

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 Bending analysis about Fittings of Glass fiber reinforced polyethylene pipe system

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

M.Tokiyoshi¹, K.Yamada¹, A.Seto¹, 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、曲げ载荷時の挙動解析を実载荷試験結果³⁾ および FEM 弾性解析により検討した。

2. FEM 解析概要

FEM 解析は mechanical ADPL (ANSYS JAPAN 社製) を用いた。载荷方法は Fig.1 に示すように中央部に設置した EF 継手部を鉛直方向に 250mm 変位させ、支持方法は全自由度拘束とし、その他の解析条件を Table.1 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解析し、異方性度を変えることで管周方向および管軸方向の曲げ特性による影響を検証した。

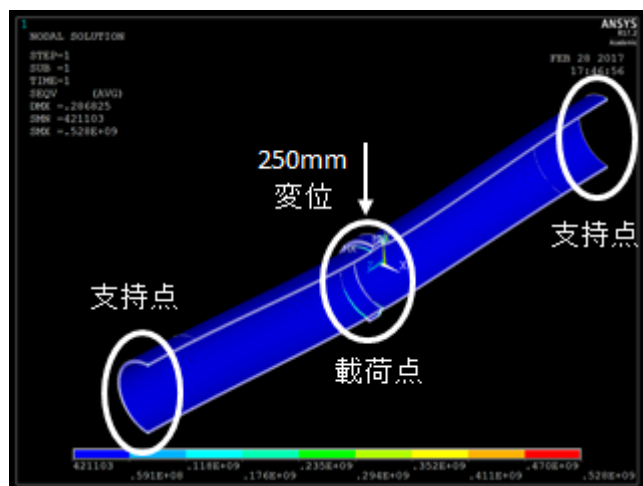


Fig.1 電気融着部の挙動解析
FEM analysis of EF

Table.1 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	
	支点間距離	m	10	
	継手	—	電気融着継手	
モデル	要素	—	ソリッド	
	異方性度	—	1.25	2.32
	材料モデル	—	線形直交異方性 (積層)	
	支持方法	—	全自由度拘束	
载荷方法	変位	mm	250	

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：大口径，内圧管，曲率半径，地盤追従

3. 結果

1) 曲げ試験時のひずみ分布

直管および EF 継手付き管のたわみ量を変えたときの管軸方向ひずみ分布を Fig.2 に示した。直管の管軸ひずみに集中荷の影響が多少あらわれ中央部にひずみ集中が見られ、たわみの増加によりその集中度が増加した。これに対して、EF 継手付き管の管軸方向ひずみ分布は、たわみの小さいとき、EF 継手受口部根元付近にひずみ集中が計測され、たわみの増加とともにその位置でのひずみ集中度が増すだけでなく軸方向へ広がる。この時のひずみは、荷重点左側で直管より大きくなり同右側で小さくなった。

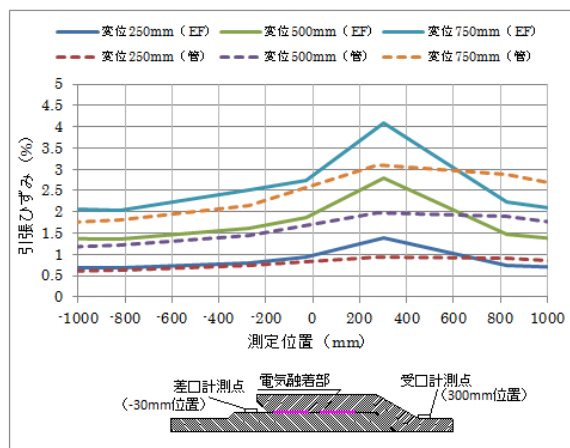


Fig.2 管軸方向ひずみ
Axial strain of pipe and fitting

2) FEM 解析による継手の応力分布

三点曲げ荷重における 50mm たわみ時の継手断面の軸方向の相当応力分布を Fig.3 に示した。継手外側の受口根元の角部に応力集中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、融着部および差口直管部付近では、とくに大きな応力集中は見られなかった。荷重試験においても、融着部のはく離等の損傷は認められず、破壊は受口部根元付近にあった。

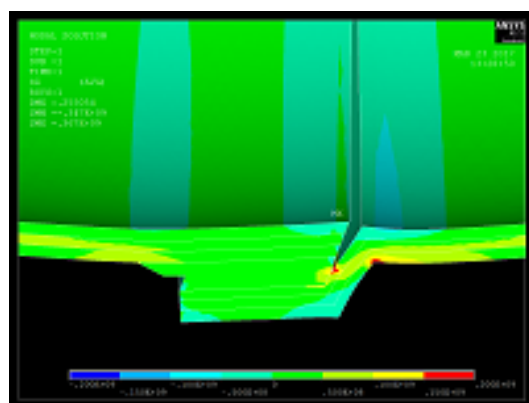


Fig.3 FEM 解析結果 (断面形状)
FEM analysis (fitting shape)

単層の異方性を大きくした場合の管軸方向の相当応力分布を Fig.4 に示した。三層積層となる本モデルの場合、異方性度を増すと継手両側の積層間付近に高応力部が現れた。この層間応力においても受口根元付近で、管軸方向へ広がっていた。このように、最大モーメント発生部に EF 継手が配置されたとき、EF 継手受口部根元外側角部およびスリット部先端に応力集中があり、単層の異方性度が増すと、EF 継手受口部根元内部の層間にも応力集中が現れることがわった。略

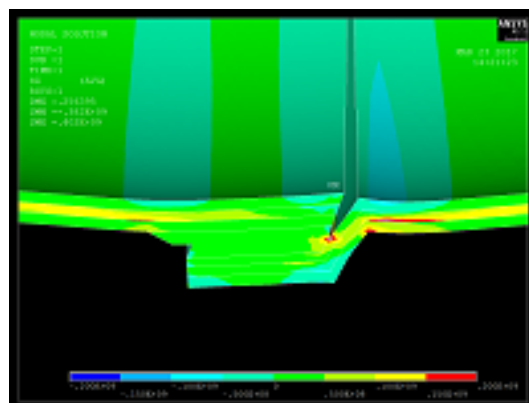


Fig.4 FEM 解析結果 (異方性)
FEM analysis (anisotropy)

4. まとめ 略

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」