

さや管ヘッダー工法の戸建て住宅への適用

Application of the Header and Pipe-in-Pipe System for Sanitary Installations of Detached Housing

佐藤 忠 広 *

Tadahiro Satoh

坂 戸 二 郎 *

Jiro Sakato

佐藤 隆 士 *

Takashi Satoh

久保田 哲 治 *

Tetuji Kubota

杉 山 二 朗 *

Jiro Sugiyama

中島 康 雄 ^{*2}

Yasuo Nakajima

概 要 さや管ヘッダー工法は建築工程の合理化と品質向上を目的に、1983年に住宅都市整備公団が提案した工法であり、従来の金属配管等に代わる画期的な配管システムとして、集合住宅を中心に普及してきた。1997年4月、厚生省が規制緩和推進計画における具体策として、水道法施工令を改正したことから、一般の戸建て住宅においても使用することが可能となり、当社でも、戸建て市場への参入活動を開始し、大手ハウスメーカーの旭化成ヘーベルハウス殿への採用が決定した。本稿では戸建て住宅の配管システムについて、ハウスメーカーへの採用に向けて解決した技術課題と開発項目を紹介する。

1. はじめに

当社の屋内給水給湯配管システムさや管ヘッダー工法「メトロン」は、従来、水道法の規制により、集合住宅の受水槽以下にしか使用できなかったが、1997年の水道法改正に伴い、樹脂管の直結給水下での使用が認められ、戸建て住宅という新たな市場への参入が可能になった。これをうけて当社では、戸建て市場参入プログラムとして、ハウスメーカーを中心にシステム開発を展開してきた。

2. さや管ヘッダー工法とメトロン部材

2.1 さや管ヘッダー工法について

さや管ヘッダー工法は、保護管となるさや管の中に架橋ポリエチレン管が挿通された配管材を屋内に設置されたヘッダーにより分岐し、各々の水栓器具まで配管する工法である。従来の配管に比べて表1に示す特長から、住宅都市整備公団をはじめ集合住宅の屋内配管として普及してきた。

さや管ヘッダー工法と在来工法の模式図をそれぞれ図1、図2に示す。

2.2 メトロンの基本構成部材

当社のさや管ヘッダー工法「メトロン」の基本構成部材を写真1に示す。

3. 戸建て住宅における給水給湯管の技術課題

3.1 ロングライフ化に対応した耐久性・メンテナンス性

戸建て住宅を扱うハウスメーカーでは、「高齢化に伴う住

宅投資力の低下」、「地球環境保全に伴う省資源化、廃棄物削減」等の社会情勢から躯体の長寿命化（耐用60年）が図られ

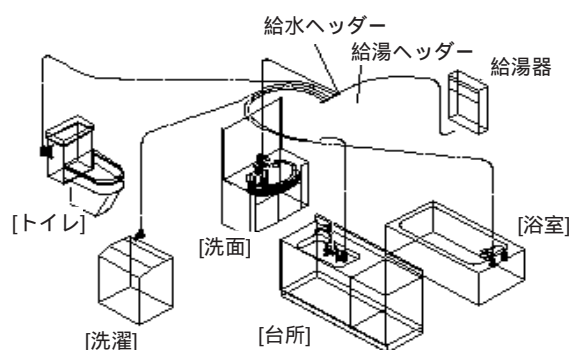


図1 さや管ヘッダー工法
Header and pipe-in-pipe system

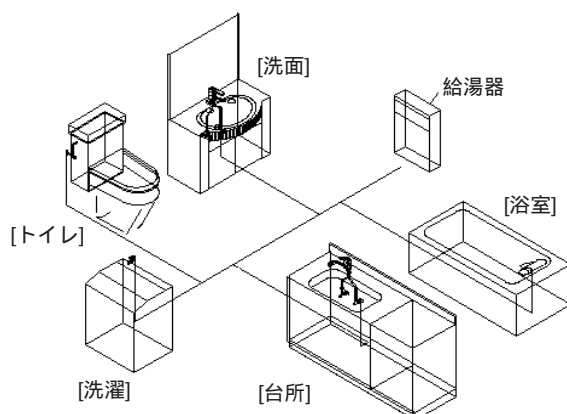


図2 在来配管工法
Branch piping system (conventional method)

* 産業機械事業部 製造部 管路生産技術課

^{*2} 研究開発本部 平塚研究所 第三開発室

表1 さや管ヘッダー工法の特長

Advantages of header and pipe-in-pipe system for sanitary installation

	さや管ヘッダー工法	在来工法（金属配管）
信頼性	・ 架橋ポリエチレン管を使用しているため、腐食や赤水の発生が少ない。 ・ 接続箇所がヘッダー部と水栓部のみであり、施工後の点検や管理が容易である。	・ 管が腐食し、赤水が発生する。 ・ 隠蔽部での接続箇所が多いため、施工後の点検や漏水の早期発見が困難である。
機能性	・ ヘッダーで分岐するため、水栓の同時使用時における流量変動が小さい。 ・ 架橋ポリエチレン管に弾性があるため、水撃を吸収軽減することが出来る。	・ 水栓の同時使用時の流量変動が大きい。 ・ 水撃を吸収しない。
施工性工業化	・ 特殊技能を必要としない。 ・ 工場加工（ユニット）が行えるため、工期短縮，施工品質の向上を図ることが出来る。	・ ネジ切作業等，熟練技能を必要とする。
更新性	・ 建築躯体を壊すことなく、架橋ポリエチレン管だけを交換することが出来る。	・ 建築躯体を壊さないと更新することが出来ない。

写真1 「メトロン」の基本構成部材
Components of METRON

てきた。しかし、従来の給水給湯配管材料及び工法では、この耐用年数への対応が難しいため、架橋ポリエチレン管を使用したさや管ヘッダー工法が期待されている。特に、戸建て住宅の場合、集合住宅に比べ水圧が高い等の厳しい使用条件下において、躯体年数に対し1回のメンテナンスで済むよう耐用30年が求められている。

3.1.1 管寿命の評価

管の寿命評価については社内だけでなく、世界的な評価機関である Studsvik Polymer AB にて実施している。

一般に、架橋ポリエチレン管を含むプラスチック管の寿命推定には、熱間内圧クリープ試験、すなわち、ある温度において内圧によって生じる円周応力とその応力により管が破壊するまでの時間を求める試験を行う。本試験を行った場合、M.Ifwarson らが報告している¹⁾ようにプラスチック管の破壊形態は、図3に示すように3段階から成る。

第1期:物理的破壊過程（延性破壊）

第2期:物理的-化学的破壊過程（延性と脆性の混合破壊）

第3期:化学的破壊過程（脆性破壊）

架橋ポリエチレンにおいては、一般的に第3期すなわち酸化劣化による脆性破壊をもって寿命とされている。架橋ポリエチレン管の寿命の規定値としては、JIS K 6769: 1999において、「110 における熱間内圧クリープ試験の破壊時間が8760 hを

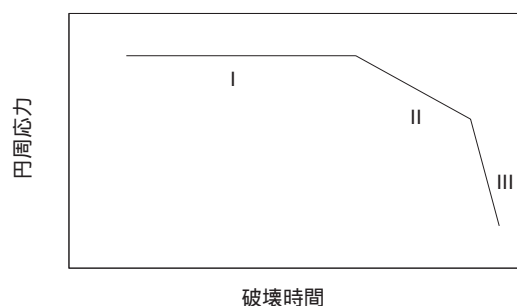
図3 熱間内圧クリープ試験の模式図
Schematic creep rupture curve for warm water pipes at high temperatures

表2 連続使用時の管の寿命

Lifetime for pipe at continuous running

T (°C)	KX (年)
50	100
100	2.5
95	4
90	6
85	10
80	18
75	30
70	50

満足すること」とある。当社の架橋ポリエチレン管も本規定値を十分満足するものである。

3.1.2 温度の影響

温度による影響については、JIS K 6795: 1998 “架橋ポリエチレン管（PE-X）- 期待強度に対する時間及び温度の影響”の中で表2のように記してある。

表2の数字KXは、110 での寿命が1年としたときに期待される管の推定寿命である。一般の住宅で数年間連続して通湯するようなことは考えにくい。そこで、実際に沿った比較的厳しい使用条件でシミュレーションを行った。48分中6分間の連続通湯を1日30回行うという条件で寿命推定した。結果として表3の寿命²⁾のようになり、管寿命は60 で265年、80 で50年となる。

3.1.3 塩素の影響

水道水中には非常に強い酸化力を有した残留塩素が含まれている。ガス給湯器を用いた場合には閉鎖された系で新鮮な水道水が供給され加熱される。そのため残留塩素が抜けることなく架橋ポリエチレン管に供給されるため、残留塩素による酸化劣化を考慮する必要がある。

残留塩素による影響については、M.Ifwarson らによって実験されているが、塩素水存在下において破壊時間は、著しく低下し、3 ppm 塩素水では管寿命が $1/8 \sim 1/34$ に低下すると報告されている²⁾。塩素濃度の影響についても、0.5 ~ 1.0 ppm に濃度が下がれば 3 ppm に比べ、寿命は 1.4 ~ 2.1 倍になると報告されている。例えば、115 × 3 ppm における破壊時間は円周応力による影響も受けるが、831 ~ 1435 h で破壊する。すなわち、110 では 1314 ~ 2269 h で破壊することになり、管寿命が $1/7 \sim 1/4$ に低下するということになる。

したがって、塩素水下における寿命は $1/7$ になるとして推定すると、表3最下段の「塩素下における寿命」のとおりとなり、60 で38年以上、80 で7年以上と推定できる。このような温度サイクルで塩素濃度が 3 ppm の水道水を使用した場合、

表3 塩素水下での管寿命
Lifetime for pipes exposed to chlorinated water

使用温度		60	80
使用圧力	MPa	1.0	1.0
使用回数	回/日	30	30
・通水時間	分/回	6	6
1. 110 への換算時間 ¹⁾	h/年	11	69
・滞留時間	分/回	42	42
2. 110 への換算時間 ¹⁾	h/年	22	106
1. + 2.	h/年	33	175
寿命 ²⁾	年	265	50
塩素水下における寿命	年	>38	>7

1) 温度換算係数 2.5倍/10

2) 8760 hを1. + 2.の合計で割った値

80 においては架橋ポリエチレン管に期待される 30 年の寿命は保持できない。しかし、実際の水道水の塩素濃度は 0.5 ~ 1.0 ppm 程度であり、通常のガス給湯器は使用温度を 60 に制限しているので、30 年以上の管寿命を有していることになる。

3.2 仕様の統一

水道法の規制緩和が施行されたことにより、ハウスメーカーでは、配管材料の一括購入や流通経費の排除による材料費の低減が図れるようになってきた。そこで、従来の配管材料に代わり、性能面で付加価値の高いさや管ヘッダー工法が注目され、仕様の統一化が検討されている。まず、さや管ヘッダー工法の導入にあたり懸念されることは、建築構造に合った配管が行なえるかである。特に、集合住宅と戸建て住宅では、躯体構造が異なるため、通常の床下配管を行う際、表4に示す技術課題が挙げられる。

3.2.1 天井配管の適用

はじめに検討した戸建て住宅は、鉄骨 + ALC を躯体構造とし、その土台となる基礎構造に連続布基礎を採用していた。したがって、表4の課題通り、基礎部が障害となり、床下の配管スペースが取れない。そこで、配管上支障の無い天井スペースに着目し、天井配管を適用することにした。また、この場合、鳥居配管のエア溜まりによる吐水障害の問題等が懸念されるが、モデル実験を重ね、実用上問題の無いことを確認している。このように、戸建て住宅の場合、その建築構造に応じた配管方法、部材の納まりを決定することが重要である。

3.2.2 戸建て専用部材の開発（外壁用水栓ボックス）

従来、集合住宅では、屋外から居室内に配管を導く際、外壁が厚く管の更新性を確保することが出来ないため、居室内に点検口を設け、在来配管と切り替え、貫通させる方法を標準としていた。しかし、戸建て住宅の場合、貫通部がユニットバスの壁裏になるケースが多く、点検口が設置できない状況にあるため、屋外側から管の更新が行なえる部材が必要となってきた。この部材の開発にあたっては表5の要求特性が挙げられ、それを満足させるべく写真2の外壁用水栓ボックスを考案した。大きな特徴としては、ハウジングとエルボが 35 ° 曲げで設計されていることである。屋外側から管を引き出す際、管に無理な

表4 施工上の技術課題
Technical problems of installation

	集合住宅	戸建て住宅 適用時の問題
躯体構造	RC造 SRC造	木造軸組み、木造2×4 鉄骨 + ALC 等
ヘッダー部の配管接続	点検口から手の届く範囲で容易に接続出来る。	作業しにくい床下に潜っての配管接続を要する。
配管ルート	構造上、配管スペースの制約が少なく、ルート決定が容易である。	基礎を考慮した限られたスペース内でのルート決定が必要である。
配管の立上げ	構造上、支障なく立上げが行なえる。	基礎、土台が配管立上げ時の障害となる。基礎、土台は躯体強度に影響を及ぼすため、切欠けない。
外壁の貫通	居室内に点検口（更新用）を設け、在来配管と切り替え貫通する。	貫通部がユニットバスの壁裏になり、点検口設置が出来ない。よって、屋外から更新出来る部材が必要である。

曲げを加えると管が座屈したり、傷つく可能性がある。そこで、管の曲げ半径ができるだけ大きくなるように、CADでのシミュレーション及び試作品での実験を行い、最適な構造設計を行った。また、本部材は外壁の塗装吹き付け時に溶剤と接触する可能性が高い。そこで、ハウジング部には、耐溶剤性に優れた材料を採用している。

3.3 ユニット化による工期短縮・施工品質の向上

給水給湯配管分野において、設備のユニット化は、品質の安定、現場労力の低減及び工期の短縮等、そのメリットが期待されている。しかし、いまだ普及していないのが現状である。その理由の一つとして、配管材の剛性が挙げられる。従来の配管材は剛性が強く、微調整が効かないため、寸法精度の誤差が大きい現場への対応が難しい状況にあった。しかし、さや管ヘッダー工法は、可とう性を有した配管材のため、現場の寸法精度に合わせ微調整が可能である。つまり、樹脂管を使用した工法だからこそユニット化の実現が図れるのである。

今回、ユニット化を進めるにあたり、使用部材をすべて組み付けたオールユニット化も試みたが、施工性の点で、現実的ではなかった。したがって、ヘッダー部と配管部に分けて組付けをおこなうセミユニット化を採用することにした。更に、単なる部材の工場組付けだけでなく、部材もユニット化に適したものを開発している。

3.3.1 さや管カッター

ユニット配管部は、さや管内に架橋ポリエチレン管と消音テープを挿通した構造となっている。現場でヘッダー部と配管部を接続するには、さや管のみを切断し、架橋ポリエチレン管を数十cm剥き出さなければならない。しかし、通常のパイプカ

ッターでは、架橋ポリエチレン管を傷つけずに、さや管だけを切断するのは非常に困難である。そこで、カッターの刃部が、さや管の山部に位置し、刃部の先端がさや管の内面まで突き出ない構造としたユニット配管専用のカッターを開発した。(写真3)

3.3.2 水栓ボックス

現場での品質安定性を確保するため、壁裏隠蔽部となるユニット配管の水栓接続側は、あらかじめ工場で水栓ボックスを取り付ける。しかし、水栓ボックスに配管が接続されていると、管の巻き癖等により、水栓ボックスの取付けが非常にやりにくい。また、水栓ボックスの固定には方向性があるので、狭い配管スペースに加え、更に配管ルートが制約される。そこで、水栓ボックスの本体部と固定部を別パーツとし、様々な角度で取り付けられる構造設計とした水栓ボックス(写真4)を開発した。

3.3.3 挿入不足防止型アダプタ

継手の最大の要求性能は漏水防止である。漏水の原因は施工時における管の挿入不足と締め付け不足にある。ユニット化の目的である品質の安定化を図るためには、現場接続での確実性が要求される。そこで、写真5の継手を考案した。最大の特長は管の挿入が十分でないときと締め付けが行えない点にある。写真5(a)に示すとおり管が挿入されていないときは写真中央のピンが袋ナットのロック機構となっており、締め付けが行えない。つぎに写真5(b)のように管を奥まで十分に挿入することで、ピンが本体側にスライドし、ロックが外れて袋ナットを締め付

表5 開発部材の要求特性

Required property for new parts penetrating outer wall

項 目	要求特性
固定強度	散水栓を取り付ける際に、十分な固定強度を有すること
耐薬品性	外壁の塗装吹き付け剤等により、亀裂破壊が起きないこと
防水性	居室内側に雨水が浸入しないこと
施工性 更新性	施工・更新の際に、XLPE管が座屈したり、傷つかないこと
納まり コスト	外壁貫通穴は、110φ以下であること2種類の壁厚に対応できること



写真2 外壁用水栓ボックス
Joint box penetrating outer wall



写真3 さや管カッター
Sayalex cutter



写真4 水栓ボックスの固定
Setting a tap joint box

けることが出来る。更に、写真5(c)のように袋ナットと本体との隙間が無くなるまで締め付けることにより、一定トルクでの締め付けが行なえる。

3.4 CADによる邸別の配管図作成システムの構築

近年、戸建て住宅を扱うハウスメーカーでは、将来の増改築に伴い、配管設計図の管理が必要となっている。特に、さや管ヘッダー工法の場合、更新性を考慮した規定の曲げ半径を確保する配管作図が必要であり、従来の垂直曲げ配管に比べ、作図しにくいことが挙げられる。そこで、効率良く作図出来る方法が求められている。また、ユニット化を進めるうえでは、配管設計図から適切な部材を効率良く拾い出すことが重要である。特に、戸建て住宅の場合、間取りが一物件ごとに異なるため、個々に対応しなければならない。これをすべて手作業で行っていたのでは、約8時間/物件・人もかかり、到底対応できる状況にはない。そこで、配管図の作成から部材の拾い出しを円滑に行なえるCADシステムを開発した。本CADシステムは、客先と図面データのやり取りを行うため、汎用性の高いAutoCADを基本ソフトとし、配管作図や配管長の算出を効率的に行なえる機能を付加したものである。更に、CADとデータベースを連動させ、自動的にユニット加工のデータや部材リストへの展開が図れる機能を組み、約2.5時間/物件・人での対応が可能となった。図4はCAD設計からユニット加工までの流れを示したもので、図5はCADでの配管設計図である。ユニット加工した製品は写真6のようになる。

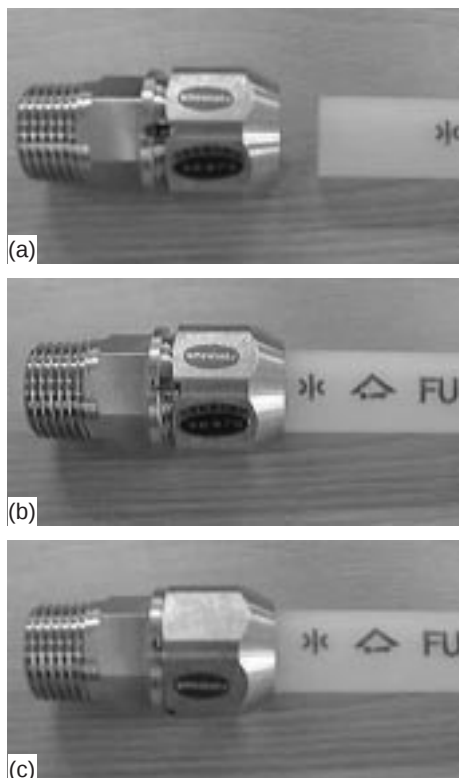


写真5 挿入不足防止型アダプタ
(a) 管挿入前 (b) 管挿入 (c) 袋ナット締め付け
Adaptor preventive of insufficient insertion

4. 施工性評価

4.1 トライアル施工

ハウスメーカーへの仕様化に際し、ハウスメーカー実験場及び実物件においてトライアルを行ってきた。トライアルの目的は主に次の2つである。

1. 使用部材の選定及び仕様化
2. 開発部材を含めた施工性の評価

使用部材の選定については、これまで集合住宅で使用してきた部材で戸建て住宅に適用できるものはそのまま使用し、足りない部材については新たに開発を行い、戸建て住宅仕様の完成度を高めていった。戸建て住宅、戸建て住宅仕様として、先に述べた外壁用部材のほかにヘッダー固定治具などを開発した。施工性については当社独自の部材であるさや管カッター、水栓ボックス及び挿入不足防止型アダプタなどはおおむね好評を博しており、特にさや管カッターは当社の担当外地域においても独占採用となり、当社の技術的優位性を示すことが出来た。ま

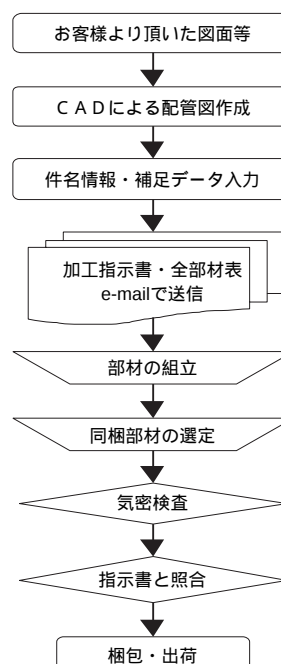


図4 ユニット加工フローチャート
Flowchart for processing

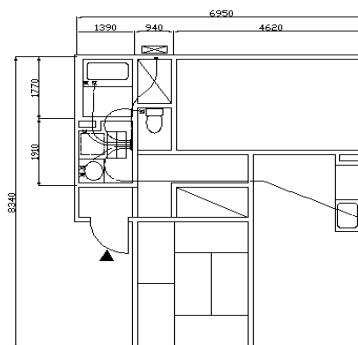


図5 CAD配管設計図
Design of installation



写真6 ユニット配管
Assembled products



写真7 施工状況(1)
Construction site (1)

た、超短期間で開発した外壁用水栓ボックスも施工性において非常に高い評価を得られた。施工状況を写真7～9に示す。

4.2 工数比較

さや管ヘッダー工法の特長の一つとして施工時間の短縮が挙げられる。さや管ヘッダー工法は在来工法と比較して、材料費は若干高いものの施工費が抑えられるため、全体としては在来工法とほぼ同じ価格となる。図6はトライアルの結果から在来工法とさや管ヘッダー工法の施工時間を比較したものである。在来工法の40時間に対してさや管ヘッダー工法の現場組立ては34時間、工場組立て(ユニット加工)を行えば、現場での施工は27時間に短縮出来ることがわかった。

5. まとめ

戸建て住宅における技術課題に取り組んできた結果、当社のさや管ヘッダー工法が戸建て住宅においても優れた機能を発揮することがわかった。更に本検討を経て、戸建て住宅として初めて旭化成ヘーベルハウス殿に採用が決まり、1999年6月より納入を開始している。

更に木造住宅や直結給水可能な低層集合住宅への対応も現在進めているところである。今後、更なる施工品質の向上や省力化を目指すことにより、さや管ヘッダー工法が戸建て市場によりいっそう普及していくことを大いに期待する。

最後に本システムの開発に御協力いただいた旭化成工業株式会社住宅技術総部商品開発部 江原課長をはじめ、住宅事業部門の関係各位に深く感謝致します。



写真8 施工状況(2)
Construction site (2)



写真9 モデルハウス
Model house

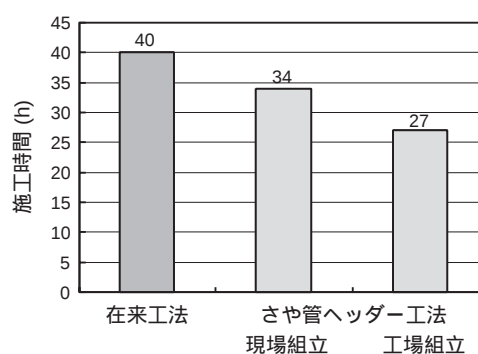


図6 在来工法との施工時間比較
Comparison of installation time between the conventional method with the header and pipe-in-pipe system

参考文献

- 1) M.Ifwarson, P.Eriksson, Nykoping, Kunststoffe, 73-3, 245 (1986)
- 2) M.Ifwarson, K.Aoyama, Plastics Pipes Conference X, Goteborg, 1999