

しわ部を有する現場硬化管の繰返し外圧試験

Cyclic load tests of cured-in place pipe having wrinkles

○西堀 由章* 渡部 隼* 有吉 充** 毛利 栄征***

Nishibori Yoshiaki, Watanabe Jun, Ariyoshi Mitsuru, Mohri Yoshiyuki

1. はじめに

近年、老朽化した管路の補修等で現場硬化管が農業用パイプに適用されているが、その長期特性は十分に検証されていない。将来にわたり安全に維持管理するためには、しわ部の変形特性や疲労等の長期特性を把握することが重要である。渡部らは、管側付近に高さ7mmのしわがある場合の管の安全性を照査したが、しわの発生状況は現場ごとに異なるため、今回は、しわの高さを7mmと15mmの2種類とし、管側もしくは管底のいずれかにしわを設けて、その安全性を検証した。

2. 供試管

既往の調査結果から、しわは屈曲部の内側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、Fig.1に示す呼び径350、管長300mm、管厚7mmの現場硬化管（直管）を用いて、管中央（150mm）の半断面（120°）に1箇所しわを設けた。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）（以下、マニュアル）を参考に、口径の2%を基準とした7mmと、基準を超える15mmの2種類とした。また、供試管の内面には、Fig.2に示すとおり円周方向に30°ピッチでひずみゲージを貼り付けた。

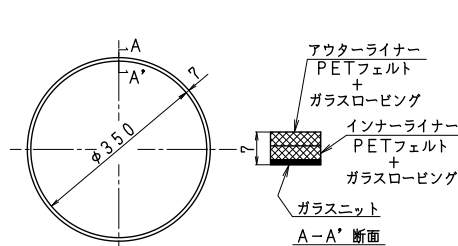


Fig.1 供試管概要

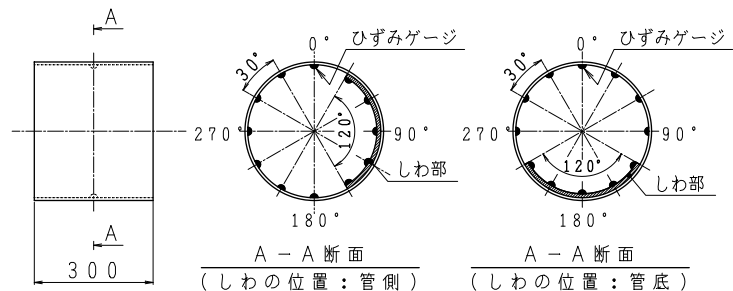


Fig.2 ひずみゲージの貼り付け位置

3. 試験方法

試験は繰返し外圧試験と外圧試験の2種類を行った。繰返し外圧試験では、Fig.3に示すように、供試管頂上部から荷重装置（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路の水平曲がりと鉛直下曲がりを想定し、管側と管底の2種類とした。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）10万回繰返した。

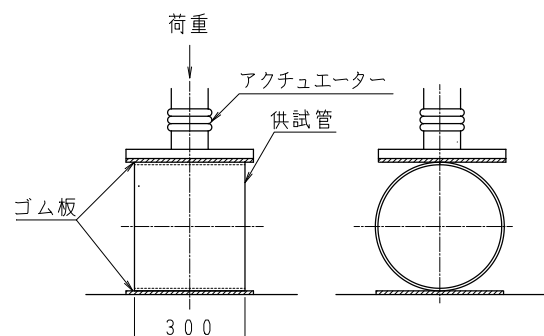


Fig.3 試験概要

また、外圧試験は、繰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、外圧強度等を評価した。

* 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

いずれの供試管も繰り返し载荷により破壊することはなかった。たわみについては载荷回数が増加するにつれて徐々に増加し、10万回载荷した時点で **Table1** に示す増加量となり、クリープ変形によるものと考えられる。なお、管側にしわがあるとしわが無い管よりもたわみの増

Table1 たわみ率の増加量と最大発生ひずみ

しわ高さ (mm)	しわ位置	繰り返し载荷による鉛直たわみ率の増加量 (%)	管底部の円周方向最大発生ひずみ ($\times 10^{-6}$)
0	—	0.62	5,655
7	管側	0.39	7,570
15	管側	0.48	3,566
7	管底	0.81	18,624
15	管底	0.93	16,217

加が抑制されることを確認した。また、発生ひずみは管底にしわを設けた供試管で $16,000 \times 10^{-6}$ 以上のひずみが生じた。しわが無い管の破壊ひずみが約 $21,000 \times 10^{-6}$ であることから、管底にしわが発生すると偏平時に大きなひずみが生じることを確認した。

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.4** に示す。破壊形態はしわの有無に関わらず管底の層間剥離であった。破壊応力については、しわが無い管を基準とすると管側に7mmのしわ高さ設けた供試管を除く全ての供試管で10%~36%程度低下した。特に管側に15mmのしわを設けた供試管は破壊応力が社内規格値の230MPaを17%程度下回る結果となった。また、管側に7mmと15mmのしわ高さを設けた管について、繰り返し载荷の有無による外圧強度の比較結果を **Fig.5** に示す。7mmは破壊応力が7%程度の低下であったが、15mmは30%程度低下した。

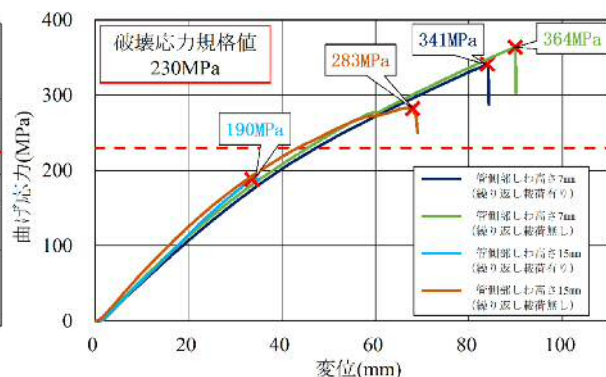
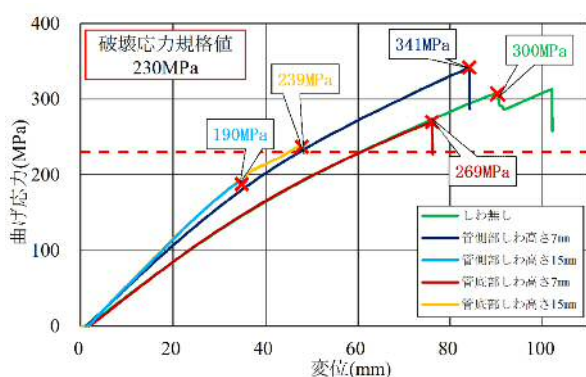


Fig. 4 曲げ応力-変位曲線 (しわの比較)

Fig. 5 曲げ応力-変位曲線 (繰り返し载荷の比較)

5. まとめ

現場硬化管は、15mmの大きなしわが管底及び管側にある場合でも、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や亀裂等の損傷は生じなかった。また、管側にしわがあると環剛性が増加し、たわみの増加量もわずかではあるが抑制された。管側にしわ高さ7mmを設けた管の破壊応力はしわが無い管と同等以上であったが、管底に高さ7mmのしわを設けた管はしわが無い管よりも破壊応力が10%程度低下した。しわ高さ15mmは、しわの位置に関わらず破壊応力が20%以上低下し、規格値を17%程度下回るケースも生じた。よって、口径の2%を超える高さのしわは管の性能に影響を及ぼしており、マニュアルの要求値は妥当と考える。ただし、口径の2%以内であってもしわの位置によっては管の性能に影響を及ぼすため、しわの位置も重要な要因と考える。

引用文献：渡部 西堀 有吉 毛利 (2021)、現場硬化管に発生するしわ部の長期性能評価、pp. 438-439、2021年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集