

建築エネルギー・環境シミュレーションツール BEST の開発

第 21 報 ソフトウェアテストとケーススタディ

建築エネルギー 建築環境 テスト ケーススタディ BEST

正会員 ○ 丹羽 勝巳*1 同 村上 周三*2
同 石野 久彌*3 同 郡 公子*4
同 久保木 真俊*1

1. はじめに

BEST プログラムのソフト開発においては、従来のエネルギー消費量算出ツールの開発 (例えば、HASP/ACLD/ACSS) に比較して、ソフトの大型化や複雑化のため、ソフトウェアテストの重要度が増している。多機能化や開発途中における機能追加の要請に応えつつ、ソフトウェアの品質を保つためには、開発と並行してテストを実行することが必要となる^{文献1)}。

BEST プログラム開発においては、プログラム作成者によるテストとして、テスト自動化の有力なツールである JUnit を用いた単体テストを行っている。本報においては、その次のステップとして、開発者とは独立したテストチームによるシステムテスト、および、結果的にはソフトウェアテストともなる実建物を対象とした BEST 適用のケーススタディについて紹介する。

BEST のユーザーは、研究者・設計者・施工者・運転管理者など様々な立場のユーザーが存在し、開発者が当初想定していた使い方のみならず、思いがけない使い方をされることが予想される。テストチーム (ここではテスト SWG のことを指す、末尾謝辞参照) はこれらの幅広いユーザーに先駆けて、BEST を様々な種類の実建物に対して、様々な視点で適用して試みることで、BEST 開発の課題を抽出し、ソフトウェアの品質向上につなげることを目標としている。テストチームは、エンジンのアルゴリズムチェックのような深くプログラム内容に係わるようなチェックは行わないが、テスト実施を通して、マニュアルや GUI、用語・単位などの検討を行っている。これらの検討結果は、改善要望としてまとめ、開発チームに伝達することで、BEST はバージョンアップを重ねるごとに改善されている。これらの検討過程についても具体例を挙げて紹介を行う。

2. ソフトウェアテストの状況

2-1 BEST のテスト状況

開発と無縁のクリーンなマシンでテストを実行した。ヒートポンプチラー、蓄熱槽、VAV ユニットなど熱源・二次側空調のモジュールを中心に、システムテストを実施し、システム単位で入出力値のチェックを実施している。さらに、ケーススタディを通して全般的なテストを実施している。表 1 に、連報第 22 報で報告するオフィスビルを対象としたケーススタディの過程で発生した問題点と、その対処についての抜粋を示す。

表 1 ケーススタディを通じたテスト (テストポイントの一例)

発生した問題点	対処
① 庇寸法を記入して建物側の計算を実行したが、「PMV が収束しません」というエラーメッセージが出て、計算が強制終了してしまう。	一時的対処：庇寸法は無視し、全て 0 記入をしたところ、計算が可能になった。 対処：庇を考慮した PMV 計算が可能ないようにプログラムを改変。

② ダクトモジュールに関するエラーメッセージが発生した。	対処：ダクトモジュールのプログラムを改変した。
③ 計算対象とした実ビルは、吸収式冷温水機と内融式の氷蓄熱が並列回路、外融式の氷蓄熱システムが直列で接続されているが、このシステムを現状モジュールの組み合わせでは再現できない	一時的対処：氷蓄熱システムの代わりにダミー熱源として固定条件モジュールを吸収式と並列に結び一時的に対処。(第 22 報システム図参照) 対処：並列熱源と直列熱源の共存については対応未了であるため、今後の検討課題とする。

2-2 BEST の周辺ソフトのテスト状況

BEST 開発の過程において、バージョンアップとともに入力データの形式が変更となり、最新版 BEST においては以前の入力データがそのまま使用できない状況となった。バージョンアップに伴って建物・設備の入力データの継続利用に支障が生じないように、BEST ではデータ変換ソフトが準備されている。

当初、開発側のテストでは、サンプルデータのみで検証された状態であったため、テストチームによる独自データを使った変換テストでは変換失敗の不具合が生じた。即座に開発チームと不具合情報を共有することで、ソフト改善を図った。

3. ケーススタディの目的

テストチームでは、実建物を対象としたケーススタディを、ソフト開発者や研究者の視点ではなく、より多くのユーザーと立場を同じくする設計者や施工者、運転管理者などの実務者の視点に立って、より多数の事例について行うこと目指している。

BEST プログラムに入力するために、実建物をモデル化する過程においては、一般的な建物・設備をどのような精度でモデル化できるか、想定外のシステムをどのようにモデリングすることで適切な計算結果が得られるかなど、入力時の精度に関する検証が可能である。また、入力と計算に実際に必要な日数・人数など、実務的には重要な情報の収集も期待している。

4. ケーススタディの概要

当面のケーススタディは、エネルギー消費や室内環境の実測データが既に得られている運用段階の建物を中心に進めることとしている。BEST のシミュレーション結果と実測結果の比較検証により、計算精度の妥当性の検証も行うこととしている。ビル全体ばかりで無く、サブシステム単体に対しての BEST の適用のケーススタディも現在実施中である (表 5、A ビルの結果を第 22 報に詳述)。

4-1 ケーススタディを通じたプログラム全般への要望

表 2 に代表例を示す。エラーメッセージが理解しづらく計算エラー時の対応が困難であること、計算前の入力データチェック機能を求めるなどの、改善要望が挙げられている。

4-2 ケーススタディを通したGUI・マニュアルへの要望事項
表3、表4に代表例を示す。用語・単位に対する改善要望や、マニュアルの用語解説の充実などの改善要望が挙げられている。

表2 ケーススタディを通したプログラム全般への要望の一例

利便性に関する要望	
①	エラーメッセージが出力されないため、Java 言語を理解している人以外は修正点を見つけるのが容易ではない。 BECS のような簡易なエラーメッセージでも良いので、エラー発見のための表示が欲しい。
②	モジュール同士の接続関係がビジュアル化される (例えば TRNSYS における表示画面) ようになれば、未接続部分を効率良く修正できる。
③	複数選択コピーや複数階にモジュールをペーストするができれば、特に基準階を持つような高層建築での入力が容易になる。
④	別建物で入力したシステムやモジュールを他建物内に複製できるようにすると能率が上がる。複数ファイルを 1 画面で同時に開けるようになると便利である。
⑤	時刻変動スケジュールデータの入りに手間を要するので、デフォルト設定があると良い。
⑥	途中でモジュール名称を変更しても、それ以前の接続情報に名称変更が反映されないことがあり、未接続扱いになってしまう。

表3 GUIの検討(用語・単位の変更要望の一例)

①	GUI における風量、水量のデータ単位は、[g/s] だけでなく、[m³/h]、[L/min] などの、設計・施工者などによって一般的に使われている単位系でも入力できるようにして欲しい。 【バージョンアップで修正済み】
②	プレート熱交換器モジュールの設定画面において、高温側・低温側との表現が使われているが、より一般的な一次側・二次側との表現を併記したり、図解を加えるなど判りやすくして欲しい。【修正予定】

表4 マニュアルの検討(用語解説要望の一例)

番号	用語	マニュアル	初出頁
1	4 次の ルンゲクッタ法	BEST-P 建築プログラムマニュアル	45
2	AFW	BEST-P 建築プログラムマニュアル	4
3	AST	BEST-P 建築プログラムマニュアル	51
4	BECS	BEST-P 操作マニュアル	3
5	BEST-P	BEST-P 建築プログラムマニュアル	4

表5 ケーススタディの概要とシステム・フェーズの一覧表

名称	所在地	規模・用途	概要	熱源・空調システム	対象建物のフェーズ、比較データ	備考
Aビル	東京	14階建、 延床 21,000 m ² 、 事務所	セントラル空調方式の建物を対象とした 衛生・電気を含むビル全体のスタディ	冷温機+氷蓄熱、 VAV空調	運用段階、 室内環境実測結果および用途 別・部位別エネルギー消費量と 比較	第22報に 詳述
Bビル	東京	12階建、 延床 10,000 m ² 、 事務所	個別空調方式の建物を対象とした 衛生・電気を含むビル全体のスタディ	ビル用マルチパッ ケージ空調	施工段階、 他のエネルギーシミュレーシ ョン結果と比較	空調1ゾ ンに 複数室内機
Cビル	群馬	9階建、 延床 6,500 m ² 、 事務所	セントラル空調方式の建物を対象とした 衛生・電気を含むビル全体のスタディ	大温度差水蓄熱、 VAV空調	運用段階、 用途別・部位別エネルギー消費 量と比較	
Dビル	東京	基準階のうち 約 450 m ² 、 事務所	セントラル空調方式を対象とした 空調に関する1テナントについての ビルの一部の部分的なスタディ	DHC(検討対象外)、 VAV空調	運用段階、 室内環境実測結果およびエネ ルギー消費量と比較	

*1 株式会社日建設計

*2 建築研究所 理事長 工博

*3 首都大学東京大学院 名誉教授 工博

*4 宇都宮大学 准教授 工博

*1 Nikken Sekkei Inc.

*2 Chief Executive, Building Research Institute, Dr.eng

*3 Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr.Eng.

*4 Associate Prof., Utsunomiya Univ., Dr.Eng.

6	CASBEE	BEST-P 操作マニュアル	3
7	CEC	BEST-P 操作マニュアル	3
8	Common	BEST-P 操作マニュアル	13
9	EN 12524:2000	BEST-P 建築プログラムマニュアル	59
10	EPW 気象データ	BEST-P 建築プログラムマニュアル	76
11	EPW フォーマット	BEST-P 建築プログラムマニュアル	4
...	...		

5. おわりに

BEST に関するソフトウェアテスト全般とケーススタディの状況について、具体的な検討内容も含めて紹介を行った。

BEST は多様なユーザーを対象としており、その検討対象も電気・空調・衛生など広範囲であることから、開発チームによるテストには限界がある。本報で示すとおり、開発チームとは別な立場でテストを継続的に実施していくことが、BEST のソフトウェアの品質を高いレベルに向上することにつながる。テストチームでは更にメンバーを拡充し、より多くのテストやケーススタディを行うことで、BEST 開発に貢献していきたいと考えている。また、テストチームだけでなく、今後は BEST のユーザーが更に拡大し、そこからの多様な要望に応えるべく BEST 開発が進展していく事で、ますます BEST の利便性・応用範囲が拡大していくものと思われる。

【謝辞】本報は、(財)建築環境・省エネルギー機構内に設置された産官学連携による環境負荷削減のための建築物の総合的なエネルギー消費量算出ツール開発に関する「BEST コンソーシアム」・「BEST 企画委員会(村上周三委員長)」および専門版開発委員会(石野久彌委員長)、行政支援ツール開発委員会(坂本雄三委員長)、テスト SWG(丹羽勝巳主査)の活動成果の一部であり、関係各位に謝意を表するものである。テスト SWG 名簿(順不同)主査：丹羽勝巳(日建設計)、委員：石野久彌(首都大学東京名誉教授)、郡公子(宇都宮大学)、柳井崇(日本設計)、瀧澤博(元鹿島建設)、小池正浩、田村暢茂(以上、竹中工務店)、芦村昌士(安藤建設)、滝澤知史、田中祐輔(以上、三菱地所設計)、大西晴史、阿部有希子(以上、関電工)、松本明弘、久保木真俊(以上、日建設計) 事務局：生稲清久(建築環境・省エネルギー機構)

【文献】丹羽・村上・石野・郡他：外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発 (その7)、ソフトウェアテスト手法、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、2007.9