

機械式設備配管継手の品質管理に関する調査・研究

給水・給湯配管におけるメカニカル継手の施工管理

森田 深雪^{*1}・生天目 泰^{*1}・井上 和夫^{*2}・天野 洋樹^{*3}

Keywords : mechanical fitting, leakage control, piping, hydrostatic test

メカニカル継手, 漏水防止, 設備配管, 水圧試験

1. はじめに

昨今、配管工（熟練工）の減少や工期短縮を背景に、集合住宅の給水・給湯配管用継手として、ネジ込み式継手より簡易な接合方法であるメカニカル継手が開発・販売されている。しかしながら、施工要領の不徹底・施工状況の確認不足などにより漏水トラブルが絶えない。メカニカル継手の場合、施工不良により最悪は脱管して甚大な水漏れ被害が発生する事があるにも関わらず、継手の性能評価方法が確立されていないのが現状である。また、竣工時の水圧試験において、漏水が発見できれば再施工により漏水事故を防ぐことができるが、現状の水圧試験では様々な要因の施工ミスによる漏水を発見することは難しい。

今回、漏水事故防止を目的に、継手機構分類や漏水事例を体系的に整理し、評価基準を策定した。また、その事例を基にメーカー及び技術センターで施工不良を再現した実験を行い、樹脂配管・ステンレス配管の接合方法や概要、メカニカル継手の評価方法及び採用基準をまとめたので報告する。

2. 管種と配管接合の概要

集合住宅などの給水・給湯に用いられる主な配管には、SUS管、樹脂管がある。それぞれの種類と機械式継手による接合法を表-1に示す。

3. メカニカル継手の漏水事例と再現実験

配管継手の漏水事故には、施工不良によるものと、

*1 技術センター建築技術開発部建築生産技術開発室
*2 設備本部設備部
*3 東京支店建築工事作業所

表-1 管種と接合方法
Table.1 Kind of pipe and joint

SUS管		樹脂管	
管種	一般配管用ステンレス鋼管 (薄肉管SUS管) : JIS G3448	管種	ポリブテン管 (PB管) : JIS K6778
	配管用ステンレス鋼管 (厚肉管Sch管) : JIS G3459		架橋ポリエチレン管 (PEX管) : JIS K6869
接合方法	拡管式	接合方法	拡管式
	差し込み式 (管に抜け止め溝がない)		ワンタッチ式
	差し込み式 (管に抜け止め溝がある)		・本体一体型インコア
	圧縮式 (プレス接合)		・インコア挿入型
	袋ナット式		・ジャンパーピン
	・ドレッサー型スナップリング式		圧縮式
	・圧縮式		袋ナット式
	ハウジング		・ドレッサー型スナップリング式
	・リング溶接型、グループ型、拡管型		・割りリング (袋ナット)
	ルーズフランジ		スライドリング式
	・管端つば出し		・リテーナ
	カップリング		・割りリング (スライドリング)
	転造ねじ式		転造ねじ式
	回転ロック式		

まれに製品不良によるものがある。メーカーの施工要領に従った確実な施工をすれば、漏水事故をなくせるはずであるが、実際の現場では作業環境、作業員の技能レベル、材料毎の施工要領の認識不足などにより不良施工が発生する場合もある。

今回施工不良による漏水事例を抽出し、これをもとに各メーカー及び技術センターにて漏水再現実験を行った。これにより、竣工前の水圧試験で不良施工の発見が可能か確認を行なった。

3.1 メカニカル継手の漏水事例

メーカーヒアリングをもとに、各継手の構造を把握し、それに伴う漏水事例を抽出した。表-2にメカニカル継手の漏水事例を示す。

3.2 漏水再現実験

表-2に示すメカニカル継手の漏水事例をSUS管、樹脂管でそれぞれ再現し、現場で行われる竣工時の水圧検査で不良箇所が発見できるか確認実験を行なった。

技術センターでは樹脂管の各継手分類に代表される製品 3 種類を選びそれぞれ実験を行なった。それ以外の樹脂管及び SUS 管は各メーカーに実験を依頼し立会い、確認を行なった。

表-2 メカニカル継手漏水事故例
Table.2 Example of leakage on Mechanical fitting

漏水事例	概 要
挿入に関する漏水	管の差込不足、管の斜め切断、管の斜め挿入による漏水。管の斜め切断、斜め挿入は、それ自体が直接の原因ではなく、挿入時にパッキンをめくったり、傷つけたりする事で漏水事故に繋がる間接要因である。
継手のキズに関する漏水	継手金属部が配管に噛み込み密着するタイプ（パッキンを用いないタイプ）で起こる漏水。接合前に継手を落とし、止水の役割を果たす部分に傷がつくなどにより、漏水事故が起こる。
管のキズに関する漏水	配管の段切り、バリ、管外面の筋状の傷や低温拡張での亀裂、破断等による漏水。配管カッターを使用せず、通常のカッターナイフやノコギリで管を切断した場合、段切りやバリが発生する。このような管を挿入する際にパッキンを傷つける場合がある。また、管外面で止水をする構造の場合（継手のパッキンと管外面の密着で止水）、管の軸方向に沿って筋状の傷が継手の止水ラインを超えて生じると水の通り道になる場合がある。また、樹脂管の接合で管端部を拡張して接合する場合、寒冷地での低温下で急激な拡張施工を行い、配管が避けた事例もある。
不十分な施工に関する漏水	袋ナットの締込み不足、圧縮忘れ、拡張量不足、スライド量不足、パッキンの装着忘れなどによる漏水。
パッキン・O リングに関する漏水	継手に管を挿入する時に、管端部のバリでパッキンが傷つくことによる漏水。また、管を挿入する際にパッキンが軸方向によじれたり、継手と管の共廻りでパッキンが周方向によじれて起こる場合もある。
異物に関する漏水	継手と管の間に異物が入り込むことで起こる漏水。異物としては管のバリ、シールテープ、糸くず、砂などがあり、異物が止水部（パッキンなど）をまたがるように挟み込まれると漏水しやすい。
工具の選定ミスに関する漏水	定められた専用工具を使用しない事で起こる漏水。例としてはガイド付きカッターを使用しなかったため、配管の斜め切断や段切りが発生することや、使用継手専用の拡張機を使用しなかったために拡張不良、専用圧縮機を使用しないために圧縮不足が生じる例がある。

3.2.1 樹脂管用メカニカル継手の不良施工による漏水 確認実験結果

継手の接続タイプ別に 3 種類（①ワンタッチ式一本体一体型インコア、②ワンタッチ式ーインコア挿入型、③袋ナット式ー割りリング）の継手を選び、表-2 に示す漏水事例を再現した。水圧のパラメータを表-3 に示す。

結果は、管外面に傷（止水部をまたぐような傷）が

ある場合、継手接合方式が袋ナットタイプで締込み不足（手締め）の場合に漏水が発見できた（写真-1, 2）。それ以外の施工不良（表-2 参照）については水圧試験を実施しても漏れを発見することは出来なかった。

また、樹脂管の場合、SUS 管と違い、試験圧力で管が容易に膨張するため、試験終了時の圧力は初期圧力より低下する。この圧力低下を漏水と間違えることがあり、注意を要する。管種別に注意点を以下にまとめる。

表-3 圧力パラメータ
Table.3 Parameter of pressure

圧力試験項目	圧 力	保持時間	備 考
静水圧試験（通常）	樹脂:1.0MPa 金属 1.75MPa	30 分	通常現場で実施される水圧試験。漏水により不具合施工の発見可能性を確認。
静水圧試験（高圧）	樹脂:2.5MPa 金属:3.5MPa	2 分	架橋ポリエチレン管の耐圧試験規格
静水圧試験（低圧）	0.02MPa	30 分	水圧がかかった状態では、パッキンがより止水性をもつため、それを除いた状態での性能確認のため。
脈動圧試験	0~1.0MPa	10 分	通常現場で実施される水圧を最高圧力とした脈動試験



写真-1 止水部をまたぐ傷による漏水
Photo.1 Leakage of wound over packing.



写真-2 袋ナット締込み不足による漏水
Photo.2 Leakage of lack of torque of nut

(1) 架橋ポリエチレン管圧力試験

一般的には、架橋ポリエチレン管工業会の圧力試験の要領、判定基準が用いられる。

- ① 配管にポンプで圧力を加える（初期設定圧力：0.75MPaもしくは 1.75 MPa）。このとき、初期設定圧力に達してから 5 分間保持する。保持時間中に圧力が低下した場合には随時加圧する。
- ② 保持後、圧力低下を 1 時間観察する。
- ③ 判定基準は初期設定負荷圧力が 0.75MPa の場合は、1 時間後の圧力が 0.5 MPa 以上、初期設定負荷圧力が 1.75MPa の場合は 1.2MPa 以上であること。これ以下の場合は漏水の可能性がある。

漏れの無い配管を用いて、上記の保持期間中の圧力保持をしたもの(①～③試験体)と、圧力保持を行なわなかった試験体(④～⑥試験体)で比較を行った例がある。

結果を図-1,2に初期設定負荷圧別を示す。いずれも④～⑥の5分間の圧力保持を行なわなかった試験体は1時間後に合格ラインを下回っており、実際には漏れていないにもかかわらず漏水と間違えることになる。架橋ポリエチレン管の水圧試験では、初期5分間の圧力保持が重要となる。

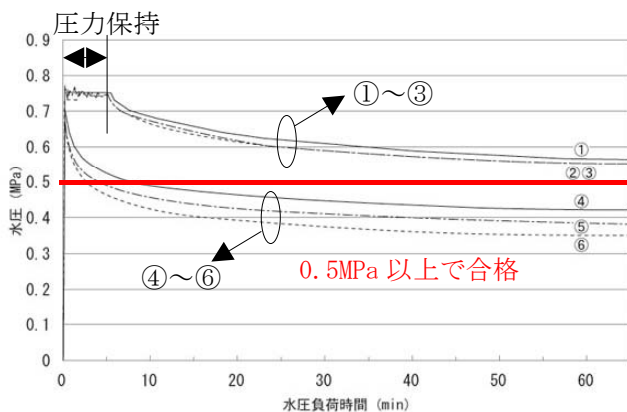


図-1 架橋ポリエチレン管の初期水圧経時変化(試験圧 0.75MPa) *1

Fig.1 Age-based change of initial water pressure cross-linked polyethylene pipe(water pressure 0.75MPa)

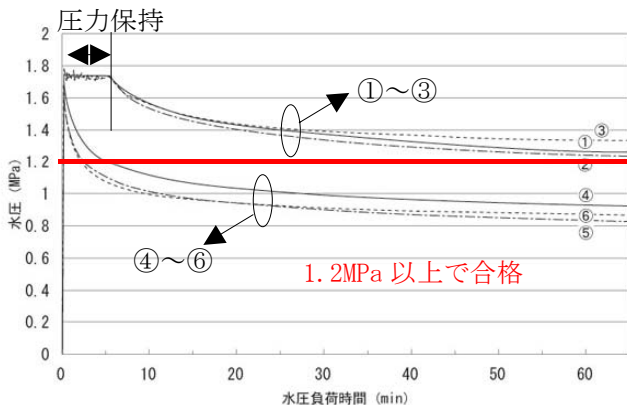


図-2 架橋ポリエチレン管の初期水圧経時変化(試験圧力 1.75MPa) *1

Fig.2 Age-based change of initial water pressure cross-linked polyethylene pipe(water pressure 1.75MPa)

(2) ポリブテン管水圧試験

一般的には、ポリブテンパイプ工業会の水圧試験の要領、判定基準が用いられる。

- ① 配管にポンプで圧力を加える。(初期設定圧力: 0.75MPa) 架橋ポリエチレン管と違い 5分間保持しない事。

- ② 圧力降下を1時間観察する。

- ③ 判定基準は初期設定負荷圧力が 0.75MPa の場合は、1時間後の圧力が 0.55 MPa 以上、初期設定負荷圧力が 0.75MPa 以外の場合は圧力降下が 2 割以内を目安とする。最初の検査で、保持圧力を満足できなかった場合には再検査を実施する。再度初期圧に上げて、1時間後の圧力降下が 1 割以内を目安とする。

- ④ 合否判定は各部材、各接続部を目視及び触感で確認し、漏水、破損がないこと。

(3) 微少漏れ

微少漏れの場合は、水圧試験を行なっても漏れていない場合と同じような圧力降下になるため、漏水の有無の区別がつかない。

微少漏れを再現した実験を架橋ポリエチレン管、ポリブテン管で行なった。表-4 に試験条件を示す。結果を図-3, 4に示す。

また、微小漏れを検知する手段として、空圧式漏洩検査器が販売されており、その有効性を確認する。試験は水圧、空気圧とも同じ条件で実施した。写真-3, 4にそれぞれの漏れ状況を示す。

表-4 微少漏れ試験条件

Table.4 Examination condition of a small quantity leakage

配管径	13A (住戸内配管想定)
配管長	給水: 50m, 給湯: 50m → 合計 100m
保有水量	約 13 リットル
微少漏れ	微少流量制御バルブ (ニードルバルブ)
漏れ量	3～5 分に 1 滴 (0.1cc/1 滴) → 2cc/時間
圧力検知	水圧試験: プルドン管式アナログ出力付デジタル圧力計 空気圧試験: 微少漏検査器
試験圧力	水圧試験: 0.75MPa 空気圧試験: 0.3MPa



写真-3 水圧試験微少漏れ状況

Photo.3 Small quantity leakage (Hydrostatic test)



写真-4 空気圧試験微少漏れ状況

Photo.4 Small quantity leakage (Pressure test)

① 水圧試験結果

図-3, 4 に示すように、微少漏れの場合、漏れていても合格圧力以上となり圧力試験では発見できない。

特にその漏れ箇所が隠蔽部であれば、現場では見つけられない可能性が高い。

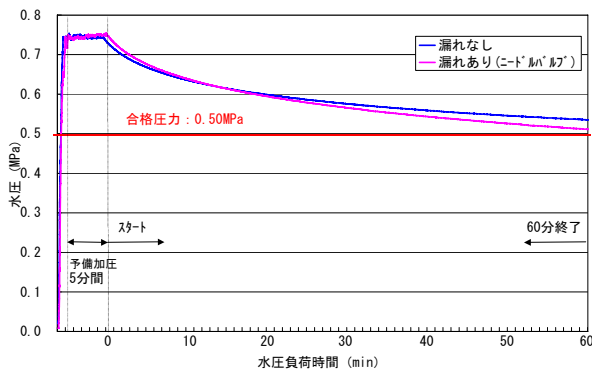


図-3 架橋ポリエチレン管水圧試験
Fig.3 Hydrostatic test of cross-linked polyethylene pipe

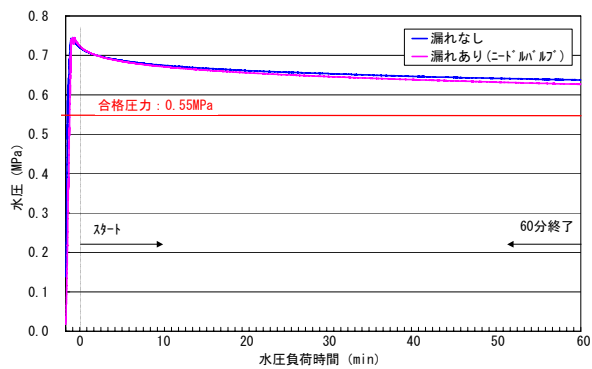
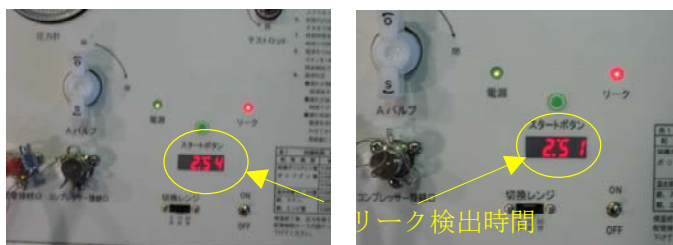


図-4 ポリブテン管水圧試験
Fig.4 Hydrostatic test of polybutene pipe

②空気圧試験結果

空気圧式漏洩検査器による試験を2回実施した。樹脂管に0.3MPaの空気圧を加えた後、5分間保持し試験を開始する(微小漏れ状況は写真-4参照)。

どちらも、試験開始から2分50秒程度で漏れを検知した(写真-5参照)。空気漏洩検査器による試験の有効性を確認できた。



(1回目) (2回目)
写真-5 試験結果
Photo.5 Results of examination
(1st time) (2nd time)

3.2.2 SUS 管用メカニカル継手の不良施工による漏水確認実験結果

SUS 管は各継手メーカーにて試験を実施。漏水事例、水圧パラメータはそれぞれ表-2, 3 参照。

結果は、拡張量不足、差込不足、管の斜め切断、袋ナット式の締込み不足、割リングの装着忘れなどによる漏水が確認された継手もある。写真-6, 7 に拡張量不足と漏れ状況を示す。

それ以外の施工不良については圧力試験を実施しても漏れを発見することは出来なかった。

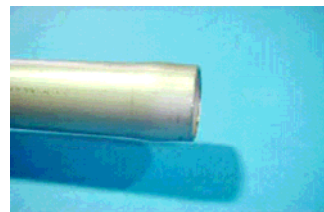


写真-6 拡張量不足
Photo.6 Short expansion of pipe

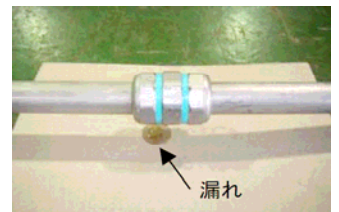


写真-7 漏れ状況
Photo.7 Situation of leakage

4. 継手評価の考え方

継手の評価項目としては、製品自体の性能・耐久性も重要であるが、施工面の特徴も継手に求められる重要な性質である。

継手の評価の考え方として、以下の項目が重要であると考えます。

- ① 施工し易く、ミスが起こりにくい事
- ② 性能・耐久性が優れている事
- ③ 過去の実績等が信頼おける事
- ④ コストメリットがある事

以下にそれぞれの項目について述べる。

4.1 施工面での評価(施工し易く、ミスが起こりにくい)

現在販売されている SUS 管、樹脂管用のメカニカル継手について評価区分と採点基準を設定し、レーダーチャートに示した。

(1) 評価区分と採点基準

評価区分は以下のとおりである。また、採点結果の例を図-5に示す。

- ① 専用工具の必要性
- ② 生産性・難易度(工程数)
- ③ 生産性・難易度(所要時間)
- ④ 生産性・難易度(所要労力・力)
- ⑤ 再施工(継手の再使用)の可不可

力試験（水圧・空圧）をすれば、どんな施工不良でも必ず発見できる」継手はなく、施工完了時の圧力試験では、不良を発見できない確率が高い。

竣工時の試験に頼りすぎ、施工状況の確認を怠ると施工不良を見落とすこととなる。現場では室毎に全ての継手接合部を確認することが最も重要であり、以下の2つの確認手法を用いて施工状態を確認することが漏水事故を減らすことになる。と考える。

(1) メカニカル継手採用時の管理方法

- ① メーカー作成の要領書の熟知（作業員への講習会の実施）
- ② 施工要領図を見やすい場所へ掲示（作業員詰所、加工場等）
- ③ 部品の受入検査の実施（本体の損傷、内部部品の欠落等）
- ④ 施工した最初のフロアの目視検査を専門工事業者及び当社社員にて実施
- ⑤ 次ぎのフロア以降は専門工事業者及び当社社員の抜き取りで目視検査を実施
- ⑥ 施工業者は施工全数を目視点検して、記録に残す（隠蔽前）

(2) メカニカル継手チェックリスト

メカニカル継手チェックリストなどを作成し、現場での確実な確認を行なう。図-7 にメカニカルチェックリストの例を示す。

6. おわりに

現在販売されている多くの継手は、「少々不良施工では漏れない機構を目指して」開発されており、竣工時の圧力試験だけに頼った施工管理では漏水事故を防止することはできない。今回、発行した「集合住宅等の給水・給湯配管におけるメカニカル継手の施工引き」に従い、①より、漏水リスクの少ない継手を選定し、②確実な現場確認を行なうことにより、漏水事故の防止に努めることが大切である。

メカニカル継手のチェックリスト(1室) 例

18階 1806号室 (G タイプ)

最終確認者(専門工事業者) 氏名: 山田 太郎 11月 29日

最終確認者(施工業者) 氏名: 鈴木 一郎 11月 28日

No.	チェック項目	継手部位(箇所) サイズ	施工業者確認欄								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	決められた継手を使用したか。 (製品・部位・サイズ)	レ 20	レ 20	レ 13	レ 13	レ 16	レ 13	レ 20	レ 13	レ	
2	施工直前に異常の有無を確認したか。 ・外箱が割れていた ・小口保護シールが剥がれ内部が汚れていた 等	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
3	継手の先端の保護シールは差込み直前まで貼ってあったか。 (差込み直前に剥がす事。)	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
4	パイプレンチ使用時は、ネジ近傍の金属6角部分をつかんだか？(外周部(樹脂)にパイプレンチを掛けて回すと破損し、漏水の原因となる。)	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
5	管の切断は、ガイド付塩ビカッターを使用し、出来る限り直角に切断したか。 (斜め切らない事。のこを使用しない事。2度切り・回し切りをしない事。)	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
6	管端部(管の内外面)のバリ、さくれ、ごみ、砂を除去したか。 面取りは禁止。	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
7	表面の被覆を30mm程度めくったか。	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
8	管の先端が変形していないか確認したか。	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
9	ジャンパーピンが飛んでしまっている継手を使用しなかったか。 (落としたりして、ジャンパーピンが飛んでしまっているような継手の使用は禁止。)	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
10	ジャンパーピンがカチツと言う音を立て、きちんと飛んだ事を確認したか。 (圧縮リングからジャンパーピンが離脱した事を、目視でも確認したか。)	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	
11	最終の外観検査は異常ありませんか？	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	レ	

その他の製品では、
・管挿入確認による差込み量の確認
・ゲージによる圧縮量の確認
・ワッシャーによるナット締込み量の確認
・ゲージによるプレス量の確認
等の注意点が挙げられます。

その系統に施工した作業員が確認サインをする。

概略図(アイガムなど)を描いて、継手の部位を特定する。

確認者	確認日時	確認結果
山田 太郎	11月 29日	確認済
鈴木 一郎	11月 28日	確認済

図-7 メカニカル継手チェックリスト例
Fig.7 Example of check list for mechanical fittings

謝辞

今回の「施工の手引き」の作成にあたり、大成設備(株)技術部番場課長に多大なご協力を頂いた。また、継手の実験にあたり、各継手メーカーにおいて様々な実験にご協力頂いた。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 「架橋ポリエチレン管 設計・施工マニュアル」 架橋ポリエチレン管工業会編 2005. 05. 30
- 2) 「ポリブテンパイプ 水圧試験」 ポリブテンパイプ工業会 <http://www.j-p-b-p-a.com/>
- 3) 「建築設備と配管工事 建築設備用管継手」 2007年8月増刊号 604. Vol. 45 No. 10 日本工業出版