

第8回 複合管 長期耐荷性能試験

(1) 分会の目的

本研究は、官民連携新技術研究開発事業「管路更生工法の性能規定化における照査技術の開発」の研究成果の一部であり、農業用パイプラインの機能を維持・回復するために行われる管路更生工法において製管工法（複合管）の評価手法の確立を目指し実施したものである。複合管とは、既設管と更生材料の隙間に裏込め材を注入し、既設管と更生材料が一体化し、所定の外力に耐えるものである。

実際に道路に埋設されている既設管に施工された更生管は、埋設条件から算出される上限荷重と下限荷重を繰り返し荷重が載荷されている。繰り返し荷重が載荷された場合の更生管の耐荷荷重を確認し長期的な耐荷能力を評価するとともに、長期性能試験方法を確立することを目的としている。

内圧については、繰り返し荷重として農業用パイプラインに作用するものは脈動水圧があり、脈動試験の実施について検討した。実際の農業用パイプラインの使用条件を考慮すると、脈動の回数は少ないと想定されるため、外圧による繰り返し荷重が支配的であるとし、脈動試験を実施しないものとした。

(2) 分会の目標

複合管の長期耐荷能力の性能照査として繰り返し荷重試験を実施し、50年相当の繰り返し荷重が載荷された場合の更生管の耐荷荷重（破壊荷重）が新管の耐荷荷重（破壊荷重）を上回ることを確認することにより、複合管の長期性能照査方法を確立する。

繰り返し荷重試験は、200万回の繰り返し荷重が載荷された場合の更生管の耐荷荷重（破壊荷重）が新管の耐荷荷重（破壊荷重）を上回ることを目標とする。

(3) 試験方法

新管は、JIS A 5371及びJIS A 5372に規定されたコンクリート管とし、呼び径800の直管を使用する。JIS A 5363に規定された新管の外圧試験を実施し、新管の耐荷荷重（破壊荷重）を測定する。破壊させた新管をプラスチック製等の更生材料で更生する。更生管に繰り返し荷重を載荷した後に、更生管の外圧試験を実施して更生管の耐荷荷重（破壊荷重）を測定する。更生管の耐荷荷重（破壊荷重）と新管の耐荷荷重（破壊荷重）ならびにJIS A 5371とJIS A 5372に規定された破壊荷重の規格値を比較して評価する。

1) 試験条件

繰り返し荷重回数：200万回

(社)日本道路協会発行のアスファルト舗装要綱の設計交通量「A交通」（交通量：100台/日以上、250台/日未満）を基準として、50年相当の200万回

繰り返し加振周波数：5 Hz

繰り返し荷重荷重の上限値：静土圧と輪荷重及び更生管の自重

a) 静土圧：土被り1.0m

b) 輪荷重：土被り1.0m、T-25後輪荷重100kN

繰り返し荷重荷重の下限値：静土圧及び更生管の自重

a) 静土圧：土被り1.0m

b) 自重：新管及び更生材料と充填材の合計重量

2) 新管の外圧試験

- ①新管のJIS A 5363に規定された外圧試験を実施する。
- ②新管の内面に変位計を取り付け、垂直変位及び必要に応じて水平変位を計測する。
- ③必要に応じて新管の外面にひずみ測定器を取り付け、新管のひずみを計測する。
- ④新管に荷重を加えて、新管に幅0.05mmを超えるひび割れが発生したときの荷重と、試験機が示す破壊荷重（最大荷重）を計測する。
- ⑤外圧試験が終了した後に、新管の内面に、プラスチック製等の更生材料を製管し、新管と更生材料の隙間に裏込め材を注入する。

新管の外圧試験装置を図-1に示す。

注) 1. 図中のD.T.iは変位計番号を示す。

変位計	感度	非直線性	F.S
D.T.1～D.T.6	$200 \times 10^{-6}/\text{mm}$	0.1%F.S	50mm

2. 試験機の仕様:2000kN試験機(レンジ:250kN)

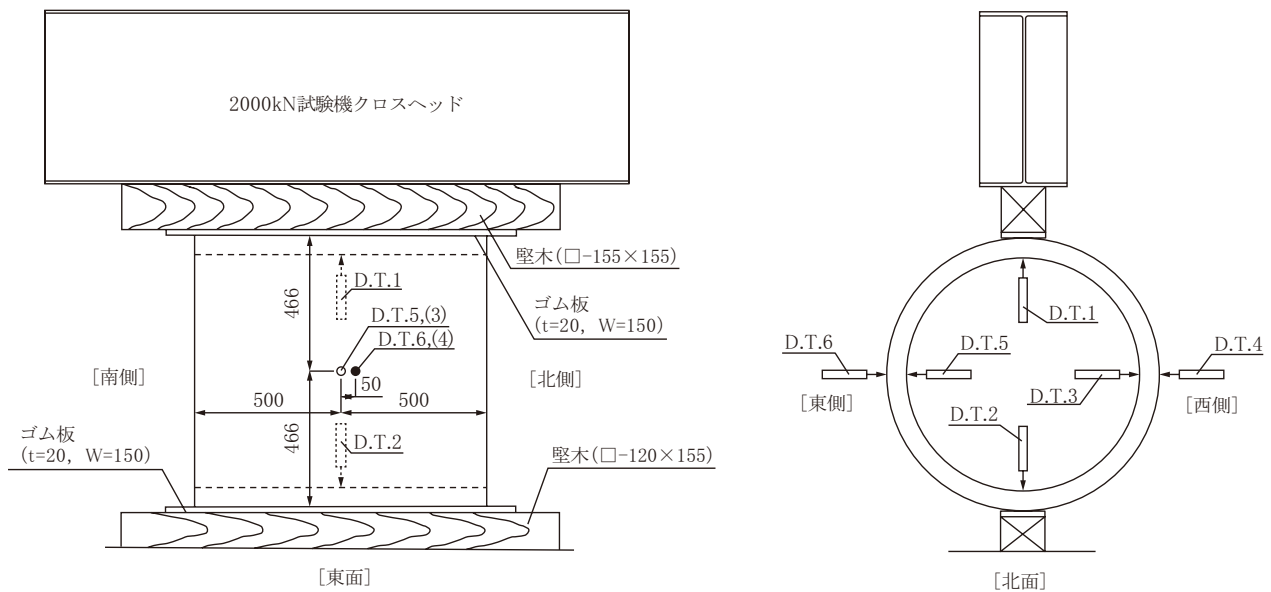


図-1 新管の外圧試験装置

3) 繰り返し载荷試験

- ①JIS A 5363に準じて破壊させた新管の内面に、プラスチック製等の更生材料を製管した更生管を台上に水平に置き、頂部及び底部に厚さ約20mmのゴム板と約150×150mmの角材を当てて行う。ただし、底部の角材は、省くことができる。
- ②繰り返し荷重は、更生管にほぼ均等に分布するように鉛直に加える。
- ③更生管の内面に変位計を取り付け、垂直変位及び必要に応じて水平変位を計測する。
- ④更生管の载荷荷重、垂直変位及び必要に応じて水平変位を計測する。

更生管の繰り返し载荷試験装置を図-2に示す。

注) 1. 図中のD.T.iは変位計番号を示す。

なお、変位計D.T.1～D.T.6はレーザー式変位計である。

変位計	分解能/感度	非直線性	F.S
D.T.1, D.T.2	0.01 μ m	0.05%F.S	\pm 40mm
D.T.3, D.T.4	2 μ m	0.25%F.S	\pm 5mm
D.T.5, D.T.6	8 μ m	0.25%F.S	\pm 15mm

2. ロードセルの性能

最大容量 : 200kN, 非直線性 : 0.2%F.S (F.S=200kN)

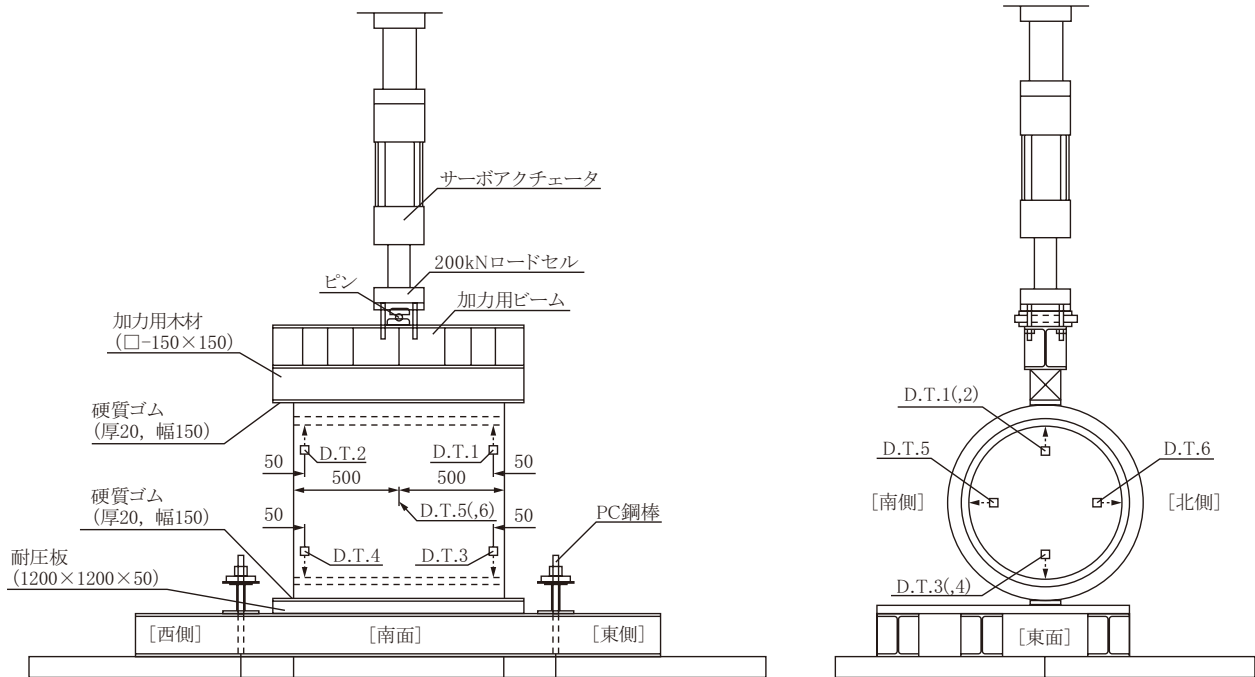


図-2 更生管の繰り返し荷重試験装置

4) 繰り返し荷重後の外圧試験

- ① 繰り返し荷重後の破壊更生管のJIS A 5363に規定された外圧試験を実施する。
- ② 更生管の内面に変位計を取り付け、垂直変位及び必要に応じて水平変位を計測する。更生管の繰り返し荷重後の外圧試験装置を図-3に示す。
- ③ 必要に応じて更生管の外面にひび割れ幅の測定器を取り付け、更生管のひび割れ幅を計測する。また、必要に応じて更生管の内面にひずみ測定器を取り付け、更生管内面のひずみを計測する。
- ④ 更生管に荷重を加えて、試験機が示す破壊荷重（最大荷重）を計測する。
- ⑤ 更生管の荷重、垂直変位及び必要に応じて水平変位、ひずみを計測する。

注) 1. 図中のD.T.iは変位計番号を示す。
 なお、D.T.7およびD.T.8はパイ型変位計である。

変位計	感度	非直線性	F.S
D.T.1～D.T.6	$200 \times 10^{-6}/\text{mm}$	0.1%F.S	50mm
D.T.7～D.T.8	$1000 \times 10^{-6}/\text{mm}$	0.5%F.S	$\pm 5\text{mm}$

2. 試験機の仕様:2000kN試験機(レンジ:250kN)

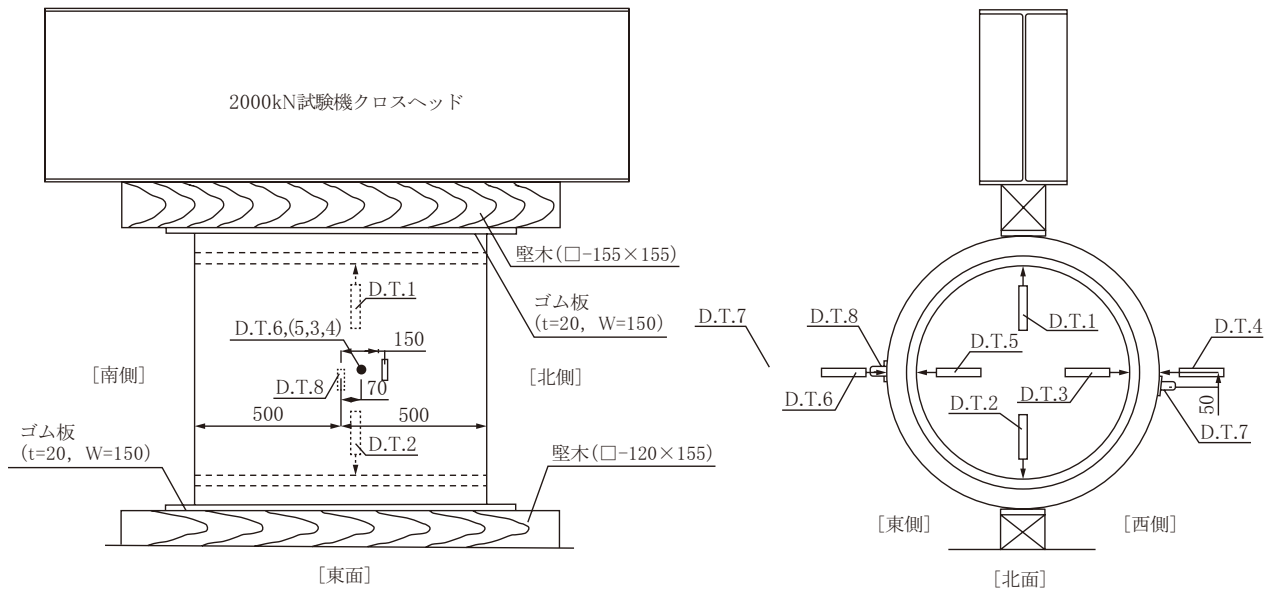


図-3 更生管の繰り返し載荷後の外圧試験装置

(4) 試験結果

1) 新管の外圧試験

複合管5工法に使用する新管の外圧試験を実施した。新管の外圧試験の結果を表-1に示す。

表-1 φ800mm新管の外圧試験結果

試験体	ひび割れ荷重 kN	破壊荷重 kN
A工法用新管	45.0	89.0
B工法用新管	35.6	79.5
C工法用新管	48.0	97.0
D工法用新管	54.0	96.0
E工法用新管	44.0	88.0
φ800mm 新管規格値	35.4	53.0

2) 繰り返し载荷試験

外圧試験後の新管の内面に、複合管5工法のプラスチック製等の更生材料を製管し、新管と更生材料の隙間に裏込め材を注入し、更生管を製作した。

複合管5工法について更生管の繰り返し载荷試験を実施した結果、载荷中に新たなひび割れや変位量の増加並びに著しい剛性の低下は発生しなかった。

更生管の繰り返し载荷試験状況を写真-1に示す。

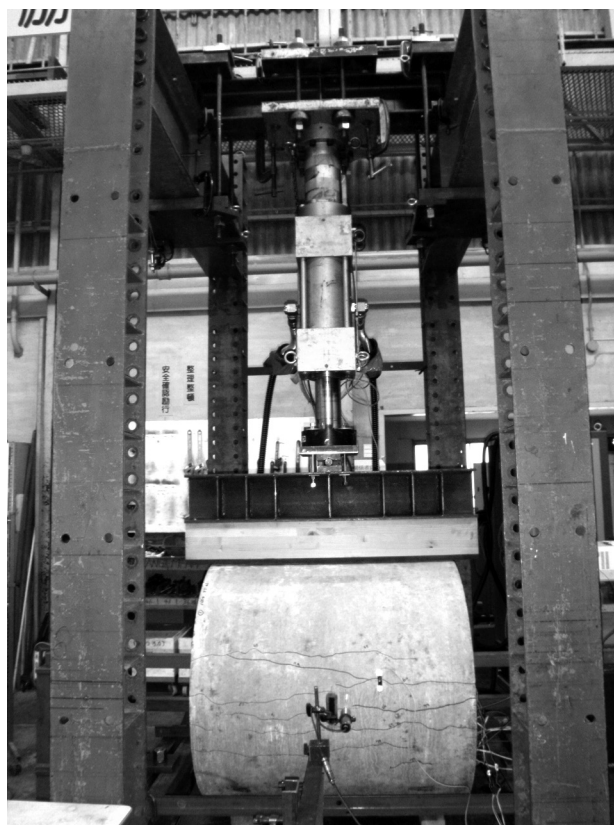


写真-1 更生管の繰り返し载荷試験状況

3) 繰り返し载荷後の外圧試験

複合管5工法について更生管の繰り返し载荷後に実施した外圧試験の結果を表-2に示す。更生管の繰り返し载荷後の破壊荷重は、新管の破壊荷重規格値ならびに破壊荷重実測値を上回ることを確認した。

繰り返し载荷後の外圧試験状況を写真-2に示す。

表-2 更生管の繰り返し载荷後の外圧試験結果

試験体	φ 800mm 新管		繰り返し载荷後 更生管	比率	
	①破壊荷重 規格値 kN	②破壊荷重 実測値 kN		③/②	③/①
A 工法更生管	53.0	89.0	114.0	1.28	2.15
B 工法更生管	53.0	79.5	112.0	1.41	2.11
C 工法更生管	53.0	97.0	146.0	1.51	2.75
D 工法更生管	53.0	96.0	198.0	2.06	3.74
E 工法更生管	53.0	88.0	209.0	2.38	3.94



写真-2 更生管 (A 工法) の繰り返し载荷後の外圧試験状況

(5) 目標に対しての結果

- 1) 更生工法で更生した複合管は繰り返し载荷後も新管の規格値を満足しており、複合管の長期性能を確認した。
- 2) 複合管の長期性能試験方法を確立した。