

気圧試験による排水管の漏れ試験方法に関する調査研究

Study on Leakage Inspection Method of Drainage System by Air Pressure Test

正会員 ○岩村多美勇 (戸田建設 株式会社) 正会員 小島 邦晴 (戸田建設 株式会社)
 正会員 近藤 道夫 (鉄建建設 株式会社) 非会員 菅原 善秋 (鉄建建設 株式会社)
 正会員 小島 誠造 (株式会社 小島製作所) 非会員 太田喜世司 (株式会社 小島製作所)
 Tamio Iwamura*¹ Kuniharu Kojima*¹ Michio Kondo*² Yoshiaki Sugawara*² Seizo Kojima*³ Kiyoshi Ohota*³
 Toda Construction Co.,Ltd.*¹ Tekken Construction Co.,Ltd.*² Kojima Seisakusho Co.,Ltd.*³

The leakage inspection of the Drainage System is an important examination that should be done when thinking about the water leak accident that occurs after constructing the building. Recently, the method of enforceable without using water of the leakage examination of the Drainage System in air is proposed.

This study is the one that the investigation research on the effectiveness of the leakage inspection method of the Drainage System by the air pressure test was done through two or more field experiments.

はじめに

建物引き渡し後に発生する漏水事故を考えると、排水管の漏れ試験は必ず行わなければならない重要な試験である。SHASE-S206 では満水試験または気圧試験により、器具を取り付ける前に行うこととしているが、満水試験では満水試験用継手をあらかじめ取り付けておく必要があり、手間や準備のための費用が嵩み、必ずしも実施されていない場合もある。また、試験だけのために水を使用し、試験後に廃棄することになり、環境負荷が高い試験方法といえる。近年、満水試験に代えて、気圧試験により漏れ試験を実施するケースも増えている。本報では、横浜市内で建設中の 11 階建て集合住宅において満水試験と気圧試験の試験時間の比較検証実験をした結果を報告すると共に、気圧試験による排水管の漏れ試験の経験者から得たアンケート調査結果を報告する。

表-1 試験基準の比較

	満水試験	気圧試験
SHASE-S206	10.4.3 (1)	10.4.3 (3)
試験圧力	最小 30 kPa	最小 35 kPa
保持時間	最小 60 分	最小 15 分

表-2 満水・気圧試験の長所・短所

満水試験	
長 所	・不良箇所が目視で発見しやすい。
短 所	・仮設給水の準備や排水放流先の制限がある。 ・水を使用するため試験後の水処理が大変である。 ・適正な試験圧力をかけづらい。 ・満水試験用継手の取付に費用が嵩む。 ・試験保持時間が長い。
気圧試験	
長 所	・仮設給水の準備や排水管末端が接続されていなくても試験が可能である。 ・試験保持時間が短くてすむ。
短 所	・専用の試験治具が必要である。 ・不良が発生した場合、不良箇所を石鹼水等で探す必要があり手間がかかる。

1. 満水試験と気圧試験の比較

1.1 試験基準の比較

SHASE-S206 における排水管の漏れ試験である満水試験と気圧試験の基準を表-1 に示す。また、各々の試験要領を図-1・2 に示す。SHASE-S206 の基準通りに満水試験を実施するには、試験対象部分より 3m 以上高い位置まで水張りが必要となる。しかし、工程上の制約等により対象階ごとに水張りをすることが多く、基準の試験圧力 30kPa がかかっていないのが実状であろう。

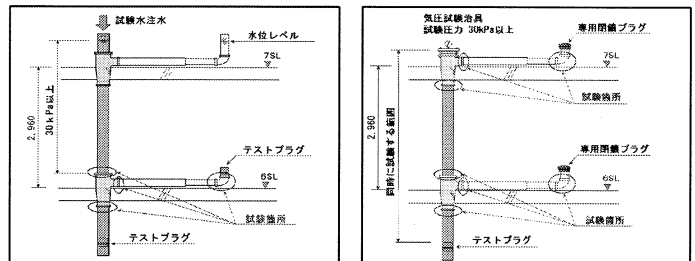


図-1 満水試験要領

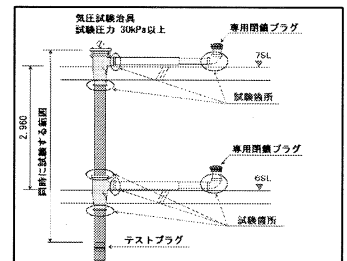


図-2 気圧試験要領

1.2 満水試験と気圧試験の長所・短所

満水試験と気圧試験の長所および短所を表-2 にまとめた。

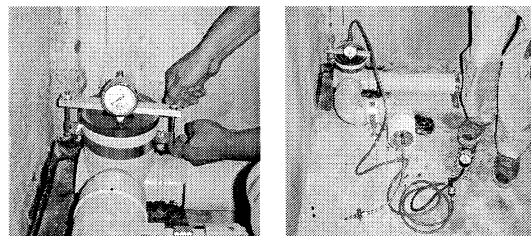
2. 満水・気圧試験の試験時間比較検証実験の概要

2.1 試験時間比較検証実験の概要

試験に供した建物概要を表-3 に示す。同一の部屋 (A 棟・6 階 604 号室) で同じ条件下において、満水試験と気圧試験をそれぞれ行い、それに要する試験時間 (準備時間・保持時間・復旧時間) を測定し比較検証した。作業者は 2 名を 1 組とし、同じ作業者がそれぞれの試験を行った。満水試験については作業経験があるが、気圧試験については未経験であったため、事前に満水試験治具の取扱方法の説明を行い、予備試験を実施したうえで本試験に臨んだ。テスト治具は 3 セットづつ用意し、汚水系統・ユーティリティ (浴室+洗面+洗濯) 系統・キッチン系統の 3 系統を同時に行った。また、作業者から両試験の作業性について意見を聴取した。

表-3 供試建物の概要

所在地	神奈川県横浜市某所
設計監理	戸田建設(株)横浜支店一級建築士事務所
工期	2006年3月～2008年3月
建築面積	7,170 m ² (A棟 906.67 m ²)
延床面積	36,272 m ² (A棟 7,060.82 m ²)
住戸数	337戸 (A棟 80戸)
構造階数	R/C造 14～11階建て (計6棟)
供試棟	A棟 11階建て
供試排水系統	6～7階 A5タイプ (604・704号室)
汚雑分流方式	3系統/戸 (汚水・ユーティリティ・キッチン系統)
排水立て管種	排水用硬質塩化ビニルライニング鋼管 100A
立て管継手	排水用特殊継手 (KU社製)
排水横枝管種	耐火被覆二層管+硬質塩化ビニル管 (VP)



[手順3] [手順4]

図-4 気圧試験の手順

ス・横枝管閉塞用プラグおよびエアポンプから構成されている。

3. 満水・気圧試験の試験時間比較検証実験の結果

3.1 準備時間についての比較

満水試験、気圧試験の試験時間を時系列に整理し、それぞれ表-6および表-7にまとめた。準備時間を比較すると、気圧試験が8分短い。気圧試験では治具の取付に1箇所4分かかったが、満水試験では仮設給水ホースの設置や水張りおよび水位レベル表示など、気圧試験では必要としない作業時間がカウントされている。本試験では、仮設給水栓の位置が試験場所の近傍にあり、仮設給水ホースの設置時間が2分弱と比較的短時間であったが、この作業時間は現場によってバラツキがあり、もっとも時間差が生じる作業と思われる。

表-6 満水試験の試験時間

満水試験_試験時間		[min]	Total				
◆6階横枝管 閉塞		準備時間	113.0 ※1				
テストプラグの設置 (汚水系統→キッチン系統→ユーティリティ系統)	4.30	32.00 ※1					
◆7階横枝管 試験用立上管設置				64.00 ※1			
試験用立上管の設置 (汚水系統→キッチン系統→ユーティリティ系統)	6.30						
◆立て管 閉塞					2.00		
テストプラグの設置 (汚水系統→キッチン系統→ユーティリティ系統)	6.45						
◆仮設給水段取り						9.15	
仮設散水栓よりホース延長	1.45						
◆水張り							11.40 ※1
試験水水張り (汚水系統→キッチン系統→ユーティリティ系統)	9.35						
◆水位レベル測定			3.00				
テストボール・水位レベル赤線表示・測定 (汚水系統→キッチン系統→ユーティリティ系統)	3.30						
◆試験開始		保持時間					
試験保持時間【60分】 (汚水系統→キッチン系統→ユーティリティ系統)	62.00	64.00 ※1					
◆判定				2.00			
水位レベル測定・判定【変動なし・合格】	2.00						
◆試験水の排水					復旧時間		
排水ポンプ段取り・ポンプにて水抜き	9.15				19.40 ※1		
◆7階試験治具取り外し						11.40	
横枝管試験用立上管の取り外し 立て管テストプラグの取り外し 管口養生	11.40						
◆6階横枝管 テストプラグ取り外し			3.00				
テストプラグの取り外し 管口閉塞	3.00						
満水試験_試験終了							

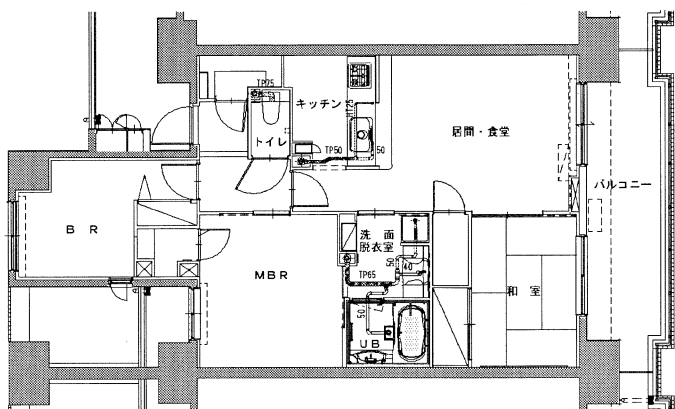


図-3 試験対象室の平面図

2.2 満水試験の手順

満水試験の手順は表-4の通り。

2.3 気圧試験の手順

気圧試験の手順を表-5および図-4に示す。気圧試験に使用した気圧試験治具は、圧力計が取付られた透明塩ビ製の本体・治具取り付け金具・テストプラグ・エアホース

表-4 満水試験の手順

手順1	試験対象部位の排水横枝管端をプラグし、排水立て管内にテストプラグを挿入する。
手順2	テストプラグを排水立て管の所定の位置まで吊り下げ、エアポンプにて適正圧力までエアを注入して膨張させる。
手順3	最寄の仮設給水栓(約20m離隔)よりホースを延長し、排水立て管に給水する。試験箇所の圧力は最小30kPa。
手順4	保持時間 60分経過後に試験対象となる配管系統の漏れを確認する。

表-5 気圧試験の手順

手順1	試験対象部位の排水横枝管端をプラグし、継手受口から排水立て管内にテストプラグを挿入する。
手順2	テストプラグを排水立て管の所定の位置まで吊り下げ、エアポンプにて適正圧力までエアを注入して膨張させる。
手順3	気圧試験治具を継手受口に挿入し、取付金具を取り付ける。
手順4	エアホースをカプラに接続し、エアポンプにて試験圧力35kPaまで加圧し、保持時間15分経過後に試験対象となる配管系統の漏れを確認する。

表-7 気圧試験の試験時間

満水試験 試験時間		[min]	Total
◆6階横枝管 閉塞		準備時間	52.00 ※1
テストプラグの設置 (汚水系統) 専用閉塞プラグの設置 (キッチン系統→ユーティリティ系統)	4.00	24.00 ※1	
◆7階横枝管 閉塞			
テストプラグの設置 (汚水系統) 専用閉塞プラグの設置 (キッチン系統→ユーティリティ系統)	8.00		
◆立て管 気圧試験治具設置			
テストプラグ・気圧試験治具の設置 (汚水系統→キッチン系統→ユーティリティ系統)	12.10		
◆試験開始		保持時間	
試験圧力測定【35kPa 以上】 試験保持時間【15分】 (汚水系統→キッチン系統→ユーティリティ系統)	17.00	18.00 ※1	
◆判定			
保持時間経過後、圧力測定【変動なし・合格】	2.00		
◆7階試験治具・閉塞プラグ取り外し		復旧時間	
立て管 気圧試験治具の取り外し 立て管 テストプラグの取り外し 横枝管 専用閉塞プラグの取り外し 管口養生	7.40	9.30 ※1	
◆6階横枝管閉塞プラグ取り外し			
専用閉塞プラグの取り外し 管口閉塞	2.30		
満水試験 試験終了			

※1：各試験手順は一部重複して作業しているため、各試験手順の時間の計と準備・保持・復旧時間の各集計とは異なる。

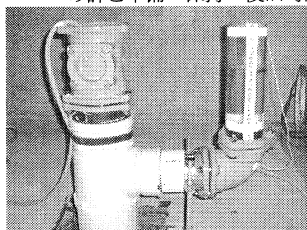


図-5 満水試験の試験状況

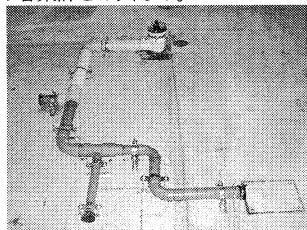


図-6 気圧試験の試験状況

3.2 復旧時間についての比較

満水試験では、「排水ポンプを使用しての水の廃棄」のための時間が約9分強掛かっている。これは、準備時間同様、気圧試験では必要としない作業である。当該現場では1階床下ピット内まで配管されていたが、下水本管とは未接続であり、ポンプを使用して水を廃棄した。(図-7) このことは多くの作業所で一般的に起こり得ることであり、満水試験と気圧試験の作業性の差が明確な部分でもある。

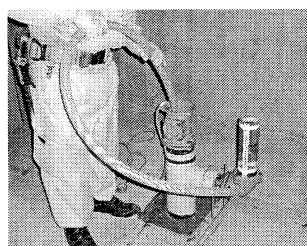
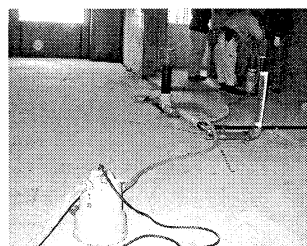


図-7 排水ポンプによる水抜き



3.3 保持時間を含む全体の試験時間についての比較

SHASE-S206における試験保持時間は満水試験が60分、気圧試験が15分と決定的に満水試験の方が時間を要する。本試験では保持時間の差に加え、仮設給水ホースの設置、試験水の廃棄などの時間がプラスされ、トータルの試験時間で約1時間の差が出た。

3.4 作業性についてのヒアリング結果

今回の実験において満水・気圧試験の両方の漏れ試験を経験した作業者の2人より聴取した、両試験の作業性についての率直な意見、改善点について表-8にまとめた。

表-8 満水・気圧試験の作業性についての意見

満水試験	
1	万一不良箇所が発生した場合、再試験で再度60分保持しなければならぬので時間を要す。
2	仮設給水栓の場所によっては、声を掛け合う必要があるため、もう一人補助員が必要になる。
3	30kPa以上の圧力が掛っているため、排水時、テストプラグが吸込まれる危険性がある。
気圧試験	
1	工期が厳しい場合は仕上工事に追われてくるため、水を使わない試験方法が良い。
2	作業性は慣れると非常に楽である。
3	フットポンプの操作が非常に労力を費やすので、電動ポンプ等の容易なものになりたい。

4. 気圧試験に対するアンケート調査結果

気圧試験を経験した設備担当者10名および協力会社代理人15名の計25名から、満水試験と気圧試験についてのアンケート調査を行った。彼らが気圧試験を実施した件数は、首都圏を中心に、関西・広島・九州の中高層の集合住宅、全30棟、2,589戸となる。アンケート内容を表-9に示す。

表-9 アンケート調査内容

No	アンケート項目
1	準備の容易さについて
2	試験の信頼性について
3	今後、満水と気圧のどちらの試験方法を選択するか
4	問題点と要望・改善事項について

4.1 気圧試験の実態と評価

気圧試験で配管の漏れ試験を実施した経験が複数ある担当者は、回答者の44%に当たる11名であったが、複数回答者の80%の者が今後も気圧試験を希望しており、その期待度は大きいと言える。(図-8)

4.2 試験の信頼性

気圧試験の信頼性については、回答者すべてが満水試験と同等以上と回答している(図-9)。試験圧力の減圧をゲージで確認できることや、漏れ箇所があれば瞬時に減圧するなど、空気ならではの良さが評価された。また水

では発見されにくい微量の漏れに対しても、確実に減圧が生じる点も信頼性が高い評価が得られた一因と言える。

4.3 気圧試験治具の評価

気圧試験治具そのものの評価では、ポンプの耐久性向上を望む声が多い。現場でのハンドリングを考慮すると、より堅牢なものが期待されている。また、フットポンプから電動式への変更要望も多く、省力化の視点からの改善が要求されている。テストボールの不具合や確実に閉止できたか否かを判定できるソフトの要望もあった。気圧試験そのものについては、それなりの評価を受けたが、試験そのものに不慣れである点を指摘する声が多く、慣ればより効率的に試験が実施でき、時間・コストとも改善できるとの意見が多かった。

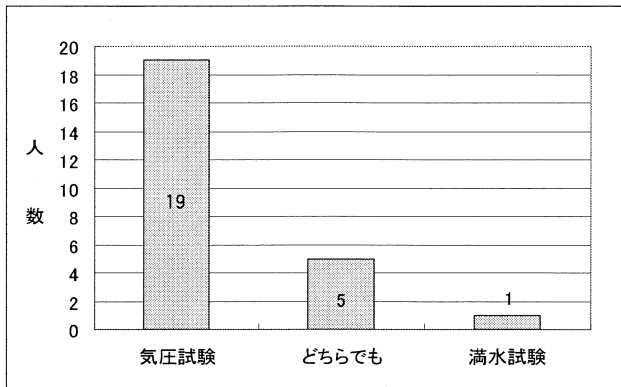


図-8 今後、満水と気圧のどちらの試験方法を選択するか

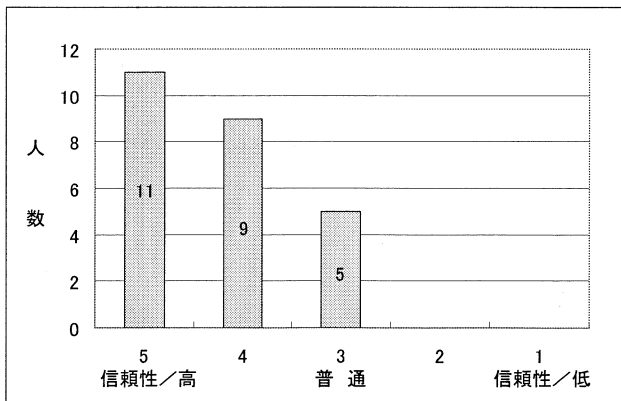


図-9 試験の信頼性について

5. CO₂削減効果

気圧試験では試験のための水を必要とせず、準備のための手間や設備費がコストダウン可能となる。また現場として水使用量を減らすことができ、CO₂排出量削減に貢献できる。表-3 の供試建物において排水管の漏れ試験を満水試験から気圧試験に置き換えて実施した場合の CO₂削減量を試算した。

5.1 二酸化炭素換算係数

すべての住戸の排水横枝管および排水立て管において満水試験を実施するのに必要な水量を CO₂ に換算し、CO₂ 削減量とした。二酸化炭素換算係数は、水道=0.57 [kgCO₂/m³] として算出した。

5.2 配管内容積の算出

それぞれの排水横枝管および排水立て管の配管長とその配管内容積は表-10 の通り。試算の結果、A棟全体の配管内容積は 7.22 [m³] と算出された。

表-10 各住戸タイプ別の配管内容積一覧

TYPE		A1・A8	A2・A7	A3・A6	A4・A5
戸数	戸	16	20	22	22
立て管	100 A	9.0	9.0	9.0	9.0
横枝管 m/戸	75 A	0.6	0.6	0.6	0.5
	65 A	0.9	1.6	1.1	1.5
	50 A	6.8	4.3	6.9	6.0
	40 A	3.5	1.0	0.7	0.6
	25 HT	0.6	0.3	0.9	1.2
配管内容積	m ³ /戸	0.0934	0.0874	0.0909	0.090
配管内容積	m ³ /type	1.494	1.749	1.999	1.981
TOTAL		7.22			

5.3 当該現場の CO₂削減量

排水管の漏れ試験を、満水試験より気圧試験に置き換えることにより、住棟全体の排水管内容積分の水を削減することができる。二酸化炭素換算係数：水道=0.57 [kgCO₂/m³] から、当該現場（A棟）における CO₂削減量は次の通り求まる。

$$\begin{aligned} \text{CO}_2 \text{削減量} &= 7.22 [\text{m}^3] \times 0.57 [\text{kgCO}_2/\text{m}^3] \\ &= 4.12 [\text{kgCO}_2] \end{aligned}$$

6. まとめ

竣工後の漏水を回避するためには、排水管の漏れ試験はきわめて重要な試験として位置付けられるが、必ずしも実施されていないのが実状である。SHASE-S206 では気圧による漏れ試験も規定されているが、実施にあたって適切な治具がなく、従来まで実質的に実施されることが少なかった。本研究は数少ない市販の治具を使用し、複数の集合住宅の現場で実施した気圧試験を通してその有用性を確認し、いくつかの課題を抽出することができた。また現場における CO₂削減の方策として、気圧試験が極めて有効であることが確認できた。今後は、抽出された課題の解決と、建物種別を問わず実施できる気圧試験治具の研究等を通して、より実用性の高い排水管の漏れ試験方法の開発に努めたい。

謝辞

本研究に際し、ご協力いただいた斎久工業(株)、(株)あのびる、作業所関係者およびアンケートを通じて貴重なご意見を賜った協力会社の皆様に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) SHASE-S 206-2000 給排水衛生設備規準・同解説 ((社)空気調和・衛生工学会)
- 2) CORE ジョイント 2007 版カタログ ((株)小島製作所)