

「建築を変える拡張排水システム～概要と適用事例～」
事例紹介：小型圧送排水システム／自封トラップ（拡張排水システムの要素技術）
Case studies : Compact pumping drainage system and Waterless trap

(株)建物診断センター／Building Inspection Center
臼井政夫／Masao USUI

キーワード： コンバージョン(Conversion), フリープラン(Free plan), 小径(Small pipe diameter),
圧送排水装置(Wastewater lifting plants), 非水封式トラップ(Waterless trap)

はじめに

本章では、拡張排水システムのうち、小型圧送排水システムと自封トラップ（拡張排水システムの要素技術）の概要と適用事例について解説する。

3. 小型圧送排水システム

3.1 概要

これまでの従来排水システム（重力式排水システム）では、水回り（水使用機器等）を設置しようとした際、排水勾配が取れず設置場所が制限されたり、排水管敷設のために床を上げると既設の床との段差ができるなどの課題がある（図 3.1）。

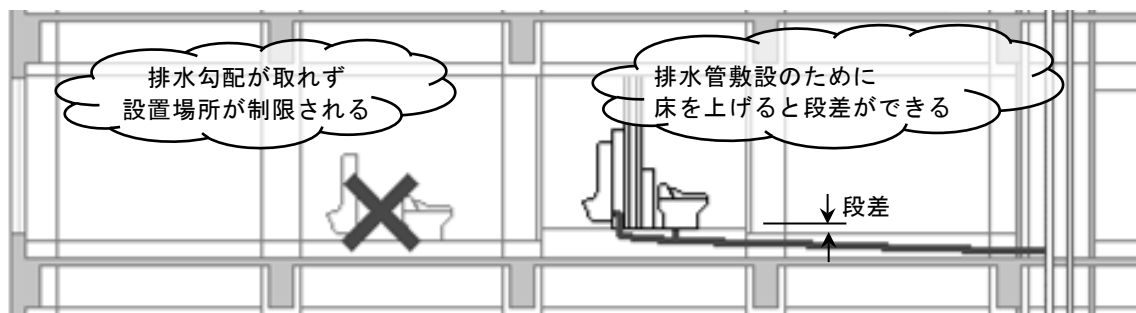


図 3.1 従来排水システムの場合¹⁾



※図中太線は新設配管（天井までの立上り配管を小型圧送排水システムの圧送排水管とし、横引き管は重力式排水管とした例）

図 3.2 小型圧送排水システムを採用した場合¹⁾

小型圧送排水システムを採用すると、衛生器具などの水使用機器からの排水を一度、圧送排水装置で受けて、装置内の排水ポンプで既設の排水管まで圧送するため、圧送排水装置から既設の排水管までの排水管の管径を小さくすることができ、排水勾配の制約を緩和することができる（図 3.2）。小型圧送排水システムを採用する場合には、排水システムを切り替えることや、全ての水使用機器で採用する必要はなく、必要となる水使用機器に小型圧送排水システムを組み込む（圧送排水装置を設置する）だけであるので、従来の排水システムとの親和性が高い。^{3) 4)}

3.2 採用実績

小型圧送排水システムは、1958年にフランスで開発され、発展してきた排水システムである。現在では世界約30ヶ国で販売・採用されていて、毎年約60万台（フランスメーカーによるOEM販売台数を含む2019年推計値）が販売されているといわれている。我が国では1997年頃から輸入・販売がされており、高齢者向け住宅やオフィスコンバージョン（用途転用・変更）における排水設備の課題解決策として国内でも研究・製品開発も行われ⁵⁾、年間5,000台超が採用されている（2019年推計）。

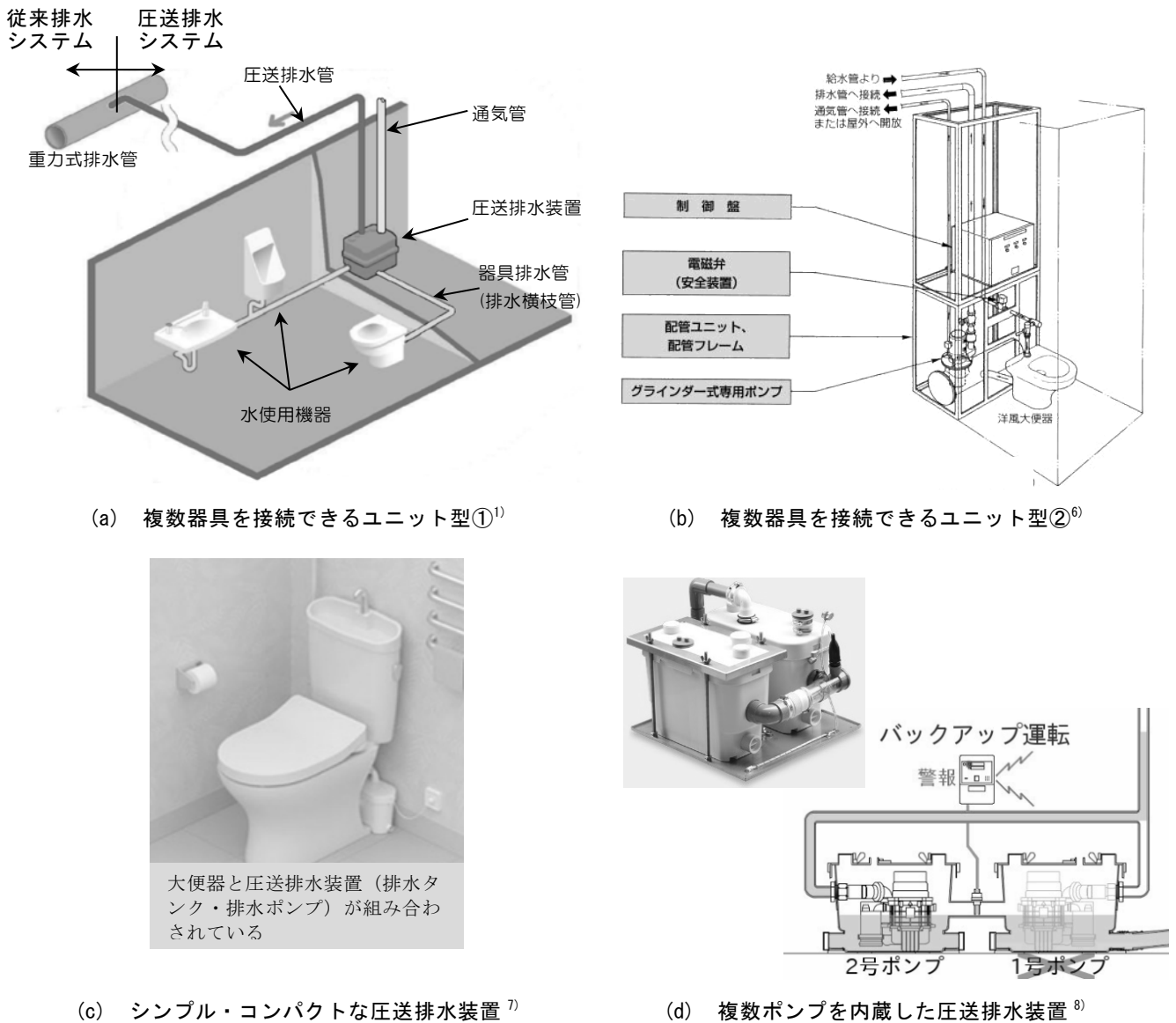


図 3.3 ユニット型の圧送排水装置の例

3.3 圧送排水装置

圧送排水装置は、大きく2つに分類される。単体もしくは複数の水使用機器からの排水を接続することができる「ユニット型」(図3.3)に対して、大便器などの排水器具内部にポンプが組み込まれた、特定の用途に特化したものを「一体型」と区別する場合があります。現在、市販されている代表例として、大便器一体型の”ベッドサイド水洗トイレ”がある(図3.4)。

(1) ユニット型のシステム構成

ユニット型の小型圧送排水システムの構成は、図3.3(a)に示すとおり、圧送排水装置および圧送排水管で構成される。水使用機器からの排水は、器具排水管を介して圧送排水装置に流入し、排水ポンプが動作すると圧送排水管を介して重力式排水管に放流される。排水ポンプで圧送するため、圧送排水管はSHASE-S206-2019「給排水衛生設備規準・同解説」に規定されている最小管径30Aよりも小径の排水管を使用することが可能である。

小型圧送排水システムの圧送排水装置の代表例を図3.3に示す。同図(a)は、複数台の水使用機器からの排水を1台の圧送排水装置に集めて排水するシステムのイメージを示した例である。同図(b)は、大便器に限らず種々の水使用機器のきょう雑物を破砕できるグラインダーを有する圧送排水装置の例である。同図(c)は、汚物やトイレットペーパーを破砕するカッターを内蔵した大便器用の圧送排水装置の例である。同図(d)は、メインのポンプが故障した場合においても支障をきたさずに、サブのポンプで排水を排出できるように2台のポンプを一つの装置内に組み込んだ例である。

(2) 大便器一体型のシステム構成

水使用機器である大便器と圧送排水装置が一体としてセットされている”ベッドサイド水洗トイレ”は、大便器、圧送排水装置、および圧送排水管を組み合わせたシステムであり、戸建住宅または高齢者施設(居室)で、介護用トイレとして寝室もしくは居室に水洗トイレを設置したい場合に利用する。

9)

大便器一体型(ベッドサイド水洗トイレ)の構成を図3.4に示す。大便器から排水される汚水は、粉砕圧送ユニットにより粉砕・圧送され、単独で排水または従来排水システムに排水後、下水道もしくは浄化槽に排水させる。汚水中に含まれる汚物等は粉砕されているので、SHASE-S206-2019「給排水衛生設備規準・同解説」に記載されている最小管径30Aよりも小径の排水管を使用することが可能で、排水管20Aで圧送されるように設計されている。

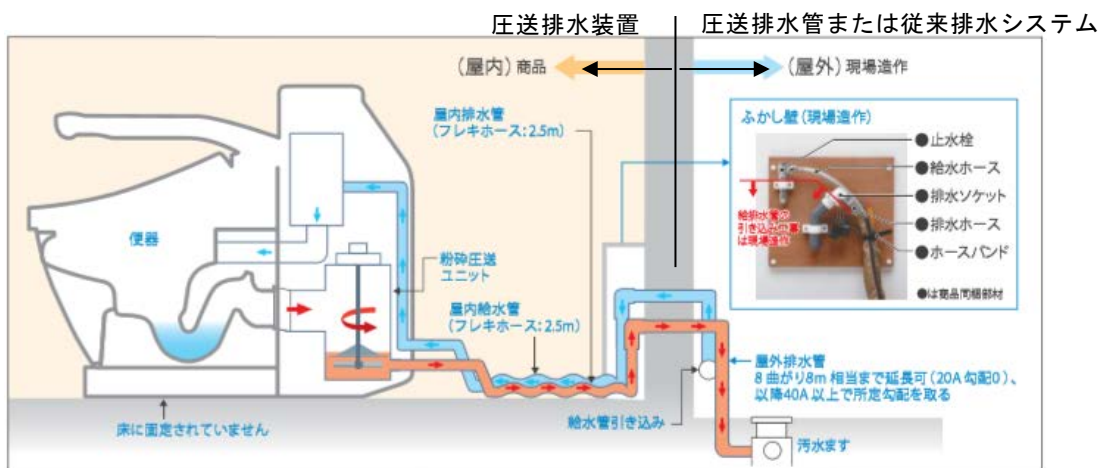


図3.4 小型圧送排水システム(一体型)の概念図¹⁰⁾

3.4 採用事例

3.4.1 高齢者施設（居室）でブース内トイレとベッドサイド水洗トイレを併用使用、一体型、採用事例①

(1) ニーズ

高齢者施設で、転倒事故の低減や、トイレへの付き添い介助の負担軽減に対応するため、入居段階からの身体状況の変化にトイレ位置を対応したい場合に、最適な位置にトイレを移動して配置したい。

(2) 主な阻害要因

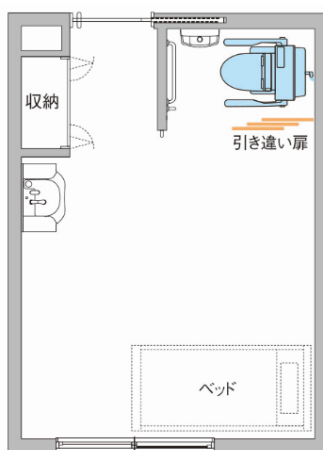
一般大便器は床に固定され移動できない。

(3) 具体的設計

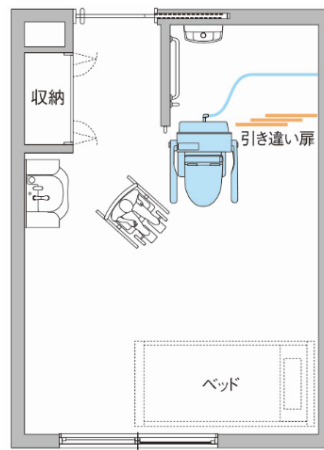
歩行できる人、車いす利用者、ベッド近くにトイレが必要な人など身体レベルに応じたトイレレイアウトと屋内給排水管（ホース）の壁面接続位置を適切に計画し、給排水配管の設計・施工を実施する。



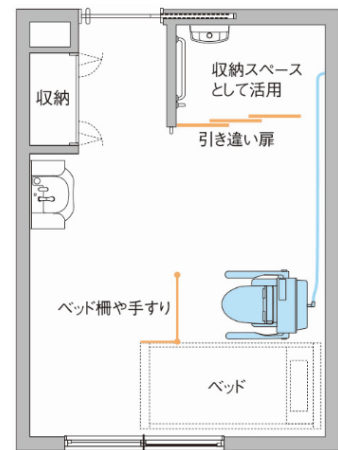
キャスターの搭載により、1人でも移動が可能



トイレブースまで歩ける人



車いす利用者・
介助スペースが必要な人



歩行に不安のある人・
ベッドの近くにトイレが必要な人

3.4.2 戸建住宅への設置、一体型、採用事例②

(1) ニーズ

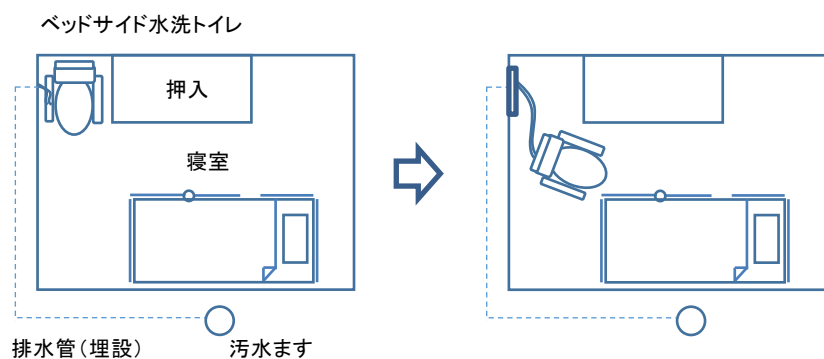
戸建住宅の寝室付近に介護用トイレを後付けしたい。

(2) 主な阻害要因

通常の大便器では排水勾配を設けることができないケースや排水経路に障害物があって配管施工が難しいケースがある。

(3) 具体的設計

生活動線、将来を想定したレイアウト、屋内給排水管（ホース）の壁接続位置を決定する。さらに、敷地内の接続可能な排水経路までの施工可否、給水管の施工が可能か検討し、設置工事を実施する。



3.4.3 飲食店の悪臭対策，ユニット型，採用事例③

(1) ニーズ

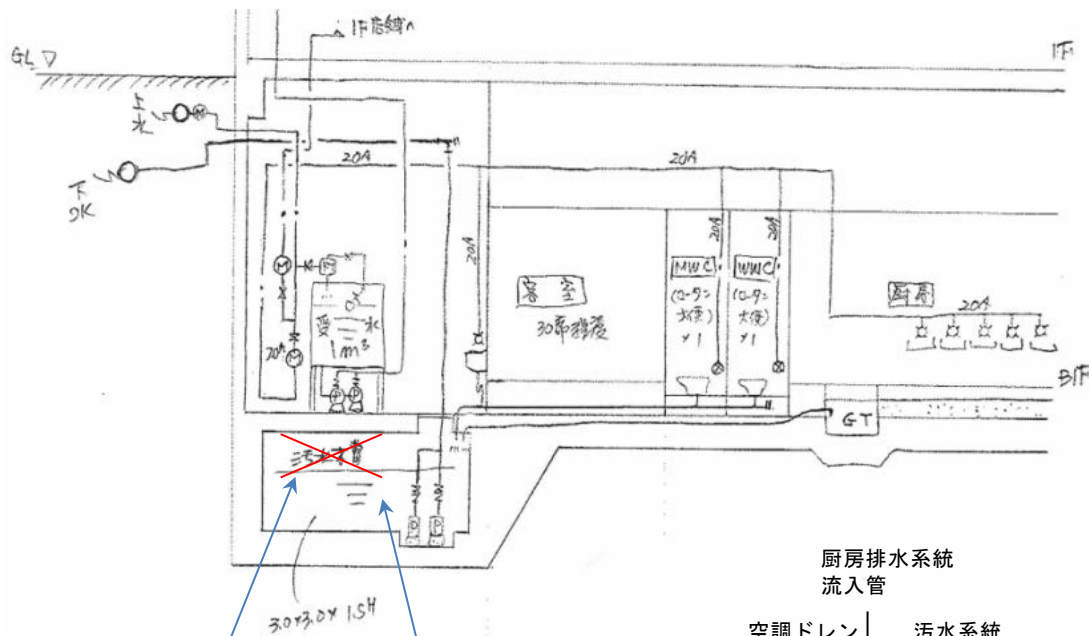
地下飲食店のトイレ用・厨房排水用汚水槽から、悪臭が客席側に漂うようになった。汚水槽の清掃回数を増やす案もあったが、汚水槽がある限り、悪臭のリスクが払しょくできない。汚水槽を設けずに排水したい。

(2) 主な阻害要因

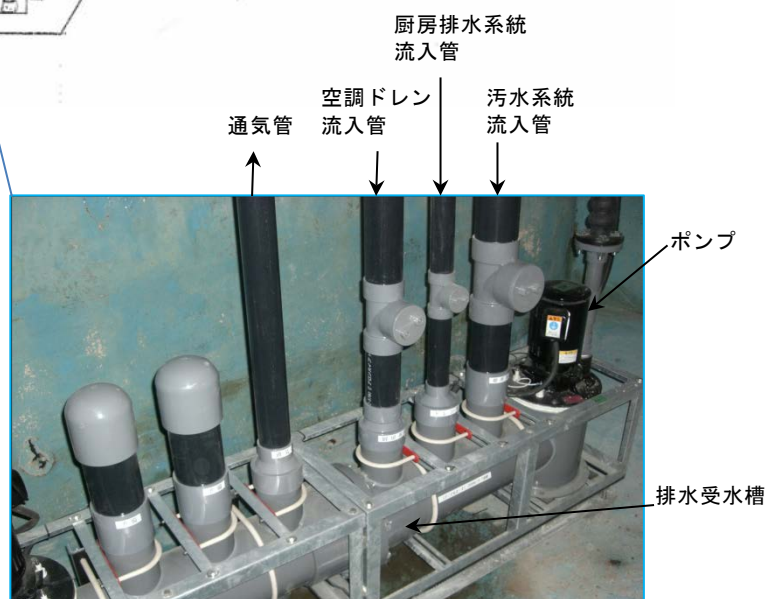
- ・ 地下飲食店のため、従来排水システムでは対応ができず、汚水槽に溜めた後、圧送する必要がある、汚水槽をやめることはできない。

(3) 具体的設計

- ・ 設計条件：圧送装置は既設汚水槽を清掃・乾燥して設置。装置は 600φ のマンホールからの搬入。制御盤(警報等の対応)は汚水槽上階の従業員控室に別途設置。
- ・ 装置仕様：汚水排水流入のため破砕機能付き。ポンプ故障時の営業停止を避けるため自動交互運転仕様。
- ・ 安全対策：異常時は従業員控室でブザーが鳴る仕様。油流入を避けるためグリース阻集器の適正使用



汚水槽としての利用を停止
(既設の排水ポンプを撤去)



旧汚水槽内に圧送排水装置を設置

3.4.4 駅舎トイレ改修工事への利用, ユニット型, 採用事例④

(1) ニーズ

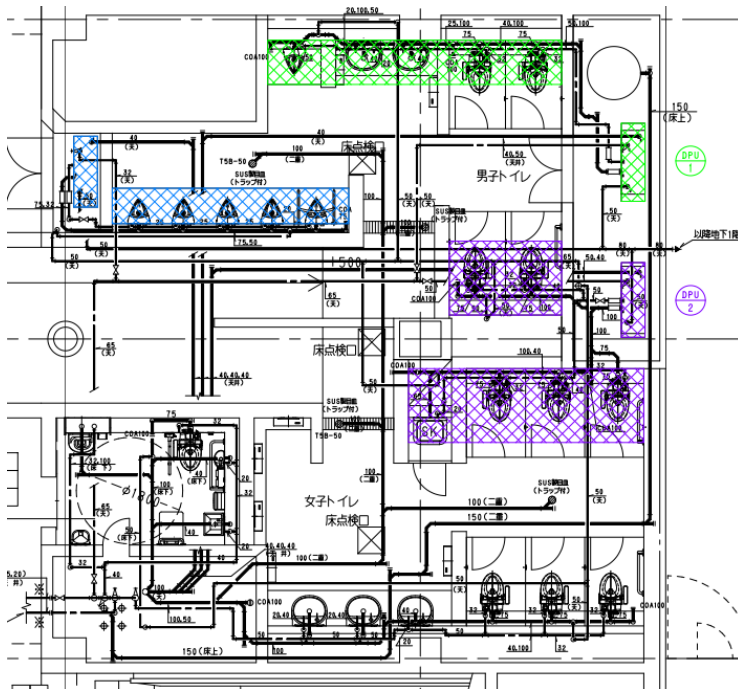
駅舎トイレの改修工事において、列車の運行状況に左右されず、効率的に施工を行いたい。

(2) 主な阻害要因

- ・ トイレ下階がプラットホームのため、列車運行終了後の作業となり、実質的な作業時間は3時間強。
- ・ 仮に床を上げたとしても、排水管が排水立て管まで届かない。
- ・ 緊急メンテナンスが必要な場合にも、列車運行が終了してからの作業となる。

(3) 具体的設計

- ・ 装置仕様：汚水排水流入のため破砕機能付き。ポンプ故障時の使用制限を避けるため自動交互運転仕様。
- ・ 安全対策：システム故障時でも男子・女子トイレが利用できるように圧送排水装置をゾーニング



システム故障時でもトイレが利用できるようにゾーニング(全3系統)



圧送排水装置 (本体)

3.4.5 クリニックに患者用トイレを設置, ユニット型, 採用事例⑤

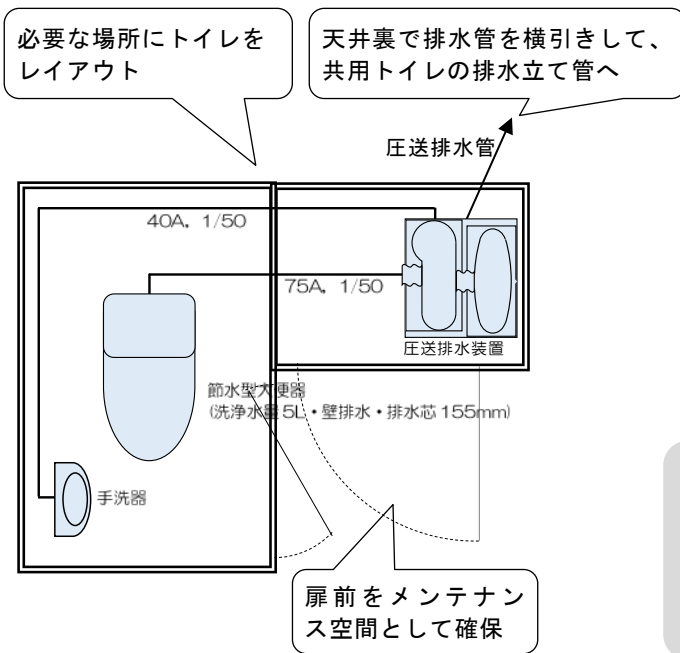
(1) ニーズ

オフィスビルのテナントにクリニックを開業するため、クリニック内に患者専用のトイレ（大便器+手洗器）を設置したい。

(2) 主な阻害要因

- ・ OAフロアのため床下に排水管を施工することができない。
- ・ 仮に床を上げたとしても共用廊下を排水管が横断できない。
- ・ スラブに孔あけするにはビルオーナーの許可が必要。
- ・ 下階の天井裏で配管工事するためには、下階テナントの了解が必要。
- ・ 工事費、原状回復、管理責任区分等の課題多数。

(3) 具体的設計



- ・ 圧送排水装置の寸法 W505×D510×H380[mm]
- ・ 電源 AC100[V], 50/60[Hz], 700/840[W]
- ・ 最大揚程 6 [m], 最大吐出量 105 [L/min]
- ・ 吐出管径 25A
- ・ (汚水用) 破碎機能付き, バックアップ機能, 警報機能 (小型警報盤, 満水警報, 漏水検知帯)

3.4.6 商業施設にタピオカ専門店を誘致, ユニット型, 採用事例⑥

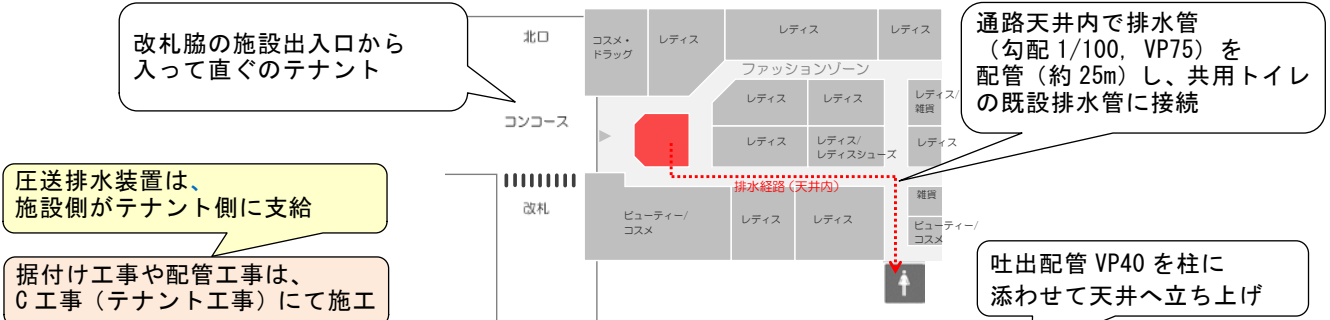
(1) ニーズ

駅ビルなどの商業施設内のテナントに、流行りの店舗を誘致して施設を活性化させたい。特に、女性を中心に人気のあるタピオカ専門店を施設入口近く、もしくはアパレルエリアに出店させたい。<施設側>

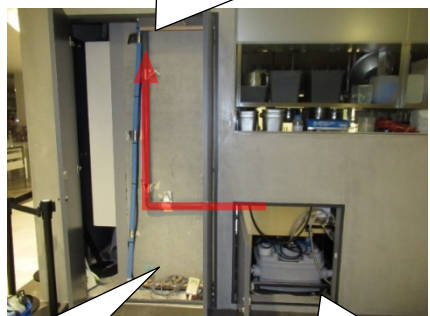
(2) 主な阻害要因

- ・ 排水設備がないためテナントの業種業態が限られる。
- ・ 階下の天井裏に排水管敷設することは、階下テナント専有部への影響、工期、費用などを考慮すると事実上不可能。<施設側/テナント側>

(3) 具体的設計



- ・ 圧送排水装置の寸法 W 630×D 550×H 500 [mm]
- ・ 電源 AC200[V], 50/60[Hz], 1100/1300[W] × 2 台
- ・ 最大揚程 10 [m], 最大吐出量 180 [L/min]
- ・ 吐出管径 40A
- ・ ポンプ 2 台で自動交互運転 (バックアップ運転機能, 非常時並列運転)
- ・ 警報機能 (小型警報盤, 満水警報, 漏水検知帯)



棚の下に圧送排水装置を押し込めたため、その上部にメンテナンス空間が確保されていない【要是正】

サドルバンドの接着不良により、配管荷重 (配管+排水) で脱落しかけている【要是正】

点検口の位置・サイズが不適切で修理・メンテナンスができない【要是正】

3.4.7 大規模オフィス基準階に全面採用，ユニット型，採用事例⑦¹¹⁾¹²⁾

(1) ニーズ

テナントオフィスは貸方基準によって専有部分に水場の設置を禁止しているのが通常である。水場を設けると排水管がスラブ貫通することになり、その水損リスクをオーナーもテナントも極めて嫌う。

一方、入居テナントは快適な居住空間を創出するためや、ビジネス展開上必要な水場の設置を認めてもらいたい。

(2) 主な阻害要因

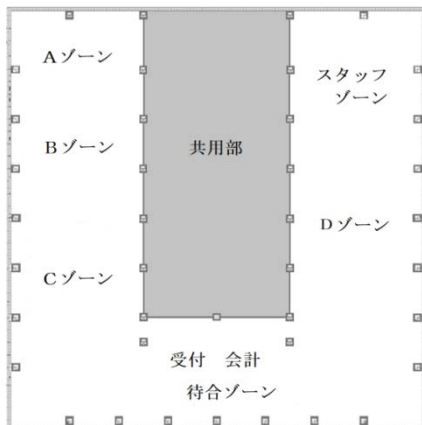
排水設備がないためテナントの業種業態が限られる。従来排水システムによる設計では、専有部に水場が許可されても床上排水管とするために、共有部の排水立て管の近くに限定して水場を設ける、など水場が限定されていた。

(3) 具体的設計

a) 排水システムの平面計画

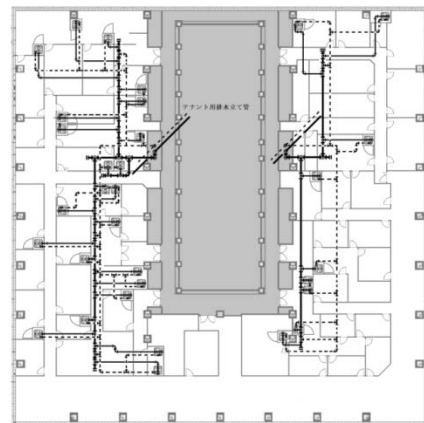
基準階平面図にクリニック水場要求に応じた設計を行った。

排水は床上配管なのでポンプ迄の配管を壁やライニングで結べるようにレイアウトをする。



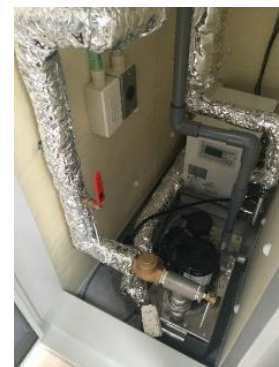
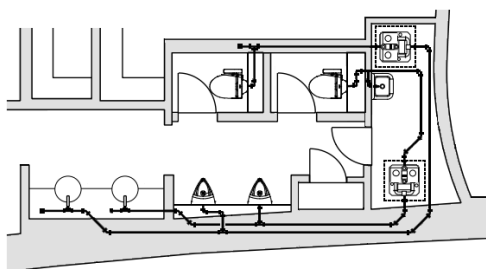
c) 排水横枝管の計画

テナント用排水立て管までの排水横枝管の天井配管ルート計画



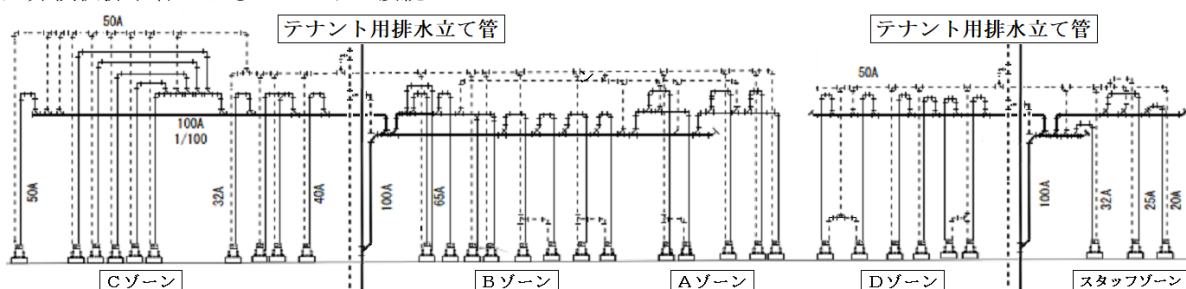
b) ポンプ室のレイアウト

排水ポンプが故障した場合もクリニックが営業できるようにする必要がある。クリニックに必要な衛生器具は複数設置し、別系統のポンプに接続する。下記便所の場合、排水ポンプを2台設置し片方のポンプが故障しても使えるようにする。



d) 系統図

天井横枝排水管よりも立ち上げて接続



e) 設計にあたっての留意事項

項目	留意事項
ポンプ故障対策	<p>◇圧送排水装置の故障は避けられないリスクであることへのテナントの理解</p> <p>◇圧送排水装置は自動交互運転を採用した。ポンプの冗長化。</p> <p>◇ビル設備管理者とテナント排水設備の保守契約を結び、緊急時の保守体制を構築</p> <p>◇ポンプメーカーと定期点検契約を結び、ポンプ機能の維持とサービス体制を確立</p> <p>◇故障時にその系統の給水を電磁弁で遮断出来るようにした。</p>
漏水対策	<p>◇塗膜防水</p> <p>◇ポンプ室は防水堤</p> <p>◇圧送排水管は圧力に十分耐えられる材料とし、接続は信頼性の高い材料・工法を選定</p>
圧送排水装置の選定	<p>◇各水場の排水量により小型圧送ポンプの選定◇小型圧送ポンプの選定と吐出管の設計は「拡張排水システムの設計法 3.3.2(5) 圧送排水装置の選定と配管」を参考にメーカーに確認しながら選定</p>
配管の設計	<p>◇圧送排水装置からの吐出管は、天井内排水横枝管より立ち上げたのち接続</p> <p>◇排水横枝管口径は、排水ポンプ吐出量 3.6L/min、器具排水負荷単位数にて</p>
騒音対策	<p>◇居室内許容騒音値内の騒音対策。特に、ポンプ・チャッキバルブの作動音</p>
振動対策	<p>◇居室内が許容振動値内になるよう振動対策</p>
停電対策	<p>◇停電時に圧送排水装置の排水槽があふれるのを防止するため、テナント用発電機回路の電源を採用</p> <p>◇発電機回路がない場合は、停電時給水を遮断する。通電時開の電磁弁を採用</p>
搬入対策	<p>◇メンテや搬出入を考慮した動線計画・点検扉等を計画</p>

【引用・参考文献】

- 1) 一般社団法人日本建築学会：AIJES-B0003-2016「機械・サイホン排水システム設計ガイドライン」
- 2) 空気調和・衛生工学会：空気調和・衛生工学会規格 SHASE-S206-2019「給排水設備基準・同解説」
- 3) 木村雄大，大塚雅之，川口俊哉，田辺慎吾；業務用ビルの水廻りスペースのフリープラン化に対応する小型圧送排水システムに関する研究，空気調和・衛生工学会大会学術講演会論文集，2016
- 4) 木村雄大，大塚雅之，川口俊哉，田辺慎吾；業務用ビルの水廻りスペースのフリープラン化に対応する小型圧送排水システムに関する研究，その2排水性能調査と排水騒音影響調査，空気調和・衛生工学会大会学術講演会論文集，2017
- 5) 大塚雅之，南祐介，野城智也，西本賢二，信太洋行，臼井政夫；オフィスコンバージョンにおける強制排水システム適用に関する検討と一考察，日本建築学会技術報告集第20号，pp.1771-175，2004.12
- 6) 斎久工業：カタログ・技術資料
- 7) SFA JAPAN：カタログ・技術資料
- 8) スマートポンプジャパン：カタログ・技術資料
- 9) 大塚雅之，木村雄大，荒木祐介；高層集合住宅の排水立て管システムへの介護用圧送式大便器の適用に関する研究，日本建築学会技術報告集第25巻第59号，pp.243-248，2019.2
- 10) TOTO：カタログ・技術資料、2020
- 11) 大塚雅之，木村雄大，大塚涼太；オフィスコンバージョン対応ハイブリッド排水システムの排水性能評価と計画・設計手法に関する研究 第1報コンセプト提案と排水性能評価に関する基礎検討，空気調和・衛生工学会論文集 No.277，2020.4
- 12) 木村雄大，大塚雅之，田辺慎吾，水出喜太郎，川口俊哉；オフィスコンバージョン対応ハイブリッド排水システムの排水性能評価と計画・設計手法に関する研究 第2報実在建物における排水性能評価と騒音に関する調査結果，空気調和・衛生工学会論文集 No.284，2020

4. 自封トラップ<拡張排水システムの要素技術>

4.1 概要

自封トラップは、従来の封水による排水トラップ（水封式トラップ）と異なり、排水が流れると自然に開いて通水し、流れが終わると自然に閉じるゴム製の弁体である自己閉鎖膜（メンブレンとも称する）によって、排水トラップとしての機能を果たしている。この自封トラップは、メカニカル式トラップの一種で、非水封式トラップに分類される。¹⁾

自封トラップは、1997年にイギリスの排水金具メーカーにより発売され、イギリス、オーストラリアおよびアメリカで製品認証がなされ、2007年までに約200万個の販売実績がある。日本では、管材メーカーが同製品を評価し²⁾、2009年に洗面・手洗器、浴室床、浴槽、洗濯機の排水を対象に、日本建築センターの評定（BCJ評定）を取得した。また、トラップメーカーが2012年に空調ドレン用として販売。その後洗面・手洗器用、床排水用の製品を追加し、2015年に洗面・手洗器の排水を対象とした製品でBCJ評定を取得した（図4.1(b)）。

4.2 種類と機能

自封トラップの種類は、現在市販されているものは3つ大別される（図4.1）。自封トラップには、遮断機能、排水機能、吸気機能の3つの機能があり、設置を検討する際には、自封トラップのこれらの機能が設置対象となる水使用機器の使用に耐えられるか確認する必要がある。自封トラップにおける機能の概念図を、コーン型を例に図4.2に示す。

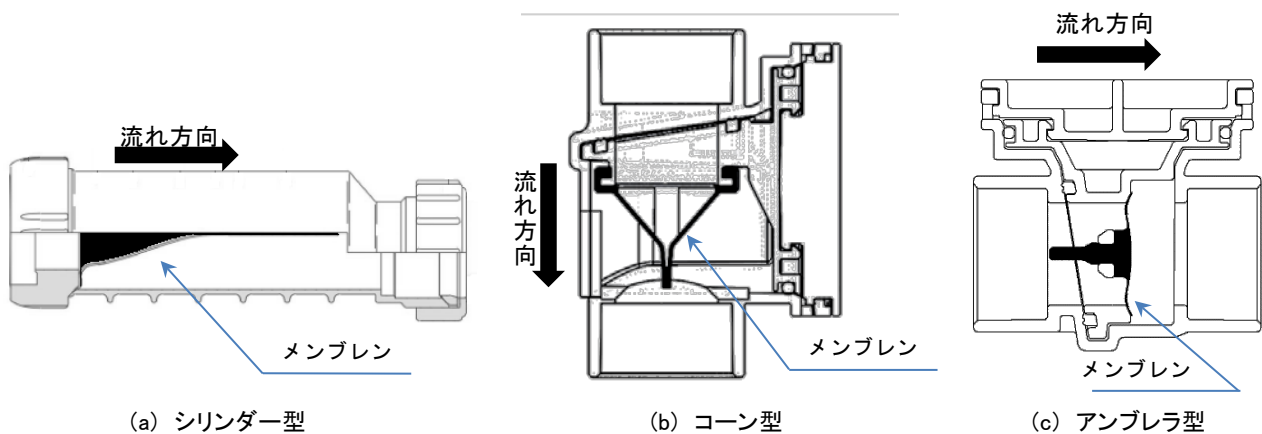
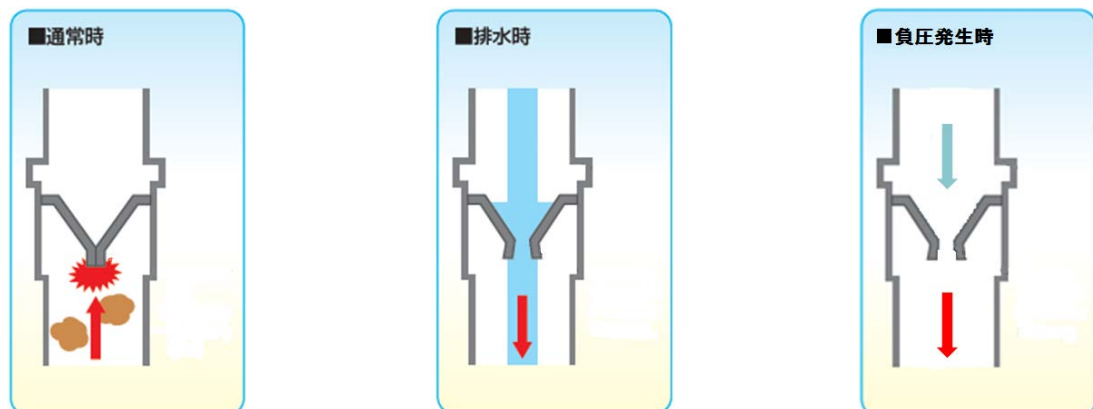


図 4.1 メンブレン構造による分類³⁾



遮断機能 ■ 平常時 / 正圧発生時
排水が流れていないとき、排水管内圧力が大気圧または正圧の状態の場合は、メンブレンが閉口することにより、排水管内の臭気ガスや衛生害虫等の室内への侵入を遮断する。

排水機能 ■ 排水時
排水器具から自封トラップ流入口へ排水が流れてきたとき、メンブレンが開口することにより、排水を排水管に流す。

吸気機能 ■ 負圧発生時
排水が流れておらず、排水管内の圧力が負圧の場合は、メンブレンが開口し、器具側から排水管内へ吸気が行われる。

図 4.2 自封トラップの機能（コーン型）³⁾

4.3 自封トラップ採用のメリット

自封トラップを採用すると、従来の水封式トラップでは対応できない次のようなケースに対応することができる。

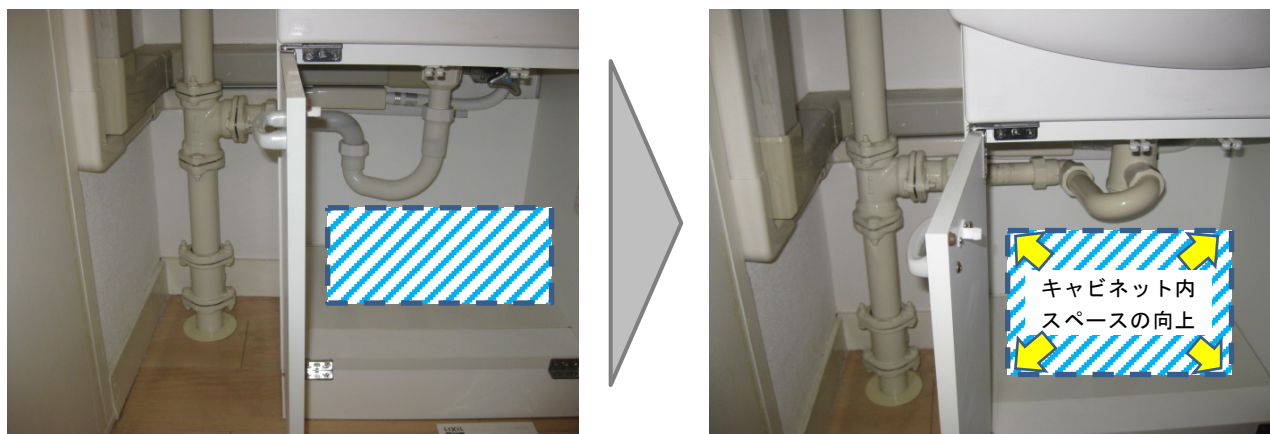
- ◇ 水使用頻度の少ない箇所に設置されたトラップは、封水が蒸発し異臭が発生するため管理人が定期的に補水する必要がある。(学校などのトイレの床トラップ、別荘やウィークリーマンションなど) トラップを設けずに密閉栓にする必要がある。密閉栓の場合、開栓するのに手間がかかる。
- ◇ トラップの形状が大きく、設置するために床を削ったり、収納スペースを犠牲にしたりせざるを得ない。
- ◇ トラップの改修・更新時、トラップの交換だけでは済まない場合がある。
- ◇ 近くに適切な排水管がないなどの事情で手洗い器等の器具排水管に圧送排水を合流させる場合、水封式トラップでは対応できず、吹き出し、破封、瞬時破封音が発生する場合がある。
- ◇ 自封トラップは、複数の自封トラップを直列に設置しても排水の流れを阻害しない。このため、SHASE-S206-2019 9.2.2 (4) (d) ⁴⁾に規定する二重トラップには該当せず、水封式トラップに自封トラップを直列に設置することにより、水封式トラップのみでは解決できなかった課題にも対応できる可能性がある。

4.4 採用事例

4.4.1 集合住宅（改修）手洗い器用

【困窮事項】 長期使用による鋳鉄製排水立て管の老朽化やスケール付着などによる縮径によって、洗面器トラップで封水の吹き出し、破封、瞬時破封音が発生した。

【導入利点】 排水立て管の縮径に伴う誘導サイホン現象への懸念が解消された。
トラップ部がコンパクトになり、洗面器下の収納スペースが拡大した。

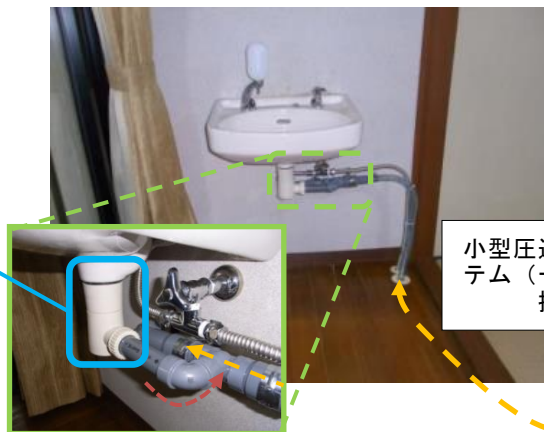


4.4.2 非住宅（改修）手洗い器・ベッドサイド水洗トイレとの組み合わせ

【困窮事項】 ベッドサイド水洗トイレを後付けする際、その排水管を既設洗面器の排水管に合流させようとすると排水の逆流により、洗面器のトラップで封水の吹き出し、破封、瞬時破封音が発生することが予見された。

【導入利点】 ベッドサイド水洗トイレの排水管を増設する必要がなくなり、工事費用の軽減に寄与した。

洗面器排水管と合流させても、洗面器側への逆流懸念がなくなった。



小型圧送排水システム（一体型）で排水

自封トラップに変更して既設排水管に圧送排水管を合流

4.4.3 非住宅（改修）床排水用

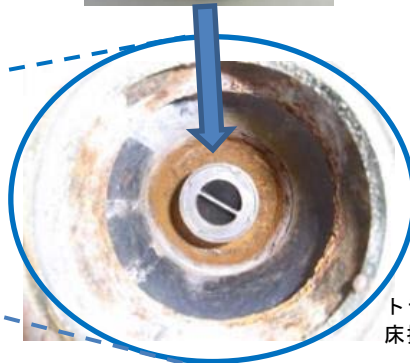
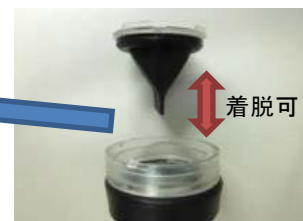
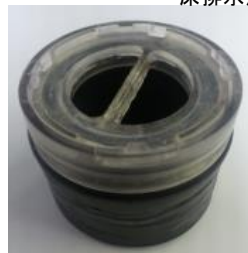
【困窮事項】便所の床排水トラップ⁵⁾の清掃頻度が少なく、水を流して清掃しない(モップ拭きで済ませる)ため、トラップ封水が蒸発し、床排水トラップのわんが腐食して臭気トラブルが発生していた。

【導入利点】床排水トラップの蒸発破封による室内への臭気漏れ懸念が解消された。定期的な封水補給の手間がなくなった。



わんが腐食した鋳物製床排水トラップ

床排水用自封トラップ



トラップの防臭筒内部に床排水用自封トラップを設置

【引用・参考文献】

- 1) 一般社団法人日本建築学会：AIJES-B0003-2016「機械・サイホン排水システム設計ガイドライン」
- 2) 須加良平、坂上恭介、栗山華：自封式トラップ基本性能・特性に関する評価、空気調和・衛生工学会学術講演論文集、pp.797-800、2008
- 3) 丸一：カタログ・資料
- 4) 空気調和・衛生工学会：空気調和・衛生工学会規格 SHASE-S206-2019「給排水設備基準・同解説」
- 5) 日本鋳鉄ふた・排水器具工業会：日本鋳鉄ふた・排水工業会規格 JCW-201-2012 床排水トラップ