

寄稿：

病院の連立大便器の清潔感と供用性の検証

EHS&S 研究センター研究アドバイザー 高草木明

Keyword：病院，大便器，故障・不具合，清潔感，修復時間，供用不能性，シャノン線図

1. はじめに

病院内便所に発生する故障・不具合について、某大規模病院（仮称A病院）における保全記録に基づき、故障・不具合の内訳と発生頻度、修復時間を調査した。病院の大便器では、汚物とトイレットペーパーの詰りが多い。これは便所の清潔感と供用性に影響が大きいと考えられる。本稿では、故障・不具合データを用い、連立大便器の詰りと供用不能性^{注1)}への影響の程度を分析し、保全計画のため、また設計と維持管理の改善のための基礎資料とすることを目的とする。

2. 調査概要

調査対象としたA病院は東京にあり、「病院棟」は延床面積75,300m²、地上12階、地下4階、556床の大規模な総合病院である。敷地内に延床面積12,800m²、地上6階の「健康センター」があり、これは人間ドック、健康診断、人間ドック宿泊室、精神神経科が主な用途である。

図1は病院棟各階の大便器台数である。病室階に数が多い。車椅子便所の数を併せて示している。図2は、故

障・不具合データ数の内訳である。保全記録データの観測日数は、病院棟で2,829日、健康センターで2,286日、このうち便所内で故障・不具合が発生した日数は、病院棟では1,771日、健康センターでは1,073日である。

3. 便所内における故障・不具合発生件数

便所内で発生する故障・不具合には、大便器に発生するものが多い。大便器の故障・不具合のうち、利用者に強い不快を与えるのは、詰りと漏水である。図3は病院棟について1日当たり便所内故障・不具合件数および1日当たり大便器の詰りと漏水の度数分布である。ポアソン分布^{注2)}が概ね当てはまる。

大便器詰りの占める割合は顕著に大きい。この中で、トイレットペーパーによる詰りと記された記録が多い。病院棟の保全記録の記述からトイレットペーパーによる詰りと記述されたものを抜き出すと、大便器詰りの61.9%に及ぶ。この件数を階別に図4に示す。トイレットペーパー詰りは、1階に著しく多い。1階は公衆便所化しており、使用者のモラルが低いことが推察される。

病院棟のウォシュレットの階別の故障・不具合件数を

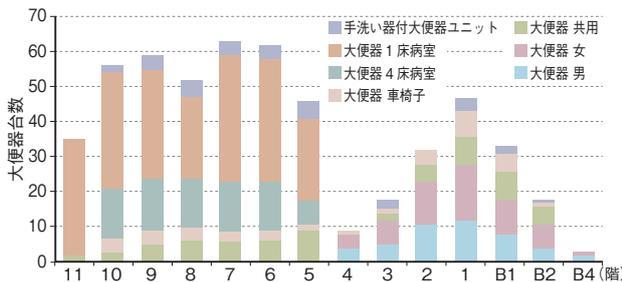


図1 病院棟各階の大便器台数

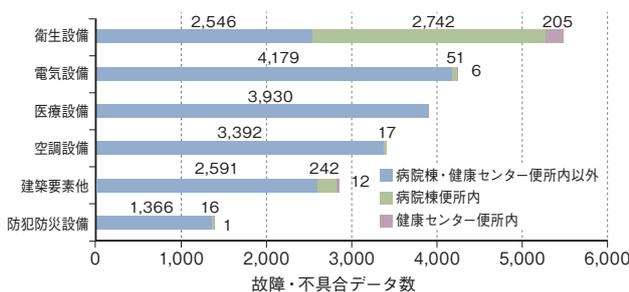


図2 故障・不具合データ数内訳

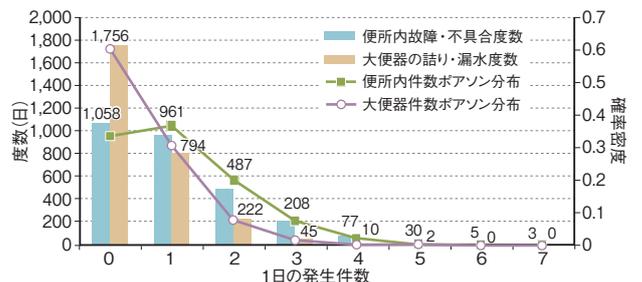


図3 病院棟における1日当たり便所内故障・不具合および大便器の詰り・漏水の発生件数の度数分布

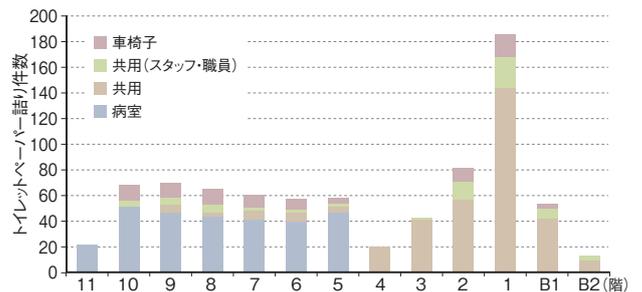


図4 病院棟各階のトイレットペーパー詰り件数

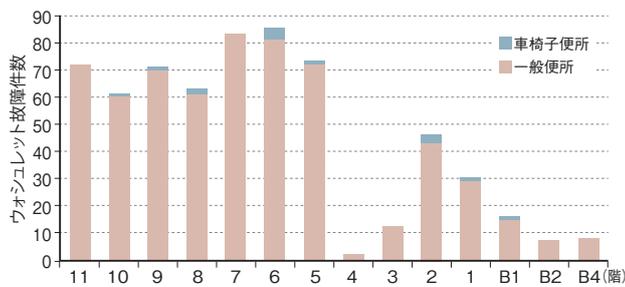


図5 病院棟各階のウォシュレットの故障・不具合件数



図6 病院棟各階の手洗い器・洗面台の故障・不具合件数

図5に示す。図6は手洗い器・洗面台の階別件数である。ウォシュレット、手洗い器・洗面台とも、大便器数は1階より少ないにもかかわらず、2階（外来診療）の便所で故障・不具合が多発している。2階便所は1階よりも使用頻度が高いと考えられる。

4. 便所における故障・不具合の発生個所

病院棟一般便所における故障・不具合の発生個所の内訳を表1に示した。便所内故障・不具合のうち、病院棟大便器に発生したものが一般便所では46%、車椅子便所では49.7%を占める。そのほとんどが詰りと大便器からの漏水である。これが便所の汚いという印象の元凶と考えられる。

5. 事務所ビルの便所との比較

病院の便所の故障・不具合の特異性を明確にするための比較対照を行う目的で、大規模事務所ビル（Bビル）の保全記録における便所に発生した故障・不具合について集計した。Bビルの延床面積とデータ概要および大便器台数は原単位計算のためのデータとして表2に示して

表2 原単位計算データ

病院棟	故障・不具合件数		大便器台数	延床面積 (m ²)	観測日数
	便所内全体	大便器			
病院棟	3,068	1,423	533	75,311	2,829
健康センター	224	91	85	12,793	2,286
事務所Bビル	1,935	1,062	377	142,759	3,910

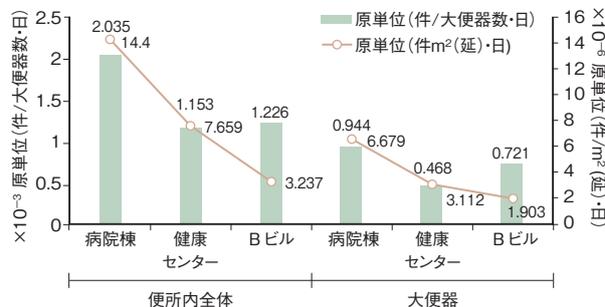


図7 便所内故障・不具合件数と大便器故障・不具合件数の原単位

いる。

図7は表2のようなデータによる便所内故障・不具合件数および大便器故障・不具合件数の原単位比較である。

6. 修復時間

病院棟の便所内に発生する故障・不具合の修復時間を調べると、故障・不具合総件数3,068件の記録のうち、欠陥のあるデータが60件あった。故障・不具合が発生した当日に修復が完了したものが2,817件、1日以上を要したものが191件である。

修復時間をKPI (Key Performance Indicator) の一つとしてみると、これが長期にわたるものが問題である。図8は修復（本復旧）に1日以上を要したものの191件を



図8 修復に要した日数の度数（病院棟）

表1 病院棟の一般便所内に発生した故障・不具合件数の発生個所（一部原因）内訳

大便器 [1,260]	その他 [1,480]				
トイレトペーパー詰り [697]	ウォシュレット [615]	膀胱洗浄装置 [26]	紙コップホルダー [5]	排煙口 [1]	モップ洗い蛇口 [1]
汚物詰り [367]	手洗い器・洗面台 [205]	トイレトペーパーホルダー [25]	表示板 [3]	火災警報発報 [1]	流れ不良 [1]
おむつ詰り [46]	扉 [153]	給水不良 [16]	内視鏡センタ便所自閉扉 [2]	ポータブルトイレ [1]	水温調節 [1]
バリウム詰り [17]	小便器 [50]	煙感知器 [15]	尿流量測定器 [2]	幼児用補助便座 [1]	漏電ブレーカー [1]
その他の不具合 [133]	尿瓶洗浄水栓 [47]	清水器 [13]	トイレ用踏み台 [2]	手すり止め [1]	人感センサー [1]
	水石入れ [39]	便器洗浄器 [12]	建物使用者依頼による点検 [2]	タオルかけ [1]	臭気申告・異常なし [1]
	自動水栓 [39]	換気 [17]	洗面器付収納式大便器 [2]	ステン物入れ [1]	床 [1]
	フラッシュバルブ [37]	採血室採尿室自動ドア [4]	漏水警報 [2]	洗面鉤 [1]	周知：トイレ電球について [1]
	照明 [37]	配管異音 [6]	ペーパータオルボックス [2]	洗浄スイッチ [1]	便所棚 [1]
	採尿棚 [36]	ナースコール [8]		自在栓 [1]	
	水漏れ [34]	壁汚れ [4]		排水溢れ, 異常なし [1]	

表3 修復期間の長い（30日超）便所内故障不具合（病院棟）

発生日	修復日数	対象	現象	対応および長期化原因
2002年5月2日	35	ナースコール	便所のナースコール呼出しができない 呼出し釦不良	呼出し釦の取り替えが必要。メーカーからの呼出し釦の納入待ちによる
2004年1月23日	36	小便器	尿石確認ランプ点灯（コントローラーにエラーコード点滅表示）	給水電磁弁・コントローラーの取り替えが必要。メーカーからの納入待ちによる
2007年11月8日	37	尿瓶洗浄水栓	患者が無理な力を加えて、破損させてしまう恐れがあるため水栓取り外し要望	当日：止水するプラグがないため、入荷次第取り外す。当面止水栓を閉めて使用不可とする。 連絡があり次第復旧させる 11/9：プラグを取り付けて処置。患者退院連絡あり次第元に戻すこととする 12/15：看護師より連絡あり。尿瓶洗浄水栓を取り付け。水漏れなし確認
2007年11月7日	41	尿瓶洗浄水栓	尿瓶洗浄水栓取り外し要望	当日：尿瓶洗浄水栓取り外しプラグ止め実施、患者が退院次第取り付けることとする 12/18：患者退院によりプラグを取り外し、尿瓶洗浄水栓を取り付け
2008年10月3日	41	配管異音	便所内で大きな音がする	当日：現場にて水を流したあと、音は消えてしまいその後再現せず 10/6：再発したため調査したが原因特定できず 10/7：口腔外科部長室上部雑用水配管袋ナット緩みによる漏水発生を増し締めにより処置。 原因を検討、2階低層棟大便器の節水コマを取り外し、経過を観察 10/20：再度、音が発生。ボールタップ2カ所中1カ所を新品と交換し仮処置 10/22：ボールタップを新品と交換して処置。正常動作確認。念のため1週間ほど様子を見る 11/13：ボールタップ交換後、異音なし。報告し完了とする 冷却塔のボールタップ劣化により、チャタリングが発生していたためと考えられる
2005年12月27日	70	温水洗浄便座	温水洗浄便座準備用の洗浄水を止めて欲しいという要望（患者本人が便の状態を見たいため）	当日：温水洗浄便座が使用できなくなることので了承を得た上で、給水・温水用の止水栓を閉める。 病棟から連絡があり次第、元に戻すこととする 3/7：連絡がきたので、給水・温水止水栓を開ける。正常動作を確認する
2004年1月23日	71	小便器	尿石確認ランプ点灯（コントローラーにエラーコード点滅表示）	給水電磁弁・コントローラーの取り替えが必要。メーカーからの納入待ちによる
2003年12月8日	88	大便器	10階空調機械室漏水警報発報	当日：10階病室の大便器付尿瓶洗浄ノズルの水が出っ放しになり、水が床にあふれたため漏水警報が発報。床を拭き、止水栓を閉じる 翌年3/5：患者が退院したので尿瓶洗浄用水の止水栓を開から開にして使用できるようにして終了
2005年3月14日	138	自動ドア（車椅子便所）	自動扉を閉めても照明が消灯しない（警備員が発見）	当日：分電盤内のブレーカから自動扉コントローラーを経由せず照明器具へ配線されている誤配線のため常時点灯と判明。配線を手直し後、コントローラー検査をメーカーへ手配 3/26：メーカー来院、車椅子便所用コントローラーの内部不良のため交換が必要。部品入荷次第交換予定 7/30：メーカー来院、車椅子便所用補助コントローラーを交換し正常化

中心とした度数を示している。特に、30日以上を要したものが9件みられる。これについて表3に保全対応と修復が長期化した理由を示した。多くは病院特有の事情によるものである。

当日に修復を完了した便所内故障・不具合の修復時間の平均は、41分であった。この時分の記録は、故障・不具合の現場での修復のための作業時間であり、申告の電話対応、工具等の準備、設備管理室から現場までの駆けつけに要した時間は含まれていない。

7. 大便器供用性評価

7.1 大便器供用性評価の理論

ある建物の中で便所を使用しようとしたとき、使用者は大便器の状態を知らずに一つを選ぶことが多い。選んだ大便器が汚物で詰まっているか、または漏水して床が濡れているという不快に遭遇することは、その便所の清

潔感の印象にかかわる。また、故障修理などで使える便器が少なくなり、空くの待たねばならないこともある。これらは建物に対する印象を左右する要因であり、建物性能の評価要素の一つである。

詰まりや漏水などの故障・不具合状態にある大便器が便所内に存在する確率と、使用できる大便器がないという事態の発生確率を求める方法を導き、本調査データを使ってその概数を把握する。

図9に示すように、N台の大便器が備えられた便所で、任意の時間に便所に入ったとき、使用中のものがk台であるとする。kは、 $k=0, 1, \dots, N$ の離散確率変数である。なお、使用中でない便器のうち、mは故障・不具合により供用不能な数、また供用可能数はxとする。

便器使用中の平均台数を κ ($0 < \kappa < N$) とする。便所は劇場などのように集中利用形態と、使用率の高い特定の時間帯がない任意利用形態があるが、前者の場合、

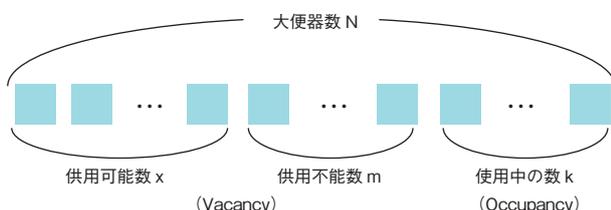


図9 大便器の供用性に関する想定

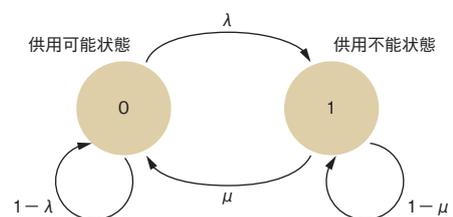


図10 大便器1台の供用性のシャノン線図

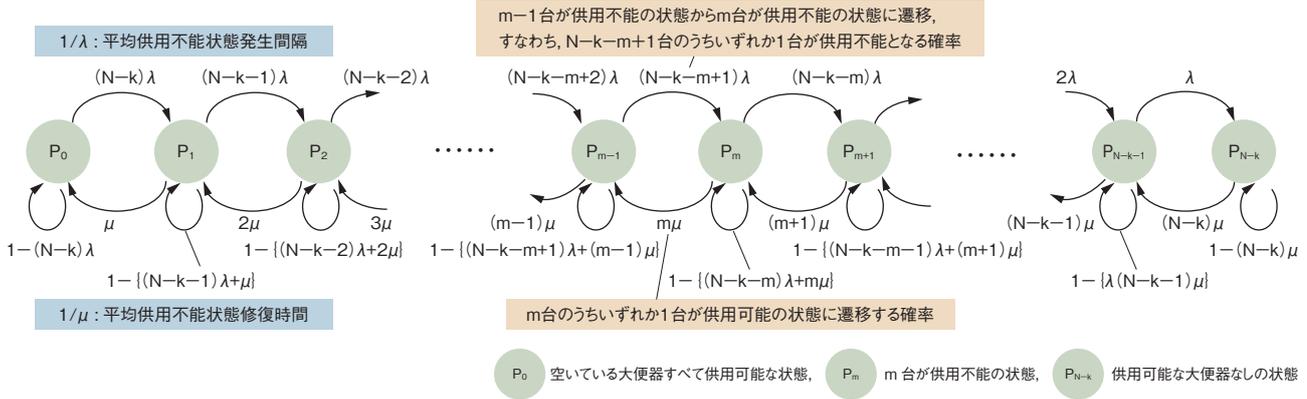


図11 N-k台の便器の供用性についてのシャノン線図

κ は集中使用時間帯とそれ以外とで値を変えればよい。
ここでは病院の便所を任意利用形態と想定して κ の時間変化を考えない。 κ は便所設計の余裕を表す。便所使用在館者数に対して便器が多ければ κ は小さい。

便所に入ったとき使用中の便器台数はパラメータ κ のポアソン分布に従うとして、

$$P_p(k) = (\kappa^k / k!) \exp(-\kappa) \quad \dots(1)$$

とする。 κ は便所の使用状況の観察から求められる。

N-k台の大便器が使用中でない。これらが使われて、詰りなどで供用不能状態となることがある。

図10は1台の便器の供用性のシャノン線図である。供用可能状態①から供用不能率 λ で供用不能状態②に遷移し、また修復率 μ で供用不能状態から供用可能状態に遷移するものとする。設備故障を扱う信頼性工学における故障率(1/MTBF)や修復率(1/MTTR)と同じように扱う。これは故障間隔と修復時間も指数分布に従うことが前提となっている。故障間隔はともかく、修復時間が指数分布という仮定にはやや無理があるが、この前提は信頼性の理論の基礎ともいえる。本稿でもこの前提を受け入れる。

図11はN-k台の便器の供用性についてのシャノン線図である。これについて状態方程式を書くと以下のようになる。

$$\begin{cases} -P_0 \cdot (N-k)\lambda + P_1 \cdot \mu = 0 \\ P_0 \cdot (N-k)\lambda - P_1 \cdot \{(N-k-1)\lambda + \mu\} + P_2 \cdot 2\mu = 0 \\ P_1 \cdot (N-k-1)\lambda - P_2 \cdot \{(N-k-2)\lambda + 2\mu\} + P_3 \cdot 3\mu = 0 \\ P_2 \cdot (N-k-2)\lambda - P_3 \cdot \{(N-k-3)\lambda + 3\mu\} + P_4 \cdot 4\mu = 0 \\ \vdots \\ P_{m-1} \cdot \{(N-k-(m-1))\lambda\} - P_m \cdot \{(N-k-m)\lambda + m\mu\} \\ \quad + P_{m+1} \cdot (m+1)\mu = 0 \\ \vdots \\ P_{N-k-3} \cdot 3\lambda - P_{N-k-2} \cdot \{2\lambda + (N-k-2)\mu\} \\ \quad + P_{N-k-1} \cdot (N-k-1)\mu = 0 \\ P_{N-k-2} \cdot 2\lambda - P_{N-k-1} \cdot \{\lambda + (N-k-1)\mu\} + P_{N-k} \cdot (N-k)\mu = 0 \\ P_{N-k-1} \cdot \lambda - P_{N-k} \cdot (N-k)\mu = 0 \end{cases} \quad \dots(2)$$

P_m は、使用中でないN-k台のうち、m台だけが供用不能状態にある確率である。

この状態方程式の最後のN-k番目の式より、

$$P_{N-k-1} = (\mu / \lambda) (N-k) \cdot P_{N-k} \quad \dots(3)$$

これをN-k-1番目の式に代入すると、

$$P_{N-k-2} = (1/2) (\mu / \lambda)^2 \cdot (N-k) (N-k-1) \cdot P_{N-k} \quad \dots(4)$$

となる。

式(3)(4)をN-k-2番目の式に代入する。

$$\begin{aligned} P_{N-k-3} &= (1/3!) (\mu / \lambda)^3 \cdot (N-k) (N-k-1) (N-k-2) \cdot P_{N-k} \\ &= (1/3!) (\mu / \lambda)^3 \cdot (N-k)! / (N-k-3)! \end{aligned} \quad \dots(5)$$

となる。

同じようにして、

$$P_{N-k-x} = (1/x!) (\mu / \lambda)^x \cdot \{(N-k)! / (N-k-x)!\} \cdot P_{N-k} \quad \dots(6)$$

ここで、 $\rho = \lambda / \mu$ 、 $a_x = (N-k)! / \{x! \cdot (N-k-x)!\}$ とすると、

$$P_{N-k-x} = (1/\rho)^x \cdot a_x \cdot P_{N-k}$$

N-k-x=mより、 $P_m, P_{m-1}, \dots, P_1, P_0$ の式が次のように得られる。

$$\begin{cases} P_m = (1/\rho)^{N-k-m} \cdot a_{N-k-m} \cdot P_{N-k} \\ P_{m-1} = (1/\rho)^{N-k-m+1} \cdot a_{N-k-m+1} \cdot P_{N-k} \\ \vdots \\ P_0 = (1/\rho)^{N-k} \cdot a_{N-k} \cdot P_{N-k} \end{cases} \quad \dots(7)$$

$P_m + P_{m-1} + \dots + P_1 + P_0 = 1$ だから、

$$\sum_{j=N-k-m}^{N-k} \{(1/\rho)^j a_j\} \cdot P_{N-k} = 1$$

よって、

$$P_{N-k} = \frac{1}{\sum_{j=N-k-m}^{N-k} \frac{\rho^j}{a_j}} \quad \dots(8)$$

$\rho \ll 1$ であれば、

$$\rho_{N-k} \doteq a_{N-k} / \rho^{N-k} \quad \dots(9)$$

となる。

よって、式(7)と式(9)より、

$$P_m = \rho^m \cdot (N-k)! / \{(N-k-m)! \cdot m!\} \quad \dots(10)$$

が得られる^{注3)}。

使用中でないN-k台のうち、m台以上(N-k台以下)

が供用不能である確率は次式から求められる。

$$F_m = P_m + P_{m+1} + P_{m+2} \cdots + P_{N-k-1} + P_{N-k} \quad \cdots(11)$$

$F_0=1$ であり、 F_1 は、いずれかの大便器が供用不能状態にある確率である。 ρ が小さければ、式(11)の右辺第2項以降は、第1項に比べ、無視できるほどのごく小さな数値となる。

N 台の大便器のうち、使用中のものがない ($k=0$) 場合の生起確率は、式(1)より、

$$P_p(0) = \exp(-\kappa)$$

であり、このとき供用不能の大便器が存在する確率 F_1 が式(11)より、およびすべての大便器が供用不能である確率 P_N が式(10)より計算できる。

使用中が1台の場合、その生起確率は、

$$P_p(1) = \kappa \exp(-\kappa)$$

であり、供用不能大便器存在確率 F_1 と使用中でない大便器すべてが供用不能である確率 P_{N-k} が求められる。

以降、同様に $P_p(2)$ 、 $P_p(3)$ 、 \cdots と、それぞれの場合の供用不能にかかわる確率が求められる。 $k=N$ であればすべてが使用中であり、詰りなどで供用不能のものはない。

7.2 計算例

本研究での調査対象のうち、大便器数当たりその故障・不具合が最も多い病院棟1階で、一般便所（大便器数6台の場合と3台の場合）を例にとって、このような確率を具体的に計算する。

$\rho (= \lambda / \mu)$ は、次のように定義する。

$$\rho = \frac{\text{大便器故障・不具合修復平均時間}}{\text{1日当たり便所使用時間}} \times \frac{\text{大便器1台当たり1日当たり平均故障・不具合件数}}{\cdots(12)}$$

式(12)の分母の「1日当たり便所使用時間」は、便所が使用されない夜間等の時間を除外した時間である。1階では外来診療受付が始まる8:30から面会時間が終わる19:00までの10.5時間（630分）とする。1階の大便器数は47台である。

表4は、一般便所大便器台数6台の場合の計算条件と供用不能大便器存在確率と大便器供用不能確率の計算結果である。

便器使用中の平均台数 κ は、対象病院における著者らによる1階便所の簡易な実態観察で見当をつけ、大便器台数の1/3と想定した。

観測期間2,829日間において、1階の一般便所で、修理のために大便器が使えなくなる故障・不具合は、大便器（289件）、温水洗浄便座（23件）、扉（14件）、トイレトーパーホルダー（5件）、フラッシュバルブ（2件）、給水不良（1件）の計334件であった。

大便器1台当たり1日当たり平均故障・不具合件数は、0.002512件/台・日である。本格復旧が当日に終わらなかったものが6件あったが、すべてが当日に応急処置がなされ、供用不能となっていない。修復平均時間は27分であった。当日に修復を完了した便所内故障・不具合の修復時間の平均41分に比べて短いのは、ラバーカップで短時間に詰りを解消できる大便器の割合が大きいためである。この場合、 $\rho = 0.000108$ となる。

平均修復時間27分は、メンテナンス員の現場での作業時間である。現実的には駆付け時間等を考慮する必要がある、また大便器の詰りや漏水は、便所使用者に発見されても通報されず長時間放置されることも多い。これらの平均的な時間として1時間を想定し、87分を平均修復時間とする。これを式(9)の分子とすると、 $\rho = 0.000347$ となる。ここでは、この現実的な概数値を使用する。

表4の計算結果では、大便器6台の便所では、6台のうち1台以上使用中でない大便器があり、かつ、いずれか1台以上の大便器に詰りなどの故障・不具合が発生している確率（大便器使用者が詰りなどの生じた大便器に遭遇する可能性のある確率）は、 1.39×10^{-3} 程度であり、使用中でない大便器のすべてに故障・不具合が生じていて、全く供用不能である確率は 1.25×10^{-5} 程度である。6台すべてが使用中である確率は、0.012程度である。

大便器3台の便所では、詰り

表4 大便器供用不能確率（病院棟1階一般便所6台の場合と3台の場合）

1日当たり便所使用時間：630分（8：30～19：00）						
大便器1台当たり1日当たり故障・不具合件数：0.002512件/台・日						
大便器の故障・不具合平均修復時間：87分						
$\rho = 0.000347$						
	使用中の 便器の数 k	左の生起確率 $P_p(k)$	供用不能の大便器が存在する確率 F_1	使用中でない m 台がすべて供用不能である確率 P_m	$P_p(k) \cdot F_1$	$P_p(k) \cdot P_m$
大便器数6台、使用中の平均台数2台の場合	0	1.35E-01	2.08E-03	1.74E-21($m=6$)	2.81E-04	2.36E-22
	1	2.71E-01	1.73E-03	5.02E-18($m=5$)	4.69E-04	1.36E-18
	2	2.71E-01	1.39E-03	1.45E-14($m=4$)	3.75E-04	3.92E-15
	3	1.80E-01	1.04E-03	4.17E-11($m=3$)	1.88E-04	7.53E-12
	4	9.02E-02	6.94E-04	1.20E-07($m=2$)	6.26E-05	1.09E-08
	5	3.61E-02	3.47E-04	3.47E-04($m=1$)	1.25E-05	1.25E-05
	6	1.20E-02	—	—	—	—
計				1.39E-03	1.25E-05	
大便器数3台、使用中の平均台数1台の場合	0	3.68E-01	1.04E-03	4.17E-11($m=3$)	3.83E-04	1.54E-11
	1	3.68E-01	6.94E-04	1.20E-07($m=2$)	2.55E-04	4.43E-08
	2	1.84E-01	3.47E-04	3.47E-04($m=1$)	6.38E-05	6.38E-05
	3	6.13E-02	—	—	—	—
	計				7.01E-04	6.38E-05

などの故障・不具合が発生している大便器が存在する確率は、 7.01×10^{-4} 程度であり、6台の便所の場合より低い。

一方、使用中でない大便器のすべてに故障・不具合が生じていて、全く供用不能である確率は 6.38×10^{-5} 程度で、6台の便所の場合より高い。3台すべてが塞がっている確率は、0.061程度である。

使用中でない大便器が故障・不具合によって供用不能である確率は、 ρ の値に依存する。故障・不具合が発見されたとき、速やかな処理がきわめて重要である。また、詰りなどが放置される時間を計測することは難しいが、実際的な ρ は、この計算例以上に大きいと考えられる。

調査対象の病院のデータに基づき想定した計算例の便所の場合、便所使用者数に対する大便器数の余裕(式(1)のパラメータ κ)、便所使用者のモラル(式(12)の分母)、および保全品質のレベル(式(12)の分子)のため、大便器使用者が詰りなどの生じた大便器に遭遇することはごく少なく、また大便器の故障・不具合同時多発で使用できるものがないという事態は、現実的には、ほぼあり得ないといえよう。

8. むすび

本調査から得られた知見は、類似の病院の保全計画において便所のメンテナンスの負担を推定する際などのベンチマークとして活用されることを期待している。また、故障・不具合頻発箇所は便所の弱点を示唆しているものであり、これを把握することは、設計や維持管理の改善につながると考えられる。

医療従事者はさておき、一般人は他人の排泄物を目にしたくない。建物環境評価において、健康への影響程度で測られる衛生性だけでなく、感覚的な清潔感を加え、その評価方法を確立することは今後の課題にあげられよう。

本稿に示した衛生感を阻害する詰りなどのある大便器に遭遇する確率の計算手法なども、このような課題に通じるものと考えられる。

[注記]

注1) 供用不能性：アンアベイラビリティは、主に動力機器の機能を対象とする信頼性工学においては不稼働率と訳されている。しかし、便所に「稼働」はなじまない。ここではアンアベイラビリティを「供用不能性」とした。定義は信頼性工学の不稼働率などの定義と同じとする

注2) ポアソン分布：単位時間中にランダムに起こるある事象が発生する平均回数を λ とすると、単位時間中にその事象が k 回発生する確率密度 $P(k)$ はポアソン分布に従う。一方、その事象の発生間隔が t 単位時間である確率密度 $P(t)$ は指数分布に従う。ポアソン分布は、単位時間内に事象の起こる確率であり、指数分布は事象の起こる間隔である。同じ事象を別の視点でみていることになる。指数分布の平均は $1/\lambda$ になる。図3の知見は後述の便器の供用可能状態から不能状態への遷移確率の前提として重要である

注3) 式(10)：本稿の原著論文である文献1)では、 $P_0 \gg P_1, P_2, \dots, P_m$ であることから、 $P_0 \approx 1$ として式(10)を導いている。本稿では式(6)以降、全く同じ式(10)を導出しているのであるが、原著論文とは別の展開を示した

[参考文献]

- 1) 高草木明, 須藤美音: 大規模病院の便所に発生する故障・不具合と大便器の供用不能性に関する調査研究, 日本建築学会環境系論文集, No.716, pp.953~962, 2015.10
- 2) 松浦房次郎, 佐々木隆: 空調装置の多重化に関する検討(その2), 空気調和・衛生工学会学術講演会論文集(福岡), pp.85~88, 1978.10
- 3) 三木成彦, 吉川英機: 情報理論, コロナ社, 2000.1
- 4) 平賀慎, 杉田洋, 村川三郎, 近藤貴道: 大学キャンパスの学生評価による清潔性評価手法に関する研究, 日本建築学会計画系論文集, 第616号, pp.153~158, 2007.6



たかくさぎ あきひろ
高草木 明

EHS&S 研究センター研究アドバイザー
建物・設備の保全研究に従事
博士(工学), 技術士(衛生工学), 設備設計一級建築士, SHASE技術フェロー(LCM技術)
2003年日本建築学会賞(論文)受賞
元 NTT建築総合研究所(現 NTTファシリティーズ総合研究所)取締役, 元 東洋大学理工学部建築学科教授
日本学術会議連携会員(第20期, 第21期), 空気調和・衛生工学会理事(第74期, 75期・事業担当), 国土省建築保全業務共通仕様書等の改訂に係る検討委員会委員長(2012年), 災害時のBCP検証法の標準化特別研究委員会委員長・空気調和・衛生工学会(2013~2015年), 災害時のBCP検証手法ガイドライン(同学会第14回功績賞受賞2017年)作成小委員会主査, 2015年日本建築学会賞選考委員・論文部会長などを歴任
(現在, 日本メックス株式会社特別顧問)

Synopsis

Verification of Cleanliness and Serviceability of Toilet Bowls in Hospitals

Akira TAKAKUSAGI

We analyzed a total of 3,292 cases (59.9% of cases involving sanitary facilities) of malfunctions and defects occurring in toilets from maintenance records spanning 2,829 days at a large general hospital (556 beds) and 2,286 days at a health center building.

Toilet bowls (apart from warm-water bidet toilet seats) accounted for 46% of the malfunctions and defects occurring in toilets. Blockage accounted for many of the problems, 61.9% of which were caused by toilet paper.

Looking at the number of incidents of malfunctions and defects on each floor of the hospital building, the number of cases of problems with warm water bidet toilet seats, washbasins and washstands was greater on the second floor, where many outpatient examination rooms are located, than on the first floor, suggesting greater frequency of use of the toilets on the second floor. On the other hand, blockage caused by toilet paper was notably more common on the first floor. It is possible that, in common with public toilets, problems with toilets on the first floor may be related somewhat to the morals of users.

We employed a method of discovering the probability that booths selected by people intending to use toilet basins were in a state of disrepair resulting from blockage, water leakage or other malfunctions or defects and gained an understanding of the existing number of such booths using survey data.

We assumed that, in a toilet with N number of toilet basins, k number of units would be in use when entering the toilet at any time. Note that, of the toilets not in use, m represents the number that cannot be used due to blockage, water leakage, malfunctions or defects. We derived an expression to find the probability that, of the $N - k$ number of toilets, m number of units were unserviceable. We calculated this probability in concrete terms taking 6 and 3 regular toilets as examples.

In these examples, it is likely that incidents of toilet basin users coming across blocked toilet bowls is extremely rare, and there is no problem with cleanliness evaluated from the sensual rather than the physical hygiene standpoint. Moreover, a situation in which a large number of toilet basins cannot be used due to the simultaneous occurrence of a malfunctions or defects is practically impossible in realistic terms.

The hospital targeted by this study is not a special hospital. We hope that the findings obtained of this study will to be used as benchmarks in estimating the burden of toilet maintenance in the maintenance plans of similar hospitals. In addition, parts where malfunctions or defects occur frequently suggest weakness in toilets, an understanding of which may link to improvements in design, maintenance and management.

Medical and care workers aside, people do not wish to see the waste of others. In evaluating building environments, rather than only hygiene measurable by the extent of effects on health, the addition of a sensual sense of cleanliness and establishment of methods for its measurement will probably become issues for consideration. We believe that elements appearing in this report such as methods of calculating the probability of coming across toilet basins blocked by toilet paper, for example, that infringe on the sense of hygiene also relate to the issues under consideration.