

## 5 総合評価計算例

### 5.1 総合評価の計算ステップと評価方法

耐震対策優先度判定は、上述の検討結果を踏まえて、システム機能向上度、社会的影響度等の各評価指標を算出した後、これを点数化し、これらの点数の重み付けをして、総合評価を行うものとする。計算ステップの例を図 5-1 に示す。

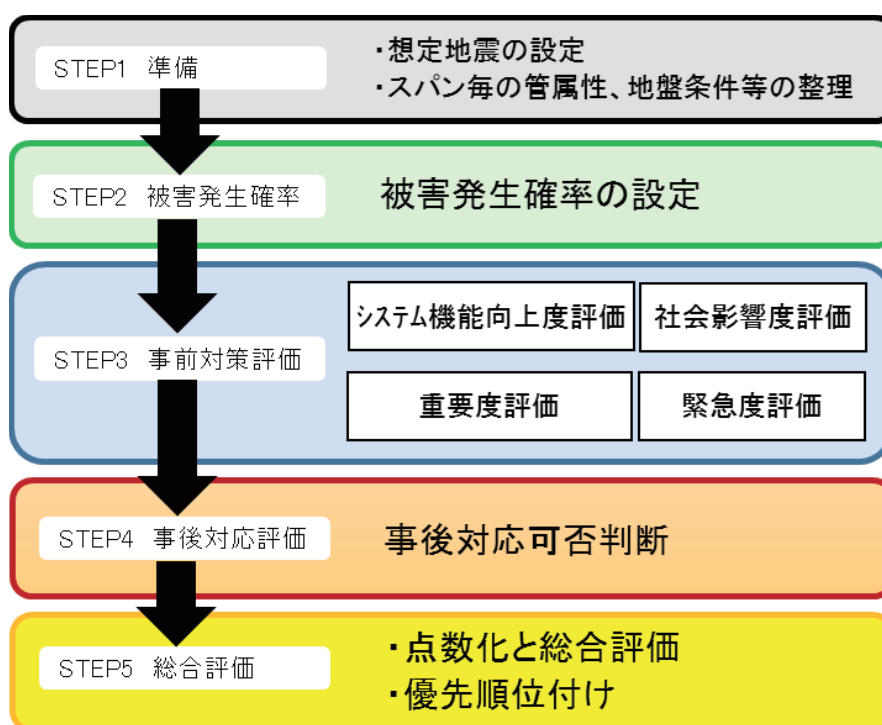


図 5-1 耐震化優先度評価の計算ステップ

総合評価の方法としては、下記が想定される。

(ア) 5つの評価軸の単純な合計

図 5-2 に示すように、前述した5つの評価指標をスパン毎に算出後、算出された数値を点数化し、総得点数で順位付けを行う。

$$\text{総合評価} = \Sigma \{ \text{①システム機能向上度数、②社会的影響度数、③緊急度数、④重要度数、⑤事後対応可否判定点数} \}$$

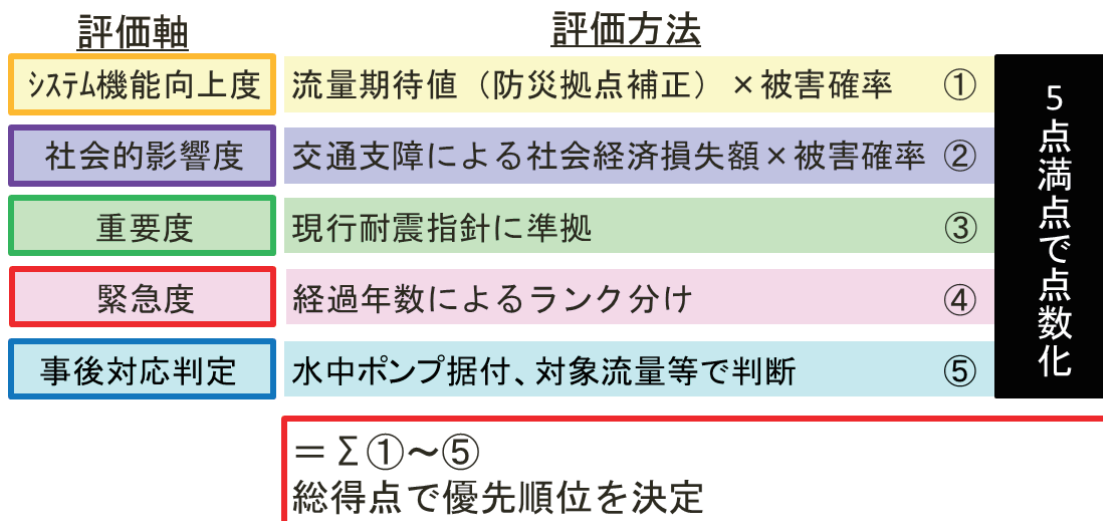


図 5-2 計算式のイメージ

(イ) 5つの評価軸毎に重みをつけ合計

5つの評価指標に対して、相対的な重み付けを行い、総得点数で順位付けを行う。

$$\text{総合評価} = \sum \{ \text{①システム機能向上度点数} \times \text{重み係数}, \text{②社会的影響度点数} \times \text{重み係数}, \text{③緊急度点数} \times \text{重み係数}, \text{④重要度点数} \times \text{重み係数}, \text{⑤事後対応可否判定点数} \times \text{重み係数} \}$$

(ウ) 事前対策路線が事後対応可能路線の順位を必ず上回るよう順位を調整

事後対応に関する評価軸を（ア）または（イ）で評価し優先順位を設定後、事後対応可能な路線の順位を、事前対策路線より下位になるように調整する（表 5-1）。

なお、事後対応で用いる資機材や人員（業者数）には上限があるため、下水道 BCP 計画との整合性を確認しながら、事後対応可能なスパンを絞り込む必要がある。

表 5-1 事後対応可否による順位調整例

事前対策優先順位	路線番号	事後対応可否	総合評価順位	路線番号	事後対応可否
1	101		1	101	
2	102		2	102	
3	105	可	3	201	
4	201		4	103	
5	203	可	5	105	可
6	103		6	203	可
7	104	可	7	104	可
8	202	可	8	202	可

## 5.2 点数化

耐震対策優先度判定における評価点は、上述の検討結果を踏まえて、システム機能向上度、社会的影響度等の各評価指標を算出した後、これを点数化する。点数化は、各指標とも5点満点での点数配分となるよう、下記の通り設定した。

### ① システム機能向上度

システム機能向上度の評価点数は、システム機能向上度における耐震対策優先度順位に応じて、上位20%までを5点、40%までを4点、60%までを3点と優先度ランクに応じて5段階に区分する。

### ② 社会的影響度

社会的影響度は、社会的影響からみた管路施設の優先順位および被災時の交通途絶による経済的被害額により算出し、評価点数は以下に示すとおり設定する。

被災時の交通途絶による社会的影響度は、任意スパンの交通阻害による経済的被害額×被害発生確率により算出し、上位20%までを5点、40%までを4点、60%までを3点と優先度ランクに応じて5段階に区分する。

### ③ 緊急度

緊急度の配点は、管路布設から処分制限期間20年と、道路陥没等の事故が多くなると言われる30年から標準耐用年数50年までの期間を5年ごとに区切り、図5-3のようにランク化して配点する。

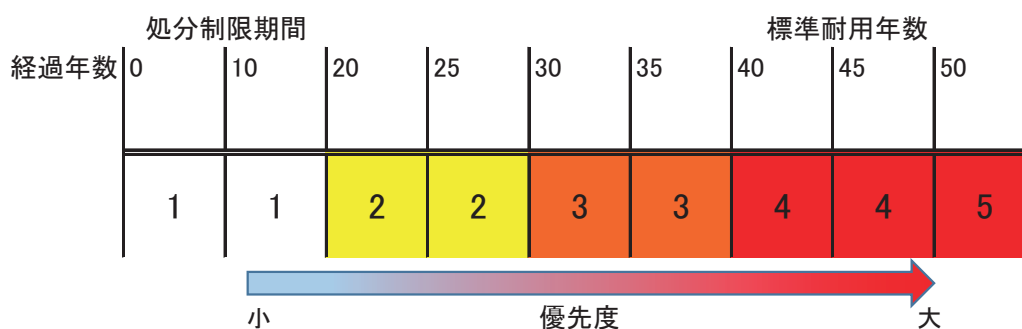


図 5-3 経過年数による不具合発生確率の配点例

### ④ 重要度

下水道施設の耐震対策指針と解説-2014年版<sup>11)</sup>では、耐震性能不足と想定される管路が地震により破損した場合の社会活動に及ぼす影響の大きさを踏まえ、耐震化を優先的に行うべき重要な施設を「重要な幹線」として位置づけている。このうち、下水道施設の破損に伴う道路陥没等による交通障害、復旧に時間を要し鉄道手段途絶による社会的影響の大きさ、防災拠点・避難所運営への影響の大きさを勘案し、軌道や緊急輸送路等下の管路、防災拠点・

避難所より下流の管路、河川を横断する管路を「特に重要な幹線等」と位置づけている。このことから、「特に重要な幹線等」は5点、「重要な幹線等」は3点、「その他の管路」は0点に設定する（表 5-2 参照）。

表 5-2 重要度の配点例

管路施設の重要度	対象となる管路施設	点数
特に重要な幹線等	処理場と災害対策本部施設(役所等)や特に大規模な広域避難場所等の防災拠点をつなぐ管路	5
	軌道や緊急輸送路等下の埋設管路	
	既存施設を活用したネットワーク化等のシステム的な対応管路	
重要な幹線等	流域幹線の管路	3
	処理場・ポンプ場施設に直結する幹線管路	
	上記以外の下水を流下収集させる機能面から見てシステムとして重要な管路	
その他の管路	特に重要な幹線等、重要な幹線等以外の管路	0

#### ⑤ 事後対応可否判断

事後対応可否判断は、事後対応困難な場合については事前対策を早急を実施する必要性が高いと判断されることから5点、事後対応容易な場合は被害を受けても社会的な影響等が小さいことから耐震化の優先度は低いと判断し0点とする。なお、本来は事後対応で用いる資機材や人員（業者数）には上限があるため、必要に応じ考慮するものとする。

### 5.3 各指標の重み

上記に示した、①システム機能向上度、②社会的影響度、③緊急度、④重要度、⑤事後対応可否判断の各指標については、各都市の地域特性等を反映し重みをつけることで、より実状に適合した評価が可能となると考えられる。

しかしながら、重みの設定には、行政的な意志決定（主観的な判断）が含まれるものと考えられ、実績値等に基づく統計的な定量化は困難と想定される。このため、ここでは重みに関する検討は実施せず、本手法の導入者に委ねるものとする。なお、人による主観的な判断を定量化する手法としては、AHP法（階層的意志分析法）が適用可能である。

## 5.4 ケーススタディ

### 5.4.1 ケーススタディの概要

前述の耐震化優先度評価を用いて、東日本大震災被災都市であるA市を対象に、被災時の避難所・防災拠点における人口の一時的な集積による排水量増大を考慮した3ケース(表5-3)でケーススタディを実施した。

表 5-3 ケーススタディにおけるケース一覧

CASE	設定方針	備考
CASE1	防災拠点非考慮型	流量は事業計画原単位により設定
CASE2	防災拠点型(被災後1週間)	被災状況が明らかとなり、ライフラインの復旧にも一定の進捗がみられる時期での汚水量補正を考慮
CASE3	防災拠点型(被災後1ヶ月)	応急復旧に一定の効果があり、企業などの営業活動が再開される時期での汚水量補正を考慮

ケーススタディは、モデル都市提供の下水道台帳データや下水道事業計画書、既往の上下水道耐震対策計画、地域防災計画(避難所位置・規模など)等の情報を元に、前述の耐震化優先度評価により耐震化の優先順位を決定し、各ケースや耐震化率の進捗状況にあわせて被害額(布設替えするものとして被害額を積み上げ)および支障人口の割合がいかに変化するかを確認した。

下水道支障人口は、耐震化の途上で施設が被災した場合に下水道サービスを受けられない人口とし、下水道計画の処理人口と処理面積から路線毎の対象人口を算出し、これに被害率を乗じて算出した。避難所を考慮する場合は、自宅居住率と避難所の収容人員を考慮する必要があることから、支障人口は、自宅及び避難所人数に被害率を乗じて算出した。なお、事後対応が可能と判断された路線については、耐震化されていなくても震後の下水道サービス提供が可能であることから、耐震化済み路線と見なすものとし、下水道支障人口は0とした。

### 5.4.2 ケーススタディ結果

A市は、東日本大震災で液状化現象に伴う下水道管路施設被害のあった中規模都市（人口約16万人）であり、優先度評価に必要なデータが入手しやすいことから選定した。ケーススタディにおいては、防災拠点を含む一部のエリア（約200ha、約30スパン）を抽出し、実際の計画流量や避難所規模等のデータを用いて、耐震化優先度評価を実施した。図5-4～図5-6にCASE1～3の優先度判定結果を示す。

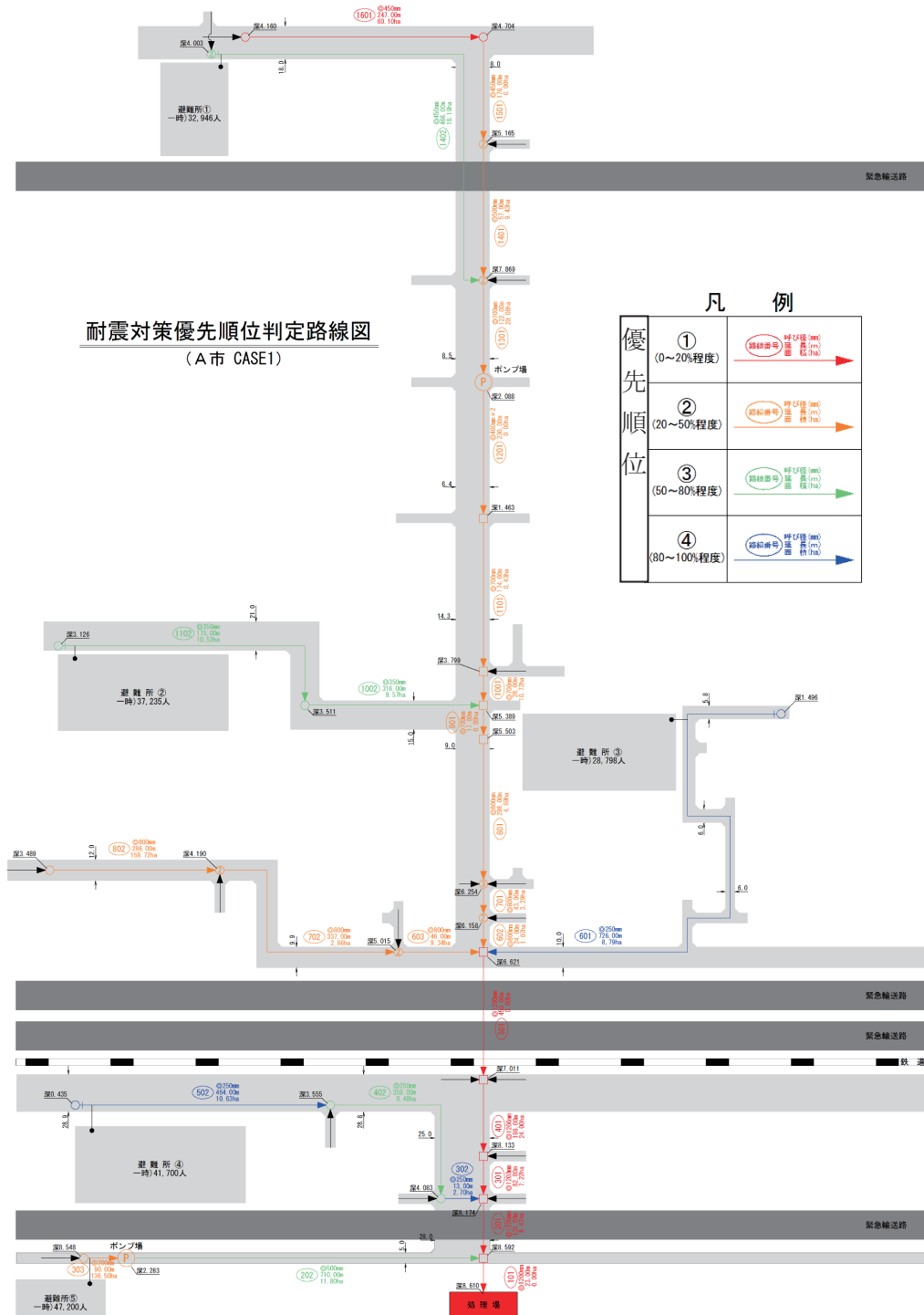
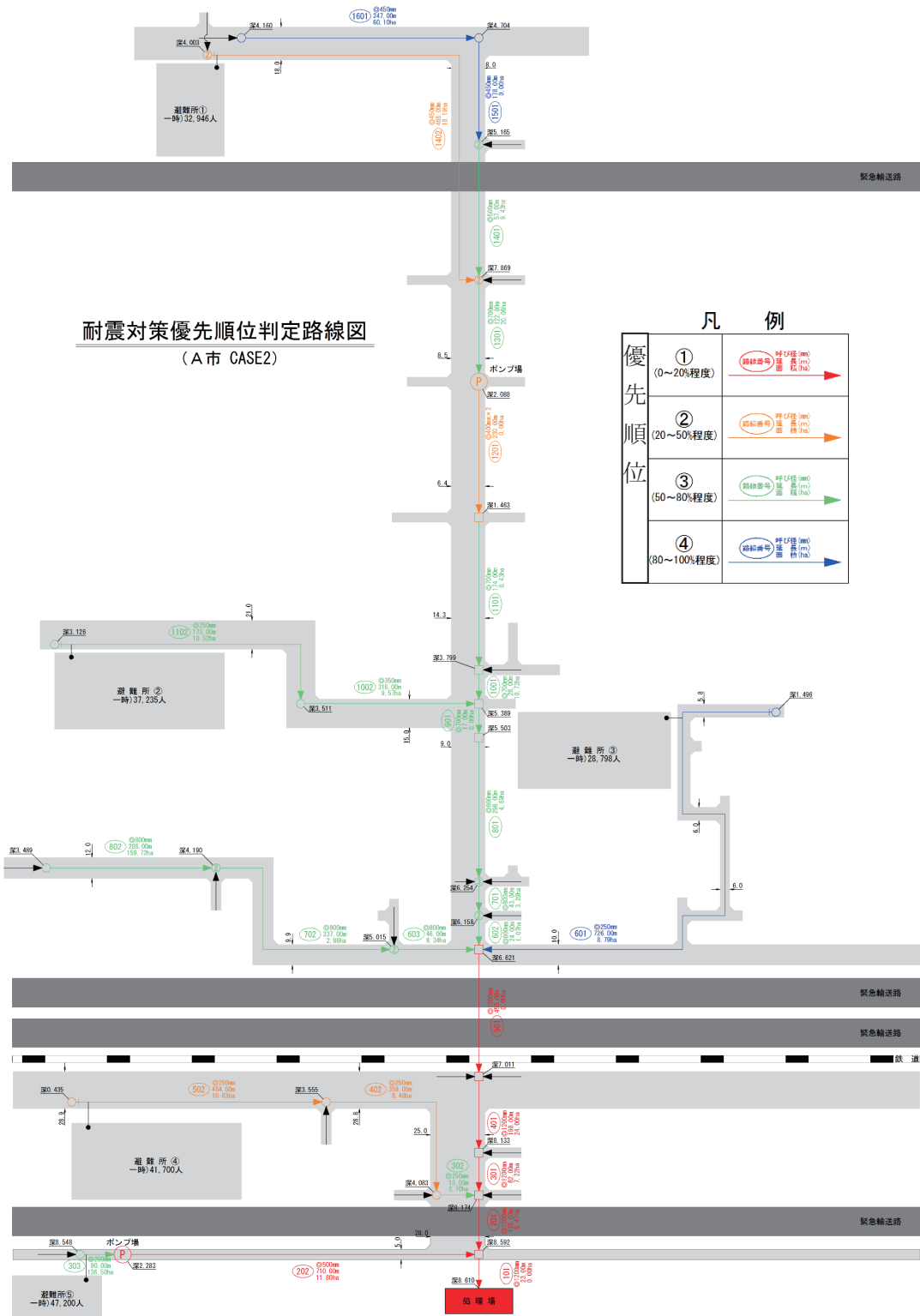


図 5-4 優先度結果(CASE1)



耐震対策優先順位判定路線図  
(A市 CASE2)

凡例	
優先順位 ① (0~20%程度)	  管径 (mm) 管長 (m) 流量 (t/h)
優先順位 ② (20~50%程度)	  管径 (mm) 管長 (m) 流量 (t/h)
優先順位 ③ (50~80%程度)	  管径 (mm) 管長 (m) 流量 (t/h)
優先順位 ④ (80~100%程度)	  管径 (mm) 管長 (m) 流量 (t/h)

図 5-5 優先度結果(CASE2)

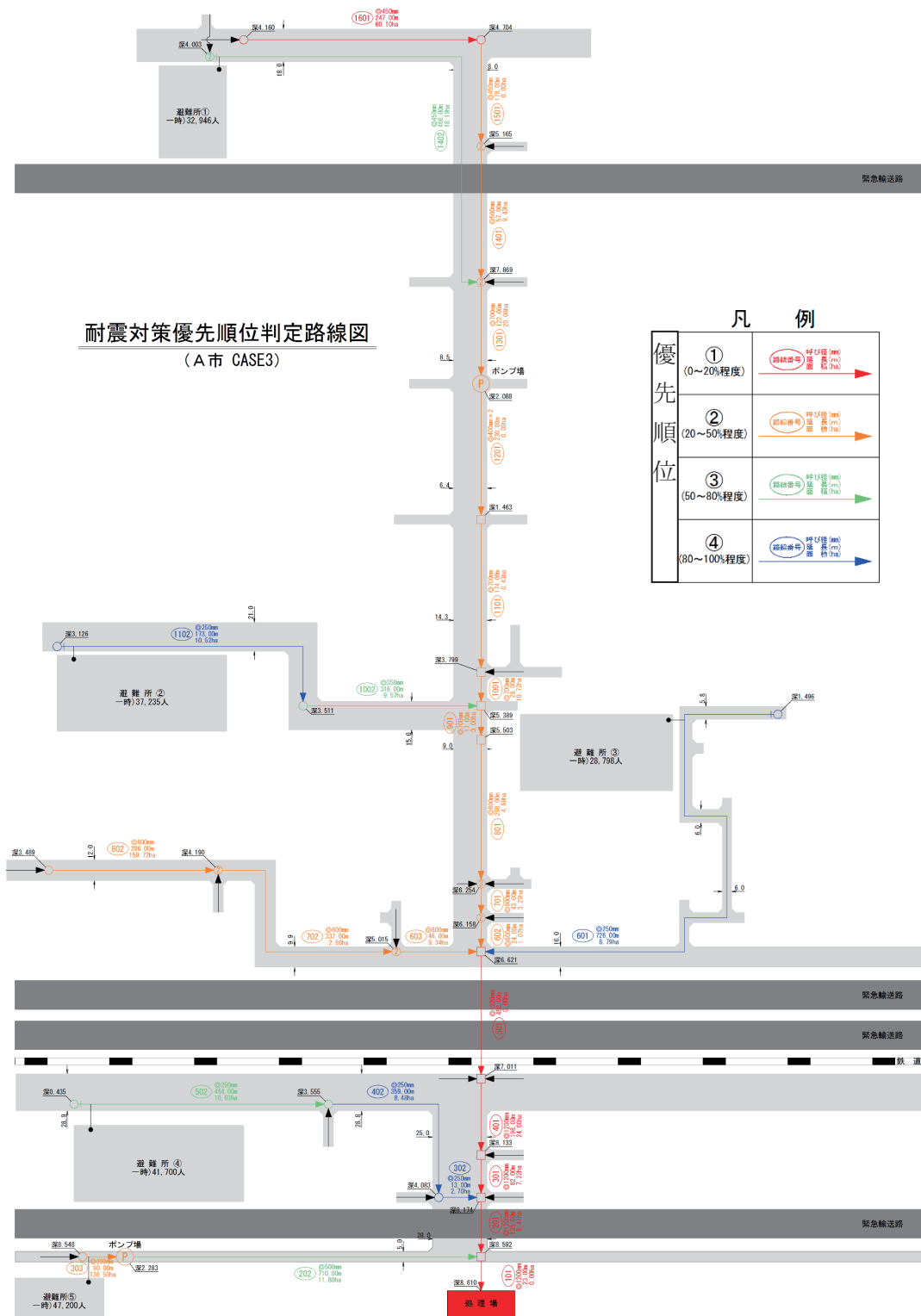


図 5-6 優先度結果(CASE3)



CASE1 と CASE3 の優先順位は、比較的下流に位置し、流量が多く、路線延長が長い路線の優先度が高い傾向にある。これは、CASE2 は被災後 1 ヶ月後が経過し流量が地震前の状態に近づくことから、CASE1 とほぼ同じ路線が選定される傾向にあるためである。CASE2 は、避難所への人口集中により流量配分が地震前 (CASE1) と大きく異なることから、避難所の下流路線が選定される傾向にある。

なお、ケーススタディで最も優先度が高かった路線 (501) 周辺は、東日本大震災で被災を受けた地域であり、実際の被災箇所と計算上の優先箇所が一致した。

耐震化進捗率による被害額、支障人口、対平常時流量割合を検討した結果を図 5-7～図 5-9 に示す。

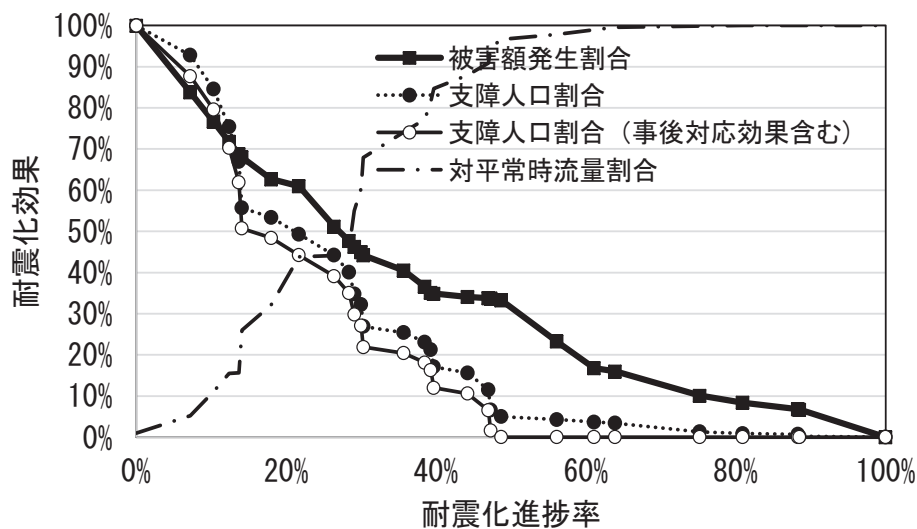


図 5-7 耐震化進捗率と耐震効果(CASE1)

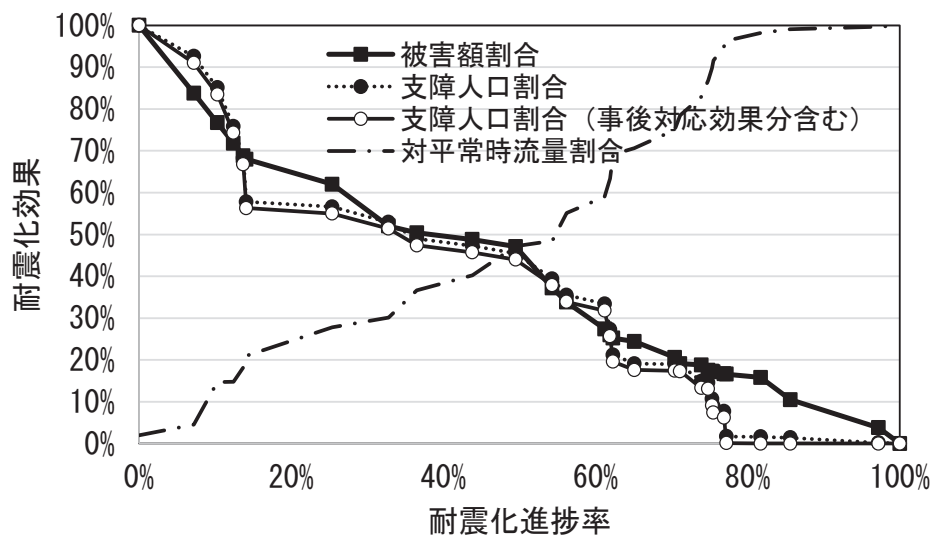


図 5-8 耐震化進捗率と耐震効果(CASE2)

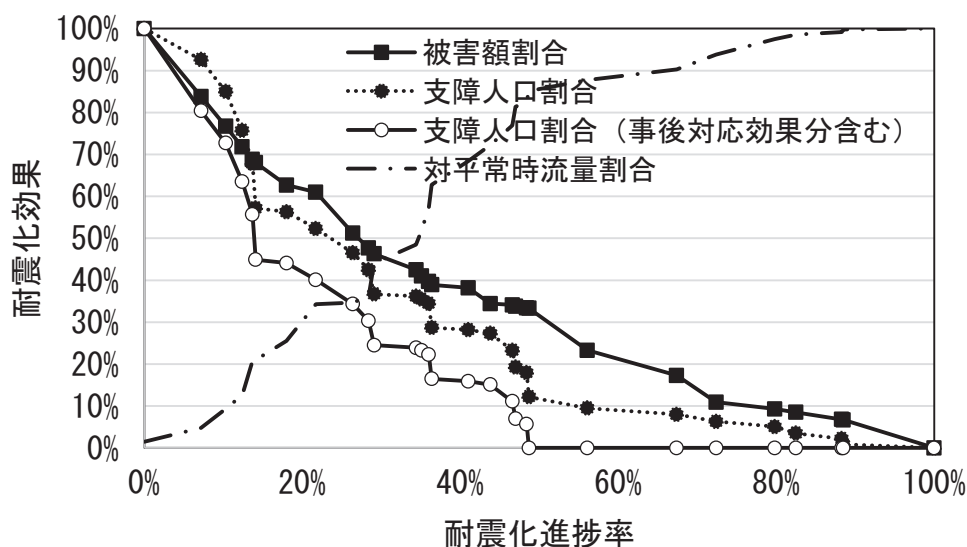


図 5-9 耐震化進捗率と耐震効果 (CASE3)

耐震化進捗率に対しては、CASE1 と CASE3 は耐震優先順位がほぼ同じであるため被害額割合は変わらないが、支障人口割合および最下流点の対平常時流量割合ではCASE1の方がやや効果がある。また、CASE2については耐震化率20%程度までは他のケースと差はないが、耐震化率50%程度では大きな効果が得られていない。これは防災拠点の排水を受ける一時的に流量が増える路線が優先度ランクの上位を占めたことにより、他の路線を耐震化しても流量が回復しないためと考えられる。