

南海地震で発生する災害廃棄物を海岸に埋立処分することによる時間・費用削減効果の検討

学籍番号：1140017 氏名：伊藤 孝浩 指導教員：五艘 隆志

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻 建設マネジメント研究

要旨:2011年3月11日、我が国における観測史上最大となる Mw9.0 の東日本大震災が発生した。この大災害によって、岩手、宮城、福島3県の沿岸市町村では、27,000千トンの災害廃棄物等が発生した。環境省は「再生利用の促進」を基本方針として打ち出し、処理が行われている。この基本方針に従って、被災地では市中の公有地等に災害廃棄物を仮置きし、徹底した分別、資源回収、焼却による処理が行われている。その間、一次・二次仮置き場に積み上げられた災害廃棄物からの悪臭・ガスの発生や火災、害虫の発生等の問題が指摘されている。災害廃棄物の処理は復旧・復興活動の起点であり、なによりも迅速な処理が求められる。

先行研究にて、海岸埋立方式の提案、実現性の検討が行われたが効果が明らかになっていない。本研究では、地震・津波被害時の災害廃棄物処理を現在行われている再生利用を重視した処理ではなく、海岸埋立案による処理を行った場合の費用削減効果、時間短縮効果の定量化を行った。

Key Words：海岸埋立処理，工期短縮，産業連関表

1. はじめに

1.1 研究の背景・目的

高知県では、南海地震の発生が危惧されており、災害廃棄物処理に関しても、仮置き場候補地を定めている。しかし、仮置き場候補地は、仮設住宅の用地と重複している箇所もあり、高知県の予測している災害廃棄物発生量(災害廃棄物70万トン、津波堆積物65万トン)に対して、仮置き場候補地の面積があきらかに不十分であるといえる。迅速に処理を行うだけでなく、用地不足を補うためにも、災害廃棄物等の処理のための場所を確保することが必要となってくる。例えば、東松島市においては発生した297万トンの災害廃棄物の処理のために50haの県有地を活用し、仮置きと中間処理を行った。同市のように広大な公有地が確保できる状況とは異なる高知県においては、別の方法を検討する必要がある。海岸埋立処理はその有効な対策の一つであると考えられる。

本研究は、南海地震の被害を想定し、既往研究である平尾¹⁾(2011)にて提案されている海岸埋立処理と岡崎²⁾(2012)による、その実現性の検討を基に、再生利用を重視した処理と海岸埋立処理の要する時間・費用を推定し、海岸埋立処理を行った場合の効果を定量的に示すものである。

1.2 既往研究の整理

平尾(2011)は、南国市で発生した瓦礫を埋立処

理するための具体策として、南国市の沖に設置されている養浜ブロックを活用し、二重締切り矢板構造の囲いを設けることを提案している。岡崎(2012)は香南市における災害廃棄物処理を対象とし、海岸埋立処理の実現のため量的・用地的・制度的側面からの検討を行った。本研究は岡崎(2012)と同様、香南市をフィールドとした検討を実施した。

2 小学校区ごとの災害廃棄物発生量の推定

災害廃棄物の処理にかかる時間・費用は発生量に応じて変化するため、海岸埋立処理の効果を示すためには災害廃棄物の発生量を推定する必要がある。

本研究では高知県が2013年5月に公表した南海トラフ巨大地震による被害想定³⁾におけるレベル2地震動による被災ケースのうち、香南市の災害廃棄物発生量が最大となるケース⁴⁾を前提とした検討を行った。

2.1 小学校区毎の災害廃棄物発生量

再生利用を重視した処理と海岸埋立処理に要する時間・費用を比較する前提として、小学校区毎に災害廃棄物発生量を推定した。香南市内に小学校区は8校区ある。うち、香我美校区と夜須校区は山地が多いため、25,000分の1地形図による住宅地を校区面積として計算を行った。高知県による災害廃棄物推

定量は 70 万トンとなっているが、本研究では以下の方法で校区ごとの発生量の推定を行った。

- ・ 災害廃棄物発生量は $f1=A \times B \times C$ の式により推定
 $f1$: 災害廃棄物発生量 (トン)
 A : 一棟当たりの平均床面積 (m^2 /棟)
 B : 災害廃棄物発生量原単位 (トン/ m^2)
 C : 全壊棟数 (棟)
- ・ 一棟当たりの平均床面積 A および災害廃棄物発生量原単位 B は、香南市災害廃棄物処理計画⁴⁾に記載されている値を使用
- ・ 全壊棟数 C は高知県推定のケース④の「揺れによる全壊」と「津波による全壊」棟数を使用
- ・ 「揺れによる全壊」棟数を校区の児童数で按分
- ・ 「津波による全壊」棟数を浸水面積で按分
- ・ 津波堆積物を浸水面積で按分

得られた校区ごとの災害廃棄物発生量を表 2-1 に示す。合計 138 万トンとなり高知県推定値と近い値となったため、以後の検討はこの数値に基づき行った。

表 2-1 校区ごとの災害廃棄物発生量

小学校区	浸水域外(トン)	浸水域内(トン)
赤岡	-	126,788
香我美	58,068	158,964
岸本	8,688	77,952
佐古	54,315	0
野市	104,688	57,110
野市東	42,478	113,851
夜須	-	230,753
吉川	-	346,637
計	268,238	1,112,055
	1,380,293	

3 再生利用を重視した処理と海岸埋立処理の比較

3.1 処理シナリオの設定

両方式の処理は以下のとおり行われるものとして比較を行った。

(1) 再生利用を重視した処理 (シナリオ 1)

- ① 災害廃棄物発生現場から、一時仮置き場 (香南市災害廃棄物処理計画における候補地) へ移動
- ② 吉川漁港付近約 20ha (東松島市事例より推定) に中間処理施設を設け、一次仮置き場から移動
- ③ 中間処理施設による破碎, 分別, 焼却処理

(2) 海岸埋立処理 (シナリオ 2)

- ① 災害廃棄物発生現場から、吉川漁港前面の養浜ブロック地域へ移動
- ② 海岸埋立処理

3.2 運搬に要する作業量および費用の推定

運搬に要する作業量 (ダンプトラック延べ台数 (台・日)) を以下の通り推定した。

- ・ 作業量 (台・日) = 災害廃棄物発生量 (トン) \div ダンプトラック輸送能力 $f2$ (トン/台・日)
- ・ $D \times E \times F$
 D (回/日) : 1 日の往復回数 = G (分/日) / H (分/回)
 E : 一度に運搬できる災害廃棄物量
 9.6 トン/台・回 ($1m^3$ 当たり $1.6t \times 6m^3$ より)
 F : 作業効率 (0.6)
 G : 1 日の作業時間 ($D=8$ 時間/日 = 480 分/日)
 H : 1 往復に掛かる時間 (分/回) = $2(I/J) + K$
 I : 運搬距離 (m) J : 走行速度 (m/分)
 K : 積み下ろしや待機時間 (20 分)

上述の方法で求めた作業量から、運搬費総額を歩掛⁵⁾を用いて算出した。

使用する機材は、災害廃棄物の積み下ろしにバックホウ、運搬に 11 トンダンプトラックを使用することとした。運転手、燃料、損料等を全て考慮した場合に 1 台を 1 日使用した際の費用は、
 バックホウ : 32,866 (円/台・日)
 ダンプトラック : 35,832 (円/台・日) となる。

(1) シナリオ 1 の運搬作業量と費用

- ① 災害廃棄物発生場所から一次仮置き場への移動 \Rightarrow 表 3-1 (15,796 台・日, 10.9 億円)
 - ② 一次仮置き場から中間処理施設への移動 \Rightarrow 表 3-2 (22,861 台・日, 15.7 億円)
- となっており、これらの合計は
 作業量 38,658 台・日 26.6 億円となる。

(2) シナリオ 2 の運搬費用

- ① 災害廃棄物発生場所から吉川漁港前面の養浜ブロック地域への移動 \Rightarrow 表 3-3 (23,769 台・日, 16.3 億円)
- となる。

表 3-1 災害廃棄物発生場所から仮置き場へ
運搬した場合の時間・費用

小学校区	時間(台・日)	費用(千円)
赤岡	1,026	7
香我美	2,091	14
岸本	234	2
佐古	1,126	8
野市	2,769	19
野市東	2,009	14
夜須	3,113	21
吉川	3,429	24
計	15,796	109

表 3-2 仮置き場から吉川漁港まで
運搬した場合の時間・費用

仮置き場候補地	時間(台・日)	費用(千円)
のいちふれあい広場サッカーサブグラウンド	2336	16
のいちふれあい広場野球場	1565	11
西佐古一般廃棄物処分場	217	1
吉川地域一時保管施設	67	0
吉川漁港駐車場	-	-
赤岡地域一時保管施設	89	1
赤岡運動広場駐車場	176	1
赤岡運動広場	2128	15
赤岡漁港駐車場	238	2
赤岡漁港空き地	251	2
ルネサス臨時駐車場	6245	43
香我美運動広場	3668	25
手結新外港	2269	16
夜須運動広場	3611	25
計	22,861	157

表 3-3 災害廃棄物発生場所から吉川漁港へ
運搬した場合の時間・費用

小学校区	時間(台・日)	費用(千円)
赤岡	1,961	13
香我美	4,896	34
岸本	439	3
佐古	1,242	9
野市	2,818	19
野市東	3,511	24
夜須	5,571	38
吉川	3,332	23
計	23,769	163

3.3 災害廃棄物の処理費用

(1) シナリオ 1 による処理費用

災害廃棄物処理規模がほぼ同等の気仙沼市の処理実績（津波堆積物も含めて 135 万トン）⁶⁾ を参考とした場合、以下のような費用となる。

仮設プラント建設費：117 億円（151 億円）

用地造成費：53 億円（68 億円）

処理・運営費：90 億円 116 億円）

副生物再利用最終処分費：154 億円（198 億円）
計：414 億円（533 億円）

（カッコは諸経費・消費税込）

また、東日本大震災における災害廃棄物処理の平均単価 45,000 円/トンから、香南市の災害廃棄物処理総額を推定すると、621 億円となる（津波堆積物も合わせた発生量 138 万トン×4.5 万円/トン）。

ここから、分別、収集および運搬費を逆算すると、621 億円-533 億円=88 億円と推定される。災害廃棄物の運搬に 26.6 億円の費用を要するので、分別および収集に掛かる費用は 88 億円-26.6 億円=61.4 億円と推定される。

(2) シナリオ 2 による処理費用

海岸埋立処理では、埋立地の造成を行う必要がある。埋立処分費は、香川県の廃棄物護岸建設費を参考にし、造成費 205 千㎡×2 千円/㎡×7 か所=28.7 億円+処分費 3.3 億円=32 億円となる。全体の災害廃棄物処理費用は、32 億円+運搬費 16.3 億円+分別および収集費 61.4 億円=109.7 億円と推定される。

3.4 シナリオ 1 および 2 による運搬・処理費用比較

再生利用を重視した処理と海岸埋立処理では海岸埋立処理を行った場合 511.3 億円の削減となる結果となった。

4 迅速な処理による経済効果

角崎⁷⁾ (2014)は、東松島市での復興事業全体を参考とし、先に述べた香南市における廃棄物処理シナリオ 1 および 2 を含み、その他の復興に至る全業務のフローを作成した。このフローによると、廃棄物処理シナリオ 1 を前提とした場合、復興までに約 10 年を要する。一方、廃棄物処理シナリオ 2 に始まり、発災前の事前計画策定や用地取得を行うことにより、復旧・復興スケジュールを 10 年から 5 年に短縮することが可能であると述べている。東松島市を基にした香南市の復旧・復興スケジュールを図 4-1、工期短縮を行った香南市の復旧・復興スケジュールを図 4-2

に示す。

香南市①(東松島市の復旧・復興スケジュールと同等と想定)

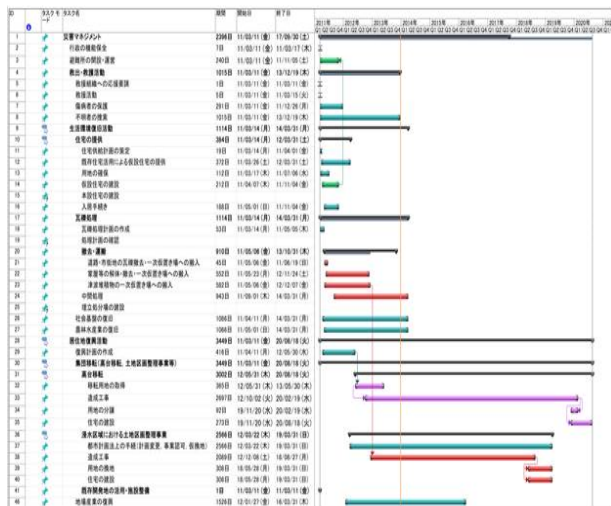


図 4-1 東松島市を基にした
香南市の復旧・復興スケジュール

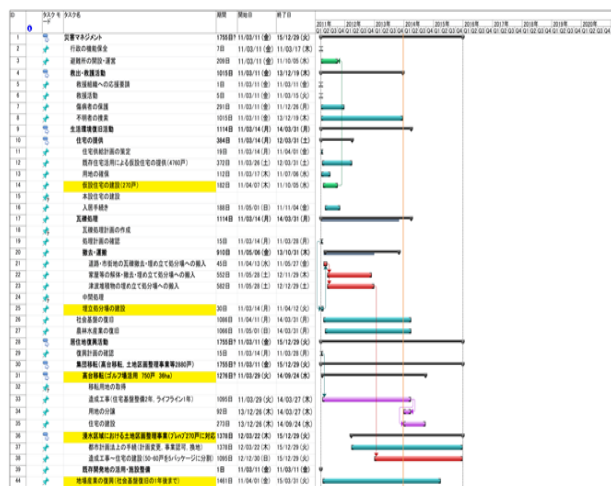


図 4-2 工期短縮を行った
香南市の復旧・復興スケジュール

この工期短縮案による経済効果を推定するために、産業連関表を用いた分析を行った。方法としては、高知県の2005年産業連関表を基に、2011年の高知県県民総生産額と香南市の総生産額を用いて、RAS法により香南市の投入係数を算出した。その投入係数を用いて、東松島市を基にした復旧・復興スケジュールと工期短縮案のスケジュールでの毎年の差分の合計が迅速に処理を行った場合の経済効果とした。香南市における毎年の生産額を図4-3に示す。

被災前の香南市の総生産額1525億円に対して65%まで落ち込んだ総生産額1150億円を通常は10年の復興期間で回復させることになるが、工期短縮案により製造業・商業を4年、その他の産業を5年まで短縮した結果、10年間の総生産額の累積として

約695億円の効果があることが明らかとなった。

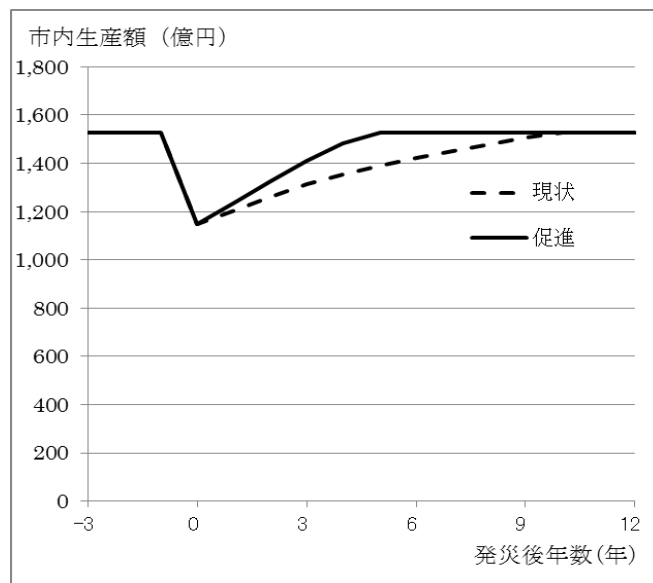


図 4-3 香南市における毎年の生産額

5 結論

海岸埋立処理を行った場合、作業量を14,889台・日減らすことができ、費用面では、災害廃棄物の運搬費として10.3億円費用削減になり、処理費用全体としては511.3億円の削減になることがわかった。また、直接の効果ではないが、迅速な処理を行うことによって、産業の復興が早くなり10年で695億円の経済効果があるということが明らかとなった。

6 参考文献

- 1) 南海地震時に発生する瓦礫を迅速に処理するために必要な具体策に関する研究
平尾 健二 (2011) 高知工科大学大学院修士課程論文
- 2) 南海地震で発生する災害廃棄物を埋立処理する計画を実現させるための量的・用地的・制度的側面からの検討
岡崎 君幸 (2012) 高知工科大学卒業論文
- 3) 高知県 HP 被害想定 の計算結果
- 4) 香南市災害廃棄物処理計画(2010)
- 5) 土木工事積算マニュアル 平成16年度版 財団法人建設物価調査会 発行
- 6) 宮城県 HP 各ブロック・処理区での災害廃棄物処理の概要について
- 7) 基礎自治体の自然災害マネジメントシステム構築に関する研究 角崎 巧(2014)