

(4) クリープ係数

長期偏平クリープ剛性の回帰分析方法は、JIS K 7020－1998（2018 確認）「ガラス強化熱硬化性プラスチック（GRP）管及び継手一回帰分析及びその使用」（ISO10928）に示された方法 B（直線回帰）、方法 C（2 次曲線回帰）ならびに 2 直線を用いた回帰（以下、方法 B' という）、の 3 案が提示され、それぞれの回帰式のイメージは図 2.6 に示すとおりである。10,000 時間までの計測データから回帰式を求め、外挿して 50 年後（438,000 時間後）を推定する。

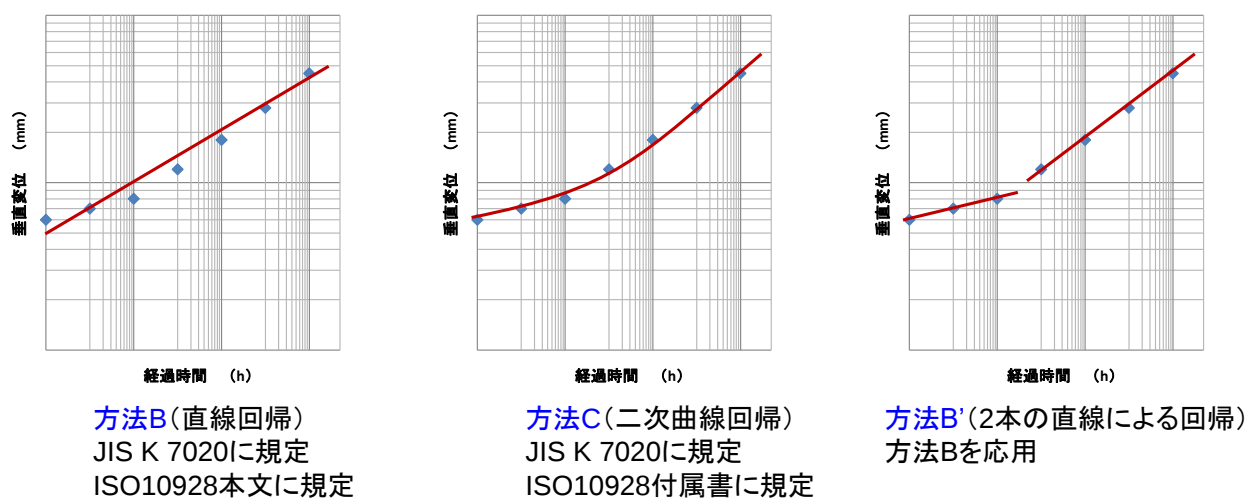


図 2.6 経過時間～垂直変位の回帰分析（3 案）のイメージ

長期偏平クリープ剛性 $S_{50,creep,wet}$ は下式で求められる。

$$S_{50} = \frac{f \times F}{L \times y} \quad \dots (2 \text{ 式}) \quad \text{注：(1 式) と同じ}$$

ここに、

$S_{50,creep,wet}$ ：50 年後の偏平クリープ剛性 (N/m²)

f ：変位係数 (=1860×10⁻⁵)

L ：供試管の平均長さ (m)

F ：圧縮荷重 (N)

y ：垂直変位 (m)

クリープ係数は初期剛性に対する長期偏平クリープ剛性の比 $\alpha_{50,creep,wet}$ であり、(3 式) で求められる。

$$\alpha_{50,creep,wet} = \frac{S_{50,creep,wet}}{S_0} \quad \dots (3 \text{ 式})$$

2-2-3 長期極限曲げひずみ試験

(1) 試験の概要

ISO10471 に準じた長期極限曲げひずみ試験を実施する。

一定長さに切り出した供試管を水中に設置し、静的荷重を負荷して破壊に至るまでの時間および円周方向ひずみを測定する。ひずみレベルを種々に変えて、破壊に至るまでの時間を10,000 時間以上にまで分布させ、18 個以上のデータを採取する。

ISO10928 に基づき回帰直線を求め、50 年後の長期極限曲げひずみ(破壊ひずみの外挿値)を求める。

ISO10471 Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes – Determination of the long-term ultimate bending strain and the long-term ultimate relative ring deflection under wet conditions

(2) 試験方法

試験装置を図 2.7 に示す。重錘の質量をギアで増幅して常に一定の静的荷重を負荷する機構である。

試験条件は気温 $23\pm5^{\circ}\text{C}$ 、 $\text{pH}7\pm2$ と定められており、荷重、垂直変位および円周方向ひずみを計測する。

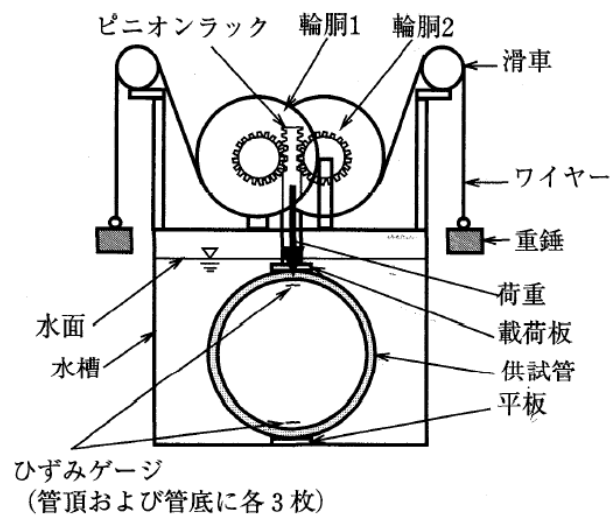


図 2.7 長期極限曲げひずみ試験装置

2-3 長期内圧強さ

2-3-1 試験実施に必要な装置類

長期極限内圧ひずみ試験は、2-2-1 の装置に加え、内圧負荷用のシリンダーを準備する。重錘でシリンダーを押し込むことで常に供試管の内圧を一定に保持する機構とし、破壊するまでの時間と負荷内圧の関係を測定する。

熱間内圧クリープ試験を実施する場合は、水温の制御が可能な水槽と、供試管への内圧負荷機構、データロガー等の計測機器を準備する。

2-3-2 長期極限内圧ひずみ試験

(1) 試験の概要

ISO7509 に準じた長期極限内圧ひずみ試験を実施する。

供試管に一定の内圧を負荷して、破壊に至るまでの時間および破壊時の円周方向ひずみを測定する。内圧レベルを変え、破壊に至るまでの時間を 10,000 時間以上にまで分布させ、18 個以上のデータを採取して ISO10928 に基づき回帰直線を求め、50 年後の長期極限内圧ひずみ（破壊ひずみの外挿値）を求める。

ISO7509 Plastics piping systems – Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes – Determination of time to failure under sustained internal pressure

(2) 試験方法

φ 200mm 程度の管を供試管とする。

試験装置を図 2.8 に示す。重錘の質量をギアで増幅する機構で、供試管のひずみやタイ・バーの伸び等による内容積の変化に関わらず常に一定の内圧を負荷する。

試験条件は気温 $23 \pm 5^{\circ}\text{C}$ と定められており、内圧および円周方向ひずみを計測する。

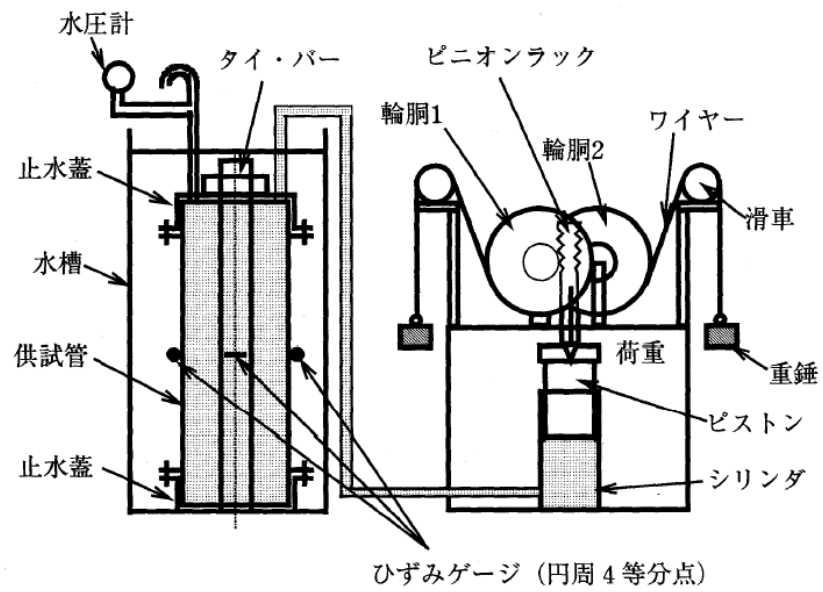


図 2.8 長期極限内圧ひずみ試験装置

2-3-3 熱間内圧クリープ試験

(1) 試験の概要

ISO9080 に準じた熱間内圧クリープ試験を実施する。

一定温度の水槽内で供試管に一定の内圧を負荷し、破壊に至るまでの時間を計測する。内圧レベルを変え、破壊に至るまでの時間を 10,000 時間以上にまで分布させ、回帰分析により 50 年外挿下方限界 (LCL) を求める。

ISO9080 Plastics piping and ducting systems – Determination of the long-term hydrostatic strength of thermoplastic materials in pipe form by extrapolation

(2) 試験方法

50 年相当の促進試験を行い、長期的に一体化していることを確認する。

ISO9080 では実使用温度より高い温度でクリープ試験を実施することでクリープを促進し、試験時間よりも長期の内圧強度を決定する方法について規定している。実使用温度からの温度差 (ΔT) が大きいほどクリープを促進でき、 k_e 倍 (外挿係数) の試験結果を延長できる。

ポリエチレン管のクリープ特性では、ある時間で傾きが変化する Knee Point が現れる場合がある。この Knee Point は温度が高ければ高いほど短時間で出現する。Knee Point が出現した場合、試験はその時間までしか外挿できないが Knee Point が出現しない場合、Table1 に従って試験結果を外挿できる。

Table 1 — Relationship between $\Delta T (= T_t - T)$ and k_e for polyolefins

ΔT °C	k_e
≥ 10 but < 15	2,5
≥ 15 but < 20	4
≥ 20 but < 25	6
≥ 25 but < 30	12
≥ 30 but < 35	18
≥ 35 but < 40	30
≥ 40 but < 50	50
≥ 50	100

出典：ISO9080:2012 (E)

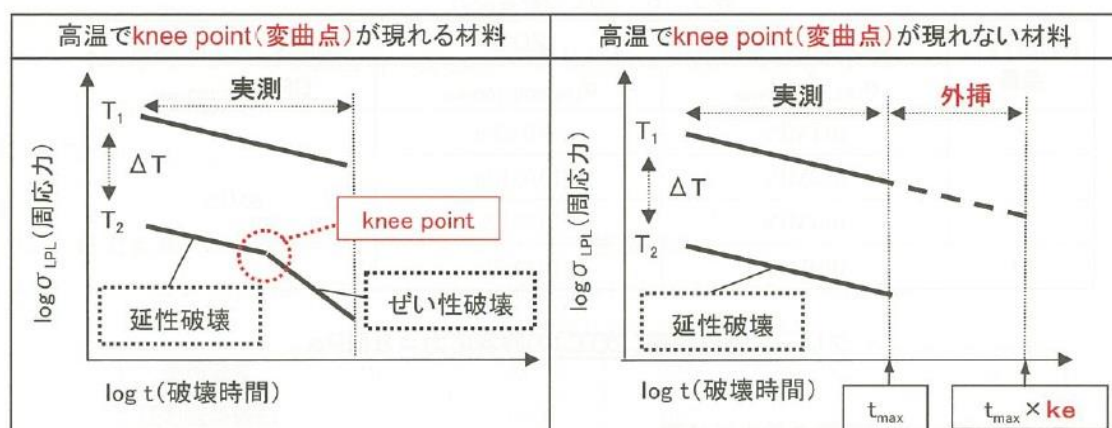


図3-2 加速試験の概念図(ISO 9080による)

出典：POLITEC