

現場硬化管に発生するしわ部の長期性能評価

Evaluation of long-term performance of cured-in place pipe having wrinkles

○渡部 隼* 西堀 由章* 有吉 充** 毛利 栄征***

Jun Watanabe, Yoshiaki Nishibori, Mitsuru Ariyoshi, Yoshiyuki Mohri

1. はじめに

近年、老朽化した管路を補修及び補強するために、現場硬化管が農業用パイプに適用されている。しかしながら、現場硬化管の長期特性は十分に検証されておらず、将来にわたり安全に維持管理するためには、疲労やクリープ特性を把握することが重要である。本研究では、現場硬化管の屈曲部に発生するしわ部の長期的な安全性を評価するため、外圧試験及び繰り返し外圧試験を実施した。

2. 供試管製作概要

既往の試験結果から、しわは屈曲部の中央に集中しており、周方向の発生範囲は、屈曲部内側の半断面に多い。そこで、供試管には、呼び径 350、管長 300mm、管厚 7mm の現場硬化管（直管）を用いて、Table1 に示す高さと同幅のしわを、管中央の半断面（120°）かつ管の長さ方向に 1 箇所設けた（写真 1）。しわの高さについては、農業水利施設の補修・補強工事に関するマニュアルパイプライン編(案)を参考に、呼び径の 2% とした。

Table1 供試管のしわ

しわ高さ (mm)	しわ幅 (mm)
0 (しわ無し)	0
7 (呼び径の 2%)	21

供試管の内面には、Fig. 1 に示すとおり円周方向に 30° ピッチでひずみゲージを、併せて管の長さ方向への影響も確認するため、しわ部から、75mm 離れた箇所についても天地左右 4 点（90° ピッチ）貼り付けた。

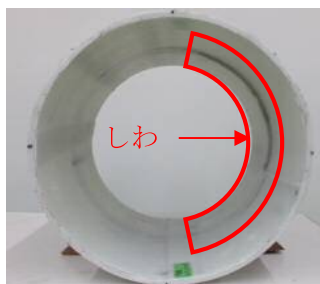


写真 1 しわ位置

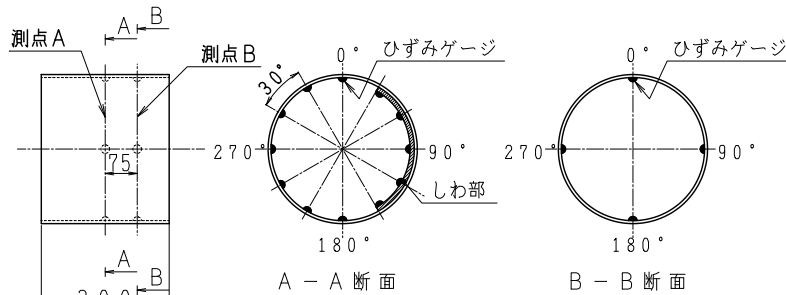


Fig. 1 ひずみゲージの貼り付け位置

3. 試験方法

試験は繰り返し外圧試験と外圧試験の 2 種類を行った。繰り返し外圧試験では、Fig. 2 に示すように、供試管頂上部から载荷装置（油圧アクチュエーター）を用いて、管の長さ方向に均等になるように荷重を載荷した。試験時における供試管のしわ位置は管側部とした。周波数を 0.5 Hz の荷重制御試験で、1.3kN（鉛直たわみ率 1%を生じさせる荷重に相当）と 5.0kN（4%を生じさせる荷重に相当）10 万回繰り返した。また、外圧試験は、繰り返し外圧試験を行った供試管と行っていない供試管（新管）を対象に実施し、曲げ強度等を評価した。

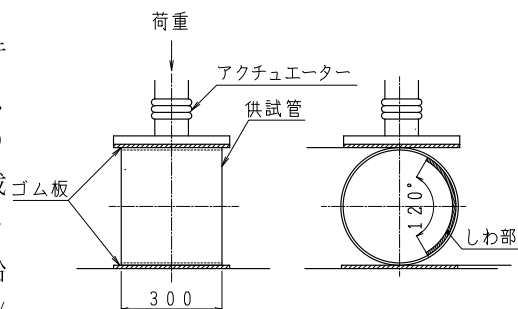


Fig. 2 試験概要

* 株式会社栗本鐵工所, KURIMOTO, LTD.,

現場硬化型更生工法, 更生管, 構造設計

** 農研機構農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO *** 茨城大学 Ibaraki University

4. 試験結果

4.1 繰り返し外圧試験結果

いずれの供試管も载荷回数が増加するにつれてたわみ率も徐々に増加しており、クリープ変形によるものと考えられる。Fig. 3 に示すとおり、しわ高さ7mm は10万回载荷後のたわみ率が0.4%程度増加する結果となった。

また、しわ高さ7mm の初回载荷時と10万回载荷後の最大変位時における円周方向ひずみの分布図を Fig. 4 に示す。しわ部は30° ~150° の位置に発生しており、しわがある90° のひずみは、しわが無い270° のひずみの約7倍となった。90° における、しわ高さと円周方向ひずみの増加量の関係を Table2 に示す。しわ無しの場合と比較すると引張方向に約2倍増加する結果となった。

Table2 しわ高さとひずみ増加量の関係 (90° のひずみ比較)

しわ高さ (mm)	円周方向 最大発生ひずみ ($\times 10^{-6}$)		
	初回载荷時	10万回载荷後	増加量
0	-2613	-1754	859
7	-4854	-3176	1678

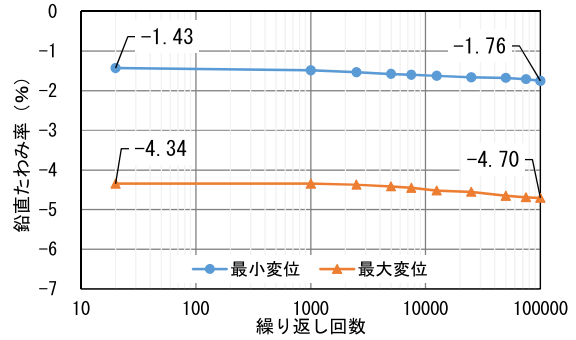


Fig. 3 鉛直たわみ率-繰り返し载荷回数 (しわ高さ7mm のケース)

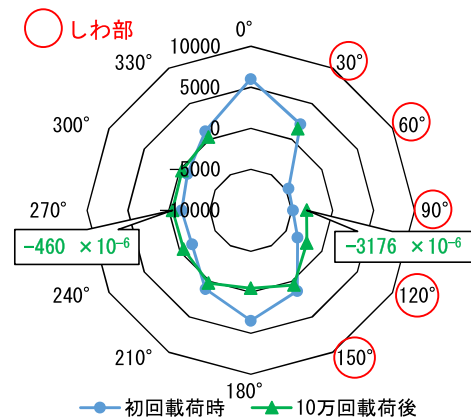


Fig. 4 円周方向ひずみの分布図 (しわ高さ7mm のケース)

4.2 外圧試験結果

繰り返し外圧試験後の供試管を用いて外圧強度を確認した。結果を Fig. 5 に示す。しわ無しは91mm たわみ時、しわ高さ7mm は84mm たわみ時に破壊する結果となった。併せて、しわ無しの場合を用いて、繰り返し载荷の有無による外圧強度の影響を確認した。結果を Fig. 6 に示す。10万回の繰り返し载荷を実施したが、破壊強度は2%程度の低下と、破壊強度に影響はない結果となった。

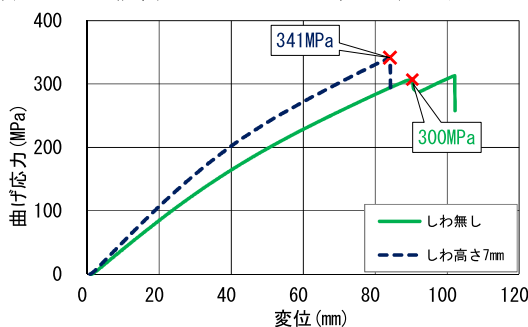


Fig. 5 曲げ応力-変位曲線 (しわ高さの比較)

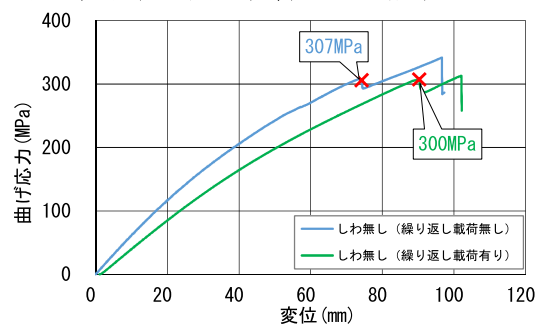


Fig. 6 曲げ応力-変位曲線 (繰り返し载荷の比較)

5. まとめ

本結果より、現場硬化管は、たわみ率1%と4%の大きな変形を10万回繰り返し受けても、破壊に至らず安全である。破壊強度は、繰り返し载荷後も、繰り返しを与えない場合と同等であった。

また、2%の高さのしわが生じた場合、発生するひずみは、しわが無い場合よりも大きくなるものの、10万回の繰り返しに対しても、疲労破壊することはなかった。破壊強度もしわが無い場合と比較して大きく変わらないことから、2%の高さのしわについては構造的に安全であると考えられる。