

強化プラスチック製二重殻タンク本体等に係る試験確認基準

平成8年10月18日制定

最終改正 平成23年1月19日

第1 目的

この試験確認基準は、協会が強化プラスチック製二重殻タンク本体等に係る材質、構造、強度、製造方法、品質管理等に関する試験確認業務を実施するにあたり、必要な試験確認の内容を定めることを目的とする。

第2 新規試験確認の内容

新規に試験確認を実施する場合、次の事項について書類審査及び立会い試験により確認する。

1 強化プラスチック製二重殻タンク本体の構造等に関する書類審査

次の事項について申請書類により確認する。

(1) 同一型式

樹脂及び硬化剤の種類、主な強化材の種類、主な成形方法、内殻の内径、鏡の形状、補強措置の構造について、同一であること。

なお、内殻の内径が減少する場合でその他の要件が同一の場合は、同一型式とする。

(2) 使用材料

使用材料は、次の各号に掲げる樹脂及び強化材で造られたものとし、貯蔵し、又は取り扱う危険物が「自動車ガソリン」（日本工業規格（以下「JIS」という。） 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」に規定するもののうち一種に限る。）（以下「自動車ガソリン等」という。）以外のものにあつては、当該危険物を試験液として、JIS K 7070「繊維強化プラスチックの耐薬品性試験方法」に示す方法により試験を行い、JIS K 7012「ガラス繊維強化プラスチック製耐食貯槽」6.3に示す耐薬品性に適合することがあらかじめ確認されていること。

この場合、耐薬品性に適合した試験結果の証明書が添付されていること。

ア 樹脂の種類

(ア) 強化プラスチック製二重殻タンク本体に使用する樹脂は、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を用いていること。

ただし、樹脂が危険物と接する部分については、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-CE E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を用いていること。

(イ) 使用樹脂には 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」に適合した試験結果の証明書が添付されていること。

イ 強化材の種類

強化材は、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のいずれか又はこれらが組合わせて使用されているとともに、若しくはこれと同等以上の品質を有する強化材であること。当該JIS規格に適合した強化材の試験結果の証明書が添付されていること。また、同等以上の品質を有する強化材は品質証明書が添付されていること。

(3) 強化プラスチック製二重殻タンク本体の製造方法

ア 成形法

(ア) ハンドレイアップ成形法、スプレイアップ成形法、成型シート貼り法、フィラメントワインディング法等のいずれか又はこれらを組み合わせた成形法であること。

(イ) 箇所ごとの成形方法が明示されていること。

イ 配合割合

樹脂、強化材、硬化剤、促進剤、充填材等の種類、割合及び計量方法が記載されていること。

ウ 樹脂硬化時の条件等

ポットライフ及び硬化時の条件（温度、時間等）が記載されていること。

エ 着色材、安定剤等

貯蔵し、又は取り扱う危険物が自動車ガソリン等であり、着色材、安定剤、可塑剤等を用いる場合は、樹脂及び強化材の品質に悪影響を与えないものであること。この場合において、強化プラスチック製二重殻タンク本体が内容物に接する部分については、材料試験等により耐薬品性を有することを示す資料が添付されていること。

(4) 強化プラスチック製二重殻タンク本体の構造

ア 形状、寸法、容量、中仕切の有無、材質及び強化プラスチックの厚さ（内殻、外殻）が記載されていること。

イ マンホール、ノズル（検知管を含む。）等の設置位置、設置数及び口径が記載されているとともに、その取付部は、強化プラスチック製二重殻タンク本体と同等以上の強度を有すること。

ウ 検知層

(ア) 検知層は、土圧等による内殻と外殻の接触等により検知機能が影響を受けないものであること。

(イ) 検知層の設定値が記載されていること。

なお、検知液による漏洩検知設備を用いる場合は、3mm程度であること。

ただし、内殻からの危険物の漏洩が速やかに検知できる漏洩検知設備を設ける場合は、この限りでない。

エ 検知管

検知管は、次の構造であること。

- (ア) 内殻の上部から底部まで貫通し、検知層に接続していること。
- (イ) 検知層に漏れた危険物を有効に検知できる位置で、鏡板に近接しすぎないこと。
- (ウ) 内殻の構造に影響を与えないもので、内圧試験、外圧試験及び気密試験に耐える十分な強度を有する材質で造られた直径 100 mm程度の管であること。
- (エ) 上部に蓋が設けられているとともに、検知層の気密試験を行うための器具が接続できる構造であること。
- (オ) センサーの点検、交換等が容易に行える構造であること。

オ 吊手

1個以上タンク上部に取り付けられていること。

(5) 構造計算、強度試験

ア 強化プラスチック製二重殻タンク本体の構造

構造計算書が添付されていること。

イ 吊り上げ継手強度試験

同一型式ごとに、吊手に空の強化プラスチック製二重殻タンク本体の重量の2倍の荷重を1秒間加えて、吊手、強化プラスチック製二重殻タンク本体又は付属品に損傷がない旨の試験結果が添付されていること。

ウ 中仕切強度試験

同一型式ごとに、別記「中仕切の強度評価基準」に基づき中仕切の構造安全性を評価した結果が添付されていること。

(6) 材料試験

材料試験の最新の試験結果が添付されていること。

ア 試験片

試験片は、内殻（内殻と外殻の成形法が異なる場合は、内殻及び外殻）の一部から切り出したもの又はこれと同一条件で製作したものが用いられていること。

イ 試験方法

(ア) 引張試験は、引張強さ及び引張弾性率がそれぞれ10個の試験片により、JIS K 7054「ガラス繊維強化プラスチックの引張試験方法」に基づいて行なわれ、平均値が求められていること。この場合において、試験速度は、原則として当該規格の速度Aであること。

なお、引張強さについては、標準偏差が求められていること。

ポアソン比については、3以上の試験片において測定した平均値により求められることを原則とするが、既往の試料から推定が可能な場合はこれによることのできる。

(イ) 曲げ試験は、曲げ強さ及び曲げ弾性率をそれぞれ10個の試験片により、JIS K 7017「繊維強化プラスチック—曲げ特性の求め方」に基づいて行なわれ、平均値が求められていること。

なお、曲げ強さについては、標準偏差が求められていること。

ウ 試験結果の整理

許容応力は、次の式により算出されていること。

$$f_t = \frac{(X_t - 2 \cdot S_t)}{4}$$

$$f_b = \frac{(X_b - 2 \cdot S_b)}{4}$$

ここに、 f_t ：引張りの許容応力

f_b ：曲げの許容応力

X_t ：引張強さの平均値

X_b ：曲げ強さの平均値

S_t ：引張強さの標準偏差

S_b ：曲げ強さの標準偏差

エ 材料試験頻度

(ア) 材料試験は、原則として100本以下ごとに1回行われること。ただし、当該試験は、1年に1回は行われること。

(イ) 材料試験の結果が第2.1(6)の内容に基づいて記録されるとともに、10年間以上保存することとなっていること。

(ウ) 材料試験が依頼される場合には、委託先、依頼内容、責任の所在等が明確にされていること。

(7) 工場における品質管理

ア 製造工程等

製造場所、製造工程及び製造方法が明記され、製造設備が適切に維持管理される体制が確立されていること。

イ 原料受入れ検査体制

樹脂、強化材、硬化剤、促進剤、充填剤、着色剤等の原材料の受入れについて、ロットごとに検査体制が確立されていること。

原材料の試験結果は10年以上記録・保管されることとなっていること。

ウ 製造製品の品質管理体制

製造製品の全数について、次の自主試験が実施される体制にあること。

(ア) 内殻及び外殻は、外観の目視により、強化プラスチックの歪み、ふくれ、亀裂、あな、気泡の巻き込み、異物の巻き込み等がないこと。

(イ) 試験圧力70kPa以上の水圧（圧力タンクにあっては、最大常用圧力の1.5倍以上の水圧）により、漏れ又は変形がないこと。

(ウ) 内殻及び外殻の厚さは、それぞれ100箇所以上の測定により、申請書類の設定値以上であること。ただし、成形法によって板厚が均一であると

認められる場合は、測定箇所を減ずることができる。

(エ) 検知層に20 kPaの空気圧を加え、圧力を10分間測定し、圧力降下がないこと。

エ 不合格品の補修再利用措置

不合格品の補修・再利用を行う場合には、このための措置が適正に実施される体制が確立されていること。

オ クレーム処理体制

社内のクレーム処理体制が確立されていること。

カ 製品保管体制

倉庫等において、製品が適正に保管される体制にあること。

キ 品質管理責任者等

品質管理責任者が選任され、当該品質管理責任者の任務が明確にされていること。

ク 試験確認済証（ラベル）管理体制

ラベル管理責任者が選任され、保管場所、保管要領、出入枚数の管理、紛失等の処理の体制について明確にされていること。

(8) 自主試験の実施結果の記録・保管

自主試験結果が10年以上記録・保管されることとなっていること。

(9) その他

次の事項が記載されていること。

ア 使用予定の漏洩検知設備

イ 運搬・埋設時の注意事項の表示

2 強化プラスチック製二重殻タンク本体の構造等に関する立会い試験

次の事項について立会い試験により確認する。

(1) 強化プラスチックの材料

ア 被覆の材料

外殻に用いる樹脂、強化材、硬化剤、充填材、着色材等が申請書類のとおりであること。

イ 内殻の材料

内殻に用いる樹脂、強化材、硬化剤、充填材、着色材等が申請書類のとおりであること。

(2) 強化プラスチック製二重殻タンク本体の製造方法

ア 成形方法

成形方法が申請書類どおりであること。

イ 配合割合等

樹脂、強化材、硬化剤、促進剤、充填材、着色材等の種類及び割合が申請書類どおりであり、その計量方法が適正であること。

(3) 強化プラスチック製二重殻タンク本体の構造

ア 内殻及び外殻の外観

(ア) 内面には亀裂、ひび割れ及び含浸不良がないこと。内面は滑らかで、直

径3mm以上、深さ0.5mm以上のピットがないこと。また、直径3mm未満又は深さ0.5mm未満のピットが、300mm²当たり平均2個以下で、かつ、表層の繊維は、露出しないように樹脂で十分に覆われていること。その他気泡などの存在については、腐食環境下で十分使用可能な範囲であること。

(イ) 外面は、比較的滑らかであって、露出した繊維又は鋭い突起がないこと。

イ 内殻及び外殻の厚さが超音波厚さ計を用いた測定、実測等により、申請書類の設定値以上であること。

ウ 形状、寸法、容量が申請書類どおりであること。

エ マンホール、ノズル（検知管を含む。）等の設置位置、設置数及び口径並びに取付部が申請書類どおりであること。

オ 検知層

(ア) 検知層は、土圧等による内殻と外殻の接触等により検知機能が影響を受けないものであること。

(イ) 検知層に幅を有していること。

(ウ) 検知層に20kPaの空気圧を加え、圧力を10分間測定し、圧力降下がないこと。

なお、検知層と内殻を同時に加圧しても支障ないが、この場合に、内殻に20kPaの空気圧を加え、圧力を1時間測定し、圧力降下がないことを事前に確認しておくこと。

カ 検知管

検知管は、申請書類どおりであること。

(4) 内圧試験

内圧試験において、ひずみ及び変形を測定し、測定後に目視によって測定箇所以外の変形等の異常がないこと。

ア 試験圧力

試験圧力は、70kPa以上の水圧とすること。ただし、圧力タンクにあっては、最大常用圧力の1.5倍以上とすること。

イ 試験方法

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軸ひずみゲージを張り、強化プラスチック製二重殻タンク本体を設置する基礎と同じ構造の基礎に固定し、強化プラスチック製二重殻タンク本体に水を注入して加圧し、4段階以上の荷重で主軸方向のひずみ及び変形を測定すること。

測定箇所は、大きな応力が発生すると予想される鏡部分、接合部分、アンカーで固定される部分、補強措置（スティフナー）部分等を重点に200ポイント以上とすること。

ただし、有限要素法（FEM）による解析等により、大きな応力が発生する箇所が予測されている場合は、測定箇所を減少することができる。

この場合において、次の点に留意すること。

① 主軸方向をx，yとし、内外の同じ位置のものを1組として1箇所とす

ること。

- ② 主軸方向が不明の場合は、3軸ゲージによって主ひずみを求めること。
- ③ 変形は、2方向以上計測し、最大目盛1/50mm以下の変位計を用いて各荷重段階において計測すること。
- ④ 温度差による誤差が生じないように管理を行うか、又は補正等を考慮すること。
- ⑤ 荷重段階は、試験圧力を4以上に等分して行うこと。
- ⑥ 圧力保持時間は、試験圧力時において1時間以上とすること。

ウ 試験結果の整理

(ア) ひずみの算出

x, y方向の引張ひずみと曲げひずみは、測定された主ひずみを用い、次の式により算出されていること。

$$\varepsilon_{t x} = \frac{(\varepsilon_{x i} + \varepsilon_{x o})}{2}$$

$$\varepsilon_{t y} = \frac{(\varepsilon_{y i} + \varepsilon_{y o})}{2}$$

$$\varepsilon_{b x} = \frac{(\varepsilon_{x i} - \varepsilon_{x o})}{2}$$

$$\varepsilon_{b y} = \frac{(\varepsilon_{y i} - \varepsilon_{y o})}{2}$$

ここに、 $\varepsilon_{t x}$ 、 $\varepsilon_{t y}$: x、y方向の引張ひずみ

$\varepsilon_{b x}$ 、 $\varepsilon_{b y}$: x、y方向の曲げひずみ

$\varepsilon_{x i}$ 、 $\varepsilon_{y i}$: 測定点における内表面の主ひずみ

$\varepsilon_{x o}$ 、 $\varepsilon_{y o}$: 測定点における外表面の主ひずみ

(イ) 応力の算出

引張応力と曲げ応力は、1(6)の材料試験の結果における平均弾性率及びポアソン比を用い、次の式により算出されていること。

$$\sigma_{t x} = \frac{Et (\varepsilon_{t x} + \varepsilon_{t y} \cdot \nu)}{(1 - \nu^2)}$$

$$\sigma_{t y} = \frac{Et (\varepsilon_{t y} + \varepsilon_{t x} \cdot \nu)}{(1 - \nu^2)}$$

$$\sigma_{b x} = \frac{Eb (\varepsilon_{b x} + \varepsilon_{b y} \cdot \nu)}{(1 - \nu^2)}$$

$$\sigma_{b y} = \frac{E_b (\varepsilon_{b y} + \varepsilon_{b x} \cdot \nu)}{(1 - \nu^2)}$$

ここに、 $\sigma_{t x}$ 、 $\sigma_{t y}$ ：x、y方向の引張応力

$\sigma_{b x}$ 、 $\sigma_{b y}$ ：x、y方向の曲げ応力

E_t 、 E_b ：材料試験によって求めた引張弾性率及び曲げ弾性率

ν ：使用材料のポアソン比

(5) 外圧試験

外圧試験において、ひずみ及び変形を測定し、測定後に目視によって測定箇所以外の変形等の異常がないこと。

ア 試験方法

タンクを設置する基礎と同じ構造の基礎を水槽に設け、当該基礎に強化プラスチック製二重殻タンク本体を固定し、水槽内に水を注入し、4段階以上の荷重で主軸方向のひずみ及び変形を測定すること。

最高水位は、強化プラスチック製二重殻タンク本体の最上部の外殻の外表面から50cm以上の高さとし、強化プラスチック製二重殻タンク本体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測定すること。

測定箇所は、大きな応力が発生すると予想される鏡部分、接合部分、アンカーで固定される部分、補強措置（スティフナー）部分等を重点に200ポイント以上とすること。

ただし、有限要素法（FEM）による解析等により、大きな応力が発生する箇所が予測されている場合は、測定箇所を減少することができる。

また、水位保持時間は、最高水位時において1時間以上とすること。

なお、この試験における留意点は、(4)イ①から④までと同様であること。

イ 試験結果の整理

ひずみ及び応力の算出は、(4)ウの例によること。

(6) 構造安全性

ア 内圧試験及び外圧試験において、変形量が内殻の直径（タンク形状が矩形等の場合にあつては、短辺方向の内寸法）の3%以内であること。

なお、変形量の測定箇所は、大きな応力が発生すると予想される鏡部分、接合部分、アンカーで固定される部分、補強措置（スティフナー）部分等を重点に10箇所以上とする。

イ 応力度比の確認

内圧試験及び外圧試験において算出された発生応力（ $\sigma_{t x}$ 、 $\sigma_{t y}$ 、 $\sigma_{b x}$ 、 $\sigma_{b y}$ ）及び許容応力（ f_t 、 f_b ）がすべての測定点について、次の式をいずれも満たすこと。

$$\left| \frac{\sigma_{t x}}{f t} \right| + \left| \frac{\sigma_{b x}}{f b} \right| \leq 1.0$$

$$\left| \frac{\sigma_{t y}}{f t} \right| + \left| \frac{\sigma_{b y}}{f b} \right| \leq 1.0$$

(7) 材料試験

材料試験が行われ、その結果が適正であること。ただし、自主試験において、材料試験の結果が適正であることが確認されている場合は、当該材料試験の立会い試験を省略することができる。

(8) 工場における品質管理

ア 製造工程の確認

製造場所、製造工程及び製造方法が申請書類のとおりであり、製造設備が適切に維持管理され、定期検査に問題がないこと。（製造工程の現地確認を含めて実施する試験確認においてのみ実施する。）

イ 原料受入れ検査体制

樹脂、強化材、硬化剤、促進剤、充填剤、着色剤等の原材料の受入れ試験又は試験記録により検査体制が適正であること。

ウ 製造中の自主試験体制

製造製品の自主試験の実施体制が適正であること。

エ 不合格品の補修再利用措置

不合格品の補修・再利用措置の実施体制が適正であること。

オ 製品保管体制

製品の保管・管理体制が適正であること。

カ 品質管理責任者等

品質管理責任者が選任されていること。

キ ラベル管理体制

ラベル管理責任者が選任され、その保管・管理体制に問題がないこと。

3 漏洩検知設備の構造等に係る書類審査

次の事項について申請書類により確認する。

(1) 漏洩検知設備の構造（検知液による漏洩検知設備を除く。）

ア 機械装置部及び電気装置部の仕組み並びに機器全体のサイズ、システムが明確であり、型式が同一であること。

イ 検知管の条件（内径、高さ、取付部形状等）についての内容が記載されていること。

(2) 漏洩検知設備の種類（検知液による漏洩検知設備を除く。）

センサーは、液体フロートセンサー又は液面計方式であること。

(3) 性能（検知液による漏洩検知設備を除く。）

検知管内に漏れた危険物等が3 cm以内で検知できる性能を有することについて

ての自主試験結果（10回以上繰返し試験が実施されていること。）が記載されていること。

(4) 検知液による漏洩検知設備

ア 検知液の液面のレベルの変化を外側から目視により読み取ることができる容器、当該容器と強化プラスチック製二重殻タンク本体の間隙とを連結する配管及び検知液の液面のレベルが設定量の範囲を超えて変化した場合に警報を発する装置により構成されていること。

イ 容器の材質は、金属又は合成樹脂とし、耐光性及び耐候性を有するものであること。

(5) 材質

検知設備に用いる材質は、腐食等により経年変化の起きにくいものであること。

(6) 防爆性能

ア 使用する電気機器について、防爆の仕様となっていること。

イ 労働安全衛生法に基づく型式検定の合格証が添付されていること。

(7) 警報装置

ア センサーが漏れた危険物等を検知した場合又は検知液の液面のレベルが設定量の範囲を超えて変化した場合に警報を発するとともに、当該警報信号が容易にリセットできない構造であること。

イ 警報信号は、パイロットランプ等の表示機能及びブザー等の音信号の両方式によるものであること。

(8) 製造

ア 製造方法

主要な部品毎に製造方法又は購入方法が明記されていること。

イ 品質管理と自主検査

機械部の製造誤差、電気部の抵抗等製品のばらつきの範囲と検査方法についての資料が添付されていること。

(9) 品質保証

漏洩検知設備の製造者としての保証期間及び保証内容が添付されていること。

(10) 点検頻度

点検頻度に関する資料が添付され、試験結果等を参考にして点検頻度が設定されていること。

(11) その他

次の項目に関する内容が記載されていること。

ア 最低使用温度及び最高使用温度におけるセンサーの性能試験結果

イ 製品保管方法

ウ 製造管理記録の保管

エ 設置時における注意事項

オ 年間製造予定数

4 漏洩検知設備の構造等に係る立会い試験

次の事項について立会い試験により確認する。

(1) 漏洩検知設備の構造等

ア 漏洩検知設備の構造等が申請書類と同一であること。

イ 防爆の仕様が申請書類と同一であること。

(2) 漏洩検知設備の性能試験（検知液による漏洩検知設備を除く。）

ア 性能試験

目盛り付き透明の模擬検知管（ビーカーまたはメスシリンダー）にセンサーを規定の位置に置き、水を徐々に入れてゆき、警報装置が作動した水位を読みとる。この試験を連続して10回行い、全ての試験において2.5cm以内に警報装置が作動すること。

イ 強度

検知装置を検知管部（模擬でもよい）に設置し、加圧（30kPa以上）を行い、加圧状態を10分間維持した後減圧する。これを10回繰り返しアの性能試験を実施し、変化がないこと。

(3) 検知液による漏洩検知設備

検知液の液面のレベルが設定量の範囲を超えて変化した場合に警報を発することを、5回繰り返し試験を実施する。

第3 定期試験確認

次の事項について立会い試験により確認する。

1 強化プラスチック製二重殻タンク本体の構造等

(1) 第2、2の立会い試験を実施する。ただし、内圧試験のひずみ及び変形の測定並びに外圧試験については、1,000本を超えることとなった後に行う直近の立会い試験において実施することをもって足りるものとする。

(2) 第2、1(7)ウの製造製品の品質管理体制に基づいて、製造製品の自主試験が実施されていること。

(3) 試験確認済証の管理状況が適正であること。

2 漏洩検知設備の構造等

(1) 第2、4の立会い試験を実施する。

(2) 第2、3(10)の点検頻度に基づいて、定期的に自主試験が実施されていること。

(3) 試験確認済証の管理状況が適正であること。

第4 重変更に係る試験確認

変更に係る部分について、書類審査及び立会い試験により確認する。

第5 軽変更に係る試験確認

変更に係る部分について、書類審査により確認する。

附 則 （平成8年10月18日制定）

1 この基準の施行日を、平成8年11月1日とする。

附 則 （平成22年1月5日改正）

1 この基準の施行日を、平成22年1月5日から施行する。

2 この基準の施行前に申請があった場合の基準の適用については、なお従前の例による。

附 則 （平成23年1月19日改正）

1 この基準の施行日を、平成23年2月1日とする。

別記

中仕切の強度評価基準

1 適用範囲

この基準は、協会が強化プラスチック製二重殻タンク本体の中仕切の埋設時鉛直土圧に対する構造安全性を評価するための方法を規定する。

2 基準の適用

この基準による中仕切板の評価は、協会が行う強化プラスチック製二重殻タンク本体の試験確認に適用される。

3 評価方法

中仕切板の埋設時鉛直土圧に対する構造強度に関する安全性評価は、埋設状態における荷重状態については設計計算で求め、中仕切板の変形能については実物試験データを用い、この両方の結果を合わせて安全性を評価する。

タンク径、胴および鏡肉厚、強め輪形状、物性値が同等であり、同一のグループとして試験確認を行う場合は、最大容量のタンクを代表として評価し、その評価結果は同一タンク群の全てに適用してよい。

具体的な評価手順を以下に規定する。

(1) ストレートタンク（中仕切のないタンク）において設計計算式により埋設時鉛直土圧下の円筒胴の偏平変形量 λ_0 を求める。

偏平変形量 λ_0 は、図1に示す値である。

偏平変形量 λ_0 の計算方法は、補則1による。

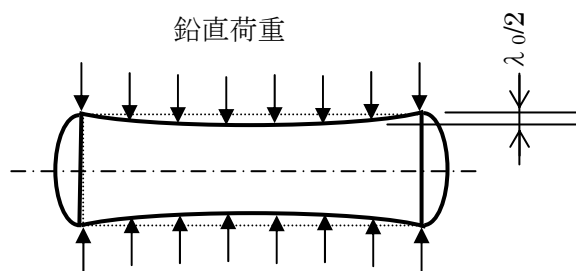


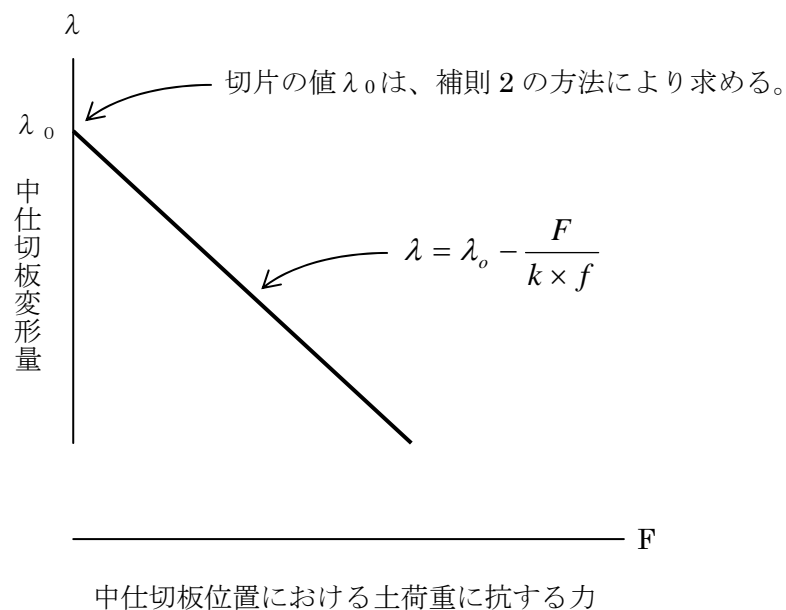
図1 埋設時鉛直土荷重下のタンク偏平変形量

(2) FEM (有限要素法) により、仕切り板部分の土荷重に抗する力 F とその時の偏平変形量 λ を計算し、見かけのバネ定数 k を求める。

見かけのバネ定数 k とは、偏平戴荷重と偏平変位量が比例関係にある時の比例定数である。

見かけのバネ定数 k を求めるための FEM 計算方法は、補則 2 による。

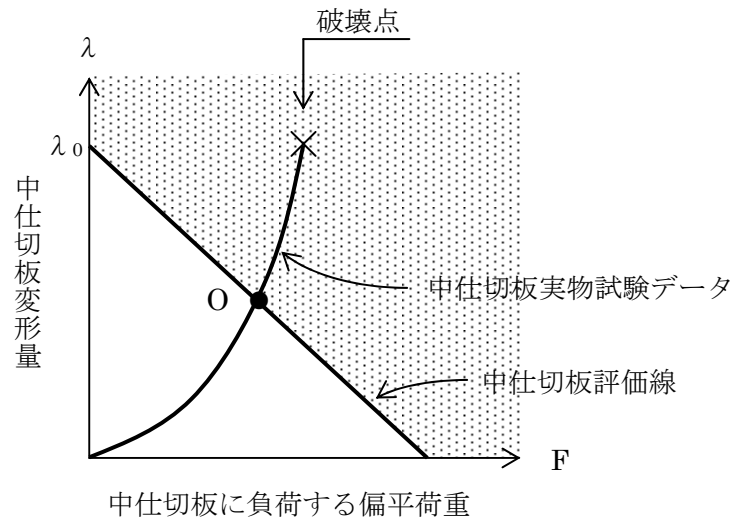
変形量 λ とバネ定数 k および安全率 f を用いて、中仕切板の評価線をグラフ化する。安全率 f は、4 とする。



グラフ 1 中仕切板の評価線

(3) 中仕切板の実物偏平試験により採取した偏平荷重と偏平変形量のデータをグラフ 1 のようにプロットし、強度評価グラフ (グラフ 2) を得る。

中仕切板の実物偏平試験の方法は、補則 3 による。



グラフ 2 中仕切板強度評価グラフ

中仕切板の評価基準は、次のとおりとする。

実物試験データの破壊点が評価線との交点 (O 点) よりも右上側 (グラフ 2 の網掛け部分) にあれば、中仕切板の埋設時鉛直土荷重に対する構造強度は十分であると評価する。

補則1 円筒胴の鉛直荷重 W が作用した場合の偏平変形量 λ_0 を求める方法

この計算においては、タンク胴に中仕切板が無いストレートタンクとする。

偏平変形量 λ_0 は、埋設管の挙動と同等とみて以下のように計算する。

土中埋設管の鉛直荷重 W と偏平変形量 λ_0 の関係は、スパングラの式¹により補1(1)式のように表される。

$$\lambda_0 = \frac{2 \times K_x \times W \times r^4}{EI + 0.061 \times E' \times r^3} \quad \dots\dots \text{補1(1)}$$

ここで、 W : 鉛直土荷重で次式により求める。

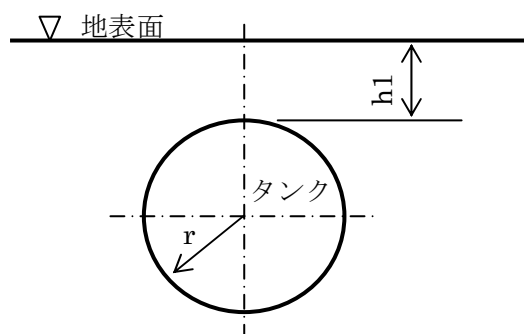
$$W = \gamma \times h_1$$

ここで、 γ : 土の比重量

一般的には、 $\gamma = 17.7 \text{ kN/m}^3$ の値を用いる。

h_1 : タンク埋設深さ (補1図1参照)

r : タンク胴半径



補1図1 タンク埋設深さ

E : タンク胴部材の曲げ弾性率

I : タンク胴の強め輪を含めた単位長さ当りの断面2次モーメント

E' : 土の反力係数

一般的には $E' = 6.86 \text{ MPa}$ の値を用いる。

¹ 「水道施設設計指針・解説」(日本水道協会 1991年) p397

補則2 FEM 計算方法

仕切り板部分の土荷重に抗する力 F と偏平変形量 ε の関係を計算し、見かけのバネ定数 k を求める FEM 計算方法

1 解析モデル

(1) 全体構造モデル

強め輪、胴板および鏡板を含むタンク全体をモデル化する。

ただし、対象性を考慮して分割モデルとしてもよい。

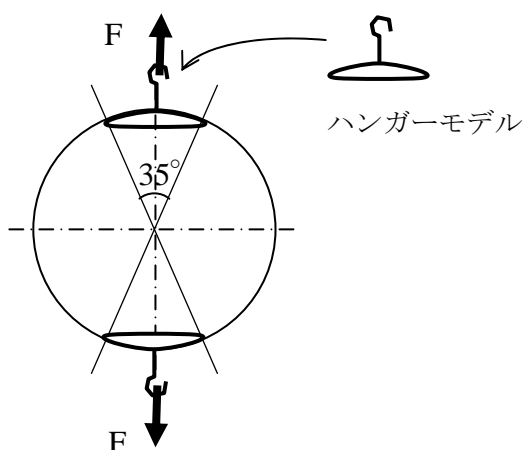
マンホール、ノズルおよびサンプなどの付帯設備はモデル化に含まなくてもよい。

タンク径、胴および鏡肉厚、強め輪形状、物性値が同じタンク群がある場合は、最大容量のタンクを代表としてモデル化する。

モデルは、仕切り板のないストレートタンクとする。

(2) ハンガーモデル

中仕切板にかかる荷重と偏平変形量を計算によって求めるため、補2図1のようなハンガー形状の仮想部材をモデル化する。



補2図1 ハンガーモデル

モデル化するハンガーの弾性率は、鋼と同等 ($E = 211\text{GPa}$)とする。

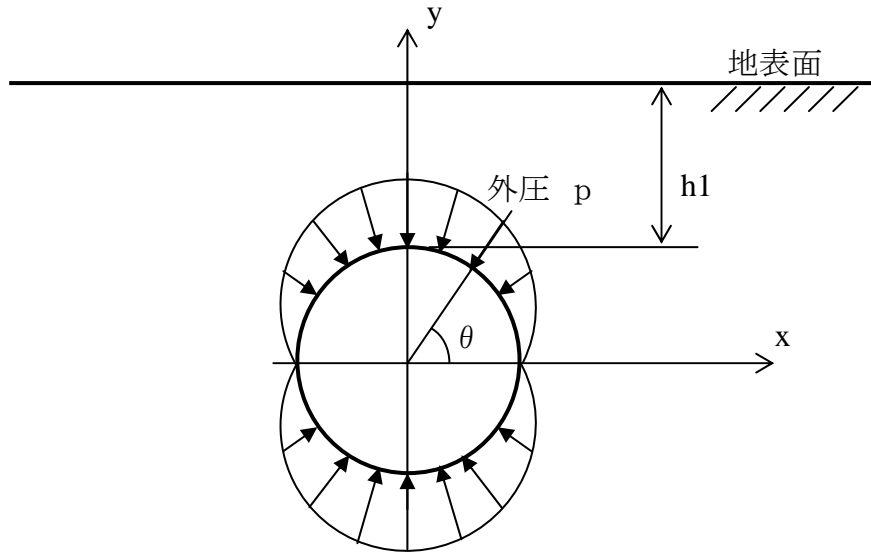
ハンガーモデルの取り付け位置は、タンク長手方向の中央とする。

(3) 物性値

主要構造部材の物性値は、構造計算書で使用している値とする。

2 荷重条件

鉛直土荷重を補2図2のようにモデル化する。



補2図2 鉛直土荷重のモデル

外圧 p は、タンク頂部にかかる鉛直土圧を最大とし、タンクセンターでゼロとする。
円周各位置の外圧 p は、補2(1)式で示される通りとする。

$$p = (\gamma' + \gamma_w) \times h_1 \times |\sin \theta| \quad \dots\dots \text{補2(1)}$$

ここで、 p : タンク胴にかかる外圧力

γ' : 水中土比重量

γ_w : 水比重量

h_1 : 埋設深さ

θ : 角度 (補2図2参照)

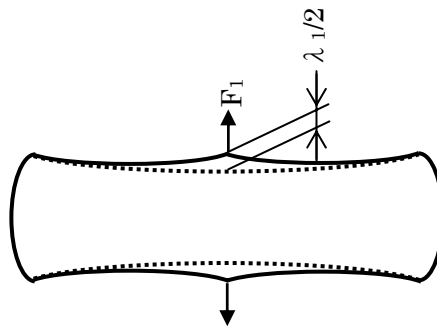
3 解析手順

中仕切り板部分の土荷重に抗する力 F と偏平変形量 λ の関係を計算し、見かけのバネ定数 k を求めるために次の手順で FEM 計算を行う。

(1) 中仕切り板のないストレートタンクのモデルで、前 2 荷重条件に示す鉛直土荷重を負荷して FEM 計算を行う。この時の変形量 λ_1 を初期状態とする。

この時点では、ハンガーモデルに引張荷重は作用していない。

(2) 次にハンガーモデルに、初期状態からの戻り変形量が、前(1)の λ_1 程度の値になる上下方向引張力 F_1 を与え、ハンガー位置での偏平変形量 λ_1 の FEM 計算値を求める。



補 2 図 3 土圧に抗する力と戻り変形量

4 見かけのバネ定数 k を次の補 2(2)式により求める。

$$F_1 = k \times \lambda_1 \quad \dots\dots \text{補 2(2)}$$

以上により、中仕切り板の評価に必要な見掛けのバネ定数 k の値が求められる。

補則3 中仕切板の偏平試験方法

中仕切板の荷重－変位性能のデータを得るための実物試験の方法は、以下による。

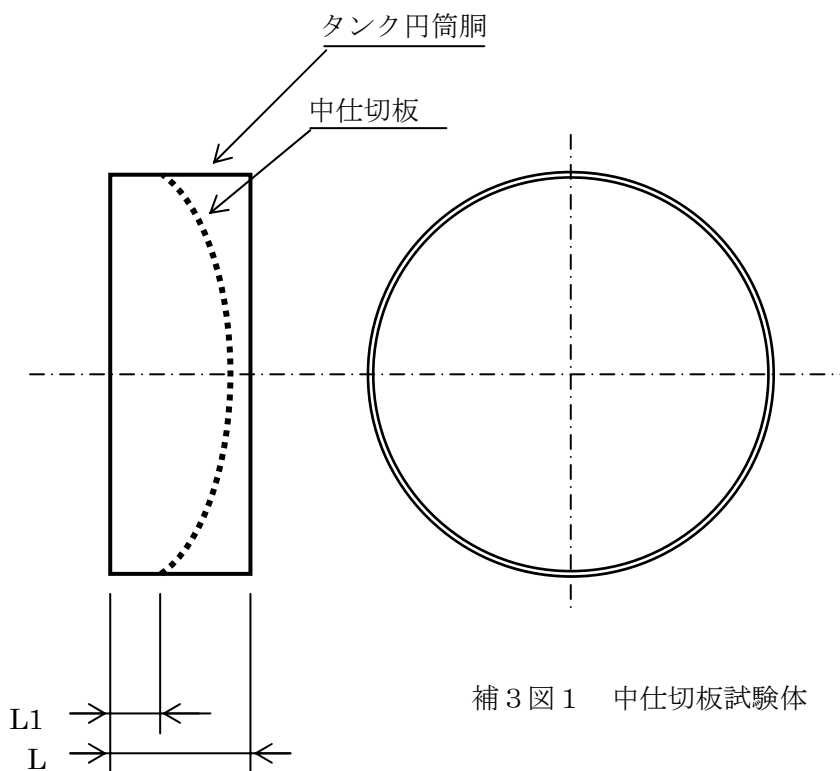
1 試験体

中仕切板を含むタンク胴の一部分を試験体とする。(補3図1参照)

L の長さは、中仕切板が円筒胴内に収まる寸法で、かつ 500mm 以上とする。

L1 の長さは、150mm 以上 とする。

試験体数量は、3 体とする。

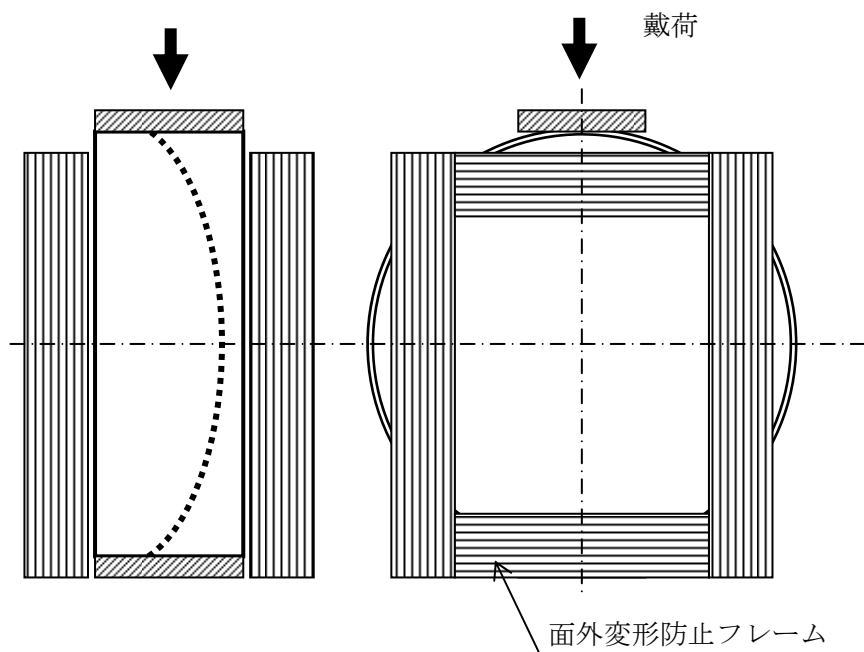


2 試験方法

中仕切板の偏平試験は、JIS K 7032「ガラス繊維強化熱硬化性プラスチック（GRP）管一管の初期剛性の求め方」に準じて行う。

ただし、載荷重によって試験体の端部が面外変形を生じる恐れのある場合は、試験体の円筒端部（両側）の平行度を維持するため、補3図2のような鋼材製などのガイドフレームを設ける。

試験は、3体の試験体について行う。



補3図2 面外変形防止フレーム

3 計測データ

中仕切板の偏平試験において、ゼロから試験体破壊まで順次載荷重を増加させ、適正な間隔で載荷重とその時の偏平変形量を記録する。

試験中に次の現象が発生した場合は、試験体の破壊とみなす。

- (1) 載荷中に異音が発生し、荷重値が5%以上急激に低下した場合
- (2) 試験体に明らかな貫通割れや貫通剥離が認められた場合
- (3) その他、明らかに破壊と認められる場合

試験中に中仕切板の評価線（グラフ2参照）を十分に上回る荷重、変位を示した場合は、試験を終了してもよい。

試験体3体の計測データのうち、最も破壊荷重が小さかったものを評価用データとする。

(解説)

・ 中仕切板の説明

強化プラスチック製二重殻タンクの中仕切板は、ひとつのタンクに複数の油種を貯蔵する際に、油種を区分するためにタンク内に設ける隔壁である。

・ 中仕切板に負荷される荷重

中仕切板は、タンクの運転中に負荷される荷重に対して十分な強度を持つものでなければならない。

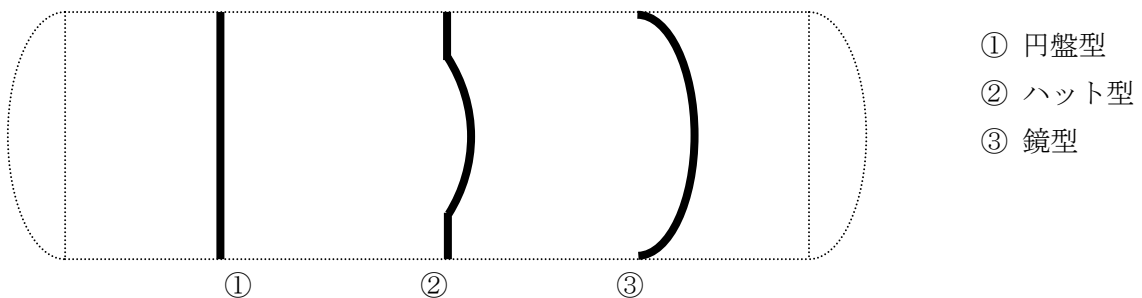
中仕切板に負荷される外力は、①タンク内貯蔵液体の静圧、②タンク外の土圧、地下水圧である。

このうち埋設されたタンクに負荷される外荷重（土荷重および地下水圧）は、タンクの円周方向各位置において均等でなく、タンクを偏平化するモードを生じる。

この基準では、中仕切板に最も厳しい条件となる埋設時鉛直土荷重についての強度評価の方法を取り扱っている。

・ 中仕切板の構造

中仕切板は、強化プラスチック製とし、円盤型、ハット型、鏡型などの形状で、その円周端部をタンク内殻に強化プラスチック材によりオーバーレイ接着された構造が代表的なものである。



解説図1 中仕切板の形状

・ 評価基準の考え方

中仕切板が、外圧によって破壊しないようにするためには、次の二つの対処法がある。

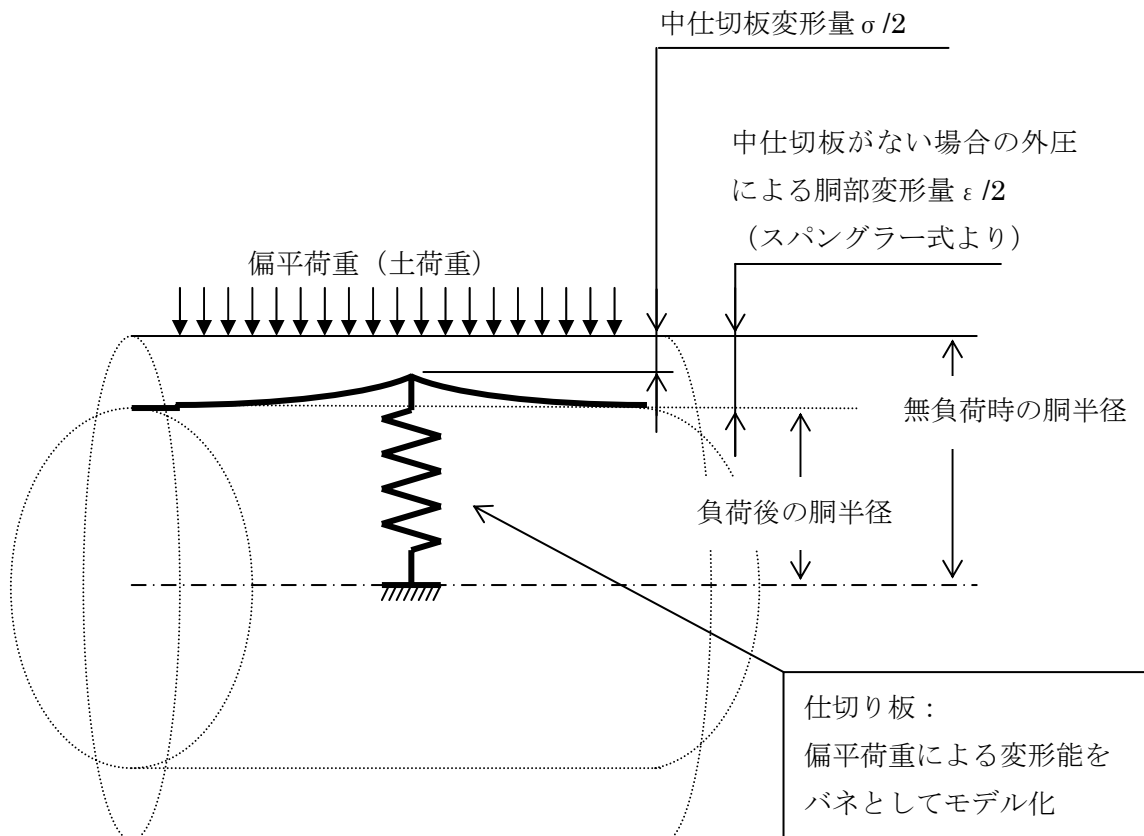
① 設計外圧による偏平荷重に対抗できる強度を持つ。

② 設計外圧によるタンク胴の変形に柔軟に追従する。

この評価基準では、上の二つの条件を共に考慮する。

中仕切板がないタンクの埋設状態における円筒胴の土荷重と変位の関係は、スパングラ一式で求められるものとする。

中仕切板は、スパングラ一式で求められたタンク胴の変形に抵抗する形となるため、中仕切板には偏平荷重が負荷され、その変形と負荷された荷重が釣り合う状態で安定する。この状況をモデル化して示すと解説図 2 のようになる。



解説図 2 土荷重による中仕切板変形