

港湾投資の評価に関する 解説書

2011

平成23年7月
港湾事業評価手法に関する研究委員会 編

第13章 耐震強化施設整備プロジェクト

13.1 プロジェクトの特定

(1) プロジェクトの定義

耐震強化施設整備プロジェクトとは、耐震強化岸壁や震災時に利用するオースプンスペースを整備するプロジェクトとする。

(解説)

・耐震強化施設整備プロジェクトとは、「港湾における大規模地震対策施設整備の基本方針について」（平成8年12月、運輸省港湾局）に記載されている「大規模地震対策施設」の整備であり、以下の3つに分類される。

①耐震強化岸壁（緊急物資対応）の整備

大規模地震による被災後の緊急物資、避難民、啓開建設機械等の海上輸送に充てること、および被災した港湾施設が復旧するまでの間、最小限の港湾機能を保持することを目的とする係留施設等の整備

②耐震強化岸壁（幹線貨物対応）の整備

大規模地震による港湾施設の被災後から復旧完了に至るまで、一定の幹線貨物（国際海上コンテナ）の輸送機能を確保することを目的とする係留施設（国際海上コンテナターミナル）等の整備

③オースプンスペース（緑地）の整備

被災時に港湾直背後園住民の避難地や救援・復旧支援基地用地として多目的に利用可能な防災拠点の機能を発揮し、必要に応じ緊急物資の保管施設、通信施設等を備えた、港湾緑地の整備

・なお、緊急物資対応の耐震強化岸壁の整備にあたっては、特定、標準それぞれの要求性能に応じて適切に評価する。

表 2-13-1 耐震強化岸壁（緊急物資対応）の分類

分類	レベル2地震動の作用後に必要とされる機能	
	特定	標準
緊急物資対応	地震後、構造的な安定が保たれ、速やかに船舶の利用、人の乗降及び緊急物資等の荷役を行うことができる。	地震後、構造的な安定が保たれ、一定期間の後に、緊急物資等の荷役を行うことができる。

出典) 「港湾施設の技術上の基準・同解説」(社団法人日本港湾協会 平成19年7月)

・耐震強化部分以外の通常機能の分析に関しては、耐震強化岸壁については平常時の利用形態に対応する章（第2部第1～5章）、オープンスペース（緑地）については「港湾緑地整備プロジェクト」（第2部第9章）で取扱う。

(2) プロジェクトの構成施設

耐震強化施設整備プロジェクトでは、プロジェクトの機能発揮を決定づける耐震強化岸壁あるいは防災拠点としての機能を持つオープンスペース（緑地）を中心的施設とし、これら中心的施設の機能発揮に必要な不可欠で一体的に整備する施設を関連施設とする。

表 2-13-2 耐震強化岸壁の整備プロジェクトの構成施設（例）

区分	施設
中心的施設	耐震強化岸壁
関連施設	防波堤 航路 泊地 臨港道路 荷役機械 上屋 護岸 埠頭用地

表 2-13-3 オープンスペース（緑地）の整備プロジェクトの構成施設（例）

区分	施設
中心的施設	オープンスペース（緑地）
関連施設	臨港道路

（解説）

・耐震強化施設は、大規模地震の発生時に緊急物資を始めとした物資の取扱いおよび周辺住民の避難地としての機能を果たすために整備される。したがって、この機能発揮に必要な施設群の整備を1つのプロジェクトとみなす。費用便益分析ではその機能による便益を計測し、費用は中心的施設である耐震強化岸壁（もしくはオープンスペース）と関連施設を合わせて計上する。

(3) 計算期間の設定

本プロジェクトの中心的施設である岸壁の機能的・社会的・物理的耐用年数を50年とし、本プロジェクトの供用期間を50年とする。したがって計算期間は、建設期間+50年とする。

（解説）

・鉄骨鉄筋コンクリート構造または鉄筋コンクリート構造の岸壁の税法上の耐用年数は50年である。鋼管または鋼矢板等金属構造の岸壁では25年、コンクリート構造またはコンクリートブロック構造の岸壁は30年が税法上の耐用年数となっているが、実際に岸壁は長期間利用されることから、ここでは岸壁の機能的・社会的・物理的耐用年数を一律に50年と設定し、これを耐震強化施設整備プロジェクトの供用期間としている。

・緑地（オープンスペース）については、定量的な便益計測を行わないため、計算期間を設定しない。

（補足）

・各種構造による岸壁の法人税法上の耐用年数は以下のとおりである。

表 2-13-4 岸壁の耐用年数

構造	耐用年数
鉄骨鉄筋コンクリート造または鉄筋コンクリート造のもの	50年
コンクリート造またはコンクリートブロック造のもの	30年
金属造のもの	25年
石造のもの	50年

（減価償却資産の耐用年数等に関する省令（財務省令）別表第一；機械及び装置以外の有形減価償却資産の耐用年数表より抜粋）

1.3. 2 効果項目の抽出

(1) 耐震強化施設整備による効果

1) 耐震強化岸壁（緊急物資対応および幹線貨物対応）

効果項目の抽出に際しては、プロジェクトの目的を明確にし、目的に対応した効果項目を抽出・選択する（「第1部第3章3.3」の項を参照）。プロジェクト実施による効果は、個々のプロジェクトによって異なるが、一般的に主要な効果は、以下のとおりである。

表 2-13-5 整備による主要な効果の例

効果の分類	効果の項目の例
利用者	輸送・移動 震災時における緊急物資の輸送コストの削減 震災後の輸送コストの増大回避
	交通 リフトアップ
	環境
	安全 業務
地域社会	安心 震災時における被害への不安の軽減 震災後の事業活動への不安の軽減
	安全 緊急物資輸送による地域住民の生活の維持
	環境 排出ガスの減少
	地産経済 港湾機能喪失による地域の雇用・所得の減少の回避 建設工事による地域の雇用・所得の増大
	租税 港湾利用による復旧・復興の支援 国際競争力低下の回避
公共部門	租税 地方税・国税の減少回避
	費用縮減 施設被害の回避

(解説)

<利用者>

- ・震災時における緊急物資の輸送コストの削減（緊急物資対応耐震強化岸壁のみ）ならびに震災後の輸送コストの増大回避
- ・耐震強化岸壁（緊急物資対応）が被災後すぐにご利用できなければ、震災時に「海上負担分」の緊急物資をヘリコプター等により代替輸送しなければならぬ。

耐震強化岸壁の整備により、港湾直背後圏住民に対して低コストで緊急物資を輸送することが可能となる。

また、耐震強化岸壁が整備されなければ、震災後に荷主は代替港を利用せざるを得ず、輸送コスト（輸送費用、輸送時間費用）が増大する。耐震強化岸壁の整備により、輸送コストの増大を回避できる。

<地域社会>

- ・震災時における被害への不安の軽減ならびに震災後の事業活動への不安の軽減
- ・耐震強化岸壁の整備により、特に港湾直背後圏住民にとって、大量で安定的な緊急物資の供給ルートが提供されるため、地域住民の不安を軽減することができる。
- ・また、耐震強化岸壁の整備により、特に港湾直背後圏立地企業にとって、物流が維持され、事業活動が継続できるため、背後圏立地企業の不安を軽減することができる。

・緊急物資輸送による地域住民の生活・物流の維持（緊急物資対応耐震強化岸壁のみ）

耐震強化岸壁（緊急物資対応）の整備により、特に港湾直背後圏住民にとって、大量で安定的な緊急物資の供給ルートが提供されるため、地域住民の生活維持に寄与することができる。

・排出ガスの減少

耐震強化岸壁の整備による震災時の緊急物資の輸送および震災後の幹線貨物等の輸送における自動車の陸上輸送距離の短縮に伴って、自動車排出ガスが減少する。

・港湾機能喪失による地域の雇用・所得の減少の回避ならびに建設工事による地域の雇用・所得の増大

耐震強化岸壁の整備により港湾機能は喪失を免れるため、そこから生じる地域の雇用・所得の減少を回避することができる。

また、耐震強化岸壁の建設投資から地域に新たな雇用が創出され、建設資機材の新規生産によって地域の所得が増加する。

・港湾利用による復旧・復興の支援ならびに国際競争力低下の回避

耐震強化岸壁の整備により、震災時に当該港の耐震強化岸壁を利用することによってガレキの運搬や復旧資材の搬入等を行うことが可能となる。

また、耐震強化岸壁の整備により、震災後も幹線貨物の輸送を確保でき、国際競争力の低下を回避する。

<公共部門>

- ・ 地方税・国税の減少回避
- ・ 耐震強化岸壁による所得の減少回避に伴い地方税・国税の減少を回避できる。
- ・ 施設被害の回避
- ・ 耐震強化とされていない施設は震災時に施設が崩壊、もしくは機能不全となる。
- ・ 耐震強化されることにより、震災後の追加的な復旧費用の負担を回避できる。

2) オープンスペース (緑地)

効果項目の抽出に際しては、プロジェクトの目的を明確にし、目的に対応した効果項目を抽出・選択する（「第1部第3章3. 3」の項を参照）。プロジェクト実施による効果は、個々のプロジェクトによって異なるが、一般的に主要な効果は、以下のとおりである。

表 2-13-6 整備による主要な効果の例

効果の分類	効果の項目の例
利用者	輸送・移動 交流 レジャー 環境 安全 業務
地域社会	震災時における住民の不安の軽減 震災後の復旧・復興の支援 建設工事による地域の雇用・所得の増大

(解説)

<利用者>

- ・ 震災による住民の被害の軽減
- ・ オープンスペース (緑地) の整備により、震災時に港背直背後園住民がオープンスペースに避難することが可能となり、住民の被害が軽減される。

<地域社会>

- ・ 震災時における住民の不安の軽減
- ・ オープンスペース (緑地) の整備により、震災時の避難場所が確保されている

ることとなり、住民の不安が軽減される。

- ・ 震災後の復旧・復興の支援ならびに建設工事による地域の雇用・所得の増大
- ・ オープンスペース (緑地) の整備により、震災後にオープンスペースが復旧・復興活動の拠点となり、復旧・復興を支援する。

また、オープンスペース (緑地) への建設投資により、地域に新たな雇用が創出され、建設資機材の新規生産によって地域の所得が増加する。

(2) 効果の波及過程の整理

耐震強化施設の整備によって効果が広く波及する。その過程を因果関係にして記述すると以下のとおりとなる。

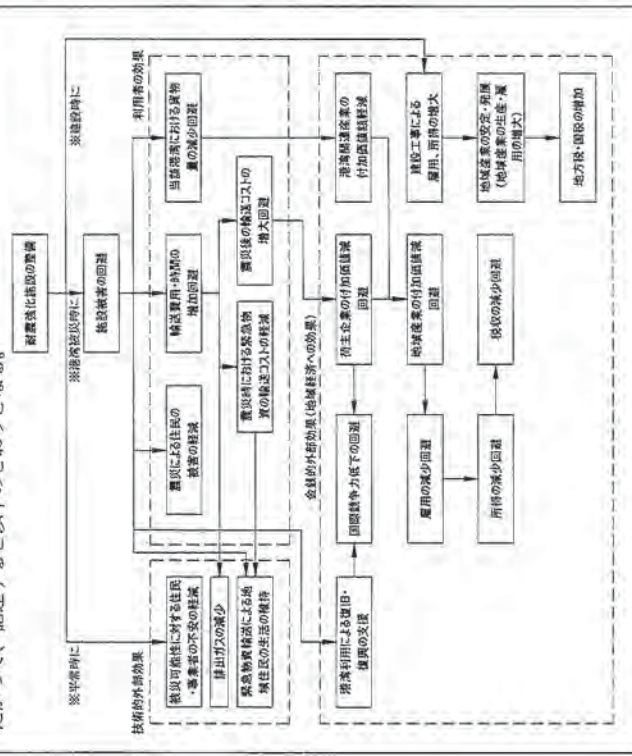


図 2-13-1 耐震強化施設の整備による効果波及フロー (例)

(補足)

- ・ 上記の図は、一般的な例を示しており、分析対象プロジェクトでの波及過程が変わらなければ、新たに作成する必要はない。作成する場合には、利用者の効果、技術的外部効果、金銭的外部効果を区別する。

(3) 効果の帰着関係の把握

効果の波及に基づき、便益の項目と受益者を抽出し、その帰着関係を示すと以下の便益帰着構成表(表2-13-7)となる。

(解説)

・耐震強化施設整備による効果の主な受益者は以下のとおりである。

a. 直接的に効果を受ける主体

- ・荷主企業
 - 安定的な輸送が確保され、震災による生産性の低下を軽減できる。
 - ターミナルを利用する貨物を取扱う企業(船社、港湾運送業、陸上運送業等)
- ・安定的な輸送が確保され、震災による業務費用増大が軽減される。
 - ターミナルの事業者(港湾管理者、公社等)
- ・震災に伴う復旧費用の支払を回避できる。
 - 震災による利用料金収入の減少を軽減できる。
- ・直轄後援住民(緊急避難者等)
 - 緊急物資等の安定した搬入が可能となり、被害が軽減される。

b. 間接的に効果を受ける主体

- ・企業
 - 震災による収益減少を軽減できる。
- ・政府(国、都道府県、市町村)
 - 震災による税收減少を軽減できる。

(補足)

・表2-13-7は一般的な便益帰着構成表である。分析に際しては、便益の帰着関係が同表と変わらなければ新たに作成する必要はない。

表2-13-7 震災被害軽減効果の帰着関係(可搬品)の抽出

項目	1) 運賃		2) 配当金		3) 増収		4) 支払・引当		5) 損失		6) 利益		7) 損失		8) 損失		9) 損失		10) 損失			
	増収(+)	減収(-)	増収(+)	減収(-)	増収(+)	減収(-)	増収(+)	減収(-)	増収(+)	減収(-)	増収(+)	減収(-)	増収(+)	減収(-)	増収(+)	減収(-)	増収(+)	減収(-)	増収(+)	減収(-)		
国	増収(+)																					
企業																						
政府																						
その他																						

※ () において「+」は増収、「-」は減収を示す。

凡例：十位以下は四捨五入、十位以上は繰り上げ

単位：億円

(4) 計測する便益の抽出

1) 耐震強化岸壁（幹線貨物用・緊急物資用）

プロジェクト実施による主要な効果のうち、便益として計測する対象は以下のとおりとする。

便益項目	計測対象
輸送便益	輸送コスト増大回避額(輸送費用、輸送時間費用)
港湾整備費用節減	災害復旧費用

その他の効果については、定性的に把握するものとする。

(解説)

・本解説書における効果の把握方法の考え方は、以下のとおりである。

表 2-13-8 効果の把握方法

効果の分類	効果の項目	効果の把握方法	
利用者	輸送・移動	震災時における緊急物資の輸送コストの削減	a. 便益を計測する
	交通・リハビリ	震災後の輸送コストの増大回避	
	環境		
	安全		
	業務		
	地域社会	安心	震災時における被害への不安の軽減
安全		震災後の事業活動への不安の軽減	
		緊急物資輸送による地域住民の生活の維持	c. 定性的に把握する
環境		排出ガスの減少	d. 定量的に把握する
		港湾機能喪失による地域の雇用・所得の減少回避	e. 便益を計測しない
地域経済		建設工事による雇用・所得の増大	
		港湾利用による復旧・復興の支援	f. 定性的に把握する
租税		国際競争力低下の回避	
		地方税・国税の減少回避	g. 便益を計測しない
公共部門		費用削減	施設被害の回避

a. 耐震強化岸壁の整備に伴う緊急物資の輸送コストの削減および一般貨物と幹線貨物の輸送コスト増大回避額を輸送便益として計測する。

b. 「被災可能性に対する不安」の軽減効果の計測手法については、仮想的市場評価法 (CVM) や、保険市場データを用いたアプローチ等が考えられるが、現在までに得られた研究実績・成果が少なく、今後、評価手法の確立、評価値の精度向上に向けた検討が必要であるため、定性的に把握する。

c. 緊急物資輸送による地域住民の生活の維持の効果は現時点においては評価手法が未確立であるため、便益を計測せず、定性的に把握する。

d. 排出ガスの減少の効果は、排出削減の価値の計測が困難であるため、便益を計測せず、排出ガス減少量を定量的に把握する。(p.1-3-52, p.1-4-19「定量的に把握する効果の計測」参照)

e. 港湾機能喪失による地域の雇用・所得の減少の回避や建設工事による地域の雇用・所得の増加等は、国民経済的にはキャンセルアウトされる可能性があるため、計測対象としない。しかし、例えば、雇用者数の増加分等が計測できる場合は、定量的に把握する。

f. 港湾利用による復旧・復興の支援、国際競争力低下の回避は、当該事業のみの効果であると特定することが困難なため、便益を計測せず、定性的に把握する。

g. 地方税・国税の減少回避は金銭の移転であり、国民経済的にキャンセルアウトされる可能性があるため、便益を計測しない。しかし、税収の減少回避分等が見込まれる場合は、定量的に把握する。

h. 施設被害の回避については、災害復旧費用の負担回避を港湾整備費用節減便益として計測する。

(補足)

・本解説書では、(1)に示した主要な効果のうち、貨幣換算が比較的容易で、かつ国民経済的にキャンセルアウトされる可能性がない輸送コストの削減効果と施設被害の回避のみを便益として計測することとしたが、個々のプロジェクトの分析にあたっては、適宜、その他の効果も便益として計測してよい。

・また、(1)に示した効果以外の効果を見込んでいるプロジェクトでは、必要に応じて便益を追加してよい。

2) オープンスペース (緑地)

プロジェクト実施による主要な効果は、定性的に把握するものとする。

(解説)

本解説書における効果の把握方法の考え方は、以下のとおりである。

表 2-13-9 効果の把握方法

効果の分類	効果の項目	効果の把握方法
利用者	輸送・移動	
	交流・レクリエーション	
	環境	
	安全	震災による住民の被害の軽減
	業務	
地域社会	安心	震災時における住民の不安の軽減
	地域経済	震災後の復旧・復興の支援
		建設工事による地域の雇用・所得の増大

- オープンスペース (緑地) の整備による震災時の住民被害の軽減効果は、現時点においては評価手法が未確立であるため、便益を計測せず、定性的に把握する。
- 「被災可能性に対する不安」の軽減効果の計測手法については、仮想的市場評価法 (CVM) や、保険市場データを用いたアプローチ等が考えられるが、現在までに得られた研究実績・成果が少なく、今後、評価手法の確立、評価値の精度向上に向けた検討が必要であるため、定性的に把握する。
- 震災後の復旧・復興の支援の効果は、当該事業のみの効果であると特定することが困難であるため、便益を計測せず、定性的に把握する。また、建設工事による雇用・所得の増加は、国民経済的にはキャンセラブルアウトされる可能性があるため、便益を計測対象としない。しかし、例えば雇用者数の増加分等が計測できる場合は、定量的に把握する。

(補足)

震災時の住民被害の軽減効果は以下の式で推計を行うことが考えられる。

$$\text{震災時の住民被害の軽減効果} = A \times B \times C \times D$$

- A: 港湾直背後圏人口
- B: 震災による人的被害想定率
- C: 被害を受ける人のうち迅速な救助活動により救助可能な人の比率
- D: 人命の価値

ここで式中の「人的被害想定率」とは、震災時に人的被害を受けると想定される人の人口に対する比率である。

震災時に臨港地区内に避難可能なオープンスペースがあることによって、直背後圏住民の避難を円滑に行えること、またヘリポート機能を持つオープンスペースの場合は、救助隊が迅速に活動することが可能なため、人的被害を軽減することが可能であると考えられる。

1.3.3 需要の推計

(1) 需要の内容

推計する需要は、岸壁の種類に応じて以下のとおりとする。

- 耐震強化岸壁（緊急物資用）：震災時の緊急物資
- 震災時の一般貨物
- 耐震強化岸壁（幹線貨物用）：震災時の幹線貨物

（解説）

（震災時の緊急物資）

- ・「震災時の緊急物資」とは、特定期間内（被災から1ヶ月間）に被災地に搬入される震災時の緊急物資である。
- ・港湾分担分の緊急物資として需要を推計する品目は、衣料、食品、飲料水、日用品、臨時避難用の住宅建材等を対象貨物とし、特定期間内（被災から1ヶ月間）に被災地に搬入される貨物量（フレートトン）とする。
- ・啓開用重機については、原則的に内陸で道路を啓開しながら被災地に運ばれると考えられるが（陸上輸送）、離島もしくは地理的要因により海上輸送が想定されている場合は緊急物資として計上してよい。

（震災時の一般貨物）

- ・「震災時の一般貨物」とは、耐震強化岸壁（緊急物資用）で取扱われる貨物のうち、緊急物資以外の貨物であり、被災1ヶ月後から港湾機能回復までに取扱われる貨物量（フレートトン）とする。

（震災時の幹線貨物）

- ・「震災時の幹線貨物」とは国際海上コンテナ貨物を指し、物流ターミナル整備プロジェクト各章（第2部編第1章～第3章）で想定されている貨物と同様の貨物を取扱うものとする。
- ・耐震強化岸壁（幹線貨物用）では、被災直後から港湾機能回復まで、震災時の幹線貨物を取扱うと想定する。

(2) 推計方法

1) 緊急物資 ～耐震強化岸壁（緊急物資用）～

地域防災計画で定められている港湾が分担すべき緊急物資量を用いる。

（解説）

- ・一般に、被災直後から2日間が必要となる緊急物資は「水」「毛布」でありその後、被災3日目から1ヶ月後までは全ての緊急物資が対象となると想定される。

表 2-13-10 被災後の期間と必要となる緊急物資の内訳

期間	緊急物資内容
被災直後から2日間	・水 ・毛布
被災3日目から1ヶ月後まで	・衣料（衣類、毛布、布団） ・食品（水、米、野菜、副食品） ・日用品 ・住宅関連（テント、建材） ・啓開用重機

- ・既に整備されている耐震強化岸壁（緊急物資用）や計画されている耐震強化岸壁（緊急物資用）がある場合は、既存の岸壁や計画されている岸壁で分担する緊急物資量も勘案し対象プロジェクトの貨物量を定める。
- ・地域防災計画で定められていない場合は、プロジェクトの内容や地域の状況に応じて推計する。
- ・耐震強化岸壁（緊急物資用 標準）については、地震動の作用後一定期間（約1週間程度）の後に緊急物資等の前役を行うことを勘案して推計する。

(参考1) 緊急物資の推計方法の例

- ・ 港湾直背後圏を港湾から 10km 圏とし、圏内の人口より被災者 1人当たり 1 日に必要な緊急物資量を想定し、被災者が 1 ヶ月の間必要とする貨物量を推計する。
- ・ 港湾直背後圏人口 (港湾から 10km 圏内人口) は、国勢調査や住民基本台帳等で把握する。
- ・ 被災者 1人あたり、1 日に必要な物資は以下のとおりとする。

表 2-13-11 被災者 1人あたり、1日に必要な物資

衣料	衣服	kg/人	0.4
	毛布	kg/人	1.0
	布団	kg/人	4.0
食品	水	kg/人・日	3.0
	米	kg/人・日	0.3
	野菜	kg/人・日	0.4
	副食品	kg/人・日	0.3
日用品	テント	kg/人	2.0
	建材	kg/人	25.0
	建材	kg/人	400.0

資料) 東海地震震災対策調査報告書 (運輸省第五港湾建設局)
 阪神・淡路大震災兵庫県の 1 年の記録 (兵庫県平成 8 年 6 月)

- ・ 緊急物資の港湾分担率は以下の式となる。

$$\square \text{被災直後から 2 日間の緊急物資量 (U1)}$$

$$U1 = P \times 0.3 \times 0.1 \times 1.0 (\text{kg/人}) + P \times 0.3 \times 0.1 \times 3.0 (\text{kg/人} \cdot \text{日}) \times 2 (\text{日}) = 0.21P (\text{kg})$$

P: 港湾直背後圏人口

$$\square \text{被災 3 日目から 1 ヶ月後までの緊急物資量 (U2)}$$

$$U2 = P \times 0.3 \times 0.1 \times (5.4 + 425.0) + P \times 0.3 \times 0.1 \times (4.0 + 2.0) \times 28 = 17.952P (\text{kg})$$

P: 港湾直背後圏人口

(注) 対象日数は 28 日とした。

- ・ 式中の 0.3 (=30%) は被災率であり、直背後圏人口の 80% が震災によって大きな被害を受け、衣料、食品、日用品等を中心とした緊急物資が必要になると想定した。(参考 2 参照)

- ・ 被災地への物資の輸送に関する海上輸送分担率は 10% と想定した。(参考 3 参照)

- ・ ここで推計された緊急物資量はメートルトン単位である。

(参考 2)

- ・ 大規模地震における被災率は、一般的に 30% 程度である。

表 2-13-12 地域防災計画に設定されている被災率の例

東京都	地区	対象地震	被災率
東京都	全 都	東京湾北部地震	32%
	横浜市		14%
神奈川県	川崎市	南関東地震	53%
	全 県		23%
静岡県	全 県	東海地震	22%

(注) 静岡県の被災率は建物被害率を用いている。

(参考 3)

- ・ 阪神・淡路大震災では、兵庫県 (淡路島を除く) への緊急物資輸送量は震災後 1 週間で約 20,400 トン (フレートトン) と推定され、これに対し、神戸港からの緊急物資搬入量は震災後 1 週間で約 2,272 トン (フレートトン) であるため、港湾が分担した緊急物資量は概ね 10% 程度と推定される。

(補足)

- ・ 既に耐震強化岸壁 (緊急物資用) が 1 パース以上整備されている港湾では、「既存の耐震強化岸壁が分担する緊急物資量」を差し引く必要がある。地域防災計画等で物資量が設定されている場合は、その物資量を用いることとし、そうでない場合は原単位を想定する。

ただし、表 2-2-6 フレートトン (FT) とメートルトン (MT) の換算係数を参考にすると、単位の整合性に留意すること。

(参考 4)

表 2-13-13 耐震強化岸壁 (緊急物資用) が取替える緊急物資量

$$1.47 (\text{フレートトン}) / \text{m} \cdot \text{日}$$

(注) 「臨海部防災拠点マニュアル」では 170m 岸壁 (耐震強化岸壁) が 1 日に 250 トンの緊急物資を取替可能であると想定している。(250/170=1.47 フレートトン/m・日)

2) 一般貨物 ～耐震強化岸壁（緊急物資用）～

当該岸壁が平常時に用いられている形態により、「複合一貫輸送ターミナル整備プロジェクト」（第2部第2章）もしくは「国際物流ターミナル整備プロジェクト、国内物流ターミナル整備プロジェクト」（第2部第3章）による推計方法を用いる。

なお、被災時を想定しているため、稼働率は平常時より高く、したがって取扱貨物量は平常時よりも多いと想定する。

（解説）

・旅客船ターミナルについても、被災後は物流拠点として機能すると想定し、需要は同等規模の岸壁で取扱可能な貨物量から算出する。

3) 幹線貨物 ～耐震強化岸壁（幹線貨物用）～

「国際海上コンテナターミナル整備プロジェクト」（第2部第1章）による推計方法を用いる。

なお、被災時を想定しているため、稼働率は平常時より高く、したがって取扱貨物量は平常時よりも多いと想定する。

（参考）国際海上コンテナターミナルにおける稼働率の設定例

耐震強化岸壁の稼働率＝通常時の稼働率 × 140%

・阪神・淡路大震災では、神戸港の代替港として大阪港が大きな役割を果たした。ここで平成6年から平成8年までの2年間で外資コンテナ貨物取扱量（合計）が1.4倍（138.5%）に増加した。

表 2-13-14 大阪港外資コンテナ貨物取扱量推移

	平成6年	平成7年	平成8年	H6→H7	H7→H8	H6→H8
輸出	5,045,946	7,892,598	6,145,836	157.0%	77.6%	121.8%
輸入	8,163,708	13,616,446	12,130,931	167.0%	89.1%	148.8%
合計	13,199,654	21,509,044	18,276,767	163.2%	84.9%	138.5%

単位：フレートトン

13.4 便益の計測

(1) 便益発生構造の整理

耐震強化岸壁整備プロジェクトは、プロジェクトの内容によって発生する便益が異なる。具体的には以下の便益を計測する。

1) 耐震強化岸壁（緊急物資用）

①輸送便益

震災時の緊急物資輸送コストの増大回避

震災時の一般貨物輸送コストの増大回避

②施設被害の回避便益

2) 耐震強化岸壁（幹線貨物用）

①輸送便益

震災時の幹線貨物輸送コストの増大回避

②施設被害の回避便益

（解説）

・耐震強化岸壁（緊急物資用・幹線貨物用）の便益としては、「輸送便益」および「施設被害の回避便益」を計測するが、輸送便益については、緊急物資用と幹線貨物用の耐震強化岸壁で対象とする貨物が異なるため、それぞれ異なる推計フレームを用いることとする。

・「施設被害の回避便益」は耐震強化岸壁（緊急物資用）、耐震強化岸壁（幹線貨物用）ともに同じ推計フレームを用いてよい。

(2) 便益発生期間の設定

港湾の復旧期間を2年とする。したがって便益の発生期間を最長2年間とする。

(解説)

- ・港湾の復旧期間を2年とすると、便益の発生期間も通常2年となる。ただし、修復を要する場合は保留施設の供用期間の最終年に地震が発生した場合には、便益の発生期間は2年未満となる。
- ・便益発生期間は、耐震強化岸壁の種類ごとの要求性能とそれぞれの施設に必要とされる機能に応じて適切に設定する。
- ・便益発生期間は以下の区分に細分される。

表 2-13-15 便益発生期間の区分

項目	経過	内容
第1段階	震災直後から 2日後	・地震や火災からの避難の段階 ・人間の生命を守ることが最優先
第2段階	震災2日後から 1週間後	・応急対策の第一期 ・衣食住の確保、ライフラインの復旧が最大の関心事となる。
第3段階	震災1週間後から 1ヶ月後	・応急対策の第二期 ・都市機能が回復し、通勤・通学が始まるようになる。
第4段階	震災1ヶ月後から 2年後	・応急対策が終わり、本格的な復旧活動が行われる。

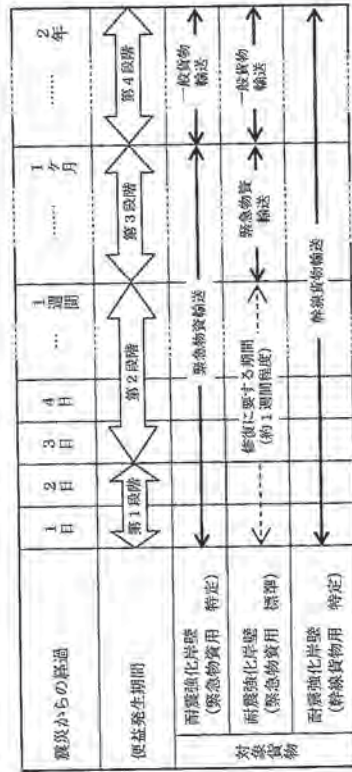


図 2-13-2 便益発生期間の区分と対象となる貨物

(3) 便益の計測方法

1) 輸送コスト増大の回避便益

①基本的な考え方

耐震強化岸壁を整備した場合の輸送コスト（輸送費用および輸送時間費用）と、耐震強化岸壁を整備せず、代替港を利用した場合の輸送コストの差を算出し、通常時の便益との差分を便益とする。

(解説)

- ・便益計測の手順は以下のとおりである。

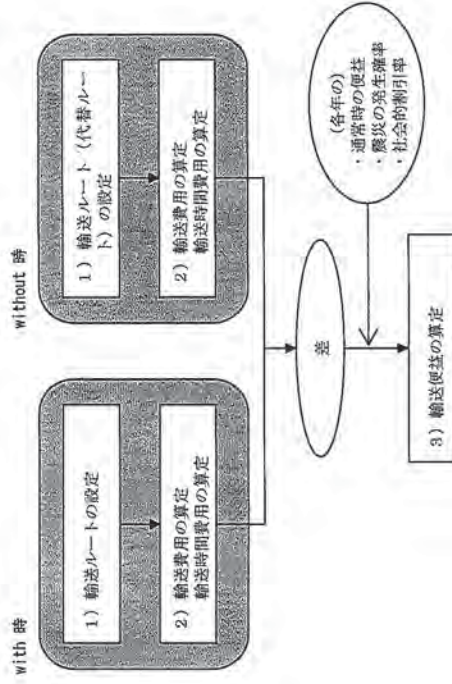


図 2-13-3 輸送コスト増大回避便益の推計の手順

②without 時の代替港（代替ルート）の設定

(ア)緊急物資

緊急物資は、第1段階（被災直後から2日間）には、被災地域まで直接、搬入されると想定される。このため、代替港はない。

第2段階～第3段階（被災3日目から1ヶ月後まで）には、代替港まで海上輸送した後、対象地域まで陸上輸送されると想定される。このため、代替港は、対象地震による被害想定エリア等も考慮し、震災時に港湾機能が保持されており、かつ貨物の取扱に余力のある近傍の港湾とする。

(解説)

a. 第1段階（被災直後から2日間）

緊急物資の中でも特に緊急性が高い物資が対象となるため、without 時はヘリコプター等により代替輸送が行われると想定される。

(参考)

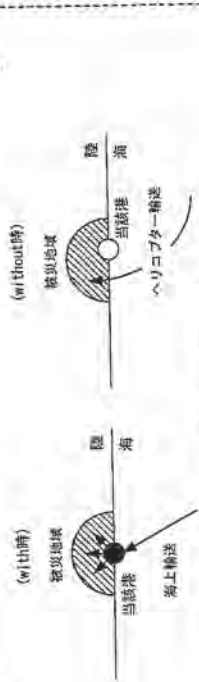


図 2-13-4 緊急物資輸送ルートの設定例（第1段階）

b. 第2段階～第3段階（被災3日目から1ヶ月後まで）

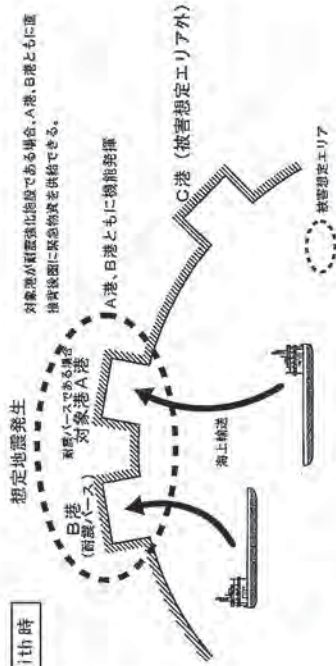
震災時に港湾機能が保持されていると思われる近傍の港湾まで海上輸送した後、陸上輸送が行われると想定される。

ただし震災時には、近傍の港湾の耐震強化岸壁は港湾機能が保持されていても緊急物資の供給拠点として使用されている可能性があるため、個別の地震ごとの被害想定エリア等を考慮し、適切な代替港の設定を行う必要がある。なお、地震の被害想定エリアとは、検討の対象としている地震発生時に予想される被害の範囲のことである。

離島や地理的な要因で代替港の想定が難しい場合は、第3段階までヘリコプター等により輸送されると想定される。

(参考)

with 時



without 時

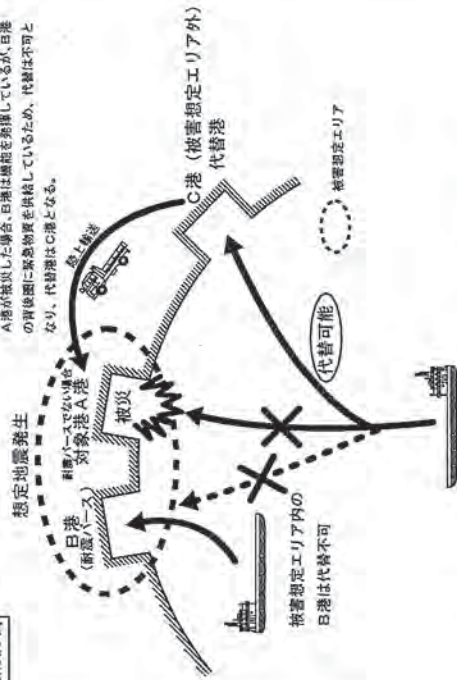


図 2-13-5 緊急物資輸送ルートの設定例（第2～第3段階）

なお、地震の被害想定エリアの設定方法については、例えば、該当する地域防災計画以外に、隣接する地域の防災計画等を参照し、当該地域とは異なる地震動を想定している地域内で代替港を設定することが考えられる。

(イ) 震災後の一般貨物

震災後の一般貨物の輸送は、近傍の港湾を利用して貨物が輸送されると想定される。このため、代替港は対象地震による被害想定エリア等も考慮した上で同等の施設を有する近傍の港湾とする。

(解説)

- 震災後の応急対策が終わり本格的な復旧対策が行われる第4段階では、with 時には一般の貨物を取扱うことが可能であることから、その without 時の代替港の設定を行う。
- 代替港の設定にあたっては、対象地震の被害想定エリアでは、通常のベースについては機能保持がされていない可能性が高く、また、近隣の港湾の耐震強化岸壁は機能保持がされていても当該貨物利用に供されると考えられることにも留意が必要である。
- 想定地震の被害想定エリアでの代替港の耐震強化岸壁は、被災時における取扱貨物量が平常時よりも多いと想定されるため、取扱い可能な貨物量を十分に考慮すること。
- 離島等の地理的な事情により、付近に適当な代替港がない場合は、沖荷役に対応する。なお沖荷役が難しい品目（建設重機等）を想定する場合は、大型ヘリコプター等を利用すると想定する。

(参考)

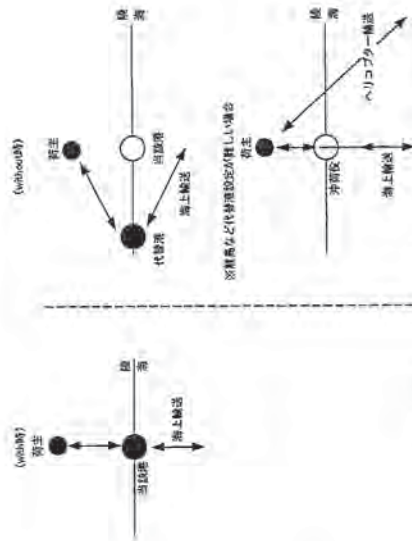


図 2-13-6 一般貨物輸送ルートの設定例

(注) 代替港と貨物の発着地間は陸上輸送する。

(ウ) 震災時の幹線貨物

震災時の幹線貨物は、近傍の港湾を利用して輸送されると想定される。このため、代替港は、同規格以上のコンテナを取扱うターミナルを有する近傍の港湾とする。

(解説)

- 当該港が基幹航路の貨物を取扱うのか、その他航路の貨物を取扱うのかによって代替港を適切に設定する必要がある。
- 代替港（代替ルート）の設定は、震災後の一般貨物に係る場合と同様に個別の地震ごとの被害想定エリア等を考慮し、適切に行う必要がある。
- 想定地震の被害想定エリアでの代替港の耐震強化岸壁は、被災時における取扱貨物量が平常時よりも多いと想定されるため、取扱い可能な貨物量を十分に考慮すること。

(参考)

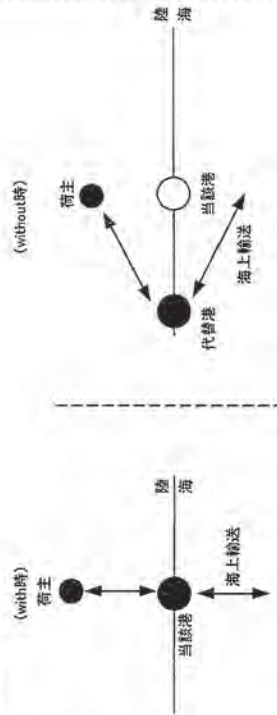


図 2-13-7 幹線貨物輸送ルートの設定例

(注) 代替港と貨物の発着地間は陸上輸送する。

③輸送費用・輸送時間の算定
(ア)震災時の緊急物資

<with時>

- ・第1段階、第2・3段階の各々について耐震強化岸壁から緊急物資の輸送場所までのトラック輸送による陸上輸送コストを計算し合計する。
- ・輸送時間は、耐震強化岸壁から緊急物資の輸送場所までの距離をもとに、平均速度を想定して計算する。
- ・緊急物資の輸送場所が港湾直背後に位置する場合、耐震強化岸壁からの距離は微小であるため、陸上輸送コストを0としてもよい。

$$C1(W) = C1A(W) + C1B(W)$$

- C1(W) : with時(当該港を利用したときの陸上輸送コスト (円))
- C1A(W) : 第1段階(被災直後から2日間)に当該港を利用したときの陸上輸送コスト (円)
- C1B(W) : 第2・3段階(被災3日目から1ヶ月後まで)に当該港を利用したときの陸上輸送コスト (円)

・第1段階(被災直後から2日間)

第1段階における港湾分担緊急物資の品目ごとの陸上輸送コストを合計する。

$$C1A(W) = \sum_k \left\{ (CL + CT_k \times TL(W)) \times \frac{UIA_k}{WL} \right\}$$

- C1A(W) : 第1段階に当該港を利用したときの輸送コスト (円)
- CL : トラック1台当りの輸送費用 (円/台)
- CT_k : 品目kの時間費用原単位 (円/時・台)
- TL(W) : 当該港を利用したときの陸上輸送時間 (時間)
- UIA_k : 第1段階に必要な品目kの港湾分担緊急物資量 (トン)
- WL : トラック1台当りの平均的な積込トン数 (トン/台)
- k : 品目

・第2・3段階(被災3日目から1ヶ月後まで)

第2・3段階における港湾分担緊急物資の品目ごとの陸上輸送コストを合計する。

$$C1B(W) = \sum_k \left\{ (CL + CT_k \times TL(W)) \times \frac{UIB_k}{WL} \right\}$$

- C1B(W) : 第2・3段階に当該港を利用したときの陸上輸送コスト (円)
- CL : トラック1台当りの輸送費用 (円/台)
- CT_k : 品目kの時間費用原単位 (円/時・台)
- TL(W) : 当該港を利用したときの陸上輸送時間 (時間)
- UIB_k : 第2・3段階に必要な品目kの港湾分担緊急物資量 (トン)
- WL : トラック1台当りの平均的な積込トン数 (トン/台)
- k : 品目

<without時>

- ・第1段階、第2・3段階の各々について輸送コストを計算し合計する。

$$C1(WO) = C1A(WO) + C1B(WO)$$

- C1(WO) : without時(代替ルートを利用したときの輸送コスト (円))
- C1A(WO) : 第1段階(被災直後から2日間)に代替ルートを利用したときの輸送コスト (円)
- C1B(WO) : 第2・3段階(被災3日目から1ヶ月後まで)に代替港を利用したときの陸上輸送コスト (円)

・第1段階(被災直後から2日間)

第1段階における代替ルートを利用したときの輸送コストを港湾分担緊急物資の品目ごとに計算し合計する。輸送時間は、代替ルートの距離をもとに、代替輸送機関の平均速度を想定し計算する。

$$C1A(WO) = \sum_k \left\{ (CL + CT_k \times TX(WO)) \times \frac{UIA_k}{WX} \right\}$$

- C1A(WO) : 第1段階に代替ルートを利用したときの輸送コスト (円)
- CX : 代替ルートの輸送機関の単位当り輸送費用 (円/台)
- CT_k : 品目kの時間費用原単位 (円/時・台)
- TX(WO) : 代替ルートの輸送機関による輸送時間 (時間)
- UIA_k : 第1段階に必要な品目kの港湾分担緊急物資量 (トン)
- WX : 代替ルートの輸送機関の運搬能力 (トン/台)
- k : 品目

・第2・3段階(被災3日目から1ヶ月後まで)

第2・3段階における代替港を利用したときの陸上輸送コストを港湾分担緊急物資の品目ごとに計算し合計する。輸送時間は、代替港から港湾直背後圏までの距離をもとに、平均速度を想定し計算する。

$$C1B(WO) = \sum_k \left\{ (CL + CT_k \times TL(WO)) \times \frac{UIB_k}{WL} \right\}$$

- C1B(WO) : 第2・3段階に代替港を利用したときの陸上輸送コスト (円)
- CL : トラック1台当りの輸送費用 (円/台)
- CT_k : 品目kの時間費用原単位 (円/時・台)
- TL(WO) : 代替港を利用したときの陸上輸送時間 (時間)
- UIB_k : 第2・3段階に必要な品目kの港湾分担緊急物資量 (トン)
- WL : トラック1台当りの平均的な積込トン数 (トン/台)
- k : 品目

(解説)

- ・海上輸送費用および海上輸送時間は with 時および without 時ではほぼ同じであるため計算しない。

(参考)

・ without 時にヘリコプターで輸送すると想定する場合の設定例

表 2-13-16 without 時におけるヘリコプターの輸送コストの例

機種	費用 (貸切運賃+空輸料金、円/時)	運搬可能量	巡航速度
AS 332	2,637,300 円	3 トン/台	260km/h

(注) 国土交通省届出料金、消費税抜き

※ 種設置機等重量物についても、分解した上で運搬する、もしくは吊り下げた形での運搬が可能である。

※ 3 トンの貨物を 1 時間以内に運搬できると考え、運搬 1 回あたりで上記料金 (1 時間当り) がかかるとする。

・ 時間費用原単位の設定例

農水産品 (食品等) 122 円/プレートトン・時

雑工業品 (衣料等) 614 円/プレートトン・時

(「複合一貫輸送ターミナル整備プロジェクト」(第 2 部第 2 章)参照)

なお、車両(運転手を含む)の時間費用を考慮してもよい(第 2 部第 8 章)

(注) 上記の時間費用原単位の設定例の単位は円/プレートトン・時であるが、輸送コストの算定での時間費用原単位の単位は円/時・台であるため、トラック 1 台当りの積載量による変換が必要であることを留意する。

・ トラック 1 台当りの積載量

表 2-13-17 トラック 1 台当りの積載量

機種	積載量
3 トン車	3 プレートトン/台

(注) 積載率 90%とし、プレートトン (FT) とメートルトン (MT) の換算係数により想定した値

・ 緊急物資のトラックによる輸送コストの設定例

表 2-13-18 緊急物資のトラックによる輸送コストの例
(3 トントラック)

キロ程 km まで	費用 円	キロ程 km まで	費用 円	キロ程	費用 円
10	6,460	200km を超え	22,380	200km を超え	
20	9,300	500km まで	23,820	500km まで	200km を
30	10,820	130	24,250	増やすごとに	1,650
40	12,330	140	25,180	500km を超え	
50	13,860	150	26,120	500km までを増すこ	
60	15,370	160	27,060	とに	4,140
70	16,880	170	27,990		
80	18,410	180	28,910		
90	19,940	190	29,850		
100	21,460	200	30,790		

(注) 届出運賃の事例をもとに設定 (消費税抜き)

・ 陸上輸送速度の設定

陸上輸送時間は、陸上輸送ルート の状況に応じて設定する。

表 2-13-19 陸上輸送の走行速度 (緊急物資)

区分	走行速度
港湾直背後から 20km 圏の道路	5km/h
それ以外の道路	34.5km/h

(注 1) 港湾直背後から 20km 圏の道路の走行速度は、阪神・淡路大震災後のリアリシタをもとに想定

(注 2) それ以外の道路は、「平成 17 年度道路交通センサス」(社)交通工学研究会、平成 19 年 8 月)をもとに道路種別別沿道状況別改良未改良別整備未整備別 12 時間平均交通量表 (全国、平日) の混雑時平均旅行速度の一般道計より設定

④ 被災後の一般貨物

<with時>

- ・生産消費地と当該港までの陸上輸送距離から、陸上輸送コストを算出する。

$$C2(W)_j = C2A_j + C2B_j$$

- C2(W)_j : 背後圏」と当該港とのトラック1台あたり陸上輸送コスト (円/台)
- C2A_j : 背後圏」と当該港との陸上輸送距離に応じたトラック1台あたり陸上輸送費用 (円/台)
- C2B_j : 背後圏」と当該港との高速道路輸送距離に応じたトラック1台あたり高速道路利用費用 (円/台)

<without時>

- ・生産消費地と代替港までの陸上輸送距離から、陸上輸送コストを算出する。

$$C2(WO)_j = C2C_j + C2D_j$$

- C2(WO)_j : 背後圏」と代替港とのトラック1台あたり陸上輸送コスト (円/台)
- C2C_j : 背後圏」と代替港との陸上輸送距離に応じたトラック1台あたり陸上輸送費用 (円/台)
- C2D_j : 背後圏」と代替港との高速道路輸送距離に応じたトラック1台あたり高速道路利用費用 (円/台)

(解説)

- ・陸上輸送ルートは、将来の道路網やその規格、混雑の状況等を踏まえて想定する。
- ・with時とwithout時において、海上輸送距離がほぼ変わらないため、海上輸送コストは計測しない。
- ・ユニットロード等、時間費用原単位が高いものが想定される場合は、輸送時間費用を計測してもよい。

(参考)

- ・被災後の一般貨物の輸送コストの設定例
第2部第3章の表2-3-10「トラック1台当りの陸上輸送費用」を参照

⑤ 震災時の幹線貨物

震災時の幹線貨物のコストの算出にあたっては、第2部第1章「国際海上コンテナターミナル整備プロジェクト」の「1.4 便益の計測」に記載されている方法に準拠する。

(解説)

- ・陸上輸送および海上輸送それぞれについて輸送費用、輸送時間費用を計測する。

④ 便益の計算

下記の算出式を用いて計算開始からt年次の各便益 (B_{1t}, B_{2t}, B_{3t}) を計測し、その合計を算出し、通常時の便益との差を輸送便益とする。

$$B_{1t} = P(t) \times [C1(WO) - C1(W)]$$

$$B_{2t} = P(t) \times \left[\sum_j [C2(WO)_j - C2(W)_j] \times \frac{O_j}{R} \times \frac{1}{W} \times \sum_{k=1}^R \frac{1}{(1+i)^{k-1}} \right]$$

$$B_{3t} = P(t) \times \left[\sum_j [C3(WO)_j - C3(W)_j] \times \frac{O_j}{R} \times \frac{1}{W} \times \sum_{k=1}^R \frac{1}{(1+i)^{k-1}} \right]$$

$$P(t) = \left(\frac{1}{75} - \frac{1}{X} \right) \left(\frac{74}{75} \right)^{t-1}$$

ここで、

- B_{1t} : 震災時の緊急物資の輸送コストの増大回避便益 (円/年)
- B_{2t} : 震災時の一般貨物の輸送コストの増大回避便益 (円/年)
- B_{3t} : 震災時の幹線貨物の輸送コストの増大回避便益 (円/年)
- C1(W) : with時の緊急物資の輸送コスト (円/年)
- C1(WO) : without時の緊急物資の輸送コスト (円/年)
- C2(W) : 当該港 (南粟田強化岸壁) を利用した場合の震災時の一般貨物の陸上輸送コスト (円/台)
- C2(WO) : 代替港を利用した場合の震災時の一般貨物の陸上輸送コスト (円/台)
- C3(W) : 当該港 (南粟田強化岸壁) を利用した場合の震災時の幹線貨物の陸上輸送コスト (円/台)
- C3(WO) : 代替港を利用した場合の震災時の幹線貨物の陸上輸送コスト (円/台)
- P(t) : 計算開始からt年目に南粟田強化岸壁が機能を喪失する確率
- Q_j : 復旧期間中の当該南粟田強化岸壁の取扱貨物量 (トン)
- J : 背後圏
- R : 復旧期間 (年)
- W : トラック1台あたりの平均的な積込トン数 (トン/台)
- X : レベル2地震動の再現期間 (年)
- i : 割引率

ただし、P(t)については、大規模地震対策特別措置法による地震防災対策強化地域 (東海地震対応地域)、東南海・南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法による推進地域等、法律により対策を強化することが定められた地域で、地震調査委員会の大規模地震発生確率の長期評価*等が存在する場合は、長期評価等から得られる各年の地震発生確率を用いても良い。

(* 「長期的な地震発生確率の評価手法について」、地震調査研究推進本部地震調査委員会、平成18年6月発行)

(解説)

耐震強化施設が便益を生み出すのは、レベル1からレベル2地震動までの大規模地震が発生した場合である。

- レベル1地震動：再現期間75年の地震動
- レベル2地震動：再現期間数百年の地震動

表 2-13-20 地震動レベル

地震動レベル	地震動レベルの意味	機能が保護される対象施設
レベル1	再現期間75年の期待地震動までの地震	全ての港湾施設
レベル2	再現期間75年から再現期間数百年の期待地震動まで	耐震強化施設

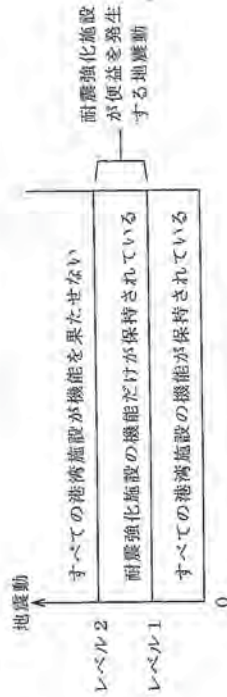


図 2-13-8 地震動と施設の機能の関係

・B1t, B2t, B3tの右辺第1項 $P(t)$ は、耐震強化施設が便益を供用する震災の発生率である。

計算開始から t 年目に「耐震強化岸壁が効果を発揮するような規模の地震が発生する」ということは、「 $t-1$ 年間、レベル1地震動以上の地震が発生せず、 t 年目にレベル1とレベル2地震動の間の地震が発生する」ということである。

レベル1地震動以上の地震がある年に発生しない確率は $74/75$ であるため、レベル2地震動の再現期間を X 年、地震の発生年次を t 年次とすると、地震の発生確率は以下の式で示すことができる。

$$P(t) = \left(\frac{1}{75} \frac{1}{X} \right)^{t-1} \left(\frac{74}{75} \right)^{t-1}$$

(t 年目に)
 1/75以上 1-1年間に
 1/75以下 1/75地震動
 地震動発生
 以上なし
 地震動発生

(注) ここで X は数百年であり、地域によって異なると思われるが、便宜的に500年と想定することも可能である。

- ・R (復旧期間) は2年間と想定される。
- ・W (トラッキング1台当りの平均的な積み込みトン数) は、第2部第1章~第3章を参照する。
- ・これまで想定している地震が発生していないという条件を考慮した確率 (条件付確率) として使用できる地震の発生確率は、B1t, B2t, B3t における $P(t)$ を、次に示す長期評価確率 $P(T, \Delta T)$ により示す。

(参考) 長期評価確率の計算方法

長期評価確率は、各地震についてその平均活動間隔や最終発生年からの経過時間を考慮して、今後その地震が発生する確率を評価するものである。最新の地震発生から地震が発生せずに T 年経過した時点で、その後の ΔT 年間に地震が発生する確率 $P(T, \Delta T)$ で表される。

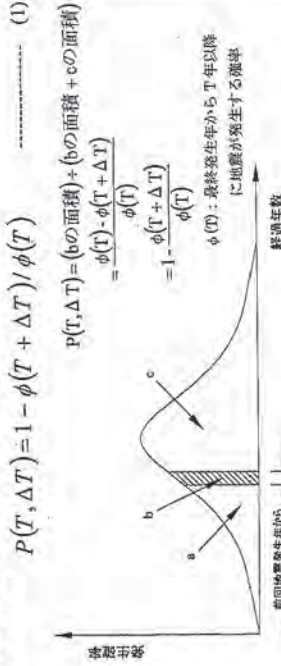


図 2-13-9 長期評価確率の概念図

(補足)

$\phi(T)$ は信頼度関数であり、次の地震が前回の地震発生時点から T (地震が発生する時刻) まで起こらない場合 (T 以降に起こる) の確率を表し、次式で求められる。

$$\phi(T) = 1 - [\phi(u_1(T)) + \exp(2/a^2) \phi(-u_2(T))]$$

$$u_1(T) = \alpha^{-1} [T^{1/2} \mu^{-1/2} - T^{-1/2} \mu^{1/2}]$$

$$u_2(T) = \alpha^{-1} [T^{1/2} \mu^{-1/2} + T^{-1/2} \mu^{1/2}]$$

ここで、

- α : 活動間隔のばらつき
- μ : 平均活動間隔 (年)
- T : 経過時間 (年)

※各パラメータについては、地震調査研究推進本部 HP を参照

また、標準正規分布の累積分布関数を示す $\Phi(z)$ は、一般に次式で表される。なお、この関数値は正規分布表を用いるか、数値計算により算出する。

$$\Phi(z) \equiv 1/(2\pi)^{1/2} \int_{-\infty}^z e^{-u^2/2} du \quad (2)$$

長期確率評価した地震発生確率を用いた費用便益分析の流れ

- I 地域防災計画等により想定する漸層帯または地震動を決める。
- II 計算に用いるばらつきのパラメータ* (平均活動間隔、活動間隔のばらつき、最新活動時期) を決める。→ 公表値 (地震調査研究推進本部 HP <http://www.jishin.go.jp/main/index.html>)
- III 想定する地震動の最新活動時期と評価しようとしている耐震施設設計算開始年から、経過時間 (T(年)) を求める。
- IV 式(2)により、信頼度関数 $\phi(T)$ および計算終了年の信頼度関数 $\phi(T+1)$ を計算する。さらに、計算開始翌年の信頼度関数 $\phi(T+2)$ を計算する。
- V 以下同様にして、計算終了年までの信頼度関数 ϕ を計算する。
- VI 式(1)により、最新の地震発生から地震が発生せずに T 年経過した時点で、その後の ΔT 年間に地震が発生する確率 $P(T, \Delta T)$ を、 $\Delta T=1, 2, 3, \dots$ と計算終了年まで 1 年刻みで増加させ、各々の確率 P を計算する。
- VII において計算した供用開始後 N 年時の $P(T+\Delta T)$ と N-1 年時の $P(T+\Delta T)$ との差を供用開始後 N 年時における 1 年間の地震発生確率とする。
- VIII P2-13-32に示す式 P(0)の代わりにVIIで計算した確率を用いて、各年次における便益を計算する。

※当社は地震調査委員会において公表されているパラメータを用いることとする。

平成 21 年 7 月 21 日に地震調査委員会から公表された「全国地震動予測地図」において設定されている南海地震、東南海地震、東海地震のパラメータの例を参考として示す。

表 2-13-21 地震調査委員会において公表されているパラメータの例

	平均活動間隔 μ	前回活動時期	ばらつき α
南海地震注1	90.1年	1946年12月	0.22
東南海地震注1	86.4年	1944年12月	0.21
東海地震注2	118.8年	1854年12月	0.21

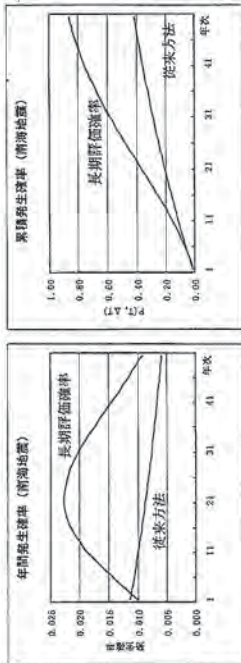
(注1) 南海地震と東南海地震のパラメータは長期評価に基づく。なお、公表されているばらつき α は南海地震で 0.20~0.24、東南海地震で 0.18~0.24 とされており、ここではこれらの中央値とした。

(注2) 東海地震については地震調査委員会による長期評価が行われていないため、活動間隔は明広~徳長 (106.4 年)、徳長~宝永 (102.7 年)、宝永~安政 (147.2 年) の平均値、ばらつき α は東南海地震と同じ値とした。

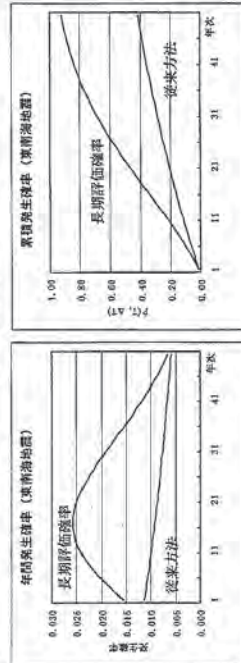
※南海~東南海~東海地震はいずれも南海トラフを震源とする地震であり、複数の地震が連動して発生する可能性が指摘されているが、連動して発生する確率は地震調査会において算定されていない。このことを踏まえて、当該耐震強化施設が連動して発生する可能性のある複数の地震に対して機能を発揮する場合には、それぞれの地震について個別に独立して発生する確率を用いた便益の計算を複数の地震について行い、算出される複数の便益の中で現在価値が最大となる便益を採用するものとする。

地震調査委員会において公表されている長期評価に基づくパラメータにより求めた地震発生確率の例を以下に示す。

南海地震



東南海地震



東海地震

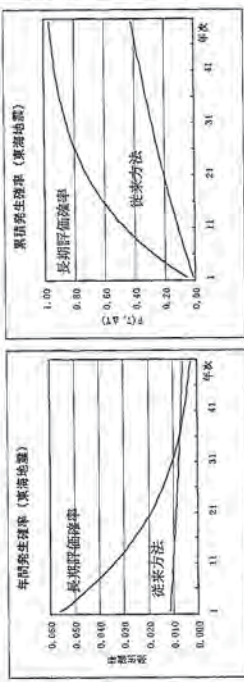


図 2-13-10 長期評価に基づくパラメータを用いた地震発生確率 (例)

2) 施設被害の回避便益
① 基本的な考え方

耐震強化岸壁は、震災時に損壊を免れることができ、復旧のための追加的な支出を回避できる。この追加的な復旧費を便益として計上する。

(解説)

・便益計測の手順は以下のとおりである。

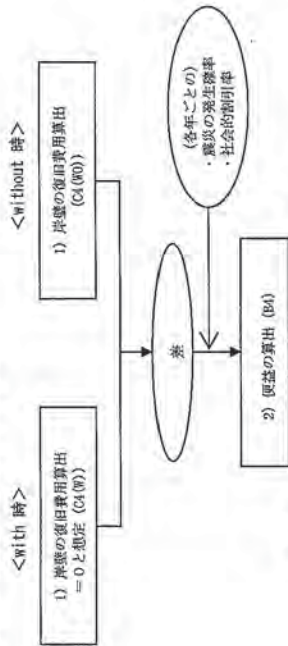


図 2-13-11 施設の被害回避便益の推計手順

② 岸壁の復旧費用の設定

・ $CA(W)$: with 時 (耐震強化を行っている場合) : 0 とする。
 ・ $CA(WO)$: without 時 (耐震強化を行っていない場合) : 当該岸壁の整備費用を計上する。

(解説)

・ 復旧費用の考え方は以下のとおりである。

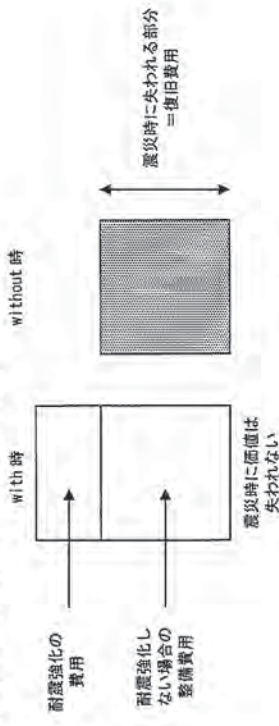


図 2-13-12 岸壁の復旧費用の考え方

③施設被害の回避便益の計算

岸壁復旧費用削減の t 年次の期待便益(B_{ti})は以下の式で計算する。

$$B_{ti} = P(t) \times \frac{C4(WO)}{R} \times \sum_{k=1}^R \frac{1}{(1+i)^{k-1}}$$

ここで C4(WO) : 耐震強化によって削減できる復旧費用 (円)

R : 復旧期間

i : 社会的割引率

(解説)

- ・右辺第1項 P(t)は、計算開始から t 年目に耐震強化施設が機能を発揮するような災害の発生確率である。
- ・CRR、NPV の算出にあたっての i は社会的割引率であり 4% とする。
- ・地震の発生確率 P(t) は次式を基本とするが、長期確率評価した地震発生確率を使用しても良い。

$$P(t) = \left(\frac{1}{75} - \frac{1}{X} \right) \left(\frac{74}{75} \right)^{t-1}$$

(4) 残存価値の計上

埠頭用地、荷役機械、上屋、緑地の用地等はプロジェクトの供用が終了した時点で残存価値がある。この残存価値を供用期間終了年の便益として計上する。

(解説)

- ・計上の方法は、新規事業採択時評価の場合は、第1部第3章、再評価の場合は第1部第4章を参照のこと。

1.3.5 費用の算定

(1) 対象とする費用項目の抽出

プロジェクトにかかる費用を計算期間中の各年毎に算定する。

(解説)

- ・費用の内容は新規事業採択時評価の場合は第1部第3章、再評価の場合は第1部第4章を参照のこと。

(2) 費用の算定

新規事業採択時評価の場合は第1部第3章、再評価の場合は第1部第4章に示した計算式によって求める。
耐震強化岸壁について、震災後に人の乗降および緊急物資等の輸送を行うために修復が必要となる場合は、修復費用を算定する。

(解説)

- ・耐震強化岸壁 (緊急物資対応 標準) の t 年次の修復費用(C5)は以下の式で計算する。

$$C5_t = P(t) \times C5$$

ここで、

C5 : 修復費用 (円)

P(t) : 計算開始から t 年目に耐震強化岸壁が機能を発揮する確率

- ・計算開始から t 年目に耐震強化岸壁が機能を発揮する確率 P(t)は、次式を基本とするが、長期確率評価した地震発生確率を使用してもよい。

$$P(t) = \left(\frac{1}{75} - \frac{1}{X} \right) \left(\frac{74}{75} \right)^{t-1}$$

- ・修復費用 (C5) は、当該施設の要求性能や残留変形量の限界値等を考慮して算定する。

1.3.6 費用便益分析

(1) 費用便益分析の実施

新規事業採択時評価については第1部第3章、再評価の場合は第1部第4章に示した方法によって費用便益分析を行う。

(解説)

- ・本章で示した便益以外に他の便益が計測可能な場合には、その便益も合わせた上で費用便益分析を実施する。

(2) 感度分析の実施

社会経済状況の変化等を想定し、需要、建設費、建設期間に関して感度分析を実施する。

(解説)

- ・社会経済動向には不確実性が伴っているため、当初予定していた需要、建設費、建設期間について、各々±10%の変動による影響を把握する。

表 2-13-22 変動要因別の変動幅

変動要因	変動幅の設定方法
需要	基本ケースの -10～+10%
建設費	基本ケースの -10～+10%
建設期間	基本ケースの -10～+10% (ただし、年単位で四捨五入)

1.3.7 定量的に把握する効果の計測

プロジェクトの実施による震災時の緊急物資の輸送および震災後の幹線貨物等の輸送における自動車の陸上輸送距離の短縮等に伴う CO₂および NO_x排出量の減少量を計測する。

(解説)

- ・自動車の陸上輸送距離の短縮に伴う環境向上の効果の計測は、耐震強化が実施される施設の種類の応じて「国際海上コンテナターミナル整備プロジェクト」(第2部第1章)、「複合一貫輸送ターミナル整備プロジェクト」(第2部第2章)、「国際物流ターミナル、国内物流ターミナル整備プロジェクト」(第2部第3章)に示す方法により行う。
- ・離島や地理的な要因で代替港の想定が困難なため、ヘリコプター輸送を想定する場合には、ヘリコプターの運航に伴う CO₂および NO_x排出原単位を利用して排出量の減少を計測する。

1.3.8 計算例 (参考)

(1) 新規事業採択時評価の例

地方港湾における耐震強化岸壁 (緊急物資用) 新設の例

1) 対象プロジェクトの概要

-12m 水深の耐震強化岸壁 (緊急物資用) を、2011 年から 2019 年までの 9 年間に、総工費 148 億円 (うち耐震化費用は 14.9 億円。耐震強化の対象施設はベースのみ) をかけて新設する。

2) 計算条件

- 費用便益分析における主な計算条件は以下のとおりである。

表 2-13-23 新規事業採択時評価における計算条件の設定例

プロジェクト分類	耐震強化岸壁 (緊急物資用) 整備プロジェクト	
整備の種類	新設 (-12m)	
港湾名、地区名	〇〇港〇〇地区	
岸壁名、水深、延長	〇〇岸壁 (-12m×240m)	
施設別建設費、建設期間 (現在価値化前)	建設費	当該プロジェクトの建設費 (配分率)
中心施設	仮留施設	14.9 億円 (100.0%)
プロジェクト全体の年次	14.9 億円	2011 年~2019 年
プロジェクトの年次	着工年	2011 年
	供用開始年	2020 年
	供用終了年	2069 年
	建設期間	9 年
	供用期間	50 年
目標貨物量	(フレートトン/年)	
	輸出	輸入
	390,000	590,000
	880,000	980,000
平常時の貨物	390,000	590,000
震災時の一般貨物	646,000	836,000
震災時の緊急物資	0	6,300
合計	936,000	1,422,300
		2,358,300
貨物量の推計方法	H21 年度背後圏貨物取扱実績により推計 震災時の緊急物資を港湾計画に基づき H21 港湾背後人口により推計	
主な代替港	〇〇港、〇〇港	
社会的割引率の基準年	2010 年	
社会的割引率	4.0%	
感度分析	建設費	-10%~+10%
	建設期間	-10%~+10% (1 年未満の増減は四捨五入)
	需要	-10%~+10%

3) 費用便益分析結果

表 2-13-24 新規事業採択時評価における感度分析

	感度分析結果					
	基本ケース		需要		建設費	
	-10%	+10%	-10%	+10%	-10%	+10%
便益 (現在価値化後)	20.3	19.2	21.5	20.3	21.2	19.6
輸送便益 (輸送費用の削減: 億円)	11.8	10.7	13.0	11.8	12.3	11.4
施設被害回避便益 (億円)	8.5	8.5	8.5	8.5	8.8	8.2
残存価値 (億円)						
費用 (現在価値化後)	11.8	11.8	11.8	10.6	12.0	11.5
建設費 (億円)	11.8	11.8	11.8	10.6	12.0	11.5
管理運営費 (億円)						
再投資費 (億円)						
費用便益分析結果	NPV (億円)	8.5	7.4	9.7	9.7	8.1
	CBR	1.7	1.6	1.8	1.9	1.7
	EIRR (%)	3.3	2.9	3.7	4.1	3.0

(2) 再評価の例

1) 対象プロジェクトの概要

-15m水深の耐震強化岸壁（幹線貨物）を2005年から2018年までの9年間に、建設費398億円（関連する防波堤、クレーン、臨港道路等を含む）をかけて整備する。

2) 計算条件

事業全体の投資効率性と残事業の投資効率性を評価するための、再評価の際の費用便益分析における主な計算条件は以下のとおりである。

表 2-13-25 再評価における計算条件の設定例

プロジェクト分類	耐震強化岸壁（幹線貨物）整備プロジェクト 国際海上コンテナターミナル整備プロジェクト	
整備の種類	中核新設（-14m以深）	
港湾名、地区名	〇〇港〇〇地区	
岸壁名、水深、延長	〇〇岸壁（-15m×350m）	
施設別建設費、建設期間（現在価値化前）	既投資分/当該プロジェクトの建設費 建設期間	
中心施設	採留施設 5.3億円/14.9億円 2005年～2013年	
プロジェクト全体建設費（現在価値化前）	5.3億円/14.9億円	
プロジェクトの年次	着工年 2005年	
供用開始年	2014年	
供用終了年	2063年	
建設期間	9年	
供用期間	50年	
目標貨物量	（フレートトン/年）	
	輸出	輸入
平常時の貨物	380,000	580,000
震災時の一般貨物	546,000	826,000
震災時の緊急物資	0	6,300
合計	936,000	1,422,300
貨物量の推計方法	H21年度背後圏貨物取扱実績により推計 震災時の緊急物資を港湾計画に基づきH21 港湾背後人口に より推計	
主な代替港	〇〇港、〇〇港	
社会的割引率の基準年	2010年	
社会的割引率	4.0%	
感度分析	建設費 -10%～+10% 建設期間 -10%～+10%（1年未満の増減は四捨五入） 需要 -10%～+10%	

3) 費用便益分析結果

表 2-13-26 再評価（事業全体）における感度分析例

	感度分析結果					
	基本ケース		需要		建設費	
	-10%	+10%	-10%	+10%	-10%	+10%
便益（現在価値化後）	25.7	24.2	27.2	25.7	25.7	24.7
輸送便益（輸送費用の前減：億円）	16.0	13.6	16.5	16.0	16.0	14.4
施設被害回避便益（億円）	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.3
残存価値（億円）	14.2	14.2	14.2	12.8	15.6	13.8
費用（現在価値化後）	14.2	14.2	14.2	12.8	15.6	13.8
建設費（億円）						
管理運営費（億円）						
再投資費（億円）						
費用便益分析結果	NPV（億円）	11.6	10.1	13.0	10.1	12.4
	CBR	1.8	1.7	1.9	2.0	1.9
	EIRR（%）	4.0	3.5	4.4	4.8	3.6

表 2-13-27 再評価（残事業）における感度分析例

	感度分析結果					
	基本ケース		需要		建設費	
	-10%	+10%	-10%	+10%	-10%	+10%
便益（現在価値化後）	25.7	24.2	27.2	25.7	25.7	24.7
輸送便益（輸送費用の前減：億円）	15.0	13.5	16.5	15.0	15.0	14.4
施設被害回避便益（億円）	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.3
残存価値（億円）	1.8	1.8	1.8	1.6	2.0	1.9
費用（現在価値化後）	1.8	1.8	1.8	1.6	2.0	1.9
建設費（億円）						
管理運営費（億円）						
再投資費（億円）						
中止時の撤去費用（億円）						
費用便益分析結果	NPV（億円）	24.0	22.5	25.4	24.1	22.8
	CBR	14.4	13.6	16.3	16.0	13.0
	EIRR（%）	-	-	-	-	-