法規の中の電気防食

市野瀬 比路実*

* 日本防蝕工業株式会社 技術開発部

Cathodic Protection in Laws and Regulations

Hiromi Ichinose*

*Technical Exploitation Dept., The NIPPON CORROSION ENGINEERING Co., Ltd.

Japanese Regulations and U.S. Federal Regulations are both prescribing to use cathodic protections and protective coatings for corrosion control of pipelines transporting oil and gas. In Japan, a mere use of protective coatings is ruled for pipings in yards and compounds where there is no fear of any electrical corrosion. In U.S., the use of cathodic protection is obligatory without exception for any pipeline having protective coatings.

Key words: cathodic protection, pipeline

はじめに

昭和 47 年、高度成長の真ただ中で、石油パイプライン事業法が公布、施行された。ここに初めて、電気防食法という、あるいははなはだ特異と見られている防食法の適用が、石油輸送導管に対して義務付けられた。これには、その前年、米国で公布された、連邦取締規則、第 49 号、第 192 章、副章 I に、ガス導管の防食に、電気防食法の採用が義務付けられたことが、大きな契機になったものと思われる。その後これに関連して、消防法の改正も行われ、電気防食は地下、海底における導管の防食法として、法の下に、その効力を認められた、といえる。

ここでは、この消防法を中心として、法として表された電気防食を紹介する。

1. 消防法

消防法は、国民の生命、財産を保護するため、火災を予防し鎮圧し、社会公共の福祉の増進に資することを目的として、昭和 23 年に法律第 186 号として公布されている。この中で発火性、引火性の高い物品を危険物と規定し、その製造所、貯蔵所及び取扱所の位置、構造及び

設備の基準を、危険物の規制に関する政令第 306 号として、昭和 34 年に公布した。法、令共今日まで、数次の改正が行われている。

1.1 危険物の規制に関する政令¹⁾

政令中より電気防食の関わっている条項を抜粋すると、以下のごとくである。

第三章 製造所の位置、構造及び設備の基準

第一節 製造所の位置、構造及び設備の基準

(製造所の基準)

第九条第二十一号 危険物を取扱う配管の位置、構造及び設備は、次によること。

ハ 配管を地下に設置する場合には、自治省令で定めるところにより、配管の外面の腐食を防止するための措置を講じ、かつ、当該配管の接合部分（溶接による接合部分を除く。）について当該接合部分からの危険物の漏えいを点検することができる措置を講ずること。

第二節 貯蔵所の位置、構造及び設備の基準

(屋内貯蔵所の基準) ((電気防食関連なし))

(屋外タンク貯蔵所の基準)

第十一条第一項第七号の二 屋外貯蔵タンクのうち、底板を地盤面に接して設けるものにあつては、自治省令で定めるところにより、底板の外面の腐食を防止する

* 〒144 東京都大田区南蒲田 1-1-25, 蒲田常磐ビル (Tokiwa Bldg., 1-1-25, Minami Kamata, Ota-ku, Tokyo, 144 Japan)

ための措置を講ずること。

第十二号 屋外貯蔵タンクの配管の位置、構造及び設備は、次号に定めるもののほか、第九条第二十一号に掲げる製造所の危険物を取扱う配管の例によるものであること。

(屋内タンク貯蔵所の基準)

第十二条第一項第十一号 屋内貯タンクの配管(以下略。第九条第二十一号に準じている。)

(地下タンク貯蔵所の基準)

第十三条第十号 地下タンク貯蔵所の配管(以下略。第九条第二十一号に準じている。)

(簡易タンク貯蔵所の基準)((電気防食関連なし))

(移動タンク貯蔵所の基準)((同上))

(屋外貯蔵所の基準)((同上))

第三節 取扱所の位置、構造及び設備の基準

(移送取扱所の基準)

第十八条の二第一項 第三条第三号の移送取扱所(注、配管及びポンプ並びにこれらに附属する設備によって危険物の取扱いを行う取扱所)の位置、構造及び設備の技術上の基準は、石油パイプライン事業法(昭和四十七年法律第五号)第五条第二項第二号に規定する事業用施設に係る同法第十五条第三項第二号の規定に基づく技術上の基準に準じて自治省令で定める。

(一般取扱所の基準)

第十九条 第九条の規定は、第三条第四号の一般取扱所(注、移送取扱所以外の取扱所)の位置、構造及び設備の技術上の基準について準用する。

1.2 危険物の規制に関する規則¹⁾

前述の政令を実施するため、総理府令第55号が定められている。これも今日まで数次に亘り改正されており、今日では自治省令となっている。

第三章 製造所の位置、構造及び設備の基準

(地下配管の外面の防食措置)

第十三条の四 令第九条第二十一号ハ(令第十九条において準用する場合を含む)の規定による配管の外面の腐食を防止するための措置は、**電氣的腐食のおそれのある場所に設置する配管**にあっては、告示で定めるところにより、塗覆装及び電気防食により、その他の配管にあっては、告示で定めるところにより、塗覆装により行うものとする。

(底部の外面の防食措置)

第二十一条の二 令第十一条第一項第七号の二の規定による屋外貯蔵タンクの底板(アニュラ板を設ける特定屋外貯蔵タンクにあっては、アニュラ板を含む。以下この条において同じ。)の外面の腐食を防止するための措置は、次に掲げるいづれかによるものとする。

一 タンクの底板の下に、タンクの底板の腐食を有効に防止できるようにアスファルトサンド等の防食材料を敷くこと。

二 タンクの底板に電気防食の措置を講ずること。

三 前各号に掲げるものと同等以上の底板の腐食を防止することができる措置を講ずること。

(移送取扱所の基準)

第二十八条の二 令第十八条の二第一項に規定する移送取扱所の位置、構造及び設備の技術上の基準は、次条から第二十八条の五十一までに定めるとおりとする。

(防食被覆)

第二十八条の九第一項 地下又は海底に設置する配管等には、告示で定めるところにより、耐久性があり、かつ電気絶縁抵抗の大きい塗覆装材料により外面腐食を防止するための措置を講じなければならない。

(電気防食)

第二十八条の十第一項 地下又は海底に設置する配管には、告示で定めるところにより電気防食措置を講じなければならない。

第二項 前項の措置を講ずる場合は、近接する埋設物その他の構造物に対し悪影響を及ぼさないための必要な措置を講じなければならない。

(絶縁)

第二十八条の四十一第一項 配管系は、保安上必要がある場合には、支持物その他の構造物から絶縁しなければならない。

第二項 配管系には、保安上必要がある場合は、絶縁用継手をそう入しなければならない。

第三項 略((落雷対策))

1.3 省令についての若干の考察

危険物の規制に関する規則第十三条では、製造所、貯蔵所、一般取扱所の地下配管について、『電氣的腐食のおそれのある場所』においては、『塗覆装及び電気防食により』防食措置を行うことになっている。電氣的腐食についての明確な説明がなく、一部には、直流電気鉄道近傍などにおける迷走電流腐食、すなわち電食に限定する解釈もあるようである²⁾。しかし危険物の規制に関する技術上の基準の細目を定める告示(昭和四十九年自治省告示第九十九号、これも数次の改正が行われている。)は次のごとく規定していて、電氣的腐食が電食に限定されないことを示している。

(地下配管の電気防食)¹⁾

第四条 規制第十三条の四の規定により、地下配管に電気防食を行う場合においては、次の各号に掲げるところにより行わなければならない。

- 一 略。((防食電位について規定))
- 二 略。((測定端子について規定))
- 三 電気鉄道の線路敷下等漏えい電流の影響を受けるおそれのある箇所に設置する配管には、排流法等による措置を講じること。

ここに用いられている漏えい電流とは、線路側から見た迷走電流のことであるから、第三号は電氣的腐食のうちの電食を号を改めて書き加えたことになり、電氣的腐食が電食を含むものではあっても、電食のみに限定された腐食ではないことが明らかである。

では電氣的腐食のおそれとは電食以外に何を意味するかは、意見が別れそうであるが、筆者の解釈では、前述の連邦取締規則第 192 章副章 I に用いられている『電氣的計測』によって把握し得る腐食の可能性と考えている。土壤腐食についての電氣的計測は、化学的計測と相俟って、近年普及著しいものがある。しかしその規格化の遅れが、こうした条文を生み出した、といったらい過ぎであろうか。東京消防庁予防部長依命通達『消防用設備の配管を土中に埋設する場合の工事施工に係る指導基準について』⁹⁾ は土壤の環境調査について詳細な説明を行っているが、腐食性物質の種類と含有量及び水素イオン濃度以外、測定方法の日本工業規格は制定されていない。まして、腐食性の判定基準においておや、である。

2. 連邦取締規則 (Code of Federal Regulation)

前述の米国におけるガス導管の防食は、この規則の第 49 号—輸送 (Title 49—Transportation) 第 192 章導管による天然ガス及びその他のガスの輸送: 最小限の連邦安全基準 (Part 192—Transportation of Natural and other gas by Pipeline: Minimum Federal Safety Standards)⁴⁾ の副章 I—防食の諸要求 (Subpart I—Requirement for Corrosion Control) に規定されている。

192, 455 外面腐食管理: 1971 年 7 月 31 日以降に設置される地中又は水中の導管。

(a) 本条の (b) (c) 及び (f) 項に記されたものを除き 1971 年 7 月 31 日以後に設置される地中又は水中の管は外面腐食に対し次に記す防食をすること。

(1) 192, 461 の諸要求 (塗覆装について規定) に適合する防食塗装を施すこと。

(2) 設置後 1 年以内に本副章に従って導管全体を防食できるように設計した電気防食法を講じ、それを稼働すること。

(b) 各取扱者は少くとも土壤抵抗率の計測、腐食促進バクテリアの調査を含む試験、調査又はその地区での実績により、腐食環境が存在しないことを実証し得れば、(a) 項を実施する必要はない。しかし、少くとも設置後 6 ヶ月以内に上記に準じて、導管全長の電位分布を

適正に評価するための、連続照合電極あるいは、20 フィートを超えない間隔で用いる単一照合電極による管対地電位の測定と、電位分布のピーク地点での土壤抵抗率測定を含む試験を、その取扱者は行うこと。若しこれ等の試験によって腐食条件が認められたら、本条 (a) (2) 項による電気防食を実施すること。

(c) 取扱者は試験、調査又はその地区での実績によって次のことが実証できる場合は、本条 (a) 項を実施する必要はない。

(1) 銅管であって腐食環境がない場合。

(2) 設置後 5 年以内に限定された臨時の導管であって、この期間内に生ずる腐食が公衆の安全に無害な場合。

(d) 本条 (b) 或は (c) 項の規定にかかわらず、導管の外面に塗装が施してある場合は、本条 (a) (2) 項に従って電気防食を行うこと。

(e) 略。(アルミニウム管使用の禁止)

(f) 略。(プラスチックパイプに接続した合金製附属品について規定)

192, 457 外面腐食管理: 1971 年 8 月 1 日以前に設置された地中又は水中の導管。

(a) 圧送所、整圧所及び計測所の配管を除き、1971 年 8 月 1 日以前に設置された有効な塗覆装のある地中又は水中の輸送導管は、その有効な塗覆装を施した全長に亘って、本副章に従って電気防食を行うこと。本副章の目的から、裸管に近い防食電流を必要とする導管は、有効な塗覆装を持つものではない。取扱者は所要防食電流の試験を行うこと。

(b) 鋳鉄管とダクタイル鋳鉄管を除き、次に記す 1971 年 8 月 1 日以前に設置した地中又は水中の導管は、活性な腐食が発見された個所に本副章に従って電気防食を行うこと。

(1) 裸又は不完全な塗覆装の輸送導管。

(2) 圧送所、整圧所及び計測所の裸又は塗覆装の配管。

(3) 裸又は塗覆装の供給管。取扱者は電氣的計測によって、あるいは電氣的測定が実施困難な場合は腐食と漏洩の履歴の調査、漏洩検査あるいはその他の方法によって、活性な腐食の個所を確定すること。

(c) 略。(活性な腐食: 進行中の腐食の定義)

192, 467 外面腐食管理: 電氣的絶縁

(a) 各地中又は水中の導管は、その導管と他の構造物とが電氣的に相互接続され単一体として電気防食されているのでない限り、その地下金属構造物から電氣的に絶縁すること。

(b) 腐食管理の適用を容易にするため導管の一部を電氣的に絶縁する必要のある場合は、1 個所あるいはそ

れ以上の絶縁箇所を設けること。

- (c) 略。(ケーシング等)
- (d) 略。(絶縁の検査)
- (e) 略。(火花防止)
- (f) 略。((送電線の地絡, 落雷対策))

以上, 電気防食に関する条項を抜粋したが, 一読明瞭なことは, 電気防食と塗覆装の併用を重視する基本姿勢である。且つ, 塗覆装がなくとも, 電気防食単独適用があり得るのに対し, **有効な塗覆装**の単独適用は峻拒している。一方, 危険物の規制に関する規則では, 移送取扱所の配管と, その他の電氣的腐食のおそれのある場所以外では, 塗覆装によることになっており, この『以外の場所』がいかなる場所かはよくわからないが, 塗覆装に対する信頼感が滲み出ている。タンク底板でも電気防食か, 防食材料かの二者択一で, 同じ技術思想によっていよう。

絶縁は米国で防食上の必要から設置するのに対し, 我が国では保安上と, その要求背景を大きくとっている。技術上の理由は筆者にとって未詳である。

3. 電気防食に対する制約

危険物の規制に関する規則の第二十八条の十第二項には電気防食を行った場合近接埋設物等に悪影響を与えないよう規制していることは前述した。これはいわゆる『干渉』を指すものであって, 防食の諸要求にも規定している。

192, 473 外面腐食管理: 干渉電流

(a) 導管系統が迷走電流で困惑している各取扱者は, そのような電流の有害な影響を最小にする継続的計画を実施すること。

(b) 個々の外部電源式電気防食装置又は流電陽極装置は, 既存の隣接する地下構造物に悪影響がないよう設計すること。

規則より条項が一つ多いだけで内容に大きな差はない。このような制約は電気防食が電流を用いる防食法の故に必然的に随伴して来る制約であり, 電気鉄道の漏れ電流や電力系統の故障電流, 不平衡電流とはけた違いに小さい場合がほとんどであるが, 常時連続して流れるものであり, 当事者の留意が必要なことは当然である。

干渉は地中又は水中における電流密度が高く, 且つ, 土壌あるいは水の抵抗率が高いと, 問題生起の可能性が出て来る。地中, 水中での電流密度を i (A/m^2), 土壌又は水の抵抗率を ρ ($\Omega \cdot m$) とすれば, 電場の強さ E は,

$$E = i\rho \quad (V/m)$$

である。前述の東京消防庁の依命通達⁸⁾では, 地表面電位変化幅 $5 mV/m$ 以上を要措置電位勾配としている。従って, 干渉を軽減するには地中あるいは水中の電流量を低減するしか方法はない。このためには, 被防食側は**有効な塗覆装**により, 防食電流の低減を計る努力が必要なのである⁹⁾。これは陰極干渉の場合であって, 外部電源装置の通電電極近傍では陽極干渉が起こる。陽極では電流密度が陰極面より高いから, 干渉を通り越して人身災害を生じる恐れもあり, 電気事業法 (昭和 39 年法律第 170 号) に基づく電気設備に関する技術基準を定める省令 (昭和 40 年通商産業省令第 61 号) に詳しく規定されている。

第 5 章 電気使用場所の施設⁶⁾

第 4 節 特殊施設

電気防しょく施設

第 248 条第 1 項 電気防しょく施設 (中略, 電気防しょく用電源を使用しないものを除く。以下略。) は, 次の各号により施設しなければならない。ただし, (以下略。)

一 電気防しょく回路 (中略) の使用電圧は, 直流 $60 V$ 以下であること。

二 陽極は, 地中に埋設し, または水中の人が容易に触れるおそれがない場所に施設設置すること。

三 地中に埋設する陽極 (陽極の周囲に導電物質を詰める場合は, これを含む。) の埋設の深さは, $75 cm$ 以上であること。

四 水中に施設する陽極とその周囲 $1 m$ 以内の距離にある任意点との間の電位差は, $10 V$ をこえないこと。ただし, 陽極の周囲に人が触れるのを防止するために適当なさくを設け, かつ, 危険である旨の表示をする場合は, この限りではない。

五 地表または水中における $1 m$ の間隔を有する任意の 2 点 (前号の陽極の周囲 $1 m$ 以内の距離にある点及びさくの内部の点を除く。) 間の電位差は, $5 V$ をこえないこと。

六～十一 略。(電線, 電源装置に関する規定)

第 2 項 電気防しょく施設を使用することにより, 他の工作物に電しょく作用による障害を及ぼすおそれがある場合には, これを防止するため, その工作物と被防しょく体とを電氣的に接続する等適当な防止方法を施さなければならない。

第 3 項 略。(機器内部の場合について規定)

この第 2 項が干渉対策であるが, 人身災害を考慮した第 1 項一～五号のような具体性は, やや欠けている。このような干渉電流の最たるものとして, 電気鉄道のまれ

第1表 条文対称表

	消 防 法	石油パイプライン事業法
電氣的腐食のおそれのある構内配管	省令第 12 条の 4	省令第 56 条の 4
タンク底板	省令第 21 条の 2	告示第 62 条の 2
移送用配管, 導管	省令第 28 条の 9, 10	省令第 9, 10 条

電流が考えられるが, これについて同省令は多くの条文を割いている。

第6章 電気鉄道等

第二節 直流式電気鉄道

第266条 電しよく防止等 1 (直流帰線)

第267条 同 上 2 (地中金属管との交叉)

第268条 同 上 3 (地中金属管との接近)

第269条 同 上 4 (同 上)

第270条 排流接続 (強制排流器を含む)

4. む す び

電気防食法の適用が法規として義務付けられて, 10 年以上の歳月を経た。石油パイプライン事業法は色々な意味で画期的な法律であった。その公布の翌年, 高度経済成長は終止符を打たれた。

石油パイプライン事業の事業用施設の技術上の基準を定める省令 (昭和 47 年通商産業省, 運輸省, 建設省, 自治省令第 2 号) 及びその細目を定める告示 (昭和 48 年通商産業省, 運輸省, 建設省, 自治省告示第 1 号) に記

載の電気防食関係条文は, その後の改正を経て, 消防法による省令, 告示での条文と内容上完全な一致を見せている⁷⁾。これを表 1 に示す。現今, 地下又は海底の配管, 導管に電気防食を義務付けているのは, この二法のみである。

(1987 年 2 月 24 日受理)

文 献

- 1) 消防関係法規集 59 年新版, 全国加除法出版 (株) (1984).
- 2) 早川武夫: さび, 22-3, 89, 3-6, (1980).
- 3) 東京消防庁, 予予第 905 号 (1981).
- 4) Title 49, Code of Federal Regulations as of April 1, 1984, Pipeline & Gas Journal, 211, 5, 78~104 (1984).
- 5) 市野瀬比路実: 配管技術研究協会誌, 20, 1, 31~38; 2, 17~21 (1980).
- 6) 資源エネルギー庁公益事業部: 解説電気設備の技術基準, 昭和 57 年 2 月・6 月改正, (株)文一総合出版 (1982).
- 7) 官報号外第 19 号, 大蔵省印刷局 (1979).