 G．塗装場所の防護を行うことは，塗料の飛散防止の他，未乾燥塗膜への砂塵やほこりの付着防止などの効果があるので，極力シートでの防護を行ったうえで塗装することが望ましい。 また，屋外塗装において，塗装作業終了後，乾燥中に急激な気温低下や結露が生じる恐れがある場合は，適切な養生を施さなければならない。 H．現場塗替の素地調整で使用する研削材等及び塗装終了時に発生する塗料缶は産業廃棄物扱いとなるため，所定の処分場に運搬し，マニフェスト管理を行うものとする。	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表5.1-6　塗装間隔一覧表

塗　料　名	塗装間隔 (20℃) 最短～最高
長ばく形エッチングプライマー	1日 ｜ 3月
無機ジンクリッチプライマー	－ ｜ 6月
無機ジンクリッチペイント	2日 ｜ 10日
有機ジンクリッチペイント	1日 ｜ 10日
エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	1日 ｜ 10日
エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)	1日 ｜ 10日
変性エポキシ樹脂塗料(水中部用)	1日 ｜ 10日
鉛・クロムフリーさび止めペイント	2日 ｜ 6月
エポキシMIO塗料	1日 ｜ 12日
エポキシ樹脂塗料中塗	1日 ｜ 10日
ふっ素樹脂塗料用中塗	1日 ｜ 10日
ポリウレタン樹脂塗料用中塗	1日 ｜ 10日
ガラスフレーク含有塗料用下塗	メーカー推奨
ガラスフレーク含有塗料用(ビニルエステル系)	メーカー推奨
ガラスフレーク含有塗料用(エポキシ樹脂系)	メーカー推奨
耐熱アルミニウム塗料下塗	メーカー推奨
シリコン系耐熱塗料	メーカー推奨
シリコン系防汚塗料	メーカー推奨

注）上塗り塗装の塗装間隔は除外してあるが，補修塗装が必要な場合は，塗料メーカーに確認する必要がある。

表5.1-7　塗装作業の気温，湿度の制限

塗　料　名	気温(℃)	湿度(RH%)
長ばく形エッチングプライマー	5以下	85以上
無機ジンクリッチプライマー 無機ジンクリッチペイント	0以下	50以下
有機ジンクリッチプライマー 有機ジンクリッチペイント	10以下	85以上
耐熱プライマー	5以下	85以上
エポキシ樹脂塗料(水中部用) エポキシ樹脂塗料(大気部用) 変性エポキシ樹脂塗料(水中部用) 変性エポキシ樹脂塗料(大気部用)	10以下	85以上
エポキシ樹脂塗料(水中部用)(低温用) エポキシ樹脂塗料(大気部用)(低温用) 変性エポキシ樹脂塗料(水中部用)(低温用) 変性エポキシ樹脂塗料(大気部用)(低温用)	5以下20以上	85以上
鉛・クロムフリーさび止めペイント	5以下	85以上
エポキシMIO塗料	10以下	85以上
エポキシMIO塗料(低温用)	5以下20以上	85以上
エポキシ樹脂塗料中塗 ポリウレタン樹脂塗料用中塗 ふっ素樹脂塗料用中塗	5以下	85以上
エポキシ樹脂塗料上塗	5以下	85以上
ポリウレタン樹脂塗料上塗 ふっ素樹脂塗料上塗	0以下	85以上
長油性フタル酸樹脂塗中塗・上塗	5以下	85以上
ガラスフレーク含有塗料用(エポキシ樹脂) ガラスフレーク含有塗料用(ビニルエステル樹脂)	5以下	85以上
ガラス繊維強化プラスチック(FRP)	5以下	85以上
超厚膜形エポキシ	10以下	85以上
耐熱アルミニウム塗料 アルミニウム塗料	5以下	85以上
シリコン系耐熱塗料	5以下	85以上
シリコン系防汚塗料	5以下	85以上

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表5.1-6　塗装間隔一覧表

塗　料　名	塗装間隔 (20℃) 最短～最高
長ばく形エッチングプライマー	1日 ｜ 3月
無機ジンクリッチプライマー	－ ｜ 6月
無機ジンクリッチペイント	2日 ｜ 10日
有機ジンクリッチペイント	1日 ｜ 10日
エポキシ樹脂塗料下塗(水中部用)	1日 ｜ 10日
エポキシ樹脂塗料下塗(大気部用)	1日 ｜ 10日
変性エポキシ樹脂塗料(水中部用)	1日 ｜ 10日
鉛・クロムフリーさび止めペイント	2日 ｜ 6月
エポキシMIO塗料	1日 ｜ 12日
エポキシ樹脂塗料中塗	1日 ｜ 10日
ふっ素樹脂塗料用中塗	1日 ｜ 10日
ポリウレタン樹脂塗料用中塗	1日 ｜ 10日
ガラスフレーク含有塗料用下塗	メーカー推奨
ガラスフレーク含有塗料用(ビニルエステル系)	メーカー推奨
ガラスフレーク含有塗料用(エポキシ樹脂系)	メーカー推奨
耐熱アルミニウム塗料下塗	メーカー推奨
シリコン系耐熱塗料	メーカー推奨
シリコン系防汚塗料	メーカー推奨

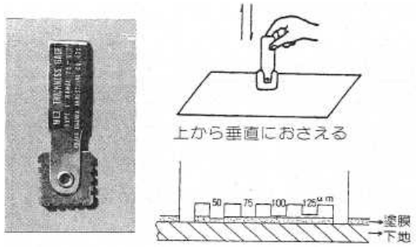
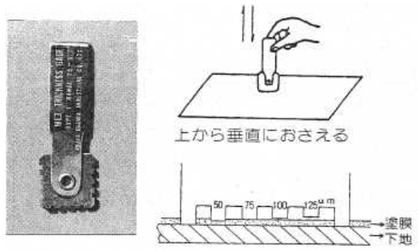
注）上塗り塗装の塗装間隔は除外してあるが，補修塗装が必要な場合は，塗料メーカーに確認する必要がある。

表5.1-7　塗装作業の気温，湿度の制限

塗　料　名	気温(℃)	湿度(RH%)
長ばく形エッチングプライマー	5以下	85以上
無機ジンクリッチプライマー 無機ジンクリッチペイント	0以下	50以下
有機ジンクリッチプライマー 有機ジンクリッチペイント	10以下	85以上
耐熱プライマー	5以下	85以上
エポキシ樹脂塗料(水中部用) エポキシ樹脂塗料(大気部用) 変性エポキシ樹脂塗料(水中部用) 変性エポキシ樹脂塗料(大気部用)	10以下	85以上
エポキシ樹脂塗料(水中部用)(低温用) エポキシ樹脂塗料(大気部用)(低温用) 変性エポキシ樹脂塗料(水中部用)(低温用) 変性エポキシ樹脂塗料(大気部用)(低温用)	5以下20以上	85以上
鉛・クロムフリーさび止めペイント	5以下	85以上
エポキシMIO塗料	10以下	85以上
エポキシMIO塗料(低温用)	5以下20以上	85以上
エポキシ樹脂塗料中塗 ポリウレタン樹脂塗料用中塗 ふっ素樹脂塗料用中塗	5以下	85以上
エポキシ樹脂塗料上塗	5以下	85以上
ポリウレタン樹脂塗料上塗 ふっ素樹脂塗料上塗	0以下	85以上
長油性フタル酸樹脂塗中塗・上塗	5以下	85以上
ガラスフレーク含有塗料用(エポキシ樹脂) ガラスフレーク含有塗料用(ビニルエステル樹脂)	5以下	85以上
ガラス繊維強化プラスチック(FRP)	5以下	85以上
超厚膜形エポキシ	10以下	85以上
耐熱アルミニウム塗料 アルミニウム塗料	5以下	85以上
シリコン系耐熱塗料	5以下	85以上
シリコン系防汚塗料	5以下	85以上

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
3）塗膜厚の管理 ① 塗装作業者は，事前に使用する塗料のウェット膜厚とドライ膜厚（乾燥塗膜厚）の関係を把握しておくとともに，試験塗装を行って，標準乾燥塗膜厚が得られるように作業条件を確認しておき，塗装時にはウェットフィルムゲージ（ウェットシックネスゲージともいわれる）で塗膜厚を管理する。なお，塗膜厚は各層にて確認を行うものとする。 検査方法としては，一定の場所を選び，ウェットフィルムゲージを用いて測定する。 このウェットフィルムゲージには，くし形のウェットフィルムゲージと，ロータリーゲージの２種類がある。 くし型の４面形（各面で測定範囲が異なる）のウェットフィルムゲージが一般的によく利用されているようである。 図5.1-4 にその使い方を示す。 ウェットフィルムゲージは，図5.1-4 のように塗装直後の塗膜に対し垂直に挿す。十分圧着した後に塗膜から離したゲージの塗着μｍを読み取る。塗着ゲージの最大μｍが，ウェット膜厚になる。図の場合は75μｍと読み取る。 ゲージの目盛り刻みは粗く，目標のウェット膜厚とは合致しない。このため，目標膜厚は直近上位のゲージ目盛りで測定管理する。  図5.1-4　ウェットフィルムゲージとその測定方法 ※関塗研「ー最新ーわかりやすい塗装のはなし塗る」より引用 (3) 写真管理 塗装の施工段階及び塗装完了後目視できない箇所の施工状況，出来形管理状況，品質管理状況等を機械工事施工管理基準(案) 第１章，第２節撮影記録により撮影し，整理するものとする。 撮影箇所は次を標準とする。 ① 素地調整前，後 ② 各層塗装完了後 ③ 塗膜厚計測時 ④ 塗料充缶，空缶 ⑤ その他監督員から指示された事項 (4) 安全管理 塗料は引火性の液体であり，消防法で危険物として指定されている。 また，塗料には有機溶剤や重金属が含まれているため，これらの有害物質から人体の健康に重大な影響を及ぼさないように，塗料の運搬，保管，塗布の各段階で十分な指導，教育を実施しなければならない。	3）塗膜厚の管理 ① 塗装作業者は，事前に使用する塗料のウェット膜厚とドライ膜厚（乾燥塗膜厚）の関係を把握しておくとともに，試験塗装を行って，標準乾燥塗膜厚が得られるように作業条件を確認しておき，塗装時にはウェットフィルムゲージ（ウェットシックネスゲージともいわれる）で塗膜厚を管理する。なお，塗膜厚は各層にて確認を行うものとする。 検査方法としては，一定の場所を選び，ウェットフィルムゲージを用いて測定する。 このウェットフィルムゲージには，くし形のウェットフィルムゲージと，ロータリーゲージの２種類がある。 くし型の４面形（各面で測定範囲が異なる）のウェットフィルムゲージが一般的によく利用されているようである。 図5.1-4 にその使い方を示す。 ウェットフィルムゲージは，図5.1-4 のように塗装直後の塗膜に対し垂直に挿す。十分圧着した後に塗膜から離したゲージの塗着μｍを読み取る。塗着ゲージの最大μｍが，ウェット膜厚になる。図の場合は100μｍ以上のゲージに塗料は付着していないので、75μｍと読み取る。 ゲージの目盛り刻みは粗く，目標のウェット膜厚とは合致しない。このため，目標膜厚は直近上位のゲージ目盛りで測定管理する。  図5.1-4　ウェットフィルムゲージとその測定方法 ※関塗研「ー改訂ーわかりやすい塗装のはなし塗る」より引用 (3) 写真管理 塗装の施工段階及び塗装完了後目視できない箇所の施工状況，出来形管理状況，品質管理状況等を機械工事施工管理基準(案) 第１章，第２節撮影記録により撮影し，整理するものとする。 撮影箇所は次を標準とする。 ① 素地調整前，後 ② 各層塗装完了後 ③ 塗膜厚計測時 ④ 塗料充缶，空缶 ⑤ その他監督員から指示された事項 (4) 安全管理 塗料は引火性の液体であり，消防法で危険物として指定されている。 また，塗料には有機溶剤や重金属が含まれているため，これらの有害物質から人体の健康に重大な影響を及ぼさないように，塗料の運搬，保管，塗布の各段階で十分な指導，教育を実	語句の修正 ー改訂-わかりやすい塗装のはなし 塗る

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
労働安全衛生法は職場の労働者の安全と健康を確保し，快適な作業環境の形成を促進することを目的としており，事業責任者として安全衛生管理体制の確立，労働者の危険，または健康障害防止措置，機械及び有害物に関する規制，健康管理を基本としているこれらの法規の規定を遵守して安全に塗装作業を遂行していかなければならない。 関連法令 1）消防法 2）労働安全衛生法 ① 労働安全衛生規則 ② 有機溶剤中毒予防規則 ③ 鉛中毒予防規則 ④ 特定化学物質等障害予防規則 ⑤ 酸素欠乏症予防規則 3）毒物劇物取締法	施しなければならない。 労働安全衛生法は職場の労働者の安全と健康を確保し，快適な作業環境の形成を促進することを目的としており，事業責任者として安全衛生管理体制の確立，労働者の危険，または健康障害防止措置，機械及び有害物に関する規制，健康管理を基本としているこれらの法規の規定を遵守して安全に塗装作業を遂行していかなければならない。 関連法令 1）消防法 2）労働安全衛生法 ① 労働安全衛生規則 ② 有機溶剤中毒予防規則 ③ 鉛中毒予防規則 ④ 特定化学物質等障害予防規則 ⑤ 酸素欠乏症予防規則 3）毒物劇物取締法	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
５－２　品質検査 １．品質検査は，設備に要求される目的，機能ならびにこれらの品質を確認するために実施する。 **【解　説】** １．防食の品質検査 (1) 防食検査は，指定された防食設計に基づき，適切な防食施工が行われ，その防食品質が得られていることを確認する。 防食検査は，防食方法の違いによって，次の検査がある。 1) 塗装検査 2) 金属溶射検査 3) 溶融亜鉛めっき検査 4) 電気防食検査 なお，耐食性材料（ステンレス鋼等）の防食検査は，材料検査における製造者の検査証明書（ミルシート）及び溶接検査における耐食性検査によって確認する。 ２．塗料・塗装の品質検査 (1) 塗料の品質 使用する塗料は，規定された品質，規格を満足していなければならない。 1) 使用する塗料は，使用に先立って提出された試験成績書が当該メーカーの社内規格に適合していることを確認しなければならない。 なお，試験成績書は，塗料の種類，製造ロット毎に検査すること。 2) 容器に規格番号及び名称が表示されているか確認しなければならない。 内容量の表示はkgと l の二通りがあるが，l で表示される場合は重量計算できるように，規格証明書の備考欄に比重が記載してあるので確認すること。 3) 塗料の数量については，設計所定数量が搬入されたことを確認しなければならない。 4) 塗料の抜き取り検査 使用される塗料の品質に疑義がもたれる場合は，抜き取り検査が必要である。 5) 塗料庫への入庫の際は，日付，量，塗料名，ロット番号及び材料内容試験成績表等，一連の記録と書類を整理保存する。 6) 上塗色の表示は，（社）日本塗料工業会・塗料用標準色見本帳を用い，その色番を表示する。 (2) 塗膜品質 塗膜品質は，目視により健全な塗膜の確認及び規定塗膜の確保が必要であり，塗装の欠陥が見られる場合は，原因を究明し対策を講じなければならない。また，塗装の品質検査は各工程終了毎に行い，品質が均一になるように維持・管理していく必要がある。 1) 塗装外観検査基準 判定は目視により次によるものとする。 ① 塗面が平滑で凹凸がないこと。 ② 下塗りの塗膜が透けて見えないこと。 ③ 色調，光沢が指定色と同一もしくは差異がないこと。 ④ 塗りむら，ふくれ，亀裂，ピンホール等がないこと。 ⑤ 広範囲に著しいだれがないこと。 ⑥ 著しい汚れ，スプレーダストが認められないこと。	**５－２　品質検査** １．品質検査は，設備に要求される目的，機能ならびにこれらの品質を確認するために実施する。 **【解　説】** １．防食の品質検査 (1) 防食検査は，指定された防食設計に基づき，適切な防食施工が行われ，その防食品質が得られていることを確認する。 防食検査は，防食方法の違いによって，次の検査がある。 1) 塗装検査 2) 金属溶射検査 3) 溶融亜鉛めっき検査 4) 電気防食検査 なお，耐食性材料（ステンレス鋼等）の防食検査は，材料検査における製造者の検査証明書（ミルシート）及び溶接検査における耐食性検査によって確認する。 ２．塗料・塗装の品質検査 (1) 塗料の品質 使用する塗料は，規定された品質，規格を満足していなければならない。 1) 使用する塗料は，使用に先立って提出された試験成績書が当該メーカーの社内規格に適合していることを確認しなければならない。 なお，試験成績書は，塗料の種類，製造ロット毎に検査すること。 2) 容器に規格番号及び名称が表示されているか確認しなければならない。 内容量の表示はkgと l の二通りがあるが，l で表示される場合は重量計算できるように，規格証明書の備考欄に比重が記載してあるので確認すること。 3) 塗料の数量については，設計所定数量が搬入されたことを確認しなければならない。 4) 塗料の抜き取り検査 使用される塗料の品質に疑義がもたれる場合は，抜き取り検査が必要である。 5) 塗料庫への入庫の際は，日付，量，塗料名，ロット番号及び材料内容試験成績表等，一連の記録と書類を整理保存する。 6) 上塗色の表示は，（社）日本塗料工業会・塗料用標準色見本帳を用い，その色番を表示する。 (2) 塗膜品質 塗膜品質は，目視により健全な塗膜の確認及び規定塗膜の確保が必要であり，塗装の欠陥が見られる場合は，原因を究明し対策を講じなければならない。また，塗装の品質検査は各工程終了毎に行い，品質が均一になるように維持・管理していく必要がある。 1) 塗装外観検査基準 判定は目視により次によるものとする。 ① 塗面が平滑で凹凸がないこと。 ② 下塗りの塗膜が透けて見えないこと。 ③ 色調，光沢が指定色と同一もしくは差異がないこと。 ④ 塗りむら，ふくれ，亀裂，ピンホール等がないこと。 ⑤ 広範囲に著しいだれがないこと。 ⑥ 著しい汚れ，スプレーダストが認められないこと。	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

(3) 塗膜厚の管理

塗膜厚は，塗装仕様に規定された数値以上であることを確認する必要がある。

1) 塗装作業者は，事前に使用する塗料のウェット膜厚とドライ膜厚（乾燥塗膜厚）の関係を把握しておくとともに，試験塗装を行って，標準乾燥塗膜厚が得られるように作業条件を確認しておき，塗装時にはウェットフィルムゲージで塗膜厚を管理する。

2) 乾燥塗膜厚が次の標準値になるように管理されているか確認しなければならない。

① 塗膜厚測定平均値は，標準値合計膜厚以上

② 塗膜厚測定最小値は，標準値合計膜厚の70%以上

3) 塗膜厚測定には，２点調整形の電磁式膜厚計が一般的に用いられている。

２点調整形とは，測定前に０点と標準板（各厚み）２点で表示値を調整する機種であり，端子（プローブ）の形式には写真のように２極式と１極式とがあるが，いずれも２点調整形電磁膜厚計である。なお，２点調整形電磁膜厚計は０点が狂いやすいので，こまめな調整が必要である。

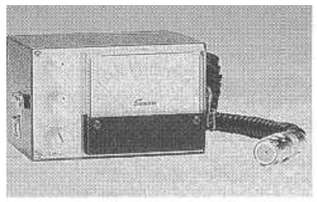
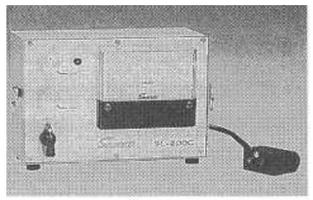
測定機器は，電磁膜厚計とし，また調整に用いる標準鋼板は，原則として，被測定部材との近似の材質で，板厚６㎜，大きさ100×100㎜以上，かつ表面粗さ５μRz以下の鋼片を用いる。

なお，標準調整板は，塗膜とほぼ近似の厚さを有する非磁性のものを用いる。

4) 測定のロット大きさ及び測定数は 表5.2-1 のとおりとする。

5) 乾燥塗膜厚の測定は十分硬化状態にあることを確認し，無機ジンクリッチプライマー塗装後，工場塗装，現場塗装の各層完了後に行う。

6) 平均値，最小値，それぞれ２条件のうち１つ以上について 2) の標準値を満たしていない場合は増塗りをする。

デジタル１極式　　アナログ１極式　　アナログ２極式

写真5.2-1　塗膜測定器（２点調整形電磁膜厚計）

表5.2-1　塗膜厚測定箇所数

塗装面積	測定箇所	塗装面積	測定箇所	塗装面積	測定箇所
10㎡まで	3	100㎡	15	1000㎡	105
30㎡	7	200㎡	25		
50㎡	10	500㎡	55		
測定箇所は，上下左右の４点を計測したものを１箇所とし，全塗装面積10㎡までは３箇所，10～50㎡までは10㎡増す毎に測定点数を２箇所増す。50㎡の場合は10箇所，50～100㎡の場合は10㎡増す毎に測定点数を１箇所増す。100㎡の場合は15箇所，以降100㎡増す毎に10箇所増す。					

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

(3) 塗膜厚の管理

塗膜厚は，塗装仕様に規定された数値以上であることを確認する必要がある。

1) 塗装作業者は，事前に使用する塗料のウェット膜厚とドライ膜厚（乾燥塗膜厚）の関係を把握しておくとともに，試験塗装を行って，標準乾燥塗膜厚が得られるように作業条件を確認しておき，塗装時にはウェットフィルムゲージで塗膜厚を管理する。

2) 乾燥塗膜厚が次の標準値になるように管理されているか確認しなければならない。

① 塗膜厚測定平均値は，標準値合計膜厚以上

② 塗膜厚測定最小値は，標準値合計膜厚の70%以上

3) 塗膜厚測定には，２点調整形の電磁式膜厚計が一般的に用いられている。

２点調整形とは，測定前に０点と標準板（各厚み）２点で表示値を調整する機種であり，端子（プローブ）の形式には写真のように２極式と１極式とがあるが，いずれも２点調整形電磁膜厚計である。なお，２点調整形電磁膜厚計は０点が狂いやすいので，こまめな調整が必要である。

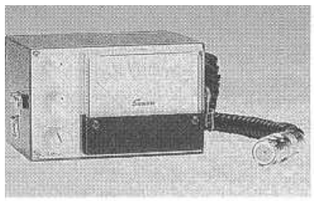
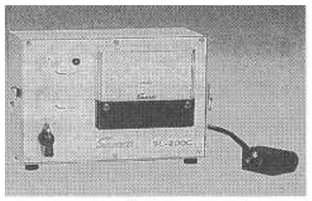
測定機器は，電磁膜厚計とし，また調整に用いる標準鋼板は，原則として，被測定部材との近似の材質で，板厚６㎜，大きさ100×100㎜以上，かつ表面粗さ５μRz以下の鋼片を用いる。

なお，標準調整板は，塗膜とほぼ近似の厚さを有する非磁性のものを用いる。

4) 測定のロット大きさ及び測定数は 表5.2-1 のとおりとする。

5) 乾燥塗膜厚の測定は十分硬化状態にあることを確認し，無機ジンクリッチプライマー塗装後，工場塗装，現場塗装の各層完了後に行う。

6) 平均値，最小値，それぞれ２条件のうち１つ以上について 2) の標準値を満たしていない場合は増塗りをする。

デジタル１極式　　アナログ１極式　　アナログ２極式

写真5.2-1　塗膜測定器（２点調整形電磁膜厚計）

表5.2-1　塗膜厚測定箇所数

塗装面積	測定箇所	塗装面積	測定箇所	塗装面積	測定箇所
10㎡まで	3	100㎡	15	1000㎡	105
30㎡	7	200㎡	25		
50㎡	10	500㎡	55		
測定箇所は，上下左右の４点を計測したものを１箇所とし，全塗装面積10㎡までは３箇所，10～50㎡までは10㎡増す毎に測定点数を２箇所増す。50㎡の場合は10箇所，50～100㎡の場合は10㎡増す毎に測定点数を１箇所増す。100㎡の場合は15箇所，以降100㎡増す毎に10箇所増す。					

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
(4) 塗装記録 塗装記録は工事の施工内容，管理状況について記録しなければならない。また，塗装記録は将来の維持管理のため，長期にわたって保管する必要がある。 記録されるものは，下記に示すものが上げられる。 1) 仕様内容 2) 塗装管理表（施工項目，施工日時，塗装方法，気温，湿度等） 参考例を 表5.2-2，表5.2-3 に示す。 3) 塗料使用量（使用前，使用後の缶数）	(4) 塗装記録 塗装記録は工事の施工内容，管理状況について記録しなければならない。また，塗装記録は将来の維持管理のため，長期にわたって保管する必要がある。 記録されるものは，下記に示すものが上げられる。 1) 仕様内容 2) 塗装管理表（施工項目，施工日時，塗装方法，気温，湿度等） 参考例を 表5.2-2，表5.2-3 に示す。 3) 塗料使用量（使用前，使用後の缶数）	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表5.2-2　素地調整管理記録

工事番号		工事名称		塗装管理者	塗装担当者	作業責任者
構造区分		部材名称及び部材番号				
塗装区分						
塗装系 (第一層塗料名)						
施工年月日		H　年　月　日　時 ～　年　月　日　時	H　年　月　日　時 ～　年　月　日　時	H　年　月　日　時 ～　年　月　日　時		
環境条件	天候	晴れ・曇り・雨・雪	晴れ・曇り・雨・雪	晴れ・曇り・雨・雪		
	時刻	時	時	時		
	温度					
	湿度	%	%	%		
	鋼板温度					
	露点温度					
ｽﾊﾟｯﾀ・ｽﾗｸﾞの付着		有　・　無	有　・　無	有　・　無		
油・水分の付着		有　・　無	有　・　無	有　・　無		
二次素地調整	素地調整方法	ブラスト パワーツール	ブラスト パワーツール	ブラスト パワーツール		
	除錆度(ISO)	Sa2 1/2 ・St3.0	Sa2 1/2 ・St3.0	Sa2 1/2 ・St3.0		
	不具合時の処理					
	研掃材の残留	有　・　無	有　・　無	有　・　無		
検査判定		良・否（処理ｼｰﾄ NO）	良・否（処理ｼｰﾄ NO）	良・否（処理ｼｰﾄ NO）		
検査者名						
特記事項						

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表5.2-2　素地調整管理記録

工事番号		工事名称		塗装管理者	塗装担当者	作業責任者
構造区分		部材名称及び部材番号				
塗装区分						
塗装系 (第一層塗料名)						
施工年月日		年　月　日　時 ～　年　月　日　時	年　月　日　時 ～　年　月　日　時	年　月　日　時 ～　年　月　日　時		
環境条件	天候	晴れ・曇り・雨・雪	晴れ・曇り・雨・雪	晴れ・曇り・雨・雪		
	時刻	時	時	時		
	温度					
	湿度	%	%	%		
	鋼板温度					
	露点温度					
ｽﾊﾟｯﾀ・ｽﾗｸﾞの付着		有　・　無	有　・　無	有　・　無		
油・水分の付着		有　・　無	有　・　無	有　・　無		
二次素地調整	素地調整方法	ブラスト パワーツール	ブラスト パワーツール	ブラスト パワーツール		
	除錆度(ISO)	Sa2 1/2 ・St3.0	Sa2 1/2 ・St3.0	Sa2 1/2 ・St3.0		
	不具合時の処理					
	研掃材の残留	有　・　無	有　・　無	有　・　無		
検査判定		良・否（処理ｼｰﾄ NO）	良・否（処理ｼｰﾄ NO）	良・否（処理ｼｰﾄ NO）		
検査者名						
特記事項						

変更理由等

元号略称のH削除

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表5.2-3　塗装工事管理記録

工　事　名					
請　負　者　名		現場代理人 または主任技術者	印	担当者	印
塗　装　系					
品　　名					
工　程 項　目	素地調整	第１層目	第２層目	第３層目	
塗装　年・月・日	年　月　日	年　月　日	年　月　日	年　月　日	
天候・気候（℃）	℃	℃	℃	℃	
湿度（%）	%	%	%	%	
除錆度とあらさ					
希釈率	%	%	%	%	
塗装方法					
塗装面積（㎡）	㎡	㎡	㎡	㎡	
塗料使用量	kg	kg	kg	kg	
塗料使用量（g/㎡）	g／㎡	g／㎡	g／㎡	g／㎡	
特　記　事　項					

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表5.2-3　塗装工事管理記録

工　事　名					
受　注　者　名		現場代理人 または主任技術者	印	担当者	印
塗　装　系					
品　　名					
工　程 項　目	素地調整	第１層目	第２層目	第３層目	
塗装　年・月・日	年　月　日	年　月　日	年　月　日	年　月　日	
天候・気候（℃）	℃	℃	℃	℃	
湿度（%）	%	%	%	%	
除錆度とあらさ					
希釈率	%	%	%	%	
塗装方法					
塗装面積（㎡）	㎡	㎡	㎡	㎡	
塗料使用量	kg	kg	kg	kg	
塗料使用量（g/㎡）	g／㎡	g／㎡	g／㎡	g／㎡	
特　記　事　項					

変更理由等

請負者名→受注者名

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表5.2-4　膜厚記録表

工　事　名	（例）□ 水門　新設第□期工事							
測定時期	（例）現場塗装　　第○層完了後　　日				塗装系			
測定箇所	（例）○○ゲート扉体前面				測定器の種類			
標準膜厚	○○　　μm			最低膜厚	○○　　μm			
測定年月日	平成　　年　　月　　日			測定者				
気温				湿度				
測定値								
測定位置		1（上）	2（下）	3（左）	4（右）		平均	最低値
（例）1	A－X							
2	A－Y							
3	A－Z							
4	B－X							
5	B－Y							
6	B－Z							
7	C－X							
8	C－Y							
9	C－Z							
10	D－X							
11	D－Y							
12	D－Z							
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
今回迄の平均膜厚						A	（平均）	
前回迄の平均膜厚						B		
今回分の平均膜厚						A－B		

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表5.2-4　膜厚記録表

工　事　名	（例）□ 水門　新設第□期工事							
測定時期	（例）現場塗装　　第○層完了後　　日				塗装系			
測定箇所	（例）○○ゲート扉体前面				測定器の種類			
標準膜厚	○○　　μm			最低膜厚	○○　　μm			
測定年月日	年　　月　　日			測定者				
気温				湿度				
測定値								
測定位置		1（上）	2（下）	3（左）	4（右）		平均	最低値
（例）1	A－X							
2	A－Y							
3	A－Z							
4	B－X							
5	B－Y							
6	B－Z							
7	C－X							
8	C－Y							
9	C－Z							
10	D－X							
11	D－Y							
12	D－Z							
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
今回迄の平均膜厚						A	（平均）	
前回迄の平均膜厚						B		
今回分の平均膜厚						A－B		

変更理由等

元号の削除

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
５－３　維持管理 １．塗装の塗膜劣化や腐食の進行状況の把握のため，適切に点検を行わなければならない。 ２．点検内容及び方法，実施時期等については，設置されている環境等を考慮し，適切に実施しなければならない。 【解　説】 １．塗膜の管理 (1) 機械設備の機能を維持するには，塗装の維持管理を計画的に進める必要がある。定期的な点検の実施により，塗膜の劣化や腐食の進行状況を外観観察し，状態把握に努めなければならない。 (2) 点検結果により塗膜の劣化度を判定し，結果によって補修や塗替塗装を実施するなどの処置を講じ，機械設備の機能を常に良好な状態に保持しなければならない。 (3) 点検・補修等を実施したときは，その記録を適切に保存，管理しなければならない。 1) 点検・補修の記録は，単に現状の把握にとどまらず，経時変化の把握及び将来の変化予測等，長期的な施設の維持管理計画の資料として活用でき，良好な維持管理のために重要なものであるので，このような認識の基に適切に記録するものとする。 2) 定期点検や臨時点検で定量的に得たデータ及び判定結果については，経時変化の把握のため，対比可能な記録を行うものとする。 3) 記録は，履歴として把握できるよう機械設備管理記録等に整理する。 (4) 点検の種類は，「定期点検」，「臨時点検」等があり，機械設備の点検と併せて効率的に実施するものとする。 1) 塗装の定期点検は，機械設備の定期点検の中で行うものとする。 2) 点検は,接水部や端部・隅角部等の劣化しやすい部分に注意しながら塗装全体について行う。 また，特に劣化の進行度合いが著しく早いものや，異常が認められるものについては，必要に応じて精密調査を実施する。 (5) 点検は，点検時における安全と判定評価の客観性を確保できる体制で実施するものとする。 1) 点検する箇所によっては水路への立ち入りや高所作業，堰のシェルゲート内部の点検では密閉構造による酸欠事故等危険が伴うため，安全を考慮した体制で実施するものとする。 また，点検員による主観に左右されることを防ぐためには，複数名で判定することが望ましい。 2) 精密調査については，塗装に精通し，専門的知識を有する技術者により実施することが望ましい。専門的知識を有する技術者には，技術士（金属部門の表面技術），日本防錆技術協会の認定した防錆管理士（施設防食部門または防錆部門のいずれかの資格を有した者）などの資格を持つ者や，豊富な経験を持つ技術者（例えば，製造メーカー，塗料メーカーの技術者）等がある。 (6) 点検箇所は，常に水中に没している機械設備の水中部分や常に水面上にある部分等，設置環境，使用条件，塗装系の差異などに応じ，適切に判断し，点検しなければならない。 1) 機械設備（ゲート設備など）は，常に水中に没している水没部や水面上にある部分，水中部と水面上を繰り返す部分など，置かれている環境や使用条件が異なるため，異なる環境にある各部分について適切に点検しなければならない。 また，塗装系の異なる部分についても同様とする。 2) 堰，水門等大型施設の扉体は，扉体の前面部及び背面部について上部，中部，下部の３	５－３　維持管理 １．塗装の塗膜劣化や腐食の進行状況の把握のため，適切に点検を行わなければならない。 ２．点検内容及び方法，実施時期等については，設置されている環境等を考慮し，適切に実施しなければならない。 【解　説】 １．塗膜の管理 (1) 機械設備の機能を維持するには，塗装の維持管理を計画的に進める必要がある。定期的な点検の実施により，塗膜の劣化や腐食の進行状況を外観観察し，状態把握に努めなければならない。 (2) 点検結果により塗膜の劣化度を判定し，結果によって補修や塗替塗装を実施するなどの処置を講じ，機械設備の機能を常に良好な状態に保持しなければならない。 (3) 点検・補修等を実施したときは，その記録を適切に保存，管理しなければならない。 1) 点検・補修の記録は，単に現状の把握にとどまらず，経時変化の把握及び将来の変化予測等，長期的な施設の維持管理計画の資料として活用でき，良好な維持管理のために重要なものであるので，このような認識の基に適切に記録するものとする。 2) 定期点検や臨時点検で定量的に得たデータ及び判定結果については，経時変化の把握のため，対比可能な記録を行うものとする。 3) 記録は，履歴として把握できるよう機械設備管理記録等に整理する。 (4) 点検の種類は，「定期点検」，「臨時点検」等があり，機械設備の点検と併せて効率的に実施するものとする。 1) 塗装の定期点検は，機械設備の定期点検の中で行うものとする。 2) 点検は,接水部や端部・隅角部等の劣化しやすい部分に注意しながら塗装全体について行う。 また，特に劣化の進行度合いが著しく早いものや，異常が認められるものについては，必要に応じて精密調査を実施する。 (5) 点検は，点検時における安全と判定評価の客観性を確保できる体制で実施するものとする。 1) 点検する箇所によっては水路への立ち入りや高所作業，堰のシェルゲート内部の点検では密閉構造による酸欠事故等危険が伴うため，安全を考慮した体制で実施するものとする。 また，点検員による主観に左右されることを防ぐためには，複数名で判定することが望ましい。 2) 精密調査については，塗装に精通し，専門的知識を有する技術者により実施することが望ましい。専門的知識を有する技術者には，技術士（金属部門の表面技術），日本防錆技術協会の認定した防錆管理士（施設防食部門または防錆部門のいずれかの資格を有した者）などの資格を持つ者や，豊富な経験を持つ技術者（例えば，製造メーカー，塗料メーカーの技術者）等がある。 (6) 点検箇所は，常に水中に没している機械設備の水中部分や常に水面上にある部分等，設置環境，使用条件，塗装系の差異などに応じ，適切に判断し，点検しなければならない。 1) 機械設備（ゲート設備など）は，常に水中に没している水没部や水面上にある部分，水中部と水面上を繰り返す部分など，置かれている環境や使用条件が異なるため，異なる環境にある各部分について適切に点検しなければならない。 また，塗装系の異なる部分についても同様とする。 2) 堰，水門等大型施設の扉体は，扉体の前面部及び背面部について上部，中部，下部の３	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
箇所以上点検し，判定することが望ましい。 3)「点検設備要領」等で点検区分の定めがある場合は，その区分毎に実施するものとする。 ２．塗膜の点検方法 (1) 定期点検 1) 定期点検は，さび等の発生状態を目視により観察する外観観察によって塗膜劣化度の判定を行うものとするが，劣化度判定の項目以外の特異な現象の有無も観察し，特異な現象が認められた場合には精密調査を実施するものとする。 特異な現象とは，標準的な耐用年数に対して，劣化が著しい場合や，反対に耐用年数を大幅に経過したにもかかわらず，外観上の劣化が認められない場合等があげられる。 写真記録は，単に構造物のみを対象としないで，その周辺環境もわかるように全景写真も加えるとともに，発錆部，塗膜の欠陥部の接写写真とその欠陥部分が全体の中でどの程度の範囲になるかなど明らかになるよう撮影する必要がある。 2) 外観観察の項目と点検（調査）方法 点検は，塗装の管理と補修計画立案の基準とするために，塗装の劣化状態を定量的に劣化度として評価することを目的に実施するものである。 観観察の調査項目は，さび，ふくれ，われ，はがれなどの４項目とし，景観対策で塗装色を選定している場合のみ変退色を加える。 外観観察は，点検箇所区分で定める点検箇所毎に，調査項目すべてについて実施するものとする。 点検時の調査は，さび等の劣化状態を，すべて発生面積（見掛上のパーセント）を４段階に分けて評価点（ＲＮ）で評価する。 なお，実際の点検では，評価を容易にするために，さび，ふくれ，われ，はがれなどの発生面積は，評価図や評価写真をもとに判断して，その面積により評価点（ＲＮ）を得る。 評価図や評価写真は，さびなど損傷が点検箇所区分全体に一様に発生しているものとして描かれているので，発生面積を評価するにあたっては注意を要する。 発生している部分のみを対象に評価した場合は，劣化度を過大に評価する危険があるので，点検箇所区分全体の状況が反映するよう考慮して評価する必要がある。 3) 塗膜劣化の定義と評価方法 ① さび さびは，鋼材の表面に金属の水酸化物及び酸化物を主体とした腐食生成物ができる現象をいう。 さびには，金属表面に発生したさびが塗膜の表面に現れた「われさび」「点さび」，塗膜の表面に現れないでふくれのように見える「ふくれさび」などがある。 ふくれが発生している場合は，ふくれ部分の塗膜を剥がしてさびが発生している場合は，「さび」，さびがない場合は「ふくれ」と評価する。 発生面積は，図5.3-1 さび，ふくれ評価図 により判断し，表5.3-1の評価点（ＲＮ）を得る。 この際，さび評価写真を参考に評価しても良い。 なお、さびはその進行によっては設備の機能に影響を及ぼすので十分注意して観察するものとし，さび汁で汚れているだけの塗膜をさびの発生と間違った評価などしないよう状態をよく確かめる。 ② ふくれ ふくれは，塗膜がガスまたは液体を含んで盛り上がる現象をいい，発生原因によって，鋼材の腐食によってできるふくれ，水分が塗膜を浸透し，塗膜下の水溶性物質を溶かし	箇所以上点検し，判定することが望ましい。 3)「点検設備要領」等で点検区分の定めがある場合は，その区分毎に実施するものとする。 ２．塗膜の点検方法 (1) 定期点検 1) 定期点検は，さび等の発生状態を目視により観察する外観観察によって塗膜劣化度の判定を行うものとするが，劣化度判定の項目以外の特異な現象の有無も観察し，特異な現象が認められた場合には精密調査を実施するものとする。 特異な現象とは，標準的な耐用年数に対して，劣化が著しい場合や，反対に耐用年数を大幅に経過したにもかかわらず，外観上の劣化が認められない場合等があげられる。 写真記録は，単に構造物のみを対象としないで，その周辺環境もわかるように全景写真も加えるとともに，発錆部，塗膜の欠陥部の接写写真とその欠陥部分が全体の中でどの程度の範囲になるかなど明らかになるよう撮影する必要がある。 2) 外観観察の項目と点検（調査）方法 点検は，塗装の管理と補修計画立案の基準とするために，塗装の劣化状態を定量的に劣化度として評価することを目的に実施するものである。 観観察の調査項目は，さび，ふくれ，われ，はがれなどの４項目とし，景観対策で塗装色を選定している場合のみ変退色を加える。 外観観察は，点検箇所区分で定める点検箇所毎に，調査項目すべてについて実施するものとする。 点検時の調査は，さび等の劣化状態を，すべて発生面積（見掛上のパーセント）を４段階に分けて評価点（ＲＮ）で評価する。 なお，実際の点検では，評価を容易にするために，さび，ふくれ，われ，はがれなどの発生面積は，評価図や評価写真をもとに判断して，その面積により評価点（ＲＮ）を得る。 評価図や評価写真は，さびなど損傷が点検箇所区分全体に一様に発生しているものとして描かれているので，発生面積を評価するにあたっては注意を要する。 発生している部分のみを対象に評価した場合は，劣化度を過大に評価する危険があるので，点検箇所区分全体の状況が反映するよう考慮して評価する必要がある。 3) 塗膜劣化の定義と評価方法 ① さび さびは，鋼材の表面に金属の水酸化物及び酸化物を主体とした腐食生成物ができる現象をいう。 さびには，金属表面に発生したさびが塗膜の表面に現れた「われさび」「点さび」，塗膜の表面に現れないでふくれのように見える「ふくれさび」などがある。 ふくれが発生している場合は，ふくれ部分の塗膜を剥がしてさびが発生している場合は，「さび」，さびがない場合は「ふくれ」と評価する。 発生面積は，図5.3-1 さび，ふくれ評価図 により判断し，表5.3-1の評価点（ＲＮ）を得る。 この際，さび評価写真を参考に評価しても良い。 なお、さびはその進行によっては設備の機能に影響を及ぼすので十分注意して観察するものとし，さび汁で汚れているだけの塗膜をさびの発生と間違った評価などしないよう状態をよく確かめる。 ② ふくれ ふくれは，塗膜がガスまたは液体を含んで盛り上がる現象をいい，発生原因によって，鋼材の腐食によってできるふくれ，水分が塗膜を浸透し，塗膜下の水溶性物質を溶かし	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
て膨張によってできるふくれ，日光によって揮発成分が加熱膨張してできるふくれなどの形態がある。 被塗面と塗膜の間に水分が浸透して発生するふくれは，塗膜に素地まで達する貫通ピンホールが原因とする場合と湿潤面（結露状態）に塗装した場合に発生するケースがあり，発生したさびが体積膨張し，塗膜を押し上げ突き破る状態になるので早期に補修が必要である。 評価にあたっては，ふくれの大きさや形状にとらわれず外観上の目視状態で判断し，図5.3-1 さび・ふくれ評価図により評価する。 ただし，さび汁が表面に滲んでいるふくれの場合は，さびとして評価する。 ③ われ われは，塗膜に裂け目ができる現象をいい，塗装後の経年により塗膜の柔軟性が失われ，塗面の収縮，膨張によりひび，われを発生させる。 われは，塗膜の発生深さによって浅われと深われ，形状によって線状われ，鳥足状われ，Ｓ字状われ，不規則われなどの形態がある。 塗膜のわれは，表層のみの現象であれば重大な欠陥ではないが，被塗面からのわれであれば発錆の原因となる。 われの評価は，われの密度を図5.3-2 われ評価図 と比べ、表5.3-3 われ評価点 により評価する。 ④ はがれ はがれは，塗膜が付着力を失って被塗面から剥離する現象で，素地調整が不十分で塗膜の下にさびを生じ剥離する場合や被塗面の処理が不備で油汚れがついているのに塗装した場合，上塗りと下塗りの性質が適切でない場合，古い塗膜が十分に密着していない上に塗装した場合などに発生しやすい。 塗膜のはがれは，外観や美観上の問題にとどまらず，さびの発生と同じように塗膜の耐久性の低下につながる重大な欠陥である。 はがれの評価は，はがれた部分の面積によって 図5.3-3 はがれ評価図，表5.3-4 はがれ評価点 により評価する。 なお，はがれ部分にさびが発生している場合は，はがれとさびの両面で評価する。 また，詳細点検では，はがれ塗膜を採取して，はがれ状況の断層を顕微鏡写真で観察するなど，はがれの原因と状況の正確な調査を行うことが望ましい。 ⑤ 変退色 変退色とは，変色と退色を総称した現象をいう。 変色とは，塗膜の色合（色相），彩やかさ（彩度），明るさ（明度）のうち，いずれか一つまたはそれ以上が変化する現象であり，退色は主として彩やかさが低下するか，明るさが増す現象である。 白亜化（チョーキング）は紫外線による塗膜表面が分解して粉状になった現象で，変退色とは本来異なるが，明確に区別できない場合もあるので，変退色に含めて評価する。 なお，変退色は景観対策の対象地域で，環境との調和のために美化や色彩機能を必要として塗膜色を選定した場合に限り評価の対象とし，表5.3-5 変退色評価点 により評価する。	て膨張によってできるふくれ，日光によって揮発成分が加熱膨張してできるふくれなどの形態がある。 被塗面と塗膜の間に水分が浸透して発生するふくれは，塗膜に素地まで達する貫通ピンホールが原因とする場合と湿潤面（結露状態）に塗装した場合に発生するケースがあり，発生したさびが体積膨張し，塗膜を押し上げ突き破る状態になるので早期に補修が必要である。 評価にあたっては，ふくれの大きさや形状にとらわれず外観上の目視状態で判断し，図5.3-1 さび・ふくれ評価図により評価する。 ただし，さび汁が表面に滲んでいるふくれの場合は，さびとして評価する。 ③ われ われは，塗膜に裂け目ができる現象をいい，塗装後の経年により塗膜の柔軟性が失われ，塗面の収縮，膨張によりひび，われを発生させる。 われは，塗膜の発生深さによって浅われと深われ，形状によって線状われ，鳥足状われ，Ｓ字状われ，不規則われなどの形態がある。 塗膜のわれは，表層のみの現象であれば重大な欠陥ではないが，被塗面からのわれであれば発錆の原因となる。 われの評価は，われの密度を図5.3-2 われ評価図 と比べ、表5.3-3 われ評価点 により評価する。 ④ はがれ はがれは，塗膜が付着力を失って被塗面から剥離する現象で，素地調整が不十分で塗膜の下にさびを生じ剥離する場合や被塗面の処理が不備で油汚れがついているのに塗装した場合，上塗りと下塗りの性質が適切でない場合，古い塗膜が十分に密着していない上に塗装した場合などに発生しやすい。 塗膜のはがれは，外観や美観上の問題にとどまらず，さびの発生と同じように塗膜の耐久性の低下につながる重大な欠陥である。 はがれの評価は，はがれた部分の面積によって 図5.3-3 はがれ評価図，表5.3-4 はがれ評価点 により評価する。 なお，はがれ部分にさびが発生している場合は，はがれとさびの両面で評価する。 また，詳細点検では，はがれ塗膜を採取して，はがれ状況の断層を顕微鏡写真で観察するなど，はがれの原因と状況の正確な調査を行うことが望ましい。 ⑤ 変退色 変退色とは，変色と退色を総称した現象をいう。 変色とは，塗膜の色合（色相），彩やかさ（彩度），明るさ（明度）のうち，いずれか一つまたはそれ以上が変化する現象であり，退色は主として彩やかさが低下するか，明るさが増す現象である。 白亜化（チョーキング）は紫外線による塗膜表面が分解して粉状になった現象で，変退色とは本来異なるが，明確に区別できない場合もあるので，変退色に含めて評価する。 なお，変退色は景観対策の対象地域で，環境との調和のために美化や色彩機能を必要として塗膜色を選定した場合に限り評価の対象とし，表5.3-5 変退色評価点 により評価する。	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表5.3-1　さび評価点

評価点（ＲＮ）	発　生　状　況	
	発生面積（%）	外観状況
3	Ｘ＜0.03	異常なし。 誰が見ても外観的にはさびが認められないか，さびらしきものがあっても無視し得る程度のもの。
2	0.03≦Ｘ＜0.03	僅かにさびが見られる。 さびが観察される部分以外の塗膜の防食性能はほぼ維持されていると思われる状態。
1	0.3≦Ｘ5.0	明らかにさびが見られる。 誰が見ても発錆部分が多く何らかの処置をほどこさなければならない状態。
0	5.0≦Ｘ	見かけ上ほぼ全面にわたってさびが見られる。早急に塗料を塗り直さなければならない状態。

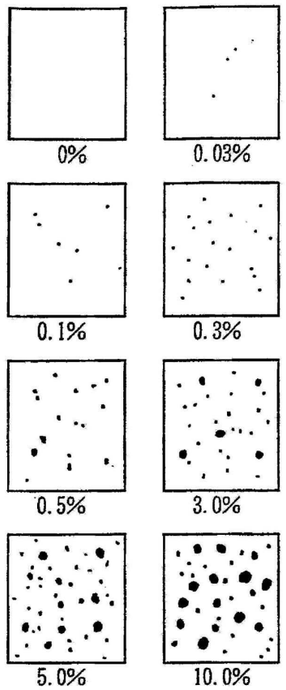


図5.3-1　さび，ふくれ評価図

表5.3-2　ふくれ評価点

評価点（ＲＮ）	発　生　状　態	
3	発生している面積（%）	Ｘ＜0.03
2	同上	0.03≦Ｘ＜0.3
1	同上	0.3 ≦Ｘ＜5.0
0	同上	5.0 ≦Ｘ

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表5.3-1　さび評価点

評価点（ＲＮ）	発　生　状　況	
	発生面積（%）	外観状況
3	Ｘ＜0.03	異常なし。 誰が見ても外観的にはさびが認められないか，さびらしきものがあっても無視し得る程度のもの。
2	0.03≦Ｘ＜0.3	僅かにさびが見られる。 さびが観察される部分以外の塗膜の防食性能はほぼ維持されていると思われる状態。
1	0.3≦Ｘ5.0	明らかにさびが見られる。 誰が見ても発錆部分が多く何らかの処置をほどこさなければならない状態。
0	5.0≦Ｘ	見かけ上ほぼ全面にわたってさびが見られる。早急に塗料を塗り直さなければならない状態。

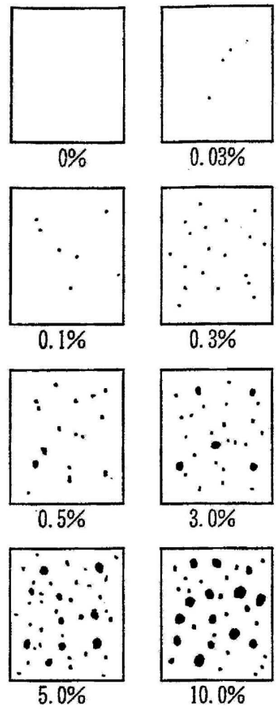


図5.3-1　さび，ふくれ評価図

表5.3-2　ふくれ評価点

評価点（ＲＮ）	発　生　状　態	
3	発生している面積（%）	Ｘ＜0.03
2	同上	0.03≦Ｘ＜0.3
1	同上	0.3 ≦Ｘ＜5.0
0	同上	5.0 ≦Ｘ

変更理由等

0.03→0.3

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

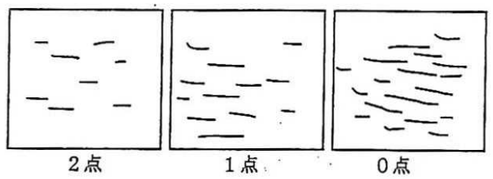


図5.3-2　われ評価図

表5.3-3　われ評価点

評価点(ＲＮ)	われ発生面積（%）
3	われがない状態
2	評価図の２点の状態
1	評価図の１点の状態
0	評価図の０点の状態

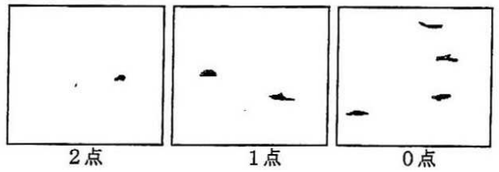


図5.3-3　はがれ評価図

表5.3-4　はがれ評価点

評価点(ＲＮ)	われ発生面積（%）
3	0
2	０＜Ｘ≦０．５
1	０．５≦Ｘ＜２．０
0	２．０≦Ｘ

表5.3-5　変退色評価点

評価点(ＲＮ)	変退色の程度	グレースケール
3	初期と比べてほとんど変化なし	４≦Ｘ
2	初期と比べて変化している	３≦Ｘ＜４
1	初期と比べて著しく変化している	２≦Ｘ＜３
0	初期の色をほとんどとどめていない	Ｘ＜２

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

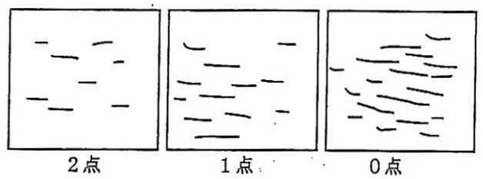


図5.3-2　われ評価図

表5.3-3　われ評価点

評価点(ＲＮ)	われ発生面積（%）
3	われがない状態
2	評価図の２点の状態
1	評価図の１点の状態
0	評価図の０点の状態

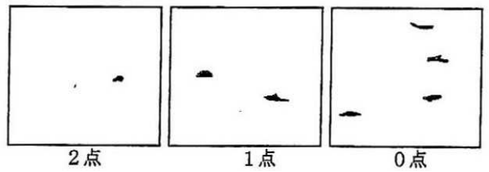


図5.3-3　はがれ評価図

表5.3-4　はがれ評価点

評価点(ＲＮ)	はがれ発生面積（%）
3	0
2	０＜Ｘ≦０．５
1	０．５≦Ｘ＜２．０
0	２．０≦Ｘ

表5.3-5　変退色評価点

評価点(ＲＮ)	変退色の程度	グレースケール
3	初期と比べてほとんど変化なし	４≦Ｘ
2	初期と比べて変化している	３≦Ｘ＜４
1	初期と比べて著しく変化している	２≦Ｘ＜３
0	初期の色をほとんどとどめていない	Ｘ＜２

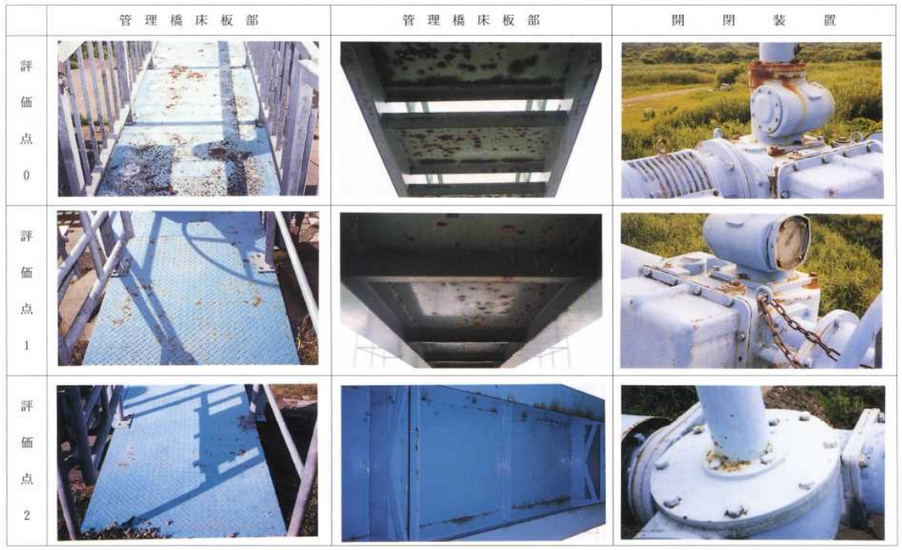
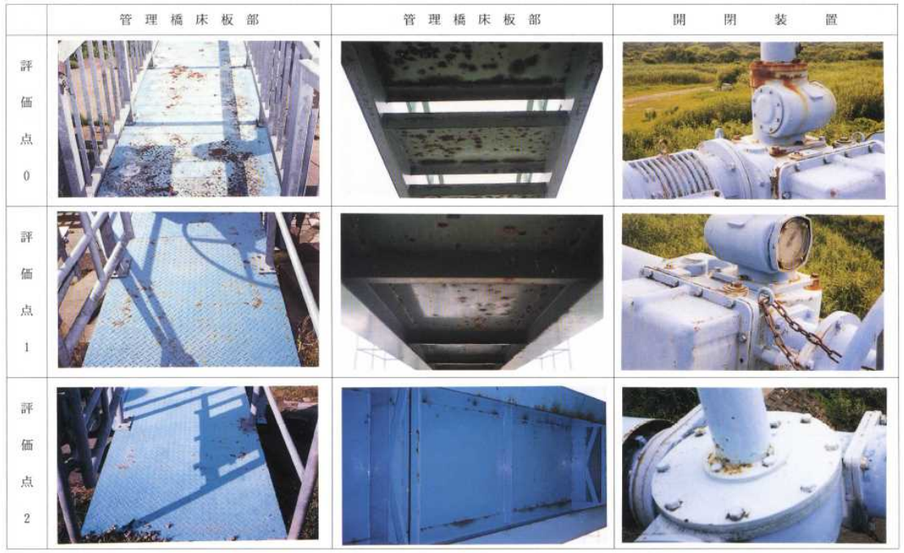
変更理由等

意見に基づく修正
われ→はがれ

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
  写真5.3-1　さびの評価（その１）	 写真5.3-1　さびの評価（その１）	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
 写真5.3-2　さびの評価（その２）	 写真5.3-2　さびの評価（その２）	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等

機械工事塗装要領(案)と改訂案

機械工事塗装要領(案)

(3) 環境適応と塗装点検

1) 塗装の点検にあたっては，環境変化に対応した点検を行わなければならない。

① 設置した時点の周辺環境が，工場群の進出，民家の増加等で数年経過後，変化する場合が考えられるが，これらの状況に対応した点検や塗装系の採用が必要である。

② 工場周辺では，排水物等により塗膜変化が急激に進む場合が考えられるので，水質の状況の確認及び点検の頻度・内容を考慮する。また水洗いの必要性も検討する必要がある。

③ 住環境を考慮した場合，その「見映え」にも配慮した点検を行う必要がある。状況によっては，塗膜劣化の如何にかかわらず，環境に適合するような塗替も検討しなければならない。

(4) 画像処理法による塗膜診断

写真撮影した塗膜を画像処理，統計処理を行い，塗膜劣化部の抽出・数値化し塗膜の劣化度を評価する塗り替時期判定システムが橋梁では，塗膜診断に適用されつつある。

３．点検結果の判定（塗替時期の判定）

(1) 塗膜の劣化度を表す劣化度指数は，次式によって求めるものとする。

$$劣化度指数＝\left(1-\frac{調査項目別評価合計点}{調査項目数\times 3}\right)\times 100$$

(2) 塗膜の劣化度は，劣化度指数をもとに 表5.3-6 劣化度判定基準により評価する。

表5.3-6　劣化度判定基準

劣化度	劣化度指数	判　定　内　容
A	100～60以上	全体にさび，ふくれ，はがれ等の発生が見られ著しく劣化が進んでいる状況
B	60未満～40以上	全体に小さなさび，ふくれ，はがれ等の発生が見られ，部分的には比較的大きな発生が見られる状況で，かなりの劣化が進んでいる状況
C	40未満～20以上	極小さな劣化は見られるが，劣化部分以外は健全な状況
D	20未満	異常なし，または極小さな劣化が見られる状況

(3) 劣化度指数の調査項目は，次に示す内容を標準とするが，状況により適宜増減できるものとする。

1) 定期点検

劣化度は，目視による外観観察で得られた評価点（ＲＮ）によって劣化度指数の判定を行うが，調査項目のうちさび，ふくれ，われ，はがれの４項目を判定項目とし，景観対策で塗装色を選定している場合にのみ変退色を加える。

劣化度判定は次による。

① 劣化度判定は，設置環境毎に表5.3-7 の評価順序に従って劣化度指数を求めるものとするが,指数が60以上になった場合は,それ以降の項目による判定は行わないものとする。

② 大気中構造物のはがれや没水部に発生したふくれは，ただちにさびの原因となる重大な欠陥であるから，評価にウェイトをつける必要があるため，評価点が０または１の場合は，その項目だけで判定する。

景観対策で変退色した場合，変退色の評価点が０または１の場合も同様とする。

改　訂　案

(3) 環境適応と塗装点検

1) 塗装の点検にあたっては，環境変化に対応した点検を行わなければならない。

① 設置した時点の周辺環境が，工場群の進出，民家の増加等で数年経過後，変化する場合が考えられるが，これらの状況に対応した点検や塗装系の採用が必要である。

② 工場周辺では，排水物等により塗膜変化が急激に進む場合が考えられるので，水質の状況の確認及び点検の頻度・内容を考慮する。また水洗いの必要性も検討する必要がある。

③ 住環境を考慮した場合，その「見映え」にも配慮した点検を行う必要がある。状況によっては，塗膜劣化の如何にかかわらず，環境に適合するような塗替も検討しなければならない。

(4) 画像処理法による塗膜診断

写真撮影した塗膜を画像処理，統計処理を行い，塗膜劣化部の抽出・数値化し塗膜の劣化度を評価する塗り替時期判定システムが橋梁では，塗膜診断に適用されつつある。

３．点検結果の判定（塗替時期の判定）

(1) 塗膜の劣化度を表す劣化度指数は，次式によって求めるものとする。

$$劣化度指数＝\left(1-\frac{調査項目別評価合計点}{調査項目数\times 3}\right)\times 100$$

(2) 塗膜の劣化度は，劣化度指数をもとに 表5.3-6 劣化度判定基準により評価する。

表5.3-6　劣化度判定基準

劣化度	劣化度指数	判　定　内　容
A	100～60以上	全体にさび，ふくれ，はがれ等の発生が見られ著しく劣化が進んでいる状況
B	60未満～40以上	全体に小さなさび，ふくれ，はがれ等の発生が見られ，部分的には比較的大きな発生が見られる状況で，かなりの劣化が進んでいる状況
C	40未満～20以上	極小さな劣化は見られるが，劣化部分以外は健全な状況
D	20未満	異常なし，または極小さな劣化が見られる状況

(3) 劣化度指数の調査項目は，次に示す内容を標準とするが，状況により適宜増減できるものとする。

1) 定期点検

劣化度は，目視による外観観察で得られた評価点（ＲＮ）によって劣化度指数の判定を行うが，調査項目のうちさび，ふくれ，われ，はがれの４項目を判定項目とし，景観対策で塗装色を選定している場合にのみ変退色を加える。

劣化度判定は次による。

① 劣化度判定は，設置環境毎に表5.3-7 の評価順序に従って劣化度指数を求めるものとするが,指数が60以上になった場合は,それ以降の項目による判定は行わないものとする。

② 大気中構造物のはがれや没水部に発生したふくれは，ただちにさびの原因となる重大な欠陥であるから，評価にウェイトをつける必要があるため，評価点が０または１の場合は，その項目だけで判定する。

景観対策で変退色した場合，変退色の評価点が０または１の場合も同様とする。

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説

表5.3-7　劣化度判定項目と評価順序

設置環境	判定項目と評価順序				
	1	2	3	4	5
主に大気中の構造物	さび	はがれ	われ	ふくれ	変退色
主に水中の構造物	さび	ふくれ	われ	はがれ	－

2）詳細点検

詳細点検時の外観観察による劣化度の判定は定期点検に準ずる。

付着試験による劣化度の判定は，さび，ふくれ，われ，はがれ，変退色とは区別して，単独で行うものとする。

＜劣化度判定例＞

設置環境		判定項目の評価点					劣化度指数	劣化度
		さび	はがれ	われ	ふくれ	変退色		
大気中	例1	1点	2点	3点	3点		(1－1／3)　×100＝ 67点	A
	例2	2点	1点	3点	3点		(1－1／3)　×100＝ 67点	A
	例3	2点	2点	3点	3点	0点	(1－0／3)　×100＝100点	A
	例4	2点	2点	1点	2点		(1－7／12)　×100＝ 42点	B
	例5	2点	3点	3点	3点	2点	(1－13／15)×100＝ 13点	D
水　中	例6	1点	3点	3点	2点		(1－1／3)　×100＝ 67点	A
	例7	2点	2点	3点	1点		(1－1／3)　×100＝ 67点	A
	例8	2点	3点	3点	2点		(1－10／12)×100＝ 17点	D

例１　：　評価順位１のさびの評価点で劣化度指数が67点になったので，はがれ以降の判定は行わない。

例２　：　大気中で，はがれの評価点が１点であるから，はがれだけで劣化度指数を求める。

例３　：　景観対策で塗装色を選定している設備で変退色を評価にしたが，評価点が０点の場合である。

例６　：　例１と同様の場合である。

例７　：　例２と同様の場合で水中で，ふくれの評価点が１点であるから，ふくれだけで劣化度指数を求める。

例４，５，８　：　評価順序の途中で劣化度指数が60点にならず，全ての調査項目を判定項目として劣化度指数を求めた場合である。

(4) 補修の基準

1）補修は，劣化度判定に基づき，適切に実施しなければならない。

① 補修時の対応は，劣化度に応じて施工時期と期間，施工費用等を総合的に判断して，部分的補修か全面補修かを判断し，適切に実施しなければならない。

全面補修が必要な場合は，「第３章　防食設計」の項で工法の選定を検討する。

塗膜の損傷が局部的な場合は，次項（5）補修塗装 に基づいて補修する。

(5) 補修塗装

1）塗装施工後数年または塗替塗装まで相当期間がある場合で，塗膜が局部的に損傷し放置するとさびの発生及びさびが進行する恐れがある場合は，応急処置として損傷部分を局部的に補修塗装する。

R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説

表5.3-7　劣化度判定項目と評価順序

設置環境	判定項目と評価順序				
	1	2	3	4	5
主に大気中の構造物	さび	はがれ	われ	ふくれ	変退色
主に水中の構造物	さび	ふくれ	われ	はがれ	－

2）詳細点検

詳細点検時の外観観察による劣化度の判定は定期点検に準ずる。

付着試験による劣化度の判定は，さび，ふくれ，われ，はがれ，変退色とは区別して，単独で行うものとする。

＜劣化度判定例＞

設置環境		判定項目の評価点					劣化度指数	劣化度
		さび	はがれ	われ	ふくれ	変退色		
大気中	例1	1点	2点	3点	3点		(1－1／3)　×100＝ 67点	A
	例2	2点	1点	3点	3点		(1－1／3)　×100＝ 67点	A
	例3	2点	2点	3点	3点	0点	(1－0／3)　×100＝100点	A
	例4	2点	2点	1点	2点		(1－7／12)　×100＝ 42点	B
	例5	2点	3点	3点	3点	2点	(1－13／15)×100＝ 13点	D
水　中	例6	1点	3点	3点	2点		(1－1／3)　×100＝ 67点	A
	例7	2点	2点	3点	1点		(1－1／3)　×100＝ 67点	A
	例8	2点	3点	3点	2点		(1－10／12)×100＝ 17点	D

例１　：　評価順位１のさびの評価点で劣化度指数が67点になったので，はがれ以降の判定は行わない。

例２　：　大気中で，はがれの評価点が１点であるから，はがれだけで劣化度指数を求める。

例３　：　景観対策で塗装色を選定している設備で変退色を評価にしたが，評価点が０点の場合である。

例６　：　例１と同様の場合である。

例７　：　例２と同様の場合で水中で，ふくれの評価点が１点であるから，ふくれだけで劣化度指数を求める。

例４，５，８　：　評価順序の途中で劣化度指数が60点にならず，全ての調査項目を判定項目として劣化度指数を求めた場合である。

(4) 補修の基準

1）補修は，劣化度判定に基づき，適切に実施しなければならない。

① 補修時の対応は，劣化度に応じて施工時期と期間，施工費用等を総合的に判断して，部分的補修か全面補修かを判断し，適切に実施しなければならない。

全面補修が必要な場合は，「第３章　防食設計」の項で工法の選定を検討する。

塗膜の損傷が局部的な場合は，次項（5）補修塗装 に基づいて補修する。

(5) 補修塗装

1）塗装施工後数年または塗替塗装まで相当期間がある場合で，塗膜が局部的に損傷し放置するとさびの発生及びさびが進行する恐れがある場合は，応急処置として損傷部分を局部的に補修塗装する。

変更理由等

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
① 塗膜の局部的な損傷には補修塗装を行うとともに，原因を調査して次期塗替塗装の工法選定や塗装仕様選定に反映させる必要がある。 　補修塗装仕様は，既設塗装仕様に対応することを原則に，「第３章　防食設計」の補修塗装仕様による。 ② 樋門・樋管等小規模設備を除く堰等大型施設で，さび等塗膜の損傷が局部的に発生している場合で，設備区分全体とは異なる局部的な厳しい環境にさらされることに原因がある場合（例えばゲート本体と戸当りの接触による異種金属接触作用を受ける部分とか，塗膜摩耗の著しい流速過多部等）は，補修塗装とは区別し，防食工法を検討するものとする。	① 塗膜の局部的な損傷には補修塗装を行うとともに，原因を調査して次期塗替塗装の工法選定や塗装仕様選定に反映させる必要がある。 　補修塗装仕様は，既設塗装仕様に対応することを原則に，「第３章　防食設計」の補修塗装仕様による。 ② 樋門・樋管等小規模設備を除く堰等大型施設で，さび等塗膜の損傷が局部的に発生している場合で，設備区分全体とは異なる局部的な厳しい環境にさらされることに原因がある場合（例えばゲート本体と戸当りの接触による異種金属接触作用を受ける部分とか，塗膜摩耗の著しい流速過多部等）は，補修塗装とは区別し，防食工法を検討するものとする。	

機械工事塗装要領(案)・同解説　新旧対比表

H22.4 機械工事塗装要領(案)・同解説	R3.2 機械工事塗装要領(案)・同解説	変更理由等
参考文献 ① 河川・ダム施設防食ガイドライン（案）塗料・塗装編 平成12年３月　建設省土木研究所 ② 水門等塗装管理要領（案）平成８年３月建設省東北地方建設局 ③ ー最新ーわかりやすい塗装のはなし「塗る」関西鋼構造物塗装研究会編	参考文献 ① 河川・ダム施設防食ガイドライン（案）塗料・塗装編 平成12年３月　建設省土木研究所 ② 水門等塗装管理要領（案）平成８年３月建設省東北地方建設局 ③ ー改訂ーわかりやすい塗装のはなし　塗る　関西鋼構造物塗装研究会編 ④ 鋼道路橋防食便覧　平成26年３月　公益財団法人日本道路協会	ー改訂-わかりやすい塗装のはなし 塗る 参考文献の追加