

集合住宅対応サイホン排水システムの実用化に関する研究

The Development and Practical Studies on the Siphon Drainage System for Apartment

報告者 細田 幸宏 (株)ブリヂストン

Yukihiro Hosoda Bridgestone Corporation

キーワード: サイホン排水システム・集合住宅・メンテナンス・環境負荷低減・ディスポーザ排水の搬送能力・排水能力についての研究

Key Word: Siphon Drainage System, Apartment, Maintenance, Environmental load reduction,

Performance of the transportation for disposer's waste, Research about the drainage ability

1. はじめに

現在の集合住宅では、SI住宅などに見られる可変性やレイアウト自由度の高い間取りの要求によるスペースの効率化、維持管理合理化のための排水立て管の共有部設置などが求められていますが、従来の勾配を設ける排水システム（以下、従来排水という）においてはこれらの対応が難しい現状があります。そこで、これらの課題を解決する手段の一つとして小口径・無勾配排水である「サイホン排水システム」（以下、サイホン排水という）が期待されています。

サイホン排水は、従来排水の配管径（40A～75A）よりも小口径の排水管（20A～25A）を使用して、1つ下の階で排水立て管に合流させます。これにより、サイホン作用（水が自重落下することで発生する引く力）を利用して管内を高速満流で排水します。管内流速が速いことにより、管内の自浄作用も期待できます。

サイホン排水は小口径・無勾配で床下に配管され、給水給湯配管用途で長年の実績があるポリブテン管等の可とう性のある樹脂配管を使用し、床下空間をこれまでよりも低く設計することで、室内空間の拡大が期待でき、かつ、排水管の小口径化やリサイクルが可能な樹脂材料であるポリブテン管を使用することで、環境負荷低減にも貢献できると考えています。

また、1つ下の階に排水を落下させる事で強い水流（サイホン作用）を働かせ、強力な搬送力を発生させるため、従来排水よりも排水立て管への搬送距離の制限が軽減されます。これにより、排水立て管の共有部への設置が可能となるだけでなく、専有部における器具レイアウトの自由度を向上させることができます。

将来的なライフステージに合わせて水廻りをリフォームする際に、レイアウト変更の自由度が向上し、更に排水立て管を共有部に設置することによって、メンテナンスや更新性の向上などが期待できるシステムであると考えています。

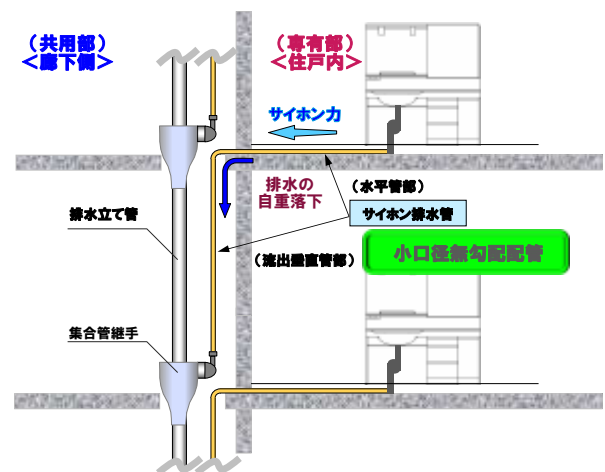


図-1 サイホン排水概念図

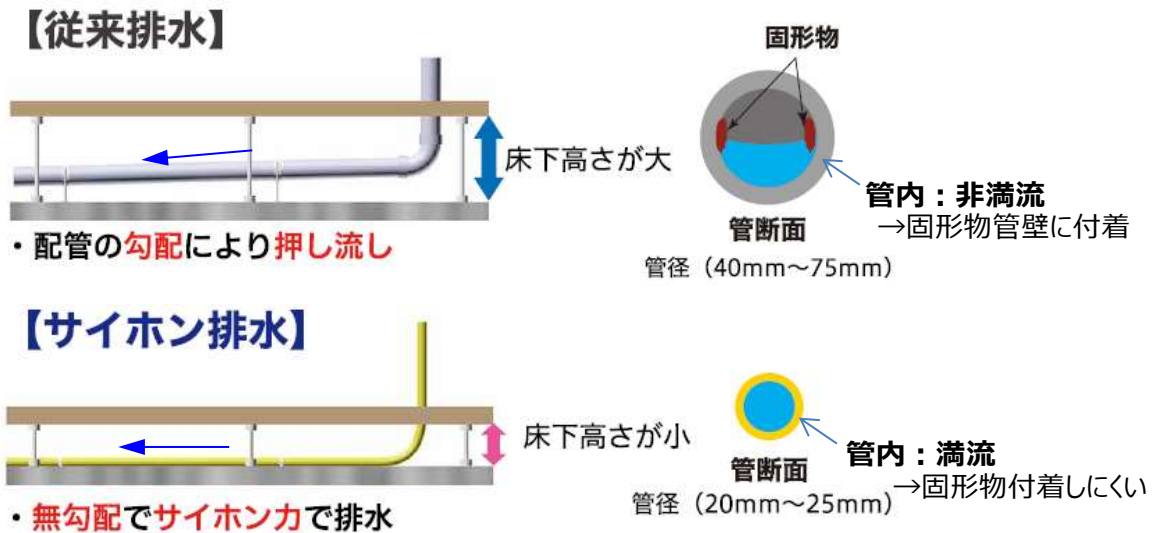


図-2 従来排水とサイホン排水の違い

2. サイホン排水管内の排水挙動

サイホン排水における排水挙動は、図-3 に示す①から④に整理されます。排水時は、この①から④を周期的に繰り返す形で排水され、最終的に排水口より供給される水がなくなり、排水が完了します。

- ① 充水期：排水がサイホン排水管内を充水する期間。
- ② 平衡期：流出垂直部に排水が到達し、排水が流下し始める期間。
- ③ 満流期：流出垂直部に流下する排水が満水状態となり、サイホン作用が働く期間
- ④ 衰退期：排水管内に空気が入り、サイホン作用が働かなくなる期間。

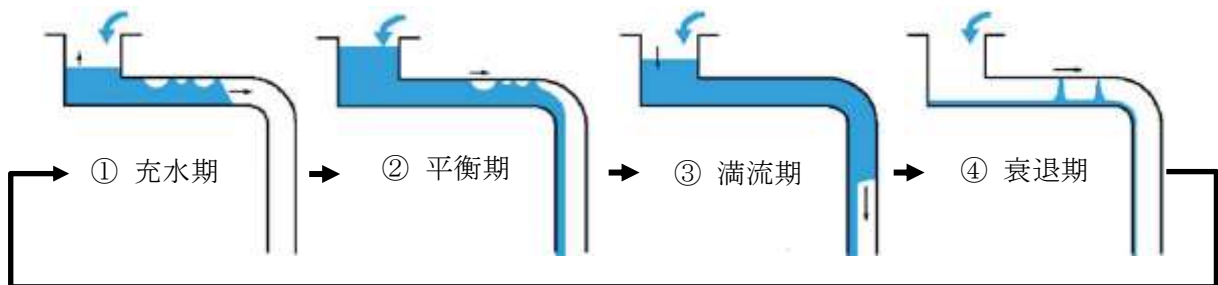


図-3 サイホン排水の排水挙動

サイホン排水は、①から④の各期における排水能力が異なり、排水時に定常的な排水状態を保持しない特性を有しています。最も大きな排水能力となるのは排水管内が満流で流れている「満流期」ですが、サイホン作用が働くまでに一定の時間を要します。これは流入水頭（排水口から排水を押し込む高さ）、水平管長（水平に配管されている管の長さ）が関係しています。流入水頭が小さく、水平管長が長ければ、「充水期」や「平衡期」が長くなり、「満流期」に到るまでの時間も長くなります。浴室床排水などのような流入水頭が小さく、多量に排水する衛生機器の場合は、貯留槽とよばれる、一時的に排水を貯留する槽を用いることにより、円滑な排水が可能となるシステムです。

サイホン排水において、適応する排水種類は、一般的な建築物における、雑排水を対象としています。トイレ汚水に関しては固形物への対応があり、現時点では、対象としておりません。

3. ディスポーザ排水への適用検討

新築での中規模以上での集合住宅において、水廻りの中でもお客様の多様なニーズが高いキッチンレイアウトフリーにできればという要望から、弊社ではディスポーザ系統におけるサイホン排水システムの開発から実用化に向け様々な実験を行ってきました。

従来排水方式を採用している雑排水配管の中でも、特に粉碎された生ごみが排水されるディスポーザ排水においては、通常の台所流し排水と比較しても配管内に堆積する粉碎厨芥物が多く、年1回以上の配管洗浄が必須とされています。その洗浄法としては高圧洗浄方式が一般的に用いられており、この方式ではディスポーザ近傍に配置される掃除口からノズルを挿入し、器具排水管及び排水立て管までの汚れを取り除いています。サイホン排水システムでは小口径の管内を高速満流で排水する為、排水終了後の配管内部の残渣低減が期待出来ます。その実験内容の一部をご紹介します。

(1) 実験目的

ディスポーザ排水での残渣搬送能力の比較を従来排水の勾配排水とサイホン排水の2方式の比較にて搬送能力の違いを確認いたしました。

(2) 実験方法

供試ディスポーザは、生ごみ粉碎終了後に後追い排水機能を運転プログラムに有する搬送能力の高いタイプを用いました。なお本機種種の給水方式は自動給水方式(8L/min)ですが、本実験では給水流量条件を変化させるため、手動での給水量調整を行っています。

サイホン排水システムでのディスポーザの下流側配管は専用のSトラップ～VP20A加工管～ポリブテン管20Aと接続し、流出垂直管長を2.5mとして下階で排水立て管と合流する接続方法としています(図-4)。また、従来排水の勾配排水ではVP50A配管に一定数の曲り数を加えた配管として実験を行いました(図-5)。



図-4 キッチン廻り接続状況

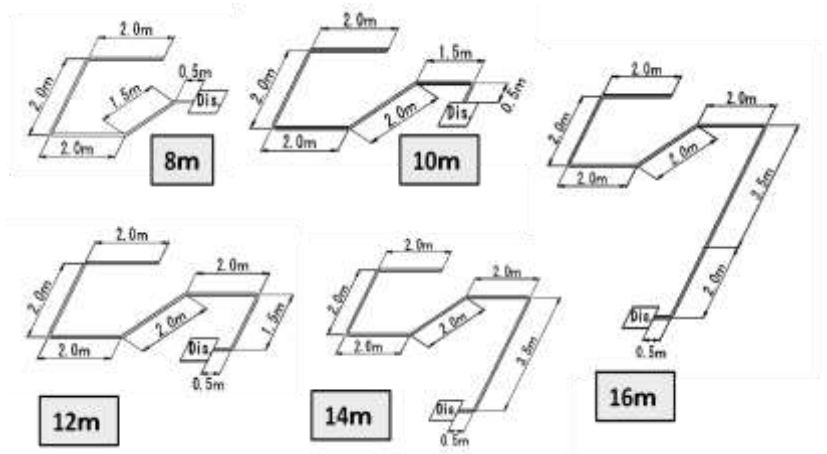


図-5 勾配排水の供試配管

供試生ごみはJSWAS K-18で提案されている標準生ごみでは材料の調達・調整が煩雑で材料ロスが多い点から、実験の簡略化を図るための代替標準生ごみ(表-1)を採用し、実験を行いました。

表-1 代替標準生ごみ

| 生ごみの種類 | 湿潤重量[g] |
|--------|---------|
| 人参 | 45 |
| 米飯 | 200 |
| 卵殻 | 5 |
| 合計 | 250 |

(3)実験結果

ア. サイホン排水の流れの様相

トラップ出口までの流れは勾配排水とサイホン排水とで差異は見られず、給水による押し水により粉碎厨芥物はトラップ下流側へ搬送されました。

トラップより下流では、排水初期は殆ど厨芥物が搬送されず、水平管の中に滞留した状態でしたが、サイホン作用が働き高速満流状態となると、水平管に滞留していた厨芥物の大半を一気に搬送することが確認されました。

イ. 残渣量

ディスポーザ粉碎完了時点での流量別の残渣量を図-6 に示します。Lh (水平管長) : 16m 条件で、流量 4L/min ではサイホン作用が働かず、厨芥物が水平管内に残留する結果となりましたが、流量 5L/min、6L/min では 1 回以上のサイホン作用が発生し、厨芥物を搬送する結果となりました。

一方、勾配排水では約 5g 程度の残渣が残る傾向がありましたが、この残渣成分の大半が比重の重い卵殻であることを確認し、投入した卵殻 5g がほぼそのまま配管内に滞留していることが確認されました。

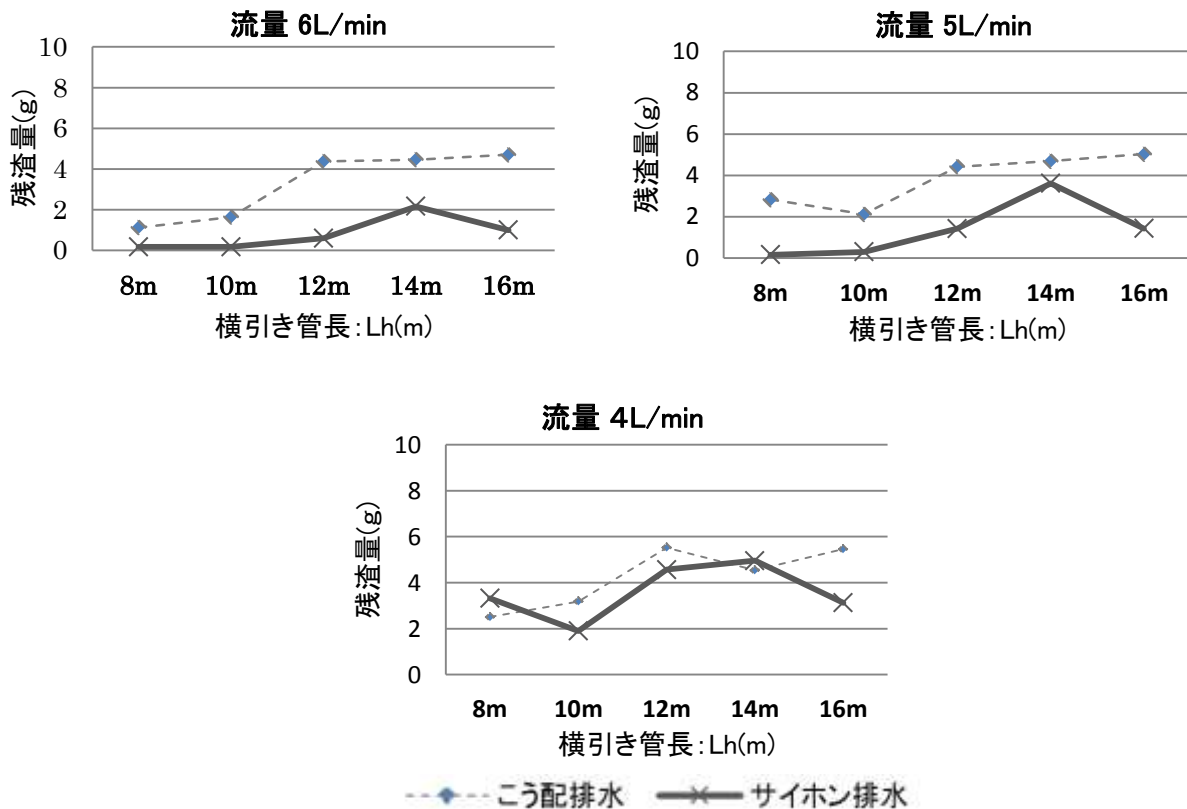


図-6 代替標準生ごみでの残渣量の違い

4. 卵殻のみを用いた追加試験

(1) 実験目的

3項の実験結果より比重の重い卵殻が残渣量に大きく寄与することが確認されましたので、卵殻のみを供試生ごみとした追加実験を実施し、搬送能力の比較を行いました。

(2) 実験条件

配管経路は3項の実験と同様とし、代替生ごみを卵殻のみ 100g としています。また、ため洗いによるフラッシングを最大7回まで実施し、フラッシング回数ごとの残渣量も測定いたしました。

(3) 実験結果

Lh=16m 時の残渣量を図-7 に示します。勾配排水の場合は、フラッシング 5 回目で残渣の搬送が完了していますが、サイホン排水ではフラッシング 1 回目で殆どの残渣が搬送されていることが確認されました。

本実験では通常禁止されている卵殻のディスポーザへの大量投入という条件ではありますが、サイホン排水の搬送力の高さが確認出来る結果となっています。

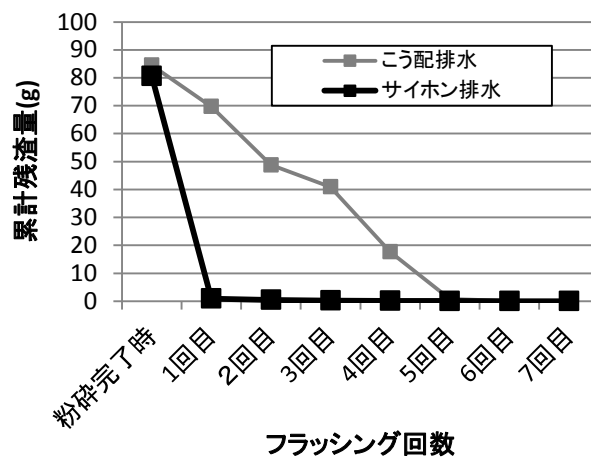


図-7 横引き管長別の卵殻 100g での残渣量
(Lh:横引き管長 16m)

5. 排水立て管システムでの実験

(1) 実験目的

ディスポーザ付きのキッチンでは、現在の規制で他器具との合流が禁止されており、単独の排水立て管となります。そこで、サイホン排水における単独システムの合流での排水立て管システムの実験を従来排水の実験と比較する形で行いました。

(2) 実験概要

供試排水立て管システムの概要を図-8 に示します。従来排水における供試配管を図-9 に示します。供試配管における使用トラップは、従来排水用に設計されたディスポーザに付属している純正の S トラップを用いています。サイホン排水における供試配管を図-10 に示します。配管長は、水平管長：4m、流出垂直管長：2.1m としました。供試配管における使用トラップは、出口部分の口径を 20A とした専用の S トラップを用いています。また、自己サイホンによる破封防止の観点から、通気弁も配置しています。

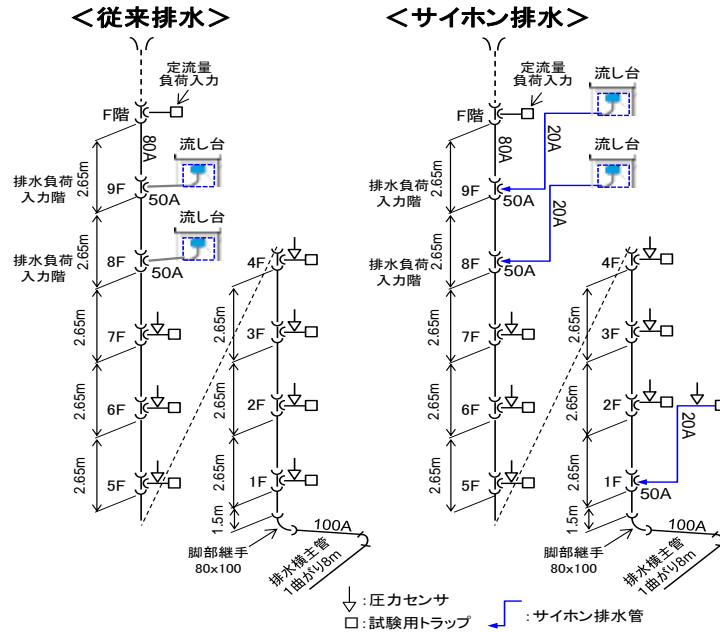


図-8 供試排水立て管システムの概要

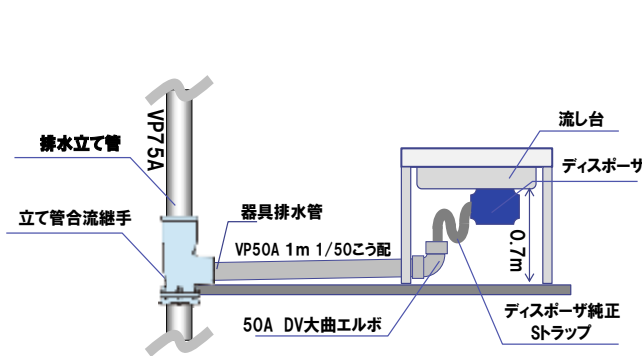


図-9：従来排水における供試配管

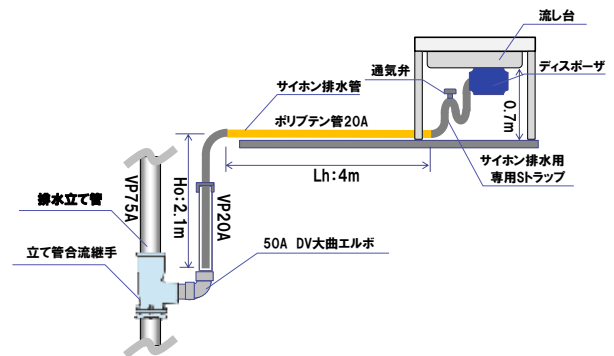


図-10：サイホン排水における供試配管

(3) 実験方法

ため洗い排水の負荷は 10 (L) とし、流し台よりバケツを用いて行いました。なお、測定時間は排水開始後 1 分間とし、各階の圧力を測定しています。測定におけるパラメータは負荷入力階を 1 フロア単独、2 フロア同時の 2 種類行っています。

(4) 実験結果

実験結果の一例を図-11 に示します。サイホン排水の各階におけるシステムの圧力は、従来排水と比較し、正圧側、負圧側共に、圧力が少ない傾向であることがわかりました。これは、従来排水とサイホン排水では、 q_{max} や q_d が異なるためと推測されます。従来排水にて、ため洗いをした場合、バケツから一気に排水が排水立て管に流れ込むような形となります。サイホン排水の場合は、先述の通り、サイホン作用が働くまで若干のタイムラグがあり、処理する排水流量は水平配管長さや垂直管の長さによって決定されます。従来排水と比べ、一気に排水立て管に流れ込むような排水性状ではないため、この違いなどが測定結果に表れていると考えられます。今後は、先述した、貯留槽を含めた、複数系統の衛生器具の排水が合流する場合における実験を行う予定です。

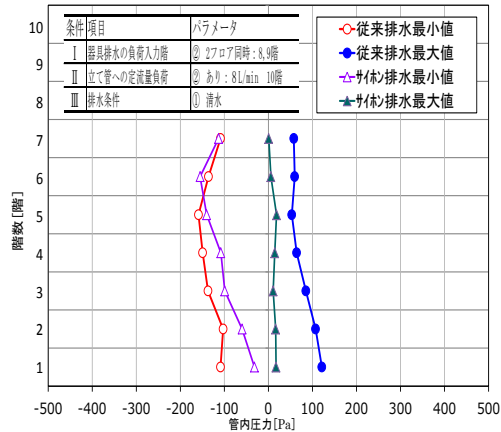


図-11：ため洗い排水における管内圧力の垂直分布の一例

6. 一時貯留槽方式サイホン排水システム

サイホン排水は、①充水期、②平衡期、③満流期、④衰退期と4つの事象に分けられることを説明させていただきました。最も大きな排水能力となるのは排水管内が満流で流れている「満流期」ですが、充水期、平衡期を経るため、サイホン作用が働くまでに一定の時間を要します。このため、図-12のようにユニットバス、洗濯防水パンなど、多量に排水される場合、既成のトラップに直接サイホン排水管を接続しますと、ユニットバスの場合、洗い場から、そして洗濯機の場合は、洗濯防水パンへ一時的に溢れが生じてしまいます。

このため、図-13のように、サイホン作用が働くまでの間、一時的に排水を貯留できる貯留槽を設けることで、既存のトラップを有効活用し、サイホン排水にて円滑な排水が可能となります。

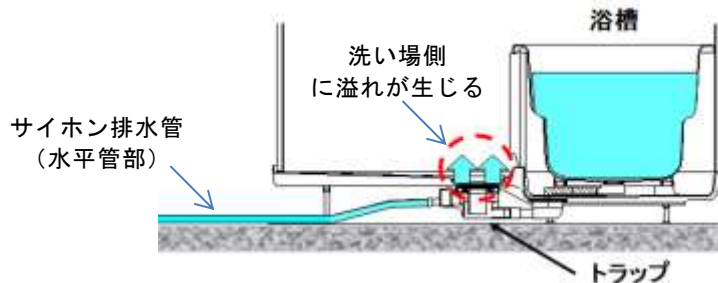


図-12：サイホン排水管を直接接続した場合（例：ユニットバス）

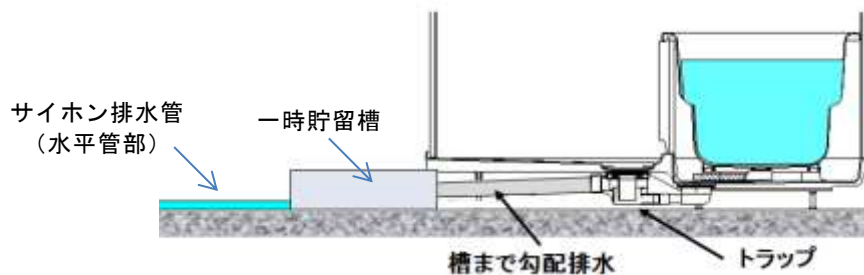


図-13：一時貯留槽の配置

現在、一時貯留槽の大きさ、形状等、様々な実験を繰り返し、現時点では、水平管部が約8mまで対応が可能なシステムを確立しています。水平管距離を更に伸ばすにはどのようにするべきかが今後の課題であり、現在検討を進めています。

7. おわりに

現在の建築排水システムは重力式搬送（非満流排水）と水封式トラップを主としており、世界共通に採用され、2世紀以上続くシステムです。

しかしながら建物の長寿命化志向が強まる現在では、自由なプラン変更が可能なことが重要であり、この観点から管勾配を必要としない排水搬送方式として、機械式排水システム（小型圧送排水・真空排水）、及びサイホン排水システム（サイホン雨水排水システム・サイホン雑排水システム）があげられます。

その適用を目的として、2016年2月に日本建築学会より「機械・サイホン排水システム設計ガイドライン」（AIJES-B0003-2016）が発刊されています。

サイホン排水システムはその優れた排水能力と樹脂可とう管を採用することでのレイアウト自由度の高さから、注目の高まっている技術であります。普及に向けては法規制・規格等の課題もありました。本ガイドラインはサイホン排水の普及実用化に向け重要な一歩であると考えています。

また、前述の設計ガイドラインにも記載されていますが、浴室や洗濯機等の低位排水の水使用機器に対し、サイホン作用が働くまでの時間に生じる、溢れや排水口部での滞留を防止する貯留槽をサイホン排水システムに適用することにより、トイレを除く住戸内の雑排水全てをサイホン排水で設計することが出来ると考えています。

これらの技術に磨きをかけていくことでサイホン排水の適用物件が増えて行くことを切に願うと同時に、排水から建築をかえてゆき、人と暮らしに対して貢献できれば幸いと考えています。

参考文献

- 1) 小池道広・坂上恭助・丸山秀行：集合住宅対応サイホン排水システムの実用化に関する研究（第1報）、本学会学術講演会論，pp.727-730（2007）
- 2) 古賀誉章・坂上恭助・塚越信行・石村修一・松田克己：新排水システムの開発と実用化研究（第10報）、本学会学術講演会論文集、pp.741-744（2006）
- 3) 丸山秀行・坂上恭助・山鹿英雄・宮島譲治：集合住宅対応サイホン排水システムの実用化に関する研究（第10報）、本学会学術講演会論，pp.157-160（2014）
- 4) 細田幸宏・坂上恭助・小島誠造・山鹿英雄・丸山秀行・宮島譲治：集合住宅対応サイホン排水システムの実用化に関する研究（第12報）、本学会学術講演会論，pp.125-128（2015）
- 5) 日本建築学会：機械・サイホン排水設計ガイドライン，日本建築学会環境基準 AIJES-B0003-2016（2016）