

## トイレ洗浄水の流れ解析 —少ない水できれいに流す技術—

研究・開発機関：株式会社LIXIL  
 利用施設：自社設備クラスター PC  
 利用ソフトウェア：ANSYS Fluent、ANSYS HPC Pack

### Before

- 節水型トイレの開発では、便器を試作して水を流し、要求性能を満たさなければ形を修正してまた水を流し、という試行錯誤を何十回と繰り返していました。
- 当然、この方法では長い開発期間がかかるため、効率的な方法が望まれていました。

### After

- 試作実験に代替可能なシミュレータを開発しました。これをトイレの設計に活用することにより、試作回数を減らして数か月の開発期間の短縮ができました。
- 目視では便器の水がたまっているところまでしか見えませんが、シミュレーションによりその先の排水経路での流水状況が把握できるようになりました。

### 背景と目的

「便器は水を流せばきれいになるもの」と当たり前のように考えてしまいましたが、最近ではエコの観点から節水性能への要求が高まっており、流す水の量は、昔の13リットルから今では約3分の1の4～5リットルになっています。

少ない水できれいに流せる製品(水流がぐるりとしっかり回り、まるごと汚れを洗い流すのが理想の洗浄)を作るために、従来の開発方法では、試作して水を流し、要求性能を満たさなければ再び便器の形を修正してまた水を流し、という試行錯誤を何十回と繰り返していました。当然この方法では長い開発期間がかかることから、シミュレーションを使った効率的な設計方法を取り入れました。



図1. 洗浄イメージ



図2. 理想の洗浄方式

### 利用成果

開発設計プロセスに汎用熱流体解析ソフトウェアANSYS Fluentを組み込み、シミュレーションによるトイレ洗浄水の流れ解析を可能としました。

従来の試作実験を繰り返す方法と比べて数か月の開発期間短縮が図れるようになりました。これは、シミュレーションによってある程度の適切な形状ができていたため、試作回数を減らすことができたことと、性能を満たすための調整がわずかで済むことによるもので、大きなコスト削減効果をもたらしています。

シミュレーションの利点としては開発期間短縮とコスト削減の効果が大きいのですが、他にも重要な効果がありました。陶器製の便器は水がたまっているところまでしか目視できないので、その先の排水経路での流水状況が分かりません。一方、シミュレーションでは、内部の流れまで可視化することができます。これがもう一つの大きな効果です。(図4)サイホン方式の便器の洗浄性能を左右する一つが試作実験では見づらい排水経路部位の設計ですが、シミュレーションなら流水状況がすぐに分かり、これまで設計者の勘と経験に頼っていた対策が適切に打てるようになりました。

LIXILには海外のトイレメーカーも傘下に加わっており、そうした企業の技術者とも洗浄技術に関する情報交換を行っています。便器洗浄はアメリカや中国でも共通の課題ですが、海外メーカーには研究機関を持たないところもあり、洗浄技術はLIXILが中心になって進めていく必要があると考えています。さらに、トイレ洗浄水の流れ解析を行うことにより、開発期間短縮など明らかな効果を得られたことで、当社では他の場面でもシミュレーション技術の導入を進めています。

洗浄の次に難しいのが耐久性向上です。例えば便器の蓋にもたれかかる方もおり、長年使用していても容易に壊れないように設計することが重要です。これもかなり厳しい要求性能であり、開発にかかるリードタイムが長くなると考えられます。そこでシミュレーションを用いた強度解析にも取り組んでいます。蓋だけではなく、蓋にもたれかかることによって他の部品にも力が加わるので、50部品以上にわたる統合的な解析になり計算規模が大きくなるため、並列度を高めた計算で高速化する計画を検討しています。

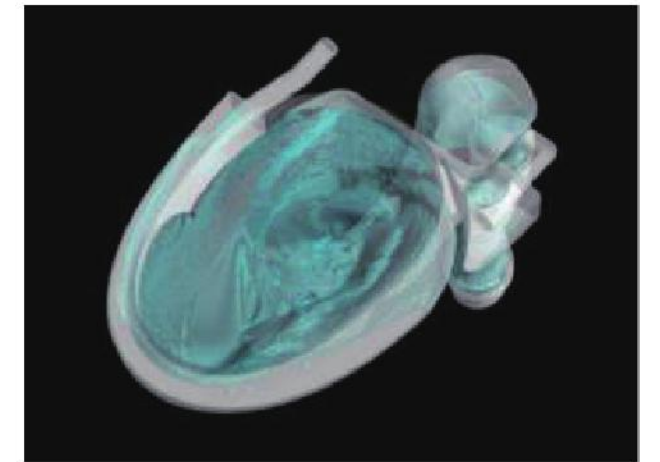


図3. 便器洗浄の計算結果



図4. 便器洗浄の排水経路の水流れ計算結果