

○強化プラスチック製二重殻タンク

強化プラスチック製二重殻タンクは、危険物を貯蔵する繊維強化プラスチック（FRP：Fiber Reinforced Plasticsの略）製の地下貯蔵タンク（以下「内殻」といいます。）にFRP（以下「外殻」といいます。）を被覆した二重殻タンクで、一般的にFF二重殻タンクと呼ばれています。本稿では、強化プラスチック製二重殻タンクのことをFF二重殻タンクと記述いたします。

1 構造・設備の概要

FF二重殻タンクには、外殻と内殻の間に検知層と呼ばれる間隙があります。

検知層は、内殻の損傷等により危険物が漏えいした場合又は外殻の損傷等により地下水が検知層に浸入した場合に、これらの現象を検知するための構造です。

漏えいした危険物又は地下水（以下「漏えいした危険物等」といいます。）をどのように検知

するかによってFF二重殻タンクの構造・設備は、次に示すように概ね2通りに分類することができます。

(1) 漏えい検知管により検知を行うFF二重殻タンクの構造・設備

ア 検知層及び漏えい検知管

図1に漏えい検知管により検知を行うFF二重殻タンクのイメージを示します。

漏えい検知管とは、外殻の上部から内殻の底部まで貫通させ、検知層に接続する構造となっているものであり、漏えい検知管により検知を行うFF二重殻タンクでは、検知層にシート又はスペーサーネットを使用することで、間隙が極めて小さく造られています。

したがって、漏えいした危険物等の量が僅かであっても、漏えいした危険物等を検知層に接続する漏えい検知管に確実に導くことができます。

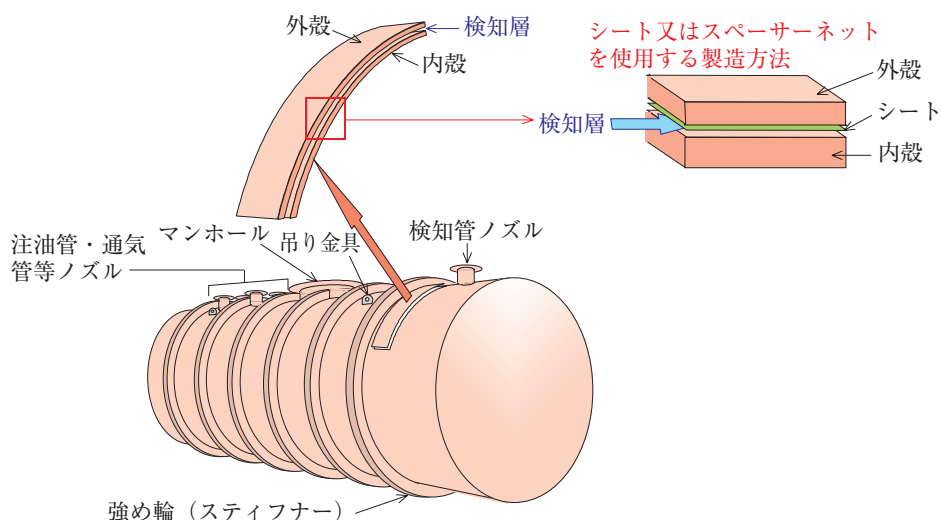


図1 漏えい検知管により検知を行うFF二重殻タンクのイメージ

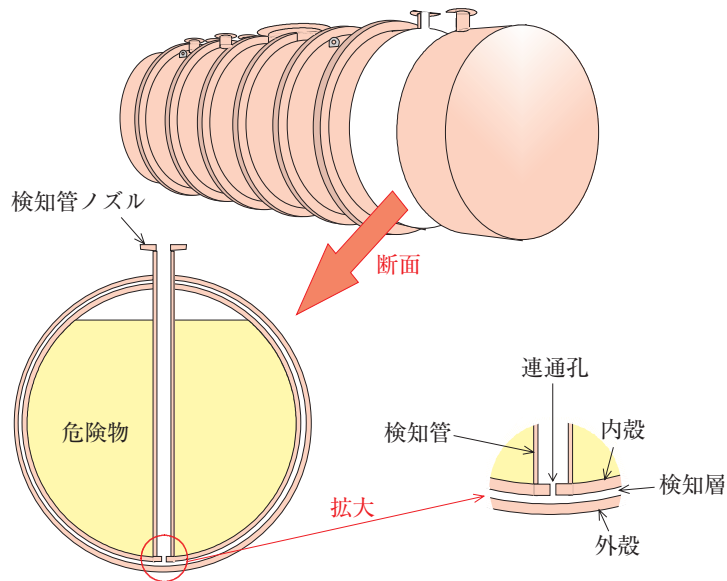


図2 検知層及び検知管の構造(例)

図2に検知層及び漏えい検知管の構造(例)を示します。

漏えい検知管は、内殻の構造に影響を与えないもので、内圧試験、外圧試験及び漏れの点検に耐える十分な強度を有した直径100mm程度のFRP製の管を使用します。

漏えい検知管と接続する内殻の部分には、検知層に漏えいした危険物等を漏えい検知管に流入させるための連通孔が設けられています。

イ 漏えい検知設備

漏えい検知設備の構成(例)を図3に示します。

漏えい検知設備は、漏えい検知管の底部に設けられる検知器本体と事務所等の人のいる場所に設置される警報表示装置並びにこれらを接続する配線等によって構成されています。

万が一、内殻から危険物が漏えいした場合には、漏えいした危険物が漏えい検知管内での液面高さが概ね3cmになった状態で検知できる性能を有していることが必要です。

漏えい検知設備が警報を発した場合は、警

報信号を容易にリセットすることができる構造としてはなりません。

また、複数のFF二重殻タンクを監視する警報表示装置については、警報を発した検知器本体が設けられているFF二重殻タンクを特定できることが必要です。

漏えい検知管の上部にはふたを設けることとされており、一般的にはフランジを介して漏えい検知設備の端子ボックスが設けられています。この例では、端子ボックス内に検知層の漏れの点検を行うための器具が接続できるソケットが設けられています。

漏えい検知管内に設けられている検知器本体及び配線等は、容易に点検や交換が行える構造でなければなりません。

(2) 検知液により検知を行うFF二重殻タンクの構造・設備

ア 検知液で満たされた検知層

図4に検知液により検知を行うFF二重殻タンクのイメージを示します。

検知液により検知を行うFF二重殻タンクでは、検知層に検知液が満たされており、内

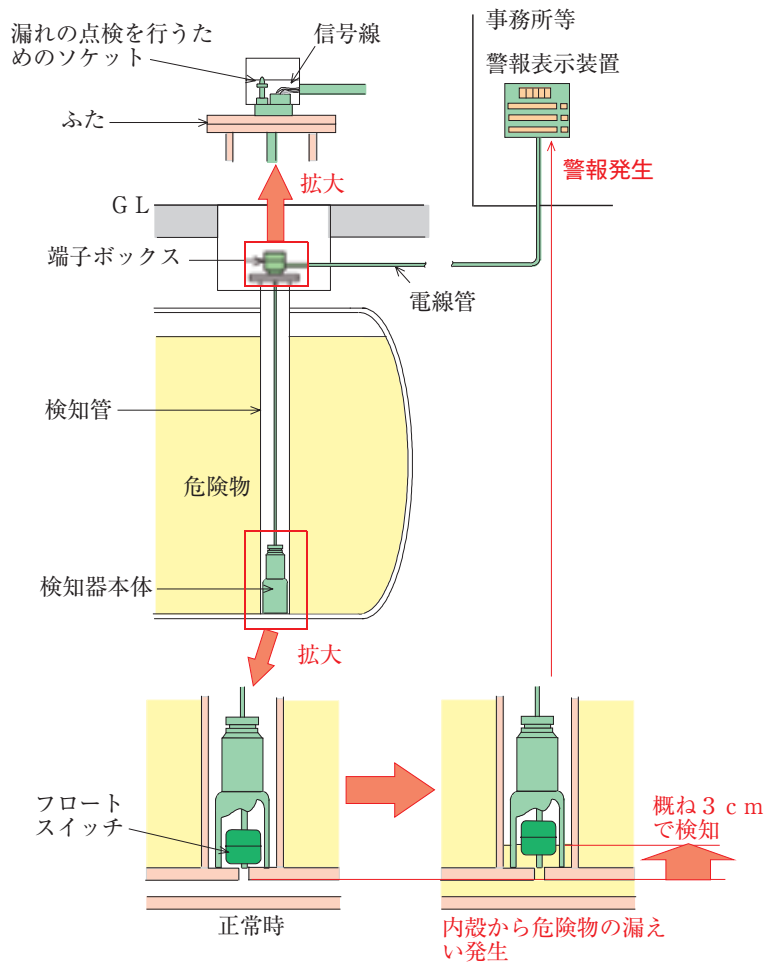


図3 漏えい検知設備の構成（例）

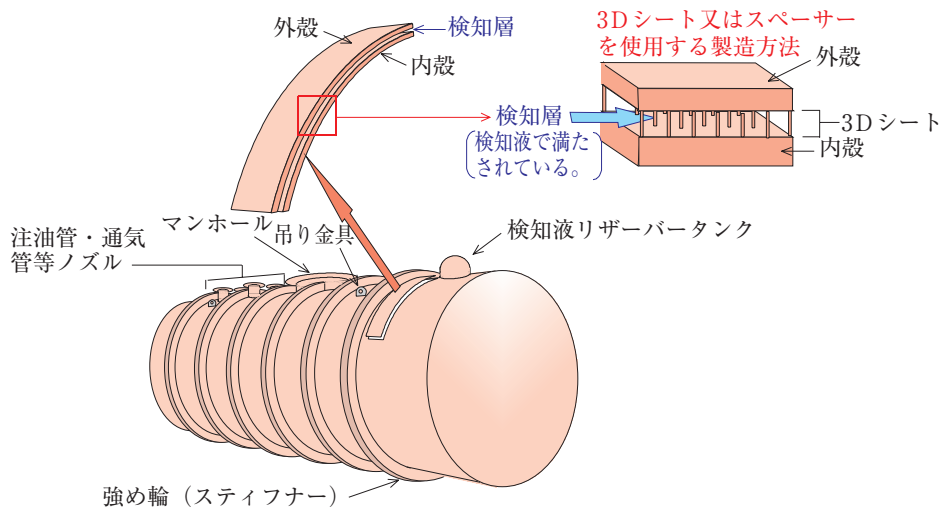


図4 検知液により検知を行うFF二重殻タンクのイメージ

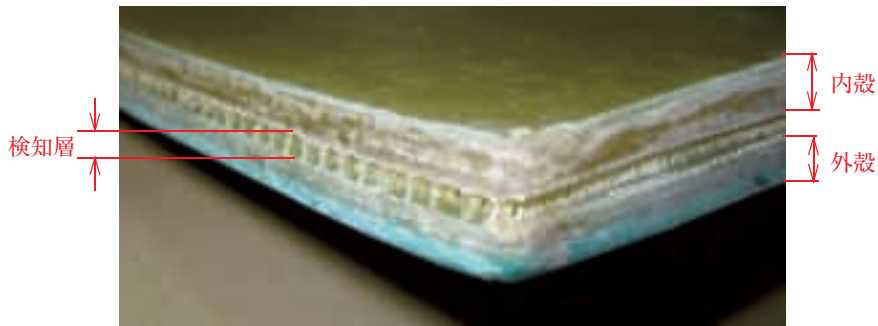


写真 1

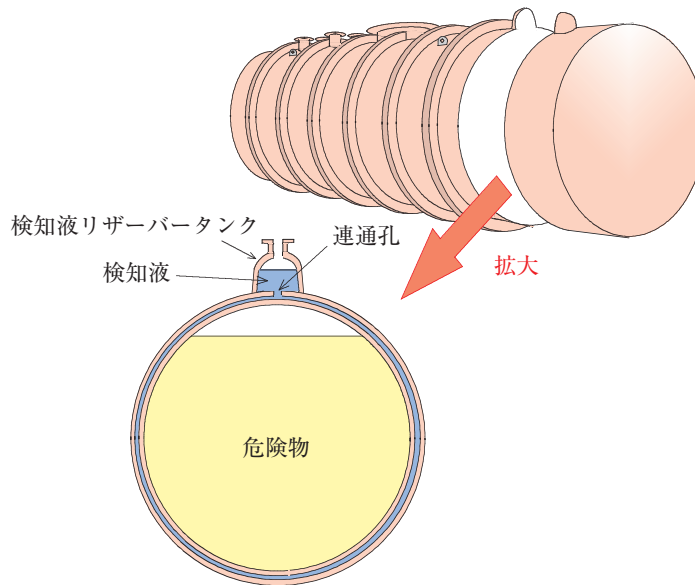


図 5 検知層及び検知液リザーバートankの構造 (例)

殻又は外殻に破損があった場合に検知液の液位が変動することによって、内殻又は外殻の異常を確認することができます。

3Dシート又はスペーサーを使用した検知層は、漏えい検知管により検知を行うものと比較すると間隙(概ね3mm程度)が大きく造られており、検知層には検知液リザーバートankから供給された検知液が満たされています。

3Dシートとは数枚のガラスシートを組み合わせた複合シートであり、中間層にあるシートを構成するガラス繊維が樹脂を含んで硬化することによって、検知層を形成するこ

とができます。

写真 1 に3Dシートを使用した検知層を示します。

検知液は、FF二重殻タンクの内殻及び外殻の強化プラスチックを侵さないことと寒冷地で凍結しないことが必要なことから、一般的に塩化カルシウムの水溶液が使用されます。

図 5 に検知層及び検知液リザーバートankの構造(例)を示します。

検知液リザーバートankは外殻に取り付けられており、外殻には検知層と検知液リザーバートankとの間に検知液を流通させるため

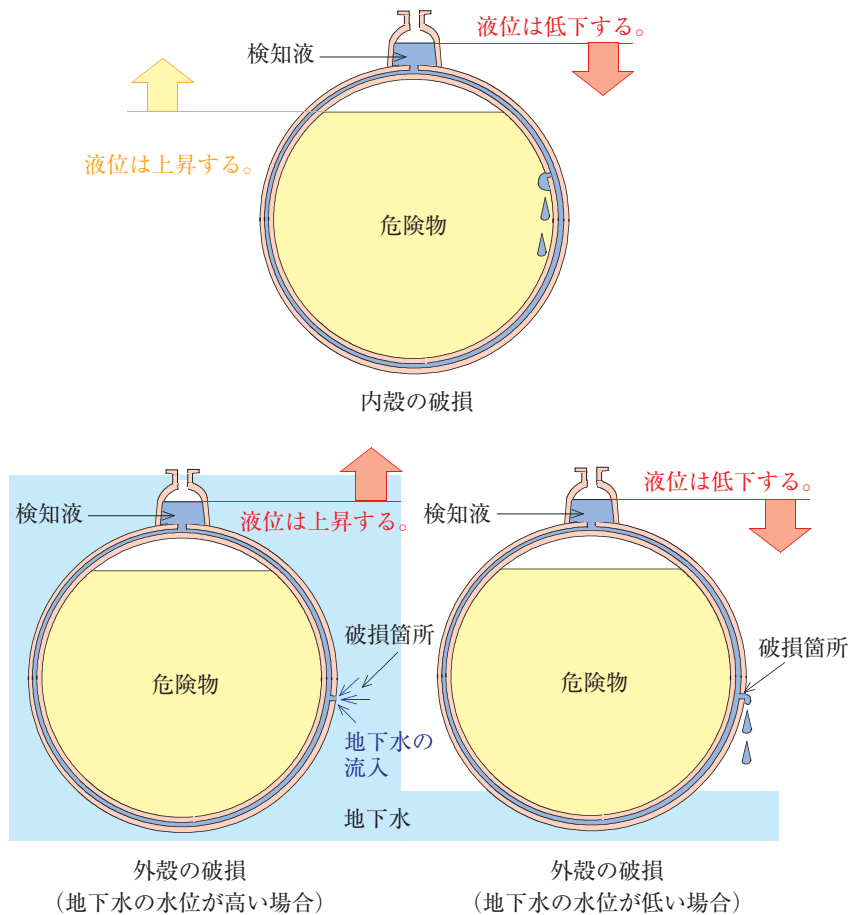


図6 検知液による漏えい検知の例

に連通孔が設けられています。

検知液の液位は、FF二重殻タンクの頂部に取り付けられた検知液リザーバタンク内にあることから、図6に示すように内殻又は外殻のすべての部位での異常を検知することができます。

このようなことから、検知液により漏えいした危険物等の検知を行う方法は、常時検知方式と呼ばれ、地下貯蔵タンクの定期点検の項目であるFRP外殻に対する漏れの点検が免除されます。

イ 漏えい検知設備

漏えい検知設備の構成(例)を図7に示します。

漏えい検知管により検知を行うFF二重殻

タンクの漏えい検知設備では、漏えいした危険物等の液位が概ね3cmになった状態で検知することが必要でしたが、検知液により検知を行うFF二重殻タンクの漏えい検知設備では、検知液リザーバタンク内に存する検知液の液位の変動(液位の上昇又は下降)について、FF二重殻タンクの規模に応じて、あらかじめ設定された値の範囲内で検知することができなければなりません。

(3) 作用する荷重に対して安全な構造

FF二重殻タンクは、内殻及び外殻が一体となって当該FF二重殻タンクに作用する荷重に対して安全な構造を有していなければなりません。

139号でご紹介した鋼製強化プラスチック製

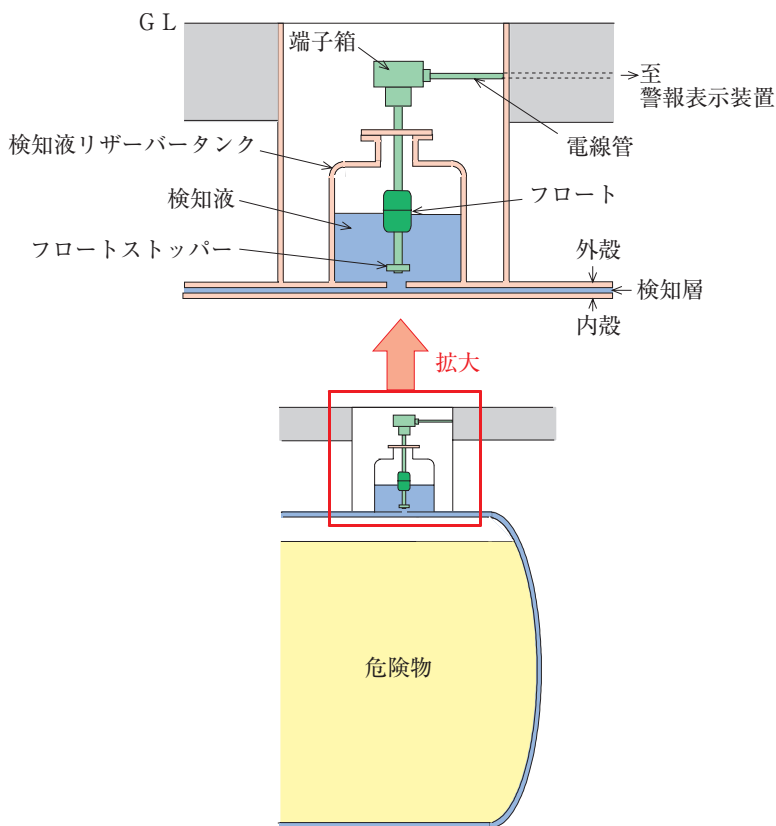


図7 漏えい検知設備の構成 (例)

二重殻タンク（以下「SF二重殻タンク」といいます。）の構造強度は、内殻である鋼製タンクが担っていることから、SF二重殻タンクを地盤面に埋設した場合にタンクに係る土圧等は、外殻である強化プラスチックを介して鋼製タンクに伝わる構造（検知層部分でも鋼製タンクと外殻FRPとの間隔は概ね0.1mmとします。）でなければならないとされていました。

一方、FF二重殻タンクは、内殻、外殻ともに強化プラスチックで造られており、外殻に作用する土圧等や内殻に作用する貯蔵危険物の液圧等の荷重に対して安全な構造とするために、小型のものを除き、内殻又は外殻のいずれかに強め輪（スティフナー）が取り付けられています。

図1及び図4で示したFF二重殻タンクは、いずれも強め輪がタンクの外側に設けられているFF二重殻タンクを示しました。

図8に強め輪が内側（貯蔵している危険物に接する側）に設けられているFF二重殻タンクの構造（例）を示します。

内側に設けられている強め輪には、貯蔵している危険物の液位が強め輪の高さより低くなくても不具合が生じることがないように連通路が設けられています。また、貯蔵する危険物が満液に近づいた場合であっても不具合が生じることがないように強め輪の上端側にも連通路が設けられています。

FF二重殻タンクに作用する荷重に対して安全な構造は次のように確認します。

① 材料試験

FF二重殻タンクの一部を切り出したもの又はFF二重殻タンクの製造と同一条件で製作した試験片を用いて、表1に示す材料試験を行い、許容引張応力及び許容曲げ応力を求めます。

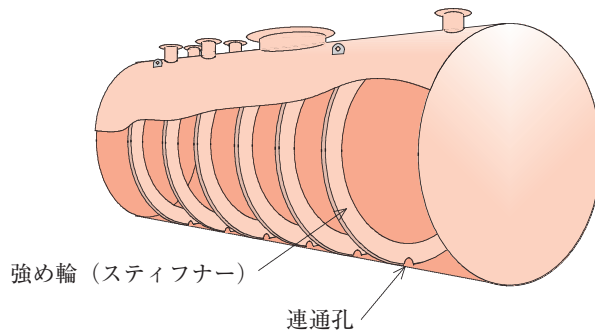


図 8 強め輪がタンクの内側に設けられている構造 (例)

表 1 材料試験

試験方法	測定項目
JIS K 7054 「ガラス繊維強化プラスチックの引張試験方法」	引張強さ、引張弾性率
JIS K 7017 「ガラス繊維強化プラスチックの曲げ特性の求め方」	曲げ強さ、曲げ弾性率

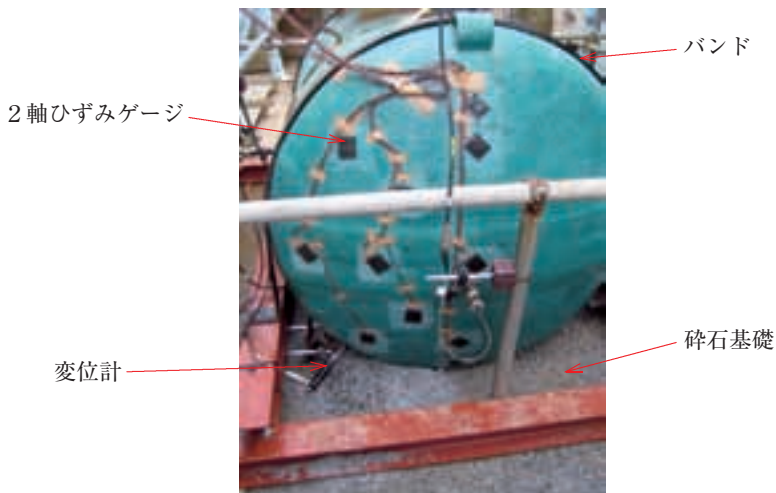


写真 2

この場合、許容応力の算定に際しては安全率を4以上としなければなりません。

② 内圧試験

FF二重殻タンクに試験圧力を70kPa（圧力タンクの場合は常用圧力の1.5倍の圧力をかけることが必要となります。）とした内圧試験を行います。

FF二重殻タンクの内殻及び外殻に大きな応力が発生すると予想される箇所の内外面に2軸ひずみゲージを貼り、FF二重殻タンクが設置

されるのと同じ構造の基礎に固定し、FF二重殻タンクの外部には最大目盛りが1/50mm以下の変位計をセットします。

2軸ひずみゲージと変位計をセットした状況を写真2に示します。

FF二重殻タンク内に水を注入して、4段階以上の荷重（水位）で主軸方向のひずみ及び変形を測定します。

最後に70kPaの内圧をFF二重殻タンクに加えて、1時間保持します。



写真3

内圧試験の実施状況を写真3に示します。

③ 外圧試験

FF二重殻タンクを設置する基礎と同じ構造の基礎を水槽に設け、当該基礎上にFF二重殻タンクを固定し、FF二重殻タンクの内部に変位計をセットします。

2軸ひずみゲージは、FF二重殻タンクの内外面に接着するために再使用できないことから、通常、内圧試験を行った後に、変位計をFF二重殻タンクの内部にセットし直して外圧試験を行います。

水槽内に水を注入し、4段階以上の荷重（水位）で主軸方向のひずみ及び変形を測定します。

外圧試験は、水槽内に水を、最高水位がFF二重殻タンクの最上部の外殻の外表面から50cm以上の高さとなるまで注入し、FF二重殻タンク底部から最高水位までをほぼ4以上に等分した高さの水位ごとに、主軸方向のひずみ及び変形を測定します。

最後に、最高水位の外圧をFF二重殻タンクに加えて、1時間保持します。

外圧試験の実施状況を写真4に示します。

④ FF二重殻タンクに作用する荷重に対して安全な構造の判定

FF二重殻タンクは当該タンクに内圧試験及び外圧試験による荷重が作用した場合において、変形がFF二重殻タンクの直径の3%以下



写真4

であり、かつ、曲げ応力度比（曲げ応力を許容曲げ応力で除したものをいいます。）の絶対値と軸方向応力度比（引張応力又は圧縮応力を許容軸方向応力で除したものをいいます。）の絶対値の和が1以下である構造でなければなりません。

2 製造方法

(1) 製造方法

FF二重殻タンクの製造方法は、①ハンドレイアップ成形法、②スプレーアップ成形法、③成型シート貼り法、④フィラメントワインディング法があり、実際の施工ではこれらの方法を単独で又は組み合わせることにより行うこととなります。

上記の方法のうち①から③までは139号（SF二重殻タンク）で解説いたしましたので、④フィラメントワインディング法について解説いたします。

フィラメントワインディング法（Filament Winding）は、数本のガラスロービングを揃えて、樹脂を含浸させながら回転する金型（マンドレル）に所定の厚さまで張力を掛けて所定の角度で巻き付け、硬化後脱型する成形法です。

この成形法はFRPの成形法の中で繊維強化材の強さを最も有効に利用した成形法であり、製造物が円筒形の形状となるものの成形に用いられます。

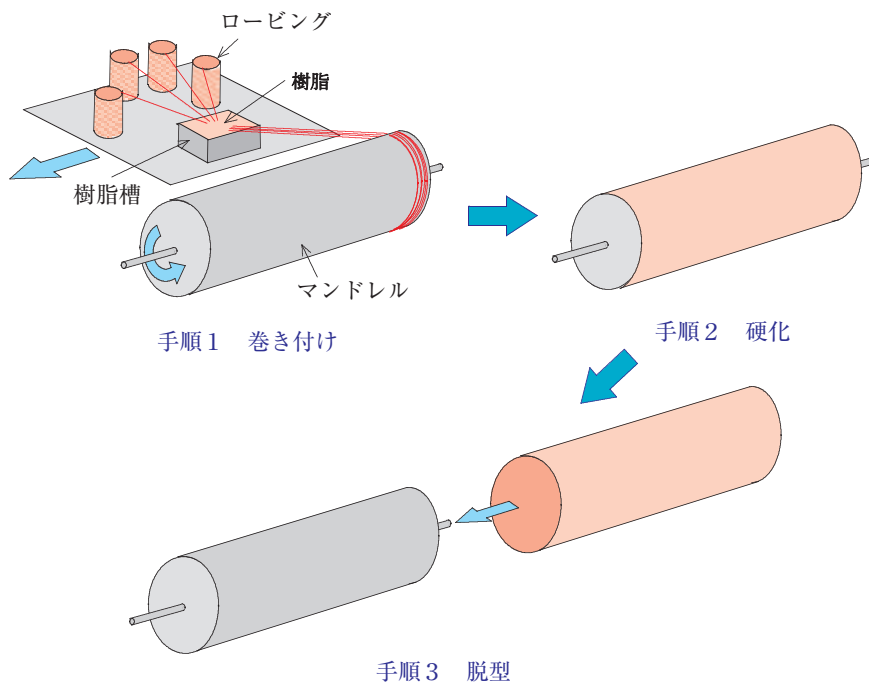


図9 フィラメントワインディング法によるFF二重殻タンク胴部の成形イメージ

図9にフィラメントワインディング法によるFF二重殻タンク胴部の成形イメージを示します。

内殻及び外殻ともにフィラメントワインディング法を採用する場合は、内殻が完成した後に、脱型を行わずに検知層の形成に必要となるシートや3Dシートを取り付け、引き続きフィラメントワインディング法で外殻を成形していきます。

完成した胴部には、ノズル、マンホール等の附属品を取り付けるための開口を施し、附属品の取り付け、強め輪が必要な場合は強め輪の取り付けを行い、最後に鏡板を取り付けます。

鏡板は、鋼製の鏡板の金型を使用して、ハンドレイアップ成形法又はスプレーアップ成形法により製造します。

(2) 材料

FF二重殻タンクの製造に使用することができる材料は表2に示すとおりであり、危険物と接する部分がJIS K 6919「繊維強化プラスチック用液状不飽和ポリエステル樹脂」(UP-CM、

UP-CE又はUP-CEEに係る規格に限ります。)に適合する樹脂で製造されている場合は、当該FF二重殻タンクで自動車ガソリン(JIS K 2202「自動車ガソリン」に規定するものをいいます。)、灯油、軽油又は重油(JIS K 2205「重油」に規定するもののうち一種に限る。)を貯蔵することができます。

それ以外の危険物を貯蔵する場合は、実際に貯蔵する危険物を使用して耐薬品性を有していることについての確認が必要となります。

3 FF二重殻タンクの製造時における確認事項

FF二重殻タンクは、出荷前に次に示す事項について確認を行います。

(1) 外観

目視により、内殻及び外殻に歪み、ふくれ、亀裂、損傷、あな、気泡の巻き込み、異物の巻き込み等がないことを確認します。

(2) 強化プラスチックの厚さ

超音波厚さ計を使用して、内殻及び外殻の厚さが設計値以上であることを確認します。

表2 FF二重殻タンクの製造に使用することができる材料

貯蔵し、又は取り扱う危険物の種類	樹脂		強化材
	危険物と接する部分	その他の部分	
自動車ガソリン (JIS K 2202「自動車ガソリン」に規定するものをいう。)、灯油、軽油又は重油 (JIS K 2205「重油」に規定するものうち一種に限る。)	JIS K 6919「繊維強化プラスチック用液状不飽和ポリエステル樹脂」(UP-CM、UP-CE又はUP-CEEに係る規格に限る。)に適合する樹脂又はこれと同等以上の耐薬品性を有するビニルエステル樹脂	JIS K 6919「繊維強化プラスチック用液状不飽和ポリエステル樹脂」に適合する樹脂又はこれと同等以上の品質を有するビニルエステル樹脂	JIS R 3411「ガラスチョップドストランドマット」、JIS R 3412「ガラスロービング」、JIS R 3413「ガラス糸」、JIS R 3415「ガラステープ」、JIS R 3416「処理ガラスクロス」又はJIS R 3417「ガラスロービングクロス」に適合するガラス繊維

表3 「二重殻タンクの強化プラスチック製の外殻（検知層）の点検方法」の概略

	方法の概要	判定
ガス加圧法	① 窒素ガスを用いて、毎分1kPa程度の加圧を行い、試験圧力20kPaまで加圧する。 ② 加圧後、30分以上圧力変動値を計測する。 ③ 加圧後15分間の静置時間の圧力降下が、試験圧力の15%以下であることを確認する。	加圧後15分間の静置時間において、その後15分間の圧力の降下が試験圧力の10%以下であること。
減圧法	① 真空ポンプを用いて、毎分1kPa程度の減圧を行い、試験圧力20kPaまで減圧する。 ② 減圧後、45分以上圧力変動値を計測する。 ③ 減圧後15分間の静置時間の圧力上昇が、試験圧力の15%以下であることを確認する。	減圧後15分間の静置時間において、その後30分間の圧力の上昇が試験圧力の10%以下であること。

※表3中が適用できる二重殻タンクの容量は50kℓまでとします。

(3) 検知層の間隙

漏えい検知管により検知を行うFF二重殻タンクについては、確実に間隙が存在することを、検知層チェッカー等により確認します。

検知液により検知を行うFF二重殻タンクについては、製造工程で設定した間隙が存在することを確認します。

(4) 検知層の気密性

漏えい検知管により検知を行うFF二重殻タンクについては、「地下貯蔵タンク等及び移動貯蔵タンクの漏れの点検に係る運用上の指針について」(平成16年3月18日付け消防危第33号)中の別添1、2に示す「二重殻タンクの強化プラスチック製の外殻（検知層）の点検方法」

に基づき確認を行います。

表3に上記指針に示されている「二重殻タンクの強化プラスチック製の外殻（検知層）の点検方法」の概略を示します。

検知液により検知を行う方式のFF二重殻タンクについては、上記の方法による気密性の確認は必要ないとされていますが、一般的に検知層に検知液を注入する前にガス加圧法で気密性の確認を行っております。

4 FF二重殻タンクの運搬又は移動に際しての留意事項

FF二重殻タンクを運搬又は移動する場合には、強化プラスチックを損傷させないように行うことが必要です。