

BEST - P

衛生設備操作マニュアル

2009 年 6 月

F . 衛生設備操作マニュアル

BEST-P

The BEST Program

1.はじめに	1
1.1 本書の位置づけ	1
1.2 衛生設備プログラムの特徴	1
1.3 BEST 衛生設備プログラムで計算出来るシステム	3
2.BEST 衛生プログラムの使用方法（例題）	5
2.1 プログラムの使用方法（データ入力から計算結果出力までの流れ）	5
2.2 例題システム	8
2.3 各モジュールの計算データの入力	9
2.3.1 衛生器具仕様	9
2.3.2 高置水槽(上水・雑用水)	10
2.3.3 受水槽(上水・雑用水)	10
2.3.4 補給水(上水・雑用水)	11
2.3.5 給水ポンプユニット(上水・雑用水)	11
2.3.6 雨水集水面積	12
2.3.7 雨水貯留槽	13
2.3.8 排水貯留槽(汚水、雑排水、空調ドレン)	14
2.4 計算期間と計算時間間隔	15
2.5 計算結果の出力とグラフ化	15
2.5.1 計算中のグラフ化	15
2.5.2 計算終了後の計算結果のグラフ化	17
3.BEST 衛生プログラムにおける計算方法（解説）	18
3.1 給水負荷計算	18
3.2 衛生器具消費電力計算	18

3.3 高置水槽の水位変動計算	18
3.4 給水ポンプユニットの消費電力計算.....	18
3.6 雨水集水計算.....	20
3.7 雨水貯留槽と雑用水送水計算	20

1.はじめに

1.1 本書の位置づけ

本書は The BEST Program(以下、「BEST」と省略する)全体のユーザーズマニュアルである「BEST-P 操作マニュアル」を補完するもので、「衛生設備プログラム」部分についての解説書である。

1章～2章は「衛生設備プログラム」を日常的に利用するユーザーを対象とした入力方法に関する説明である。「衛生設備プログラム」をより深く理解して高度な活用をしたいユーザーには、3章以降の理論的な資料を参照して頂きたい。

1.2 衛生設備プログラムの特徴

1)給排水衛生システムのシミュレーションツール開発のマクロデザイン

図 1-1 に給排水衛生システムのツール開発の全体像を示す。開発概念と特徴を以下に示す。

(1)給水・給湯負荷パターンにより運用時の給水給湯使用量とエネルギー消費量を一貫して計算
 衛生器具の種類、1人当たり日使用水量、時間負荷パターン、収容人員などを入力することで、時刻別給水給湯負荷パターン、給水・給湯使用量(月間、年間)が算出できるものとする。それらの値と各種給水・給湯システムにおけるポンプ、熱源機等の機器特性データを用いて計算することで、月間・年間のポンプ電力消費量、衛生器具での電力消費量、給湯の電力・ガス消費量を一貫して計算する。

(2)既往の文献値データや研究成果も活用でき、今後も更新が可能

学会の便覧等に定める給水・給湯使用量などの過去の原単位データのみではなく、例えば節水型器具へ変更する場合の水消費量の削減などにも対応でき、データのフレキシブルな入力変更や、更新が可能であるものである。またこれまで用いられてきた定量的原単位データのみではなく、建物用途ごとに各種負荷変動パターンを用意し計算を可能とする。

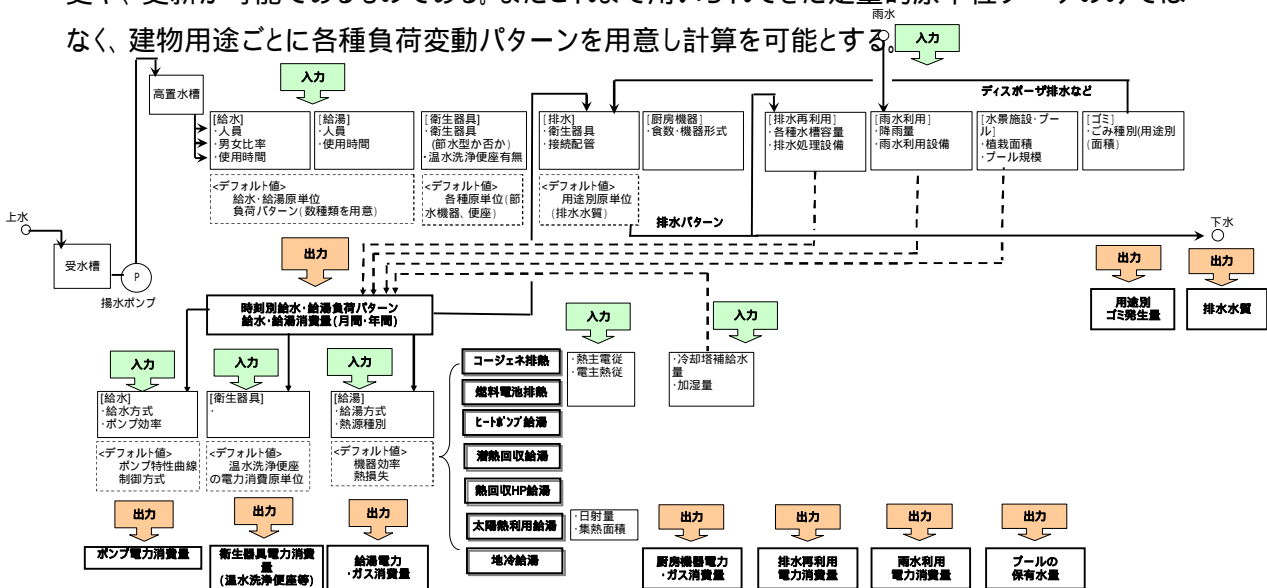


図 1-1 給排水衛生システムのプログラム全体開発フロー

(3)資源量(水使用量・資源量)とエネルギー消費量を同時に算出する

(1)、(2)を考慮し、建物内で消費される水使用量や将来的には、ごみ量(一般廃棄物)などの資源量、給排水設備システムを運転した場合にポンプ、衛生器具、給湯機器システムなどで消費する電力、ガスのエネルギー消費量も算出できるものである。

(4)給水、給湯、雨水利用の各システム計算を一体的に解く

将来的な構想も含め、計算対象システムは給水、給湯、衛生器具、排水、厨房機器、排水再利用、雨水利用、水景施設、プール、ごみ処理などとする。建物側での入力条件は、(1)で述べたものと、その他に BEST 気象データにより降水量や外気温度データを得て各種システムを一体的に計算する。最初は、もっとも基本となる給水、給湯、雨水利用システムの開発から着手した。

(5)建築、空調、電気設備と連成して解く

建物規模は、給排水衛生システムにおける人員規模設定に関連し、配管ルートを選択は給湯システムの熱損失計算に影響する。また、空調用の冷却塔補給水量や加湿給水量、給湯設備におけるコージェネレーションシステムの排熱利用など、給排水衛生システムに関連した事項が多い。

よって、単に給排水衛生システムを他の設備と独立させて計算するのではなく、建築、空調、電気設備と関連部分を連成させて計算できるシステムを備えている。また、雨水利用システムでは降雨量が、太陽熱集熱システムを給湯に用いる場合には日射量データが計算に必要なことになる。これらは、本プロジェクトの一環として整備される豊富な気象データを活用することとする。

1.3 BEST 衛生設備プログラムで計算出来るシステム

現段階の BEST 衛生設備プログラムで計算出来るシステムは、給水システムと雨水利用システムである。この両システムについて、モジュール構成と計算内容について解説する。

1)給水システム

図 1-2 は典型的な例として、高置水槽方式の給水システムにおけるモジュール構成とそのつながり、各モジュールにおける計算内容と出力内容を示したものである。建物全体の給水負荷は、生活に関わる便所・洗面給水負荷を器具別に算出する他、冷却塔補給水や加湿給水など空調システムで生じる給水負荷とも連成する。またシステムによっては雨水利用システムの上水補給水、給湯システムの補給水にも接続される。給水負荷が生じると高置水槽で水位変動が生じ、給水開始水位の設定によるポンプの起動、ポンプの運転に伴う受水槽の水位変動、受水槽への補給水という計算順序にて、計算時間間隔毎に実施し、時刻別の水使用量、水槽やポンプや衛生器具によるエネルギー消費量、水槽の水位変動を同時に算出することが出来る。加圧給水方式の場合には給水ポンプの計算式が変わり、高置水槽モジュールをはずして計算を行う。

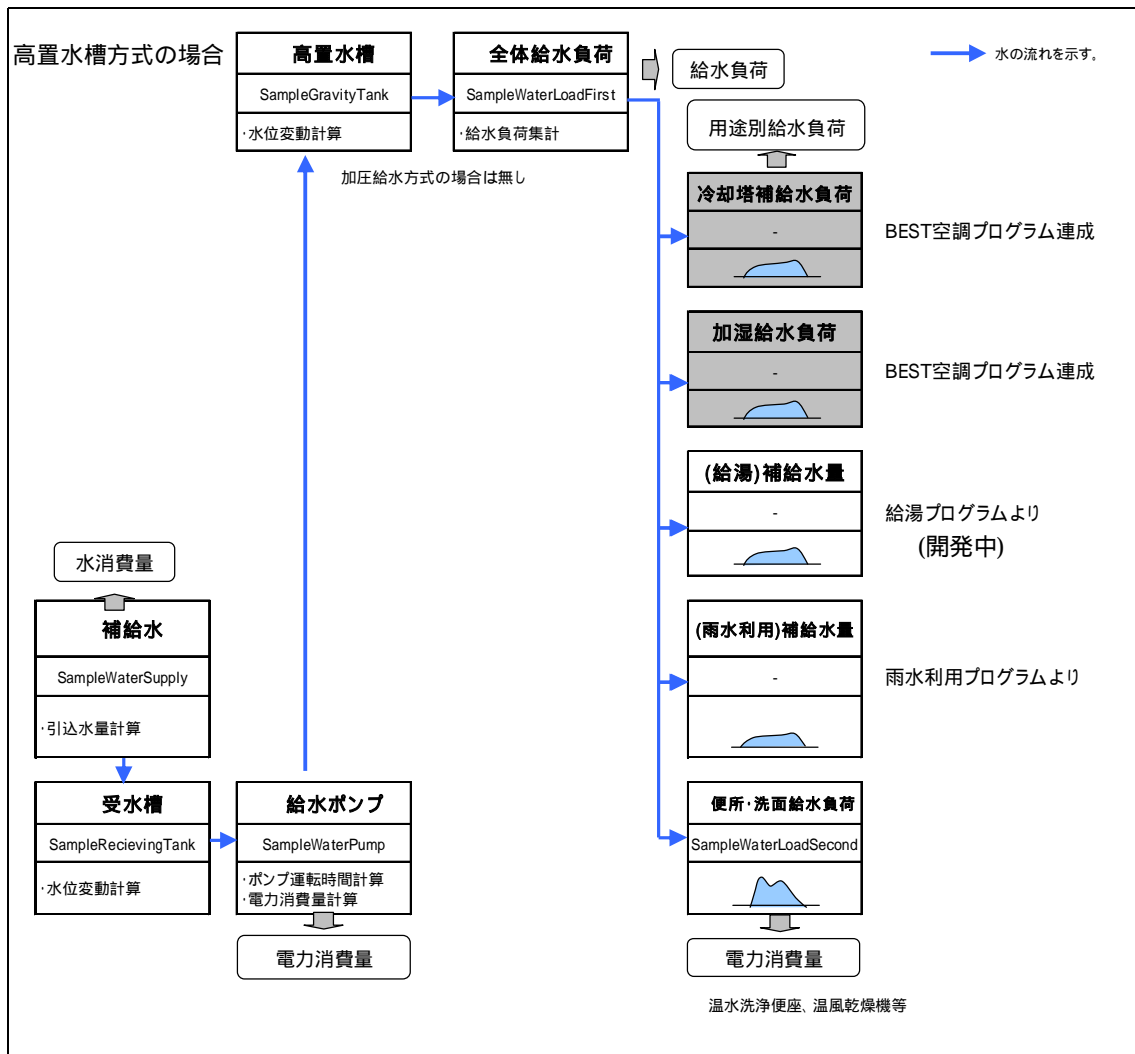


図 1-2 給水システムのモジュール構成と計算の流れ(高置水槽方式の場合)

2) 雨水利用システム

図 1-3 に雨水利用システムのモジュール構成と計算の流れを示す。雨水集水装置を通じて、雨水が雨水貯留槽に流入し、雨水貯留槽の満水時は、雨水遮断装置により屋外の排水枡を通じて排水される。雨水貯留槽の水は、雑用水受水槽の水位が設定した水位以下になると、ろ過ポンプ(送水ポンプ)が起動して雑用水受水槽に流入する。一方、雑用水高置水槽は、雑用水給水負荷(便器洗浄水への利用)によって水位が変動し、設定した水位以下になると雑用水給水ポンプが起動して、雑用水受水槽の水が雑用水高置水槽に揚水される。雑用水給水ポンプから先のモジュールは、図2の給水システムと同じ計算方法を用いる。雑用水給水ポンプは給水ポンプと、雑用水高置水槽は高置水槽と、また、雑用水給水負荷も給水負荷と各々同じモジュールを用いることが可能である。このように同じモジュールを繰り返し使用出来ることもBESTの特徴である。また雨水集水装置で集められる降雨量については、BEST-気象データから降雨データを取得している。

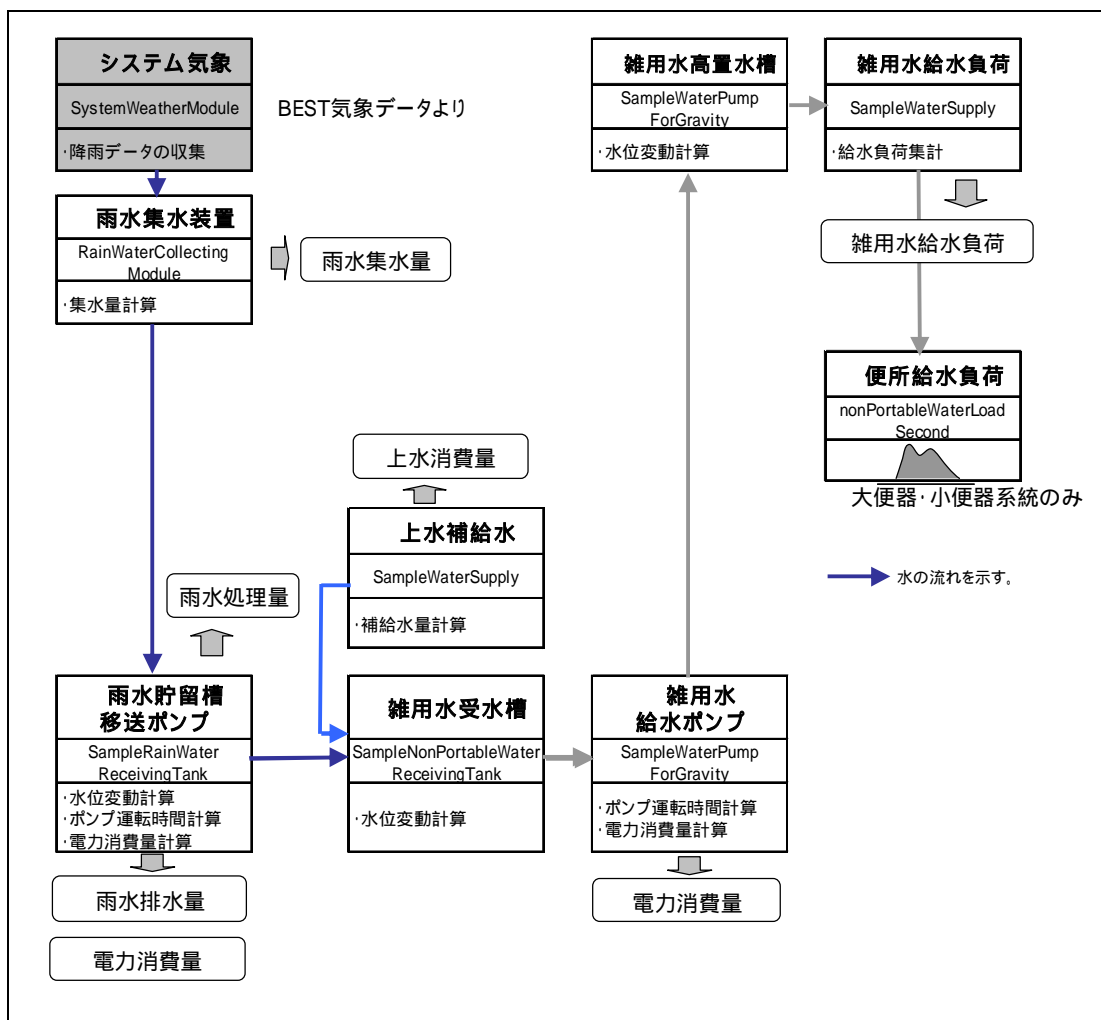


図 1-3 雨水利用システムのモジュール構成と計算の流れ

2.BEST 衛生プログラムの使用方法（例題）

2.1 プログラムの使用方法（データ入力から計算結果出力までの流れ）

ここでは、プログラムに実際にデータを入力する手順について記載する。

- 1)BEST-P プログラムを立ち上げ、メイン画面の「設備」タグ 「テンプレート衛生設備」のフォルダをクリックする図 2-1 の画面が出る。
- 2)このフォルダに各衛生設備関連機器のモジュールがあるので、「2.3 各モジュールの計算データの入力」で解説する入力項目について機器仕様を入力する。

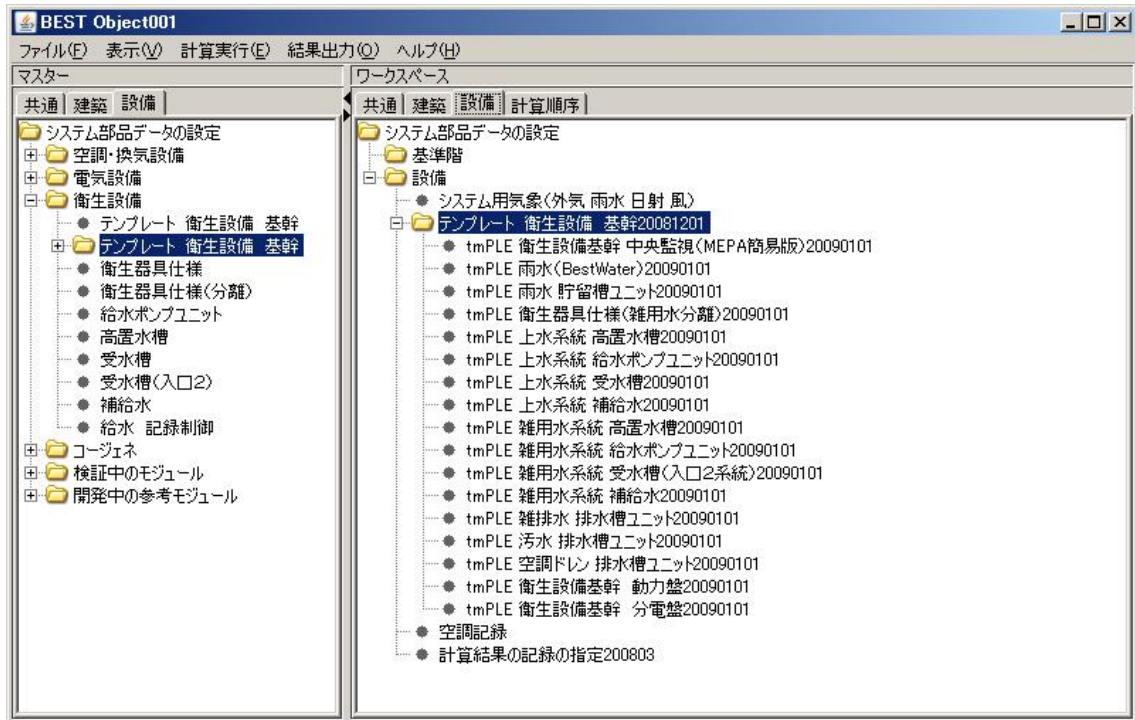


図 2-1 BEST 衛生設備の画面

3)「共通」のタグの「計算範囲」 「計算範囲」をクリックすると図 2-2 の画面が表示されるので、連成計算の設定、計算開始日・計算終了日の設定、計算時間間隔設定が出来る。

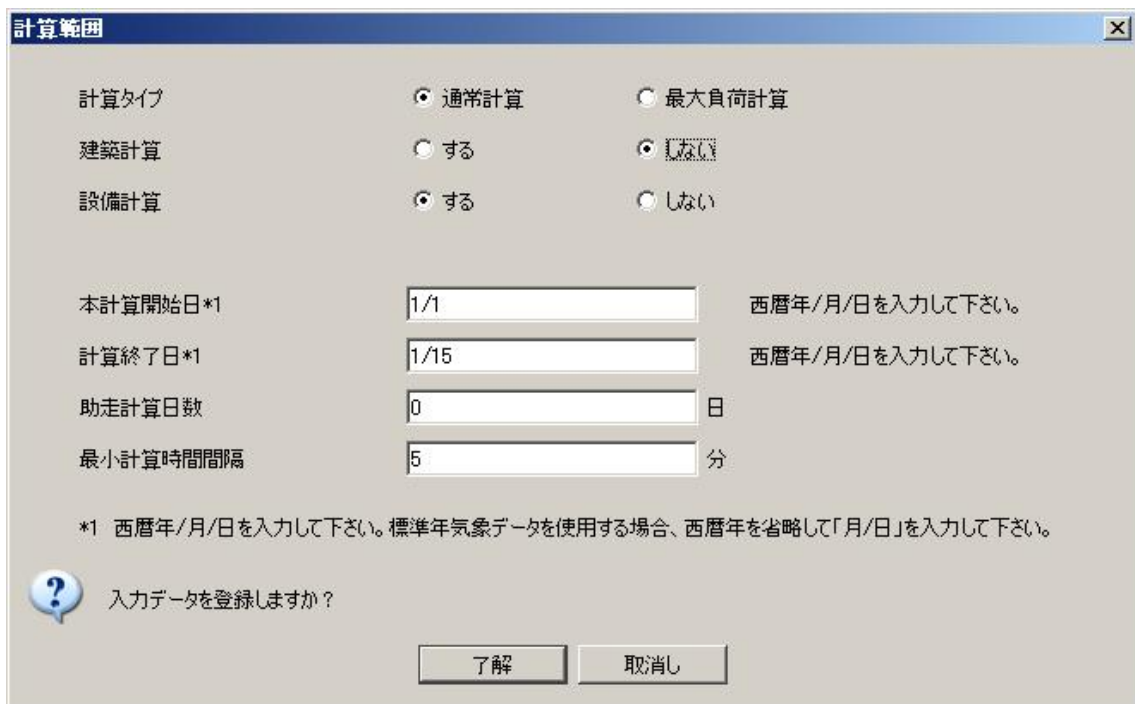
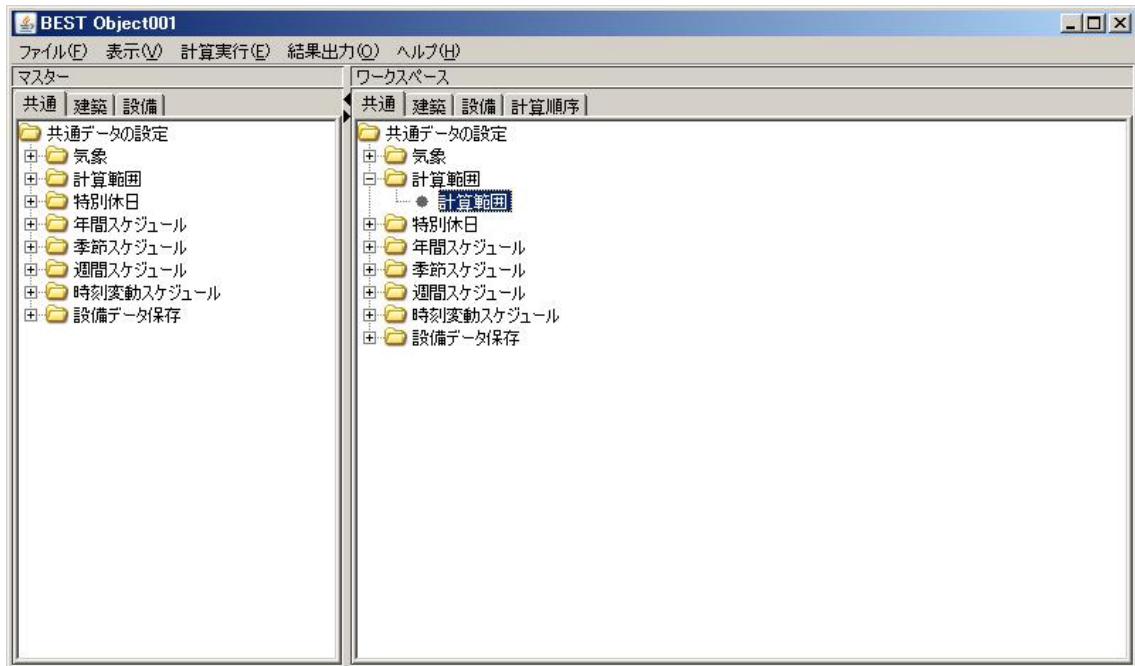


図 2-2 連成計算の設定、計算開始日、計算終了日の設定、算時間間隔設定の画面

4)計算実行(E)の「シミュレーションの実行」を押すと下記図 2-3 の画面となり、計算順序を選択し「了解」を押すと計算が開始される。

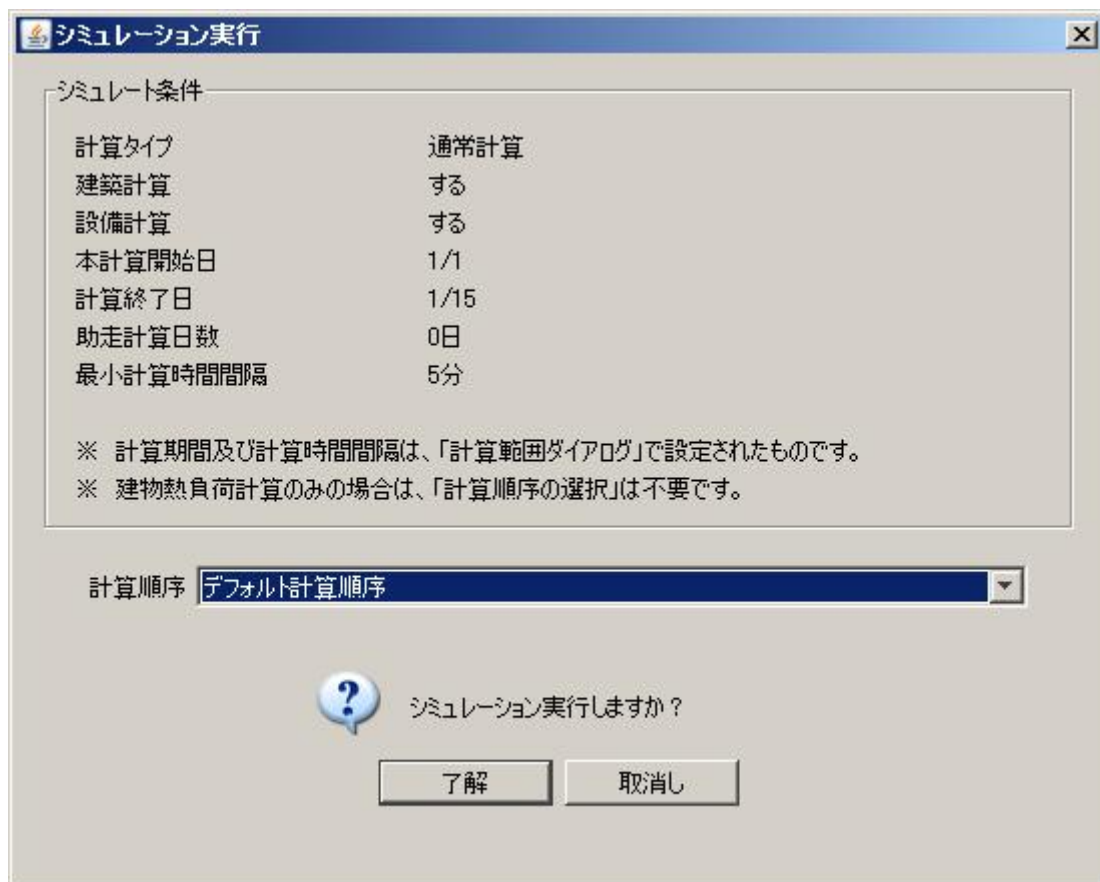


図 2-3 計算順序の選択、シミュレーション実行の画面

2.2 例題システム

本マニュアルでは、図 2-4 に示すような、上水による給水システムと雨水利用を行った雑用水給水システムの2系統給水システムを例題とした入力例を示す。

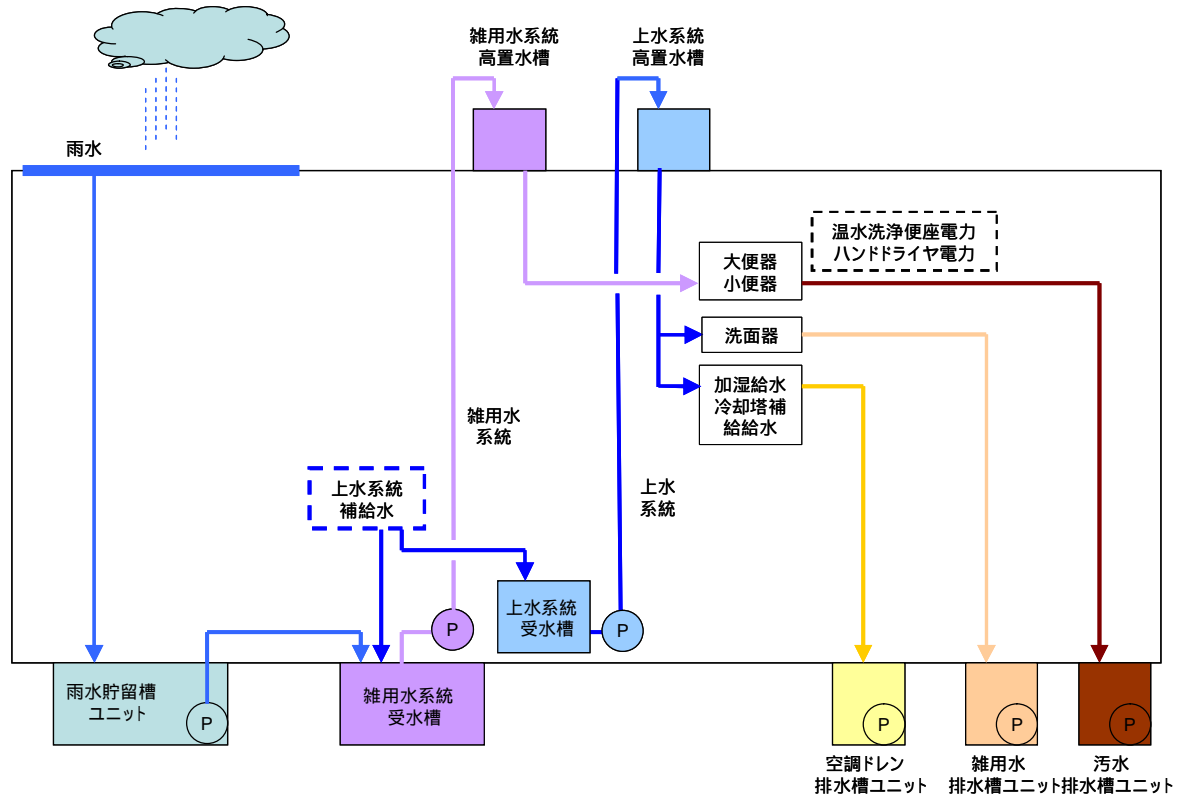


図 2-4 本マニュアルで示す例題システム

2.3 各モジュールの計算データの入力

2.3.1 衛生器具仕様

本モジュールでは給水負荷計算のために必要の入力情報を入力する。

男子人数、女子人数を入力する。この数値は、この数値は給水使用量に影響する。

男子大便器、女子大便器個数を入力する。この数値は大便器温水洗浄便座待機電力に影響する。

大便器、小便器、洗面器の1回あたりの吐水量を入力する。この数値は給水使用量に影響する。標準器具か節水器具かなど衛生器具の仕様を入力することが出来る。

温水洗浄便座使用電力、待機電力、ハンドドライヤー使用電力の回数あたりまたは個数あたりの消費電力を入力する。

記録・グラフ表示について(これは各モジュール共通)

計算中にグラフ表示をする場合には、チェックボタンを入れる。

最大同時表示ステップ数は、グラフ表示中のグラフの横軸の範囲を示す。

計算結果を記録する場合には、チェックボタンを入れる。

tmPLE 衛生器具仕様(雑用水分離)20090101			
名称 tmPLE 衛生器具仕様(雑用水分離)20090101			
男子人数	400	[人]	建物内の男子人員を入力して下さい。
女子人数	200	[人]	建物内の女子人員を入力して下さい。
男子大便器個数	30	[個]	
女子大便器個数	50	[個]	
■ 器具・仕様 ■			
男子大便器	13.0	[L/回]	男子大便器の洗浄水量を入力して下さい。1標準(13L/回)、2節水(8L/回)、3超節水(6L/回)
男子小便器	2.7	[L/回]	女子大便器の洗浄水量を選択して下さい。1標準(2.7L/回)、2節水(1.5L/回)
男子洗面器	0.5	[L/回]	男子小便器の洗浄水量を選択して下さい。1標準(0.5L/回)、2節水(0.32L/回)
女子大便器	13.0	[L/回]	男子洗面器の洗浄水量を選択して下さい。1標準(13L/回)、2節水(8L/回)、3超節水(6L/回)
女子洗面器	0.5	[L/回]	女子洗面器の洗浄水量を選択して下さい。1標準(0.5L/回)、2節水(0.32L/回)
大便器温水洗浄便座使用電力	0.01	[kWh/回]	大便器温水洗浄便座の使用電力を入力して下さい。
大便器温水洗浄便座待機電力	0.0010	[kW]	大便器温水洗浄便座の待機電力を入力して下さい。
ハンドドライヤー使用電力	0.05	[kWh/回]	ハンドドライヤーの使用電力を入力して下さい。
■ 記録・グラフ表示 ■			
グラフを表示する	<input checked="" type="checkbox"/> グラフを表示する	[-]	←グラフを表示するときはチェックしてください
最大同時表示ステップ数	500	[-]	←グラフに同時表示する最大ステップ数を入力します
記録を有効とする	<input checked="" type="checkbox"/> 記録を有効とする	[-]	←このモジュールの記録を有効とするときはチェックしてください

? 入力データを登録しますか?

了解 取消し

2.3.2 高置水槽(上水・雑用水)

本モジュールでは高置水槽方式の給水システムの場合において高置水槽の仕様を入力する。
貯水量を入力する。

高置水槽の水位が低下したときに、給水ポンプから補給を停止する比率、開始する比率を入力する。下図の場合には、貯水量 4m³ に対して、 $4 \times 80\% = 3.2\text{m}^3$ で給水停止、 $4 \times 20\% = 0.8\text{m}^3$ で給水開始となる。

貯水量	4	[m3]	高置水槽容量を入力して下さい。
補給停止水量比	80	[%]	高置水槽への補給停止水量比を入力して下さい。
補給開始水量比	20	[%]	高置水槽への補給開始水量比を入力して下さい。
記録・グラフ表示			
グラフを表示する	<input type="checkbox"/>	グラフを表示する	←グラフを表示するときはチェックしてください
最大同時表示ステップ数	500	[-]	←グラフに同時表示する最大ステップ数を入力します
記録を有効とする	<input type="checkbox"/>	記録を有効とする	←このモジュールの記録を有効とするときはチェックしてください

2.3.3 受水槽(上水・雑用水)

本モジュールでは、給水システムにおいて、受水槽の仕様を入力する。

貯水量を入力する。

受水槽の水位が低下したときに、補給水から補給を停止する比率、開始する比率を入力する。下図の場合には、貯水量 20m³ に対して、上段が上水で $20 \times 70\% = 14\text{m}^3$ で上水補給停止、 $20 \times 30\% = 6\text{m}^3$ で上水補給開始となる。下段が雨水で $20 \times 80\% = 16\text{m}^3$ で雨水補給停止、 $20 \times 20\% = 4\text{m}^3$ で雨水補給開始となる。

貯水量	20	[m3]	受水槽容量を入力して下さい。
上水補給停止水量比	70	[%]	受水槽への上水補給停止水量比を入力して下さい。
上水補給開始水量比	30	[%]	受水槽への上水補給開始水量比を入力して下さい。
雨水補給停止水量比	80	[%]	受水槽への雨水補給停止水量比を入力して下さい。
雨水補給開始水量比	20	[%]	受水槽への雨水補給開始水量比を入力して下さい。
記録・グラフ表示			
グラフを表示する	<input type="checkbox"/>	グラフを表示する	←グラフを表示するときはチェックしてください
最大同時表示ステップ数	500	[-]	←グラフに同時表示する最大ステップ数を入力します
記録を有効とする	<input type="checkbox"/>	記録を有効とする	←このモジュールの記録を有効とするときはチェックしてください

2.3.4 補給水(上水・雑用水)

本モジュールでは、受水槽への補給水量を入力する。

上水補給水量を入力する。

水温を入力(将来的に給湯システムを考慮し水温情報も入力可能となっている。)

tmPLE 雑用水系統 補給水20090101

名称 tmPLE 雑用水系統 補給水20090101

上水補給水量	60	[L/min]	受水槽への上水補給水量を入力して下さい。
水温	12	[°C]	

■記録・グラフ表示■

グラフを表示する	<input type="checkbox"/> グラフを表示する	[-]	←グラフを表示するときはチェックしてください
最大同時表示ステップ数	500	[-]	←グラフに同時表示する最大ステップ数を入力します
記録を有効とする	<input type="checkbox"/> 記録を有効とする	[-]	←このモジュールの記録を有効とするときはチェックしてください

? 入力データを登録しますか?

了解 取消し

2.3.5 給水ポンプユニット(上水・雑用水)

本モジュールでは、給水ポンプの機器仕様を入力する。

給水方式を選択する。(A 高置水槽方式、B 加圧給水方式(吐出圧一定制御)、C 加圧給水方式(推定末端圧力制御)の3種類を選択出来る。

給水方式を変える場合には、別途モジュール間の接続を変更する必要がある。

ポンプ選定給水量、揚程、と電源関連(電気力率、電気相、電気電圧、電気周波数)を入力する。

tmPLE 雑用水系統 給水ポンプユニット20090101

名称 tmPLE 雑用水系統 給水ポンプユニット20090101

給水方式	A	[-]	A高置水槽方式、B加圧給水方式(吐出圧一定制御)、C加圧給水方式(推定末端圧力制御)
------	---	-----	--

■ポンプ仕様■

ポンプ選定給水量	60	[L/min]	
全揚程	800	[kPa]	
実揚程	700	[kPa]	
電気力率	85	[%]	
電気相	3	[-]	
電気電圧	200	[V]	
電気周波数	50	[Hz]	

■記録・グラフ表示■

グラフを表示する	<input type="checkbox"/> グラフを表示する	[-]	←グラフを表示するときはチェックしてください
最大同時表示ステップ数	500	[-]	
記録を有効とする	<input type="checkbox"/> 記録を有効とする	[-]	←このモジュールの記録を有効とするときはチェックしてください

? 入力データを登録しますか?

了解 取消し

2.3.6 雨水集水面積

本モジュールは雨水利用システムを計算する際に必要で、雨水の集水面積、有効面積率を入力する。

雨水集水面積を入力する。

上記のうち雨水利用として有効な面積比率を入力する。例えば屋根面積が 1,000 m²であっても、その半分の 500 m²は屋上緑化で浸透したり、そのまま敷地外に放流される場合にはその比率を入力する。

温度補正 (将来的に水温情報も入力可能となっている。)

tmPLE 雨水(BestWater)20090101

名称 tmPLE 雨水(BestWater)20090101

*この「雨水(BestWater)」部品を使用する時は、「システム用気象(外気 雨水 日射)」部品を、別途登録してください

集水面積 1000 [m2]

有効面積率 90 [%]

温度補正 1 [°C]

■記録・グラフ表示■

グラフを表示する グラフを表示する [-] ←グラフを表示するときはチェックしてください

最大同時表示ステップ数 500 [-]

記録を有効とする 記録を有効とする [-] ←このモジュールの記録を有効とするときはチェックしてください

★接続ノード図を表示する★

? 入力データを登録しますか?

了解 取消し

2.3.7 雨水貯留槽

本モジュールは雨水利用システムを計算する際に必要で、雨水貯留槽容量、雑用水受水槽へ移送するためのポンプ仕様を入力する。

受水槽と同様に、雨水貯留量を入力する。

雨水貯留槽に雨水が溜まっているときに、雨水貯留槽から雑用水受水槽へ移送を開始する比率、停止する比率を入力する。下図の場合には、貯留槽 20m³ に対して移送開始が $20 \times 20\% = 4\text{m}^3$ で、移送停止が $20 \times 100\% = 20\text{m}^3$ となる。

移送ポンプの選定給水量、揚程と電源関連(消費電力、電気力率、電気相、電気電圧、電気周波数)を入力する。ポンプの仕様は定流量の給水ポンプで、給水ポンプユニットのモジュールでは、高置水槽方式の揚水ポンプと同じである。

2.3.8 排水貯留槽(汚水、雑排水、空調ドレン)

建物から排水を一旦排水槽に受けたとして、建物の排水量を計算することが出来る。

本モジュールは排水貯留槽容量、下水道等へ圧送するためのポンプ仕様を入力する。雨水貯留槽モジュールと同じである。

雨水貯留槽と同様に、排水貯留量を入力する。

排水貯留槽に汚水や雑排水が溜まっているときに、排水貯留槽から外部へ圧送を開始する比率、停止する比率を入力する。下図の場合には、貯槽 1m³ に対して移送開始が $1 \times 80\% = 0.8\text{m}^3$ で、移送停止が $1 \times 20\% = 0.2\text{m}^3$ となる。

移送ポンプの選定給水量、揚程と電源関連(消費電力、電気力率、電気相、電気電圧、電気周波数)を入力する。ポンプの仕様は定流量の給水ポンプで、給水ポンプユニットのモジュールでは、高置水槽方式の揚水ポンプと同じである。

項目	値	単位	説明
■排水槽■			
貯水量	1	[m ³]	
送水強制開始水量	80	[%]	←これ以上となるとポンプ排水を開始します
送水停止水量	20	[%]	←これ以下となるとポンプ排水を停止します
■排水ポンプ■			
定格流量	60	[L/min]	←排水ポンプの流量を入力してください
■電動機■			
定格消費電力	1.5	[kW]	
相数	3	[-]	
電圧	200	[V]	
周波数	50	[Hz]	
力率	0.8	[-]	
■記録・グラフ表示■			
グラフを表示する	<input type="checkbox"/>		←グラフを表示するときはチェックしてください
最大同時表示ステップ数	100	[-]	
記録を有効とする	<input type="checkbox"/>		←このモジュールの記録を有効とするときはチェックしてください

★接続ノード図を表示する★

? 入力データを登録しますか?

了解 取消し

2.4 計算期間と計算時間間隔

衛生設備プログラムでは、現在 1 時間間隔の負荷パターンがデフォルトパターン として入力されており、計算時間間隔に応じて給水負荷を按分して計算する。

例えば5分間では、各時刻のデータ×5/60(1/12)、30分間隔では、30/60(1/2)となり、計算時間間隔を 1 時間以内であれば自由に設定出来る。

計算範囲

計算タイプ 通常計算 最大負荷計算

建築計算 する しない

設備計算 する しない

本計算開始日*1 西暦年/月/日を入力して下さい。

計算終了日*1 西暦年/月/日を入力して下さい。

助走計算日数 日

最小計算時間間隔 分

*1 西暦年/月/日を入力して下さい。標準年気象データを使用する場合、西暦年を省略して「月/日」を入力して下さい。

? 入力データを登録しますか?

了解 取消し

時間間隔を指定出来る。

2.5 計算結果の出力とグラフ化

2.5.1 計算中のグラフ化

各モジュール共通で、記録・グラフ表示 のところの「グラフ表示する」をチェックすると計算経過中のグラフを表示することが出来る。給水負荷変動に伴う受水槽の水位変動、雨水の集水状況等を ON-TIME で見ることが出来る。

tmPLE 雑用水系統 受水槽(入口2系統)20090101

名称 tmPLE 雑用水系統 受水槽(入口2系統)20090101

貯水量	<input type="text" value="20"/>	[m3]	受水槽容量を入力して下さい。
上水補給停止水量比	<input type="text" value="70"/>	[%]	受水槽への上水補給停止水量比を入力して下さい。
上水補給開始水量比	<input type="text" value="30"/>	[%]	受水槽への上水補給開始水量比を入力して下さい。
雨水補給停止水量比	<input type="text" value="80"/>	[%]	受水槽への雨水補給停止水量比を入力して下さい。
雨水補給開始水量比	<input type="text" value="20"/>	[%]	受水槽への雨水補給開始水量比を入力して下さい。

■ 記録・グラフ表示

グラフを表示する グラフを表示する [-] ←グラフを表示するときはチェックしてください

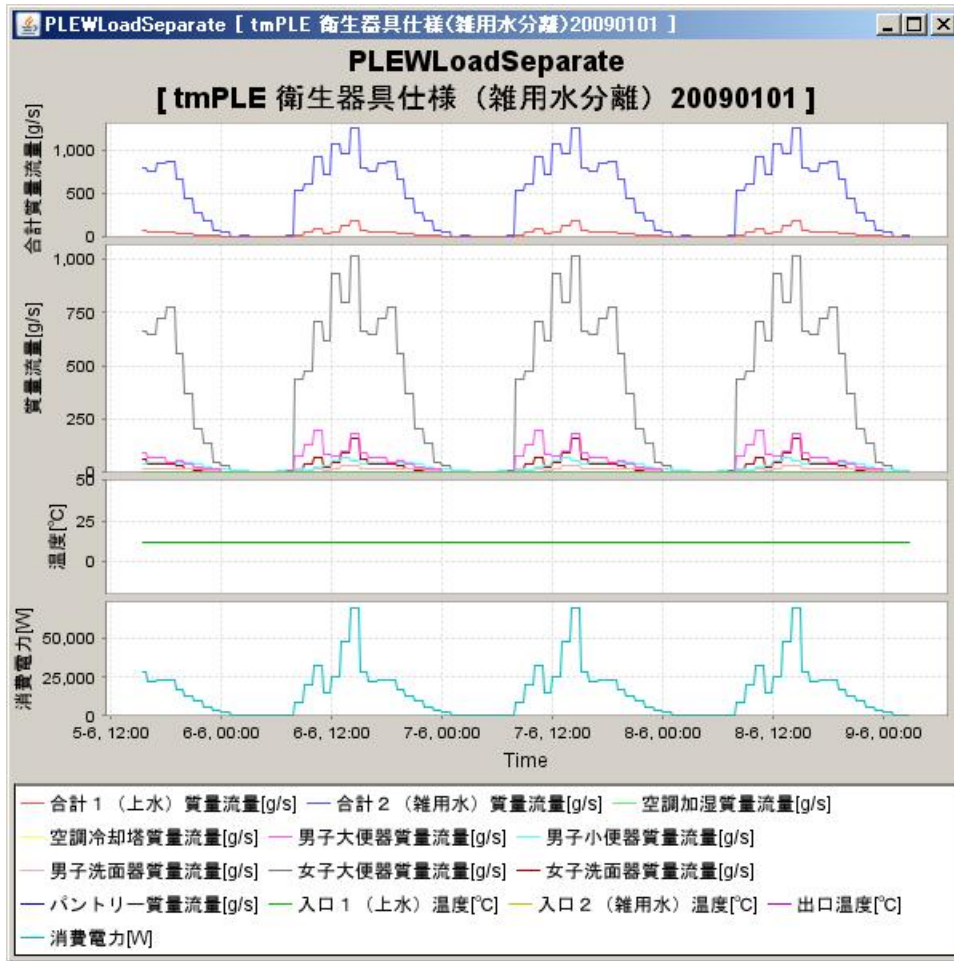
最大同時表示ステップ数 [-] ←グラフに同時表示する最大ステップ数を入力します

記録を有効とする 記録を有効とする [-] ←このモジュールの記録を有効とするときはチェックしてください

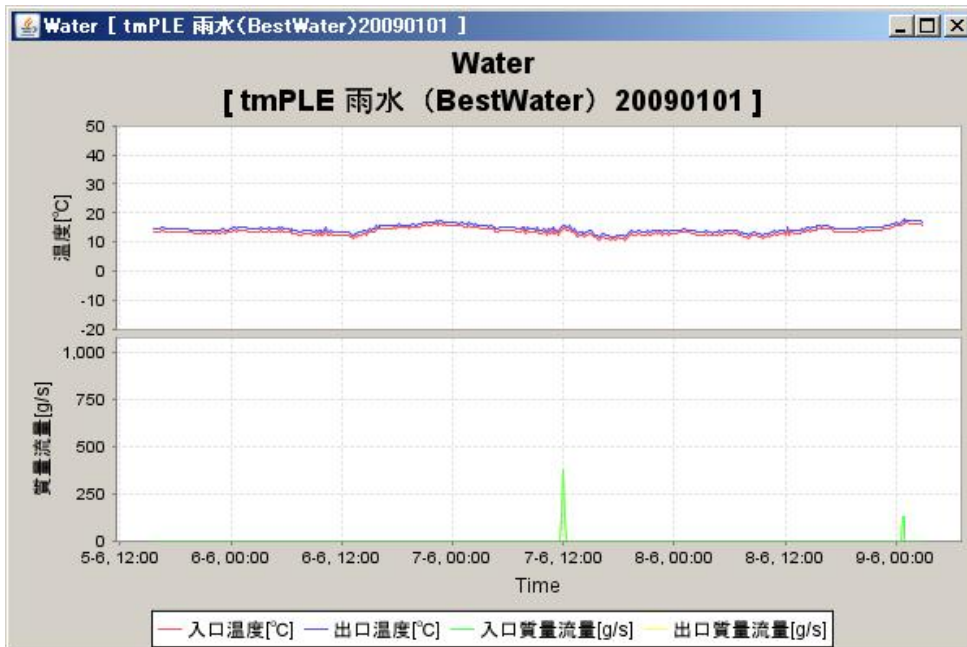
? 入力データを登録しますか?

了解 取消し

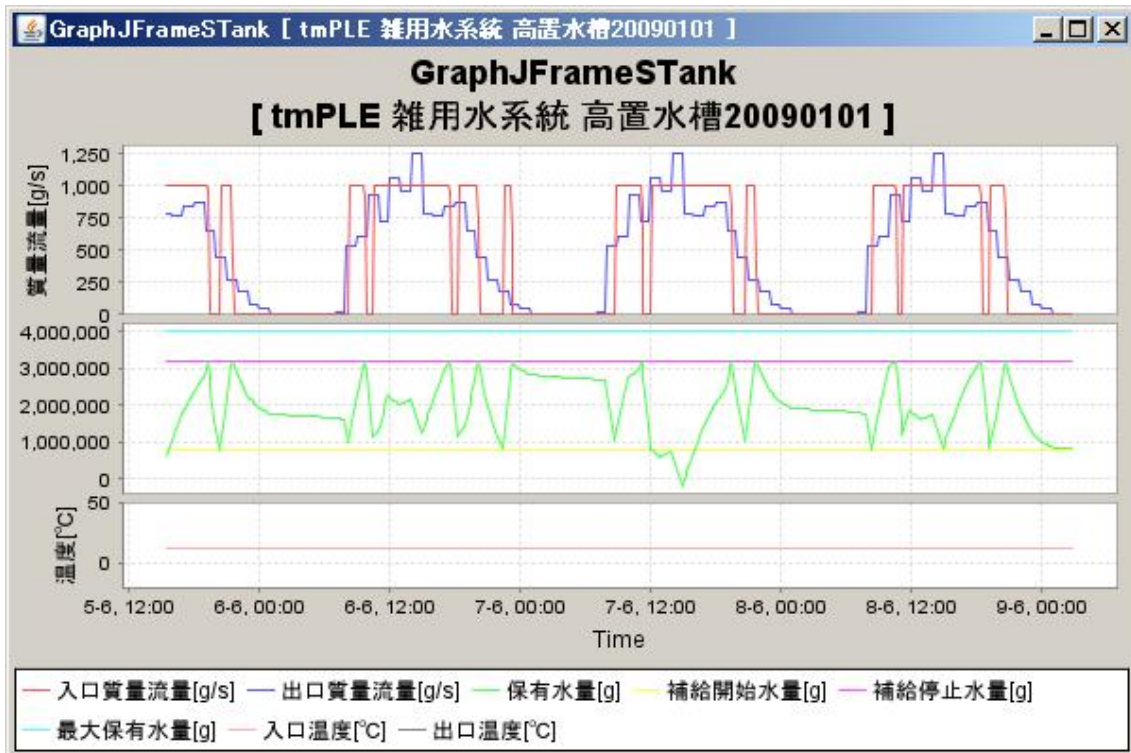
チェック



計算中のグラフの表示例(雑用水給水負荷変動)



計算中のグラフの表示例(雨水集水量)



計算中のグラフの表示例(高置水槽の水位変動)

2.5.2 計算終了後の計算結果のグラフ化

「結果出力(O)」のタグの「結果グラフ出力(G)」または「結果 3D グラフ出力(3)」を選択し、データファイル「best_result_U.csv」を読み込ませ、絞込を選択し、描きたいグラフをデータ選択より選択、データ取得、Y軸項目設定、グラフ表示の手順でグラフを描くことが出来る。

3.BEST 衛生プログラムにおける計算方法（解説）

3.1 給水負荷計算

給水負荷の算定は同じ時間間隔の時刻別、男女器具別の単位時間あたりの使用頻度パターンをユーザーが設定することで計算する。パラメータとしては、使用頻度負荷パターン、1回あたりの器具吐水量、人員といった給水負荷計算で良く使われる要素に分割し、給水負荷 = 使用頻度負荷パターン × 1回あたりの器具吐水量 × 人員で、時刻別の給水負荷パターンを計算している。人員については、建築の基本情報であり、建物用途によっては延床面積や来客数となるなど可変性を意図している。使用頻度パターンについては、幾つかデフォルト値を設定しているが、将来ユーザーの知見や研究により変えることも視野に入れている。1回あたりの器具吐水量をパラメータとしたのは、節水器具による省資源量を計算可能なように反映したものである。

3.2 衛生器具消費電力計算

本プログラムでは衛生器具を使用することで消費される電力消費量の算出代表例として、温水洗浄便座とハンドドライヤーを取り入れた。温水洗浄便座の電力消費量の算定式を以下に示す。温水洗浄便座の使用電力は大便秘器を使用したときの使用頻度パターンにより算定している。

温水洗浄便座の電力消費量

$$= \text{大便秘器温水洗浄便座使用電力(Wh/回)} \times \text{人数} \times \text{大便秘器平均使用回数} \\ + \text{大便秘器温水洗浄便座待機電力(Wh/個)} \times \text{大便秘器個数}$$

ハンドドライヤーの電力消費量の算定式を以下に示す。ハンドドライヤーの使用電力は、洗面器を使用したときの使用頻度パターンにより算定している。

ハンドドライヤーの電力消費量

$$= \text{ハンドドライヤー使用電力(Wh/回)} \times \text{人数} \times \text{洗面器平均使用回数}$$

3.3 高置水槽の水位変動計算

重力式給水方式を計算するために必要なモジュールである。給水負荷が発生すると高置水槽の水位が下がり、ある一定以下の水位(ポンプ起動水位)となると給水ポンプへ起動指令が出され給水される。一度給水を開始すると規定水位(ポンプ停止水位)までポンプが稼動し高置水槽を満水にする。

3.4 給水ポンプユニットの消費電力計算

3種類の給水方式に対応するポンプ電力消費量算出のための計算式を検討した。

高置水槽方式の揚水ポンプ

パラメータは揚水量、全揚程、ポンプ最高効率(規定水量に基づく関数)である。揚水ポンプの電力消費量の算定式は以下に示す。最高効率は出展 1)によるポンプ選定水量の関数で算出される B 効率の近似曲線を用いた。

$$\text{消費電力}(W) = \text{揚水時間}(\text{sec}) \times \frac{(\text{ポンプ選定給水量 } g/\text{sec}) \times \left(\frac{60}{1,000} \text{ L} \cdot \text{min}/g \cdot \text{sec}\right) \times \left(\frac{\text{全揚程Pa}}{10,000}\right)}{6,120 \times \text{最高効率} \times 3,600(\text{sech})} \times 1,000$$

ここに、

$$\begin{aligned} \text{最高効率} = & -0.0145 \times (\log(\text{ポンプ選定給水量 } g/\text{sec}) \times \left(\frac{60}{1,000} \text{ L} \cdot \text{min}/g \cdot \text{sec}\right)^2 \\ & + 0.2682 \times (\text{ポンプ選定給水量 } g/\text{sec}) \times \left(\frac{60}{1,000} \text{ L} \cdot \text{min}/g \cdot \text{sec}\right) - 0.6018 \end{aligned}$$

出展 1) 国土交通省大臣官房官庁営繕部設備・環境課監修 建築設備設計基準 平成 18 年版(社団法人公共建築協会 財団法人全国建設研修センター 出版) P341 図 2-35 渦巻ポンプの B 効率のグラフより作成

加圧給水方式(吐出圧一定制御)の給水ポンプ

パラメータは負荷水量、全揚程、ポンプ最高効率(規定水量に基づく関数)、効率比(定格水量に対する負荷水量の関数)である。加圧給水ポンプの電力消費量の算定式を以下に示す。揚水ポンプの電力消費量算定で用いた最高効率の他、流量比の関数で算出される効率比の近似式を用いた。効率比は出展 2)の近似式を用いた。

ここに、

$$\text{消費電力}(W) = \text{計算時間間隔}(\text{sec}) \times \frac{\left(\frac{\text{要求水量 } g}{\text{計算時間間隔 } \text{sec}}\right) \times \left(\frac{60}{1,000} \text{ L} \cdot \text{min}/g \cdot \text{sec}\right) \times \left(\frac{\text{全揚程 Pa}}{10,000}\right)}{6,120 \times \text{最高効率} \times \text{効率比} \times 3,600(\text{sec/h})} \times 1,000$$

$$\text{流量比} = \frac{\text{合計水負荷}}{\text{ポンプ選定給水量} \times \text{計算時間間隔}}$$

$$\text{効率比} = -1.02073 \times (\text{流量比})^2 + 1.99581 \times (\text{流量比}) + 0.0369718$$

出展 2) 三宅正仁,中尾正善,西岡真稔,鍋島美奈子,「渦巻ポンプの特性近似式」の提案
空気調和・衛生工学会論文集 No.126、2007 年 9 月

加圧給水方式(推定末端圧一定制御)の給水ポンプ

パラメータは負荷水量、全揚程、実揚程、流量比、ポンプ最高効率(規定水量に基づく関数)、効率比(定格水量に対する負荷水量の関数)である。加圧給水ポンプの電力消費量の算定式を以下に示す。全揚程の他実揚程を考慮した計算式とした。

消費電力(W) = 計算時間間隔(sec)

$$\left(\frac{\text{要求水量}g}{\text{計算時間間隔}sec} \right) \times \frac{60}{1,000} L \cdot \text{min}/g \cdot \text{sec} \times \left(\frac{(\text{流量比})^2 \times (\text{全揚程} - \text{実揚程}) + (\text{実揚程})}{10,000} \right) \times 1,000$$

$$\times \frac{1}{6,120 \times \text{最高効率} \times \text{効率比} \times 3,600(\text{sec}/h)}$$

給水ポンプは汎用ポンプモジュールとして定義され、水槽等から起動指令に基づく ON/OFF 運転を行い、運転時間と送水量により計算時間間隔での電力消費量を算出する。

3.5 受水槽の水位変動計算

受水槽を持つ給水方式を計算するために必要なモジュールである。給水ポンプにより負荷側に給水されると受水槽の水位が下がり、ある一定の水位(補給水起動水位)となると補給水へ指令が出され給水される。一度給水を開始すると規定水位(停止水位)まで受水槽を満水にする。

3.6 雨水集水計算

BEST-気象から降雨データを取得するとともに、指定された計算時間間隔に変換する。

屋上から雨水を集水し、雨水貯留槽へ流入させる役割を持つ。雨水貯留槽の貯水量が一定以上の場合には、降雨した雨水がオーバーフローして、その雨水排水量が記録される。なおデフォルト設定では、降水量の流出係数を 0.9、屋上からの流達時間(時間遅れ)を計算時間間隔の値としている。雨水集水量は、次の式により求められる。

$$\text{雨水集水量}[g] = \text{集水面積}[m^2] \times \text{降雨量}[mm] \times \text{流出係数}/1000000$$

3.7 雨水貯留槽と雑用水送水計算

雨水貯留槽の貯水量がある場合、ろ過ポンプの要求水量に応じて貯水量が減少する。その水量が設定した雨水補給開始水量(起動水量)以下であれば、雨水集水装置から雨水が流入する。また、雨水補給停止水量より多くなった場合には、雨水集水装置からの雨水の流入が停止する。

雨水送水ポンプ及び水処理装置の形式として、1)砂ろ過ユニット(渦巻ポンプ)と滅菌装置、2)水中ポンプ、ストレーナー、滅菌装置の2つの方式を想定しているが、ここでは、1)の方式を用いている。これらは、雑用水受水槽からの起動または停止命令に連動して動作し、高置水槽方式の揚水ポンプと同様の式で、ろ過ポンプの電力消費量は、次式に従って算出される。

$$\text{消費電力} = \text{揚水時間} \times \{ (\text{ろ過ポンプ選定給水量} \times 1000/60 \times \text{全揚程}) / (6120 \times \text{最高効率}) \}$$

ここに、

$$\text{最高効率} = -0.0145 \times (\log(\text{ろ過ポンプ選定給水量 } g/sec) \times \frac{60}{1,000} L \cdot \text{min}/g \cdot \text{sec})^2$$

$$+ 0.2682 \times (\text{ろ過ポンプ選定給水量 } g/sec) \times \frac{60}{1,000} L \cdot \text{min}/g \cdot \text{sec} - 0.6018$$

20

以上