

1-4(3). 緊急時給水拠点確保等事業(構造物の改築・更新)

$$\begin{aligned} \text{計測中の年平均被害軽減額} &= 654,926 \quad (\text{千円}) \times 0.83 / 50 \\ &= 10,872 \quad (\text{千円/年}) \end{aligned}$$

となる。

総便益はこれに換算係数を乗じたものになる。

5) 事業全体の投資効率性

事業全体に対する総費用及び総便益を算定した結果は、表IV-1-4.6のとおりである。その結果、費用便益比(B/C)は1.13となる。費用便益比は1.0以上となり、妥当であると判断できる。

表IV-1-4.6 事業全体の投資効率性 (構造物の改築・更新)

項 目			費用/便益	換算係数	総費用/総便益	備考
			①	②	①×②	
費用	事業費	更新工事費	211,740 千円	0.98	207,505 千円	
	合計(C)		—		207,505 千円	
便益	地震被害軽減額	断水被害額	10,872 千円/年	21.48	233,531 千円	便益は、年間平均被害軽減額
	合計(B)		—		233,531 千円	
費用便益比 B/C					1.13	

1-5(1). 水道管路近代化推進事業(管路の耐震化)

1-5(1). 水道管路近代化推進事業(管路の耐震化)

本事業は、老朽管の更新により、水道管路の耐震性の向上を図るものである。便益として、想定した地震規模における断水被害額の減少分、復旧工事費の減少分を計上した。また、管路更新により漏水防止効果も期待されることから、漏水損失額、漏水修理等の維持管理費を便益に加算した。

【前提条件】

- 評価の基準年度は平成 18 年度である。
- 基幹管路耐震化であることから、地震時の補修費の減少効果、緊急時の断水回避として断水被害額の減少分を計上した。
- 地震による被害の想定は、関係機関による想定地震によったが、その発生確率は示されていない。このため、地震被害は、評価期間中に 1 回（50 年間に 1 回）発生するものと仮定した。

< 計算例 >

1) 事業概要

給水人口 90,000 (人)、1 日平均給水量 35,000 (m³/日)、そのうちの 2,000 (m³/日) は工場用である。送配水管 500 (km) の内、φ 100 (mm) 以上の送配水管が 300 (km) である。φ 100 (mm) 以上の送配水管の管種別口径別布設延長の内訳は表IV-1-5.1 に示す通りである。

表IV-1-5.1 管種口径別延長(φ 100 以上)

(単位 : km)

口径 φ mm \ 管種	DIP	DIP 以外の老朽管	合 計
φ 100 以上 φ 300 未満	120	134	254
φ 300 以上 (基幹管路)	40	6	46
合 計	160	140	300

本事業は、老朽管の更新と同時に φ 300 (mm) 以上の基幹管路の部分については、耐震型の S II 型の継手を採用し、耐震性の向上を図るものである。

- ・ φ 300 (mm) 以上の老朽管(6km)をダクタイル鋳鉄管 S II 型に布設替する。
- ・ φ 300 (mm) 未満の老朽管(134km)をダクタイル鋳鉄管 T 型に布設替する。

2) 費用の算定

事業費 (平成 18 年度価格) は、表IV-1-5.2 に示すように、7,300,000 (千円) である。耐用年数はダクタイル鋳鉄管の 40 年とした。

1-5(1). 水道管路近代化推進事業(管路の耐震化)

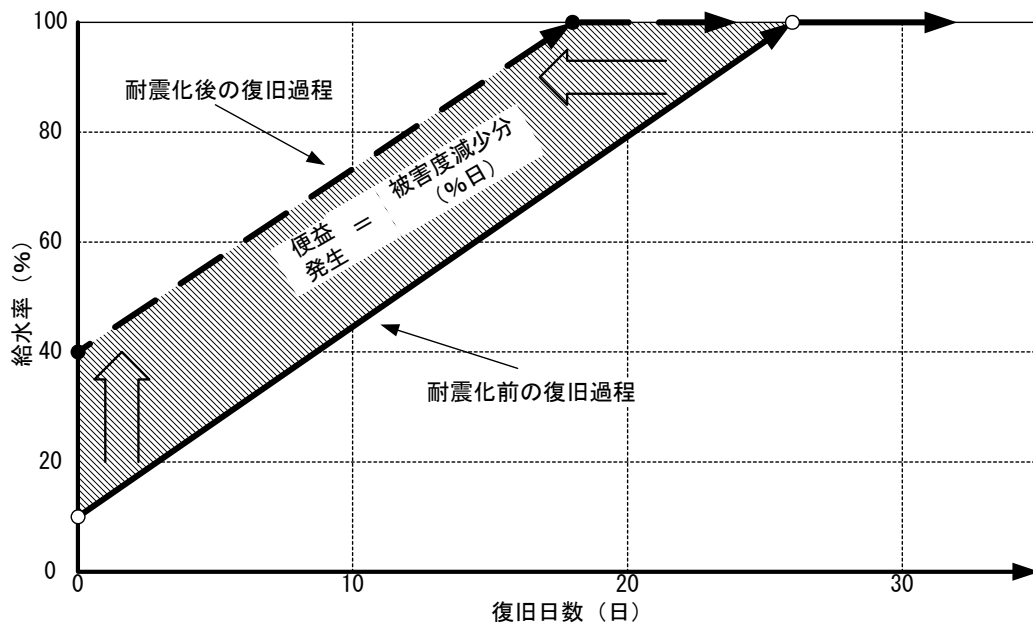
表IV-1-5.2 事業費

項目	工事延長 (km)	建設費 (千円)
老朽管更新 (φ100~300)	134	6,700,000
管路耐震化 (φ300~)	6	600,000
合計	140	7,300,000

3) 耐震化の便益の考え方

管路耐震化による便益は、阪神・淡路大震災の規模の地震を想定し、耐震化した場合の需要者被害額の減少分、復旧工事費の減少分とした。

図IV-1-5.1は、耐震化の便益の考え方を示したものであるが、管路の耐震化により地震開始直後の断水率が小さくなり（給水率が大きくなり）、かつ被害箇所数が減少する事により復旧が短くなる（斜線の四角形の部分で便益が発生）。したがって、耐震性向上の便益は、耐震化前と耐震化後の被害箇所数、初期断水率、復旧日数から算定した。



図IV-1-5.1 便益発生(被害度減少)の考え方

断水による1日当たりの被害額(被害原単位)は、第V編 資料集「減・断水被害の算定について」における、断水率100%の場合を想定して設定した(表IV-1-5.3)。

①生活用

断水率100%の場合の被害原単位(平成18年度価格)に給水人口を乗じた。

生活用1日当たり被害額=被害原単位×給水人口

$$=7,428(\text{円/人日}) \times 90,000(\text{人}) \div 1,000 = 668,520(\text{千円/日})$$

1-5(1). 水道管路近代化推進事業(管路の耐震化)

②業務営業用

市内総生産額（平成 18 年度価格）を、営業停止損失の大きい部門と営業停止損失の小さい部門に区分し、それぞれ影響率を乗じて算定した。断水率 100% の場合の影響率は、営業停止損失が大きい部門は 100%、営業停止損失が小さい部門は 16% である。

$$\begin{aligned} \text{業務営業用 1 日あたり被害額} &= \text{総生産額 (千円/日)} \times \text{影響率} \\ & \text{(営業停止損失の大きい部門) ... 総生産額は 613,102 (千円/日)} \\ & = 613,102 \text{ (千円/日)} \times 100/100 = 613,102 \text{ (千円/日)} \\ & \text{(営業停止損失の小さい部門) ... 総生産額は 2,518,534 (千円/日)} \\ & = 2,518,534 \text{ (千円/日)} \times 16/100 = 402,965 \text{ (千円/日)} \end{aligned}$$

③工場用

工業統計表を用いて算定した用水効果額単価（平成 18 年度価格）に、有収水量（2,000m³/日）を乗じて算定した。

$$\begin{aligned} \text{工場用 1 日あたり被害額} &= \text{用水効果額単価} \times \text{有収水量} \\ & = 1,597 \text{ (円/m}^3\text{)} \times 2,000 \text{ (m}^3\text{/日)} / 1,000 = 3,194 \text{ (千円/日)} \end{aligned}$$

表IV-1-5.3 地震による 1 日当たりの被害額

水使用用途		1日あたり被害額 (千円/日)	被害原単位等
生活用		668,520	被害原単位: 7,428円/人
業務営業用	営業停止損失の大きい部門	613,102	影響率: 100%
	営業停止損失の小さい部門	402,965	影響率: 16%
工場用		3,194	用水効果額単価: 1,597円
計		1,687,781	

4) 被害想定の手法

①管路の平均被害率

φ100 (mm) 以上の管路について管種別の平均被害率を表IV-1-5.4 のとおりとした。

表IV-1-5.4 管路の管種別平均被害率

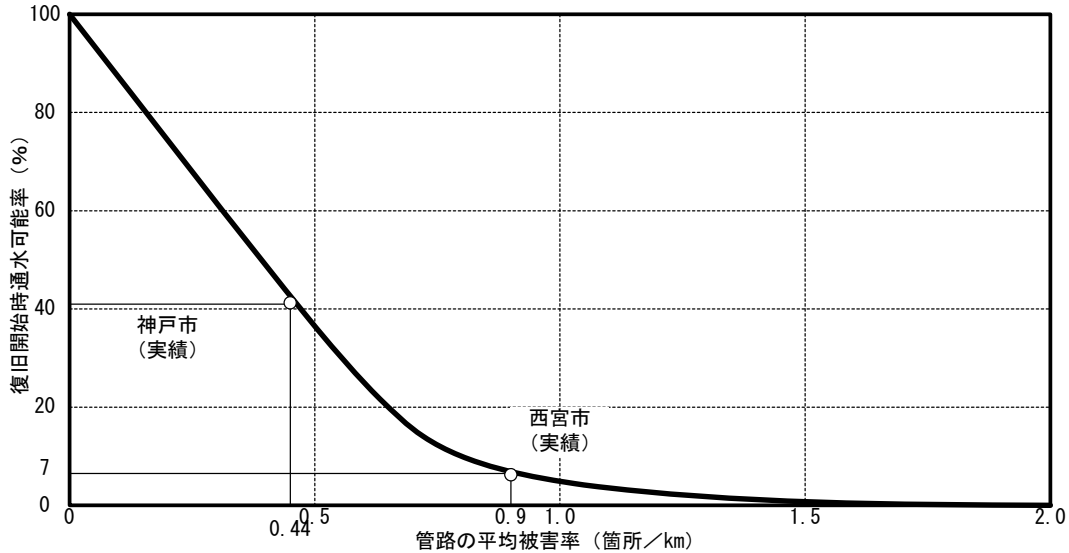
管種	平均被害率 (箇所/km)
DIP	0.461
DIP 以外の老朽管	1.184

(注) 阪神・淡路大震災における配水管被害率をもとに設定した値である。各事業では管路布設状況（地盤種別、想定震度、液状化の有無等）を勘案し設定する。

1-5(1). 水道管路近代化推進事業(管路の耐震化)

②平均被害率と復旧開始時通水可能率の関係

管路の平均被害率と復旧開始時通水可能率(1 - 初期断水率)の関係は、図V-1-5.2の資料を利用した。



(注)「厚生省生活衛生局水道環境部水道整備課監修、水道の耐震化計画策定指針(案)の解説、平成9年5月、財団法人水道技術研究センター」による。

図IV-1-5.2 管路の平均被害率と復旧開始時通水可能率の関係

③復旧期間

復旧期間は、当該地域における資材の確保状況、復旧に投入可能な人員の配置、体制を勘案し、1日当たりの復旧箇所数を10(箇所/日)と仮定した。

また、断水率(給水率)は復旧完了までに直線的に改善(復旧)するものとした。

まず、管路の耐震化をしない場合、被害箇所数は240(箇所)で平均被害率は0.800(箇所/km)となる(表IV-1-5.5)。

表IV-1-5.5 被害箇所数と平均被害率(耐震化前)

管種	布設延長① (km)	平均被害率② (箇所/km)	被害箇所数①×② (箇所)
DIP	160	0.461	74
DIP以外の老朽管	140	1.184	166
合計	300 ③	0.800 ⑤	240 ④

⑤=④/③

このときの初期断水率(1 - 復旧開始時通水可能率)は、図IV-1-5.2より90(%)と読み取ることができる。また、240(箇所)の復旧日数は、復旧工事が

1-5(1). 水道管路近代化推進事業(管路の耐震化)

10 (箇所/日) であるから 24 日間である。

・被害箇所：240 (箇所)

・初期断水率：90 (%) (0 日で 10%給水→図IV-1-5.3^(a))

・復旧日数：24 (日) (24 日で 100%給水→図IV-1-5.3^(b))

次に、管路を耐震化した場合の管路の被害箇所数は 136 (箇所) で平均被害率は 0.453 (箇所/km) となる(表IV-1-5.6)。

表IV-1-5.6 被害箇所数と平均被害率 (耐震化後)

管種	布設延長① (km)	平均被害率② (箇所/km)	被害箇所数①×② (箇所)
S II型	6	0.000	0
DIP	294	0.461	136
合計	300 ⁽³⁾	0.453 ⁽⁵⁾	136 ⁽⁴⁾

$$\text{⑤} = \text{④} / \text{③}$$

このときの初期断水率 (1 - 復旧開始時通水可能率) は、図IV-1-5.2 より 60 (%) と読み取ることができる。また、136 (箇所) の復旧日数は、復旧工事が 10 (箇所/日) であるから 14 日間である。

・被害箇所数：136 (箇所)

・初期断水率：60 (%) (0 日で 40%給水→図IV-1-5.3^(d))

・復旧日数：14 (日) (14 日で 100%給水→図IV-1-5.3^(c))

5) 便益の算定

便益は、①耐震化による断水被害額の減少分、②復旧工事費の減少分、③漏水損失額の低減額、④維持管理費の低減額を計上する。

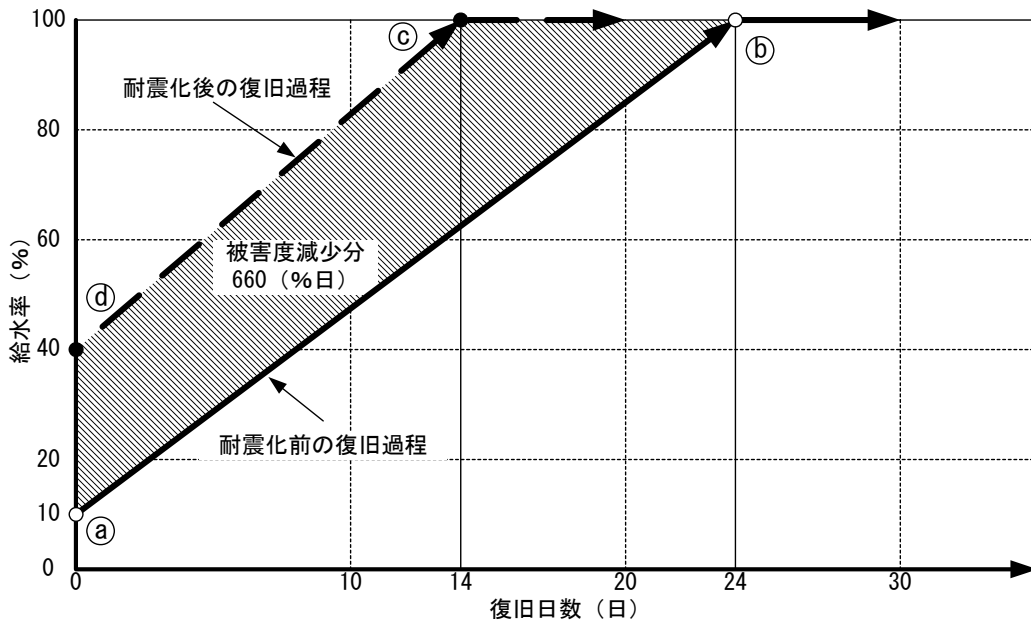
①耐震化による断水被害額の減少分

図IV-1-5.3 に示すように耐震化前後の被害想定初期断水率、復旧日数をプロットすると、耐震化による地震の被害度 (%日) の減少分は、四角形^(a)^(b)^(c)^(d)の面積であることから、次式より 660 (%日) となる。

$$\begin{aligned} & (\text{耐震化しない場合の被害度}) - (\text{耐震化した場合の被害度}) \\ & = (90 \times 24 \times 1 / 2) - (60 \times 14 \times 1 / 2) \\ & = 1,080 - 420 = 660 (\%日) \end{aligned}$$

1-5(1). 水道管路近代化推進事業(管路の耐震化)

なお、被害度 (%日) = (初期断水率 × 復旧日数) × 1 / 2



図IV-1-5.3 被害度減少分の算定

この被害度の減少分に、1日当たりの被害額(表IV-1-5.3)を乗じて、断水被害額の減少分を算定した。

断水被害額の減少分(千円)

$$= \text{被害度の減少分}(\%日) \times 1 \text{日当たりの被害額}(\text{千円}/\text{人} \cdot \text{日}) / 100$$

$$= 660(\%日) \times 1,687,781(\text{千円}/\text{日}) / 100$$

$$= 11,139,355 \text{ (千円)}$$

地震の発生を50年間に1回とすると、年平均被害額は222,787(千円/年)となる。

$$\text{年平均被害額} = \text{被害額} / 50 \text{年} = 11,139,355 / 50 = 222,787 \text{ (千円/年)}$$

②復旧工事費の減少分

耐震化した場合としない場合の復旧工事費の減少分は、被害箇所1個所当たりの復旧工事費を200(千円/箇所)として算定した。

(耐震化しない場合の被害箇所数 - 耐震化した場合の被害箇所数)

× 被害箇所1個所当たりの復旧工事費

$$= (240 \text{ (箇所)} - 136 \text{ (箇所)}) \times 200 \text{ (千円/箇所)}$$

$$= 20,800 \text{ (千円)}$$

1-5(1). 水道管路近代化推進事業(管路の耐震化)

地震の発生を50年間に1回とすると、年平均の復旧工事費減少額は、416(千円/年)となる。

③漏水損失額の低減額

管路更新により、現行の有収率90(%)が92(%)に向上するものとした。これによる漏水損失額の低減額は、51,100(千円/年)ある。

$$\begin{aligned} & \text{年間給水量} \times (\text{有収率の差}) / 100 \times \text{給水原価} \\ & = 35 (\text{千 m}^3 / \text{日}) \times 365 (\text{日}) \times 0.02 \times 200 (\text{円} / \text{m}^3) \\ & = 51,100 (\text{千円} / \text{年}) \end{aligned}$$

④維持管理費の低減額

老朽管で、管路破損事故などの補修・復旧費、漏水調査等の維持管理費が、実績で1,500(千円/km)程度発生していることから、この維持管理費削減分を便益として加算する。

$$\begin{aligned} & \text{老朽管更新延長} \times \text{維持管理費単価} \\ & = 140 \text{km} \times 1,500 (\text{千円} / \text{km}) \\ & = 210,000 (\text{千円} / \text{年}) \end{aligned}$$

4) 事業全体の投資効率性

費用と便益に換算係数を乗じて、総費用及び総便益を算定した結果は表IV-1-5.7のとおりである。

その結果、費用便益比(B/C)は1.30となり、事業の実施は妥当であると判断できる。

表IV-1-5.7 事業全体の投資効率性結果(管路の耐震化)

	項目		耐用年数 (年)	費用/便益 ①	換算係数 ②	総費用/総便益 ①×②
費用	事業費	管路更新費用	40	7,300,000 千円	1.10	8,030,000
	合計			7,300,000 千円	—	8,030,000
	合計(C)					8,030,000
便益	断水被害の減少分		年平均	222,787 千円/年	21.48	4,785,465
	復旧工事費の減少分		年平均	416 千円/年	21.48	8,936
	漏水損失額の低減		年平均	51,100 千円/年	21.48	1,097,628
	維持管理費の低減		年平均	210,000 千円/年	21.48	4,510,800
	合計(B)					10,402,829
費用便益比				B/C		1.30