

集合住宅給水給湯配管の新しい漏洩試験方法

～デジタル式圧力記録検査器を用いた検査システム

はじめに

集合住宅の住戸内給水・給湯配管の継手部や釘打ち部の漏水の確認はブルドン管圧力計を用いた水圧試験で行われているのが一般的である。しかし、水圧試験を実施したにもかかわらず、その漏れ量が微量のため、水圧試験時に確認されず、引渡し後に漏水として顕在化する場合が稀にある。この微量漏れは、従来の水圧試験方法ではなかなか発見しにくく、また他に有効な手段がないのが現状である。一方で、デジタル式圧力記録検査器を用いた空圧試験の有効性に関する報告^{※1)}もなされているが、配管釘打ち抜きによる漏洩判定に関しての有効性に関する報告であり、設備器具接続部からの漏洩判定に関しては、未知数な部分もあるので、改めてデジタル式圧力記録検査器を用いた漏洩試験の実用化に向けた実験的検証を行なって開発した新しい漏洩試験方法を提案する。また、その際検討したメーターユニット二次側の逆止弁や給湯器の一次側の逆止弁付ボールバルブの漏洩試験に対する影響及びその解決方法の実用化を合わせて報告する。

1. 従来の試験方法と問題点

1.1 従来の一般的な試験方法とフロー

従来の試験フローを図-1に示す。

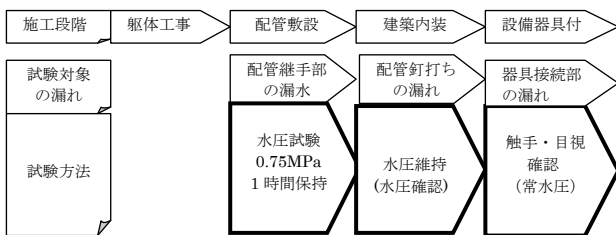


図-1 従来の一般的な試験フロー

1.2 従来の試験方法の問題点

(1) 仮設給排水の用意

仮設給排水設置・解体の費用及び手間がかかる。

(2) 配管膨張による圧力低下

昨今の集合住宅住戸内配管に用いられることが多い架橋ポリエチレン管及びポリブテン管は、漏水による圧力低下か樹脂管のクリープ現象（膨張）による圧力低下か判断しにくいのが現状である。

樹脂管の工業会では、水圧試験方法を規定している。初期圧力 0.75MPa を基準とした時の圧力低下を規定した合格判定基準を表-1-1に示す。

表-1-1 水圧試験判定基準

管種	初期圧力	1時間後圧力	判定
架橋ポリエチレン管	0.75 MPa (5分保持)※	0.5 MPa 以上	合格
ポリブテン管	0.75 MPa	0.55 MPa 以上	合格

※加圧の保持時間

上記、圧力が満足出来なかった場合、継手部の漏水を目視確認し、ポリブテン管では、継手部の漏水がなかった場合、再度初期圧力に上げて、表-1-2の内容で水圧試験を行う。

表-1-2 ポリブテン管の再加圧

管種	初期圧力	1時間後圧力	判定
ポリブテン管	0.75 MPa	0.65 MPa 以上	合格

(3) 水圧試験に及ぼす空気混入の影響

樹脂管の水圧試験方法において、樹脂管の工業会では配管内の空気を十分に抜くことを推奨しているが、現場において空気を完全に抜くのは難しい作業である。配管内の空気残量と圧力低下の関係を明らかにするために、定尺パイプ（架橋ポリエチレン管 13A×60m）のサンプルを作り、空気混入量 0%、10%、20%の比較試験を行った。その結果、配管内に空気が残った場合、空気残存量によって、圧力低下に大きな影響を与えることが分った。「圧力の経時変化」を図-2、「圧力低下、圧力低下率」を表-2に示す。

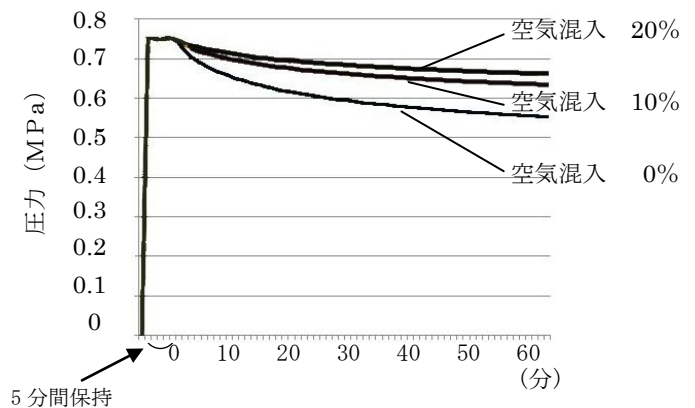


図-2 圧力の経時変化

表-2 圧力降下、圧力降下率

	初期圧力 [Mpa]	1h 後圧力 [Mpa]	圧力降下 [Mpa]	圧力降下率 (圧力降下/初期圧力)
空気混入 0%	0.751	0.557	0.194	0.258
空気混入 10%	0.751	0.637	0.114	0.152
空気混入 20%	0.750	0.663	0.087	0.116

空気の混入が多いと微小漏れがあった場合でも圧力が下がらないので見逃してしまう可能性がある。

(4) 建築内装時の釘打ち漏水の問題

一般的には、釘打ちによる漏水の有無は水圧試験により確認するが、この信頼性を検証するために実験を行った。その結果、釘打ち直後は漏れが確認されたが、その漏れが途中で止まり漏洩検知に至らなかった。これは、樹脂配管の復元特性（弾性）と水の表面張力により、釘打ちの状況によっては微量漏れが継続しないためであると推測される。このことから水圧試験では漏れが途中で止まってしまふ問題があることが確認された。

(5) 器具取付後（竣工時）の微量漏れの問題

器具接続後の接続部からの漏水を確認するために、接続部の触手・目視確認試験が実施されている。その際の水圧は常水圧（一般的に 0.25MPa 程度）で実施することが多いが、事業主（デベロッパー）によっては、圧力を指定していることもある。器具接続部の触手・目視確認は、全数実施することが基本であり、その効果により漏水件数は減少しているものの、未だに微量漏れについては確実な発見に至っていない。その原因の一つとして、漏洩判断が検査者の感覚に委ねられていることが挙げられる。検査者の感覚によっては、微量漏れが発見されずに見過ごされてしまう危険性がある。

2. 新しいハイブリッド試験方法※2)

2.1 新試験方法のフロー

新試験方法のフローを図-3 に示す。

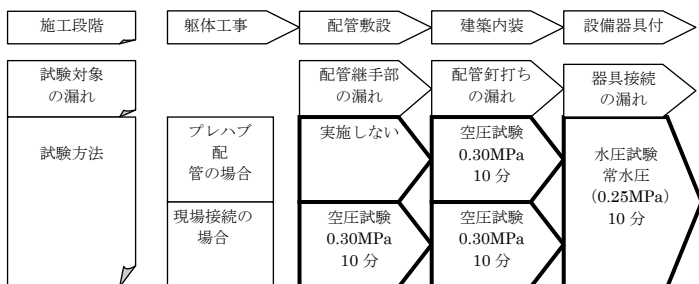


図-3 新試験方法のフロー

ハイブリッド試験とは、デジタル式圧力記録検査器を用い、配管敷設・建築内装時は空圧試験、設備器具取付後は常水圧による水圧試験で行う新しい試験方法である。

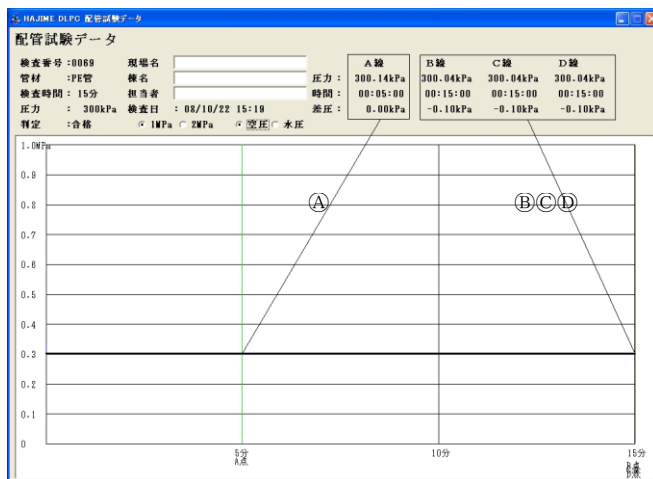
2.2 デジタル式圧力記録検査器の仕様



- ・配管内部圧力降下を検知し、漏洩判定を自動的に行う検査器
- ・検査時間 10 分間+5 分間(待機時間)で判定可能
- ・配管内部の圧力が 10 分間で 600Pa 以上降下すると漏洩と判定
- ・検査器に最大 20 件までのデータ蓄積が可能
- ・検査対象配管内容量は 150l 以内(通常の住戸内配管の保有水量)
- ・H217mm×W108mm 重さ 0.4Kg
- ・電源：AC アダプターあるいはバッテリー (DC12V)

検査結果グラフ

検査結果をパソコンに取り込む事ができる。検査結果のグラフ表示を示すことができ、試験結果のトレサビティーが確保でき、また、記録写真を省略することができる。グラフ表示を図-4 に示す。



①検査開始時圧力
圧力：300.14kPa
時間：00：05：00

②③④検査終了時
圧力：300.14kPa
時間：00：15：00

図-4 合格時の表示

2.3 建築内装事時の試験方法

以降は一般的なプレハブ配管の場合を示す。

(1) 空圧試験の採用

建築内装時の配管釘打ちには、前項で述べたように、「空圧試験」が有効である。空気は微量ではあるが漏れ続け

る特長があるためである。空圧試験のメリットは仮設給排水の準備が不要なこと、また、エア抜が不要なことである。デジタル式圧力記録検査器を用いた、短時間の空圧試験を行う事により検査精度の向上と検査時間の短縮が図れる。

空圧試験システムの配管図を図-5に示す。試験対象配管は密閉状態にする。配管の端末部に専用金具と検査器を取り付け、空気封入口よりコンプレッサー等の加圧装置にて規定の圧力を封入する。

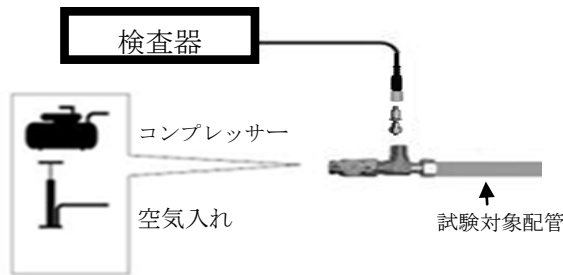


図-5 空圧試験システムの配管図

(2) 空圧試験の検証実験結果

人為的に釘打ちをしたポリブテン管の空圧試験結果を表-3に示す。

表-3 試験管種 ポリブテン管 13A・空圧試験

保有容量	加圧	判定	検知までの空気漏洩量	漏水量 0.5MPa /10 分間
10L	0.3MPa	8分18秒検知	40cc	0.24cc
15L	0.3MPa	9分50秒検知	78cc	0.34cc

試験結果の解説

配管保有容量10ℓで空圧0.3MPaにて試験した場合、8分18秒で漏洩検知(600Paの圧力低下)したが、空気の漏れ量40ccは、実験により導いた空気漏れ量と水漏れ量の関係グラフ図-6により、10分間に0.24ccの漏れを検知したことに該当する。

また、配管保有水量によって検知する漏れ量が異なってくる。15ℓの場合、10ℓの約2倍の漏れ量で検知する。保有容量によって検知する漏れ量が異なることが分かる。

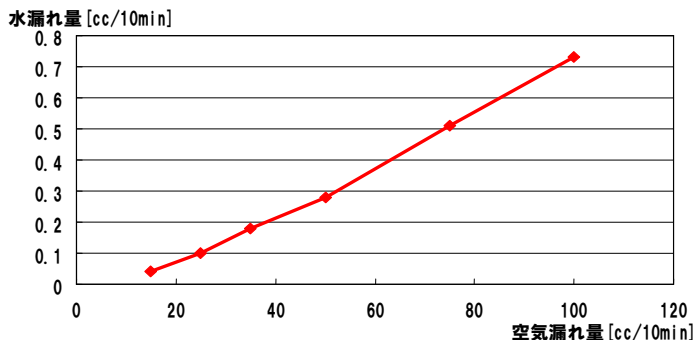


図-6 空気と水の漏れ量の関係グラフ

2.4 器具取付後（竣工時）の試験方法

(1) 水圧試験の採用

器具取付後（竣工時）は、本設給水（水圧は0.25MPa）が使用可能であり、末端部水栓より完全にエアを抜く事ができるが、配管膨張による圧力低下が安定するまでの時間が重要である。配管内の水圧の落ち着くまでの経過時間を冬季及び夏季に実験により計測した。その結果の10分毎の圧力降下度グラフを図-7に示す。

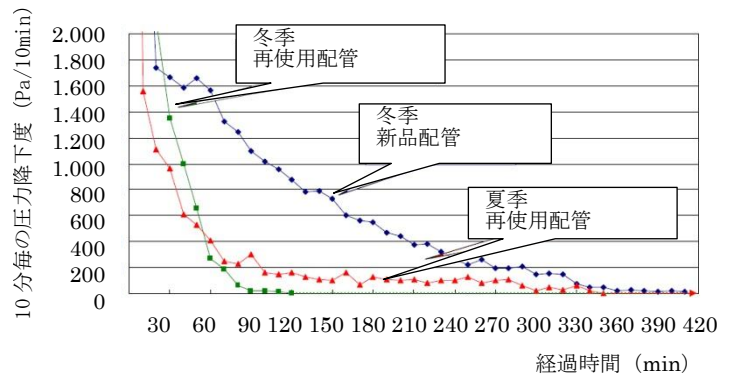


図-7 配管加压後の経過時間における10分毎の降下度グラフ
配管内部圧力は、加压直後は大幅に減少するものの、次第にその変動は落ち着きをみせる。ポリブテン管の硬さが増す冬季及び一度加压した後に再加圧した場合の方が、圧力変動が落ち着くまでの時間は短くなる。漏洩判定基準の低下圧力値である600Pa/10minを考慮すると、配管膨張による圧力変動は200Pa/10min以内が望ましいため試験は下記によるものとした。

[初めて加压する場合]

管加压後300分間(5時間)以上保持した後に、試験を開始する

[再加圧する場合]

配管加压後90分間(1.5時間)以上保持した後に、試験を開始する。

(2) 逆止弁による水圧試験への影響

水圧試験を実施する際には、その漏れが非常に微量であることから、圧力変動も微小である。このため試験対象配管系に逆止弁が設置されていると、逆止弁が開く圧力以下の微小漏れの場合、合格判定としてしまい、正確な試験が実施できない。配管系の中で、逆止弁が設置されているのは、メーターユニット部と給湯器一次側給水配管接続部の2箇所である(※東京都の場合であり、地域の水道局で異なる)。配管略図を図-8に示す。

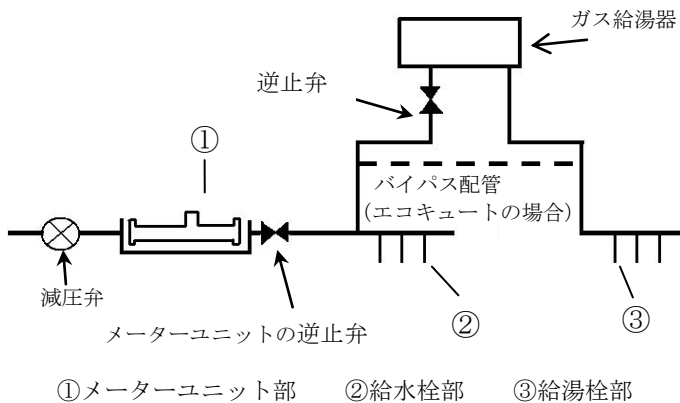


図-8 配管略図

エア抜きのために水栓を開いて閉止する時にウォーターハンマーが起きるため、給湯配管側、給水配管側、代用管部の間で差圧が生じる。テストポンプを使用して加圧する場合はウォーターハンマーの影響はないが、逆止弁の最低作動圧力の差圧が生じるため、漏洩判定に誤差が生じる場合がある。そのために逆止弁の機能を一時的に解除する必要がある。

a. メーターユニット側の対応

逆止弁機能を一時的に解除する逆止弁解除機能付代用管を図-9 に示す。

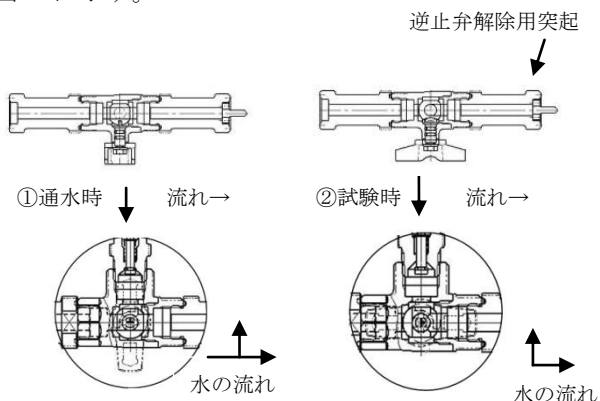


図-9 逆止弁解除機能付代用管

試験時には、図-9 の右図のような位置になるようバルブを操作する。

市販の逆止弁解除機能付代用管図-10 でも代用できる。

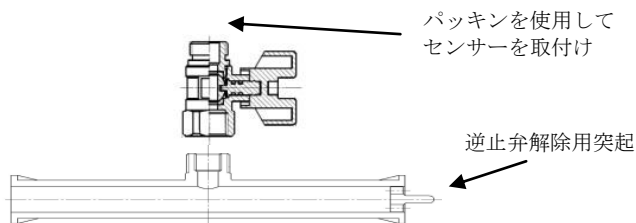


図-10 市販の逆止弁解除機能付代用管

b. 給湯器側の対応

給湯器一次側の逆止弁付ボールバルブの機能を一時的に解除できる逆止弁解除機能付ボールバルブを図-11 に示す。

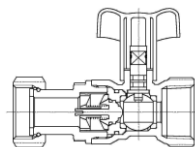


図-11 逆止弁解除機能付ボールバルブ

逆止弁解除機能付代用管・逆止弁解除機能付ボールバルブと逆止弁解除機能なしの代用管・逆止弁付バルブの各部位の圧力比較を行った。図-8 の各部位の圧力比較結果を表-4 に示す。

表-4 各部位の圧力比較

各部の圧力	①メーターユニット部	②給水栓部	③給湯栓部
逆止弁解除機能の有無			
逆止弁解除機能付代用管・逆止弁解除機能付バルブ	0.31MPa	0.31MPa	0.31MPa
従来の代用管・逆止弁	0.245MPa	0.330MPa	0.45MPa

解除機能なしの場合は各部に圧力差が生じた。一番圧力の低い代用管部分を測る事になるため、正確な漏水判定ができない。

一方、解除機能ありの場合は、減圧弁の設定値より高くなったが①②③は同圧になり逆止弁の影響は認められず、正確な漏水判定が可能である。

エコキュートの場合は、貯湯槽手前に減圧チャッキがあるため、給湯器一次側給水配管と給湯出口配管をバイパスする。配管復旧後のバイパス接続部分の漏洩試験は目視・触手確認になるため、給湯器の配管接続位置は、屋外又は共用部が望ましい。

(3) 接続部の微量漏れの水圧試験検証結果

器具接続部の微量漏れを接続ねじを緩めて模擬的に作り水圧試験によるデジタル式圧力記録検査器のポリブテン管における漏水検知限界を保有内容ごとに検証した。その結果を表-5 に示す。

表-5 試験管種 ポリブテン管 13A, 16A ・水圧試験

保有容量	加圧	判定	10 分間の漏水量
10L	0.3MPa	8 分 00 秒で検知	0.07cc
15L	0.3MPa	7 分 47 秒で検知	0.09cc
20L	0.3MPa	8 分 56 秒で検知	0.08cc

配管保有容量 10ℓで、水圧 0.3MPa を加圧した場合、8 分 00 秒で漏洩を検知した。水の漏れ量は 10 分間で

0.07ccの微量漏れであった。水圧試験では保有容量に影響なく判定が可能である。

3. 施工実施事例^{※3}

ハイブリッド試験方法の実際の施工でその効果を確認した。

3.1 工事概要

31階建共同住宅・店舗 総戸数：188戸

1フロアー：7住戸

デジタル式圧力記録検査器2台採用

3.2 検査時間の比較

1住戸単位の比較をすると、従来の水圧試験は1住戸あたり約60分、デジタル式圧力記録検査器を用いての試験約15分で必要時間差は約45分差である。1住戸について3回試験を行うため、1住戸の検査所要時間は約140分短縮できた。1住戸における検査時間比較を図-12に示す。結果的には全体の検査所要時間を約1/3に短縮できた。

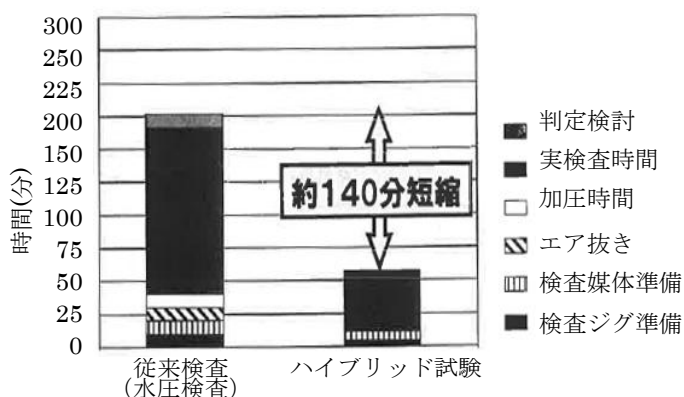


図-12 1住戸における検査時間比較

3.3 労務比較

従来の水圧試験は、配管エア抜きに1人・加圧ポンプに1人と、2人で行っていた。ハイブリッド試験は、専任の検査員が不要で配管作業員1人で試験が可能であった。従来試験は174.0人かかるのに対し、ハイブリッド試験は43.5人になった。つまり労務は、従来の1/4に削減できたことになる。労働比較を表-6に示す。

表-6 労働比較

従来試験	ハイブリッド試験
2.0人×29F×3回=174.0人	0.5人×29F×3回=43.5人
実試験時間長い 配管内の空気抜きが必要 水の用意	実試験時間短い 配管内の空気抜き不要 空気用意不要

まとめ

住戸内給水・給湯配管の材質は、近年著しく変化をしている。鋼管・銅管・ステンレス鋼管から樹脂管（架橋ポリエチレン管・ポリブテン管）に変わり、さらにメーターユニットと逆止弁付バルブの採用により、水圧試験による判定において以下のような問題が発生している。

- ① 樹脂管のクリープ現象による圧力降下
- ② 空気混入による圧力降下の鈍化（樹脂管に限らず鋼管・銅管・ステンレス鋼管でも同様）
- ③ 樹脂管の釘打ちによる微量な漏洩の発生
- ④ 逆止弁設置による各部位（メーターユニット・給水配管・給湯配管）の圧力差の発生

前項①②③については、建築内装時に空圧試験にする事で、短時間で精密な試験を行う事ができ、前項④は、逆止弁解除機能付代用管・逆止弁解除機能付バルブを採用した配管システムで器具取付後に水圧試験をする事で器具接続部の微量漏れの検知が可能になるハイブリッド試験を提案する。

また、この試験では、仮設給排水設備が不要になり、試験にかかわる作業時間が縮小され、設備会社・建設会社・施主様と共有のデータをパソコンで管理することが出来るようになり、トレーサビリティの確保もできる。ハイブリッド試験で、デジタル式圧力記録検査器を用いた集合住宅の住戸内配管の新しい試験方法の実用化により、漏水事故がなくなることに繋がるものと考えられる。

参考文献

- ※1) 芳賀、横手 他、樹脂管工法の水圧試験に及ぼす空気混入の影響と微量漏れ検知に関する考察
 (社)空気調和・衛生工学会学術講演会 (2006.9)
- ※2) 後藤、松島、大島 他、デジタル式圧力記録検査器を用いた漏洩検査の実用化に関する考察
 (社)空気調和・衛生工学会学術講演会 (2009.9)
- ※3) 田嶋、集合住宅における配管漏洩検査の合理化
 (社)建築業協会 技術提案制度専門部会 VE等施工改善事例発表会 (2010)