

旅客トイレの衛生環境改善に関する研究

臭気 駅トイレ 尿石
 ファインバブル

正会員 ○小泉 広視* 正会員 菅井 征樹*
 同 中神 聡*

1. 研究目的

駅旅客トイレの臭気対策は、鉄道施設における重要な課題である。本研究は、臭気の発生源である小便器系のトラップ等に付着する尿石除去と臭気低減についてファインバブル水の有効性について検討することを目的とする。本報では、実証実験によりファインバブル水を用いた尿石除去の確認と臭気低減効果について報告を行う。

2. ファインバブルの概要

ファインバブルとは、ISO で定義されている固有名称のことで、「マイクロバブル」と「ウルトラファインバブル」の総称をいい、100 μm以下の気泡を指す。マイクロバブルは、目視が可能であるのに対し、ウルトラファインバブルは可視光を散乱しないため、肉眼では見えない特徴がある。

ファインバブル発生装置は目的や用途に応じて様々な大きさや形状のものが存在するが、駅トイレでの使用となることを鑑み、本研究では「旅客トイレ小便器付近に設置できること」「電気を介さず、ファインバブルが発生すること」を条件として図 1 (左) に示す発生器を選定した。このファインバブル発生装置の中には、図 1 (右) に示す「発生コア」が納められており、発生コアを通水することで「ベンチュリー効果」が発生しファインバブルとなる。原理は図 2 に示す通り、まずファインバブル発生装置の入口部分の 4 穴に水が流入してねじれを起こし、旋回流を起こすことにより、一定の水圧状態で広い空間に入り、極低圧状態となることで、水に含まれる溶解酸素(気体)が放出されマイクロバブル及びウルトラファインバブルが発生する。

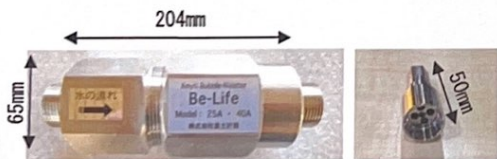


図1 ファインバブル発生装置(左)と発生コア(右)



図2 ベンチュリー効果(イメージ)

3. 試験概要

3-1 試験概要

本研究内では、尿石の除去及び臭気低減についての確認、ファインバブル発生装置の確認を行う。

3-2 フィールドの選定

研究のフィールドは、旅客トイレとしては一般的な規模である 5 連の小便器が設置されている、A 駅を選定した。

図 3 に示すようにファインバブル発生装置を 5 連の小便器への給水管の根本部分、小便器のライニング壁内に設置した。A 駅の小便器系統の給水口径は 25A である。

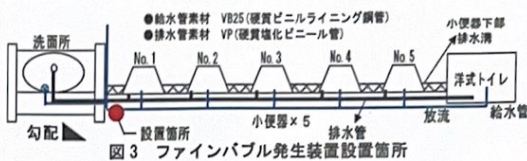


図3 ファインバブル発生装置設置箇所

3-3 現状把握

3-3-1 尿石の付着について

ファインバブル発生装置を設置する前に全ての小便器から直接水を採取し、ファインバブル発生装置取り付け後と数値比較を行えるようにした。まず、ファインバブル発生装置を設置前に、全ての小便器を取り外し、尿石の付着具合の確認及び配管内の臭気測定を行っている。目視、ファイバースコープによる観察の結果、小便器によって差があるものの全ての小便器及び排水管に尿石の付着が見られた。図 4 に示す通り、No. 1 は配管を閉塞させる直前の状態となっており、実際的小便器の通水も良い状態ではなかった。排水管内にも、相当の尿石の付着を確認することができた。尿石の硬度については、水に常時晒されている箇所は軟化している状態で、水が触れない箇所については、配管内部に固着しているものもあった。

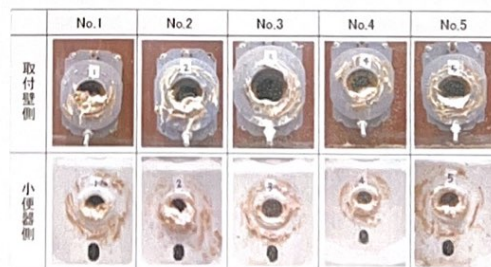


図4 A 駅小便器の現状確認

3-3-2 臭気について

既往研究^{*2)}を参考とし、ガステック社製のガス検知管を用いて「アンモニア」「トリメチルアミン」「硫化水素」「メチルメルカプタン」の4種類の成分について測定をおこなった。硫化水素やメチルメルカプタンについては、主に大便器からの臭気であることがわかっており、小便器からは全て反応がなかった。また、当初は尿素分解反応で発生するアンモニアは検知管で反応し測定できると予想していたのに対し、反応しない結果となった。最後にトリメチルアミンについては、5台の小便器から100ppm超（測定不能）という結果であった（表2）。

表2 臭気測定と測定範囲

成分	臭いイメージ	測定範囲	測定結果
A アンモニア	し尿臭	2.5~1000 ppm	不検出
B トリメチルアミン	魚の腐ったにおい	3.5~100ppm	100ppm以上（測定不能）
C 硫化水素	卵の腐ったにおい	0.5~16.0ppm	不検出
D メチルメルカプタン	タマネギの腐ったにおい	0.25~140ppm	不検出

4 試験結果

4-1 ファインバブルの測定

ファインバブル発生装置を設置後、実際にどれだけの気泡が発生するか確認するため、小便器から水を直接採取し発生数の差を確認した。ファインバブル測定個数を図5に示す。私達が毎日触れている水には、人体に害がなく目に見えないコンタミネーション（不純物）やミネラル分といった一定の成分が入っているため、ファインバブル発生装置の設置前にも個数がカウントされていることが読み取れる。例えばNo.1の小便器については、設置前後で2.03億個/mlのファインバブルが発生しているが、No.2については0.58億個/mlの減となっている（図5）。今回の測定では、小便器5台分併せて8.57億個/mlから16.36億個/mlへ7.79億個/mlの増加がみられ、全体としては、ファインバブルは設置前に比べて1.9倍の数値となった。

4-2 効果の確認

ファインバブル発生装置を設置後55日間、駅旅客トイレを通常使用した状態で稼働させ、尿石に対するファインバブルの効果の確認を行った。事前確認で一番閉塞していたNo.1の小便器については、最も尿石が除去される結果となった。図6に示すように壁側、小便器側ともにファインバブル水が通水した部分から尿石が剥がれ落ちていることが確認できる。また、臭気の測定もあわせて行った。尿石の減少とともに、図7に示すようにそれぞれの小便器においてトリメチルアミンの減少が見られた。当初は上記の通り、全小便器から100ppm以上（測定不能）であったが、フィールド試験後は臭気反応が一番大きい

No.1小便器で30ppmという値を除き他4か所の小便器については、7ppm、3ppm、5ppm、4ppmと一桁代の数値となり、臭気濃度の減少が確認できた。

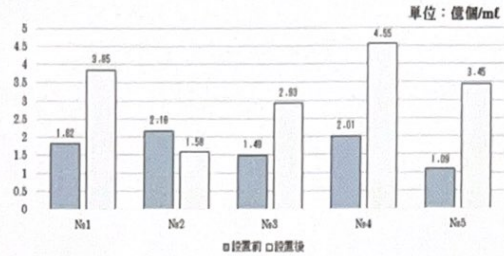


図5 ファインバブル測定個数

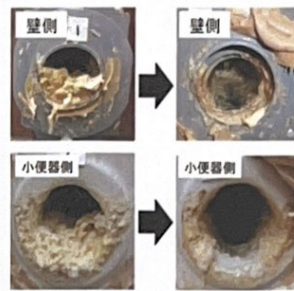


図6 尿石除去の確認

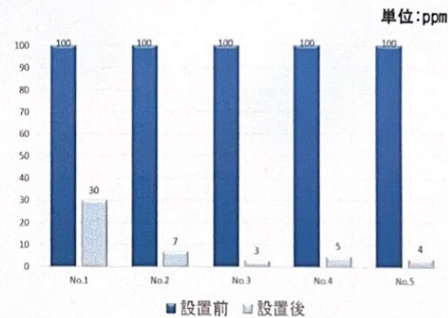


図7 トリメチルアミンの測定

5. まとめ

実験を通じて、ファインバブルには尿石除去をするだけでなく、臭気と直接関係しているトリメチルアミンを抑制する効果を確認することができた。今後は、様々な箇所での施工を行い知見を増やしていく。

参考文献

- 1) 寺坂宏一ほか, 2016年「ファインバブル入門」
- 2) 亀田ほか, 2012年「駅トイレの臭気対策に関する基礎研究」