

부식방지에 관련된 국내외의 법규와 해설

전 대 회

한국해양대학교 방식연구실

Foreign and Domestic Laws and Regulations Related to Corrosion Control, and Explanations

Dae Hi Jeon

Corrosion Laboratory, Korea Maritime University

1. 서 설

부식방지법(腐蝕防止法-통칭 방식법이라 함)에는 도복장법(塗覆裝法), 도금법, 양극방식법, 음극방식법(陰極防蝕法-통칭 전기방식법이라고 함), 환경처리법, 내식금속사용법 등 여러가지가 있다. 이 중에서 시공이 간단한 도장법과 내식금속사용법은 법규(法規)에 의해서 그 시공이 의무화된 곳이 전에도 있었다. 그러나 해양구조물이나 선박, 지하매설배관 등에 많이 활용되고 있고 그 시공내력(施工乘歷)도 긴 전기방식법(음극방식법)은 1983년에 도시가스사업법¹⁾이 공포되고 동 시행규칙¹⁾이 1984년에 동력자원부령으로 시행되고 배관의 전기방식 조치기준이 1987년 동력자원부고시²⁾로 발표됨으로써 비로서 우리나라에서도 도시가스공급시설의 지하매설배관에 대하여 그 적용(適用)이 법적으로 의무화되었다.

즉, 도시가스사업법 시행규칙¹⁾ 별표3의 제6항에 의하면 「전기적부식의 우려가 있는 장소에 설치하는 배관에는 전기적부식을 방지하기 위한 조치를 할 것」이라고 규정되어 있고, 배관의 전기방식조

치기준²⁾ 전문(前文)에는 「배관의 외면에 전류를 유입시켜 양극반응(陽極反應)을 저지함으로써 배관의 부식을 방지하는 조치」를 전기방식조치(電氣防蝕措置)라고 정의(定義)하였으며, 동기준 1에는 「지하 또는 해저에 매설하는 피복배관중 본관(本管)과 공급관(供給管)에는 부식에 대처할 수 있는 전기방식 조치를 하여야 한다」로 법적인무를 규정하고, 동기준 2에는 배관의 부식방지를 위한 전위상태는 「부식방지전류가 흐르는 상태에서 배관의 부식방지전위(통칭 방식전위라 함)는 포화 황산동(飽和黃酸銅) 기준전극(基準電極)을 기준으로 $-0.85V$ 이하이어야 하며 황산염환원박테리아가 번식하는 토양에서는 $-0.95V$ 이하일 것, 혹은 자연전위(自然電位)와의 전위변화가 최소한 $-300mV$ 이하일 것」이라고 고시하였으며, 전기설비기술기준²⁾에 관한 규칙 제250조에 의하면 전기방식시설의 정의(定義)는 「지중 또는 수중에 설치되는 금속체(피방식체)의 부식을 방지하기 위하여 지중 또는 수중에 설치하는 양극(陽極)과 피방식체간에 방식전류를 통하는 시설」이라고 하였다.

이와같이 도시가스 공급시설의 지하매설배관에 대하여 전기방식법의 시공이 법적으로 의무화한 것은 1971년 미국(美國)에서 연방 취재규칙 제49호가 공포시행되었고, 1972년 일본(日本)에서 석유파이프라인 사업법이 공포시행되는 등으로 가스도관(導管)의 방식에 전기방식법의 채용이 법적으로 의무화되는 국제적 흐름^{3, 4)}에 부응(副應)하는 조치라고 볼 수 있다.

그러므로 전기방식법(電氣防蝕法)은 현재로는 전기적부식의 우려가 있는 부식성환경에 매설된 도시가스의 도관(導管)에 대하여서만 시공·유지의 법적 의무가 규정되어 있다. 그러나 「법규는 공공의 이익과 안정을 확보하기 위한 것」이고, 전기방식법은 고부식성환경의 금속구조물에 대하여 가장 효과적이고 가장 경제적인 방식법으로 평가받고 있으며, 이 방식법은 도시가스의 지하매설배관 뿐만 아니라 이미 다른 지하매설물, 해양구조물, 선박, 열교환기 등의 많은 대형금속구조물에 대하여 법적 의무가 없으나 그 전기방식의 당위성(當爲性)에 의하여 널리 활용되고 있다. 따라서 멀지 않는 장래에는 법규의 제정취지를 생각할 때 이들의 많은 금속구조물에 대하여서도 전기방식법의 시공·유지가 법적으로 의무화 될 것으로 전망된다.

본고는 먼저 현행 국내법규상에 나타난 부식방지에 관련된 조항(條項)을 발췌(拔萃)해서* 소개하고, 일본과 미국의 그 관계법규를 요약한 후에 이들을 간단히 해설한다.

2. 국내법규의 발췌

2.1 도시가스사업법 시행규칙(동력자원부령 제 68호-1984. 8. 28)¹⁾

A. 도시가스사업법 목적(법 제1조)

이 법은 도시가스사업을 합리적으로 조정·육성하여 사용자의 이익을 보호하고 도시가스사업의 건전한 발전을 도모함으로써 공공의 이익과 안전을 확보함을 목적으로 한다.

* 조문(條文)은 가능한 한 원문(原文)에 충실하였다.

B. 가스시설의 시공·관리(법 제12조)

⑤ 가스공급시설과 가스사용시설의 시설별 시설기준 및 기술기준 기타 필요한 사항은 동력자원부령으로 정한다.

C. 공사계획의 승인기준(시행규칙 제12조)

② 법 제12조 제5항의 규정에 의한 가스도매사업의 가스공급시설의 설치기준 및 기술기준은 별표 2, 일반도시가스사업의 가스공급시설의 시설기준 및 기술기준은 별표 3, 가스사용시설의 시설기준 및 기술기준은 별표 4와 같다(E~G 참조).

D. 시설기준등에 대한 특례(시행규칙 제38조)

동력자원부장관은 가스에 관한 기술의 변경 그밖에 가스의 안전관리를 위하여 필요하다고 인정하는 경우에는 별표에 의한 시설기준 등에 대하여 특례를 정하거나 별표에 의한 시설기준등의 시행에 필요한 사항을 따로 고시(告示)할 수 있다(I 참조).

E. 별표 2 : 가스도매사업의 가스공급시설의 시설기준 및 기술기준(1991. 3. 15 개정)

3. 배 관(配管)

(1) 배관에 사용하는 재료는 가스의 성질·상태·온도 및 압력 등에 상응하는 안전성을 확보할 수 있는 것으로 하되, 지하매설배관의 재료는 폴리에틸렌피복 강관(鋼管)으로서 K.S표시의 허가를 받은 제품 또는 동등이상의 성능을 가진 것으로 하며, 이음부에는 동등이상의 부식방지조치를 할 것.

(4) 배관등의 접합방법은 원칙적으로 용접으로 하고 중앙(1~10kg/cm²)이상의 배관용접부 모두에 대하여는 비파괴시험을 실시할 것. 다만, 용접이 적당하지 아니한 경우에는 안전확보에 필요한 강도를 갖는 플랜지접합으로 할 수 있으며, 이 경우에는 점검을 할 수 있는 조치를 할 것.

(5) 배관등의 용접은 아아크용접 그밖에 이와

동등이상의 효과를 갖는 용접방법으로 할 것.

(6) 배관을 지하에 매설하는 경우에는 다음기준에 적합하게 할 것.

① 배관은 그 외면으로부터 수평거리로 건축물까지 1.5m이상을 유지할 것.

② 배관은 그 외면으로부터 다른 시설물과 0.3m이상의 거리를 유지할 것.

③ 배관의 깊이는 산과 들에서는 1m이상, 그밖의 지역에서는 1.2m이상으로 할 것. 다만, 방호구조물내에 설치하는 경우에는 그러하지 아니한다.

④ 배관은 지반이 동결됨에 따라 손상을 받지 아니하도록 적절한 깊이에 매설할 것.

(7)~(19)호 생략(기타 매설법)

(26) 배관장치에는 필요에 따라 안전용접지(安全用接地) 또는 이와 유사한 장치를 설치할 것.

(27) 배관장치에는 안전확보를 위하여 필요한 경우에는 지지물 그밖의 구조물로부터 절연시키고 절연용물질을 삽입할 것.

(28) 피뢰기의 접지장소에 접근하여 배관을 설치하는 경우에는 절연에 필요한 조치를 할 것.

(29) 배관장치에는 필요에 따라 K.S C 9609에 정하는 규격의 피뢰설비를 설치할 것.

F. 별표 3 : 일반도시가스사업의 가스공급시설의 설치기준 및 기술수준(제12조 제2항 관련)

6. 부대설비, 가. 액화석유가스 저장탱크

(17) 저장탱크 외면에는 녹이 슬지 아니하도록 부식방지를 위한 부식방지도장을 실시할 것.

8. 배관, 가. 배관

(1) 배관을 지하에 매설하는 경우에 그 깊이는 지면으로부터 1m(차량이 통행하는 폭 8m 이상의 도로에서는 1.2m)이상으로 하고, 동 배관이 특별고압지중전선과 접근하거나 교차하는 경우에는 전기설비기술기준령 제149조의 규정을 충족하도록 할 것.

(5) 배관의 표시·재료 및 부식방지조치는 다음 기준에 의할 것.

(다) 지하매설배관의 재료는 폴리에틸렌피복 강관으로서 K.S표시허가제품 또는 이와 동등이상의 성능을 가진 것으로 하고, 이음부에는 이와 동등이상의 부식방지조치를 할 것. 다만, 사용압력이 4kg/cm²이하인 배관으로서 지하에 매몰하여 설치하는 경우에는 가스용 폴리에틸렌관으로서 K.S표시허가제품 또는 이와 동등이상의 성능을 가진 제품을 사용할 수 있다.

(6) 전기적 부식의 우려가 있는 장소에 설치하는 배관에는 전기적 부식을 방지하기 위한 조치를 할 것(전기방식의 의무사항).

(13) 배관은 하수 등 암거내에 설치하지 아니할 것. 다만, 부득이한 경우에는 보호관 그밖에 부식방지를 위한 조치를 한 후 설치할 수 있다.

(19) 건축물의 벽을 관통하는 부분의 배관에는 보호관 및 부식방지피복을 할 것.

(21) 배관의 접합은 용접시공(熔接施工)하는 것을 원칙으로 한다. 이 경우 중앙(1~10kg/cm²) 이상의 배관용접부는 모두에 대하여, 내경 80mm 이상의 저압(1kg/cm²이하) 배관용접부는 10% 이상에 대하여 비파괴시험을 실시할 것.

(22) 용접접합을 실시하기가 매우 곤란한 경우에는 기계적 접합 또는 나사접합을 할 수 있으며, 나사접합방법은 K.S B 0222에 의할 것.

(23) 배관의 접합을 위한 이음쇠는 주조품인 경우에는 가단주철제이거나 주강제로서 K.S표시허가제품 또는 이와 동등이상의 제품을 사용할 것.

G. 별표 4 : 도시가스사용시설의 시설기준 및 기술기준¹⁾(법 제12조 제2항 관련-1991. 3. 15 개정)

1. 특정가스사용시설

(1) 배관을 지하에 매설하는 경우에 그 깊이는 지면으로부터 1m이상으로 하되, 차량이 통행하는 폭 8m이상의 도로에 매설하는 것은 1.2m이상의 깊이일 것.

(2) 건축물의 벽을 관통하는 부분의 배관에는

보호관 및 부식방지피복을 할 것.

(3) 지하에 매설하는 배관을 접합할 경우에는 용접(熔接)으로 할 것. 이 경우에 중앙(1~10kg/cm²)이상의 배관용접부는 모두에 대하여 비파괴시험을, 내경 80mm이상인 저압(1kg/cm²이하) 배관용접부는 10% 이상에 대하여 비파괴시험을 실시할 것.

(4) 배관을 나사접합으로 하는 경우에는 K.S B 0222에 의할 것.

(5) 배관의 접합을 위한 이음쇠가 주조품인 경우에는 가단주철제이거나 주강제로서 K.S표시허가제품 또는 동등이상의 제품을 사용할 것.

(7) 건축물내의 배관은 외부에 노출하여 시공할 것. 다만, 동관(銅管)·스테인레스강관 기타 내식성재료로서 이음매(용접이음매 제외) 없이 설치하는 경우에는 매몰하여 설치할 수 있다.

(11) 배관의 표시·재료 및 부식방지조치는 다음 기준에 의할 것.

(다) 지하매설배관의 재료는 폴리에틸렌피복강관으로서 K.S표시허가제품 또는 이와 동등이상의 성능을 가진 것으로 하고, 이음부에는 이와 동등이상의 부식방지조치를 할 것. 다만, 사용압력이 4kg/cm²이하인 배관으로서 지하에 매몰하여 설치하는 경우에는 가스용 폴리에틸렌관으로서 K.S표시허가제품 또는 이와 동등이상의 성능을 가진 제품을 사용할 수 있다.

(라) 건축물내의 매몰배관은 동관(銅管) 또는 스테인레스강 등 내식성재료를 사용할 것.

2. 특정가스 사용시설외의 가스사용시설

(1) 배관을 지하에 매설하는 경우에는 지면으로부터 1m이상일 것.

(2) 건축물의 벽을 관통하는 부분의 배관에는 보호관 및 부식방지피복을 할 것.

(3) 배관을 나사접합으로 하는 경우에는 K.S B 0222에 의할 것.

(4) 배관의 접합을 위한 이음쇠가 주철인 경우에는 가단주철제이거나 주강제로서 K.S표시허가제품 또는 이와 동등이상의 제품을 사용할 것.

(5) 배관의 표시·제품 및 부식방지조치는 다음 기준에 의할 것.

(다) 지하매몰배관의 재료는 폴리에틸렌피복강관으로서 K.S표시허가제품 또는 이와 동등이상의 성능을 가진 것으로 하고, 이음부에는 이와 동등이상의 부식방지조치를 할 것. 다만, 사용압력이 4kg/cm²이하인 배관으로서 지하에 매몰하여 설치하는 경우에는 가스용 폴리에틸렌관으로서 K.S표시허가제품 또는 이와 동등이상의 성능을 가진 제품을 사용할 수 있다.

(라) 건축물내의 매몰배관은 동관(銅管) 또는 스테인레스강관 등 내식성재료를 사용할 것.

(9) 건축물내의 배관은 외부에 노출하여 시공할 것. 다만 동관(銅管)·스테인레스강관 기타 내식성재료로서 이음매(용접이음매 제외) 없이 설치하는 경우에는 매몰하여 설치할 수 있다.

H. 별표 10 : 자체검사에 필요한 검사시설(법 제28조 제2항 관련)¹⁾

부식방지 관련 검사시설	제조소	배관	공급소
접지저항측정기	○	-	○
전위측정기	○	○	○
초음파두께측정기	○	-	○
버니어캘리퍼스	○	○	○
지하매설배관부식탐지장치	-	○	-

I 배관의 전기방식조치기준 고시(동력자원부 고시 제87-55호 : 1987. 10. 24)²⁾

〈관계조항〉 도시가스사업법시행규칙 제38조의 규정에 의한 배관의 외면에 전류를 유입시켜 양극반응(陽極反應)을 저지함으로써 배관의 부식을 방지하기 위한 조치(이하 “전기방식조치”라 한다)기준.

1. 지하 또는 해저에 매설하는 피복배관중 다음 각호의 배관에는 부식에 대처할 수 있는 전기방식조치를 하여야 한다. 다만, 임시 사용하기 위한 배관인 경우에는 그러하지 아니한다(전기방식의 의무조항).

가. 본관(本管)

나. 공급관(供給管)

2. 배관의 부식방지를 위한 전위상태는 다음의 “가” 또는 “나”에 적합하게 설치 유지되어야 한다.

가. 부식방지전류가 흐르는 상태에서 토양중에 있는 배관의 부식방지전위는 포화황산동(飽和黃酸銅) 기준전극(基準電極)을 기준으로 $-0.85V$ 이하이어야 하며 황산염환원박테리아가 번식하는 토양에서는 $-0.95V$ 이하일 것.

나. 부식방지전류가 흐르는 상태에서 자연전위(自然電位)와의 전위변화가 최소한 $-300mV$ 이하일 것(다른 금속과 접촉하는 배관은 제외된다).

3. 배관에 대한 전위측정(電位測定)은 가능한 가까운 위치에서 기준전극으로 실시할 것.

4. 전기방식시설의 유지관리를 위하여 다음 각호에서 정한 장소와 그밖에 배관을 따라 300m 이내의 간격으로 전위측정용 터미널을 설치할 것. 다만, 각종 부식의 위험이 거의 없는 곳에는 간격을 더 크게 할 수 있다.

가. 직류전철횡단부 주위

나. 배관절연부의 양측

다. 강제보호관(鋼製保護管) 부분의 배관과 강재보호관

라. 타금속구조물과 근접교차부분

마. 밸브 스테이션

5. 전기방식시설의 효과적인 유지관리를 위하여 다음 각호에 따른 측정 및 점검(點檢)을 실시하여 이상(異常)이 발견될 경우에는 지체없이 정상기능유지에 필요한 조치를 강구하고 그 실시기록 유지를 위한 전기방식시설 관리대장을 작성·비치할 것.

가. 전기방식조치를 한 전체배관에 대하여 2년에 1회이상 관대지전위(管對地電位) 등의 전위를 측정할 것.

나. 외부전원에 의하여 부식이 방지되는 전류출력(電流出力), 계기류, 접점(接點) 등의 상태는 6개월에 1회이상 점검할 것.

다. 전기방식시설중 역전류방지(逆電流防止器), 다이오드, 간섭방지용(干涉防止用) 결선 등의 작동상태는 6개월에 1회이상 점검할 것.

라. 절연부품, 결선(bonding) 및 보호절연체의 효과는 6개월에 1회이상 점검할 것.

마. 외부전원에 의하여 부식이 방지되는 시설에서는 전기적인 단락, 접지연결, 계기의 정확성, 효율, 회로저항 등을 1년에 1회이상 점검할 것.

2.2 전기설비 기술기준에 관한 규칙(동력자원부령 제98호-1988. 6. 10)¹⁾

A. 지중전선과 지중약전류전선등과의 접근 또는 교차(규칙 제149조)

① 지중전선이 지중약전류전선과 접근하거나 교차하는 경우에 상호의 이격거리가 저압 또는 고압의 지중전선에 있어서는 30cm이하, 특별고압 지중전선에 있어서는 60cm이하인 때에는 지중전선과 지중약전류전선과의 사이에 견고한 내화성의 격벽을 설치하는 경우를 제외하고는 지중전선을 견고한 불연성 또는 난연성의 관(管)에 넣어 당해관이 지중약전류전선등과 직접 접촉하지 아니하도록 하여야 한다(다만 이하 생략).

② 특별고압지중전선이 가연성이나 유동성의 유체를 내포하는 관과 접근하거나 교차하는 경우에 상호의 이격거리가 1m이하인 때에는 지중전선과 관과의 사이에 견고한 내화성의 격벽을 시설하는 경우를 제외하고는 지중전선을 견고한 불연성 또는 난연성의 관에 넣어 당해관이 가연성이나 유동성의 유체를 내포하는 관과 직접 접하지 아니하도록 시설하여야 한다(③④항 생략).

B. 전압의 증별등(규칙 제3조)

1. 저압 : 직류에 있어서는 750V이하, 교류에 있어서는 600V이하인 것.

2. 고압 : 직류에 있어서는 750V를, 교류에 있어서는 600V를 넘고 7000V이하인 것.

3. 특별고압 : 7000V를 넘는 것.

C. 전기방식시설(규칙 제250조)

① 전기방식시설(지중 또는 수중에 시설되는 금속체(피방식체)의 부식을 방지하기 위하여 지중 또는 수중에 시설하는 양극(陽極)과 피방식체간에 방식전류를 통하는 시설을 말하며, 전기방식용 전원장치를 사용하지 아니하는 것은 제외한다)은 다음 각호에 의하여 시설하여야 한다. 다만, 특별한 이유에 의하여 동력자원부장관의 인가를 받은 경우에는 그러하지 아니한다.

1. 전기방식회로(전기방식용 전원장치로부터 양극(陽極) 및 피방식체까지의 전로를 말한다. 이하 이 조에서 같다)의 사용전압(使用電壓)은 직류 60V이하일 것.

2. 양극은 지중에 매설하거나 수중에서 사람이 쉽게 접촉할 우려가 없는 곳에 시설할 것.

3. 지중에 매설하는 양극(양극의 주위에 도전물질을 메꾸는 경우에는 이를 포함한다)의 배선(配線) 깊이는 75cm이상일 것.

4. 수중에 시설하는 양극과 그 주위 1m안의 거리에 있는 임의점과의 사이의 전위차(電位差)는 10V를 넘지 아니할 것. 다만, 양극의 주위에 사람이 접촉되는 것을 방지하기 위하여 적당한 울타리를 설치하고 또한 위험표시를 하는 경우에는 그러하지 아니한다.

5. 지표 도는 수중에서의 1m의 간격을 가지는 임의의 2점(제4호의 양극의 주위 1m안의 거리에 있는 점 및 울타리의 내부점을 제외한다)간의 전위차가 5V를 넘지 아니할 것.

6. 전기방식회로의 전선중 가공(架空)으로 시설하는 부분은 제76조(제1항 제4호를 제외한다)·제75조·제83조 내지 제88조, 제95조 및 제96조의 저압가공전선의 규정에 준하는 이외에 다음에 의하여 시설할 것.

가. 전선은 케이블인 경우를 제외하고 지름 2mm의 경동선 또는 이와 동등이상의 세기(強度) 및 굵기의 옥외용 비닐절연전선이상의 절연효력이 있는 것일 것.

나. 전기방식회로의 전선과 저압가공전선을 동일

지지물에 시설하는 경우에는 전기방식회로의 전선을 밑으로 하여 별개의 완금류에 시설하고 또한 전기방식회로의 전선과 저압가공전선과의 이격거리는 30cm이상일 것. 다만, 전기방식회로의 전선 또는 저압가공전선이 케이블인 경우에는 그러하지 아니한다.

다. 전기방식회로의 전선과 고압가공전선 또는 가공약전류전선을 동일 지지물에 시설하는 경우에는 각각 제79조 또는 제98조의 저압가공전선의 규정에 준하여 실시할 것. 다만, 전기방식회로의 전선이 600V 비닐절연전선 또는 케이블인 경우에는 전기방식회로의 전선을 가공약전류전선의 밑으로 하고 또한 가공약전류전선과의 이격거리를 30cm이상으로 시설할 수 있다.

7. 전기방식회로의 전선중 지중에 시설하는 부분은 제144조 제1항·제2항 및 제145조의 규정에 준하는 이외에 다음에 의하여 시설할 것.

가. 전선의 지름 2mm의 연동선 또는 이와 동등이상의 세기 및 굵기의 것일 것. 다만, 양극에 부속하는 전선에는 지름 1.6mm의 연동선 또는 이와 동등이상의 세기 및 굵기의 것을 사용할 수 있다.

나. 전선은 600V 비닐절연전선·클로로프렌외장케이블·비닐외장케이블 또는 폴리에틸렌외장케이블일 것.

다. 전선을 직접매설식에 의하여 시설하는 경우에는 전선을 피방식체의 하면(下面)에 밀착하여 시설하는 경우를 제외하고 매설깊이를 차량 기타의 중량물의 압력을 받을 우려가 있는 곳에서는 1.2m 이상, 기타의 곳에서는 30cm이상으로 하고 또한 전선을 돌·콘크리트등의 판이나 몰드로 전선의 상부 및 측부를 덮거나 고시하는 규격에 적합한 합성수지판이나 이와 동등이상의 절연효력 및 강도를 가지는 판에 넣어 시설할 것. 다만, 차량 기타의 중량물의 압력을 받을 우려가 없는 곳에 매설깊이를 60cm이상으로 하고 또한 전선의 상부를 견고한 판이나 몰드로 덮어 시설하는 경우에는 그러하지 아니한다.

라. 입상(立上)부분의 전선중 깊이 60cm미만인

부분은 사람이 접촉할 우려가 없고 또한 손상을 받을 우려가 없도록 적당한 보호장치를 할 것.

8. 전기방식회로의 전선중 지상(地上)의 입상부분은 전호 “가” 및 “나”의 규정에 준하는 이외에 지표상 2.5m미만의 부분에는 사람이 접촉할 우려가 없고 또한 손상을 받을 우려가 없도록 적당한 방호장치를 할 것.

9. 전기방식회로의 전선중 수중(水中)에 시설하는 부분은 다음에 의하여 시설할 것.

가. 전선은 제7호 “가” 및 “나”에 규정한 것일 것.

나. 전선은 고시하는 규격에 적합한 합성수지관이나 이와 동등이상의 절연효력 및 강도를 가지는 관 또는 고시하는 규격에 적합한 금속관에 넣어 시설할 것. 다만, 전선을 피방식체의 하면이나 측면 또는 수저에서 손상을 받을 우려가 없는 곳에 시설하는 경우에는 그러하지 아니한다.

10. 전기방식용 전원장치(電源裝置)는 다음에 적합한 것이 것.

가. 견고한 금속제의 외함에 넣고 또한 이에 제3종 접지공사를 한 것일 것.

나. 변압기는 절연변압기이고 또한 교류 1천볼트의 시험전압을 하나의 전선과 다른 전선, 철심 및 외함과의 사이에 계속 1분간 가하여 절연내력을 시험한 때에 이에 견디는 것일 것.

다. 1차측전로에는 개폐기 및 과전류차단기를 각각(과전류차단기에 있어서는 단선식전로의 중성극을 제외한다)에 시설한 것일 것.

11. 전기방식용 전원장치에 전기를 공급하는 전로의 사용전압은 저압일 것.

② 전기방식시설을 사용함으로써 다른 공작물에 전식작용에 의한 장애를 줄 우려가 있는 경우에는 이를 방지하기 위하여 그 공작물과 피방식체간을 전기적으로 접촉하는 등 적당한 방지방법을 시행하여야 한다.

③ 기계·기구의 금속제부분(지중 또는 수중에 시설되는 것은 제외한다)의 부식을 방지하기 위하여 지중 또는 수중에 시설하는 양극과 기계·

기구의 금속제부분과의 사이에 방식전류를 통하는 시설로서 전기방식용 전원장치를 사용하는 것은 제2항의 규정에 준하는 이외에 특별한 이유에 의하여 동력자원부장관의 인가를 받은 경우를 제외하고 제1항의 규정에 준하여 시설하여야 한다.

2.3 소방시설의 설치·유지 및 위험물제조소등 시설의 기준등에 관한 규칙(내무부령 제 380호-1982. 9. 15)⁵⁾

A. 위험물제조소의 배관(제162조)

위험물제조소내의 위험물을 취급하는 배관(配管)은 다음 각호의 기준에 의하여 설치하여야 한다.

1. 강관(鋼管) 기타 이와 유사한 금속성으로 할 것.

2. 배관에 걸리는 최대상용압력의 1.5배이상의 압력으로 수압시험(水壓試驗)을 하여 누설 기타의 이상이 없는 것으로 할 것.

3. 배관을 지상(地上)에 설치하는 경우에는 지면에 닿지 아니하도록 하고, 배관 외면의 부식을 방지하기 위한 도장(塗裝)을 할 것.

4. 배관을 지하(地下)에 설치하는 경우에는 배관 외면의 부식을 방지할 수 있는 조치를 할 것.

B. 지하탱크저장소의 탱크(제200조)

2. 다음 각호의 1에 해당하는 기준에 의하여 탱크의 보호조치를 할 것.

가. 탱크의 외면에 방청 및 아스팔트 도장을 한 후 아스팔트루핑 및 철망으로 피복하고 그 위에 두께 2cm 이상의 몰탈을 도장할 것.

나. 탱크의 외면에 두께 1cm이상이 되도록 방청 및 아스팔트 도장과 아스팔트루핑에 의한 피복을 할 것.

C. 간이탱크저장소의 탱크의 구조(제212조)

① 간이탱크저장소의 탱크는 두께 3.2mm이상의 강철판으로 틈이 없도록 제작하여야 하며, 1cm²에 대하여 0.7kg의 압력으로 10분간 수압시험을 하여 새거나 변형되지 아니하여야 한다.

② 탱크의 외면에는 방청도장을 하여야 한다.

2.4 건축물의 구조기준등에 관한 규칙(건설부령 제432호-1988. 1. 6)⁶⁾-제4절 철근콘크리트 구조

A. 콘크리트의 재료(제44조)

철근콘크리트구조에 사용하는 콘크리트의 재료는 다음의 기준에 적합한 것이어야 한다.

1. 모래·자갈·쇄석 및 물에는 철근(鐵筋)을 녹슬게 하거나 콘크리트의 응결에 유해한 양의 산·염·유기물 또는 진흙이 함유되지 아니하여야 한다.

2. 자갈 또는 쇄석은 경질로서 철근과 철근사이 및 철근과 거푸집사이를 쉽게 통할 수 있는 크기여야 한다.

B. 철근을 덮는 두께(제49조)

철근을 덮는 콘크리트의 두께는 다음의 기준에 의한다.

1. 내력벽(耐力壁)이 아닌 벽이나 바닥의 경우 : 2cm이상.

2. 내력벽·기둥 또는 보의 경우 : 3cm이상(옥내에 면하는 부분으로서 시멘트모르터 바르기, 회반죽 바르기 또는 타일 붙이기 기타 이와 유사한 철근의 내구성의 유지를 위한 마감을 한 것에 있어서는 2cm 이상)

3. 직접 흙에 접한 벽·기둥·바닥 또는 보의 경우 : 4cm이상.

4. 기초의 경우(밀창콘크리트의 부분을 제외한다) : 6cm이상.

C. 방청조치(제66조)

내력부분(耐力部分)에 사용하는 구조용 강재(鋼材)는 녹슬지 아니하도록 방청도료(防鏽塗料)를 바르거나 이와 동등이상의 효과를 가지는 방청구조로 하여야 한다.

2.5 한국선급협회 선급 및 강선규칙(제3편 선체구조 및 의장)⁷⁾

A. 제1장 제7절 방식조치

제701조 : 방식조치에 대한 부재치수의 경감

1. 승인된 방식조치를 디프탱크·이중탱크·선수미탱크 또는 연료유탱크에 강구할 때에는 본회가 인정하는 바에 따라 그 구조부재의 치수를 적당히 경감할 수 있다.

2. 각 탱크에 방식조치를 강구하고자 할 경우에는 그 내용과 범위 및 규정에서 요구하는 치수와 경감하고자 하는 치수를 기입한 도면을 제출하여 승인을 받아야 한다.

제702조 : 방식조치의 부호

방식조치를 강구한 선박에 대하여는 부호 CoC를 부기하여 등록원부에 등록한다.

B. 제25장 제2절 페인트공사

제201조 : 일반

기름탱크내를 제외한 모든 강재에는 적어도 양질의 페인트를 2번 칠하여야 한다. 다만, 물탱크내에는 페인트 대신에 시멘트 칠을 하여도 좋다.

제202조 : 도장전의 고려

강재의 표면은 페인트를 칠하기 전에 충분히 청소하고 녹, 기름, 기타 유해한 부착물을 완전히 제거하여야 한다. 또 신조선인 경우에는 진수후 선저 외판을 청소하고 다시 페인팅하기 위하여 곧 입거할 것을 권장한다.

3. 외국법규의 발취^{3, 4)}

미국(美國)은 1971년에 연방취체규칙(聯邦取締規則) 제49호 제192장 부장I에 가스도관의 방식에 전기방식법(電氣防蝕法)의 시공을 법적(法的)으로 의무화하였다. 이것이 계기(契機)가 되어 일본(日本)은 그 다음 해(1972-昭和47年)에 석유파이프라인사업법을 공포·시행함으로써 전기방식법의 채용이 석유수송도관(石油輸送導管)에 의무화

표 1. 일본법령 조문대조표

관 계 법	소 방 법	석유파이프라인 사업법
전기적부식의 우려가 있는 배관	성령 제12조의 4	성령 제56조의 4
탱 크 저 관	성령 제21조의 2	고시제62조의 2
이송용 배관·도관	성령 제28조의 9, 10	성령 제9조·제10조

되었다. 또 일본은 그 후에 소방법(消防法)을 개정하여 전기방식법을 위험물을 취급하는 지하와 해저의 배관의 방식조치로서 확대하였다. 그러므로 일본은 이 전기방식조치의 의무를 이 두법에 의하여 규제하고 있으나 그 조문의 내용면에서는 표 1과 같이 두법에서 완전히 동일하다.

본장에서는 일본(소방법)과 미국의 법규중에서 주로 전기방식에 관한 조항을 발췌하여 소개한다.

3.1 일본법규

A. 위험물의 규제에 관한 정령(政令제306호)

제3장 제조소의 위치, 구조 및 설비의 기준

(제조소의 기준) 제9조의 제21항: 위험물을 취급하는 위치, 구조 및 설비는 다음에 따를 것.

“하”. 배관을 지하에 설치하는 경우에는 자치성령(自治省令)이 정한 바에 따라서, 배관의 외면의 부식을 방지하기 위한 조치를 강구하고 또한 해당 배관의 접합부분(용접에 의한 접합부분은 제외)에 대하여서는 해당 접합부분에서 위험물이 새는 것을 점검할 수 있는 조치를 강구할 것.

(옥외탱크저장소의 기준) 제11조 제1항 제7호의 2: 옥외저장탱크중에서 저판(底板)을 지반상에 접하여 설치한 것에 대하여서는 자치성령이 정하는 바에 따라 저판의 외면의 부식을 방지하기 위한 조치를 강구할 것.

제12호: 옥외저장탱크의 배관의 위치, 구조 및 설비는 다음 호(號)가 정하는 것 이외로 제9조 제21항의 제조소의 위험물을 취급하는 배관의 예에 따를 것.

(옥내탱크저장소의 기준) 제12조 제1항 제11호

: 옥내저장탱크의 배관(이하 생략, 제9조 제21호에 준함)

(지하탱크저장소의 기준) 제13조 제10항: 지하탱크저장소의 배관(이하 생략, 제9조 제21호에 준함).

(이송취급소의 기준) 제18조의 2 제1항: 제3조 제3호의 이송취급소(주: 배관 및 펌프와 이들에 부속되는 시설에 의해서 위험물을 취급하는 취급소)의 위치, 구조 및 설비의 기술상의 기준은 석유파이프라인사업법(1972년 법률 제105호) 제5조 제2항 제2호에 규정하는 사업용시설에 관한 동법 제15조 제3항 제2호의 규정에 기초한 기술상의 기준에 준하여 자치성령으로 정한다.

(일반취급소의 기준) 제19조: 제9조의 규정은 제2조 제4호의 일반취급소(주: 이송취급소이외의 취급소)의 위치, 구조 및 설비의 기술상의 기준에 대하여 준용한다.

B. 위험물에 규제에 관한 규칙(規則)

제3장 제조소의 위치, 구조 및 설비의 구조

(지하배관의 외면의 방식조치) 제13조의 4: 영 제9조 제21호 “하”의 규정에 의한 배관의 외면의 부식을 방지하기 위한 조치는 전기적 부식의 우려가 있는 장소에 설치하는 배관에는 고시(告示)로 정하는 바에 따라 도복장(塗覆裝) 및 전기방식(電氣防蝕)에 의해서, 그 외의 배관에 대하여는 고시로 정하는 바에 따라 도복장에 의해서 한다 (전기방식의 의무조항).

(탱크저부 외면의 방식조치) 제21조의 2: 영 제11조 제1항 제7호의 2의 규정에 의한 옥외저장탱크의 저판의 외면의 부식을 방지하기 위한

조치는 다음에 열거하는 어느 하나에 따르는 것으로 한다.

1. 탱크의 저판의 밑에 탱크의 저판의 부식을 유효히 방지할 수 있도록 아스팔트 산드등의 방식제를 깔 것.

2. 탱크의 저판에 전기방식의 조치를 강구할 것.

3. 앞 각호에 열거한 것과 동등이상으로 저판의 부식을 방지할 수 있는 조치를 강구할 것.

(방식외부) 제28조의 9 제1항: 지하 또는 해저에 설치하는 배관등에는 고시로 정하는 바에 따라 내구성이 있고 또한 전기절연저항이 큰 도복장제에 의해서 외면부식을 방지하기 위한 조치를 강구하지 않으면 안된다.

(전기방식) 제28조의 10 제1항: 지하 또는 해저에 설치하는 배관에는 고시가 정하는 바에 따라서 전기방식조치를 강구하지 않으면 안된다.

제2항: 전항의 조치를 강구하는 경우는 근접한 시설물 그 외의 구조물에 대하여 악영향을 미치지 아니하게 하는데 필요한 조치를 강구하지 않으면 안된다.

(절연) 제28조의 41 제1항: 배관계(配管系)는 보안상 필요가 있는 경우에는 지지물 그 이외의 구조물에서 절연(絶緣)을 하지 않으면 안된다.

제2항: 배관계에는 보안상 필요한 경우는 절연용 계수(繼手)를 삽입하지 아니하면 안된다.

C. 위험물의 규제에 관한 기술상의 기준의 세목을 정하는 고시(자치성 고시제99호-1974)

(지하배관의 전기방식) 제4조: 규칙 제13조의 4의 규정에 의하여 지하배관에 전기방식을 할 경우에 있어서는 다음의 각호에 열거하는 바에 따라서 하지 아니하면 안된다.

1. 방식전위에 대한 규정-생략

2. 측정단자에 대한 규정-생략

3. 전기철도(電氣鐵道)의 노선하등 누설전류(漏泄電流)의 영향을 받을 위험이 있는 곳에 설치한 배관에는 배류법(排流法)등에 의한 조치를 강구할 것.

D. 전기시설에 관한 기술기준을 정하는 성령 (통상산업성령 제61호-1965)

제5장 전기사용 장소의 시설

(전기방식시설) 제248조 제1항: 전기방식시설(전기방식용 전원을 사용하지 아니하는 것은 제외)은 다음의 각호에 의하여 시설하여야 한다.

1. 전기방식회로의 사용전압은 직류(直流) 60V이하 일 것.

2. 양극은 지중에 매설하거나 수중에서 사람이 쉽게 접촉할 우려가 없는 곳에 설치할 것.

3. 지중에 매설하는 양극(양극의 주위에 도전물질을 메꾸는 경우에는 이를 포함한다)의 매설 깊이는 75cm 이상일 것.

4. 수중에 시설하는 양극과 그 주의 1m이내의 거리에 있는 임의점(任意點)과의 사이의 전위차(電位差)는 10V를 넘지 아니할 것. 다만, 양극의 주위에 사람이 접촉되는 것을 방지하기 위하여 적당한 울타리를 설치하고 또한 위험표시를 하는 경우에는 그러하지 아니한다.

5. 지표 또는 수중에서의 1m의 간격을 가지는 임의의 2점(전호의 양극의 주위 1m이내의 거리에 있는 점 및 울타리의 내부의 점은 제외한다)간의 전위차는 5V를 넘지 아니할 것.

6 ~11. 전선, 전원장치에 관한 규정-생략

제2항. 전기방식시설을 사용함으로써 다른 공작물(工作物)에 전식작용(電蝕作用)에 의한 장해를 줄 우려가 있는 경우는 이를 방지하기 위하여 그 공작물과 피방식체와 전기적으로 접속하는 등 적당한 방지방법을 시행하여야 한다.

제3항. 기기내부의 경우에 대한 규정-생략

제6장 전기철도 등

(전식방지 등) 제266조: 직류귀선-생략

(전식방지 등) 제267조: 지중금속체와의 교차-생략

(전기방식 등) 제268조: 지중금속관과의 접근-생략

(전기방식 등) 제269조: 동상-생략

(배류접속) 제270조: 강제배류기를 포함함

3.2 미국법규

연방취체규칙(聯邦取締規則) 제49호-수송 제 192장 도관에 의한 천연가스 및 그 외의 가스의 수송 : 최소한의 연방안전기준, 부장 I-방식의 제요구(諸要求)[Code of Federal Regulation, Title 49-Transportation, Part 192-Transportation of Natural and Other Gas by Pipeline : Minimum Federal Safety Standards, Subpart I-Requirement for Corrosion Control]

A. 192,455 외면부식관리 : 1971년 7월31일 이후에 설치할 지중 또는 수중의 도관(導管)

(a) 본조의 (b)(c) 및 (f)항에 기록된 것을 제외하고 1971년 7월31일 이후에 설치할 지중 또는 수중의 관은 외면부식에 대하여 다음에 표시한 방식을 할 것.

(1) 192,461의 제요구(도복장에 대하여 규정)에 적합하게 방식도장을 실시할 것.

(2) 설치후 1년 이내에 본 부장에 따라서 도관 전체가 방식되도록 설계한 전기방식법을 강구하고 그것을 기동할 것.

(b) 각 취급자는 적어도 토양저항율의 측정, 부식촉진 박테리아의 조사를 포함한 시험, 조사 또는 그 지구에서의 실적에 의하여 부식성 환경이 존재하지 아니한다는 것을 실증할 수 있으면 (a)항을 실시할 필요가 없다. 그러나 적어도 설치후 6개월 이내에 상기(上記)에 준하여 도관전체의 전위분포를 적정하게 평가하기 위하여 연속비교저극 또는 20피트를 넘지 아니하는 간격으로 단일비교전극에 의하여 관대지전위(管對地電位)의 측정과 전위분포의 피크지점에서의 토양저항율 측정을 포함하는 시험을 그 취급자는 할 것. 만약, 이들의 시험에 의해서 부식조건이 인정되면 본조 (a)(2)항에 의한 전기방식을 실시할 것.

(c) 취급자는 시험, 조사 또는 그 지구에서의 실적에 의하여 다음 것이 실증되는 경우는 본조 (a)항을 실시할 필요가 없다.

(1) 동관(銅管)이며 부식환경이 없는 경우.
(2) 설치후 5년 이내에 한정된 임시의 도관이며, 그 기간내에 생기는 부식이 공중(公衆)의 안전에 무해한 경우.

(d) 본조 (b) 또는 (c)항의 규정에 불구하고 도관의 외면에 도장을 한 경우는 본조 (a)(2)항에 따라서 전기방식을 할 것.

(e) 알루미늄관 사용의 금지-생략.

(f) 플라스틱 파이프에 접속된 합금제 부속품에 대한 규정-생략.

B. 192,457 외면부식관리 : 1971년 8월1일 이전에 설치한 지중 또는 수중의 도관.

(a) 압송소, 정압소 및 계측소의 배관을 제외한 1971년 8월1일 이전에 설치한 유효한 도복장이 있는 지중 또는 수중의 수송도관은 그 유효한 도복장을 한 전장(全長)에 걸쳐서 본부장(本副章)에 따라서 전기방식을 할 것. 본부장의 목적에서 나관(裸管)에 가까운 방식전류를 필요로 하는 도관은 유효한 도복장을 가지는 것이 아니다. 취급자는 소요방식전류의 시험을 할 것.

(b) 주철관과 닥타일 주철관 이외의 다음의 1971년 8월1일 이전에 설치한 지중 또는 수중의 도관은 활성부식(活性腐蝕)이 발견되는 개소에 본부장에 따라서 전기방식을 할 것.

(1) 나(裸) 또는 불완전한 도복장의 수송도관.

(2) 압송소, 정압소 및 계측소의 나 또는 도복장의 배관

(3) 나 또는 도복장의 공급관 취급자는 전기적 계측에 의해서, 또는 전기적 측정의 실지가 곤란한 경우는 부식과 누설(漏泄)의 이력(履歷)의 조사, 누설검사 혹은 그 외의 방법에 의해서 활성부식의 개소를 확정할 것.

C. 192,467 외면부식관리 : 전기적 절연

(a) 각 지중 또는 수중의 도관은 그 도관과 다른 구조물이 전기적으로 상호접속되어 단일체로서 전기방식이 되고 있지 아니하는 한 그 지하금속

구조물에서 전기적으로 절연할 것.

(b) 부식관리의 적용을 용이하게 하기 위하여 도관의 일부를 전기적으로 절연할 필요가 있는 경우는 1개소 또는 그 이상의 절연개소를 만들 것.

(c)~(f) 생략

D. 192.473 외면부식관리 : 간섭전류(干涉電流)

(a) 도관계통(導管系統)이 미주전류(迷走電流)로 곤란을 받고 있는 각 취급자는 그와 같은 전류의 유해영향을 최소화하는 계속적 계획을 실시할 것.

(b) 개개의 외부전원식 전기방식장치 또는 유전양극장치는 기존(既存)의 인접 지하구조물에 악영향이 미치지 아니하도록 설계할 것.

4. 국내의 법규의 해설

4.1 전기방식 의무조항상의 문제

부식방지에 관련된 우리나라의 법규, 일본과 미국의 법규들을 개관하면, 어느 나라에서나 공통적으로 「배관의 외면부식을 방지하기 위한 조치는 전기적부식의 우려가 있는 지하 또는 해저에 설치한 가스배관에 대하여는 도복장 및 전기방식에 의해서, 그 외의 가스배관에 대하여는 도복장에 의하여 할 것」이라고 법적으로 의무화되어 있다. 다만, 일본단은 이 외의 위험물을 다루는 지중 또는 해저의 배관(도관)에 대하여도 전기방식을 의무화하였다.

이 전기방식의 핵심적인 의무조항에는 전기적부식(電氣的腐蝕)의 정의가 없다. 그러므로 그 뜻을 정확히 알 수 없으나 단순한 전식(電蝕-galvanic corrosion)만이 아니라 미국규정의 「전기적계측(電氣的計測), 이 측정이 곤란하면 그 외의 방법으로 활성의 부식개소를 찾을 것」으로 보아서 전기적계측에 의해서 파악할 수 있는 모든 부식이라고 해석할 수도 있고, 전기방식의 의무구절로

보아서는 전기방식에 의해서 방지할 수 있는 모든 전기화학적부식으로 해석할 수도 있다.

또 위에서 전기적계측에 의한 활성부식개소의 발견은 구체적인 부식성의 측정항목과 판단기준이 법적으로 아직 없으므로 빨리 그들을 제정할 필요가 있다. 환경의 부식성문제는 지금현재로 2와 3과 같이 비저항, 산화환원전위(redox potential) 등의 전기적측정 이외에 염소이온, 황화수소 등의 부식성 물질농도의 화학적측정, 황산염환원 박테리아 등의 미생물조사법이 보급되어 있다. 그리고 전기방식은 그 방식조치의 정의로 보아서 음극방식(陰極防蝕)이다.

표 2. 토양의 비저항과 철강의 침식도

부식성정도	침식도 mm/y	토양비저항($\Omega \cdot \text{cm}$)	
		(미국)	(소련)
대단히심함	>1.0	0~000	0~500
심 함	0.2~1.0	100~1000	500~2000
보 통	0.05~0.2	1000~6000	2000~10000
적 음	<0.05	>6000	>10000

표 3. 레독스전위와 부식성

레독스전위 mV(NHE)	미생물부식성
<100	대단히 심함
100~200	중정도
200~400	경 도
>400	무부식

전기방식과 도복장(塗覆裝)에 대하여는 우리나라의 규정에는 그 각각을 별항으로 규정한 후 전기적부식의 우려가 있는 가스배관에는 이 양자의 병용(併用)을 의무화하고, 그외의 가스배관에는 도복장만 의무화하고 있으며, 이 도복장은 폴리에틸렌피복강관의 사용으로 규제하고 있다. 그리고 전기적부식의 우려가 있는 환경에 있는 가스배관에 대하여는 유효한 도복장이 있는 경우에도 전기방식을 병용하여 완전한 2중(2重)방식을 의무화한 것은 전기방식을 하지 아니한 배관의 도복

장에 결함이 있으면 단시간에 그 결함부가 심히 부식되어 가스누설사고를 일으킬 우려가 많기 때문이라고 생각된다. 또 미국규정³⁾에는 나관(裸管)에 가까운 방식전류를 요구하는 배관은 유효한 도복장을 가지지 아니하는 배관으로 정의하고 있다.

4.2 전기방식 시공상의 문제

전기방식의 시공은 첫째로 피방식배관에 적절한 방식전위를 유지하게 하여야 하고, 둘째로는 전기방식용 양극을 설치한 지중이나 수중의 전위구배(電位勾配)가 그 제한조건을 만족하는 안전성을 유지하여야 하고, 셋째로는 전기방식시설의 미주전류(迷走電流)에 의해서 그에 인접한 다른 시설물에 간섭(干渉)의 장애가 생기지 아니하게 하는 등이다.

첫째문제의 배관의 방식전위는 방식전류가 흐르는 상태에서 포화황산동전극기준으로 $-0.85V$ 이하이고 황산염환원박테리아가 번식하는 환경에서 $-0.95V$ 이하이며, 혹은 자연부식전위에서 $300mV$ 이상 음분극(陰分極)시킬 수 있는 동시에 과방식(過防蝕) 장애가 생기지 아니하도록 포화황산동전극기준으로 통상적 방식전위인 $-0.93 \sim -1.03V$ ($-850 \sim -950mV/SCE$)가 유지되도록 시공을 하여야 한다.

둘째문제의 안전성은 ①전기방식용 전원(電源)의 사용전압은 $60V$ 이하의 직류이고 ②양극주위 $1m$ 내의 전위구배는 $10V/m$ 이하, 그 외주의 전위구배는 $5V/m$ 이하가 되게 시공하여야 한다.

셋째의 미주전류 간섭문제는 전류밀도(iA/m^2)가 높고 환경의 비저항($\rho \Omega m$)이 클 때 생기기 쉽고, 그 전장(電場)의 세기($E V/m$)는 $E=ip$ 의 관계가 있다. 그러므로 주어진 환경에서 이 간섭문제를 경감시키기 위해서는 전류밀도를 낮추어서 동시에 둘째문제의 전위구배도 그 제한조건이하에 유지하는 수 밖에 없다.

따라서 전기방식공사는 이 세개의 문제를 동시에 해결하는 것이 좋고, 그들을 동시에 해결하기 위

하여는 방식비용이 증가되지만 유전양극(流電陽極)을 사용하거나 전류량이 적은 불용성양극(不溶性陽極)을 많이 채용하고 피방식체에 가깝게 설치하여 배관의 전장(全長)표면이 첫째문제를 만족하는 방식전위를 유지하게 하여야 한다. 또 미주전류에 의한 간섭장애를 경감시키는 방법에는 피방식배관에 인접한 시설물을 전기적으로 접속(bonding)하여 인접한 시설물과 공동으로 방식하는 방법이 있고, 인접한 시설물에 접근된 피방식배관의 표면을 전기적으로 절연하는 방법도 있다.

4.3 전기적부식의 우려가 있는 배관 이외의 가스배관등의 방식문제

이러한 가스배관에는 폴리에틸렌피복 강관 등을 사용하여야 하고 사용압력 $4kg/cm^2$ 이하의 이러한 가스배관에는 가스용 폴리에틸렌관등을 사용하여야 하며, 건축물의 벽을 관통하는 부분의 가스배관은 보호관과 부식방지피복을 하여야 하고 건축물내의 가스배관에는 이음매가 없는(용접이음매는 제외) 동관, 스테인레스강관 등의 내식성재료를 사용하여야 하며, 액화석유가스 저장탱크에는 녹이 슬지 아니하도록 부식방지도장을 하도록 규정하고 있다. 또 가스배관을 지하에 매설할 때는 매설깊이를 지면부터 $1m$ (차량이 통행하는 폭 $8m$ 이상의 도로에서는 $1.2m$) 이상으로 규정하고 있다.

위의 규정에서 전기적 부식의 우려가 있는 배관 이외의 가스배관에 대하여 내식성의 폴리에틸렌 피복 등을 의무화한 것은 이 배관에 위험한 인화성가스가 흐르므로 그 배관에는 장기간 충분한 안전성을 확보하여야 한다는 당위성의 표시이며, 건축물의 벽을 관통하는 부분의 배관에 대한 조치는 가스배관이 벽체에 매설될 경우의 무리한 하중과 이질환경중의 부식을 방지하는 면이 있으나 다른 면에서는 철근콘크리트벽을 관통할 경우 배관이 철근과 접촉되어 발생할 부동태-활성태 부식⁹⁾을 방지하는 뜻이 있는 것 같고, 건축물내의 지하에 매설한 배관에 이음매가 없는 내식성재료-

사용하도록 한 것은 가스누설의 위험과 접근공간으로 보수하기가 어렵다는 점이 고려된 것으로 해석된다. 또 가스배관을 지중에 일정깊이 이상으로 매설하라는 것은 외력에 의한 배관의 손상 방지와 침투하는 산소에 의한 부식¹⁰⁾을 경감하는 뜻이 포함된 것 같다.

4.4 기타 금속구조물의 방식문제

A. 위험물제조소등의 시설의 방식

우리나라의 소방법에서 위험물제조소의 배관과 간이탱크저장소의 탱크에는 그 외면의 부식을 방지하기 위하여 방청도장(防錆塗裝)*을 하여야 하고, 지하탱크저장소의 탱크는 그 외면에 방청 및 아스팔트 도장을 한 후에 아스팔트루핑을 하라는 등의 중도장을 하도록 규정하고 있으며, 이들의 시설은 석유류등의 위험물질을 다루나 가스배관과 같이 전기방식의 의무를 규정하지 아니하고 있다. 그러나 위험물 제조소의 배관을 지상(地上)에 설치하는 경우는 그것이 지면에 닿지 아니하게 하라는 것은 배관이 지면에 닿으면 생길 수 있는 접촉부식 즉 통기차전지에 의한 부식을 배려한 것으로 생각된다.

또 일본 소방법에서 위험물 저장탱크의 저부(底部)에 아스팔트 산드를 깔거나 그 저부를 전기방식하라는 것은 그 저판이 물, 산소 및 응력에 의해서 부식되기 쉽고 이 탱크는 석유류 뿐만 아니라 도시가스도 다루므로 방식조치를 더 엄격히 규제한 것으로 생각된다.

B. 철근콘크리트 구조물의 철근의 방식

우리나라 건축법의 철근콘크리트에는 이에 사용하는 모래·자갈 등의 골재(骨材)와 물에 철근(鐵筋)을 녹슬게 하는 산·염·유지물 등을 유해한 양이상으로 포함되어서는 아니되고, 철근을 덮는 콘크리트의 두께는 그 콘크리트에 가하여지는 하중과 그 주위환경에 따라서 2~6cm 이상으로 규정하고 있으며, 내력부분(耐力部分)에 사용하는

구조용강재에는 방청도장을 하도록 되어⁶⁾ 있다.

이 규정에는 철근을 녹슬게 하는 구체적인 물질과 그 유해한 한도량이 명시되지 않았다. 그러나 모래에 함유하는 염분한도만은 한국공업규정(KS) F 4009-1991, 레미콘(ready mixed concrete)부에¹¹⁾ 0.04% (NaCl)이하로 규정하고, 주문자의 승인이 있는 경우는 그 한도를 0.1%이하를 원칙으로 한다고 되어 있다.

이 철근콘크리트의 규정은 그 철근이 부식하면 그 구조물의 강도를 심히 약화할 뿐만 아니라 그 콘크리트를 균열과괴할 위험이 있으므로 그 구조물의 안전성을 해치고 수명을 심히 단축할 수 있다는 점을 고려한 것으로 생각된다.

C. 한국선급협회(KR), 선급 및 강선규정상의 방식

이 규정은 법규가 아니나 그 선급의 안전성을 인정받기 위하여는 그것을 준수하여야 하므로 준법적 효력을 가진다.

이 규정에서 방식문제는 기름탱크를 제외한 모든 선박의 강재에는 양질의 도료를 두번이상 칠하도록 되어있고(물탱크내에는 시멘트칠로 대신할 수 있음) 디프탱크·이중탱크·선수미탱크 또는 연료유 탱크내에는 이 협회가 인정하는 방식조치(corrosion control)를 강구하는 경우에는 그 부재의 치수를 경감시켜 줄 수 있다고⁷⁾ 되어 있다.

이 규정에는 협회가 인정하는 방식조치의 내용과 경감한도가 명시되지 않았으나 당협회에 따르면 전기방식을 할 경우는 해당 부재의 두께를 10% 이내에서 경감시켜 준다고 한다. 또 선체에는 그 외관의 수물부를 도장방식과 전기방식의 2중방식을 예외없이 실시하고 있으나 이것은 긴 역사를 통하여 실시되고 있는 관례(慣例)로 보는가 그 법적 규제도 부재의 경감조치도 없다.

또 필자의 연구에 의하면 해수중에서 -750 mV/SCE(포화황산동전극기준으로는 -830mV)이하의 방식전위로 전기방식하면 나금속면에 대하여도 95% 이상¹²⁾의 방식효율을 얻을 수 있고, 피로하중을 받는 해수중의 강재에 대하여 -1000

* 방청(防錆)은 우리말이 아니므로 방수(防銹)로 바로 잡아야 할 것임.

mV/SCE내외로 전기방식할 경우는 그 부식피로 한도를 대기중의 값이상¹³⁾으로 높일 수 있다.

5. 결 론

부식방지에 관한 국내외의 법규를 개관하고 그 해설을 통하여 보면 다음과 같은 결론을 내릴 수 있다.

① 녹이 슬거나 만성적인 부식이 일어날 수 있는 대기중이나 지중에 매설된 금속구조물에는 도장방식을 하도록 하고 있고, 위험성이 많은 도시가스배관에는 이러한 환경에서도 내식성이 좋은 폴리에틸렌피복관이나 가스용 폴리에틸렌관을 사용하게 하였으며, 전기적 부식이 생길 우려가 있는 환경에 매설된 가스배관(일본에서는 다른 위험물 취급 배관 포함)에 대하여는 폴리에틸렌피복과 전기방식을 병용하도록 의무화하고 있다.

② 특수환경에 있는 콘크리트중의 철근에 대하여는 그 부식영향이 크므로 그 골재의 질과 콘크리트의 피복두께로서 그 부식방지의 의무를 규제하고, ③ 흔히 생길 수 있는 금속구조물의 통기차전지(通氣差電池)에 의한 부식의 경감조치에 대하여는 그 매설깊이, 지면과의 접촉금지 등의 설치방법을 규제함으로써 해결하고 있으며, ④ 전기방식을 할 경우에 생길 수 있는 미주전류(간섭전류)에 의한 부식은 결선(bonding), 절연 등의 방법으로 규제하고 있다. 그리고 ⑤ 전기방식조치를 법적으로 의무화한 것은 전기적 부식이 일어날 우려가 있는 지중 또는 해저의 매설가스배관(일본에서는 다른 위험물 취급의 배관 포함)에만 국한 되어있고, 선박(船舶)의 탱크내면에 대하여서는 법적의무가 없이 시공을 권장하고 이것을 할 경우는 해당부재의 두께를 감하여 주고 있으며, 그 외의 어떠한 금속구조물에 대하여도 지금 현재로는 전기방식의 의무나 부재 두께의 경감을 규정하지 아니하고 있다.

그러나 전기방식조치는 해양구조물, 선박, 상술한 가스배관 및 그외의 지하매설 금속구조물, 기

타의 많은 대형금속구조물에 대하여 오랜 역사를 가지고 법적의무가 없이 관례적으로 시공하여 왔으며, 이 방식법은 그들의 구조물에 대하여 가장 확실하고 가장 경제적인 방식법으로 평가를 받고 있다. 따라서 고갈되어 가는 자원을 절약하고 시설의 경제성과 안전성을 향상시키기 위하여 (6) 전기방식조치는 이미 많이 시공되고 있는 이러한 금속구조물에 대하여 부식성이 강한 환경에 설치하는 경우에 그 전기방식조치의 법적의무를 확대하여 규정하여야 하겠고, 이 전기방식조치를 강구할 경우는 그 부재의 치수를 경감시켜주는 조치도 있어야 할 것으로 생각한다.

참 고 문 헌

1. 법제처 : 대한민국 현행법령집, 한국법제연구원, 제33권, 32, 전기·가스, p. 739, 307(1990)
2. 동력자원부고시 제87-55호, 배관의 전기방식 조치 기준(1987, 10, 24)
3. 市野瀬 比路實 : 法規の中の電氣防蝕, 防食技術, **36**, 7, 452(1982)
4. 전대회 : 금속의 방식규정, 방식기준 및 그에 관련된 규격, 한국부식학회지, **9**, 1, 17(1980)
5. 법제처 : 대한민국 현행법령집, 한국법제연구원, 제13권, 12, 민방위·소방, p. 497(1990)
6. 법제처 : 대한민국 현행법령집, 한국법제연구원, 제35권, 34, 주택·건축·도로, p. 525(1990)
7. 한국선급협회 : 선급 및 강선규정, p. 196, 315(1981)
8. 전대회 : 지하매설 철강체의 부식과 음극방식, 한국부식학회지, **7**, 1, 27(1978)
9. 전대회 : 우리나라 방식기술상의 노하우, 한국부식학회지, **21**, 1, 46(1992)
10. 전대회 : 실용방식공학, 대화출판사, p. 240(1991)
11. 한국공업규격(K.S) F 4009, 레드믹스콘크리트 p. 1(1991)

12. 전대회·전중석등 : 분극저항에 의한 실용금속의 최적음극방식전위의 결정법, 한국박용기관학회지, **16**, 2, 33(1992)
13. 전대회·이의호등 : 조선용강재의 부식피로와 전기방식, 한국박용기관학회지, **9**, 2, 139(1985)