

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

平成 24 年 3 月

国土交通省 都市局 都市安全課

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 24 年 3 月現在）、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、処理及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」としてとりまとめたものである。

平成 24 年 3 月

国土交通省 都市局 都市安全課

目 次

序 章	東日本大震災における災害廃棄物の概要	0-1
0.1	津波被害の概要	0-1
0.2	災害廃棄物及び有効活用に関する動き	0-3
0.3	東日本大震災における災害廃棄物の概要	0-5
0.4	災害廃棄物の処理スケジュール	0-14
第 1 章	再生資材の宅地造成盛土への活用	1-1
1.1	再生資材の活用	1-1
1.2	宅地造成盛土として活用の対象となる材料	1-7
1.3	宅地造成盛土として活用の対象となる各材料の用途	1-11
第 2 章	盛土材料としての品質	2-1
2.1	盛土材料としての品質	2-1
2.2	ドレーン材としての品質	2-9
第 3 章	宅地造成盛土の設計における留意事項	3-1
3.1	適用範囲	3-1
3.2	盛土材料の調査	3-4
3.3	盛土の造成計画・造成設計	3-8
3.4	宅地造成盛土の安定性の検討	3-12
3.5	盛土材料の改良	3-20
第 4 章	宅地造成盛土の施工における留意事項	4-1
4.1	適用範囲	4-1
4.2	施工計画	4-4
4.3	施工仕様策定のための試験施工	4-8
4.4	施工時の品質管理	4-13
4.5	施工管理	4-20
4.6	動態観測	4-21
4.7	記録管理	4-22
参考資料		

序 章

東日本大震災における災害廃棄物の概要

序 章 東日本大震災における災害廃棄物の概要

0.1 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 327km²、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

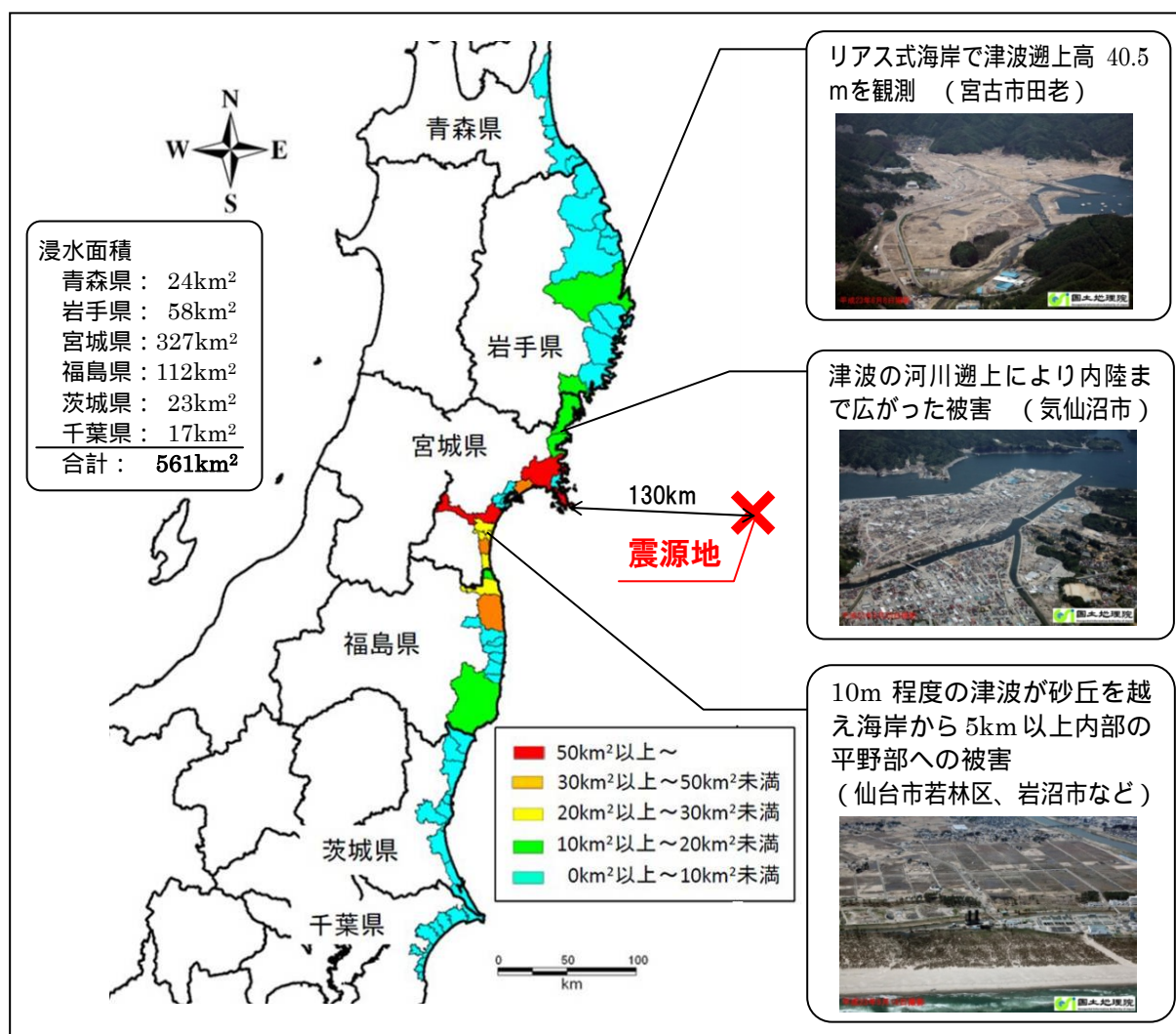


図 0.1-1 東日本大震災による津波被害の概要 (出典資料¹⁾より作成)

0.2 災害廃棄物及び有効活用に関する動き

0.2.1 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 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 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、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⁾。

0.2.2 災害廃棄物の処理及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及び有効活用に関し、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⁾。

0.3 東日本大震災における災害廃棄物の概要

0.3.1 災害廃棄物の発生量及び搬入状況

環境省の「沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況」(平成24年2月27日現在)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2,253万トン(岩手県約475.5万トン、宮城県約1,569万トン、福島県約208万トン)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⁶⁾。

環境省の「沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況」(平成24年2月27日現在)によると、災害廃棄物推計量に対する仮置場への搬入済災害廃棄物量の割合は、岩手、宮城、福島3県合計で72%となっている。県別では、岩手県が87%と最も高く、次いで宮城県の69%、福島県の62%となっている⁶⁾。

表 0.3-1 沿岸市町村の災害廃棄物処理の進捗状況⁶⁾

(平成24年2月27日時点)

県	復興施策に関する事業計画及び工程表対象市町村	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			解体により生じるものを除く	解体により生じるものを含む			処理・処分状況			
				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)	搬入率(%)	搬入率(%)	目標期日 ^{注4)}	目標達成状況 ^{注5)}	処理・処分量計(千t) ^{注6)}	処理・処分割合(%)
岩手県	洋野町(ひろのちよう)		* 15	3	1	3.0	15	100%	100%	H24.3	○	6	44.3%	H24.6
	久慈市(くじし)		* 96	20	4	5.0	96	100%	100%	H23.10	◎	17	17.6%	H26.3
	野田村(のだむら)	有	* 140	10	9	11.0	140	100%	100%	H24.3	○	7	5.2%	H26.3
	普代村(ふだいむら)		* 19	2	2	2.0	19	100%	100%	H24.3	○	6	33.3%	H26.3
	田野畑村(たのはたむら)	有	* 86	20	3	4.0	86	100%	100%	H24.9	○	2	1.8%	H26.3
	岩泉町(いわいずみちよう)	有	* 42	5	1	4.0	42	100%	100%	H24.3	○	0	0.0%	H26.3
	宮古市(みやこし)	有	* 715	140	9	30.0	645	100%	90%	H24.9		19	2.7%	H26.3
	山田町(やまだまち)	有	* 399	40	19	18.0	395	100%	99%	H25.3*		19	4.9%	H26.3
	大槌町(おおつちちよう)	有	* 709	40	17	31.0	691	100%	98%	H25.3*		2	0.3%	H26.3
	釜石市(かまいしし)		762	400	11	19.0	376	100%	49%	H25.3*		21	2.8%	H26.3
	大船渡市(おおふなとし)		756	130	20	40.0	701	100%	93%	H24.8*		188	24.9%	H26.3
	陸前高田市(りくぜんたかたし)	有	* 1,016	90	14	83.0	934	100%	92%	H24.10*		91	9.0%	H26.3
	計		4,755	900	110	250	4,140	100%	87%	—	—	390	8.0%	—
宮城県	気仙沼市(けせんぬまし)	有	1,367	330	21	43.3	1,219	100%	89%	H24.3		25	1.9%	H26.3
	南三陸町(みなみさんりくちよう)	有	* 560	260	15	15.9	322	100%	58%	H25.3*		10	1.8%	H26.3
	女川町(おながわちよう)	有	444	251	4	5.8	268	100%	60%	H24.3		144	32.5%	H26.3
	石巻市(いしのまし)	有	6,163	4,700	24	162.7	2,864	100%	46%	H25.3*		328	5.3%	H26.3
	東松島市(ひがしまつしまし)	有	1,657	1,300	5	51.8	1,127	100%	68%	H25.3*		9	0.5%	H26.3
	利府町(りふちよう)		* 15	10	5	4.8	15	100%	99%	H24.1		8	52.1%	H26.3
	松島町(まつしままち)		* 43	27	5	1.9	41	100%	95%	H24.3		28	64.1%	H26.3
	塩釜市(しおがまし)	有	* 251	100	3	5.8	246	100%	98%	H24.3		0	0.0%	H26.3
	七ヶ浜町(しちがはままち)	有	333	50	4	12.2	253	90%	76%	検討中		30	9.1%	H26.3
	多賀城市(たがじようし)	有	* 550	401	8	10.8	290	100%	53%	検討中		23	4.3%	H26.3
	仙台市(せんだいし)		1,352	450	3	103.4	1,315	100%	97%	H25.3*		134	9.9%	H26.3
	名取市(なとりし)	有	* 636	50	3	41.6	632	100%	99%	H24.3		36	5.6%	H26.3
	岩沼市(いわぬまし)	有	520	90	18	54.8	515	100%	99%	H24.3		0	0.1%	H26.3
	亶理町(わたりちよう)	有	* 1,267	10	5	86.1	1,251	100%	99%	検討中		11	0.9%	H26.3
	山元町(やまもとちよう)	有	533	340	21	66.5	524	100%	98%	H24.3		0	0.0%	H26.3
計		15,691	8,369	144	667	10,882	99%	69%	—	—	787	5.0%	—	
福島県	新地町(しんちまち)		* 94	5	5	8.0	86	99%	91%	H24.3		1	0.8%	H26.3
	相馬市(そうまし)		* 254	23	2	31.1	243	100%	96%	H24.3		16	6.4%	H26.3
	南相馬市(みなみそうまし)		640	30	10	44.9	487	80%	76%	H25.3*		3	0.5%	H26.3
	浪江町(なみえまち)		147	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	双葉町(ふたばまち)		60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	大熊町(おおくままち)		37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	富岡町(とみおかまち)		49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	楢葉町(ならはまち)		58	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	広野町(ひろのまち)		* 43	25	1	3.0	18	100%	41%	H24.7*		3	6.0%	H26.3
	いわき市(いわきし)		* 700	550	18	23.8	461	100%	66%	H25.3*		72	10.3%	H26.3
計		2,082	633	36	110.8	1,295	65%	62%	—	—	95	4.6%	—	
岩手、宮城、福島3県合計		22,528	9,902	290	1,028	16,316	96%	72%	—	—	1,262	5.6%	—	

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のがれき量を計上(該当の市町村には*印)。

注3) 搬入済量: 平成24年2月27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がれきで撤去が完了したものと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) 目標期日: 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)において、平成24年3月末までを目途に移動することを目標としているが、仮置場への搬入については、浸水している農地において重機作業が困難である場合などにより、災害廃棄物の仮置場への移動完了目途について個別目標を定めている。また、宮城県仙台市、石巻市、岩手県釜石市、福島県いわき市等については、損壊家屋等の解体量が大きく、大規模な建物が含まれ解体に時間を要することから、各市町村の解体に時間を要するため、災害廃棄物の仮置場へ移動完了目途について個別目標を定めている。これらの個別目標については、遅くとも平成25年3月末までを目途に完了させる。

注5) 目標達成状況について: ○については、搬入率が100%であっても、解体・処理すべき公共の建物等が残っている場合があり、その解体・処理が完了した段階で、目標達成◎とする。

注6) 処理・処分量計: 破砕・選別等により有価売却、原燃料利用、焼却やセメント焼成、埋立処分等により処理・処分された量。

- (1) 「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（出典資料⁷⁾より抜粋）

(2) 推定結果

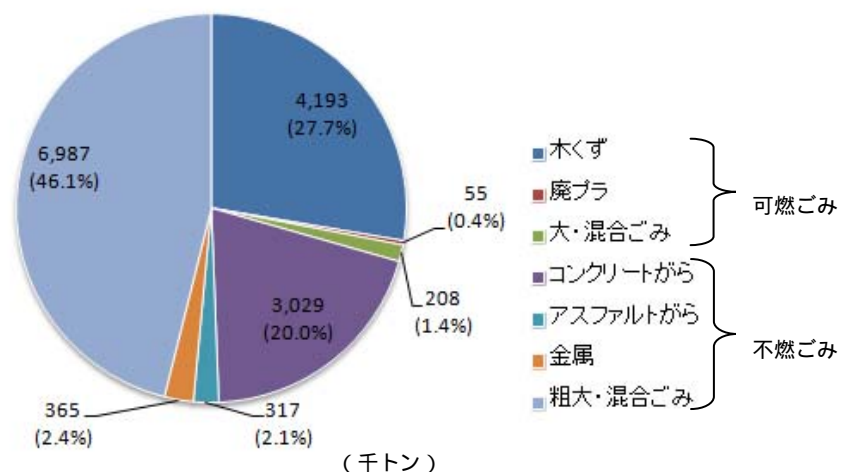
今回の被災地域 6 県で合計、1,199～1,920 万 m³、1,319～2,802 万トンと推計された。県別では、青森県 64～102 万 m³、70～149 万トン、岩手県 292～468 万 m³、321～683 万トン、宮城県 516～826 万 m³、568～1205 万トン、福島県 157～252 万 m³、173～368 万トン、茨城県 110～176 万 m³、121～257 万トン、千葉県 60～96 万 m³、66～140 万トンとなった。

- (2) 「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 0.3-2 宮城県内ブロック毎の災害廃棄物種別推定量まとめ（出典資料⁸⁾より作成）

（平成 23 年 7 月時点）

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m ³)		1,100	-	3,800	-	950	-	5,750	-	11,600	-



(平成 23 年 7 月時点)

図 0.3-1 宮城県内の災害廃棄物種別推計量 (出典資料⁸⁾より作成)

(3) 「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⁾。

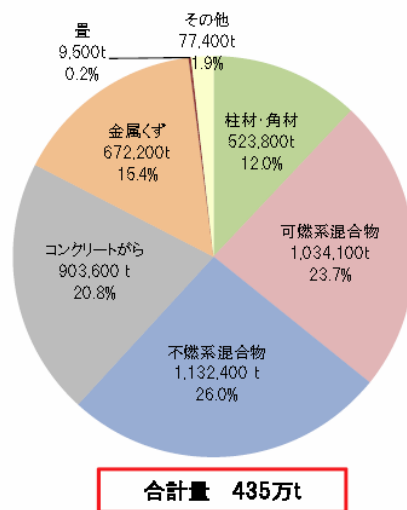
表 0.3-3 岩手県市町村別災害廃棄物の推計量⁹⁾

(平成 23 年 8 月時点)

(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	畳	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。



(平成 23 年 8 月時点)

図 0.3-2 災害廃棄物の推計量⁹⁾



図 0.3-3 災害廃棄物の推計のための整理⁹⁾

0.3.2 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 可燃物、 木くず、 不燃物、 金属くず、 コンクリートくず、 家電・自動車、 船舶、 危険物・PCB 廃棄物・石綿含有廃棄物等、 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⁾。

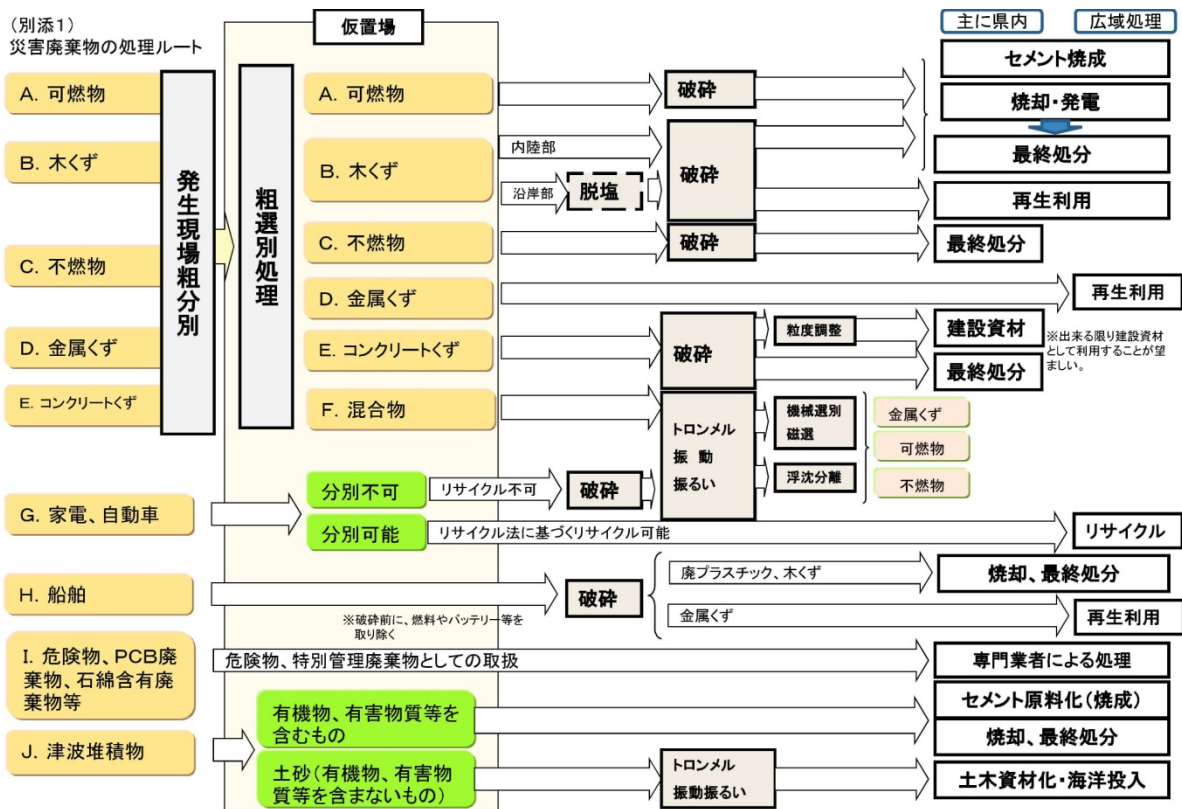


図 0.3-4 廃棄物の処理ルート⁴⁾

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。

0.4 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、仮置場への移動及び中間処理・最終処分について下記(2)、(3)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、平成 24 年 2 月 27 日時点で、岩手県が 87%、宮城県が 69%、福島県が 62%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

(別添2)

災害廃棄物の処理に向けたスケジュール

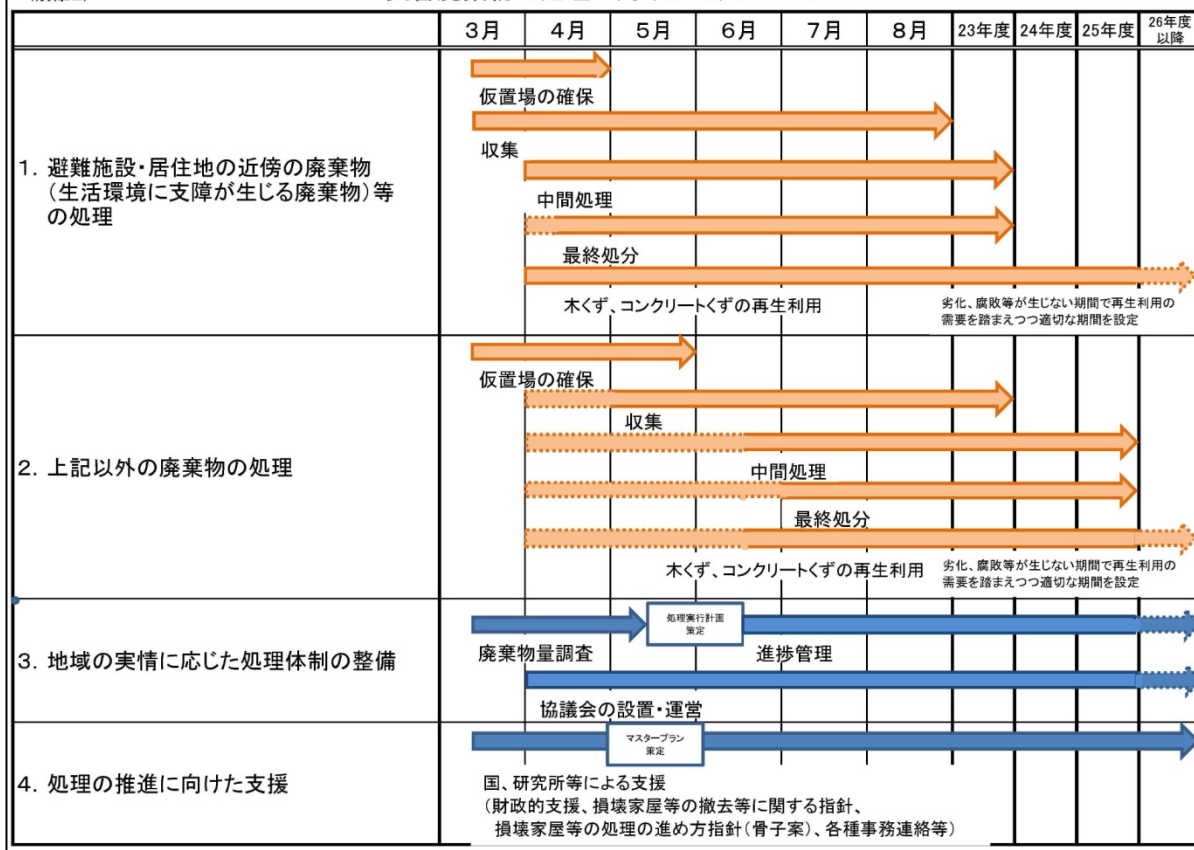


図 0.4-1 災害廃棄物の処理に向けたスケジュール⁴⁾

《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」H24.2.27
- 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1章

再生資材の宅地造成盛土への活用

第 1 章 再生資材の宅地造成盛土への活用

1.1 再生資材の活用

宅地は、管理が個々の宅地所有者に委ねられ、公共用地に比べて維持管理を行うことが一般的に難しく、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。

本ガイドラインでは、再生資材を宅地造成地の盛土材料として活用する事業として、地方公共団体及びこれに準じる主体が実施する事業を対象とする。

【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、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、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。

また、宅地造成盛土は、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、将来の建設工事等において建築物の基礎として杭が打設されたり、再掘削により発生土を生じたりすることなどが想定される。

したがって、本ガイドラインでは、将来の建築物や宅地所有者の変更に対しても問題を生じない盛土を構築するよう留意事項等を定めたものである。

(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、建設資材化及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、リサイクルされた建設資材ならびに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。

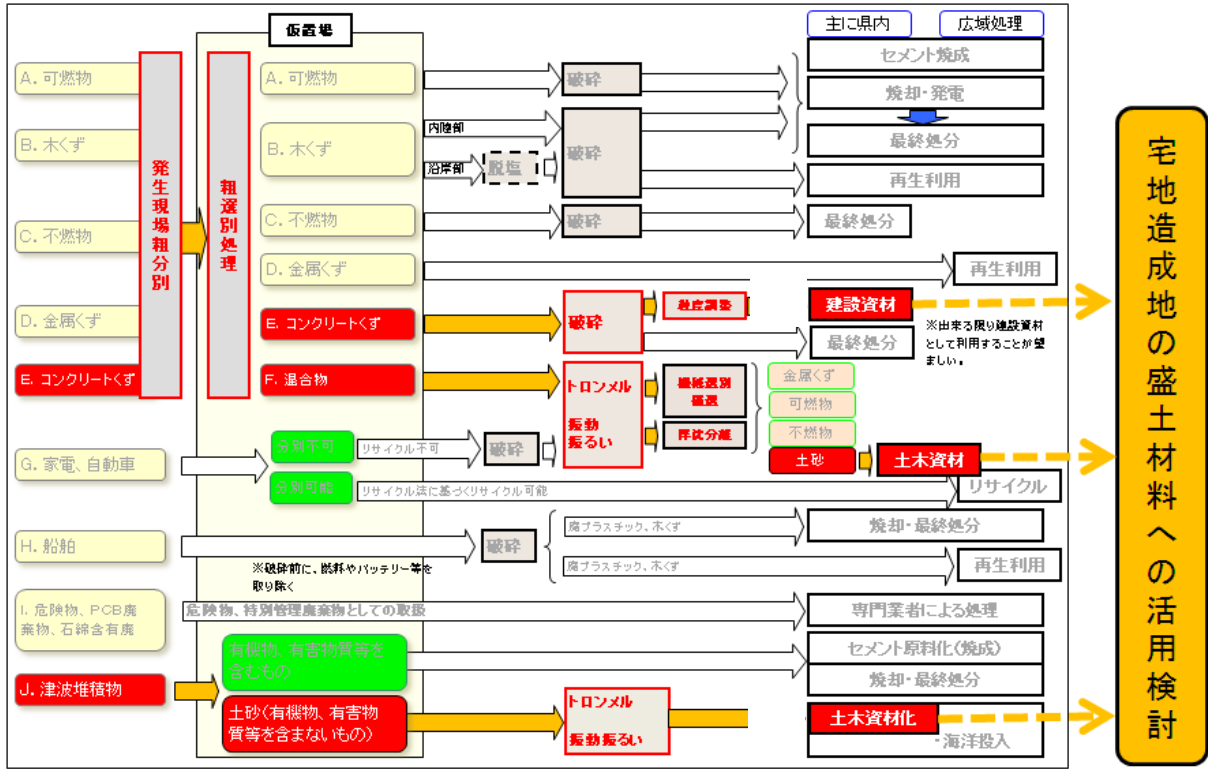


図 1.1-1 「マスタープラン」の処理ルート図（出典資料²⁾に加筆）

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及び活用における基本的な作業区分

本ガイドライン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 1.1-2 は、両者の作業区分のイメージを示す。

(5) 活用対象となる事業

宅地は、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り、宅地造成地の盛土材料に再生資材を用いる場合、宅地造成事業の設計及び施工の各段階での品質を適切に管理するため中間検査を含む管理・監理体制を構築し、かつ、施工後においても再生資材の利用範囲や、品質管理記録、工事記録に関する情報を管理することが必要である。

このため、本ガイドラインは、再生資材を宅地造成地の盛土材料として活用する事業として、地方公共団体及びこれに準じる主体が実施する事業を対象としている。

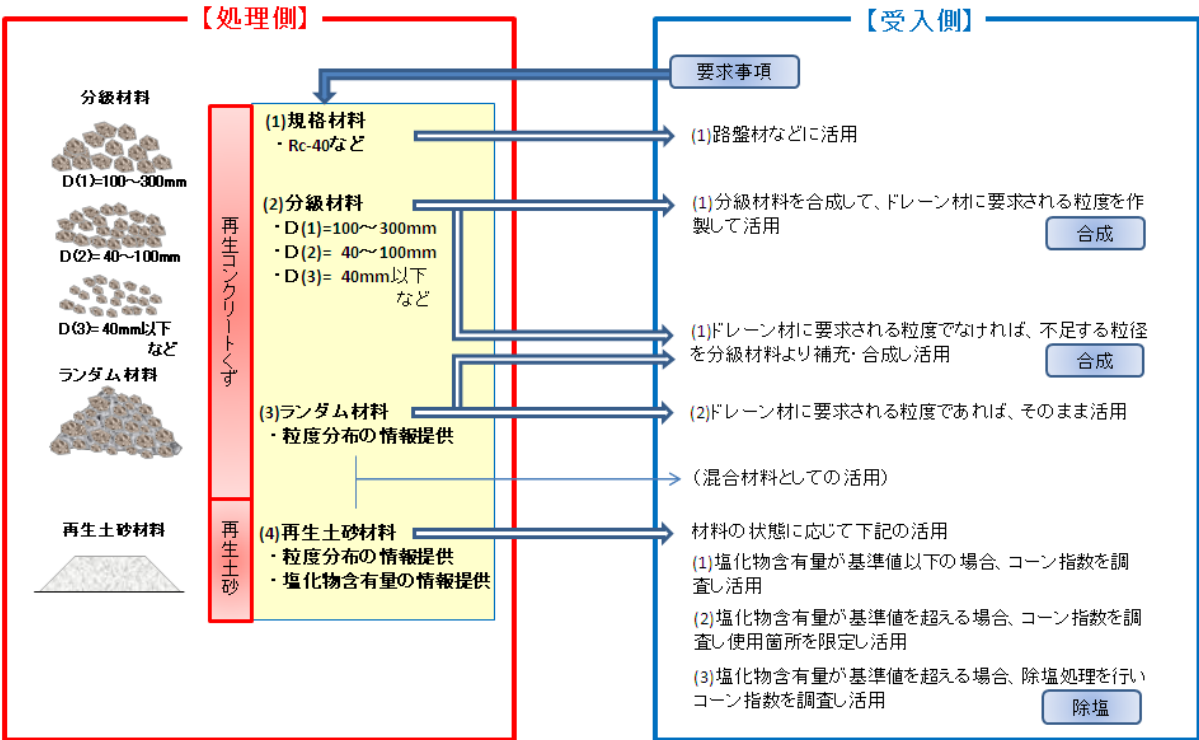
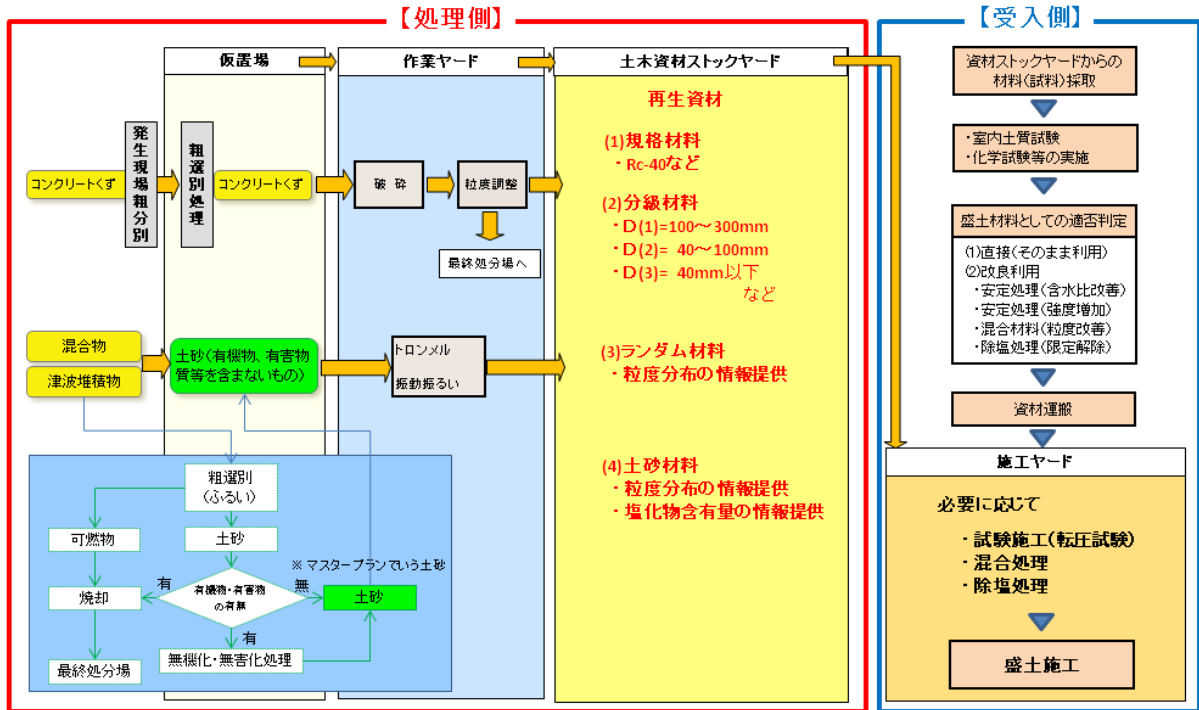


図 1.1-2 処理側と受入側の作業区分 (イメージ図)

1.2 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、放射性物質及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、仮置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 1.2-1 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 1.2-2 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」及び「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」及び「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 1.2-1 リサイクルされた資材と対応する土質材料（出典資料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及び砂質土 以下の性質を概ね持ち、盛土材料として適する。 締固め後の強度が大きく、圧縮性が少ない。 敷均し及び締固め施工が容易。 降雨などによる浸食及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 1.2-2 リサイクルされた資材と対応する建設副産物（出典資料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（礫及び砂状） 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。 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。 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碎（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) 放射性物質及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。

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。

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。

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、沈下の問題がないことが求められる。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 - 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。特に、混合状態の災害廃棄物から分別した土砂には、木くず等の有機物が残存している可能性があることに留意が必要であり、過剰な有機物が残存している材料は、盛土材料として選定しないようにする必要がある。一般的には、土をよく締め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が、現時点での知見では、盛土材料に含まれる有機物量と沈下量の関係を定量的に評価することは困難である。このため、今後、有機物量と沈下量の関係を評価する指針や基準等が定められた場合は、それに従うものとする。

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」及び「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 2 章に詳述する。

1.3 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」や「基盤整備工事共通仕様書・施工関係基準」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^{1),5)}。一方、「宅地土工指針（案）」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⁶⁾。

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、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⁷⁾。

なお、「再生コンクリートくず」は、破碎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⁾。そのため、こちらについては用途に応じた規格に準拠し適正な利用を図るものとする⁵⁾。

《出典資料》

- 1) 「宅地防災マニュアルの解説 第二次改訂版 ;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2章

盛土材料としての品質

第 2 章 盛土材料としての品質

2.1 盛土材料としての品質

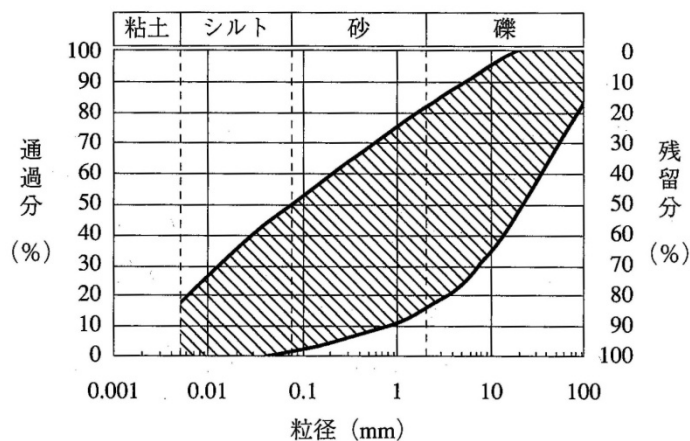
「再生土砂」及び「混合材料」を宅地造成地の盛土材料として用いる場合は、それぞれ次に示す品質を満足しなければならない。

(1) 最大粒径・粒度組成

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¹⁾。

ただし、仕上げ面から深さ 5.5m 未満の範囲において「再生土砂」を盛土材料として用いる場合の最大粒径は 100mm 以下とし、径 37.5mm 以上のものの混入率は 40% 未満とする^{1),2)}。なお、仕上げ面から深さ 5.5m 未満の範囲には、「混合材料」を盛土材料として用いないものとする。

また、「再生土砂」及び「混合材料」を用いる場合は、その粒度組成が、図 2.1-1 に示す粒度範囲になるよう混合率を調整するものとする³⁾。



〔河川土工マニュアル，平成5年6月、(財)国土開発技術センターの記載に加筆・修正〕

図 2.1-1 粒度組成の適正範囲³⁾

(2) 強度 (コーン指数)

自然含水比状態で採取し、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

原則として、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⁴⁾。

(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⁴⁾。

(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⁴⁾。

(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⁴⁾。

なお、盛土材料の各要求品質に関する試験項目は表 2.1-1 のとおりとする。

表 2.1-1 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} 300mm ・仕上げ面から 5.5m未満に「再生土砂」を用いる場合は、 D_{max} 100mm で、37.5mm 以上の混入率を 40% 未満とする。 ・仕上げ面から 5.5m 以上の場合、適正な粒度範囲(図 2.1-1 参照)になるよう粒度組成を調整すること。	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 400kN/m ²	土の含水比試験 コーン指数測定	JIS A 1203 表 2.1-2 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」による品質基準と「宅地土工指針（案）」に示されるサウンディングによる調査深度より設定し、(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」による品質基準より設定、「混合材料」の粒度組成については「建設発生土利用技術マニュアル 第3版」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」による指標から設定した。

(1) 最大粒径・粒度組成

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め固めることとされていることから、盛土材料の最大粒径は300mm以下で、敷き均し及び締め固め施工が容易な範囲とする必要がある¹⁾。

ただし、仕上げ面の整地の品質を確保し、宅地造成盛土上の建築物の基礎調査の支障としないため、仕上げ面から深さ5.5m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^{1),2)}。

また、「建設発生土利用技術マニュアル 第3版」によると、河川築堤（高規格堤防）における粒度組成について、図2.1-1に示す適用範囲内にあることが望ましいとされていることから、「再生土砂」及び「混合材料」を盛土材料として利用する場合には、当該適用範囲内となるよう粒度調整または混合率の検討を実施する必要がある³⁾。さらに、粒径の大きい材料を含む「再生土砂」及び「混合材料」を用いて盛土を行う場合は、粒径の大きい材料の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。

(2) 強度（コーン指数）

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¹⁾。また、コーン指数（ q_c ）が 400kN/m^2 未満の場合は、安定処理等の土質改良を行い、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 2.1-2 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	コンパネ補ロメータ	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⁴⁾。

したがって、原則とし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。

本指標は、塩化物の含有により鋼管杭等、地中における鋼材について腐食が生じやすくなることから設定しているものであり、海岸部などの地下水の塩分濃度がもともと高い土地等では、塩化物含有量の指標を適用せずに盛土を構築することが考えられる。そのような盛土において鋼管杭等を施工することになった場合は、事前に該当箇所塩化物含有量を把握し、指標値を超えた盛土については、防食性の鋼管杭を使用する等の対応が必要である。また、この指標を適用しなかった旨を盛土の台帳（4.7 項 記録管理を参照）に明記する必要がある。

なお、雨水等による盛土からの塩化物の浸出に対しては、法尻排水及び流末処理により、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。

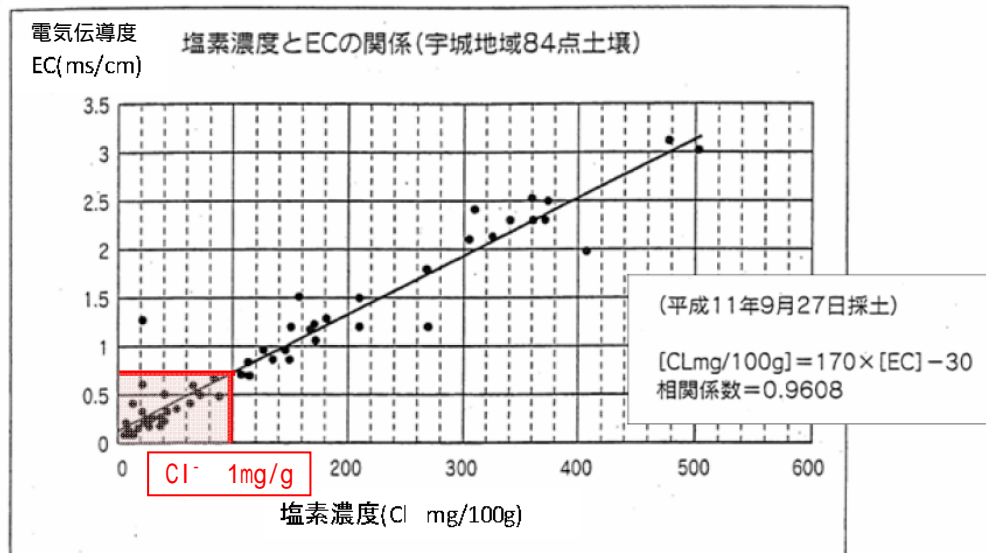
処理側においては、「再生土砂」の塩化物含有量を調査し、受入側に情報を提供することが望ましい。

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、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⁵⁾。

「農地の除塩マニュアル」塩化物含有量と電気伝導度の関係（出典資料⁵⁾に加筆）

(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⁴⁾。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⁴⁾。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、pH の上昇によって鉛などの重金属等の溶出が増加する可能性があるため、設計時において改良土の溶出試験を行い、重金属等が土壤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 第二次改訂版」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⁶⁾。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 2.1-3 のように示されている⁴⁾。

表 2.1-3 膨張比の目安⁴⁾

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。

ただし、膨張比が小さい材料でも、有機物が多量に含まれる場合は汚濁水や腐敗性ガスを生じさせる可能性が高いため、盛土材料として使用しないものとする。

(7) レンガ片の活用

レンガ片を一定の粒径以下に破碎したものと「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、法尻排水及び流末処理により、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、津波堆積物及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。

2.2 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 2.2-1 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」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

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⁷⁾。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⁷⁾。

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

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⁷⁾。

(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、污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) 「宅地土工指針(案)；独立行政法人 都市再生機構」H20.4
 - 3) 「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
 - 4) 「地盤材料試験の方法と解説；社団法人 地盤工学会」H21.11.25
 - 5) 「農地の除塩マニュアル；農林水産省農村振興局」H23.6
 - 6) 「宅地防災マニュアルの解説 第二次改訂版；ぎょうせい」H19.12.5
 - 7) 「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3章

宅地造成盛土の設計における留意事項

第 3 章 宅地造成盛土の設計における留意事項

3.1 適用範囲

本章は、宅地造成地の盛土材料に「再生土砂」及び「混合材料」を用いる場合について、その材料の性質や宅地造成地の土地利用等の観点に基づき、設計にあたって留意すべき事項を中心に記述したものであり、当該材料を盛土材料として活用する場合は、宅地造成に関する各種指針に示されている土工全体の基本的かつ具体的な流れにおいて考慮すべき留意点に加えて、本ガイドラインに記載する留意点を認識して活用しなければならない。

【解説・説明】

一般的な土工において取扱う材料は、ほとんど天然の土や岩であるが、本ガイドラインは、災害廃棄物のうち、宅地造成地の盛土材料として「再生土砂」の単独利用や「再生土砂」と「再生コンクリートくず」とを混合した「混合材料」の利用を対象としている。

宅地造成地の盛土材料に「再生土砂」及び「混合材料」を利用する場合、これらの材料の処理状況や性質を把握し、宅地造成地の土地利用等を踏まえた設計をしなければならない。

宅地造成盛土の設計の流れは、図 3.1-1 に示すとおりであるが、本章では、「再生土砂」及び「混合材料」を盛土材料として用いた場合に関わる部分について、設計において留意する事項をとりまとめたものである。

なお、一般的な宅地造成盛土の設計については、表 3.1-1 に示すとおり関連各種指針が作成されているので、本章で示す事項と併せて、これらに準拠して設計を実施するものとする。

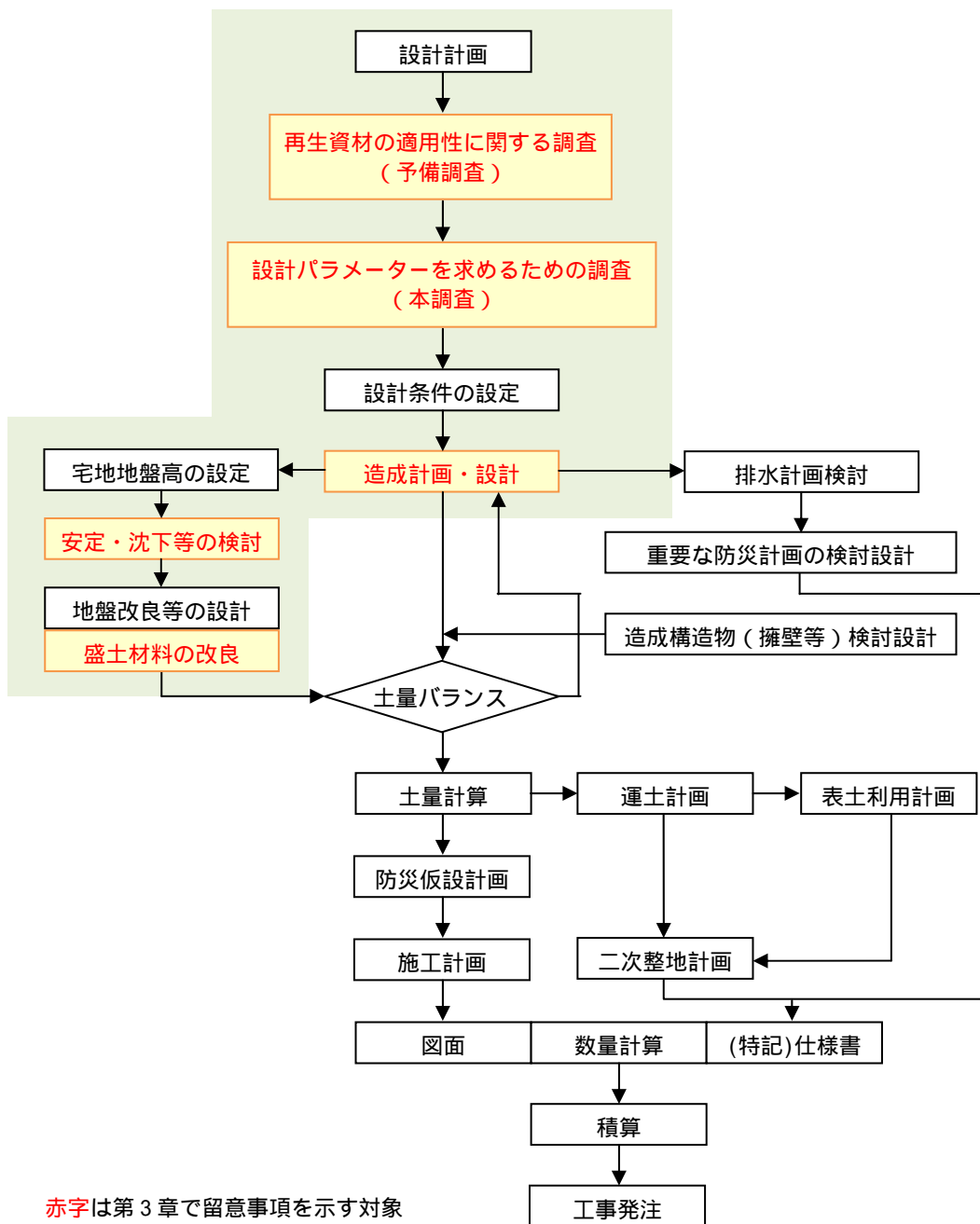


図 3.1-1 設計の手順 (設計計画～工事発注)(出典資料¹⁾に加筆)

表 3.1-1 宅地造成における関連各種指針

対象	指針類の名称	発行・編集機関	発行年月
宅地	宅地防災マニュアルの解説 第二次改訂版	ぎょうせい	H19.12
	大規模盛土造成地の変動予測調査ガイドラインの解説	国土交通省	H20.2
	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	H20.8
	宅地土工指針(案)	独立行政法人 都市再生機構	H20.4
	宅地耐震設計マニュアル(案)	独立行政法人 都市再生機構	H20.4
	軟弱地盤技術指針	独立行政法人 都市再生機構	H20.4
建築	建築基礎構造設計指針	社団法人 日本建築学会	H13.10
	小規模建築物基礎設計指針	社団法人 日本建築学会	H20.2
	建築物耐震基準・設計の解説	社団法人 日本建築センター	H7.10
港湾	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
その他	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
	発生土利用促進のための改良工法マニュアル	財団法人 土木研究センター	H16.9
	建設工事で遭遇する廃棄物混じり土対応マニュアル	財団法人 土木研究センター	H21.10
	セメント系固化材による地盤改良マニュアル 第3版	社団法人 セメント協会	H15.9

3.2 盛土材料の調査

「再生土砂」及び「混合材料」を宅地造成地の盛土材料として用いる場合は、各調査段階でそれぞれ次に示すことに留意し、調査を実施しなければならない。

なお、原地盤を含む調査は、「宅地防災マニュアルの解説 第二次改定版」等を参考に行うこと²⁾。

(1) 再生資材の適用性に関する調査（予備調査）

再生資材の適用性に関する調査において、災害廃棄物処理計画等から再生資材の発生量等を確認し、造成計画に必要な情報を整理すること。

また、リサイクルされた土砂及びコンクリートくずが、放射性物質及び有害物質により汚染されておらず、第2章に示す盛土材料としての要求品質を満足しているか確認し、材料の性状を把握する必要がある。

以下に示す項目について、災害廃棄物の処理者からのデータ収集並びに試験を実施し、盛土材料としての品質を確認すること。

表 3.2-1 盛土材料の要求品質に関する調査

	試験項目	試験方法	調査項目及び盛土材料としての要求品質
材料品質	土粒子の密度試験	JIS A 1202	<ul style="list-style-type: none"> ・材料の土質性状 ・最大粒径(D_{max})300mm 以下 ・仕上げ面から 5.5m 未満の場合、最大粒径(D_{max})100mm 以下で、37.5mm 以上の混入率 40%未満 ・仕上げ面から 5.5m 以上の場合、適正な粒度範囲（図 2.1-1 参照）
	土の含水比試験	JIS A 1203	
	土の粒度試験	JIS A 1204	
	土の液性塑性限界試験	JIS A 1205	
	吸水膨張試験（CBR 試験）	JIS A 1211	膨張比 3%以下
	コーン指数測定	表 2.1-2 参照	コーン指数(q_c)400kN/m ² 以上
	土の水溶性分試験	JGS 0214	塩化物含有量 1mg/g 以下
	土懸濁液の電気伝導度試験	JGS 0212	電気伝導度 200mS/m 以下
	土懸濁液の pH 試験	JGS 0211	pH6 以上かつ 9 以下

(2) 設計パラメーターを求めるための調査（本調査）

再生資材の適用性に関する調査において、要求品質を満足した「再生土砂」及び「混合材料」は、材料の性状に応じた試験項目を選択し、施工条件等に合わせた試験条件を設定して、設計検討に用いる設計強度を確認する必要がある。

以下に示す調査を実施し、盛土の設計検討に用いる設計強度を確認すること。

なお、盛土材料の試験は、再生資材の適用性に関する調査によって得られた情報を元に、盛土材料の性状が変化する毎に実施すること。

表 3.2-2 盛土の設計検討に関する試験項目

	試験項目	試験方法	備考
設計強度	土の突き固め試験	JIS A 1210	必須。
	土の一軸圧縮試験	JIS A 1216	施工条件等により選択する。
	土の圧密試験	JIS A 1217	粘性土を対象とする。
	土の透水試験	JIS A 1218	砂質土・礫質土を対象とする。
	土の三軸圧縮試験	JGS 規格に準拠	施工条件等により選択する。

【解説・説明】

(1) 再生資材の適用性に関する調査（予備調査）

リサイクルされた土砂及びコンクリートくずは、放射性物質及び有害物質により汚染されておらず、第2章に示す盛土材料としての要求品質を満足するか確認し、材料の性状を把握する必要がある。

リサイクルされた土砂及びコンクリートくずが、盛土材料としての要求品質を満足する場合、そのまま盛土材料として利用することができる。しかし、これらが要求品質を満足しない場合は、要求品質を満足する材料に改良するための対策や、コスト等を検討し、盛土材料の選定を行わなければならない。

また、リサイクルされた土砂及びコンクリートくずは、処理方法、処理設備等により品質が異なることが想定され、発生地域、発生源の土地利用が変化することで、同じ処理を実施した場合でも、品質が異なることが想定される。

そのため、再生資材の適用性に関する調査は、災害廃棄物の処理単位毎に、リサイクルされた土砂及びコンクリートくずを対象に情報収集を行い、不足する情報については、各処理場においてリサイクルされた土砂及びコンクリートくずを採取し、各試験を実施して確認することとする。

(2) 設計パラメーターを求めるための調査（本調査）

盛土の設計検討に用いる設計強度を得るため、盛土材料の性状に応じた試験項目を選択し、設計検討及び施工条件に合わせた試験条件を設定する必要がある。

盛土材料のせん断試験における試験条件は、「宅地土工指針(案)」において、表 3.2-3 のとおり示されている¹⁾。また、試験項目の選択は、再生資材の適用性に関する調査により得られた盛土材料の性状から適切な試験を選択することとする。

なお、盛土材料の調査は、材料の性状が変化する毎に実施することを原則とし、再生資材の適用性に関する調査により得られた盛土材料の情報より適切に設定することとする。また、盛土材料の設計強度を確認するための各試験は、現場含水比及び現場の締固め度に近い状態で供試体を作製し、試験を行うこととする。

なお、全応力法により地震時の安定計算を行う場合は、土の透水性に見合った排水条件によるせん断試験を実施し、有効応力法により安定計算を行う場合は、繰返し三軸試験等から地震時に土中に発生する間隙水圧を求める試験を実施し、検討に必要な強度を確認することとする。

表 3.2-3 盛土材料の強度試験における試験条件³⁾

検討時期		施工法	安定計算法	
			全応力	有効応力
常時	施工直後	透水性が低い場合 急速施工	一軸圧縮試験 三軸圧縮試験 (UU)	三軸圧縮試験 (CU)
		緩速施工	三軸圧縮試験 (UU)	
		透水性が高い場合	三軸圧縮試験 (CD)	三軸圧縮試験 (CD)
	施工後 長期間	透水性が低い場合	三軸圧縮試験 (CU)	三軸圧縮試験 (CU)
		透水性が高い場合	三軸圧縮試験 (CD)	三軸圧縮試験 (CD)

(3) ドレーン材の調査

「再生コンクリートくず」を法尻やドレーン部におけるドレーン材として用いる場合は、第2章に示すドレーン材としての品質を満足する材料であることを確認するため、表 3.2-4 に示す調査を行うこととする。

表 3.2-4 ドレーン材に関する調査

試験項目	試験方法
土の粒度試験	JIS A 1204
透水試験	JIS A 1218
三軸圧縮試験	JGS 規格に準拠

3.3 盛土の造成計画・造成設計

「再生土砂」及び「混合材料」を盛土材料として用いる場合は、盛土材料の性状に留意した造成計画及び造成設計を実施しなければならない。

なお、宅地造成全体の計画・設計の検討は、「宅地防災マニュアルの解説 第二次改訂版」等を参考に行うこと²⁾。

(1) 造成計画

災害廃棄物の処理計画等に留意した実現可能な材料調達を計画し、宅地造成に用いる盛土材料を円滑に入手できるよう、災害廃棄物の処理者と宅地造成の事業者の間で盛土材料の品質、量、時期等について相互に調整すること。

(2) 造成設計

宅地造成盛土における造成設計では、盛土の安定性や沈下、液状化等を検討し、盛土の形状や排水等の設計を行う。また、盛土の安定性等を確保するために盛土材料の改良等が必要な場合においては、盛土材料の改良等の検討を行う。

宅地造成盛土の造成設計においては、宅地の用途が将来的に変わる可能性があること、小規模建築物の基礎調査において粒径の大きな材料や「再生コンクリートくず」が調査を阻害する要因となること、小口径の杭基礎の施工において粒径の大きな材料や「再生コンクリートくず」が施工を阻害する要因となることなどから、最大粒径が100mmより大きい「再生土砂」や「混合材料」の利用は仕上げ面から5.5mより深部に限定し、また、仕上げ面から5.5mまでの範囲は小規模建築物を直接基礎による支持が可能な良質な盛土を構築するように、盛土材料を配置することが必要である。

なお、造成設計における宅地造成盛土の安定や沈下、液状化等の検討における留意事項については3.4項に示し、盛土材料の改良における留意事項については3.5項に示す。

【解説・説明】

(1) 造成計画

盛土造成に必要な「再生土砂」及び「再生コンクリートくず」が確保できない場合、事業全体の遅延等の原因となる。そのため、事業者は対象材料（「再生土砂」及び「再生コンクリートくず」）の品質・発生量・発生時期・ストック状況等を災害廃棄物の処理計画等で確認し、災害廃棄物の処理者との間でこれらを調整し、実現可能な材料調達を計画する必要がある。

なお、「再生コンクリートくず」は、コンクリートくずの再生資源化に際し、必要な破碎・粒度調整について災害廃棄物の処理者と宅地造成の事業者との間で相互に調整することにより、一定の品質を確保することが可能である。

(2) 造成設計における盛土材料の配置

宅地の用途が、戸建住宅等の小規模建築物（地上3階以下、建物高さ13m以下、軒高9m以下、及び延べ面積500m²以下の比較的小規模な建築物）の場合、基礎設計のための地質調査として、スウェーデン式サウンディング試験（以下、SWS試験と呼ぶ。）が多く用いられる³⁾。

「宅地土工指針（案）」によると、サウンディング試験による宅地造成地の調査深度は地表面下最低5.5mまで行うものとある¹⁾。しかし、SWS試験は粒径の大きな礫等に当たるとその上を空転してしまい、試験が行えないことがあり、粒径の大きい材料を含む「再生土砂」や「再生コンクリートくず」を含む「混合材料」は、SWS試験の実施に支障をきたすおそれがある⁴⁾。このため、盛土材料に最大粒径が100mmより大きい「再生土砂」及び「混合材料」を用いる場合は、小規模建築物の基礎調査を阻害する範囲には用いないよう、用地地表面下5.5m（土被りを50cmと想定）より深部とする。

また、「小規模建築物基礎設計指針」によると、SWS試験による基礎底面以深5m

の調査結果から、建築物の基礎形式の選定方法例が示されている。小規模建築物の場合、建築物の基礎底面から 5m までの範囲に自沈層が分布する場合、図 3.3-1 に示すように基礎形式として杭基礎が選定される可能性がある³⁾。

しかし、盛土材料に粒径の大きな材料が含まれると、これが障害となり小口径の杭の施工を阻害する要因となるため、小規模建築物の基礎形式に杭基礎を選定することが困難となる。そのため、盛土材料として最大粒径が 100mm より大きい「再生土砂」及び「混合材料」を用いる場合は、小規模建築物を直接基礎等による支持が可能となるよう、品質の良い盛土を構築する必要がある。

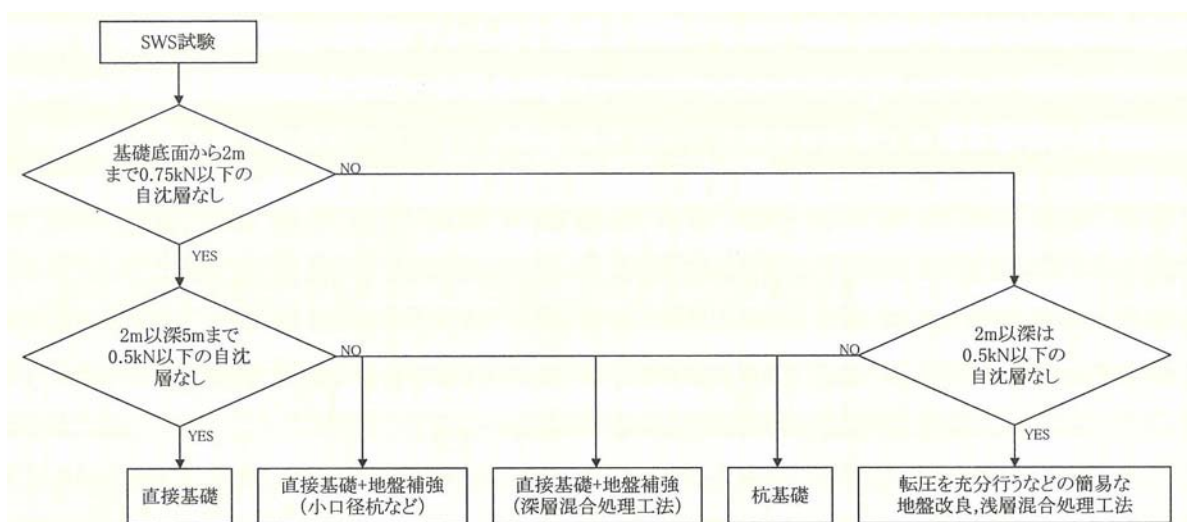


図 3.3-1 SWS 試験の貫入抵抗による基礎形式の選定例³⁾

なお、直接基礎等による支持が可能な地盤の長期応力度は、表 3.3-1 に示す地盤の長期許容応力度と建築物の基礎の構造方法を参考にすること⁴⁾。

表 3.3-1 地盤の長期許容応力度と建築物の基礎の構造方（出典資料²⁾に加筆）

長期許容応力度 (kN/m ²)	基礎の構造方法		
	基礎ぐい	べた基礎	布基礎
20 未満		×	×
20 以上 ~ 30 未満			×
30 以上			

「混合材料」を用いた宅地造成盛土を再掘削する場合、「混合材料」は「再生コンクリートくず」を用いることから、「再生コンクリートくず」混じりの土砂が発生する。「再生コンクリートくず」混じりの土砂は、土砂と「再生コンクリートくず」を分別し、直ちに次の工事に自ら利用する場合は資源として扱える。しかし、自ら利用せず「再生コンクリートくず」混じりの土砂を外部に搬出する場合には、許可業者を介しての処理が必要な産業廃棄物となることに留意する必要がある。

3.4 宅地造成盛土の安定性の検討

宅地造成盛土に「再生土砂」及び「混合材料」を用いる場合は、盛土材料の施工性及び安定・沈下における特性に留意した設計を実施しなければならない。また、ドレーン工による排水設計においても、盛土材料の性状に留意した設計を実施しなければならない。

なお、原地盤を含む設計及び安定・沈下の検討は、「宅地防災マニュアルの解説 第二次改訂版」等を参考に行うこと²⁾。

(1) 盛土のり面の安定検討

盛土のり面の安定性の検討は、円弧すべり面法を標準とし、現地状況等に応じて適切な安定計算式を用いて行うこと。なお、盛土のり面の安定に必要な最小安全率(F_s)は、盛土施工直後において $F_s = 1.5$ 、地震時において $F_s = 1.0$ を確保すること。

また、盛土のり面の安定検討は、建物荷重等の施工後にかかる荷重を考慮して検討することとし、安定計算に用いる粘着力(c)及び内部摩擦角(ϕ)の設定は、盛土に使用する土を用いて、現場含水比及び現場の締固めに近い状態で供試体を作製し、せん断試験を行うことにより求めることを原則とする。

なお、安定計算の結果、安定に必要な安全率を満足しない場合は、設計条件の見直し、盛土材料の改良等の検討を行い、盛土のり面の安定性を確保すること。

(2) 盛土全体の安定検討

盛土全体の安定性の検討は、「宅地防災マニュアルの解説 第二次改訂版」に示される場合に実施すること²⁾。

盛土全体の安定性については、二次元の分割法により検討することを標準とし、現地状況等に応じて適切な安定計算式を用いて行うこと。また、盛土の安定については常時の安全性を確保するとともに、最小安全率(F_s)は、大地震時に $F_s = 1.0$ とすること。

(3) 液状化検討

宅地造成盛土は、盛土内に地下水位を発生させないことを原則とし、地震時の盛土の液状化を発生させないこととする。ただし、原地盤からの湧水等により、盛土内に地下水位が発生する場合は、盛土内の排水設計と併せて、盛土材料の粒度組成の改善、安定処理等により過剰間隙水圧の発生を抑え、液状化しないよう対策工の検討を実施すること。

(4) 沈下検討

盛土の沈下検討は、建物荷重等の施工後にかかる荷重を考慮した沈下予測を実施することとし、建物荷重等による施工後の沈下量及び不同沈下が、盛土上の構造物における許容値を満足するよう、造成計画等を検討すること。

なお、高盛土における盛土の自重による圧縮沈下についても留意し、プレロードによる沈下促進や動態観測等を行い、品質の良い盛土を構築すること。

(5) ドレーン工による排水設計

「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場合、盛土材料の吸い出し、目詰まりによる排水機能の低下、パイピング等を引き起こさないよう、ドレーン材の粒度調整及びフィルター材の検討を適切に行うこと。

【解説・説明】

(1) 盛土のり面の安定検討

のり面の勾配等の盛土の形状を検討するにあたり、盛土のり面の安定検討を行う必要がある。

盛土のり面の安定性は、「宅地防災マニュアルの解説 第二次改定版」等に示される円弧すべり面法を標準とするが、現地状況等に応じて適切な安定検討方法を用いて検討を行うことが必要である²⁾。また、盛土のり面の安定に必要な最小安全率 (F_s)

は、盛土施工直後において $F_s = 1.5$ 、地震時において $F_s = 1.0$ を確保する必要がある。

なお、盛土のり面の安定性を検討する場合、建物荷重等による影響を考慮した安定性の検討することが望ましい。参考に、「小規模建築物基礎設計指針」に示される一般的な小規模建築物（木造・鉄骨造等の住宅）の基礎まで含めた建築面積あたりの荷重を表 3.4-1 に示す³⁾。

表 3.4-1 建物の荷重³⁾

階数	荷重(kN/m ²)
1階建て	7(5~9)
2階建て	10(8~12)
3階建て	14(12~16)

一般的な木造・鉄骨造住宅の荷重（総荷重 / 建築面積）

また、盛土のり面の安定計算に用いる粘着力(c)及び内部摩擦角(ϕ)の設定は、盛土に使用する材料を用いて、現場含水比及び現場の締固め度に近い状態で供試体を作製し、せん断試験を行うことにより求めることを原則とする。盛土のり面の安定検討の結果、所定の安全率を満たさない場合は、盛土のり面勾配等の設計条件を見直し、盛土の安定に必要なせん断強度を有するよう、安定処理による盛土材料の改良等の対策を検討しなければならない。

安定処理による盛土材料の改良等を行う場合は、盛土の安定性を満足するせん断強度を把握することにより改良体の仕様を決定するとともに、盛土のり面の安定計算等により、盛土の改良範囲を検討することが必要である。

また、盛土内に原地盤からの湧水等により盛土内に地下水位が発生すると、地下水位以下の盛土の強度が低下し、盛土の安定性が低下する。そのため、盛土内に地下水位が発生するおそれのある場合においては、ドレーン工等により盛土内に地下水位を発生させないよう、十分な排水設計を行うことが必要である。

なお、盛土のり面の安定における対策は、3.5 項に示す盛土材料の改良と併せ、「宅地防災マニュアルの解説 第二次改訂版」等を参考に、原地盤を含めた対策の検討

を行うこと²⁾。

(2) 盛土全体の安定検討

盛土全体の安定性の検討は、「宅地防災マニュアルの解説 第二次改定版」に示されているように、「谷埋め型大規模盛土造成地」及び「腹付け型大規模盛土造成地」について実施するものとし、前項の(1) 盛土のり面の安定検討のみならず、必要に応じてこれを参考として、実施するものとする²⁾。

盛土全体の安定性は、「宅地防災マニュアルの解説 第二次改定版」等に示される二次元の分割法を標準とするが、現地状況等に応じて適切な安定計算式を用いて検討を行うことが必要である²⁾。また、盛土全体の安定は、常時の安全性を確保するとともに、最小安全率(F_s)は、大地震時(発生確率は低い直下またはプレート境界で発生する地震を想定した高レベルの地震動)に $F_s = 1.0$ を確保する必要がある。

盛土全体の安定計算に用いる粘着力(c)及び内部摩擦角(ϕ)の設定は、盛土に使用する材料を用いて、現場含水比及び現場の締固め度に近い状態で供試体を作製し、せん断試験を行うこと求めることを原則とする。盛土全体の安定検討の結果、所定の安全性を満たさない場合は、設計条件を見直し、盛土の安定に必要なせん断強度を有するよう、安定処理による盛土材料の改良等の対策工を検討しなければならない。

安定処理による盛土材料の改良等を行う場合は、盛土の安定性を満足するせん断強度を把握することにより改良体の仕様を決定するとともに、盛土全体の安定計算等により、盛土の改良範囲を検討することが必要である。

また、盛土内に原地盤からの湧水等により盛土内に地下水位が発生すると、地下水位以下の盛土の強度が低下し、盛土の安定性が低下する。そのため、盛土内に地下水位が発生するおそれのある場合においては、ドレーン工等により盛土内に地下水位を発生させないよう、十分な排水設計を行うことが必要である。

盛土全体の安定における対策は、3.5 項に示す盛土材料の改良と併せ、「宅地防災マ

ニュアルの解説 第二次改訂版」等を参考に検討を行うこと²⁾。

(3) 液状化検討

「再生土砂」のうち津波堆積物を起源とするものは、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）」が主であり、サンプリング結果においても粒度分布の悪い（粒径幅の狭い）砂質土の材料であることが確認された。

盛土材料が砂質土を主体とする場合、盛土内に地下水位が分布すると地震時に盛土内の過剰間隙水圧が上昇し、盛土自体の液状化のおそれがある。そのため、ドレーン工等により盛土内に地下水位を発生させないよう、十分な排水設計を行うことが必要である。

しかし、腹付け盛土など原地盤からの湧水等により、盛土内の地下水位の発生が想定される場合は、ドレーン工等による排水設計に併せ、「混合材料」の利用による粒度改善や、安定処理等による盛土の品質改良により、地震時の間隙水圧の抑制等の対策の検討を行う必要がある。

なお、セメント系固化材による安定処理を行った場合、改良土の透水性が低下するため、盛土内に地下水位が想定される場合は、十分な排水設計を行うこと。

参考に、「港湾の施設の技術上の基準・同解説」に示される液状化の可能性のある土の粒度組成を図 3.4-1 に示す⁵⁾。

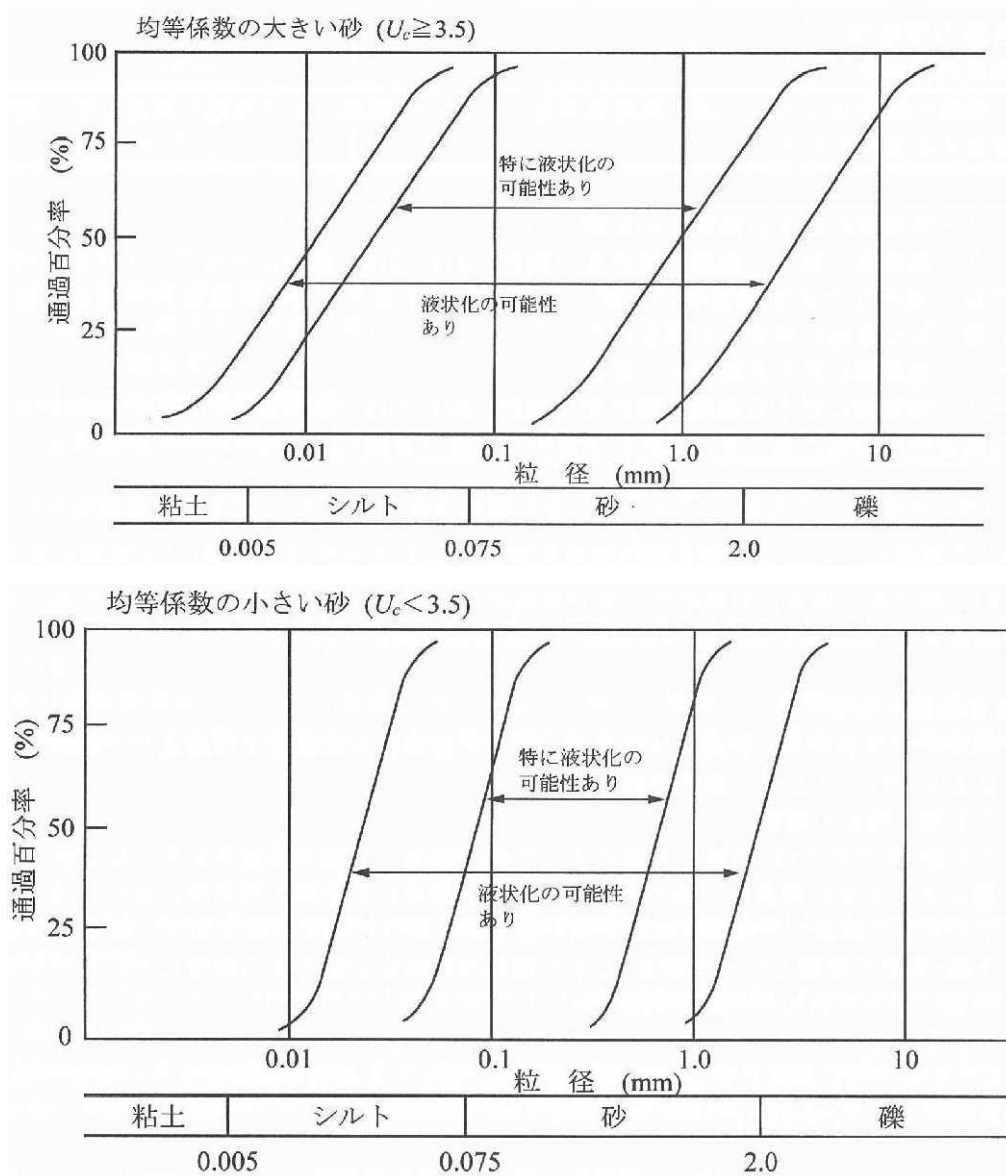


図 3.4-1 液状化の可能性のある土の粒度⁵⁾

(4) 沈下検討

「再生土砂」のうち津波堆積物を起源とするものは、サンプリング結果において砂質土主体の材料であることが確認された。しかし、今回採取した「再生土砂」は、主に市街地部を発生源としており、農地等を発生源とする「再生土砂」は、粘性土主体の材料となる可能性がある。

粘性土主体の盛土材料を用いて盛土高 15m 以上の高盛土を行う場合、盛土自身の荷重による沈下のおそれがあるため、盛土自身の圧縮沈下を考慮することが必要であ

る²⁾。なお、高盛土における圧縮沈下の詳細な検討方法は、「宅地防災マニュアルの解説 第二次改訂版」に示されているので、これを参考に検討を行うこと²⁾。

盛土造成地に軟弱地盤が分布する場合、建物荷重等の施工後に加わる荷重により、盛土施工後に新たに沈下が発生するおそれがある。また、施工期間中に盛土材料の品質が変わることにより、盛土が不均質となる場合、不同沈下を引き起こすことが想定される。

そのため、盛土の沈下検討を行う場合、建物荷重等による影響を考慮した沈下予測を行い、施工後の沈下量及び不同沈下が、盛土上の構造物における許容値以下となるよう造成計画等を検討すること。

また、盛土の沈下対策として、プレロード等による沈下促進や、動態観測等を行うことにより、施工後に沈下のおそれのない品質の良い盛土を構築することが望まれる。参考に、小規模建築物基礎設計指針に示される一般的な小規模建築物（木造・鉄骨造等の住宅）の基礎まで含めた建築面積あたりの荷重を表 3.4-1 に、許容沈下量及び不同沈下の設計目標の参考値を表 3.4-2、表 3.4-3 に示す³⁾。

表 3.4-2 許容沈下量の参考値(cm)³⁾

沈下の種類	即時沈下		圧密沈下	
	布基礎	べた基礎	布基礎	べた基礎
標準値	2.5	3~(4)	10	10~(15)
最大値	4	6~(8)	20	20~(30)

標準値：不同沈下による亀裂がほとんど発生しない限度値
 最大値：幾分かの不同沈下亀裂が発生するが障害にならない限度値
 ()：剛性の高いべた基礎の値

表 3.4-3 不同沈下の設計目標の参考値³⁾

不同沈下	設計目標値
傾斜角	3 / 1000 以下
変計角	2.5 / 1000 以下

(5) ドレーン工による排水設計

「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場合、盛土材料とドレーン工の粒度組成に大きな差があると、盛土材料の吸い出し、目詰まり、パイピング等を引き起こし、ドレーン工の排水機能の低下、盛土の安定性の低下の原因となる。

ドレーン工による排水対策を行う場合は、盛土材料の吸い出し等を防止するためにドレーン材の粒度調整及びフィルター材の検討等を行い、排水設計を行うことが必要である。

3.5 盛土材料の改良

宅地造成盛土は、施工後に安定・沈下等の問題が発生しないよう、品質の良い盛土を構築することが必要である。また、宅地造成に用いる材料は、第2章に示す盛土の要求品質を満足しなければならない。

盛土の安定に必要な強度は、盛土の規模や形状等により異なり、盛土の規模が大きい場合等においては、盛土の安定に必要な強度はより大きなものが必要となる。そのため、盛土材料が第2章に示す盛土材料としての要求品質を満足している場合でも、盛土の安定に必要な強度を有しているとは限らない。

盛土材料を改良する場合においては、盛土の安定性を満足する強度を確認し、盛土材料の性状に適した工法を選択することが必要である。

また、盛土材料の改良工法の検討にあたっては、改良に必要な施工エリア、施工期間、コスト等を検討することも必要である。

【解説・説明】

(1) 盛土材料の物理的・力学的品質の改良

盛土の規模やのり面の形状等の設計条件が異なる場合、盛土の安定に必要な強度は異なる。盛土の規模が大きい場合等は、のり面の安定に必要なせん断強度は大きくなり、第2章に示す盛土の要求品質を満足する盛土材料においても、安定に必要な強度を有するとは限らない。

盛土の安定・沈下検討の結果、盛土が所定の安定性を満足しない場合は、粒度改善や安定処理等により、盛土が所定の安定性を満足する強度を有するよう、盛土材料の物理的・力学的品質の改良を検討する必要がある。

盛土材料の改良においては、盛土の規模等により安定性に必要な強度が異なるため、盛土の安定性を満足する強度を把握し、盛土材料の性状に適した工法の選定をするこ

とが必要である。

また、盛土材料の改良工法の検討に併せて、必要な施工エリアや、施工期間、コスト等の検討を行うことが必要である。

なお、宅地造成に用いる材料が、第2章に示す最大粒径・粒度組成、強度（コーン指数）及び吸水膨張特性の要求品質を満足しない場合においても、要求品質を満足するよう粒度改善や安定処理等により品質の改善を行う場合においては、宅地造成盛土に使用することができる。

盛土材料の改良は、盛土材料の性状、盛土の安定に必要な強度等を考慮し、最適な工法の選定を行うことが必要である。盛土材料の改良工法として、参考に「建設発生土利用技術マニュアル 第3版」に示される主な土質改良工法とその概要を表3.5-1に示す⁷⁾。

表 3.5-1 土地造成（宅地造成）における主な土質改良工法（出典資料⁷⁾より作成）

工法	効果	概要
水切り 天日乾燥	含水比低下	自然含水比が高く十分な締固め度が得られない材料を、天日乾燥により含水比を低下させること。 工期や敷地に余裕がある場合用いられる。
サンドイッチ工法	含水比低下 補強	含水比の高い細粒土と含水比の低い粗粒土を交互に盛立てることによって含水比の低下を図る工法。
良質土混合	粒度改善	粒径が均一で締め固めにくい場合等に粗粒土・細粒土等を混合して粒度組成を改善する方法。
安定処理等 原位置安定処理	強度増加	セメントや石灰等の固化材を添加する安定処理工法。 土質改良プラント等を設置する敷地が確保できない場合、盛土位置に対象土を敷き均しておいてから、スタビライザー等により改良材を混合して転圧する方法もある。

なお、盛土材料をセメントや石灰等を用いて安定処理を行う場合は、事前の調査における配合試験により添加材・添加量等の仕様を設定する必要がある。また、改良土から周辺地盤へのアルカリ溶出に注意し、仕上がり面に植栽を行う場合には、植栽の生育不良等の問題が想定されるため、覆土等の対策の検討も併せて実施することが必要となる。

また、良質土との混合を行う場合は、混合した土を用いて強度・品質の確認を行い、宅地造成盛土の安定に必要な強度や、盛土材料としての要求品質を満足していることを確認すること。

盛土材料の改良工法は、「発生土利用促進のための改良工法マニュアル」等を参考に、盛土材料の性状及び改良目的に応じて、適切な対策工法の選定を行うこと⁶⁾。また、原地盤を含めた対策については、「宅地防災マニュアルの解説 第二次改訂版」等を参考に対策工法の検討を行うこととする²⁾。

(2) 盛土材料の化学的品質の改善

宅地は利用用途の変更や、宅地所有者の変更が想定されるため、リサイクルされた土砂及びコンクリートくずが、第2章に示す塩化物含有量、pH、電気伝導度の要求品質を満足しない場合、盛土材料として利用しない。

ただし、要求品質を満足しない材料は、洗浄や良質土との混合により要求品質を満足するものとした場合、盛土材料として利用することができる。材料の塩化物含有量、pH、電気伝導度等の化学的品質の改善は、新技術情報提供システム（NETIS）等を参考に、盛土材料の性状、材料の改善に必要な作業スペース、作業期間、コスト等に留意して適切な工法の選定を行うことが望ましい。

また、中性化処理や安定処理等により、新たに重金属の溶出の可能性がある場合は、中性化処理や安定処理後の改良土を用いて溶出試験等を行い、有害物質を含まないことを確認すること。

参考に、農地の除塩マニュアルに示される除塩方法（例）を示す⁸⁾。

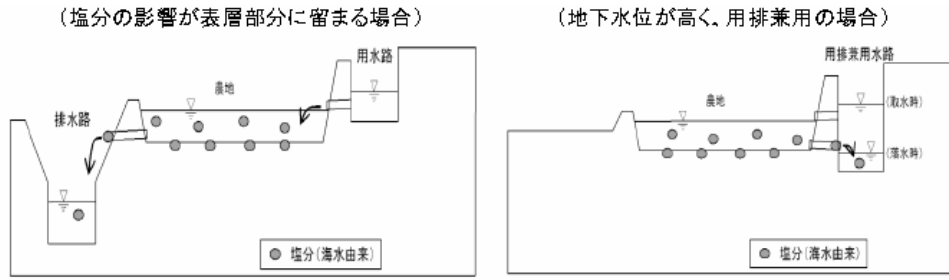


図 3.5-1 除塩の方法 (例) 8)

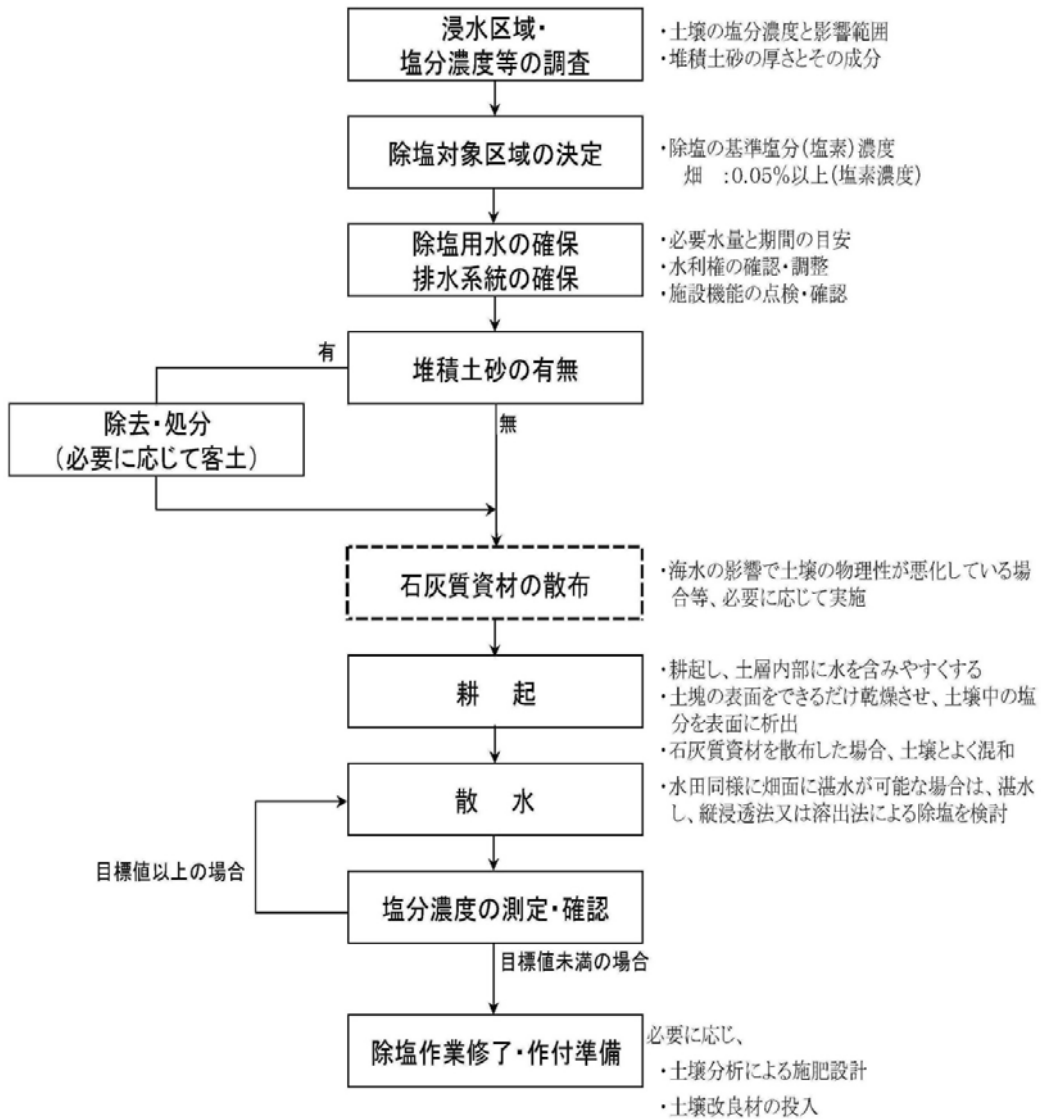


図 3.5-2 除塩作業のフロー (畑の場合) 8)

《出典資料》

- 1) 「宅地土工指針（案）；独立行政法人 都市再生機構」H20.4
- 2) 「宅地防災マニュアルの解説 第二次改訂版 ；ぎょうせい」H19.12.5
- 3) 「小規模建築物基礎設計指針；社団法人 日本建築学会」H20.2.25
- 4) 「地盤調査の方法と解説；社団法人 地盤工学会」H16.9.23
- 5) 「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
- 6) 「発生土利用促進のための改良工法マニュアル；財団法人 土木研センター」H9.12
- 7) 「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
- 8) 「農地の除塩マニュアル；農林水産省農村振興局」H23.6

第4章

宅地造成盛土の施工における留意事項

第 4 章 宅地造成盛土の施工における留意事項

4.1 適用範囲

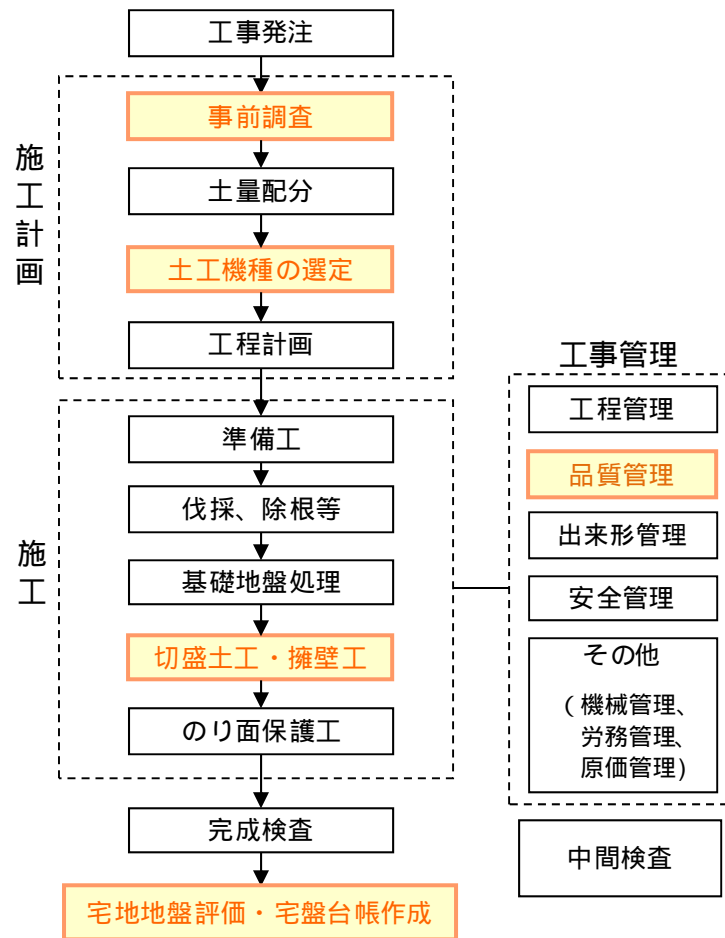
本章は、宅地造成地の盛土材料に「再生土砂」及び「混合材料」を用いる場合について、その材料の性質や施工性の観点に基づき、施工にあたって留意すべき事項を中心に記載したものであり、当該材料を盛土材料として活用する場合は、土工全体の基本的かつ具体的な流れにおいて考慮すべき留意点に加えて、本ガイドラインに記載する留意点を認識して活用しなければならない。

【解説・説明】

一般的な土工において取扱う材料は、ほとんど天然の土や岩であるが、本ガイドラインは、災害廃棄物のうち、宅地造成地の盛土材料として「再生土砂」の単独利用や「再生土砂」と「再生コンクリートくず」とを混合した「混合材料」の利用を対象としている。

盛土材料の活用にあたっては、第 2 章で示した盛土材料としての品質を満足するものを要求するが、これまでに適用の例がない未経験分野の材料であることから、一般的な土工における留意点とは別に、これらの材料が有する性質と施工性の立場から、適切な施工を行うために留意すべき事項を認識しておく必要がある。

工事発注以降における宅地土工の流れの基本は、図 4.1-1 に示すとおりであるが、本章は、主として盛土施工に係わる部分について特記したものである。



赤字は第4章で留意事項を示す対象

図 4.1-1 宅地土工の流れ (出典資料¹⁾に加筆)

表 4.1-1 施工計画

項目		一般的な土工における事項	関連・追記項目
施工計画	事前調査	・地形、地質、土質、気象、河川等施工条件	調達検討
	土量配分	・土量計算、工区分割、土量配分	
	土工機種の選定	・伐開、掘削、積込、運搬、敷き均し、締固め、のり面仕上げ	転圧仕様
	工程計画	・施工性、経済性、作業能力、作業日数、台数	

表 4.1-2 施工及び工事管理

項目		一般的な土工における事項	関連・追記項目
施 工	準備工	・ 測量、工事用道路、防災施設、環境保全対策工	
	伐開、除根等	・ 伐開除根、表土保全、樹木移植	
	基礎地盤処理	・ 排水工、サンドマット、軟弱地盤対策工	
	切盛土工・擁壁工	・ 段切り、不良土の処理、降雨対策工（施工中、施工後）	盛土の施工
	のり面保護工	・ のり面仕上げ、のり面保護	
工事管理	工程管理 品質管理 出来形管理 安全管理 その他管理	・ 施工管理、工事の進捗状況、工事計画の修正 ・ 品質管理、作業基準、品質管理基準 ・ 出来型管理基準、写真撮影 ・ 安全管理のための法規、技術指針 ・ 機械管理、労務管理、原価管理	管理項目・基準

表 4.1-3 記録管理

項目	一般的な土工における事項	関連・追記項目
宅地地盤評価・ 宅盤台帳作成	・ S W S 試験等調査、許容応力度計算、沈下量計算、 動態観測結果	盛立材料の記録

4.2 施工計画

(1) 事前調査

「再生土砂」の単独利用や「再生コンクリートくず」との混合利用である「混合材料」を盛土材料として活用するには、計画する宅地造成に必要な盛土量に対して、災害廃棄物のリサイクル処理工程と盛土材料としての要求品質を満足する発生土量を事前に調査確認し、盛立工程にあわせて円滑に入手できるよう盛土材料の調達方法（対象材料・要求品質・量・発生時期・ストック状況等）を踏まえて施工計画を立案すること。

(2) 締固め機種を選定

運搬された盛土材料を一定の厚さで敷均した後、材料の性質や施工条件を考慮して、所定の締固めが行われるような機種を選定すること。

【解説・説明】

「再生土砂」や「再生コンクリートくず」ならびに両者の「混合材料」を盛土材料として活用するには、廃棄物の処理状況と調達方法を事前に調査して、円滑な盛土施工を行えるよう施工計画に反映する必要がある。

また、対象とする盛土材料は、未経験分野の材料であることから、施工時の品質管理基準値に合致する所定の締固めが可能な締固め機種を適切に選定する必要がある。

(1) 処理状況の確認について

マスタープランによると、仮置場における分別・破砕等の処理は、平成26年3月までを目途に実施されるとある²⁾。このことから、それまでに盛土材料として活用する「再生土砂」及び「再生コンクリートくず」を確保する必要がある。

「再生土砂」及び「再生コンクリートくず」を盛土材料として活用するのは、造成

の盛立段階であることから、各地の災害廃棄物の処理工程にあわせた利用のためのスケジュール設定や、工程計画の策定が必要となる。

宮城県と岩手県における災害廃棄物の処理計画の概要は、表 4.2-1 のとおりであるが、実際の調達や受入にあたっては、当該県の災害廃棄物処理担当部局に問合せを行い、具体的な調達窓口やその方法について確認することが必要である。

表 4.2-1 災害廃棄物の処理計画の概要（出典資料^{3),4)}より作成）

	宮城県	岩手県
計画	宮城県災害廃棄物処理実行計画（第一次案） 平成 23 年 8 月 4 日	岩手県災害廃棄物処理詳細計画 平成 23 年 8 月 30 日
概要	<p>宮城県と仙台市と利府町を除く沿岸市町においては、ブロックごとに廃棄物の処理が実施される。既に処理は一部で着手されており、平成 24 年 3 月頃から再生資材が利用可能となるとされる。</p> <p>特に下記ブロックでは、概ね 1 年を目標として被災地から災害廃棄物を搬出し、概ね 3 年以内の処理終了を目指しており、廃棄物の処理は平成 25 年の末までに完了の予定である。</p> <p>気仙沼ブロック （気仙沼市、南三陸町）</p> <p>石巻ブロック （石巻市、東松島市、女川市）</p> <p>宮城東部ブロック （塩釜市、多賀城市、松島町、七ヶ浜）</p> <p>亘理・名取ブロック （名取市、岩沼市、亘理町、山元町）</p>	<p>生活環境に支障が生じる災害廃棄物を 23 年 7 月までに移動完了させ、その他災害廃棄物は平成 25 年度末を目処に被災現場からの移動を完了させる。</p> <p>処理については、平成 25 年度末を目処に実施するとされる。</p> <p>撤去：平成 24 年 3 月まで（1 年以内） 処理：平成 26 年 3 月まで（3 年以内）</p>
調達期間	<p>調達可能な期間 平成 25 年 12 月末までが想定される</p> <p>ストック期間 上記期間以降の工程設定が必要となる</p>	<p>調達可能な期間 平成 26 年 3 月末までが想定される</p> <p>ストック期間 上記期間以降の工程設定が必要となる</p>

(2) 締固め機械

宅地土工で主となる締固めは、盛土本体の締固めであり、これは面積が広く層厚も大きい場合が多い。「宅地土工指針（案）」及び「道路土工 盛土工指針」によると、対象とする盛土材料には、タイヤローラー、振動ローラー、タンピングローラー等が有効と考えられる^{1),5)}。しかし、盛土本体の締固めはブルドーザーにより締め固めて

いることが多いのが現状である。

表 4.2-2 土質と盛土の構成部分に応じた締固め機種（出典資料⁵⁾に加筆）

盛土の構成部分	締固め機種 土質区分	ロードローラ	タイヤローラ	振動ローラ	自走式 タンピングローラ	被けん引式 タンピングローラ	ブルドーザ		振動コンバクタ	タンパー	備考	
							普通型	湿地型				
盛土 路体	岩塊等で掘削締固めによっても容易に細粒化しない岩			◎					※	※大	硬岩	
	風化した岩，土丹等で部分的に細粒化して良く締め固まる岩等		○大	◎	○	○			※	※大	軟岩	
	単粒度の砂，細粒度の欠けた切込砂利，砂丘の砂等			○					※	※	砂礫まじり砂	
	細粒分を適度に含んだ粒度の良い締固めが容易な土，まさ，山砂利等		◎大	○	○				※	※	砂質土 礫まじり砂質土	
	細粒分は多いが鋭敏性の低い土，低含水比の関東ローム，砕き易い土丹等		○大		◎	◎				※	※	粘性土 礫まじり粘性土
	含水比調整が困難でトラフィカビリティーが容易に得られない土，シルト質の土等							●				水分を過剰に含んだ砂質土
	関東ローム等，高含水比で鋭敏性の高い土							●	●			鋭敏な粘性土
路床	粒度分布の良いもの	○	◎大	◎					※	※	粒調材料	
	単粒度の砂及び粒度の悪い礫まじり砂，切込砂利等	○	○大	◎					※	※	砂礫まじり砂	
裏込め			○	◎小					※	※	ドロップハンマを用いることもある。	
のり面	砂質土			◎小					◎	※		
	粘性土			○小			○		○	※		
	鋭敏な粘土，粘性土							●		※		

◎：有効なもの
 ○：使用できるもの
 ●：トラフィカビリティーの関係で他の機械が使用できないのでやむを得ず使用するもの
 ※：施工現場の規模の関係で，他の機械が使用できない場所でのみ使用するもの
 大：大型のもの
 小：小型のもの
 （高速道路調査会資料を基に作成）

盛土の安定や沈下等の問題に関して締固めは非常に重要な意義を有しており、施工仕様策定のための試験施工に基づき、所定の締固めが行われるような機種を選定するのが望ましい。特に、ブルドーザによる締固めを行う場合は、使用するブルドーザにより敷均し厚さ、締固め回数の入念な検討が必要である。

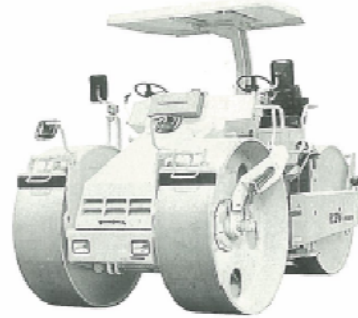
表 4.2-3 に締固め機種とその概要を示す。

表 4.2-3 締固め機種の概要（出典資料⁶⁾より作成）

区分	機械名	概要
静的荷重方式	タイヤローラー	空気入りタイヤの特性を利用して締固めを行う機械。タイヤの接地圧はタイヤ荷重と空気圧との関係で変化し、一般に空気圧を上げれば締固め効果は大きく、下げれば支持力の低い地盤にも対応できるようになる。自走式と被けん引式がありバラストの付加も可能である。
	ロードローラー（参考）	表面が滑らかな円筒径鉄輪を車軸とする自走式締固め機械。鉄輪の配置により三輪式マカダム型と二軸式及び三軸式のタンデム型がある。自重のほかにバラストを付加できるようになっており、施工条件に対応させる。
動的荷重方式	振動ローラー	平滑胴ローラーに起振機を直接取り付け、振動によって土の変化抵抗を小さくして、小さな荷重で大きな締固め効果を得るもの。種類としてはタンデム型が多く、鉄輪とタイヤのコンバインド型にはタイヤ駆動型タイヤ結合型がある。自走式と被けん引式がある。
衝撃的荷重方式	タンピングローラー	ローラーの表面に突起をつけたもので、その形状によってテーパーフットローラー、シープスフットローラー等の種類がある。これらは突起の先端に荷重を集中させることができるので、他のローラーに比べて深部まで締固め効果がおよぶ。自走式と被けん引式があり、バラストの付加も可能である。



タイヤローラー



ロードローラー



振動ローラー



タンピングローラー

図 4.2-1 締固め機械⁷⁾

4.3 施工仕様策定のための試験施工

再生資材の宅地造成盛土への適用にあたっては、「再生土砂」や「混合材料」の未経験分野での施工を行うことから、事前の調査検討に加えて、事前調査のみでは得られない経験的情報を得ることにより、設計、施工の確実性を高め、施工計画に反映させることが重要である。

盛土の品質で最も重要なのは、盛土が均等によく締っており、土構造物として恒久的安定を保つことであり、本格的な施工に先立って、次の4つの要素と締固め度の関係を試験盛土によって確かめておき、施工時の品質管理の方法や手段を定めておくことが必要である。

締固め機械の種類
一層の締固めの厚さ
締固めの回数
施工含水比の状態

【解説・説明】

試験施工は、工事の設計方針、施工方法などを検討するために、本格的な工事の着手に先立って実際の現場で施工を試みることである。

通常の工事では、事前に行われる諸調査の結果をもとに、設計、施工が行われる。しかし、対象とする盛土材料は未経験分野の材料であることから、試験施工を行って、実測データが盛土の安定・沈下等の設計時の考え方に適合しているかを確認し、設計及び施工に活かすことが必要であり、有効である。

試験施工を実施する際は、事前調査の成果をよく検討することに加え、蓄積される試験施工の実例などを参考に、所定の目的が達せられる試験施工を実施しなければならない。

試験施工の結果は、よく検討した上で当該工事に活用することになるが、これら試

験結果は極めて貴重な技術資料となるため、これを広く公開することが望ましく、資料の保存は組織的に連携をとって行われることが望ましい。

(1) 検討内容

試験盛土においては、締固め機械の種類、一層の締固めの厚さ(仕上り厚さ)、締固め回数(転圧回数)、施工含水比の状態(施工含水比)を組合せて、最適な施工方法を検討するとともに、以下の項目について検討を行う。

設計値の妥当性(試験盛土での密度、粒度等の確認)

施工時の材料の変化と施工性(トラフィカビリティーや材料の変化など)

管理試験方法

品質管理基準

(2) 試験盛土の規模

試験盛土の方法は、試験の目的、盛土の規模、対策工の種類等によって異なり、一律に定められない。試験盛土を実施する面積は、締固め機械の走行状況が判断でき、かつ盛土箇所から十分な試料用のサンプリングができるだけの広さが必要であり、高さも基盤の影響を考慮して概ね 1m 程度が必要となる。

また、ひとつの盛土材料について、1 ブロックの幅 4m、長さ 10~20m 程度の面積で行われることが多いとされ、試験結果は、締固め度とコーン指数等の締固め管理値との関係で整理し、最も合理的な施工方法を求める。

参考に、「基盤整備工事共通仕様書・施工関係基準」に示される試験盛土の方法を表 4.3-1 に示す⁸⁾。なお、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め固めることとされていることから、試験盛土のまき出し厚さは概ね 30cm 以下とする。

表 4.3-1 試験盛土の方法（出典資料⁸⁾を一部修正）

品質管理の方法	品質管理 (1) 基準密度に対する百分率で管理 (2) 空気間隙率（及びコーン指数）で管理	工法管理 〔岩塊 材料〕
盛土の大きさ	幅：4m 以上 長さ：10m 以上	同左
まき出し厚さ	概ね 30cm 以下	同左
転圧回数	2~10 回 まき出し厚 1 種につき 4 種以上換えて行う。	同左
転圧機種	現場の土質に適した 1 機種または 2 機種	同左
試験及び測定	表 4.3-2 参照	同左
試験結果と まき出し厚さ 及び 転圧回数の決定	(1) まき出し厚さ、転圧回数及び乾燥密度の 関係から、所定の締固め度を得られる組 合せを決定する。 (2) まき出し厚さ、転圧回数及び空気間隙率 (及びコーン指数)の関係から、所定の 締固め度の得られる組合せを決定する。	まき出し厚さ、転圧回 数及び表面沈下量の関 係から組合せを決定す る。

表 4.3-2 試験及び測定項目とその頻度⁸⁾

試験・測定項目		規格	頻度
締固め基準 作成のため の試験	土の含水比試験	JIS A 1203	試験盛土で代表的試料土 を採取して実施する。
	土粒子の密度試験	JIS A 1202	
	れきのかさ比重及び吸水量試験	-	
	突固めによる土の締固め試験	JIS A 1210	
現場測定	含水比、現場密度測定	JIS A 1203 JIS A 1214	転圧回数ごとに 4 箇所以 上
	沈下（表面、内部）測定	-	
	原位置強度試験	土のコーン指 数試験など	
	締固め速度	-	毎回

「再生土砂」及び「混合材料」を盛土材料として用いる場合の試験盛土の条件例を以下に示す。

表 4.3-3 試験条件の例

因子	基本数	適用
盛土材料	2 材料	再生土砂 混合材料
施工含水比	1~2 種	自然含水比 最適含水比 最適含水比+ (湿潤)
締固め機種	1~2 機種	ブルドーザー タイヤローラー 振動ローラー タンピングローラー
仕上げ厚さ (まき出し厚さ)	1 種	30cm × 3 層 (30cm+) × 3 層
締固め回数	4 種~	N=2 回、4 回、6 回、8 回、10 回

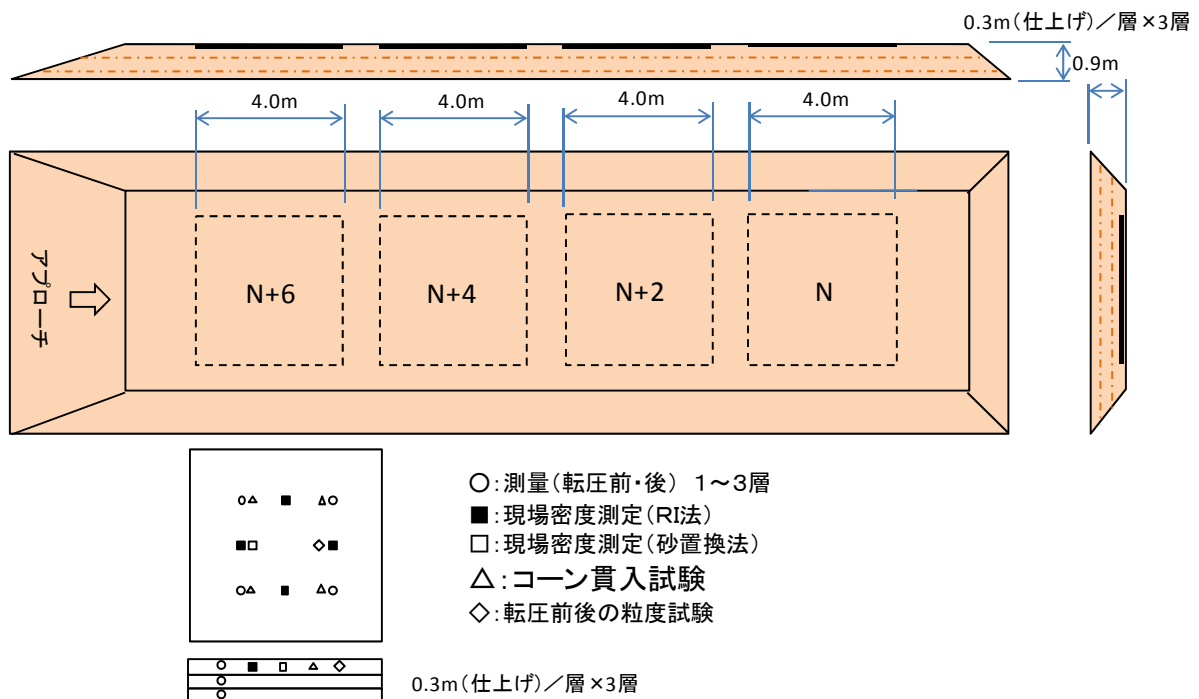


図 4.3-1 試験盛土のヤード構成例と測定例

(3) 盛土材料の性状の変化に伴う施工仕様の確認

「再生土砂」や「混合材料」は、発生場所（市街地部や農地部）が様々であることから、盛土材料の観察等による不断の管理も必要であり、土質性状の確認を適宜行う必要がある。したがって、施工の途中において材料の性状が変化している場合や、その性質が大きく異なる場合は、現行の締固め仕様や品質管理基準を満足するかを確認することが必要である。

「再生土砂」を活用する場合に想定される性状の変化は、「再生土砂」が津波堆積物を起源とする場合と廃棄物混じりの混合物から分別された土砂の場合が考えられる。また、津波堆積物を起源とする「再生土砂」では、市街地部から収集された津波堆積物の再生資材と、農地部から収集された津波堆積物の再生資材によることが考えられる。農地部から収集された津波堆積物の再生資材には、農地の細かい土粒子が混ざり込むことが考えられる。

盛土材料の性状の変化に伴う施工仕様の適正確認を目的とする試験盛土は、所定の締固め回数において、品質管理基準を満足するかを確認する。そのため、先の試験施工とはその規模あるいは方法は必ずしも同一ではなくてもよく、適用方法や範囲を明確にして行う必要がある。

4.4 施工時の品質管理

施工段階の盛土材料の品質ならびに締固め基準に必要な試験項目と管理基準は、「基盤整備工事共通仕様書・施工関係基準」の「土木・造園工事施工管理基準」によるが、「再生土砂」や「混合材料」を活用する場合、盛土材料の調達時点での品質確認が重要となるため、品質管理項目と試験頻度を以下のとおり行うものとする⁸⁾。

ここで定める試験頻度は、既往資料における品質管理指針等を参考にしたものであるため、新しい指針及び基準等が定められた場合はそれに従うものとする。

(1) 材料調達段階

塩化物含有量、電気伝導度、水素イオン濃度（pH）

盛土初期及び土質の変化時に実施することとし、材料の性状や処理状況等に応じて適切な頻度で実施すること。

粒度、コーン指数、吸水膨張特性

盛土初期及び土質の変化時に実施すること。

(2) 施工段階

「土木・造園工事施工管理基準」に準拠した品質管理を基本とする⁸⁾。

【解説・説明】

(1) 材料調達段階

「埋め戻し土壌の品質管理指針」によれば、埋め戻し土壌の種類は、「自然地盤の土壌」、「既利用地等の土壌」、「浄化土壌」の3種類に分類し、さらに各種土壌を数種に区分しており、表 4.4-1 のとおり示されている⁹⁾。

「再生土砂」がリサイクルされた再生資材であることを考慮し、表中の「既利用地等の土壌」及び「浄化土壌」を参考に、盛土材料の塩化物含有量、電気伝導度、pHの品質管理の頻度の目安を以下のとおり設定した。

盛土初期及び土質の変化時に実施することを原則とする。

盛土材料の要求品質を満足する材料は、概ね 900m³ 毎に 1 回以上とする。

盛土材料の要求品質を満足しないため、洗浄・中和等の処理を行い、品質を改良した材料は、概ね 100m³ 毎に 1 回以上とする。ただし、1 日の施工量が 100m³ 未満の場合は 1 日 1 回以上とする。

なお、ここで定める試験頻度は、既往資料における品質管理指針等を参考にしたものであるため、新しい指針及び基準等が定められた場合はそれに従うものとする。

また、盛土材料の塩化物含有量、電気伝導度と pH の品質管理は第 2 章 2.1 項に示す方法を標準とするが、電気伝導度と pH は小型の計器による現地での測定が可能であり、塩化物含有量は第 2 章 2.1 項(3)に示すように電気伝導度との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。

盛土材料の粒度、コーン指数、吸水膨張特性の品質管理の頻度は、「土木・造成工事施工管理基準」を参考に、表 4.4-2 に示すとおりとする。

表 4.4-1 埋め戻し土壌の品質管理指針⁹⁾

		種 類	分析頻度	分析対象物質
客土	自然地盤の土壌	自然地盤 S種	なし	なし
		自然地盤 A種	発生場所毎におおむね5,000m ³ 毎に1回	・自然的原因による指定基準不適合のおそれのある特定有害物質8物質（資料等調査から明らかに汚染の可能性がないと認められる特定有害物質等は省略してもよい）
		自然地盤 B種	発生場所毎におおむね900m ³ 毎に1回	
	既利用地等の土壌	既利用地 B種	発生場所毎におおむね900m ³ 毎に1回	・指定基準が定められている特定有害物質全物質（資料等調査から明らかに汚染の可能性がないと認められる特定有害物質等は省略してもよい）
		既利用地 C種	発生場所毎におおむね100m ³ 毎に1回	
	浄化土壌	・汚染土壌から特定有害物質を除去した後の土壌	おおむね100m ³ 毎に1回	・浄化対象の特定有害物質 ・浄化工程により指定基準不適合となるおそれのある特定有害物質 ・未調査物質で指定基準不適合となるおそれのある特定有害物質

表 4.4-2 品質管理基準（工種：盛土工、種別：材料）（出典資料¹⁾を一部修正）

区分	試験項目		試験方法	規格値	試験基準
必須	密度比で管理する土質	土の突固め試験	JIS A 1210	-	盛土初期及び土質の変化時
	空気間隙率で管理する土質	土粒子の密度試験	JIS A 1202	-	
		土の室内コーン指数測定	工事共通仕様書による	qc=400kN/m ² 以上	
	特別規定値で管理する土質	試験施工による	「RI 計器を用いた盛土の締固め管理要領（案）」による	-	
	吸水膨張特性	土の CBR 試験	JIS A 1211	膨張比 3%以下	
その他	土の粒度試験 土の液性限界・塑性限界試験 土の一軸圧縮試験 土の三軸圧縮試験 土の圧密試験 土のせん断試験 土の透水試験 土の含水比試験		JIS A 1204 JIS A 1205 JIS A 1216 地盤材料試験方法 JIS A 1217 地盤材料試験方法 JIS A 1218 JIS A 1203	設計図書による	

材料調達段階で品質を満足しない材料は、満足しない品質項目及び材料の性状に適した改良方法により、盛土材料としての品質を満足させる。

盛土材料の品質のうち、含水比や粒度を改善する方法には、現場での破碎や混合による粒度調整、バツ気や加水による含水比の調整がある。材料の改良の方法の例として、1)含水比の改善、2)材料の粒度改善の方法を以下に示す。

1) 含水比の改善

材料の乾燥方法：

日中のバツ気及び通風による方法とする。天候の良い日にレーキドーザーなどで「再生土砂」の表面をかき起こし、通風をよくし、太陽に当てて乾燥させる。所要の含水比になったらブルドーザーで集積し、盛土場へ運搬する。

材料の加水方法：

加水により改善を図る場合、少量であれば盛土場で調整可能であるが、多量の加水

が必要な場合、調達段階であらかじめ加水設備を考えておく必要がある。

2) 材料の粒度改善

粗粒から細粒までを適当に含む粒度分布の良い材料が望ましいため、「再生土砂」と「再生コンクリートくず」とを混合し、粒度の改善と材料の均一性に際し、最も有効な方法としてストックパイルを設ける方法がある。

「再生土砂」と「再生コンクリートくず」とを交互にまき出し、層状に積上げて造成し、ブルドーザーでスライス状に掘削混合する。

なお、ストックパイルを造成する場合は、以下の点に留意して計画する必要がある。

周辺の排水を十分に行う。

ストックパイルの基礎及び上面は、排水を考えて勾配（2%以上）をつける。

上面は平滑なローラーで転圧し、シートなどで表面をカバーして、雨水が内部に浸透するのを防ぐ。

盛土材料の品質のうちコーン指数やせん断強度等の品質を改良する方法には、セメント系固化材による安定処理等がある。施工敷地内に土質改良のプラント等を設置する敷地が確保できない場合は、盛土位置に対象材料を敷き均して、スタビライザー等による攪拌・混合や移動式プラントによる混合を行い転圧する方法もある。なお、セメント系固化材等による安定処理を行う場合は、配合試験により添加材・添加量等の仕様を設定することが重要である。

また、塩化物含有量や電気伝導度、pH 等に関し品質を満足しない材料については、材料の洗浄や良質土との混合、除塩等を行うことにより、品質を満足させること。

(2) 施工段階

「再生土砂」及び「混合材料」を活用した盛土工は、「土木・造園工事施工管理基準」に準拠した管理を行う。なお、施工段階において所定の品質を満足しない場合は、再転圧する等により所定の品質を満足させること⁸⁾。

表 4.4-3 品質管理基準（工種：盛土工、種別：施工）（出典資料⁷⁾を一部修正）

区分	試験項目	試験方法	規格値	試験基準	
必須	密度比で管理する土質	「RI 計器を用いた盛土の締固め管理要領（案）」による	一般施工 1 管理単位の平均乾燥密度 最大乾燥密度の 87%以上 特記による重要な部位 1 管理単位の平均乾燥密度 最大乾燥密度の 90%以上	施工箇所 1 日 1 層ごと 15 点	
		上記または 砂置換法による土 の密度試験	JIS A 1214	一般施工 1 管理単位の平均乾燥密度 最大乾燥密度の 85%以上 特記による重要な部位 1 管理単位の平均乾燥密度 最大乾燥密度の 88%以上	各土質に 3,000m ³ に 1 回。 ただし、土量が 9,000m ³ 未満の場 合 3 回実施する。
	空気間隙率 で管理する 土質	「RI 計器を用いた盛土の締固め管理要領（案）」による		一般施工 1 管理単位の平均空気間隙率 13%以下 特記による重要な部位 1 管理単位の平均空気間隙率 10%以下	施工箇所 1 日 1 層ごと 15 点
		砂置換法による 土の密度試験	JIS A 1214	一般施工 空気間隙率 15%以下 特記による重要な部位 空気間隙率 12%以下	各土質に 3,000m ³ に 1 回。 ただし、土量が 9,000m ³ 未満の場 合 3 回実施する。
		土の現場 コーン指数測定	工事共通仕 様書による	コーン指数 qc=400kN/m ² 以上	砂置換法などによ る場合は各土質に 3,000m ³ に 1 回。 ただし、土量が 9,000m ³ 未満の場 合 3 回実施する。 また、特記に記され た重要な部位の試 験基準は特記によ る。
	その他	スウェーデン式サウンディング試験	JIS A 1221	設計図書による	設計図書による
地盤の平板載荷試験		JGS 1521	設計図書による	設計図書による	

(3) 改良時の排水処理

安定処理や中和処理等による盛土材料の改良を実施する場合、工事区域からの排水は、周辺水域への影響がないようにしなければならない。

工事区域内からの排水は排水工等により集水し、排水の水質基準は、河川や下水道等の放流水域に関わる排水基準値に従い、該当する水質基準を満足するように流末での確認及び処理に留意しなければならない。

表 4.4-4 水質汚濁に関する法令¹⁰⁾

規制事項	規制名称	条項	規制内容等	備考
公共用水域の保全	水質汚濁防止法	法 2 条 2 項 令 1 条 別表 1	・ 特定施設 特定の設備を設置する製造工場及び規模以上の病院等の約 100 種の施設を指定	工場等敷地からの工事排水等も規制対象
			・ 特定施設に類似する建設工事件う施設 生コン製造業のバッチャープラント 砕石業の水洗式破碎施設、水洗式分別施設 産業廃棄物処理業者の設置する汚泥の脱水施設 (10m ³ /日超)	建設工事件う施設は特定施設に該当しないが、これに準じた届出等が必要かを保健所等に確認
	排水基準を定める省令	別表 1 別表 2	・ 公共用水域への特定施設からの排水等についての排水基準	
下水道への排水	下水道法	法 11 条の 2 令 8 条の 2	・ 下水道使用開始届 継続して下水道へ排水する作業所で、次のいずれかに該当する場合は、公共下水道管理者に使用開始の届出が必要 継続して 50m ³ /日以上を排水する場合 特定施設から排水する場合 規定の水質に適合しない場合	50m ³ 未満でも管理者に相談
河川への排水	河川法	令 16 条の 5	・ 排水の届け出 継続して 50m ³ /日以上を放流する場合、河川管理者に届け出が必要	50m ³ 未満でも管理者に相談

4.5 施工管理

盛土材料のうち、「混合材料」は「再生コンクリートくず」を用いることから、将来の再掘削にあたっては、産業廃棄物となるおそれがあり、宅地盛土工としては仕上げ面から 5.5m より深部での利用に限定していることに留意が必要である。

「再生土砂」には有機物の一部混入が想定されることから、有機物の腐食による沈下を防止するため、施工に際しても目視等により木片などの有機物は極力取り除くほか、吸水による膨潤が生じ強度の低下がないよう、入念な締固めを行う必要がある。

【解説・説明】

盛土材料のうち、「混合材料」は「再生コンクリートくず」を用いることから、将来の再掘削にあたっては、「再生コンクリートくず」混じりの土砂が発生する。これを自ら利用せず外部に搬出する場合には、許可業者を介しての処理が必要な産業廃棄物となる。宅地盛土工としては、第 3 章で示すとおり仕上げ面から 5.5m より深部での利用に限定していることに留意が必要である。

また、「宅地防災マニュアルの解説 第二次改訂版」を始め、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、完成後の安定、沈下の問題がないことが求められる⁶⁾。そのため、有機物の腐食による沈下を防止するため、施工に際しても目視等により木片などの有機物は極力取り除くほか、盛土材料の吸水膨潤により強度が低下しないよう、入念な締固めを行う必要がある。詳細は、第 2 章 盛土材料としての品質を参照されたい。

4.6 動態観測

「再生土砂」や「混合材料」を盛土材料として活用する際は、盛立時の施工管理と完成後の安全管理を目的とした機器による計測を行うのが望ましい。

また、計測結果は、設計へのフィードバックのみならず、「再生土砂」や「混合材料」による盛土の沈下や変形について情報共有を図ることで、他の工事計画の資料とすることができる。

【解説・説明】

盛立時の施工管理については、現地及び室内試験等を主体とする盛立の品質管理によるのが一般的であるが、設計値を満足しているかどうかの確認は、盛立の品質のみでは不十分な場合がある。

特に、未経験分野の盛土材料を用いる場合は、盛土体の沈下や変形などについての計測を行い、盛立時の安全性確保の上で重要となる。

4.7 記録管理

宅地は用途、所有者が変わる可能性があるため、宅地造成事業の発注者（事業者）は、「再生土砂」「再生コンクリートくず」及び「混合材料」の利用範囲、品質管理記録、工事記録を台帳として整理し、適切に管理することが必要である。

また、発注者は、不動産業者、宅地所有者及び宅地の購入を希望する者等に台帳を公開すること。

【解説・説明】

「再生土砂」「再生コンクリートくず」及び「混合材料」の利用範囲、品質管理記録、工事記録等を台帳として整理することにより、将来的な宅地の用途の変更による建設工事が計画された場合、「混合材料」の存在を考慮に入れた検討、施工を行うことにより、「再生コンクリートくず」が混入している「混合材料」が産業廃棄物として発生してしまうことの抑制が見込まれる。

そのため、宅地造成盛土の事業者は、台帳を整備しておくことが必要である。台帳に記載する情報は、「建設工事で遭遇する廃棄物混じり土対応マニュアル」に示される管理分別土の有効利用の場合を参考に、以下のとおりとする¹¹⁾。

所在地

再生資材の分布状況（平面図・縦断図・横断図）

再生資材の組成（第2章に示す盛土材料としての品質に示す項目）等

宅地造成盛土の利用履歴と設計図書

その他、現地状況により必要な情報

なお、管理分別土は、「建設工事で遭遇する廃棄物混じり土対応マニュアル」に以

下のとおり示されるものである。¹¹⁾

管理分別土の定義（出典資料¹¹⁾より抜粋）

（3） 管理分別土

分別土は、廃棄物混じり土から廃棄物を分別した土であって、有害物質の溶出量基準と含有量基準（土壤環境基準と土壤汚染対策法の指定基準およびダイオキシン類の土壤環境基準）を超える汚染がないものであり、「土砂及びもっぱら土地造成の目的となる土砂に準ずるもの」として取り扱って差し支えない性状を示すものではあるが、同様に分別された土であっても、都道府県等の環境部局から総体を廃棄物として取り扱い、廃棄物の処理及び清掃に関する法律（以下「廃棄物処理法」という）に則って有効利用をするように指導を受ける場合がある。そのようなものを本マニュアルでは「管理分別土」と称する。

「管理分別土」は、その性状と利用用途の品質基準を明確にして自ら利用を行うか、有効利用の道筋を明確にした廃棄物処理法の特例制度である個別指定制度を活用することにより有効利用が可能となる。なお、有効利用用途がなく廃棄する場合は、廃棄物として適正に処理する必要がある。

《出典資料》

- 1) 「宅地土工指針（案）；独立行政法人 都市再生機構」H20.4
- 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) 「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
- 4) 「岩手県災害廃棄物処理詳細計画；岩手県」H23.8.30
- 5) 「道路土工 盛土工指針；社団法人 日本道路協会」H22.4
- 6) 「宅地防災マニュアルの解説 第二次改訂版 ；ぎょうせい」H19.12.5
- 7) 「日本建設機械要覧；社団法人 日本建設機械化協会」H16.3.30
- 8) 「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
- 9) 「埋め戻し土壌の品質管理指針；社団法人 土壤環境センター」H19.3
- 10) 「建設汚泥再生利用マニュアル；独立行政法人 土木研究所」H20.12.10
- 11) 「建設工事で遭遇する廃棄物混じり土対応マニュアル；財団法人 土木研究センター」H21.10.20

參考資料

【参考資料 1】盛土材料としての品質

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。その試験結果及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を以下に示す¹⁾。

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、第 2 章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。(参考 表- 1、参考 図- 1)

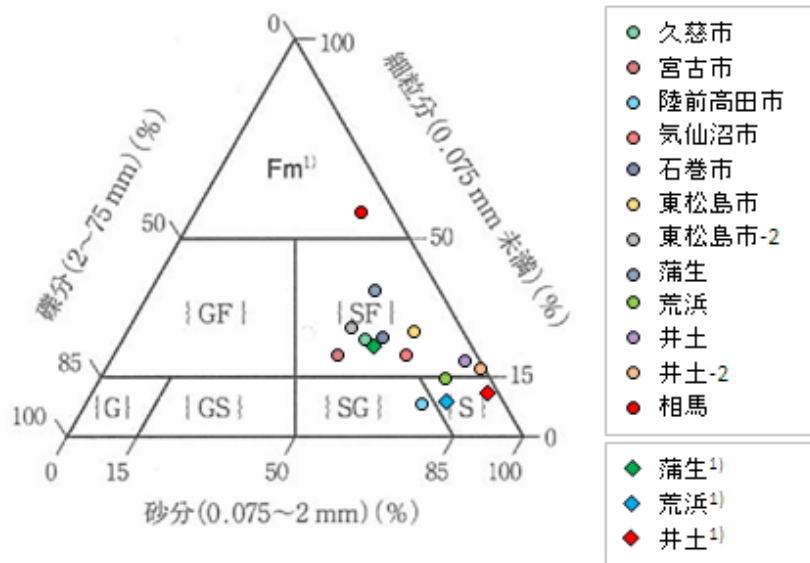
参考表-1 各地点の粒度試験結果

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 ¹⁾	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

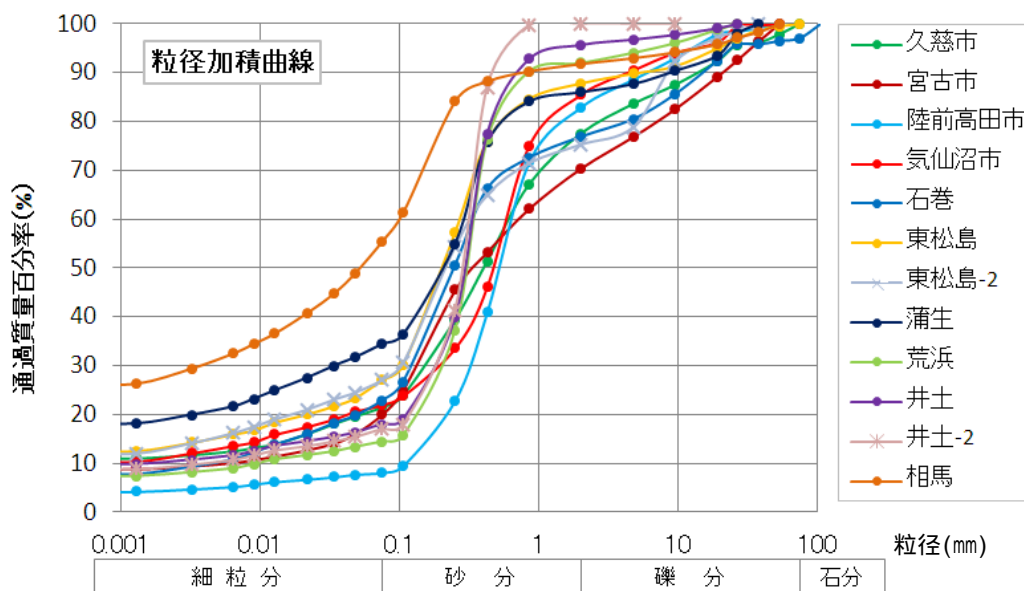
1) 「津波堆積分級土砂を用いた試験盛土施工計画書；社団法人 土木学会 復興施工技術特定テーマ委員会」H23.8.4（井土：公開資料，蒲生・荒浜：内部資料）



参考 図- 1 各地点の地盤材料の工学的分類（出典資料²⁾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。（参考 図- 2）

「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³⁾。（参考 図- 3）



参考 図- 2 各地点の粒径加積曲線

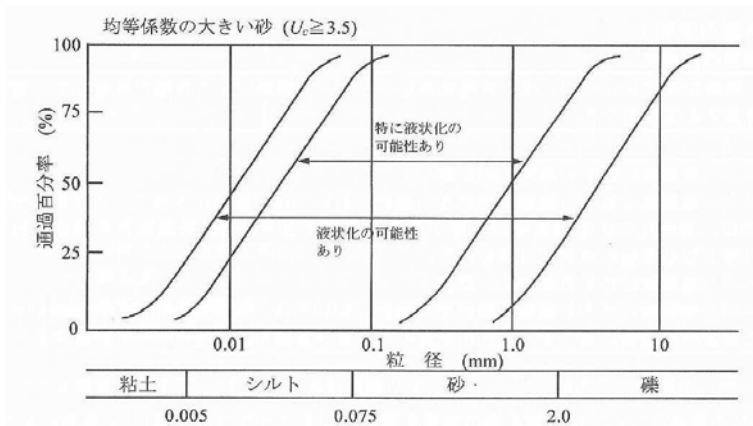
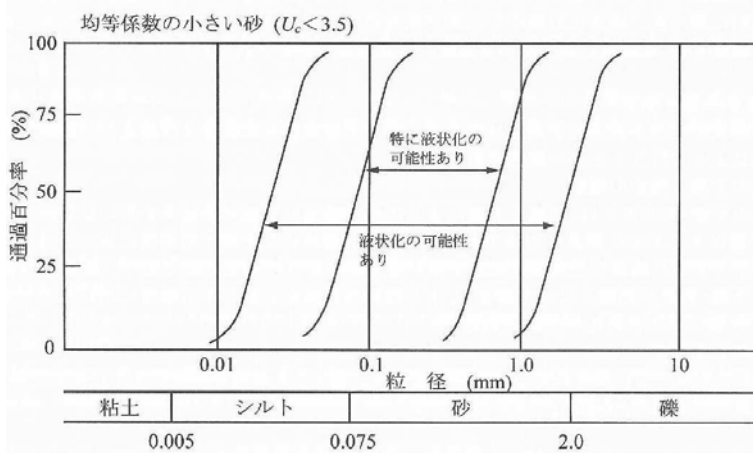


図-2.1(a) 液化化の可能性のある範囲 ($U_c \geq 3.5$)



参考 図-3 液化化の可能性のある土の粒度²⁾

(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 (q_c) は 400kN/m^2 以上であることが確認され、第2章の品質を満たすことが確認された。(参考 表-2)

参考 表-2 コーン指数測定結果

県	市町		自然含水比 $w(\%)$	コーン指数 $q_c(\text{kN/m}^2)$
宮城	仙台市	井土	13.5	貫入不能 (推定値 3090 以上)
	仙台市 ¹⁾	蒲生	18.3	2183.0
		荒浜	18.4	2218.5
		井土	20.6	1306.7
	仙台市 ¹⁾	井土	20.6	838.0

1)「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 (q_c) の結果を「建設発生土利用技術マニュアル」の土質区分基準と照らし合わせると、「第 2b 種」に相当する⁴⁾。(参考表-3)

参考表-3 「建設発生土利用技術マニュアル」土質区分基準(出典資料⁴⁾に加筆)

区分 (国土交通省令)	細区分	コーン 指数 q_c 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) $W_n(\%)$	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 で第 2 章の 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 と第 2 章の 6 以上かつ 9 以下の範囲であることが確認された。

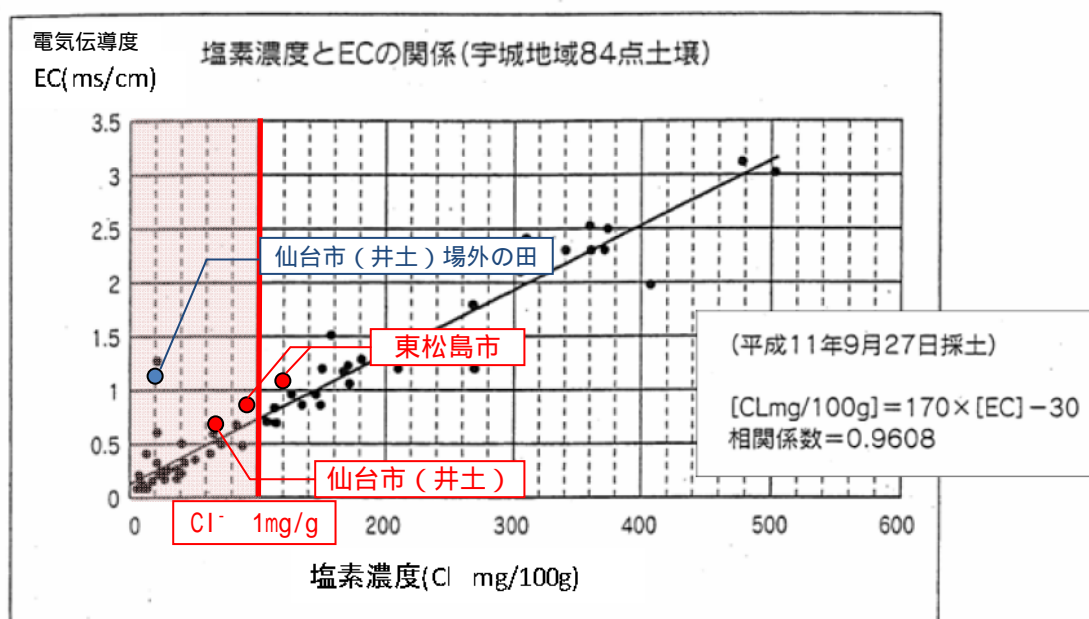
一方、集積、リサイクル前の津波堆積物(仙台市井土搬入場の近隣の田より採取)については、塩化物含有量は 0.2mg/g、電気伝導度は 110mS/m とそれぞれ基準値以下の値であったが、pH が 3.5 と強い酸性であることが確認された。(参考表-4)

参考 表- 4 塩化物含有量及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⁵⁾。(参考 図- 4)



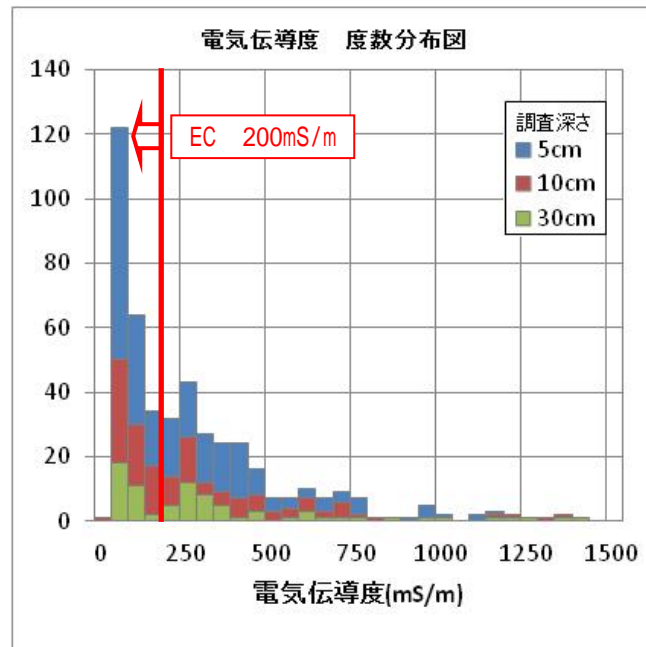
※「平成11年台風18号による塩害被害の対策に関する資料」(熊本県)より

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)

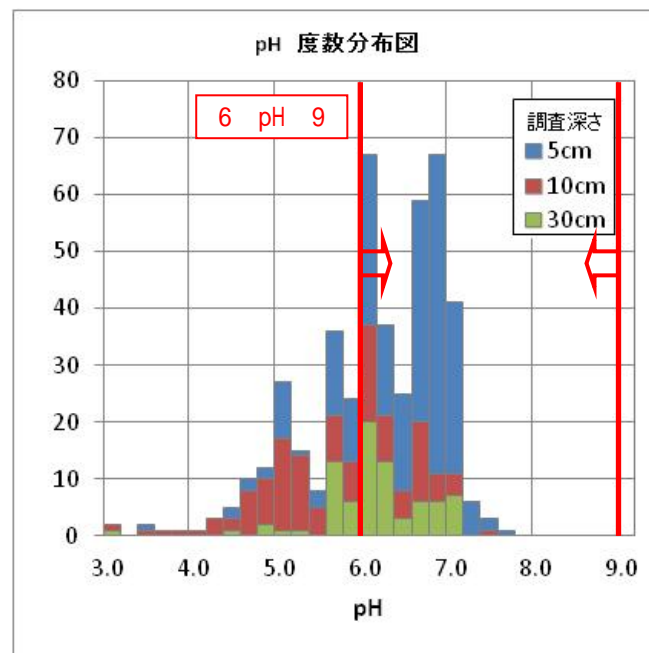
参考 図- 4 塩化物含有量と電気伝導度の関係(出典資料⁵⁾に加筆)

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 (pH) 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。(参考 図- 5、参考 図- 6)



参考 図- 5 津波堆積物の電気伝導度度数分布図



参考 図- 6 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 ~ - 0.02% で 1% 以下の収縮となり、第 2 章の品質を満たすことが確認された。(参考 表- 5)

参考 表- 5 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

また、参考に強熱減量試験を行った結果、強熱減量は 4% ~ 10% であることが確認された。(参考 表- 6) 現時点での知見では、盛土材料の強熱減量と沈下量の関係を定量的に評価することは困難であるが、代表的な土の強熱減量試験結果と比較すると、概ね関東ローム等の土と同程度の結果であることが確認された。(参考 図- 7)

参考 表- 6 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 1)	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

1)「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）

参考 図- 7 代表的な土の強熱減量試験結果²⁾

試料土	採取場所	強熱減量(%)
泥炭	北海道札幌市	93.25
	埼玉県大宮市	72.38
	千葉県我孫子市	84.73
	静岡県袋井市	92.49
黒ぼく	埼玉県大宮市	23.86
	茨城県勝田市	16.11
関東ローム（褐色）	東京都青梅市	6.22
関東ローム（黒色）	茨城県勝田市	7.10
しらす	宮城県えびの市	3.53
まさ土	広島県福山市	1.56
土丹（砂屑性泥岩）	神奈川県横須賀市	11.85
土丹（砂質泥岩）	神奈川県横浜市	4.03
へどろ	広島県福山市	7.97

【参考資料 2】盛土材料としての強度

宮城県仙台市の井土搬入場において重機による分級処理を行った津波堆積物と、破碎処理を行ったコンクリートくずのサンプリングを行い、採取した試料を用いて各種試験を行った。その試験結果を以下に示す。

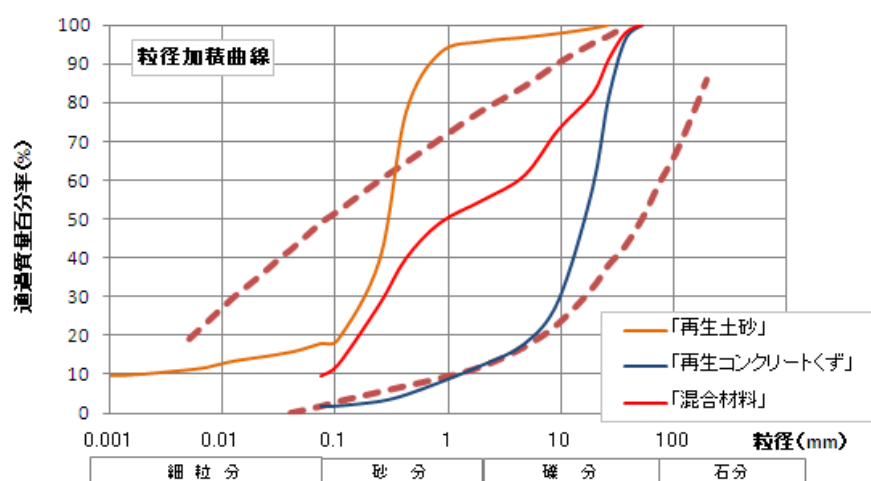
試験結果については限定的なサンプリングによるものであり、実際の盛土の設計、施工においては個別に盛土材料の品質の確認が必要である。

(1) 試験に用いた試料

締固め試験と三軸圧縮試験には、「再生土砂」と「再生コンクリートくず」及びそれぞれを混合した「混合材料」を用いた。(参考 表- 7、参考 図- 8)

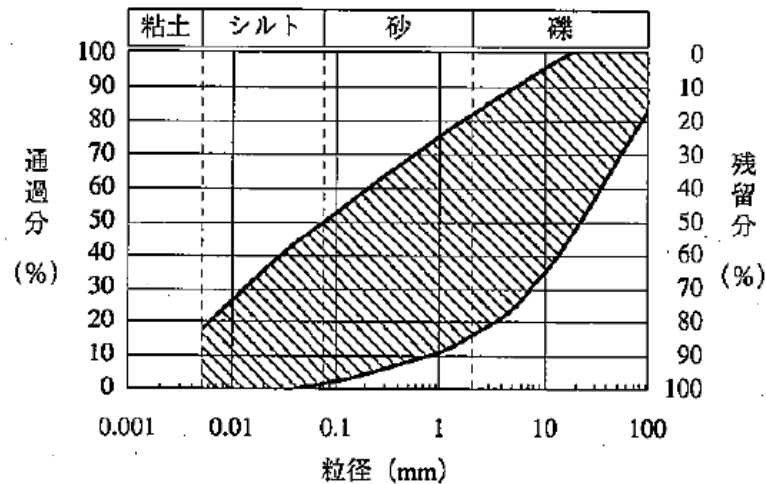
参考 表- 7 「混合材料」の物理試験結果一覧

材料	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
再生土砂	2.664	13.6	26.5	4.3	77.7	18.0	[SF]
再生コンクリートくず	-	10.0	53	87.7	10.6	2.8	[G]
混合材料	2.663	11.5	53	47.0	43.5	9.5	[GS]



参考 図- 8 各試料の粒径加積曲線

なお、「混合材料」の粒度組成は、参考 図- 9 に示す粒度組成の適正範囲の概ね中央になるように、「再生土砂」と「再生コンクリートくず」の粒度の調整を行った。



〔河川土工マニュアル，平成5年6月、(財)国土開発技術センターの記載に加筆・修正〕

参考 図- 9 粒度組成の適正範囲⁶⁾

(2) 締固め特性

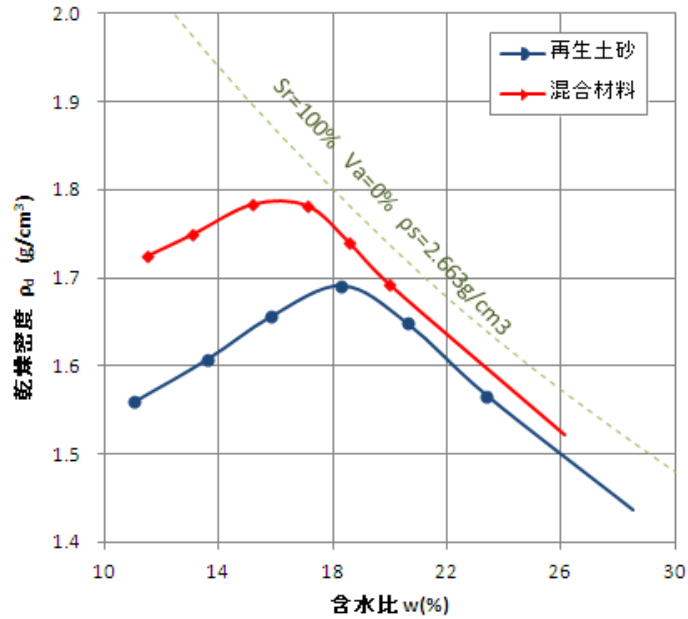
締固め試験の結果、「再生土砂」の最大乾燥密度は 1.682g/cm^3 、「再生コンクリートくず」は 1.754g/cm^3 、「混合材料」は 1.790g/cm^3 となり、「混合材料」が最も大きい最大乾燥密度を得られた。(参考 表- 8、参考 図- 10)

一般に、粒度分布の良い(粒径幅の広い)砂質土ほど最大乾燥密度が大きくなることから、「再生土砂」は「混合材料」とすることで、締固め特性を改善できる。

参考 表- 8 締固め試験結果

県	市町	材料	自然含水比 (%)	最適含水比 (%)	最大乾燥密度 (g/cm^3)	締固め度 95% 乾燥密度 (g/cm^3)	締固め度 85% 乾燥密度 (g/cm^3)
宮城	仙台市 井土	再生土砂	13.6	18.1	1.682	1.600	1.430
		再生 コンクリートくず	10.0		1.754*	1.666	1.491
		混合材料	11.5	16.2	1.790	1.701	1.522

* 「再生コンクリートくず」の最大乾燥密度は、重締固め(4.5Ec)での乾燥密度とした。



参考 図- 10 「再生土砂」と「混合材料」の締固め曲線

(3) せん断強度

「再生土砂」の三軸圧縮試験は、「土木・造園工事施工管理基準」を参考に最適含水比で締固め度 85%に調製した供試体と、含水比が高い場合を想定した湿潤状態でコーン指数 (q_c) が 400kN/m^2 以上となる締固め度 95%に調製した供試体を用いた⁷⁾。また、「混合材料」は粒度改善による締固め特性の改善から「土木・造園工事施工管理基準」を参考に最適含水比で締固め度 85%に調製した供試体とし、「再生コンクリートくず」は内部摩擦角が 40%程度となるよう、締固め度 95%に調製した供試体を用いた⁷⁾。

「再生土砂」「再生コンクリートくず」及び「混合材料」の三軸圧縮試験の結果、「再生土砂」では内部摩擦角 (ϕ) が 24~27 度、「混合材料」では 37 度であることが確認され、「混合材料」は「再生土砂」より大きなせん断強度が得られることが確認された。(参考 表- 9)

「再生土砂」では粘着力 (c) が $2.6 \sim 43.7\text{kN/m}^2$ であることが確認された。「再生土砂」の粘着力は、締固め度を 95%と大きくした場合により大きな粘着力であること

が確認された。また、「再生コンクリートくず」では内部摩擦角が 38 度であることが確認され、ドレーン材としての要求基準を概ね満たしていることが言える。

参考 表- 9 試験条件及び三軸圧縮試験結果

県	市町	材料	供試体条件		三軸試験		
			締固め度 (%)	含水比 (%) *	試験条件	粘着力 (kN/m ²)	内部摩擦角 (度)
宮城	仙台市 井土	再生土砂	95%	22.1(W95)	UU	43.7	24.1
			95%	22.0(W95)	UU	29.0	24.3
			85%	17.8(Wopt)	UU	2.6	27.3
		再生 コンクリートくず	95%	10.0(Wn)	CD	-	38.0
		混合材料	85%	16.1(Wopt)	CD	0.0	37.3

*W95：締固め度 95%の時の湿潤側の含水比 Wopt：最適含水比 Wn：自然含水比

(4) 安定処理による品質の改良（配合試験）

リサイクルされた津波堆積物において、自然含水比が高くコーン指数（ q_c ）400kN/m²を満足しない場合を想定し、セメント系固化剤による安定処理の改良効果を確認するため、配合試験を実施した。

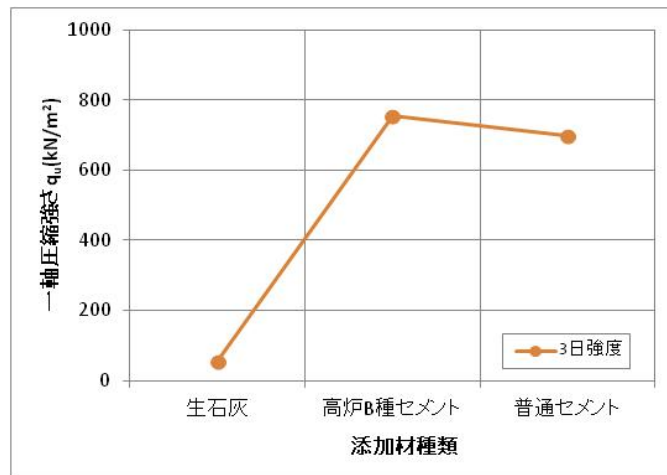
なお、配合試験に用いた試料は、東松島市と仙台市井土搬入場で採取した試料を用いて、含水比を供試体が自立しなくなる約 36%の高含水比の状態に調製した。

初めに、添加材の初期の強度発現を比較するため、同じ添加量、養生期間を設けて「生石灰」「高炉 B 種セメント」「普通セメント」の 3 種類で比較を行った。初期強度の比較の結果、「高炉 B 種セメント」と「普通セメント」で大きな強度発現が確認された。（参考 表- 10、参考 図- 11）

一般に、一軸圧縮強さ（ q_u ）とコーン指数（ q_c ）の間には、 $q_c=5q_u$ (kN/m²)の関係があるとされている。今回の配合試験を行ったリサイクルされた津波堆積物では、「高炉 B 種セメント」と「普通セメント」で強度(コーン指数)の要求品質 q_c 400 kN/m² (q_u 80 kN/m²) を満足することが確認された。

参考 表- 10 添加材別の初期（3 日）強度一覧

試料	添加材	添加量 (kg/m ³)	一軸圧縮強さ q _u (kN/m ²)
東松島市	生石灰	150	53.6
	高炉 B 種セメント	150	754
	普通セメント	150	699



参考 図- 11 添加材別の初期強度の比較

次に、添加材別の初期強度の比較の結果、最も強度発現の大きかった「高炉 B 種セメント」と、もっとも強度発現の小さかった「生石灰」において、添加量・養生期間を変えて配合試験を行った。

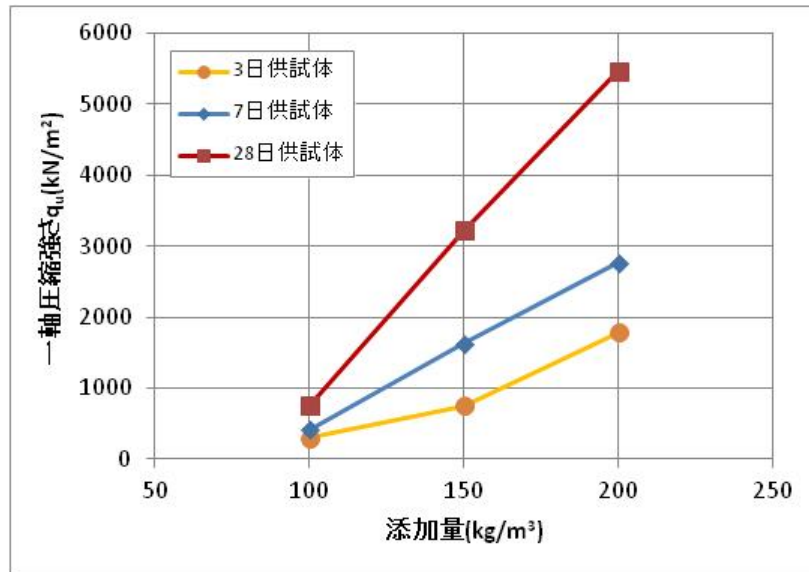
配合試験の結果一覧を参考 表- 11 に示し、「高炉 B 種セメント」の添加量毎の強度と養生期間の結果図を参考 図- 12 に、「生石灰」の結果図を参考 図- 13 に示す。

参考 表- 11 配合試験結果一覧（高炉 B 種セメント・生石灰）

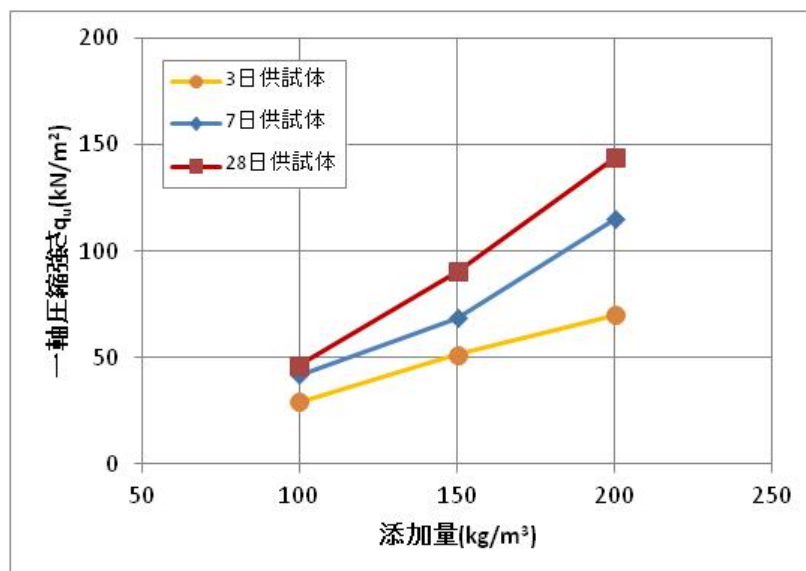
試料	添加材	添加量 (kg/m ³)	一軸圧縮強さ q _u (kN/m ²)		
			3 日	7 日	28 日
東松島市	高炉 B 種セメント	100	300	409	748
		150	754	1622	3222
		200	1786	2766	5462
仙台市 井土	生石灰	100	29.2	41.6	46.6
		150	51.3	68.5	90.6
		200	70.1	115	144

各添加材の配合試験の結果、「高炉 B 種セメント」は非常に大きな強度となり、リサイクルされた津波堆積物の安定処理に有効であることが確認された。

一方、生石灰では強度の発現はあまり確認されず、盛土材料における強度（コーン指数）の要求品質 $q_c = 400\text{kN/m}^2$ ($q_u = 80\text{kN/m}^2$) を満足するには、添加量を多くし、かつ長い養生期間を必要とすることが確認された。



参考 図- 12 配合試験結果 (高炉 B 種セメント)



参考 図- 13 配合試験結果 (生石灰)

【参考資料 3】盛土の安定計算事例

「再生土砂」「混合材料」の各種試験結果を用いて、計算事例として宅地造成盛土の安定計算を行った。

(1) 基本条件（宅地耐震設計マニュアル（案）を参考に設定）

(a) 計算手法：円弧滑り面法（参考 図-14 参照）

すべり面上の土塊を適当な幅に分割し、分割片のせん断抵抗と抵抗力をそれぞれ累計して、その比率によって安全率を求める方法。安全率の算出式を以下に示す⁸⁾。

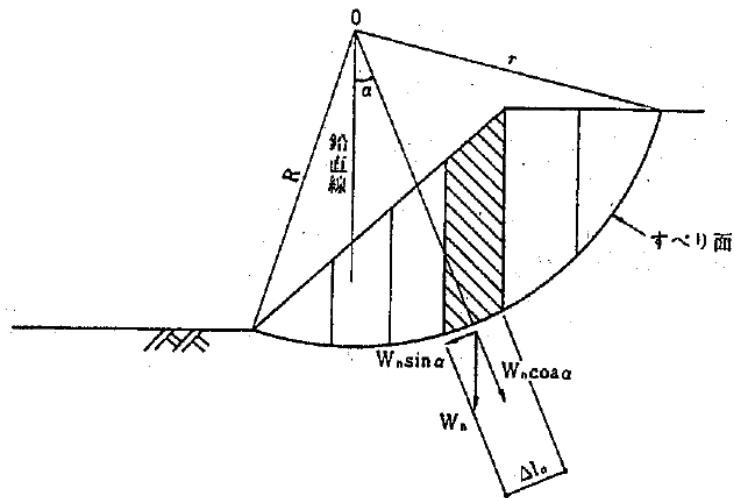
〈全応力法による場合〉

$$F_s = \frac{\sum \{C_u \cdot l + (W \cos \alpha \cdot \tan \phi_u)\}}{\sum W \sin \alpha}$$

〈有効応力法による場合〉

$$F_s = \frac{\sum \{C' \cdot l + (W \cos \alpha - U \cdot l) \tan \phi'\}}{\sum W \sin \alpha}$$

- F_s : 安全率
- W : 各スライスの単位長さ重量 (tf/m)
- U : 各スライスの滑り面上に働く間隙水圧 (tf/m²)
- α : 各スライスの滑り面の中点と滑り面を円弧とする円の中心とを結ぶ直線が鉛直線となす角度 (°)
- l : 各スライスの滑り面の長さ (m)
- φ_u : 土の内部摩擦角 (°)
- φ' : 有効応力に関する土の内部摩擦角 (°)
- C_u : 土の粘着力 (tf/m²)
- C' : 有効応力に関する土の粘着力 (tf/m²)



参考 図-14 円弧すべり面法の模式図⁸⁾

(b) 対象円弧：盛土内を通過する円弧（基礎地盤は対象外）

盛土部の安定性を評価するため、安全率の計算対象は盛土内のみを通過する円弧に限定した。

(c) 目標安全率：常時：Fs 1.5、地震時：Fs 1.0

(2) 土質定数：参考表-12 参照

参考表-12 土質定数一覧

土層	土質 (材料)	単位体積重量 (kN/m ³)	粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 (度)	適用
盛土	再生土砂	16.5	1	27	【参考資料2】(3) 試験値より設定
盛土	混合材料	17.3	1	37	【参考資料2】(3) 試験値より設定
盛土	改良土	18.5	180	0	【参考資料2】(4) 試験値より設定
基盤	岩盤	20	100	30	仮定

(a) 再生土砂

- 再生土砂のせん断は、【参考資料2】(3)の三軸圧縮試験結果より設定した。
- 「基盤整備工事共通仕様書・施工関係基準」に示される施工管理基準値より、現場締固め度 85%、現場含水比は最適含水比を想定した⁷⁾。
- 砂質土主体の材料であることから、内部摩擦角()で強度を評価した。
- 粘着力は、安定計算における表層をかすめる計算を除外するため、粘着力(c)を 1.0kN/m²見込んだ。

(b) 混合材料

- 混合材料のせん断は、【参考資料2】(3)の三軸圧縮試験結果より設定した。
- 「基盤整備工事共通仕様書・施工関係基準」に示される施工管理基準値より、現場締固め度 85%、現場含水比は最適含水比を想定した⁷⁾。

- 砂質土主体の材料であることから、内部摩擦角 () で強度を評価した。
- 粘着力は、安定計算における表層をかすめる計算を除外するため、粘着力 (c) を 1.0kN/m^2 見込んだ。

(c) 改良土

- 改良土のせん断強度は、【参考資料 2】(4)の配合試験結果より設定した。
- 施工性から 3 日 (初期) の強度とし、のり面勾配 1 : 1.8 での安全率を満足することのできる添加量 (150kg/m^3) とした。
- 「セメント系固化材による地盤改良マニュアル 第 3 版」より、(現場 / 室内) 強さ比を 0.5 と仮定した⁹⁾。
- 粘着力 (c) と一軸圧縮強さ (q_u) の関係式 ($c = q_u/2$) より設定した。

(d) 岩盤

安定計算の対象外 (一般的な岩盤の値を仮定)

(3) 地震荷重 (宅地耐震設計マニュアル (案) を参考に設定)

設計水平震度 (震度法): $k_h = 0.25$ (大地震を想定)

(4) 計算条件 (宅地耐震設計マニュアル (案) を参考に設定)

宅地荷重: $q = 10\text{kN/m}^2$ (盛土天端に載荷)

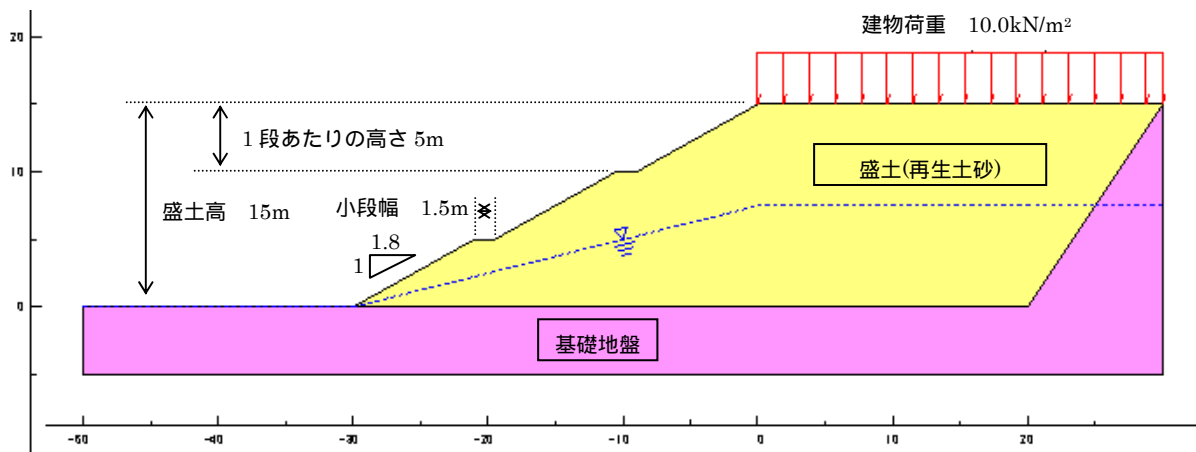
(5) 水位条件

盛土内水位: 盛土高の 1/2 と仮定

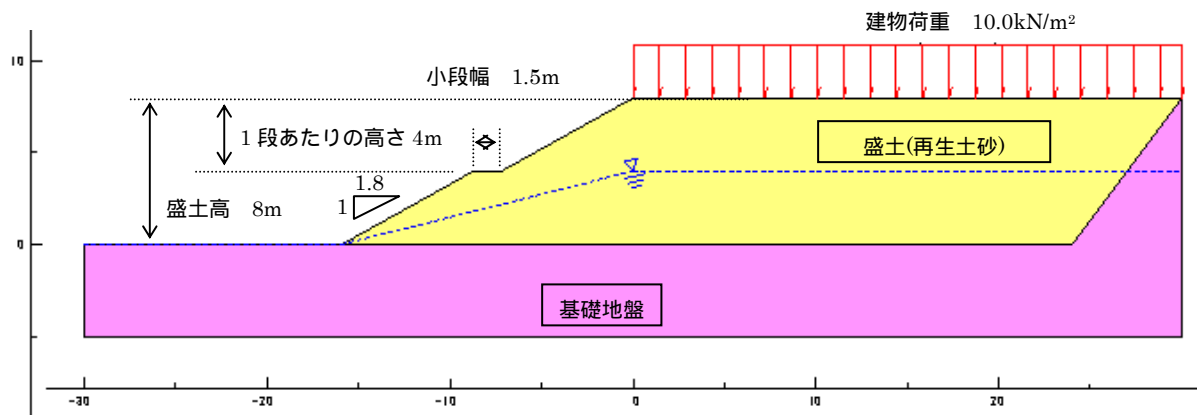
(6) 計算モデル断面：参考 表- 13、参考 図- 15、参考 図- 16 参照

参考 表- 13 盛土形状

検討断面	のり面勾配	小段	盛土高	天端幅
断面	1 : 1.8	幅 1.5m 盛土高 5m 毎に設置	15.0m	30m
断面	1 : 1.8	幅 1.5m 盛土高 4m 毎に設置	8.0m	30m



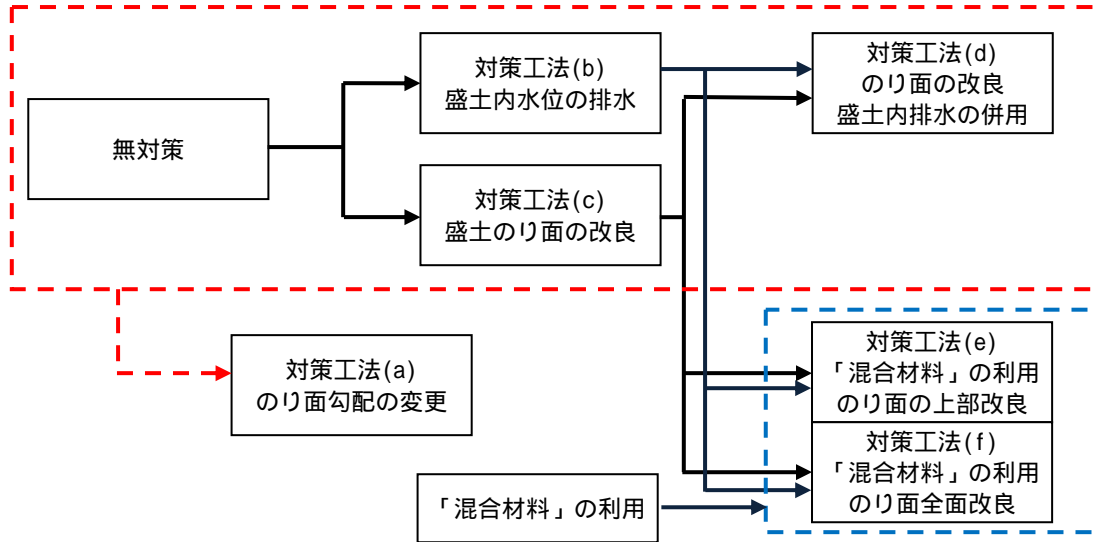
参考 図- 15 計算モデル図 (断面)



参考 図- 16 計算モデル図 (断面)

(7) 対策工法

安定計算事例において、参考 図- 17 に示すフローで、対策工法の検討を行った。各対策工法の概要を(a)～(f)に示し、検討条件一覧を参考 表- 14 に示す。



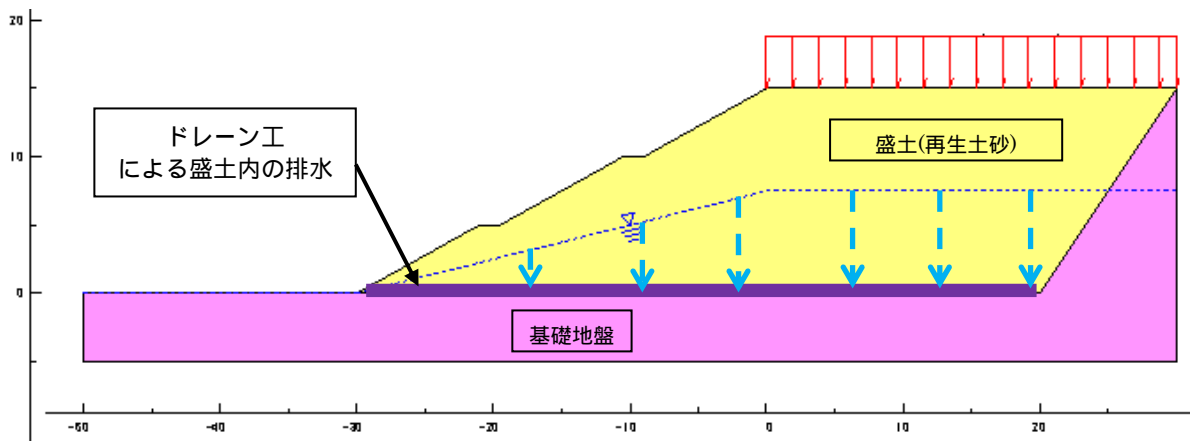
参考 図- 17 対策工法の検討フロー

(a) のり面勾配の変更

のり面勾配を 1 : 1.8 から 1 : 2.0、1 : 2.2 の緩傾斜に変更する。

(b) 盛土内排水

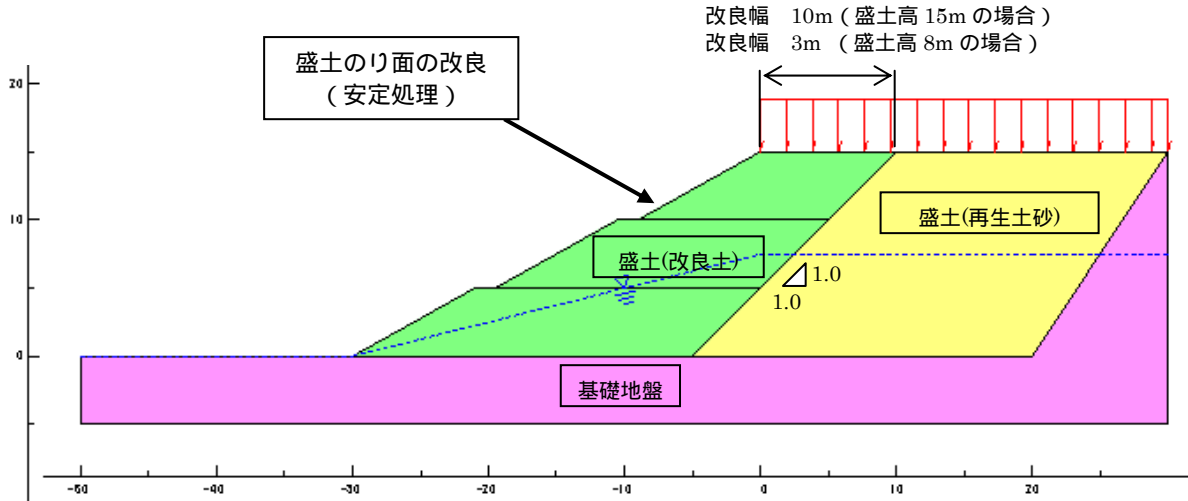
盛土底部にドレーン工を設置し、盛土内水位を排水する。



(c) のり面の改良

盛土のり面を改良土とする。

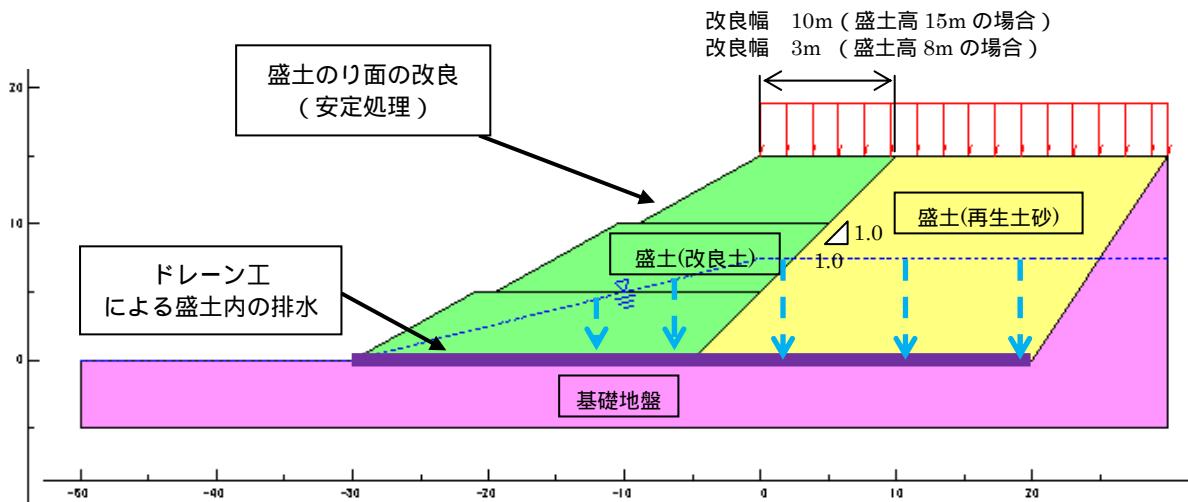
改良の規模(形状)は、盛土用地面(天端)での改良幅を一定とし、「再生土砂」部との接地面の勾配を1:1とする。改良土の強度は参考表-12参照。



(d) 盛土内排水とのり面の改良の併用

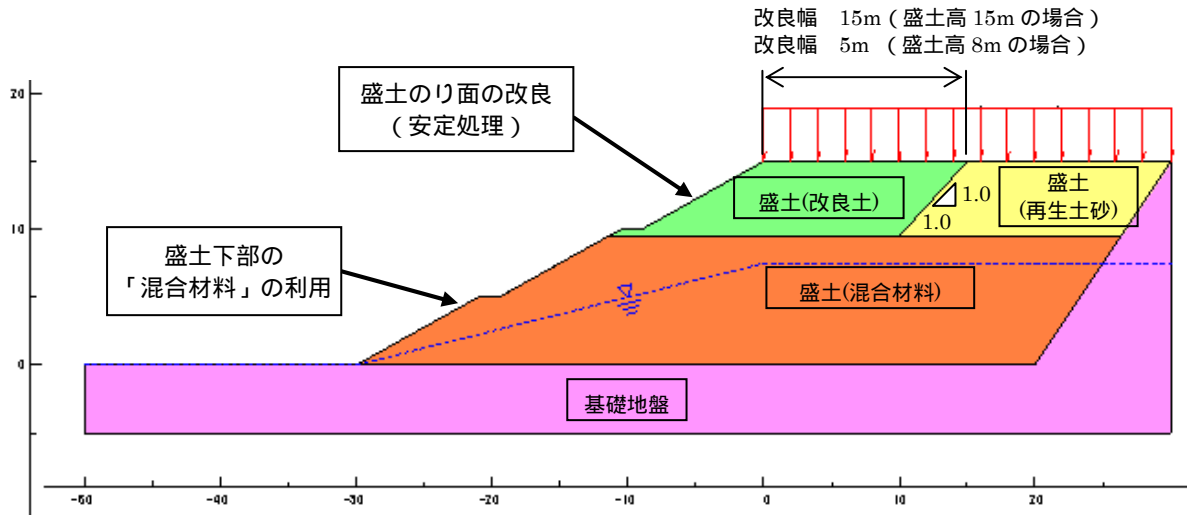
(b)盛土内排水と(c)のり面の改良を併用する。

各対策は、(b)、(c)と同じ条件とする。



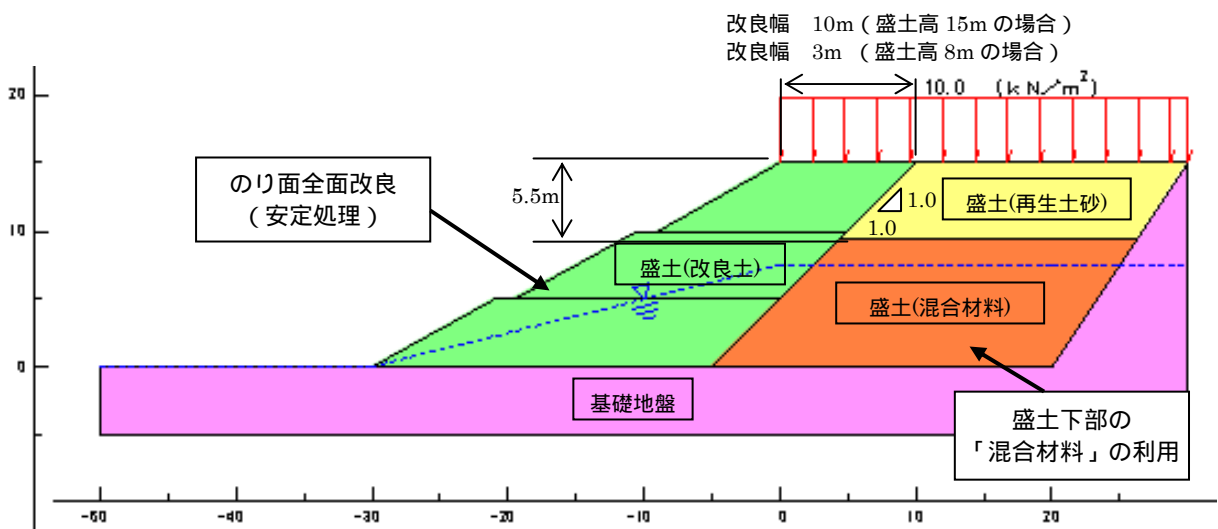
(e) 「混合材料」の利用

天端から 5.5m より深部を「混合材料」とし、天端から 5.5m までののり面を改良土とする。のり面の改良の規模（形状）は、天端での改良幅を一定とし、「再生土砂」部との接地面の勾配を 1 : 1 とする。



(f) 「混合材料」の利用とのり面全面の改良

のり面全面を改良土とし、のり面の改良土部分を除く天端から 5.5m より深部を「混合材料」とする。のり面の規模（形状）は、天端での改良幅を一定とし、「再生土砂」「混合材料」部との接地面の勾配を 1 : 1 とする。



参考 表- 14 検討条件一覧

検討条件	対策工法			
	のり面 勾配	盛土内 排水	のり面 改良	「混合材料」 利用
ケース 1	1 : 1.8	対策なし	対策なし	利用なし
	1 : 2.0			
	1 : 2.2			
ケース 2	1 : 1.8	盛土底部に 排水工を設置	対策なし	
	1 : 2.0			
	1 : 2.2			
ケース 3	1 : 1.8	対策なし	のり面全面の改良 (盛土高 15m) 用地面改良幅 10m (盛土高 8m) 用地面改良幅 3m 接地面の勾配を 1 : 1	
	1 : 2.0			
	1 : 2.2			
ケース 4	1 : 1.8	盛土底部に ドレーン工を設置	のり面全面の改良 (盛土高 15m) 用地面改良幅 10m (盛土高 8m) 用地面改良幅 3m 接地面の勾配を 1 : 1	
	1 : 2.0			
	1 : 2.2			
ケース 5	1 : 1.8	対策なし	天端から 5.5m までののり面の改良 (盛土高 15m) 用地面改良幅 15m (盛土高 8m) 用地面改良幅 8m 接地面の勾配を 1 : 1	天端から 5.5m より 深部に「混合材料」 を利用
	1 : 1.8	盛土底部に ドレーン工を設置		
ケース 6	1 : 1.8	対策なし	のり面全面の改良 (盛土高 15m) 用地面改良幅 10m (盛土高 8m) 用地面改良幅 3m 接地面の勾配を 1 : 1	のり面の改良部を 除く天端から 5.5m より深部に「混合材 料」を利用
	1 : 1.8	盛土底部に ドレーン工を設置		

(8) 安定計算結果

各ケースの計算結果を以下に示す。

(a) ケース 1：無対策の場合

「再生土砂」の単独利用において、無対策では盛土高 15.0m、8.0m のどちらの場合においても、安定を確保できない結果となった。ただし、盛土のり面の勾配を、緩傾斜にすることにより、安全率の改善は見られた。

「再生土砂」の単独利用においては、盛土のり面の改良、盛土内地下水の排水等の対策が必要と言える。

無対策時の計算結果一覧を参考 表- 15 に、計算結果図を参考 図- 18、参考 図- 19 に示す。

参考 表- 15 安定計算結果一覧（無対策時）

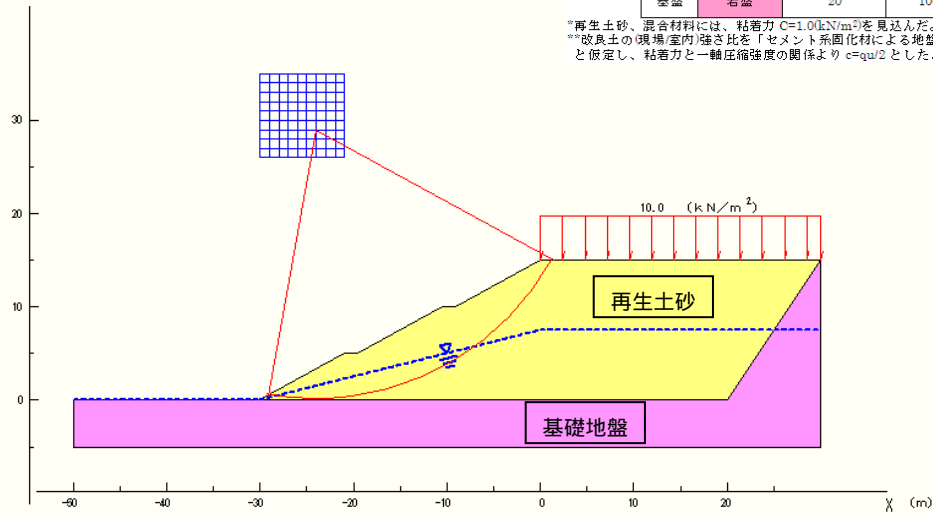
断面	盛土高	のり面 勾配	検討 ケース	目標安全率 F_s	最小安全率 F_{Smin}		評 価
断面	15.0m	1 : 1.8	常時	1.5	1.018	×	×
			地震時	1.0	0.588	×	
		1 : 2.0	常時	1.5	1.088	×	×
			地震時	1.0	0.617	×	
		1 : 2.2	常時	1.5	1.184	×	×
			地震時	1.0	0.645	×	
断面	8.0m	1 : 1.8	常時	1.5	1.050	×	×
			地震時	1.0	0.613	×	
		1 : 2.0	常時	1.5	1.133	×	×
			地震時	1.0	0.647	×	
		1 : 2.2	常時	1.5	1.216	×	×
			地震時	1.0	0.679	×	

断面① 盛土高15m (ケース1) のり面勾配 1:1.8

最小安全率 $F S_{MIN} = 0.588$
 円弧の中心 $X = -24.00$ (m)
 $Y = 29.00$ (m)
 半径 $R = 29.00$ (m)
 抵抗モーメント $M_R = 22526.3$ (kN・m)
 起動モーメント $M_D = 38303.4$ (kN・m)

地層	土質 (材料)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (度)
盛土	再生土砂	16.5	1	27
盛土	混合材料	17.3	1	37
盛土	改良土	18.5	180**	0
基礎	岩盤	20	100	30

*再生土砂、混合材料には、粘着力 $C=1.0$ (kN/m²)を見込んだ。
 **改良土の(現場/室内)強さ比を「セメント系固着材による地盤改良マニュアル第3版」²⁾より、0.5と仮定し、粘着力と一軸圧縮強度の関係より $c=qu/2$ とした。



縮尺 ; 1/ 476

等安全率図 (地震時)

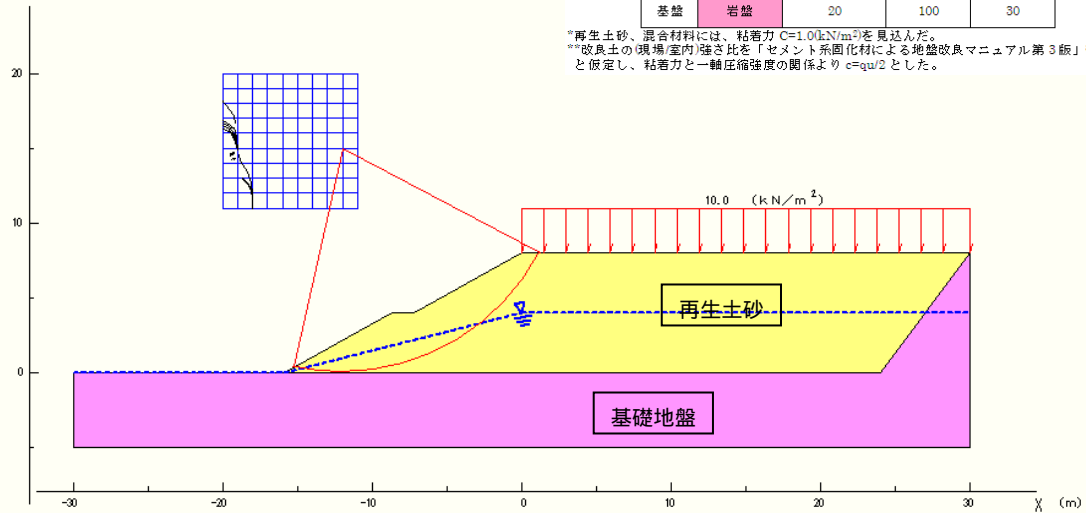
参考 図- 18 安定計算結果図 (盛土高 15m・ケース1 地震時)

断面② 盛土高8m (ケース1) のり面勾配 1:1.8

最小安全率 $F S_{MIN} = 0.613$
 円弧の中心 $X = -12.00$ (m)
 $Y = 15.00$ (m)
 半径 $R = 15.00$ (m)
 抵抗モーメント $M_R = 3820.6$ (kN・m)
 起動モーメント $M_D = 6232.8$ (kN・m)

地層	土質 (材料)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (度)
盛土	再生土砂	16.5	1	27
盛土	混合材料	17.3	1	37
盛土	改良土	18.5	180**	0
基礎	岩盤	20	100	30

*再生土砂、混合材料には、粘着力 $C=1.0$ (kN/m²)を見込んだ。
 **改良土の(現場/室内)強さ比を「セメント系固着材による地盤改良マニュアル第3版」²⁾より、0.5と仮定し、粘着力と一軸圧縮強度の関係より $c=qu/2$ とした。



等安全率図 (地震時)

参考 図- 19 安定計算結果図 (盛土高 8m・ケース1 地震時)

(b) ケース 2 : 盛土内地下水を排水した場合

盛土内地下水を排水した場合、無対策時よりも安全率の改善はみられたが、盛土高 15.0m、8.0m のどちらの場合においても、安定を確保できないことが確認された。

盛土内地下水の排水は、ある程度の効果は見込めるが、改良等による対策を併せて実施する必要があると言える。

盛土内地下水を排水した時の計算結果一覧を参考 表- 16 に、計算結果図を参考 図- 20、参考 図- 21 に示す。

参考 表- 16 安定計算結果一覧 (盛土内地下水を排水)

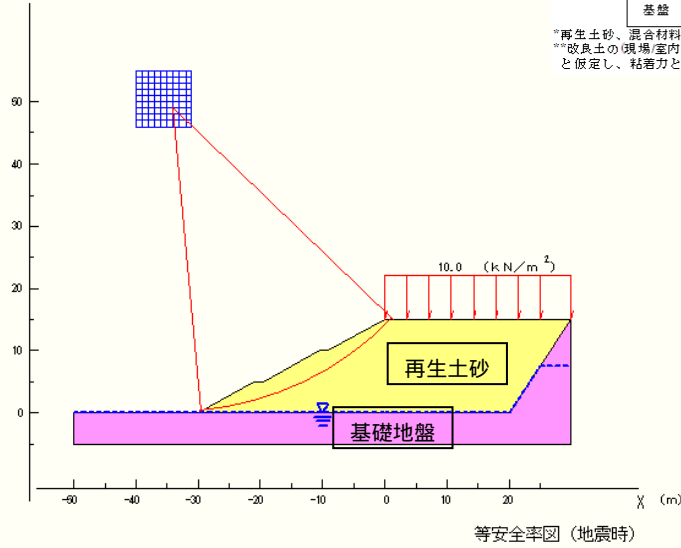
断面	盛土高	のり面勾配	検討ケース	目標安全率 F_s	最小安全率 F_{smin}		評価
断面	15.0m	1 : 1.8	常時	1.5	1.149	×	×
			地震時	1.0	0.677	×	
		1 : 2.0	常時	1.5	1.230	×	×
			地震時	1.0	0.712	×	
		1 : 2.2	常時	1.5	1.354	×	×
			地震時	1.0	0.763	×	
断面	8.0m	1 : 1.8	常時	1.5	1.193	×	×
			地震時	1.0	0.712	×	
		1 : 2.0	常時	1.5	1.297	×	×
			地震時	1.0	0.756	×	
		1 : 2.2	常時	1.5	1.400	×	×
			地震時	1.0	0.798	×	

断面① 盛土高15m (ケース2) のり面勾配 1:1.8

最小安全率 $F S_{MIN} = 0.877$
 円弧の中心 $X = -34.00$ (m)
 $Y = 49.00$ (m)
 半径 $R = 49.00$ (m)
 抵抗モーメント $M_R = 28161.3$ (kN・m)
 起動モーメント $M_D = 41571.0$ (kN・m)

地層	土質 (材料)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (度)
盛土	再生土砂	16.5	1	27
盛土	混合材料	17.3	1	37
盛土	改良土	18.5	180**	0
基礎	岩盤	20	100	30

*再生土砂、混合材料には、粘着力 $C=1.00$ (kN/m²)を見込んだ。
 **改良土の現場室内強さ比を「セメント系固化工材による地盤改良マニュアル第3版」⁸⁾より、0.5と仮定し、粘着力と一軸圧縮強度の関係より $c=q_u/2$ とした。



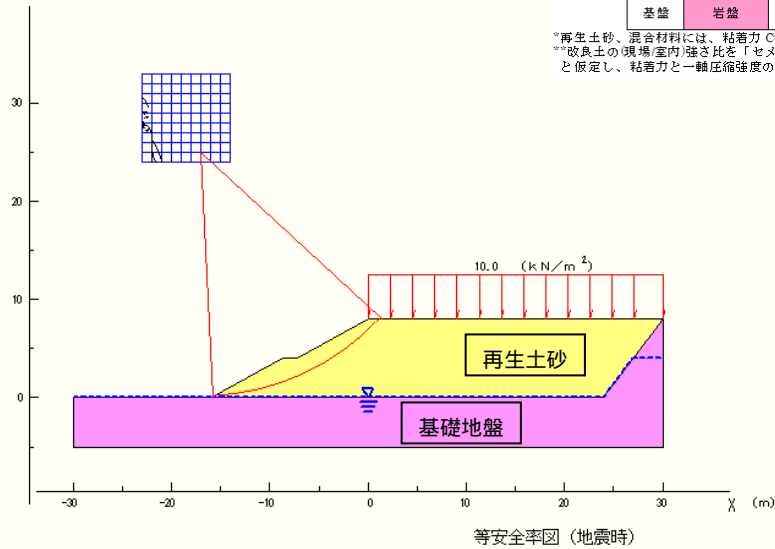
参考 図- 20 安定計算結果図 (盛土高 15m・ケース2 地震時)

断面② 盛土高8m (ケース2) のり面勾配 1:1.8

最小安全率 $F S_{MIN} = 0.712$
 円弧の中心 $X = -17.00$ (m)
 $Y = 25.00$ (m)
 半径 $R = 25.00$ (m)
 抵抗モーメント $M_R = 5446.8$ (kN・m)
 起動モーメント $M_D = 7646.5$ (kN・m)

地層	土質 (材料)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (度)
盛土	再生土砂	16.5	1	27
盛土	混合材料	17.3	1	37
盛土	改良土	18.5	180**	0
基礎	岩盤	20	100	30

*再生土砂、混合材料には、粘着力 $C=1.00$ (kN/m²)を見込んだ。
 **改良土の現場室内強さ比を「セメント系固化工材による地盤改良マニュアル第3版」⁸⁾より、0.5と仮定し、粘着力と一軸圧縮強度の関係より $c=q_u/2$ とした。



参考 図- 21 安定計算結果図 (盛土高 8m・ケース2 地震時)

(c) ケース 3 : 盛土のり面を改良した場合

盛土のり面を改良した場合、すべての条件で安定を確保する結果となった。

盛土のり面の改良は、有効な対策であると言える。ただし、盛土の規模や盛土内の水位状況により、盛土内の排水検討及び改良範囲の検討が必要と言える。

盛土のり面を改良した時の計算結果一覧を参考 表- 17 に、計算結果図を参考 図- 22、参考 図- 23 に示す。

参考 表- 17 安定計算結果一覧 (のり面全面改良)

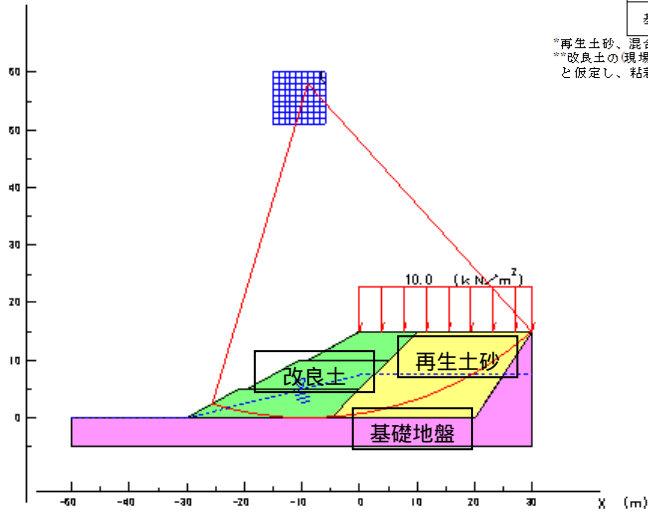
断面	盛土高	のり面勾配	検討ケース	目標安全率 Fs	最小安全率 FS _{min}	評価
断面	15.0m	1 : 1.8	常時	1.5	3.321	
			地震時	1.0	1.704	
		1 : 2.0	常時	1.5	3.532	
			地震時	1.0	1.761	
		1 : 2.2	常時	1.5	3.833	
			地震時	1.0	1.845	
断面	8.0m	1 : 1.8	常時	1.5	4.507	
			地震時	1.0	2.128	
		1 : 2.0	常時	1.5	4.949	
			地震時	1.0	2.239	
		1 : 2.2	常時	1.5	5.379	
			地震時	1.0	2.338	

断面① 盛土高15m (ケース3) のり面勾配 1:1.8

最小安全率 $F_{SMH} = 1.704$
 円弧の中心 $X = -9.00$ (m)
 $Y = 98.00$ (m)
 半径 $R = 98.00$ (m)
 抵抗モーメント $N_R = 348029.2$ (kN・m)
 起働モーメント $N_D = 203063.8$ (kN・m)

地層	土質 (材料)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (度)
盛土	再生土砂	16.5	1	27
盛土	混合材料	17.3	1	37
盛土	改良土	18.5	180**	0
基礎	岩盤	20	100	30

*再生土砂、混合材料には、粘着力 $C=1.0(kN/m^2)$ を見込んだ。
 **改良土の現場/室内強さ比を「セメント系固結材による地盤改良マニュアル第3版」²⁾より、0.5と仮定し、粘着力と一軸圧縮強度の関係より $c=qu/2$ とした。



縮尺 : 1/ 373

等安全率図 (地震時)

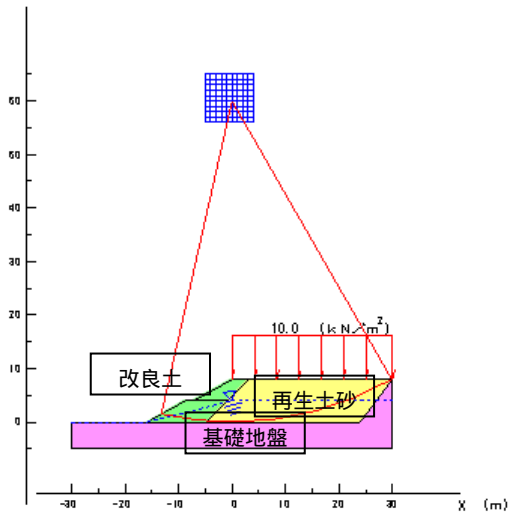
参考 図- 22 安定計算結果図 (盛土高 15m・ケース3 地震時)

断面② 盛土高8m (ケース3) のり面勾配 1:1.8

最小安全率 $F_{SMH} = 2.128$
 円弧の中心 $X = 0.00$ (m)
 $Y = 80.00$ (m)
 半径 $R = 80.00$ (m)
 抵抗モーメント $N_R = 178099.5$ (kN・m)
 起働モーメント $N_D = 82739.0$ (kN・m)

地層	土質 (材料)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (度)
盛土	再生土砂	16.5	1	27
盛土	混合材料	17.3	1	37
盛土	改良土	18.5	180**	0
基礎	岩盤	20	100	30

*再生土砂、混合材料には、粘着力 $C=1.0(kN/m^2)$ を見込んだ。
 **改良土の現場/室内強さ比を「セメント系固結材による地盤改良マニュアル第3版」²⁾より、0.5と仮定し、粘着力と一軸圧縮強度の関係より $c=qu/2$ とした。



縮尺 : 1/ 833

等安全率図 (地震時)

参考 図- 23 安定計算結果図 (盛土高 8m・ケース3 地震時)

(d) ケース 4 : 盛土内排水及びのり面改良を併用した場合

盛土内排水及びのり面改良を併用した場合、すべての条件で安定を確保する結果となった。

盛土内排水とのり面改良を併用することにより、盛土の安定に非常に有効であることが言える。なお、盛土の安定検討においては、のり面全体と小段毎の小区間の安定性の双方に留意し、改良範囲を決定する必要がある。

盛土内排水、のり面改良併用時の計算結果一覧を参考表-18に、計算結果図を参考図-24、参考図-25に示す。

参考表-18 安定計算結果一覧（盛土内排水、のり面全面改良併用時）

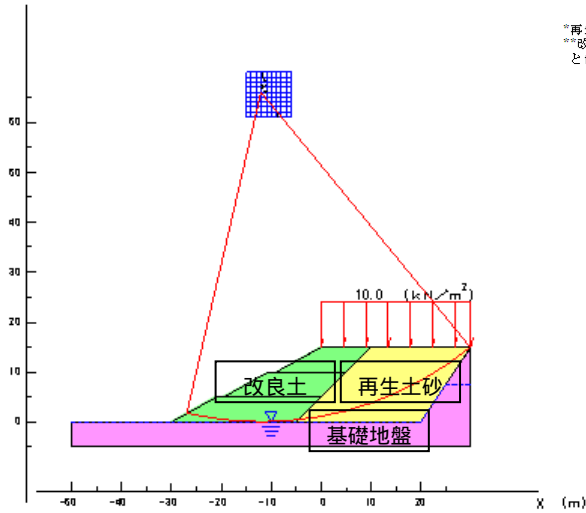
断面	盛土高	のり面勾配	検討ケース	目標安全率 Fs	最小安全率 F _{Smin}	評価
断面	15.0m	1 : 1.8	常時	1.5	3.454	
			地震時	1.0	1.863	
		1 : 2.0	常時	1.5	3.661	
			地震時	1.0	1.919	
		1 : 2.2	常時	1.5	3.964	
			地震時	1.0	2.002	
断面	8.0m	1 : 1.8	常時	1.5	4.809	
			地震時	1.0	2.409	
		1 : 2.0	常時	1.5	5.265	
			地震時	1.0	2.526	
		1 : 2.2	常時	1.5	5.707	
			地震時	1.0	2.632	

断面① 盛土高15m (ケース4) のり面勾配 1:1.8

最小安全率 $F_{SMH} = 1.883$
 円弧の中心 $X = -12.00$ (m)
 $Y = 88.00$ (m)
 半径 $R = 88.00$ (m)
 抵抗モーメント $M_R = 438210.0$ (kN・m)
 起働モーメント $M_D = 233813.8$ (kN・m)

地層	土質 (材料)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (度)
盛土	再生土砂	16.5	1	27
盛土	混合材料	17.3	1	37
盛土	改良土	18.5	180**	0
基盤	岩盤	20	100	30

*再生土砂、混合材料には、粘着力 $C=1.0$ (kN/m²)を見込んだ。
 **改良土の現場室内強さを「セメント系固化材による地盤改良マニュアル第3版」^①より、0.5と仮定し、粘着力と一軸圧縮強度の関係より $c=q_u/2$ とした。



縮尺 : 1/ 882

等安全率図 (地震時)

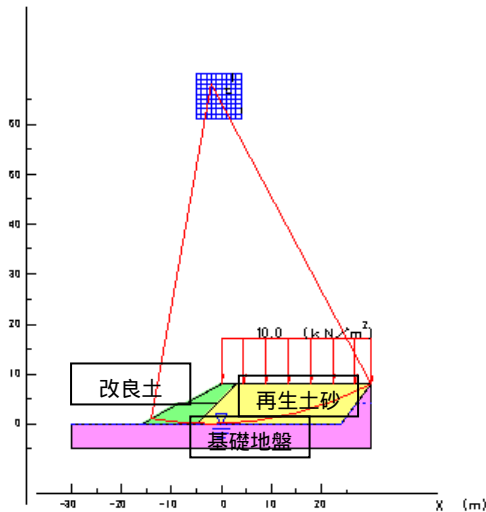
参考 図- 24 安定計算結果図 (盛土高 15m・ケース4 地震時)

断面② 盛土高8m (ケース4) のり面勾配 1:1.8

最小安全率 $F_{SMH} = 2.408$
 円弧の中心 $X = -2.00$ (m)
 $Y = 88.00$ (m)
 半径 $R = 88.00$ (m)
 抵抗モーメント $M_R = 227301.1$ (kN・m)
 起働モーメント $M_D = 94378.8$ (kN・m)

地層	土質 (材料)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (度)
盛土	再生土砂	16.5	1	27
盛土	混合材料	17.3	1	37
盛土	改良土	18.5	180**	0
基盤	岩盤	20	100	30

*再生土砂、混合材料には、粘着力 $C=1.0$ (kN/m²)を見込んだ。
 **改良土の現場室内強さを「セメント系固化材による地盤改良マニュアル第3版」^①より、0.5と仮定し、粘着力と一軸圧縮強度の関係より $c=q_u/2$ とした。



縮尺 : 1/ 882

等安全率図 (地震時)

参考 図- 25 安定計算結果図 (盛土高 8m・ケース4 地震時)

(e) ケース 5 : 「混合材料」の利用とのり面上部を改良した場合

用地面から 5.5m より深部に「混合材料」を利用し、用地面から 5.5m より上部ののり面を改良した場合、すべての条件で安定を確保する結果となった。

盛土材料に「混合材料」を用いることにより、「再生土砂」の改良範囲を少なくすることが可能と考えられる。また、「混合材料」は「再生土砂」に比べ粒径の大きな材料を多く含むことから透水性の改善が見込まれるため、盛土内地下水の排水にも効果があると想定される。

「混合材料」利用時の計算結果一覧を参考 表- 19 に、計算結果図を参考 図- 26、参考 図- 27 に示す。

参考 表- 19 安定計算結果一覧（「混合材料」利用、上部のり面改良）

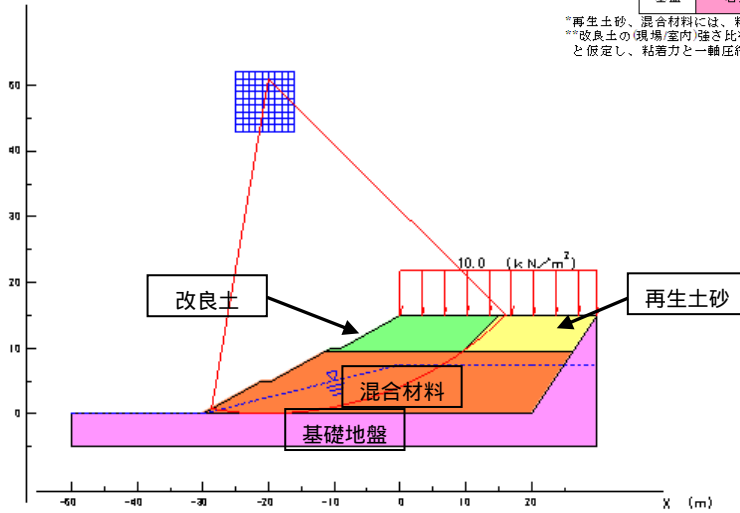
断面	盛土高	盛土内排水	のり面勾配	検討ケース	目標安全率 F _s	最小安全率 F _{Smin}	評価
断面	15.0m	対策なし	1 : 1.8	常時	1.5	1.888	
				地震時	1.0	1.019	
		対策あり	1 : 1.8	常時	1.5	2.294	
				地震時	1.0	1.245	
断面	8.0m	対策なし	1 : 1.8	常時	1.5	1.943	
				地震時	1.0	1.041	
		対策あり	1 : 1.8	常時	1.5	2.013	
				地震時	1.0	1.137	

断面① 盛土高15m (ケース5) のり面勾配 1:1.8

最小安全率 $F_{SMH} = 1.019$
 円弧の中心 $X = -20.00$ (m)
 $Y = 51.00$ (m)
 半径 $R = 51.00$ (m)
 抵抗モーメント $N_R = 144902.8$ (kN・m)
 起動モーメント $N_D = 142295.1$ (kN・m)

地層	土質 (材料)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (度)
盛土	再生土砂	16.5	1	27
盛土	混合材料	17.3	1	37
盛土	改良土	18.5	180**	0
基礎	岩盤	20	100	30

*再生土砂、混合材料には、粘着力 $C=1.0$ (kN/m²)を見込んだ。
 **改良土の現場室内強さ比を「セメント系固化工材による地盤改良マニュアル第3版」^①より、0.5と仮定し、粘着力と一軸圧縮強度の関係より $c=qu/2$ とした。



縮尺 : 1/ 878

等安全率図 (地震時)

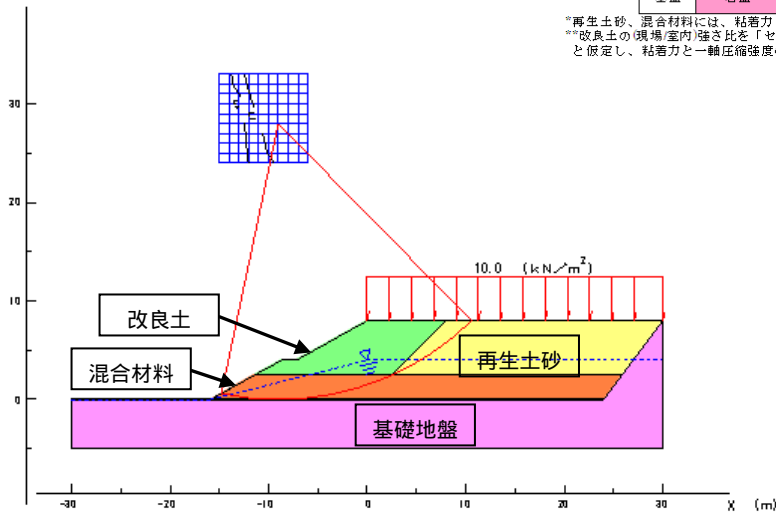
参考 図- 26 安定計算結果図 (盛土高 15m・ケース5 地震時)

断面② 盛土高8m (ケース5) のり面勾配 1:1.8

最小安全率 $F_{SMH} = 1.041$
 円弧の中心 $X = -9.00$ (m)
 $Y = 28.00$ (m)
 半径 $R = 28.00$ (m)
 抵抗モーメント $N_R = 28273.2$ (kN・m)
 起動モーメント $N_D = 25230.2$ (kN・m)

地層	土質 (材料)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (度)
盛土	再生土砂	16.5	1	27
盛土	混合材料	17.3	1	37
盛土	改良土	18.5	180**	0
基礎	岩盤	20	100	30

*再生土砂、混合材料には、粘着力 $C=1.0$ (kN/m²)を見込んだ。
 **改良土の現場室内強さ比を「セメント系固化工材による地盤改良マニュアル第3版」^①より、0.5と仮定し、粘着力と一軸圧縮強度の関係より $c=qu/2$ とした。



縮尺 : 1/ 452

等安全率図 (地震時)

参考 図- 27 安定計算結果図 (盛土高 8m・ケース5 地震時)

(f) ケース 6 : 「混合材料」の利用とのり面全面の改良

用地面から 5.5m より深部に「混合材料」を利用し、用地面から 5.5m より上部ののり面を改良した場合、すべての条件で安定を確保する結果となった。

盛土材料に「混合材料」を用いることにより、「再生土砂」の改良範囲を少なくすることが可能と考えられる。また、「混合材料」は「再生土砂」に比べ粒径の大きな材料を多く含むことから透水性の改善が見込まれるため、盛土内地下水の排水にも効果があると想定される。

「混合材料」利用時の計算結果一覧を参考 表- 20 に、計算結果図を参考 図- 28、参考 図- 29 に示す。

参考 表- 20 安定計算結果一覧（「混合材料」利用、のり面全面改良）

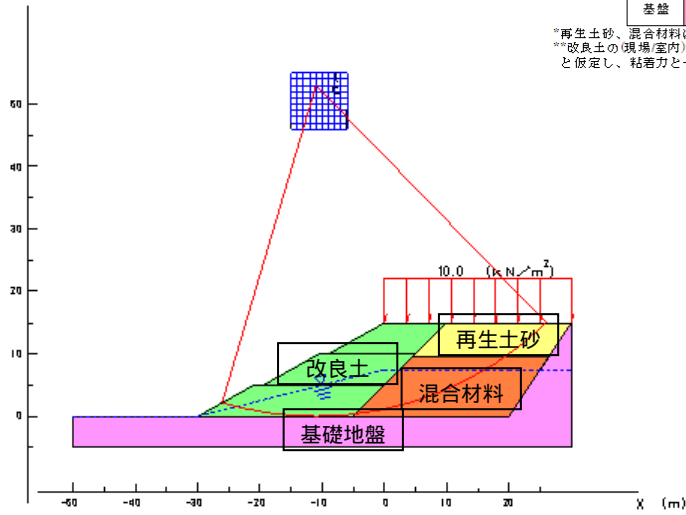
断面	盛土高	盛土内排水	のり面勾配	検討ケース	目標安全率 F _s	最小安全率 F _{Smin}	評価
断面	15.0m	対策なし	1 : 1.8	常時	1.5	3.587	
				地震時	1.0	1.959	
		対策あり		常時	1.5	3.707	
				地震時	1.0	2.116	
断面	8.0m	対策なし	1 : 1.8	常時	1.5	4.862	
				地震時	1.0	2.476	
		対策あり		常時	1.5	5.198	
				地震時	1.0	2.881	

断面① 盛土高15m (ケース6) のり面勾配 1:1.8

最小安全率 $F_{smin} = 1.959$
 円弧の中心 $X = -11.00$ (m)
 $Y = 53.00$ (m)
 半径 $R = 53.00$ (m)
 抵抗モーメント $N_R = 348799.8$ (kN・m)
 起動モーメント $N_D = 173021.4$ (kN・m)

地層	土質 (材料)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (度)
盛土	再生土砂	16.5	1	27
盛土	混合材料	17.3	1	37
盛土	改良土	18.5	180**	0
基礎	岩盤	20	100	30

*再生土砂、混合材料には、粘着力 $C=1.00$ (kN/m²)を見込んだ。
 **改良土の現場(室内)強さ比を「セメント系固着材による地盤改良マニュアル第3版」³⁾より、0.5と仮定し、粘着力と一軸圧縮強度の関係より $c=q_u/2$ とした。



縮尺: 1/ 714

等安全率図 (地震時)

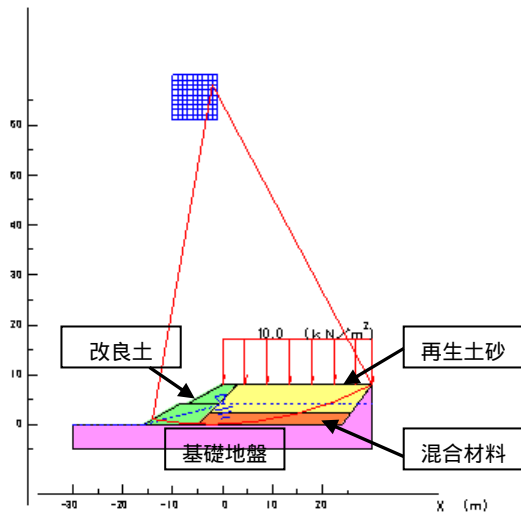
参考 図- 28 安定計算結果図 (盛土高 15m・ケース6 地震時)

断面② 盛土高8m (ケース6) のり面勾配 1:1.8

最小安全率 $F_{smin} = 2.478$
 円弧の中心 $X = -2.00$ (m)
 $Y = 88.00$ (m)
 半径 $R = 88.00$ (m)
 抵抗モーメント $N_R = 239217.5$ (kN・m)
 起動モーメント $N_D = 96807.4$ (kN・m)

地層	土質 (材料)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 C (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (度)
盛土	再生土砂	16.5	1	27
盛土	混合材料	17.3	1	37
盛土	改良土	18.5	180**	0
基礎	岩盤	20	100	30

*再生土砂、混合材料には、粘着力 $C=1.00$ (kN/m²)を見込んだ。
 **改良土の現場(室内)強さ比を「セメント系固着材による地盤改良マニュアル第3版」³⁾より、0.5と仮定し、粘着力と一軸圧縮強度の関係より $c=q_u/2$ とした。



縮尺: 1/ 892

等安全率図 (地震時)

参考 図- 29 安定計算結果図 (盛土高 8m・ケース6 地震時)

(9) 各安定計算結果のまとめ

盛土高を 15m とした場合の計算結果一覧を参考 表- 21 に示す。

参考 表- 21 安定計算結果一覧 (盛土高 15m)

検討条件	対策工法	のり面勾配	検討ケース	目標安全率 Fs	最小安全率 Fs _{min}		評価
ケース 1	無対策	1 : 1.8	常時	1.5	1.018	×	×
			地震時	1.0	0.588	×	
		1 : 2.0	常時	1.5	1.088	×	×
			地震時	1.0	0.617	×	
		1 : 2.2	常時	1.5	1.184	×	×
			地震時	1.0	0.645	×	
ケース 2	盛土内地下水を排水	1 : 1.8	常時	1.5	1.149	×	×
			地震時	1.0	0.677	×	
		1 : 2.0	常時	1.5	1.230	×	×
			地震時	1.0	0.712	×	
		1 : 2.2	常時	1.5	1.354	×	×
			地震時	1.0	0.763	×	
ケース 3	のり面全面改良	1 : 1.8	常時	1.5	3.321		
			地震時	1.0	1.704		
		1 : 2.0	常時	1.5	3.532		
			地震時	1.0	1.761		
		1 : 2.2	常時	1.5	3.833		
			地震時	1.0	1.845		
ケース 4	のり面全面改良 盛土内地下水を排水	1 : 1.8	常時	1.5	3.454		
			地震時	1.0	1.863		
		1 : 2.0	常時	1.5	3.661		
			地震時	1.0	1.919		
		1 : 2.2	常時	1.5	3.964		
			地震時	1.0	2.002		
ケース 5	下部「混合材料」を利用 上部のり面を改良	1 : 1.8	常時	1.5	1.888		
			地震時	1.0	1.019		
	下部「混合材料」を利用 上部のり面を改良 盛土内地下水を排水	1 : 1.8	常時	1.5	2.294		
			地震時	1.0	1.245		
ケース 6	のり面全面改良 「混合材料」を利用	1 : 1.8	常時	1.5	3.587		
			地震時	1.0	1.959		
	のり面全面改良 「混合材料」を利用 盛土内地下水を排水	1 : 1.8	常時	1.5	3.707		
			地震時	1.0	2.116		

盛土高を 8m とした場合の計算結果一覧を参考 表- 22 に示す。

参考 表- 22 安定計算結果一覧 (盛土高 8m)

検討条件	対策工法	のり面勾配	検討ケース	目標安全率 F _s	最小安全率 F _{smin}		評価
ケース 1	無対策	1 : 1.8	常時	1.5	1.050	×	×
			地震時	1.0	0.613	×	
		1 : 2.0	常時	1.5	1.133	×	×
			地震時	1.0	0.647	×	
		1 : 2.2	常時	1.5	1.216	×	×
			地震時	1.0	0.679	×	
ケース 2	盛土内地下水を排水	1 : 1.8	常時	1.5	1.193	×	×
			地震時	1.0	0.712	×	
		1 : 2.0	常時	1.5	1.297	×	×
			地震時	1.0	0.756	×	
		1 : 2.2	常時	1.5	1.400	×	×
			地震時	1.0	0.798	×	
ケース 3	のり面全面改良	1 : 1.8	常時	1.5	4.507		
			地震時	1.0	2.128		
		1 : 2.0	常時	1.5	4.949		
			地震時	1.0	2.239		
		1 : 2.2	常時	1.5	5.379		
			地震時	1.0	2.338		
ケース 4	のり面全面改良 盛土内地下水を排水	1 : 1.8	常時	1.5	4.809		
			地震時	1.0	2.409		
		1 : 2.0	常時	1.5	5.265		
			地震時	1.0	2.526		
		1 : 2.2	常時	1.5	5.707		
			地震時	1.0	2.632		
ケース 5	下部「混合材料」を利用 上部のり面を改良	1 : 1.8	常時	1.5	1.943		
			地震時	1.0	1.041		
	下部「混合材料」を利用 上部のり面を改良 盛土内地下水を排水	1 : 1.8	常時	1.5	2.013		
			地震時	1.0	1.137		
ケース 6	のり面全面改良 「混合材料」を利用	1 : 1.8	常時	1.5	4.862		
			地震時	1.0	2.476		
	のり面全面改良 「混合材料」を利用 盛土内地下水を排水	1 : 1.8	常時	1.5	5.198		
			地震時	1.0	2.881		

【用語解説】

本書における用語の定義・解説は以下のとおりである。

【ア行】

安定処理	地盤の性質を、セメントなどの添加材を使用するなどの物理的または化学的手段により、安定なものに変えること
塩化物含有量	盛土材料に含まれる塩化物イオン（Cl ⁻ ）の量 JGS 0214「土の水溶性分試験」により得られる値

【カ行】

コーン指数	ポータブルコーンペネトロメーターを地中に押し込んだ時の抵抗をコーン断面積で除した値
「混合材料」	「再生土砂」と「再生コンクリート」を混合した材料
吸水膨張特性	盛土材料が水分を吸収することにより体積が増加する性質 JIS A 1211「吸水膨張試験（CBR 試験）」により得られる値
原地盤	工事に取り掛かる前の手を加えない自然の地盤 盛土による造成地等は、たとえ工事前であっても原地盤とは言わない

【サ行】

「再生コンクリートくず」	災害廃棄物のうち、放射性物質及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「リサイクルされたコンクリートくず」
再生資材	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 リサイクルされ、工学的に安定した資材
「再生土砂」	災害廃棄物のうち、放射性物質及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」
最大粒径	材料に含まれている最大の粒子の径 JIS A 1204「土の粒度試験方法」で、土のふるい分析において、試料がすべて通過する試験用網ふるいの最小の呼び寸法
振動ローラー	鉄製のローラーに振動を加え自重と振動圧を利用した締固め機械 小型で高い締固め効果がある

水素イオン濃度 (pH)	土と水が懸濁した状態の pH JGS 0211「土懸濁液の pH 試験」により得られる値
せん断強度	せん断によって破壊もしくは著しいひずみが発生したときのすべり面上のせん断応力で、せん断抵抗角 (内部摩擦角 ()) 及び粘着力 (c) 等の強度定数により表示される $\tau = c + \sigma \tan \phi$ (τ :せん断強度 , σ :応力)
【タ行】	
タイヤローラー	数本の空気タイヤを用いた締固め機械 前後輪いずれかのタイヤを 1 本多くして、踏み残しを防いでいる
高盛土	盛土高が 15m 以上の高い盛土構造物 「宅地防災マニュアルの解説 第二次改定版」より
宅地造成地	宅地としての利用を目的に造成を行う場所 (範囲)
宅地造成盛土	宅地としての利用を目的に造成する (した) 盛土
タンピングローラー	鉄製のローラーの表面に長さ 100 ~ 200mm の突起を付けた締固め機械
中和処理	土壌が強酸性又は強アルカリ性を示す場合に、土壌を中性に近づける改良を目的とした処理
低盛土	盛土高が 2 ~ 3m 程度以下の低い盛土構造物 盛土表面からの荷重が基礎地盤に達しやすい
電気伝導度	土と接した水 (土懸濁液) の電気伝導率 JGS 0212「土懸濁液の電気伝導度試験」により得られる値
透水係数	浸透流の通りやすさの大小を表す値 JIS A 1218「土の透水試験」により得られる値 材料の粒度組成により推定が可能
動態観測	土構造物等の施工中あるいは施工後の挙動を経時的に測定すること
ドレーン材	宅地造成盛土のドレーン工箇所に用いる材料
【ハ行】	
パイピング	浸透水流が地盤の中にパイプ状の水みちをつくり、流動化した土砂が水とともに噴出する現象
フィルター材	盛土材の流出を防止し、浸透水を安全に排出する目的をもったもの

不同沈下	フィルター材料はフィルター則を基準に設定される 地盤の変状によって基礎間に生じる非一様な沈下
プレロード	あらかじめ構造物と同等もしくはそれ以上の荷重を載荷することによって、建設前に圧密沈下を生じさせるとともに、地盤のせん断強度の増加を図る工法
【マ行】	
盛土材料	宅地造成盛土を築造するための土木資材
【ラ行】	
粒度組成	土砂の粒径（粒子の大きさ）毎の構成比 礫分、砂分、シルト分、粘土分当の各粒径範囲の含有割合
ロードローラー	2 個以上の平滑胴の鉄製のローラーを車輪とした自走式の締固め機械の総称

《出典資料》

- 1) 「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
- 2) 「地盤材料試験の方法と解説；社団法人 地盤工学会」H21.11.25
- 3) 「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
- 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) 「農地の除塩マニュアル；農林水産省農村振興局」H23.6
- 6) 「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
- 7) 「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
- 8) 「宅地耐震設計マニュアル(案)；独立行政法人 都市再生機構」H20.4
- 9) 「セメント系固化材による地盤改良マニュアル 第3版；社団法人 セメント協会」H15.9.30