

実大試験報告書作成要領

試験報告書の内容には次の事項を含むこと。

I. 内圧試験

1. 試験の目的

2. 一般事項

2.1 試験の依頼者及び実施者

2.2 実施場所、日時、気温、室温、水温

2.3 試験槽の名称と容量

2.4 試験槽の構造概要

①設置方法

②構造概要図(各部寸法、板厚及び測定位置とその記号)

③その他

2.5 槽の成形方法と素材の構成

2.6 使用材料の材料特性

3. 試験の概要

3.1 板厚の測定機器と測定方法

①使用した機器の名称、製造所

②測定方法

3.2 加力方法

3.3 変化の測定

①使用した機器の名称、製造所

②測定方法

3.4 ひずみの測定

①使用した機器の名称、製造所

②使用したひずみゲージの名称、寸法、記号及び製造所

③ひずみゲージの防水方法、接続方法及びダミーゲージの状態について

④測定方法

4. 測定結果

4.1 板厚

①結果の一覧表(規定板厚を含めたもの)

②各部の平均と標準偏差

③測定板厚と槽の概略図上にプロットした図

4.2 変位

- ①結果の一覧表
- ②各変位測定点の最大変化を槽の概略図上にプロットした図
- ③各変位測定点の荷重(水位)－変位曲線図
- ④鉛直及び水平(2方向)の相対変位の一覧表

4.3 ひずみ

- ①結果の一覧表(ひずみ及び対応する応力を一覧表をする)
- ②各ひずみ測定点の最大応力の主応力とその方向の一覧表
- ③主要点(裏、表のひずみを測っている点)での最大応力時の平均応力と曲げ応力の一覧表
- ④各ひずみ測定点での荷重(水位)－ひずみ曲線図
- ⑤各ひずみ測定点での最大及び最小応力を槽の概略図上にその方向を図示し、大きさを記入した図。

5. 結果の考察

5.1 板厚

適正に製造されているか否かの検討(最小板厚以上あり、かつ、ばらつきが許容誤差範囲に入っているか否か)

5.2 変位

各部の変位は計算結果に対応しているか否かの検討(ずれている場合には、補正係数を決定する)

5.3 応力(ひずみ)

各部の応力は計算結果に対応しているか否かの検討(ずれている場合には、補正係数を決定する)

6. 総括

6.1 外圧時の計算結果に変位を補正係数を乗じた結果がJIS A 4101で規定された許容値以下であるか否かを検討する。これを一覧表にまとめる。

6.2 外圧時の計算結果に応力(ひずみ)の補正係数を乗じた結果が

- ①材料の許容応力度以下であるか否かを検討する。
- ②許容座屈応力度以下であるか否かを検討する。

これらを一覧表にまとめる。

6.3 総合的に安全性の検討を行う。

7. 試験時の主要部分の写真(数枚)

付録:内圧実大試験と同一条件での変位及び応力計算書とその計算結果の一覧表

II. 外圧試験

外圧試験に対する必要項目は内容に多少差があるが、I. 内圧試験の1.項～5.1項まで3.3項及び4.2項を除いて同一である(3.3項及び4.2項については不要)。5.2項以下は次のようになる。

5.2 応力(ひずみ)

各部の応力は材料の許容応力度以下であるか否かの検討(一覧表で示す)

- 5.3 総合的に特に座屈などに対する安全性を検討する。
- 6. 試験時の主要部分の写真(数枚)

実大実験についての解説

1 実験の目的

内圧:地下埋設型が多いので、実際にこのような荷重状態は施工時の一時期にのみ見られ、通常はないが、ここでは構造計算書で用いられた諸仮定及び構造モデルの妥当性を証明するために内圧試験を行う。この結果をふまえて使用法及び構造モデルの仮定に対する外圧時の発生応力とその安全性を検討することが主目的であるが合わせて漏水、全体的な構造特性を把握することにある。

外圧:地下埋設時の最も苛酷な条件としての外圧試験を行い、この条件に耐え得る場合には、この試験報告書をもって構造計算書を省略することができる。複雑な形態の場合など構造計算に大きな仮定が導入されるので、むしろこの試験報告書で構造的安全性を検討するのがよい。目的は、外圧時の発生応力に対する安全性の検討と合わせて漏水、全体的な構造特性を把握することにある。

2.4 試験槽の構造概要

①試験槽は製品として市販されるものと同一の生産方式で製作され、実際の施工法に準じて設置することを原則とする。やむをえず変更する場合には、その異なる点を明記すること。

②試験槽の選定

②-1 内圧試験の場合は、力学的に同類を見なせる場合には、原則としてその類系の最大寸法の槽をその系の試験槽とする。

②-2 外圧試験によってその安全性を証明する場合には、原則として形状寸法の異なる槽は、別機種として扱う。但し、力学的に同類と見なせる場合には、その類系の最大寸法の槽については、ここに示すような詳細な試験を行い、類系内の他の槽については、主要部以外は試験を簡略化することができる。

③構造概要図…別紙(1)、(2)に示す。

2.5 槽の成形方法と素材の構成…別紙(3)、(4)に示す。

2.6 使用材料の材料特性…別紙(3)、(4)に示す。

3.1 板厚の測定機器と測定方法

①超音波の板厚測定機、キャリパーゲージあるいは直接試験片を切出してノギスあるいは板厚測定用のマイクロメータ等で $1/10\text{mm}$ の精度で測定する。

②板厚の測定の各部位(例えば、開口立上り部、胴壁部、鏡部、補強リブ部など構造的に主要な部分)について、ひずみ測定点を含む最低3箇所以上で測定する。

注)板厚測定点に、ひずみ測定点を含めることを原則とするが、その点で板厚を測定することが著しく困難な場合には、その近傍点3箇所以上の平均をひずみ測定点の板厚としてもよい。

3.2 加力方法

①内圧試験

①-1 内水圧とし、その最大水位高さ(H)は、槽頂部までとする。

①-2 注水は $H/4$ 、 $H/2$ 、 $3H/4$ 、 H の順序で行い、所定の水位高さに達したところで注水を停止し、水面の動揺が静まるのを待って測定を行う。

①-3 水位高さの測定は、 1mm 精度のスケールで行う。

②外圧試験

②-1 外水圧による場合

- 1) 槽の高さ(H)とすると、最高水高を槽頂部までとする。
- 2) 注水は外部槽に①-2項に準じて行う。但し、この場合にはHの位置で10分間放置した後、H、3H/4、H/2、H/4、0の順序に水圧を低下させる過程でも各段階で測定し、水位0の位置で12時間以上放置して残留ひずみを測定する。

②-2 真空ポンプによる場合

- 1) 槽高のH/2における外水圧が一様に分布するとして、これをPmaxとし、圧力はPmax/4、Pmax/2、Pmax/4、Pmaxの順で圧力が加わる様にする。所定の圧力に達した所でポンプを停止し、圧力計の動揺が静まるのを待って測定を行う。Pmaxで10分間放置し、水圧の場合と同様に測定する。
- 2) 圧力の測定は水銀柱を1mm精度のスケールで行う。

3.3 変位の測定

- ① 槽の鉛直方向の最大の変形を検出するために、槽天板と底板部にそれぞれ最低4箇所以上の変位を測定する。
- ② 槽の水平方向(2方向)の最大槽壁間変位を検出するために相対する壁面で4箇所以上の変位を測定する。
- ③ 変位の測定は1/10mmの精度で読み取れるスケールあるいはマイクロメータで行う。

3.4 ひずみの測定

- ① ひずみの検出はワイヤーストレインゲージで行う。
- ② 発生応力の最大値を検出するために、応力が大きくなることが予測される最低10箇所を測定する。
- ③ ②項の10箇所の内、主要点(10箇所の中で特に曲げ応力が大きくなることが予想される点)を3箇所以上定め、その点は内側と外側にストレインゲージを貼り付けて表と裏の表面ひずみを測定し、曲げ応力と引張り圧縮応力の成分を算出する。
- ④ ひずみの主軸が明らかな場合は、主軸に合わせて2軸ゲージを用い、主軸が不明な場合には3軸ゲージを用い、主応力の方向とその値を表示する。

3.5 槽固定の安全性を確認するため全容積の1/3の浮力に対しても浮上することのないように基礎コンクリートに緊結する(常時)

4 測定結果に対するデータ整理について

4.1 平均と標準偏差

① 平均(\bar{X})

$$\bar{X} = \sum_{i=1}^n X_i / n \quad \dots \dots \dots (1) \quad \bar{X} : \text{平均値}$$

X_i : 一つの測定値

② 標準偏差

$$S = \sqrt{\frac{(X_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \dots \dots \dots (2) \quad n : \text{観測数}$$

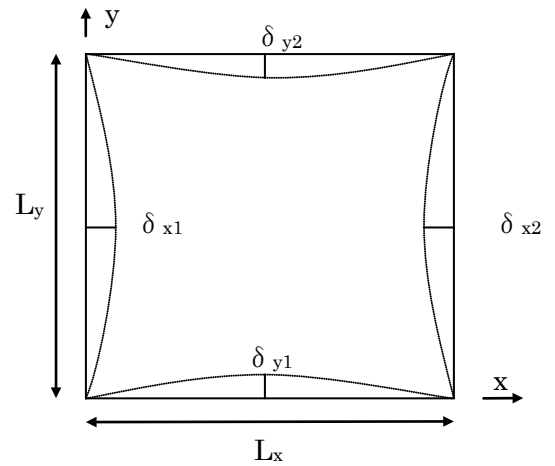
S : 標準偏差

4.2 変形率

変形率 R_x 、 R_y は次の様にして求め、これがJISの規格値以下であること。

$$R_x = \frac{\delta_{x1} + \delta_{x2}}{L_x} < \frac{2}{100} \quad \dots\dots(3)$$

$$R_y = \frac{\delta_{y1} + \delta_{y2}}{L_y} < \frac{2}{100} \quad \dots\dots(4)$$



4.3 測定ひずみと応力の算定

①平均ひずみ ϵ_t (垂直ひずみ)

$$\epsilon_t = \frac{\epsilon_{表} + \epsilon_{裏}}{2} \quad \dots\dots(5)$$

②曲げひずみ ϵ_m

$$\epsilon_m = \frac{\epsilon_{表} - \epsilon_{裏}}{2} \quad \dots\dots(6)$$

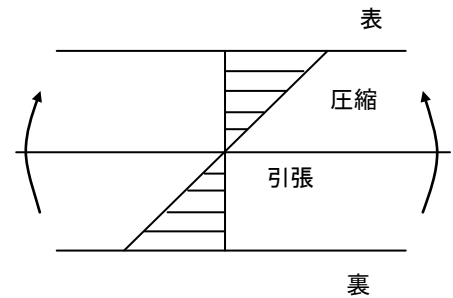
③主軸が明らかでない場合(3軸測定)

③-1 せん断弾性係数(G)

$$G = \frac{E_t}{2(1 + \nu)} \quad \dots\dots(7)$$

ν :ポアソン比

E_t :引張弾性係数



③-2 3軸ひずみよりせん断ひずみの求め方

$$\epsilon_\theta = \epsilon_x \cos^2 \theta + \epsilon_y \sin^2 \theta + \gamma_{xy} \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta \quad \dots\dots(8)$$

$\theta = 45^\circ$ として

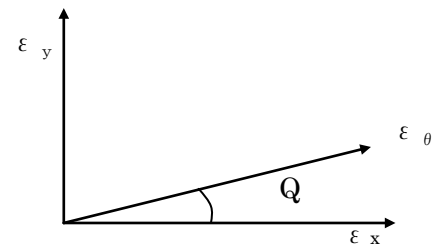
$$\gamma_{xy} = 2 \epsilon_{45} - (\epsilon_x + \epsilon_y) \quad \dots\dots(9)$$

③-3 応力の求め方

$$\sigma_x = \frac{E_t}{1 - \nu^2} (\epsilon_x + \nu \epsilon_y) \quad \dots\dots(10)$$

$$\sigma_y = \frac{E_t}{1 - \nu^2} (\nu \epsilon_x + \epsilon_y) \quad \dots\dots(11)$$

$$\tau_{xy} = G \gamma_{xy} \quad \dots\dots(12)$$

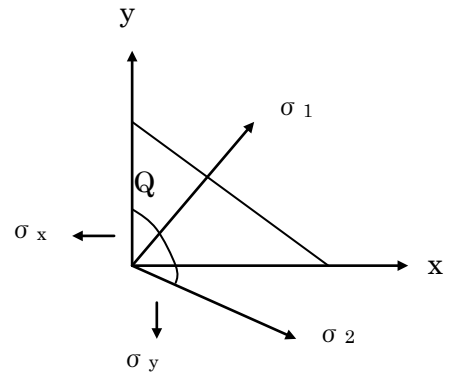


③-4 主応力の求め方

$$\sigma_1 = \frac{1}{2}(\sigma_x + \sigma_y) + \frac{1}{2}\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2} \quad \dots(13)$$

$$\sigma_2 = \frac{1}{2}(\sigma_x + \sigma_y) - \frac{1}{2}\sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2} \quad \dots(14)$$

$$\theta = \frac{1}{2} \tan^{-1} \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_y - \sigma_x} \quad \dots\dots\dots(15)$$



④主軸が明らかな場合(2軸)

④-1 等方性の場合

(10)と(11)式より応力を算定する。

④-2 直交異方で応力の主軸と材料の主軸が一致している場合

$$\sigma_x = \frac{E_x}{1 - \nu_x \nu_y} \varepsilon_x + \frac{\nu_x E_y}{1 - \nu_x \nu_y} \varepsilon_y \quad \dots\dots\dots(16)$$

$$\sigma_y = \frac{E_x \nu_y}{1 - \nu_x \nu_y} \varepsilon_x + \frac{E_y}{1 - \nu_x \nu_y} \varepsilon_y \quad \dots\dots\dots(17)$$

$$E_x \nu_y = E_y \nu_x \quad \dots\dots\dots(18)$$

⑤曲げ応力を伴う場合の安全性の検討

⑤-1 平均応力

$$\sigma_o = \frac{\sigma_{表} + \sigma_{裏}}{2}$$

⑤-2 曲げ応力

$$\sigma_b = \sigma_{表} \text{ (or } \sigma_{裏}) - \sigma_o$$

⑤-3 安全性の検討

$$\frac{\sigma_o}{f_{at}} + \frac{\sigma_b}{f_{bt}} < 1 \quad \dots\dots\dots\text{OK}$$

f_{at} : 許容引張応力度

f_{bt} : 許容曲げ応力度