

5章 オールステンレス配管システムのLCC等評価

長寿命ステンレス配管のLC評価

5.1 目的

ステンレスは、金属としての高耐食性をもつ金属であり、長寿命にすることが可能である。また、流量係数が大きいため、流体を搬送する動力を小さくできる省エネ性も期待できる。

長寿命ステンレス配管を使用することは、資源の節約、経済性、温暖化ガスの減少などに節約することが可能である。

一方で、配管の長寿命化を、システム全体として実現するためには、ステンレス配管の継手やバルブなどで使用される樹脂系の材料の寿命を考慮する必要があり、それらの交換を考慮したシステムとする必要がある。

この章では、集合住宅をモデルに、ステンレス配管の長寿命を生かした、継手やバルブの交換スケジュールを立案し、経済性と地球環境に配慮したステンレス配管システムについてライフサイクルコスト（LCC）及びライフサイクルCO₂（LCCO₂）評価を行い、検討をおこなう。

5.2 評価対象

5.2.1 評価建物と設備

(1) 建築タイプ

社会ストックの影響の大きい集合住宅を対象として選択する。

モデル建物は以下の3タイプとする。

タイプA 200戸 20戸×10F L（11階・地下1階）

タイプB 300戸 20戸×15F L（16階・地下1階）

タイプC 200戸 10戸×30F L（31階・地下1階）

(2) 対象とする設備

各建物において、対象とする設備項目と仕様を、表 5.2-1 に、その対象とした設備図を図 5.2-1～図 5.2-12 に示す。

表 5-2-1 設備項目と仕様

タイプ A		
給水設備	受水槽・ポンプ直送方式	
排水通気設備	特殊排水継手方式	
消火設備 屋内消火栓設備 連結送水管 スプリンクラ設備	全フロア 3F 以上 11FL	
タイプ B		
給水設備	受水槽・ポンプ直送方式	
排水通気設備	特殊排水継手方式	
消火設備 屋内消火栓設備 連結送水管 スプリンクラ設備	全フロア 3F 以上 11FL 以上	
タイプ C		
給水設備	受水槽 ポンプ直送方式（上階と下階の 2 系統）	
排水通気設備	特殊排水継手方式	
消火設備 屋内消火栓設備 連結送水管 スプリンクラ設備	全フロア 3F 以上 11FL 以上	
給水設備	受水槽・ポンプ直送方式	
排水通気設備	特殊排水継手方式	
消火設備 屋内消火栓設備 連結送水管 スプリンクラ設備	B1F～10F 3F 以上 11FL 以上、上階と下階の 2 系統。 上階系統にはブースタポンプ設置。	

各モデルとも、給水設備方式は ポンプ直送方式とし、地下に受水槽を設ける。
 タイプ C の給水設備は、ポンプの消費電力の低減のため、高層と低層にわける。
 消火設備は 11 階以上では、スプリンクラ設備が必要になる。タイプ C では、連結送水およびスプリンクラの高層階への供給は補助水槽およびブースタポンプを 15 階に設置して供給することとする。

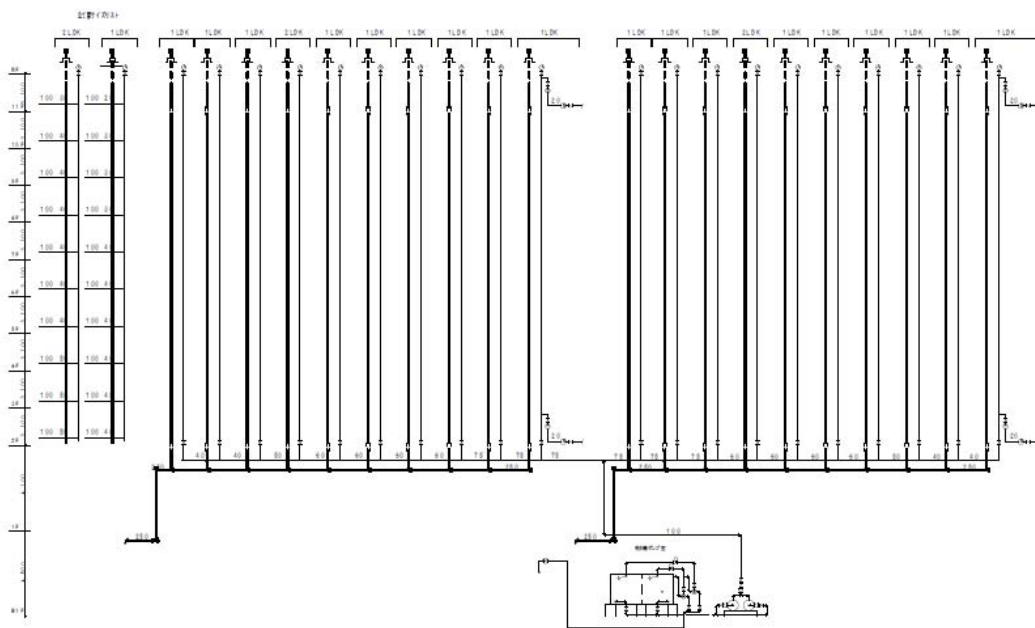


図 5.2-1 タイプ A 給排水設備系統図

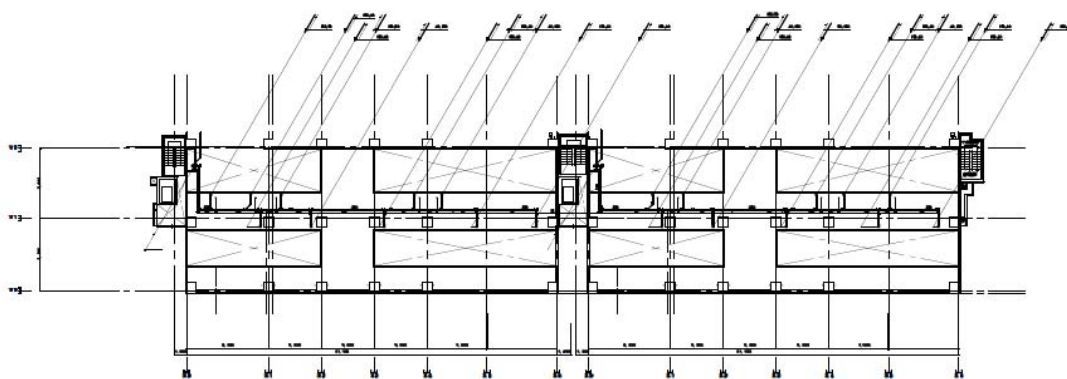


図 5.2-2 タイプ A 給排水設備平面図 (1F 天井)

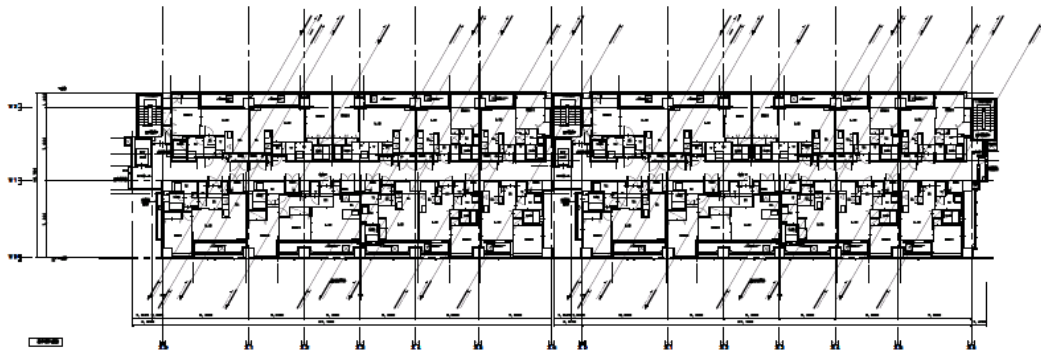


図 5.2-3 タイプ A 給排水設備平面図 (基準階)

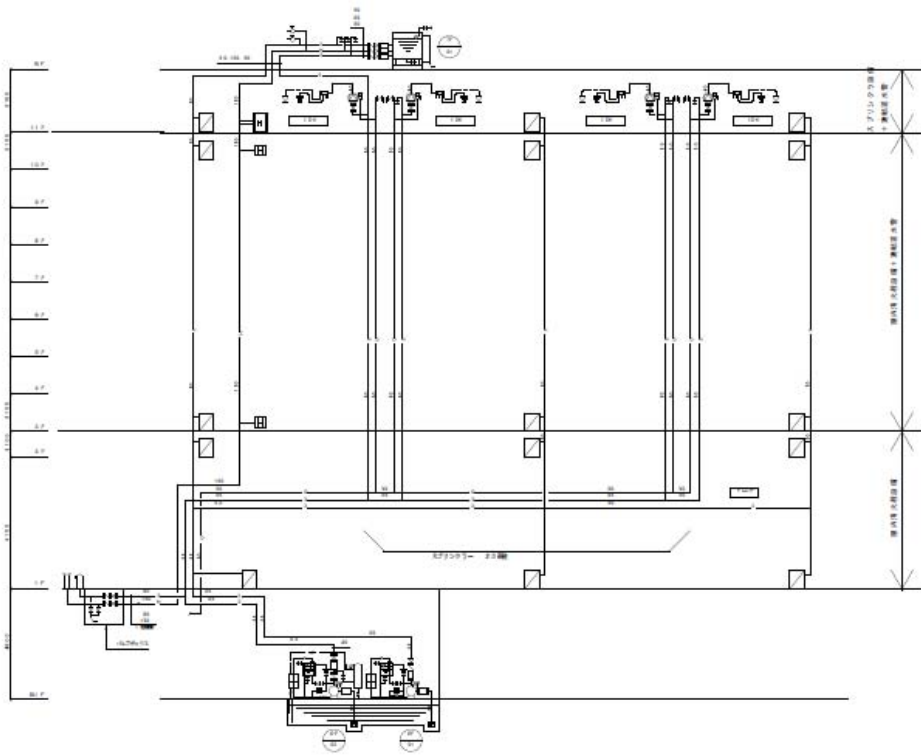


図 5.2-4 タイプ A 消火設備系統図

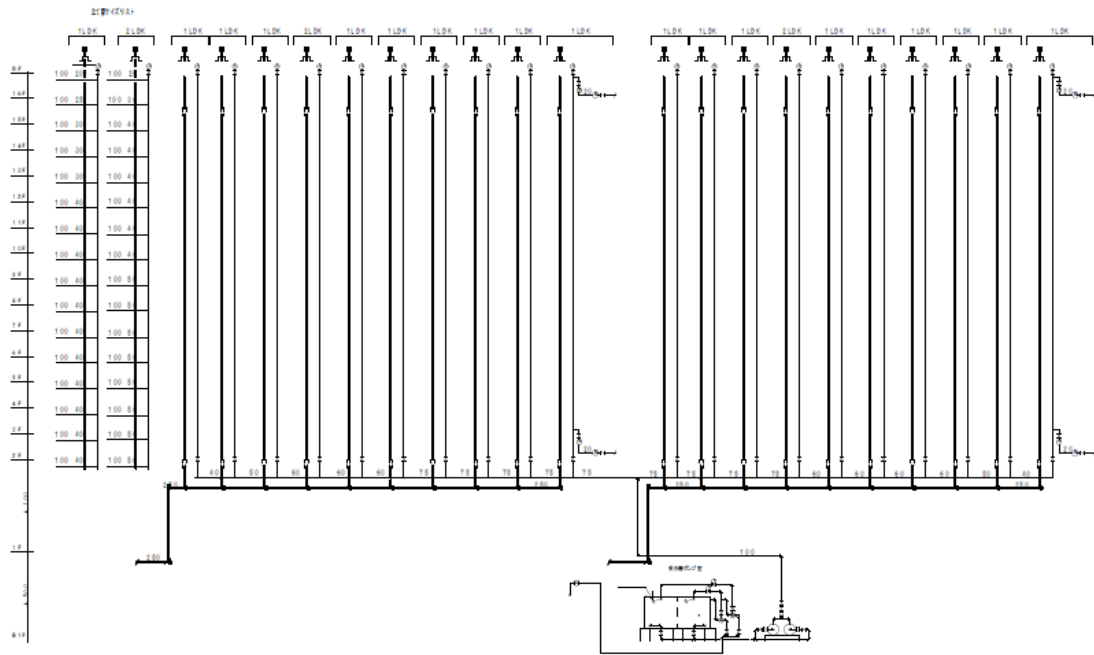


図 5.2-5 タイプ B 給排水設備系統図

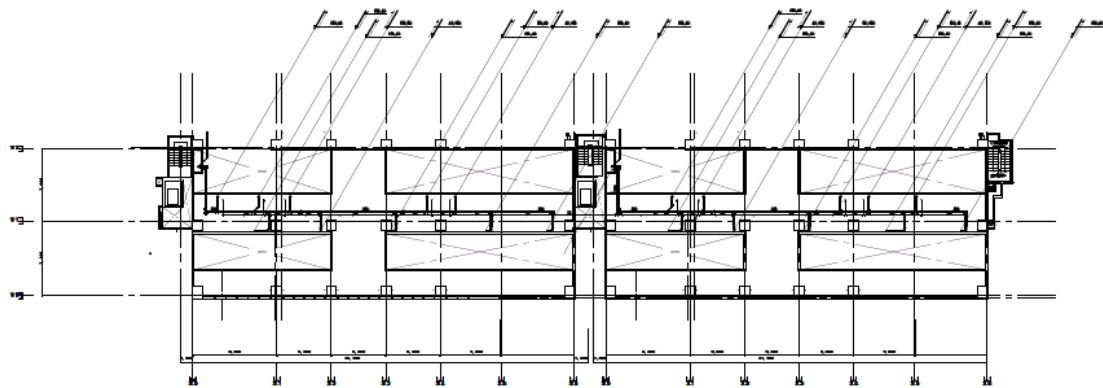


図 5.2-6 タイプ B 給排水設備平面図 (1F 天井)

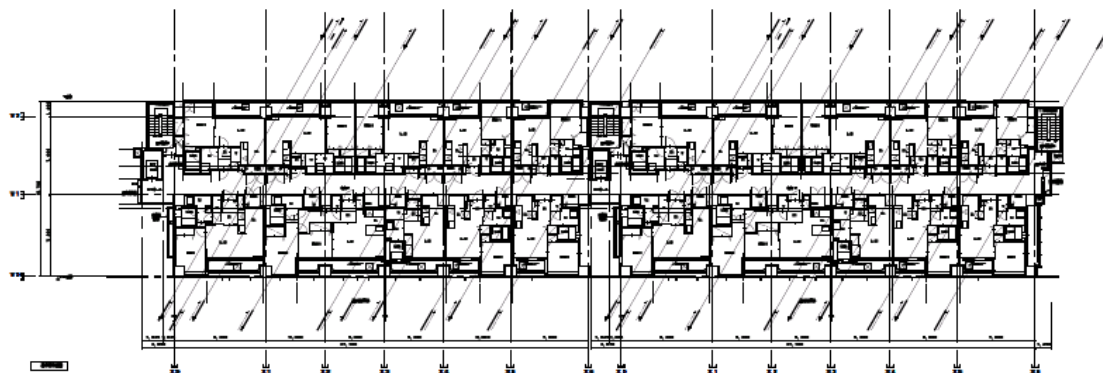


図 5.2-7 タイプ B 給排水設備平面図 (基準階)

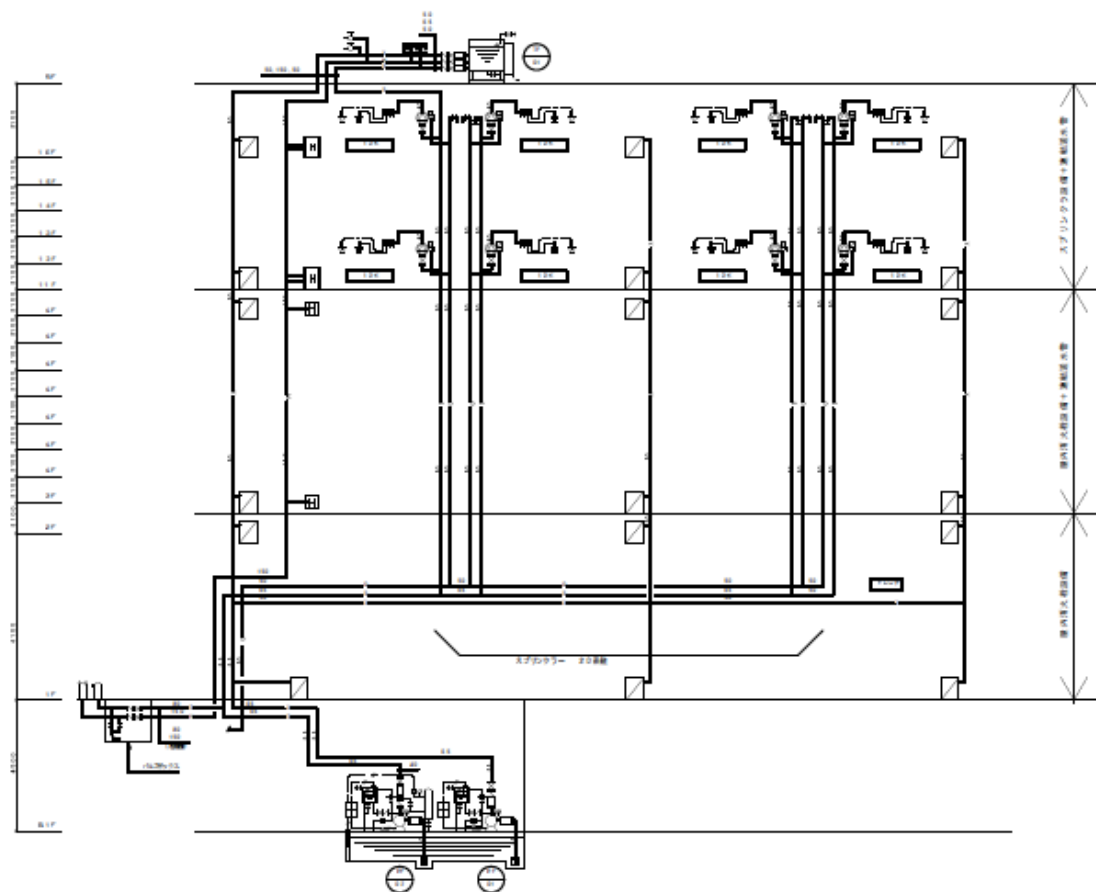


図 5.2-8 タイプ B 消火設備系統図

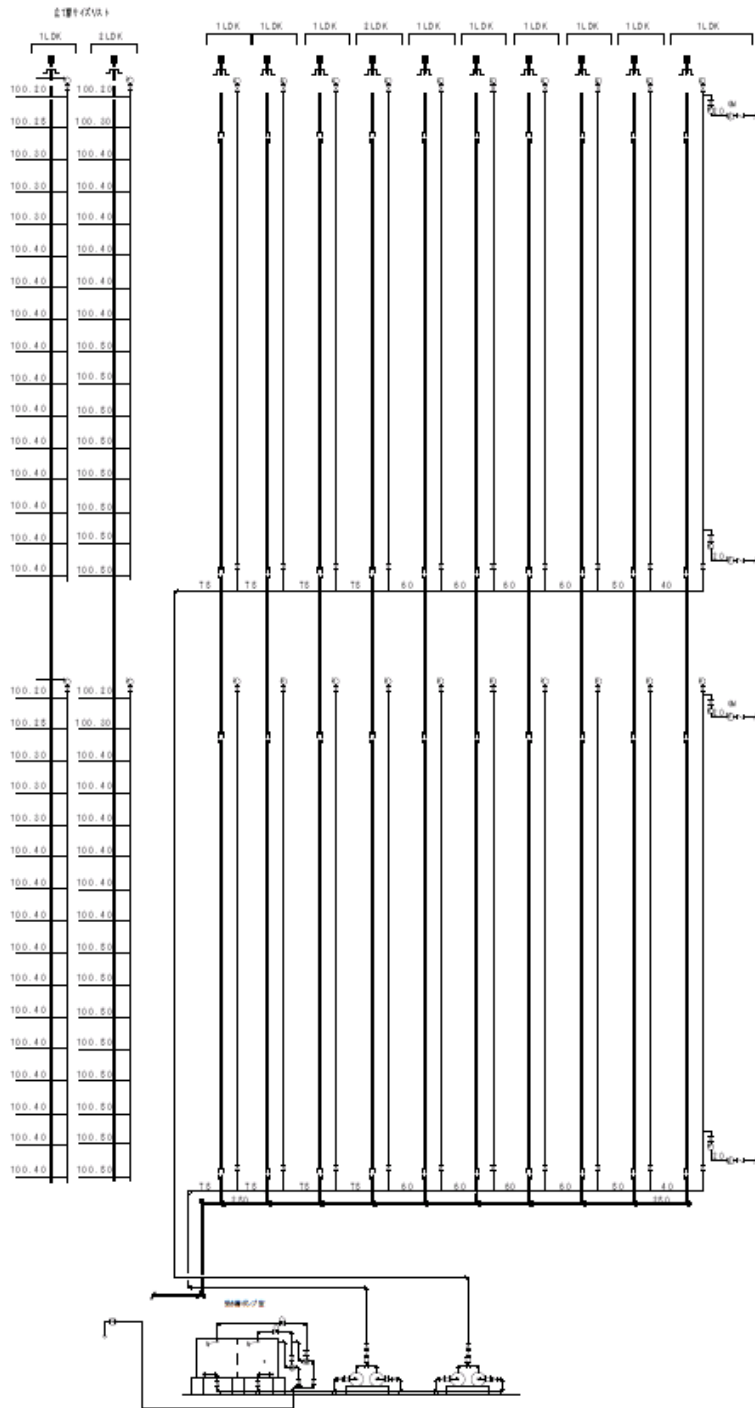


図 5.2-9 タイプ C 給排水設備系統図

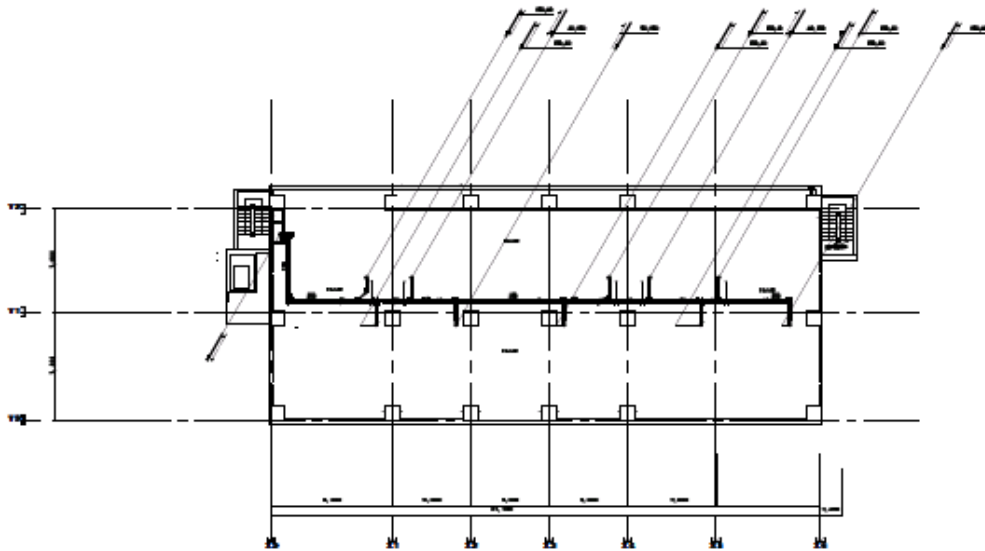


図 5.2-10 タイプ C 給排水設備平面図 (1F 天井)



図 5.2-11 タイプ C 給排水設備平面図 (基準階)

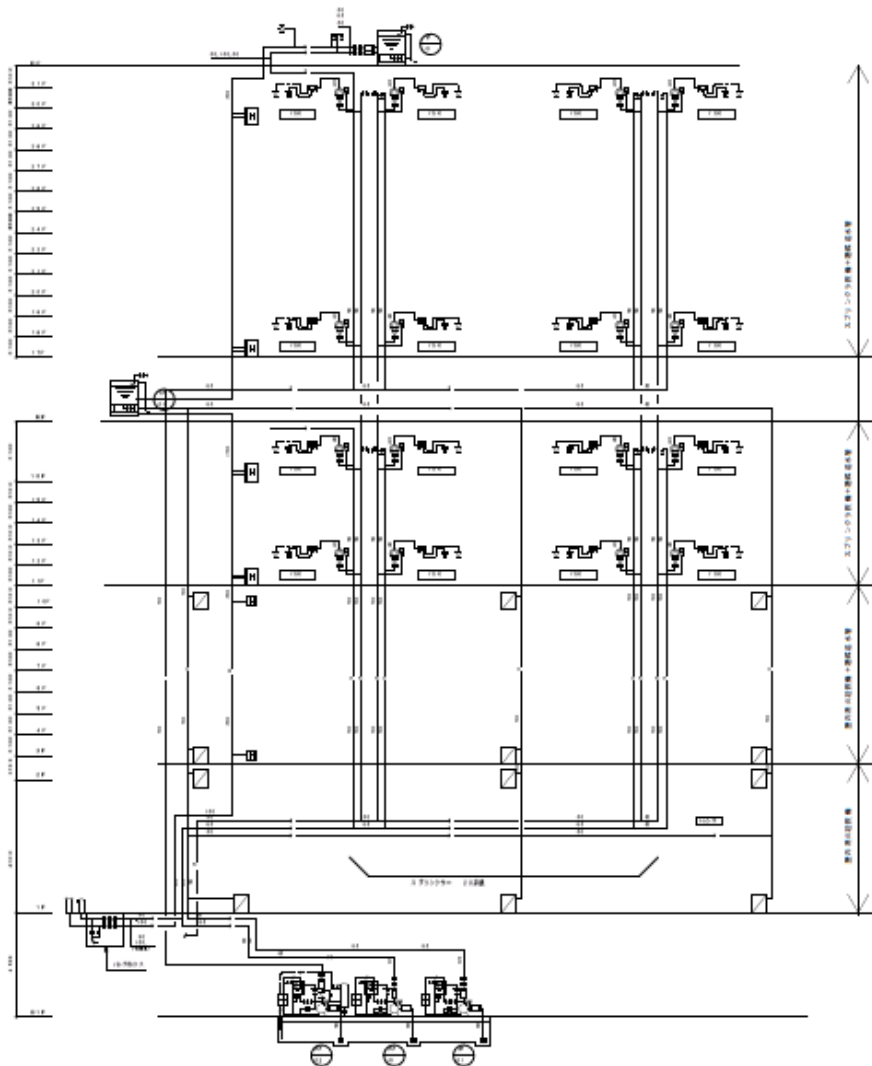


図 5.2-12 タイプ C 消火設備系統図

(3)対象とする範囲

今回の検討の対象は、共用部分の、給水配管・排水通気配管・消火配管とした。占有部分は、世代交代などによる社会的劣化による更改が起こりえると判断による。また共用部の水槽、ポンプなども、検討の対象から除き、配管のみを対象とした。

5.2.2 配管と継手

5.2.1 の建物モデルの諸設備について、つぎのシステムを、検討対象として評価する。

- (1) 超高耐久性工法によるステンレス配管
- (2) 従来工法によるステンレス配管
- (3) ステンレス配管以外の鋼管

配管使用は、表 5-2-2(1)、(2)のとおり。

表 5.2-2 配管使用(1)

	(1) 超高耐久性工 法・ステンレス配管	(2) 従来工法 ステンレス配管	(3) ステンレス配管 以外 鋼管
給水配管			
タイプ A.B.C	一般配管用ステン レス鋼管+ハウジン グ継手	一般配管用ステン レス鋼管+メカニ カル継手	塩ビライニング鋼 管 (VB) +ねじ継手
排水配管			
タイプ A.B.C	一般配管用ステン レス鋼管+カップリ ング継手	一般配管用ステン レス鋼管+ねじ継 手 (100A 以上溶接)	配管用炭素鋼鋼管 (SGP 白)+排水用 可とう継手
通気配管			
タイプ A.B.C	一般配管用ステン レス鋼管+ハウジン グ継手	一般配管用ステン レス鋼管+ねじ継 手 (100A 以上溶接)	配管用炭素鋼鋼管 (SGP 白)+ねじ継 手

オールステンレス配管（長寿命）について

(1) 給水管は、一般配管用ステンレス鋼管を使用する。耐用年数は 200 年とする。継手・バルブは、テフロンまたはフッ化ゴムを使用し、耐用年数は継手 30 年、バルブ 40 年とする。

(2) 排水管は、一般配管用ステンレス鋼管を使用する。耐用年数は 200 年とする。継手は、テフロンまたはフッ化ゴムを使用し、耐用年数は 50 年とする。
ステンレス配管の排水継手は、現状では開発されていない。したがって、ドレねじ継手に準じた形状をもったカップリング継手をステンレスで開発する。また、スプリンクラ配管のドレン配管も、排水管と同様とする。

(3) 消火管は、一般配管用ステンレス鋼管を使用する。耐用年数は 200 年とする。継手は、耐用年数は 50 年とする。

表 5.2-2 配管使用(2)

	(1) 超高耐久性工 法・ステンレス配管	(2) 従来工法 ステンレス配管	(3) ステンレス配管 以外 鋼管
屋内消火設備			
タイプ A.B.C	一般配管用ステン レス鋼管+ハウジン グ継手	一般配管用ステン レス鋼管+ねじ継 手(100A以上溶接)	配管用炭素鋼鋼管 (SGP白)+ねじ継 手
連結送水管			
タイプ A.B.C	一般配管用ステン レス鋼管+ハウジン グ継手	一般配管用ステン レス鋼管+ねじ継 手(100A以上溶接)	圧力配管用炭素鋼 鋼管+ねじ継手 (100A以上溶接)
スプリンクラー配管			
タイプ A	一般配管用ステン レス鋼管+ハウジン グ継手	一般配管用ステン レス鋼管+ねじ継 手(100A以上溶接)	配管用炭素鋼鋼管 (SGP白)+メカニ カル継手
タイプ B	一般配管用ステン レス鋼管+ハウジン グ継手	一般配管用ステン レス鋼管+ねじ継 手(100A以上溶接)	配管用炭素鋼鋼管 (SGP白)+メカニ カル継手
タイプ C	一般配管用ステン レス鋼管+ハウジン グ継手	一般配管用ステン レス鋼管+ねじ継 手(100A以上溶接)	低層:配管用炭素鋼 鋼管(SGP白)+ね じ継手(100A以上 溶接)/高層:圧力配 管用炭素鋼鋼管+ ねじ継手(100A以 上溶接)
スプリンクラードレ ン配管			
タイプ A.B.C	一般配管用ステン レス鋼管+ハウジン グ継手	一般配管用ステン レス鋼管+ねじ継 手(100A以上溶接)	配管用炭素鋼鋼管 (SGP白)+ねじ継 手

(2) 比較対照としてステンレス配管の従来継手及び、ステンレス配管によらない鋼管類と比較する。ステンレス配管の従来継手の場合、排水継手は、現状では開発されていないが、比較のため、ステンレス製の継手を想定した。

5.2.3 配管の更新スケジュール

配管の更新スケジュールは、表 5.2-3 のとおり。

表 5.2-3 配管の更新スケジュール

LC検討用 配管等の仕様と更新スケジュール				年	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	
従来配管	給水	直管	強化ライニング鋼管	●																																
		継手	ねじ (65A以下)、フランジ (80A以上)	●																																
		バルブ	仕切弁 (60A以下)、バタフライ弁 (85A以上)	●																																
	排水	直管	グラスワール	●																																
		継手	ターレボキシ塗装鋼管	●																																
	消火	直管	排水鋼管用可とう継手	●																																
		継手	配管用炭素鋼管・圧力配管用炭素鋼管	●																																
		バルブ	ねじ (65A以下)、溶接 (80A以上)	●																																
	道連れ工事	バルブ	仕切弁 (60A以下)、バタフライ弁 (85A以上)	●																																
	ステンレス配管 従来工法	給水	直管	一般配管用ステンレス鋼管	●																															
継手			プレス式、フランジ (80A以上)	●																																
バルブ			仕切弁 (60A以下)、バタフライ弁 (85A以上)	●																																
排水		直管	グラスワール	●																																
		継手	一般配管用ステンレス鋼管 〔排水鋼管用可とう継手〕	●																																
消火		直管	一般配管用ステンレス鋼管	●																																
		継手	ねじ (65A以下)、溶接 (80A以上)	●																																
		バルブ	仕切弁 (60A以下)、バタフライ弁 (85A以上)	●																																
道連れ工事		バルブ	仕切弁 (60A以下)、バタフライ弁 (85A以上)	●																																
ステンレス配管 高寿命工法		給水	直管	一般配管用ステンレス鋼管	●																															
	継手		ハウジング継手	●																																
	バルブ		ハウジング式	●																																
	排水	直管	グラスワール	●																																
		継手	一般配管用ステンレス鋼管	●																																
	消火	直管	カッピング継手	●																																
		継手	一般配管用ステンレス鋼管	●																																
		バルブ	ハウジング継手	●																																
	道連れ工事	バルブ	仕切弁 (60A以下)、バタフライ弁 (85A以上)	●																																

凡例

●	新設
■	更新(撤去・新設)
★	撤去

5.3 評価方法

LCC評価とLCCO₂評価を行う。

5.3.1 LCCとLCCO₂の計量

LCCおよびLCCO₂の評価対象は表 5.3-1、表 5.3-2 のとおり。

表 5-3-1 LCC の評価対象

工事関係	給水設備	配管 継手 バルブ 保温
	排水通気設備	配管 継手
	消火設備	配管 継手 バルブ
	道連れ工事	
	補修費	
光熱費	電気料金	
	上下水道料金	

表 5-3-2 LCCO₂ の評価対象

工事関係	給水設備	配管 継手 バルブ 保温
	排水通気設備	配管 継手
	消火設備	配管 継手 バルブ
	道連れ工事	
	補修	
	エネルギー・資源	電気量
	上下水道使用量	

工事使用材料の計量

平面図と断面図から、配管・バルブ・継手の長さや数量を計測し、それらに、コスト・CO₂発生原単位をかけ、計算する。

5.3.2 水使用量およびポンプの消費電力の算定

水使用量は、運用にかかわるものであり、LCC 評価および LCCO₂ の対象に含める。水消費量は、配管の種類によって影響するものではなく、各配管で同一の使用量が計上される。LCCO₂ の算定については、電力量も CO₂ 発生の評価対象に含めた。消費電力は、配管の粗度係数の影響により、ステンレス鋼管では小さくなることが考えられる。したがって、水使用量は、配管の種類によって影響するものではなく、各配管で同一の使用量が計上されるが、ポンプの消費電力量は、配管の種類の影響を受ける可能性がある。

ポンプの消費電力を検討する場合、高置水槽方式では、流量と圧力はほぼ一定である。今回は加圧ポンプ方式であるが、この方式では、流量は建物の給水負荷により変動し、圧力も流量によって配管の圧力損失が変化し、また流量と圧力によって、ポンプの消費電力も変化する。ポンプの消費電力は、ポンプの特性曲線によってかわり、またポンプの制御方式によって変わる。

ポンプの制御方式には、定圧制御、推定末端圧制御などがあり、推定末端圧制御が省エネルギーにすぐれている。また、始動時や停止時の制御については、ポンプメーカーによりいくつかの方法がある。

以上を考慮して、ポンプ運用上の消費電力量について検討する。今回のモデルケースでは、

ポンプ揚程に占める圧力損失の割合は小さかったが、長期的に消費電力の差異が生まれるか否かを検討する。

そのため、実際の給水使用量のパターンを模擬的に発生させ、ポンプの消費電力量を計算した。

計算方法は図 5.3-1～図 5.3-3 のフローチャートのとおり。数値計算ソフト (Microsoft Excel) のワークシートにより数値計算した。

水使用行為ごと、時間ごとの使用確率を文献 (S アパートにおける日別・時間別人員変動と水使用：給水設備の負荷設計 紀谷文樹・村川三郎 1978) により調査し、使用した。

上記使用確率は、水使用行為により、人数あたり、戸数あたりとする。

この確率で、行：人数×列：時間で水使用行為を Excel のワークシートに乱数で発生させる。時間は $20\text{sec} = 1\text{列}$ とし、 $3\text{列}/\text{min} \times 60\text{min}/\text{h} \times 24\text{h}/\text{Day} = 4320\text{列}$ とする。

この水使用行為の 20sec ごとの回数に、使用水量を掛ける。たとえば、大便器では、8L 便器を使用することを想定し、1 回の給水時間を 1min として $8/3\text{L}/\text{セル} \times 3\text{セル}$ とした。

この処理を 4320 列に行い、水使用行為ごとに重ねあわせ、1 日の水使用量を模擬的に作成した。上記の 1 日 4320 セルのポンプは運転電力を求め、累計する。

計算は、求めた 20sec ごとに、流量と、圧力と効率から電力量を求め積算する。

ポンプは、推定末端制御の使用が多いのでその使用を想定する。ただし、計算上は推定でなく水消費により実際の末端圧力が計算できるから、これを使用する。

停止時は、ハンチングを避けるため、残留運転を行う。残留運転時間はメーカーにより $20\text{sec} \sim 2\text{min}$ くらいである。

ポンプの起動は、圧力センサや流量センサによりおこなわれるが、 3sec 位おきに行われるため、実際に水使用とポンプの応答にはずれが生じている。

文献調査による夜間の小水量時には過大な電流値が実測されているが、これは、このポンプの起動の遅れと、残留運転が影響していると考えられる。

今回の計算ではこれを考慮して、小流量時は電流値を 5 倍×乱数 ($0 \sim 1$) とし、残留運転時間は 1min とした。

工程①
水使用行為別行為数
(15secごと1日分) 算定

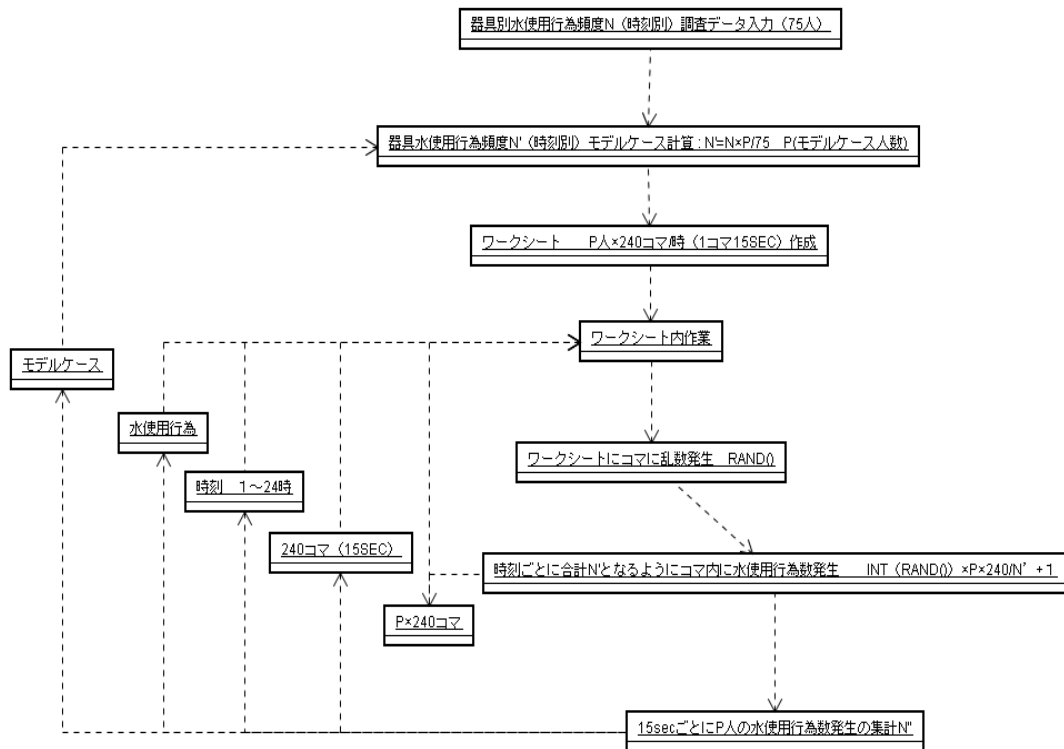


図 5.3-1 計算方法のフローチャート (1)

使用水量 (15SECごと1日分) 算定

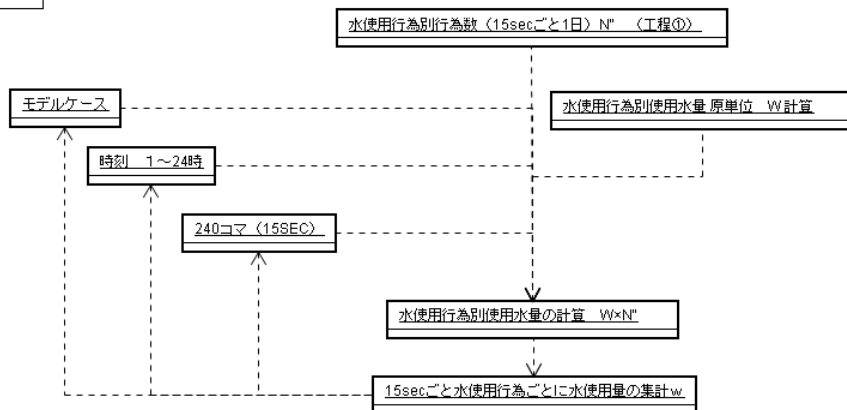


図 5.3-2 計算方法のフローチャート (2)

ポンプ電力量の算定

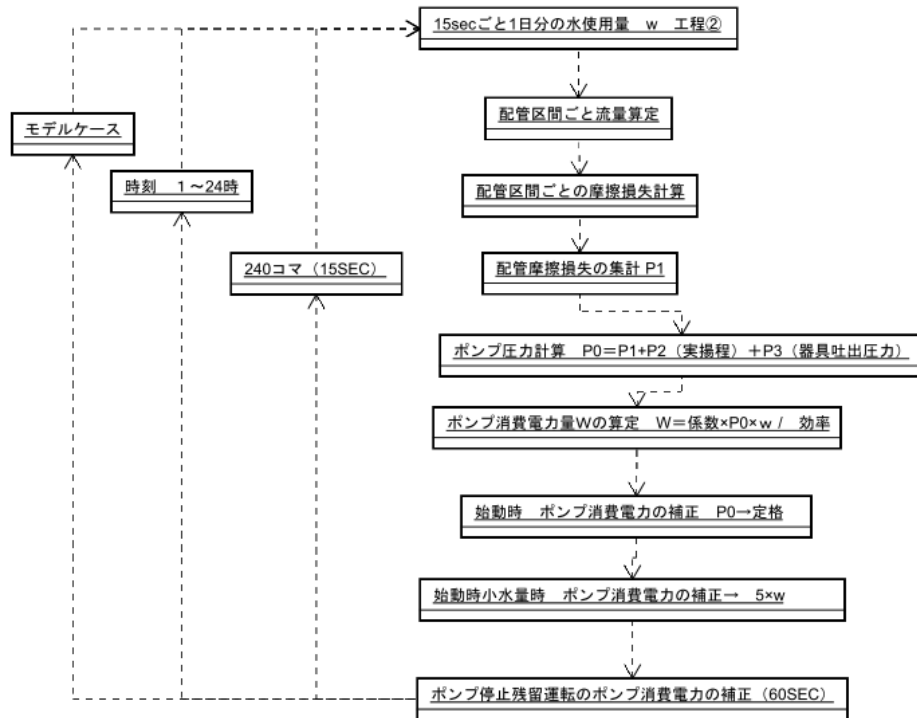


図 5.3-3 計算方法のフローチャート (3)

LCC 評価の流れ。

5.3.3 LCC評価概要

LCC 評価の流れ

(1) 工事費の算出

工事費は、以下のように行った。

工事単価の調査と算出

材料単価の調査 (市場価格) (H21.11~12 建設物価、積算資料)

労務単価の調査 (配管歩掛・労務単価の調査 国土交通省積算基準 H21)

長寿命工法で使用する継手の材料単価と取り付け労務費の算出

建設工事費の算出

長さや数量の計量 (配管・継手・バルブ・保温)

配管工事・保温工事費の算出

更改工事費

更改部分の長さや数量の計量（配管・継手・バルブ・保温）

配管工事・保温工事費の算出（撤去・廃棄処分を含む）

撤去工事費

撤去部分の長さや数量の計量（配管・継手・バルブ・保温）

撤去配管工事・撤去保温工事費の算出

廃棄処分費の算出

（2）補修費の算出

補修費として、初期建設費の金額の1%/年を計上した。

（3）道連れ工事

道連れ工事として、改修工事費の20%を計上した。

（4）電気・上下水道料金

下記の作業をおこなう。単価はH21年度の東京地区の単価とした。

電気料金・上下水道料金の算出

上下水道料金単価の調査

水道使用量の検討

上下水道料金の算出

電気料金単価の調査

電気使用量の検討

電気料金の算出

5.3.4 LCCO₂評価概要

LCCO₂評価を行う。

LCCO₂評価の流れはつぎのとおりである。

なお、※1は、5.3-1 LCC評価と共通の作業工程になる。

（1）工事による発生の算出

LCCO₂発生原単位の調査と算出

材料の調査 配管・バルブ・継手の構成材料の原単位の調査。

電気・水の調査

建設工事の使用材料と使用量の算出

長さや数量の計量（配管・継手・バルブ・保温）※1

配管工事・保温工事の発生量の算出

更改工事費

更改部分の長さや数量の計量（配管・継手・バルブ・保温）※1
配管工事・保温工事の発生量の算出（撤去・廃棄処分を含む）

撤去工事費

撤去部分の長さや数量の計量（配管・継手・バルブ・保温）※1
撤去配管工事・撤去保温工事の発生量の算出
廃棄処分の発生量の算出

(2) 補修による発生量の算出

補修による発生量として、下記を計上する。その他、配管や配管付属品の維持管理の発生量として初期建設時の1%/年を計上する。なお、※1は、5-3-1 LCC評価と共通の作業工程になる。

(3) 道連れ工事による発生量の算出

道連れ工事による発生量として、改修時の20%を計上した。

(4) 電気・上下水道による発生量の算出

下記の作業をおこなう。原単位は、評価結果の項目を参照されたい。

電気・上下水道に伴う発生量の算出

上下水道原単位の調査

水道使用量の検討の発生量※1

上下水道発生量の算出

電気原単位の調査

電気使用量の検討※1

電気発生量の算出

5.4 評価結果

LCC評価とLCCO₂評価を行った結果を説明する。まずLCC、LCCO₂に共通する。

5.4.1 建設材料の計量

工事にかかわる配管・継手・バルブを計測した。

5.4.2 上下水道使用量および電気使用量のシミュレーション結果

上下水道使用量および電気使用量のシミュレーション結果は図5.4-1～図5.4-12のとおり。

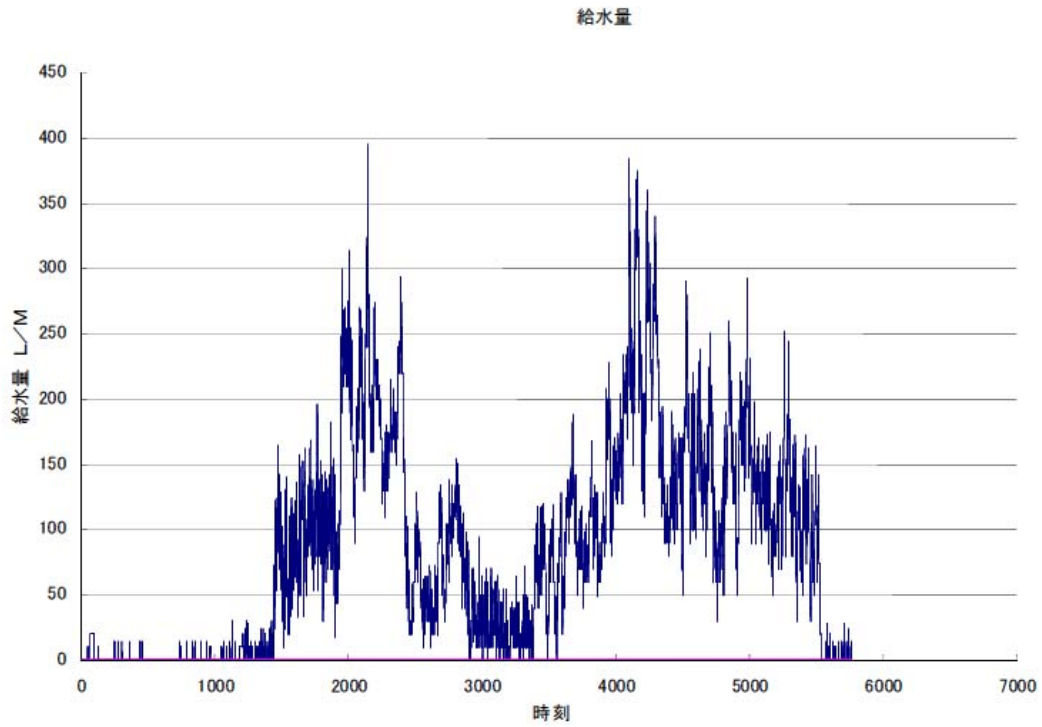


図 5. 4-1 給水使用量シミュレーション (Aタイプ)

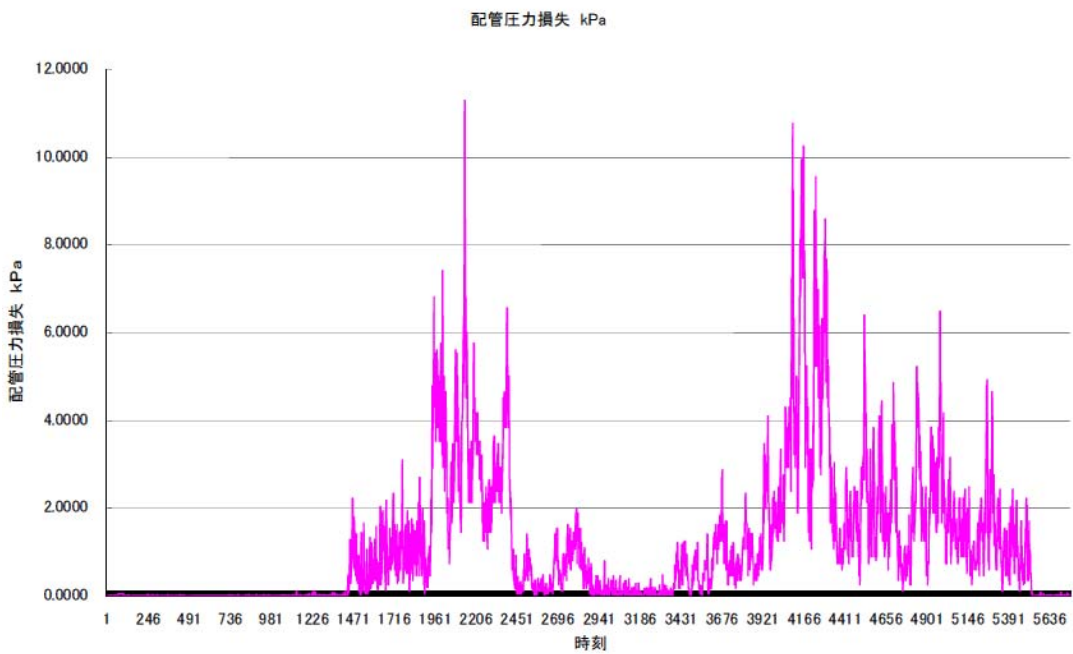


図 5. 4-2 配管圧力損失シミュレーション (Aタイプ)

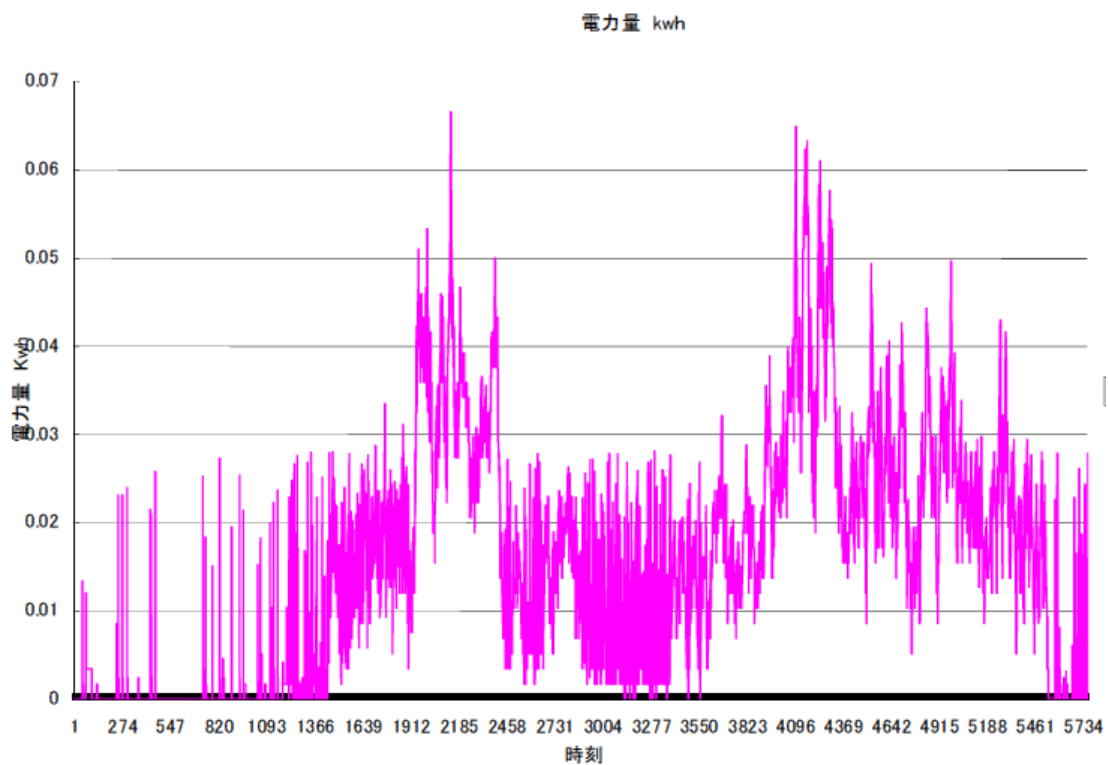


図 5.4-3 電気使用量シミュレーション (Aタイプ)

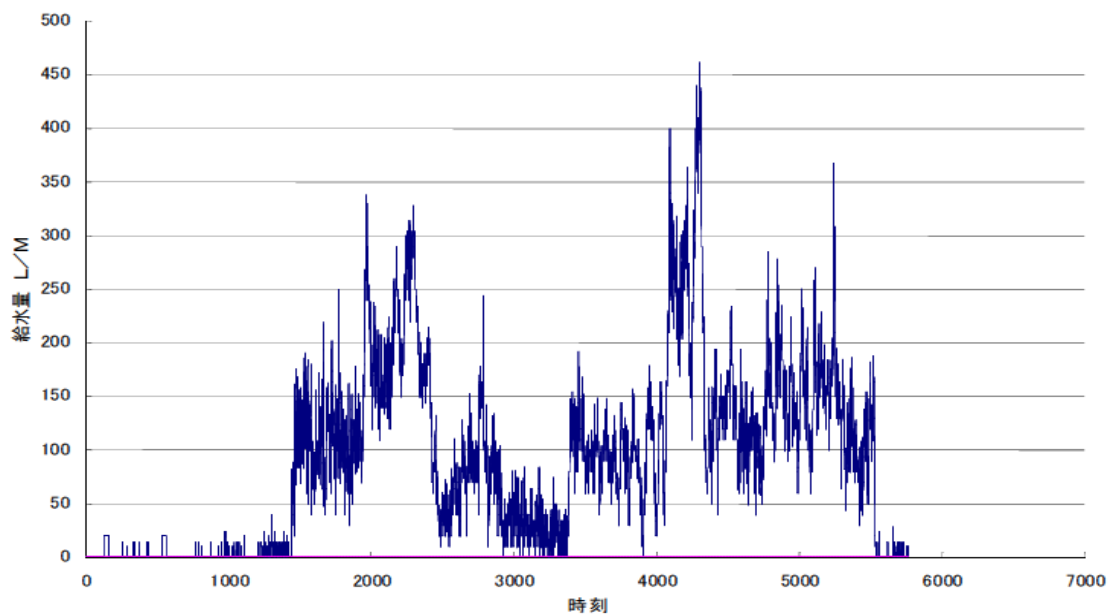


図 5.4-4 給水使用量シミュレーション (Bタイプ)

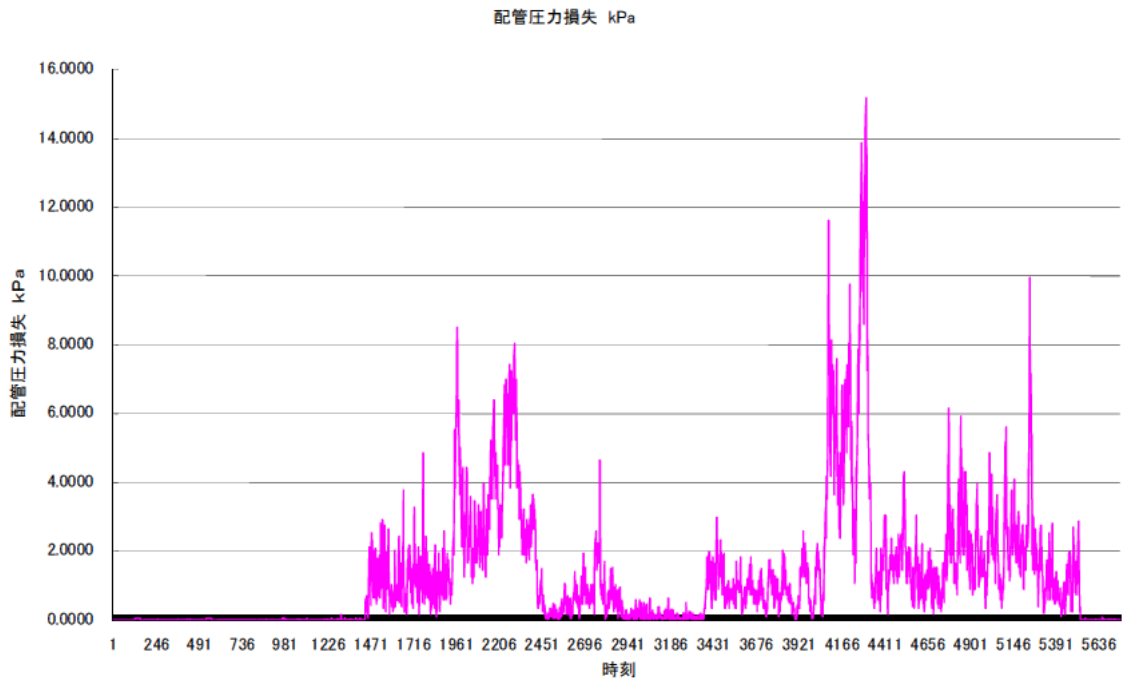


図 5.4-5 配管圧力損失シミュレーション (Bタイプ)

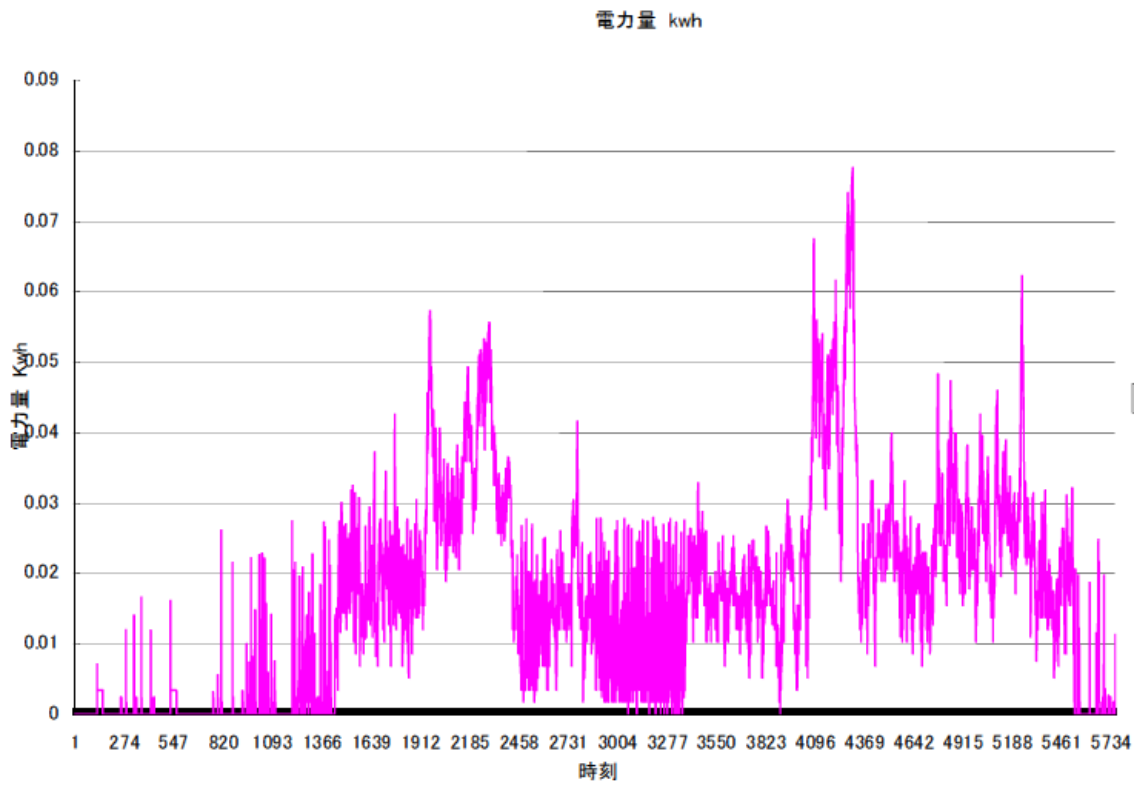


図 5.4-6 電力量シミュレーション (Bタイプ)

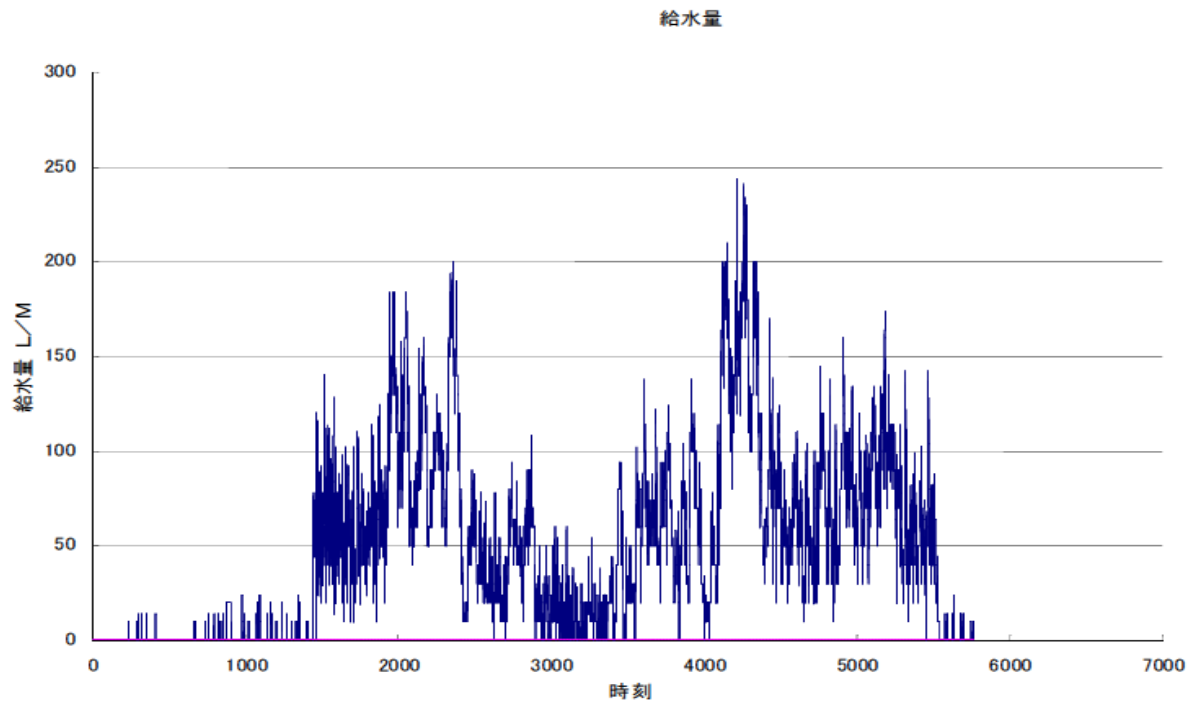


図 5.4-7 給水使用量シミュレーション (Cタイプ低層階)

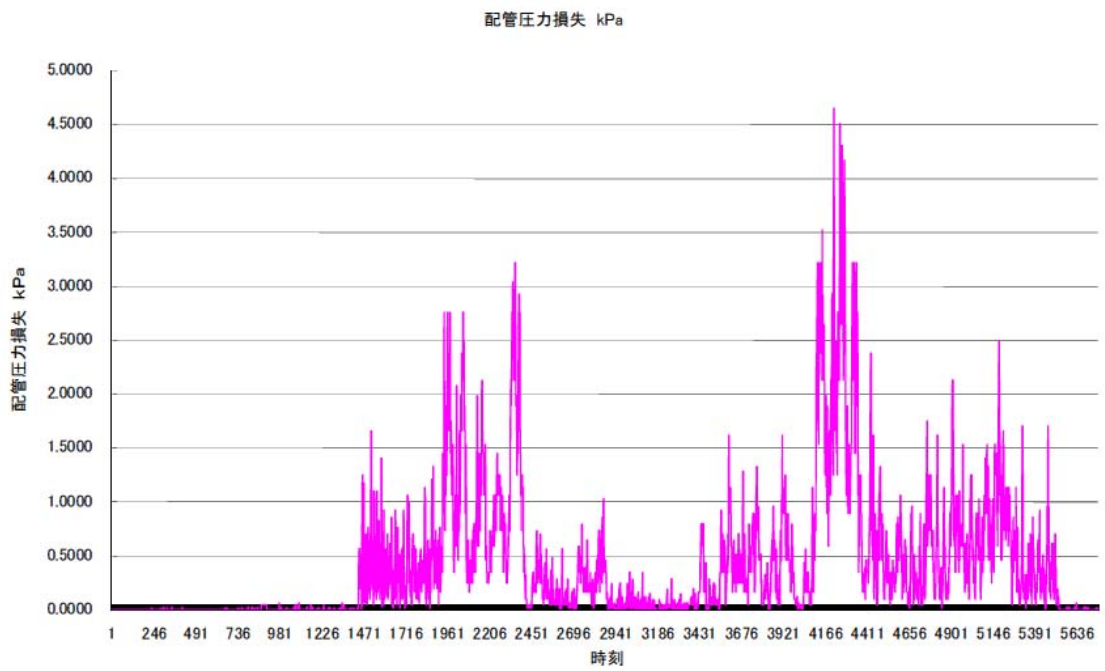


図 5.4-8 配管圧力損失シミュレーション (Cタイプ低層階)

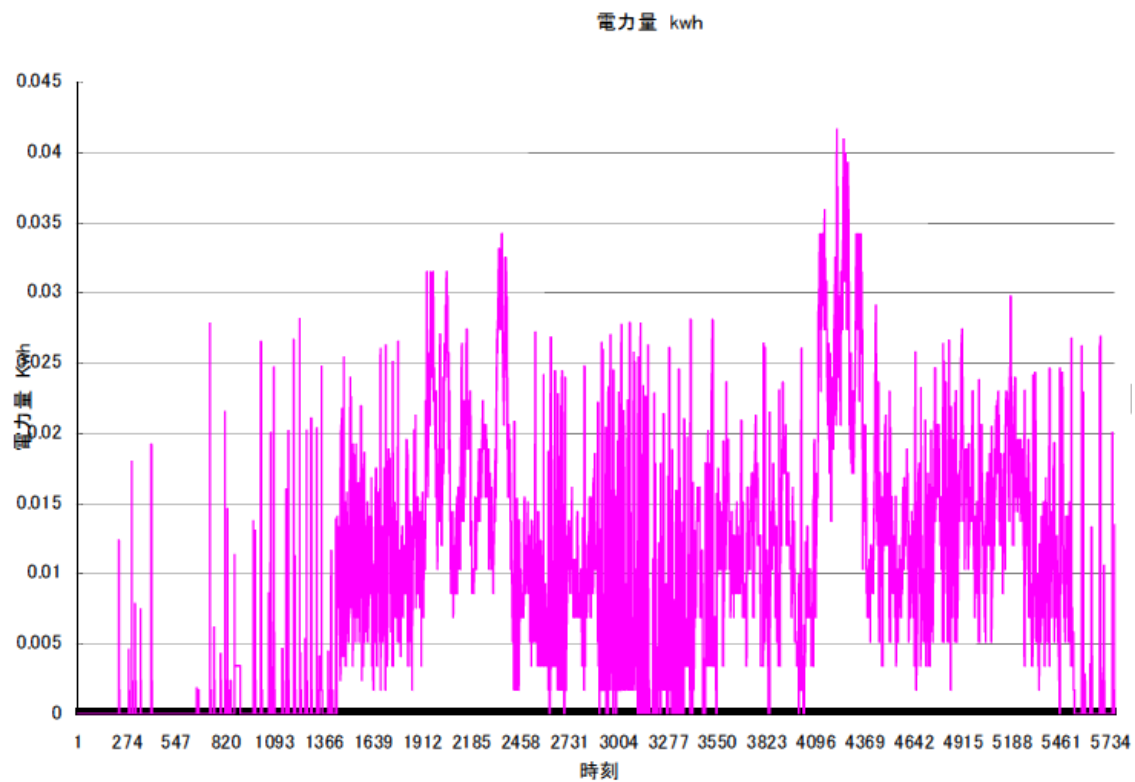


図 5.4-9 電力使用量シミュレーション（Cタイプ低層階）

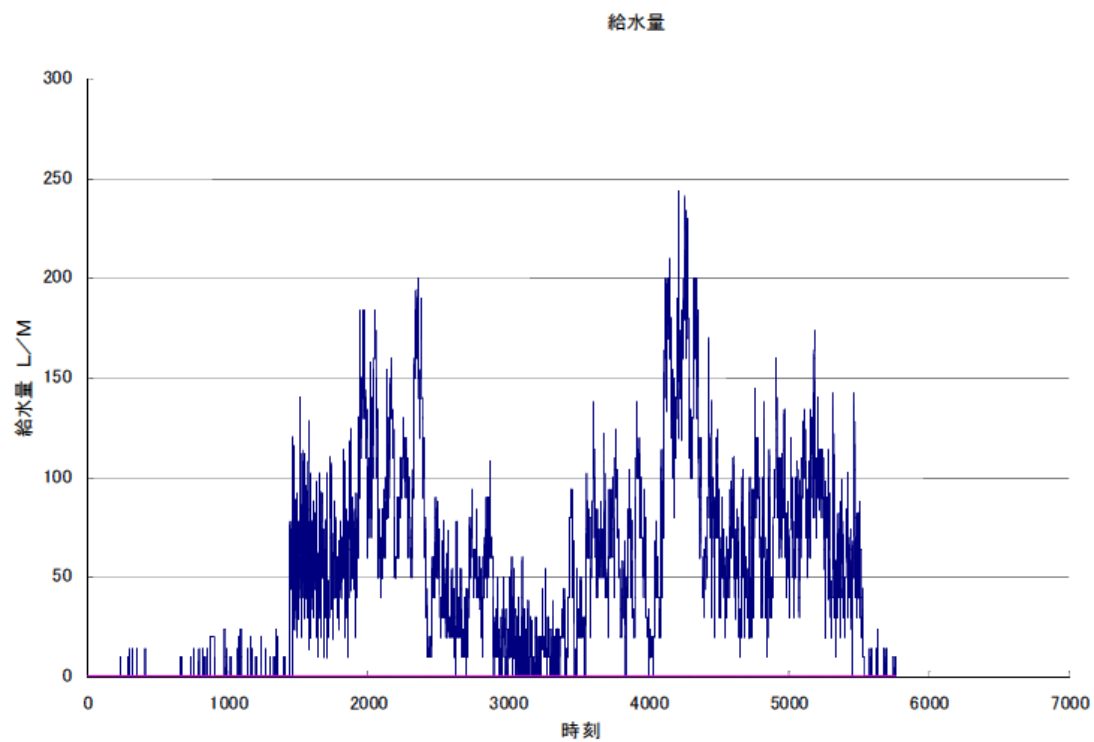


図 5.4-10 給水使用量シミュレーション（Cタイプ高層階）

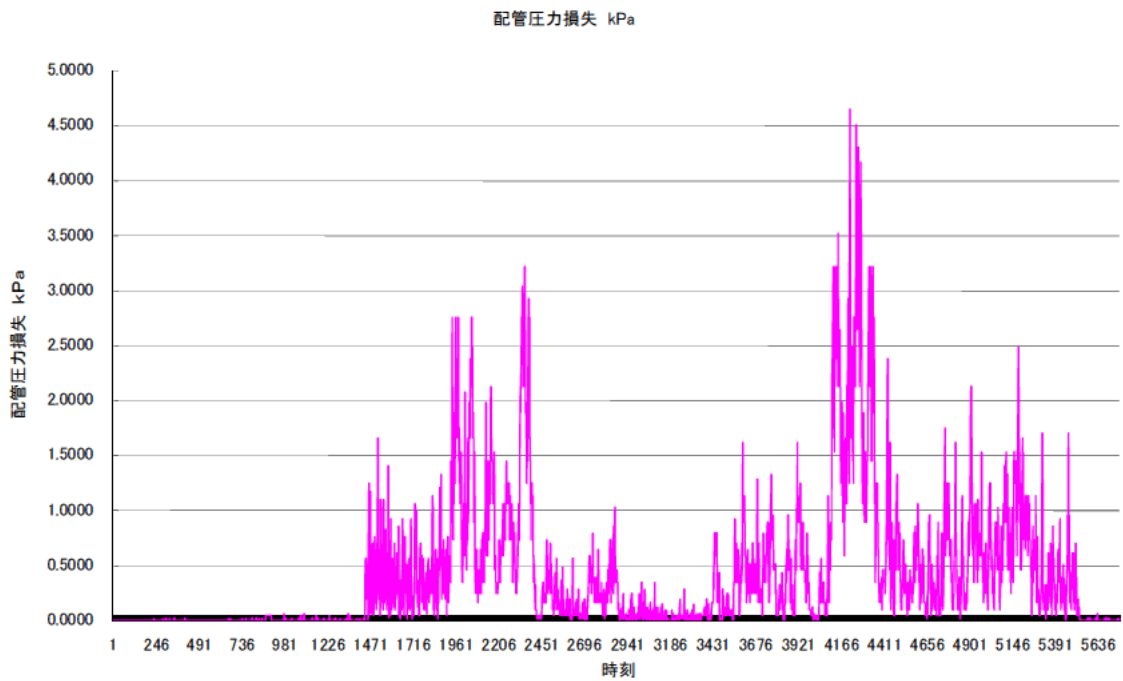


図 5.4-11 配管圧力損失シミュレーション (Cタイプ高層階)

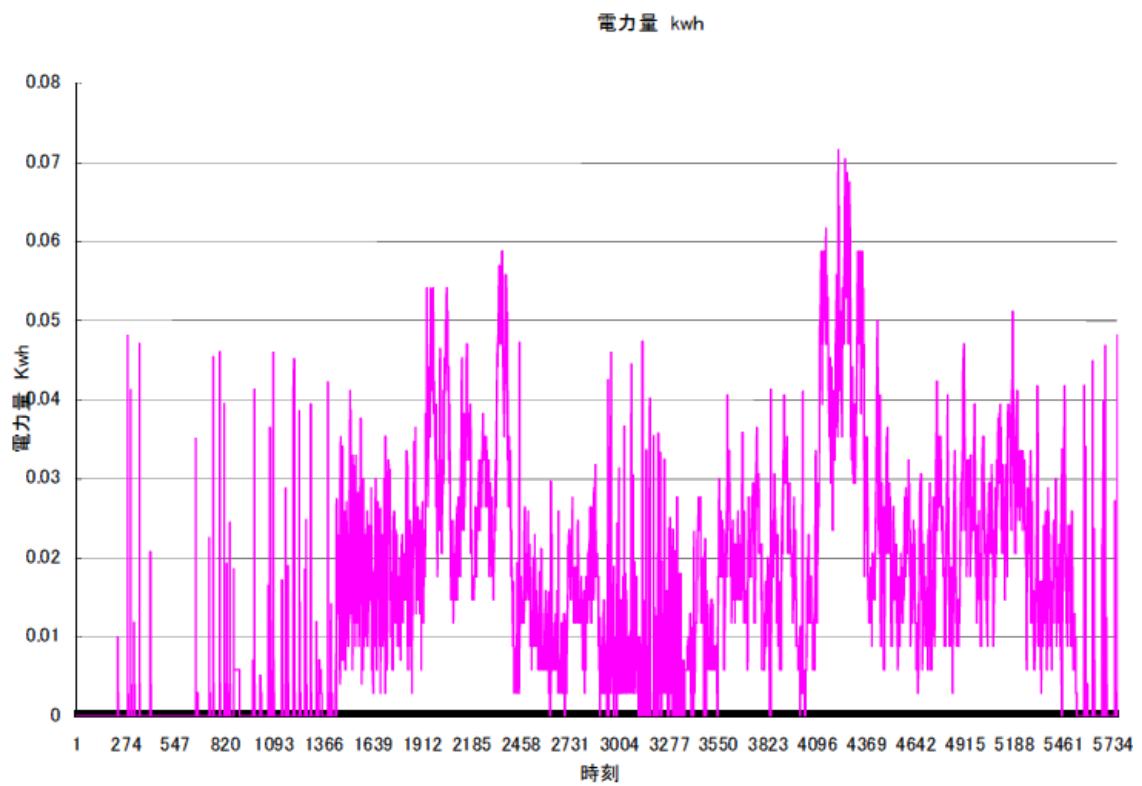


図 5.4-12 電力使用量シミュレーション (Cタイプ高層階)

(1) ポンプ動力の計算

タイプ A・B・C ともステンレス配管と塩ビライニング鋼管ではポンプの消費電力は変わらなかった。

これは、ポンプ揚程＝実揚程＋配管損失＋吐出圧力であるが、モデルが中高層建物であるため、配管損失に比べ、実揚程が大きく、実揚程が大きいため減圧弁の抵抗も大きく、ステンレス配管の小さな配管損失のメリットがだせないためである。

ステンレス配管の小さな配管損失のメリットが生かせるのは、低層建物の給水ポンプ・消火ポンプ（ポンプ揚程に占める配管損失の割合が大きい）空調や給湯の循環ポンプ（ポンプ揚程の大部分が配管損失である）と予想される。

(2) ポンプの消費電力について

ポンプの電力量は、下記のとおりで、配管材料による差異はなかった。

理由としては、つぎのことが考えられる。

ポンプ揚程に占める配管損失の割合が大きいこと。

給水ポンプは、ポンプの仕様である最大使用量で運転されることが非常に少ないこと。

ポンプが送水されていない、残留運転による電力消費が含まれる。

ライフサイクル評価には、このポンプの運転電力を含める。

シミュレーションによって得られた、電力量の結果はつぎのとおり。

タイプ A 85.9KWH/日

タイプ B 90.2KWH/日

タイプ C (49.9+83.2) KWH/日

なお、これより、以下の原単位をかける。

L C C は、基本料金 1357 円/KWH月×ポンプ電力KW×12 月

従量料金 10.65 円/KWH月×上記消費電力×365 日

1 年あたりのCO₂ 発生量 : 0.555KG-CO₂/KWH×上記消費電力×365 日

上下水道の使用量はシミュレーションの結果、

283 L / 日人となった。

これに、以下の原単位をかける。

上水道

定額基本料金

タイプ A 50A 20720 円 / 月

タイプ B 75A 45623 円 / 月

タイプ C 75A 45623 円 / 月

上水道 流量基本料金 404 円/m³

下水道料金 345 円/m³

1年あたりのCO₂発生量： 0.579KG-CO₂/m³×使用流量 m³/日×365 日

5.4.3 LCC評価

LCC 評価の結果を図 5.4-13～図 5.4-30 に示す。

図 5.4-13～図 5.4-21 は、各タイプの工事費のみの評価で、5 年度おきのグラフと 200 年の積算、200 年間の内訳を示した。図 5.4-22～図 5.4-30 は、工事費に電気・上下水道の使用まで含めた。

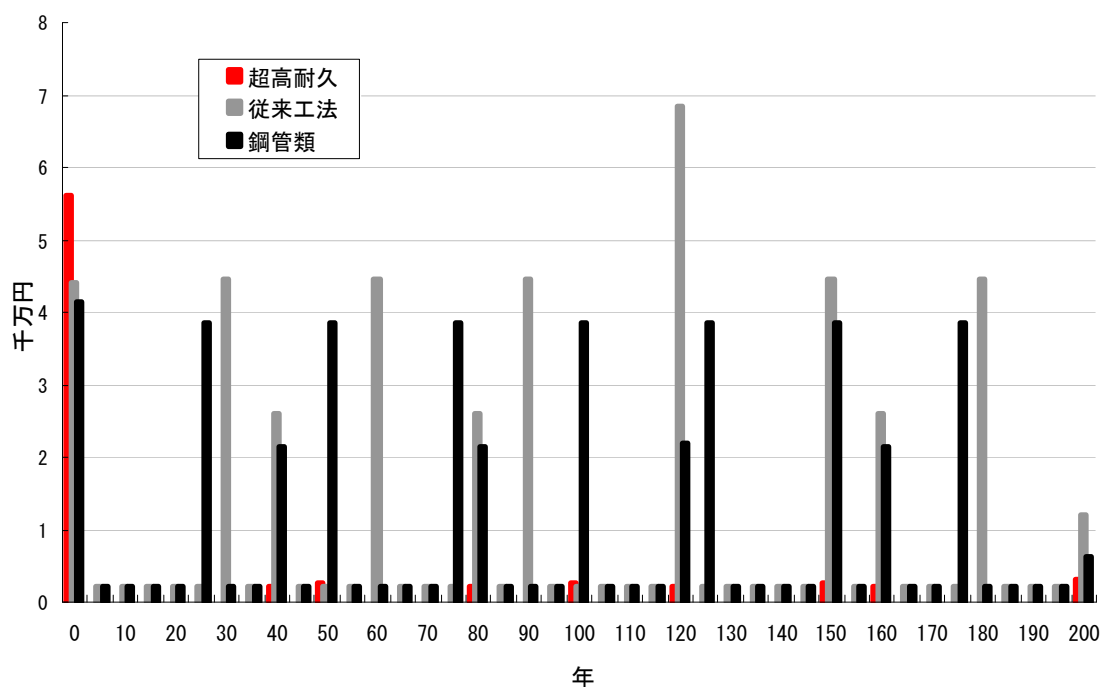


図 5.4-13 工事費タイプA

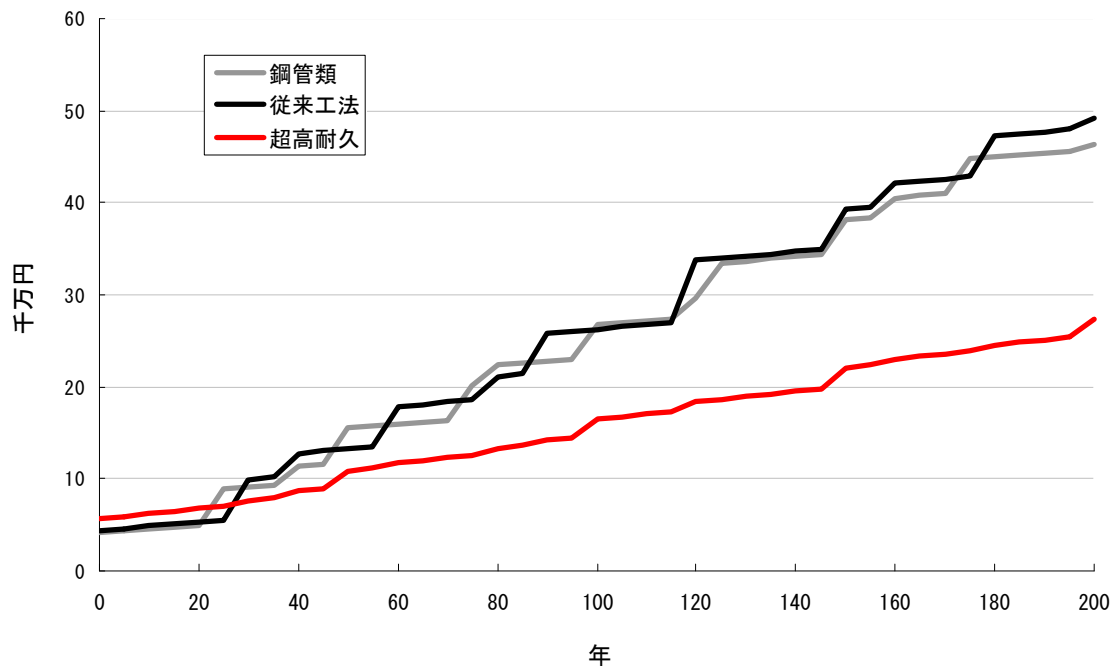


図 5.4-14 LCC (工事費) タイプA

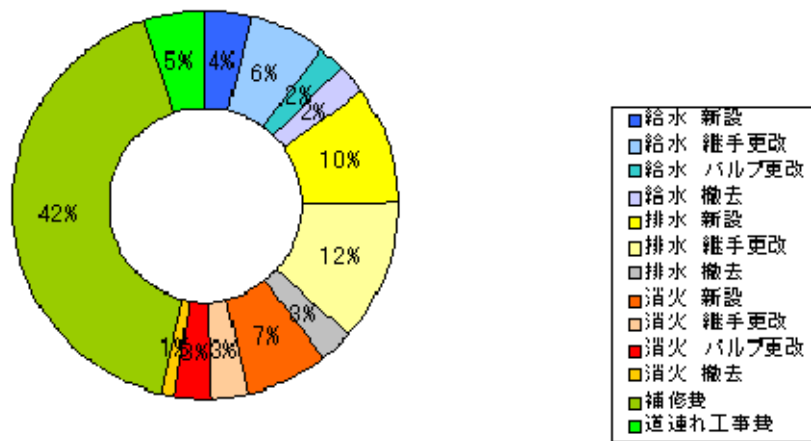


図 5.4-15 LCC (工事費) 内訳 タイプA

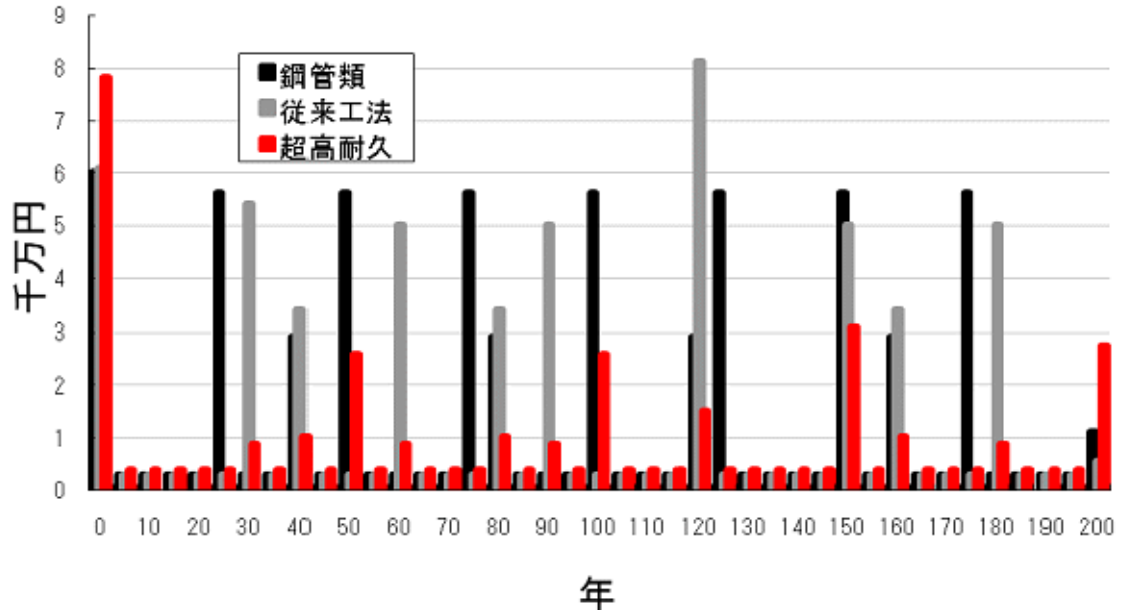


図 5.4-16 工事費 タイプB

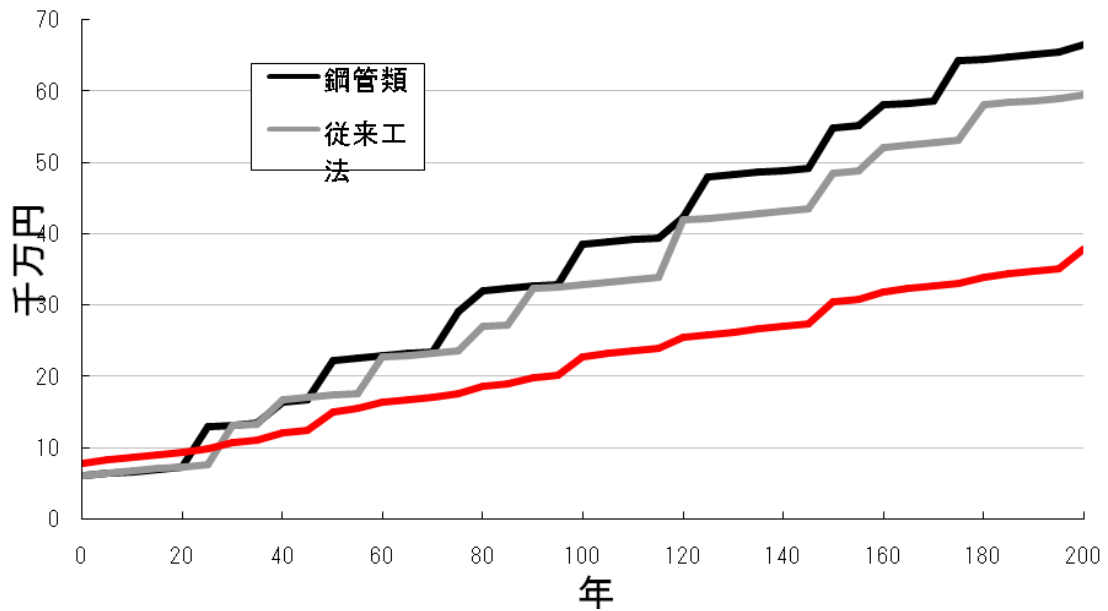


図 5.4-17 LCC (工事費) タイプB

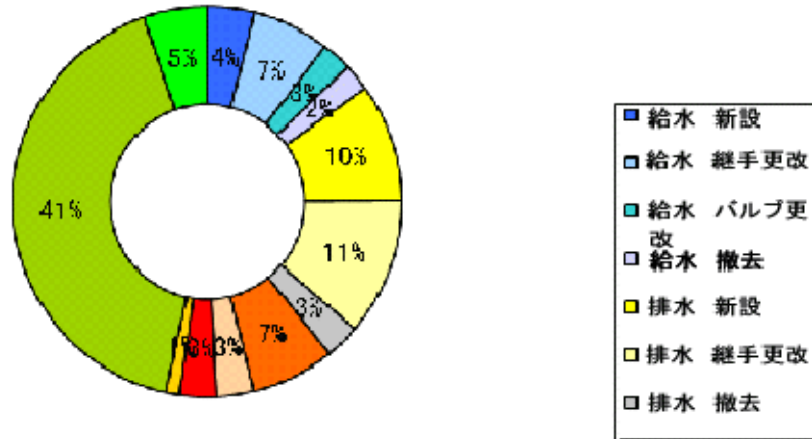


図 5.4-18 LCC (工事費) 内訳 タイプB

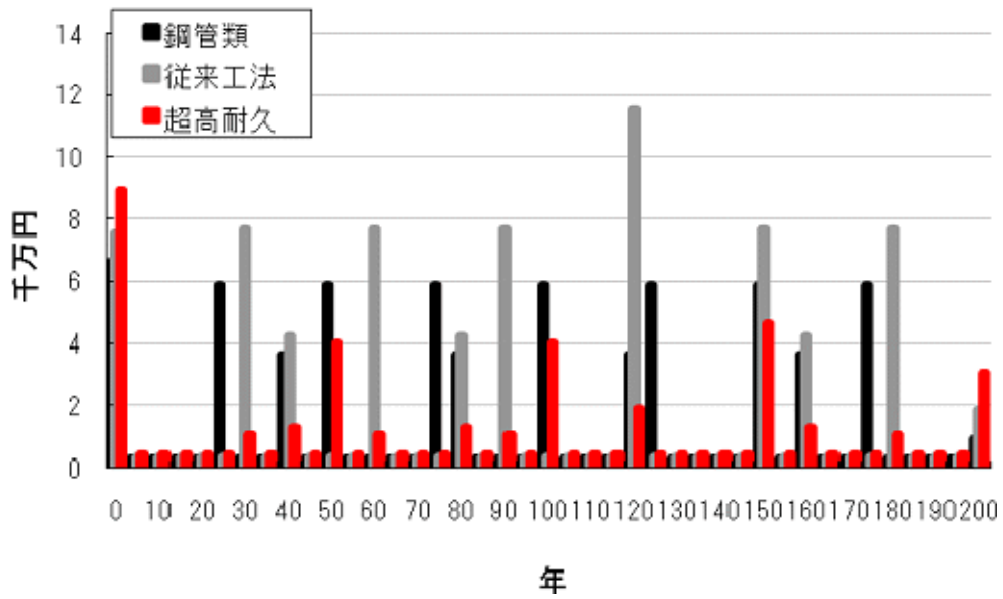


図 5.4-19 工事費 タイプC

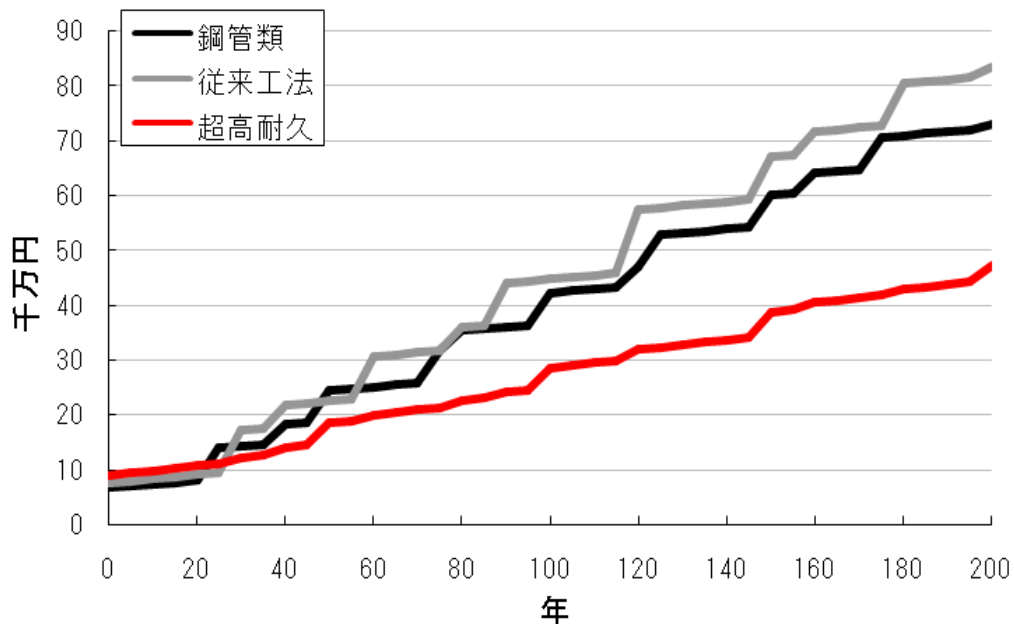


図 5.4-20 LCC (工事費) タイプC

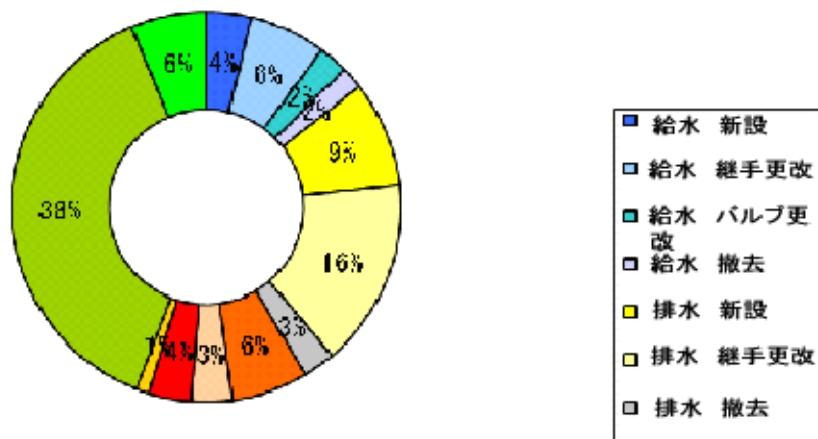


図 5.4-21 LCC (工事費) 内訳 タイプC

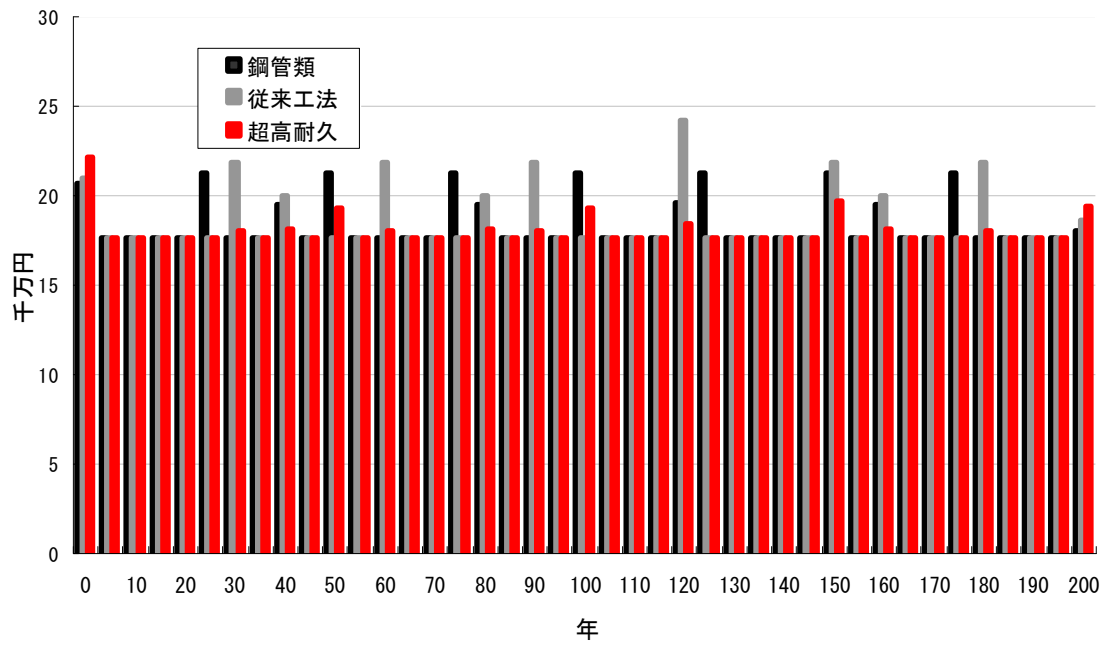


図 5.4-22 工事費+光熱費 タイプA

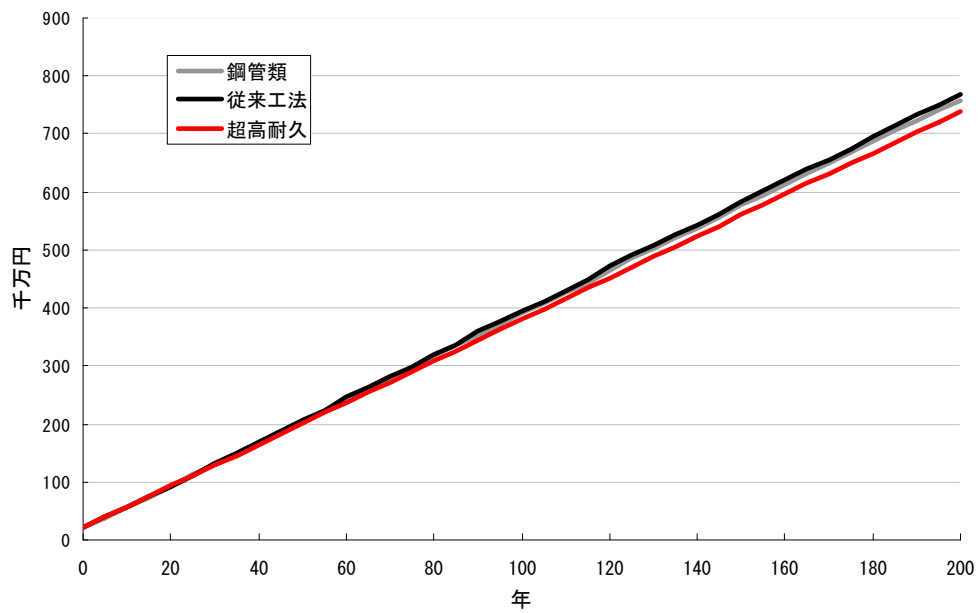


図 5.4-23 LCC (工事費+光熱費) タイプA

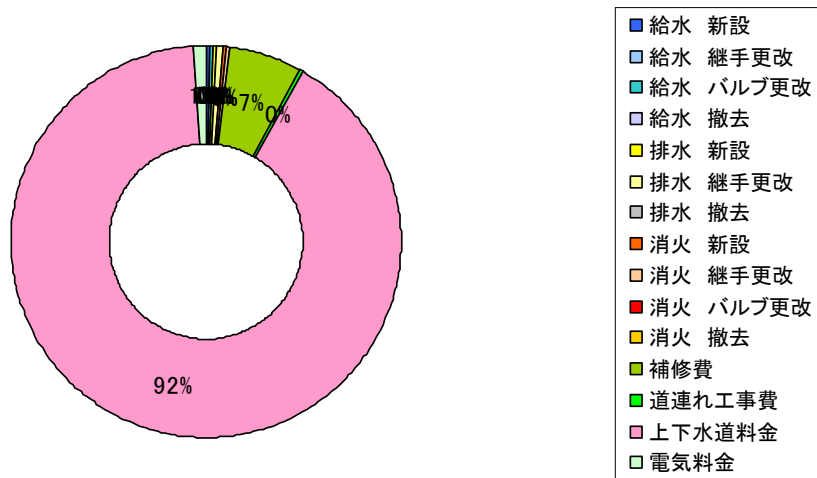


図 5.4-24 LCC (工事費+光熱費) 内訳 タイプA

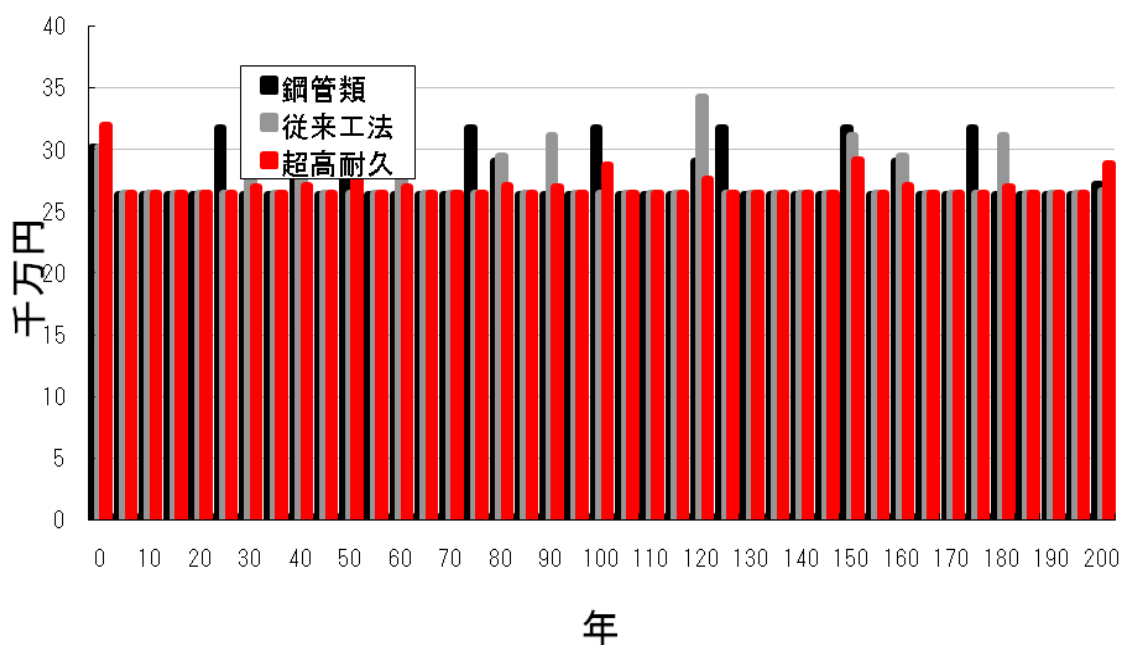


図 5.4-25 工事費+光熱費 タイプB

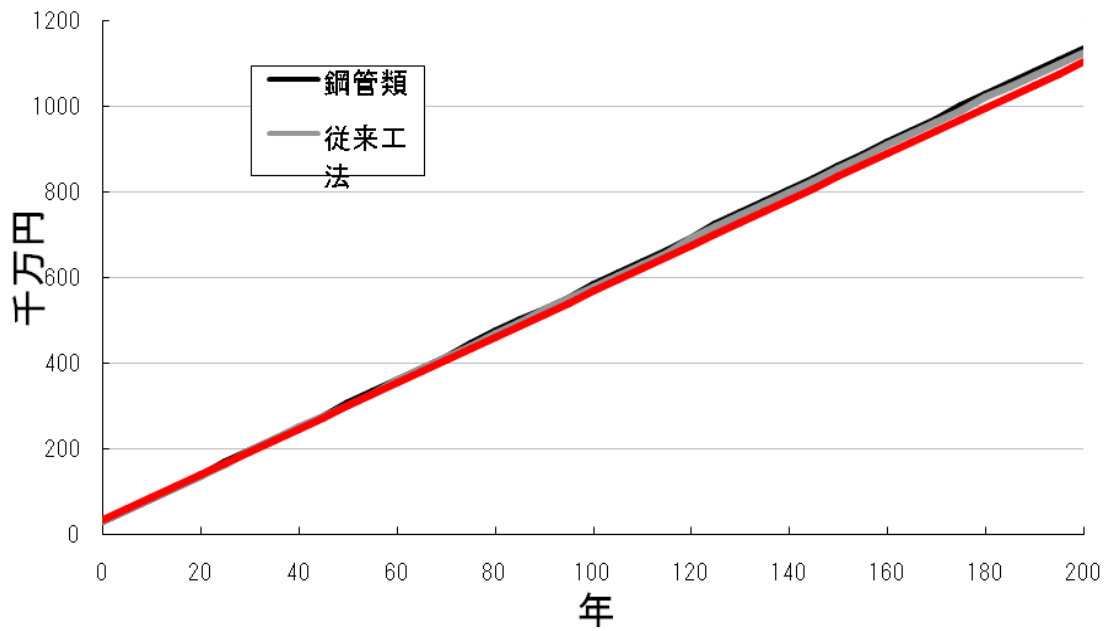


図 5.4-26 LCC (工事費+光熱費) タイプB

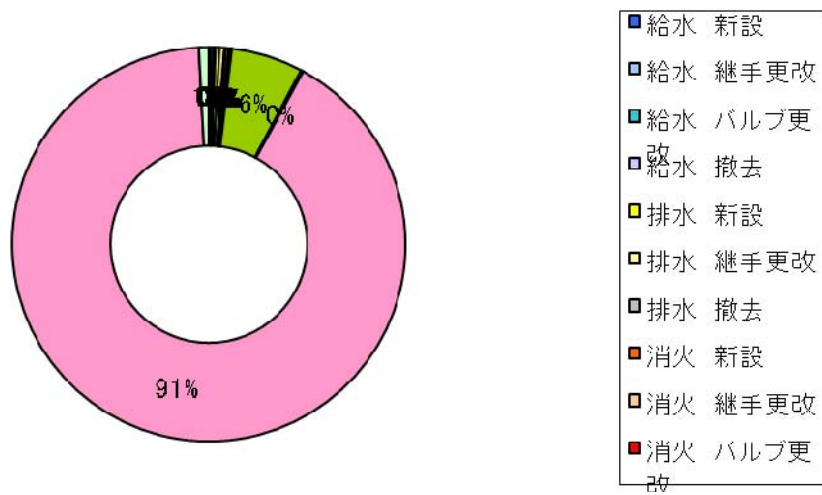


図 5.4-27 LCC (工事費+光熱費) 内訳 タイプB

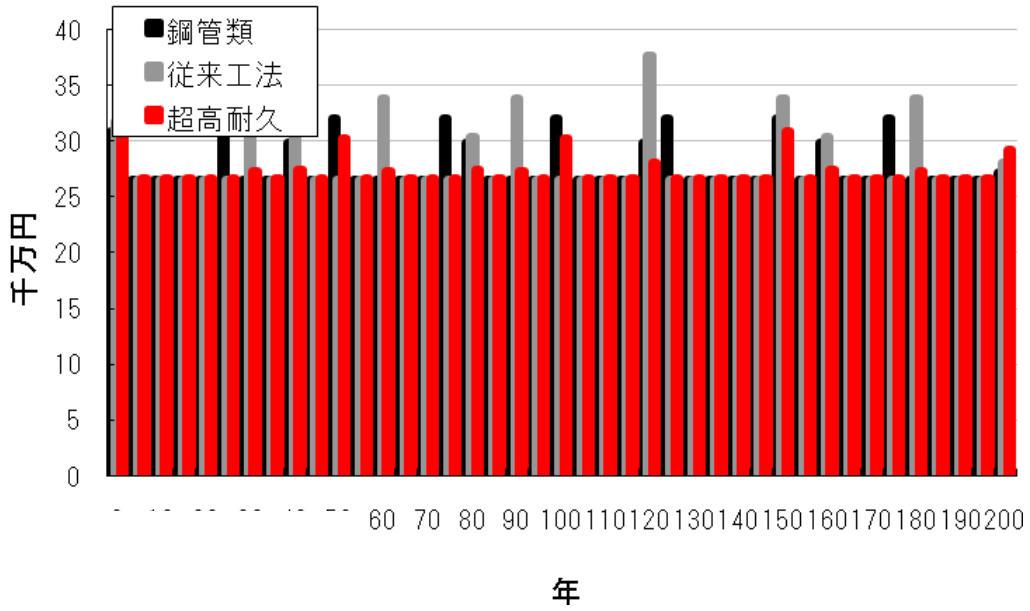


図 5.4-28 工事費+光熱費 タイプC

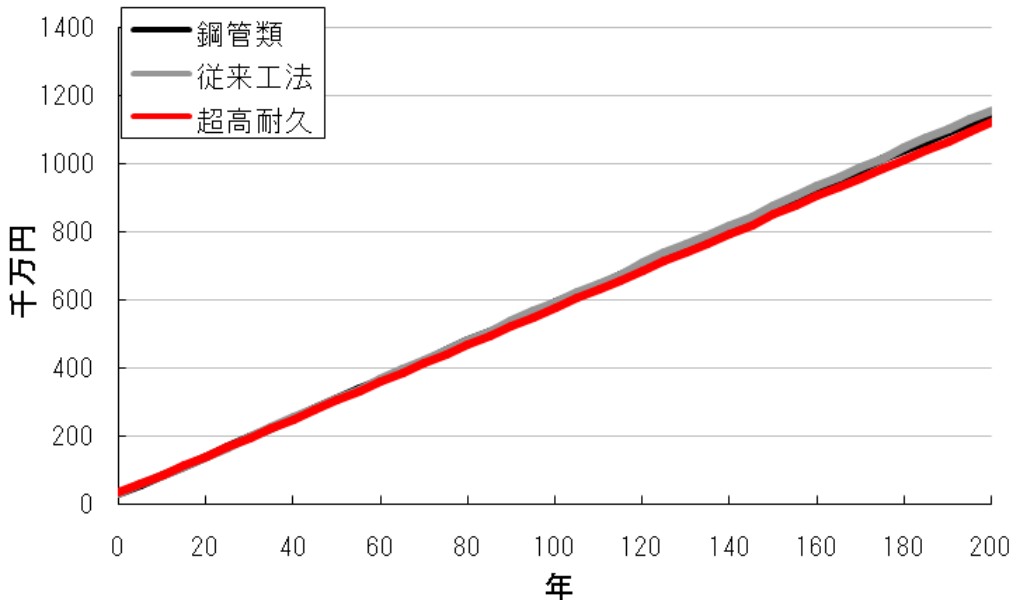


図 5.4-29 LCC(工事費+光熱費) タイプC

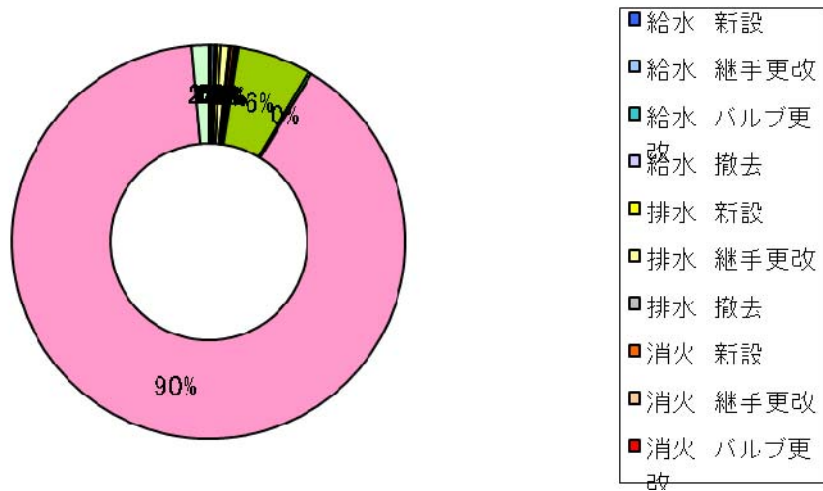


図 5.4-30 LCC (工事費+光熱費) 内訳 タイプC

5.4.4 LCCO₂ 評価

LCCO₂ 評価の結果を図 5.4-31～図 5.4-48 に示す。

図 5.4-31～図 5.4-39 は、各タイプの工事費のみの評価で、5年度おきのグラフと 200 年の積算、200 年間の内訳を示した。図 5.4-40～図 5.4-48 は、工事費に電気・上下水道の使用まで含めた。

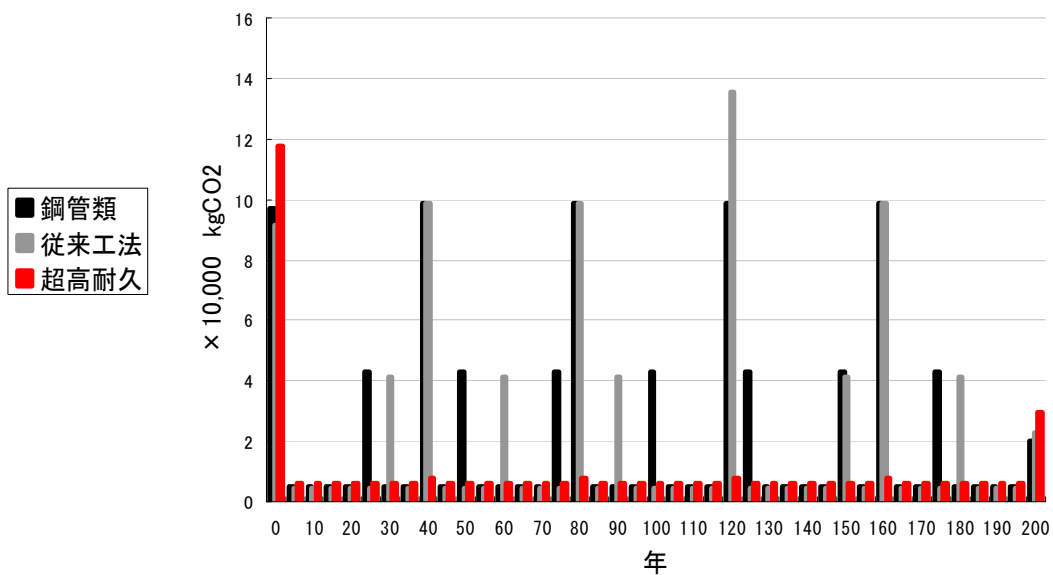


図 5.4-31 CO₂ 量 (工事) タイプA

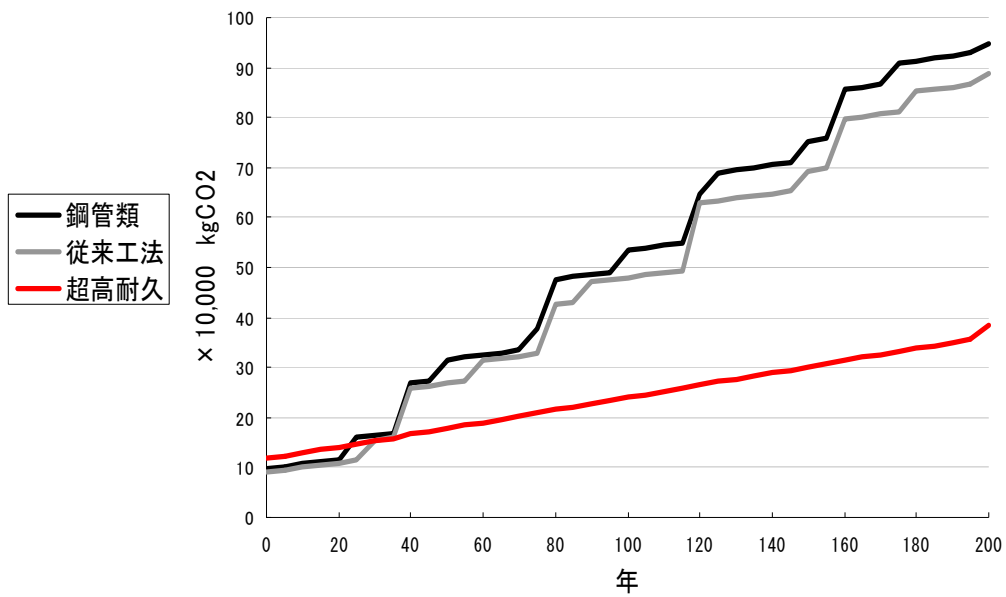


図 5.4-32 LCCCO₂ (工事) タイプA

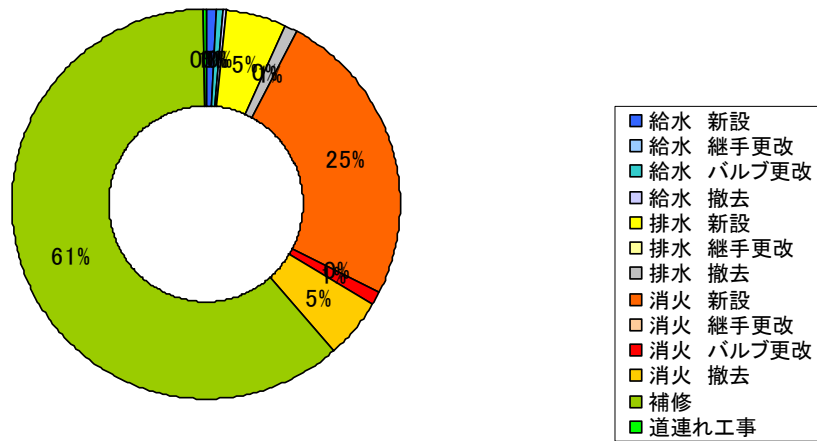


図 5.4-33 LCCCO₂ (工事) 内訳 タイプA

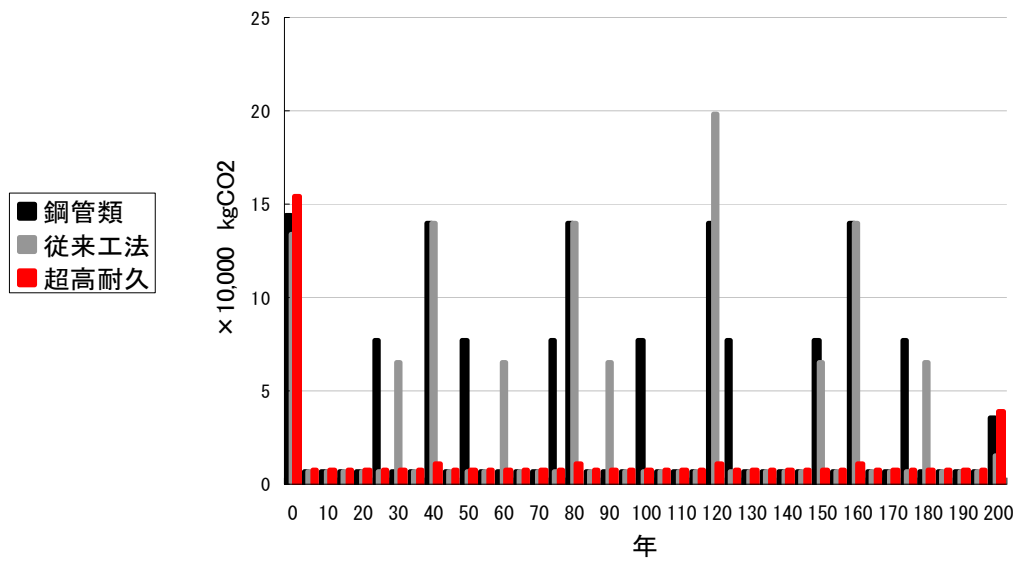


図 5.4-34 CO₂量 (工事) タイプB

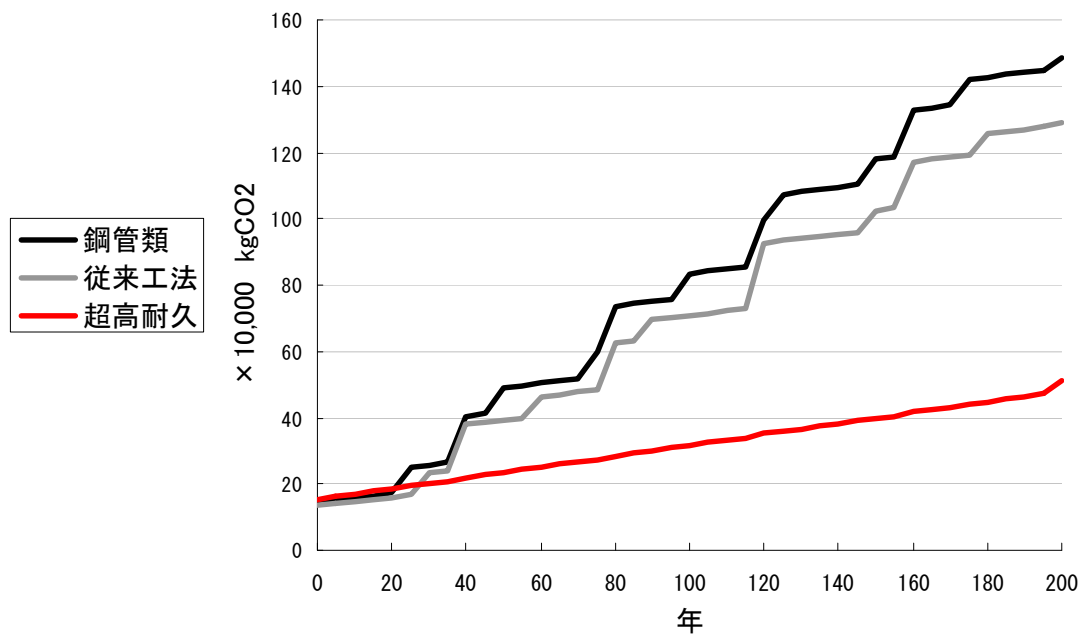


図 5.4-35 LCCO₂ (工事) タイプB

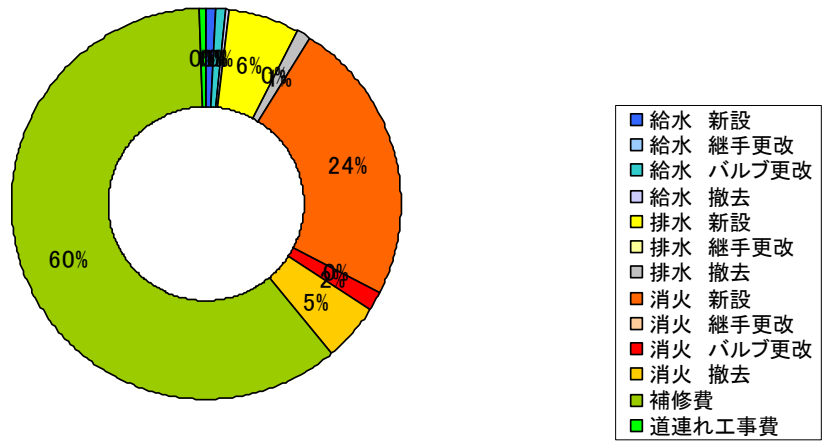


図 5.4-36 LCCO₂ (工事) 内訳 タイプB

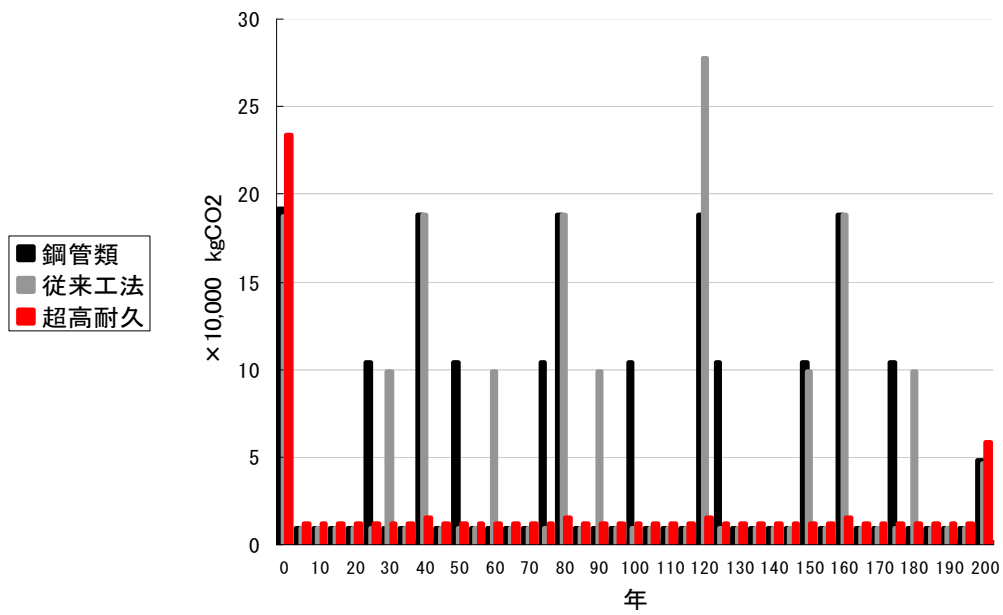


図 5.4-37 CO₂ 量 (工事) タイプC

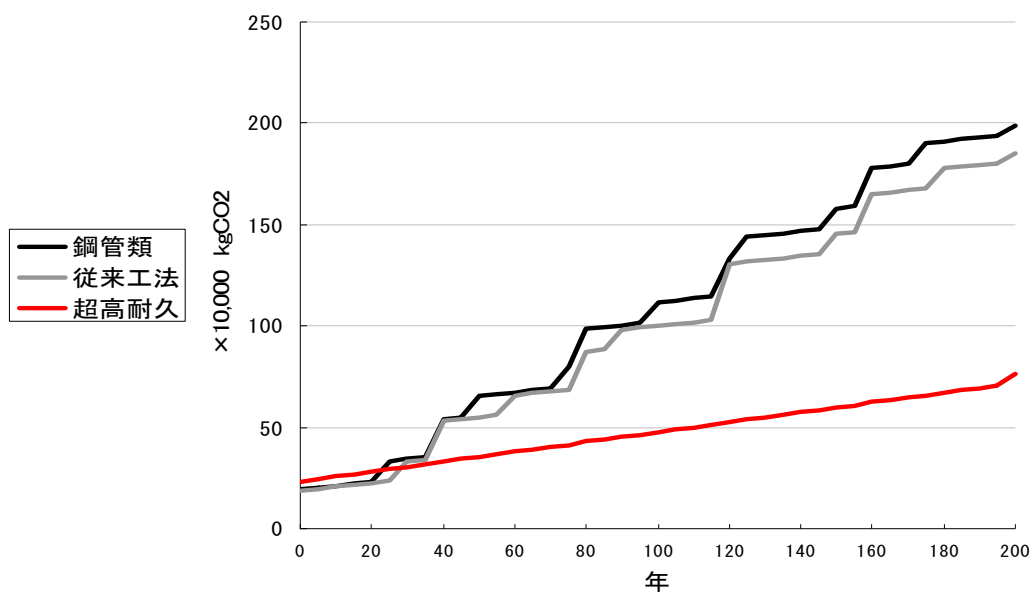


図 5.4-38 LCCO₂ (工事) タイプC

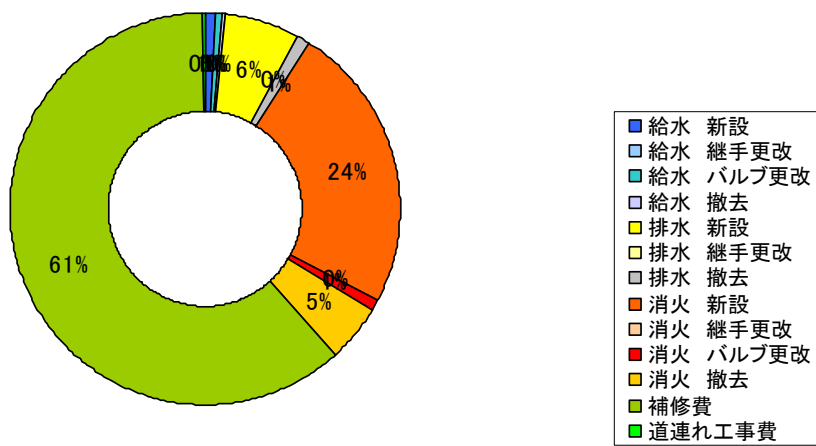


図 5.4-39 LCCO₂ (工事) 内訳 タイプC

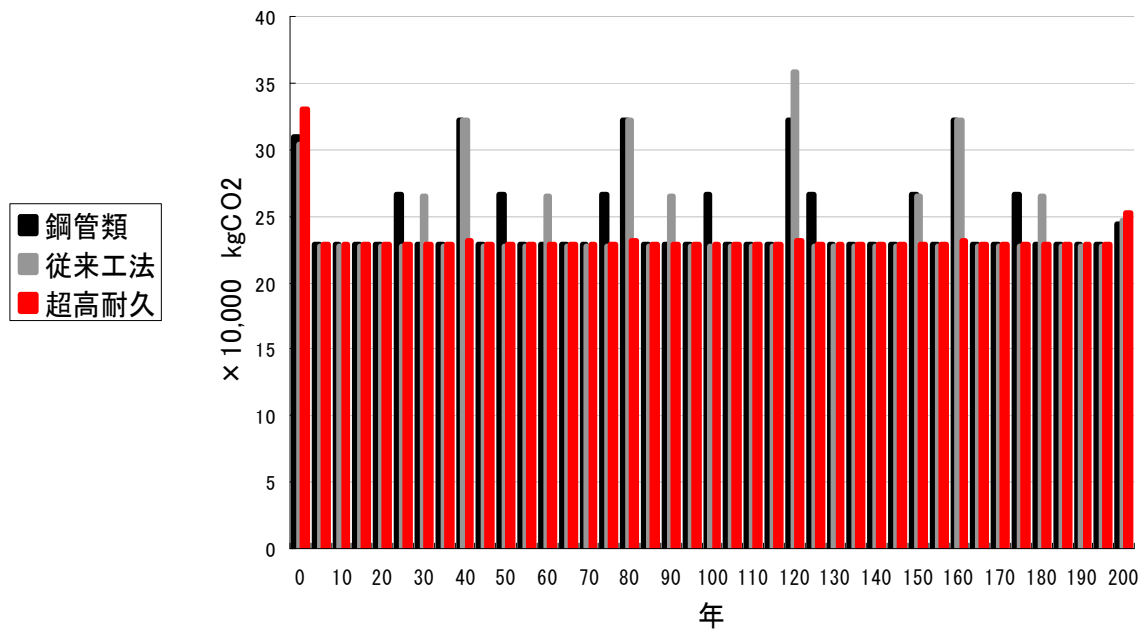


図 5.4-40 CO₂量 (工事+電気+水) タイプA

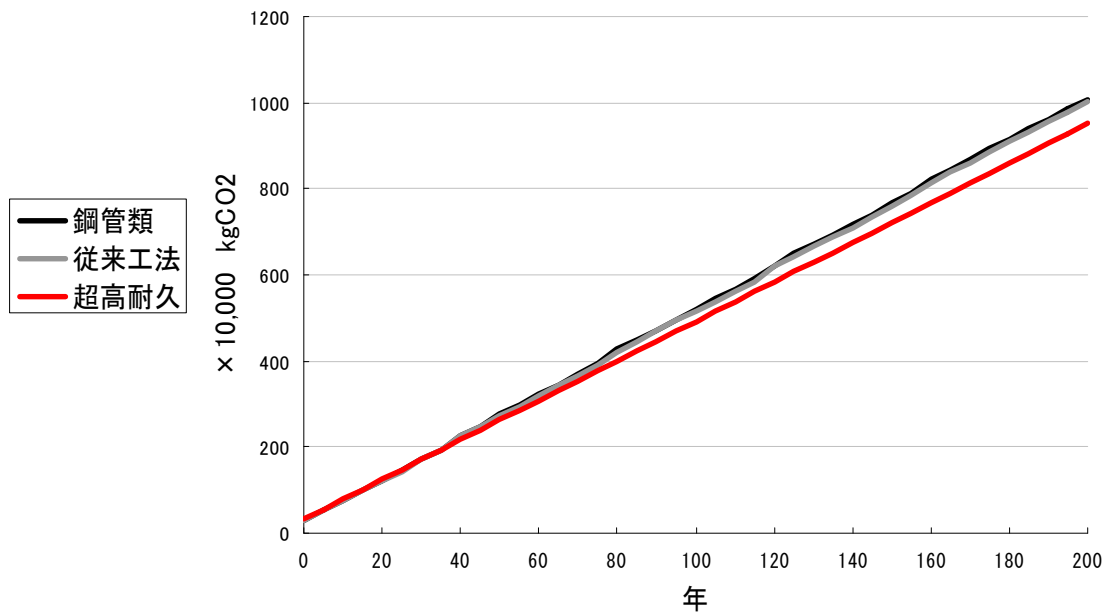


図 5.4-41 LCCO₂ (工事+電気+水) タイプA

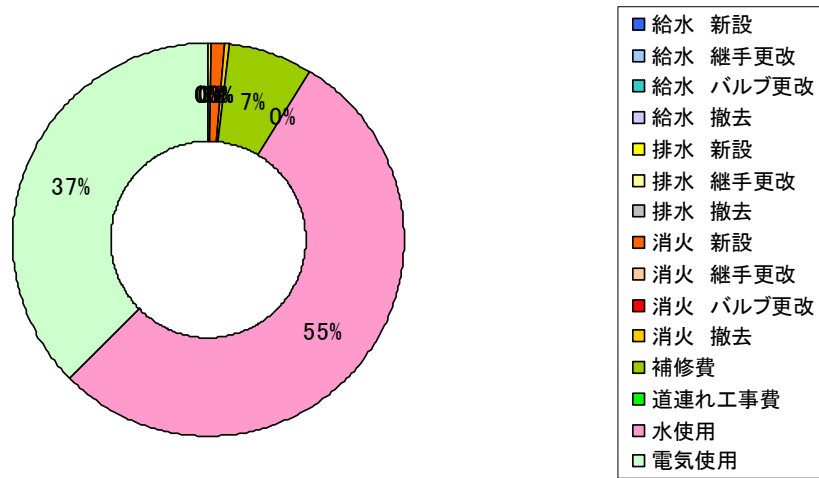


図 5.4-42 LCCO₂ (工事+電気+水) 内訳 タイプA

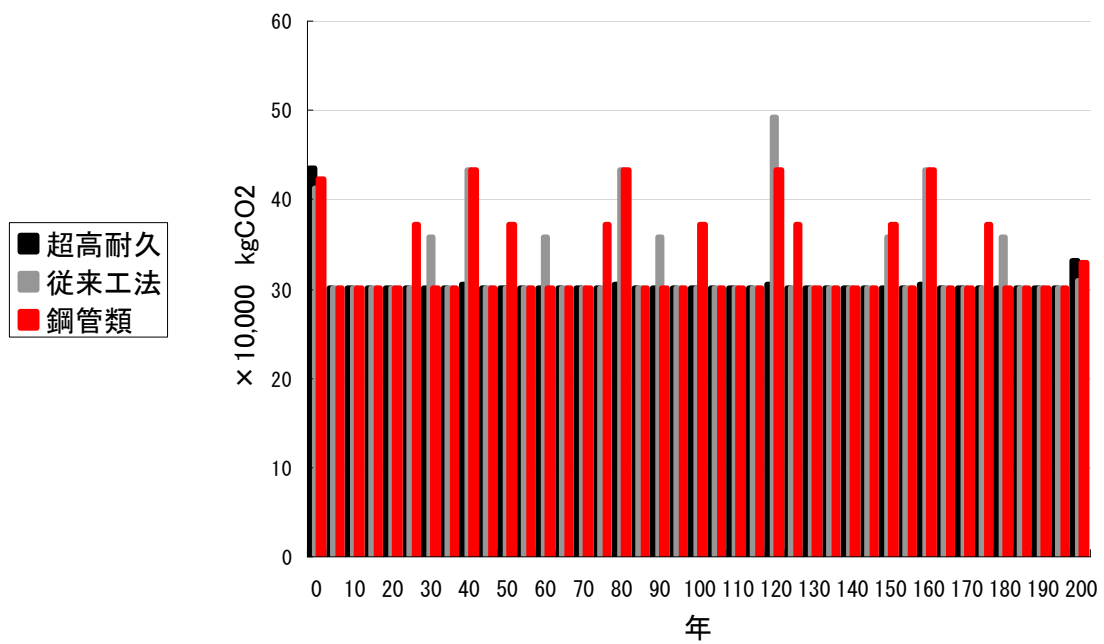


図 5.4-43 CO₂量 (工事+電気+水) 内訳 タイプB

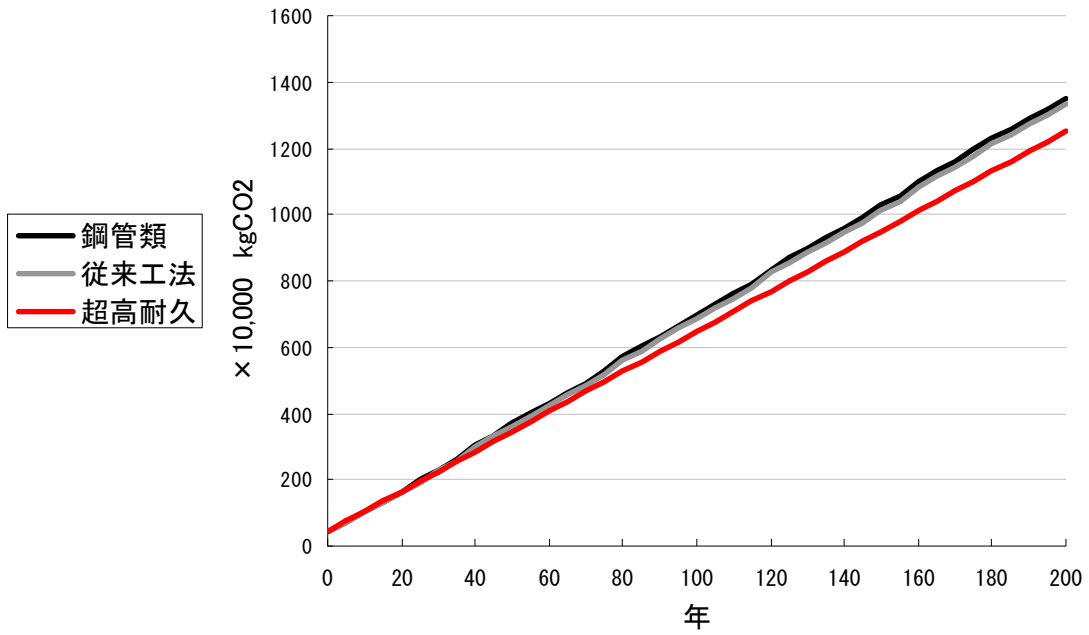


図 5.4-44 LCCO₂ (工事+電気+水) タイプB

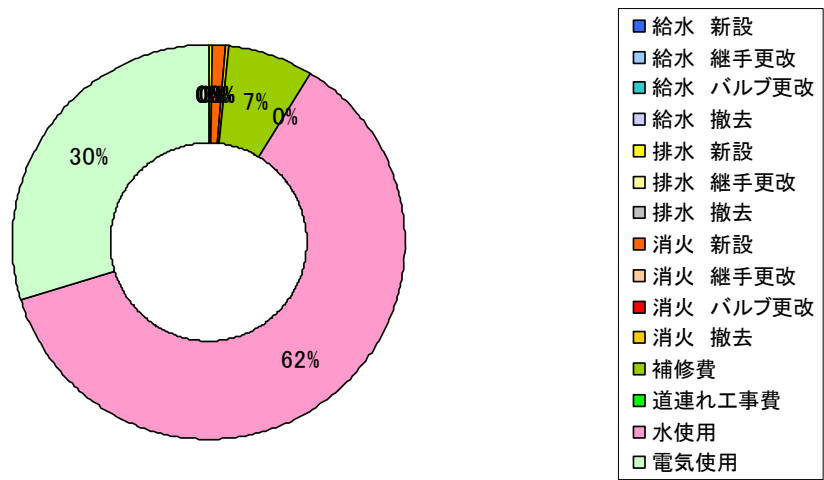


図 5.4-45 LCCO₂ (工事+電気+水) 内訳 タイプB

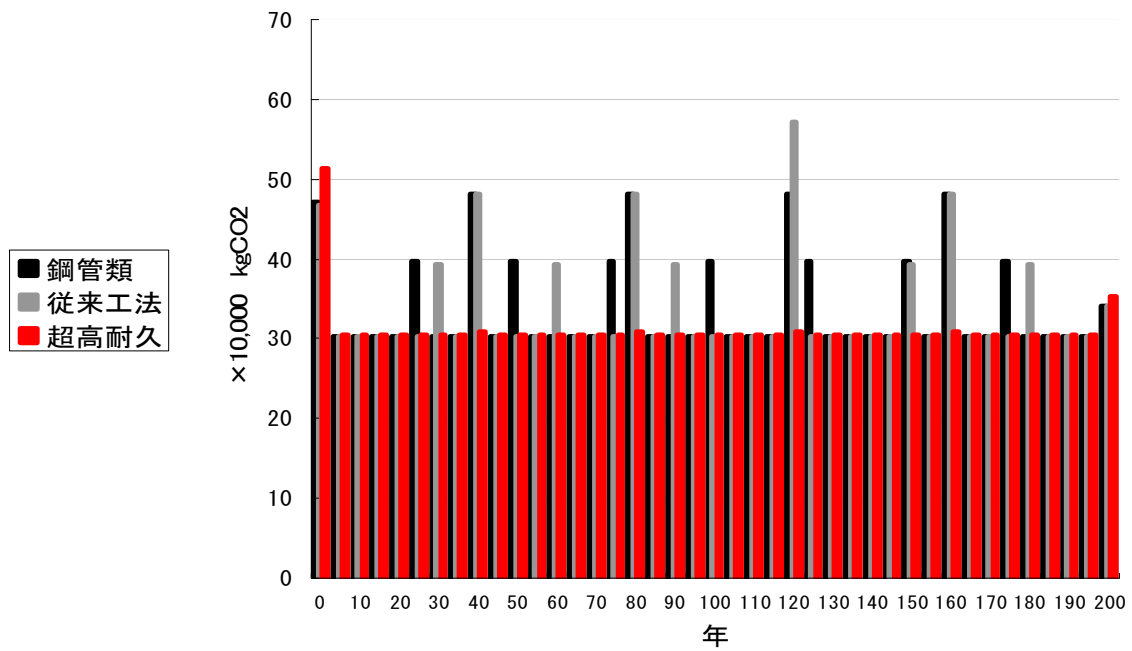


図 5.4-46 CO₂ (工事+電気+水) タイプC

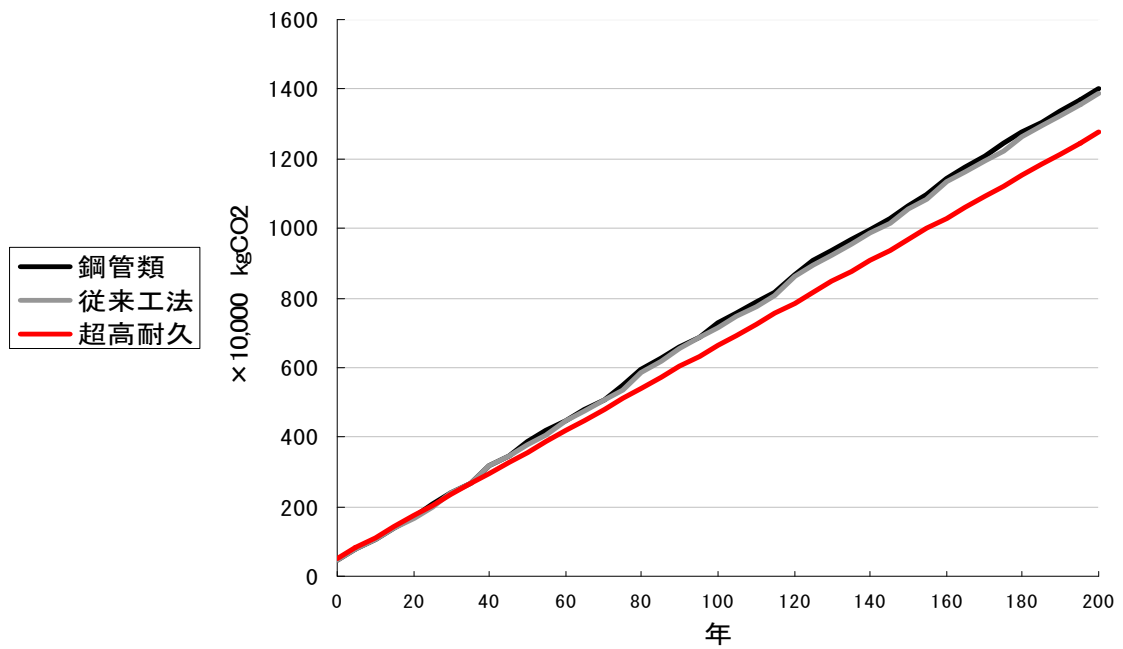


図 5.4-47 LCCO₂ (工事+電気+水) タイプC

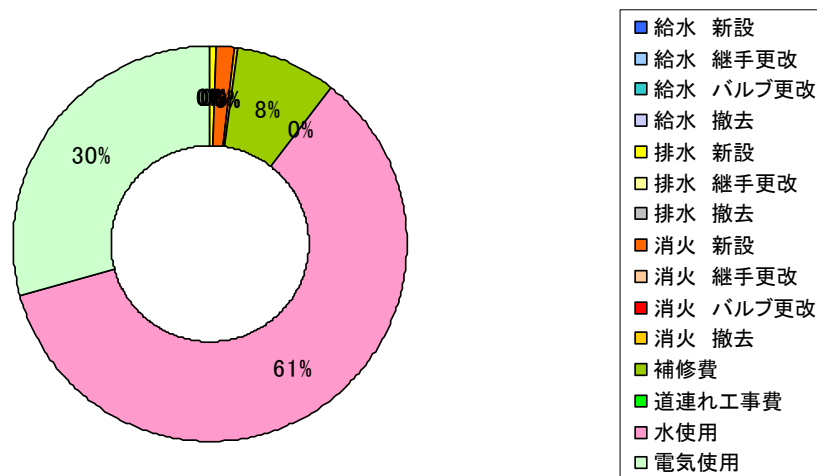


図 5.4-48 LCCO₂ (工事+電気+水) 内訳 タイプC

5. 5 考察

以上の結果から、つぎのことがわかる。

① 超高耐久性工法によるステンレス配管は従来のステンレス配管の工法あるいはステンレス以外の鋼管にくらべ、LCC.LCCO₂とも、コストが小さく、CO₂発生量も小さい。これは、建物モデル (タイプ A.B.C) に共通な結果である。

② 超高耐久性工法による、ステンレス配管は従来のステンレス配管の工法あるいはステンレス以外の鋼管にくらべ、LCC.は概ね、工事の集計で 50~70%、光熱費まで含めた評価で 98~99%である。

③ 超高耐久性工法による、ステンレス配管は従来のステンレス配管の工法あるいはステンレス以外の鋼管にくらべ、LCCO₂は概ね、工事の集計で 40~50%、光熱費まで含めた評価で 95%程度である。

④ ステンレス配管の流量係数については、今回のような中高層建物では、給水配管のポンプに係る電気料金およびエネルギーの低減には寄与していない。

一方で、空調配管のように密閉配管で流量係数の影響が大きい場合や、鋼管等の在来配管での比較において、経年劣化 (管内面の経年劣化による閉塞や表面粗度大による流量係数の変化) を考慮した場合の効果については、検討を行う必要があり、今後の課題である。

⑤ 超高耐久性工法によるステンレス配管は、環境とコストに非常に効果があることが確認できたが、その実現のためには、継手やバルブの開発、配管を固定したままの継手やバルブの更改工法の確立など、今後の課題がある。