

管路継手部の水密試験方法

エアーストバンド工法

伊藤 征義

継手構造により形成される管路の水密試験は、テストバンドと称される水密試験機を用い施工管理を実施している。

近年、農業水利施設のストックマネジメントとして、数千 km に及ぶ管路の継手水密性能調査の必要性から、より簡便で且つ適用性能の高いエアーストバンドを開発し4年の実績を有している。

既存のテストバンドとは異なり、管体の強度と共生するチェモシエンコの円環座屈理論の応用構造とすることで、軽量・簡便で且つ適用性能の高い装置となり、加圧流体を水から空気とすることで、より施工性能の向上を図ったエアーストバンド工法を紹介する。

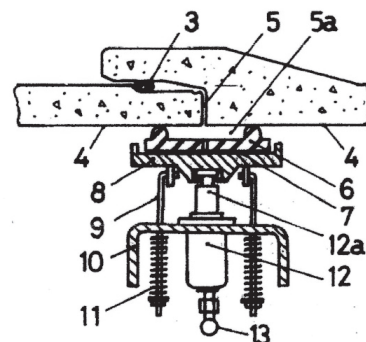
キーワード：農業水利施設、ストックマネジメント、管路、水密試験、チェモシエンコ、円環座屈理論、加圧流体、エアーストバンド

1. はじめに

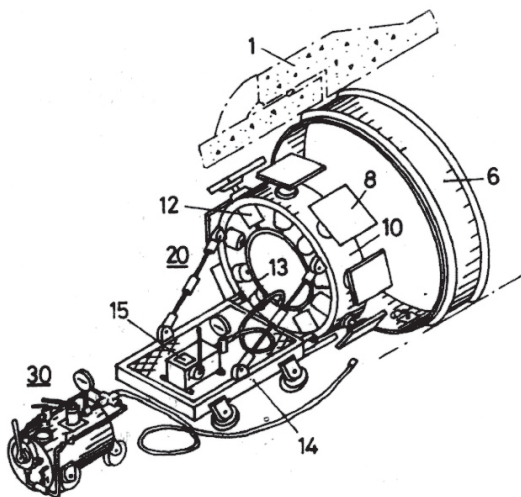
継手構造の主な管材としては、ダクタイル鋳鉄管、プレストレストコンクリート管、ヒューム管、FRPM管等があり、内圧管として使用する場合は継手水密性能をテストバンドにより確認している。

テストバンドは、管メーカーにより差異は有るが基本構造は同じであり、基本構造を特許公報¹⁾から引用し紹介すると、図一1が全体図で、管継手部1に水密ゴム6を装着し、水密ゴムを圧着する押え板8を押し上げる油圧シリンダー12と、支持フレーム10と、台車14及び加圧装置30で構成されている。

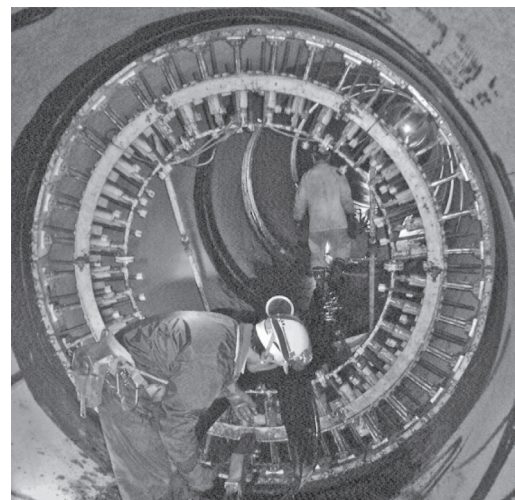
継手シール部の横断面を図一2、施工状態を写真一1に示す。



図一2 継手シール部の横断面図



図一1 テストバンド全体図



写真一1 口径 2,400 mm テストバンド

2. 農業水利施設の管路状態

(1) 管継手状態

管内作業可能な口径 800 mm 以上の主な管種は、プレストレストコンクリート管（以下 PC 管と言う）と FRPM 管である。

PC 管の問題は、内径の最大公差が JIS 規格において ± 10 mm あり、想定される継手最大段差が 20 mm となることである。

さらに、継手に許容可とう角及び継手間隔を設定していることと、経年による不等沈下等により、多様な継手状態に対応する必要がある。

FRPM 管は、とう性管であり、許容たわみ率 5% としていることから、基礎及び荷重状態により継手のたわみ率も一様ではないと想定する必要がある。

(2) 管路状態

管内資機材搬入孔として口径 600 mm のマンホールが数百 m 毎に設置されているが、急勾配又は急偏角によりテストバンド機を解体搬出する等の不連続作業を想定する必要がある。

3. 既存テストバンドの課題

(1) 支持フレーム

水密ゴムを圧着する押え板を押し上げる反力を得る支持フレームは 0.5 MPa 以上の外水圧に対抗する強度を必要とするため装置が大重量となる。

(2) 押さえ板

管継手部は段差・偏角・たわみ等により同一平面に無く、押さえ板で水密ゴムを均等に圧着することは無理なことから、継手状態により 0.5 MPa の圧力保持が困難な場合がある。

(3) 加圧流体としての水

PC 管の継手部は大きな空間を有していることから多量の水を必要とし、テスト水の回収も 50% 程度で、水の管内搬入・排水労力と作業環境の悪化が課題である。

(4) 装置の組立・解体

装置は、口径により 3 から 6 分割された支持フレームと油圧装置及び押え板が一体構造のため、狭い管内での組立・解体は多大な労力を要する。

4. エアー式テストバンドの開発

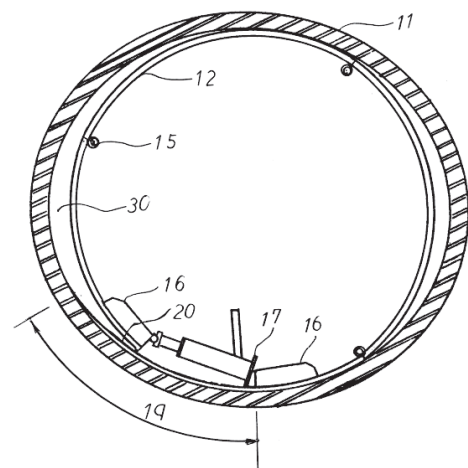
テストバンドの新規開発要件として、管継手部の隣接管は、同一回転面に内接しない状況で且つ、経年劣化したコンクリート管壁を 0.5 MPa の圧力保持をし、口径 600 mm のマンホールから資機材を搬入・搬出し、管内で組立・解体が容易で、傾斜管路での作業が可能であることが求められる。以下に構造詳細を示す。

(1) 支持フレームレス構造

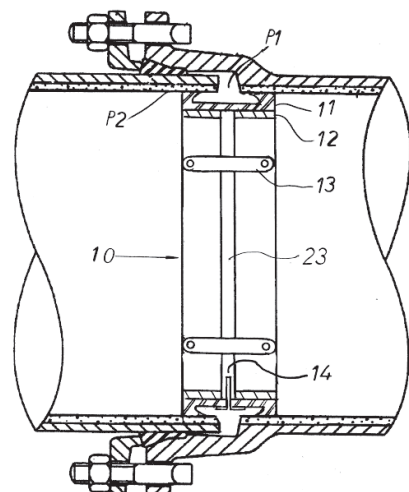
テストバンド試験圧力 0.5 MPa を自力で支持するのではなく、管体強度を利用することが可能であれば、装置の軽量化が可能となる。

PC 管 (JIS A 5333) の最大試験内圧は 1.8 MPa で FRPM 管 (JIS A 5350) の最大試験内圧は 2.6 MPa であり、テストバンド試験内圧 0.5 MPa に比べ余裕のある管体強度を有している。

管体強度を利用する考えとして、チェモシエンコの円環座屈理論を応用し、図一 3、4 に示す、水密ゴム



図一 3 支持フレームレス構造



図一 4 隣接管圧接分離構造図

11 を圧着する 2 条の円環 12 を油圧ジャッキ 17 で拡張する構造で解決。

油圧ジャッキ 17 により円環拡張部に曲げモーメントが発生するので剛性部 16 を設け、他はたわみ性部材とする事で FRPM 管のたわみに対応可能となる。

(2) 隣接管圧接分離構造

管継手部に段差・偏角・たわみ等が生じてても、2条の円環による隣接管圧接分離構造とすることで解決。

2条の円環 12 を適当な間隔で保持するタイロット 13 により多様な継手状態に追従可能となる。

(3) 加圧流体の選択

テストバンドの加圧流体は水でも空気でも可能であり、空気を選択することにより装置の簡素化と作業効率が向上する。

テストバンドの 5 分間 20% 減圧を許容しているのは、装置としてのリークを許容しているもので、写真一 2 に示す様に、空気のリークは目視可能であるが、湿潤状態のコンクリート管からのリークの目視は困難である（乾燥状態は写真一 3 参照）。



写真一 2 空気漏れを石鹼水気泡で確認

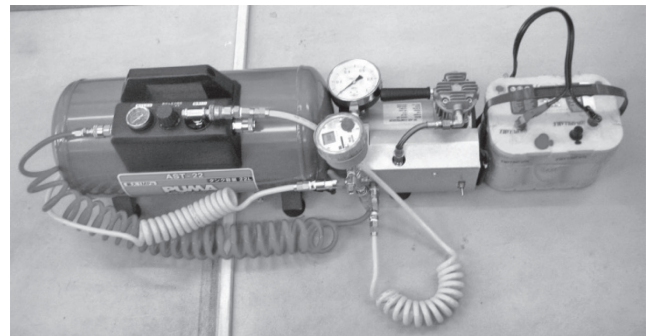


写真一 3 乾燥したコンクリート管の水リーク

(4) 加圧装置

加圧流体を空気とした加圧装置は、12V バッテリーで稼働するコンプレッサーと圧力タンクのユニットが小型・軽便と 100 V 装置に比べ管内作業に適している。

これらのパーツは市販品で安価かつ容易に調達可能である。



写真一 4 加圧装置

(5) 施工事例



写真一 5 口径 2,400 mm テストバンド

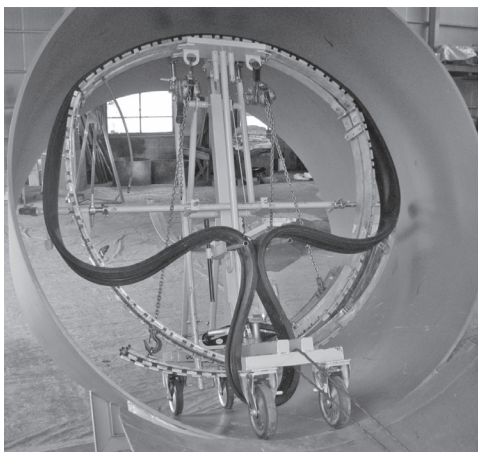


写真一 6 口径 900 mm テストバンド

(6) 傾斜部対応型機種の開発

従来のテストバンドは大重量の為、5%以下の傾斜部のみを調査対象としていたが、農業水利施設のストックマネジメントとして、調査を行うには更なる急傾斜部の対応機種が求められる。

写真一 7, 8 は口径 2,000 mm で傾斜角 25 度（約 45% 勾配）の工場試験である。



写真一七 テストバンド移動状態



写真一八 テストバンド設置状態



写真一九 口径2,400 mm テスト状態

写真一九は傾斜部対応型機種で写真一五と同口径の施工事例である。

5. おわりに

本工法をエアー式テストバンドと呼称しているが、構造的には支持フレームレス・テストバンドである。

平成19年度から4年間で口径800 mmから2,800 mmの施工実績があり、連続作業の施工実績は、新規配管工事を対象とした土地改良基準施工歩掛りの75%程度と作業効率は高いが、600 mmのマンホールからの装置の搬入・搬出、管内での組立・解体、管内の堆泥・湧水など供用管路の調査業務ならではの現場条件から、総合歩掛りは基準歩掛りの10%から20%増し程度となっている。

本工法は、確実な管継手水密性能評価工法であり更なる改良を加え、農業水利施設のストックマネジメント事業に寄与していきたい。

JCMA

《参考文献》

- 1) 公開特許公報: 昭 57-10435 パイプ継手部の水圧試験装置

【筆者紹介】

伊藤 征義 (いとう せいぎ)
水利施設研究所 代表
中京製管(株) 技術顧問

