

迅速な復旧・復興に資する
再生資材の宅地造成盛土への活用に向けた
基本的考え方

中間報告

平成24年1月

国土交通省都市局都市安全課

目 次

はじめに.....	1
第 1 章 東日本大震災における災害廃棄物の概要	2
1.1 津波被害の概要.....	2
1.2 災害廃棄物および有効活用に関する動き	4
1.3 東日本大震災における災害廃棄物の概要	6
1.4 災害廃棄物の処理スケジュール.....	15
第 2 章 宅地造成盛土への活用に関する基本的な考え方	18
2.1 再生資材の宅地造成盛土への活用	18
2.2 宅地造成盛土として活用の対象となる材料.....	23
2.3 宅地造成盛土として活用の対象となる各材料の用途.....	26
第 3 章 盛土材料としての品質.....	28
3.1 盛土材料としての品質	28
3.2 ドレーン材としての品質	44
第 4 章 今後の予定.....	47
4.1 宅地造成盛土の設計における留意事項の検討	47
4.2 宅地造成盛土の施工における留意事項の検討	48
4.3 実現化に向けた課題の整理.....	48

はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災は、大規模な津波の発生により約 2 万の死者・行方不明者をもたらした（平成 23 年 11 月 21 日現在）、戦後最悪の自然災害となった。

また、太平洋沿岸部の地域では、津波によって市街地が壊滅的な被害を受け、大量の災害廃棄物が発生し、復旧、復興の阻害要因となっている。現在、これらの地域を中心に、災害廃棄物の迅速な撤去、処理および有効活用が課題となっている。

これを踏まえて、宅地造成等においても、災害廃棄物を土木資材（建設資材）として有効活用することが求められているところである。

しかし、現段階においては、その活用手法と適用性に関する技術的な知見が蓄積されておらず、早急に活用できる状態とは言い難い状況にある。

このような状況に対応するため、宅地造成盛土への災害廃棄物の活用手法に関し、災害廃棄物の発生量や災害廃棄物の性状等を把握した上で、その活用に関する基本的考え方について検討を行ってきたところであり、今般、これまでの検討結果を踏まえ、「迅速な復旧・復興に資する再生資材の宅地造成盛土への活用に向けた基本的考え方（中間報告）」としてとりまとめたものである。

今後、関係省庁と連携を図りつつ、具体の設計、施工上の留意事項についてとりまとめ、平成 24 年 2 月頃を目途に最終報告として策定する予定であり、被災都市における復興まちづくり計画等の事業計画の参考にご活用いただければ幸いである。

第 1 章 東日本大震災における災害廃棄物の概要

1.1 津波被害の概要

- (1) 平成 23 年 3 月 11 日（金）午後 2 時 46 分に、太平洋三陸沖、牡鹿半島の東南東 130km 付近、深さ 24km を震源とするマグニチュード 9.0（国内観測史上最大規模）、最大震度 7 の東北地方太平洋沖地震が発生した。¹⁾
- (2) この地震により国内観測史上最大となる最高潮位 9.3m、遡上高さ最高 40.5m の津波が宮古市田老で観測された。国土地理院が行った空中写真・衛星画像判読によると、津波による浸水面積は青森県から千葉県 の 6 県で 561km² に及んだ。¹⁾
- (3) 浸水面積の県別内訳は、青森県 24km²、岩手県 58km²、宮城県 372km²、福島県 112km²、茨城県 23km²、千葉県 17km² となっている。¹⁾

津波被害の概要

津波の概要

発生時刻：平成 23 年 3 月 11 日午後 2 時 46 分頃
 震 源：太平洋三陸沖、牡鹿半島の東南東 130km 付近、深さ 24km
 規 模：マグニチュード 9.0（最大震度 7）
 最高潮位：9.3m
 遡上高さ：最高 40.5m（国内史上最大）
 浸水面積：561km²

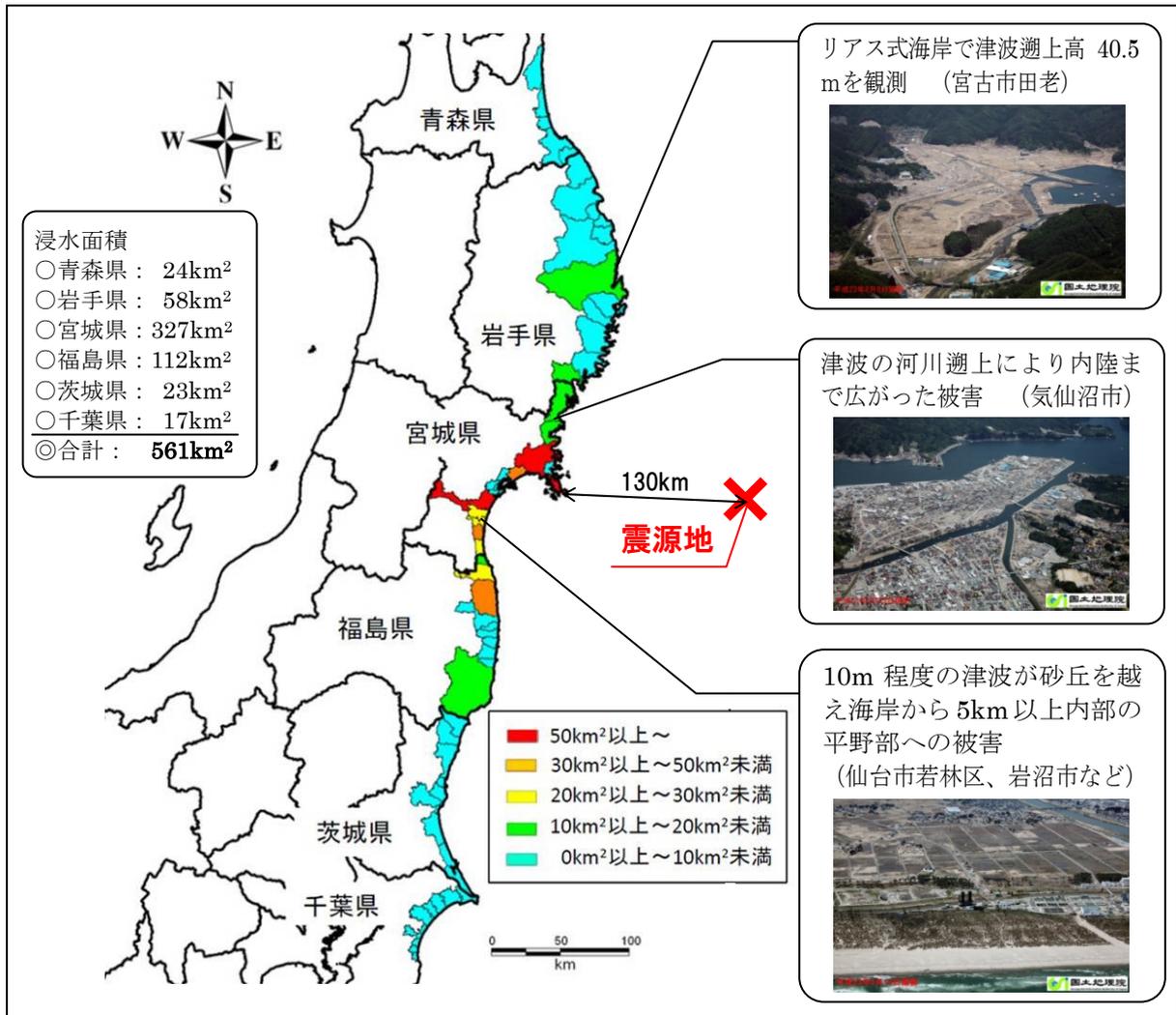


図 1.1-1 東日本大震災による津波被害の概要 1)より作成

1.2 災害廃棄物および有効活用に関する動き

1.2.1 災害廃棄物に関する提言等

東日本大震災からの復興に向け、東日本大震災復興構想会議、東日本大震災復興対策本部より以下の提言等が提示されている。

- (1) 「復興への提言～悲惨の中の希望～」の「第4章開かれた復興(2)経済社会の再生③復興を契機として日本が環境問題を牽引」において、「復旧・復興の過程で発生する大量の廃棄物を徹底してリサイクルするほか、製造業とリサイクル産業をつなぐ先進的な循環型社会を形成することを目指すべき」としている。²⁾

- (2) 「東日本大震災からの復興の基本方針」の「5復興施策(3)地域経済活動の再生⑪環境先進地域の実現」において、「復旧・復興の過程で発生する大量の廃棄物のリサイクル等を徹底するほか、3R(発生抑制、再使用、再生利用)の具体化を図り、製造業とリサイクル産業とをつなぐ先進的な循環型社会の形成を促進する。」としている。また、⑫膨大な災害廃棄物の処理の促進において、「市町村の災害廃棄物の処理を国が代行できる制度を創設するとともに、衛生管理の徹底等を行うなど、膨大な災害廃棄物の迅速かつ適正な処理を促進する。」としている。³⁾

1.2.2 災害廃棄物の処理および有効活用に関する指針

東日本大震災における災害廃棄物の処理および有効活用に関し、環境省から以下の指針が示されている。

- (1) 災害廃棄物の適正かつ効率的な処理を目的とする「東日本大震災に係る災害廃棄物の処理指針（マスタープラン）」（以下、「マスタープラン」と呼ぶ。）では、災害廃棄物の処理について「再生利用が可能なものは、極力再生利用」、「コンクリートくずについては、復興の資材等として被災地で活用。」としている。⁴⁾

- (2) 「東日本大震災津波堆積物処理指針」（以下、「津波堆積物処理指針」と呼ぶ。）では、津波堆積物の処理について、「組成・性状に応じて、埋め戻し材、盛土材等の土木資材やセメント原料としての有効利用を優先しつつ、有効利用が難しいものについては、組成や性状に応じて適切な処理方法を選択する。」としている。⁵⁾

1.3 東日本大震災における災害廃棄物の概要

1.3.1 災害廃棄物の発生量および搬入状況

(1) 環境省の「沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況」(平成 23 年 11 月 22 日現在)

⁶⁾によると、岩手、宮城、福島 3 県の災害廃棄物の推計量は合計約 2,273 万トン(岩手県約 476 万トン、宮城県約 1,569 万トン、福島県約 228 万トン)である。市町村別に見ると、最大が石巻市で約 616 万トン、次いで東松島市の約 166 万トン、気仙沼市約 137 万トン、仙台市約 135 万トン等となっている。

(2) 環境省の「沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況」(平成 23 年 11 月 22 日現在)

⁶⁾によると、災害廃棄物推計量に対する搬入済災害廃棄物量の割合は、岩手、宮城、福島 3 県合計で 64%となっている。県別では、岩手県が 81%と最も高く、次いで宮城県の 60%、福島県の 51%となっている。

表 1.3-1 沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況 (H23.11.22 時点) ⑥

		平成23年11月22日									
県	市町村	県への事務委託 ^{注1)}	がれき推計量 ^{注2)} (千t)		仮置場への搬入状況			平成23年8月 目標の達成状況 ^{注4)}	撤去率	平成24年3月目標の 達成状況 ^{注4)}	
			うち家屋等解体によるがれき推計量(解体済のものを含む)	仮置場設置数	仮置場面積 (ha)	搬入済量 ^{注3)} (千t)	居住地近傍にある災害廃棄物の搬入状況 ^{注5)}	解体を除いたがれき推計量に対する搬入済量の割合 (%)	がれき推計量に対する搬入済量の割合 (%)		
岩手県	洋野町(ひろのちよう)		* 15	3	1	3.0	15	◎	100%	100%	
	久慈市(くじし)		* 96	20	4	5.0	96	◎	100%	100%	
	野田村(のだむら)	有	* 140	10	9	11.0	140	◎	100%	100%	
	普代村(ふだいむら)		* 19	2	2	2.0	19	◎	100%	100%	
	田野畑村(たのはたむら)	有	* 86	20	3	4.0	86	◎	100%	100%	
	岩泉町(いわいずみちよう)	有	* 42	5	1	4.0	42	◎	100%	100%	
	宮古市(みやこし)	有	* 715	140	9	30.0	645	◎	100%	90%	
	山田町(やまだまち)	有	* 399	40	19	18.0	335	◎	93%	84%	
	大槌町(おおつちちよう)	有	* 709	40	17	31.0	636	◎	95%	90%	
	釜石市(かまいし)		762	400	11	19.0	338	◎	94%	44%	
	大船渡市(おおふなとし)		756	130	20	24.0	578	◎	93%	76%	
	陸前高田市(りくぜんたかたし)	有	* 1,016	90	14	83.0	934	◎	100%	92%	
	計		4,755	900	110	234	3,864		97%	81%	
	宮城県	仙台市(せんだいし)		1,352	450	3	103.4	1,121	◎	100%	83%
石巻市(いしのまきし)		有	6,163	4,700	25	163.4	2,257	◎	100%	37%	
塩釜市(しおがまし)		有	* 251	100	3	5.0	238	◎	100%	95%	
気仙沼市(けせんぬまし)		有	1,367	330	20	43.1	1,031	◎	99%	75%	
名取市(なとりし)		有	* 636	50	5	18.9	602	◎	100%	95%	
多賀城市(たがじょうし)		有	* 550	401	15	20.2	216	◎	100%	39%	
岩沼市(いわぬまし)		有	520	90	19	57.0	511	◎	100%	98%	
東松島市(ひがしまつしまし)		有	1,657	1,300	6	53.8	1,004	◎	100%	61%	
亘理町(わたりちよう)		有	* 1,267	10	5	58.2	1,202	◎	96%	95%	
山元町(やまもとちよう)		有	533	340	24	69.2	437	◎	100%	82%	
松島町(まつしままち)			* 43	27	5	2.2	25	◎	100%	58%	
七ヶ浜町(しちがはままち)		有	333	50	3	12.2	258	◎	92%	77%	
利府町(りふちよう)			* 15	10	4	1.4	8	◎	100%	55%	
女川町(おながわちよう)		有	444	251	5	6.1	227	◎	100%	51%	
南三陸町(みなみさんりくちよう)		有	* 560	260	28	15.9	322	◎	100%	58%	
計		15,691	8,369	170	630.0	9,459		99%	60%		
福島県	いわき市(いわきし)		* 880	160	18	23.8	501	◎	70%	57%	
	相馬市(そうまし)		* 217	20	1	9.4	191	◎	96%	88%	
	南相馬市(みなみそうまし)		640	30	10	48.9	396	◎	65%	62%	
	新地町(しんちまち)		167	5	5	8.0	80	◎	50%	48%	
	広野町(ひろのまち)		25	10	1	2.7	2.5	◎ ^{注6)}	17%	10%	
	槽葉町(ならはまち)		58	—	—	—	—	—	—	—	
	富岡町(とみおかまち)		49	—	—	—	—	—	—	—	
	大熊町(おおくままち)		37	—	—	—	—	—	—	—	
	双葉町(ふたばまち)		60	—	—	—	—	—	—	—	
	浪江町(なみえまち)		147	—	—	—	—	—	—	—	
	計		2,280	225	35	92.8	1,171		57%	51%	
	合計		22,726	9,494	315	957	14,494		92%	64%	

注1) 県への事務委託: 主に仮置場搬入後の処理について、地方自治法第252条の14第1項の規定に基づき事務の委託を行っている場合は「有」と記載。

注2) がれき推計量: 衛星画像を用いて浸水区域を特定し、これをもとに、環境省において津波により倒壊した家屋等のがれき量を推計したのもの。なお、がれきの仮置場への搬入が概ね終了している市町村等については、搬入済量を基にして推計したがれき量を計上(該当の市町村には*印)。

注3) 搬入済量: 平成23年11月22日現在で県を通じて把握がなされた仮置場への搬入済量を集計したもの。なお、この搬入済量には、家屋等解体により発生したがれきで撤去が完了したもの及び農地等のがれき撤去に付随して搬入された津波堆積物も含まれている。

注4) 災害廃棄物の仮置場への移動スケジュール: 東日本大震災に係る災害廃棄物の処理指針(マスタープラン)(平成23年5月18日事務連絡)において、生活環境に支障が生じうる災害廃棄物(例えば、現在住民が生活を営んでいる場所の近傍にある災害廃棄物)は、平成23年8月末までを目途に仮置場へ概ね移動すること、その他は、平成24年3月末を目途に移動することを目標としている。

注5) 居住地近傍にある災害廃棄物の搬入状況: 現在住民が生活を営んでいる場所の近傍にある災害廃棄物の仮置場への搬入がほぼ完了している市町村について「◎」を記載。

注6) 福島県広野町における居住地近傍にある災害廃棄物の搬入状況: 広野町は、9月30日付けで緊急時避難準備区域が解除されたものの、現在、住民が生活を営んでいる場所は町内のごく一部に限られており、この地域における居住地近傍の災害廃棄物の撤去は概ね完了している。

- (3) 「津波堆積物処理指針(案)」によれば、津波堆積物の発生推定量は、被災 6 県全体（青森、岩手、宮城、福島、茨城、千葉）で約 1,200～1,920 万 m³（約 1,300～2,800 万トン）と推計されている。⁷⁾

「津波堆積物処理指針(案)」による津波堆積物の発生推定量（抜粋）⁷⁾

(2) 推定結果

今回の被災地域 6 県で合計、1,199～1,920 万 m³、1,319～2,802 万トンと推計された。県別では、青森県 64～102 万 m³、70～149 万トン、岩手県 292～468 万 m³、321～683 万トン、宮城県 516～826 万 m³、568～1205 万トン、福島県 157～252 万 m³、173～368 万トン、茨城県 110～176 万 m³、121～257 万トン、千葉県 60～96 万 m³、66～140 万トンとなった。

- (4) 「宮城県災害廃棄物処理実行計画（第 1 次案）」によれば、粗大・混合ごみ 46%、木くず 28%、コンクリートがら 20%となっており、これら 3 種で全体の 94%を占めている。なお、粗大・混合ごみには、コンクリートがらや木くず等が含まれているものと想定される。⁸⁾

表 1.3-2 宮城県内ブロック毎の災害廃棄物種別推計量まとめ（平成 23 年 7 月時点）⁸⁾より作成

災害廃棄物区分		気仙沼ブロック (気仙沼市、南三陸町)		石巻ブロック (石巻市、東松島市、 女川町)		宮城東部 ブロック (塩竈市、多賀城市、 松島町、七ヶ浜町)		亶理・名取 ブロック (名取市、岩沼市、 亶理町、山元町)		合計	
		推定量 (千t)	構成割合 (%)	推定量 (千t)	構成割合 (%)	推定量 (千t)	構成割合 (%)	推定量 (千t)	構成割合 (%)	推定量 (千t)	構成割合 (%)
可燃 ごみ	木くず	674	22.8	2,309	30.9	344	20.2	866	28.5	4,193	27.7
	廃プラ	22	0.7	0	0.0	11	0.6	22	0.7	55	0.4
	大・混合ごみ	98	3.3	17	0.2	62	3.6	31	1.0	208	1.4
	小計	794	26.9	2,326	31.2	417	24.5	919	30.3	4,456	29.4
不燃 ごみ	コンクリートがら	612	20.7	1,450	19.4	366	21.5	601	19.8	3,029	20.0
	アスファルトがら	166	5.6	0	0.0	51	3.0	100	3.3	317	2.1
	金属	100	3.4	53	0.7	92	5.4	120	4.0	365	2.4
	粗大・混合ごみ	1,285	43.5	3,634	48.7	774	45.5	1,294	42.6	6,987	46.1
	小計	2,163	73.1	5,137	68.8	1,283	75.5	2,115	69.7	10,698	70.6
合計		2,957	100.0	7,463	100.0	1,700	100.0	3,034	100.0	15,154	100.0
津波堆積物(千m3)		1,100	-	3,800	-	950	-	5,750	-	11,600	-

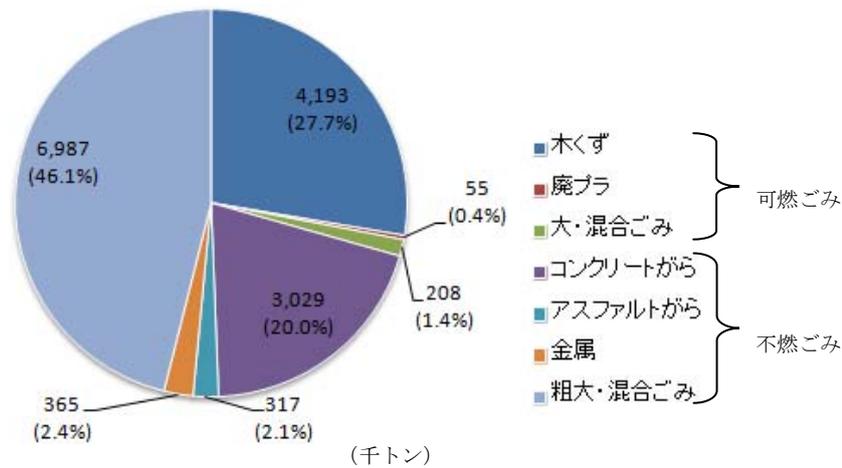


図 1.3-1 宮城県内の災害廃棄物種別推計量 (平成 23 年 7 月時点) 8)より作成

- (5) 「岩手県災害廃棄物処理詳細計画」によれば、岩手県の災害廃棄物の種別内訳は、不燃系混合物 26%、可燃系混合物 24%、コンクリートがら 21%、金属くず 15%、柱材・角材 12%となっている。岩手県では詳細計画の策定にあたり、木くずの 40%を柱材・角材に、60%を可燃性混合物に、また堆積物の 85%を不燃系混合物に、15%を可燃系混合物に区分している。⁹⁾

表 1.3-3 岩手県市町村別災害廃棄物の推計量（平成 23 年 8 月時点）⁹⁾

		〔単位：t〕							
地 域	市町村名	柱材・角材	可燃系混合物	不燃系混合物	コンクリートがら	金属くず	量	その他	合 計
久 慈	洋野町	2,100 (14.5 %)	3,400 (23.5 %)	900 (6.2 %)	6,700 (46.2 %)	1,100 (7.6 %)	0 (0.0 %)	300 (2.0 %)	14,500
	久慈市	8,600 (8.9 %)	18,800 (19.5 %)	28,700 (29.8 %)	19,500 (20.3 %)	18,000 (18.7 %)	0 (0.0 %)	2,500 (2.8 %)	96,100
	野田村	16,400 (11.7 %)	32,200 (23.1 %)	35,600 (25.5 %)	39,500 (28.3 %)	13,000 (9.3 %)	100 (0.1 %)	2,900 (2.0 %)	139,700
	普代村	3,400 (17.9 %)	5,700 (30.0 %)	1,500 (7.9 %)	2,700 (14.2 %)	2,800 (14.7 %)	0 (0.0 %)	2,900 (15.3 %)	19,000
	小計	30,500 (11.3 %)	60,100 (22.2 %)	66,700 (24.8 %)	68,400 (25.4 %)	34,900 (13.0 %)	100 (0.0 %)	8,600 (3.3 %)	269,300
宮 古	田野畑村	11,100 (12.9 %)	18,400 (21.2 %)	4,800 (5.6 %)	40,300 (46.8 %)	11,600 (13.5 %)	0 (0.0 %)	0 (0.0 %)	86,200
	岩泉町	4,100 (9.7 %)	6,300 (14.8 %)	600 (1.6 %)	29,300 (69.4 %)	1,900 (4.5 %)	0 (0.0 %)	0 (0.0 %)	42,200
	宮古市	99,500 (17.3 %)	186,600 (32.6 %)	155,400 (27.0 %)	41,500 (7.2 %)	87,300 (15.2 %)	1,600 (0.3 %)	3,000 (0.4 %)	574,900
	山田町	62,500 (17.4 %)	115,000 (32.1 %)	81,500 (22.7 %)	56,000 (15.6 %)	41,100 (11.4 %)	1,600 (0.4 %)	1,300 (0.4 %)	359,000
	小計	177,200 (16.7 %)	326,300 (30.8 %)	242,300 (22.8 %)	167,100 (15.7 %)	141,900 (13.4 %)	3,200 (0.3 %)	4,300 (0.3 %)	1,062,300
釜 石	大槌町	64,600 (9.7 %)	149,900 (22.5 %)	264,400 (39.5 %)	41,900 (6.3 %)	146,000 (21.8 %)	1,500 (0.2 %)	300 (0.0 %)	668,600
	釜石市	50,500 (8.6 %)	80,800 (13.6 %)	2,600 (0.4 %)	386,000 (65.4 %)	20,000 (3.4 %)	1,000 (0.2 %)	49,000 (8.4 %)	589,900
	小計	115,100 (9.1 %)	230,700 (18.3 %)	267,000 (21.2 %)	427,900 (34.0 %)	166,000 (13.2 %)	2,500 (0.2 %)	49,300 (4.0 %)	1,258,500
大船渡	大船渡市	87,100 (10.4 %)	183,700 (22.0 %)	255,100 (30.4 %)	166,200 (19.9 %)	128,900 (15.4 %)	1,600 (0.2 %)	14,400 (1.7 %)	837,000
	陸前高田市	113,900 (12.3 %)	233,300 (25.1 %)	301,300 (32.5 %)	74,000 (8.0 %)	200,500 (21.7 %)	2,100 (0.2 %)	800 (0.2 %)	925,900
	小計	201,000 (11.4 %)	417,000 (23.7 %)	556,400 (31.5 %)	240,200 (13.6 %)	329,400 (18.7 %)	3,700 (0.2 %)	15,200 (0.9 %)	1,762,900
合 計	523,800 (12.0 %)	1,034,100 (23.7 %)	1,132,400 (26.0 %)	903,600 (20.8 %)	672,200 (15.4 %)	9,500 (0.2 %)	77,400 (1.9 %)	4,353,000	

注) 100t未満は切り捨てて表示しているため、推計量が0となっている地域にも災害廃棄物がある箇所もある。

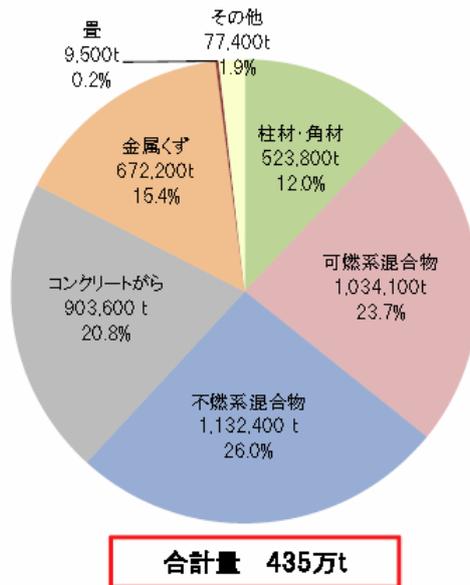


図 1.3-2 災害廃棄物の推計量（平成 23 年 8 月時点）⁹⁾



図 1.3-3 災害廃棄物の推計のための整理⁹⁾

1.3.2 災害廃棄物の種類と処理

- (1) 「マスタープラン」では、災害廃棄物を①可燃物、②木くず、③不燃物、④金属くず、⑤コンクリートくず、⑥家電・自動車、⑦船舶、⑧危険物・PCB廃棄物・石綿含有廃棄物等、⑨津波堆積物の9種類に分類している。⁴⁾

なお、津波堆積物とは、元々水底や海岸に存在していた砂泥が津波により陸上に打ち上げられたものであり、木くず、コンクリートくず等と混然一体となったもの、有害物質等が混入している可能性があるものなど、その組成や性状は様々である。

- (2) 「マスタープラン」では、災害廃棄物を種類別に分別、処理することとし、再生利用が可能なものは極力再生利用することとしている。⁴⁾

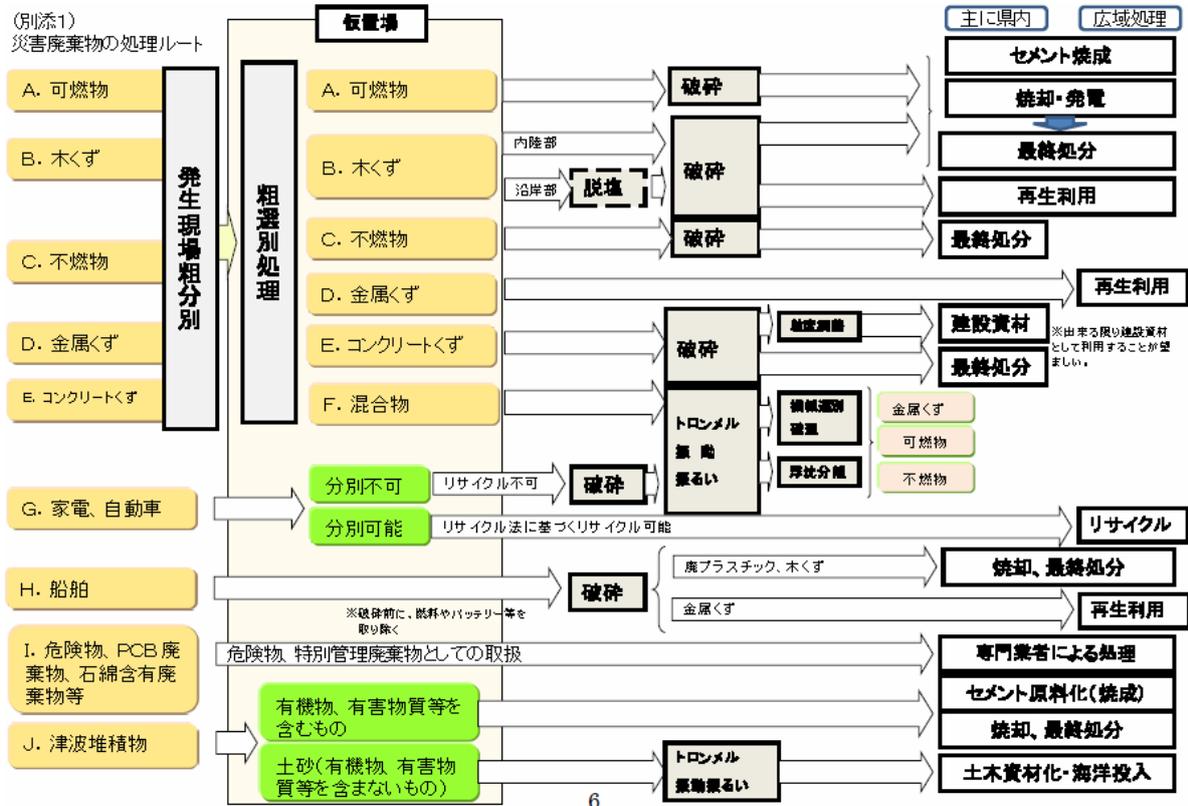


図 1.3-4 廃棄物の処理ルート図⁴⁾

①可燃物

- ・仮置場での火災防止や衛生管理を徹底する。
- ・破碎後、できるだけセメント焼成や廃棄物発電等の有効利用を行う。

②木くず

- ・木くずについては、木質ボードやボイラー燃料、発電等への利用が期待される。
- ・一方、受入側との間で、受入が可能である木くずの形状や塩分など不純物等に関する条件について事前に調整を行うことが必要。（利用用途を決めないまま木くずを全てチップにすると、引取り業者の確保が困難となる）
- ・降雨により塩分を除去しつつ、需要に応じて利用していくことも一案。その際、腐敗や火災防止の観点から、木くずを木材チップに加工しない状態としておくことが必要。
- ・県外の受け入れ先に船舶や鉄道等で運び、受け入れ先において保管しつつ、塩分除去、不純物除去を行うことも一案。
- ・目視等によりCCA（クロム・銅・砒素系）処理木材と判断されるものは、廃棄物処理施設にて焼却処理を行う。

③不燃物

- ・可燃物や金属くずと一体となったものは、トロンメル（円筒形の回転式ふるい）や振動ふるい、浮沈分離、磁選等により、可燃物や金属くずを取り除いた上で、埋立を行う。

④金属くず

- ・再生利用を基本とし、再生利用を容易にするため、受け入れ先で想定する利用用途に応じ可能な範囲で、鉄と鉄以外のもの（銅など）を区別する。

⑤コンクリートくず

- ・コンクリートくずについては、最終処分量の削減のためにも、復興資材等として被災地で活用することが有効。
- ・再生利用の用途を考慮し、アスファルト、コンクリート、石材等に分別することが適当。
- ・受入側との間で、受入が可能であるコンクリートくずの形状や付着物等に関する条件について事前に調整を行い、必要な破碎や粒度調整等を行うことが必要。（利用形態を決めないまま破碎や粒度調整等を行うと、引取り業者の確保が困難となる）
- ・資材としての利用を進めるため、環境部局と土木部局間の連携や民間の知見の活用が必要。

（次頁へ続く）

(前頁から)

⑥家電、自動車

- ・家電リサイクル法対象品目（テレビ、エアコン、洗濯機・乾燥機、冷蔵庫）については、可能な範囲で分別し、破損や腐食の程度を勘案し、リサイクルが可能（有用な資源の回収が見込める）なものは、家電リサイクル法に基づきリサイクルを行う。
- ・自動車については、自動車リサイクル法に基づき引取業者に引き渡し、リサイクルを行う。

⑦船舶

- ・燃料やバッテリー等を取り除いた上で破碎し、破碎後の金属くずは再生利用する。廃プラスチックや木くずは焼却し、できるだけ廃棄物発電等の有効利用を行う。
- ・石綿が使用されている部品等については、石綿含有廃棄物等としての処理を行う。

⑧危険物、PCB廃棄物、石綿含有廃棄物等

- ・他の廃棄物と区別し、危険物又は特別管理廃棄物としての取扱を行い、各々の性状に応じた処分を行う。

⑨津波堆積物

性状に応じて以下の処理を検討する。

- ・重金属等有害物質を含むもの、腐敗性のある可燃物、油分を含むもの
セメント原料としての利用、焼却又は最終処分場への埋立
- ・上記以外（水底土砂と同程度の性状のもの）
トロンメル（円筒形の回転式ふるい）、振動ふるい等で異物を除去した後、地盤沈下した場所の埋め戻し材としての利用、土木資材化又は海洋投入*

※当該津波堆積物が海洋投入処分が認められている水底土砂と同様に、陸上処分ができず、かつ、一定の判断基準を満たし、海洋環境への著しい影響を及ぼさない場合については、海洋汚染防止法に基づき、環境大臣の許可を得て海洋投入を実施できる。

1.4 災害廃棄物の処理スケジュール

(1) 「マスタープラン」では、災害廃棄物の処理スケジュールに関し、地域特性や処理の効率性を踏まえ、原則として、災害廃棄物の種類毎に、仮置場への移動および中間処理・最終処分について下記を目途に進めることとしている。また、仮置場のスペースによる搬入量の制約や交通渋滞の発生のおそれ等がある場合は、地域の実情に応じ、各自治体で適切に定めることとしている。⁴⁾

(2) 生活環境に支障が生じうる災害廃棄物（例えば、現在住民が生活を営んでいる場所の近傍にある災害廃棄物）は、平成 23 年 8 月末迄に概ね仮置場に移動するものとしていた。その他の災害廃棄物は、平成 24 年 3 月末までを目途に仮置場に移動とすることとしている。⁴⁾

環境省によると、8 月末を目標としていた居住地近傍にある災害廃棄物については、平成 23 年 8 月 30 日時点で、全ての市町村で既に仮置場への搬出がほぼ完了している。¹⁰⁾ また、平成 24 年 3 月末迄に全ての災害廃棄物を仮置場に移動させる目標については、11 月 22 日時点で、岩手県が 81%、宮城県が 60%、福島県が 51%達成している。⁶⁾

(3) 中間処理・最終処分については、腐敗性等がある災害廃棄物は速やかに処分するとともに、木くずやコンクリートくずで再生利用を予定しているものは、劣化、腐敗等が生じない範囲で再生利用の需要を踏まえつつ適切な期間を設定して実施することとしている。その他の災害廃棄物については、平成 26 年 3 月末迄を目途に完了することとしている。⁴⁾

地域特性や処理の効率性を踏まえ、災害廃棄物の種類毎に、原則として以下の期間内を目途に、別添2に基づき処理を進める。仮置場のスペースによる搬入量の制約や交通渋滞の発生のおそれ等がある場合は、地域の実情に応じ、各自治体で適切に定めること。

(1) 仮置場への移動

生活環境に支障が生じうる災害廃棄物（例えば、現在住民が生活を営んでいる場所の近傍にある災害廃棄物）：平成23年8月末までを目途に仮置場へ概ね移動

その他：平成24年3月末までを目途

(2) 中間処理・最終処分

腐敗性等がある廃棄物：速やかに処分

木くず、コンクリートくずで再生利用を予定しているもの：劣化、腐敗等が生じない期間で再生利用の需要を踏まえつつ適切な期間を設定

その他：平成26年3月末までを目途

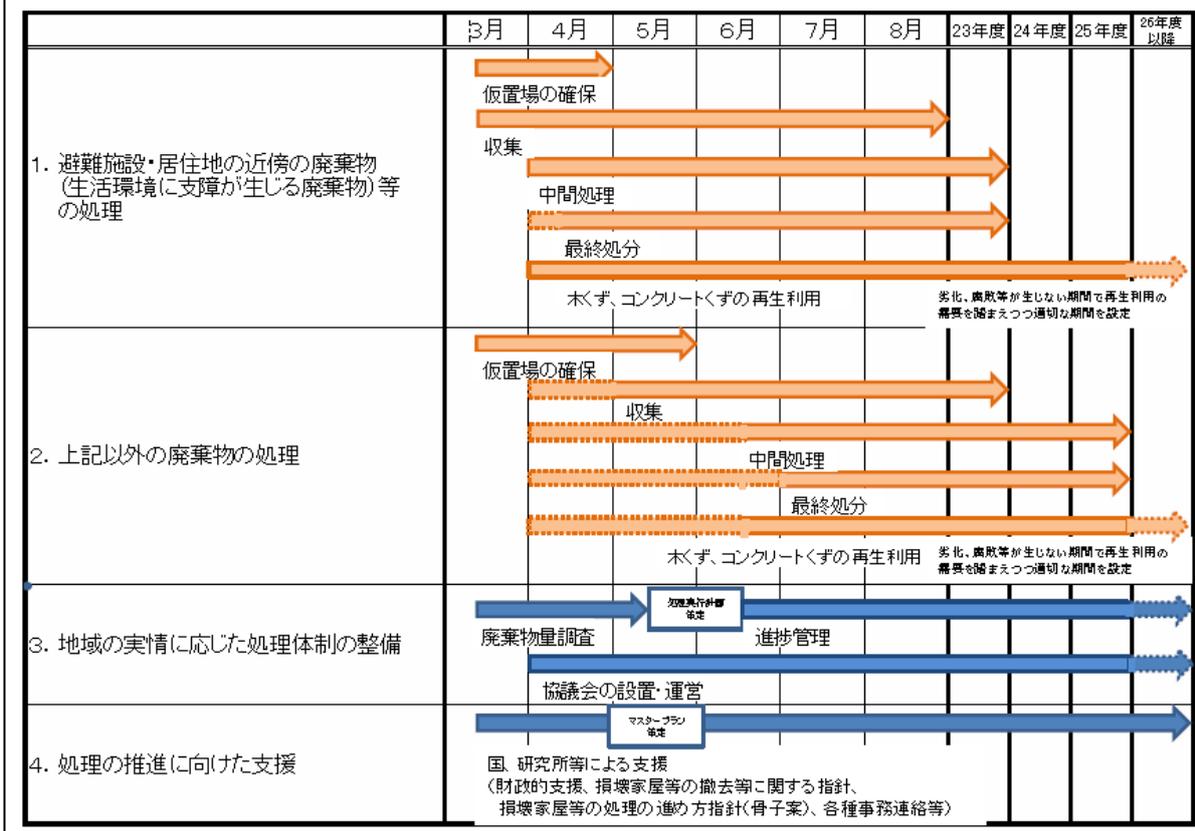


図 1.4-1 災害廃棄物の処理に向けたスケジュール⁴⁾

《出典資料》

- 1) 「中央防災会議東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会第 1 回；中央防災会議」 H23.5.28
- 2) 「復興への提言～悲惨のなかの希望～；東日本大震災復興構想会議」 H23.6.25
- 3) 「東日本大震災からの復興基本方針；東日本大震災復興対策本部」 H23.7.29
- 4) 「東日本大震災に係る災害廃棄物の処理指針（マスタープラン）；環境省」 H23.5.16
- 5) 「東日本大震災津波堆積物処理指針；環境省」 H23.7.13
- 6) 「沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況；環境省」 H23.11.22
- 7) 「津波堆積物処理指針(案)；一般社団法人廃棄物資源循環学会」 H23.7.5
- 8) 「宮城県災害廃棄物処理実行計画（第 1 次案）－災害廃棄物処理の基本的考え方－；宮城県」
H23.7
- 9) 「岩手県災害廃棄物処理詳細計画；岩手県」 H23.8.30
- 10) 「沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況；環境省」 H23.8.30

第 2 章 宅地造成盛土への活用に関する基本的な考え方

2.1 再生資材の宅地造成盛土への活用

宅地は、管理が個々の宅地所有者に委ねられ、公共用地と異なり維持管理が容易に行えるものではなく、上部の建築物や宅地所有者が変わることも起こり得ることから、盛土の安定性と周辺環境への安全性を継続的に保持させることが必要である。

したがって、宅地造成盛土には、災害廃棄物をそのまま活用することはせず、リサイクルされ、工学的に安定した資材（以下、再生資材と呼ぶ。）を盛土材料として活用する。

【解説・説明】

(1) 盛土材料として使用できないもの

「宅地防災マニュアルの解説〈第二次改訂版〉」では、盛土材料として使用してはならないものとして、吸水性、圧縮性が著しく大きな、例えばベントナイト、酸性白土、腐植土や土の状態を害するおそれのある凍土・生ゴミ等としている。¹⁾

(2) 盛土材料の工学的安定性

宅地造成盛土は、その上に建設される構造物を支持することを目的に築造されるものであり、その機能を維持するため、管理・補修を必要とする土構造物である。

将来にわたる維持管理には、①盛土の安定性（のり面のすべり破壊、圧密沈下、条件によっては液状化現象）に関する機能の保持、②土壌・地下水汚染に関する周辺環境への配慮等があり、これらを継続的に保持させることが必要であり、盛土材料として工学的に安定した資材を用いる必要がある。

(3) 盛土材料への活用

「マスタープラン」では、分別処理を通じて、その処分方法や有効活用、建設資材化および土木資材化の方針が示されており、コンクリートくずは復興資材等として被災地で活用することが有効としている。また、津波堆積物は、トロンメル（円筒形の回転式ふるい）、振動ふるい等で異物を除去した後、地盤沈下した場所の埋め戻し材としての利用や、土木資材化することとしている。なお、土木資材化を行う津波堆積物は、有機物や有害物質等を含まないものとしている。²⁾

これらの状況に鑑みて、リサイクルされた①建設資材ならびに②土木資材を対象として、宅地造成地の盛土材料への適用性を検討し活用することとする。

また、仮置場に集積された混合物には土砂が混入しており、トロンメル、振動ふるい等により土砂が分級されることが想定される。混合物から分級された土砂は、津波堆積物と同様に③土木資材として宅地造成地の盛土材料への適用性を検討し活用することとする。

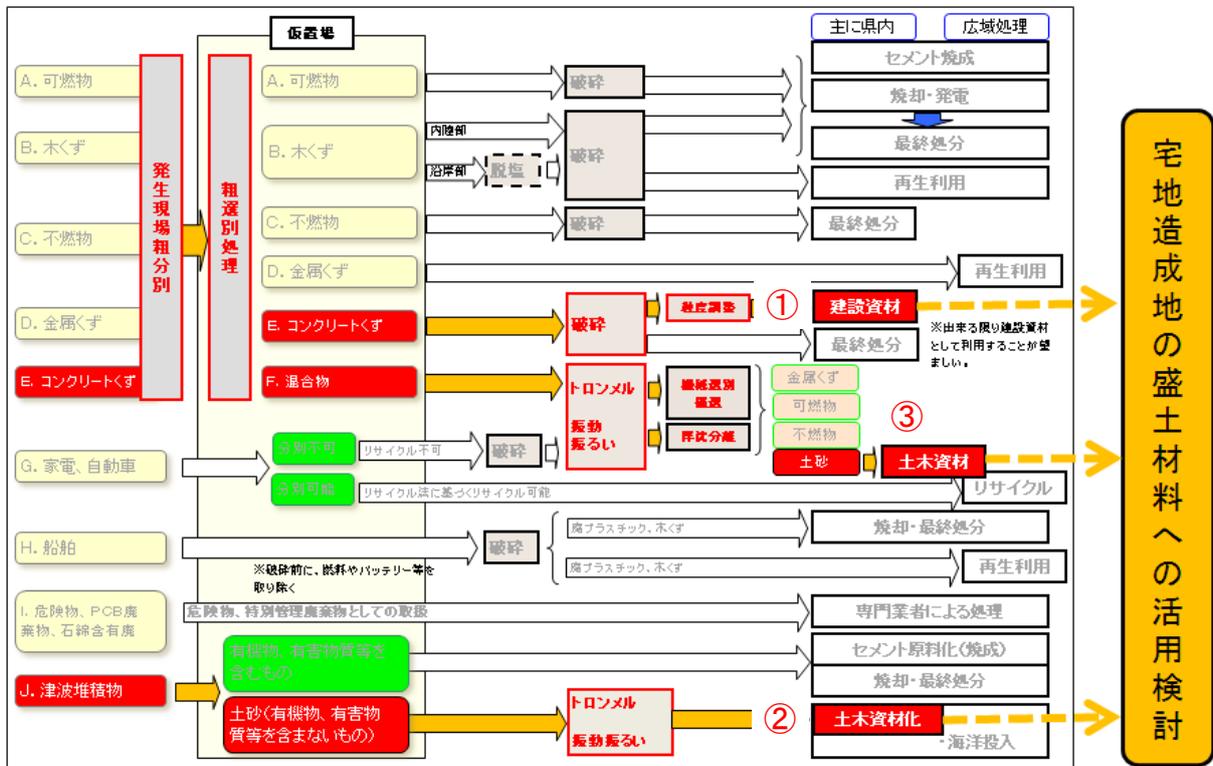


図 2.1-1 「マスタープラン」の処理ルート 図 2)に加筆

⑤コンクリートくず

- ・コンクリートくずについては、最終処分量の削減のためにも、復興資材等として被災地で活用することが有効。
- ・再生利用の用途を考慮し、アスファルト、コンクリート、石材等に分別することが適当。
- ・受入側との間で、受入が可能であるコンクリートくずの形状や付着物等に関する条件について事前に調整を行い、必要な破碎や粒度調整等を行うことが必要。（利用形態を決めないまま破碎や粒度調整等を行うと、引取り業者の確保が困難となる）
- ・資材としての利用を進めるため、環境部局と土木部局間の連携や民間の知見の活用が必要。

⑨津波堆積物

性状に応じて以下の処理を検討する。

- ・重金属等有害物質を含むもの、腐敗性のある可燃物、油分を含むもの
セメント原料としての利用、焼却又は最終処分場への埋立
- ・上記以外（水底土砂と同程度の性状のもの）
トロンメル（円筒形の回転式ふるい）、振動ふるい等で異物を除去した後、地盤沈下した場所の埋め戻し材としての利用、土木資材化又は海洋投入*

※当該津波堆積物が海洋投入処分が認められている水底土砂と同様に、陸上処分ができず、かつ、一定の判断基準を満たし、海洋環境への著しい影響を及ぼさない場合については、海洋汚染防止法に基づき、環境大臣の許可を得て海洋投入を実施できる。

(4) 災害廃棄物の資材化および活用における基本的な作業区分

本報告における再生資材とは、トロンメル（円筒形の回転式ふるい）、振動ふるい等による異物の除去や、破碎・粒度調整等の適切な処理を行い、土木資材化されたものを言い、その資材となるまでは処理側が実施することを基本とする。

その再生資材について、受入側で活用用途を検討し、必要な品質を満足するものを使用、あるいは満足するようセメントなどの添加材を使用して化学的に安定させる等の処理（以下、安定処理と呼ぶ。）を行って使用するものとする。

なお、再生資材化に際しコンクリートくずについては、必要な破碎・粒度調整について、処理側と受入側との間で相互に調整を行うことが望ましい。

図 2.1-2 は、両者の作業区分のイメージを示す。

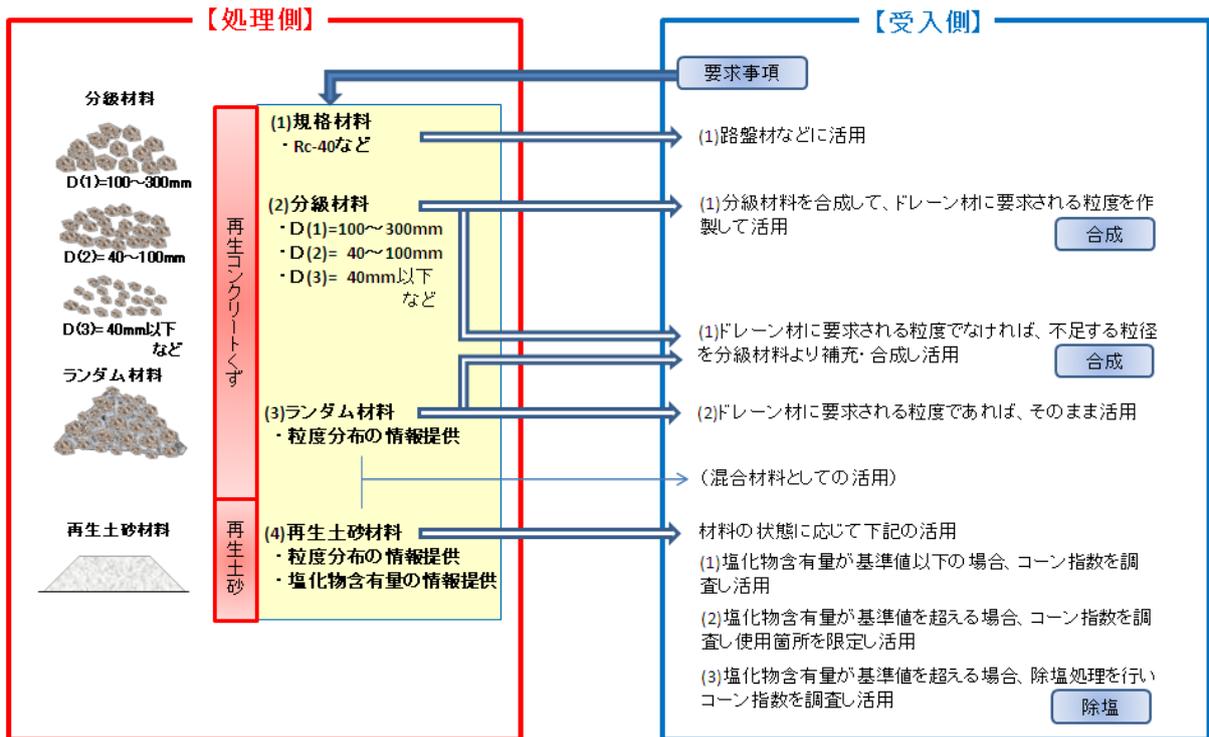
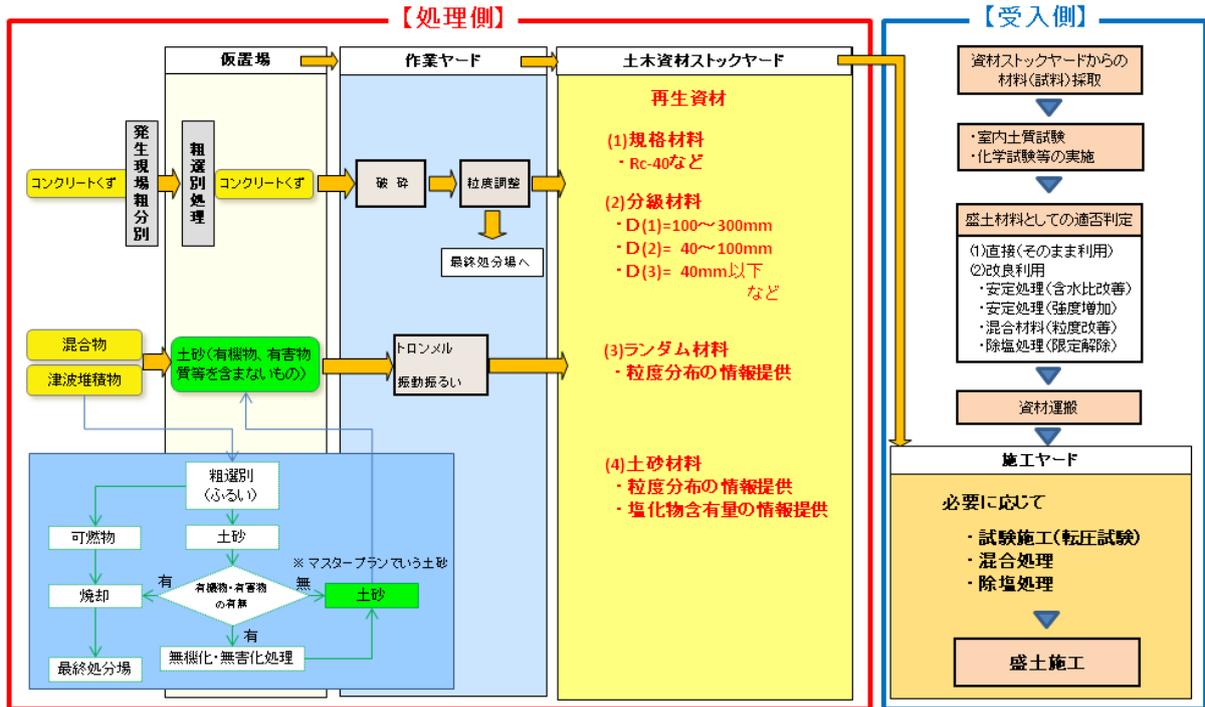


図 2.1-2 処理側と受入側の作業区分 (イメージ図)

2.2 宅地造成盛土として活用の対象となる材料

災害廃棄物のうち、宅地造成地の盛土材料として活用が可能な対象物は、放射性物質および有害物質により汚染されておらず、盛土材料としての品質を満足した「リサイクルされた土砂」（以下、「再生土砂」と呼ぶ。）と「リサイクルされたコンクリートくず」（以下、「再生コンクリートくず」と呼ぶ。）の2種類とする。

【解説・説明】

(1) 土質材料の分類

盛土に使用する材料は、一般に締固めが十分に行え、完成後の安定、沈下の問題も少ない「粒度分布の良い（粒径幅の広い）礫質土や砂質土」が望ましい材料となる。ただし、集積場に集められた土は必ずしも良質なものとは限らないことから、高含水比の粘性土に相当するものも捨土することなく、安定処理等を行い、有効に盛土材料として使用することが必要である。

表 2.2-1 は、「再生土砂」や「再生コンクリートくず」から想定できる性質と、土質材料の性質とを対応させたもので、表 2.2-2 は建設副産物の性質とを対応させたものであり、「再生土砂」および「再生コンクリートくず」は、宅地造成地の盛土材料として活用の対象となる材料である。

実際の「再生土砂」および「再生コンクリートくず」は、その粒度分布などから地盤材料の工学的分類体系に基づき、材料の区分を行う必要があり、その情報は、盛土材料としての性質を把握する入り口となる。³⁾

表 2.2-1 リサイクルされた資材と対応する土質材料 1)より作成

リサイクル材	盛土への適応材料とその対応状況
再生土砂	<p>■粒度分布のよい礫質土および砂質土 以下の性質を概ね持ち、盛土材料として適する。 ①締固め後の強度が大きく、圧縮性が少ない。 ②敷均しおよび締固め施工が容易。 ③降雨などによる浸食およびスレーキングに対して強いとともに、吸水による膨潤性が低い。</p> <p>■高含水比の火山灰質粘性土又はシルト等 盛土施工の際に建設機械によってこね返されると軟弱化し、強度低下を招くとともに圧縮性が大きくなるため、著しく不良なものは除く必要がある。 しかし、適切な施工法による場合あるいは安定処理を施した場合には、構造的に盛土全体の安定性を満足させることが可能である。</p>

表 2.2-2 リサイクルされた資材と対応する建設副産物 4)より作成

リサイクル材	盛土への適応材料とその対応状況
再生土砂	<p>■建設発生土 発生土の土質区分は、原則として、コーン指数と土質材料の工学的分類体系（地盤工学会）を指標とする。 第1種建設発生土（礫および砂状） 第2種建設発生土（コーン指数 800kN/m² 以上） 第3種建設発生土（コーン指数 400kN/m² 以上） 第4種建設発生土（コーン指数 200kN/m² 以上）</p> <p>■泥土 有機物を含む泥土の場合、安定処理や使用場所を工夫することによって利用することができる場合がある。 ①良質材と交互に 30cm ずつサンドイッチ状に盛土するサンドイッチ工法を採用し、校庭や公園広場等に利用する。 ②強度が著しく低下する場合には、石灰、セメント等を混入し、強度増加を図る。</p>
再生 コンクリートくず	<p>■コンクリート塊、レンガ破片 コンクリート塊をプラントで粉砕（クラッシング）して、ふるい分けした後、碎石（舗装、路盤）、擁壁の裏込め、基礎栗石、防災用ふとんかごの中詰材等に利用することができる。また、レンガ破片は、同様な処理の後、透水性材料等として利用することができる。</p>

(2) 放射性物質および有害物質による汚染

盛土に使用する材料は、以下の各号に該当するものとする。

- ① 土壤汚染対策法第2条に規定する「特定有害物質」により汚染されていないもの。
- ② ダイオキシン類対策特別措置法第2条に規定する「ダイオキシン類」により汚染されていないもの。
- ③ 平成二十三年三月十一日に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う原子力発電所の事故により放出された放射性物質による環境の汚染への対処に関する特別措置法

第1条に規定する「事故由来の放射性物質」により汚染されていないもの。

(3) 盛土材料としての品質

(1) 土質材料の分類 で記述したように、盛土に用いる材料は一般に締固めが十分に行え、完成後の安定、沈下の問題も少ないことが望ましい。また、土中構造物の腐食・劣化への影響が小さいことも必要とされる。

このうち、完成後の安定に関して留意すべき盛土材料としての品質に、吸水膨張特性がある。盛土材料が吸水膨張することにより、盛土の強度低下が想定されるため、ベントナイトや腐植土などの吸水膨張の大きい材料は用いることができない。また、有機物を多く含む場合も吸水膨張が大きくなる原因となるため、木くず等の有機物が含まれていることが想定される「再生土砂」においては、盛土材料としての品質として吸水膨張特性を確認する必要がある。

一方、沈下の問題に関しては、粘性土やスレーキングのおそれの強い材料を使用する場合には盛土の圧縮沈下が想定されるため、これらを用いる場合には、安定処理や入念な締固めなど必要な対策を講じる必要がある。さらに、盛土材料に含まれる有機物が腐敗することにより盛土の沈下の原因となることがある。しかし、土をよく締固めることで土中の有機物が腐敗するには不利な条件となることから、入念な締固めを実施することで対策が可能と考えられる。

また、盛土材料が塩化物等を含有する場合や、酸性またはアルカリ性に偏っている場合は、土中構造物の腐食・劣化が生じやすくなる。「再生土砂」および「再生コンクリートくず」は塩化物等の海成成分を含有していることが想定されるため、盛土材料としての品質として、塩化物含有量や水素イオン濃度（pH）等を確認する必要がある。

盛土材料として必要な品質の具体的な指標値については第3章に詳述する。

2.3 宅地造成盛土として活用の対象となる各材料の用途

「再生土砂」は、宅地造成地の盛土材料に活用する。

「再生コンクリートくず」は、単独では宅地造成地の法尻やドレーン部におけるドレーン材等として活用するほか、「再生土砂」と混合することにより土質材料の一部として扱い、「再生土砂」の粒度組成の改善のための盛土材料として活用する（以下、「再生土砂」と「再生コンクリートくず」を混合した材料を「混合材料」と呼ぶ）。

【解説・説明】

(1) 「再生土砂」の活用

津波堆積物は、津波により陸上に打ち上げられて残留した水底の「砂」と「細粒分（シルト・粘土）」が主である。したがって、「再生土砂」は、土質材料としての扱いができることから、土質区分や材料特性に応じた適切な施工法により、宅地造成地の盛土材料に活用する。

(2) 「再生コンクリートくず」の活用

「再生コンクリートくず」は、コンクリートくずをリサイクル（破砕、粒度調整等）したものであり、工学的に安定した資材として扱うことができる。

「宅地防災マニュアルの解説〈第二次改訂版〉」¹⁾や「基盤整備工事共通仕様書・施工関係基準」⁵⁾では、コンクリートの盛土材料としての使用を示していないが、「宅地土工指針(案)」⁶⁾では、適正な粒度まで破砕した場合には法尻やドレーン部における盛土材料（ドレーン材）として使用することが可能とされ、限られた部位や用途への活用が可能としている。

また、「総合的建設残土対策に関する報告書」によると、土砂にコンクリート塊等のガラが混入したガラ混じり土で、ガラの最大粒径 30cm 以下かつ混入率（重量比）

30%以下のものについては、土質工学的には礫混じり土と同様に扱えるという知見が示されており⁷⁾、このことから、「再生コンクリートくず」は「再生土砂」と混合することにより土質材料の一部として扱い、盛土材料としての活用が可能と考えられる。

なお、「再生コンクリートくず」は、破砕してふるい分けした後、碎石（舗装、路盤）、擁壁の裏込め、基礎栗石、ふとんかごの中詰材等の資材といった、盛土材料とは別の活用ができる¹⁾ため、こちらについては、用途に応じた規格に準拠⁵⁾し適正な利用を図るものとする。

《出典資料》

-
- 1) 「宅地防災マニュアルの解説〈第二次改定版〉；ぎょうせい」 H19.12.5
 - 2) 「東日本大震災に係る災害廃棄物の処理指針（マスタープラン）；環境省」 H23.5.16
 - 3) 「地盤材料試験の方法と解説；社団法人 地盤工学会」 H21.11.25
 - 4) 「建設発生土利用技術マニュアル 第3版；独立行政法人 土木研究所」 H16.9.1
 - 5) 「基盤整備工事共通仕様書・施工関係基準；独立行政法人 都市再生機構」 H16.7
 - 6) 「宅地土工指針(案)；独立行政法人 都市再生機構」 H20.4
 - 7) 「総合的建設残土対策に関する報告書；総合的建設残土対策研究会」 H2.6

第 3 章 盛土材料としての品質

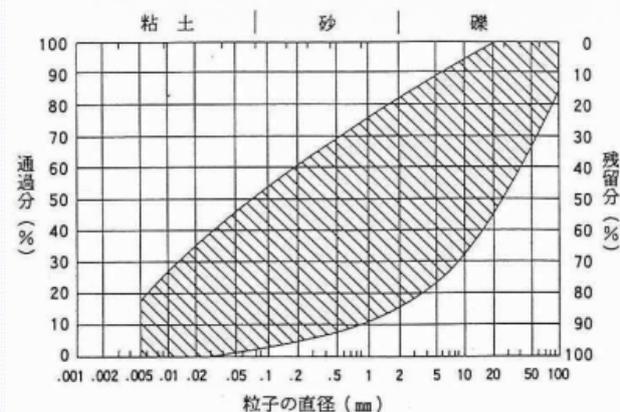
3.1 盛土材料としての品質

「再生土砂」および「混合材料」を宅地造成地の盛土材料として用いる場合は、それぞれ次に示す品質を満足しなければならない。

(1) 最大粒径・粒度組成¹⁾

最大粒径が 300mm 以下の場合、盛土材料として用いることができる。ただし、「再生土砂」を盛土材料として用いる場合は、以下の(a)、(b)を満足するものとし、「混合材料」を盛土材料として用いる場合は、以下の(a)~(d)を満足しなければならない。

- (a) 仕上げ面から深さ 1m 未満の盛土材の最大粒径は 100mm とし、径 37.5mm 以上のものの混入率は 40%未満とする。
- (b) 仕上げ面から深さ 1m 以上で、盛土材粒径 300mm 以内の材料が一部混入する場合は、構造物の基礎および地下埋設物に悪影響を及ぼさない範囲とし、周囲を細かい材料で充填し、空隙を生じないように施工しなければならない。
- (c) 「混合材料」を用いる場合は、「混合材料」の粒度組成が、図 3.1-1 に示す適正な粒度範囲になるよう混合率を調整するものとする。²⁾
- (d) 復興計画等において宅地としての用途が限定される場合は、その用途に応じて使用範囲、最大粒径・粒度組成等を適切に設定するものとする。



(財)国土開発技術研究センター：
河川土工マニュアル、平成 5 年 6
月の記載に加筆した

図 3.1-1 盛土材料の適正粒度範囲例²⁾

(2) 強度（コーン指数）

自然含水状態で採取し、室内土質試験によって測定したコーン指数（ q_c ）が、 400kN/m^2 以上の場合、盛土材料として用いることができる。¹⁾

(3) 塩化物含有量

塩化物含有量が 1mg/g 以下の場合、盛土材料として用いることができる。³⁾

(4) 電気伝導度

電気伝導度が 200mS/m 以下の場合、盛土材料として用いることができる。³⁾

(5) 水素イオン濃度（pH）

水素イオン濃度（pH）が 6 以上かつ 9 以下の場合、盛土材料として用いることができる。³⁾

(6) 吸水膨張特性

盛土材料の膨張比が 3% 以下の場合、盛土材料として用いることができる。³⁾

なお、盛土材料の各要求品質に関する試験項目は表 3.1-1 の通りとする。

表 3.1-1 盛土材料の要求品質と試験方法

要求項目	要求品質	試験項目		
材料規定	最大粒径 粒度組成	$D_{\max} \leq 300\text{mm}$ (仕上げ面から 1 m 未満の場合) $D_{\max} \leq 100\text{mm}$ で、 $\phi 37.5\text{mm}$ 以上の混入率 40% 未満 (「混合材料」を用いる場合) 使用範囲は建設工事における掘削面より下方とし、適正な粒度範囲（図 3.1-1 参照）になるよう混合率を調整	土粒子の密度試験 土の含水比試験 土の粒度試験 土の液性塑性限界試験	JIS A 1202 JIS A 1203 JIS A 1204 JIS A 1205
	強度	$q_c \geq 400\text{kN/m}^2$	土の含水比試験 コーン指数測定	JIS A 1203 表 3.1-2 参照
	塩化物含有量	1mg/g 以下	土の水溶性分試験	JGS 0214
	電気伝導度	200mS/m 以下	土懸濁液の電気伝導度試験	JGS 0212
	水素イオン濃度（pH）	6 以上かつ 9 以下	土懸濁液の pH 試験	JGS 0211
	吸水膨張特性	膨張比 3% 以下	吸水膨張試験（CBR 試験）	JIS A 1211

【解説・説明】

宅地造成地の盛土材料の品質は、(1)最大粒径・粒度組成と(2)強度（コーン指数）については「宅地造成等規制法施行令」、「基盤整備工事共通仕様書・施工関係基準」¹⁾による品質基準より設定し、「混合材料」の粒度組成については「高規格堤防盛土設計・施工マニュアル」²⁾による指標より設定した。また、(3)塩化物含有量と(4)電気伝導度、(5)水素イオン濃度（pH）、(6)吸水膨張特性については「地盤材料試験の方法と解説」³⁾による指標から設定した。

(1) 最大粒径・粒度組成¹⁾

宅地造成等規制法施行令第5条に、盛土に関する基準として概ね30cm以下の厚さの層に分けて土を盛り、かつその層の土を盛る毎に、建設機械を用いて締固めるとされていることから、盛土材料の最大粒径は300mm以下で、敷き均し及び締固め施工が容易な範囲とする必要がある。

ただし、仕上げ面の整地の品質を確保することから、仕上げ面から深さ1m未満の盛土材の最大粒径は100mmとし、径37.5mm以上のものの混入率は40%未満とすることとし、また、仕上げ面から深さ1m以上の部位について、盛土材粒径300mm以内の材料が一部混入する場合は、構造物の基礎および地下埋設物に悪影響を及ぼさない範囲とし、周囲を細かい材料で充填し、空隙を生じないように施工しなければならない。

なお、盛土材料が粒度分布の悪い（粒径幅の狭い）砂質土である場合は、地震時の繰返し荷重により液状化現象が発生することがある。粒度分布の悪い砂質土を盛土材料として用いる場合は、液状化検討を行い、粒度改善、盛土内排水処理等の対策方法の検討を実施する必要がある。

また、「高規格堤防盛土設計・施工マニュアル」によると、コンクリート破片を土と混合して用いる場合、図3.1-1に示される粒径加積曲線の範囲に入るようにするも

のとするとされている。2) したがって、「混合材料」を盛土材料として利用する場合、「再生土砂」と「再生コンクリートくず」それぞれの粒度組成を把握し、「混合材料」の粒度分布（粒径加積曲線）が図 3.1-1 に示す範囲に入るように、混合率の検討を実施する必要がある。

なお、「混合材料」は建設工事の際に、土砂としてではなく産業廃棄物と判断される可能性が高い。そのため、「混合材料」を利用する場合、復興計画等における宅地の用途を考慮し、建設工事の際の掘り返し範囲に入らないよう、使用範囲を設定する必要がある。

(2) 強度（コーン指数）¹⁾

盛土材料は、自然含水比状態の試料を採取し、下表に示す室内土質試験によって測定したコーン指数（ q_c ）が 400kN/m^2 以上の場合、盛土材料として用いることができる。また、コーン指数（ q_c ）が 400kN/m^2 未満の場合は、安定処理を行い、コーン指数（ q_c ）を 400kN/m^2 以上とすることにより、盛土材料として用いることができる。

なお、安定処理を行う場合は、事前に配合試験を行い、添加材の選定、添加量の設定等の検討を行う必要がある。

表 3.1-2 コーン指数測定方法¹⁾

測定場所		室内	現場
供試体の作成	試料	4.75mm ふるいを通過したもの	測定箇所の地表面を平面に整える。
	モールド	内径 150mm 高さ 175mm	
	ランマー	質量 2.5kg	
	突固め	3層に分けて突固める。各層ごとに 30cm の高さから 55 回突固める。	
測定	コンパネトメータ	底面の断面積が 3.24cm^2 先端角度 30 度のもの	同 左
	貫入速度	10mm/sec	同 左
	方法	モールドをつけたまま、鉛直に 50mm、75mm、100mm の各位置まで貫入	鉛直に 200mm、300mm、400mm の各位置まで貫入
計算	貫入抵抗値	それぞれの貫入量に対する貫入抵抗力の平均値	同 左
	コーン指数 (q_c)	貫入抵抗力をコーン底面積 3.24cm^2 で除す。	同 左

(3) 塩化物含有量

津波堆積物を母材とする「再生土砂」を盛土材料として用いる場合、盛土材料に含まれる塩分（塩化物）による土中構造物への腐食・劣化等の影響が考えられる。「地盤材料試験の方法と解説」によれば、土中構造物は土の塩化物含有量が 1mg/g より大きい場合に腐食を生じやすくなると言われている。³⁾

したがって、盛土材料に含まれる塩化物含有量の指標値は 1mg/g 以下とし、塩化物含有量がこれを越える場合は、除塩等を行うことにより塩化物含有量を 1mg/g 以下とし、盛土材料として用いることとする。

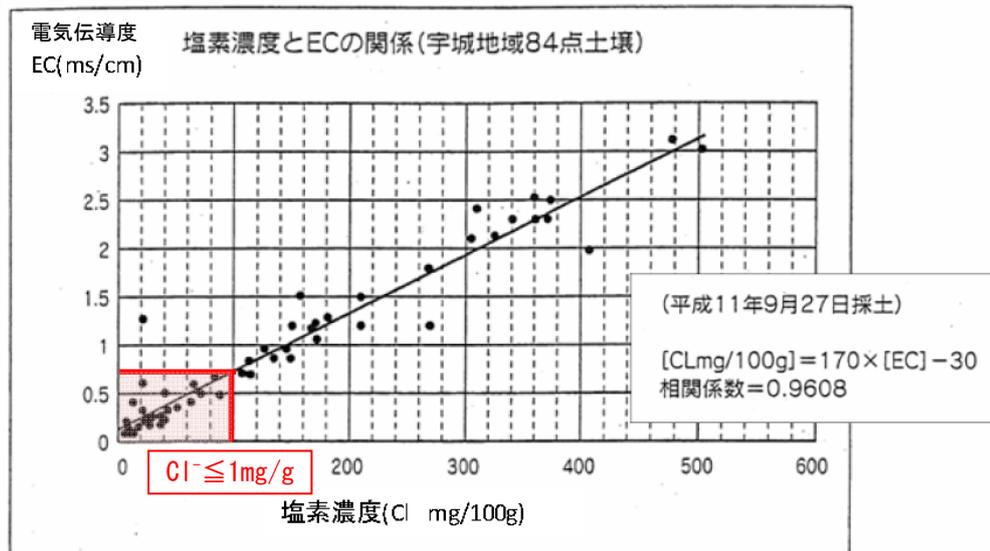
また、雨水による盛土からの塩化物の浸出に対しては、法尻排水および流末処理により、周辺地盤への影響が無いよう対策することが必要である。

処理側においては、「再生土砂」の塩化物含有量を調査し、受入側に情報を提供することが望ましい。

また、「農地の除塩マニュアル」によると、「一般的に土壌中の塩素濃度と電気伝導度との間には相関関係があることから、その相関を利用して土壌の電気伝導度の計測値から塩化物含有量を算出する方法がとられる。」とあり⁴⁾、電気伝導度は現地での測定が可能であることから、受入側において塩化物含有量と電気伝導度の関係を回帰式で整理することにより、現地での塩化物含有量の測定を簡便化することが可能と考えられる。

(3) 土壌中の塩素濃度と電気伝導度の相関

塩素濃度と電気伝導度の相関を表す回帰式については、適用する区域毎に整理する必要があるが、その区域の範囲については、海水浸水区域の土壌調査結果や対象地域の地形等により判断する。また、回帰式を作成する標本数については、一般的に100程度が望ましい。



※「平成11年台風18号による塩害被害の対策に関する資料」(熊本県)より

この事例の場合、電気伝導度が 0.75mS/cm 以下であれば塩化物含有量は 1mg/g 以下とみなす。

※上図：塩化物含有量 1(mg/g)=塩素濃度 100(mg/100g)

(4) 電気伝導度

「地盤材料試験の方法と解説」によれば、土の電気伝導度が 200mS/m より大きい場合、土中構造物の腐食を生じやすくなるとしている。³⁾ したがって、盛土材料の電気伝導度の指標値を 200mS/m 以下とし、これを超える場合は、洗浄等により 200mS/m 以下とすることにより、盛土材料として用いることができる。

(5) 水素イオン濃度 (pH)

「地盤材料試験の方法と解説」によれば土の pH が 6 より低いかまたは 9 より大きい場合には、土中構造物の腐食を生じやすくなるとしている。³⁾ したがって、盛土材

料の pH の指標値を 6 以上かつ 9 以下とし、pH が 6 より低いかまたは 9 より大きい場合には、中和剤により中和処理を行い、pH が 6 以上かつ 9 以下とすることにより、盛土材料として用いることができる。

また、一般に石灰・セメント系の固化材を用いて安定処理を行った改良土は pH が 11～12 程度のアルカリ性になることがある。しかし、コンクリート杭などは安定処理した地盤でも問題は無く、また、鋼管杭やシートパイルにおいても周囲をセメント改良により補強していることが多くみられる。そのため、盛土材料を石灰・セメント系の固化材を用いて安定処理を行う場合は、pH 規定を適用しない。

ただし、石灰・セメント系の固化材を用いて安定処理を行った改良土は、重金属等の溶出が想定されるため、設計時において改良土の溶出試験を行い、重金属等が土壌汚染対策法の溶出基準未満であること確認する必要がある。また、地表面付近における植生への影響、改良土からのアルカリ水の浸み出しによる周辺地盤の環境への影響などが想定されるため、覆土等の対策を検討することが必要である。

(6) 吸水膨張特性

「宅地防災マニュアルの解説〈第二次改定版〉」⁵⁾によれば、盛土に用いる土は吸水による膨潤性が低いことが望ましいとされている。再生土砂に腐植土が混在している場合や、木くず、草根などの有機物が多く含有されている場合などは、吸水膨張による盛土の強度低下が想定される。また、「地盤材料試験の方法と解説」では、路床の状態と膨張比の目安について、表 3.1-3 のように示されている。³⁾

表 3.1-3 膨張比の目安²⁾

路床の状態	膨張比(%)
良好な状態	1 以下
通常の状態	3 以下
不良な状態	3 以上
腐植土	7～20

これらより、盛土材料の吸水膨張特性の指標については、吸水膨張試験（CBR 試験）による膨張比が 3%以下（通常の状態～良好な状態）であることとする。

(7) レンガ片の活用

レンガ片を一定の粒径以下に破砕したものと「再生土砂」を混合した材料は、「混合材料」としての品質を満足する場合、盛土材料として用いることができる。

(8) その他

「混合材料」を盛土に使用する場合、地下水等により「再生コンクリートくず」からアルカリ水が浸み出し、周辺地盤の環境に影響を与えるおそれがある。そのため、「混合材料」を盛土に使用する場合は、法尻排水および流末処理により、周辺地盤への影響がないよう対策することが必要である。

また、津波堆積物およびコンクリートくずには、汚泥、污水管などが発生源である場合が想定されるため、臭気等に留意し、腐敗臭や刺激臭のあるものは使用しないものとする。

【参考資料】

今回、岩手県、宮城県、福島県の3県の11箇所の集積場において津波堆積物のサンプリングを行い、手作業による分級処理（仙台市内の集積場は重機による分級）を行った試料を用いて各種試験を行った。その試験結果および土木学会復興施工技術特定テーマ委員会による調査結果⁶⁾を以下に示す。

試験結果については限定的なサンプリングによるものであり、実際の盛土の設計、施工においては個別に盛土材料の品質の確認が必要である。

(1) 最大粒径・粒度組成

「再生土砂」の粒度試験の結果、最大粒径は106mm未満で、すべての地点で100mm以下相当となり、前述の品質を満足することが確認された。また、粒度組成は砂分が48%～85%あり、細粒分混じり砂[SF]に分類されることが確認された。(表 3.1-4、図 3.1-2)

表 3.1-4 各地点の粒度試験結果

県	市町	土粒子の密度 (g/cm ³)	含水比 (%)	最大粒径 (mm)	礫分 (%)	砂分 (%)	細粒分 (%)	土質区分 **	
岩手	久慈市	2.671	17.1	75	22.5	56.0	21.5	[SF]	
	宮古市	2.703	11.1	53	29.6	50.3	20.1	[SF]	
	陸前高田市	2.730	4.1	53	17.1	74.8	8.1	[SG]	
宮城	気仙沼市	2.754	18.8	53	14.5	63.5	22.0	[SF]	
	石巻市	2.700	26.3	106	23.7	55.6	23.6	[SF]	
	東松島市	2.688	30.1	75	12.2	60.7	27.1	[SF]	
		2.665	36.0	37.5	24.7	36.3	27.1	[SF]	
	仙台市	蒲生	2.532	33.6	37.5	14.0	51.6	34.4	[SF]
		荒浜	2.674	23.2	26.5	8.0	77.5	14.5	[S]
		井土*	2.664	13.6	26.5	4.3	77.7	18.0	[SF]
2.675			36.8	9.5	0.0	48.2	17.1	[SF]	
福島	相馬市	2.595	37.3	53	8.2	36.3	55.5	[C]	
宮城 ⁶⁾	仙台市	蒲生	2.622	18.3	37.5	16.3	65.9	17.8	[SF]
		荒浜	2.627	18.4	37.5	10.4	78.4	6.3	[S]
		井土	2.623	20.6	37.5	2.1	85.1	7.1	[S]

*仙台市井土搬入場：上段は場内集積場、下段は場外の田の試験値

**土質区分：地盤材料の工学的分類[SF]細粒分混じり砂[SG]礫質砂[S]砂[C]粘土

6) 「津波堆積分級土砂を用いた試験盛土施工計画書；社団法人 土木学会 復興施工技術特定テーマ委員会」 H23.8.4 (井土：公開資料，蒲生・荒浜：内部資料)

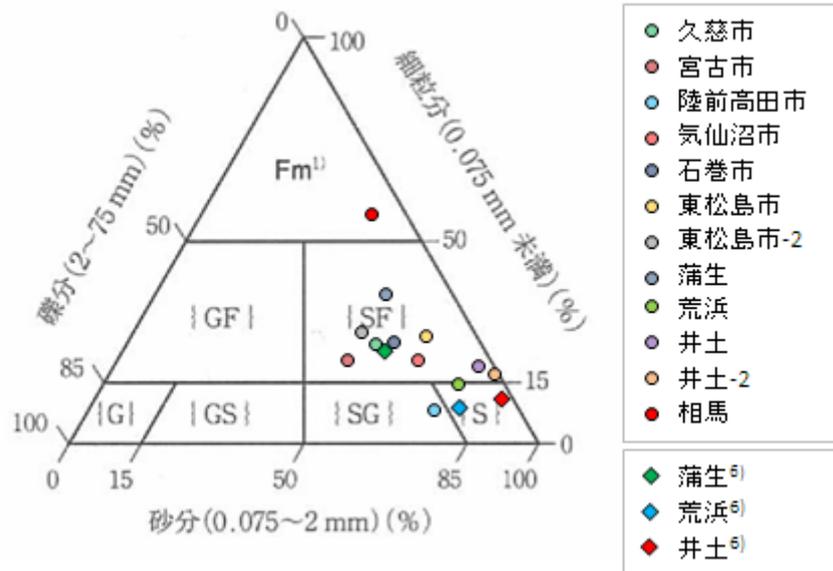


図 3.1-2 各地点の地盤材料の工学的分類 2)中分類三角座標に加筆

粒径加積曲線を見ると、粒度分布は砂分に偏りが見られる。(図 3.1-3)

「港湾の施設の技術上の基準・同解説」の液状化する可能性のある土の粒度⁷⁾と比較すると、液状化を生じやすい粒度分布範囲内であることが言え、液状化対策（粒度分布の改善、締固め管理等）に留意が必要である。(図 3.1-4)

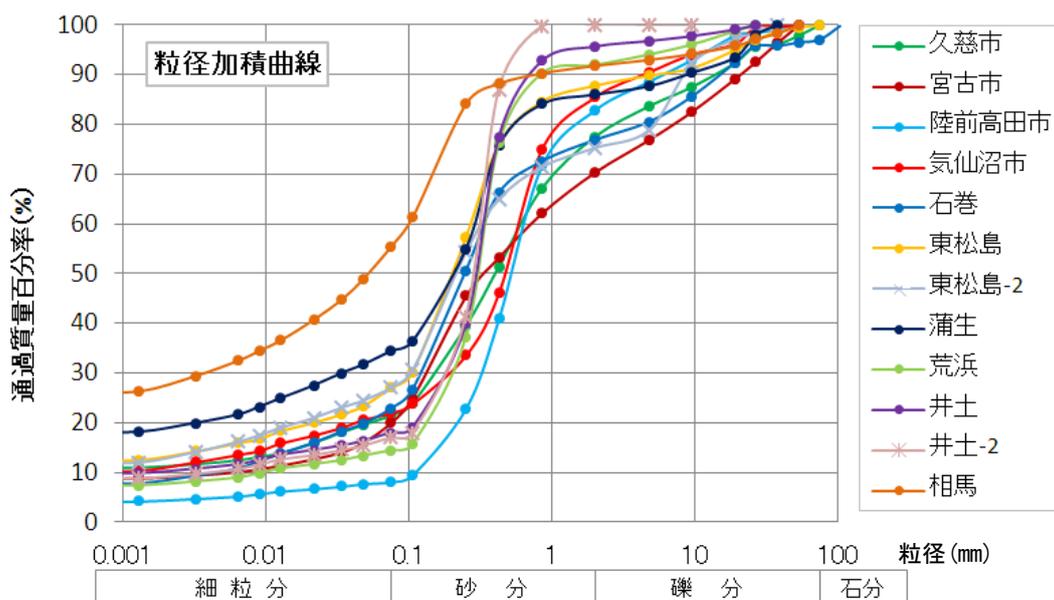


図 3.1-3 各地点の粒径加積曲線

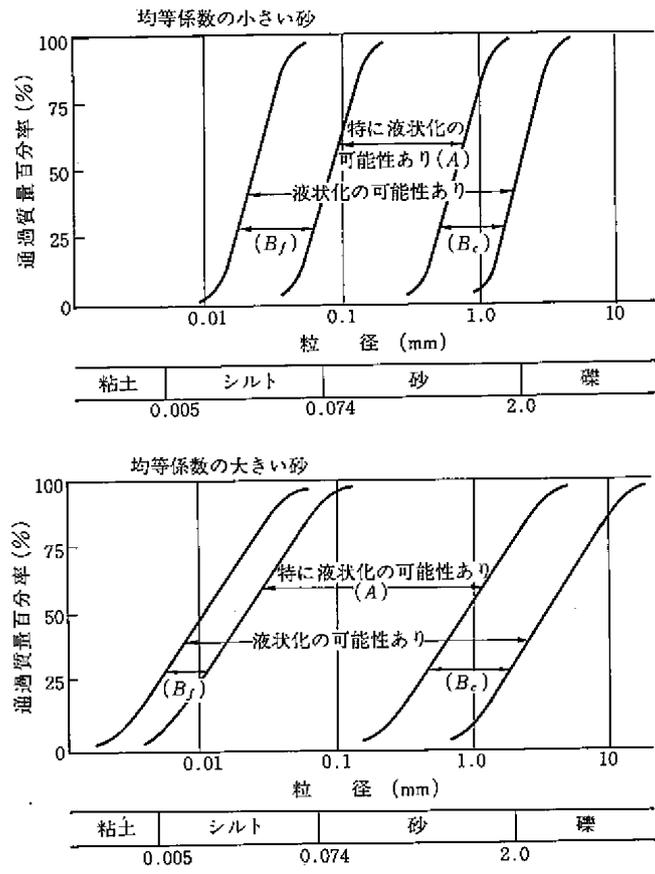


図 3.1-4 液状化の可能性のある土の粒度⁷⁾

(2) 強度 (コーン指数)

コーン貫入試験の結果、「再生土砂」のコーン指数 (qc) は 400kN/m² 以上であることが確認され、前述の品質を満たすことが確認された。(表 3.1-5)

表 3.1-5 コーン指数測定結果

県	市町		自然含水比 (%)	コーン指数 (kN/m ²)
宮城	仙台市	井土	13.5	貫入不能 (推定値 3090 以上)
	仙台市 ⁶⁾	蒲生	18.3	2183.0
		荒浜	18.4	2218.5
		井土	20.6	1306.7
	仙台市 ⁶⁾	井土	20.6	838.0

6) 「津波堆積分級土砂を用いた試験盛土施工計画書; 社団法人 土木学会 復興施工技術特定テーマ委員会」 H23.8.4
(上段の蒲生・荒浜・井土: 内部資料、下段の井土: 公開資料)

土質区分とコーン指数 (qc) の結果を「建設発生土利用技術マニュアル」の土質区分基準⁸⁾と照らし合わせると、「第2b種」に相当する。(表 3.1-6)

表 3.1-6 「建設発生土利用技術マニュアル」土質区分基準⁸⁾

区分 (国土交通省令)	細区分	コーン 指数 qc kN/m ²	土質材料の工学的区分		備考	
			大分類	中分類 土質{記号}	含水比 (地山) Wa(%)	掘削方法
第1種建設発生土	第1種	-	礫質土	礫{G} 砂礫{GS}	-	*排水に考慮するが、降水、浸出地下水等により含水比が増加すると予想される場合は、1ランク下の区分とする。 *水中掘削等による場合は、2ランク下の区分とする。
			砂質土	砂{S} 礫質砂{SG}		
	第1種改良土		人工材料	改良土{I}		
第2種建設発生土	第2a種	800 以上	礫質土	細粒分まじり礫{GF}	-	
	第2b種		砂質土	細粒分混じり砂{SF}	-	
	第2種改良土		人工材料	改良土{I}	-	
第3種建設発生土	第3a種	400 以上	砂質土	細粒分まじり砂{SF}	-	
	第3b種		粘性土	シルト{M}、粘土{C}	40%程度	
			火山灰質粘性土	火山灰質粘性土{V}	-	
	第3種改良土		人工材料	改良土{I}	-	
第4種建設発生土	第4a種	200 以上	砂質土	細粒分まじり砂{SF}	-	
	第4b種		粘性土	シルト{M}、粘土{C}	40~80%程度	
			火山灰質粘性土	火山灰質粘性土{V}	-	
			有機質土	有機質土{O}	40~80%程度	
	第4種改良土		人工材料	改良土{I}	-	
泥土	泥土 a	200 未満	砂質土	細粒分混じり砂{SF}	-	
	泥土 b		粘性土	シルト{M}、粘土{C}	80%程度以上	
			火山灰質粘性土	火山灰質粘性土{V}	-	
			有機質土	有機質土{O}	80%程度以上	
	泥土 c		高有機質土	高有機質土{Pt}	-	

(3) 塩化物含有量・電気伝導度・水素イオン濃度 (pH)

「再生土砂」の試験の結果、塩化物含有量は 0.64~1.23mg/g で、東松島市の一部で 1mg/g を超える値が確認された。また、電気伝導度は 73~120mS/m で前述の 200mS/m 以下の品質であることが確認された。pH については 7.2~8.2 と前述の 6 以上かつ 9 以下の範囲であることが確認された。

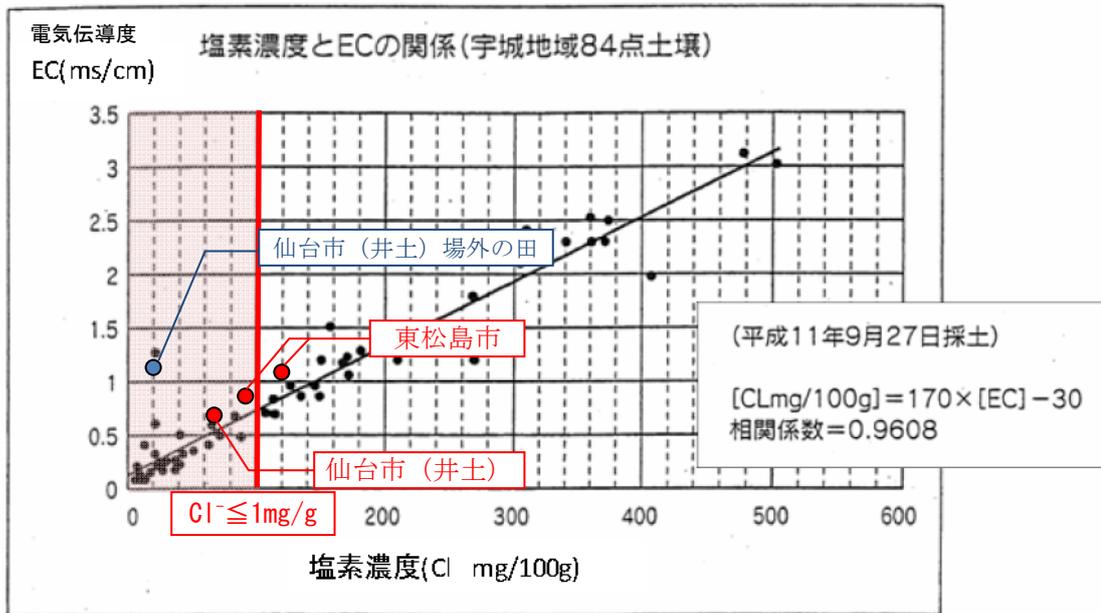
一方、集積、リサイクル前の津波堆積物（仙台市井土搬入場の近隣の田より採取）については、塩化物含有量は 0.2mg/g、電気伝導度は 110mS/m とそれぞれ基準値以下の値であったが、pH が 3.5 と強い酸性であることが確認された。(表 3.1-7)

表 3.1-7 塩化物含有量および電気伝導度測定結果

県	市町	塩化物含有量 (mg/g)	電気伝導度 (mS/m)	pH
宮城	東松島市	0.84	83	8.2
		1.23	120	8.2
	仙台市 (井土)	0.64	73	7.2
		0.72	82	7.4
	仙台市 (井土) *	0.20	110	3.5

*仙台市井土搬入場の近隣の田より採取した集積前の津波堆積物

塩化物含有量と電気伝導度の結果を、「平成 11 年台風 18 号による塩害被害に関する資料」の相関⁴⁾に示すと、回帰線より電気伝導度がやや高い傾向が見られる。(図 3.1-5)



※「平成11年台風18号による塩害被害の対策に関する資料」(熊本県)より

※上図：塩化物含有量 1(mg/g)=塩素濃度 100(mg/100g)
電気伝導度 1(mS/m)=0.01(mS/cm)

図 3.1-5 塩化物含有量と電気伝導度の関係⁴⁾ 相関図に加筆

なお、現地集積場においてリサイクル前の津波堆積物について電気伝導度、水素イ

オン濃度の簡易測定をした結果、測定地点によって結果にバラつきが見られた。このため、津波堆積物のリサイクル時、「再生土砂」の使用時には除塩等の対策に留意が必要と考えられる。(図 3.1-6、図 3.1-7)

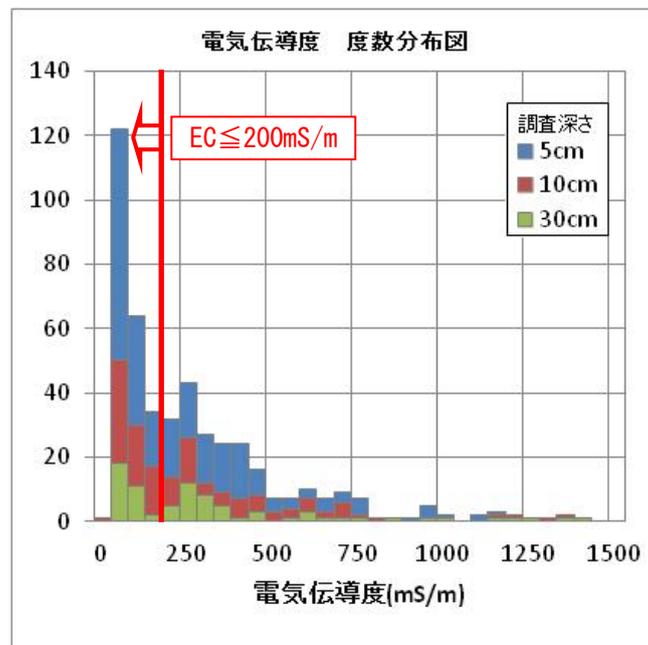


図 3.1-6 津波堆積物の電気伝導度度数分布図

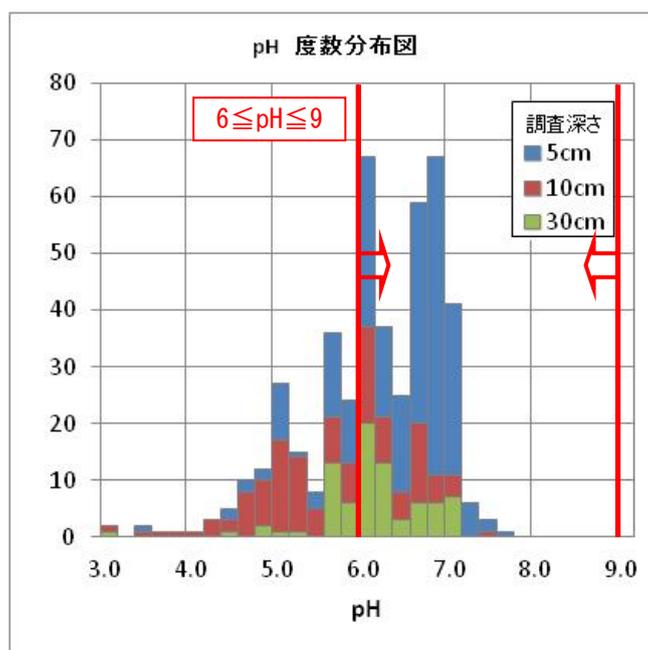


図 3.1-7 津波堆積物の水素イオン濃度 (pH) 度数分布図

(4) 吸水膨張特性

吸水膨張試験（CBR 試験）の結果、膨張比は $-0.9\sim-0.02\%$ で1%以下の収縮となり、前述の品質を満たすことが確認された。（表 3.1-8）また、参考に強熱減量試験を行った結果4%~10%であることが確認された。（表 3.1-9）

表 3.1-8 吸水膨張試験（CBR 試験）結果

県	市町	膨張比 (%)	供試体条件	
			締固め度 (%)	含水比 (%)
宮城	仙台市（荒浜）	-0.446	95%	23.2%(Wn)
		-0.019	85%	23.2%(Wn)
	仙台市（井土）	-0.026	85%	17.8(Wopt)
		-0.024		
		-0.361	95%	22.1(W95)
		-0.914		

※供試体条件の含水比（記号）は以下のとおりである。

Wn：自然含水比、Wopt：最適含水比、W95：締固め度95%相当の湿潤側の含水比

表 3.1-9 各地点の強熱減量試験結果

県	市町	強熱減量 (%)	県	市町	強熱減量 (%)		
宮城	気仙沼市	3.3	岩手	久慈市	5.6		
	石巻市	5.5		宮古市	3.6		
	東松島市	6.4		陸前高田市	4.1		
		5.1	福島	相馬市	10.5		
	仙台	蒲生	10.1	宮城 ⁶⁾	仙台市	蒲生	5.1
		荒浜	4.2			荒浜	4.5
		井土*	3.2			井土	4.6
4.2							

*仙台市井土搬入場：上段は場内集積場、下段は場外の田の試験値

6)「津波堆積分級土砂を用いた試験盛土施工計画書；社団法人 土木学会 復興施工技術特定テーマ委員会」H23.8.4（井土：公開資料，蒲生・荒浜：内部資料）

3.2 ドレーン材としての品質

「再生コンクリートくず」を宅地造成地の法尻やドレーン部におけるドレーン材として用いるものとする場合は、それぞれ次に示す品質を満足する材料であることを確認する。

(1) 透水係数

透水性が大きい材料であること。

(2) せん断強度

せん断強度が大きい材料であること。

表 3.2-1 ドレーン材の要求品質と試験方法

要求項目	要求品質	試験項目	
透水係数	ドレーン工全体として、宅地造成盛土の透水係数より2オーダー程度大きめ(100倍程度)	土の粒度試験 透水試験	JIS A 1204 JIS A 1218
せん断強度	内部摩擦が概ね40°以上	三軸圧縮試験	JGS規格に 準拠

【解説・説明】

宅地造成盛土のドレーン材の品質は、「ドレーン工設計マニュアル」⁹⁾による指標より設定した。なお、「ドレーン工設計マニュアル」の適用にあたっては、マニュアル内の「堤体」を「宅地造成盛土」と読みかえて適用を行った。

(1) 透水性⁹⁾

ドレーン材は、盛土から、あるいは基礎地盤を通じての浸透水を少ない損失水頭で排水しうるものでなければならない。したがって、透水性の大きい材料であることを確認する。

ドレーン材が、フィルター部を含むドレーン工全体として宅地造成盛土の透水係数

より 2 オーダー程度大きめ（100 倍程度）、ドレーン部単独ではそれ以上の透水係数を有する場合、「再生コンクリートくず」をドレーン材として用いることができる。

ドレーン材の透水係数は、「再生コンクリートくず」の粒度試験結果からの推定、または、透水試験により確認するものとする。

(2) せん断強度⁹⁾

宅地造成盛土の安定性に関わるせん断強度については、内部摩擦角（せん断抵抗角）が概ね 40° 以上の場合、「再生コンクリートくず」をドレーン材として用いることができる。

(3) レンガ片の活用

レンガ片を用いる場合は、「再生コンクリートくず」と同様に品質を満足する場合、ドレーン材として用いることができる。

(4) その他

「再生コンクリートくず」にリサイクルされるコンクリートくずには、建築物等を発生源とするもののほか、汚水管などを発生源とする場合が想定されるため、臭気（腐敗臭）等に留意する必要がある。

《出典資料》

- 1) 「基盤整備工事共通仕様書・施工関係基準；独立行政法人 都市再生機構」 H16.7
- 2) 「高規格堤防盛土設計・施工マニュアル；財団法人 リバーフロント整備センター」 H12.3
- 3) 「地盤材料試験の方法と解説；社団法人 地盤工学会」 H21.11.25
- 4) 「農地の除塩マニュアル；農林水産省農村振興局」 H23.6
- 5) 「宅地防災マニュアルの解説〈第二次改定版〉；ぎょうせい」 H19.12.5
- 6) 「津波堆積分級土砂を用いた試験盛土施工計画書；社団法人 土木学会 復興施工技術特定テーマ委員会」 H23.8.4
- 7) 「港湾の施設の技術上の基準・同解説；社団法人 日本港湾協会」 H19.9
- 8) 「建設発生土利用技術マニュアル 第3版；独立行政法人 土木研究所」 H16.9.1
- 9) 「ドレーン工設計マニュアル；財団法人 国土開発技術研究センター」 H10.3.31

第 4 章 今後の予定

4.1 宅地造成盛土の設計における留意事項の検討

宅地造成盛土の設計について検討し、留意事項を整理し、「宅地造成盛土の設計における留意事項」としてとりまとめる。

表 4.1-1 宅地造成盛土の設計における検討項目

項 目	検 討 項 目	対 象 材 料
のり面の安定検討	設計強度の設定（最適含水比、締固め度） のり面の安定計算、ゾーニング 等	「再生土砂」 「混合材料」
盛土全体の安定検討	大規模盛土造成に該当する場合の盛土全体の安定計算 （谷埋め型大規模盛土造成地、腹付け型大規模盛土造成地）	「再生土砂」 「混合材料」
液状化検討	液状化特性の把握、 液状化対策（粒度改善、盛土内排水処理） 等	「再生土砂」
圧密沈下検討	圧密特性の把握、沈下予測（許容残留沈下量）、 沈下対策 等	「再生土砂」
盛土材料の改善	含水比改善、強度改善（配合試験）、粒度改善、 「再生土砂」と「再生コンクリートくず」の混合 等	「再生土砂」 「混合材料」
除塩の方法	除塩事例の適用、除塩工法 等	「再生土砂」
ドレーン工	吸い出し防止、目詰まりによる機能低下（フィルター材） パイピング 等	「再生コンクリート くず」
その他		

4.2 宅地造成盛土の施工における留意事項の検討

宅地造成盛土の施工について検討し、留意事項を整理し、「宅地造成盛土の施工における留意事項」としてとりまとめる。

表 4.2-1 宅地造成盛土の設計・施工における検討項目

項目	検討項目	対象材料
試験施工	施工管理基準値の設定（施工含水比、締固め度） 施工仕様の設定（機械能力、転圧回数）等	「再生土砂」 「混合材料」
施工計画	除塩・盛土材料の改善作業等における施工ヤードの確保、 作業工程 等	「再生土砂」 「混合材料」
盛土材料の品質管理	施工時の管理項目（粒度、コーン値、塩化物含有量等）、 管理（試験）方法、管理頻度 等	「再生土砂」 「再生コンクリートくず」 「混合材料」
施工管理	施工管理項目（締固め度管理、施工含水比、動態観測） 等	「再生土砂」 「再生コンクリートくず」 「混合材料」
記録管理	「再生土砂」「再生コンクリートくず」等の利用範囲、 品質等の記録方法	「再生土砂」 「再生コンクリートくず」 「混合材料」
その他		

4.3 実現化に向けた課題の整理

盛土材料としての品質、設計における留意事項、施工における留意事項をまとめた結果から、迅速な復旧・復興に資する災害廃棄物の宅地造成盛土へ活用の実現化に向けた課題を整理する。