

第5 FRPタンクの安全な構造

1 FRPの材質等

- (1) 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（UP-CM）又はこれと同等以上の性能（耐薬品及び機械的強度）を有する樹脂が用いられているとともに、当該 JIS 規格に適合しているものとする。
- (2) 強化剤は、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み合わされて使用されているとともに、当該 JIS 規格に適合しているものとする。
- (3) タンクに使用する着色剤・安定剤は、樹脂及び強化剤の品質に悪影響を与えないとともに、材料試験等により耐薬品性を有していることが確認されているものとする。

2 FRPの性能

FRPの性能は、次表の JIS に準拠した試験により確認されていること。

表4-1 FRPの性能

項 目	性 能
引張り強さ	0.6 MPa/mm ² 以上
曲げ強さ	1.25 MPa/mm ² 以上
空洞率	5.0 %以下
曲げ弾性率	60 MPa/mm ² 以上
バーコール硬度	40 以上

3 FRPタンクの性能基準

タンクは、次の構造安全性を有していること。

- (1) 内圧試験及び外圧試験において、タンクの変形については変形量がタンクの直径（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。
- (2) 応力度比は、内圧試験及び外圧試験において算出された発生応力（ σ_{tx} , σ_{ty} , σ_{bx} , σ_{by} ）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ものであること。

$$\left| \frac{\sigma_{tx}}{f_t} \right| + \left| \frac{\sigma_{bx}}{f_b} \right| \leq 1.0$$

$$\left| \frac{\sigma_{ty}}{f_t} \right| + \left| \frac{\sigma_{by}}{f_b} \right| \leq 1.0$$

（許容応力）

許容応力は、タンク本体から採取した試験片について引張試験を、JIS K 7054「ガラス繊維強化プラスチックの引張試験方法」に基づき、又、曲げ試験を、JIS K 7017「繊維強化プ

ラスチックー曲げ特性の求め方」に基づき、実施した試験結果に基づき、次の式により算出する。

$$f_t = \frac{(X_t - 2 \cdot S_t)}{4} \quad f_t: \text{引張の許容応力} \quad f_b: \text{曲げの許容応力}$$

$$X_t: \text{引張強さの平均値} \quad X_b: \text{曲げ強さの平均値}$$

$$S_t: \text{引張強さの標準偏差} \quad S_b: \text{曲げ強さの標準偏差}$$

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

(内圧試験)

内圧試験は内水圧試験で実施し、ひずみ及び変形を測定し、測定後に目視によって漏れ及び測定箇所以外の変形等に異常がないことを確認する。

なお、試験圧力は、70kPa 以上の水圧で 10 分以上とすること。

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 20 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る場合は、測定箇所を減少することができる。

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、次の式により算定する。

$$\varepsilon_{tx} = \frac{(\varepsilon_{xi} + \varepsilon_{x0})}{2}$$

$$\varepsilon_{ty} = \frac{(\varepsilon_{yi} + \varepsilon_{y0})}{2}$$

$$\varepsilon_{bx} = \frac{(\varepsilon_{xi} - \varepsilon_{x0})}{2}$$

$$\varepsilon_{by} = \frac{(\varepsilon_{yi} - \varepsilon_{y0})}{2}$$

$\varepsilon_{tx}, \varepsilon_{ty}$: x, y 方向の引張ひずみ
 $\varepsilon_{bx}, \varepsilon_{by}$: x, y 方向の曲げひずみ
 $\varepsilon_{xi}, \varepsilon_{yi}$: 測定点における内表面の主ひずみ
 $\varepsilon_{x0}, \varepsilon_{y0}$: 測定点における外表面の主ひずみ

引張応力と曲げ応力は、試験片を用いた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ものであること。

$$\sigma_{tx} = \frac{E_t (\varepsilon_{tx} + \varepsilon_{ty} \cdot \nu)}{(1 - \nu^2)}$$

$$\sigma_{ty} = \frac{E_t (\varepsilon_{ty} + \varepsilon_{tx} \cdot \nu)}{(1 - \nu^2)}$$

$$\sigma_{bx} = \frac{E_t (\varepsilon_{bx} + \varepsilon_{by} \cdot \nu)}{(1 - \nu^2)}$$

$$\sigma_{by} = \frac{E_t (\varepsilon_{by} + \varepsilon_{bx} \cdot \nu)}{(1 - \nu^2)}$$

σ_{tx}, σ_{ty} : x, y 方向の引張応力

σ_{bx}, σ_{by} : 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 : ポアソン比

※ ポアソン比：引張応力（試験片に加えられた引張荷重を最小断面積で割った値）の負荷過程における引張強さを表わす比例限度内（引張応力とひずみのグラフ）での引張応力の作用する方向のひずみ ε_1 とそれに直交する方向のひずみ ε_2 （試験片の中央部に直交する 2 軸測定用ひずみゲージを貼り付け、測定する。）との絶対値のことである。

$$\nu = \left| \frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} \right|$$

（外圧試験）

外圧試験は外水圧試験で実施し、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を確認する。

なお、試験は、タンクを設置する基礎と同じ構造の基礎を水槽に設け、当該基礎にタンクを固定し、水槽内に水を注入し、主軸方向のひずみ及び変形を測定する。

水位は、タンク本体の最上部の外面から 30 cm 以上の高さとする。

測定箇所は、大きな応力が発生すると想定される鏡部分、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 20 ポイント以上とする。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、試験時の水位保持時間は、規定水位時において 10 分以上とする。

ひずみ及び応力の算出は、内圧試験の例による。