

ガラス繊維強化ポリエチレン管の長期性能検証（環剛性試験）
 Evaluation of long term hydrostatic strength by ring stiffness test about
 Glass fiber reinforced polyethylene pipe

時吉 充亮¹ 高原 源太郎¹ 井手元 静也¹ 日野林 譲二² 栗山 卓³

M.Tokiyoshi¹, G.Takahara¹, S.Idemoto¹, J.Hinobayashi², T.Kuriyama³

1. はじめに

ガラス繊維強化ポリエチレン管（PE-GF 管）は、製管成形条件により管周方向および管軸方向それぞれの曲げ特性を制御できる。したがって、不整形地盤での不同沈下があっても、管周方向の内外圧強さを保持したまま、不等な地盤変状に追従することが期待できる。PE-GF 管の長期性能は、ISO 1167-1, ISO 1167-2 および ISO 9080 に規定される熱間内圧クリープ試験（参照 Fig.1）で明らかにされている。当該試験は、PE-GF 管の最小口径で行われており、その製管成形条件によって口径毎に巻付角度が異なっている。そのため、口径差による長期性能を明らかにしておく必要がある。そこで、口径の異なる PE-GF 管の環剛性試験を行い曲げ弾性率の観点からガラス配向による影響を明らかにする。

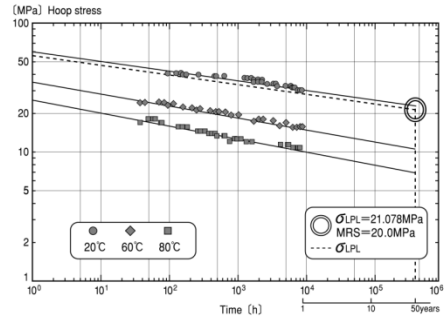


Fig.1 熱間内圧クリープ試験結果
 Long-term hydrostatic strength test

2. 試験の概要

ISO 9969 に規定され、Fig.2 に示す環剛性試験を行った。供試体は内径 200～2200mm までとし、試験条件は Table.1 にまとめた。なお、環剛性及び曲げ弾性率は下式(1)及び(2)による。

$$S_R = \frac{E \times I}{r_m^3} \dots (1) \quad E = \frac{0.149 \times F_s \times r_m^3}{I \times \Delta y \times \left(1 + \frac{\Delta y}{2d}\right)} \dots (2)$$

ここで、 S_R : 環剛性 (kN/m²) E : 曲げ弾性率 (MPa)
 I : 断面二次モーメント (m⁴/m) r_m : 管厚中心半径 (m)
 F_s : 荷重 (kN/m) Δy : 変位 (m) d : 内径 (m)

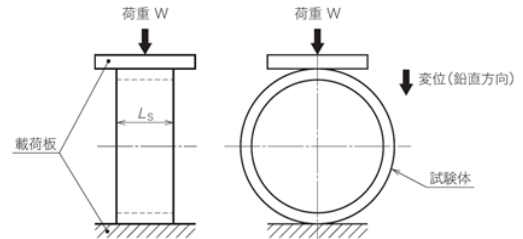


Fig.2 環剛性試験方法
 Ring stiffness test method

Table.1 試験条件
 Test parameter

内径	GF 配向角	SIDR	長さ [mm]	圧縮速度 [mm/min]	曲げひずみ速度 [min ⁻¹]	数量
200	81.0	28.5	100	10	0.05	3
600	86.7	25.0	300	10	0.02	3
900	87.8	27.7	300	27	0.03	3
1500	88.7	27.1	300	45	0.03	3
1800	88.9	31.5	360	54	0.03	3
2200	89.1	29.0	440	66	0.03	3

¹ ダイプラ株式会社 [Daipra corporation] ² 高耐圧ポリエチレン管協会 [High Stiffness Polyethylene Pipes Association] ³ 山形大学大学院有機材料システム研究科 [Graduate school of Organic Materials Science, Yamagata University] キーワード：ガラス繊維強化ポリエチレン，環剛性，曲げ弾性率

3. 結果

1) 荷重－変位曲線

内径の異なる 6 口径の荷重－変位曲線を Fig.3 に示した。縦軸は単位長さ当たりの荷重値 (kN/m) を示し、横軸は内径を基準とするたわみ量 (%) を示した。初期の弾性変形は口径拡大に伴い大きくなっていることがわかる。これらは巻付押出成形の理論に整合しておりガラス繊維の配向角と同じ傾向にある。なお、20%程度のたわみ量では座屈変形するものは見られなかった。

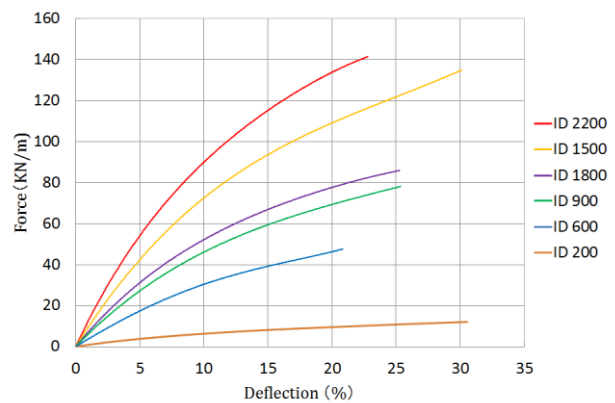


Fig.3 荷重－変位曲線
Force and deflection curve

2) 曲げ弾性率

口径と曲げ弾性率の関係を Fig.4 に示す。縦軸は、式(2)から求められる曲げ弾性率の平均値を示し、横軸は内径を示した。また赤線 (2,500MPa) は管周方向曲げ弾性率の設計値を示す。この結果、口径の拡大に伴い曲げ弾性率が大きくなる傾向が見られた。最も小さい値を示した内径 200mm に対し、内径 2200mm ではおよそ 1.3 倍程度の曲げ弾性率であることがわかる。

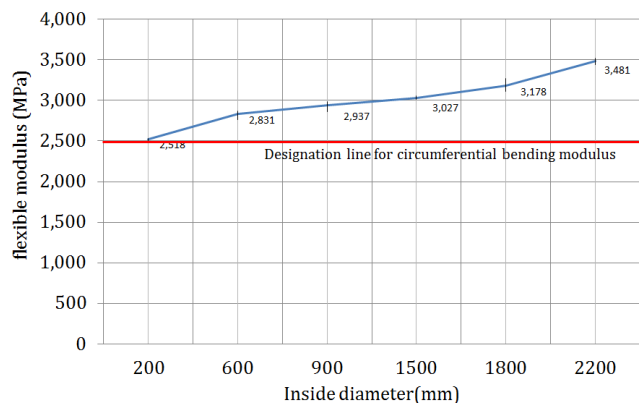


Fig.4 曲げ弾性率結果
Flexible modulus

4. まとめ

Fig5.に JIS K 6799-2 に示す引張試験 (管周方向)の結果を示した。これら総括した結果、管周方向の剛性は口径と比例することが明らかとなった。したがって PE-GF 管の長期性能を評価した熱間内圧クリープ試験は、最も小さな弾性率を持つ管で評価され、PE-GF 管の長期性能としては、すべての口径に対して最小の要求強度を明らかにしたと考えることができる。

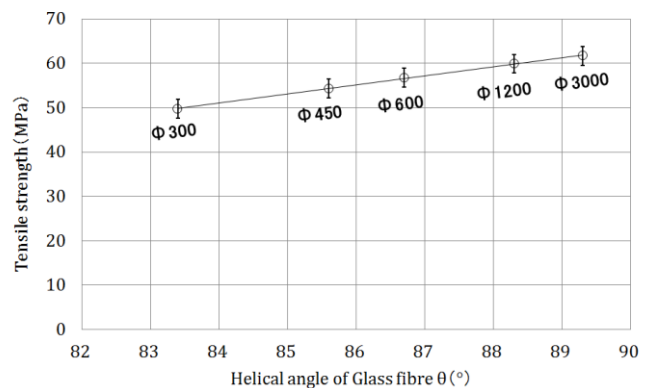


Fig.5 引張試験結果 (管周方向)
Tensile strength test (Circumferential direction)

参考文献

- 1) 時吉ら：ガラス繊維強化ポリエチレン管システムの開発 平成 29 年度農業農村工学会
- 2) 青山ら：ガラス繊維強化ポリエチレン管システムの曲げ特性 平成 29 年度農業農村工学会
- 3) 瀬戸ら：ガラス繊維強化ポリエチレン管システムの曲げ特性 (継手) 平成 29 年度農業農村工学会
- 4) 時吉ら：ガラス繊維強化ポリエチレン管システム EF 継手の曲げ変形挙動解析 平成 30 年度農業農村工学会
- 5) 高原ら：ガラス繊維強化ポリエチレン管システムの地盤返上による管軸方向変位が生じた場合の繰り返し内水圧による挙動 平成 30 年農業農村工学会
- 6) 瀬戸ら：ガラス繊維強化ポリエチレン管システム EF 継手の内圧挙動解析 平成 30 年農業農村工学会