

地下タンク等の外面防食に対する漏えい危険物の影響に関する研究

野田 哲也*, 鈴木 健司*

概要

地下タンクには外面防食措置として、塗覆装が施工されている。東京消防庁管内において、昭和 57 年以前に設置された地下タンクの塗覆装の種類で、最も多いのはアスファルト塗覆装で約 8 割を占めており、次いでタールエポキシ樹脂塗覆装、エポキシ樹脂塗覆装の順となる。本研究では、このような地下タンクに接続されている配管や隣接タンク等から危険物が漏えいして当該地下タンク外面に接触した場合、塗覆装がどのような影響を受けるかを検証した。本研究で得た主な結果については、次のとおりである。

- 1 アスファルト塗覆装は、ガソリン等の危険物により容易に溶解した。よって、地下タンク本体の鋼板が露出する可能性がある。
- 2 タールエポキシ樹脂塗覆装は、ガソリン等の危険物に浸漬することにより硬くなった。よって、ひびが入る可能性がある。
- 3 エポキシ樹脂塗覆装は、今回用いた危険物では外観、膜厚及び硬度に変化はみられなかった。
- 4 アスファルト塗覆装及びエポキシ樹脂塗覆装は、水に浸漬すると軟化する傾向がみられた。

1 はじめに

消防法別表第 1 に定める危険物を貯蔵する地下タンク貯蔵所等は、設置後数十年経過しているものが増加しており、老朽化による地下タンク本体や埋設配管等（以下、「地下タンク等」という）からの危険物漏えい事故の増加が危惧されている。

地下タンクは周囲の環境の影響による鋼板の腐食を防止するため、当該地下タンクの外面に塗覆装が施工されている。しかしながら、地下タンク本体に接続されている配管または当該地下タンクの周囲の地下タンク等から危険物が漏えいした場合等には、当該地下タンクの塗覆装に対して漏えいした危険物が接触することとなる。

このため、本研究により漏えい事故発生時における健全な地下タンクの塗覆装への影響について検証することを目的とした。

2 概要

地下タンクの配管等から危険物が漏えいした場合、その付近の土壌は危険物に汚染される。この危険物が図 1 のように地下タンク本体に至った場合、地下タンク本体の外面を保護することを目的とした塗覆装は、何らかの影響を受ける可能性がある。

一方、塗覆装については危険物の規制に関する政令（以下、「危政令」という。）第 13 条及び危険物の規制に関する規則（以下、「危規則」という。）第 24 条により、タンク室を設けない鋼製地下タンクには、モルタル

塗り、アスファルト塗覆装、エポキシ樹脂塗覆装またはタールエポキシ樹脂塗覆装により施工することとされている。タンク本体については昭和 34 年 9 月に危政令及び危規則が制定された当初から腐食防止措置が規定されていたが、配管については昭和 48 年の法令改正により腐食防止措置を施すことと規定されている。

ところで、当庁管内における地下タンク等の腐食劣化に起因した危険物の漏えい事故は、地下タンク等を埋設後 20 年以上経過したものが全体の約 80% を占めている。当庁危険物課では、昭和 57 年 3 月 31 日以前に設置許可

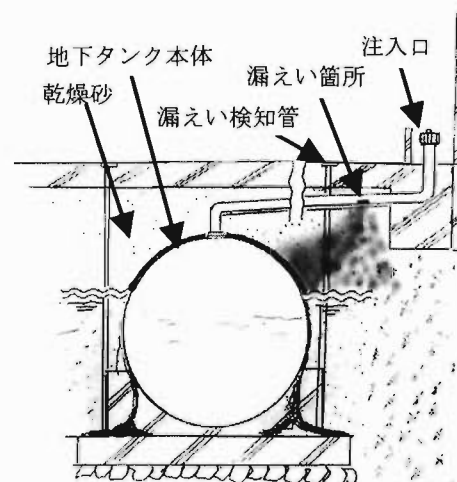


図 1 配管から危険物が漏えいした場合の地下タンク本体への影響の想定

* 第二研究室

に係る完成検査を実施した地下タンクを有する製造所、地下タンク貯蔵所、地下タンクを有する給油取扱所及び地下タンクを有する一般取扱所について調査を行っており¹⁾、そのうち埋設年別の腐食防止措置件数の結果は表1のとおりである。これらの調査結果から、過去の腐食防止措置は、アスファルト塗覆装が全体の約79%を占め、タールエポキシ樹脂塗覆装、エポキシ樹脂塗覆装の順となっており、これら3種類で全体の約93%を占めている。

アスファルト塗覆装は、タンクの外面にさび止め塗装を行い、その表面にアスファルト及びアスファルトルーフィングによる被覆を厚さ1cmに達するまで交互に行うものと危規則に定められている(図2)。なお、アスファルトは、ブローンアスファルトまたはアスファルトコンパウンドで加熱溶解して塗布するが、アスファルトルーフィングとの接着性を保持するために通常はアス

ファルトプライマーを用いる²⁾。アスファルトルーフィングは、日本工業規格A6005「アスファルトルーフィングフェルト」に定められているもので、アスファルトフェルトに用いる原紙(一般に40~60%の木綿・麻・羊毛・くずと40~60%の木材パルプ・紙くず等の混合物から構成されているもの)または、さらに厚い原紙に熱溶解ストレートアスファルトを浸透させた後200~220℃に加熱溶解したブローンアスファルトを両面に被覆(上掛け)させ、製造中や貯蔵中の粘着を防止するために、100~200メッシュの細かい無機質粉体を付着させた製品である²⁾。

また、エポキシ樹脂塗覆装またはタールエポキシ樹脂塗覆装については、タンクの外面にプライマーを塗装し、その表面に覆装材を巻き付けた後、エポキシ樹脂またはタールエポキシ樹脂による被覆をタンクの外面から厚さ2mm以上に達するまで行うこととされている(図3)。

表1 埋設年別地下タンクの腐食防止措置¹⁾

埋設年	地下タンクの腐食防止措置										合計	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J		
S22~S26	1	5	0	0	0	0	0	0	3	0	0	9
S27~S31	15	115	5	19	5	0	1	11	1	3	175	
S32~S36	28	313	21	29	0	0	0	14	1	12	418	
S37~S41	22	1216	67	121	1	0	0	55	11	22	1515	
S42~S46	25	2416	83	120	1	0	2	134	10	54	2845	
S47~S51	16	2127	67	79	0	1	0	83	4	32	2409	
S52~S57.3	2	1100	309	396	3	0	2	59	18	10	1899	
合計	109	7292	552	764	10	1	5	359	45	133	9270	

凡例(地下タンクの腐食防止措置)

- A モルタル塗り、B アスファルト塗覆装、C エポキシ樹脂塗覆装、D タールエポキシ樹脂塗覆装
 E ガラスフレークタールエポキシ樹脂塗覆装、F ウレタン樹脂塗覆装、G ポリエステル樹脂塗覆装
 H さび止め塗装、I その他材料による塗覆装、J 不明

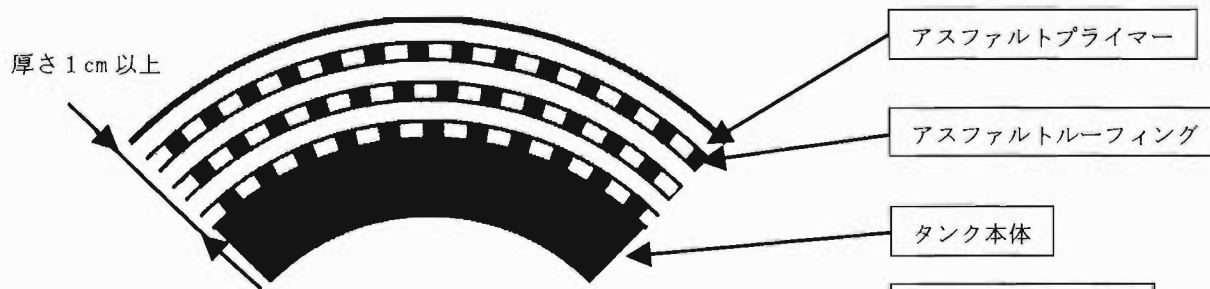


図2 アスファルト塗覆装模式図

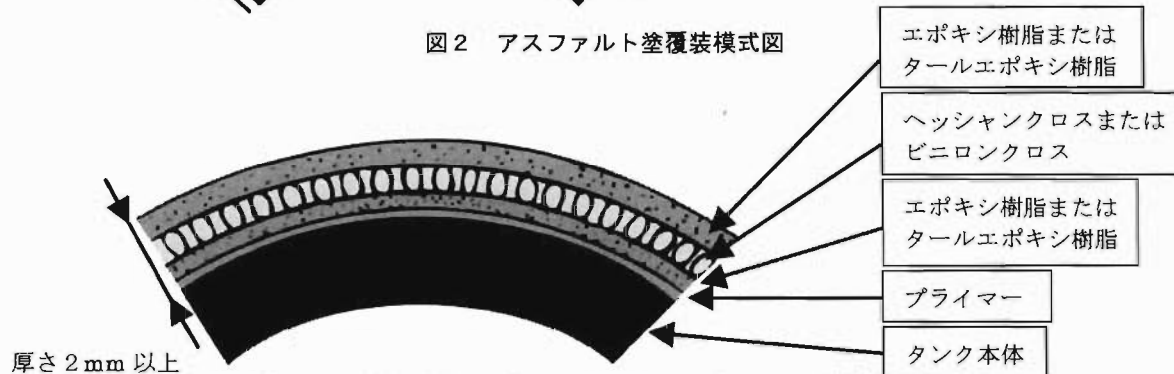


図3 エポキシ樹脂塗覆装及びタールエポキシ樹脂塗覆装模式図

このうち、覆装材は、日本工業規格 G3491「水道用鋼管アスファルト塗覆装方法」に定めるビニロンクロスまたはヘッシャンクロスに適合する必要がある。

これらのことから、本研究ではアスファルト塗覆装、エポキシ樹脂塗覆装及びタールエポキシ樹脂塗覆装を施した試験片を用いた。また、地下タンク貯蔵所で貯蔵している危険物は、平成 16 年 3 月末現在、当庁管内では全て第 4 類危険物である³⁾ことから、ガソリン、灯油及び軽油並びに比較のため水（以下、これらを「浸漬液」という。）を用いた。上記 3 種の試験片をそれぞれの浸漬液に浸漬し、その変化を目視、膜厚及び硬度により確認した。

3 実験方法

(1) 実験器材

ア 塗覆装試験片

以下の 3 種類の試験片を用いた。なお、厚さ 3.2mm のステンレス板に、表 2 に示す塗料等を用いた。

アスファルト塗覆装試験片（縦横約 300mm×厚さ約 23.2mm）（写真 1 参照） 8 枚

エポキシ樹脂塗覆装試験片（縦横約 200mm×厚さ約 7.2mm）（写真 2 参照） 8 枚

タールエポキシ樹脂塗覆装試験片（縦横約 200mm×厚さ約 7.2mm）（写真 3 参照） 8 枚

イ 浸漬液

ガソリン、灯油、軽油、水

ウ 測定器

膜厚計（株式会社サンコウ電子研究所製 SL-120C）（写真 4 参照）

硬度計（株式会社テクロック製 GS-721N TYPE E）（写真 5 参照）

(2) 実験方法

ステンレス製密閉容器に、試験片を塗覆装の種類別にそれぞれ 2 枚ずつ入れた。そして、それぞれのステンレス製密閉容器に浸漬液を、試験片の上部約 2cm を残して入れた（写真 6）。これらの試験片は継続的に浸漬し、測定時のみ試験片を取り出した。なお、それぞれの試験片は、表 3 に示す組合せで浸漬した。

表 3 に示した試料 1 から試料 24 について、予め用意した膜厚計のプロープの大きさに合わせて切り抜いた型紙を用いて膜厚を 9ヶ所測定した（写真 7）。なお、この型紙は、試験片の測定場所によって膜厚にばらつきがあるため、膜厚を測定する場所を限定するために用いた。

また、硬度計を用いて膜厚測定を行わない部分のうち任意の 3ヶ所を測定した（写真 8）。硬度は単位のない数値で表され、通常はその値を用いて硬度とすることが日本工業規格に定められている⁴⁾。しかし、今回の試験片は表面が完全な扁平ではないため、硬度計の指示値にばらつきが出た。よって、本実験では硬度計を試験片に押し付けた瞬間の指示値から 5 秒後の指示値を差し引い

表 2 各試験片の鋼板、覆装及び塗料

	アスファルト 塗覆装試験片	エポキシ樹脂 塗覆装試験片	タールエポキシ樹脂 塗覆装試験片
鋼 板	榊スズヤス 熱延広幅帯鋼 鋼番 3959639B JIS G3101 SS400 適合品 化学成分 C : 0.07%、Si : 0.02%、Mn : 0.51%、P : 0.014%、S : 0.006%		
表面処理	サンドブラスト SIS Sa2.5		
さび止め	大日本塗料(株) エポニックス#20 さび色（エポキシ樹脂下塗塗料厚膜型） 主剤：エポキシ樹脂 硬化剤：変性脂環式ポリアミン 1 回塗り	大日本塗料(株) ゼッタール EP-2（有機ジシクリッチプライマー） 主剤：エポキシ樹脂 硬化剤：変性脂肪族ポリアミン 1 回塗り	
覆 装	日新工業(株) アスファルトルーフィング 1500 JIS A6005 適合品 4 枚貼り合わせ	野村工業(株) 耐熱用ビニロンクロス 品番 1028 JIS G3491 適合品 1 枚	
塗 料	日新工業(株) マルエスコンパウンド 6 号（アスファルトプライマー、防水工事用アスファルト 3 種） JIS K2207 適合品 貼り合わせの度塗装 アスファルトプライマー	大日本塗料(株) エポニックス#20 さび色（エポキシ樹脂下塗塗料厚膜型） 主剤：エポキシ樹脂 硬化剤：変性脂環式ポリアミン 7 回塗り	大日本塗料(株) SDC コート#402T（黒色）（タールエポキシ樹脂塗料厚膜型） 主剤：エポキシ樹脂（コールタールピッチ 20～30% 含有） 硬化剤：変性脂肪族ポリアミン 5 回塗り

た値を硬度とした。すなわち、数値が大きいほど硬度が小さく、数値が小さいほど硬度が大きいということになる。例えば、鋼板等の硬いものでは、硬度計の指示値が下らないので、0となる。

4 結果

(1) 試験片外観の観察

エポキシ樹脂塗覆装試験片及びタールエポキシ樹脂塗覆装試験片については、いずれの浸漬液の場合も目視では変化がみられなかった。アスファルト塗覆装試験片に

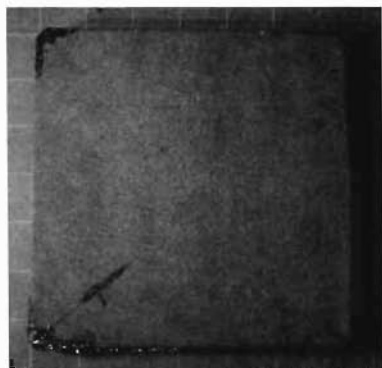


写真1 アスファルト塗覆装試験片

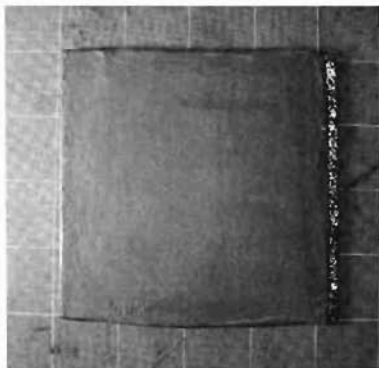


写真2 エポキシ樹脂塗覆装試験片

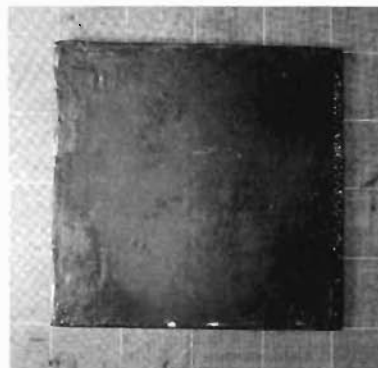


写真3 タールエポキシ樹脂塗覆装試験片



写真4 電磁式膜厚計



写真5 硬度計



写真6 試験片の浸漬

表3 各試験片と浸漬液の組合せ

浸漬液	試験片	エポキシ樹脂塗覆装試験片	タールエポキシ樹脂塗覆装試験片	アスファルト塗覆装試験片
水		試料1・試料2	試料9・試料10	試料17・試料18
ガソリン		試料3・試料4	試料11・試料12	試料19・試料20
灯油		試料5・試料6	試料13・試料14	試料21・試料22
軽油		試料7・試料8	試料15・試料16	試料23・試料24



写真7 試験片の膜厚計による測定



写真8 硬度計による試験片の硬度測定

については、ガソリン、灯油及び軽油に浸漬したものについて、浸漬5日後には既にアスファルトプライマーが溶解していた。浸漬5日後の、アスファルト塗覆装試験片の外観写真をそれぞれ写真9から写真16に示す。

(2) 膜厚測定及び硬度測定

エポキシ樹脂塗覆装試験片及びタールエポキシ樹脂塗覆装試験片の厚さの平均について、浸漬期間による変化を図4に示す。

また、エポキシ樹脂塗覆装試験片及びタールエポキシ樹脂塗覆装試験片の硬度の平均並びにアスファルト塗覆装を水に浸漬したときの硬度の平均について、浸漬期間による変化を図5に示す。

5 考察

(1) 試験片の浸漬による外観変化

今回の実験で行った浸漬試験において、いずれの浸漬液に対してもエポキシ樹脂塗覆装試験片及びタールエポキシ樹脂塗覆装試験片は変化がみられなかった。しかし、アスファルト塗覆装試験片をガソリンに浸漬したときは、アスファルトプライマーが完全に溶解し、アスファルトルーフィング及び鋼板のさび止めのために施したエポキシ樹脂塗装が完全に露出していた(写真11)。また、試験片最外側のアスファルトルーフィングについては、表面に塗装していたアスファルトが完全に溶解していた(写真12)。アスファルト塗覆装試験片を灯油に浸漬したとき及び軽油に浸漬したときは、ガソリンに浸漬したときと比較してアスファルトプライマーは溶解しておらず(写真13及び写真15)、試験片最外側のアスファルト

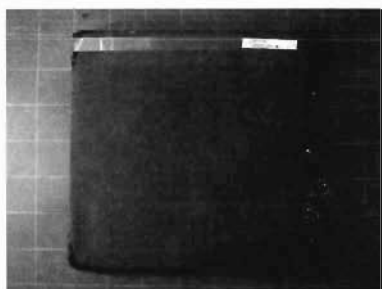


写真9 試料17 (アスファルト塗覆装×水) の浸漬5日後



写真10 試料17 (アスファルト塗覆装×水) の浸漬5日後

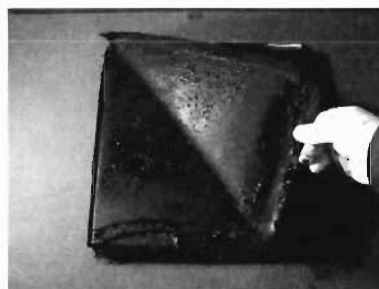


写真11 試料19 (アスファルト塗覆装×ガソリン) のアスファルトプライマーの溶解



写真12 試料19 (アスファルト塗覆装×ガソリン) の表面の溶解

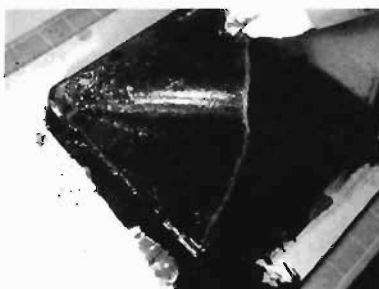


写真13 試料21 (アスファルト塗覆装×灯油) のアスファルトプライマーの溶解



写真14 試料21 (アスファルト塗覆装×灯油) の表面の溶解



写真15 試料23 (アスファルト塗覆装×軽油) のアスファルトプライマーの溶解



写真16 試料23 (アスファルト塗覆装×軽油) の表面の溶解

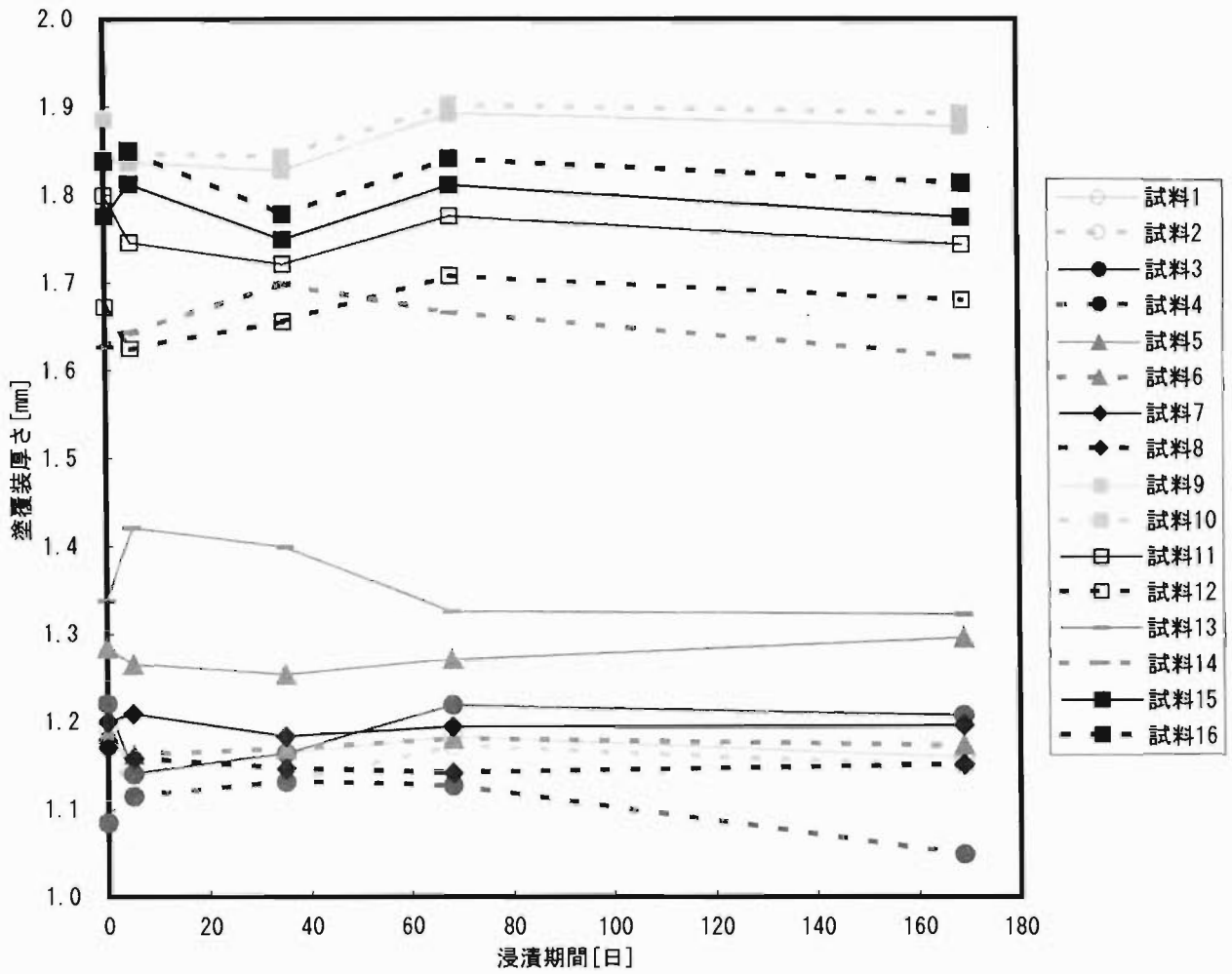


図4 試験片塗覆装厚さの浸漬期間による変化

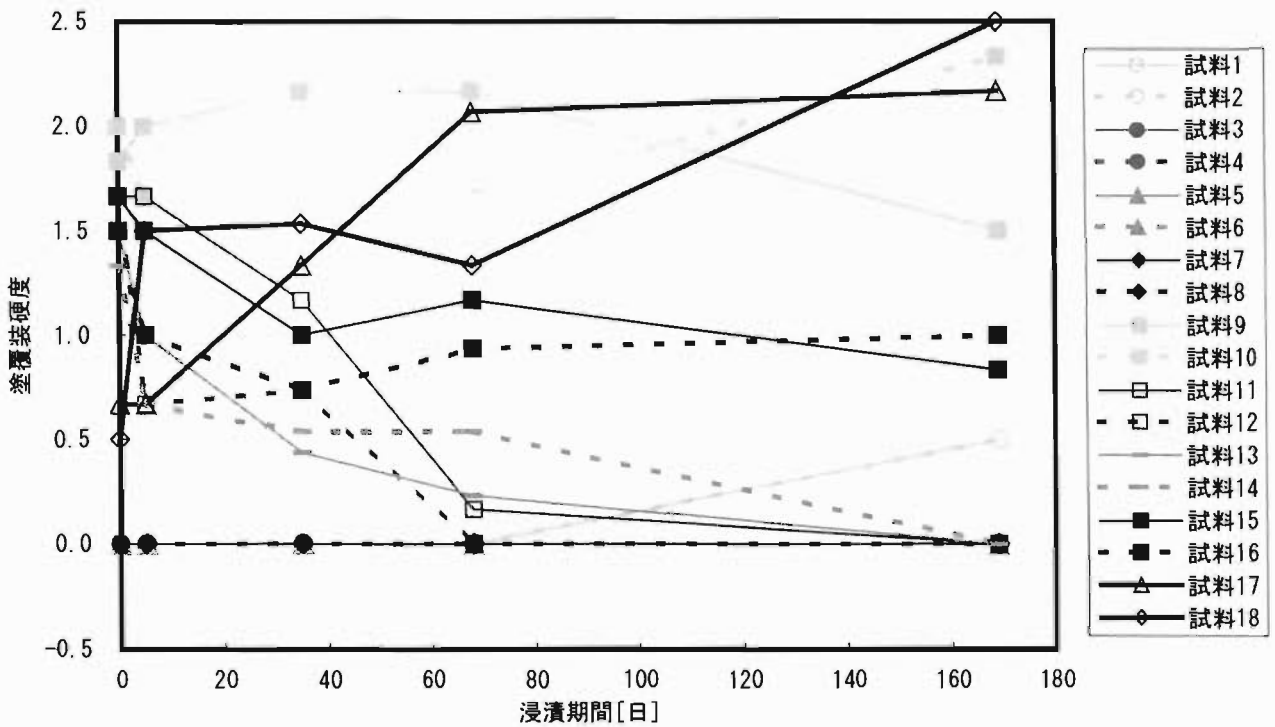


図5 試験片塗覆装硬度の浸漬期間による変化

トルーフィングには若干アスファルトが付着していた(写真 14 及び写真 16)。また、アスファルトルーフィングは、最外側だけしか剥離せず、その内側は接着力を保持していた。これらのことから今回の浸漬では、アスファルト塗覆装はガソリンに最も溶解しやすいといえる。なお、アスファルトプライマーは、アスファルトを揮発性有機溶剤に溶解したものであるため、この揮発性有機溶剤がガソリン等浸漬液に溶解し、アスファルトプライマーが溶解したものと考えられる。

(2) 試験片の膜厚及び硬度

各試験片の膜厚及び硬度については、アスファルト塗覆装のみ、ガソリン、灯油及び軽油への浸漬によりプライマーが溶解したため、測定ができなかった。図 4 から、エポキシ樹脂塗覆装試験片及びタールエポキシ樹脂塗覆装試験片の膜厚変化については、測定の度に変化がみられたものの、膜厚計の精度及び測定箇所の誤差を考慮すると、特に変化が現われたとはいえないと考えられる。今後も浸漬を継続して、膜厚測定を行う必要があると考えられる。

一方、硬度については、図 5 から、アスファルト塗覆装試験片と水及びエポキシ樹脂塗覆装試験片と水の組合せでは、軟化していく傾向がみられた。タールエポキシ樹脂塗覆装試験片をガソリン、灯油及び軽油に浸漬したときは、徐々に硬くなる傾向がみられた。特に、ガソリンに浸漬したときは顕著で、浸漬前は平均で硬度計目盛りが約 1.7 程度下がっていたのに大して、浸漬 68 日後には 0 から約 0.2 と、ほとんど下がらなくなった。これは手で触れたときにも硬くなったと実感できる程度であった。理由については定かではないが、タールエポキシ樹脂塗覆装に用いられている塗料に含まれる有機溶剤成分が浸漬液に溶出したことが原因と考えられる。また、水に浸漬したときは有機溶剤成分が溶出しにくいいため、硬度の変化が少なかったと考えられる。なお、エポキシ樹脂塗覆装試験片及びタールエポキシ樹脂塗覆装試験片に用いられている有機溶剤について、表 4 に示す。また、アスファルト塗覆装試験片に用いられているアスファルトプライマーの成分は定かではないが、文献⁵⁾において推奨されている有機溶剤成分を表 5 に示す。なお、アスファルト塗覆装試験片については、塗料はアスファルトで、成分はメジウムまたはペトロエン、マルテンなどと名づけられる油状成分を含有している。⁶⁾

こういった硬化現象が地下タンクで起こった場合、土

圧のむらや地震等により、塗装がひび割れを起こす可能性があると考えられる。

表 5 アスファルト塗覆装試験片に用いられている塗装の有機溶剤成分及び成分割合

成 分	成分割合
ソルベントナフサ	30～35%
揮発油	25～30%

6 まとめ

今回の研究により、以下のことがわかった。

(1) 今回用いた試験片では、エポキシ樹脂塗覆装及びタールエポキシ樹脂塗覆装試験片はガソリン等の危険物に対して、一定の耐性を示したが、アスファルト塗覆装はアスファルトプライマーが溶解し、短時間で塗覆装の効果が消滅した。

(2) 今回用いた試験片では、タールエポキシ樹脂をガソリン等の危険物に浸漬すると、徐々に硬化したが、エポキシ樹脂については特に変化がみられなかった。

(3) アスファルト塗覆装試験片及びエポキシ樹脂塗覆装試験片は、水に浸漬すると軟化する傾向を示した。

(4) エポキシ樹脂塗覆装試験片及びタールエポキシ樹脂塗覆装試験片については、有意な膜厚変化がみられなかったことから、膜厚変化の傾向を把握するため、今後も浸漬を継続して膜厚を測定し、併せて硬度測定も行う必要がある。

[参考文献]

- 1) 東京消防庁予防部危険物課, 「No. 174・自主防災 地下貯蔵タンク及び地下埋設配管の外面临食措置にかかる実態調査結果等について」(財)東京防災指導協会(2003)p. 16, p. 17
- 2) 三星産業株式会社, 「アスファルト防水」三星産業株式会社(1969)p. 76, p. 86
- 3) 東京消防庁予防部危険物課, 「危険物行政の現況」東京消防庁予防部危険物課(2005)p. 11
- 4) 財団法人日本規格協会, 「JIS ハンドブック 28 ゴム」財団法人日本規格協会(2002)p. 440
- 5) 永井彰一郎編, 「無機有機工業材料便覧」東洋経済新報社(1960)p. 1444
- 6) 化学大辞典編集委員会, 「化学大辞典 1 縮刷版」共立出版(1993)p. 93

表 4 エポキシ樹脂塗覆装試験片及びタールエポキシ樹脂塗覆装試験片に用いられている塗装の有機溶剤成分及び成分割合

	エポキシ樹脂塗覆装試験片	タールエポキシ樹脂塗覆装試験片
主 剤	キシレン (20～30%)	キシレン (20～30%) コールタールピッチ (20～30%)
硬化剤	トルエン (10～20%) キシレン (30～40%) イソブチルアルコール (10～20%)	キシレン (40～50%) イソブチルアルコール (10～20%)

A STUDY ON THE EFFECTS OF LEAKED HAZARDOUS MATERIALS ON THE EXTERNAL CORROSION PROTECTION FOR UNDERGROUND STORAGE TANKS

Tetsuya NODA*, Kenji SUZUKI*

Abstract

Coatings are applied over the outside surfaces of underground storage tanks (USTs) for the protection against external corrosion. The most common type of coating used for USTs set up before 1982 is "asphalt and roofing tar coating", which accounts for 80% of the entire tanks. Next comes "coal tar epoxy coating", and then "epoxy coating".

In this study, the influence of hazardous materials leaked from adjacent USTs or from pipes connected with USTs is verified.

The major results are as follows:

1. "Asphalt and roofing tar coating" is dissolved easily by hazardous materials such as gasoline, kerosene and diesel fuel. Hence, there is a possibility that the steel of tank materials may be exposed.
2. After soaking in hazardous materials such as gasoline, "coal tar epoxy coating" became hard. Hence, there is a possibility of cracking.
3. The hazardous materials used this time had no effect on the outward appearance, hardness and coating thickness of "epoxy coating" tanks.
4. "Asphalt and roofing tar coating" and "epoxy coating" went soft after soaking in water.

*Research Division2