

レーザー光による小口径管の内径測定方式の試行

Trial of measuring the inside diameter of small-diameter pipes using laser light

○佐藤 清也*, 長馬 穎*, 澤山 和彦*, 山室 成樹**
 ○SATOU Seiya*, NAGAMA Tadashi *, SAWAYAMA Kazuhiko *, YAMAMURO Seiki **

1. はじめに

農業用水路で使用されるとう性管の機能診断調査においては、たわみ率は健全度を評価する上で重要な指標となる。ただし、内径 800 mm 未満の小口径管は調査員が入管し内径を直接測定することができず、自走式のロボットカメラによる継手部のモニター画像でたわみ率（以下「画像たわみ率」）を判定している、そこで、遠隔操作でレーザー光により管中央部の内径の測定法を供用中の管水路で試行することで、この測定法の有効性と課題を確認し、改良に繋げることができた。本稿ではこの測定法の試行について報告する。

2. 機能診断調査の概要

機能診断調査を実施した K 地区の管水路は内径 500 mm の FRPM 管の CC 成形管であり、造成から 35 年が経過している。施設長寿命化を図るため、地上部から遠隔操作で撮影や管継手間隔の計測を行うロボットカメラを使用し、管内面状態、継手間隔、たわみ率の機能診断調査及び調査結果による健全度評価を行った。今回の試行は、機能診断調査区間の一部区間において実施した。

3. 小口径とう性管におけるたわみ率測定法の検討

通常、とう性管のたわみは管中央部で最も大きくなる傾向にある。そのため、たわみ率の測定は管中央部で実施する必要がある。作業員の入管が可能な大口径管（内径 800 mm 以上）の場合は、レーザー距離計等を用いて管中央部における水平方向・鉛直方向の内径を測定することでたわみ率を算出する。たわみ率の算定は、[管厚中心半径 R]、[管内径計測値 D]、[管厚 t] を用いて以下の計算式で算出する（以下「測定たわみ率」）。

$$\text{たわみ量} = [2R - (D+t)] \quad : \text{式(1)} \quad \text{たわみ率} = \text{たわみ量} / 2R \times 100 \quad : \text{式(2)}$$

一方、画像たわみ率は自走式のロボットカメラを使用し、管軸方向の投光が管継手で反射して生じた輪郭にモニター画像で真円を当て、真円と管継手のズレからたわみ率を判定している。管中央部では輪郭を判定することができず、継手における計測となるため測定位置が異なることに加え、内径を測定し算定したたわみ率ではないため測定値の精度に課題がある。

そこで、供用中の管水路において、管中央部の内径を遠隔操作でレーザー光により測定することで、たわみ率の測定精度について確認するとともに、課題を整理した。今回の試行で使用したレーザー光による内径を測定する装置¹⁾は、測定位置まで自走式的ロボットカメラで牽引し、孔口から有線により遠隔で操作した。

実際に使用したレーザー光による内径測定装置を図 1 に示す。

内外エンジニアリング株式会社(*), 株式会社栗本鐵工所(**)
 キーワード：小口径管、たわみ率、レーザー光

4. 測定結果と考察

現地調査では撮影画像によりたわみ率を判定した区間の10本を対象に、レーザー光により管中央部の鉛直方向と水平方向の内径測定に加え、管底部の滯水を避けて鉛直方向から 30° 傾斜方向の内径も測定し、たわみ率を算定した。継手部の画像たわみ率と併せて表1に示す。

画像たわみ率と3方向の測定たわみ率を比較すると、10箇所のうち7箇所で鉛直方向より 30° 傾斜方向の測定たわみ率が画像たわみ率を上回っており、測定たわみ率が管体のたわみを示しているものと考えられる。鉛直方向の測定たわみ率については、滯水によりレーザー光が管底まで届かず、内径を小さく測定したことが推定される。画像たわみ率と水平方向の測定たわみ率の関係、画像たわみ率と 30° 傾斜方向の測定たわみ率の関係を図2に示す。

今回の試行は供用中の管水路で行ったため、遠隔操作でのレーザー光による内径測定値と比較する値がなく精度判定は難しいが、遠隔操作でのレーザー光による内径測定は管中央部で測定した内径によりたわみ率を算定することが可能であり、画像たわみ率と比較したたわみ率の測定においては有効な手法であると考えられる。

ただし、レーザー光による内径測定では管内の滯水が課題となった。管内の残水や残土の排除には限界があるため、鉛直方向の内径測定では滯水対策を講じる必要がある。調査員が入管し内径を直接測定する場合には、残水や残土の箇所は管底に足し木を当て、その上にレーザー距離計を置き内径を測定しているが、遠隔操作で管底への足し木に相当する対応が可能か検討を要する。

5. おわりに

今回の試行結果を踏まえ、遠隔操作によるレーザー光での内径測定の実績を重ね、課題として挙げた滯水対策も含め改善を図り、小口径管のたわみ率測定に有効な測定方法となるよう進めていきたい。

参考文献

- 奥田忠広他、管内径測定装置開発による内径測定精度の改善について、農業農村工学会大会講演会(2019)

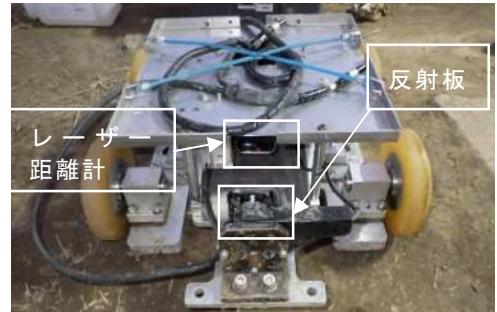


図1 内径測定装置

Fig.1 Inner diameter measuring device

表1 画像たわみ率と測定たわみ率

Table 1 Deflection rate determined by photographed images and measured

継手 No.	内径 (mm)	管厚 (mm)	たわみ率(%)		
			画像	測定	
				水平	鉛直
1	500	12	4	2.81	—
2	500	12	4	1.52	5.43
3	500	12	4	0.72	5.82
4	500	12	4	1.46	5.57
5	500	12	4	0.88	6.74
6	500	12	3	0.74	6.80
7	500	12	4	0.92	7.01
8	500	12	4	1.84	5.66
9	500	12	4	0.47	6.25
10	500	12	4	0.51	5.72
					3.85
					5.84

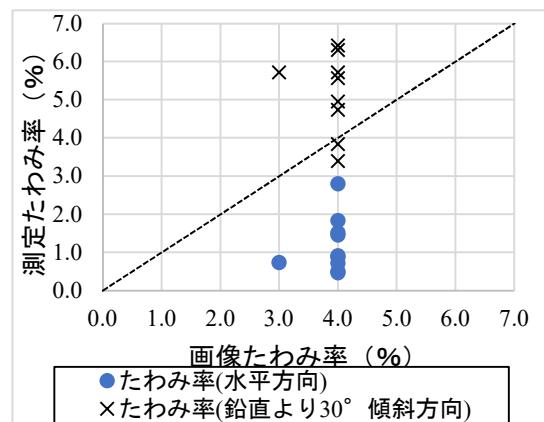


図2 画像たわみ率と測定たわみ率

Fig.2 Deflection rate determined by photographed images and measured

– 676 –