［S52.8.10　52消導第178号］

電気防食の施工に関する基準＊

この基準は、危険物製造所等に設ける配管、屋外貯蔵タンクの底板及び地下貯蔵タンク（以下「配管等」という。）における電気防食の陽極・基準電極・接続線・排流端子・絶縁継手・接続箱及び点検箱等の施工上並びに管理上の技術基準について定めるものとする。

なお、電気防食の施工における審査にあたり、公益社団法人　腐食防食学会が発行している「危険物施設の鋼製地下貯蔵タンク及び鋼製地下配管の電気防食（JSCE S 1901:2019）」等を参照すること。

１　電気防食施工の適用範囲

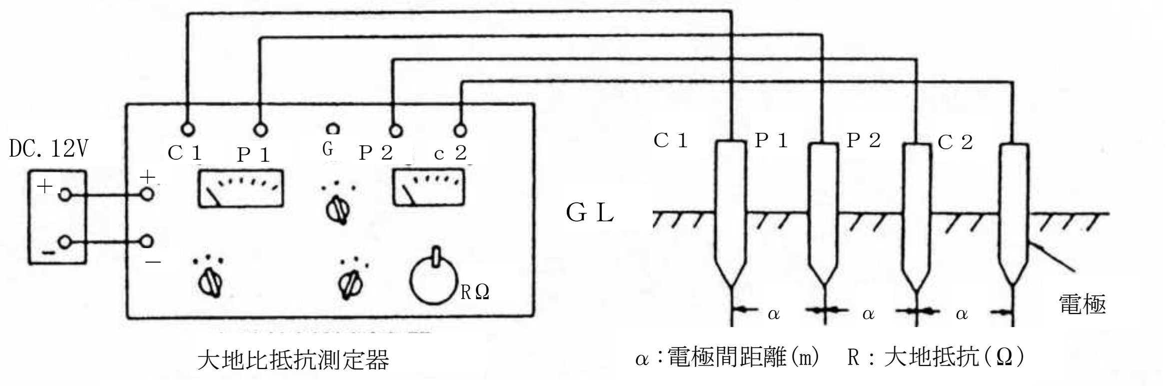
危険物製造所等に設ける配管等で、腐食電流により当該配管等が腐食するおそれがある場所に埋設又は大地に接して設置されるものに適用する。（移送取扱所の地下又は海底に設置する配管及び屋外タンク貯蔵所の底板で、アスファルトサンド等の防食材料を敷いていないもの、又は、底板の腐食を防止することができる措置を講じていないものは、腐食電流により腐食するおそれのない場所に設置する場合でも適用する。）

この場合の腐食電流により配管等が腐食するおそれがある場所とは、次の(1)又は(2)のいずれかに該当する場所をいうものである。＜S53.11.7　消防危第147号質疑＞

(1)　直流電気鉄道の軌道（例えば、名古屋市内において、東海道新幹線は交流によるため、また、東海交通事業城北線はディーゼル車によるものであるため、これに該当しない。）又は直流電気鉄道の変電所からほぼ１kmの範囲内にある場所

(2)　直流電気鉄道の軌道及び変電所を除く直流電気設備（電解設備その他これに類する設備をいう。）周辺の場所で次のアからウのいずれかに該当する場所

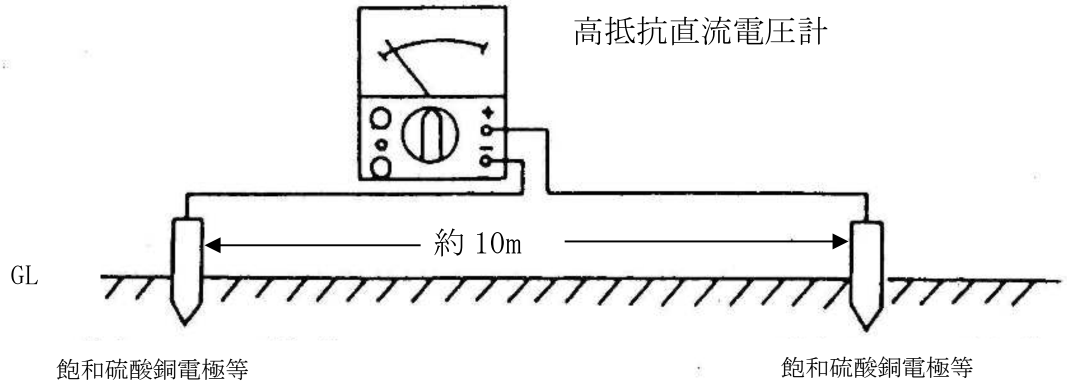
ア　大地比抵抗が2,000Ω・cm未満となるもの



大地比抵抗 $\rho = 6.28\alpha R$ ［Ω・m］$= 6.28\alpha R \times 100$ ［Ω・cm］

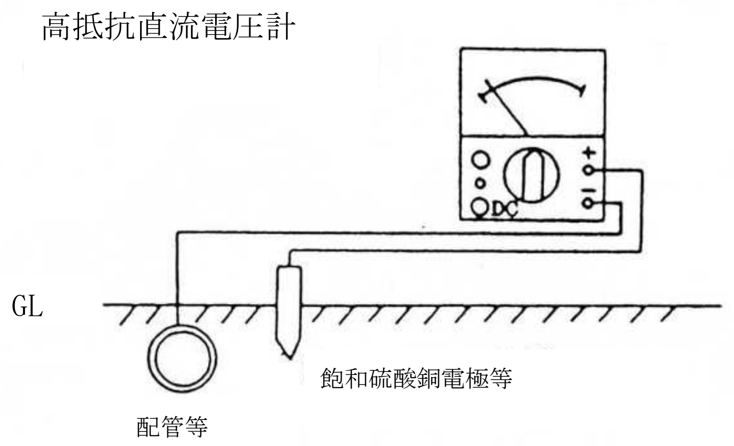
第１図　　大地比抵抗測定法

イ　大地に電位勾配の最大電位変動幅が5mV／m以上認められるもの

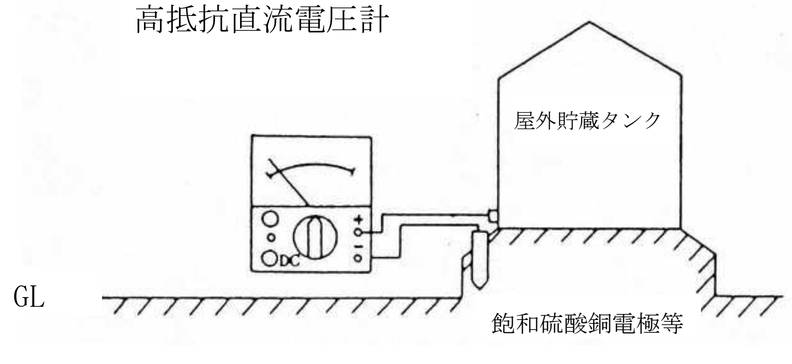


第2図　電位勾配測定法

ウ　配管等の対地電位が当該配管等の自然電位より正側の電位となるもの



第3－1図　対地電位測定法



第3－2図　対地電位測定法

2　電気防食システム

電気防食システムには、流電陽極方式・外部電源方式等がある。

3　電気防食の設計

以下の点に考慮して設計すること。

(1)　防食対象物と非防食対象物間の絶縁

防食対象物である配管等を構内スラブコンクリート中の鉄筋等のほかの埋設金属構造物から絶縁すること。

(2)　稼働期間

陽極に寿命があることに留意し、電気防食装置の稼働時間を満足できる設計とすること。

(3)　安全に対する配慮

流電陽極方式の場合、取り扱う電圧及び電流が小さいため設計上防爆の配慮を必要としないが、外部電源方式の場合、それらが共に大きいため配慮が必要である。

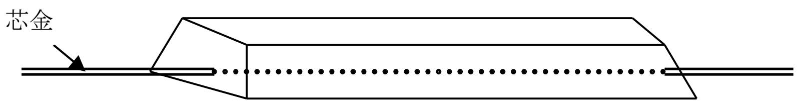
また、外部電源方式の場合、感電に対する配慮として、地表面電位勾配が電気事業法の電気設備に関する技術基準（1mの間隔を有する任意の2点間の電位差が5Vを超えないこと）に適合するように埋設深さ、陽極電圧又は電流を設定すること。

なお、地下水に海水が含まれている場所に外部電源方式を施工した場合、陽極反応により塩素ガスが発生することがあるので、塩素ガスが滞留しない構造とする必要がある。

4　流電陽極方式

流電陽極方式とは、土壌中に防食対象物である鋼より自然電位がマイナスの金属を陽極として設置して両者を電線で接続し、両者間の異種金属電池作用により陽極から土壌を介して防食対象物に向かって防食電流を流し、防食対象物の腐食を防止する方法である。

(1)　陽極は、マグネシウム合金・亜鉛合金・アルミニウム合金等があるが、大地比抵抗や配管等(以下「被防食体」という。)の防食面積を考慮して算定した質量をもつものを選ぶこと。



(マグネシウム陽極、アルミニウム陽極、亜鉛陽極)

第4図　陽　極

第１表　各種流電陽極材料の性能

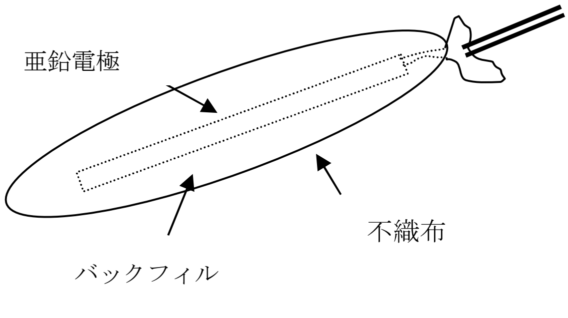
特性		純 Zn Zn 合金	純 Mg Mg-Mn	Mg-6Al-3Zn	Al-Zn-In
密度（g/cm^3）		7.14	1.74	1.77	2.83
開路陽極電位（V）（SCE）		1.03	1.56	1.48	1.08
鉄に対する有効電位（V）		0.20	0.75	0.65	0.25
発生電気量理論値（Ah/g）		0.82	2.20	2.21	2.87
海水中 3mA/cm^2	電気効率（%）	95	50	55	80
	発生電気量（Ah/g）	0.78	1.10	1.22	2.30
	消耗度（kg/A・y）	11.8	8.0	7.2	3.8
地中 0.03mA/cm^2	電気効率（%）	65	40	50	65（*）
	発生電気量（Ah/g）	0.53	0.88	1.11	1.86（*）
	消耗度（kg/A・y）	16.5	10.0	7.9	4.7

（*）組織により変動がある。

(2)　基準電極で施設に固定して設ける電極(以下「施設固定基準電極」という。)は、維持管理等を考慮した亜鉛電極が望ましい。

この場合､被防食体直近の大地中に基準電極を容易に打ち込むことが可能な場合は､必ずしも施設固定基準電極としなくてもよく､飽和硫酸銅電極等にすることができる。

飽和硫酸銅電極を基準とした中性溶液中の金属の自然電位列(例)を第２表に示す。



第５図　施設固定基準電極

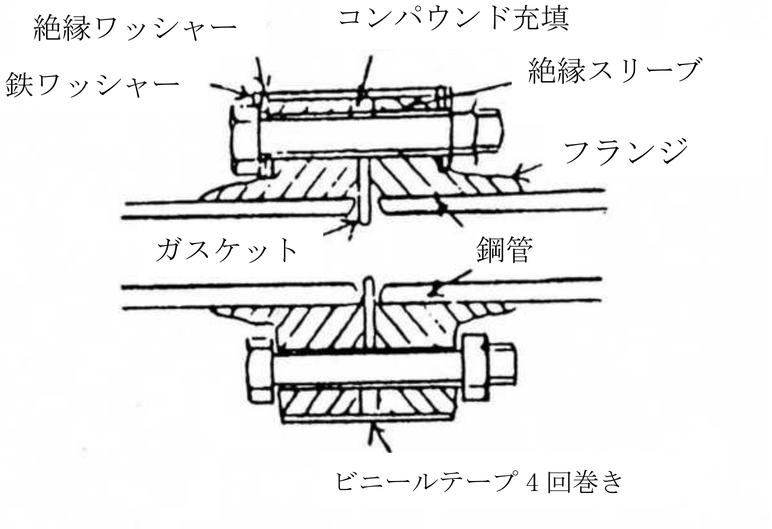
第２表　中性溶液中の金属の自然電位列（例）（飽和硫酸銅電極基準）

金属	電位（mV）　25℃	
アルミニウム合金	貴 ↑ ↓ 卑	－1000
亜鉛		－1100
マグネシウム合金		－1600

(3)　接続線は、600V 架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル（公称断面積 5.5㎟単心）又はこれと同等以上の電線を用い、陽極・被防食体からの線は赤色に、施設固定基準電極からの線は黒色にすること。なお、外部から損傷を受けるおそれのある場合は、当該電線を保護管に収めること。

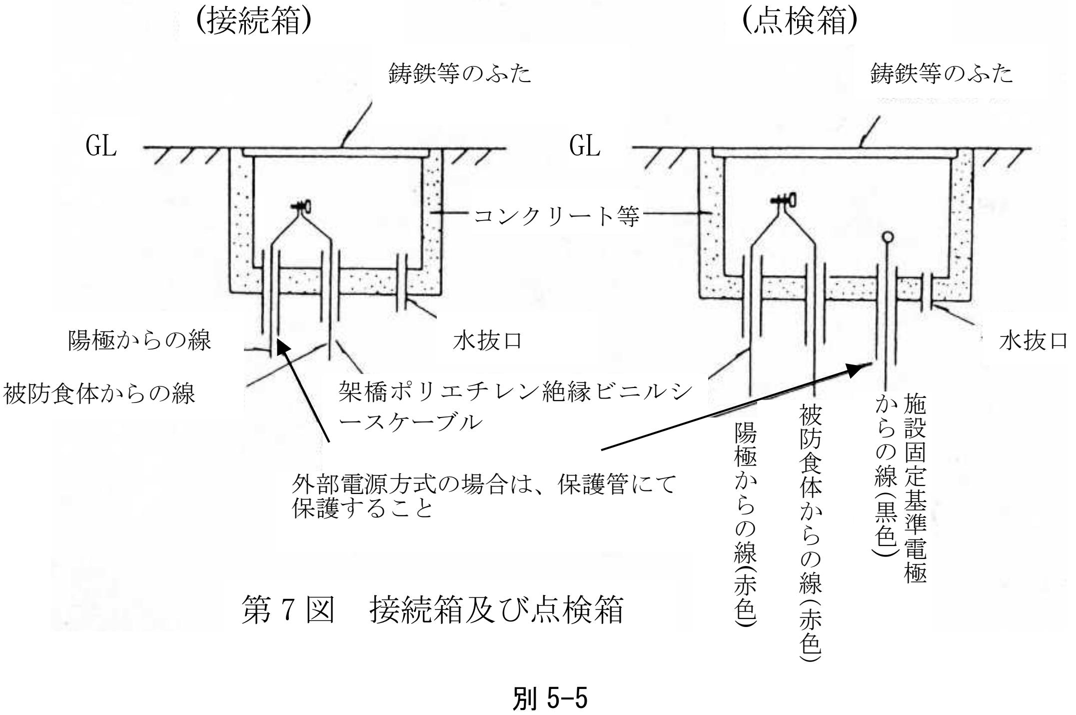
(4)　排流端子で埋設式のものは、被防食体とイオン化傾向が同程度のものとすること。

(5)　絶縁継手は、絶縁ワッシャー・絶縁スリーブ等の絶縁材により、接続部分を有効に電気的に絶縁できるものとすること。



第６図　絶縁継手

(6)　接続箱・点検箱は、雨水・土砂等の浸入を防止するふたを設けるとともに、周囲をコンクリート等で保護し、底部に水抜口を設けること。



第７図　接続箱及び点検箱

(7)　被防食体へ電気防食システムを施工する際に必要な所要防食電流は、仮通電試験や次式等から求めること。

所要防食電流（mA）＝ 防食電流密度（mA/㎡）× 防食面積（㎡）

防食電流密度は、被防食体を防食電位より負側の値にするために必要な単位面積当たりの電流値であり、第 3 表に例を示す。

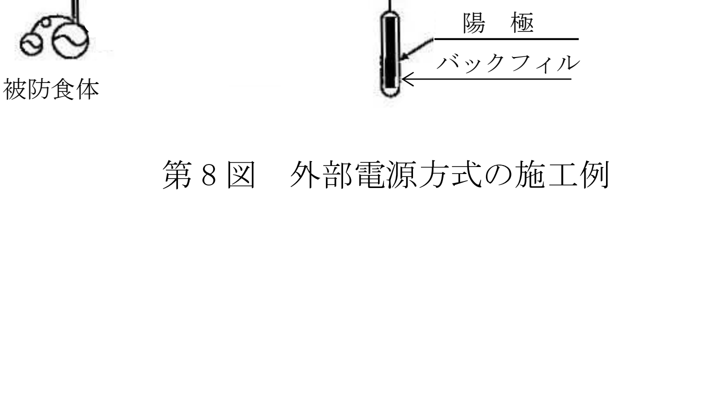
第 3 表　危険物施設の鋼製地下貯蔵タンク及び鋼製地下配管の防食電流密度の例

施設	塗覆装	防食電流密度（mA/㎡）
地下 貯蔵タンク	タールエポキシ／ヘッシャンクロス 2 ㎜以上	1.0～2.0
	アスファルトルーフィング 10 ㎜以上	1.0～2.0
地下配管	ポリエチレンライニング	0.1～1.5
	コールタールエナメル	1.0～2.0
	アスファルト	3.0～5.0

(8)　電気防食効果の判定は、適切に選択した観測点において、被防食体の対地電位を計測し、対地電位が防食電位である－850mV より負側の値（基準電極が飽和硫酸銅電極の場合）とし、かつ過防食による悪影響を生じない範囲とすること。

5　外部電源方式

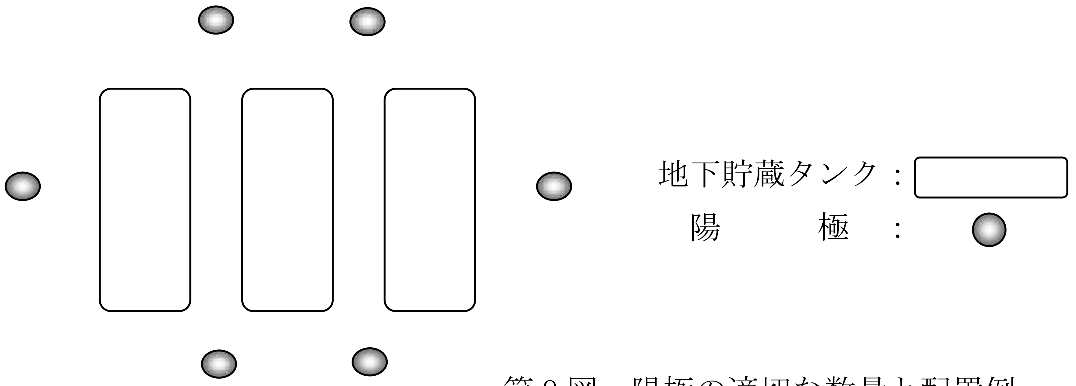
外部電源方式とは、土壌中に不溶性の陽極を設置し、直流電源装置のプラス極を陽極に、マイナス極を被防食体に接続して、陽極から土壌を介して被防食体に向かって防食電流を流し、被防食体の腐食を防止する方法である。



第 8 図　外部電源方式の施工例

(1)　陽極は、長期間の使用に耐えることができる複合酸化物被覆電極（MMO)、高珪素鋳鉄電極及び磁性酸化鉄電極等の不溶性の電極が主に使用されている。

　また、陽極の設置にあたっては、被防食体の外面全体に防食電流が分布するよう、タンクの左右両面(タンクの中心部)に配置すること。ただし、仮通電試験の結果等から偏った陽極の配置に対しても防食電位より負側の値を維持できることが確認されている場合は、必ずしも左右両面に配置することを要さない。



第9図　陽極の適切な数量と配置例

(2)　接続線は前記4・(3)の例による。なお、本方式による場合は、当該電線を保護管に収めること。

(3)　接続箱・点検箱は前記4・(6)の例によること。

(4)　直流電源装置には、交流を直流に変換し、防食電流を連続して供給する機能や出力電圧及び出力電流を表示する機能等を有し、直流電源装置の旨が分かる表示を付すこと。なお、直流電源装置の電圧は60V以下であること。

(5)　接続線等を可燃性蒸気滞留範囲内の地下貯蔵タンクの通気管等へ電気的な接続を行う場合には、接続箇所の放電火花等が可燃性蒸気に引火しないよう接続箇所を不燃性パテ等で埋める等、適切に接続すること。

(6)　所要防食電流の算定は、前記4・(7)の例によること。

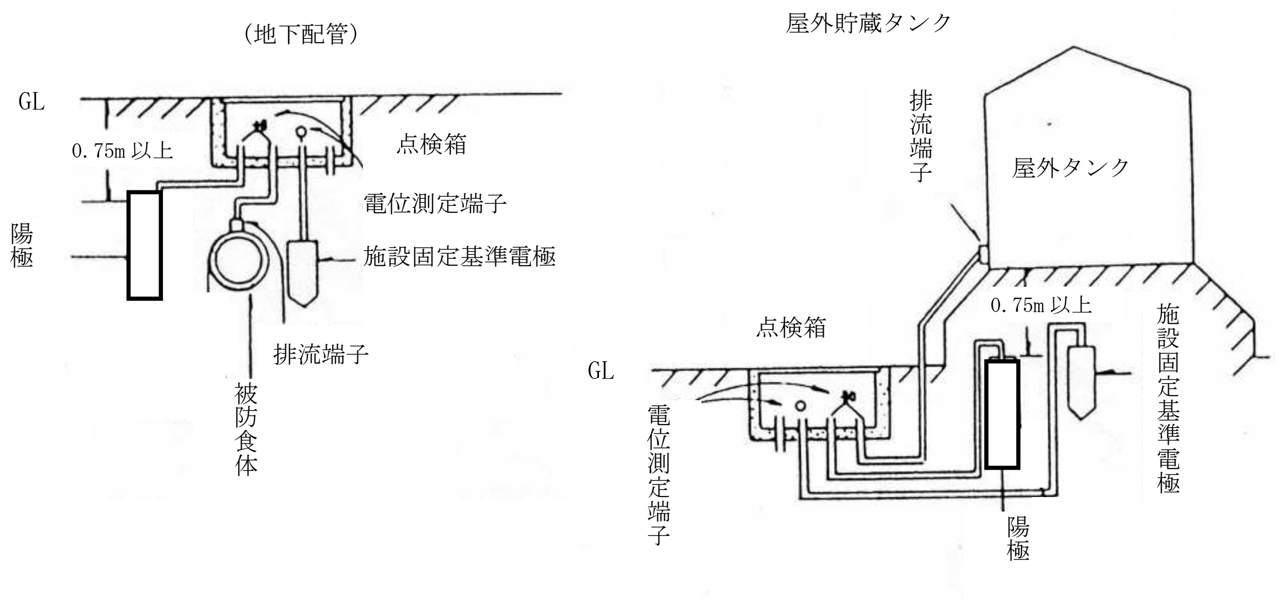
(7)　電気防食効果の判定は、前記4・(8)の例によること。

6　電気防食機器の設置

(1)　陽極は、地盤面下0.75m以上に埋設し、陽極からの接続線と被防食体からの接続線は、接続箱又は点検箱内において端子ボルトにより電気的・機械的に堅固に接続すること。

(2)　基準電極は、被防食体以外の金属の影響を避けるため被防食体の直近に埋設又は打ち込むこと。(打ち込む場合は、電極の長さの3分の1以上を打ち込むこと。)

　この場合、施設固定基準電極の線は点検箱内に引き込み、電位測定用の端子を構成すること。



※　掘削の深さに限りがある場合は、陽極にバックフィル付きのものを使用する。

第 10 図　陽極施工例

(3)　排流端子と被防食体との接続は、溶接又はネジ接合等により電気的・機械的に堅固に行うこと。

(4)　被防食体と他の工作物は、絶縁継手等により電気的に絶縁されていること。ただし、被防食体と一体のものとして防食されている工作物は、この限りでない。

(5)　接続箱等を利用した電位測定端子は、被防食体である配管延長のおおむね 200m 以下ごとに 2 箇所以上となるように設けること。

(6)　接続箱・点検箱及び絶縁継手部には、当該箇所直近の見やすい位置にその旨を容易に消えない方法により表示すること。

電気防食 絶縁継手	電気防食 接続箱	電気防食 点検箱

白地に黒文字とし、大きさ 150 mm以上×50 mm以上、材質は難燃材料以上とする。

第 11 図　表　示

7　システムの保持

電気防食の効果の寿命は、陽極にあるので、次の(1)及び(2)により対地電位を測定し、測定電位が防食電位（基準電極が飽和硫酸銅電極の場合：－850mV、亜鉛電極の場合：＋250mV）より正側の値となった時は陽極の更新又は、原因調査に基づき対策を行うこと。

(1)　対地電位の測定方法は、次によること。

対地電位は、基準電極と高抵抗直流電圧計を使用して測定すること。

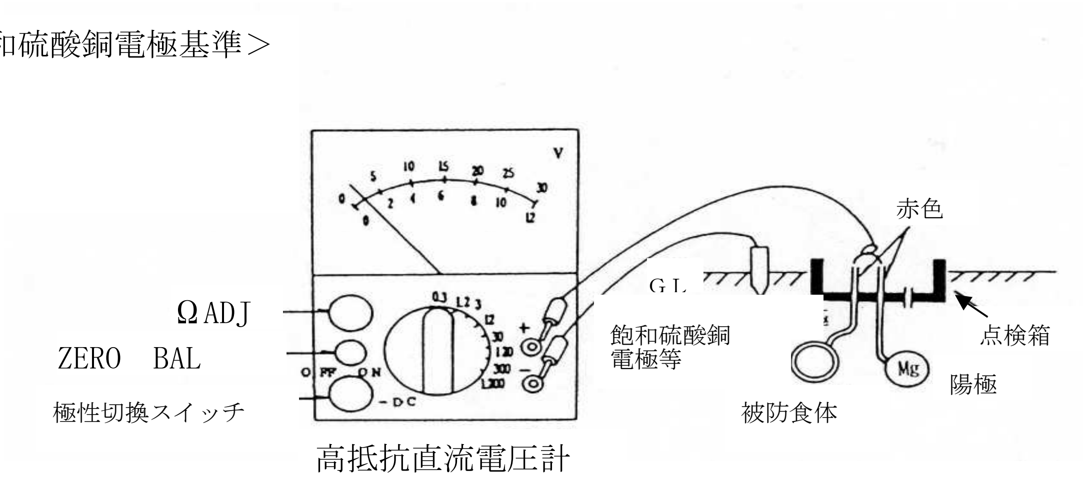
(2)　対地電位の測定回数は、次によること。

ア　前回の測定電位が、防食電位から100mV以上負の場合は1年に1回以上

イ　前回の測定電位が、防食電位から100mV未満負の場合は1年に4回以上

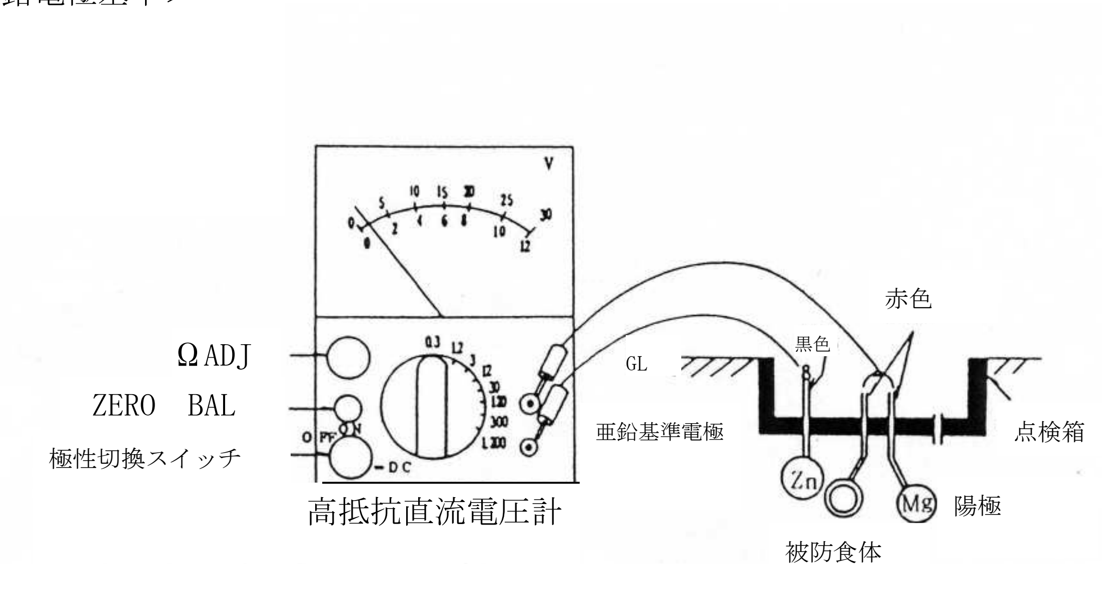
なお、前記ア・イに掲げる測定を行ったときは、法第14条の3の2に基づきこれを記録保存すること。

＜飽和硫酸銅電極基準＞



第12－1図　飽和硫酸銅電極による対地電位測定法

＜亜鉛電極基準＞



第12－2図　亜鉛電極による対地電位測定法

8　過防食による悪影響を生じない範囲内

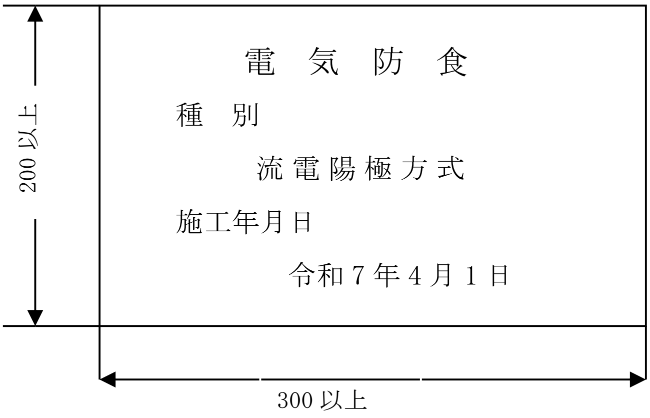
告示第 4 条に規定する「過防食による悪影響を生じない範囲内」とは、次によること。

(1)　鋼管の電位は、可能な限り飽和硫酸銅電極基準にて－2,500mV（亜鉛電極ならば－1,400mV）より負の電位にならないこと。

(2)　前記以外の金属管の場合にあっては、当該金属管の材質組成に応じて決められる電位より負の電位にならないこと。

9　標識

電気防食が施工してある直近には、半径 100m 以内ごとに電気防食が施工してある旨及び防食種別・施工年月日を記載した標識を見やすい位置に設けること。



(単位 mm)

白地黒文字(難燃材料以上とする。)

第 13 図　標　識