

省スペース排水システムの開発

内田健一朗* 植野 修一* 伊沢 輝*

要約： 近年、集合住宅ではSIコンセプトに対する需要が高まっている。特に水廻りのフリープラン化に対応するため、従来の排水勾配の制約から、床下寸法を高くしたり、水廻りのフリープランの設定範囲を限定するなどさまざまな手法が試みられている。本研究では、床下寸法を低く抑え、かつ水廻りの設定範囲の限定がないフリープラン化を可能にすることをテーマに、排水システムの開発を行った。開発した排水システムは、従来の円形管ではなく扁平断面の排水管を用いて、1/100勾配において施工可能にしたシステムである。本報では、実験により得られた本システムの搬送性能の報告、およびRC戸建て住宅に本システムを採用した実施例について報告する。

キーワード： SI住宅、排水設備、排水横枝管、緩勾配、節水、管断面形状

- 目次：**
- | | |
|--------------|-----------|
| 1. はじめに | 4. 実施施工状況 |
| 2. 実験概要 | 5. おわりに |
| 3. 実験結果および考察 | |

1. はじめに

近年、集合住宅ではSIコンセプト（スケルトン・インフィル）に対する需要が高まるなか、水廻りのフリープランに対応するため、住戸内の排水器具と排水立て管までの管長は必然と長くなる傾向にある。従来は、排水横枝管や器具排水管の勾配を確保するため、床下寸法を高く設定する手段が取られていた。しかし、これは各階の階高を高くしなければならず、建設コスト上昇の一要因となっていた。その対策として、フリープランの設定範囲を限定する手法が試みられているが、依然として住戸内のパイプシャフト近傍に排水器具を配置するプランが主である。そこで、本研究では、床下寸法を可能な限り低く抑え、かつ水廻りのフリープラン化を可能にすることを目的として、排水システムの開発を行った。開発した排水システムは、排水の流下に必要な満流時の断面積と上部空気層を確保した扁平断面の排水管を用い、1/100勾配において施工可能としたシステムである。

本研究では、在来管と扁平管の汚物搬送能力比較実験と扁平管の住戸配管を模擬した汚物搬送能力確認実験を実施した。また、本排水システムを採用したRC戸建て住宅の実施物件について、実施計画および施工状況について検討することとした。

本報では、これら実験結果と実施物件における施工状況について報告する。

2. 実験概要

本研究では、必要な器具排水量と上部空気層を確保し排水管高さを低く抑えることができる扁平断面形状の排水管（以下、扁平管）と器具排水管との接合継手を開発し、排水横枝管に扁平管を用いた場合の緩勾配による汚物搬送性能確認実験を行った。実験は大きく2つに分け、実験1では、直管における円形管との汚物搬送性能比較を行い、実験2では、扁平管に曲がりがある場合の搬送性能の確認を行った。

2.1 実験装置

扁平管の断面形状および器具排水管との接続継手形状を図1に、実験装置の概念図を図2に示す。実験では、円形管はVP100を、扁平管はVP100相当の断面をもつ塩化ビニル管（PVC管）を用いた。なお、実験2では、汚水と雑排水を合流する合流形式による2箇所曲がりがある配管系統とした。

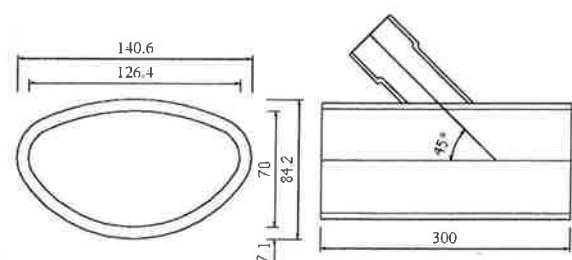
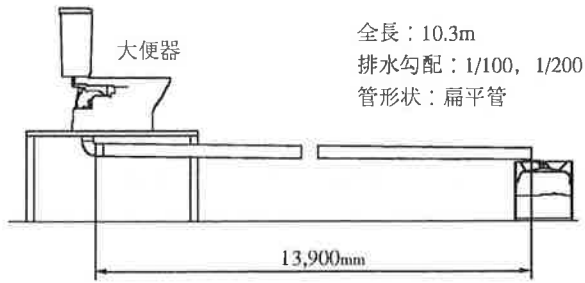
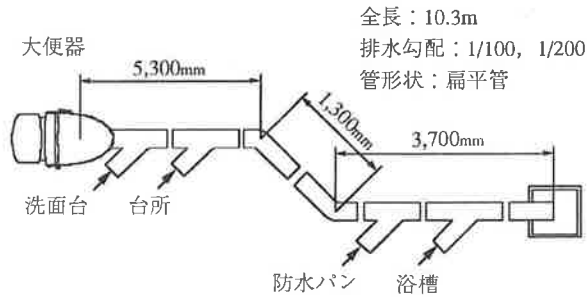


図1 扁平管形状



(a) 実験1



(b) 実験2

図2 実験装置概念図

2.2 排水器具

排水器具は一般的なサイホンゼット式大便器とし、今後の必要性を考え節水型の2機種を選定した。これらの仕様を表1に示す。

2.3 代用汚物

搬送性能を確認するために排水器具より排出される代用汚物は、表2に示すように、公団・ベターリビング基準（以下、公BL）、福岡市の指針（以下、福岡）によるものを採用した。

2.4 排水器具の排出方法

実験のパラメータを表3に示す。排水勾配は1/100を基準とし、参考までに1/200勾配でも行った。ロータンクに所定の水量を満たし、代用汚物を大便器内に投入し、20秒後に排水弁を操作し洗浄を行った。なお、排水中は給水は行わないこととした。

2.5 測定項目および測定方法

実験1および実験2の実験装置を写真1に示す。本実験では、清水のみによる流速および排水量・最大流量の測定と代用汚物による搬送性能の確認を測定項目とした。流速は、配管内にフロート（EPS製）を投入し、測定点の通過時間を計測した。排水量および流量は、排水横枝管の端部に計量枡を設置し、流入した水の水位をレーザー変位計で計測し、排水量に換算した。搬送性能の確認は、一回の洗浄より、管内に停留した汚物の最後尾と排水横枝管上流部90°エルボ先端部からの距離を測定した。なお、搬送性能は、平均滞留搬送距離（滞留した汚物の距離の平均値）と洗浄完了率（試行回数と代用汚物が配管を流れきった割合）をもって判定指標とした。

表1 排水器具（大便器）仕様

大便器タイプ	W (L)	Q _d (L/s)	Q _{max} (L/s)
節水型1	7.5 {10}	1.45	2.50
節水型2	6.5 {8}	0.93	2.58

* W:器具排水量（無給水時） || 内洗浄水量

* Q_d:器具平均排水量、Q_{max}:瞬時最大排水量

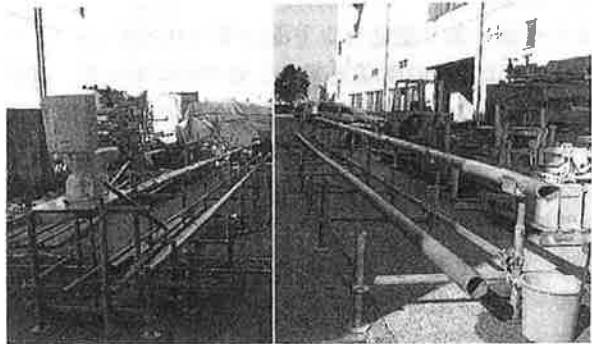
表2 代用汚物

代用汚物	備考
スポンジ2個＋トイレトペーパー4個	公団・BL基準
スポンジ4個＋トイレトペーパー7個	福岡市指針

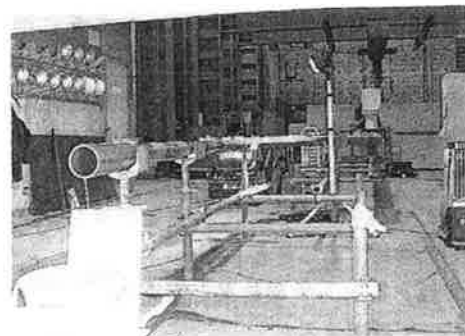
注：スポンジは直径25mm、長さ80mm、比重：1.05、材質PVA
トイレトペーパーは、JIS P 4051のものを、長さ約760mm、径50～70mmの球状に丸めたものとする。

表3 実験パラメータ

	管形状	供試大便器	排水管勾配
実験1	扁平管	節水型1	1/100
		節水型2	
	円形管	節水型1	
		節水型2	
実験2	扁平管	節水型1	1/200
		節水型2	
	円形管	節水型1	
		節水型2	



(a) 実験1



(b) 実験2

写真1 実験装置

3. 実験結果および考察

3.1 汚物搬送能力

3.1.1 直管（実験1）の搬送能力

実験結果を図3に示す。凡例の括弧内数値は、試行回数、洗浄完了率、平均滞留搬送距離を示す。扁平管・円形管ともに節水型1では、1/200勾配まで10m前後の搬送能力があった。しかし、節水型2では、1/100勾配でも平均10mの搬送能力を有していない。また、節水型1の場合は、1/100勾配から1/200勾配に勾配を緩やかにすると、円形管より扁平管の方が搬送距離の減少度合い（扁平管：公BL:+0.67m,福岡:-1.46m,円形管：公BL:-2.25m,福岡:-1.44m）は少ない。

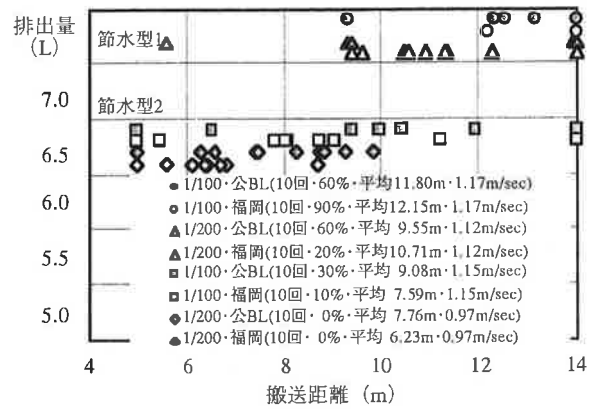
3.1.2 曲がりがある配管（実験2）の搬送能力

実験結果を図4に示す。節水型1の大便器を使用した場合、公BLの代用汚物では1/200勾配まで十分な搬送能力を有していることがわかる。また、福岡による代用汚物でも1/100勾配までは80%以上の洗浄完了率を示しており、本排水形態において、1/100勾配までは十分な搬送能力を有している。しかし、節水型2の大便器を使用した場合の搬送能力は、洗浄完了率および滞留距離ともに低下しており、緩勾配による搬送能力は十分でないことがわかる。

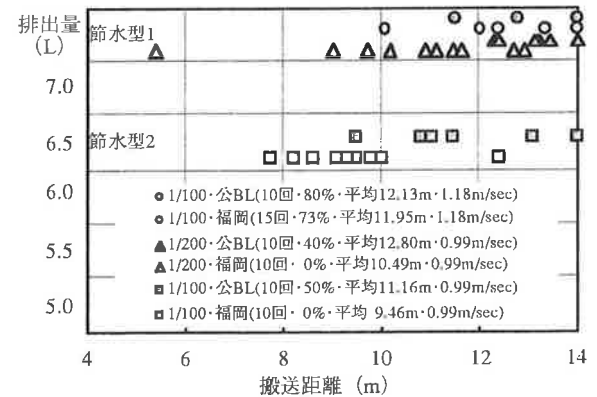
3.1.3 代用汚物の搬送状況

目視による観察の結果、節水型2でも、代用汚物が比較的固まった状態で便器から速やかに排出された時には、洗浄水に押し流される形で流れ、搬送距離は伸びる結果となった。しかし、便器から配管に分散し、列をなすように排出された時には、最後尾の代用汚物が管内に滞留する傾向にあった。さらに、代用汚物量が多い場合（福岡市指針）、大便器からの排出が速やかに行われず、排出時間が長くなるため、配管内における後押し水量が減少し、便器より遅れて排出された数個の汚物が固まった状態で滞留する様子が観察された。また、節水型2は、水の流れに勢いがなく節水型1に比べ、代用汚物がゆっくりと流れる傾向があり、これが搬送距離に影響したと思われる。

次に実験における管内の排水状況を写真2に示す。直管では、若干の水の盛り上がりがあるものの、なだらかな排水状況を観察できた。しかし、曲がりがある場合には、曲がり部分の外側管内面に沿って水がチューブ状にせり上がり、ウエーブして落下する現象が観察された。本実験では、せり上がりや落下する場所について特定することはできなかったが、この現象により、曲がり部分直後の器具排水管との接続部の配置によっては、横引排水管の排水が器具排水管に流れ込む恐れがあり、注意を要することがわかった。



(a) 円形管



(b) 扁平管

図3 排出量と搬送距離の関係（直管の場合）

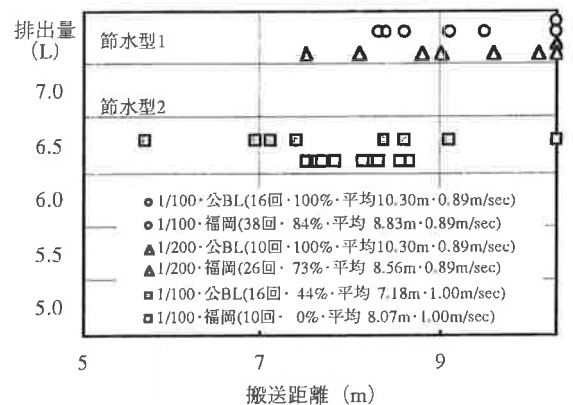
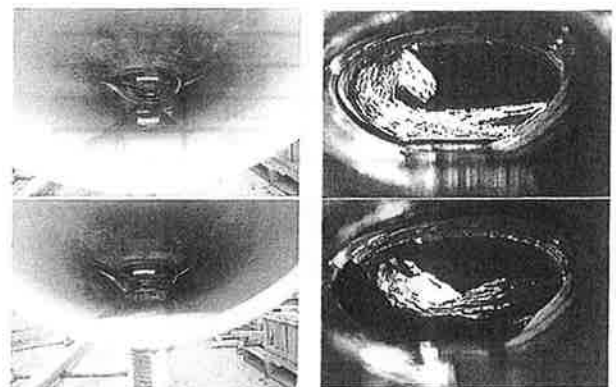


図4 排出量と搬送距離の関係（曲がりがある場合）



(a) 直管

(b) 曲がりがある配管

写真2 扁平管の管内掃流状況

3.2 流速

清水のみによる流速の測定結果を図5に示す。流速は、実験1では排水横枝管上流端より6m地点から12m地点までのフロートの平均速度、実験2では同様に上流端90°エルボ接合部から排水柵に至るまでの平均速度とした。また、図中には、マンニング式による最大流速と勾配の関係を示している。測定の結果、平均流速は、曲がりがある配管では最大流速を下回っている時があるが、HASS 206の排水横管勾配の判断基準とされるマンニング式の満流時断面平均流速0.6m/sec以上の値を示した。

3.3 流量

流量は、計量柵に排出される清水の量を1.0sec毎に自動計測することで求めた。実験1における節水型1の測定結果を図6に示す。扁平管と円形管の差は見られなかった。しかし、扁平管・円形管ともに、緩勾配にすることにより、最大流量は減少し、流出時間が長くなり、緩勾配による影響が見られる。

最大流量と勾配の関係を図7に示す。図中にはマンニング式における流量と勾配の関係を示しており、図中の数値は、マンニング式における満流時の面積に対する比を示している。節水型大便器を使用した場合、実験値はマンニング式において満流面積の20~30%近傍に集中している。また、緩勾配によって、最大流量は、マンニング式の曲線をなぞるような傾向になっている。さらに、器具排水量が減少すると最大流量の低下が顕著に表れている。

3.4 封水変位

実験2では、誘導サイホン現象の恐れがあるため、大便器からの排出時にトラップの封水変位を目視により観察した。観察結果を表4に示す。全ての試験において、サイホン現象は見られず、封水損失は無かった。

表4 封水変位

排水状況			封水損失値
排水管勾配	供試大便器	代用汚物	
1/100	節水型	公BL	0
		福岡	0
	新節水型	公BL	0
		福岡	0
1/200	節水型	公BL	0
		福岡	0



写真3 封水変位確認状況

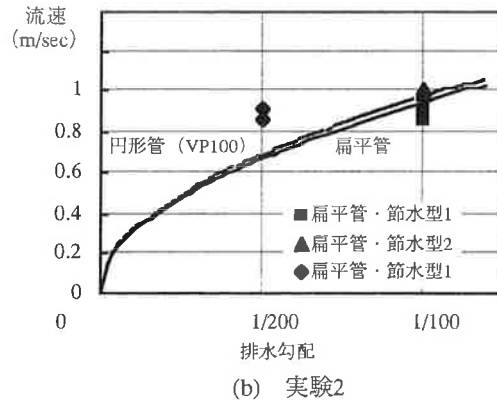
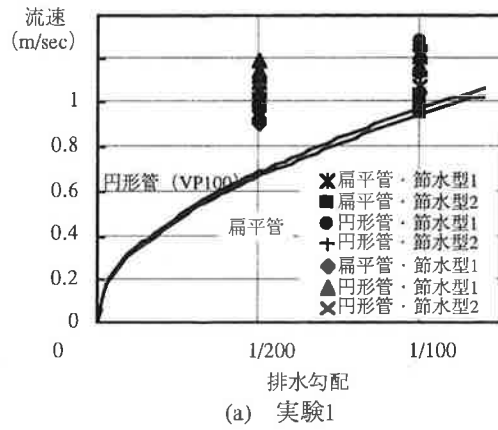


図5 流速と排水勾配の関係

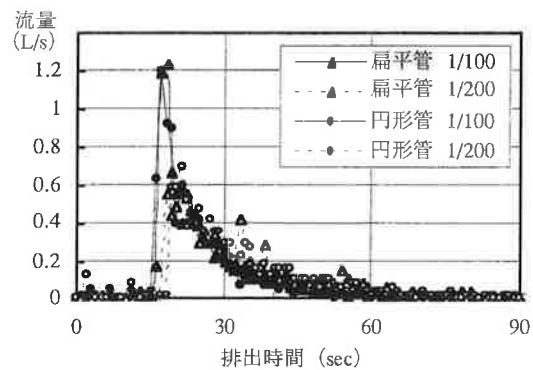


図6 流量と排水時間の関係

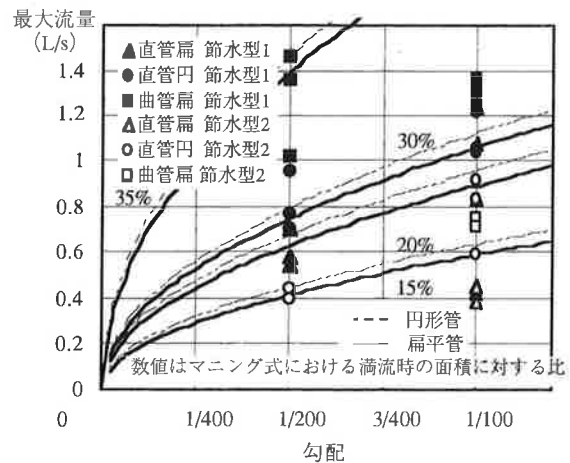


図7 最大流量と勾配の関係

3.5 実験のまとめ

流速および排水量・流量に関する測定および代用汚物による搬送距離の計測結果により、以下のことがわかった。

- 1) 円形管，扁平管ともに，1/200の配管勾配まで，掃流に必要な十分な流速を確保可能である。
- 2) 最大流量は，勾配による影響はあるものの，器具排水量に大きく影響される。
- 3) 扁平管と円形管との比較において，直管における扁平管の汚物搬送距離は，円形管の場合より平均搬送距離が長い場合が多く，同等以上の性能を示した。
- 4) 節水型の大便秘器（器具排水量 7.5L）を使用した場合，扁平管を用いた曲がりがある排水横枝管においても，公団・BL基準で10m以上の搬送能力を得ることができる。
- 5) より節水性の高い大便秘器（器具排水量 6.5L）を使用した場合には，1/100の配管勾配において搬送能力が低下しており10mの搬送距離を確保することは困難である。
- 6) 搬送状況に関して，管形状に関係なく汚物が大便秘器から排出されるまでの速度が速く，さらに固まった状態で排出された方が搬送距離が長くなる。

4. 実施工状況

4.1 施工概要

本排水システムは，地下1階地上2階建てのRC戸建て住宅に採用された。当住宅は，将来の間取りの変更が容易にできるように，SI（スケルトン・インフィル）住宅の考え方を取り入れた建物である。図8に1階平面図および排水系統図を示す。排水系統は，汚水・雑排水合流形式とし，横枝排水管は，45°の角度で2度曲がりがあるものとした。なお，大便秘器から立て管までの距離は，約7.0mであり，排水勾配は1/100に設定した。

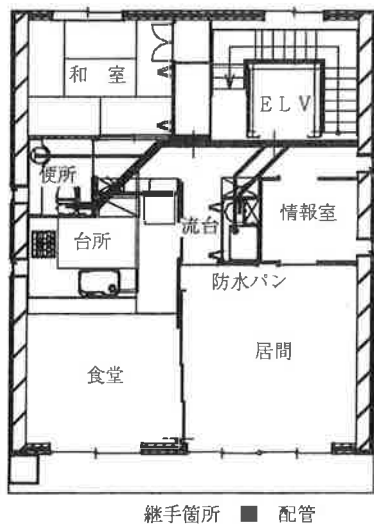


図8 1階平面および排水系統

4.2 施工計画

扁平管の施工は円形管と異なり接続方法が問題となる。従来の接着方法では，隙間が生じ，排水が漏れる恐れがある。そこで，写真4に示す締め付けによる接続方法にて行うように計画した。さらに，接続箇所は，現地での作業を円滑に行うためにできるだけ少なく計画した。よって図8中に示すように，排水横枝管を4分割とし工場にてユニット生産を行った。

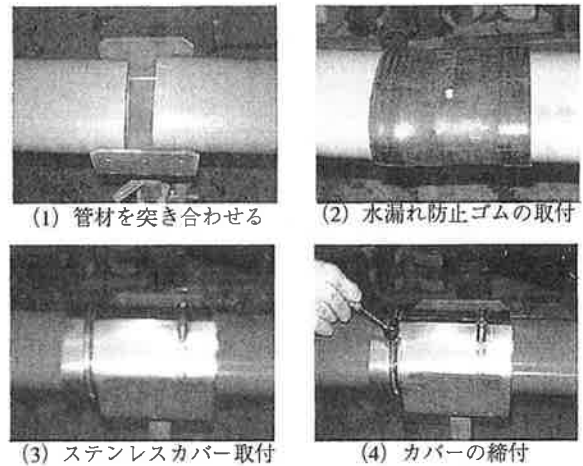


写真4 扁平管接続方法（実験時に撮影）

4.3 施工手順

横引排水管の施工後の設置状況を写真5に示す。また，施工手順を下記に示す。

- イ) スラブ上に排水管位置の墨を出す。
- ロ) 横引排水管を所定の長さで接続する。
- ハ) 排水支持金物を設置し，横引排水管をレーザーレベルで確認しながら，1/100勾配で設置する。
- ニ) 横引排水管に器具排水管を接続し，再度，排水勾配を確認する。



写真5 排水管設置状況

4.4 実施工のまとめ

横引排水管の施工は，ユニット化した管材を3箇所接続したため，管材の接続には30分程度と時間がかからなかった。しかし，SI住宅の考え方により，排水器具から立て管までの床下を転がす距離が長くなったため，1/100排水勾配の設置を確認するのに手間が掛かった。これは，扁平管だけの問題ではなく，当建物の2階においては円形管による施工を行ったが，同様に勾配の確認に時間がかかった。この勾配の設置確認手法については，今後の課題とする。

5. おわりに

平成12年度は、実験により本研究で開発した扁平断面をもつ排水管が、従来の円形管と同等以上の汚物搬送性能を有していることを確認することができた。これにより、床下寸法を低く抑える方法として開発した本システムの有効性を確認することができた。さらに、平成13年度には、RC戸建て住宅に本システムを採用し、施工状況を確認できた。今後は、施工状況の解析により施工要領の確立を行い、実施工物件における汚物搬送確認実験を行う予定である。さらに、本システムに必要な管材および施工方法について検討し、開発を進めていく。

謝 辞

本研究は、シーアイ化成（株）と共同で行ったものである。本研究を進めるにあたり、東京工業大学 名誉教授 神奈川大学工学部 教授 紀谷文樹先生に有益なご助言を賜りました。付して深謝の意を表します。

参考文献

- 1) 小寺定典：KSI住宅対応排水設備の開発研究，都市基盤整備公団 総合研究所 調査研究期報，pp.62-72，2000.8
- 2) 小寺定典・陳玉芳 他2名：SI住宅における横枝管排水性能に関する研究（その1～その3），空気調和・衛生工学会学術講演会論文集，pp.1113-1124，2000.9
- 3) 空気調和・衛生工学会規格：給排水衛生設備規準・同解説（HASS 206-2000），2000年
- 4) 内田健一郎・植野修一 他3名：省スペース排水システムの開発（その1～その2），日本建築学会学術講演梗概集，2001.9

Development of drainage system for Space-saving

K.Uchida, S.Ueno, and A.Izawa

As growing demand for SI-Housing-System, in facility work pipe length from residential drainage branch pipe to stand pipe to is made longer as a necessity, therefor up the height below floor has been needed for drainage gradient. But going up the height below floor entail to go up the height every floor, that has contributed to construction cost up. And so in this study we developed drainage system with curbing height below floor as low as practical as its theme. In this paper we report summary and result of experiment of waste transportation, and verify about possibility of this system.