

既設管路における内面バンドの止水性能評価方法について

早川ゴム株式会社
技術本部
事業開発グループ
土木技術チーム
有村 健

1. 背景

- 1-1. 農業用水施設について
- 1-2. 止水バンド工法の位置づけ、特徴
- 1-3. 止水バンド工法の必要性能

2. 止水試験機紹介

- 2-1. 止水試験機概要
- 2-2. 止水試験機特徴

3. 止水試験例

- 3-1. 変位後に内面バンドを設置する場合
- 3-2. 内面バンド設置後に変位させる場合

4. まとめ

1-1 老朽化の進行

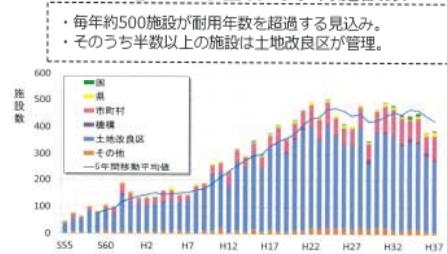
- 農業用水を供給する農業水利施設のうち、基幹的な農業用排水路の延長は約5万km、ダム、頭首工、用排水機場等は約7千箇所、その資産価値は18兆円。
- 基幹的水利施設の相当数は、戦後から高度成長期にかけて整備されてきたことから、老朽化が進行しており、近年、標準的な耐用年数を経過している基幹的な水利施設は、再建設費ベースで約3.1兆円で全体の約2割

○ 農業水利ストックと資産価値

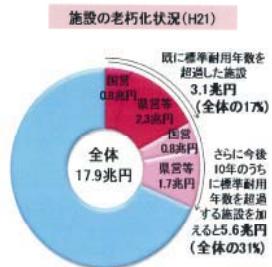
農業用排水路	約40万km以上 (地球約10周分)
うち基幹的水路	約5万km
ダム、取水堰、用排水機場等	約7千箇所



○ 耐用年数を迎える基幹的水利施設数



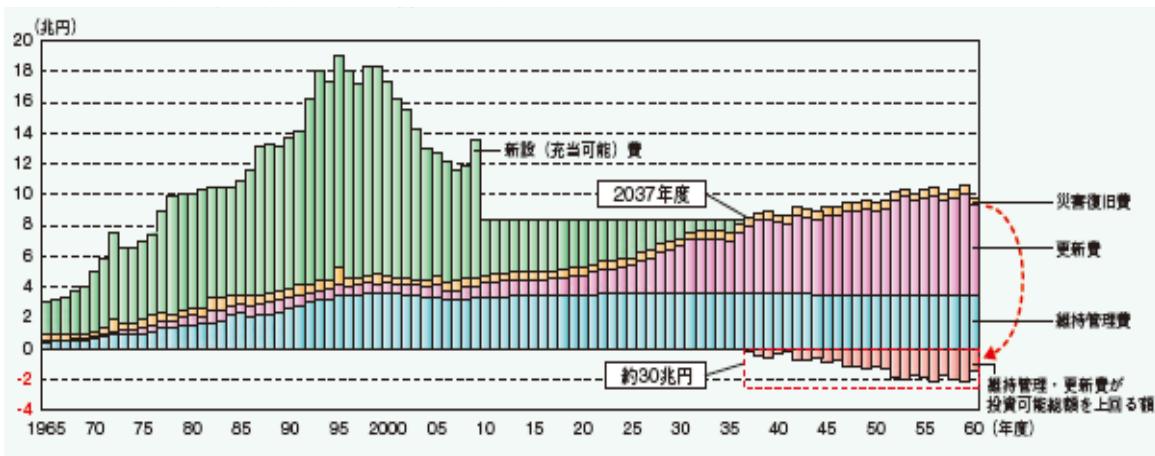
○ 基幹的水利施設の老朽化の状況



② 維持管理・更新費の推計

(ケース1: 従来通りの維持管理・更新をした場合)

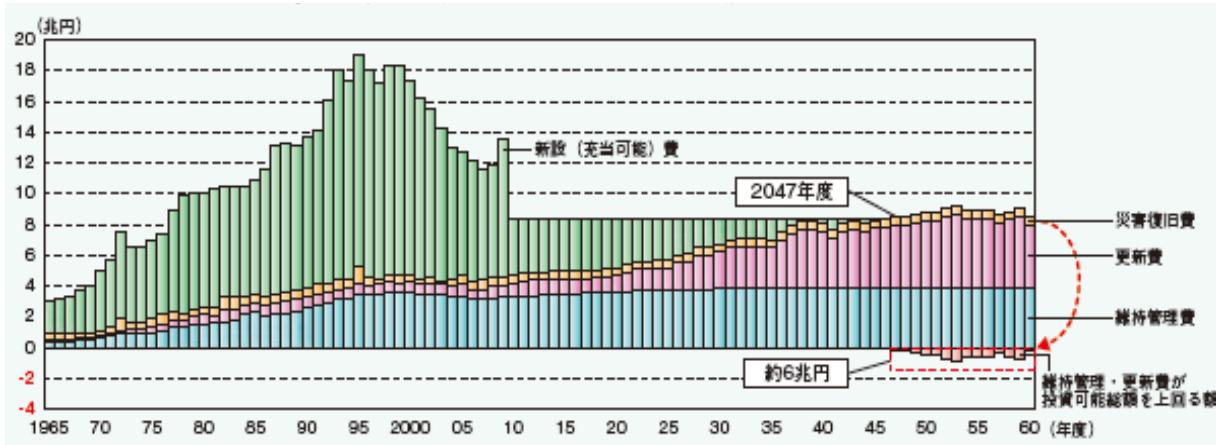
資料出所: 平成21年度国土交通白書に基づき作成



- ・2010年時点で維持管理・更新費は投資総額の50%、2037年時点で上回る
- ・2011年から2060年までに必要な更新費は累計190兆円
- ・更新できないストック量が約30兆円と試算されている

資料出所：平成21年度国土交通白書に基づき作成

(ケース2：予防保全の取組みを先進自治体並みに全国に広めた場合)

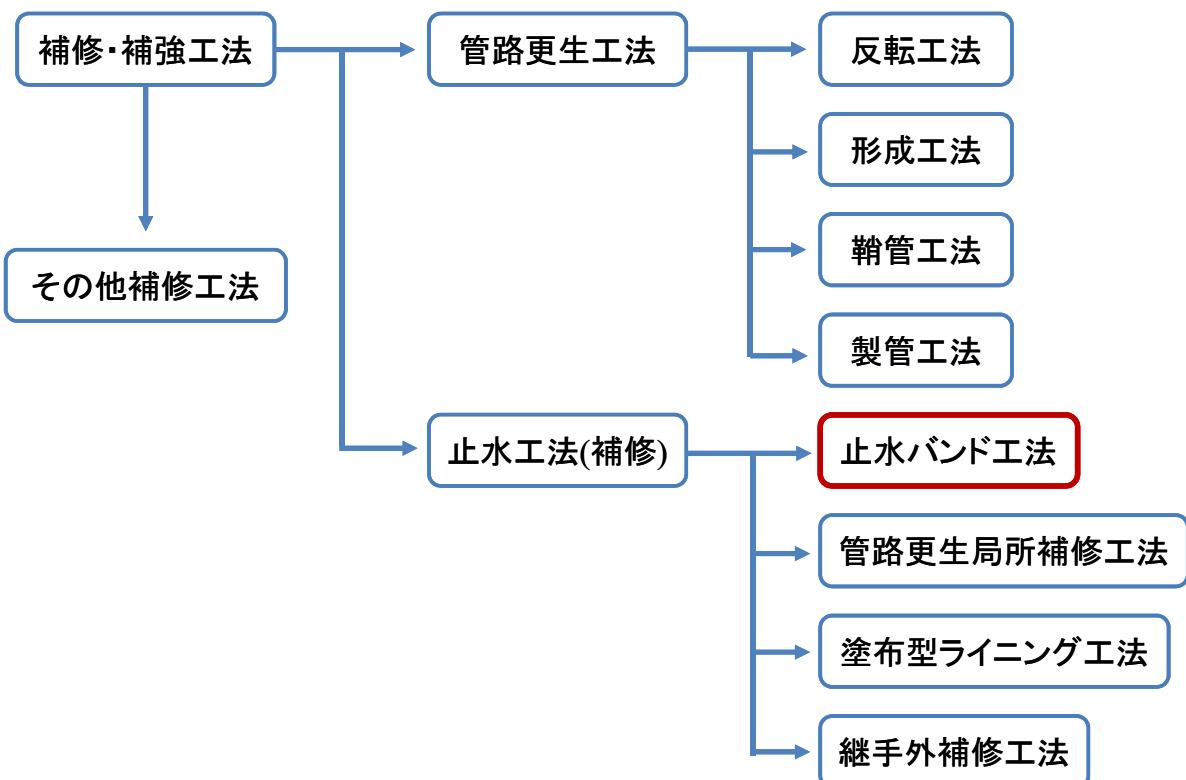


- ・維持管理・更新費が投資可能総額を超えるのは2047年(10年延びる)
- ・更新できないストック量が約30兆円→6兆円まで減少する



パイプラインの補修・補強による長寿命化が必要

パイプラインの補修・補強工法の分類

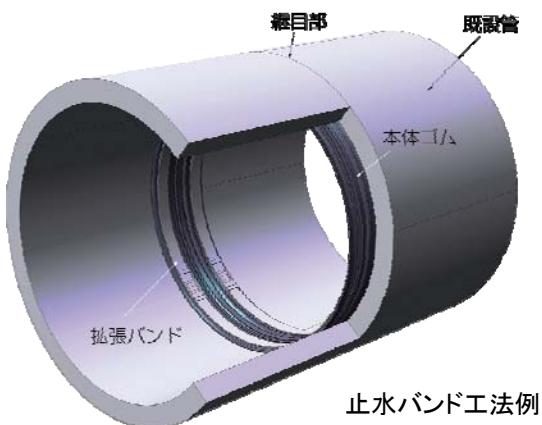


止水バンド工法について

継手部の変状により漏水等が生じた箇所に、
弾力性のあるゴムスリーブ等と鋼板材料を用いて拡径装着し、
部分的に水密性を回復又は向上させる工法

止水バンド工法の特徴

1. 管内面から施工するため、開削が不要
2. 継手部のみの施工のため、工期が短く施工が容易
3. ゴムスリーブ等の変形により不等沈下等の変位に対応

既設管の内水圧の設計水圧

管種による設計水圧の目安※「土地改良事業計画設計基準・設計パイプライン」より抜粋 継手の水密性能又は耐水圧強度からの目安

管種	規格	設計水圧	備考
遠心力鉄筋コンクリート管(RC)	—	0.24	JIS A 5372 B型に適用
コア式プレストレストコンクリート管(PC)	(1種) 標準形 押輪形	0.6 0.9	JIS A5373 PCPA 2, PCPA 5に適用
ダグタイル鑄鉄管(DCI)	AL1種 AL2種	1.0	JDPA G 1053に適用
硬質ポリ塩化ビニル管(PVC)	VP	1.0	JIS K 6741, 6742, JWWA K 139, 131, 130, AS20, AS25, AS25-1, AS33に適用
ポリエチレン管(PE)	(一般用) 2種 3種 (水道配水用)	1.0	JIS K 6761 バット溶着, 電気融着, メカニカル接合に適用 JWWA K 144, PTC K 03, 電気融着, メカニカル接合に適用

止水バンドの内水圧性能が0.10MPa以上であれば上記の管に対応可能

※強化プラスチック複合管及びガラス繊維強化ポリエチレン管の場合は別途検討が必要

※下水道施設の耐震設計と解説より抜粋

既設管の変位性能※

管路の変位性能として、地盤の液状化等に伴う変位等を考慮し、地盤の永久ひずみによる抜け出し量は一般的に1.2~1.5%程度とされている。

既設管路の延長を1本4mと仮定すると、継手部に発生する抜け出し量は $4000(\text{mm}) \times 0.015 = 60 \text{ mm}$ となる。

また、同様に屈曲角についても見当が必要となり、地盤沈下量を30cm、管路長さを30m、既設管路の延長を4mと仮定すると、その屈曲角は $2 \times \tan^{-1}(4 \times 0.3(\text{m}) \times 4\text{m} / \{30(\text{m})\}^2) = 0.6^\circ$ となる。

水圧試験機に要求される性能

内水圧	1.0MPa以上
抜け出し変位	60mm以上
屈曲変位	1° 以上

内面バンドは既設管に設置 → 不等沈下等により、変位している場合もある

施工現場例(同一現場写真)

健全な
継手部



目開き変位
継手部



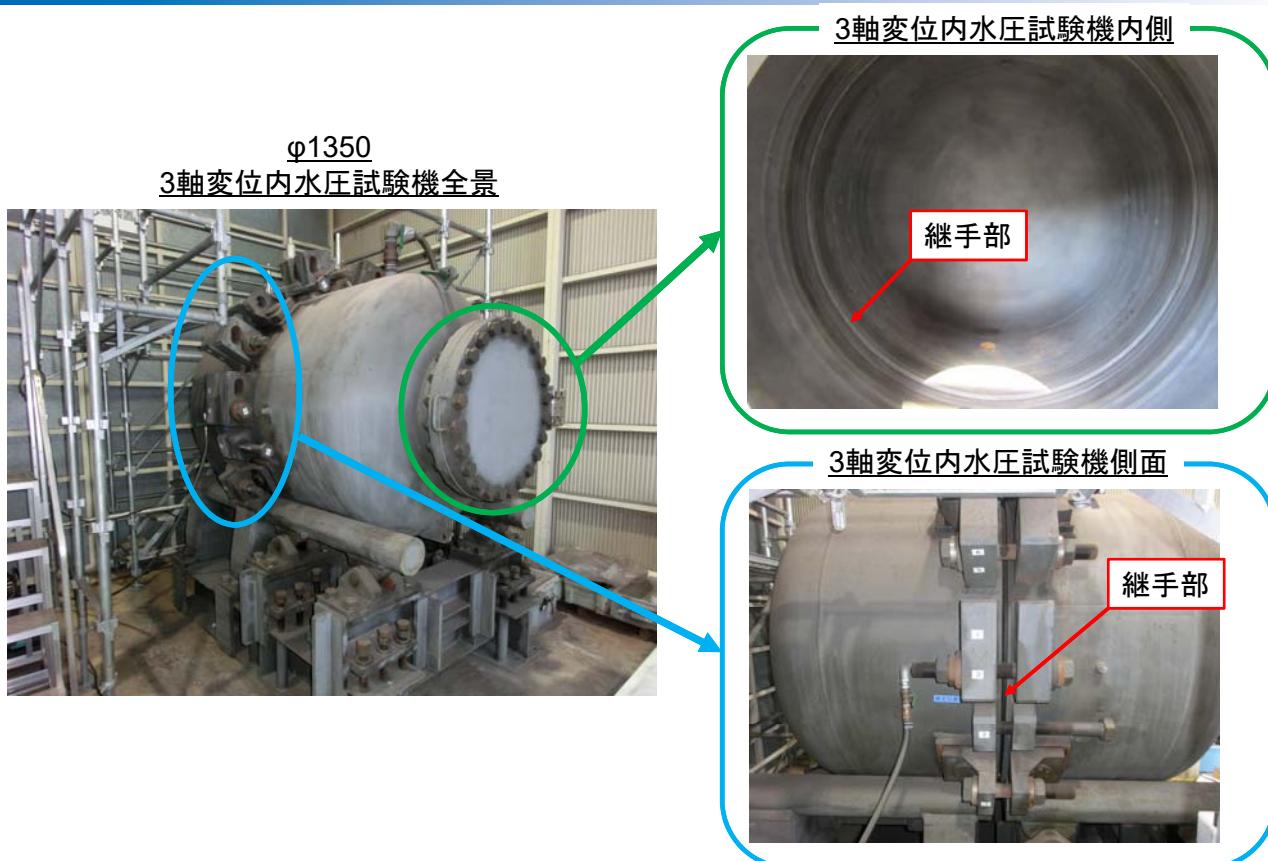
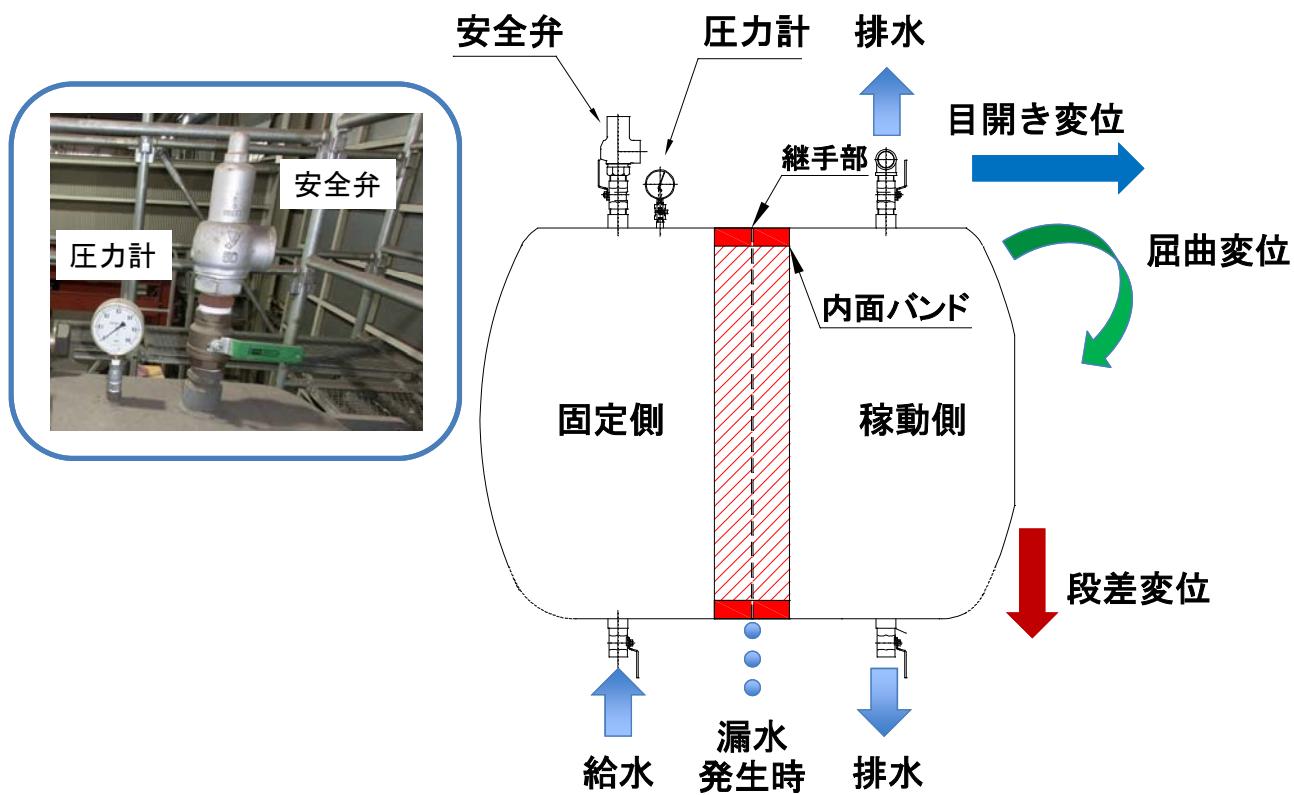
段差変位
継手部



施工後の変位性能のみではなく、変位後の管に施工可能で、
水密性を確保できることも内面バンドには重要な性能の一つ



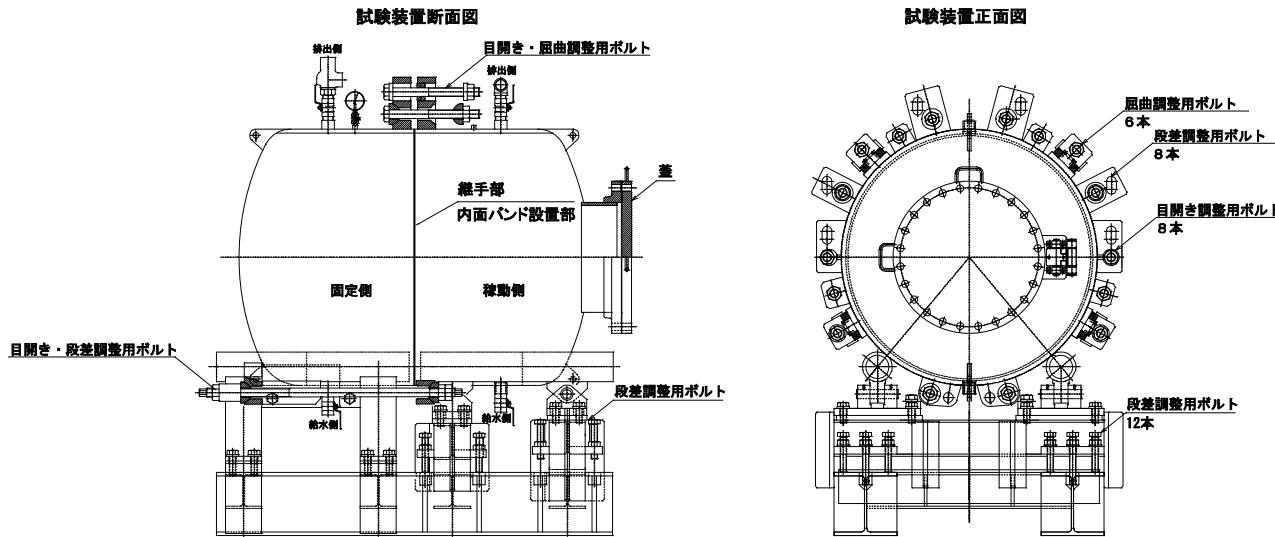
現場を想定・再現できる水圧試験機による確認が必要





止水試験機の特徴

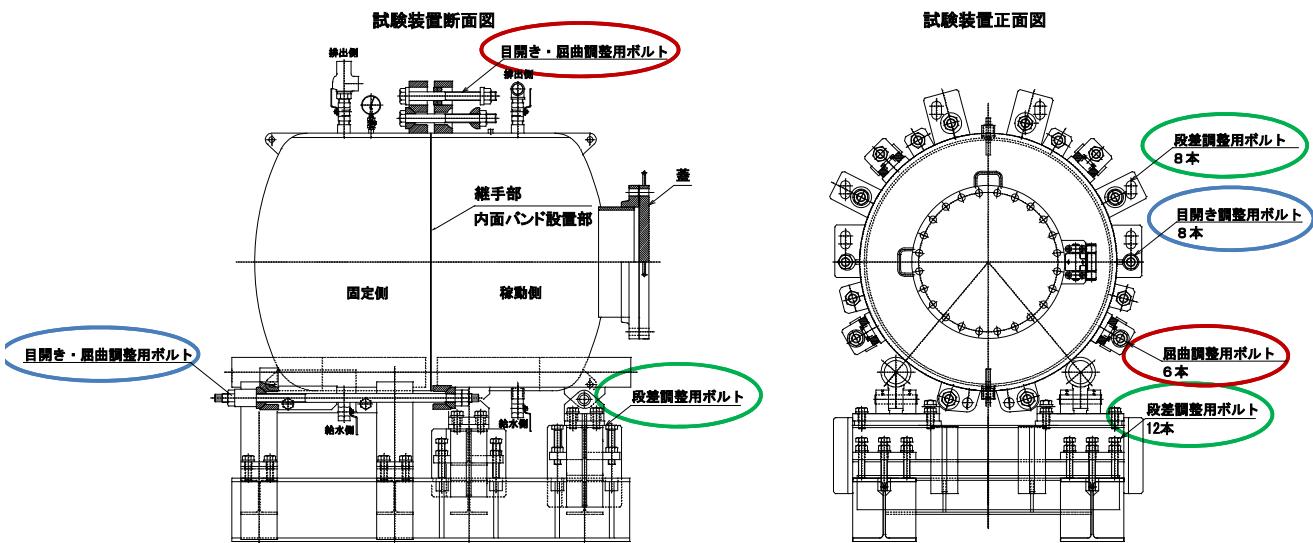
1. 施工現場の3軸(目開き、段差、屈曲)変位を再現可能
2. 施工後の変位・水密試験が可能
3. 内水圧1.0MPaに対応可能



1. 3軸(目開き、段差、屈曲)変位を再現可能

内水圧試験機は**目開き用ボルト(8本)**、**段差用ボルト(20本)**、**屈曲用ボルト(6本)**設置

これらを組み合わせることで、目開き変位・段差変位・屈曲変位・複合変位に対応可能

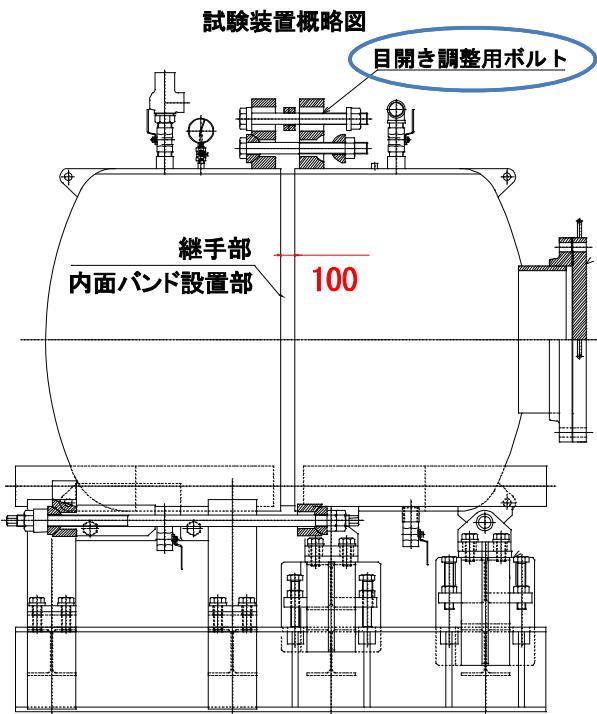


最大で水平(目開き)変位120mm, 屈曲5° , 段差55mmに変位可能

2. 止水試験機紹介(特徴)

1. 3軸(目開き、段差、屈曲)変位を再現可能

目開き(100mm)例



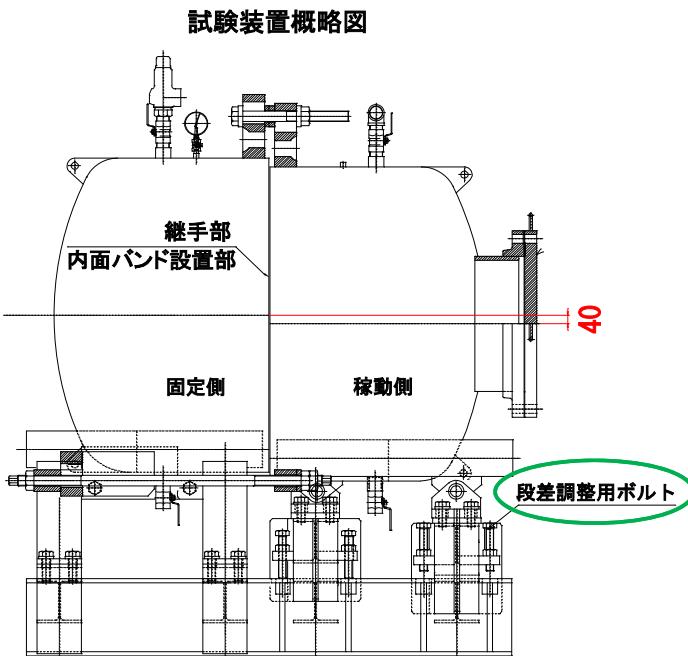
試験機写真
全景



2. 止水試験機紹介(特徴)

1. 3軸(目開き、段差、屈曲)変位を再現可能

段差(40mm)例



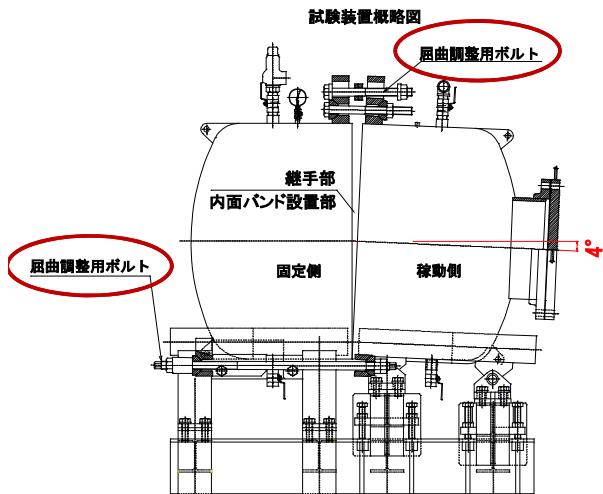
試験機写真
全景



2. 止水試験機紹介(特徴)

1. 3軸(目開き、段差、屈曲)変位を再現可能

屈曲(4°)例



試験機写真
全景



屈曲状況

試験機下部



試験機上部



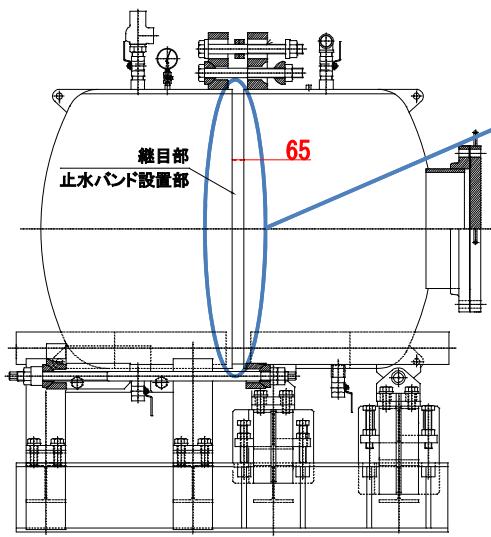
2. 止水試験機紹介(特徴)



止水試験機の特徴

1. 施工現場の3軸(目開き、段差、屈曲)変位を再現可能
2. 施工後の変位・水密試験が可能
3. 内水圧1.0MPaに対応可能

※目開き量65mm例



試験状況写真



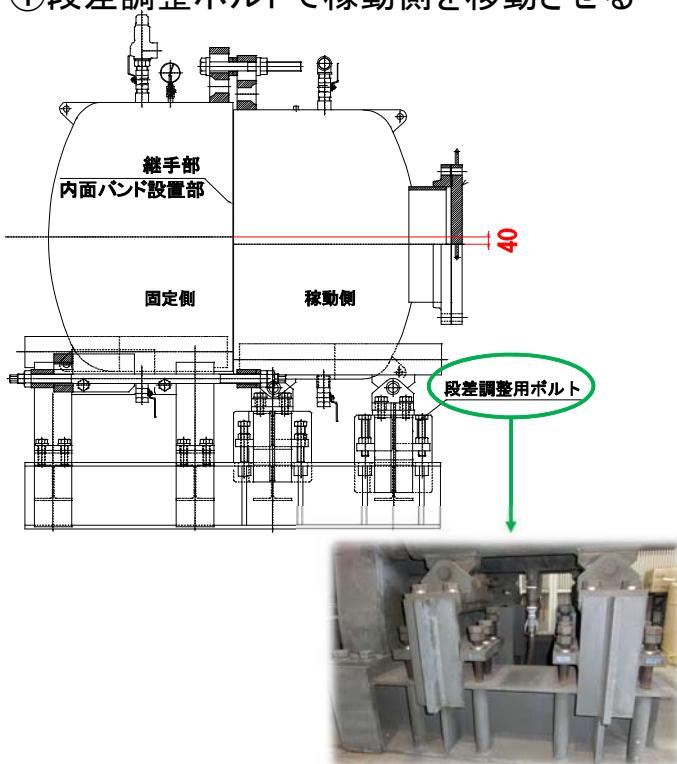
内面バンド

試験機外側より、内面バンド及び漏水の有無が目視確認可能

※変位条件により、止水バンドの目視確認できない場合もあります。

段差変位(40mm)時の止水試験手順例

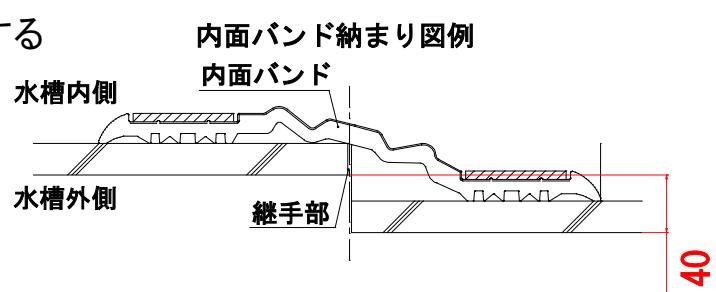
①段差調整ボルトで稼動側を移動させる

試験機写真
試験機内側

段差変位確認状況

段差変位(40mm)時の止水試験手順例

②所定の手順で内面バンドを設置する

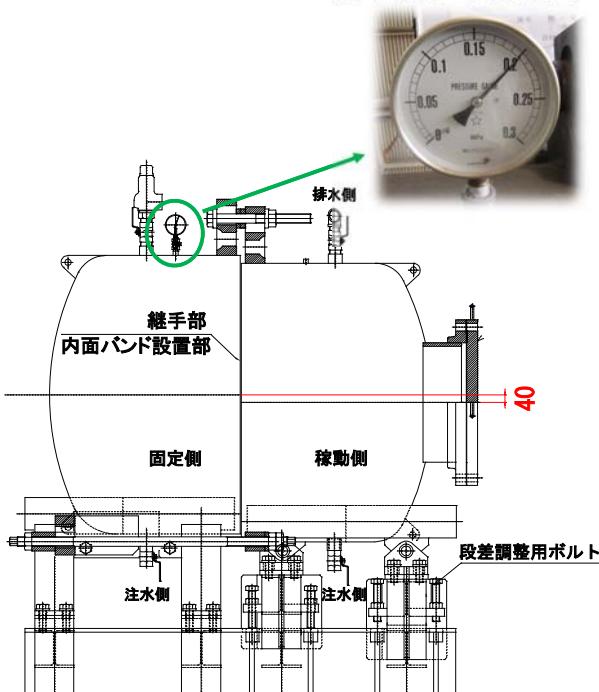
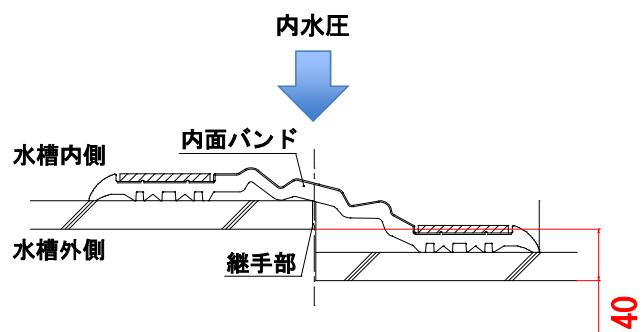


内面バンド設置状況写真

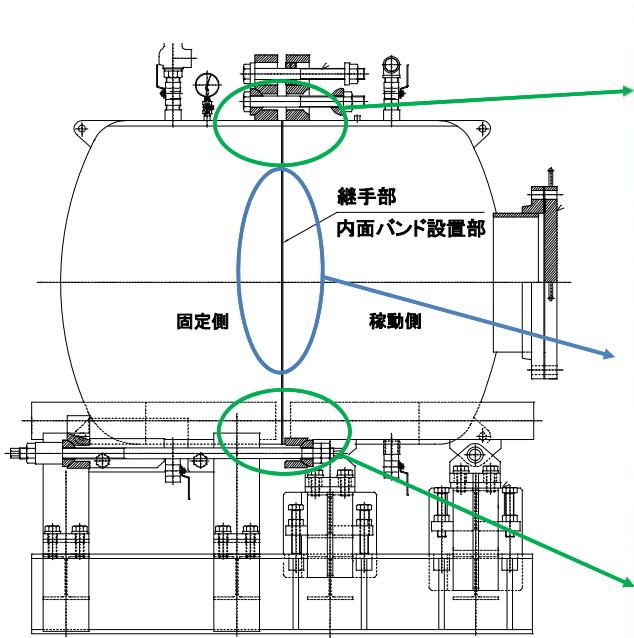


段差変位(40mm)時の止水試験手順例

- ③試験機に注水・所定の内圧を負荷し、漏水の有無を試験機外側より確認する。

内面バンド納まり図例複合変位(目開き変位40mm+屈曲変位1°)時の止水試験手順例

- ①試験機を変位させていない状態で内面バンドを設置する。



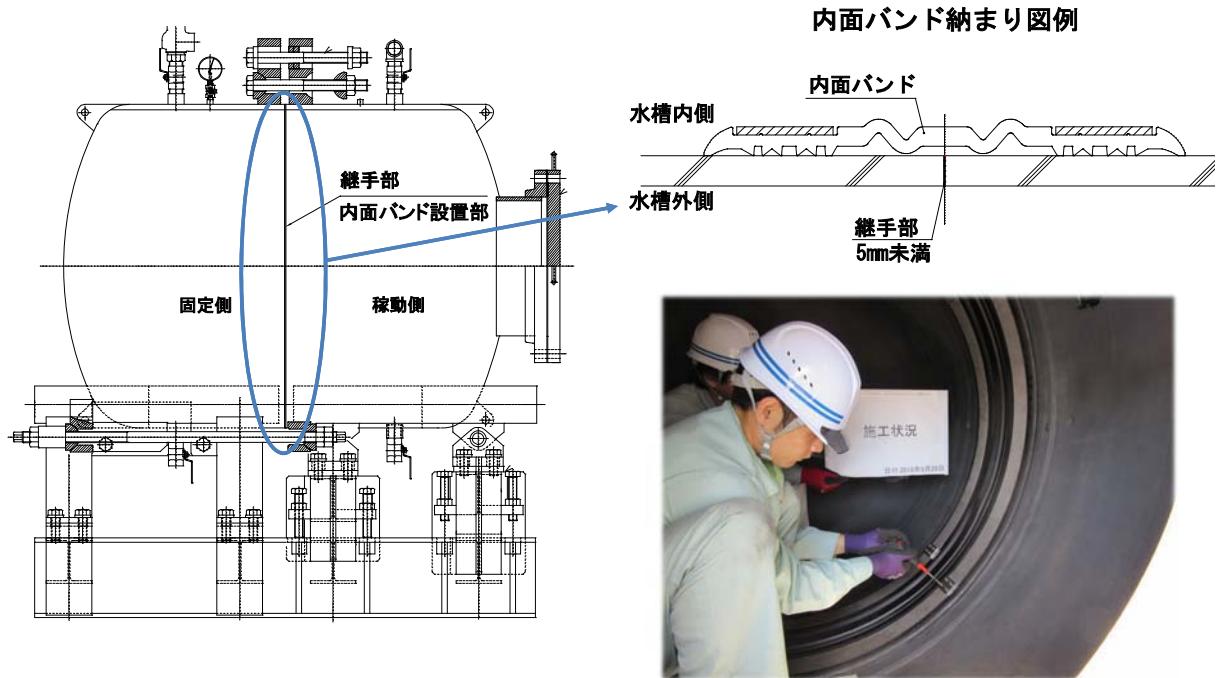
試験機上部

試験機内側

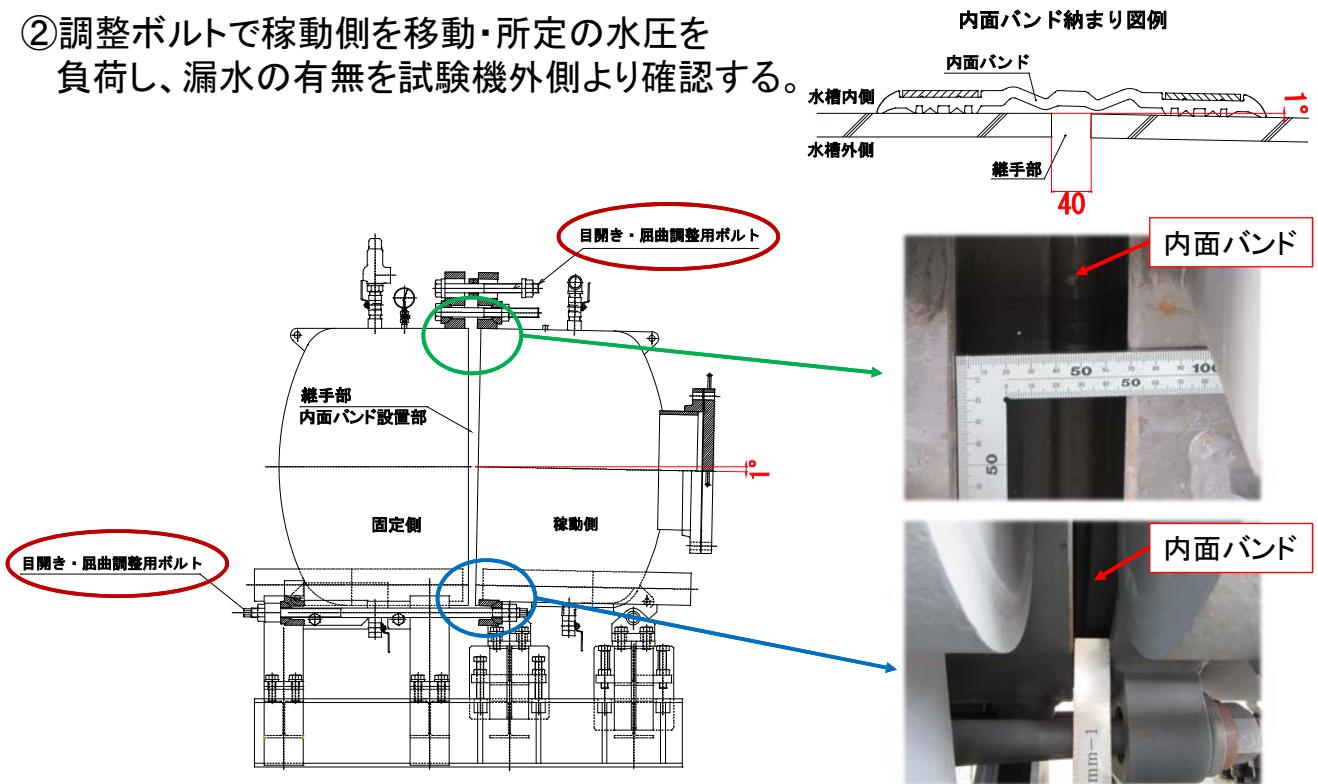
試験機下側

複合変位(目開き変位40mm+屈曲変位1°)時の止水試験手順例

- ①試験機を変位させていない状態で内面バンドを設置する。

複合変位(目開き変位40mm+屈曲変位1°)時の止水試験手順例

- ②調整ボルトで稼動側を移動・所定の水圧を負荷し、漏水の有無を試験機外側より確認する。



- ・ 農業用水理施設は戦後に急激に普及したことから、現在は老朽化が深刻化しており、そのパイプラインの補修・補強は重要な検討課題である。
- ・ 補修・補強方法のうち、止水バンド工法は開削工事が不要で、工期が短く、止水バンド形状により変位性能を付与できる工法である。その止水・変位性能を既設管路継手部以上の性能とすることで既設管路機能の回復・向上させることが出来る。
- ・ 既設管路においては長年の不等沈下等により、止水バンド設置前に段差等の変位が起こっている場合がある。そのため、止水バンドの性能として変位後の管路に施工、水密性を確保できることも重要な性能の一つである。
- ・ 施工前に段差等の現場状況に即した性能確認及び地震等を想定した3軸変位時の性能確認を行うことで、要求性能を満足したパイプラインの長寿命化につながると考えられる。
- ・ これらの点を考慮し、弊社では変位前後の任意の状態で止水バンドを設置でき、かつ、その後更なる変位・水密性試験を実施できる内水圧試験機の設計を行った。