

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
Internal pressure analysis about Fittings of Glass fiber reinforced polyethylene pipe system

瀬戸 敦詞¹ 山田 和毅¹ 高原 源太朗¹ 時吉 充亮¹ 日野林 譲二²
栗山 卓³ 河端 俊典⁴

A.Seto¹, K.Yamada¹, G.Takahara¹, M.Tokiyoshi¹, J.Hinobayashi²,
T.Kuriyama³, T.Kawabata⁴

1. はじめに

ガラス繊維強化ポリエチレン (PE-GF) 管システムは、短繊維ガラスで管周方向を補強しているため、管周方向の内外圧強さを保持したまま、管軸方向に対しても可撓性を有する。そのため、例えば、軟弱地盤による不同沈下による地盤変位に追従が可能であり、前報で、PE-GF 管システムの管軸曲げ性能を設計曲率半径 60D とする報告を行った^{1)・4)}。本研究では、さらなる設計曲率半径を目指すため、管路システムの曲げ限界の一つである EF 継手部に対して、曲げ、内圧及びそれらが重畳した載荷時の挙動解析を実載荷試験および FEM 解析により検討した。

2. 実験概要

公称内径φ600、管厚 20mm のガラス繊維強化ポリエチレン管 5 本を長さ 12m にバット融着接合した直管と同様に、中央部 EF 継手配置した管それぞれの両端をフランジにより封緘し供試体とした。加圧条件は、

0.15MPa または 0.3MPa の空気圧で 3 分間負荷した。管の設計諸元を Table.1 に示した。FEM 解析は mechanical ADPL (ANSYS JAPAN 社製) を用いた。両端支持方法は全自由度拘束とし、負荷条件は管体の内面に

1.5MPa の圧力を負荷した。その他の解析条件を Table.2 にまとめた。継手部における管軸方向応力、管周方向応力の分布を弾性解析し、内圧負荷による挙動を調べた。

Table.1 管の設計諸元
Property of pipe

項目	単位	条件	
管	公称内径	mm	600
	外径	mm	656
	管厚	mm	20
	管路長	m	12
	曲げ剛性	kN・m ² /m	1.6
継手	バット継手	—	2
	電気融着継手	—	1
	フランジ	—	2
試験条件	試験圧力	MPa	0.15 (直管) 0.3 (EF 継手付き管)

Table.2 解析条件
Property of FEM analysis

項目	単位	条件	
管	公称内径	mm	600
	外径	mm	656
	管厚	mm	23
	管路長	m	10
	継手	—	電気融着継手
モデル	要素	—	ソリッド
	材料モデル	—	線形直交異方性 (積層)
	支持方法	—	全自由度拘束
負荷条件	内圧	MPa	1.5

¹ 大日本プラスチック株式会社 [Dainippon Plastics co., ltd] ² 高耐圧ポリエチレン管協会 [High Stiffness Polyethylene Pipes Association] ³ 山形大学有機材料システム研究科 [Graduate school of Organic Materials Science, Yamagata University] ⁴ 神戸大学農学研究科 [Graduate school of Agricultural Science, Kobe University] キーワード：大口徑, 内圧管, 曲率半径, 地盤追従

3. 結果

1) 内圧試験時のひずみ分布

内圧負荷時の直管および EF 継手付き管の管軸方向ひずみ分布を Fig.1 に示した。直管の管軸ひずみが長さ方向に一定分布するのに対して、EF 継手付き管では EF 継手受口部根元に管軸ひずみの高いところが計測された。両供試体をたわみ量 550mm まで三点曲げ集中荷重（支持長 10m）保持し、内圧負荷した時の管軸ひずみ分布を Fig.2 に示した。直管の管軸ひずみに三点曲げ集中荷重の影響が多少あらわれ中央部にひずみ増加が見られた。これに対して、EF 継手付き管の管軸ひずみ分布は、曲げ荷重時にも EF 継手受口部根元にひずみ集中が計測された。これらに、内圧を重畳させたとき、直管では、僅かに加算されたのに対して、EF 継手付き管ではひずみ集中を大きくする傾向が得られた。

2) FEM 解析による継手の応力分布

内圧を負荷した時の管軸方向応力分布の FEM 解析結果を Fig.3 に示した。継手外側の受口根元に応力集中部が見られ、試験結果と対応した。さらに、受口と差口が突合されるスリット部先端に応力集中が認められた。他方、Fig.4 に示した管周方向応力分布では、応力集中は認められなかった。以上のことより、内圧負荷時 EF 継手受口根元付近は、直管に比較し管周方向および管軸方向による二軸応力状態にあることが示された。

4. まとめ

荷重試験および FEM 解析から EF 継手の挙動について以下の結果が得られた。

- 1) 曲げおよび内圧のいずれの負荷であっても EF 継手受口根元に管軸方向のひずみ集中が計測された。
- 2) FEM 解析の結果は、概ね試験結果と対応した。また、EF 継手受口根元の応力集中は、管周方向には現れなかった。
- 3) 1), 2) より、EF 継手形状検討から管軸方向曲げ性能をさらに向上させることが可能となる。

参考文献

- 1) 時吉, 日野林, 加後, 花山, 栗山, 河端: 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, 時吉, 日野林, 加後, 花山, 中村, 栗山, 河端: 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, 高原, 日野林, 加後, 花山, 中村, 栗山, 河端: 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) (社) 農業農村工学会 土地改良事業計画設計基準及び運用・解析 設計「パイプライン」

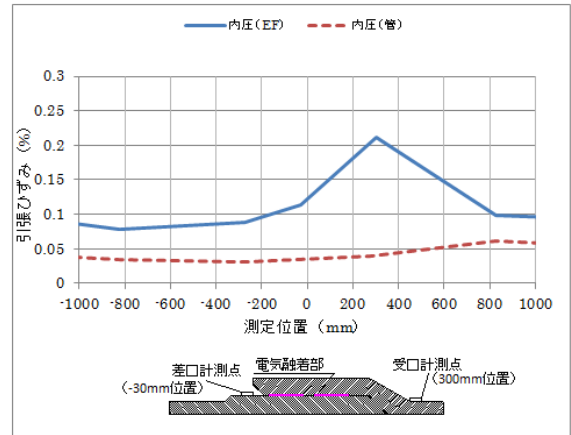


Fig.1 管軸方向ひずみ (内圧)
Axial strain of pipe and fitting (internal pressure)

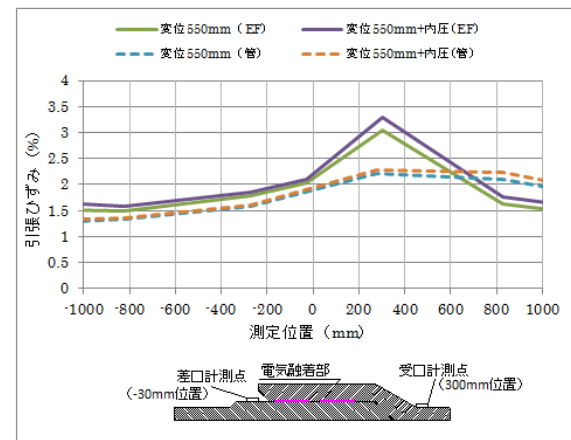


Fig.2 管軸方向ひずみ (変位, 内圧)
Axial strain of pipe and fitting
(bending and Internal pressure)

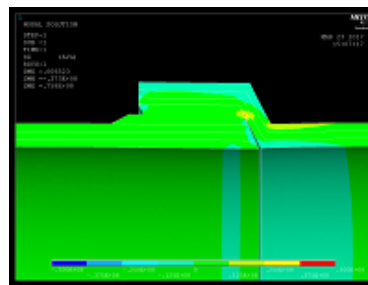


Fig.3 FEM 解析結果 (管軸)
FEM analysis (axial stress)

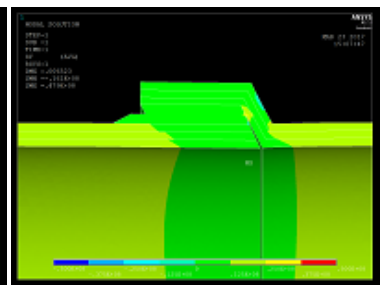


Fig.4 FEM 解析結果 (管周)
FEM analysis (vertical stress)